

冷媒の漏えい対策について

2025年12月

大臣官房産業保安・安全グループ 高圧ガス保安室

冷凍事業所における冷媒の漏えい対策（１／３）

- 冷凍事業所では、腐食や疲労（振動、温度変化、圧力変動）により、冷媒の漏えいが発生するおそれがあり、特に老朽設備では、注意して管理を行うことが必要。腐食及び疲労への具体的な対策例は以下の通り。

原因	原因の詳細	具体的な対策例
腐食管理不良	<p>腐 食</p> <p>※腐食部位は配管、熱交換器（銅管を含む）が大半を占めるとの報告あり</p>	<p>【配管の対策】</p> <ul style="list-style-type: none">配管の腐食は、保温材下鋼管の外面腐食が大半を占める。保温材下では、保温材と配管外面の空間に結露水などの水分が滞留し、外面腐食を進行させる。腐食のしやすさ、重要度などから、適切な点検期間を定め、保温材を取り外して点検する。また、保温材の取り外しが困難な狭小部などについては、保温材が劣化していないか目視で確認し、異常があれば、その箇所の保温材を取り外し点検する。 <p>【熱交換器の対策】</p> <ul style="list-style-type: none">熱交換器（蒸発器と凝縮器）のチューブ（銅管）の腐食は、水質の適切な管理がされていないと発生している場合がある。チューブ（銅管）が腐食しないように、pH測定、遊離炭酸濃度、アンモニウムイオン濃度などの水質検査を定期的に実施して水質を管理する。
設計不良	<p>疲 労 （振動、温度変動、圧力変動）</p> <p>※疲労は振動に起因するものが大半を占めるとの報告あり</p>	<p>【振動の対策】</p> <ul style="list-style-type: none">振動防止のためには、振動の発生源に防振ゴム、ゴムパッドなどの防振材を用いる、振動の影響を受ける機器に支持金具を取り付ける。フレキシブルチューブは振動によって疲労するため、これを防振のために用いない。管径の細い管は、圧縮機などの振動が影響する位置にあると疲労破壊する可能性があるので、取付位置に注意する。加振源の振動数が機器の固有振動数に近づくと、機器が共振して振幅が拡大するので、共振に特に注意する。また、機器の設計に際しては、１次だけでなく２次以上の高次の振動数についても検討する必要がある。共振防止の方法としては、上記の防振対策の他、インバータ制御による共振振動数のスキップ、配管ルート、配管径、配管材料の変更がある。

冷凍事業所における冷媒の漏えい対策（2／3）

- 腐食及び疲労以外の事故原因として、締結管理不良、シール管理不良、検査管理不良、誤操作・誤判断・認知確認ミス等がある。特に、運転に慣れていない設備の導入初期の段階では、誤操作に注意する必要がある。具体的な対策例は以下の通り。

原因の詳細	具体的な対策	原因の詳細	具体的な対策
締結管理不良 1.フレア式継手 2.バルブ 3.フランジ式継手 4.ねじ込み式継手	【締結部の対策】 <ul style="list-style-type: none">締結部の維持管理は、シール面の面圧が不均一とならないように、ボルトの片締め、緩み、当たり面の状況など、締結状態の確認と定期的な点検の実施が必要である。	検査管理不良 ・凍結 ※凍結が検査管理不良の半数以上を占めている。特にプレート形熱交換器で発生している。	【凍結の対策】 <ul style="list-style-type: none">プレート形熱交換器は流体の流路が狭いため、スケールの発生に伴う腐食の促進、閉塞による凍結が発生することが多い。水質管理によるスケールの発生防止、定期的なスケールの確認と除去が必要である。水質管理は、メーカーから推奨する水質基準、日本冷凍空調工業会の水質基準「冷凍空調機器用水質ガイドライン JRAGL02：1994」を遵守する。水質が基準値内の場合であっても、冷却水及び冷水は、循環しながら使っているうちに水が濃縮し、カルシウム、シリカなどがスケールになるため、その除去清掃が必要である。特に、工業用水又は地下水を使用している場合には、水中にスケールの原因となる成分が多く溶け込んでいるため、水質管理とスケールの除去清掃を疎かにしてはならない。
シール管理不良 1.バルブ 2.可動シール部 3.フランジ式継手 4.ねじ込み式継手	【バルブの対策】 <ul style="list-style-type: none">バルブは、長時間の使用、温度変化により、摩耗、収縮、劣化等により漏えいが発生するおそれがあるため、グランドパッキン、グランドシールの劣化状況を点検し、必要に応じて交換するなどの保守管理に十分な注意が必要である。 【可動シール部の対策】 <ul style="list-style-type: none">圧縮機の可動シール部（メカニカルシール）は、振動に弱いため、取扱いは慎重に行い、漏れ出したら止めることはできないので、運転管理、設備管理には十分な注意が必要である。装置に適した周期（直ごと、毎日など）で点検し、早期の漏えい発見が重要である。点検においては、少量漏えい、異常な圧力、異音、発熱、振動、臭気、冷却水の温度、油量、油流などをよく確認することが必要である。また、停止後の漏えいも発生しているので、停止後の漏えい防止にも気を配る必要がある。	誤操作・誤判断・認知確認ミス 1.破裂など 2.誤開閉 3.開閉忘れ	【破裂（外部衝撃）の対策】 <ul style="list-style-type: none">作業中、修理中の事故防止は重要であり、作業手順の文書化、情報の共有、危険予知活動などを通じて、工事中、修理中の事故防止を徹底する。 【誤開閉、開閉忘れの対策】 <ul style="list-style-type: none">運転マニュアルに従った操作を行い、特にバルブなどの重要操作の際には、指差呼称による確認、チェックリストによる確認、操作前にKY(危険予知)の実施するなど、十分な注意が必要である。

冷凍事業所における冷媒の漏えい対策（3 / 3）

- アンモニア又は二酸化炭素を冷媒とする冷凍設備については、設備の母数が少ないため事故件数は多くはないが、人的被害を伴う事故の割合が高く、死亡事故も発生している。炭化水素系でも人的被害を伴う事故が発生している。
- また、フロン（特定不活性）については、近年、新たに導入が始まった冷媒であり、まだ十分にデータが蓄積しておらず、注意を要する。
- これらの冷媒を使用する設備については、完成・保安検査や立入検査においては、前二頁に記したポイントについて、特に注意をして確認を行うことが必要。

アンモニア冷凍機からの冷媒漏えい

- 発生年月日：2009年3月
- 発生地：福岡県（文化施設の屋外機械室）
- ガス種：アンモニア
- 人的被害：**死亡1名**、重傷1名、軽傷7名
- 概要：休館日を利用し、ヒートポンプユニットの電磁弁、膨張弁の整備及び制御ソフトの点検を実施していたところ、膨張弁から冷媒用のアンモニアガスが噴出した。原因は、作業の開始前、冷房運転にて冷媒回収を行い電動三方弁にて冷媒を閉止し、膨張弁上部を取り外し、整備を行っていたところ、制御ソフトの点検作業で、シーケンサー電源をOFFにしたため、シーケンサーから電動三方弁への出力信号が無くなり、電動三方弁の初期設定である暖房運転側へ切り替わったことによるもの。

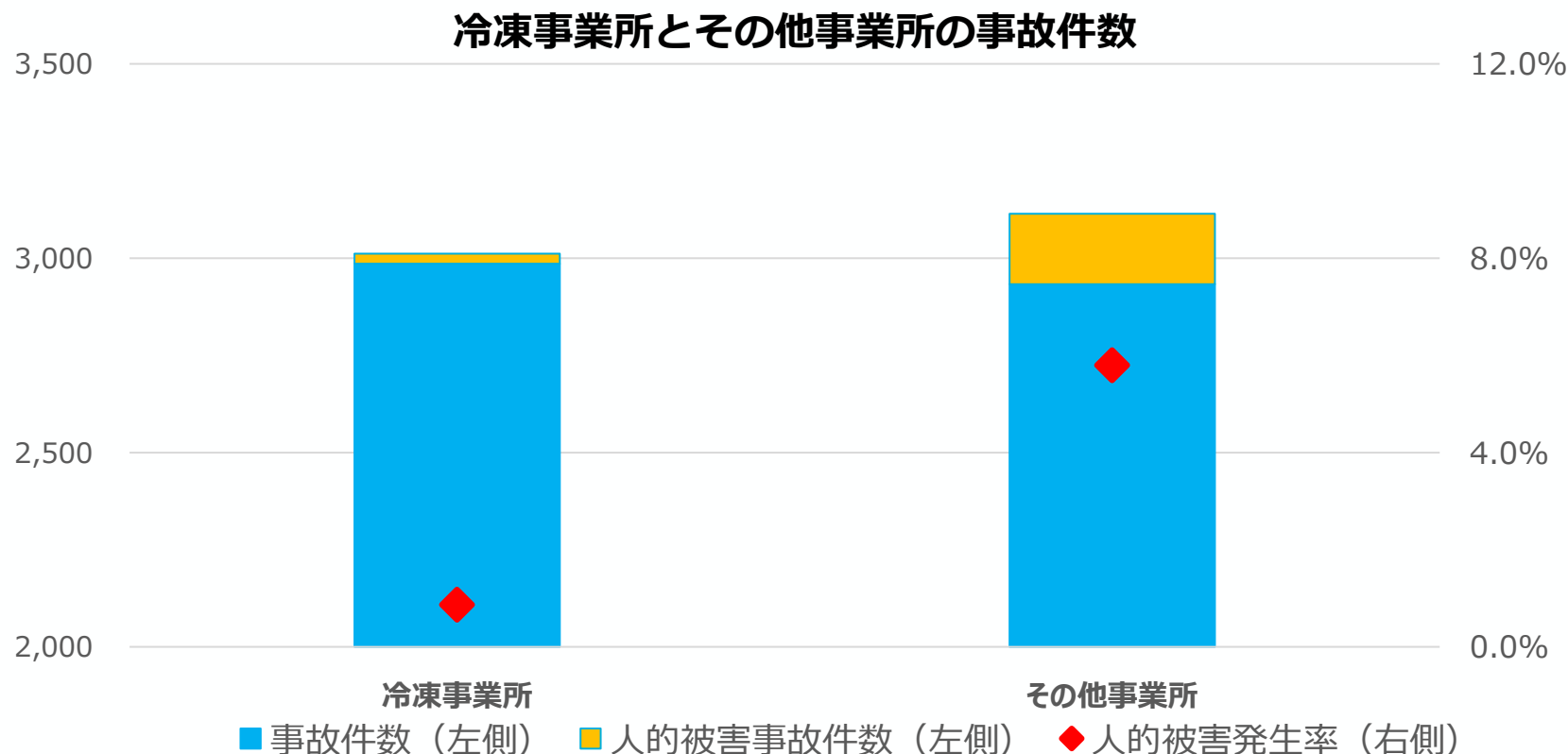
二酸化炭素冷凍設備からの漏えい

- 発生年月日：2019年11月
- 発生地：佐賀県（漁業関係の冷蔵施設）
- ガス種：二酸化炭素
- 人的被害：**死亡1名**
- 概要：保安責任者と連絡が取れない為、他の社員が社内を捜索したところ保安責任者が倒れているのを発見した。現場の調査により二酸化炭素レシーバーの安全弁が外れた状態にあることが分かった。何等かの理由で、安全弁元弁が全開の状態、安全弁が接続部より外れた状態となり、二酸化炭素の漏えいが生じ、漏えいした二酸化炭素を吸い込んだものと考えられる。

參考資料

冷凍事業所の事故の傾向【他事業所との比較】

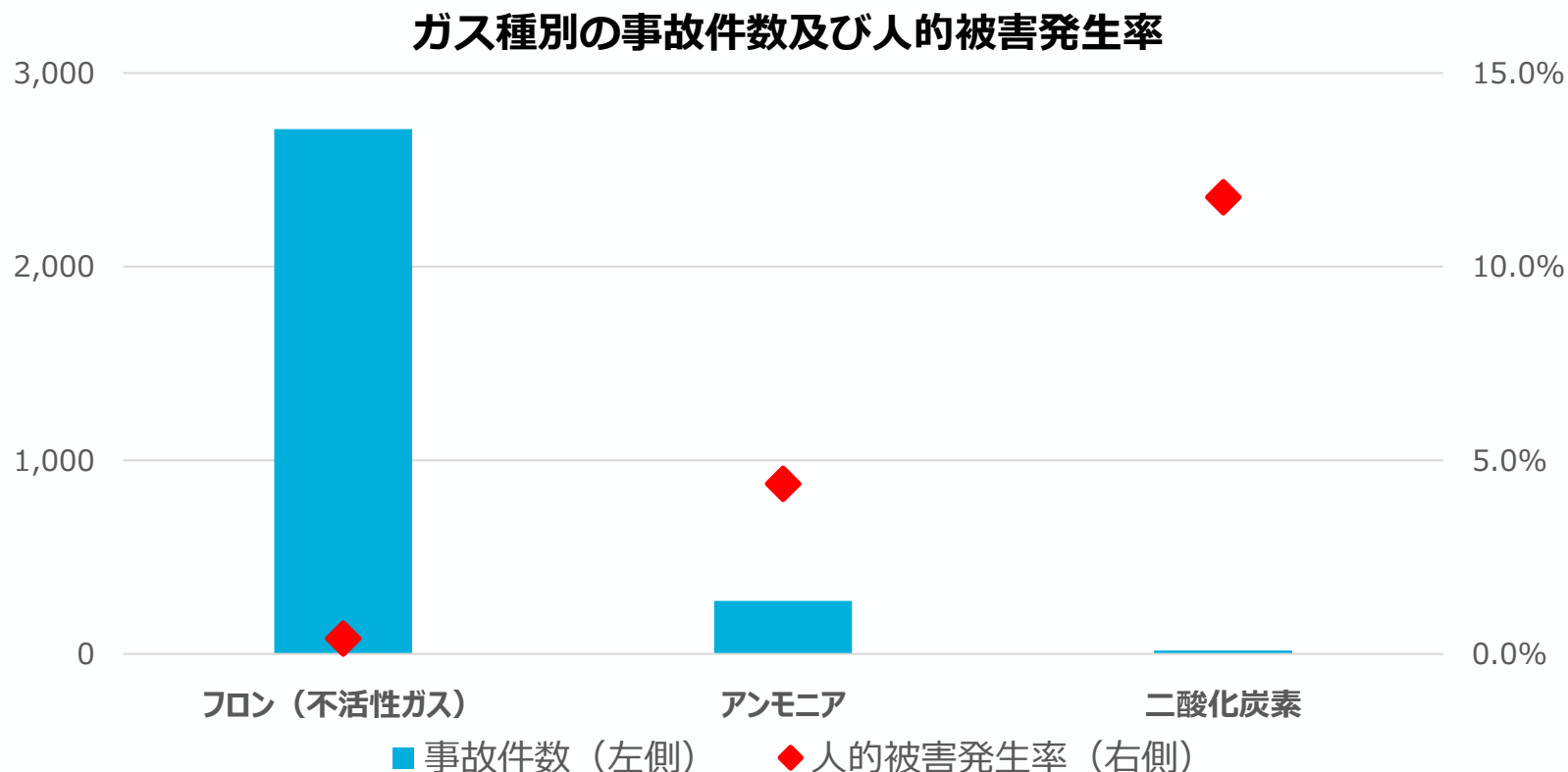
- 過去15年間（2008年～2022年）の高圧ガスの製造事業所における高圧法事故の約半数は、冷凍事業所で発生しており、冷凍事業所における冷媒漏えいは、最も典型的な高圧ガス事故となっている。
- 他方、冷凍事業所は、人的被害を伴う事故の割合が低く、冷媒漏えいにより人的被害が生じる可能性は相対的に小さいと考えられる



注：「冷凍事業所」は、冷凍保安規則の適用を受ける事業所。「その他事業所」は、一般高圧ガス保安規則、コンビナート等保安規則及び液化石油ガス保安規則の適用を受ける事業所。

冷凍事業所の事故の傾向【ガス種の比較】

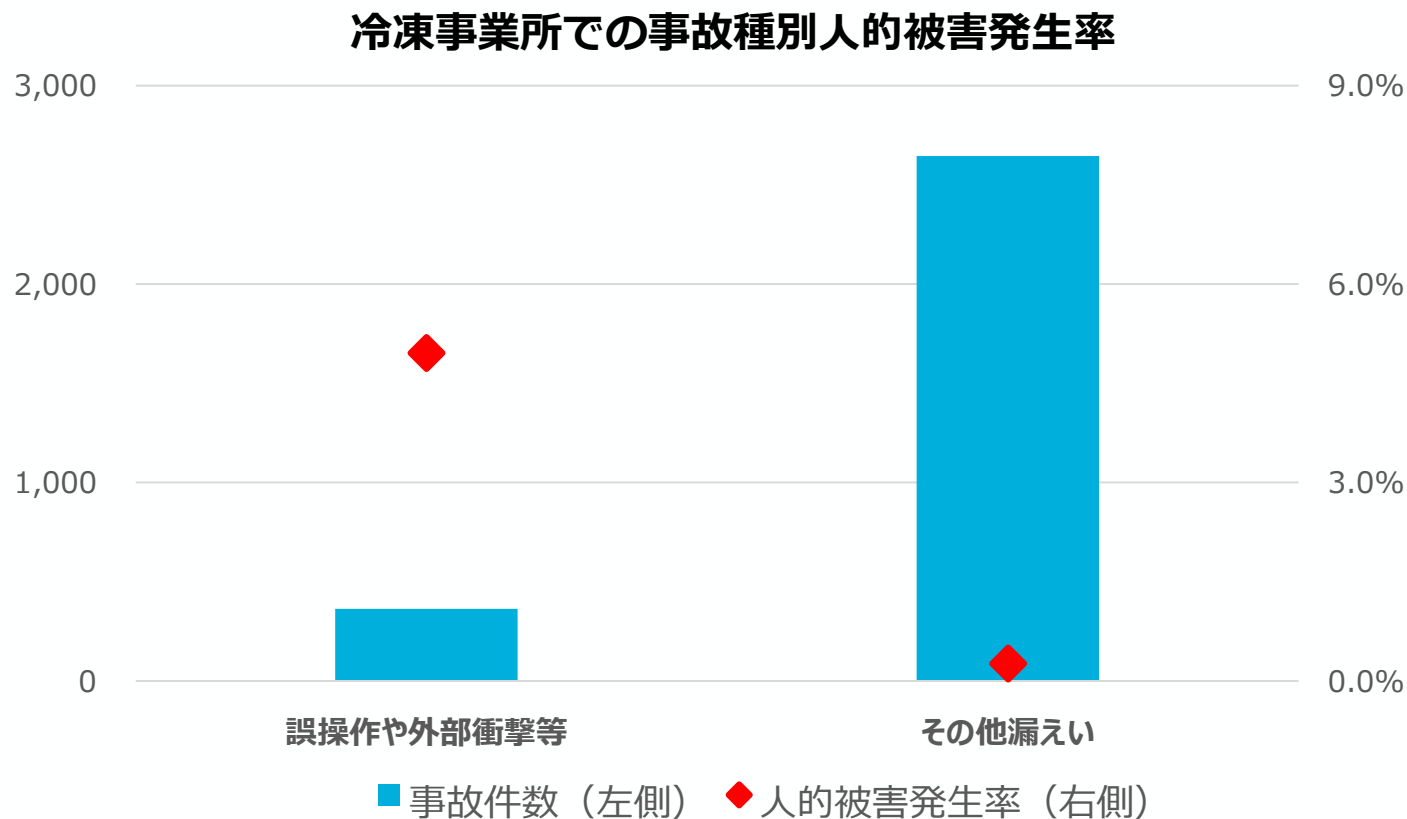
- 冷凍事業所の約9割はフロン（不活性ガス）を使用しており、事故件数もフロン（不活性ガス）が大部分を占めている。
- 他方、人的被害発生率は、アンモニアや二酸化炭素で比較的高く、フロン（不活性ガス）は低くなっている。



注：上記のフロン（不活性ガス）、アンモニア、二酸化炭素のほか、ヘリウム、フロン（特定不活性ガス）、炭化水素系ガスでも、少数ながら冷媒漏えいの事故が発生している。このうち、炭化水素系ガスでは人的被害を伴う事故が発生している。なお、フロン（特定不活性ガス）は近年導入された冷媒であり、利用実績はまだ少ない状況。

冷凍事業所の事故の傾向【事件事象の比較】

- 機器の疲労・腐食等による漏えいや、締結部等からの漏えい※¹の事故件数が多い。
- 他方、人的被害発生率は、機器の誤操作や外部衝撃等に伴う漏えい※²で高い。死亡事故は2件発生しているが、いずれも誤操作等によるもの。



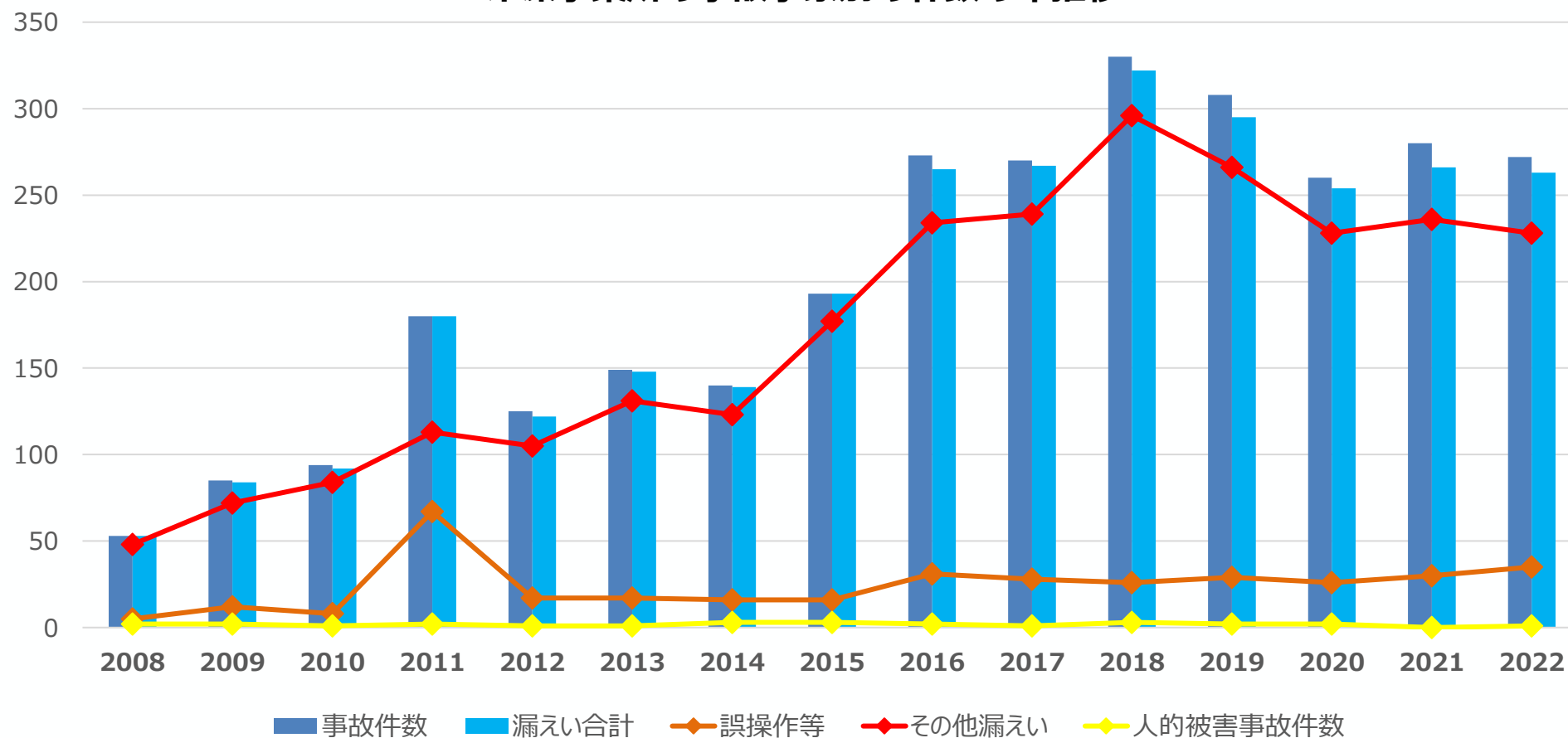
※¹ その他漏えい：機器、配管などの本体（溶接部を含む）の損傷、破壊（疲労、腐食など）による漏えい（事故報告で「漏えい①」として集計）と、フランジなどの締結部、バルブなどの開閉部と取付部、可動シール部からの漏えい（パッキンなどの劣化を含む。事故報告で「漏えい②」として集計）。漏えいの様態が不明とされているものも含む。

※² 誤操作や外部衝撃等：バルブの誤開閉、開閉忘れ、液封、外部衝撃などによる破裂、破損、変形などによる漏えい。事故報告では「漏えい③」として集計。

冷凍事業所の事故事象別の年推移

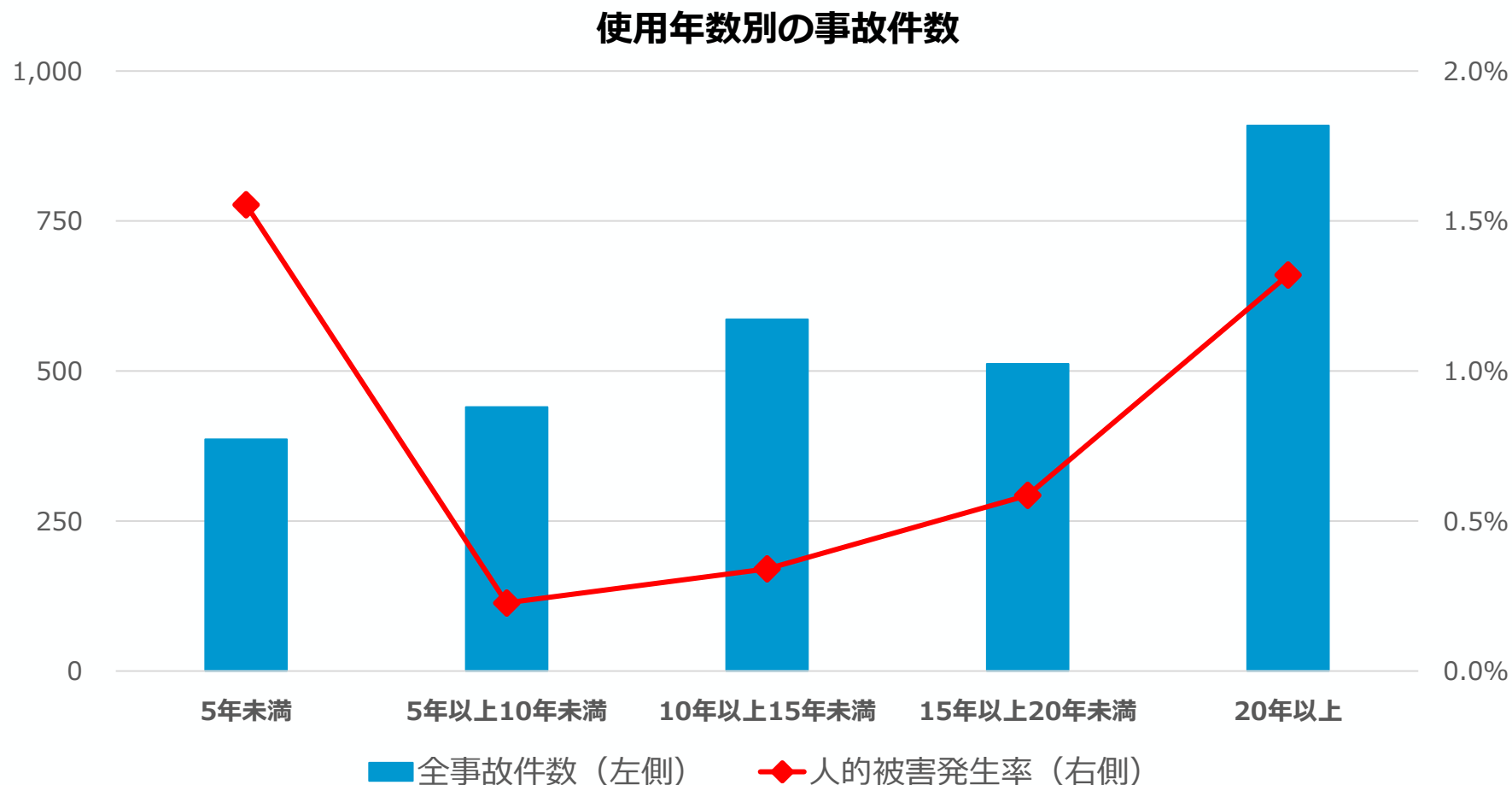
- 2010年代初めより、機器の疲労・腐食等による漏えいや締結部等からの漏えい（その他漏えい）が増加している。
- 人的被害を伴う事故の件数は、毎年2件程度で推移しており、大きな変化はない。

冷凍事業所の事故事象別の件数の年推移



冷凍事業所の事故の傾向【使用年数の比較】

- 事故件数は、使用の初期段階は少なく、使用年数が長くなるほど増加する傾向が見られる。
- 他方、人的被害発生率は、使用の初期段階（～5年未満）及び老朽化の段階（15年以上～）において高い。なお、使用年数1年未満の事故では、人的被害発生率は更に高い傾向が見られた。



冷凍事業所の事故の分析から見えてきたポイント

	事故件数	人的被害発生率	分析から見えてきたポイント
ガス種	冷凍事業所の約9割はフロン（不活性ガス）を使用しており、事故件数もフロン（不活性ガス）が大部分を占めている。	アンモニアや二酸化炭素で比較的高く、フロン（不活性ガス）は低い。	<p>アンモニア、二酸化炭素 母数が少ないため事故件数は多くないが、人的被害の割合が高い。炭化水素系ガスも同様の傾向。アンモニアと二酸化炭素は死亡事故も発生。</p> <p>フロン（不活性ガス） 母数が多いため事故件数は多いが、人的被害の割合は小さい。過去の事故データの分析により、発生要因は特定され、類型毎の対策も整理されている。 なお、他方で、フロン（特定不活性ガス）は、近年、新たに導入が始まった冷媒であり、母数が少なく、事故件数も少ない。</p>
事故事象	機器の疲労・腐食等による漏えいや、締結部等からの漏えいが多い。	機器の誤操作や外部衝撃等に伴う漏えいで高い。	<p>老朽設備 使用年数が経過するにつれ事故件数及び人的被害の発生率は増加傾向。腐食等によるものと考えられる。</p> <p>導入初期の設備 事故件数は多くないが、人的被害を伴う割合が高い。稼働開始時に、作業要領に沿わない対応等（誤操作等）が原因となっている可能性が考えられる。</p>
使用年数	使用の初期段階は少なく、使用年数が長くなるほど増加する傾向	使用の初期段階及び老朽化の段階において高い。	