

# コンビナート事業所の 高圧ガス事故等に関する事例分析

---

2022年3月11日

一般社団法人 神奈川県高圧ガス保安協会

コンビナート部会

# はじめに

神奈川県高圧ガス保安協会コンビナート部会では年度ごとに活動テーマを選定し、その活動結果を保安技術講習会で報告しています。

2020-2021年度は、「**コンビナート事業所の高圧ガス事故等に関する事例分析**」と題して、過去5年間(2015年～2019年)に神奈川県内の石炭法第2条第6号の特定事業所で発生した異常現象(**249**件)について事例の整理・分析等を行い、その結果を県内のコンビナート事業所における設備管理や保安教育等に活用し、大規模事故の未然防止を図ることを目的として活動を進めました。

本日は、その活動結果の概要についてご紹介します。

# 本日の紹介事項

- **異常現象の傾向分析**
  - 石災法第26条に基づく災害・応急措置報告を用い事故の種類、場所、原因、運転状況について調査
  - 2010-2014年の調査結果と比較
- **事故発生件数と事故フォロー状況**
- **再発防止に向けた保安への提言**
- **事故事例シート**

# 石炭法第26条に基づく災害・応急措置報告

報告者

事故(災害)の名称	
事故(災害)の発生日時	令和 年 月 日 時 分 事業所の名称
事故(災害)の発見日時	令和 年 月 日 時 分 所在地
通 報 日 時	令和 年 月 日 時 分 特定事業所の別
通報先・元(通報方法)	( ) 事業所の業態
鎮火又は処理終了時刻	令和 年 月 日 時 分 主な製造・貯蔵 取扱い品目
事故の種類	①漏洩( ) ②放出( ) ③火災( ) ④爆発( ) ⑤中毒等( ) ⑥破損( ) ⑦電気系統事故( ) ⑧プラント停止( ) ⑨海上流出( ) ⑩その他( )
事故の場所	施設・設備の規模等 A塔槽類 ①加熱炉 ②反応炉 ③蒸留器 ④熱交換器 ⑤分離塔 ⑥貯槽 ⑦容器 ⑧その他( ) B回転機器 ①圧縮機 ②ポンプ ③送風機 ④その他( ) C配管系 ①配管 ②継手 ③弁 ④その他( ) D付属施設 ①安全弁・破裂板 ②緊急遮断弁等 ③計装・液面計等 ④断熱材 ⑤溝・ビット等 ⑥その他( ) Eユーティリティ ①ボイラー ②変電所・電源等 ③その他( ) F荷役設備 ①陸上設備 ②海上設備 ③その他( ) G輸送設備 ①普通自動車 ②トラック ③タンク ④タンクローリー ⑤ポンペ ⑥クレーン車 ⑦その他( ) Hその他 ①計器室 ②倉庫 ③研究室 ④事務所等 ⑤その他( )
人的被害	A 死亡者 名( ) 死者の氏名・性別・年齢・所属等 B 重傷者 名( ) C 軽傷者 名( )
物的被害	種類 面積 流出等の量 ( ) ( m <sup>2</sup> ) ( )
損害額	
原因	A設備関係 ①構造設計不良( ) ②材料不良( ) ③工作不良( ) ④計装制御系統の欠陥⑤劣化( ) ⑥外部加重又は衝撃( ) ⑦その他( ) B運転管理関係 ①作業情報の提供・伝達の不備( ) ②認知・確認のミス(インプットミス)( ) ③誤判断(中枢処理のミス)( ) ④誤操作(アウトプットミス)( ) ⑤技量未熟(経験不足) ⑥作業基準の不備 ⑦指揮命令の不備 ⑧点検不良 ⑨補修不良 ⑩その他( ) 〔事故原因(記述)〕

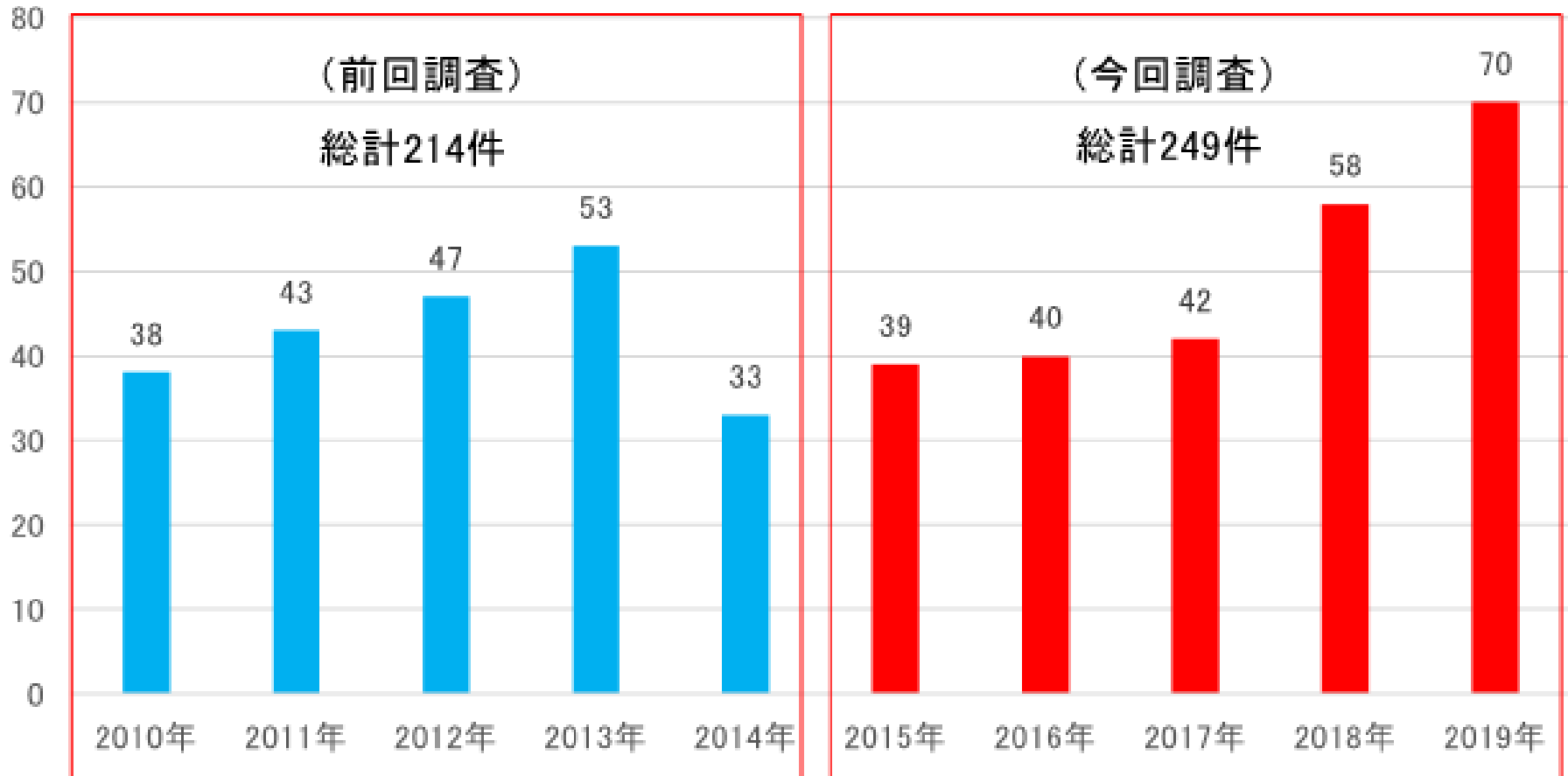
事故災害に至る経過	
事故時の運転状況	①定常時運転 ②スタートアップ操作時 ③シャットダウン操作時 ④定修時 ⑤修理(不定期) ⑥その他( )
防災活動及び措置状況	出動人員 名(内訳 ) 出動車両 台(内訳 ) 防災資機材 出動船舶数 隻 品名 数量 〔防災活動(措置)の状況〕
事故から得た教訓及び事故後の改善措置の重点	
その他	

備考) 最終報告は、防災活動終了後2週間以内に行うこと。

- 事故の種類
- 事故の場所
- 原因
- 事故時の運転状況

# 神奈川県内における異常現象発生件数推移

件数



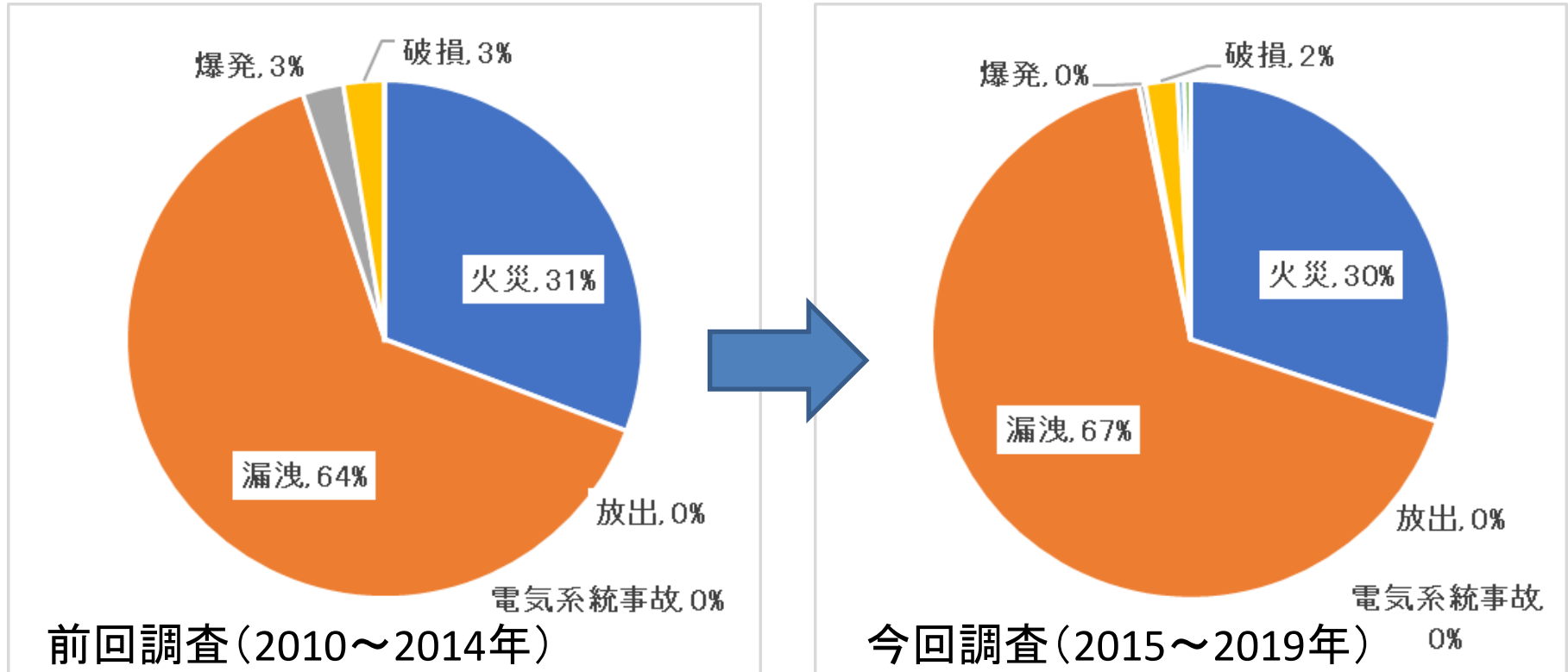
- 前回調査の5年間の214件に対し、今回調査の5年間では249件
- 2013年まで増加傾向にあったが2014年で減少
- 2018年は58件、2019年は70件に増加

# 発生原因別の異常現象分析

	前回調査 2010-2014年	今回調査 2015-2019年
A1構造設計不良	8	13
A2材料不良	5	3
A3工作不良	8	18
A4計装制御系統の欠陥	5	4
A5劣化	52	86
A6外部加重又は衝撃	3	4
A7その他（地震、台風等）	36	21
B1作業情報の提供・伝達	6	9
B2認知・確認のミス	23	38
B3誤判断	0	3
B4誤操作	13	6
B5技量未熟（経験不足）	2	1
B6作業基準の不備	20	16
B7指揮命令の不備	1	0
B8点検不良	20	11
B9補修不良	1	5
B10その他	6	10
不明（区分なし）	5	1
合計	214	249

- 設備関係では「A5劣化」(86件)、「A3工作不良」(18件)、「A7その他(自然災害等)」(21件)が多い
  - 運転関係では「B2認知・確認のミス」(38件)、「B6作業基準の不備」(16件)が多い
  - 発生原因は今回調査においても前回調査と同様である。設備関係の劣化と運転管理関係の認知・確認のミスの件数が顕著に増加
- ※ A7その他は前回調査36件に東日本大震災に関連発災を含む

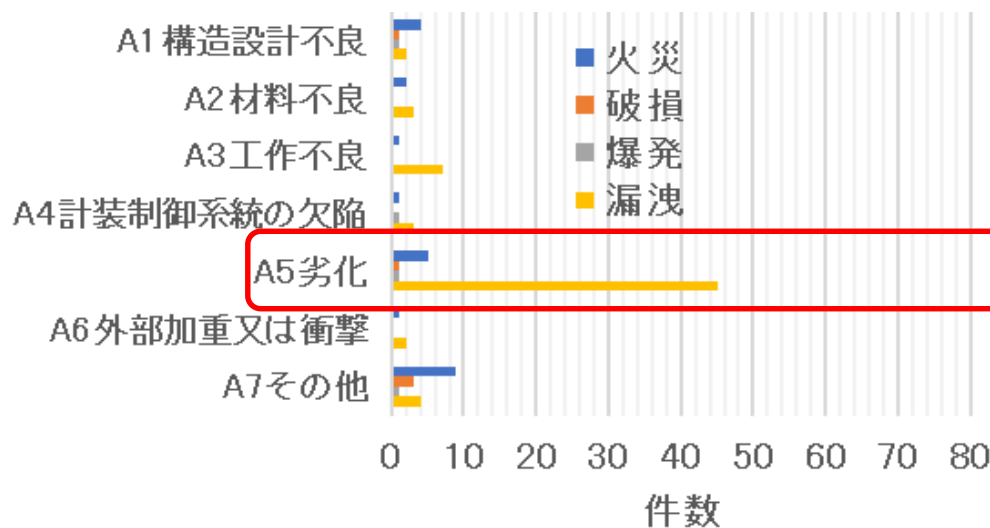
# 事故の種類別の異常現象分析



- 今回調査においても前回調査とともに同じ傾向
- 漏洩が67%、火災が30%であり、漏洩と火災で97%

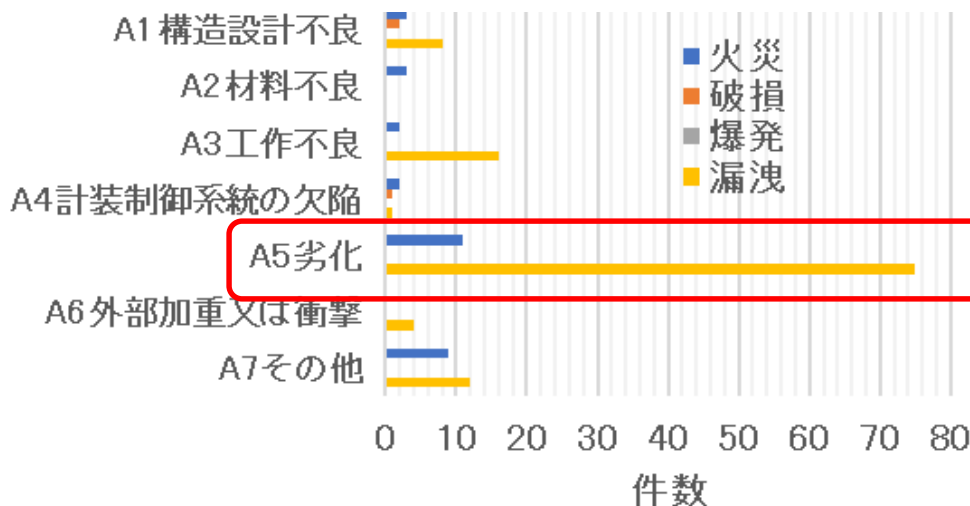
# 事故の種別と原因(設備関係)の関係

発生原因別件数(設備関係 2010～2014年)



- 事故の種類として最も多い漏洩事故は、主にA5劣化が原因となっている。これは前回調査と同様の傾向

発生原因別件数(設備関係 2015～2019年)

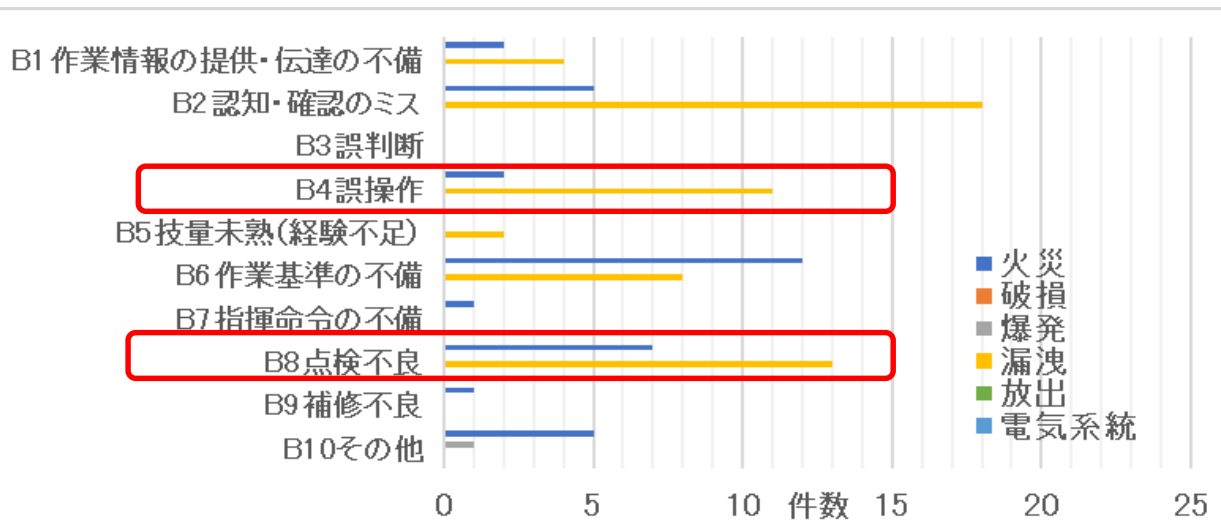


- 今回調査では、劣化を原因とする漏洩が75件と前回の45件から大幅に増加



# 事故の種別と原因(運転管理)の関係

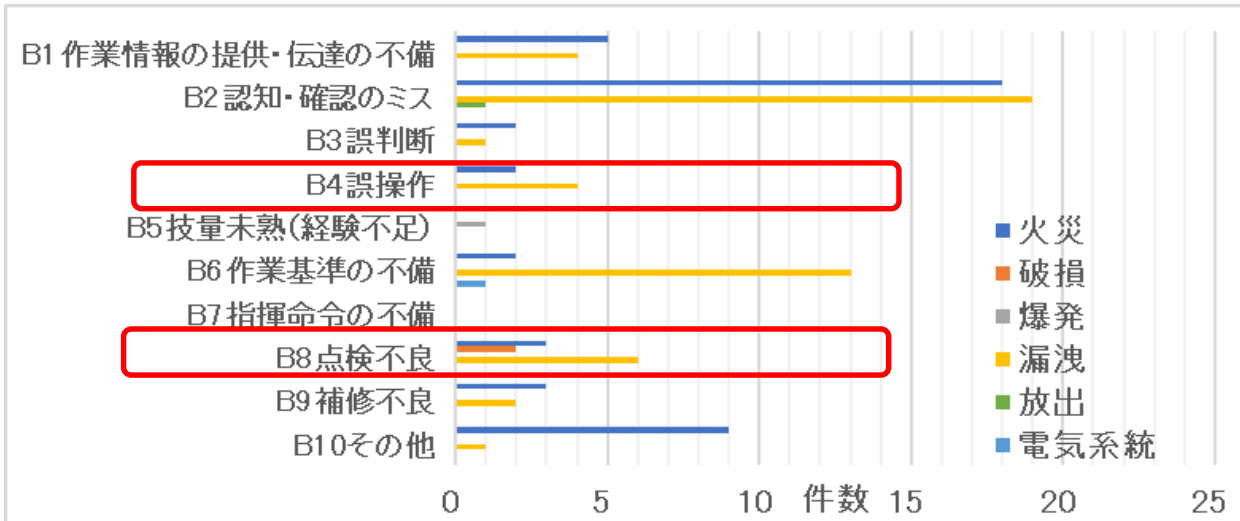
発生原因別件数(運転管理 2010～2014年)



- 事故の種類として最も多い漏洩事故の原因はB2認知確認のミスが最も多い

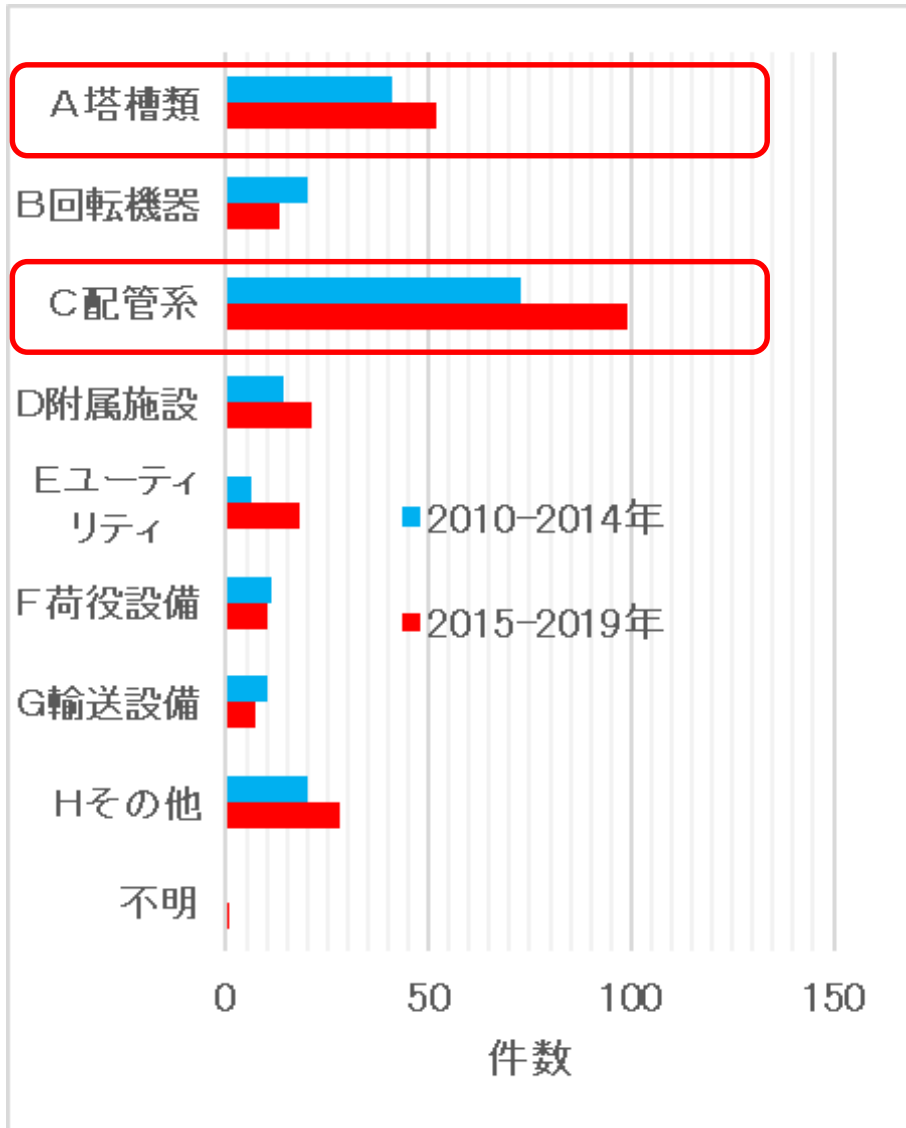
- 認知・確認のミスが主な原因となっていることは前回調査と同様

発生原因別件数(運連管理 2015～2019年)



- 「B4誤操作」と「B8点検不良」は前回調査から改善

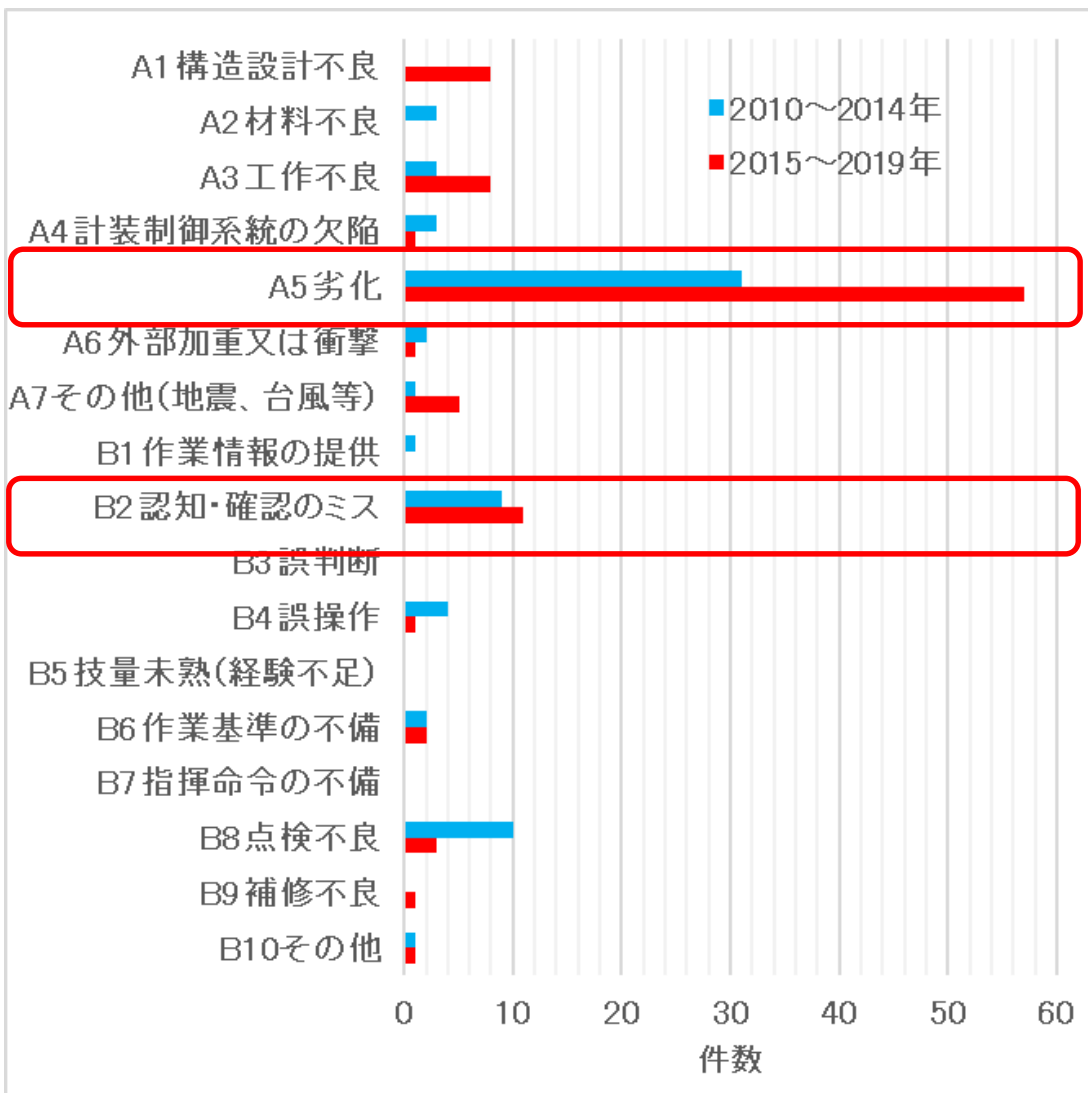
# 事故の発生場所分析



- 今回調査では配管系が99件(40%)、塔槽類が52件(21%)で全体の61%
- 前回調査でも配管系と塔槽類が全体の58%を占めており、今回と同じ傾向

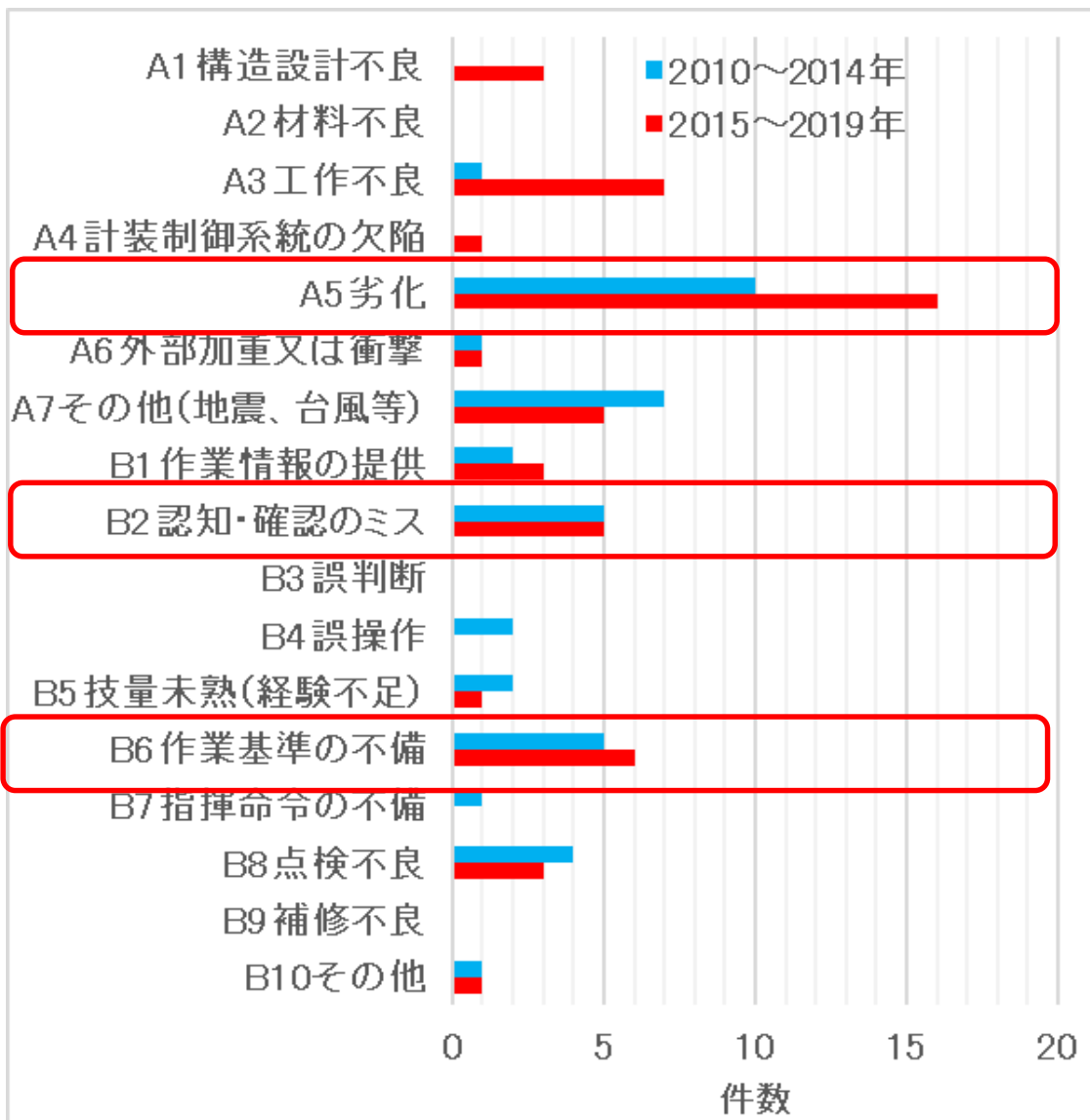
主要な事故発生場所であるC配管系とA塔槽類の事故原因についてさらに調査

# 配管系で発生した事故の原因分析



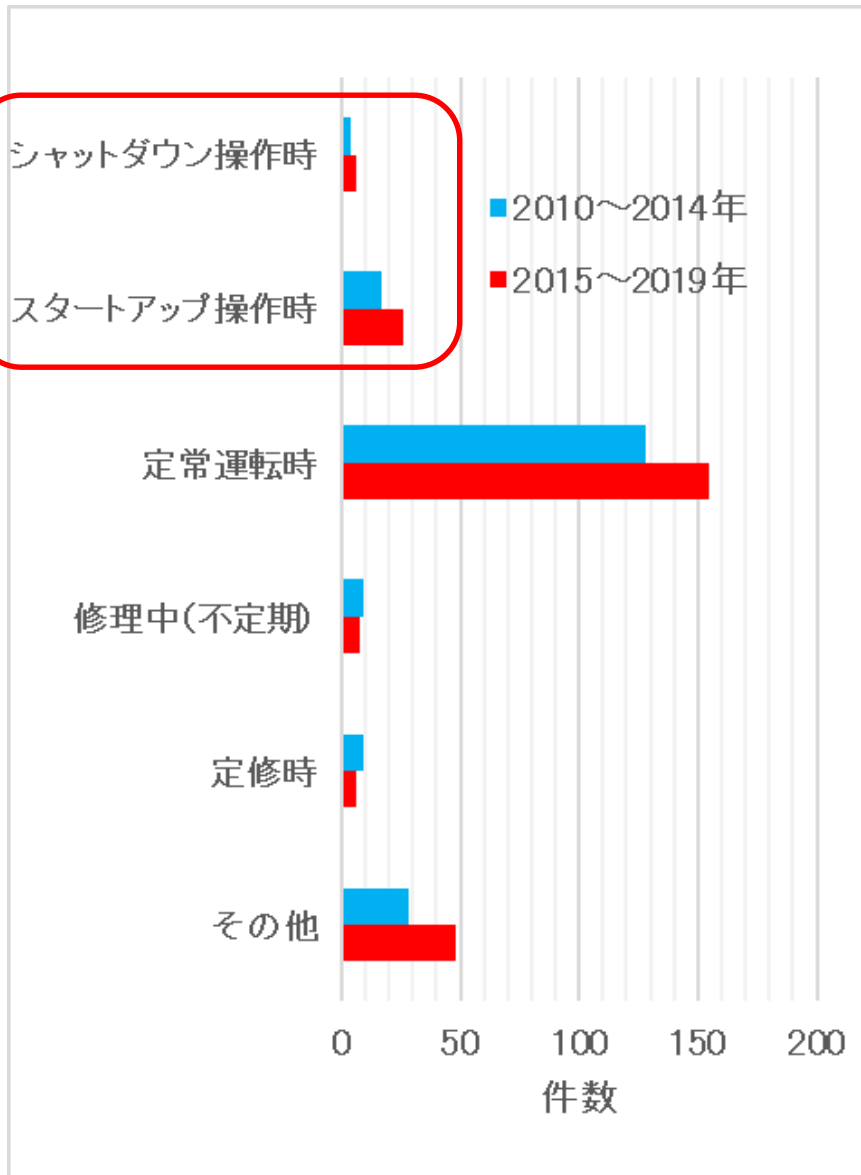
- 配管系事例の事故原因は前回調査と同じ傾向
- 今回の調査における配管系の事故原因は、設備関係の「A5劣化」57件と運転管理関係の「B2認知・確認のミス」11件が主要な原因
- 事故全体の原因種別と同じ傾向

# 塔槽類で発生した事故の原因分析



- 塔槽類事例も設備関係は「A5劣化」16件が主たる要因
- 運転管理関係は「B2認知・確認のミス」5件に加えて、「B6作業基準の不備」6件が多い

# 事故発生時の運転状況分析

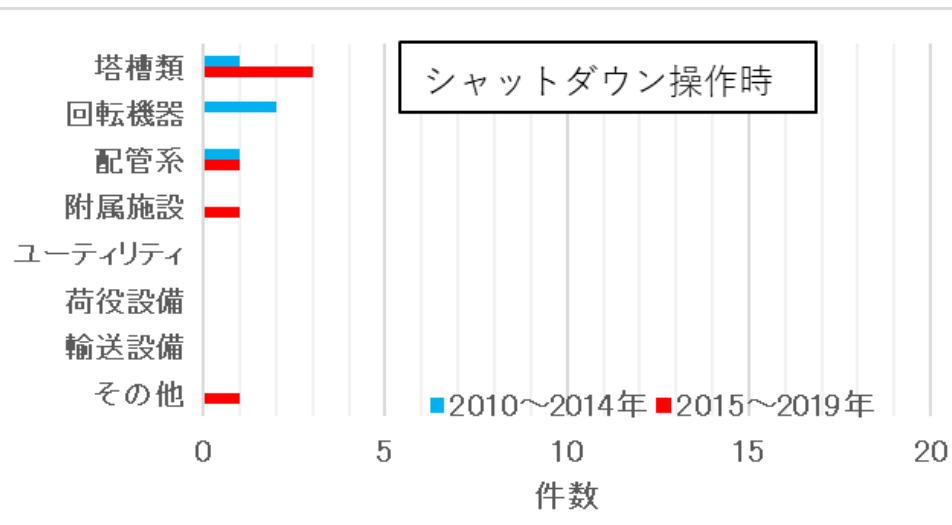
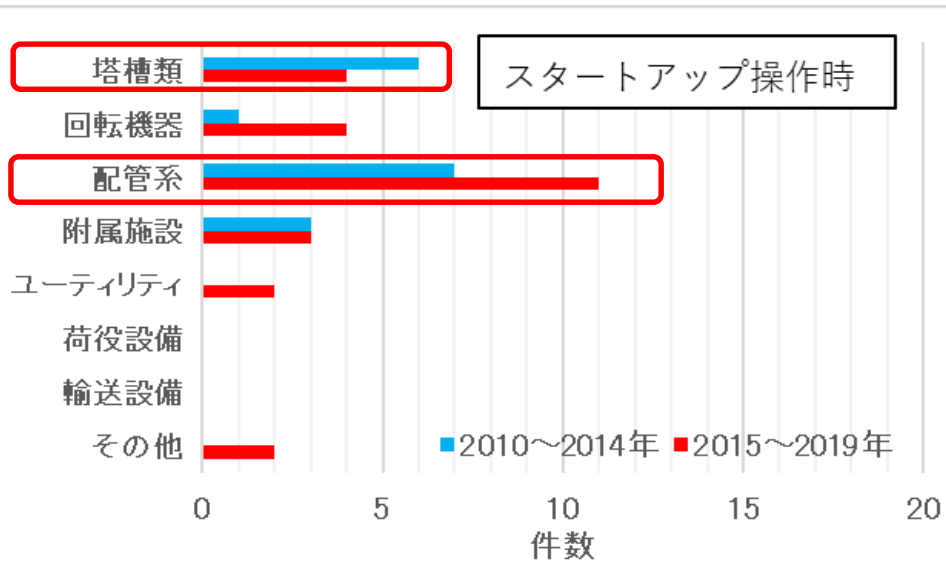


- 事故発生時の運転状況については前回調査と同様の傾向があり、定常運転時が最も多く、155件で全体の62%を占めている

- 非定常運転に関わる運転状況は、シャットダウン操作中6件、スタートアップ操作時26件の合計で32件、12%となっている。

非定常運転は、定常運転の時間と比べて非常に短いことを考慮すると、非定常運転時(特にスタートアップ操作時)の事故の発生件数が多い

# 非定常運転時の事故発生場所分析



- 非定常運転時の事故の発生場所は、配管系が最も多く特にスタートアップ操作時に集中している
- スタートアップ操作時において配管系が最も多くなっている。次に塔槽類の件数が多い状況であり、この傾向は前回調査時と変わっていない
- シャットダウン操作時の事故についても件数は少ないが配管系と塔槽類で発生している

# 事故発生件数と事故フォロー状況

- 事故発生件数
  - 2018-2019年に事故発生件数が顕著に増加している共通の要因は見いだせなかった。
  - 別の観点として、①消防庁からの異常現象発生における迅速な通報に関する指導、②コンプライアンス意識の向上による通報の徹底なども事故件数の増加に寄与しているのではないかと推測する
- 事故フォロー状況
  - 発生した事故に対する再発防止対策等のフォロー状況について、部会員事業所に対するアンケート調査を実施した。発生した事故に対する対策については100%実施済みであり、類似設備等への水平展開も実施されている
  - 一部の事例で事故の再発や、水平展開範囲が広く対策を継続的に実施する必要があるなど、類似を含む事故の発生を“ゼロ”にはできていない

# 保安への提言(1/2)

## 設備管理上の課題

コンビナート事業所の設備は、建設時から長期間にわたって稼働してきた設備が多く、「劣化」の管理が課題

- 保温材下で発生する外面腐食のように、事業所内に膨大な検査対象が存在しているものを網羅的かつ適切な周期で検査していくこと
- 滞留部に堆積した腐食物質による内面腐食のように、運転条件・仕様の変化、停止中の管理を含む使用頻度に変化している部位の存在に気づくこと



# 保安への提言(2/2)

## 運転管理上の課題

運転管理に係る必要な技量を向上させることと、作業している環境を正しく理解して正確に作業することが課題である。特に通常運転時と状況が異なる「非定常運転(スタートアップ・シャットダウン操作)時」において、ラインアップの確認不足や弁の誤操作が多くみられる。

- 作業手順・図面を整備し確実に活用すること(作業・工事前の確認を含む)
- 弁操作などの基本操作や一連の運転操作の技量向上を図ること

上記に示した設備・運転管理の改善は、対象が膨大であるために人手と時間のかかることが予想される。ITやデジタル力を活用することで効率的に進めていくことが重要

# 事故事例シート 作成リスト

- 本調査で確認したキーワードを含む災害・応急措置報告について事故事例シートを作成
- 設備は「劣化」を中心に選定
- 運転管理は「認知・確認のミス」を中心に選定

<事故名称>	原因大分類	原因中分類
排水汲み上げ作業中のオーバーフロー	設備 (ハード面)	劣化
タンク付属配管からの重油漏洩		劣化
発電装置内バーナーフランジからの異常燃焼事故		劣化
バルブからの25%苛性ソーダ水溶液漏洩		劣化
シクロヘキサンタンク変形		劣化
タンク付属配管からの油漏洩		劣化
ガス配管局部腐食によるガス漏洩火災		劣化
原料冷却器前流配管からの高圧ガス漏洩		劣化
ダウサム漏洩		劣化
都市ガス供給配管微量漏洩		劣化
原油タンクスロップ配管より油漏洩		劣化
水添脱硫装置熱交換器からの灯油漏洩		劣化
屋外タンク貯蔵所側板最上段変形事故		構造設計不良
弁本体フランジからブタジエン漏洩		構造設計不良
No.2エチレンコンプレッサー ドレンアウトラインからのエチレンガス漏洩事故		構造設計不良
苛性ソーダタンクでの漏洩に伴うタンク変形(破損)		構造設計不良 ・誤操作
LPG残液回収配管プロパン漏洩		構造設計不良 ・劣化・点検不良
原油タンク浮屋根油漏洩		工作不良
エチレンガス漏洩事故		外部荷重又は衝撃
配管補修における熱交換器フランジ部からの火災		その他 (シール管理)
軽油深度 脱硫装置レベル計からの漏洩事故	その他	
タンク付属配管からの油漏洩	運転管理 (ソフト面)	認知・確認のミス
危険物屋外タンク貯蔵所タンク内部火災事故		認知・確認のミス
塩素ガス漏洩		認知・確認のミス
冷却塔タービンポンプの潤滑油漏洩		認知・確認のミス
タンク水切り配管から重油漏洩		認知・確認のミス、 作業基準の不備
原料貯蔵用20号タンク内温上昇による危険物漏洩		作業基準の不備
棧橋上での軽油漏洩		作業基準の不備
仕上工場内ゴム成形機油圧配管フランジからの作動油漏洩		点検不良
プロダクトバルブからの作動油漏洩事故		補修不良

# 事故事例シート

- タンクの**使用開始時**に、水切り**配管**の弁の開閉の**確認を見誤った**ため重油が漏洩した事例

- キーワード
  - 認知・確認のミス
  - 配管系
  - 漏洩
  - 非定常操作時

災害・応急措置報告の情報を左記テンプレートに整理

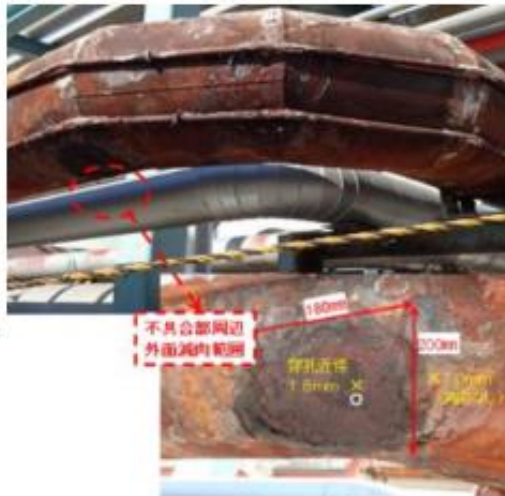
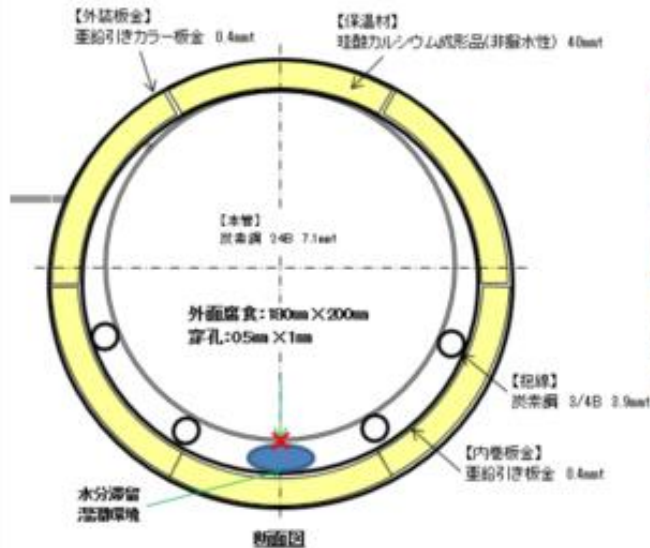
<b>整理番号</b> R1-233	<b>事故名称</b> タンク水切り配管から重油漏洩	
<b>発生日</b> R1.10.26 (2019.10.26)	<b>事業所の種類</b> 石油精製業	<b>事故の場所</b> 配管系(弁)
<b>事故の種類</b> 漏洩	<b>発生施設名</b> 屋外貯蔵所	<b>事故時の状況</b> その他:屋外タンク貯槽の使用再開時
<b>原因区分</b> 認知・確認のミス,作業基準の不備	<b>関係物質名</b> 重油	<b>人的被害</b> なし
<b>事故状況</b> 2013年～2019年8月まで休止していたタンクの使用再開に向け、当該タンクへA重油の張り込みを開始した。張り込み開始から1時間後の点検で、水切り配管からの油漏洩を覚知した。 現場点検の結果、水切り弁が2山程度開放されていることを確認した。弁の閉止とともに油漏洩は停止した。		
<b>事故原因</b> ・張り込み前の確認において、当該バルブの閉止状態を目視(スピンドルの長さ)で行ったことにより、完全閉止されていないことを見落としした。 ・張り込み前のチェックリストに水切り弁の閉止確認の項目はあったが、ハンドル回し等を使用して確実に閉止の確認をすることを明記されていなかった。		
<b>措置・対策</b> ・タンク元弁の閉止確認は、ハンドル回しを使用して行うことをチェックリストに記述し、周知した。		
<b>教訓</b> ・人による作業方法のバラツキがないように、弁開閉状況の確認等基本的な作業についての手順書作成及び教育が必要。		

## 事故状況

現場パトロール中に付近を通行し油漏洩を発見した。

## 事故原因

・スチーム抱線穿孔箇所より流出したスチームが凝縮し、保温の下巻板金内の隙間に滞留及び湿潤環境を形成し外面腐食を進行させた。



## 措置・対策

・当該配管システムを目視・聴診にて抱線に穿孔が無いことを確認した。  
・運転員によるパトロールで抱線穿孔箇所を早期発見、発見時は、速やかに抱線補修を行い、本管の外面腐食検査を実施する。

## 教訓

・定期パトロールにより、スチーム漏洩の兆候を早期発見する。  
・保温仕様に応じた検査手法を採用する。

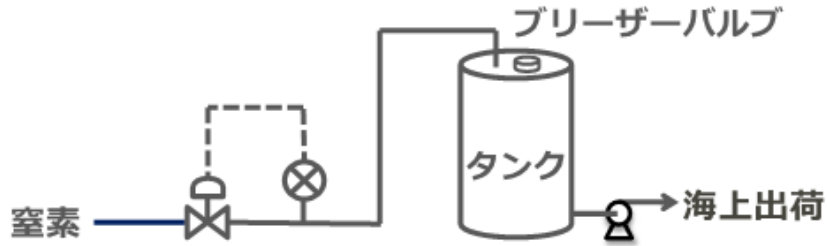
## タンク付属配管からの 重油漏洩

- ・ スチームの抱き線から流出したスチームが凝縮して配管の保温材下の外面腐食が発生した事例
- ・ キーワード
  - － 劣化
  - － 配管系
  - － 漏洩
  - － 定常運転時

掲載可能な写真や図やコメントを追記して紹介

## 事故状況

タンク内容物の海上出荷を開始した際にタンク圧力異常のアラームが発報、タンク内の窒素シールコントロールができていないと判断し、海上出荷を緊急停止した。出荷タンクを確認した所、タンク側板上部が負圧により変形していることが判明した。



変形したタンク

## 事故原因

- ・タンク圧力取り出し位置がタンク直近ではなく窒素供給ラインであったために、出荷流速(ポンプ吸引量)に対して窒素の供給が遅れてタンク圧力コントロールが出来ずにタンクが負圧になった。
- ・負圧では機能しないブリーザーバルブをタンクに設置した。  
(正圧/負圧両方で作動するブリーザーバルブをタンクに設置する計画であったが、変更管理を経ずに正圧でのみ機能するブリーザーバルブに仕様を変更した。)

## 措置・対策

- ・タンク圧力取り出し箇所をタンク直近に変更
- ・正圧/負圧で機能するブリーザーバルブに交換
- ・アラーム発報時の対応を教育、出荷初期流速を低減

## 教訓

- ・圧力コントロールシステムの取り出しは、圧力対象物そのもの若しくは直近とする。
- ・仕様を変更する際には変更管理を行う事を徹底する。

# 屋外タンク貯蔵所側板最上段変形事故

- ・ **常圧タンク**で、出荷時に負圧となりタンクが変形した事例
- ・ キーワード
  - － 塔槽類
  - － 構造設計不良
  - － 破損
  - － 定常運転時

## おわりに

**我々の活動が本日聴講くださった  
各事業所の一助となれば幸いです。**

**ご清聴ありがとうございました。**

**一般社団法人 神奈川県高圧ガス保安協会  
コンビナート部会**