



# 冷凍設備の安全な取扱いについて

## 事故の未然防止に向けて

平成25年3月

富山県  
富山県冷凍設備保安協会

## はじめに

冷凍設備は冷蔵や空調の分野はもちろんのこと、ヒートポンプとして給湯器や道路の融雪設備など幅広い分野で利用され、日常生活に欠かすことができないものとなっております。一方で、保守管理を怠り、冷媒ガスの漏えいや爆発事故を起こすと、事業所のみならず、近隣住民にも被害を及ぼす可能性があります。

近年、全国的に冷凍設備の事故、特に冷媒ガスの漏えい事故が増加しており、県内においても、平成24年には5件漏えい事故が発生し、増加傾向にあります。また、冷媒として主に使用されているフルオロカーボンは、一旦大気中に放出されると回収は困難で成層圏まで達し、オゾン層の破壊や温室効果ガスとして地球温暖化を引き起こし、地球規模で影響を及ぼします。

こうした冷凍設備に係る事故を未然に防ぐためには、日常点検において早期に冷凍設備の不具合を見つけ出し、適切な処置を行う必要があります。また、万が一漏えいが発生した場合には、それ以上漏えいが起きないように、速やかに応急処置を実施する必要があります。

しかしながら、県内においても、使用者が冷凍設備の管理をメンテナンス業者に丸投げし、点検・保守を怠っている実態が散見されます。万が一、事故が発生した場合の責任はメンテナンス業者ではなく使用者が負うこととなりますので、使用者が責任を持って、保守・管理をしていく必要があります。

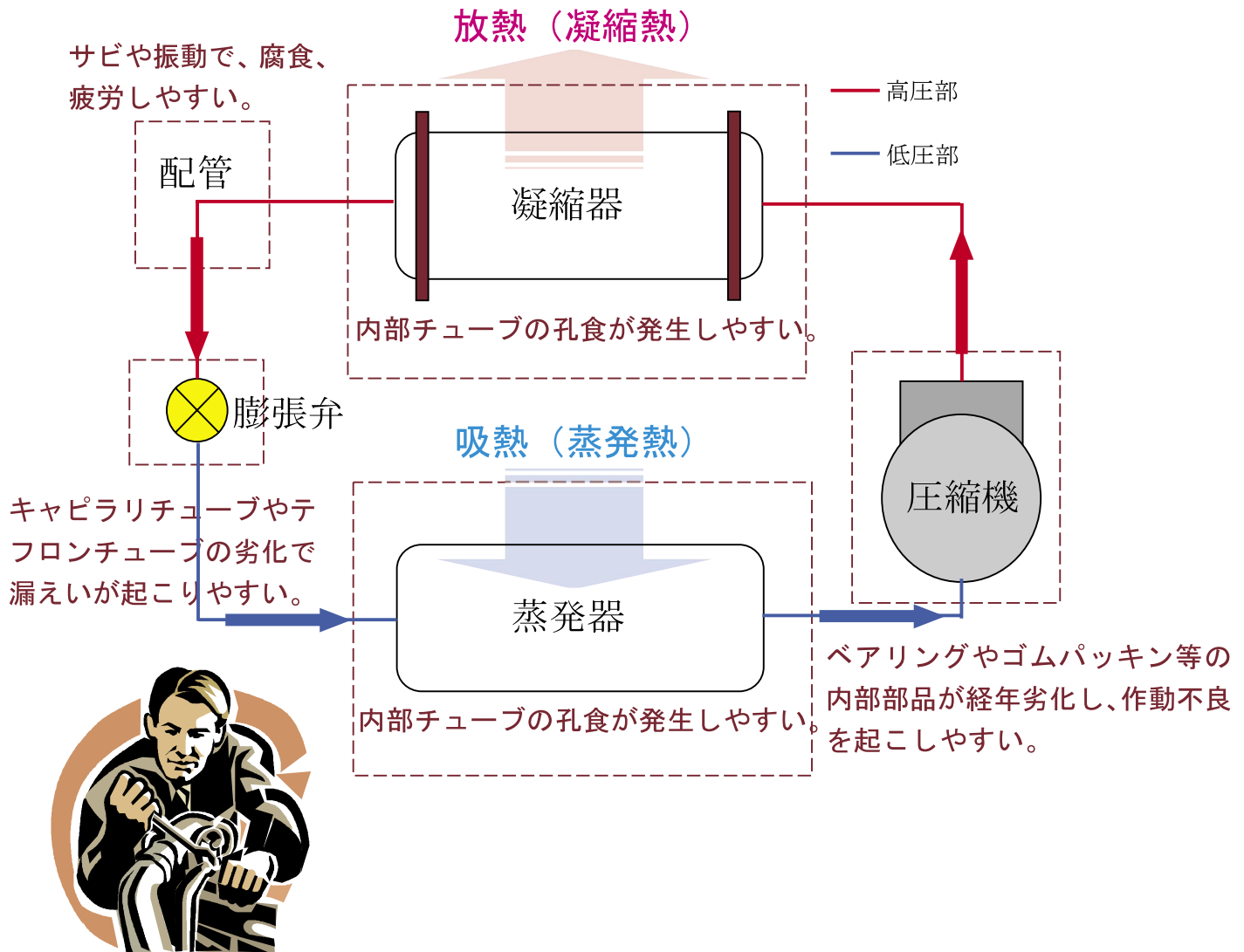
この度、県及び富山県冷凍設備保安協会では、特に設置台数が多く、法定検査や冷凍保安責任者の選任を必要としない冷凍設備の使用者（第二種製造者）を対象に、事故の未然防止に向けた啓発資料を作成しました。

事業者の皆様におかれましては、ぜひ本書を保安教育等で活用し、冷凍設備の事故の未然防止に努めていただきますようお願いいたします。



# 1. 冷凍設備の構造の概略図及び不具合の内容

冷凍設備は冷媒が蒸発して気体になるときに周囲の物体から熱を奪う性質を利用しています。以下、ユニット型冷凍設備の冷媒のフロー図の概略図とともに、不具合が生じやすい箇所を示すと次のとおりです。

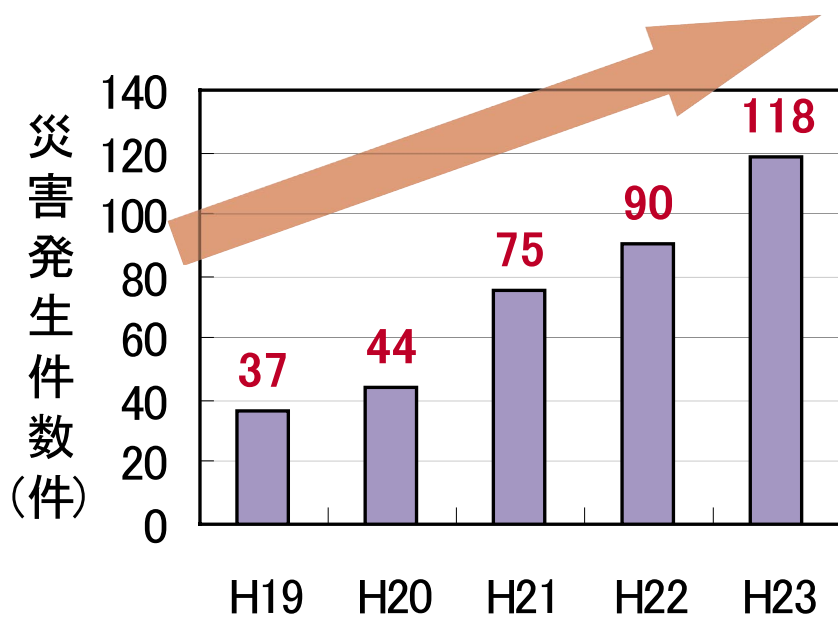


- (1) 圧縮機：冷媒ガスを圧縮し、冷却水や空気で液化できる状態にする。
- (2) 凝縮器：高温、高圧の冷媒ガスを冷却水により凝縮（液化）させる。
- (3) 膨張弁：凝縮した液冷媒を減圧し、低温でも蒸発しやすい状態にする。
- (4) 蒸発器：液冷媒を蒸発させ、蒸発熱としてブラインから熱を奪い、冷却する。

## 2. 冷凍設備に係る事故の発生状況

### (1) 全国の冷凍設備に係る事故の発生状況

冷凍設備に係る災害件数は年々増加傾向にあり、平成 23 年には前年の 90 件を大幅に上回る 118 件（東日本大震災による事故を除く。）となりました。平成 19 年から平成 23 年の冷凍設備の災害事象は全て漏えいによるものでした。

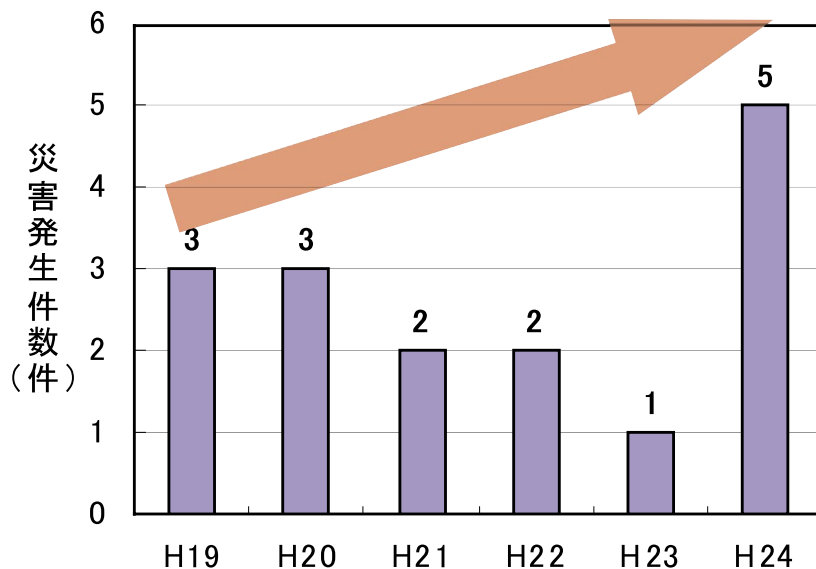


H19 H20 H21 H22 H23  
全国の冷凍設備に係る災害件数の推移

出典：冷凍空調情報 36 高圧ガス保安協会発行

### (2) 富山県における冷凍設備に係る事故の発生状況

富山県における冷凍設備に係る災害件数は年間数件で推移しており、平成 24 年は 5 件と、前年に比べて大幅に増加しています。



※代表的な県内での  
事故内容については  
P11 を参照

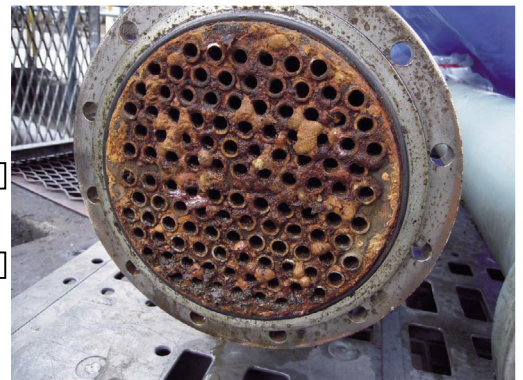
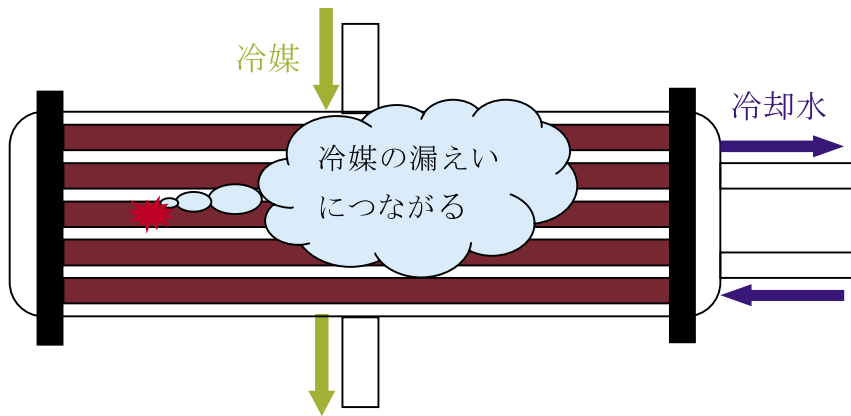
富山県における冷凍設備に係る災害件数の推移

### 3. 冷凍設備で主に発生する不具合とその対策

県内の冷凍事業者にアンケートを実施した結果、以下の2つの現象が冷凍設備の不具合として多く挙げられました。

#### (1) シェルアンドチューブ型凝縮器（蒸発器）内部チューブの腐食

シェルアンドチューブ型凝縮器（蒸発器）は、内部チューブが常に水と接し、かつ内部の状態の確認が日常点検では難しいことから、腐食が進行しやすく、最悪の場合、チューブを貫通して冷媒が水側に漏えいする事故につながります。



凝縮器チューブの錆の発生

腐食が発生した際の対策は以下の表のとおりです。

応急措置	<p>☆もし漏えいが発生したら</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 圧縮機を停止する。</li> <li>② 凝縮器（蒸発器）の直前の止め弁を閉止する。</li> <li>③ 冷却水ライン（凝縮器）又はブラインライン（蒸発器）の弁を閉止し水側へ冷媒が漏えいしないようにする。</li> <li>④ 冷媒を回収し、漏えいを最小限に抑える。</li> </ol>
予防対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 薬剤を用いたブライン系統の化学洗浄を行う場合は、十分な知識と実績をもつ者に依頼する（化学洗浄後の後処理が不適切であると腐食がかえって進行するため）。</li> <li>○ 水質管理（pH、イオン濃度の測定）を徹底する。</li> <li>○ 定期的な開放検査を実施し内部の腐食状況を確認する。</li> <li>○ 定期的な内部チューブの清掃を行う。</li> <li>○ 日常点検において冷媒量が減少していないか確認する。</li> </ul>



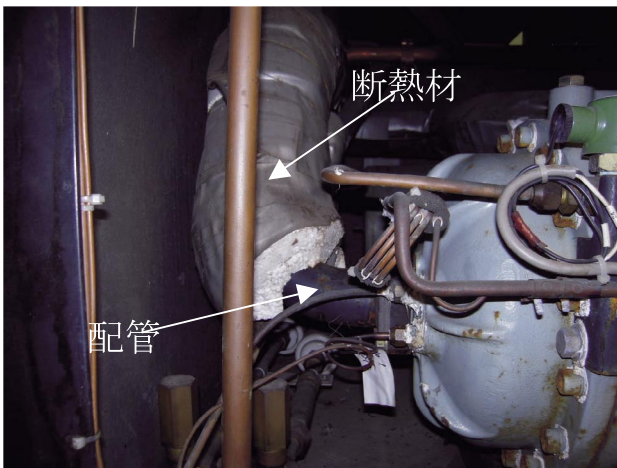
漏えいを発見した場合は、冷媒を再充てんして機器を使用し、みだりにフロンを漏えいさせることは絶対にしてはいけません。

## (2) 配管外面のサビの発生及び配管の振動による摩耗

配管部のサビは減肉につながり、最悪の場合、管部を貫通して冷媒の漏えいに至ります。サビが発生しやすい場所を以下に挙げます。

- ① 塗装がはがれている箇所。
- ② 長時間結露、着霜している箇所。
- ③ 配管のサポート箇所（水分が隙間にたまりやすい）。
- ④ 保温材、断熱材の表面が傷んでいる、又は結露している箇所  
(水分が入り込むため)。

配管の振動は施工不良やサポートの緩みにより発生し、振動による疲労破壊や配管同士の接触による摩耗を引き起こします。



断熱材が劣化し、サビが進行した配管



配管とキャピラリーチューブが接触し、振動で減肉した配管

出典：高圧ガス事故概要報告 2009-045  
高圧ガス保安協会編

配管で腐食や振動が発生した際の対策は以下の表のとおりです。

	腐食	配管の振動
応急措置	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 定期的な水分の除去</li> <li>○ サビの除去及び防錆塗装の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 配管サポート部の補修</li> </ul>
予防対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 日常点検における外観検査の実施</li> <li>○ 配管部の油の滲みの有無の確認</li> <li>○ 断熱材をはがしたうえでの配管の外観検査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 日常点検における異音の確認</li> <li>○ 日常点検におけるサポート部の緩みの有無の確認</li> </ul>

## 4. 冷凍設備の保安管理の必要性

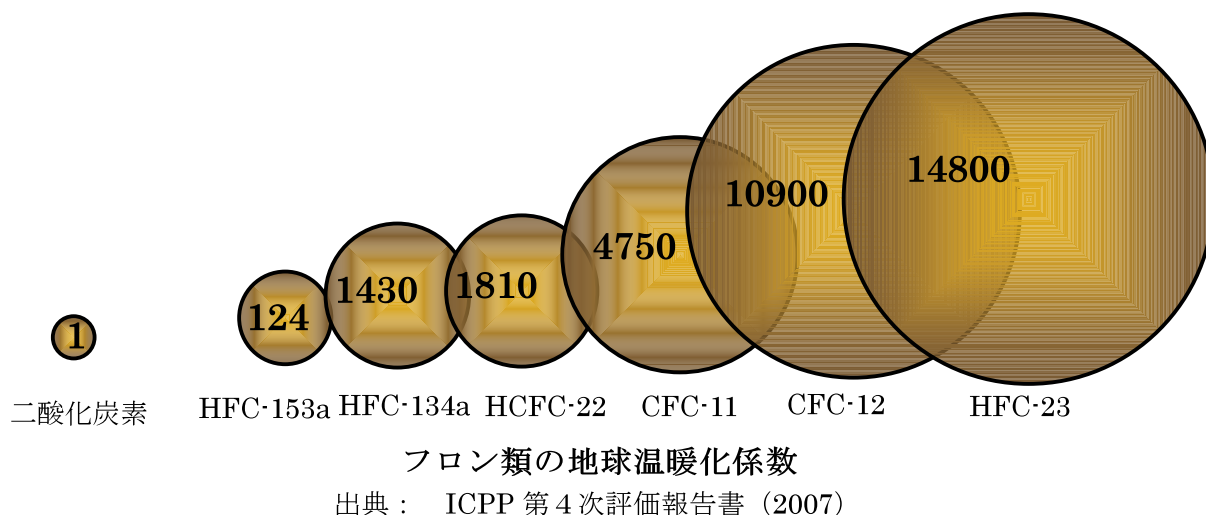
### (1) 高圧ガス保安法による規制

冷凍設備は内部の冷媒ガスを圧縮することで、1 MPa 以上の高圧ガスの状態にしておき、設備自体の爆発や冷媒の外部への漏えいの危険があります。また、冷媒の漏えいにより、窒息や中毒のおそれがあります。こうした背景から、冷凍設備は高圧ガス保安法による規制を受けます。

### (2) フロンガス漏えいによる地球環境への影響

塩素原子を含むフルオロカーボン（特定フロン及び指定フロン）は、紫外線を吸収して塩素原子を放出し、オゾンを連鎖的に分解し、破壊してしまいます。

また、塩素原子を含まない代替フロンは、オゾン層は破壊しませんが、非常に強力な温室効果ガスであるため地球温暖化に大きな影響を及ぼします。



エアコンから R22 が 765g 漏えい      1 世帯の年間二酸化炭素排出量の 1 / 3 に相当

### フロンの温室効果のイメージ

出典： 産業構造審議会化学・バイオ部会第3回地球温暖化防止対策小委員会資料 3-4  
温室効果ガスインベントリオフィス（全国地球温暖化防止活動推進センター（JCCCA））

## 5. 冷凍設備の日常点検の徹底

- 冷凍事業者には高圧ガス保安法に基づき、冷凍設備の1日1回以上の点検義務があります。
- 運転中のみでなく、オフシーズン中も点検を実施し、記録をつける必要があります。
- 圧力計や温度計は上限値、下限値をマーキングするとわかりやすいです。
- 長期で運転を休止する場合は、休止中に冷媒が漏えいするおそれがあることから、装置内の冷媒を全て回収することが望ましいです。

				所属長	課長	取扱責任者	
				印	印	印	
記録日( 年月日)				/	/	/	/
時間(24 時間制)				:	:	:	:
点検記録者(サイン又は押印)							
(単位:第00002R)	NO.1 圧縮機	吐出圧力	(MPa)	<p>内容を所属長が必ず確認する。</p> <p>正常値の範囲を定め、測定値が正常値から外れていないか確認する。                  (例1) 圧縮機の吸入圧の低下                  →冷媒の漏えいが疑われる                  (例2) 凝縮器の液面の低下                  →冷媒の漏えいが疑われる</p> <p>運転中に異音がないかを確認                  →あれば配管のサポート部を確認</p> <p>総運転時間を管理し、圧縮機等の開放検査の周期を管理する。</p>			
		吸入圧力	(MPa)				
	NO.2 圧縮機	吐出圧力	(MPa)				
		吸入圧力	(MPa)				
	電流値		(A)				
	冷水	圧力	(MPa)				
		温度	(°C)				
		電流	(A)				
	凝縮器液面		mm				
	異音振動	配管の共鳴振動	無 有				
総運転時間		時間					
備考							



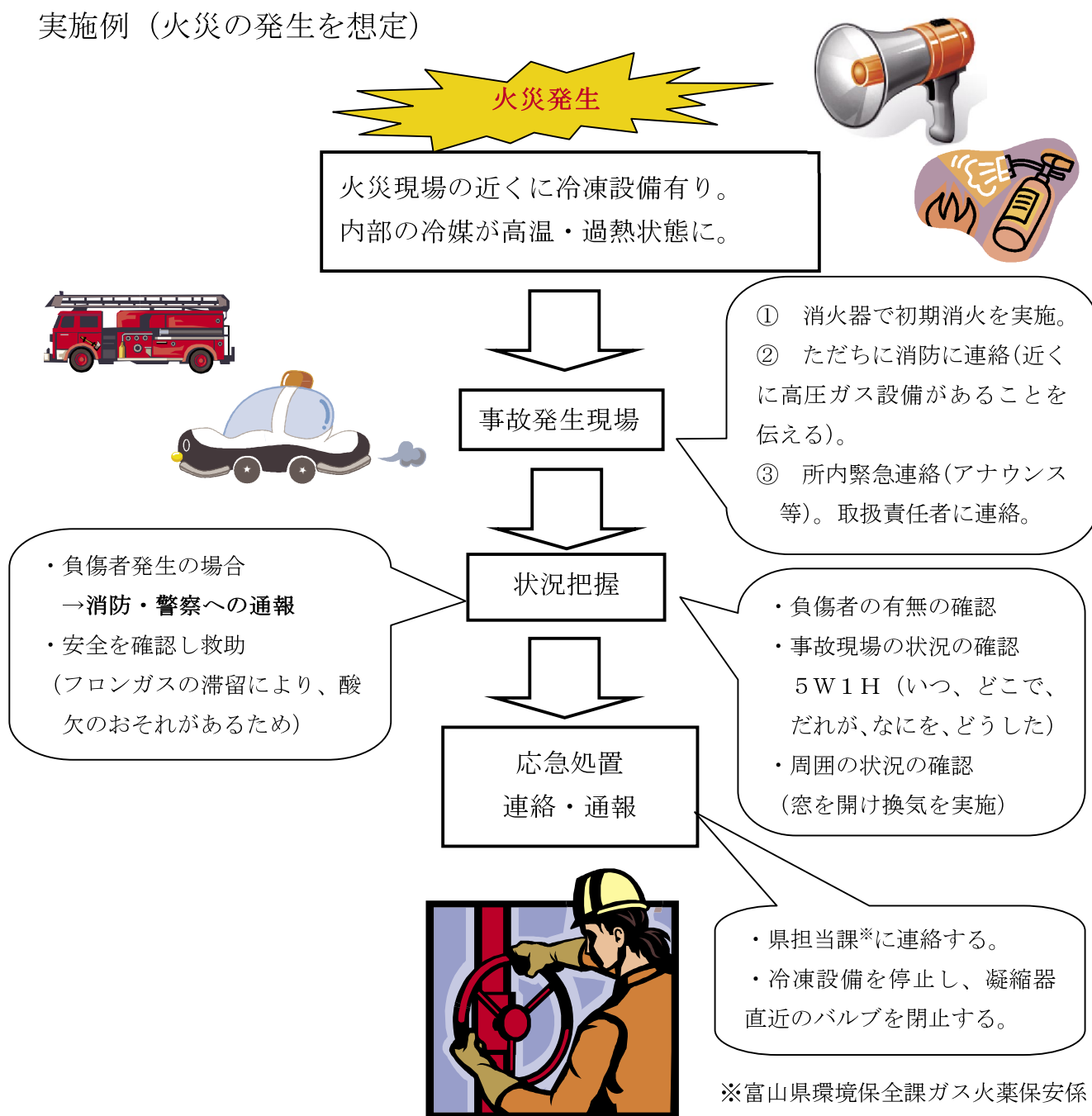
日常点検とは別に、定期的に冷媒検知器や漏えい検知液を用いた冷媒漏えい点検を実施することで、漏えい事故を未然に防ぐことができます。



## 6. 冷凍設備に関する防災訓練の実施

- 地震や火災の発生により、冷凍設備が危険な状態（冷凍設備に延焼して内部の冷媒が高温、過熱された状態）にならないように日頃から防災訓練を実施することが効果的です。
- 防災訓練の実施後、冷凍設備の管理に関わる従業員を集めて、講評を行い改善していくことで、防災訓練をより充実にしたものにできます。

### 実施例（火災の発生を想定）



## 7. 参考（高圧ガス保安法と県内の事故事例について）

### （1）高圧ガス保安法に基づく許可、届出対象の冷凍設備

冷凍設備は高圧ガス保安法による規制を受け、その冷凍能力が一定規模以上の設備は、設置の際に都道府県知事の許可又は届出が必要です。

	フルオロカーボン (不活性のもの)	フルオロカーボン (可燃性のもの)	その他のガス (二酸化炭素等)
		アンモニア	
第一種製造者 (許可)	50トン以上	50トン以上	20トン以上
第二種製造者 (届出)	20トン以上	5トン以上	3トン以上
	50トン未満	50トン未満	20トン未満

#### ○ 第一種製造者

設置前に都道府県知事の許可を受ける必要があります。許可後に都道府県知事が実施する完成検査合格後でなければ使用することができません。

#### ○ 第二種製造者

設置する20日前までに都道府県知事への届出が必要です。

### （2）高圧ガス保安法に基づく変更工事の許可又は届出

#### ① 第一種製造者の変更許可、完成検査

第一種製造者は冷凍設備の変更工事を行う前に都道府県知事の許可を受ける必要があります。許可後、都道府県知事が実施する完成検査に合格して初めて変更後の設備が使用できます。

#### ② 第二種製造者の変更届

第二種製造者は冷凍設備の変更工事を行う前にあらかじめ都道府県知事への届出が必要です。



(3) 富山県内で発生した冷凍設備に係る事故例

	事業所分類		物質名	現象	取扱状態
	事故原因	着火源	設備区分		
1	第二種製造者		フルオロカーボン 134a	漏えい	運転中
	振動による疲労	無	配管エルボ部		
<p>&lt;冷凍設備の設置時の施工不良による配管の疲労破壊&gt;                      空調用冷凍施設で、オイルセパレーター内のオイルの減少を検知したことにより警報が鳴ったため、事業者は直ちに運転を停止した。                      メンテナンス会社が点検したところ、配管のエルボ部分から、カニ泡程度の漏えいを認めた。事業者では応急処置として漏えい箇所にてテーピングを施し、漏えい箇所を塞ぐとともに、冷媒の回収を実施した。冷媒の漏えい量は約 <b>59kg</b> であった。事故原因はユニットの配管組立て時の段階での応力集中により、初期亀裂が発生したためであると考えられる。</p>					
2	第一種製造者		フルオロカーボン 407C	漏えい	停止中（点検中）
	バルブの閉止不良	無	安全弁元弁		
<p>&lt;冷凍設備安全弁閉止不良による冷媒の漏えい&gt;                      定期自主検査のため、事業者は安全弁元弁を閉止して安全弁及び圧力計を取り外し、社外業者へ校正に出した。校正が終わり、安全弁取付け後、試運転を行ったところ、「低圧制御異常」により冷凍設備が停止した。このため、低圧側の圧力計を確認したところ、0.36MPa 以下（常用圧 1.56MPa）を示していたことから、冷媒が漏えいしたと判断し、運転を停止した。冷媒の漏えい量は約 <b>16kg</b> であった                      事故原因は安全弁元弁を、工具を使用して閉止して安全弁を取り外した際に閉止操作が不十分であったため、安全弁元弁から冷媒が漏えいしたためである。</p>					
3	第一種製造者		フルオロカーボン 22	漏えい	運転中（立ち上げ）
	蒸発器内部の腐食	無	シェルアンドチューブ型蒸発器		
<p>&lt;冷凍設備蒸発器内部からの冷媒の漏えい&gt;                      冷凍設備を立ち上げようとしたところ、異常停止した。吐出圧及び吸入圧が上がりなかったため、運転を取りやめ、冷水出入口バルブを閉止し、メーカーに修理を依頼した。メーカーが原因を調査したところ、蒸発器内部からフロンガスが冷水中に漏えいしていたことが判明した。                      メーカーが冷媒回収作業を行ったところ、漏えい量は 10kg であった。                      事故原因は蒸発器（シェルアンドチューブ型）内部のチューブ（銅管）が腐食し、冷媒がチューブ側からシェル側の冷水中に漏えいしたと推定される。</p>					
4	第一種製造者		フルオロカーボン 22	漏えい	停止中（点検中）
	空冷式蒸発器外部配管の外面腐食	無	プレート式蒸発器		
<p>&lt;冷凍設備空冷式蒸発器配管溶接部からの冷媒の漏えい&gt;                      メンテナンス業者が定期点検を実施していたところ、空冷式凝縮器の管部と本体との溶接部からの油の滲み出しを見つけ、漏えい検知液で検査したところ、冷媒の漏えい（かに泡程度）を検知した。事業者は直ちに当該冷凍機の運転を停止した。メンテナンス業者が、冷媒の回収作業を実施したところ、漏えい量は 3kg であった。                      事故原因は、管部（銅管）と凝縮器本体との間のろう付け部で外面腐食が進行したためである。</p>					
5	第二種製造者		フルオロカーボン 22	漏えい等	運転中
	蒸発器内部の腐食	無	シェルアンドチューブ型凝縮器兼受液器		
<p>&lt;冷凍設備凝縮器内部からの冷媒の漏えい&gt;                      冷凍設備が定常運転中に低圧遮断により停止した。メンテナンス業者が点検を行い、老朽化した凝縮器からの冷媒の漏えいが疑われたが、漏えい箇所は特定できず、冷媒 80kg を追加充てんして運転を再開した。後日、凝縮器の開放点検を実施したところ、内部チューブ 1 本から冷媒が漏えいしていることが判明した。メンテナンス業者は、当該チューブの入口及び出口をプラグ止めし、気密検査で漏えいが無いことを確認した後、運転を再開した。                      その後、冷凍設備が低圧遮断により繰り返し停止し、停止するたびに、冷媒を追加充てんした結果、計 680kg 漏えいした。                      事故原因は開放点検の結果から、シェルアンドチューブ型凝縮器のチューブ（材質：銅）内面で腐食が進行してピンホールが発生し、シェル側（冷媒側）からチューブ側（水側）に冷媒ガスが漏えいしたためと推定される。</p>					



富山県生活環境文化部環境保全課

〒930-8501 富山市新総曲輪 1-7

TEL. 076-444-3142 FAX. 076-444-3481

富山県冷凍設備保安協会

〒939-0341 射水市三ヶ 3275-3

TEL. 0766-50-9133 FAX. 0766-50-9233