高圧ガス事故概要報告

整理番号	事故の呼称
2014－351	空気分離装置放液溜の破裂による周辺機器及び配管の破損

発生日時	事故発生場所	事故発生事象	事故発生原因
2014年12月12日　9時　6分	大分県大分市	1次）噴出漏えい 2次）破裂・破損等	主）点検不良 副）－

施設名称	機器	材質	概略の寸法
3号空気分離装置	No.3　放液溜 （図1、2参照）	SUS304	放液溜　D4000 ㎜、H6000 ㎜、t3 ㎜

ガスの種類及び名称	高圧ガス処理能力	常用圧力	常用温度
酸素、窒素	4,560,000 m^3 ／日	0.525MPa	40/−196℃

被害状況（人身被害、物的被害）

2014年12月12日午前9時6分に3号空気分離装置の停止作業に伴う液化ガスの放液作業中に No.3 放液溜（非高圧ガス設備）が破裂し、破片が事業所構外にも飛散する事故が発生した。

人的被害なし

物的被害（放液溜の破損、周辺設備の液化装置の破損によるパーライト（粉末断熱材）噴出、関連配管破損、約650mの範囲に破片が飛散、物損；構外11ヶ所、構内16ヶ所）（写真1、図3、4参照）

事故の概要

6号空気分離装置稼働開始に伴い、3号空気分離装置を停止し、分離器内部の液化酸素、液化窒素などの液化ガスを放液するため、弁手動操作にて放液溜へ放液を開始した。その後、9時6分に大きな破裂音発生、放液溜が破損した。放液溜内部の残留水と液化ガスの接触で生成された氷により、放液溜が閉塞され、液化ガスの気化による圧力上昇で破裂に至った可能性が高い（図5参照）。事故の概要を時系列で示す。

①2014年12月12日6時55分、3号空気分離装置を停止。
②8時0分、3号空気分離装置から放液溜へ放液開始。
③9時6分、大きな破裂音発生。
④9時7分、保安センターより消防通報実施。
⑤9時42分、県消防保安室へ3号空気分離装置放液溜破損の旨連絡。
⑥9時47分、当日出勤社員、協力会社社員の安否確認完了

事故発生原因の詳細

①（直接原因）放液溜に水が滞留し、放液溜内部の残留水と液化ガスの接触で生成された氷により、放液溜が閉塞され、液化ガスの気化による圧力上昇で破裂に至った可能性が高い。なお、水が侵入したメカニズムは図6参照。放液時、連絡配管内で液化ガスがガス化し、そのガスの流れにより配管内の水が3号放液溜へ押し込まれたため滞留した。

②（間接原因）2001 年 8 月の底板変形トラブルの検証と対策が不十分で、放液溜が破裂することを想定できなかった。また、閉止フランジによる排水口に水抜き弁を設置したが、作業手順を変更しなかったため、水抜き弁の操作をしなかった。（備考欄参照）

③異常に対するリスク感性の不足、工場管理上のPDCA の不足（組織連携と情報の共有が不足）、Know-Why を関連付けた教育等安全に対する取り組みが不十分（技術伝承不足）であった。

事業所側で講じた対策（再発防止対策）

①連絡配管をピット内から地上に移設し、水が侵入しないように改造した。

②放液溜の確実な水抜き実施及びルール化、事故内容の全従業員への教育

③設備異常時の情報伝達の確実な実施、全作業手順の内容見直し、設備・作業リスクの洗い出しと改善（非高圧ガス設備、非高圧部のフランジ、排水ピットも含む）、Know-Why を加味した工場管理基準・作業手順書の整備、日常的な安全活動の推進によるリスク感性の向上（作業目的教育、事故トラブル情報を活用した教育及び安全風土醸成のための活動継続）

④放液溜の調査・内部点検・作業手順の確認改善、納入先ユーザ及び他社装置メーカへの水平展開、放液溜設計への反映・安全設計の配慮、類似の主要設備以外へのリスクアセスメント実施、工場管理機能のチェック徹底（工場管理及び故障対応のチェック、保安監査項目に工場の運営管理システムの機能状況等の追加）（表1参照）

教訓（事故調査解析委員会作成）

①超低温の液化ガスを放液溜に放出する際には、事前に水抜きを実施し、水を滞留させないことが重要である。

②設備及び手順を変更した場合は、手順書等に確実に反映させると共に変更理由を含めて、作業者へ教育を実施し、周知、徹底を図ることが重要である。

③大気開放設備（容器）であっても、氷等で密閉されると圧力上昇により破裂することがある、という認識を持ち、必要に応じてリスクアセスメントを実施することが重要である。

事業所の事故調査委員会

事故調査委員会を設置し、8回の事故調査委員会を開催した。また、学識経験者を含む事故調査審議会を3回開催した。

備考

①2001年8月の底板変形トラブルについて

2001年8月No．3放液溜において底板変形のトラブルが発生した。放液時に放液溜に滞留していた水により氷が生成、膨張したことが原因と推測した。1977年の設置以来数多くの放液作業を実施してきたが、破裂することを想定できなかったことや、放液溜の中に水が存在していたとしても、液化ガスを放液すると放液溜底部にて水が氷となるだけとの認識であった。今回の事故発生原因も同様に水の滞留が起因となっている。以上のことから間接要因を抽出した。

（1）2001年の底板変形トラブルの検証と対策不十分

・トラブル要因として、氷による膨張と判断、放液溜が破裂することを想定できなかった。

・水が大量に滞留することを異常と捉えず、水侵入経路の追究を行なわなかった。

・閉止フランジによる排水口に水抜き弁を設置したが、作業手順書の変更をしなかった。

（2）水抜き弁の未操作

・設置当初から設計上閉止フランジによる排水口があったが、作業手順書に記述されなかった。

・No．4、5、6放液溜は水抜き作業が作業手順書で定められ、実施されていたが、No．2とNo．3放液溜の過去における水の滞留事実を考え合わせ、作業手順書へ反映すべきであった。

②参考資料

事故報告書　https://www.tn-sanso.co.jp/jp/_documents/news_06745091.pdf

キーワード

破裂・破損、点検不良、放液溜、酸素、窒素

関係図面（特記事項以外は事業所提供）

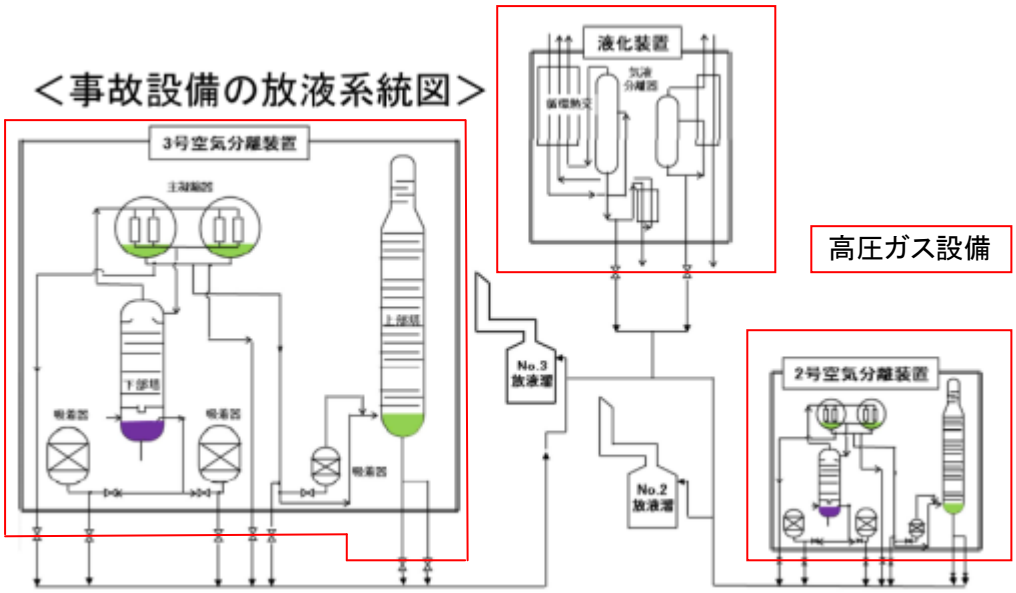
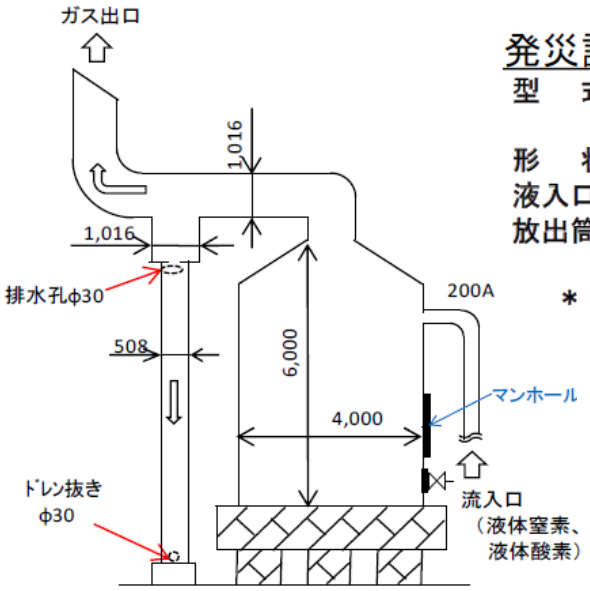


図1　プロセスフロー

・No.3放液溜は1977年2月に3号空気分離装置の建設時に設置
・自然蒸発式の大気開放型ステンレス鋼製円筒型容器



発災設備　No.3放液溜仕様

型　　式：自然蒸発式
　　大気開放型ステンレス鋼製円筒型容器
形　　状：D=4,000mm × H=6,000mm × t=3mm(胴板)
液入口配管：200A
放出筒(ガス出口管)：D=外径1,016mm × t=6mm

＊ 非高圧ガス設備

図2　No. 3放液溜

事故前（撮影日；2009年7月24日）　事故後（撮影日；2014年12月12日）

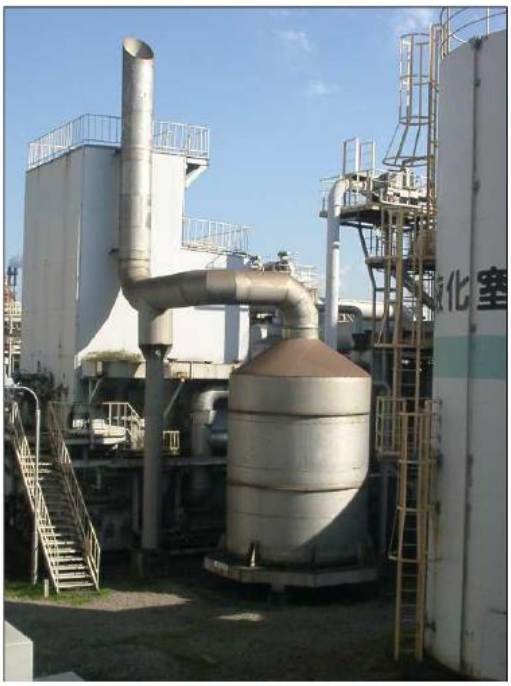


写真1　No. 3放液溜飛散状況

＜飛散物・被害状況マップ＞

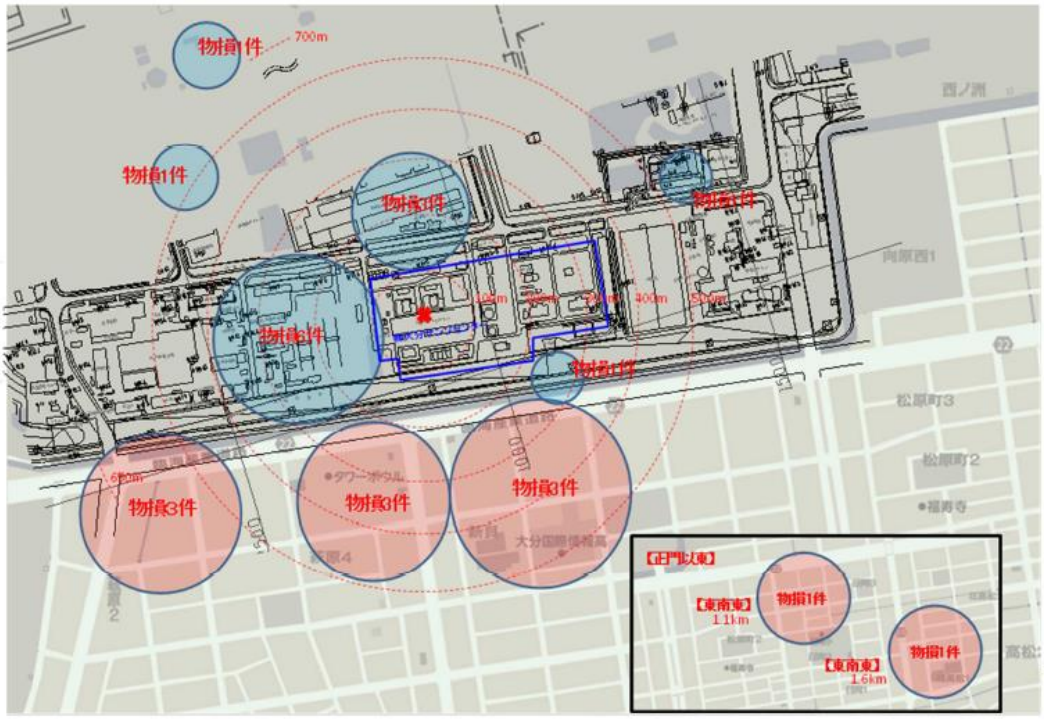


図3　飛散状況

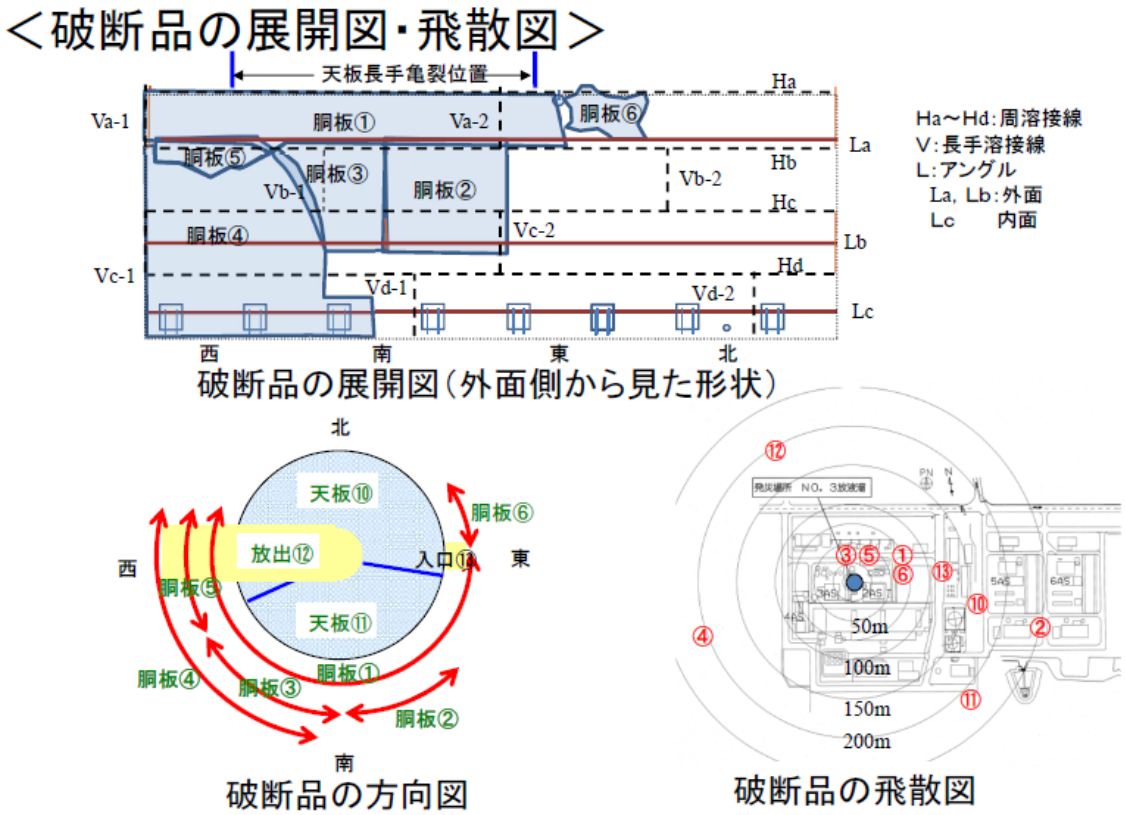


図4　破断品の飛散状況

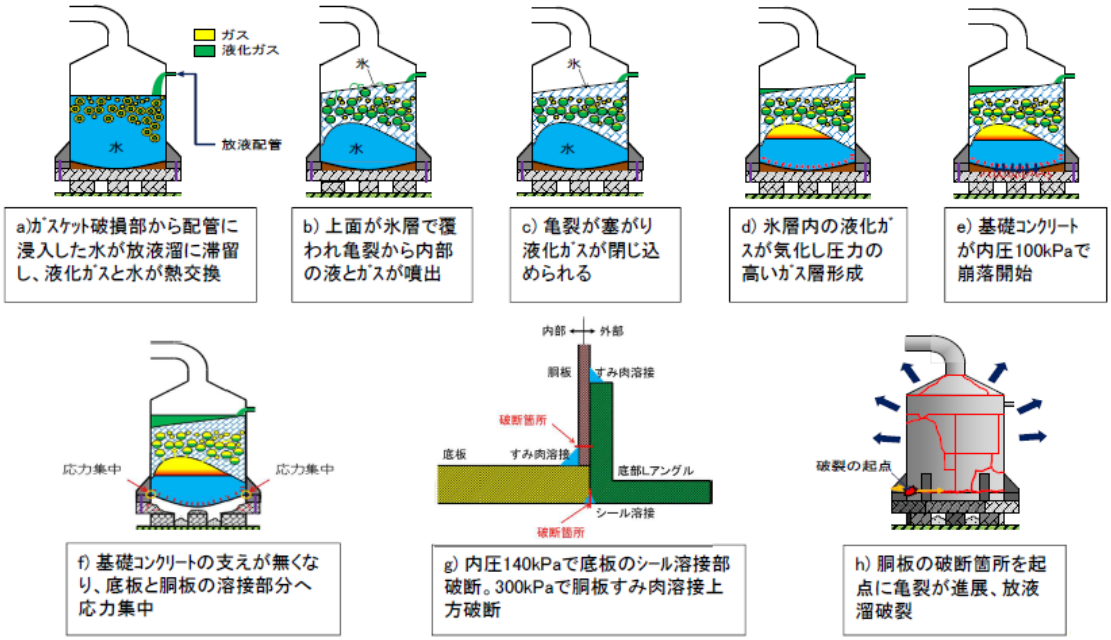


図5　破裂発生に至るメカニズム推定

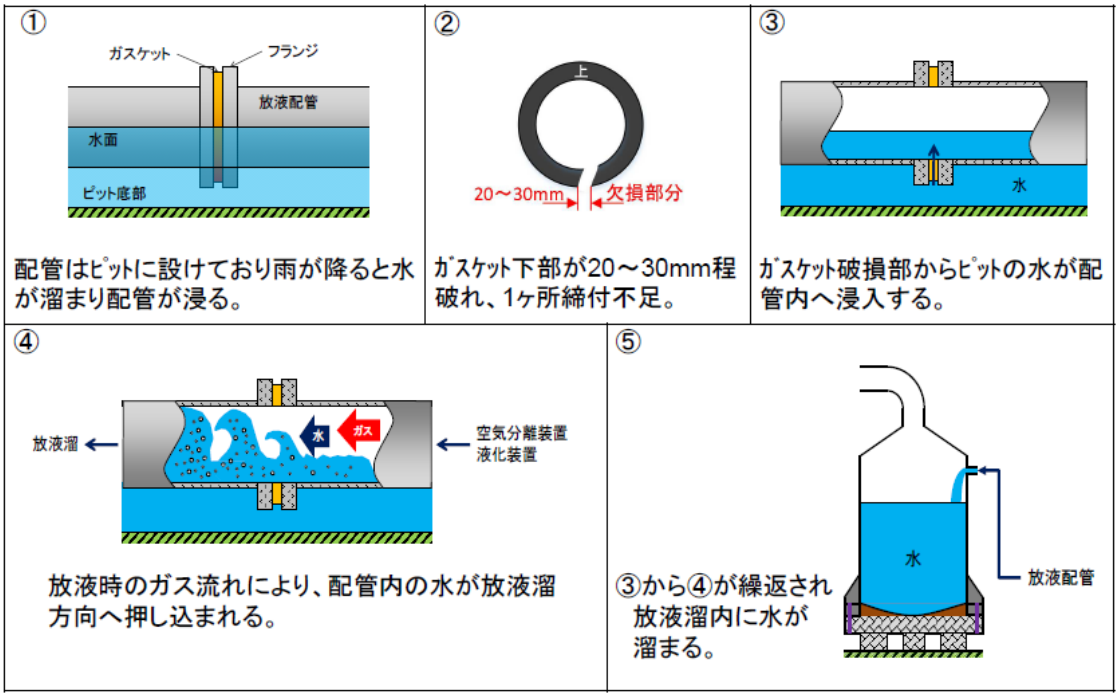


図6　水浸入メカニズム

表1　再発防止策

要因	生産工場		プラントメーカ
直接要因 ①放液溜の水の滞留	①放液溜の確実な水抜き実施、ルール化 ②当該事故内容の全従業員への教育		①放液溜の調査、内部点検、作業手順の確認・改善 ②納入先ユーザ及び他社装置メーカへの水平展開 ③放液溜設計への反映、安全設計の配慮
間接要因 ①異常に対するリスク感性不足	①設備異常時の情報伝達の確実な実施 ②全作業手順書の内容見直し ③設備・作業リスクの洗い出しと改善（非高圧ガス設備、非高圧部のフランジ、排水ピットも含む）	④日常的な安全活動の推進によるリスク感性の向上 ・作業目的教育 ・事故トラブル情報を活用した教育及び安全風土醸成のための活動継続	①類似の主要設備以外（非高圧ガス設備、非高圧部のフランジ、ピット等）のリスクアセスメント実施 ②工場管理機能のチェック徹底 ・工場管理及び故障対応のチェック ・保安監査項目に工場の運営管理システムの機能状況等の追加
②工場管理上のPDCA不足（連携不足,情報共有不足）	①設備異常時の情報伝達の確実な実施		
③Know-Whyを加味した教育、安全に対する取組不足	①Know-Whyを加味した工場管理基準・作業手順書の整備		