

ダイキンのフルオロカーボンガス

HFC-32

はじめに

HFC-32は塩素を含まずオゾン層破壊のない沸点が -52°C のフルオロカーボンです。

HFC-32はオゾン破壊物質であるHCFC-22の主要代替冷媒として世界的に用いられている混合冷媒R-410Aの構成成分であります。しかしながらこのR-410AはGWPが2088と大きいため地球温暖化防止の観点から更に低GWPの冷媒が求められる状況となっています。

HFC-32のGWPはR-410Aの約1/3である上にそれ自身冷媒として優れた特性を持っているため、R-410Aの代替冷媒として単体でこれを用いる技術が開発されました。

特に空調機分野では冷媒候補選択が難しく、自然冷媒などのより低GWP物質も候補に提案されていますが、実用化にはさまざまな課題があります。一方HFC-32は毒性がほとんどなく、化学的にも安定な物質であり、商業生産品であるため容易に入手でき、圧力がR-410Aと同等であり既存技術の延長で使用でき、更に機器のエネルギー効率に優れているため、当面の有力な選択肢となっています。

先進国のR-410A代替だけでなく、途上国のHCFC-22代替としても注目されています。

ただ、若干の微燃性(日本では高圧ガス保安法一般則で可燃性ガスに該当しない不活性なガス、ASHRAE34規格ではクラス2L(微燃))があるため国際的な安全規格に従い、リスクアセスメントの結果などにも配慮して使用することが必要です。

目次

1. 性質

1-1 一般的性質	2
1-2 燃焼性	3
1-3 飽和蒸気圧曲線	4
1-4 理論冷凍サイクル特性	5
1-5 化学的安定性	5
1-6 水分溶解性	6
1-7 乾燥剤	6
1-8 高分子材料への影響	7
1-9 冷凍機油との相溶性	8
2. 安全性	9
3. 取扱上の注意	9
(付)-1 熱力学特性(飽和表)	10,11
(付)-2 圧力・エンタルピ線図	12

1.性質

1-1 一般的性質

単位		HFC-32	R-410A	HCFC-22	
成分		HFC-32	HFC-32/HFC-125	HCFC-22	
化学式		CH ₂ F ₂	CH ₂ F ₂ /CHF ₂ CF ₃	CHClF ₂	
混合比率	mass%	100	50/50	100	
分子量		52.0	72.6	86.5	
沸点	°C	-51.7	-51.4	-40.8	
凝固点	°C	-136	-	-160	
臨界温度	°C	78.1	72.0	96.2	
臨界圧力	MPa	5.78	4.95	4.99	
臨界密度	kg/m ³	424	486	515	
飽和液体密度	kg/m ³	961	1059	1191	
飽和蒸気密度	kg/m ³	47.34	64.87	44.23	
粘度	飽和液	mPa·s	0.116	0.121	0.178
	常圧蒸気	mPa·s	0.0126	0.0129	0.0128
比熱	飽和液	kJ/kg·K	1.937	1.711	1.256
	常圧蒸気	kJ/kg·K	0.848	0.818	0.662
蒸発潜熱	(沸点)	kJ/kg	382	275	233
熱伝導率	飽和液	mW/m·K	125	87	87
	常圧蒸気	mW/m·K	13	13	11
絶縁破壊電圧	常圧蒸気	kV	2.8	4.8	7.2
誘電率	飽和液		14.27	7.88	6.35
作業環境暴露限界濃度	ppm		1000* ²	1000* ³	1000* ⁴
オゾン破壊係数(ODP)	CFC11=1		0	0	0.055
地球温暖化係数(GWP)* ¹	CO ₂ =1		675	2088	1810
水の飽和溶解度	ppm		3400	1600	1300

・データは特に記載のない限り、25°Cの値を示す。

*1 地球温暖化係数: IPCC 第4次報告書(2007)に基づく。積分期間100年値。混合物はそれに基づく計算値。

*2 AIHAのWEEL-TWA値。

*3 各成分のAIHAのWEEL-TWA値に基づく計算値。

*4 日本産業衛生学会の推奨値。

1-2 燃焼性

HFC-32は可燃性ですが、プロパン等の炭化水素冷媒に比べるとその燃焼性は非常に弱く、微燃性冷媒と位置づけられています。使用にあたっては、各国及び国際的な安全規格に従い、リスクアセスメントの結果などにも配慮して使用することが必要です。

燃焼性データと各種規格による分類

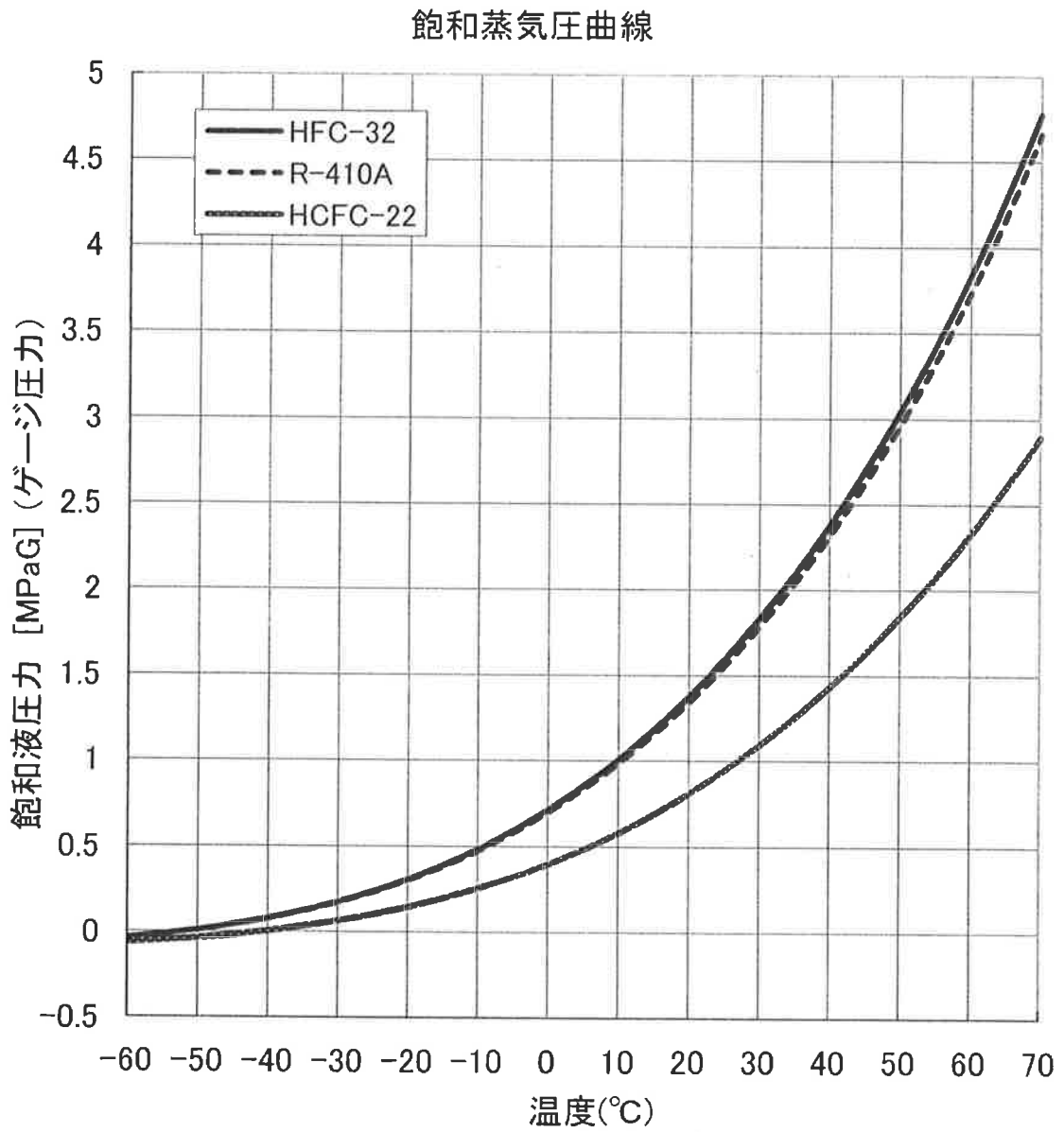
冷媒		HFC-32	R-410A	R-22	アンモニア	プロパン
燃焼範囲 (空气中)	燃焼下限界 (LFL) vol.%	13.6	無し	無し	15	2.2
	燃焼上限界 (UFL) vol.%	28.4			28	9.5
最小着火 エネルギー	mJ	30~100	—	—	不確定	0.25
最大燃焼速度 (BV)	cm/s	6.7	—	—	7.2	38.7
燃焼熱 (HOC)	kJ/kg	9,400	—	—	18,600	45,700
高圧ガス保安法 (一般高圧ガス保安規則)		可燃性ガス非該当 不活性ガス	可燃性ガス非該当 不活性ガス	可燃性ガス非該当 不活性ガス	可燃性ガス	可燃性ガス
ASHRAE規格		2L(微燃性)	1(不燃性)	1(不燃性)	2L(微燃性)	3(強燃性)
ISO規格		2L(微燃性)	1(不燃性)	1(不燃性)	2L(微燃性)	3(強燃性)
GHS (化学品の分類および表示に関する 世界調和システム)		区分1 (極めて可燃性 の高いガス)	区分外	区分外	区分1 (極めて可燃性 の高いガス)	区分1 (極めて可燃性 の高いガス)

(参考)日米及び国際規格による冷媒の燃焼性分類

制定	日本	ASHRAE(米国)	国際標準化機構(ISO)	国際連合(UN)
規格等	高圧ガス保安法 (一般高圧ガス保安規則)	ASHRAE 34-2010	ISO/FDIS 817:2012	GHS改定3版:2009
燃焼性 分類	可燃性ガス 掲名ガス および LFL \leq 10vol.% または UFL-LFL \geq 20%	クラス3:強燃 LFL \leq 0.10kg/m ³ または HOC \geq 19,000kJ/kg	クラス3:強燃 LFL \leq 3.5vol.% または HOC \geq 19,000kJ/kg	区分1:極めて可燃性 の高いガス LFL \leq 13vol.% または UFL-LFL \geq 12%
	不活性ガス 掲名ガス および 可燃性ガス以外の フルオロカーボン	クラス2:弱燃 LFL $>$ 0.10kg/m ³ かつ HOC $<$ 19,000kJ/kg	クラス2:弱燃 LFL $>$ 3.5vol.% かつ HOC $<$ 19,000kJ/kg	区分2:可燃性の高いガス 区分1以外の燃焼範囲を 有するもの
		クラス2L:微燃 BV \leq 10cm/sec	クラス2L:微燃 BV \leq 10cm/sec	
	クラス1:不燃 燃焼範囲なし	クラス1:不燃 燃焼範囲なし	区分外 燃焼範囲のないもの	

1-3 飽和蒸気圧曲線

下図にHFC-32及びR-410A、HCFC-22の温度と飽和圧力の関係を示します。
この図から解るように、HFC-32はR-410Aに近い圧力となります。



1-4 理論冷凍サイクル特性

HFC-32はR-410Aに比べ能力が約15%、COPが約6%高く、能力、エネルギー効率共に極めて優れた性能を示します(このため地球温暖化問題に対しては、機器のCO2排出への間接影響を小さくすることに寄与できます)。しかし吐出ガス温度が約20℃高くなりますので、機器設計に配慮が必要です。

		HFC-32	R-410A	HCFC-22
蒸発圧力	MPa	3.14	3.07	1.94
凝縮圧力	MPa	0.81	0.80	0.50
温度グライド*1	℃	—	0.11	—
吐出温度	℃	106	83	88
冷房	COP*2	2.75	2.57	2.90
	能力 kJ/m ³	4812	4150	3010
暖房	COP*2	3.75	3.57	3.90
	能力 kJ/m ³	6562	5764	4049

蒸発温度 0℃
 凝縮温度 50℃
 過熱温度 OK
 過冷却温度 OK
 圧縮機効率 70%

*1 露点沸点温度差
 (この場合は凝縮圧力における値を示す)

*2 成績係数
 (エネルギー効率の指標)

1-5 化学的安定性

HFC冷媒の化学的安定性に影響を与える要因は、冷凍機油、水分、共存金属、乾燥剤や空気の混入などです。下記データはHFC-32/エステル油のシールドチューブ試験例です。

HFC-32の安定性はR-410Aとほぼ同等の傾向を示します。

シールドチューブ試験結果 冷媒/油=1/1 (mass比)

金属 (Fe, Cu, Al) 丸棒共存

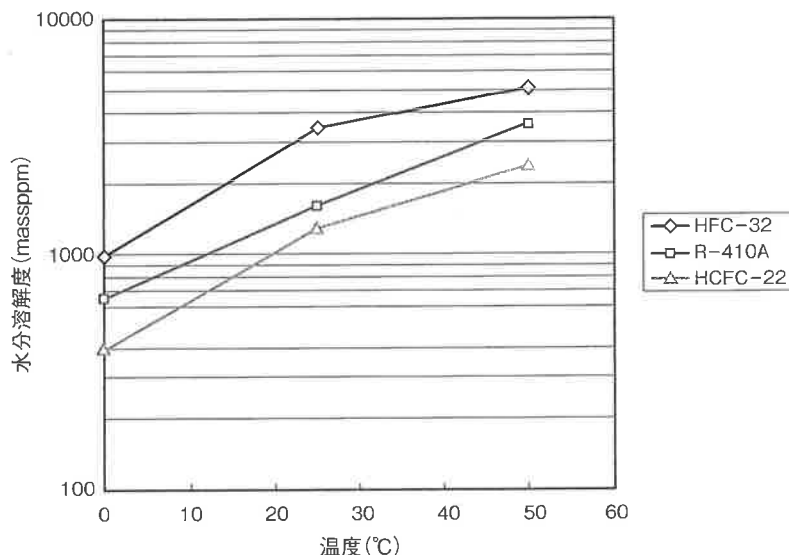
冷凍機油 HFC-32,R-410A/POE,HCFC-22/鉱油

冷媒	加熱期間 (日)	加熱温度 (℃)	酸生成物*濃度 HCl, HF (massppm)
HFC-32	30	175	1
	60	175	4
R-410A	30	175	2
	60	175	3
HCFC-22	30	175	9
	60	175	35

*冷媒の分解によって生じる酸性物質

1-6 水分溶解性

フルオロカーボン類の飽和水分溶解度は一般的に低い傾向にありますが、HFC-32は既存冷媒(HCFC、混合HFC冷媒)よりも高い水分溶解度を示します。



1-7 乾燥剤

冷凍システム中の水分を除去して、氷結によるキャピラリー詰りを防止し、更にエステル油の加熱分解を防止するため乾燥剤を使用する場合があります。

水分吸着に有効な乾燥剤として合成ゼオライト(モレキュラー・シーブス®など)がありますが、冷媒は吸着せず水分のみを選択吸着させるために冷媒の分子径より小さい細孔径のモレキュラー・シーブスが適切です。冷媒の分子径とモレキュラー・シーブスの適合性を示します。

冷媒/分子径(Å)	モレキュラー・シーブス* 細孔径(Å)	4A-NRG* 4	XH-9* 3	XH-10* 3
HFC-32	3.3	×	△~×	○
R-410A	3.3,4.2	×	○	○
HCFC-22	3.8	×	△~×	○

○適切
△要注意
×不適切

*ユニオン昭和(株)製

参考:水の分子径2.8Å

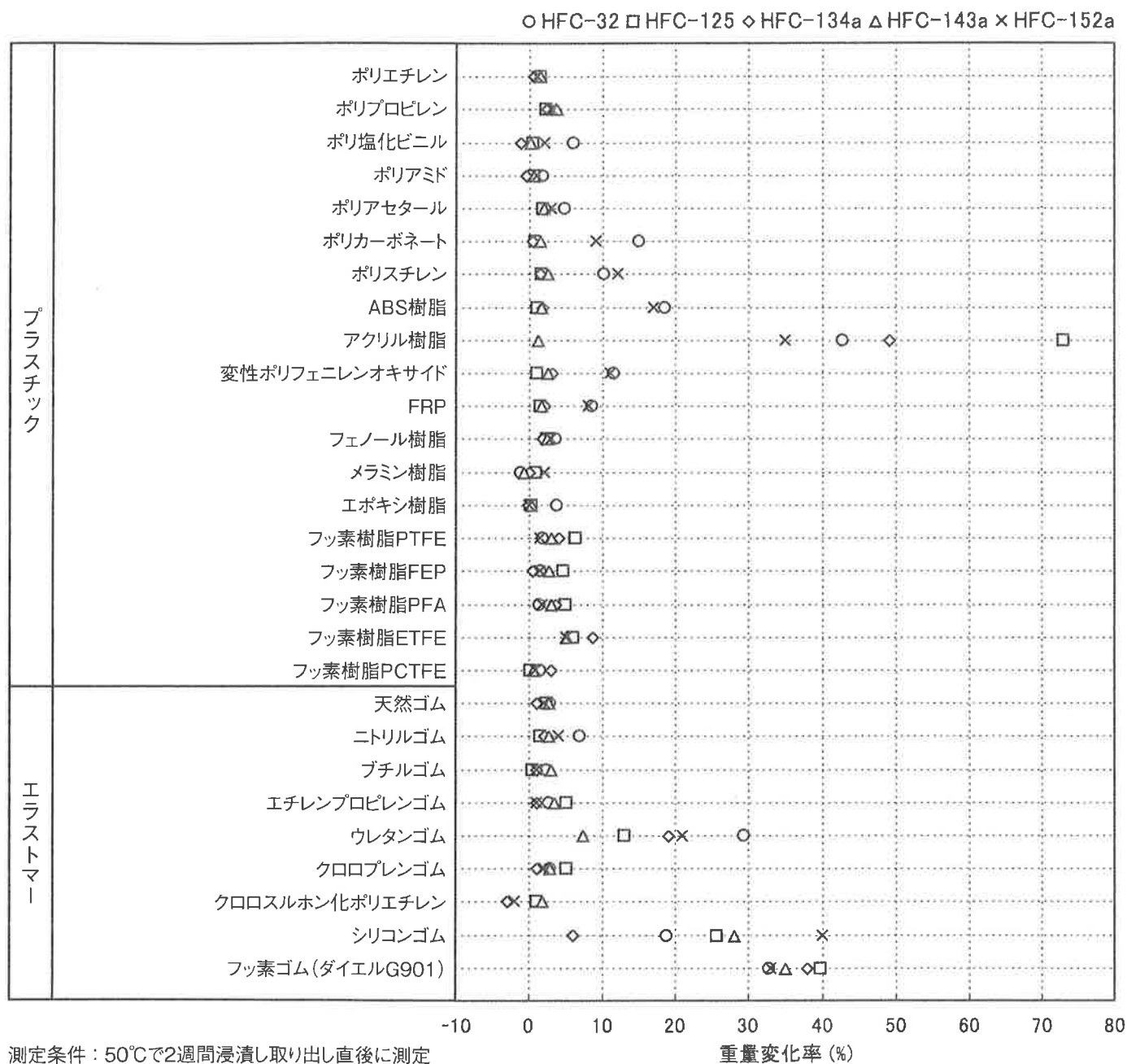
注)乾燥剤は冷媒を劣化させる一因ともなりますのでその選択には十分注意下さい。

1-8 高分子材料への影響

試験結果はHFC-32及び既存HFC成分の高分子材料への影響を示したものです。

プラスチックやゴムは、同じ成分でも加工法、充てん剤、可塑剤、架橋剤等の種類や量によっても性質が異なり、また冷凍機油と共存した状態では予想外の変化をもたらすことがあります。

そのため、実用上の信頼性については、その材質について個々に確認試験を行うようにして下さい。



1-9 冷凍機油との相溶性

一般的にHFC類は鉱油系冷凍機油との相溶性は悪く、分離する傾向にあります。

HFC類用冷凍機油としてはポリオールエステル系(POE)、ポリビニルエーテル系(PVE)、ポリアルキレングリコール(PAG)等の合成油が推奨されています。

冷凍機油との相溶性(低温側領域)

	HFC-32	R-410A
鉱油	非相溶	非相溶
R-410A用POE油	20°Cで分離	-10°Cで分離
R-410A用PVE油	20°Cで分離	-47°Cで分離

HFC-32はR-410Aと比較すると油との相溶性が乏しいため、R-410A用冷凍機では油戻りが不十分になり潤滑不良を起こす可能性があります。現在、冷凍機油メーカーで相溶性を改善したHFC-32用冷凍機油の開発が行われています。HFC-32を単独冷媒としてご使用になる場合は、冷凍機油メーカーにお問い合わせ願います。

2.安全性

HFC-32は、米国TSCA、欧州EINECSで登録済みであり、日本でも化審法の審査が終了し、当社は製造許可を受けています。

毒性については、世界の主要フルオロカーボンメーカーが自主的に毒性を調べるべく、PAFTを結成して詳細な毒性試験を実施しました。試験は既に終了しており、いずれの項目においても、実用上問題となるような所見は無く、R-410A、R-22と同等あるいは、それ以上に安全であろうと思われます。

注) PAFT:代替フルオロカーボン国際共同安全性確認試験

	CAS	REACH	作業環境曝露限界濃度*
HFC-32	75-10-5	200-839-4	1000ppm

* 8時間の時間加重平均値、米国産業衛生協会の推奨値による

3.取扱い上の注意

(1)法規

HFC-32は、液化ガスには、高圧ガス保安法の適用を受けます。従ってご使用前に高圧ガス保安法をご参照ください。この法規には高圧ガスによる災害を防止する為に、必要な基準を定めてあります。

(2) 容器の取り扱い

HFC-32は、高圧ガスですので、高圧容器に充填されています。容器自体は安全性の高いものですが、乱暴に取り扱いますと、容器に損傷を生じたりして思わぬ事故の原因となります。落としたり、倒したり、あるいは強く打ったり、転がしたりしないように、くれぐれも注意してください。

(3) 貯蔵

HFC-32は、可燃性ガスには該当しません(日本では高圧ガス保安法一般則で不燃性不活性なガス)。一般の高圧ガス同様貯蔵には、通風の良い冷暗所を選んでください。また、高圧容器には、安全装置が設置されていて、一定温度(可溶栓)、または圧力(バネ式安全弁)以上になるとガスが噴出することがありますので、ご注意ください。

(4) 換気

HFC-32のガスは、空気より重いので低部に滞る傾向があります。ガス漏れにより室内に充満しますと酸素が必要量より少なくなって酸素欠乏症状を起こすことがあります。

(5) 保健衛生上の注意

HFC-32は、一般の液化高圧ガスと同様直接皮膚に触れたり、目に入れたり、飲んだりしないようご注意ください。緊急処置法を下記に示します。

●吸引した場合

- ・被災者を新鮮な空気のある場所に移動し、呼吸しやすい姿勢で休息させてください。
- ・毛布等で保温してください。
- ・呼吸が弱かったり、止まっている場合は、衣類を緩め呼吸気道を確保した上で人工呼吸を行ってください。
- ・必要に応じて医師の診察を受けてください。

●目に入った場合

- ・直ちに清浄な水で15分以上洗眼し、こすったりまばたきをできるだけ避けてください。
- ・必要に応じて専門医にすぐ連絡して診察を受けて下さい。
- ・このような事故を避けるために保護眼鏡をかけることが必要です。

●直接皮膚への接触

- ・HFC-32を液体状態で大気中に放出すると、蒸発により急激な温度低下を起こします。
- ・液体が皮膚などに触れると、凍傷を起こすことがあります。
- ・多量に皮膚に触れた場合、凍傷を起こしますので、直ちに専門医の診察を受けてください。

温度 (°C)	蒸気圧 (kPa)	密度 (kg/m ³)		定圧比熱 (kJ/kgK)		比エンタルピー (kJ/kg)			比エントロピー (kJ/kgK)	
		液	蒸気	液	蒸気	液	蒸気	潜熱	液	蒸気
-60	64.96	1236	1.969	1.576	0.833	101.38	492.11	390.73	0.596	2.429
-59	68.65	1233	2.074	1.577	0.838	102.95	492.64	389.69	0.603	2.423
-58	72.52	1230	2.183	1.578	0.843	104.53	493.17	388.64	0.611	2.417
-57	76.56	1228	2.297	1.579	0.848	106.11	493.70	387.59	0.618	2.411
-56	80.77	1225	2.415	1.581	0.853	107.70	494.22	386.53	0.625	2.405
-55	85.17	1222	2.538	1.582	0.858	109.28	494.74	385.46	0.632	2.399
-54	89.76	1219	2.667	1.584	0.863	110.86	495.26	384.39	0.640	2.394
-53	94.55	1217	2.800	1.585	0.868	112.45	495.77	383.32	0.647	2.388
-52	99.54	1214	2.938	1.586	0.873	114.04	496.27	382.24	0.654	2.382
-51.7	101.3	1213	2.988	1.587	0.875	114.59	496.45	381.86	0.656	2.380
-51	104.7	1211	3.082	1.588	0.878	115.63	496.78	381.15	0.661	2.377
-50	110.1	1208	3.232	1.589	0.883	117.22	497.27	380.06	0.668	2.371
-49	115.8	1206	3.387	1.591	0.889	118.81	497.77	378.96	0.675	2.366
-48	121.6	1203	3.548	1.593	0.894	120.40	498.26	377.85	0.682	2.361
-47	127.7	1200	3.715	1.594	0.900	122.00	498.74	376.74	0.689	2.355
-46	134.0	1197	3.888	1.596	0.905	123.60	499.23	375.63	0.697	2.350
-45	140.6	1194	4.067	1.598	0.911	125.20	499.70	374.50	0.704	2.345
-44	147.4	1192	4.253	1.600	0.917	126.80	500.17	373.38	0.711	2.340
-43	154.5	1189	4.446	1.602	0.922	128.40	500.64	372.24	0.717	2.335
-42	161.9	1186	4.645	1.604	0.928	130.01	501.11	371.10	0.724	2.330
-41	169.5	1183	4.851	1.606	0.934	131.62	501.56	369.95	0.731	2.325
-40	177.4	1180	5.065	1.608	0.940	133.23	502.02	368.79	0.738	2.320
-39	185.6	1177	5.286	1.610	0.946	134.84	502.47	367.63	0.745	2.315
-38	194.1	1174	5.515	1.612	0.952	136.45	502.91	366.46	0.752	2.310
-37	202.9	1172	5.751	1.614	0.958	138.07	503.35	365.28	0.759	2.306
-36	212.0	1169	5.995	1.616	0.965	139.69	503.78	364.10	0.766	2.301
-35	221.4	1166	6.248	1.619	0.971	141.31	504.21	362.90	0.772	2.296
-34	231.1	1163	6.508	1.621	0.977	142.93	504.63	361.70	0.779	2.292
-33	241.2	1160	6.778	1.624	0.984	144.56	505.05	360.50	0.786	2.287
-32	251.6	1157	7.056	1.626	0.990	146.18	505.47	359.28	0.793	2.282
-31	262.3	1154	7.343	1.629	0.997	147.81	505.87	358.06	0.799	2.278
-30	273.4	1151	7.639	1.631	1.004	149.45	506.27	356.83	0.806	2.273
-29	284.9	1148	7.945	1.634	1.010	151.08	506.67	355.59	0.813	2.269
-28	296.7	1145	8.260	1.637	1.017	152.72	507.06	354.34	0.819	2.265
-27	309.0	1142	8.585	1.639	1.024	154.36	507.45	353.08	0.826	2.260
-26	321.6	1139	8.920	1.642	1.031	156.01	507.83	351.82	0.833	2.256
-25	334.6	1136	9.266	1.645	1.038	157.66	508.20	350.54	0.839	2.252
-24	348.0	1133	9.622	1.648	1.045	159.31	508.57	349.26	0.846	2.248
-23	361.8	1130	9.989	1.651	1.052	160.96	508.93	347.97	0.852	2.243
-22	376.0	1127	10.37	1.654	1.060	162.62	509.28	346.66	0.859	2.239
-21	390.7	1124	10.76	1.657	1.067	164.28	509.63	345.35	0.865	2.235
-20	405.8	1121	11.16	1.661	1.075	165.94	509.97	344.03	0.872	2.231
-19	421.3	1117	11.57	1.664	1.082	167.61	510.31	342.70	0.878	2.227
-18	437.3	1114	12.00	1.668	1.090	169.28	510.64	341.36	0.885	2.223
-17	453.7	1111	12.43	1.671	1.098	170.95	510.96	340.01	0.891	2.219
-16	470.7	1108	12.88	1.675	1.106	172.63	511.28	338.65	0.898	2.215
-15	488.1	1105	13.35	1.678	1.114	174.31	511.58	337.28	0.904	2.211
-14	506.0	1102	13.82	1.682	1.122	175.99	511.89	335.90	0.911	2.207
-13	524.4	1098	14.31	1.686	1.130	177.68	512.18	334.50	0.917	2.203
-12	543.3	1095	14.82	1.690	1.139	179.37	512.47	333.10	0.924	2.199
-11	562.7	1092	15.34	1.694	1.147	181.07	512.75	331.68	0.930	2.195
-10	582.6	1089	15.87	1.698	1.156	182.76	513.02	330.25	0.937	2.192
-9	603.1	1085	16.42	1.702	1.165	184.47	513.28	328.82	0.943	2.188
-8	624.1	1082	16.98	1.706	1.174	186.18	513.54	327.37	0.949	2.184
-7	645.7	1079	17.56	1.711	1.183	187.89	513.79	325.90	0.956	2.180
-6	667.9	1076	18.16	1.715	1.192	189.60	514.03	324.43	0.962	2.176
-5	690.6	1072	18.77	1.720	1.201	191.33	514.26	322.94	0.968	2.173
-4	713.9	1069	19.40	1.725	1.211	193.05	514.49	321.44	0.975	2.169
-3	737.8	1066	20.04	1.730	1.221	194.78	514.70	319.92	0.981	2.165
-2	762.3	1062	20.71	1.735	1.231	196.52	514.91	318.40	0.987	2.162
-1	787.4	1059	21.39	1.740	1.241	198.26	515.11	316.85	0.994	2.158
0	813.1	1055	22.09	1.745	1.251	200.00	515.30	315.30	1.000	2.154

熱力学特性(飽和表)

REFPROP Ver. 9.0

温度 (°C)	蒸気圧 (kPa)	密度 (kg/m ³)		定圧比熱 (kJ/kgK)		比エンタルピー (kJ/kg)			比エントロピー (kJ/kgK)	
		液	蒸気	液	蒸気	液	蒸気	潜熱	液	蒸気
1	839.5	1052	22.81	1.750	1.262	201.75	515.48	313.73	1.006	2.151
2	866.5	1048	23.55	1.756	1.272	203.50	515.65	312.15	1.013	2.147
3	894.1	1045	24.31	1.762	1.283	205.26	515.81	310.55	1.019	2.143
4	922.5	1041	25.09	1.767	1.294	207.03	515.96	308.93	1.025	2.140
5	951.4	1038	25.89	1.773	1.306	208.80	516.11	307.31	1.031	2.136
6	981.1	1034	26.71	1.779	1.317	210.58	516.24	305.66	1.038	2.133
7	1012	1031	27.56	1.786	1.329	212.36	516.36	304.00	1.044	2.129
8	1043	1027	28.43	1.792	1.341	214.15	516.47	302.32	1.050	2.126
9	1074	1023	29.32	1.799	1.354	215.94	516.57	300.63	1.057	2.122
10	1107	1020	30.23	1.806	1.367	217.74	516.66	298.92	1.063	2.118
11	1140	1016	31.17	1.813	1.380	219.55	516.74	297.19	1.069	2.115
12	1174	1012	32.14	1.820	1.393	221.36	516.80	295.44	1.075	2.111
13	1209	1008	33.13	1.827	1.407	223.18	516.86	293.68	1.082	2.108
14	1244	1005	34.15	1.835	1.421	225.01	516.90	291.89	1.088	2.104
15	1281	1001	35.19	1.843	1.435	226.84	516.93	290.09	1.094	2.101
16	1318	997.1	36.26	1.851	1.450	228.68	516.95	288.27	1.100	2.097
17	1356	993.2	37.37	1.859	1.465	230.53	516.96	286.43	1.107	2.094
18	1395	989.3	38.50	1.868	1.481	232.39	516.95	284.57	1.113	2.090
19	1434	985.4	39.66	1.877	1.497	234.25	516.93	282.68	1.119	2.087
20	1475	981.4	40.86	1.886	1.514	236.12	516.90	280.78	1.125	2.083
21	1516	977.4	42.08	1.895	1.531	238.00	516.85	278.85	1.132	2.080
22	1558	973.3	43.34	1.905	1.548	239.89	516.79	276.90	1.138	2.076
23	1601	969.3	44.64	1.915	1.566	241.78	516.71	274.93	1.144	2.072
24	1645	965.2	45.97	1.926	1.585	243.69	516.62	272.93	1.150	2.069
25	1690	961.0	47.34	1.937	1.604	245.60	516.51	270.91	1.157	2.065
26	1735	956.8	48.74	1.948	1.624	247.53	516.39	268.86	1.163	2.062
27	1782	952.6	50.19	1.960	1.645	249.46	516.25	266.79	1.169	2.058
28	1830	948.3	51.68	1.972	1.667	251.40	516.09	264.69	1.175	2.054
29	1878	944.0	53.20	1.984	1.689	253.35	515.92	262.56	1.182	2.051
30	1928	939.6	54.78	1.997	1.712	255.32	515.72	260.41	1.188	2.047
31	1978	935.2	56.39	2.011	1.736	257.29	515.51	258.22	1.194	2.043
32	2029	930.7	58.06	2.025	1.760	259.28	515.29	256.01	1.201	2.040
33	2082	926.2	59.77	2.040	1.786	261.27	515.04	253.77	1.207	2.036
34	2135	921.7	61.53	2.055	1.813	263.28	514.77	251.49	1.213	2.032
35	2190	917.0	63.34	2.071	1.841	265.30	514.48	249.18	1.220	2.028
36	2245	912.4	65.21	2.088	1.870	267.34	514.17	246.83	1.226	2.025
37	2302	907.6	67.14	2.105	1.901	269.38	513.84	244.46	1.233	2.021
38	2360	902.8	69.12	2.124	1.933	271.45	513.49	242.04	1.239	2.017
39	2418	898.0	71.16	2.143	1.966	273.52	513.11	239.59	1.246	2.013
40	2478	893.0	73.27	2.163	2.001	275.61	512.71	237.09	1.252	2.009
41	2539	888.0	75.44	2.184	2.038	277.72	512.28	234.56	1.258	2.005
42	2601	883.0	77.68	2.206	2.077	279.84	511.82	231.99	1.265	2.001
43	2665	877.8	80.00	2.230	2.117	281.98	511.34	229.37	1.272	1.997
44	2729	872.6	82.39	2.255	2.160	284.13	510.83	226.70	1.278	1.993
45	2795	867.3	84.86	2.281	2.206	286.31	510.29	223.99	1.285	1.989
46	2862	861.9	87.41	2.309	2.254	288.50	509.72	221.22	1.291	1.985
47	2930	856.4	90.05	2.338	2.304	290.71	509.12	218.41	1.298	1.980
48	2999	850.8	92.79	2.369	2.358	292.95	508.48	215.54	1.305	1.976
49	3069	845.1	95.62	2.403	2.416	295.21	507.81	212.61	1.312	1.971
50	3141	839.3	98.55	2.439	2.477	297.49	507.10	209.62	1.318	1.967
51	3214	833.3	101.6	2.477	2.543	299.79	506.36	206.57	1.325	1.962
52	3289	827.3	104.7	2.518	2.613	302.12	505.57	203.45	1.332	1.958
53	3364	821.1	108.0	2.562	2.689	304.48	504.74	200.26	1.339	1.953
54	3441	814.8	111.4	2.609	2.771	306.87	503.86	196.99	1.346	1.948
55	3520	808.3	115.0	2.661	2.859	309.29	502.93	193.64	1.353	1.943
56	3600	801.7	118.7	2.717	2.956	311.74	501.95	190.21	1.360	1.938
57	3681	794.9	122.5	2.778	3.060	314.22	500.92	186.69	1.368	1.933
58	3764	787.9	126.6	2.845	3.175	316.75	499.82	183.07	1.375	1.928
59	3848	780.7	130.8	2.919	3.301	319.32	498.67	179.35	1.382	1.922
60	3933	773.3	135.2	3.001	3.441	321.93	497.44	175.51	1.390	1.917
61	4020	765.7	139.9	3.092	3.597	324.59	496.14	171.56	1.397	1.911
62	4109	757.8	144.7	3.193	3.771	327.30	494.76	167.46	1.405	1.905
63	4199	749.6	149.9	3.308	3.967	330.07	493.29	163.23	1.413	1.899
64	4291	741.1	155.3	3.438	4.190	332.90	491.73	158.83	1.421	1.892
65	4384	732.3	161.1	3.588	4.446	335.80	490.05	154.25	1.429	1.885
66	4479	723.0	167.2	3.761	4.743	338.78	488.26	149.48	1.438	1.878
67	4576	713.3	173.8	3.965	5.092	341.85	486.33	144.48	1.446	1.871
68	4675	703.2	180.8	4.207	5.508	345.02	484.25	139.23	1.455	1.863
69	4775	692.4	188.4	4.501	6.013	348.31	481.99	133.68	1.464	1.855
70	4877	680.9	196.7	4.865	6.639	351.73	479.52	127.78	1.474	1.846

(付)-2 圧力・エンタルピ線図

