

## 産業保安に関する行動計画の進捗状況

石油化学工業協会

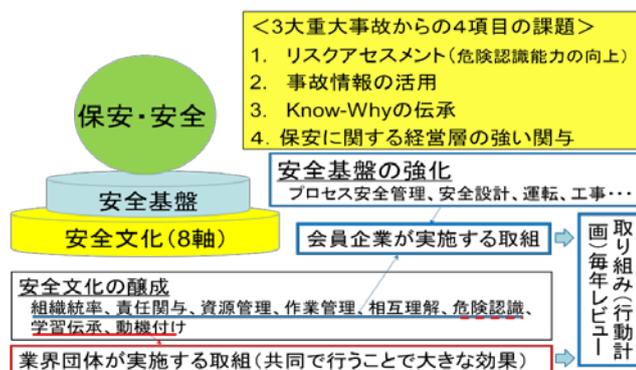
2019年3月15日

石油化学工業協会では、2011年～12年にかけて会員企業が起こした3件の重大事故（塩ビモノマープラント爆発火災、レゾルシンプラント爆発火災、アクリル酸タンク爆発火災）を踏まえて、2013年7月に業界団体としての「産業保安に関する行動計画」を定め、毎年、前年度の状況について確認を行い、見直しを図っている。

現在、2018年度の実績取りまとめ作業を行っている最中のため、本日は、例年通り、暫定版として2018年度実績（見込）及び2019年度計画（基本方針案）を御報告する。

なお、実績最終版及び2019年度計画は、当協会年度末の5月末に協会HPに公表予定。

## 1. 産業保安に関する行動計画の基本的な考え方



## 2. 「2018年度産業保安に関する行動計画」の実績（暫定）

## 1) 事故の発生状況

## (1) 保安事故

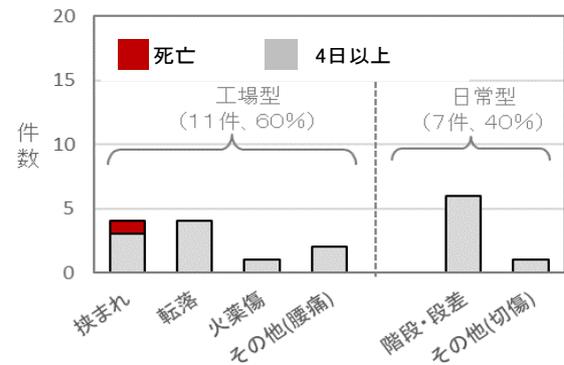
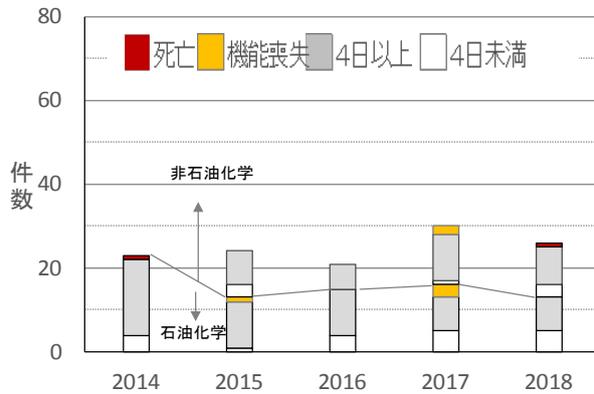


2018年度: 重大事故(18ポイント以上) 1件発生。(定修工事中設備火災。人的被害無し。)

その他比較的軽微(3ポイント未満)ではあるが件数は増加、背景を解析中。

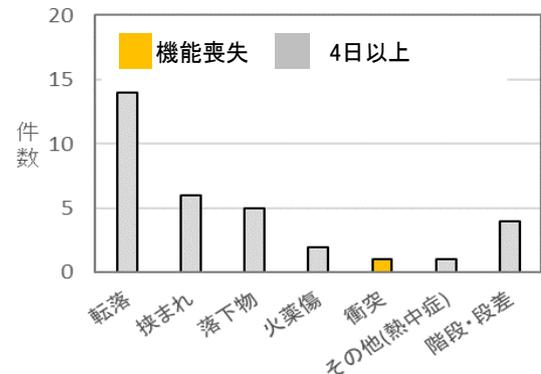
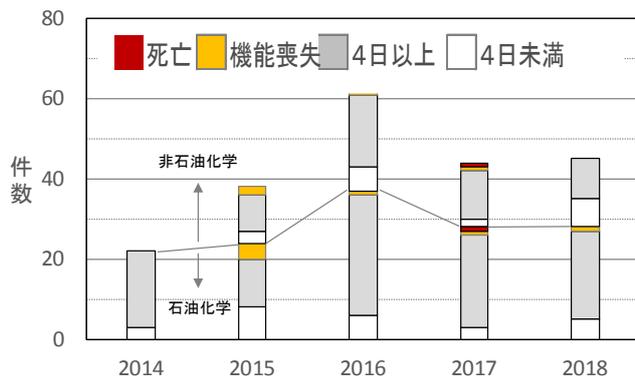
## (2) 労働災害

### ① 従業員



2018年度：・重大労災（死亡）1件発生（分類：挟まれ）。袋型原材料包材容器（フレキシブルコンテナバッグ）の荷積み作業中にバッグの下敷きになったもの。  
・重量物に挟まれる、転落等の工場型が6割を占めるが、階段で転ぶ等の日常でもしばしば起こる日常型も4割あり。

### ② 協力会社



2018年度：・機能喪失1件（分類：衝突）：脊椎損傷。工事中に頭部をぶつけたことに起因すると推測されるもの。  
・工場型が9割。内、7割が転落、挟まれで、殆どが工事作業中発生。

## 2) 会員企業が実施する取組のガイドライン

- (1) 経営者の産業保安に対するコミットメント ⇒ 定着化
- (2) 産業保安に関する目標設定：2018年度目標；重大事故ゼロ(保安事故+労働災害)  
⇒ 重大保安事故1件及び死亡災害1件発生のため未達
- (3) 産業保安のための施策の実施計画の策定
- (4) 目標の達成状況や施策の実施状況についての調査及び評価
- (5) 自主保安活動の促進に向けた取り組み

(3)、(4)、(5) は  
会員各社に実績を  
ヒアリング中

### 3) 業界団体が実施する取組み

「経営層の保安に対する強い関与」及び安全文化を構成する8軸のうちの「学習伝承」と「動機づけ」を中心に取り組んでいる。

#### (1) 経営層の保安に対する強い関与

- ①現場に最も近い経営層である事業所長の「保安に関する意見交換会」第7回会議を九州地区にて開催(2月)。過去最大数の8社が参加。
- ②会員会社経営トップの保安に関する「安全メッセージビデオ」更新検討  
当協会として2015年に初めて制作したビデオの見直し検討をWG新設して開始。

#### (2) 安全文化の醸成

##### ① 学習伝承：3つの共有化(事故情報、経験、保安への取組み)について活動

###### 「事故情報の共有化」

保安事故：

- ・会員会社報告の全事故について1件毎に「事故評価WG」にて解析、他社に伝えたい教訓等を明確にした上で、発生状況、原因、教訓等について共有化。
- ・上述の重大事故の定修工事中設備火災事故については、詳細な説明を協会内委員会にて行い、情報を共有化した。
- ・石油連盟との情報の相互共有化も継続中。

労働災害：

- ・比較的重篤度の高い休業4日以上の方災について1件毎に「労働災害WG」にて発生状況等を確認解析し、分かり易くする等の見直しを行ない共有化。
- ・上述の重大事故のフレコン荷積み作業中労働災害については、詳細な説明を協会内委員会にて行い、情報を共有化した。
- ・重量物等取扱いに関する注意喚起(背景:荷役作業重量物取扱いで重篤労働災害が発生)  
「荷役災害防止マニュアル(日本労働安全衛生コンサルタント会編)」の共有化。
- ・工事協力会社の安全管理への支援強化：WGを新設して情報交換から開始。

###### 「経験の共有化」

###### 「事事故事例巡回セミナー」

諸先輩が経験に基づく保安管理等の要点を語り現場管理者の気づきの場とする。  
第1回:9月@川崎地区で開催。第2回:2019年3月末@水島地区で開催予定。

###### 「保安の取組み共有化」

「保安推進会議」 第36回10月開催。参加約200名。

- ・会員会社5社による自社の保安向上への取組み(優良事例)に関する発表
- ・特別講演「安全文化への取組みの現状と今後の課題」

「保安研究会」(製造プロセスが類似するプラント毎の7つの研究会)

- ・技術(Know-why)伝承、設備信頼性向上、事故・トラブル・労働災害防止等の保安・安全に関する情報交換を実施中。(期末までの予定:延べ18回、約400名の参加)
- ・リスクアセスメントを行うための危険認識能力の向上を目的として、参考となる事事故事例を対象とした討論型演習も実施中。

「産業安全塾」(将来の安全を理解できる経営者・管理者や幅広い視野を持った安全専門家の育成)  
3団体共催(石化協・日化協・石連)で、官・学・産からの講師による「東京産業安全塾」を開催。3団体の主に安全担当課長や課長候補等の受講者29名参加。

本年度から塾長として三宅横国大教授に全般の御指導を頂き、講義(16コマ)は9月開講2019年3月で予定通り終了。

なお、鈴木岡山大名誉教授御指導・3団体支援の、四日市塾(四日市防災協主催)は6月開講10月に終了、岡山塾(水島防災協主催)は7月開講19年3月で終了。

## ② 動機付け

優秀な安全成績をおさめた保安功労者13名(13社)に対して保安表彰を実施。

## (3) 地震・津波の保安対応

- ① 地震に関する外部委員会への参画(高圧ガス設備の地震・津波対策)
- ② 「津波防災の日」関連行事として日化協、石連と共催の講演会を10月に開催した。

## (4) 産業保安に関するスマート化に向けた取組み

- ① 「プラントデータ活用促進会議」とその関連事業検討委員会へ参画。
- ② IoT、ビッグデータ等先進技術活用に関する公開型及び進化型勉強会を開催

## (5) 学会との連携推進

- ・安全工学会等の学会に積極的に参加。又、学会テーマ・講師選定の支援等実施。
- ・タイ国化学工学会関連:「タイ国プロセス保安センター(TPCS)」新設支援(先方からの要望のため当協会の取組みを紹介。(先方は高圧ガス保安協会、日化協、化学工学会も訪問)

## 3. 「2019年度 産業保安に関する行動目標」の基本方針(案)

産業保安に関する行動計画の基本的考え方及び2018年度の実績を踏まえ、特に以下の点に留意して2019年度の計画を立案する予定。

- (1) 経営層の保安に対する強い関与
- (2) 重大事故ゼロへの取り組み
  - ・重大事故の再発防止(3大事故の教訓の再確認等)
  - ・事故情報の共有化:重大事故ゼロの目標達成のために、会員各社にとって教訓とすべき内容を加えた事故情報の共有化(保安事故、労災ともに会員企業の全事業所分)
  - ・事故事例研究の継続(確かな教訓までを導き出せる人材育成含む)
  - ・工事協力会社の安全管理への支援の強化継続(労災低減対策も含め)
- (3) スマート保安・新たな技術への取り組み
- (4) トップダウンとボトムアップを組み合わせた活動  
(トップダウン) 保安に関する経営層の強い関与 (ボトムアップ) 学習伝承、動機付け
- (5) その他
  - ・産業安全塾の充実継続
  - ・地震津波のみならず昨今多発する自然災害全般による産業事故の発生防止関連

以上



# 産業保安に関する自主行動計画について

2019年3月15日

石油連盟 環境安全委員長  
五十嵐 仁一



## 1. 事故発生状況（2018暦年・暫定）

### (1) 石災法異常現象 . . . . 87件（前年比 18件増）

石災法異常現象87件中、評価終了は60件。その内、事故強度基準により点数の付いた事故は26件。

### (2) 重大事故 . . . . . 0件（前年比 1件減）

#### ※重大事故

“石災法異常現象のうち、「CCPS評価法に基づく事故強度基準」の4評価項目合計が18ポイント以上または死者1名以上の事故”としている。

# 事故強度基準(CCPS法による)



	人的被害	火災・爆発による被害	漏洩量	地域社会・環境への影響	
					(参考) 報道
1 (27ポイント)	①事業所内で複数の死亡事故 ②事業所外で1名以上の死亡事故	直接被害額 10億円以上	Tier1しきい 値の20倍以 上	2.5億円を超える環境対応が必要な事故	
2 (9ポイント)	①事業所内で1名の死亡事故 ②事業所内で複数が休業災害となる事故 ③事業所外で1名以上が入院を必要とする事故	直接被害額1 億円以上10 億円未満	Tier1しきい 値の9倍以上 20倍未満	①地域単位で自宅・公民館等への避難が必要な事故 ②1億円～2.5億円の環境対応が必要な事故 ③行政によるプロセスの調査や監視が行われる事故	全国紙での数日の報道がなされる事故
3 (3ポイント)	①事業所内で1名が休業災害となる事故 ②事業所外で入院を必要としない医者による治療または応急措置が必要な事故	直接被害額 10百万円以 上1億円未満	Tier1しきい 値の3倍以上 9倍未満	①予備的に工場周辺の住民等に対して自宅内(窓閉止)への避難または公民館等への避難を要請する事故 ②事業所外で環境対応(1億円未満)が必要であるが、行政によるプロセスの調査や監視は不要な事故	①地方紙での数日の報道がなされる事故 ②全国紙での報道がなされる事故
4 (1ポイント)	事業所内で入院を必要としない医者による治療または応急措置が必要な事故	直接被害額 2.5百万円以 上10百万円 未満	Tier1しきい 値の1倍以上 3倍未満	海上への微小漏洩等、環境影響に対して短期的な改善対応は要するが、長期的な会社の監視や対応は不要な事故 等	地方紙で簡単な紹介報道がなされる事故
5 (0.3ポイント)	—	直接被害額 25万円以上	Tier2しきい 値以上	—	—

※ Tier1,2の漏洩量しきい値と適用物質例

適用物質例	Tier1しきい値	Tier2しきい値
水素、LPG	500kg	50kg
原油、ガソリン、ナフサ	1000kg	100kg
灯油、軽油	2000kg	100kg
A・C重油、アスファルト等(引火点以上)	2000kg	100kg
A・C重油、アスファルト等(引火点未満)	—	1000kg



## 2. 石連として取り組んだ主な活動（2018年度）

### (1) リスクベースドアプローチ※の推進

- 規制に関する要望（規制緩和要望内容の整理等）

※リスクベースドアプローチ：

リスクの大きさによって必要な対応をよりリスクの大きい個所に集中させるという概念

### (2) 各社が実施する教育訓練の支援

- 安全管理活動連絡会（2回）開催
- 各種団体の行う講習会・講演会等の後援・協賛等
- 産業安全塾の運営（石化協・日化協・石連の3者にて）

### (3) 事故の原因や教訓等の共有

- 事故事例の水平展開の実施
  - CCPS評価法による事故強度の評価（2016年2月より）
  - 事故の直接原因・寄与原因、根本原因、教訓・対策を記載し、業界内で共有
- 事故情報説明会（2回）開催

### (4) 情報と先例の利活用

<Connected Industries 保安分野>

- プラントデータ活用促進会議への参加
- 実証事業の自走化等に関する意見交換



### 1. 基本的な考え方(2015年度～)

#### 業界としての目標： 重大事故ゼロ

- ① 安全は企業活動を行う上での社会的責任
  - 自主保安の考えのもと、自己の責任において保安活動を推進する。
  - 科学的アプローチ及びリスクベースドアプローチの考え方に基づく継続的、且つ実効性のある施策を実行する。
- ② 経営層の強い安全リーダーシップ
  - 安全に対する決意と責任を明確にし、現場第一線へ確実に伝達する。
  - 高圧ガス認定制度が要求しているシステムティックな仕組みを確実に実践する。
- ③ 事故の原因分析と対策の確実な実施  
※最新2018年暦年の事故事例を含め取り組む
- ④ リスクアセスメントの確実な実施
  - リスクに応じて適切に経営資源を投入し、安全の効果的な改善を継続的に行う。



### 2. 石連として取り組む活動

- (1) リスクベースドアプローチの推進
  - 規制／制度への要望・協力
- (2) 各社が実施する教育訓練の支援
  - 各社の安全管理活動の情報交換（安全管理活動連絡会）
  - 各種団体等を行う講習会・講演会等の後援・協賛・案内等
  - 産業安全塾運営
- (3) 事故の原因や教訓等の共有
  - 事件事例（原因、教訓等）の水平展開
  - CCPS評価法による事故強度の評価、事故発生原因を記述
  - 事故情報説明会（発災会社から説明）
- (4) 情報と先例の利活用の検討（IoT、ビッグデータ解析等）  
＜Connected Industries 保安分野＞



### 3. 各社が取り組む主な活動

- (1) 経営者の産業保安に対するコミットメント  
(経営層の強いリーダーシップ)
- (2) 産業保安に関する具体的な目標設定
- (3) 産業保安のための施策の実施計画の策定
  - 腐食対策等の設備管理（漏洩防止の徹底）
  - ヒューマンエラーの防止
  - リスクアセスメントの取り組み
  - 手順書・マニュアル類の整備
  - 教育訓練
- (4) 目標の達成状況や施策の実施状況についての調査および評価
- (5) 自主保安活動の促進に向けた取り組み  
(全社的な安全・法令遵守の再徹底)

2019年3月8日

一般社団法人 日本化学工業協会

## 「石油コンビナート等における災害防止対策の推進について（要請）」を受けた 2018年度日化協の活動実績報告について

平成26年5月16日付にて、総務省消防庁次長、厚生労働省労働基準局長、経済産業省大臣官房商務流通保安審議官の連名で、一般社団法人日本化学工業協会（以下当協会）会長向けに、「石油コンビナート等における災害防止に向けた取組みを進めること」の要請が出された。

かかる要請は、当協会の他、関連業界団体8団体<\*1>に出された。

こうした中、2018年3月から1年間の各業界団体の活動状況を3省連絡会へ報告する旨の要請を受け、今般、当協会としての本年度の活動状況を取りまとめた。

<\*1> 8団体：石油化学工業協会、石油連盟、一般社団法人日本ガス協会、  
電気事業連合会、日本LPガス協会、一般社団法人日本鉄鋼連盟、  
一般社団法人新金属協会、日本タンクターミナル協会

目次：

1. 取組みの基本方針
2. 具体的実施事項
  - 1) 事故情報（教訓）・安全対策の共有（業界間の積極的な連携も図る。）
  - 2) 教育訓練の支援
  - 3) 安全意識向上に向けた取組み
3. 今後の取組み

参考資料

- \* 設備災害発生状況

## 1. 取組みの基本方針

当協会は、会長が示す2018年度の3つの重点方針「操業および製品にかかわる安全の強化」、「新たな価値の創造と持続可能な社会の構築への貢献」、「社会とのコミュニケーション強化」に沿って活動を展開してきた。この第1番目の「安全の強化」については化学産業の最重要課題であり、「保安事故防止」と「労働災害防止」を最重要テーマとして、これまで以上に取組みを積極的に展開している。本要請にかかわる安全に関わる事業は、「環境・健康・安全に関する日本化学工業協会基本方針」に基づき、経営層が強いリーダーシップを発揮して進めている。経営層が参画する理事会のもと、環境安全委員会とその下部組織の保安防災部会が、安全活動を推進している。

特にプラントの保安防災に対しては、「保安事故防止ガイドライン」（初版<\*2>、普及版<\*2>、増版-1<\*3>（以下本ガイドライン））と保安防災・労働安全衛生活動ベストプラクティス集を、これまでは会員企業・団体に展開してきており、さらに、会員企業・団体以外の化学企業・団体に対しても積極的に展開するよう努めるとともに、「保安事故防止」、「労働災害防止」は業種を越えた共通の課題であることから、他業種への展開や他団体と連携し積極的な活動を実施した。近年発生している事故の重要な要因の一つにあげられている技術伝承・人材育成の問題に関しても、本ガイドライン及び教材用としての本ガイドライン普及版、教育用DVDの積極的活用を図っている。

また、プラントのスマート保安や、高圧ガスおよび危険物に関わる保安防災を進める行政および関係団体等の取り組みに、積極的に参加している。

<\*2> 塩ビプラント、レゾルシンプラント、アクリル酸プラント事故に対応したガイドライン

<\*3> 多結晶シリコンプラント事故に対応したガイドライン

## 2. 具体的実施事項

### 1) 事故情報（教訓）・安全対策の共有（業界間の積極的な連携も図る。）

#### イ) 経営トップの意識向上と会員への情報共有化

○理事会（1回／3ヶ月）で経営トップの安全意識の向上に努めるとともに、保安防災部会（1回／2ヶ月）等で、事故等の情報共有・意見交流等を実施した。

ロ) 火災・事故・漏洩等の事故防止の一層の強化及び安全管理の向上に向け、会員の自主保安対策上の取組みへの積極的支援及び現場保安力のさらなる理解度向上への対応。

○本ガイドラインや、DVD第1巻から第4巻の活用を努めた。

○新金属協会安全委員会や学会等と、本ガイドライン、及び保安防災・労働安全衛生活動ベストプラクティス集を活用した説明や意見交換を、継続実施した。

○岡山、山口東を初めとして、本年は全国7地区で地域対話（参加者：地域住民、行政、現地の会員企業、現地の非会員企業）を開催し、企業からの保安安全活動

- や防災体制等を紹介することで、安全意識の向上や地域住民との一体感を図った。
- 2017年3月より始まった製造業安全対策官民協議会へ本年も参画し、全国産業安全衛生大会特別セッション、サブWG等各種活動への対応を実施した。
  - 「プラントデータ活用促進会議」およびスマート保安に関わる検討会・調査事業に対して、また、高圧ガス保安協会、全国危険物安全協会による検討会・調査事業に対して参画と協力を行い、会員への情報共有を行った。
- ハ) 各会員企業・団体に対し、本要請の事業者が取組むべき下記事項(\*)の支援
- 当協会の「保安防災部会」の中で、各会員の取組み事例等の紹介を通し、情報の共有化を図った。

\*) 事業者が取組むべき事項

(i) 自主保安向上に向けた安全確保体制の整備と実施

- 経営トップによる保安への強いコミットメント
- 現場の声も踏まえた適切な経営資源の投入
- 現場での適切な安全管理の枠組み整備と実施
- 運転部門、保全部門、設計部門等各部門間の適切なコミュニケーション・連携強化による適切な運転・保全の実施
- 協力会社も含めた適切な安全管理の実施
- 安全文化の醸成

(ii) リスクアセスメントの徹底

(iii) 人材育成の徹底

(iv) 社内外の知見の活用

- 社内外の事故情報の収集・活用
- 第三者機関（民間企業、業界団体等）による評価・認定制度等の活用

2) 教育訓練の支援

イ) 「教育資料作成検討会」の活動展開

- 当検討会で作成した人材育成教育資料（本ガイドライン、日本語版／英語版DVD）を活用し、生産現場リーダー研修や人材育成講座、セミナー等の機会を利用し、普及・浸透活動を本年も実施した。
- 公益社団法人・山陽技術振興会や公益財団法人・千葉県産業振興センターが実施している人材育成講座に、講師の派遣、教育資料の提供等、教育支援を継続的に実施した。

3) 安全意識向上に向けた取組み

イ) 保安・安全活動へのモチベーション向上

- 無災害事業所申告制度の推進や、安全成績と安全活動の優秀事業場の安全表彰（会長表彰）を、2018年も実施した。その内容について「安全シンポジウム」を開催し、保安事故防止に関わる情報の発信・共有化も継続実施した。

○2018年も、東京と大阪で開催したレスポンシブル・ケア（RC）活動報告会にて、安全意識の向上に向けて、外部専門講師による安全に関する講演会を実施した。

ロ) 安全担う人材の育成

○石油・化学産業における安全教育を推進し、人材の育成を図るために、石油化学工業協会、石油連盟と連携し、2014年度より新たに開講した「産業安全塾」講座を2018年度も継続し、会員各社の保安力向上を図った。

3. 今後の取進め

2019年度は、

- 1) 個社のニーズも踏まえ、本ガイドライン（初版、普及版、増版-1）、DVD（第1巻から第4巻）を活用しながら、会員企業の爆発・火災事故に関連した協会内へ教訓の展開や、リスクアセスメントの実効性向上のための施策等の継続検討
- 2) 安全教育や人材育成活動に関する取進め
- 3) 会員の自主保安向上の支援

等に重点を置き、より一層の「安全確保の取り組み」を推進していく予定である。

以上

## 参考資料

当協会会員における最近の8年間の設備災害発生状況を、以下の表に示す。  
災害発生件数の推移は横這いであり、ちなみに2017年度の設備災害発生件数（76件）は、2016年度に比べ1件減少、会員1社当たりの設備災害発生件数（1.01件/社）も2016年度に比べほぼ同じレベルであった。

### 設備災害発生状況(爆発・火災・漏洩等)

年度	データ 提出社数 (社)	漏洩件数 (件)	爆発・火災 件数 (件)	1社当たりの 発生件数 (件)
2009	86	38	33	0.83
2010	84	47	47	1.12
2011	76	42	40	1.08
2012	83	49	38	1.05
2013	83	63	36	1.18
2014	83	52	38	1.08
2015	83	55	33	1.06
2016	77	50	27	1.00
2017	76	50	26	1.01

データは、日化協会会員へのアンケート調査からの情報であり、年度末に集めている。

## 「石油コンビナート等における災害防止に向けた取組」の実施状況報告

## 1. はじめに

2014年12月に「石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議」へ提出した「石油コンビナート等における災害防止に向けた取組」（以下、本取組）に関し、2018年（1月～12月）のガス事故の発生状況及び当協会が実施した内容を報告する。

## 2. ガス事業における保安

ガス事業法は事業規制と保安規制から構成されており、保安規制については、ガス事業者の自主的な保安をガス工作物の保安確保のベースとして、以下の責務をガス事業者に課している。

## ・ガス工作物技術基準適合及び維持義務

（法第21条第1項、第61条第1項（第84条第1項における準用の場合も含む）及び第96条第1項）

## ・ガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安確保のための保安規程策定、届出及び遵守義務

（法第24条、第64条（第84条第1項における準用の場合も含む）及び第97条）

## ・ガス主任技術者の選任と保安監督義務

（法第25条第1項、第65条第1項（第84条第1項における準用の場合も含む）及び第98条第1項）

ガス工作物技術基準については、2000年に性能規定化されており、必要な性能のみを技術基準（省令）で定め、当該性能を実現させるために必要となる詳細な規定（材料の規格、数値、計算式等、具体的な手段及び方法）は、国から「解釈例」として一例が示されているもののこれに限定されるものではなく、ガス事業者の自主的な判断にゆだねるものとされている。そのため、ガス事業者の自主的な判断を支援するものとして、当協会においてガス工作物等技術基準調査委員会（有識者、経済産業省、事業者委員で構成）を発足させ、各種技術指針及び要領等を策定し、定期的に改訂を行うとともに、自主保安向上に向けた各種の活動（事故情報、安全対策の共有、教育訓練支援及び安全意識向上に向けた取組等）を行っている。

このような事業環境の下、ガス業界における災害防止のため、当協会では各種技術指針及び要領等の策定をはじめとする各種活動を2011年10月に策定した「保安向上計画2020」において具体化し推進することで、ガス事業者の自主保安を支援しているところである。

## 3. ガス事故の状況

2018年1月～12月までにガス事業法ガス関係報告規則第4条に基づき報告を行ったガス事故の総件数は363件であった。ただし、本取組の対象となる石油コンビナート等に関連する製造段階のガス事故については2013年以降発生していない。（別紙1参照）

#### 4. 実施状況

##### ①事故情報（教訓）等の共有

###### ・「事故事例研究情報」の発行

事故を教訓とする再発防止策の水平展開を図ることを目的に、ガス事業法ガス関係報告規則第4条に基づき各事業者が経済産業省へ報告を行ったガス事故を事例集としてまとめ、1988年から発行している。また年単位で事故の状況を整理し取りまとめた「事故事例研究情報」を年1回発行している。

2018年は、半期ごとに事故事例をとりまとめ、事故事例集として発行した。また「事故事例研究情報」（第137号）を6月に発行し、事業者が保安レベルの維持及び向上に向けた取組を強化し、継続的に事故防止に取り組むことが大切であることを啓蒙した。

###### ・技術指針及び要領等の改訂

これまで当協会では、ガス工作物の保安を確保し、事業者による自主保安を推進するため、ガス工作物等技術基準調査委員会を発足させ、各種の技術指針及び要領等の自主基準を策定している。さらに、「保安向上計画2020」の取組を進めるため、地震津波対策や設備の高経年対策も考慮し最新の知見及び技術を取り入れながら改訂作業を進めている。

2018年は「LNG地上式貯槽指針」、「LNG地下式貯槽指針」及び「容器・配管の腐食割れに関する検査・評価・補修指針」の改訂作業を実施した。

##### ②教育訓練の支援

###### ・「都市ガス工業概要（製造編）」の改訂

事業者における人材育成の支援等を目的とし、ガス事業の基本的事項を総合的にまとめた「都市ガス工業概要」を1981年から発行している。

2018年は“製造編”の改訂を行い、製造所の保安に関する最新の知見の盛り込みや、ガス主任技術者が保安の監督をする際に必要となる知識等の記載を充実させた。

##### ③安全意識向上に向けた取組

###### ・「保安推進プランナー制度」の運用及び「保安推進プランナー会議」の開催

保安推進プランナーに経営的視点を有するキーマンを選任し、ガス事業者や業界全体の保安レベルの向上を図っている。「保安推進プランナー制度」は1993年から運用を始めており、各事業者で選任されている。保安推進プランナーを支援するために、地方部会単位で各事業者の保安推進プランナーが集まる会議を年1回開催している。当協会から保安に関する最近の動向を紹介するとともに、保安推進プランナー同士が保安施策や保安人材育成等について意見交換を実施している。

2018年は7月～8月にかけて各地方部会合計で全9回開催した。

## 5. 今後の取組について

本取組に記載した活動は当協会が推進中の「保安向上計画 2020」に沿ったものであり、引続き「保安向上計画 2020」を推進していくことで、石油コンビナート等における災害防止の取組を深化させていく。2019 年に実施する内容は以下の通りである。

### ①事故情報（教訓）等の共有

継続的に業界内の事故情報や保安向上への取組を収集するとともに当該情報を業界内で共有し活用の推進を図る。また、保安及び防災に係る最新の技術や規制動向を参考に、技術指針及び要領等の策定や改訂を実施していく。

2019 年においては「事故事例研究情報」を発行する。また、「LNG 地上式貯槽指針」、「LNG 地下式貯槽指針」及び「容器・配管の腐食割れに関する検査・評価・補修指針」並びに「ガス工作物技術基準・同解釈例の解説」改訂版の発行を予定しており、発行の際は、地方部会単位での説明会において事業者へ改訂内容を周知する。

### ②教育及び訓練の支援

活用可能な情報の提供や、事業者が自ら実施する教育及び訓練への支援を今後も継続的に行う。研修機関等が提供する教育及び訓練プログラムへの参加を推奨するほか、他業界等の情報も活用した教育及び訓練の支援を実施していく。

2019 年においては、各事業者の製造部門担当者を対象とした「技術講習会」（隔年開催）を開催し、保安及び防災に係る最新の規制動向等の情報を周知・共有する。

### ③安全意識向上に向けた取組

保安推進プランナーを軸とした事業者の自主保安活動の活性化を継続的に支援する。また、事故事例情報や保安人材育成等のテキスト紹介等地道な保安対策の啓蒙活動や、保安対策の好事例の紹介等支援情報の発信を継続的に実施していく。

2019年においても「保安推進プランナー会議」を開催し、保安向上の重要性を啓蒙する。

以上

<添付資料>

**別紙 1** ガス事故の発生状況

ガス事故の発生状況

消費、供給及び製造段階別事故報告件数と死亡者数の状況について報告する。

2018年1月～12月までにガス事業法ガス関係報告規則第4条に基づき報告を行ったガス事故の総件数は363件であった。ただし、本取組の対象となる石油コンビナート等に関連する製造段階のガス事故については2013年以降発生していない。

表1 消費、供給及び製造段階別事故報告件数と死亡者数

	事故報告件数(件)						死亡者数(人)					
	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	増減 (2018-2017)	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	増減 (2018-2017)
消費段階 計	429	260	218	176	154	▲22	1	1	0	0	0	±0
排ガス中毒	9	5	2	3	7	4	1	1				
爆発	7	2	3	1	1	±0						
着火	409	253	212	172	146	▲26						
その他	4	0	1	0	0	±0						
供給段階 計	204	236	213	212	209	▲3	0	0	0	0	0	±0
自社工事・作業	15	11	10	7	12	5						
他工事	80	108	90	91	78	▲13						
ガス工作物不備	64	49	43	44	53	9						
その他	45	68	70	70	66	▲4						
製造段階 計	0	0	0	0	0	±0	0	0	0	0	0	±0
ガス工作物不備の 誤操作												
ガス工作物不備												
自然現象												
総計	633	496	431	388	363	▲25	1	1	0	0	0	±0

2019 年 3 月  
電気事業連合会

## 石油コンビナート等における災害防止に向けた行動計画の実施状況フォローアップ（2018 年）

### 1 はじめに

- 石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議からの要請を踏まえ、2014 年 12 月、火力発電設備における事故防止に向けた行動計画（以下「行動計画」）を策定。
- 今回、行動計画を踏まえて電力各社等が進めてきた 2018 年の取組みを以下の通り集約。

### 2 電力各社が実施した取組み

#### ① 経営のトップによる安全へのコミットメントと経営資源の投入

- ・ 経営トップが安全・事故防止に対する強い意識を持ち、「安全は全てに優先する」との方針を経営計画や CSR 行動憲章に織り込みかつホームページに掲載するなど社内外に積極的に発信し、社内の各階層に安全意識の高揚と取組みの徹底を促すとともに、社外ステークホルダーとの相互理解に活用した。
- ・ 本社・支店の設備予算担当者が発電所に出向いたり、定期的に TV 会議を開催する等、現場と本社がやり取りを密にし、5～10 年先といった中長期先を見据え、高経年化対策や地震・津波対策等、安全対策予算を確保し工事を実施した。また、人的資源の面についても、発電所等に選任・配置された危険物保安監督者や安全品質管理責任者らを中心に、各人の役割分担を定める社内ルールを適宜更新する等、安全を管理しやすい環境の整備に努めた。

#### ② 安全確保に向けた枠組みの整備

- ・ 公衆および作業員の安全、環境保全、電力の安定供給の確保を大前提とした事業計画を策定するとともに、保安規程やマニュアル等に基づき、各設備の日常点検や修繕工事等、保安管理を適切に実施した。
- ・ 安全に関する活動計画として、本社・支店が示す重点項目に基づき発電所が具体的な取組み計画を自律的に策定し、実施状況については定期的に開催する安全関連会議や社内監査等で評価、更にその結果を次期計画に反映する等、安全確保に関する PDCA サイクルを着実に運用した。

#### ③ リスクアセスメントの徹底

- ・ 設備の新設・更新時を中心に、メーカーと連携して各設備の異常時に想定される危険性を抽出し、異常時でも設備が安全状態に向かう思想（フェールセーフ）の織り込みや、重要な危険性に対し設備が自動的に停止するシステムの整備等、設計段階からのリスクアセスメントを徹底すると共に、設備の定期点検時等には安全停止装置の動作確認を行い、機能維持を確認した。
- ・ 大型工事や危険物を取り扱う作業、稀頻度の工事等を中心に、計画段階では作業毎のリスク・有害性の抽出・評価や類似工事でのトラブル事例の調査、作業前には請負者との打合せを通じたリスクの再確認と共有、更に作業中には役職者も含めた現場パトロールを行う等、各工事プロセスにおいてリスクアセスメントを実施した。

- ・ 運転面においても、運転シミュレータを活用した事故処置訓練、危険物や劇物（硫酸・塩酸）等の漏えい・火災を想定した耐火服等の保護具装着訓練、休日・夜間の少人数体制を想定した訓練等、稀頻度事故・重大事故を想定したリスクアセスメントを実施した。

#### ④ 事故時の安全確保・早期復旧に向けた取組み

- ・ 人身安全の確保、早期復旧を目的に、事故・災害発生時の操作手順、避難ルートや避難場所等、適切な対応を定めるマニュアルを整備した。また、これらマニュアルは、他社を含む事故実績や、各種訓練後の妥当性評価、組織や法の改正等を踏まえ、必要に応じ適宜更新した。さらに、マニュアルを活用した教育・訓練を繰り返し実施し、応急対応能力の向上や、マニュアルの背景にある原理原則・設計思想といった know-why 等の習得に努めた。
- ・ 石炭コンベヤ火災等、過去の事故でも長期発電停止を要した事故への備えとして、他社事例も教訓としつつ、延焼防止に向けた散水設備の設置等の対策を進めた。また、サイロでの石炭発熱の早期発見に向け温度管理値を設定する等、異常兆候の判断基準を整備した。
- ・ 首都直下型地震や南海トラフ巨大地震等への更なる備えとして、東日本大震災の実績等も参考に、想定される被害や設備実態等に応じ、早期復旧に必要な防災資機材の調達先との事前調整や発電所間の予備品融通に向けたリストの整備、マニュアルへの反映などの取組みを進めた。

#### ⑤ 計画的な保安教育・訓練等を通じた人材育成

- ・ 技術力の向上・継承を目的に、若年者・中堅社員を中心に、運転シミュレータによる事故処置訓練や消防火装置の取扱訓練、危険物取扱い教育等、従業員への保安教育・訓練の実施計画を策定し運用した。
- ・ 熟練者と若年者を適切に組み合わせ、熟練度に偏りのない人員配置を行った上で、熟練者による現場でのパトロールや設備操作時に若年者を同行させ、注意ポイントを積極的にアドバイスする等の OJT を実施したほか、熟練社員の経験を伝える講演会を開催する等、熟練者の安全に係る経験・技能の伝承に努めた。
- ・ 人事異動に伴う転入者研修や、若年者・事務系所員向けの研修、監督的立場にある従業員への研修等、メーカーを含む社内外の講師を活用し、対象者の知識や経験年数、担当業務等に応じた多様な研修を実施した。また、消防庁主催「自衛防災組織等の教育・研修のあり方検討会」を通じて作成された自衛防災組織等の防災要員向け標準教育テキストを活用した保安防災教育等を実施した。
- ・ 社内訓練のほか、所轄消防や近隣企業等の関連機関と共同で大規模地震に伴う油タンク火災や漏えい等の重大事故を想定した総合防災訓練を実施。特に、自衛防災組織から公設消防への引継ぎ等、初動からの適切な連携を確認した。

#### ⑥ 協力会社と連携した安全管理

- ・ 近年の火災のうち、人的要因を原因としたものが多くを占めることを踏まえ、工事の計画段階で請負者に対し、火気作業時には周辺の可燃物の事前撤去を徹底する等、安全上の留意点を伝えると共に、これを受けて請負者が実施する安全対策を確認する等、協力会社との災害防止に向けた連携力向上を通じて安全管理に努めた。
- ・ 協力会社も含めた総合防災訓練を実施し、事故時の情報収集や設備復旧に係る役割分担を

相互確認したり、技術力向上を目的とした共同での勉強会を定期的を開催する等、安全や作業品質の確保に向けた日常的な双方向コミュニケーションを通じ、組織の垣根を越えた安全文化・マイプラント意識の醸成に努めた。

#### ⑦ 設備の経年劣化等への対応

- ・ 設備の劣化状況等を踏まえ、適切な周期・範囲での点検・補修に努めると共に、これら点検の運用はトラブル実績を踏まえて適宜見直しを行う等、経年劣化に伴う事故の防止に努めた。
- ・ 設備の巡視点検においては、他社の事故事例も念頭に実施したほか、運転員以外の他グループ員・管理職・協力会社等と連携し、異なる視点からの現場パトロールを定期的実施し、特に電力需給が逼迫する時期はその体制を強化する等、異常兆候の早期発見に努めた。
- ・ 運転員が発見した設備不具合箇所については、作業の優先度別に分類し、社内システムを通じ保守員に確実にフィードバックしたり、補修作業前には保守員と運転員が事前準備状況や補修内容を確認し合う等、組織間の連携を円滑にし、適切な運転・保身に努めた。
- ・ 石炭搬送コンベヤ火災等、過去の事故で長期発電停止を要した事故への備えとして、コンベヤ用温度センサーの設置等の対策を進めると共に、これら各種設備に設置しているセンサーにより、温度・圧力・CO濃度等の運転データを遠隔から常時監視し、重大事故につながる異常兆候の早期検知に努めた。また、タービン等の主要機器については、センサーを通じプラント管理用計算機に蓄積された運転データを定期的に傾向分析する等、異常兆候の早期検知に努めた。
- ・ 遠隔監視が可能な設備が比較的少ない高経年発電所などにおいては、過去の事故実績も踏まえ、五感を駆使した現場パトロールを行うと共に、回転機器の振動測定や、ポータブル温度計による石炭搬送コンベヤの温度測定等を通じ、運転データの入念な傾向管理による火災事故等の未然防止に向けた監視強化を実施した。
- ・ 防災施設の耐災害性確保に向け、設備実態等を踏まえた上で、消火用配管・ポンプ等の機能を確認するための定期的な性能試験を実施したり、防油堤等の防災施設が損傷した場合の応急対策に必要な資機材（土のう、防油シート等）を配備の上、この健全性を定期的に確認する等の取組みを行った。

#### ⑧ 社内外の事故情報の収集・活用

- ・ 事故が発生した場合には、フォルトツリー図の活用等を通じ事故原因を究明すると共に、データベース等を通じ社内各所に情報を共有し、類似箇所への対策を実施した。
- ・ 他社の事故についても積極的に情報を収集し、社内での再発防止対策の要否を検討したり、勉強会の題材に採用する等、事故事例を教訓として最大限活用した。

#### ⑨ 安全意識の高揚・維持

- ・ 異常の早期発見等、社内外を問わず安全確保に貢献した者を表彰したり、ヒューマンエラー防止などに関する保安強化月間を定め、安全教育の実施や安全標語を募集する等、保安業務に就く従業者のモチベーションや安全意識の高揚・維持に努めた。
- ・ 経営層が発電所を定期的に訪問する等のコミュニケーション活動を通じ、「安全最優先」とのメッセージを現場に直接伝えると共に、現場からの意見も吸い上げることにより、経営・

現場間の意思疎通の円滑化を図った。

#### ⑩ 第三者からの視点の活用

- ・ 発生した事故は必要に応じ、関係機関やメーカー等、外部とも連携の上、原因分析や対策検討を実施した。
- ・ 消防署等の関係機関と共同で、総合防災訓練を定期的実施すると共に、得られた提言はその後の訓練に反映した。

### 3 電気事業連合会が実施した取組み

#### ① 事故情報・再発防止対策の共有

- ・ 危険物等事故防止対策情報連絡会等、国が主催する会議体への参加等を通じ、2017年より新たに導入された危険物事故の深刻度評価指標などの規制動向等を情報収集し、電力各社が集う各種会議において共有した。
- ・ 火力発電設備で発生した事故については、電力各社に対しメールにて速報すると共に、電力各社が集う会議の場でも、火力発電設備での全国大の事故概況（件数等）を共有した。
- ・ 更に、2018年の5月と12月、事故情報の共有を目的とした各社部長級向けの会議「火力発電設備情報共有委員会」（年2回定期開催）を開催し、重要度の高い事故について、原因や対策等、詳細な情報を共有した。

#### ② 事故防止や災害復旧に向けた国との連携

- ・ 2018年4月、消防庁主催「自衛防災組織等の教育・研修のあり方検討会」を通じて作成された自衛防災組織等の防災要員向け標準教育テキストを電力各社の防災教育等で活用頂くよう、電力各社に要請した。

### 4 近年の火力発電設備における事故実績

- 近年の火力発電設備における事故（消防に通報し、かつ再発防止対策を求められた危険物等による事象）は、毎年20～30件程度発生している。過去5年間の事故（計97件）の原因としては、危険物等の漏えいが6割強、火災が3割強を占めている。
- このうち、人身事故や、近隣の事業所・民家等への波及事故といった重大事故は発生していない。

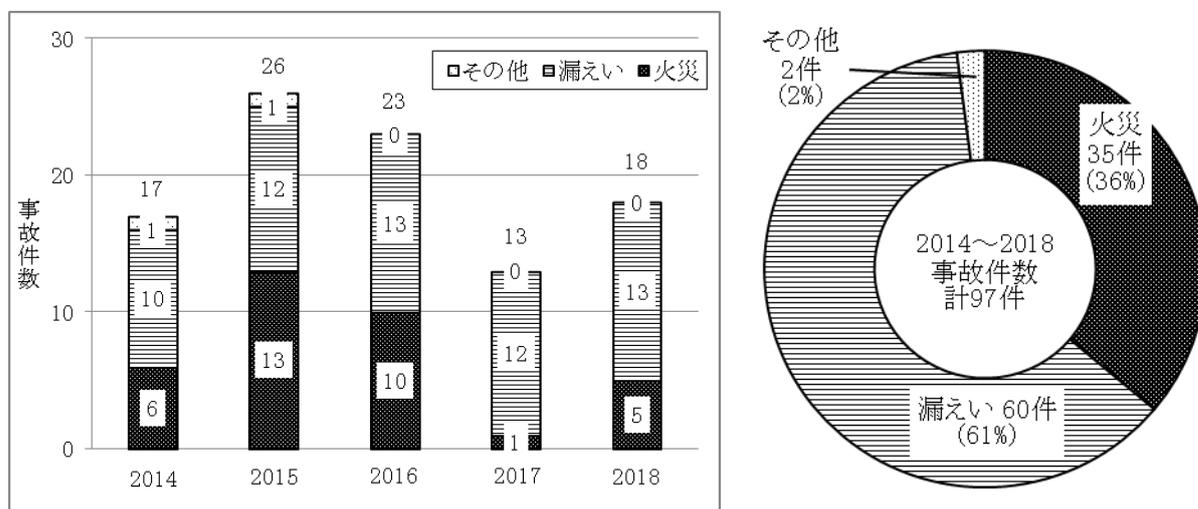


図 近年の事故内訳

## 5 今後の取組み

- 今後も事故の動向を注視しつつ、引き続き行動計画に基づき事故防止に向けた取組みを着実に実施するとともに、その取組み状況は定期的にフォローアップを実施予定。

以 上

平成31年2月13日

## 産業保安に関する自主行動計画(日本LPガス協会) 平成30年度フォローアップ

経済産業省産業構造審議会保安分科会は、最近事故が発生しているコンビナート等の産業事故に焦点を当て、傘下の高圧ガス小委員会を中心に審議を行い、新たな産業保安の在り方についての報告書「産業構造審議会保安分科会報告書～産業事故の撲滅に向けて(「産業保安」の再構築～)」を平成25年3月に取り纏め、石油連盟及び石油化学工業協会に対し産業保安自主行動計画の策定・対応を求めた。

一方、その後も重大な石油コンビナート等における事故が発生したこと、また保安規制が総務省消防庁、厚生労働省及び経済産業省(以下「3省」という。)により、それぞれの所轄法令に基づき実施されているため、事故防止のためにはより一体的に指導監督すべきではないかとの声を受け、平成26年2月に内閣官房の主導により3省が参加して「石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議」が設置された。

同連絡会議は、最近の重大事故の原因・背景に係る共通点、重大事故の発生防止に向けて事業者や業界団体が取り組む対策及び関係機関の連携強化策として国や地方団体が連携して取り組む事項等について、平成26年5月に「石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議報告書」として取り纏め、その中で関連業界団体に対し産業保安行動計画の策定を求めている。さらに本報告書において、「行動計画」を策定する石油コンビナート関係の業界団体として石油連盟、石油化学工業協会等と併せて「日本LPガス協会」が明記された。

その後、当該報告書に基づき、平成26年5月16日付で3省より当該報告書の周知及び弊協会が取り組む内容をまとめた行動計画の策定を要請する「石油コンビナート等における災害防止対策の推進について(要請)」が発出された。

本要請を受け、当協会としては、技術委員会・安全部会の傘下に産業保安自主行動計画検討サブワーキングを設置し、「石油コンビナート等における災害防止対策の推進について(要請)」において業界団体が取り組むべき事項とされた「産業保安に関する自主行動計画」を検討のうえ策定した。

本フォローアップは、自主行動計画に基づいた平成30年度の活動結果をまとめたものである。なお、A級・B級事故に相当する事故はゼロであった。

## 1. 各社が実施した取組みについて

産業保安に関する自主行動計画に基づいた各社(対象15事業所)の取組み実績についてアンケート調査を行った。調査結果の概略は以下のとおり。

(1) 平成29年度(平成29年)の経営者の保安に関するコミットメント	
有り .....	15
無し .....	0
(2) 平成29年度(平成29年)の保安管理方針等	
① 目標	
有り .....	15
無し .....	0
② 具体的実施計画	
有り .....	15
無し .....	0
(3) 腐食等の設備管理において、貯槽・機器類・配管等に関する法定の保安検査、定期自主検査以外の点検について	
① 保安検査、定期自主検査以外の点検計画を立案	
有り .....	14
無し .....	0
全て定期自主検査に盛り込み・スポット点検はあり .....	1
② その計画に基づいた検査・点検の実施	
実施 .....	14
未実施 .....	0
全て定期自主検査に盛り込み・スポット点検はあり .....	1
③ 関係部署による計画の妥当性評価及び必要に応じた計画の見直し	
実施 .....	14
未実施 .....	0
全て定期自主検査に盛り込み・スポット点検はあり .....	1
④ 計画の見直しを行った場合の変更点	
変更なし .....	4
法改正による設備の変更対応や保安検査、社内監査などの指摘事項の改善対応、また、現場確認にて補修計画箇所の腐食や劣化が想定よりも進んでいる場合などの計画の前倒し対応が主な計画変更点である .....	1
点検周期等 .....	1

用途や機器種別等に基づく優先順位の変更、水平展開的な検査追加など.....	1
現況と関連設備の合理性を考慮し仕様等の見直しを検討 .....	1
全て定期自主検査に盛り込みスポット点検はあり.....	1
必要な個所の対策を立案し保全計画に盛り込んだ.....	1
実施件数及び点検周期を変更した.....	1
次年度予定としていた配管更新の中で腐食が著しい箇所については前倒し平成 29・30年度の配管更新に変更した.....	1
緊急性がある場合は次年度まで待たず当該年度で追加変更している。また緊急性 を要さないものについては、次年度以降に別途計画している.....	1
検査対象物の検査周期(優先順位)、検査範囲等の見直しを行った.....	1
腐食の進行状態について個々の判断のばらつきを修正した.....	1
⑤ 検査・点検結果に基づいた補修計画の立案	
実施 .....	12
点検の結果必要なし .....	2
全て定期自主検査に盛り込み・スポット点検はあり .....	1
⑥ 補修計画の予算措置	
実施 .....	13
該当なし.....	1
全て定期自主検査に盛り込み・スポット点検はあり .....	1
⑦ 補修の実施(予定)時期	
出荷に極力制限や影響を与えないよう夏場の出荷減少時に実施することが多い ..	1
年間を通じて実施している.....	1
基本的には、検査・点検を実施した事業年度内において補修を実施。ただし、資機 材や作業協力会社の手配等の関係で年度内の実施が困難な場合や緊急性の度合 いによっては、次年度以降の実施となることもある .....	1
年間維持保全計画に実施時期を定め、計画的に実施している .....	1
緊急性を要する工事や小規模補修工事についてはできるだけ早急に対応、補修金 額が大きい案件については中長期計画で対応 .....	1
平成29年度に実施済。平成30年4～8月に実施予定.....	1
全て定期自主検査に盛り込みスポット点検はあり.....	1
自営で補修できる箇所は完了、外注工事が必要な箇所は保全計画に盛り込み対応	1
平成30年度以降、計画的に補修を実施する予定 .....	1
配管引替一部および防食を実施(平成25年から平成28年)した。また、ユーティリ ティー関係の配管更新は平成29年度より実施し、平成30年度も実施予定。保冷配 管の内部点検結果に基づき、平成30年度に実施予定.....	1

必要に応じて適宜実施 .....	1
簡易なもの、運転に影響のあるものは直ちに対応した。その他、先延ばししても運転に影響のないものは次年度以降に、中長期保全計画に基づき実施する.....	1
平成30年度に実施予定 .....	1
特になし.....	2
 (4) ヒューマンエラー防止対策	
① 危険予知活動・ヒヤリハット活動等	
実施 .....	15
未実施.....	0
② 危険予知活動・ヒヤリハット活動等の進め方に関する見直し	
実施 .....	9
従来通りの進め方で運用 .....	6
③ 他社活動事例の収集及びその反映(複数回答有り)	
グループ会社間 .....	3
コンビナート間.....	2
他社事例を活用 .....	11
関連団体情報活用 .....	2
④ ヒヤリハット事例、過去の事件事例等を基に原因究明・防止対策	
実施 .....	15
未実施.....	0
⑤ 当該年度(年)に起きたヒヤリハット事例で、各基地と共有化すべき事例	
・特になし(13件)	
・【現象】 ブタン球形タンク上方からガス漏洩音がしたため、タンクトップに上り確認したところブタン出荷液戻り配管の遮断弁用減圧弁の圧力計から計装空気が漏洩していた。	
【発生年月】 平成29年11月16日(木)	
【発生時間】 11:00	
【勤続年数】 5年	
【原因】 圧弁の圧力計が腐食・劣化により破損し、破損部から計装空気が漏洩した。	
【対策】 圧力計を予備品と交換した。⇒計画的な交換及び著しい腐食を発見した場合に交換を実施する。	

- ・【現象】 「BOG処理設備の付属配管外面腐食によるピンホールの発生」  
ブタンBOG処理設備の圧縮機が停止した状態において、13:30分頃に設備保全担当者がコンデンサ設備周辺を通ったとき、異臭を感知したため、コンデンサ設備周辺の点検した結果、ブタンレシーバ加圧ラインからの少量のLPガス漏洩を発見した。

【発生年月】 平成29年9月16日(土)

【発生時間】 13:30

【勤続年数】 13年

【原因】 配管腐食の原因は、運転中に結露した水分、或いは断熱材の隙間から浸入した雨水により生じた水溶性腐食と判明した。漏洩が発生した配管のエルボ部は、最下部にあたり、水分が絶えず滞留する環境にあったことから、錆こぶが生成され、その錆こぶと母材界面との間に水が溶け込んだ溶存酸素による酸素濃淡電池が形成されて局部腐食が進行し、貫通孔が生じたものと推測される。特に、塗装を施す炭素鋼の場合には局部的な塗膜破壊部がアノードとなり、その周囲が広いカソードとなって塗膜破壊部にアノード電流を生成して、局部腐食速度が速くなったものと考えられる。今回の腐食は、炭素鋼の保温配管の外面に発生する保温材下腐食(CUI)と断定した。

- 【対策】 ① 保安係員が不具合配管系内の残ガス処理を行い、ガス漏洩を停止させた。また、安全を確保するため、系内のガス置換を行なうと共に、仕切り板を挿入して縁切りした。
- ② 腐食配管の取替えを実施した。
- ③ 類似箇所の総点検を実施した。
- ④ 配管の断熱材を撤去した。
- ⑤ 配管腐食箇所の防災塗装および防食テープを施工した。
- ⑥ 配管全般における検査の方法及び点検周期の再検討を行なった。

(5) 基準マニュアル類の整備

- ① 保安教育等において、基準・マニュアル類の周知及び理解の検証機会
 

有り .....	15
無し .....	0
- ② 既存基準・マニュアル類の定期的見直しの規定化
 

している .....	12
規定化はしていないが定期的(都度)に見直している .....	3

③ 見直しの時期(周期)

1年に一度.....	4
2年に一度.....	1
3年に一度.....	4
5年に一度.....	1
不定期(都度).....	4
規程・基準類は3年に一度、手順書類は5年に一度.....	1

④ 基準・マニュアル類見直しの実施体制(若手社員を含める等)

- ・各規程に全ての所員を見直担当として設定し、緊急改訂をのぞき5年に一度の頻度規程が改訂されるように作業管理を行っている。担当者は若手、ベテランの隔たり無く、所員全員に係るように振り分け見直しを実施している。
- ・決裁権限規程に基づき承認された社規則は、保安教育で取り上げ従業員全員に周知する体制になっている。
- ・規程類の主管部署毎に、若手社員も含めて担当分けしている。
- ・定期的な見直しに加え、若手を含む各職員が業務遂行中に気が付いたこと等を全体会議、ミーティング等の場で意見を出し合い管理担当が見直している。
- ・文書を改定する場合、作成・審査・承認と3段階で順次上長が確認していく体制となっている。
- ・管理部署にて部署長監修のもと見直し。
- ・各担当部署にて実施体制を決めている。
- ・若手/熟練に関係無く、担当業務に関する基準・マニュアル類の見直しを実施。
- ・若手社員を含めた課員に振り分け実施。
- ・操業グループリーダー、保安チームリーダーを中心に年間計画を作成し、それに基づき実施。
- ・規程類管理表から改定対象の基準・マニュアルをピックアップし、入社2年目以上の所員に担当を振り分けて改定している。
- ・基準・マニュアル類毎に関係する担当部門に振り分けを実施。
- ・関連する部門にて対応・実施。(各所員2~3件程度)
- ・文書管理規定・権限規定による。
- ・見直し担当者を指名し、内容の検証を保安責任者が行う。

(6) 教育訓練

① ベテラン従業員の知識・経験の技術伝承の構築(文書・写真等)

実施.....	15
未実施.....	0

② 新設・改造時の状況を想定したシミュレーション等の機会	
有り .....	11
無し .....	4
③ 非定常作業を実施する場合の作業計画の策定(その計画に対し習熟者の確認を受けるとともに、関係者全員が周知出来る仕組みの構築)	
実施 .....	15
未実施 .....	0
(7) 保安実施計画の実施状況・結果のフォローアップ	
実施 .....	15
未実施 .....	0
(8) 実施状況・結果を基にした次年度以降の計画への反映	
実施 .....	15
未実施 .....	0
(9) 高圧ガス保安のスマート化について	
① ロボット(検査機器を含む)、AI、ビッグデータを活用した取組みは行っていますか	
いいえ(今後も活用する予定はない) .....	13
いいえ(今後活用を検討している) .....	2
② 質問9が「はい」又は「いいえ(今後活用を検討している)」のときそれぞれについて、その用途等、具体的な取組を記載してください	
・ロボット:塗膜剥離ロボットCWJ(クローズド式ウォータージェット)工法 東京ガスエンジニアリング(株) ⇒ 貯槽の塗装補修に採用検討中。	
・経済産業省が高圧ガス保安のスマート化の一環として、平成29年4月1日から新認定制度(スーパー認定事業者等)の運用を開始したことを受け、同制度に関する情報収集・検討を行なっている。	

## 2. 日本LPガス協会が実施した取組みについて

### (1) ホームページの更新

#### ① ヒヤリハット事例の掲載

1. アンケート結果から、日本LPガス協会ホームページ「液化石油ガス保安情報」サイトに平成29年度ヒヤリハット事例を【現象】、【発生年月】、【発生時間】、【勤続年数】、【原因】、【対策】に分けて掲載した。

#### ② 講習会・セミナー情報、保安教育資料等の定期更新

上記「液化石油ガス保安情報」サイトの講習会・セミナー情報、保安教育資料等の定

期更新(週1回)を行った。また、LPガスプラント向けの「保安教育テキスト」(日本LPガス協会編)を同サイトで紹介している。

## (2) 保安講演会の開催

日本LPガス協会主催(後援:経済産業省・高圧ガス保安協会)「第45回LPガス保安に関する講演会」を東京(平成30年9月7日)、大阪(平成30年9月14日)の2会場で実施した。(受講料は無料)

演題は「最近の高圧ガス保安行政の動向について」(経済産業省)、「危険物事故への対応～高圧ガス爆発・火災事故の教訓～」((一財)海上災害防止センター 業務部長 萩原貴浩氏)、「製造現場における外面腐食の現状と対策」((公社)腐食防食学会 腐食センター 運営委員 宮澤正純氏)で、聴講者は、LPガス生産・輸入基地、二次基地、充填所、オートガススタンド及び工業用消費者の他、都道府県、関係団体、マスコミ関係者などの広範囲にわたり、東京会場(320名)、大阪会場(160名)の合計480名であった。

## (3) その他の取組み

### ① 「LPガス産業の2025年ビジョン」の策定について

日本LPガス協会は、2030年に向けたLPガス産業の将来像を描きながら、その実現に向けた課題を主とした「LPガス産業の中長期展望」を平成22年3月に取りまとめた。その後、エネルギー政策やエネルギーを取りまく環境の変化を受け、平成30年11月に「LPガス産業の2025年ビジョン」として改定を行った。その中で「産業保安に関する自主行動」に基づく自主保安を推進し、輸入基地・二次基地の安全確保を図る、と謳っている。

### ② 外部委員会及び関連法令改正等への対応

産業構造審議会 保安・消費生活用品安全分科会 高圧ガス小委員会及び液化石油ガス小委員会に委員を派遣するとともに、高圧ガス保安協会等の外部委員会に出席し、情報収集及び共有化等を行っている。

### ③ 平成31年・年頭所感について

日本LPガス協会会長の平成31年・年頭所感において、「産業保安自主行動」をベースに保安対策に取り組んで行く考えであり、その一環として、「LPガス保安に関する講演会」での法改正動向や事故情報の提供などを通じ、保安活動の向上に繋げる、としている。

以上

石油コンビナート等における災害防止に向けた  
行動計画 フォローアップ

平成 3 1 年 2 月

一般社団法人日本鉄鋼連盟

## 目 次

1. はじめに	1
2. 平成30年の取り組みについて	2
3. 自主行動計画に記載した取り組みの進捗状況	2
(1) 事故情報（教訓）・安全対策の共有	2
(2) 教育訓練の支援	4
(3) 安全意識向上に向けた取り組み	5
(4) リスクアセスメントへの支援	6
(5) 業界内外の知見の活用と業界横断的取り組み	6
4. 事故の発生状況について	7
5. 本行動計画の取り扱い	9

## 1. はじめに

近年、コンビナート地域において、死傷者を伴う事故が続発していることを受け、平成26年（2014年）2月、内閣官房主導のもと、関係3省による「石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議（局長級）」が発足、同年5月には事業者や業界団体、行政がそれぞれ取り組むべき対策を取り纏めた報告書を公表した。併せて、当連盟を含む関係9団体に対し、自主行動計画の策定を求める要請書が発出された。

また、当該報告書を踏まえ、同年5月に関係3省審議官級の連絡会議「石油コンビナート等災害防止3省連絡会議」が新たに設置され、3省が一体となって石油コンビナート等における災害防止に向けた取り組みを進めているところである。

これまでも当連盟は災害防止に向けた取り組みを鋭意進めてきたが、上記要請書の趣旨を踏まえ、更なる取り組みを進めるべく、平成27年（2015年）2月、災害防止に向けた自主行動計画を策定し公表するとともに、毎年同行動計画に記載した取り組みの進捗状況についてフォローアップを行っている。

当連盟の自主行動計画は、会員各社の災害防止の取り組みを支援する為の施策のパッケージとして策定し、関係省庁連絡会議の報告書で示された「業界団体に取り組むべき事項」を全て網羅した形となっている。

また、関係省庁連絡会議の要請書は石油コンビナート地域に焦点を当てたものであるが、当連盟の自主行動計画は石油コンビナート地域以外に立地する事業所も含め、会員企業全ての取り組みを支援するものとしている。

本資料は、平成30年（2018年）の自主行動計画に記載した取り組みの進捗状況についてフォローアップしたもので、会員各社、関係省庁、一般に幅広く情報提供するものである。

## 2. 平成30年の取り組みについて

### (1) 平成29年（2017年）実績の総括

- 平成29年（2017年）は、これまで構築してきた仕組みの定着化に力点を置き、業界団体として特に強化すべき課題である「事故の教訓を業界内で共有するための仕組みづくり」、「教育訓練の支援」、「事故情報の収集と分析」と捉え、自主行動計画に記載した取り組みの強化・充実を図った。

### (2) 平成30年（2018年）の取り組みについて

- 平成30年（2018年）も前年に引き続き、業界団体として取り組む課題である「事故の教訓の共有」、「事故情報の収集と分析」、「教育訓練の支援」について、当連盟の業界首脳が集まる会合にて活動のレビューを行いつつ、自主行動計画を推進した。

## 3. 自主行動計画に記載した取り組みの進捗状況

### (1) 事故情報（教訓）・安全対策の共有

#### ① 事故情報の収集と展開

当連盟では、平成27年（2015年）に更なる類似事故再発防止に資するよう、重大事故の明確化、情報交換会の基準明確化等により、事故情報共有について強化を図った。

重大事故の明確化	従来、重大事故とする線引きが観念的であったが、重大事故と分類する目安を明確にした。
情報交換会の基準明確化	a. 防災交流会での「事例発表」、b. 重大事故が生じた場合の「事故説明会」、c. 特例的に開催する「情報交換会」を再定義し、事故の程度に応じて会員社で適切な情報共有化が図られるよう、体制を整えた。
確定報の刷新	事故の発生状況・原因・対策を他社により良く理解してもらえるよう、確定報の図面やイラストを入れるなど、様式・内容を刷新した。

平成28年（2016年）には、上記強化を含めたルールを規定化し、周知徹底に努め、平成29年（2017年）は、本ルールについて、運用実績を踏まえ、より平易かつ効果的なルールとすべく、年1回、定期的にルール見直しの検討を行うこととし、一部内容を改訂した。

平成30年（2018年）は、7月に一部内容を改訂のうえ、会員各社に周知するとともに、防災交流会でも紹介するなど、周知徹底を図った。

#### ② 事故情報の収集範囲の拡大と分析の強化（軽微な事故の情報収集と分析）

当連盟では、事故データの種類や発生原因、発生場所等の具体的情報を収集しこれを蓄積することで、個別各社では件数が少なく見えにくい事故の傾向や注意点を業界として分析、各社にフィードバックすることで事故防止につなげていくことを目的に掲げた。

そのため、平成28年（2016年）に報告要領を作成し、データ収集を開始。平成30年（2018年）も傾向分析を行うことを目指すためデータ収集を継続した。

現時点で鉄連が収集したデータ数は平成26年（2014年）～平成29年（2017年）の4年間で176件、うち火災が全体の約9割を占めている。

なお、来年度以降もデータ収集を継続し、その種類や発生場所等の具体的情報を収集し、これを蓄積することで、更なる傾向分析の充実を目指す。

#### ③ マニュアル等の共有

会員サイトを通じた共有・普及の取り組みを継続。

後述 [(2) ①] の鉄鋼安全・衛生管理者研修会において、「鉄鋼業における化学設備の定期自主検査指針」、「鉄鋼業における労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針」、「鉄鋼生産設備における非定常作業の安全」報告書をサブテキストとして活用し、普及を促進。

#### ④ 事故の傾向分析を踏まえたマニュアル等の再整備

『業種別危険性評価方法（チェックリスト方式）』の改訂作業に参画、『製鉄業編』も含めた全体の改訂版【平成29年（2017年）5月に完成】に続き、平成30年（2018年）5月には、鉄鋼業を含めた9業種の『業種共通編』が完成した。また、全国危険物安全協会の『危険物製造所・取扱所にかかる完成検査マニュアル作成委員会』に参画し、同マニュアルの作成作業に協力した。

#### ⑤ 会員参加型行事の開催

防災交流会は、会員各社本社・事業所の防災担当者を対象に、年1回開催する行事で、毎回50名程度が参加（第1回は昭和57年（1982年））。交流会では、事故事例の紹介や、毎年設定するテーマに沿った討議等を通じ、防災意識の向上や会員相互のレベルアップが図られている。

昨今、当業界を含め製造業への事故防止の取り組みが強く求められている状況を踏まえ、業界団体として特に強化すべき課題のうち、「事故の教訓の共有」、「事故情報の収集と分析」を中心に今回の交流会（第37回：平成30年（2018年）10月開催）でも、前年に引き続きプログラムの構成に関して従来のスタイルを継承しつつ、これに対応した取り組みの充実を図った。

#### 【平成30年度（2018年度）防災交流会の実施内容】

##### 1) 「事故の教訓の共有」

- 「自然災害（地震、津波、豪雨、突風等）への対応について」各事業所の事例紹介・討議
- 鉄連の防災活動の報告
- 事故事例報告・討議
  - ・社会的影響が大きい防災事案（速報）（5事例）
  - ・会員アンケートから選定した事例（2事例）

##### 2) 「事故情報の収集と分析」

- 石災法第23条に関係する鉄連への事故データ報告について紹介

##### 3) 特別講演：事前防災・減災などの国土強靱化の有識者

「国土強靱化論～日本を強くしなやかに～」

##### 4) 他業界事業所の見学（他業界の製造現場を見学し、事故や火災の防止対策、発生時の対応等について説明を受けた）

##### 5) 施設見学会の見学（製造現場と対策状況を見学したほか、製鉄所職員による防災訓練を見学した。）

「夏季安全衛生研修会」及び「全国安全衛生大会」は、会員各社本社、事業所及び協力会社の安全衛生スタッフ並びに管理監督者を対象とし、それぞれ8月及び3月に開催される行事である。各社災害事例、良好事例の紹介を実施すると共に、当連盟の取り組み紹介や外部講師による特別講演等も実施している。

#### 【平成29年度（2017年度）全国安全衛生大会実施内容】

- 実施内容：
- 1) 安全衛生推進本部活動報告
  - 2) 行政講話（経済産業省 金属課 金属技術室）
  - 3) 安全衛生推進本部長表彰・表彰事業所活動紹介
  - 4) 災害事例報告
  - 5) 特別講演「製造業における安全の確保・向上に向けて」

## 【平成30年度（2018年度）夏季安全衛生研修会実施内容】

- 実施内容： 1) 安全衛生推進本部活動報告  
2) 労働安全衛生マネジメントシステムの国際規格 (ISO45001) 発行と国内規格化に関する状況報告  
3) 災害事例報告  
4) 特別講演「企業不祥事に学ぶ」

### ⑥ 防災交流会で得られた知見のフィードバック

今回の防災交流会（平成30年（2018年）10月開催）にて報告のあった事故事例について、他社の事例を自社の防災取り組みに活用できるよう平成28年（2016年）1月に完成した事故事例データベースに新規事案として追加・充実化した。

### ⑦ 会員専用ウェブサイトの活用

＜会員サイトによる「ワン・ストップ」の情報提供＞

事故情報や政府・関係機関の報告書等を会員がワン・ストップで利用できる会員サイトのアップデートを適宜実施。

- 1) 政府報告書等の会員サイト掲載
  - ・「自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会報告書」（平成30年（2018年）4月）」
  - ・「自衛防災組織等の防災組織等の防災要員のための標準的なテキスト」（平成30年（2018年）4月）」
  - ・「石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要」（平成30年（2018年）5月）」
- 2) 「防災法令マップ」のアップデート
  - ・防災関連法令マップは、個々の鉄鋼製造設備がどの法令の適用を受けるか容易に検索・一覧できるシステムであり、官報をチェックしたうえで、毎月アップデートを実施している。
- 3) 「事故事例データベース」の構築
  - ・平成28年（2016年）1月に完成した事故事例データベースについて、鉄連に報告のあった事故事例（速報等での事故事例）を、その都度新規追加・充実化し、他社の事例を自社の防災取り組みに活用できるようにしている。

### ⑧ 軽微な事故を含めた新規情報や傾向分析結果の会員専用ウェブサイトへの掲載

(1) ②の「事故情報の収集範囲の拡大と分析の強化（軽微な事故の情報収集と分析）」が終了次第、会員サイトに掲載予定。

### ⑨ 会員からの相談窓口

防災交流会終了後、毎年アンケートを実施し、会員のニーズ把握をして次年度の活動につなげている。

## (2) 教育訓練の支援

### ① 鉄鋼業固有の問題に対応した研修機会の提供

鉄鋼業固有の問題に対応可能な安全衛生スタッフの育成を目的として、鉄鋼安全・衛生管理者研修会を実施している。

#### 【鉄鋼安全・衛生管理者研修会について】

体系付けられたカリキュラムの実施により、担当者の専門知識の効率的習得を図り、各社における人材育成を支援している。（衛生：6月、安全：9月。ともに毎年約30～40名程度受講）

## 平成30年度（2018年度）鉄鋼安全管理者研修会実施内容

- 実施内容：
- 1) 開講挨拶・トピックス
  - 2) 鉄鋼業の災害発生状況と課題
  - 3) 安全管理に必要な法知識
  - 4) 労働安全衛生マネジメントシステムの活用
  - 5) 災害発生時の処置方法
  - 6) グループ情報交換（職場で抱える安全問題）
  - 7) 非定常作業の安全対策
  - 8) 設備の安全化とリスクアセスメント
  - 9) 総合安全衛生管理体制
  - 10) 職場安全活動
  - 11) ヒューマンエラーのメカニズムとその防止策

### ② 法令及び産業界全体の問題に対応した研修機会の提供

平成30年度（2018年度）の防災交流会では、国土強靱化に関する有識者を講師に招聘し、「国土強靱化論～日本を強くしなやかに～」をテーマに特別講演を実施した。

### ③ 他業界との連携

化学・運輸・ガス業の工場及び港湾運送業のコンテナターミナルを見学し、他業界における防災への取り組みについて説明を受けた。

## （3）安全意識向上に向けた取り組み

### ① 経営層による災害防止に向けたコミットメントの推進

当連盟運営委員会（社長会）等において、各社経営層が適宜、労働災害の発生状況やその防止に向けた取り組みに関する報告を受け、意見交換等の相互啓発を図っている。

平成30年（2018年）は、以下の運営委員会報告を実施。

- ・ 製造業安全対策官民協議会のこれまでの活動と今後の展開について（3月）
- ・ 製造業安全対策官民協議会 特別セッションの開催概要について（10月）

### ② 経営層への事故分析結果の報告

(1) ②が終了次第、運営委員会等へ適宜報告予定。

### ③ 安全表彰の実施

他の模範と認められる優れた総合安全成績を記録した事業所等の表彰を実施することにより、安全意識・取り組み意欲の向上を図っている。

#### 【安全表彰の実施について】

真摯な取り組みを続ける事業所が高く評価・公表される本表彰制度は、鉄鋼各社のモチベーション向上に欠かせない仕組みとして定着しており、今後も継続する。

#### 【鉄鋼安全表彰】

表彰部門

- |             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| 1) 特別表彰部門   | 特に抜群の成果を収めた会社又は事業所を対象           |
| 2) 安全成績表彰部門 | 総合安全成績（当連盟で定めた基準に基づく）が優秀な事業所を対象 |
| 3) 無災害表彰部門  | 長期の無災害を達成した事業所を対象               |

平成30年（2018年）表彰事業所

- 1) 特別表彰部門 該当無し
- 2) 安全成績表彰部門 19事業所（平成29年（2017年）は19事業所）
- 3) 無災害表彰部門 56事業所（平成29年（2017年）は46事業所）

#### （4）リスクアセスメントへの支援

##### ① 会員各社の良好事例紹介

全国安全衛生大会、防災交流会にて、リスクアセスメントに資する各社の良好事例紹介を実施し、情報共有化を図っている。

##### ② リスクアセスメントに資するツール類の提供

危険物安全協会の『危険物製造所・取扱所にかかる完成検査マニュアル作成検討委員会』にて提示された同マニュアル案について委員会関係各社に内容を情報共有し、確認した。

##### ③ リスクアセスメントに係る他業界の先進取り組みの情報提供

化学・運輸・ガス業の工場及び港湾運送業のコンテナターミナルを見学し、他業界における防災への取り組みについて説明を受けた。

#### （5）業界内外の知見の活用と業界横断的取り組み

##### ① 会員参加型行事における外部講師による特別講演の実施

平成30年度（2018年度）防災交流会の特別講演では事前防災・減災と迅速な復旧・復興に資する国土強靱化に関する有識者を講師とし招聘し、「国土強靱化論～日本を強くしなやかに～」との題目にて講演を実施した。

なお、平成26年度（2014年度）は化学業界、平成27年度（2015年度）は一般財団法人海上災害防止センター、平成28年度（2016年度）は国立研究開発法人 海洋研究開発機構、平成29年度（2017年度）はソフトウェア業界から講師を招聘。

##### ② 当連盟一般向けサイトを通じた他業界への情報提供

一般向けとして、当業界の取り組みを「見える化」する目的で、当連盟の防災・安全の取り組みに関する情報を公開中。

##### ③ 業界内外の有益情報の共有

事故防止に有益な情報については、最先端の技術なども含め、情報収集を行い、適宜、交流会・研修会など会員企業が相互に情報交換する場で共有を図っているほか、共有可能な情報は会員サイト等において提供を行っている。

平成30年（2018年）も経済産業省が検討している産業保安のスマート化について引き続き産業構造審議会保安分科会を傍聴するなどして情報収集に努めた。

#### 4. 事故の発生状況について

当連盟では、会員事業所において発生した事故について、当該会員より報告を受け、展開する体制を構築している。会員から報告されたデータに基づく平成16年～平成30年（2004年～2018年）の事故の件数等を図1に示す。

事故件数は平成16年（2004年）以降は概ね、約10件～20件のレンジで推移したが、平成30年（2018年）の事故件数は4件であった。

図1) 当連盟会員会社における事故件数

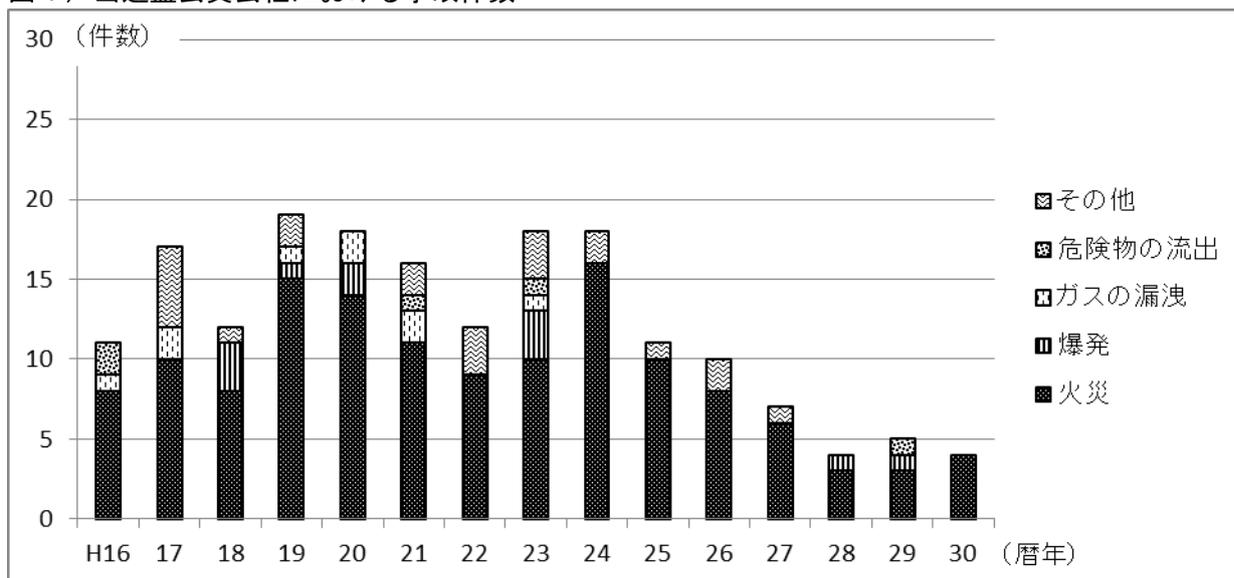


図1から死傷者を伴う事故を抽出すると図2の件数となる。また事故に伴う死傷者数は図3の通りである。

図2) 当連盟会員会社における死傷者を伴う事故件数

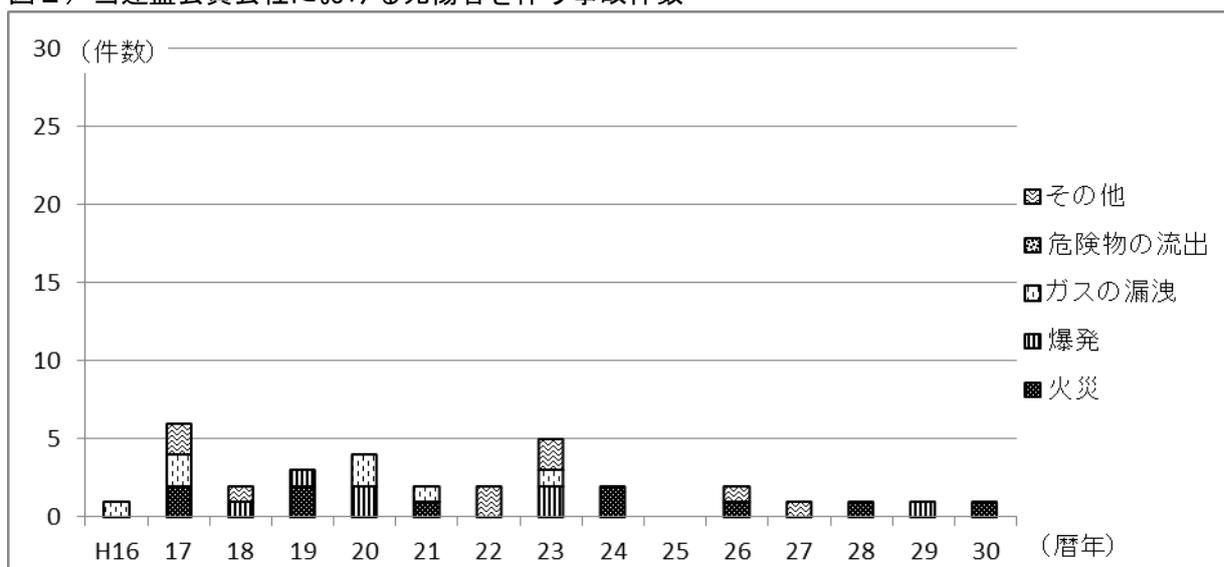


図3) 当連盟会員会社における事故に伴う死傷者数

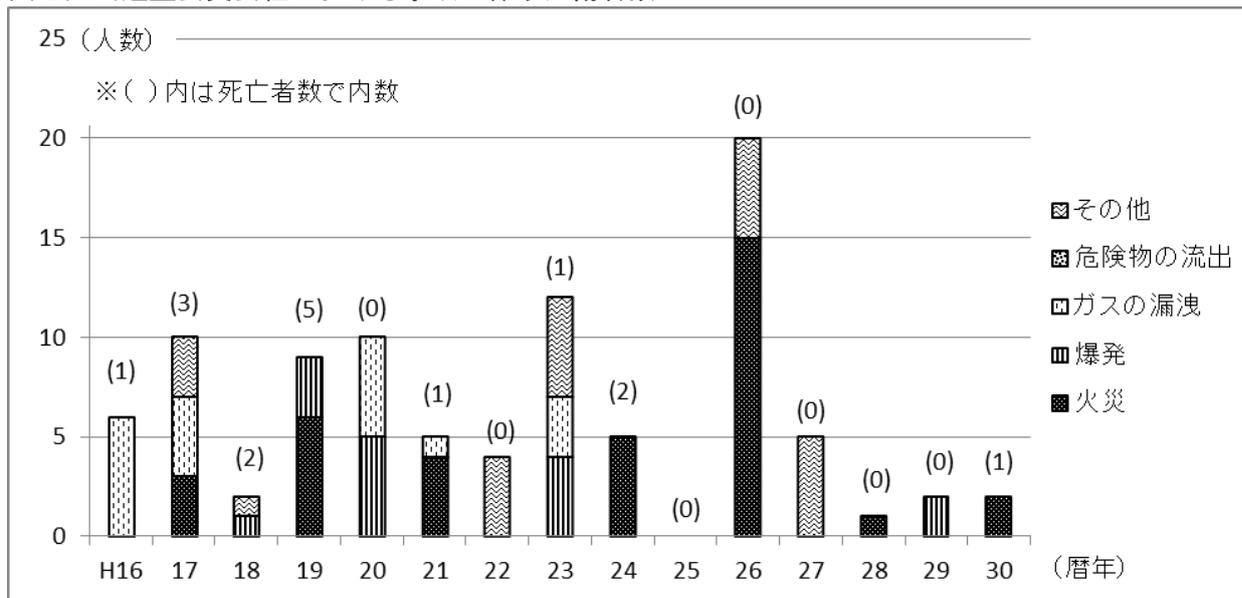


表1) 累計の事故件数【平成16年～30年(2004年～2018年)】までの累計件数

		火災	爆発	ガス漏洩	危険物流出	その他	計
事故件数	A	135	11	9	5	22	182件
死傷者を伴う事故件数(上記Aの内数)	B	11	6	7	0	9	33件

表1は事故件数の累計を示しており、発生件数では火災事故が135件と最も多く全体の7割を占めている。

一方、死傷者を伴う事故件数を見ると、火災が11件、次にガス漏洩が7件、爆発が6件となっている。

なお、図1に示す事故件数から代表的な発生形態である「ベルトコンベア火災」、「電気火災」、「溶鋼の飛散・漏洩」を抜粋してみたところ、表2の通りであった。

表2) 「ベルトコンベア火災」、「電気火災」、「溶鋼の飛散・漏洩」の件数推移

	H16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	累計
ベルトコンベア火災				6	2	1	1	1	1	2	2					16
電気火災			1		1			1	3		2	1			2	11
溶鋼の飛散・漏洩				1	2	1	2	1	3		2	1	2			15

## **5. 本行動計画の取り扱い**

平成30年（2018年）の取り組み実績を踏まえ、引き続き本行動計画に沿って災害防止に向けた取り組みを推進する。

### **1) 平成30年（2018年）実績の総括**

- ・平成30年（2018年）も、これまで構築してきた仕組みの定着化に力点を置き、前述した各種活動を行った。
- ・「3.（1）①事故情報の収集と展開」について、運用ルールに基づき事故情報の収集と展開を図っており、平成30年（2018年）も定期見直し（毎年7月）において、改訂した最新版を会員各社に周知徹底を行った。
- ・「3.（1）②事故情報の収集範囲の拡大と分析の強化」については、平成28年（2016年）に策定した石災法23条（異常現象通報）に関する報告要領に基づき、平成30年（2018年）もデータ収集を実施した。

### **2) 今後の取り組み**

- ・当連盟では、自主行動計画に基づき、「事故の教訓の共有」、「事故情報の収集と分析」、「教育訓練の支援」を中心に活動内容を強化してきた。
- ・今後も業界首脳による活動のレビューを行いつつ、これまで強化した活動内容を着実かつ継続的に運用していく。
- ・また、防災交流会や会員専用サイトなどを通じて会員における新たなニーズを幅広く把握し、具体的な業界としての対応につなげていく。

以上

新金属産業における災害防止対策に関する

行 動 計 画 (2018年度)

一般社団法人 新金属協会

# 新金属産業における災害防止対策に関する行動計画（2018年度）

## 目 次

### I. はじめに

- 1. 背景・経緯・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 2. 行動計画の位置付けおよび各年度の概要・・・・・・・・・・・・ 3
- 3. 活動内容・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6

### II. 新金属産業災害防止対策安全委員会の活動

- 1. 事件事例等の統計・整理および事例分析・・・・・・・・・・・・ 9
- 2. 多結晶シリコン製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策
  - (1) 保安事故・労働災害の発生状況・・・・・・・・・・・・ 12
  - (2) 潜在危険性（ハザード）と安全対策・・・・・・・・・・・・ 19
  - (3) PDCAサイクルによる改善実績・・・・・・・・・・・・ 22
- 3. 多結晶シリコン製造事業者としての取組み（フォローアップ）・・・・ 23
- 4. 希土類製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策
  - (1) 保安事故・労働災害の発生状況・・・・・・・・・・・・ 26
  - (2) 潜在危険性（ハザード）と安全対策・・・・・・・・・・・・ 34
  - (3) PDCAサイクルによる改善実績・・・・・・・・・・・・ 41
  - (4) 希土類製品の使用上の注意事項・・・・・・・・・・・・ 41
- 5. 希土類製造事業者としての取組み（フォローアップ）・・・・ 42
- 6. タンタル製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策
  - (1) 保安事故・労働災害の実態調査・・・・・・・・・・・・ 45
  - (2) 安全確保に当たって・・・・・・・・・・・・ 54
  - (3) 潜在危険性（ハザード）と安全対策・・・・・・・・・・・・ 59
  - (4) 安全対策の推進・・・・・・・・・・・・ 65
  - (5) PDCAサイクルによる改善実績・・・・・・・・・・・・ 65
  - (6) タンタル製品の使用上の注意事項・・・・・・・・・・・・ 65
- 7. タンタル製造事業者としての取組み（フォローアップ）・・・・ 67
- 8. ターゲット製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策
  - (1) 保安事故・労働災害の発生状況・・・・・・・・・・・・ 69
  - (2) 潜在危険性（ハザード）と安全対策・・・・・・・・・・・・ 74
  - (3) 安全対策の推進・・・・・・・・・・・・ 79
  - (4) PDCAサイクルによる改善実績・・・・・・・・・・・・ 79
  - (5) ターゲット製品の使用上の注意事項・・・・・・・・・・・・ 79
- 9. ターゲット製造事業者としての取組み（フォローアップ）・・・・ 81

1 0.	化合物半導体製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策	
	(1) はじめに	84
	(2) 保安事故・労働災害の発生状況	84
	(3) 潜在危険性（ハザード）と安全対策	87
	(4) 安全対策の推進	91
	(5) 化合物半導体製品の使用上の注意事項	91
1 1.	化合物半導体製造業者としての取組み（フォローアップ）	92
1 2.	ベリリウム製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策	
	(1) はじめに	95
	(2) 保安事故・労働災害の発生状況	95
	(3) 潜在危険性（ハザード）と安全対策	102
	(4) 安全対策の推進	110
	(5) P D C Aサイクルによる改善実績	110
	(6) ベリリウム製品の使用上の注意事項	111
1 3.	ベリリウム製造業者としての取組み（フォローアップ）	113
1 4.	核燃料加工業及びジルコニウム製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策	
	(1) はじめに	115
	(2) 保安事故・労働災害の発生状況	115
	(3) 潜在危険性（ハザード）と安全対策	121
	(4) 安全対策の推進	125
	(5) P D C Aサイクルによる改善実績	125
	(6) 安全文化醸成の取組み	125
1 5.	部会各社の化学物質による健康障害の防止対策	127
1 6.	部会各社の危険体感教育・設備	128
III. 新金属協会の今年度の安全活動と今後の取組み		
1.	安全委員会の活動	130
2.	その他	133

【付属資料】

- 別表 1. 多結晶シリコン保安事故（2005－2017）
- 別表 2. 多結晶シリコン労働災害（2005－2017）
- 別表 3. 希土類保安事故（2005－2017）
- 別表 4. 希土類労働災害（2005－2017）

- 別表 5. タンタル保安事故 (2005-2017)
- 別表 6. タンタル労働災害 (2005-2017)
- 別表 7. ターゲット保安事故 (2005-2017)
- 別表 8-1. ターゲット想定労働災害
- 別表 8-2. ターゲット労働災害 (2005-2017)
- 別表 9. 化合物半導体保安事故 (2005-2017)
- 別表 10. 化合物半導体労働災害 (2005-2017)
- 別表 11. ベリリウム保安事故 (2005-2017)
- 別表 12-1. ベリリウム想定労働災害
- 別表 12-2. ベリリウム労働災害 (2005-2017)
- 別添 希土類製品の製造および使用上の注意事項／ガイドライン  
(2016年3月改訂)

## 新金属産業における災害防止対策に関する行動計画（2018年度）

2019年3月1日

一般社団法人 新金属協会

### I. はじめに

#### 1. 背景・経緯

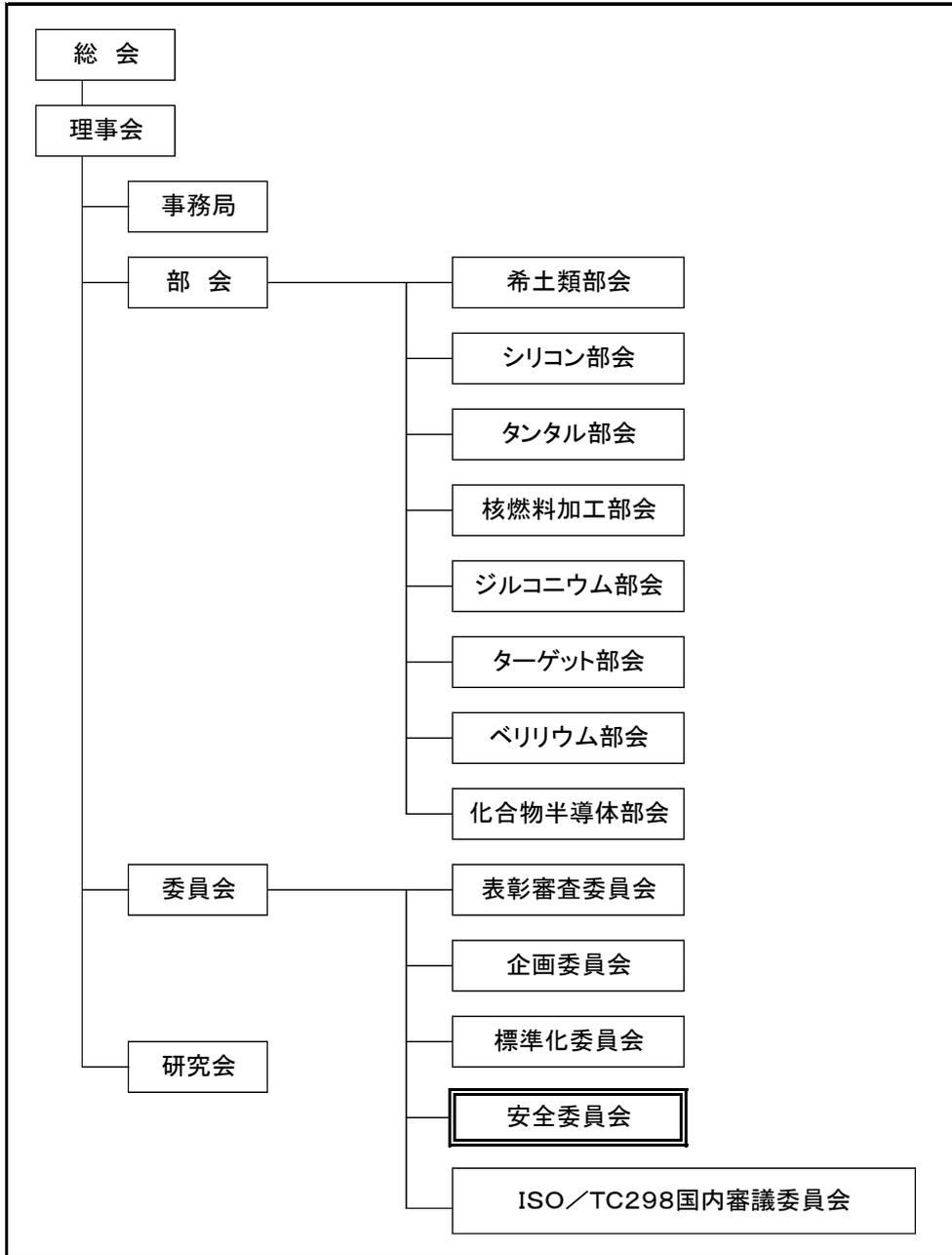
近年、石油コンビナート等において重大事故が続いている状況を踏まえ、2014年2月20日に、総務省消防庁、厚生労働省および経済産業省（以下、「三省庁」という。）が参加して「石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議」が設置された。同年5月16日、三省庁は、重大事故の原因・背景に係る共通点、並びに重大事故の発生防止に向けて事業者や業界団体が取り組む対策等について取りまとめた報告書を公表すると共に、当協会を含む関係業界団体に対して、同日付「石油コンビナート等における災害防止対策の推進について（要請）」により、災害防止に向け取り組む内容をまとめた行動計画の策定等を要請した。さらに、三省庁は、同年6月26日付で、当協会に対して「三菱マテリアル（株）四日市工場爆発事故を踏まえた保守・点検時等の事故防止に係る行動計画の策定について（要請）」（以下、この要請を「三省庁要請」という。）が発出され、当協会は、行動計画の策定に際し、本事故の直接原因物質であるクロロシランポリマー類等および非定常作業時等の予期せぬ危険な反応等について留意するよう要請された。

当協会は、それまで新金属関連の異業種8部会の活動が主であり、安全に関する特定の活動主体を有していなかったが、業界団体としての災害防止活動の必要性を鑑み、三省庁要請を契機として、2014年7月に「新金属産業災害防止対策安全委員会」（以下、「本委員会」という。）を発足した。

#### 本委員会の目的

「石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議」の報告書で指摘された重大事故原因・背景に係る共通点を踏まえ、会員事業者の災害防止と保安向上に向けた取り組みを支援し、その成果等の共有と周知徹底を図ることを目的とする。

現在の当協会の組織図は [図 I-1-1] に示すとおりである。



[図 I-1-1 新金属協会組織図]

## 2. 行動計画の位置付けおよび各年度の概要

### (1) 行動計画（平成 26 年度）の概要

2014 年度（平成 26 年度）行動計画の策定にあたり、本委員会は、基本情報のレビュー、リスクアセスメントに関する勉強会、事故・ヒヤリハット事例の分析、並びに今後の当協会が取り組むべき安全活動等について検討を進め、2015 年 3 月 4 日に、「行動計画（平成 26 年度）」を公表した。

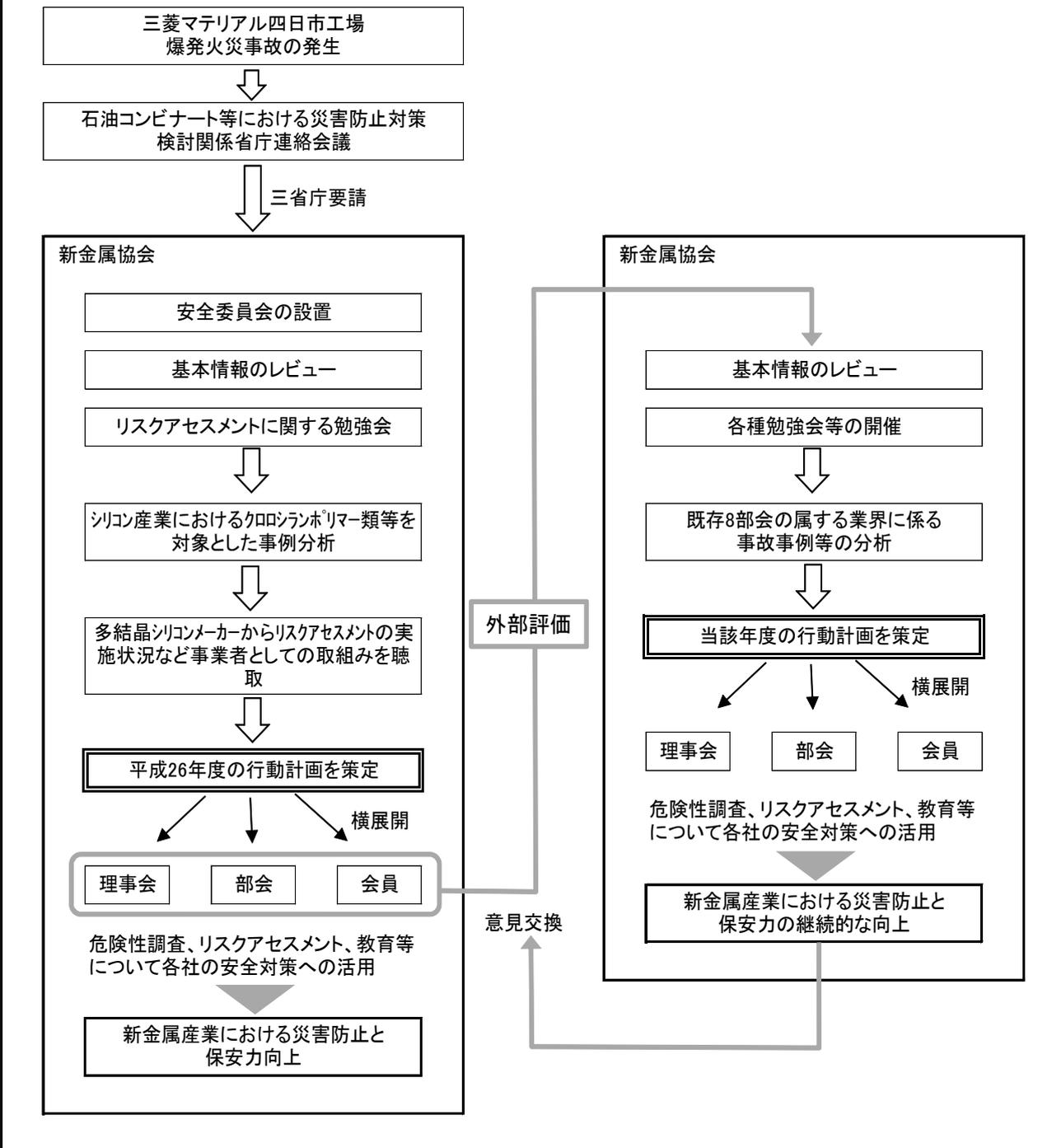
行動計画（平成 26 年度）における事故・ヒヤリハット事例の分析については、三省庁要請に係る留意事項を踏まえ、シリコン産業におけるクロロシランポリマー類等およびその類似物質を対象として行った。また、今後の本委員会の活動方針を以下のとおり定めた。

- ① 本委員会は恒久組織として存続し、安全に関する当協会内の“横串”機能を担うこととする。
- ② 活動範囲については、新金属産業全体の教育、保安力の強化、並びに安全文化の醸成等に繋がる有意義なものとなるよう広範囲な課題・テーマを対象に検討する。
- ③ 本委員会の活動実績・計画については、当協会内での意見交換や外部評価を取り入れ、P D C A サイクルの要領で継続的な改善を図ることとし、毎年度、こうした改善点や見直しを反映した当該年度分の行動計画を策定する。

毎年度の行動計画の検討フローは[図 I-2-1]に示すとおりである。

■平成26年度行動計画の検討フロー

■平成27年度以降の行動計画の検討フロー



[図 I-2-1 行動計画の検討フロー]

## (2) 行動計画の概要

2015年度（平成27年度）において、本委員会は、計2回の委員会と計8回の作業グループ会議を開催した。同年度の本委員会の活動内容として、2014年度（平成26年度）に続き、多結晶シリコン製造業における取組みのフォローアップを行うと共に、希土類製造業の事故事例等を取り上げ、これらの分析・整理結果、並びに希土類製品取扱いに係るガイドラインの改訂作業等について検討を行ってきた。行動計画策定要請の趣旨を鑑み、既存8部会へ本行動計画の横展開を行い、会員各社が取り組む保安対策を促進することを目的として、同年度の活動実績および成果の周知、並びに当協会としての災害防止に向けた今後の活動内容を取りまとめ、「行動計画（平成27年度）」として公表した。

2016年度（平成28年度）において、本委員会は、計2回の委員会と数回の作業グループ会議を開催した。本委員会の活動内容として、2015年度（平成27年度）に続き、多結晶シリコン製造業と希土類製造業における取組みのフォローアップを行うと共に、タンタル製造業・ターゲット製造業の事故事例等を取り上げ、これらの分析・結果整理、ならびに製品の取扱いに係るガイドラインの改訂作業について検討を行った。

行動計画策定要請に趣旨を鑑み、既存8部会への本行動計画の横展開を行い、会員各社が取り組む保安対策を促進することを目的として、今年度の活動実績及び成果の周知、並びに当協会としての災害防止に向けた今後の活動内容を取りまとめ、「行動計画（平成28年度）」として公表した。

2017年度（平成29年度）において、本委員会は、計2回の委員会と数回の作業グループ会議を開催した。本年度の本委員会の活動内容として、引き続き、多結晶シリコン製造業・希土類製造業・タンタル製造業・ターゲット製造業における取組みのフォローアップを行うと共に、化合物半導体製造業とベリリウム製造業の事故事例等を取り上げ、これらの分析・結果整理を行った。

行動計画策定要請に趣旨を鑑み、既存8部会への本行動計画の横展開を行い、会員各社が取り組む保安対策を促進することを目的として、今年度の活動実績及び成果の周知、並びに当協会としての災害防止に向けた今後の活動内容を取りまとめ、「行動計画（2017年度）」として公表した。

### 3. 活動内容

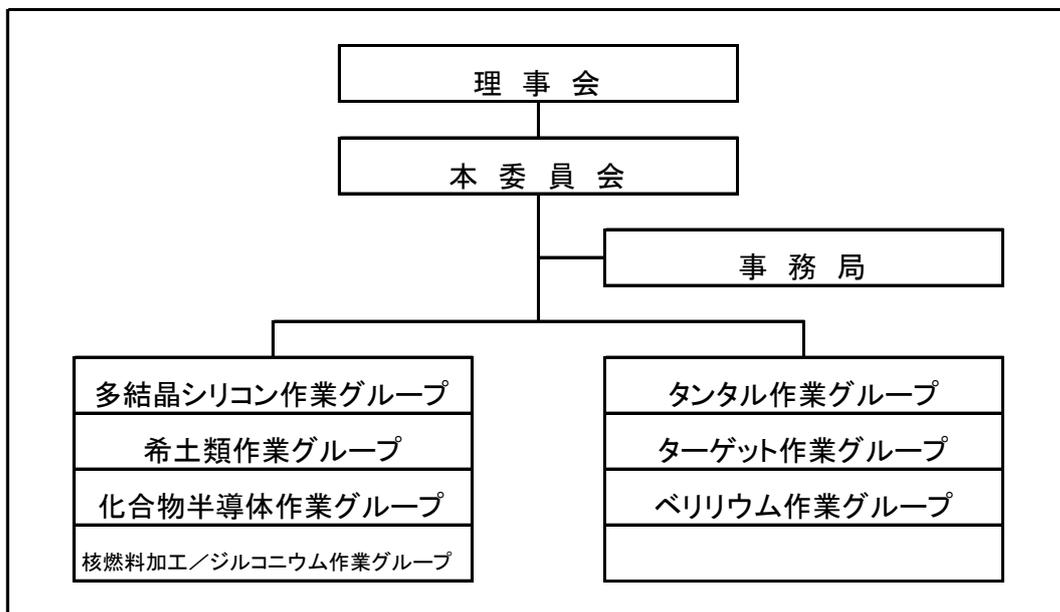
#### (1) 行動計画（2018年度）

2018年度（平成30年度）において、本委員会は、計2回の委員会と数回の作業グループ会議を開催する。本年度の本委員会の活動内容として、引き続き、多結晶シリコン製造業・希土類製造業・タンタル製造業・ターゲット製造業・化合物半導体製造業・ベリリウム製造業における取組みのフォローアップを行うと共に、核燃料加工業とジルコニウム製造業の事故事例等を取り上げ、これらの分析・結果整理を行う。

行動計画策定要請に趣旨を鑑み、既存8部会への本行動計画の横展開を行い、会員各社が取り組む保安対策を促進することを目的として、今年度の活動実績及び成果の周知、並びに当協会としての災害防止に向けた今後の活動内容を取りまとめ、「行動計画（2018年度）」として公表するものである。

#### (2) 活動体制

本年度における本委員会の活動体制は、[図 I-2-2]に示すとおりである。



[図 I-2-2 本委員会の活動体制]

(3) 2018年度委員の構成

本年度における本委員会の委員構成は、以下のとおりである。(順不同、敬称略)

委員長	田村 昌三	東京大学名誉教授
委員	瀬尾 昇	株式会社大阪チタニウムテクノロジーズ 環境防災グループ グループ長
	松原 伸浩	株式会社大阪チタニウムテクノロジーズ 環境防災グループ 参事
	長島 悦朗	株式会社トクヤマ CSR推進室 RC推進グループ 主幹
	藤井 賢治	株式会社トクヤマ CSR推進室 RC推進グループ (徳山) 主席
	猿渡 暢也	三菱マテリアル株式会社 高機能製品カンパニー プレジデント補佐
	安川 隆昌	三菱マテリアル株式会社 高機能製品カンパニー 企画管理部 安全・環境管理室 室長補佐
	片岡 英二	グローバルアドバンストメタルジャパン株式会社 環境保安課長
	桃井 元	J X金属株式会社 電材加工事業本部 技術部 主席技師
	高橋 光晴	昭和電工株式会社 秩父事業所 総務部 環境安全グループ グループリーダー
	本村 智隆	三井金属鉱業株式会社 機能材料事業本部 技術部 部長
	寺田 忠史	第一稀元素化学工業株式会社 取締役 品質保証部長 総務部担当
	熊野 裕二	第一稀元素化学工業株式会社 生産部 参与 (生産安全環境推進責任者)
	野尻 敬午	日本ガイシ株式会社 金属事業部 生産技術部 部長
	小原 正義	信越半導体株式会社 化合物半導体部 担当部長
	池田 浩也	DOWAエレクトロニクス株式会社 半導体事業部 副部長
	加々美 けい子	株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ ジャパン 環境安全部 安全管理課 担当課長

益子 裕之 原子燃料工業株式会社  
品質・安全管理室 参事

紺野 正幸 三菱原子燃料株式会社  
安全・品質保証部 安全・品質保証課主務

オブザーバー 永松 茂樹 一般社団法人日本化学工業協会  
常務理事 環境安全部長

八木 伊知郎 一般社団法人日本化学工業協会  
環境安全部 部長

事務局 織山 純 一般社団法人新金属協会  
専務理事

今井 康弘 一般社団法人新金属協会  
業務部長

(4) 2018年度活動の経過

本年度の本委員会等の開催経過は、以下のとおりである。

開催日	開催内容
2018年6月20日	委員会開催準備会議（委員長，事務局，幹事）
7月9日	加工部会
7月23日	第1回委員会
10月29日	第1回作業グループ会議
11月14日	勉強会
12月10日	第2回作業グループ会議
2019年1月21日	第2回委員会
3月7日	理事会報告
3月20日	8部会・安全委員会報告・情報交換会

## II. 新金属産業災害防止対策安全委員会の活動

### 1. 事件事例等の統計・整理および事例分析

2014年度は、三省庁要請へ対応することを主眼とし、多結晶シリコン製造施設工程における事故等の事例を収集し、これらの中から、クロロシランポリマー類を原因物質とする事故等を対象に事例分析および整理を行った。

2015年度以降においては、前年度に取扱ったような、いわゆる保安事故だけでなく、重大事故につながるおそれのある労働災害についても、本委員会が取り扱う事故等を対象に加えることとし、保安事故および労働災害のそれぞれについて、本委員会独自の定義を新たに定め、これら事故等の事例について統計作業を行うこととした。また、毎年当協会の部会の中から新たな業種を対象に加え、事例数を増やすことにより統計の充実を図ることとした。

2015年度は、多結晶シリコン製造業および希土類製造業における事故等の事例を収集し、それぞれにおいて統計および分析・整理を行った。

2016年度は、タンタル製造業およびターゲット製造業における事故等の事例を収集し、それぞれにおいて統計および分析・整理を行った。

2017年度は、化合物半導体製造業およびベリリウム製造業における事故等の事例を収集し、それぞれにおいて統計および分析・整理を行った。

#### (1) 本委員会における事故等の定義

##### ① 保安事故の定義

各部会の事業に係る生産設備、工程および取扱い物質に起因し、高圧ガス保安法、消防法、石油コンビナート等災害防止法、毒物及び劇物取締法および原子炉等規制法の規定に基づき、所管官庁等へ通報または届出がなされ、当該所管官庁等から報告書等の提出を求められた事故、災害および異常現象等。人的・物的被害の有無は問わない。

・会員会社の全事業に係るものではなく、当協会の参加事業の事例に限定するものとする。

・各法令の届出または通報に関する規定は以下のとおりである。

高圧ガス保安法	第 36 条、第 63 条
消防法	第 16 条の 3、第 24 条
石油コンビナート等災害防止法	第 23 条
毒物及び劇物取締法	第 16 条の 2
原子力規制委員会が制定した規程（平成 25 年 12 月 18 日）	

## ② 労働災害の定義

各部会の事業に係る生産設備、工程および取扱い物質に起因した、自社従業員および協力会社等従業員の休業災害および不休業災害。事務作業等の間接業務、通勤途上の災害、および不休業災害のうち微傷災害（医師による専門的な治療が不要なもの）は含まない。

- ・対象者は、雇用形態・所属会社にかかわらず、当該作業に係わった者とする。
- ・休業には至らず、事業所内での治療で済んだものや、医療機関へ赴き医師の診断を受けたとしても、専門的な治療行為を受けなかったもの（例えば、消毒、包帯で済んだもの）は微傷災害とし、対象外とする。

## (2) 統計・整理の方法

2018年度における統計・整理の方法等は、次のとおりである。

### ① 対象会員会社

#### <多結晶シリコン製造>

(株)大阪チタニウムテクノロジーズ、(株)トクヤマ、三菱マテリアル(株)  
計3社

#### <希土類製造>

ソルベイ・スペシャルケム・ジャパン(株)、昭和電工(株)、信越化学工業(株)、  
第一稀元素化学工業(株)、太陽鋳工(株)中央電気工業(株)、三井金属鉱業  
(株)  
計7社

#### <タンタル製造>

グローバルアドバンストメタルジャパン(株)、三井金属鉱業(株)  
計2社

#### <ターゲット製造>

グローバルアドバンストメタルジャパン(株)、JX金属(株)、三井金属鉱業  
(株)、三菱マテリアル(株)  
計4社

#### <化合物半導体製造>

信越半導体(株)、JX金属(株)、DOWAエレクトロニクス(株)  
計3社

#### <ベリリウム製造>

日本ガイシ(株)  
計1社

#### <核燃料加工, ジルコニウム製造>

(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

原子燃料工業（株）  
三菱原子燃料(株)

計 3 社

② 対象とする事例

暦年で 2005 年から 2017 年までに発生した保安事故および労働災害

③ 事例の収集方法

次の項目ごとに情報を記入するフォーマットを用いて、各社に回答を依頼した。

保安事故	労働災害
発災工程分類 事故発生概要 1) 発災工程、プロセス条件 2) 物質、潜在エネルギー危険性 3) 保安事故分類 4) 人的被害、物的被害、自社（従業員、パート）/派遣/協力会社の別 5) 直接要因、間接要因 安全対策	発災工程分類 災害発生概要 1) 発災工程 2) 労働災害分類、有害物質 3) 負傷部位・程度、休業日数等、年齢・経験年数、自社（従業員、パート）/派遣/協力会社の別 4) 直接要因、間接要因 安全対策

なお、保安事故分類および労働災害分類の基本的な事象は以下のとおりとした。

・保安事故

「火災」「爆発」「破裂、破損」「漏えい、噴出」「その他」

・労働災害

「切れ、こすれ」「激突」「激突され」「高温、低温物との接触」「墜落、転落」「転倒」「動作の反動、無理な動作」「はさまれ巻き込まれ」「飛来、落下」「有害物との接触」「崩壊、倒壊」「踏抜き」「おぼれ」「感電」「その他」「交通事故」

## 2. 多結晶シリコン製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策

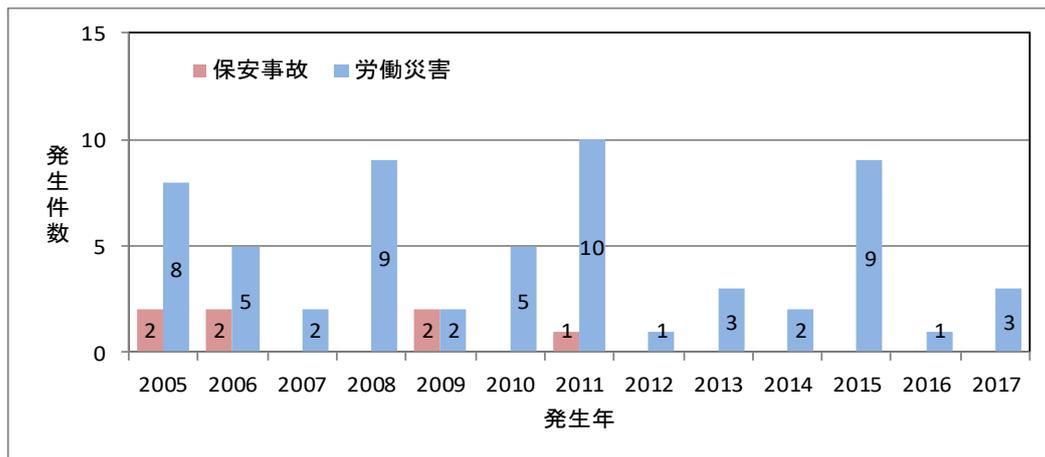
### (1) 保安事故・労働災害の発生状況

2005年から2017年までの事故等の発生件数等の推移を示すと共に、多結晶シリコン製造工程における潜在リスクを明らかにするため、発災工程、作業、原因物質、要因、並びに必要とされる対策別に、発生件数および事象分類の関係を整理した。

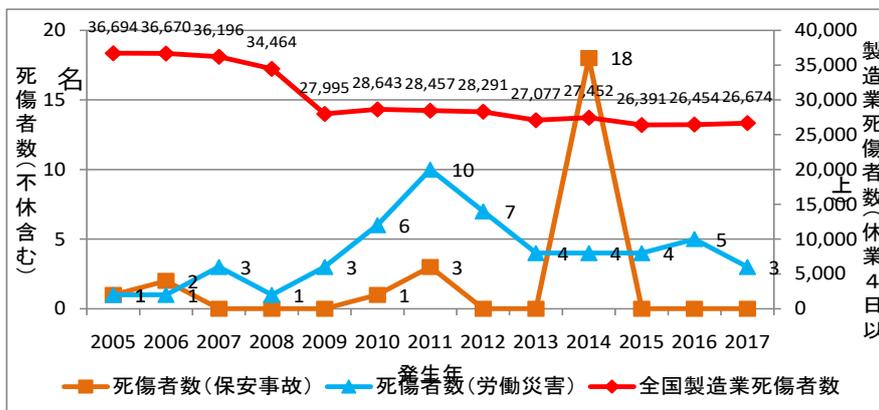
#### ①保安事故・労働災害の状況（2005年～2017年）

ア) 年別「保安事故」「労働災害」発生件数および死傷者数（[図Ⅱ-2-1][図Ⅱ-2-2]参照）

今回収集した保安事故の事例は別表1に、労働災害の事例は別表2にそれぞれ示すとおりである。統計・整理の母数となる事故事例等の件数は、保安事故18件と労働災害47件を合わせた計65件であり、発生件数およびこれに伴う死傷者数の時系列推移は[図Ⅱ-2-1]および [図Ⅱ-2-1]に示すとおりである。



[図Ⅱ-2-1 年別「保安事故」および「労働災害」の発生件数（2005年～2017年）]



[図Ⅱ-2-2 発生年別死傷者数（2005年～2017年）]

注 1) 昨年度との件数の差異は、新定義による事例の洗い直しの結果によるものである。また、労働災害について、1社は直近6年間分の件数である。

注 2) 1事例につき、前述の事象分類に基づき、保安事故か労働災害のどちらかに分類した。

イ) 事故型別「保安事故」および「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-2-3〕〔図Ⅱ-2-4〕〔図Ⅱ-2-5〕〔表Ⅱ-2-1〕参照）

#### 【保安事故】

保安事故の事象としては「発火・火災（10件）」が多かった。このうち、原料工程で3件、回収工程で6件発生している。

原料工程の4件の内3件（別表1 No.6、7、14）をみると、いずれの事例も金属シリコン原料と塩酸を反応させる過程で発生する「トリクロロシラン（TCS）」と「水素」が原因物質となっており、通常運転中またはスタートアップ時に発生したものである。

回収工程の8件（別表1 No.1、5、11、13、15、16、17、18）をみると、反応工程からのクロロシラン類やクロロシランポリマー類を回収する工程であるため、熱交換器に堆積した「クロロシランポリマー類およびその加水分解生成物」が原因物質となっている事例が3件であり、これらはいずれも熱交換器の開放洗浄作業中に発生したものである。

また、「爆発（2件）破裂（3件）」の内3件（別表1 No.12、13、15）についても、原因物質は「クロロシランポリマー類およびその加水分解生成物」であり、熱交換器の開放洗浄作業中と洗浄後に発生したものである。

種々の対策を各社とも注意を払って行っているが、「クロロシランポリマー類およびその加水分解生成物」は、リスクとして残存している。

爆発エネルギーの大きい水素や、化学的に影響のある塩化水素・トリクロロシランといった物質もリスクとして残存している。

全体的には、これまでの傾向と大きな変化は認められなかった。

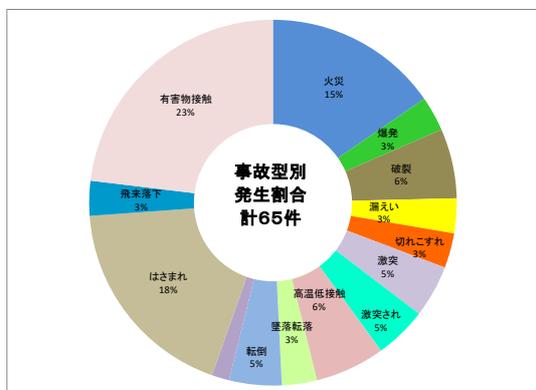
#### 【労働災害】

労働災害の事象としては「有害物との接触（15件）」が最も多く、次いで「挟まれ巻き込まれ（11件）」、「高温の物との接触（4件）」の順となっている。工程としては、仕上工程が13件であり、次いで、反応工程、原料工程それぞれ10件、7件と続き、その他が12件であった。

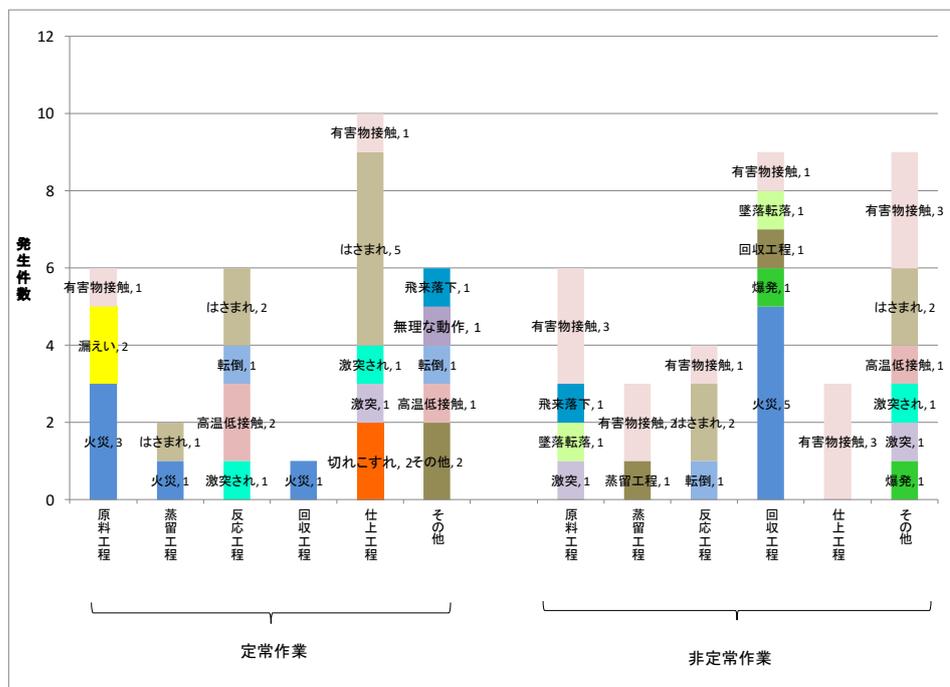
「有害物質との接触」の事例をみると、工程との関連性よりも、原因物質および作業内容の組み合わせに典型的な特徴が見られる。即ち、15件のうち8件（別表2 No.9、12、15、17、23、24、30、47）が、「TCS」や「四塩化ケイ素（STC）」、「クロロシランポリマー類」等の製造工程中の生成物質との接触となっている。多結晶シリコン製造工程は、反応工程と仕上工程を除き、完全クローズドである

ため、これらはいずれも、配管等の整備中およびサンプリング作業中に発生したものである。また、残りの7件（別表2 No.8、13、22、26、27、31、38）は、塩酸等の酸性液またはガスとの接触であり、やはりこちらも配管等の整備作業中に発生したものである。

「挟まれ巻き込まれ（12件）」の事例をみると、反応工程の4件（別表2 No.5、25、32、35）は、反応炉周りの機械操作や工具等を使っての作業中に発生したものである。仕上工程の5件（別表2 No.4、6、21、29、43）は、多結晶シリコン製品の切断・破碎、洗浄等、作業者が実際の製品を取り扱う工程であることから、5件のうち4件が、製品の横持ちや、それに伴う機械操作中に発生したものである。



[図Ⅱ-2-3 多結晶シリコン製造業の事故型別] [図Ⅱ-2-4 国内全製造業の事故型別]

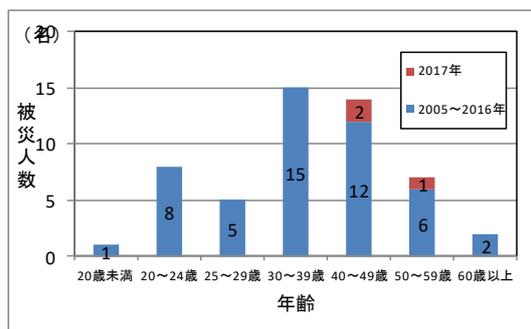


[図Ⅱ-2-5 多結晶シリコン製造工程別事故型発生件数（2005年～2017年）]

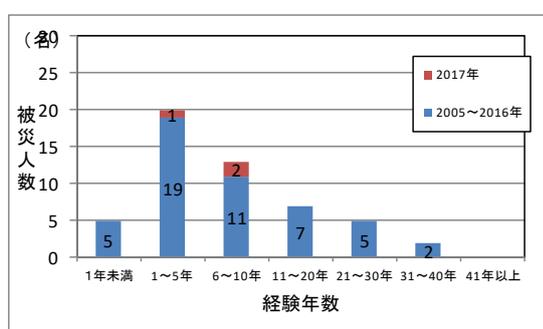
[表Ⅱ-2-1 多結晶シリコン製造工程別事故型発生件数（2005年～2017年）]

工程名	分類	保安事故					労働災害													小計	中計
		火災	爆発	破裂破損	漏えい噴出	その他	切れこすれ	激突	激突され	高温低温の物との接触	墜落転落	転倒	動作の反動無	はさまれ巻き込まれ	飛来落下	有害物との接触	その他	交通事故	分類不能		
定常作業	原料工程	3			2											1				6	31
	蒸留工程	1											1						2		
	反応工程							1	2		1		2						6		
	回収工程	1																	1		
	仕上工程						2	1	1					5		1			10		
	その他			2						1		1	1		1				6		
非定常作業	原料工程							1		1				1	3				6	34	
	蒸留工程			1											2				3		
	反応工程										1		2		1				4		
	回収工程	5	1	1						1					1				9		
	仕上工程														3				3		
	その他		1					1	1	1				2	3				9		
小計		10	2	4	2	0	2	3	3	4	2	3	1	12	2	15	0	0	0	合計	
中計		18					47														65

ウ) 年齢および経験年数別 労働災害死傷者数（[図Ⅱ-2-6][図Ⅱ-2-7]参照）  
 経験年数別死傷者数については、経験年数の浅い5年未満が約5割を占めており、  
 2017年発生労働災害も同様に経験年数の浅い作業員（5年未満）であった。



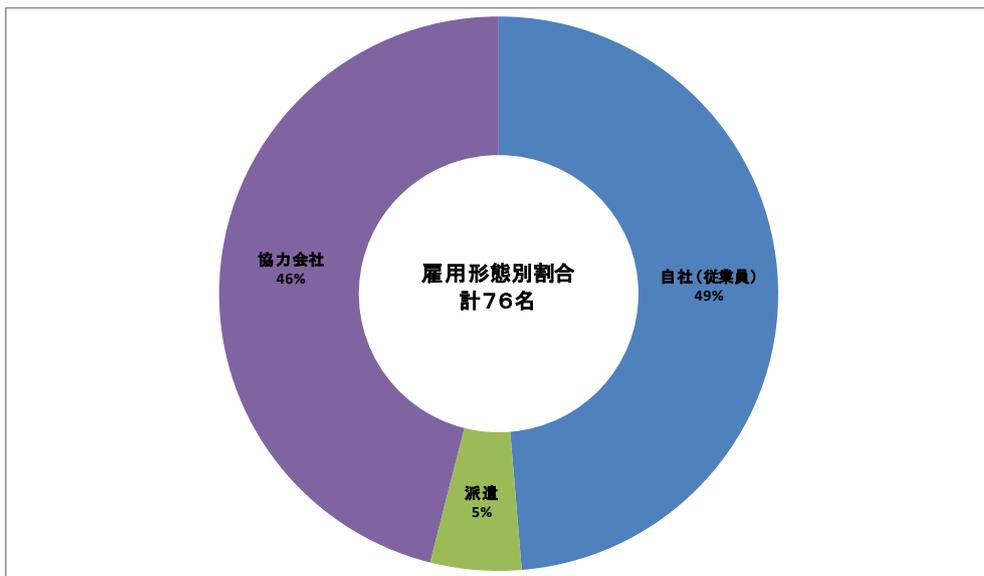
[図Ⅱ-2-6 年齢別労働災害死傷者数  
 (2005年～2017年)]



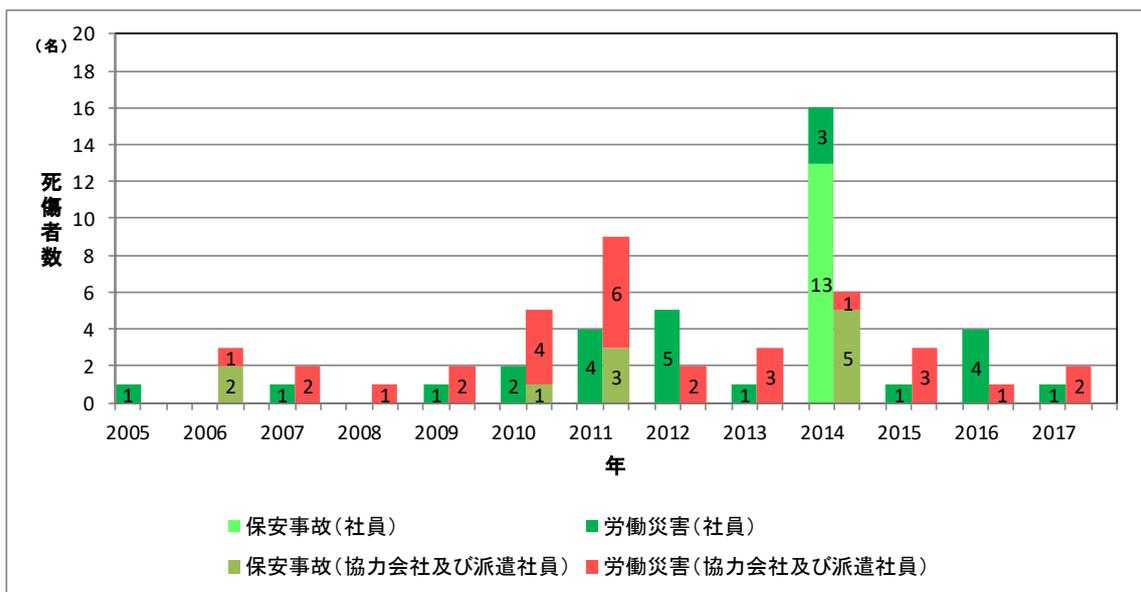
[図Ⅱ-2-7 経験年数別労働災害死傷者数  
 (2005年～2017年)]

エ) 雇用形態別「労働災害」発生割合（[図Ⅱ-2-8][図Ⅱ-2-9]参照）

雇用形態別発生割合について、過去12年間の従業員の事故比率の約5割を占めており、2017年に労働災害1件が発生したものの、割合に大きな変化はなかった。



[図Ⅱ-2-8 雇用形態別死傷者数割合 (2005年～2017年)]



[図Ⅱ-2-9 雇用形態別「保安事故」および「労働災害」における死傷者数  
(2005年～2017年)]

オ) 「保安事故」および「労働災害」の工程別間接要因の発生割合 ([表Ⅱ-2-2] [表Ⅱ-2-3] [図Ⅱ-2-10]参照)

多結晶シリコン製造工程における安全確保のための具体的な対策を明らかにするため、事故等事例の間接要因を、「安全管理(設備)」「安全管理(マニュアル)」「安全教育」「危険性知識」の4つに分類する方法で整理した。

なお、「安全管理(設備)」は、事故等の発生した当該設備自体に問題点があり、

事後に改造等を行ったものとし、「安全管理（マニュアル）」は、作業や操作の方法、手順に問題点があったものとした。「安全教育」は、作業従事者に対して、作業標準やマニュアル類、物質の危険性などに関する教育が不十分であったものとした。「危険性知識」は、危険性に関する知見が不足していたため、安全管理や安全教育が不十分であったものとした。

また、1事例につき、例えば「安全管理（設備）」と「安全管理（マニュアル）」など、複数の間接要因が挙げられる場合もある。

### 【保安事故】

保安事故事例 18 件について、35 点の間接要因が挙げられた。

「安全管理（設備）（7 件）」の内訳は、部品の機能・材質選定の問題が 6 件（別表 1 No. 3、6、7、8、10、16）と、機器の設計上の問題が 1 件（別表 1 No. 5）となっている。

「安全管理（マニュアル）（13 件）」の内訳は、運転条件の見直しを要したものの 7 件（別表 1 No. 1、2、6、7、9、14、15）と、作業手順の変更を要したものの 6 件（別表 1 No. 3、11、12、13、17、18）となっている。

「安全教育（9 件）」は、いずれも作業者に対する作業手順・運転方法の周知が不十分または理解不足があったもので、対策として再教育を実施したものとなっている。

「危険性知識」の 6 件は、いずれもクロロシランポリマー類加水分解生成物の発火・爆発危険性に関する知見が不足していたものとなっている。

[表Ⅱ-2-2 保安事故の工程別間接要因（2005 年－2017 年）]

（単位：件）

	原料 工程	蒸留 工程	反応 工程	回収 工程	仕上 工程	その他	計
安全管理（設備）	4	1	0	1	0	1	7
安全管理（マニュアル）	3	2	0	6	0	2	13
安全教育	1	1	0	4	0	3	9
危険性知識	0	0	0	5	0	1	6
計)	8	5	0	16	0	7	35

### 【労働災害】

労働災害事例 47 件について、62 点の間接要因が挙げられた。

「安全管理（設備）（10 件）」の内訳は、機器・設備の安全配慮が不十分 6 件（別表 2 No. 4、14、15、16、28、32、37、46）と、機器のメンテナンスが不十分 2 件（別

表2 No.1、5) となっている。

「安全管理（マニュアル）（18件）」の内訳は、作業手順書等の不備14件（別表2 No.6、7、10、13、21、32、34、38、39、40、43、44、45、47）、作業手順上の注意不足2件（別表2 No.2、3）、作業手順書等の順守不足2件（別表2 No.26、30）となっている。

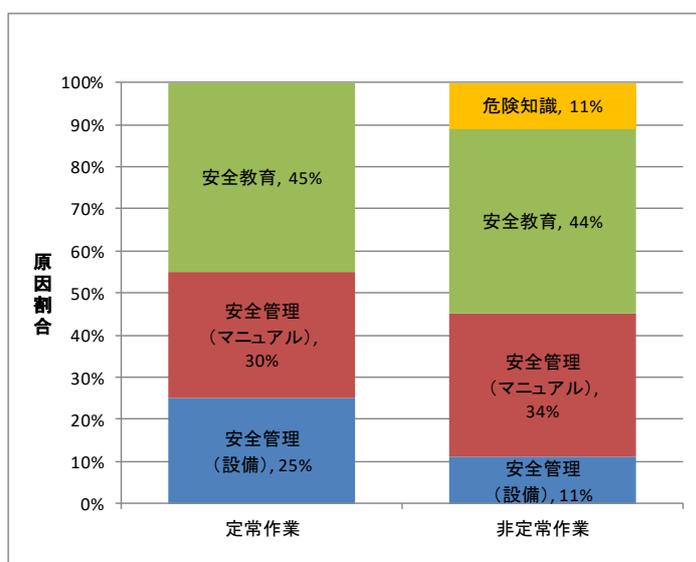
「安全教育（34件）」の内訳は、KYや危険性認識の不足27件（別表2 No.1、3、4、5、6、7、9、11、12、14、15、16、17、18、20、21、22、23、25、27、29、32、33、35、36、41、42）と、作業手順・運転方法の周知が不十分または理解不足7件（別表2 No.8、13、19、24、26、30、31）があったもので、対策として教育を実施したものとなっている。

なお、「危険性知識」は、労働災害の要因として挙げられなかった。

[表Ⅱ-2-3 労働災害の工程別間接要因（2005年～2017年）]

（単位：件）

	原料工程	蒸留工程	反応工程	回収工程	仕上工程	その他	計
安全管理（設備）	1	0	3	1	2	3	10
安全管理（マニュアル）	1	3	4	0	6	4	18
安全教育	7	2	7	2	9	7	34
危険性知識	0	0	0	0	0	0	0
計)	9	5	14	3	17	14	62



[図Ⅱ-2-10 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（2005年～2017年）]

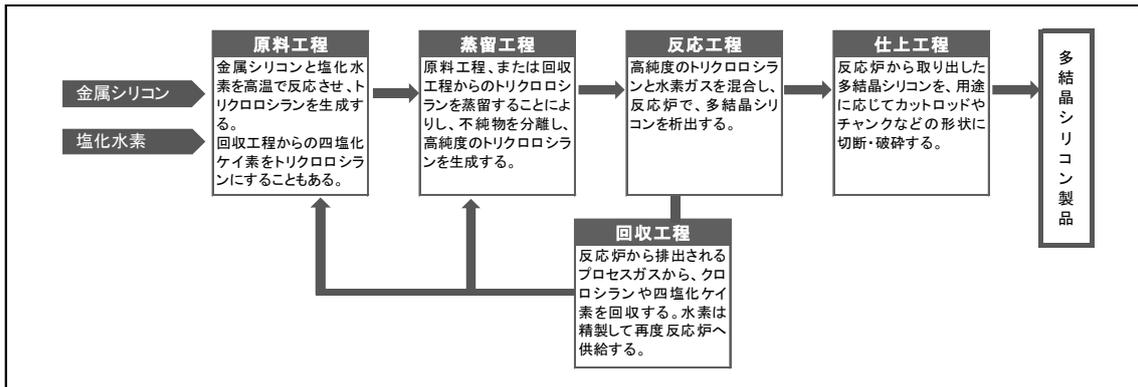
(2) 潜在危険性（ハザード）と安全対策

① 工程別の事故等の事象

多結晶シリコン製造工程における潜在危険性(ハザード)を明らかにするため、工程別に、保安事故、労働災害それぞれの発生事象を整理した。

なお、多結晶シリコン製造工程の基本フローは[図Ⅱ-2-11]のとおりである。

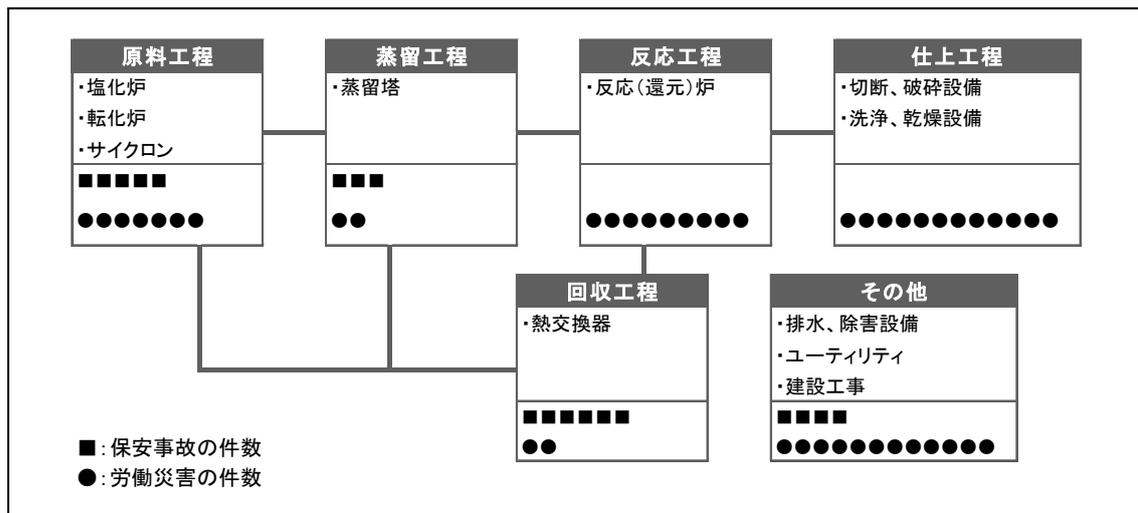
[図Ⅱ-2-11 多結晶シリコン製造工程の基本フロー]



② ハザードマップ

「表Ⅱ-2-1」の整理に基づき、工程プロセス上に事例の数と事象等をプロットし、[図Ⅱ-2-12]のとおり、多結晶シリコン製造工程に関するハザードマップを作成した。

[図Ⅱ-2-12 ハザードマップ (2005年-2017年)]



③ 工程別潜在危険性（ハザード）およびその安全対策のまとめ

工程別の潜在危険性（ハザード）およびそのハザードに対する代表的な安全対策を整理することにより、潜在危険性（ハザード）とそれに対する安全性確保のための施策・注意すべき点を、[表Ⅱ-2-4]のとおり取りまとめた。

[表Ⅱ-2-4 多結晶シリコン製造における潜在危険性（ハザード）と安全対策]

工程	潜在危険性（ハザード）		安全対策
	保安事故	労働災害	
原料工程	1) トリクロロシラン（TCS）、水素等の漏洩、発火 2) 酸による腐食、漏洩	1) TCS、酸等との接触による薬傷 2) 機械操作ミス、高所作業による転落、激突	安全管理（設備）：部品等の摩耗・腐食対策 安全管理（マニュアル）：点検の実施 安全教育：KYの徹底
蒸留工程	1) TCS、水素等の漏洩、発火	1) TCS等との接触による薬傷、酸の吸引	安全管理（設備）：部品等の材質選定 安全管理（マニュアル）：作業手順、運転条件の見直し 安全教育：KYの徹底、適正な防具の着用
反応工程		1) 機械操作ミス、ロッド取り出し等による挟まれ 2) ロッドの倒壊 3) 高温物との接触	安全管理（設備）：器具等の改善 安全管理（マニュアル）：作業手順、操作方法の見直し 安全教育：KYの徹底、適正な防具の着用
回収工程	1) TCS等の漏洩、発火 2) クロロシランポリマー類加水生成分解物の発火、爆発	1) クロロシランポリマー類加水生成分解物との接触	安全管理（設備）：部品等の腐食対策 安全管理（マニュアル）：作業手順、メンテナンス頻度の見直し 安全教育：KYの徹底、適正な防具の着用 危険性知識：発火、爆発危険性に関する教育、作業標準の改訂
仕上工程		1) 機械、装置への挟まれ、激突 2) 製品搬送時の挟まれ 3) 酸との接触による薬傷 4) シリコン片との接触による切れ	安全管理（設備）：器具、作業環境等の改善 安全管理（マニュアル）：作業手順、操作方法の見直し、治具の導入 安全教育：KYの徹底、適正な防具の着用
その他	1) 廃棄物処理、サンプリング、排水処理等におけるTCS、クロロシランポリマー加水分解生成物の発火、爆発	1) 建設工事、整備作業等における挟まれ、激突 2) 除害処理、液充填における挟まれ、TCS等との接触	安全管理（設備）：器具、作業環境等の改善 安全管理（マニュアル）：作業手順の見直し 安全教育：KYの徹底、適正な防具の着用

### (3) P D C Aサイクルによる改善実績

厚生労働省の労働安全衛生マネジメントシステムに準拠した、労働衛生管理手法を適用し、内部監査を含めたP D C Aサイクルにより連続的、かつ、継続的に活動している。

P D C Aサイクルの中でもC（チェック）の部分が重要であることから、内部監査におけるチェックリストの見直しなど、各社、監査の工夫などを行い、課題を明確にし、次年度の活動へ反映している。また、第三者による安全評価の実施により事業所の弱みなど現状の問題点についての診断も行っている。

危険体感教育では、初回において、受講者にアンケートを行い、教育内容の確認を行うと同時に、新規の危険体感教育の参考にし、2回目以降の危険体感内容を改定し、マンネリや慣れの少ない、危険体感教育を実践できた。

### 3. 多結晶シリコン製造事業者としての取組み（フォローアップ）

2015年度より、本委員会委員会社である多結晶シリコンメーカー3社は、クロロシランポリマー類の加水分解生成物の発火・爆発危険性に関する新たな知見を踏まえたリスクアセスメントや、自主保安向上に向けた諸施策を実施してきた。2018年度における各社の取組みを事例紹介する。

#### （1）非定常作業の現状把握と作業手順書作成の徹底

非定常作業における安全性を再確認するため、次の対策を実施した。

- ① 事前ミーティングの実施と安全作業マニュアルの確認
- ② 事前KYの実施
- ③ 上記実施結果に基づく手順書の作成
- ④ 上長による確認と関係者全員への周知徹底
- ⑤ 途中で作業変更があった場合は再度上記①～④を行う。

#### （2）活性な物質を取り扱う作業の再調査

活性な物質に対して正しい認識を持ち、適切な作業方法を確実に立案するため、取り扱っている活性な物質についての現状を把握し、その危険性を再評価した。

- ① 活性な物質の取り扱いに関する現状把握と危険性評価
- ② 工場および設備内滞留物の抽出とその危険性評価
- ③ 上記①②についての教育

#### （3）リスクアセスメント活動

上記（2）の活動における危険性の評価については、実際の事故状況から想定される危険要因（ハザードシナリオ）と適合している事が重要なポイントとなるため、実作業における爆発・火災・異常燃焼等のリスクアセスメントを2015年度より実施中である。

- ① ハザードシナリオの作成
- ② リスクマトリックスによる評価
- ③ 安全対策によるリスク低減
- ④ ハザードシナリオの定期見直し

これまでも各社において化学物質のリスクアセスメントの実施・リスク低減活動を取り組んでいる。しかし本質的改善を理想としながらも、設備の完全密封化や代替化学物質の使用も難しいことから、保護具による対応箇所も少なからず存在している。

#### (4) 従業員のマインド向上

従業員のマインド向上を目的として、次の施策を講じている。

##### ① 安全褒章制度

従来の安全ルールの誤認、軽視および違反に対する警告制度を見直し、新たに褒章制度を取り入れた制度設計とした。褒章については、安全宣言の達成、一人KY、ヒヤリハット提出件数等の基準により、未然防止、水平展開に係る優れた取組みに対して表彰を行い、安全活動へのモチベーション向上を図っている。

##### ② 「あるべき姿」および行動基準の制定

以下に示すとおり、スローガンとして「あるべき姿」を掲げ、これに基づき従業員の行動基準 10 カ条を制定した。

###### <あるべき姿>

「災害ゼロから危険ゼロ」を目指して、すべての人から信頼される工場を作ります

###### <行動基準 10 カ条>

1. 自身の職務を責任と誇りをもって遂行します
2. 職場と自らの将来の姿を思い描き、その実現に向けて、努力します
3. 自ら感じ、自ら学び、自ら考え、自ら提案し、組織と自分自身の成長を認識できる職場をつくります
4. 誰もが改善を提案し、実現できる職場の雰囲気作りに努めます
5. 発生した問題は、現場、現物、現象で把握し、原因を解析し、真因を追究し、リスクを明確にします
6. 危険物質に対し、工場全体で正面から対峙し、対策からフォローまで徹底して取り組みます
7. リスク対策の立案には、2次リスクも考慮し、関係者全員が協力して、対策を実行します
8. 重要な情報は文書化し、工場内で共有します
9. 決めた事と決められた事は、全員で共有して、徹底して貫きます
10. 環境保全、防災保安に努め、地域社会に貢献します

#### (5) 定期的な情報交換の場の設定

経営トップから現場最前線にわたる風通しの良い組織づくりを目指して、本社、事業所、グループ会社が参加する「グループ安全会議」を開催している。

#### (6) 監視機能の強化

各実施部署の取組みをより実効的なものにするため、以下の施策により、社内の

監視および監査の機能を強化した。

- ① グループ会社の各事業所に安全指導員・監督員を配備
- ② 工場長および安全衛生委員等による安全パトロールを実施
- ③ 本社の防災保安部署により、高圧ガス・危険物取扱に伴う爆発・火災リスクアセス実施状況に関する監査を実施
- ④ 安全衛生委員の増員および内部安全監査の実施

(7) 外部コンサルタントの起用

外部専門コンサルタント（一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会より派遣された労働衛生コンサルタント、労働安全コンサルタント）を起用し、グループ会社の重点活動場所（重大災害発生事業所、労働安全衛生法 78 条に基づく指定事業所等）を対象として、現場診断・指導を実施する。

#### 4. 希土類製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策

##### (1) 保安事故・労働災害の発生状況

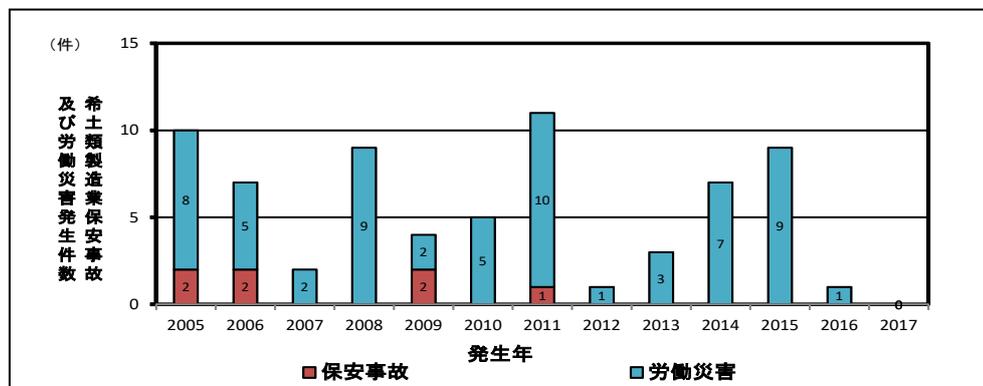
2017年度、本委員会委員会社である希土類メーカー8社の過去12年間（2005年～2016年）の保安事故・労働災害の実態調査を実施した。2018年度は、2017年の保安事故・労働災害の発生状況を調査したが事故・災害はゼロを達成した。

##### ① 保安事故・労働災害の発生状況（2005年～2017年）

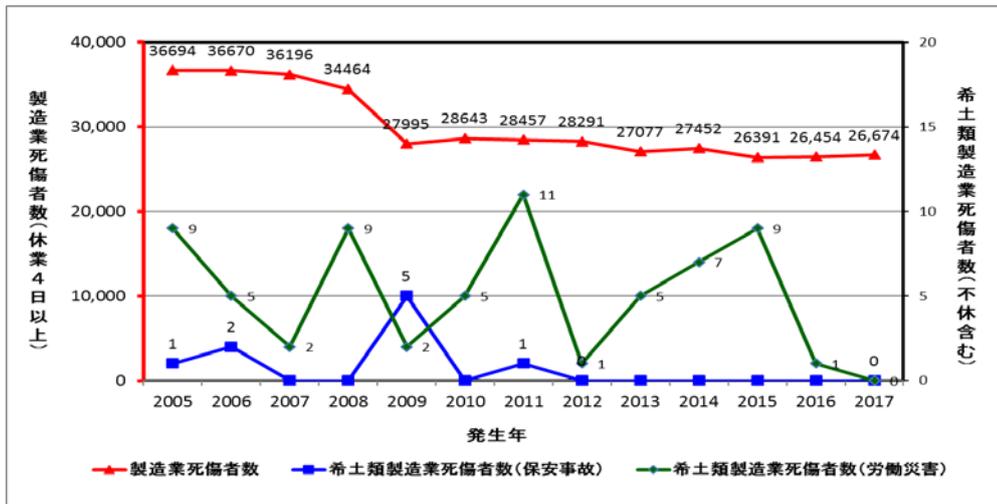
ア) 年別「保安事故」「労働災害」発生件数および死傷者数（〔図Ⅱ-4-1〕〔図Ⅱ-4-2〕参照）

希土類製造業は、2008年のリーマンショックや、2010年の尖閣諸島問題に端を発した中国の実質的な希土類輸出規制により、当該時期における生産量が極端に減少したが、死傷者数、発生件数とも、生産量減少の影響は見受けられない。この原因として、輸入量の減少による原料の変更や、リサイクルの増加による工程変更などが影響している可能性が考えられる。

年別発生件数については、過去12年間において平均6件の発生、2015年までの3年間は増加傾向であったが、2016年は1件と減少し2017年は無事故・無災害を達成した。なお、2017年全国製造業の死傷者数は対前年比横ばいの傾向である。



〔図Ⅱ-4-1 年別「保安事故」および「労働災害」の発生件数（2005年～2017年）〕

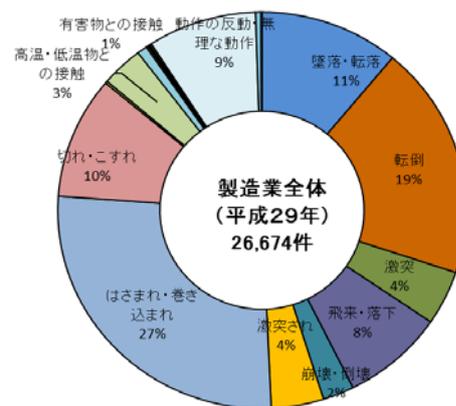
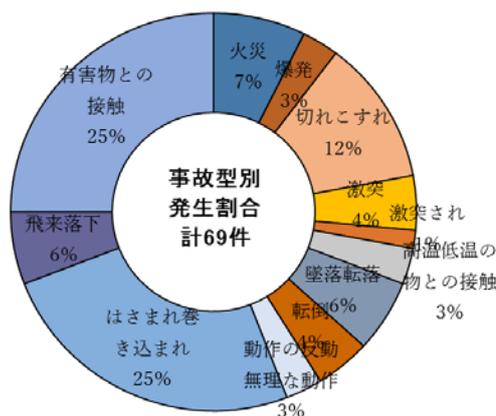


[図Ⅱ-4-2 発生年別死傷者数 (2005年～2017年)]

イ) 事故型別「保安事故」および「労働災害」発生割合 ([図Ⅱ-4-3][図Ⅱ-4-4]参照)

事故型別発生割合については、保安事故では希土類特有の火災、爆発の割合が高くなり、また、労働災害では、薬品使用による有害物（酸、アルカリ等）との接触の割合が高くなっている。

保安事故は2012年以降ゼロを継続している。労働災害は、希土類製造の3大要因（有害物との接触、はさまれ巻き込まれ、切れこすれ）に起因するものが多い傾向を示す中、災害ゼロを達成した。

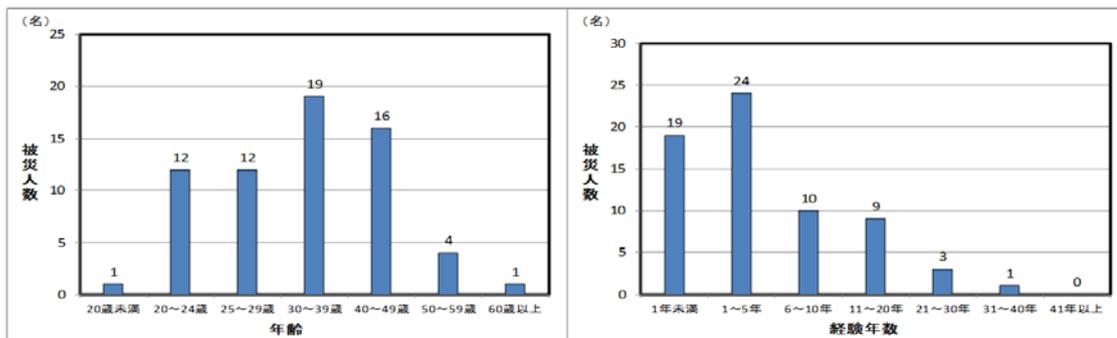


引用：厚生労働省「業種、事故の型別死傷災害発生状況（平成29年）」

[図Ⅱ-4-3 希土類製造業の事故型別発生割合 (2005年～2017年)]

[図Ⅱ-4-4 国内全製造業の事故型別死傷災害発生割合 (2017年単年)]

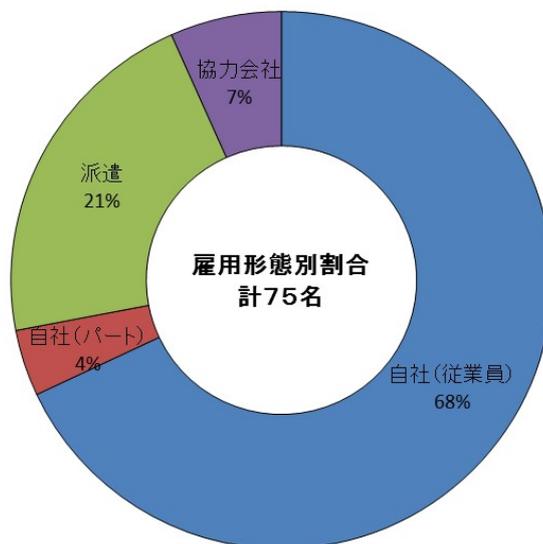
ウ) 年齢および経験年数別 労働災害死傷者数 ([図 II-4-5] [図 II-4-6] 参照)  
 経験年数別死傷者数については、2016 年も経験年数の短い作業員（5 年未満）が被災している。なお、2017 年は無災害であった。



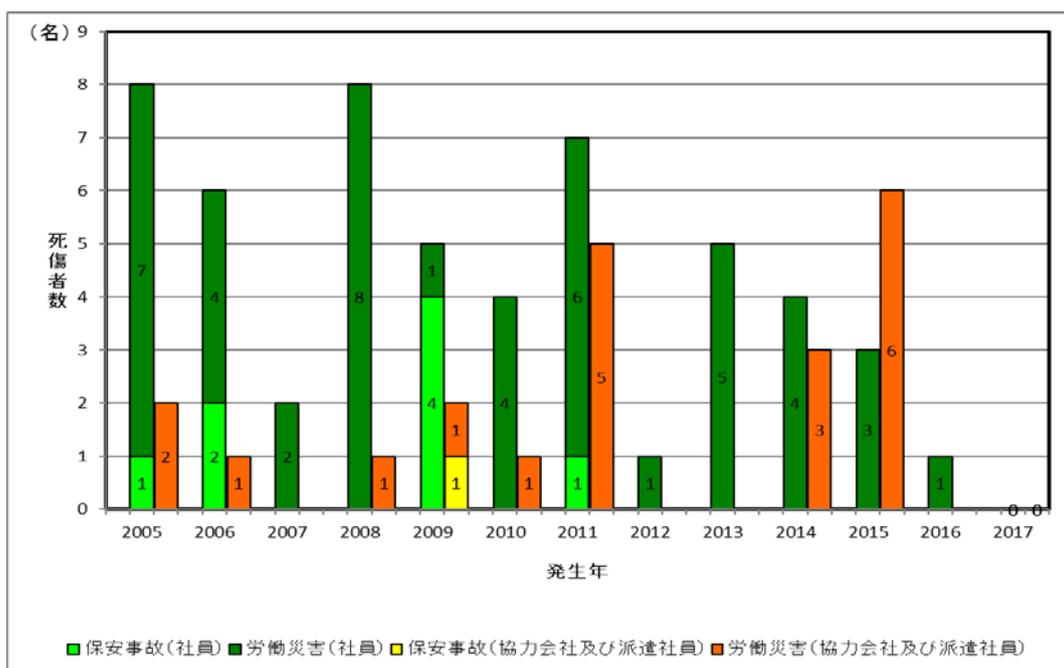
[図 II-4-5 年齢別労働災害死傷者数 (2005 年～2017 年)] [図 II-4-6 経験年数別労働災害死傷者数 (2005 年～2017 年)]

エ) 雇用形態別「労働災害」発生割合 ([図 II-4-7] [図 II-4-8] 参照)

雇用形態別発生割合について、希土類製造業においては過去 12 年間派遣社員の事故比率が全体の 4 分の 1 を占めていたが、2016 年は唯一 1 名の被災者が社員（従業員）で、2017 年は無災害であったため、派遣社員の割合に大きな変化はなかった。



[図 II-4-7 雇用形態別死傷者数割合 (2005 年～2017 年)]



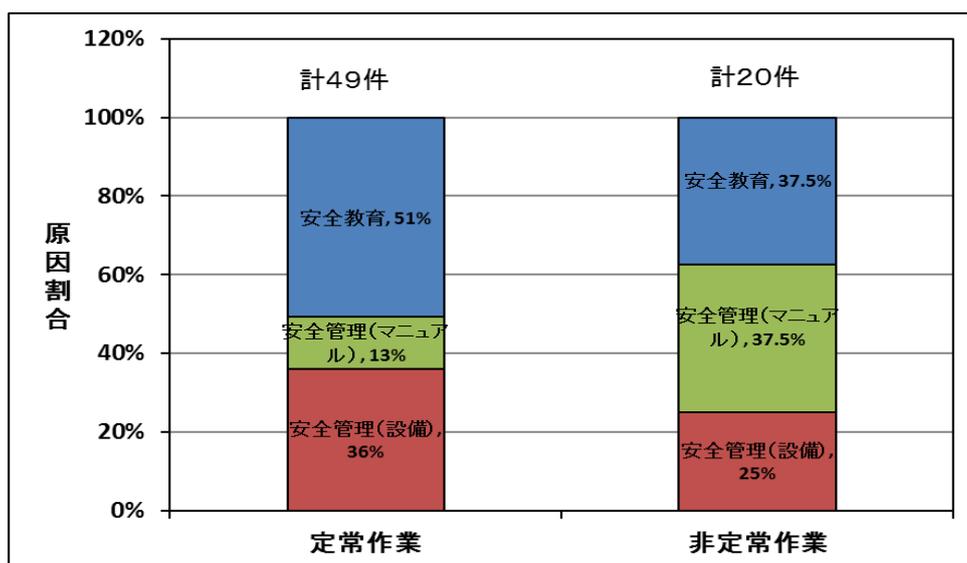
〔図Ⅱ-4-8 雇用形態別「保安事故」および「労働災害」における死傷者数  
(2005年～2017年) 〕

オ) 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-4-9〕参照）

原因別発生割合について、安全教育が、定常作業で51%、非定常作業でも38%と一番高い割合を占めている。教育が不十分であることが作業者の安全意識の欠如につながり、災害を誘発させていると考えられることから、作業環境に適合した安全教育（KYT、ヒヤリハット、危険擬似体験等）を繰り返し実施することが必要である。

安全管理（マニュアル）が原因となった割合は定常作業の13%に対し、非定常作業では38%と約3倍となっている。非定常作業における作業・操作方法、手順についてのマニュアル類整備を進めることが必要と考えられる。

また、定常作業では安全管理（設備）が原因となった割合が36%を占めている。個々の事故事例を参考に、自社設備に係るリスクアセスメントを実施し、ハード面の安全対策を進めることが必要であるとする。



[図Ⅱ-4-9 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（2005年～2017年）]

② 製造プロセスにおける工程別事故型別保安事故および労働災害の発生状況

ケミカル製造工程および金属・合金製造工程の工程別、事故型別の保安事故・労働災害発生状況は以下のとおりである。

ア) ケミカル製造工程（[表Ⅱ-4-1] [図Ⅱ-4-10] 参照）

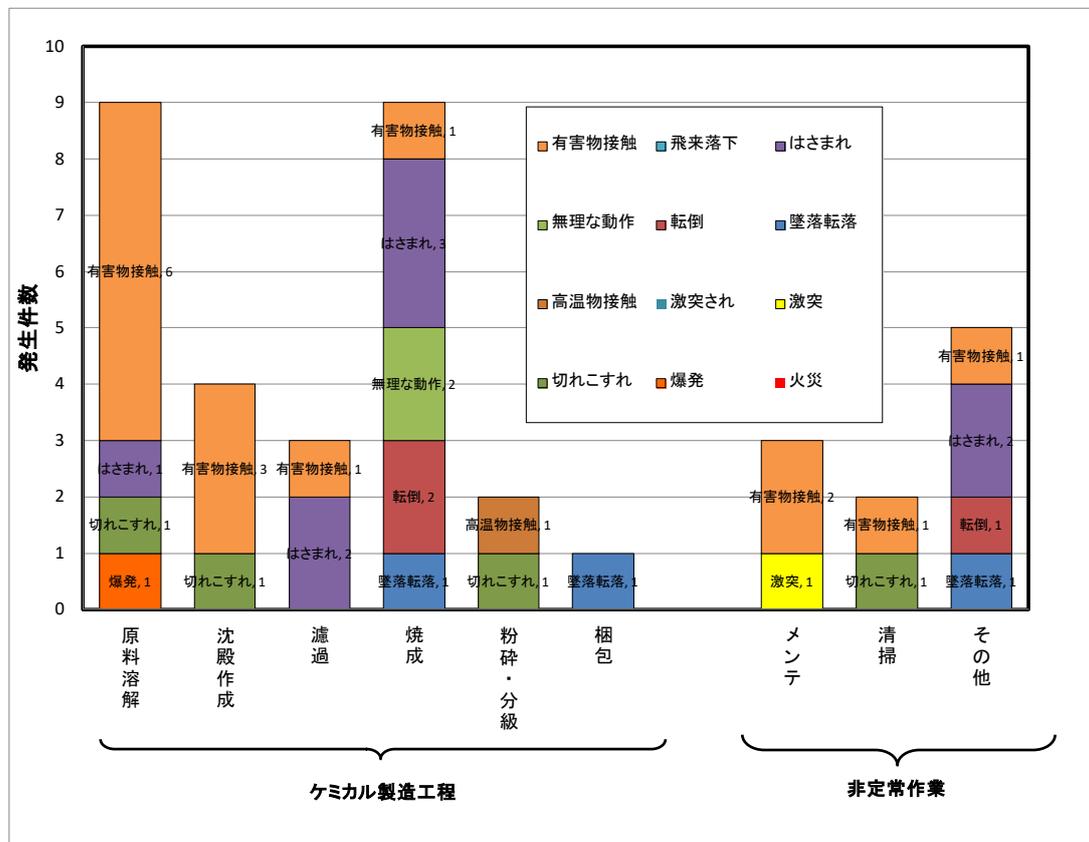
ケミカル製造工程での保安事故は過去12年で原料溶解中の爆発事故の1件だけであり、2016年、2017年共に0件となった。しかし近年、指定された物質については化学物質のリスクアセスメントが義務化されており、継続した取り組みが必要であると考えられる。

[表Ⅱ-4-1 ケミカル製造工程別事故型発生件数（2005年～2017年）]

		ケミカル製造工程別における災害型別事故発生件数															小計	中計	合計				
工程名	保安事故					労働災害																	
	火災	爆発	破裂破損	漏えい噴出	その他	切れこすれ	激突	激突され	高温低温の物との接触	墜落転落	転倒	動作の反動無理	はさまれ巻き込み	飛来落下	有害物との接触	その他	交通事故	分類不能					
定常作業	原料溶解		1		*		1						1		6*				9	28			
	沈殿作成		*		*		1								3	*			4				
	濾過			*									2		1				3				
	焼成			*						1	2	2	3		1				9				
	粉碎・分級						1		1				*						2				
	梱包									1									1				
非定常作業	メンテ						1								2				3	10			
	清掃					1									1				2				
	その他(移動中、運搬中等)					*				1	1		2		1				5				
小計	0	1	0	0	0	4	1	0	1	3	3	2	8	0	15	0	0	0					
中計	1					37																	
合計																							38

※ 黄色塗りつぶしセル(\*印)は、想定リスクを示したものの。(別表3および別表4を参照)

※ 2016年、2017年は実績なし



[図Ⅱ-4-10 ケミカル製造工程別事故型発生件数（2005年～2017年）]

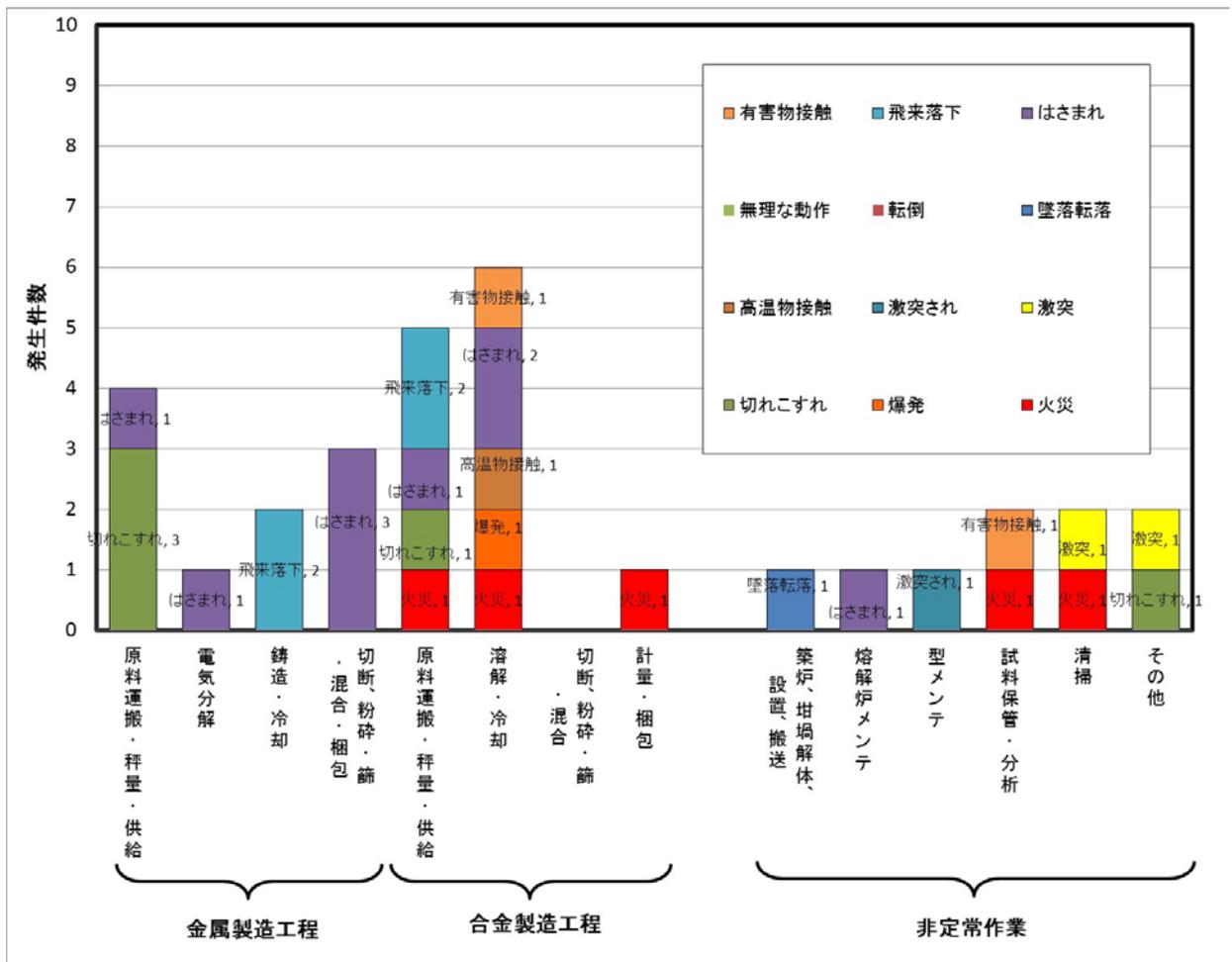
イ) 金属・合金製造工程（〔表Ⅱ-4-2〕〔図Ⅱ-4-11〕参照）

金属・合金製造工程での保安事故は、各種工程での火災、爆発が6件あったが、2016年、2017年は0件となった。労働災害は2016年に1件発生したが、2017年は無災害を達成できた。

〔表Ⅱ-4-2 金属・合金製造工程別事故型発生件数（2005年～2017年）〕

工程名	保安事故					労働災害													小計	中計	合計
	火災	爆発	破裂破損	漏えい噴出	その他	切れこすれ	激突	激突され	高温低温の物との接触	墜落転落	転倒	動作の反動無理な動作	はさまれ巻き込まれ	飛来落下	有害物との接触	その他	交通事故	分類不能			
定常作業	原料運搬・秤量・供給	*				3							1					4	22		
	電気分解		*										1					1			
	鑄造・冷却													2				2			
	切断、粉砕・篩・混合・梱包													3				3			
	原料運搬・秤量・供給	1*				1							1	2				5			
	溶解・冷却	1	1	*				1					2		1			6			
	切断、粉砕・篩・混合																	0			
	計量・梱包	1																1			
非定常作業	築炉、坩堝解体、設置、搬送								1									1	9		
	熔解炉メンテ												1					1			
	型メンテ						1											1			
	ロール研磨																	0			
	高所作業																	0			
	サンプル保管・分析	1													1			2			
	清掃	1					1											2			
	集塵機	*																0			
	その他(移動中、運搬中等)					1	1											2			
小計	5	1	0	0	0	5	2	1	1	1	0	0	9	4	2	0	0				
中計	6					25															
合計																			31		

※ 黄色塗りつぶしセル（\*印）は、想定リスクを示したものの。（別表3および別表4を参照）

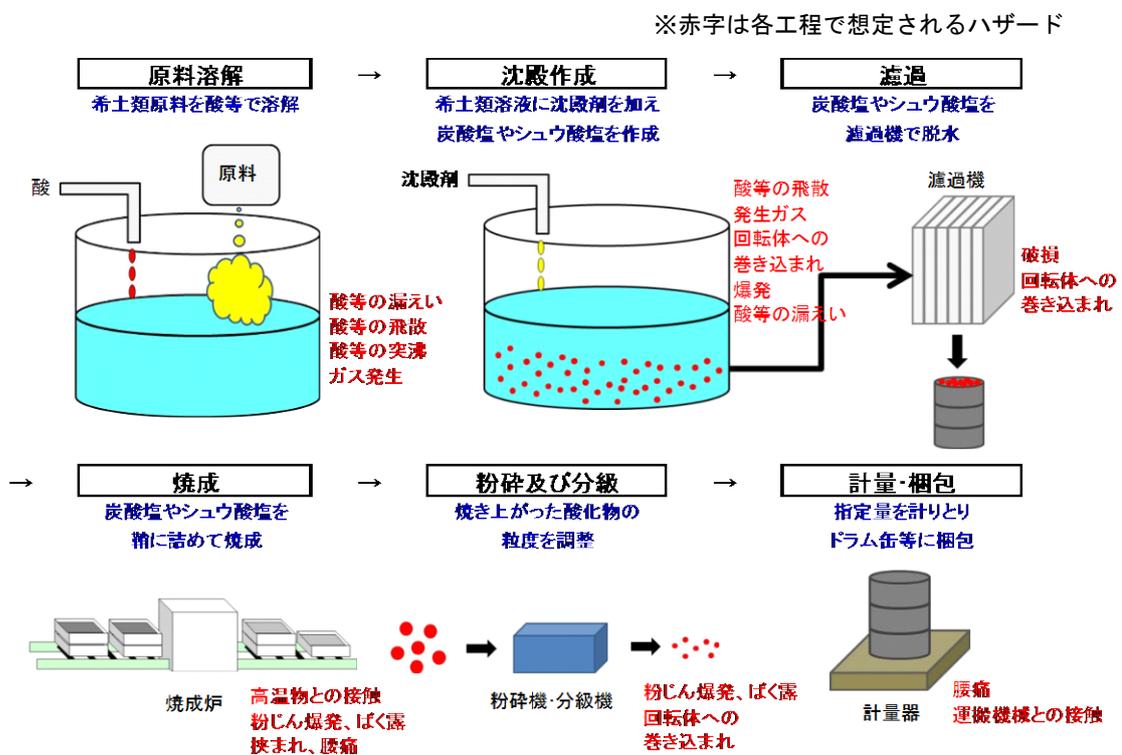


[図 II-4-11 金属・合金製造工程別事故型発生件数 (2005年～2017年)]

(2) 潜在危険性（ハザード）と安全対策

ケミカルおよび金属・合金製造におけるハザードと安全対策については平成27年度行動計画にまとめた事項（下記[図Ⅱ-4-12] [図Ⅱ-4-13] [表Ⅱ-4-3] [表Ⅱ-4-4]）について周知徹底を図る。

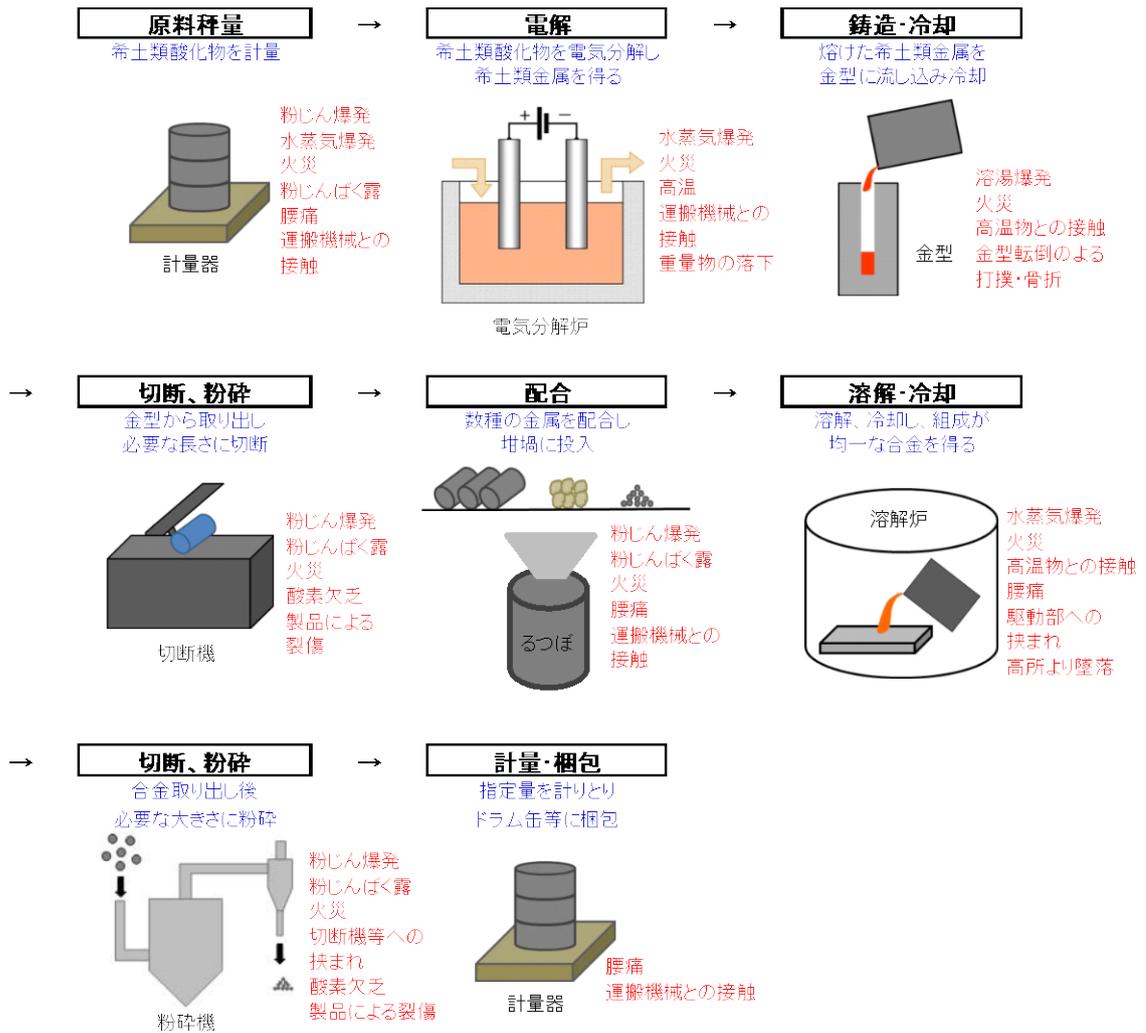
ケミカル製造は希土類原料から希土類酸化物を製造するものである。希土類原料を溶解、沈殿させて、炭酸塩やシュウ酸塩を作成する。これを濾過機で脱水し、濾過（脱水）ケーキを電気炉等で焼成し、粉碎・分級する流れとなっている。



[図Ⅱ-4-12 ケミカル製造フロー]

金属・合金製造は希土類酸化物から希土類金属を製造するものである。原料の希土類酸化物などを電気分解し、鑄造・冷却により希土類金属を製造する。合金製造では、さらに数種の金属を配合し、溶解炉にて合金を製造する流れとなっている。

※赤字は各工程で想定されるハザード



[図 II-4-13 金属・合金製造フロー]

[表Ⅱ-4-3 ケミカル製造におけるハザードと安全対策]

工程	ハザード		安全対策
	保安事故	労働災害	
原料溶解	1) 薬液、ガスの漏えい	1) 酸の飛散による薬傷 2) 急激な反応による突沸による薬傷 3) 発生ガスの吸引による炎症	安全教育：薬液に関する知識 安全管理（設備）：薬液投入制御 安全管理（マニュアル）：薬液投入条件
沈殿作成	1) 急激な水との反応による圧力上昇、爆発 2) 薬液、ガスの漏えい 3) GLタンクのピンホールによる外部鉄槽の破損	1) 沈殿飛散による眼の負傷 2) 酸・アルカリの飛散による薬傷 3) 発生ガスの吸引による呼吸器の炎症 4) 回転体への巻き込まれ	安全教育：化学反応の知識 安全管理（設備）：飛散防止、ガス排出 安全管理（マニュアル）：沈殿剤添加速度
濾過	1) 遠心分離機バスケット破損	1) 装置（高速回転機器等）への挟まれによる骨折・打撲・裂傷 2) 遠心分離機バスケット破損による飛散物との接触	安全教育：操作手順の徹底 安全管理（設備）：挟まれ、飛散防止 安全管理（マニュアル）：点検方法
焼成	1) 焼成温度の異常上昇による炉内容物の溶融 2) 回収時の粉じん爆発	1) 高温による熱傷 2) 回収時の粉じんへのばく露による健康障害 3) 台車移動時の挟まれ 4) 重量物運搬による腰痛	安全教育：保護具着用の徹底 安全管理（設備）：集塵機の設置 安全管理（マニュアル）：異常時の対応手順
粉碎・分級	1) 微粉末飛散による粉じん爆発	1) 粉じんばく露による健康障害 2) 回転体への巻き込まれ	安全教育：粉じんによる健康障害 安全管理（設備）：安全装置の設置
梱包		1) 重量物運搬などによる腰痛 2) フォークリフトとの接触	安全教育：腰痛対策、適切な道具使用
メンテ	1) 液の漏えい	1) 液の移送やメンテ時の酸・アルカリ飛散による薬傷	安全教育：保護具着用の徹底 安全管理（マニュアル）：操作手順書

清掃		1) 反応槽内での酸素欠乏	安全管理（設備）：ファン、酸素計使用
移動、運搬		1) 転倒、挟まれ	安全教育：保護具着用の徹底 安全管理（設備）：適切な道具使用 安全管理（マニュアル）：工場ルール
工程一般	1) 金属と水との反応による発火・爆発 2) 粉じん爆発 3) 薬液、ガスの漏えい	1) 酸・アルカリの飛散による炎症 2) 固体の飛散による炎症 3) 粉じんばく露による健康障害 4) 発生ガスによる健康障害 5) 酸欠 6) 高温物との接触による火傷 7) 切れこすれ、激突、墜落転落、転倒、挟まれ巻き込まれ、飛来落下	安全教育：薬液に関する知識、粉じんによる健康障害、保護具着用の徹底 安全管理（設備）：薬液投入制御、飛散防止、ガス排出、安全装置の設置、適切な道具使用 安全管理（マニュアル）：薬液投入条件、点検方法、異常時の対応手順、工場ルール

[表Ⅱ-4-4 金属製造・合金製造におけるハザードと安全対策]

工程	ハザード		安全対策
	保安事故	労働災害	
原料運搬・秤量・供給	1) 粉じん爆発・火災	1) 粉じんばく露による健康障害 2) 重量物運搬などによる腰痛 3) フォークリフト、クレーンおよび重量物との接触 4) 重量物の落下・飛来	安全教育：粉じん爆発、火災の知識 安全管理（設備）：防爆仕様、不活性ガス雰囲気 安全管理（マニュアル）：秤量・供給手順書
電気分解	1) 水分混入等による水蒸気爆発 2) 冷却水未通水による熔解で炉の破裂	1) 高温による熱傷 2) 扉・駆動部に挟まれ負傷 3) 無理な体勢による腰痛	安全教育：水蒸気爆発の知識 安全管理（設備）：異常検知センサー 安全管理（マニュアル）：水漏れチェック

	3) 坩堝破損による溶湯流出 (爆発・火災)		
鑄造・冷却	1) 溶湯の流出による爆発・火災	1) 高温による熱傷 2) 金型転倒等による打撲や骨折	安全教育：溶湯の危険性について 安全管理（設備）：転倒防止装置の設置
切断、粉碎・篩・混合・梱包	1) 微粉末は発火の恐れ	1) 粉じん飛散による眼の負傷 2) 製品にて手や指の裂傷 3) 置換ガスによる酸素欠乏	安全教育：微粉末の危険性について 安全管理（設備）：挟まれ巻き込まれ防止カバーの設置
原料運搬・秤量・供給	1) 発生する微粉末による火災	1) 粉じんばく露による健康障害 2) 重量物運搬などによる腰痛 3) フォークリフト、クレーンおよび重量物との接触 4) 重量物の落下・飛来	安全教育：微粉末の危険性について 安全管理（設備）：堆積防止、静電気発生防止、衝撃エネルギー低減、防爆仕様、不活性ガス雰囲気 安全管理（マニュアル）：粉じん量の日常管理、定期清掃
溶解・冷却	1) 水分混入による水蒸気爆発 2) 冷却水未通水で溶解炉破裂 3) 坩堝破損による溶湯流出 (爆発・火災)	1) 高温による熱傷 2) 腰痛 3) 扉・駆動部への挟まれ・巻き込まれ 4) 高所より墜落	安全教育：水蒸気爆発の知識、炉や冷却装置などの構造・操作に関する知識 安全管理（設備）：漏水検知装置、結露防止、湯漏れ検知装置 安全管理（マニュアル）：冷却系配管の定期点検、原料の水分確認、坩堝の定期点検
切断・粉碎・篩・混合・梱包	1) 粉じん爆発	1) 切断機等への挟まれ 2) 粉じんばく露による健康障害 3) 置換ガスによる酸欠 4) 製品で手や指の切創	安全教育：粉じんによる健康障害 安全管理（設備）：堆積防止装置、静電気発生防止、衝撃エネルギー低減、安全装置の設置 安全管理（マニュアル）：粉じん量の日常管理、定期清掃
計量・梱包		1) 重量物運搬などによる腰痛 2) フォークリフトとの接触	安全教育：腰痛対策、適切な道具使用

築炉、解体、設置、搬送		1) 振動工具による振動障害 2) フォークリフト、クレーンおよび重量物との接触	安全管理（設備）：低振動工具、耐振手袋
溶解炉メンテ	1) 粉じん爆発	1) 粉じん曝露による健康被害	安全教育：粉じん爆発、粉じんによる健康障害の知識 安全管理（設備）：防爆掃除機の使用 安全管理（マニュアル）：定期メンテ要領および手順書
金型メンテ		1) 金型転倒等による打撲、骨折	安全管理（設備）：転倒防止装置の設置
ロール研磨		1) 回転体への巻き込まれ	安全教育：回転体の危険性
高所作業		1) 転落	安全教育：安全帯着用の徹底 安全管理（設備）：転落防止柵
サンプル保管・分析	1) 粉じん爆発・火災	1) 粉じん曝露による健康被害	安全教育：粉じんの危険性について 安全管理（設備）：真空パック機、不活性ガスパージ装置
清掃	1) 粉じん爆発・火災	1) 粉じん曝露による健康被害	安全教育：粉じん曝露による健康被害 安全管理（マニュアル）：粉じん量の日常管理、定期清掃
集塵機	1) 粉じん爆発・火災	1) 粉じん曝露による健康被害	安全教育：粉じん爆発・火災の知識 安全管理（マニュアル）：清掃箇所、記録様式の使用
その他		1) 転倒、挟まれ 2) 高所からの落下	安全教育：回転体の危険性 安全管理（設備）：手すり、安全柵などの設置
工程一般	1) 粉じん爆発 2) 水蒸気爆発 3) 溶解炉破裂	1) 粉じんばく露による健康障害 2) 酸欠 3) 高温物との接触による火傷	安全教育：粉じん爆発、水蒸気の知識、炉や冷却装置などの構造・操作に関する知識 安全管理（設備）：防爆仕様、不活性ガス雰

		4) 切れこすれ、激突、墜落転落、挟まれ巻き込まれ、飛来落下	困気、異常検知センサー、堆積防止、静電気発生防止、衝撃エネルギー低減、漏水検知装置、結露防止、湯漏れ検知装置、防爆掃除機の使用 安全管理（マニュアル）：各種製造手順書、点検・メンテ・清掃手順書
--	--	--------------------------------	---

(3) P D C Aサイクルによる改善実績

- ・ 年度毎のユーザー監査を受審し、是正事項を改善。
- ・ 社内パトロール指摘事項の改善を実施。
- ・ 労働基準監督署の臨検監督(立入調査)での是正勧告および指導事項を改善。

(4) 希土類製品の使用上の注意事項

2015年度、希土類製品の使用上の注意事項について見直しを実施し、刊行された「希土類製品の製造および使用上の注意事項／ガイドライン(2016年3月改訂)」が新金属協会ホームページのTOP>協会について>事業案内(安全委員会策定平成27年度災害防止行動計画)に掲載されている。

## 5. 希土類製造事業者としての取組み（フォローアップ）

2015年度より、本委員会委員会社である希土類メーカー8社は、災害防止対策に関する行動計画の策定と希土類製品の製造および使用上の注意事項／ガイドラインを作成、周知徹底し、保安事故および労働災害防止に向けた諸施策を実施してきた。

ここにきて、3年間労働災害が増加していたものが減少に転じたが、過去にもリバウンドしていることもあり、引き続き希土類製造業者としてフォローアップが必要という認識で一致した。そこで2005～2015年、2016年の事例および新たな課題に対する2017年、2018年度における各社の取組みを紹介する。

### (1) 希土類および製造プロセスにおけるハザードと安全対策の周知徹底

希土類および製造プロセスにおけるハザードと安全対策の周知徹底のため、次の対策を実施した。

#### ① 安全管理（設備）

- ・新規設備の安全診断（安全委員会）
- ・新規設備社内基準の導入を検討中
- ・保安事故・労働災害現場の設備対策についてフォローアップ監査
- ・保安事故・労働災害現場の設備対策実施状況を統括安全委員会で報告

#### ② 安全管理（マニュアル）

- ・安全教育マニュアル作成要領を作成
- ・各部署受入時安全教育マニュアルの内容、方法を見直し
- ・危険物・毒劇物取扱いなど各種安全衛生関係要領を作成
- ・製造部長による手順書を元にした安全作業チェックを実施
- ・他工場で「はい作業」に該当する作業があったのはい作業基準要領を作成
- ・吊り具の点検後の識別マークを全社に水平展開するためクレーン及び玉掛け作業要領を改訂
- ・他社フレコン落下事故情報を受け、フレコン作業基準要領を作成
- ・労働災害の要因にKYの未実施が挙げられていたので、どのような場合にKYを実施するか、危険予知（KY）活動実施要領を作成
- ・労働安全衛生法施行令等の一部改正により女性労働基準要領を改訂

#### ③ 安全教育

- ・危険体験訓練（若手社員）の実施
- ・危険体験訓練の各社利用教育機関を調査、共有化
- ・リスクアセスメント講習会受講、社内リスクアセスメント発表会開催
- ・防災訓練、避難訓練、消火訓練を実施
- ・AED取扱い講習会、普通救命講習会

- ・KYTの徹底（特に派遣社員）
- ・フォークリフト免許保有者への再教育を実施
- ・交通安全教育の実施（交通安全協会からのレンタルDVD視聴など）
- ④ 危険性知識の習得
  - ・水蒸気爆発についての講演会を開催（外部講師）
  - ・水素取扱いについての講演会を開催（外部講師）
  - ・粉じん爆発についての講演会を開催（外部講師）
  - ・化学物質のリスクアセスメントを実施
  - ・希土類などの金属の燃焼実験を実施（消防署員も参加）
  - ・化学物質のリスクアセスメントのセミナー受講
- ⑤ 作業環境の改善
  - ・特定化学物質、有機溶剤、騒音、温度などの作業環境測定
  - ・リフラクトリーセラミックファイバーの特定化学物質指定に対する対応（代替品への置き換え推進）
- ⑥ その他
  - ・作業の安全パトロールを実施（ビデオ撮影を利用）
  - ・安全衛生管理実施計画を配付（掲示）し、共有化

(2) 保安事故、労働災害事例の分析、その他安全情報の共有化（社内外）

保安事故、労働災害事例の分析、その他安全情報の共有化をはかるため、次の活動を実施した。

- ・管理職会議で昨年の行動計画でまとめた保安事故・労働災害統計結果を報告
- ・顧客および各工場宛にガイドラインを配付（共同研究の大学にも配付）
- ・製造現場責任者に H28 年度行動計画を配布し共有化を依頼
- ・工場安全研修会にて希土類業界事故データ解析結果を報告
- ・他社事故情報を全社員に配信
- ・労働災害検討会記録を共有化

(3) リスクアセスメント活動（化学物質含む）

想定外での保安事故、労働災害の事例が数多く報告されているので、危険要因を取り除くために、次の活動を実施した。

- ・化学物質のリスクアセスメントを開始
- ・火災・爆発に関するリスクアセスメントを実施
- ・リスク低減活動及びヒヤリハット活動の取り込み
- ・追加指定された化学物質のリスクアセスメントを実施
- ・全工場でリスクアセスメント発表会を開催

- (4) 不安全状態、不安全行動撲滅に向けた取り組み  
不安全行動を見つけたらその場で注意し、正していただき労働災害を未然に防ぐ
- ・相互注意活動を展開
- (5) 安全文化醸成に向けた取り組み（表彰制度など）  
安全文化醸成に向け、次の活動を実施した。
- ・部門安全表彰、個人安全表彰
  - ・安全スローガンの募集
  - ・安全功労金（無事故の場合、非管理職社員、契約社員、派遣社員全員に）
  - ・改善提案表彰にて、安全部門の表彰
  - ・個人安全スローガン宣言
  - ・過去に発生した労働災害死亡事故の日を『安全の日』とし、黙祷、役員訓示、管理職決意表明、防災訓練、金属の燃焼実験などを実施
- (6) 経営トップ等の強い関与  
経営トップ等に強く関与いただくため、次の活動を実施した。
- ・経営幹部による安全パトロール
  - ・統括安全委員長による安全パトロール
  - ・統括安全委員長による安全管理方針表明と追加通達
  - ・経営者、管理職によるのべ年 80 回程度の安全パトロール

## 6. タンタル製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策

### (1) 保安事故・労働災害の発生状況

2018年度、タンタル部会2社の過去13年間（2005年～2017年）の保安事故・労働災害の実態調査を実施した。保安事故の事例は[別表5]に、労働災害の事例は[別表6]にそれぞれ示すとおりである。事故事例の件数は、保安事故1件と労働災害10件を合わせた計11件である。

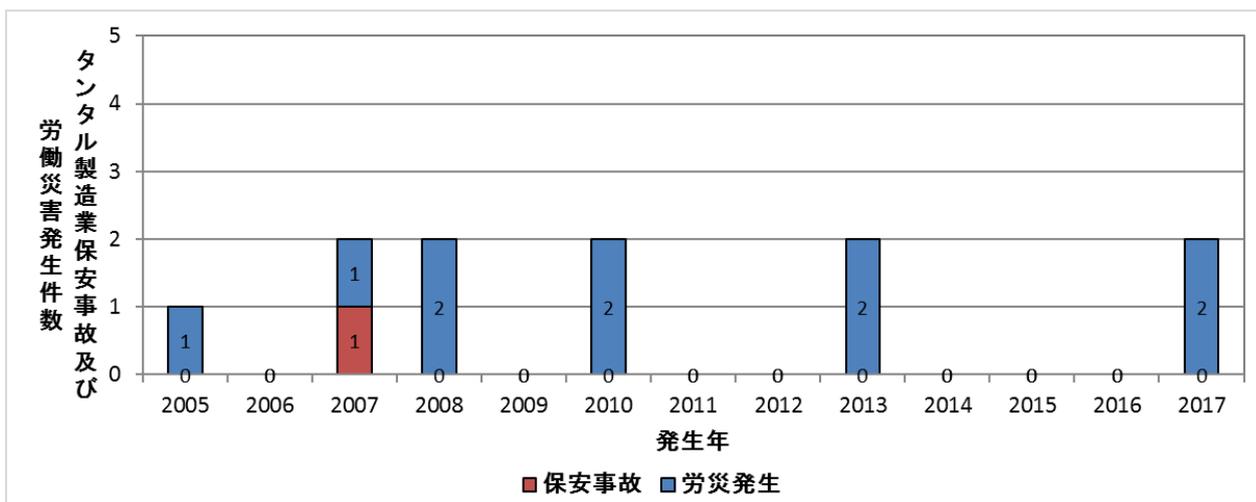
対象となる部会会社が2社と少数であるため、工程別の保安事故・労働災害等に基づく発生リスクの解析では、ヒヤリ・ハット等情報も含めた想定リスクも含めて実施した。

#### ① 保安事故・労働災害の発生状況（2005年～2017年）

ア) 年別「保安事故」「労働災害」発生件数および死傷者数（[図Ⅱ-6-4]、[図Ⅱ-6-5]参照）

まず、年別発生件数については、この13年間において、散発的に発生している状態である。全国製造業の死傷者数は2009年以降減少傾向にあるが、タンタル製造業では死亡事故の発生は無い。又、2007年以降保安事故は発生していない。2008年以降は休業4日以上の方災は発生していなかったが、2017年に休業30日の休業災害が1件発生した。

2008年のリーマンショック他等、種々要因による製造量の変動はあるが、発生件数への影響は見受けられない。



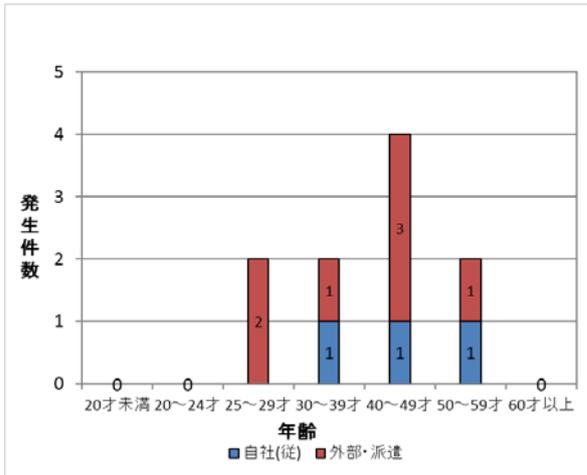
[図Ⅱ-6-4 年別「保安事故」および「労働災害」の発生件数（2005年～2017年）]



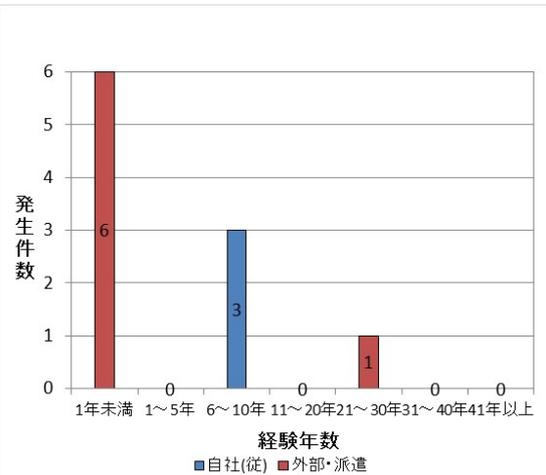
ウ) 年齢および経験年数別労働災害死傷者数（[図Ⅱ-6-8]～[図Ⅱ-6-9]参照）

年齢別では、中間年代（30代～50代）の比率が高く、経験年数別では、比較的経験年数の短い作業者の比率が高くなっている。

雇用形態別に事故件数を見た場合、自社従業員では30代以降に発生件数は分散しているが、外部・派遣社員では高年齢ほど増える傾向にあり、また、経験1年未満の事故は全て外部・派遣社員が占めており、業務初期の安全教育の充実が重要であることが伺える。



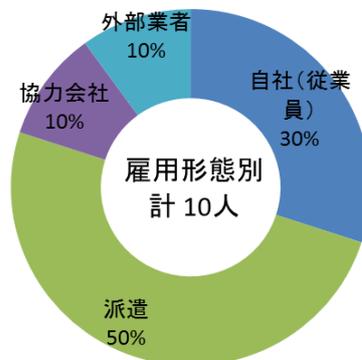
[図Ⅱ-6-8 年齢別労働災害死傷者数]  
(2005年～2017年)



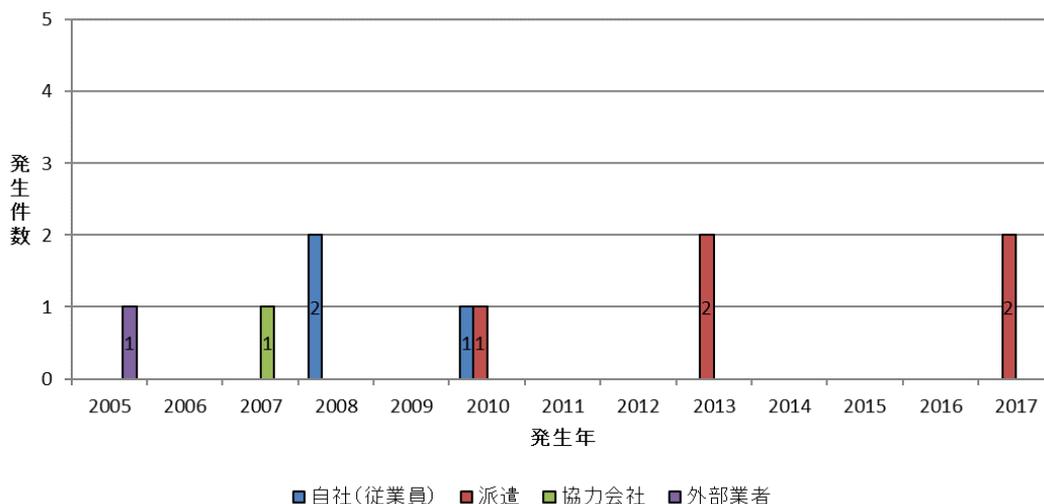
[図Ⅱ-6-9 経験年数別労働災害死傷者数]  
(2005年～2017年)

エ) 雇用形態別「労働災害」発生割合（[図Ⅱ-6-10]、[図Ⅱ-6-11]参照）

雇用形態別発生割合では、自社（従業員）及び派遣社員の事故比率が全体の8割を占めており、特に近年は派遣社員の事故が多くなっている。これは雇用形態のみならず、前述の経験年数との関係性も考えられる。



[図Ⅱ-6-10 雇用形態別死傷者数割合（2005年～2017年）]

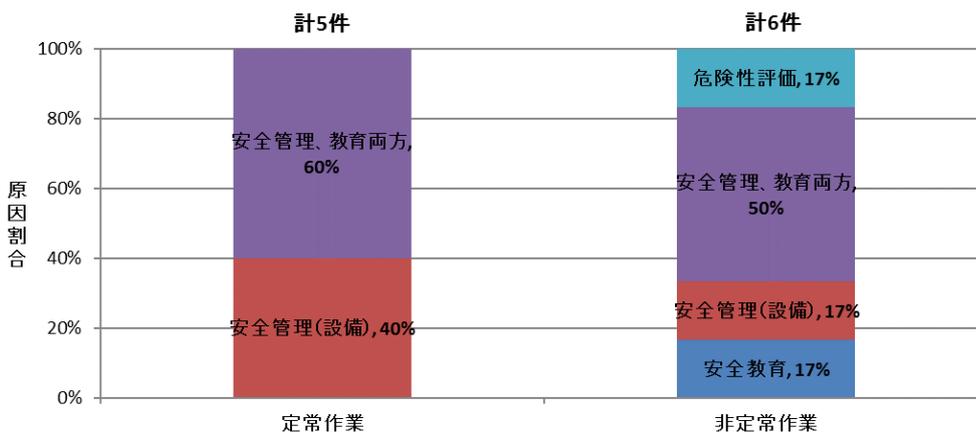


[図Ⅱ-6-11 雇用形態別「労働災害」件数（2005年～2017年）]

オ) 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（[図Ⅱ-6-12]参照）

原因別発生割合について見ると、定常作業中と非定常作業中の事故、災害の件数に、極端な差は無い。対策では、どちらも安全管理と安全教育の両方の実施が5割以上となっている。特に、非定常作業では、危険性評価、安全教育という事前の取組みの充実、徹底が殆どなっている。

また、年齢別、経験年数別、雇用形態別の発生状況から、作業者の教育、経験が不十分であることが災害に繋がる傾向も想定されるため、安全教育の充実、徹底を行うと共に、作業の潜在危険性を更に減少させる取組みを進めていくことが重要と考えられる。



[図Ⅱ-6-12 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（2005年～2017年）]

② 製造プロセスにおける工程別事故型別保安事故および労働災害の発生リスク

各タンタル製造業における工程別、事故型別の保安事故・労働災害発生状況リスクは以下の様になっている。尚、解析には想定リスクを含めて行った。

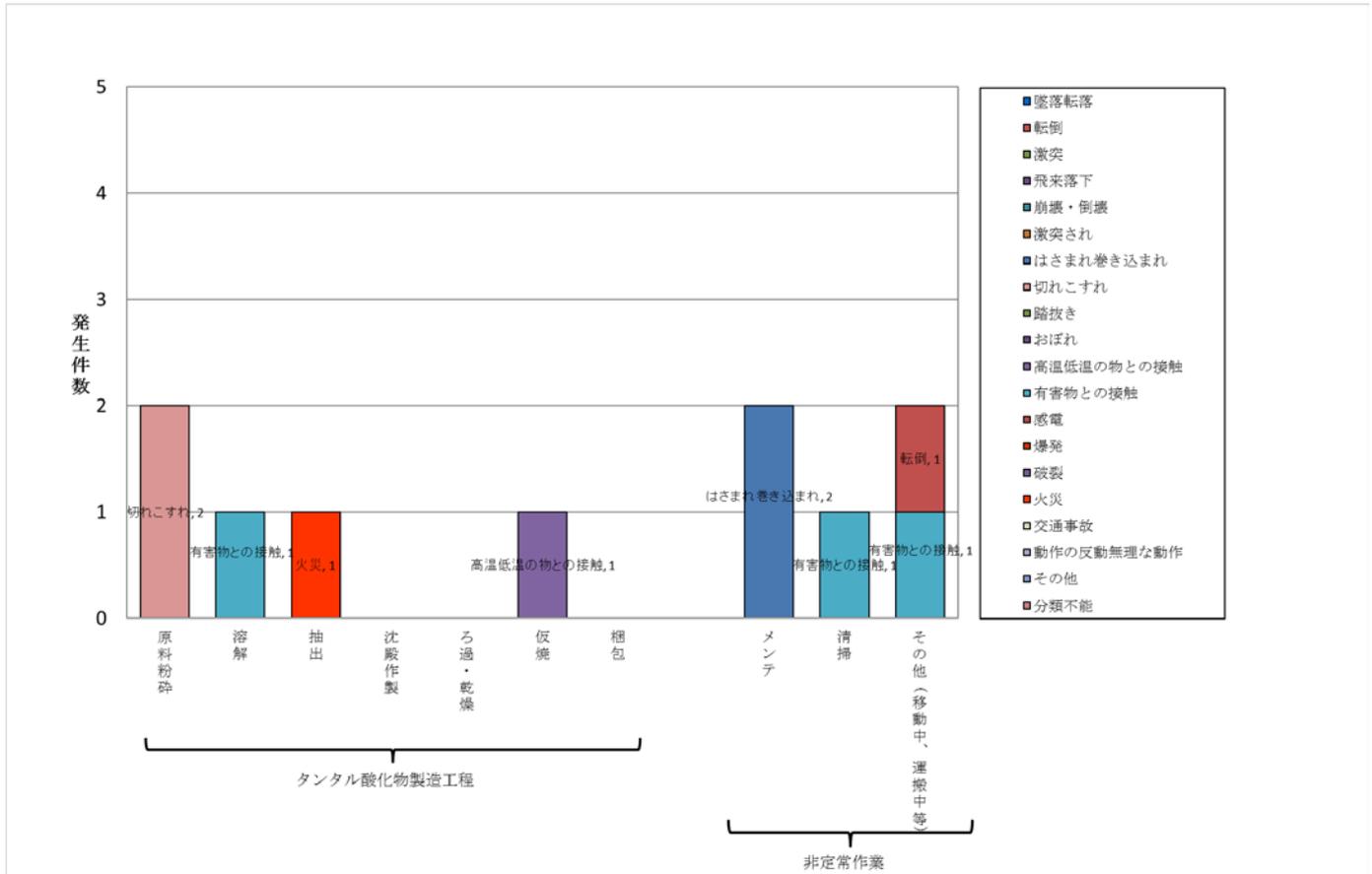
ア) タンタル酸化物工程（〔表Ⅱ-6-1〕、〔図Ⅱ-6-13〕参照）

タンタル酸化物製造では保安事故の発生リスクよりも労働災害発生リスクが高く、定常、非定常作業ともに、有害物等との接触に関する事故が発生しており、有害物等の接触リスクが比較的高いと思われ、作業前の打ち合わせ、確認等での、接触に対する注意を促す対策が重要と考えられる。

〔表Ⅱ-6-1 タンタル酸化物 工程別事故型リスク（2005年～2017年）〕

作業分類	災害分類 工程名	保安事故		労働災害												小計	中計	合計	
		爆発	火災	墜落転落	転倒	激突	飛来落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ巻き込まれ	切れこすれ	踏抜き	おぼれ	高温低温の物との接触	有害物との接触				動作の反動無
定常	原料粉砕										2						2	5	
	溶解													1			1		
	抽出		1														1		
	沈殿作製																0		
	ろ過・乾燥																0		
	仮焼													1			1		
	梱包																0		
非定常	メンテ									2							2	5	
	清掃													1			1		
	その他（移動中、運搬中等）				1										1		2		
小計		0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	1	3	0			
中計		1		9															
合計																		10	

塗りつぶしセルは想定リスクを示したものの



[図Ⅱ-6-13 タンタル酸化物 工程別事故型リスク（2005年～2017年）]

イ) タンタル炭化物工程（[表Ⅱ-6-2]、[図Ⅱ-6-14] 参照）

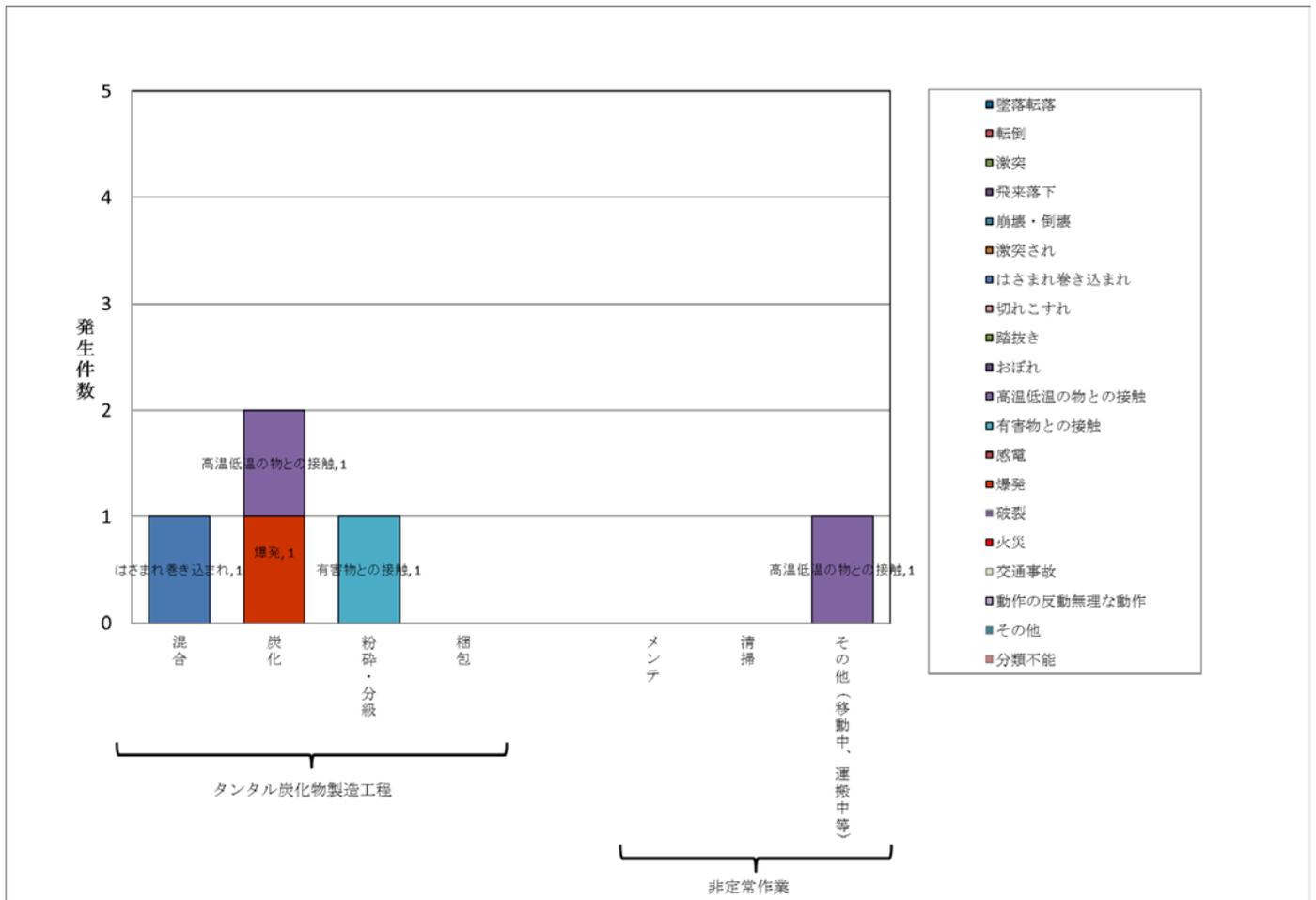
タンタル炭化物製造工程では、保安事故、労働災害の発生はない。想定によるリスクとしては、各工程に労働災害発生リスクが在り、特に炭化炉関係で高温物との接触リスクが比較的多くなっている。

作業手順通りの確実な作業で安全を確保出来るよう、継続した取組みが必要と考えられる。

[表Ⅱ-6-2 タンタル炭化物 工程別事故型リスク (2005年～2017年)]

作業分類	災害分類 工程名	保安事故		労働災害												小計	中計	合計		
		爆発	火災	墜落転落	転倒	激突	飛来落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ巻き込まれ	切れこすれ	踏抜き	おぼれ	高温低温の物との接触	有害物との接触				動作の反動無	
定常	混合								1								1	4		
	炭化	1											1				2			
	粉碎・分級													1			1			
	梱包																0			
非定常	メンテ																0	1		
	清掃																0			
	その他(移動中、運搬中等)												1				1			
小計		1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0					
中計		1		4																
合計																				5

塗りつぶしセルは想定リスクを示したもの



[図Ⅱ-6-14 タンタル炭化物 工程別事故型リスク (2005年～2017年)]

ウ) タンタル粉工程 ([表 II-6-3] [図 II-6-15] 参照)

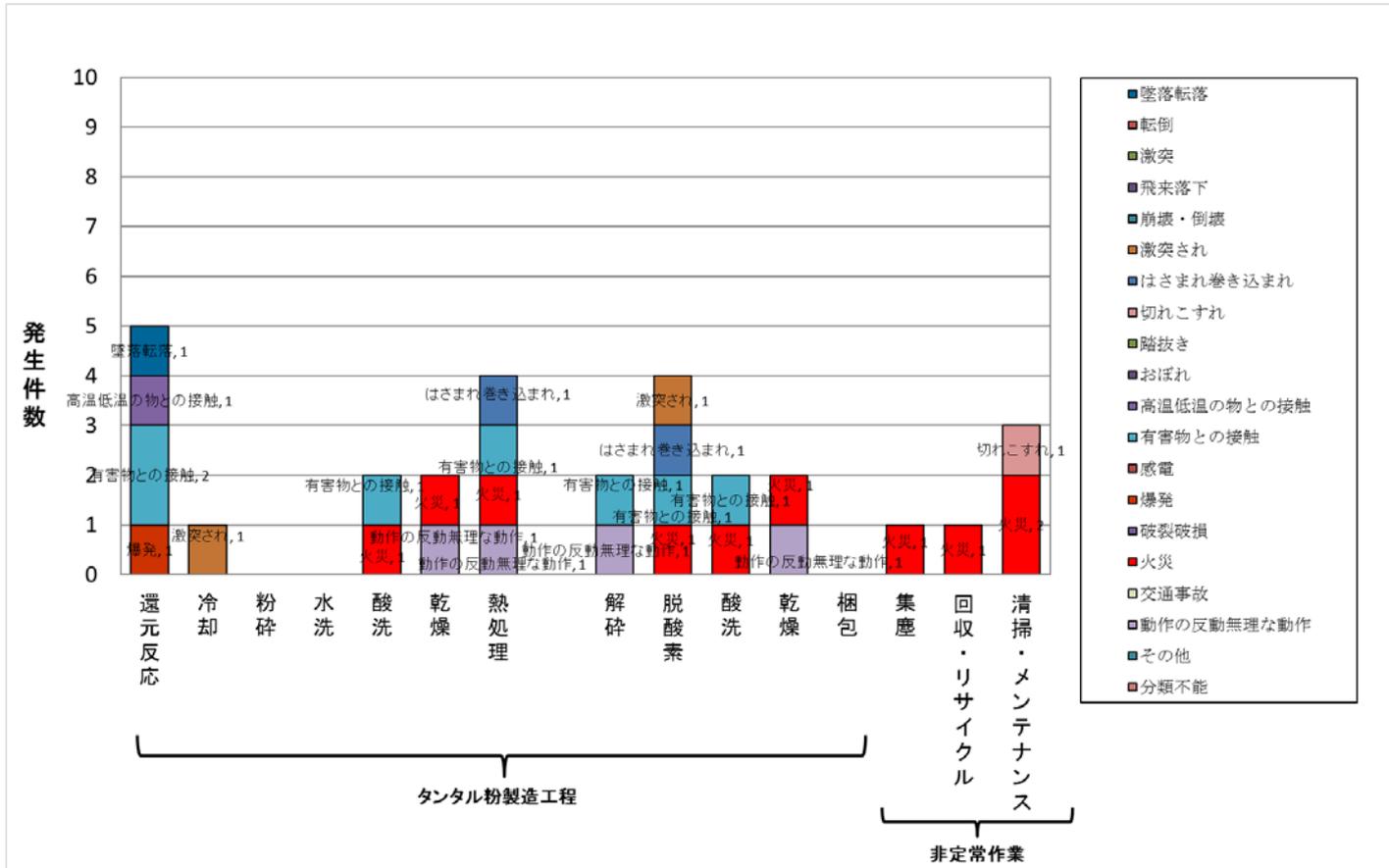
タンタル粉製造では、火災発生リスクが高く、非常作業で保安事故1件が発生している。可燃物であるタンタル粉の取扱いに関連した安全教育の充実が保安事故対策として重要と考えられる。

また、労働災害リスクとしては、火災よりも、挟まれ巻き込まれ、有害物との接触等、製造設備、薬品に起因するものが比較的多くなっている。従って、安全教育の際には、設備、化学物質、プロセスに関連する安全を確実に実施することが重要と考えられる。

[表 II-6-3 タンタル粉 工程別事故型リスク (2005 年~2017 年)]

作業分類	災害分類 工程名	保安事故		労働災害												小計	中計	合計	
		爆発	火災	墜落転落	転倒	激突	飛来落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ巻き込まれ	切れこすれ	踏抜き	おぼれ	高温低温の物との接触	有害物との接触				動作の反動無
定常	還元反応	1		1										1	2		5	24	
	冷却								1								1		
	粉砕																0		
	水洗																0		
	酸洗		1											1			2		
	乾燥		1												1		2		
	熱処理		1						1					1	1		4		
	解砕													1	1		2		
	脱酸素		1						1	1				1			4		
	酸洗		1											1			2		
	乾燥		1												1		2		
梱包																0			
非常	集塵		1														1	5	
	回収・リサイクル		1														1		
	清掃・メンテナンス		2								1						3		
	小計	1	10	1	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	7	4			
	中計	12		17															
	合計																		29

塗りつぶしセルは想定リスクを示したもの



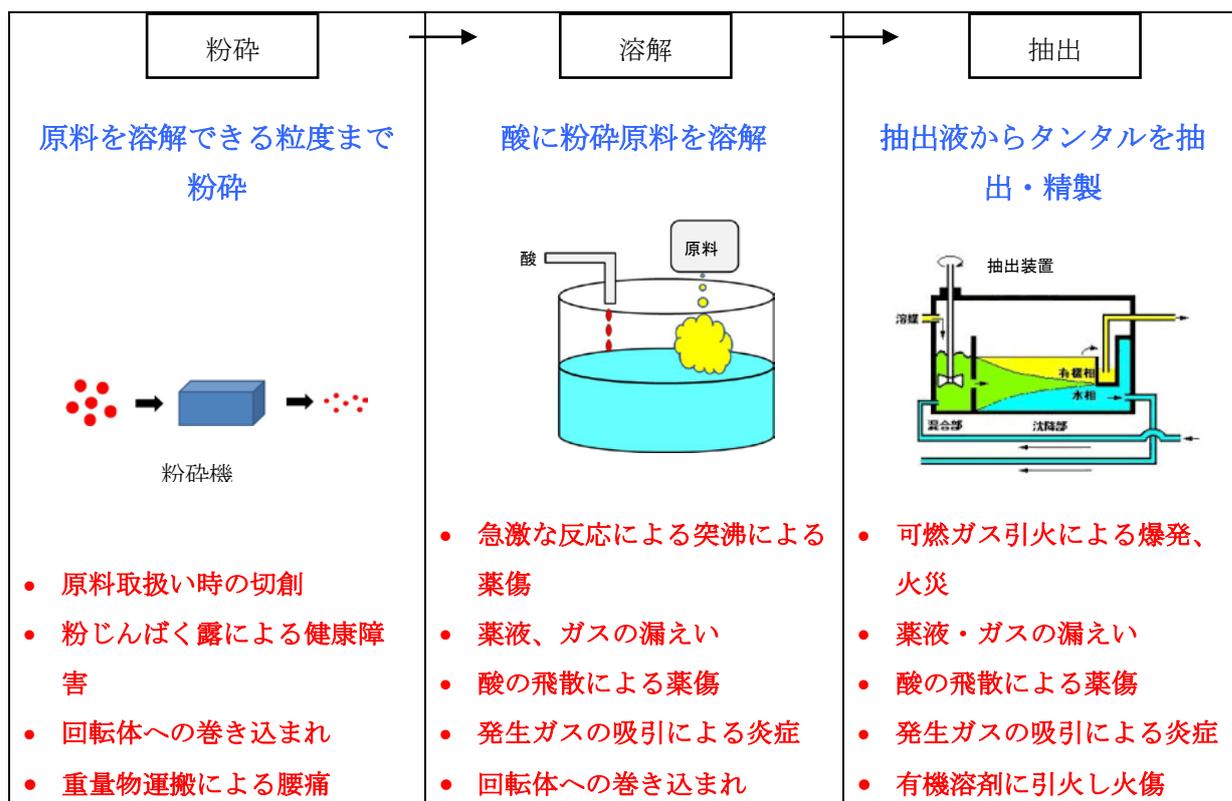
[図 II-6-15 タンタル粉 工程別事故型リスク (2005 年~2017 年)]

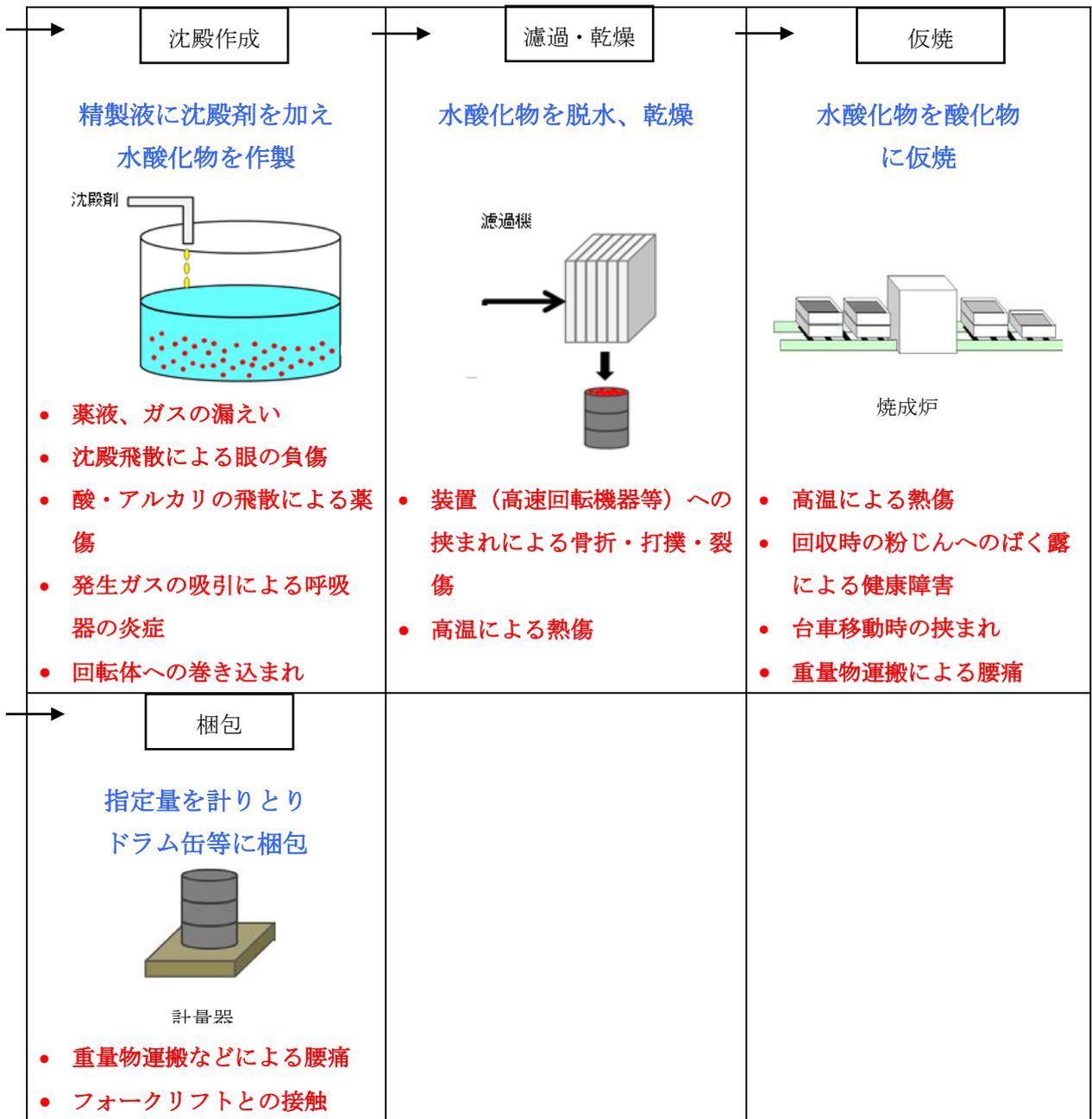
(2) 安全確保に当たって

タンタル製造業は、「タンタル酸化物・炭化物製造」と「タンタル粉製造」に大別され、製造フローは [図Ⅱ-6-1] と [図Ⅱ-6-2]、および [図Ⅱ-6-3-1] と [図Ⅱ-6-3-2] にそれぞれ示すとおりである。今回の実態調査は、それぞれの製造工程における潜在ハザードを整理し、取扱い上の留意事項および効果的な安全対策を示すことにより、会員企業をはじめ、ユーザー等関係者のタンタル取り扱いにおける安全確保に資することを目的とし、以下の活動を実施するものである。

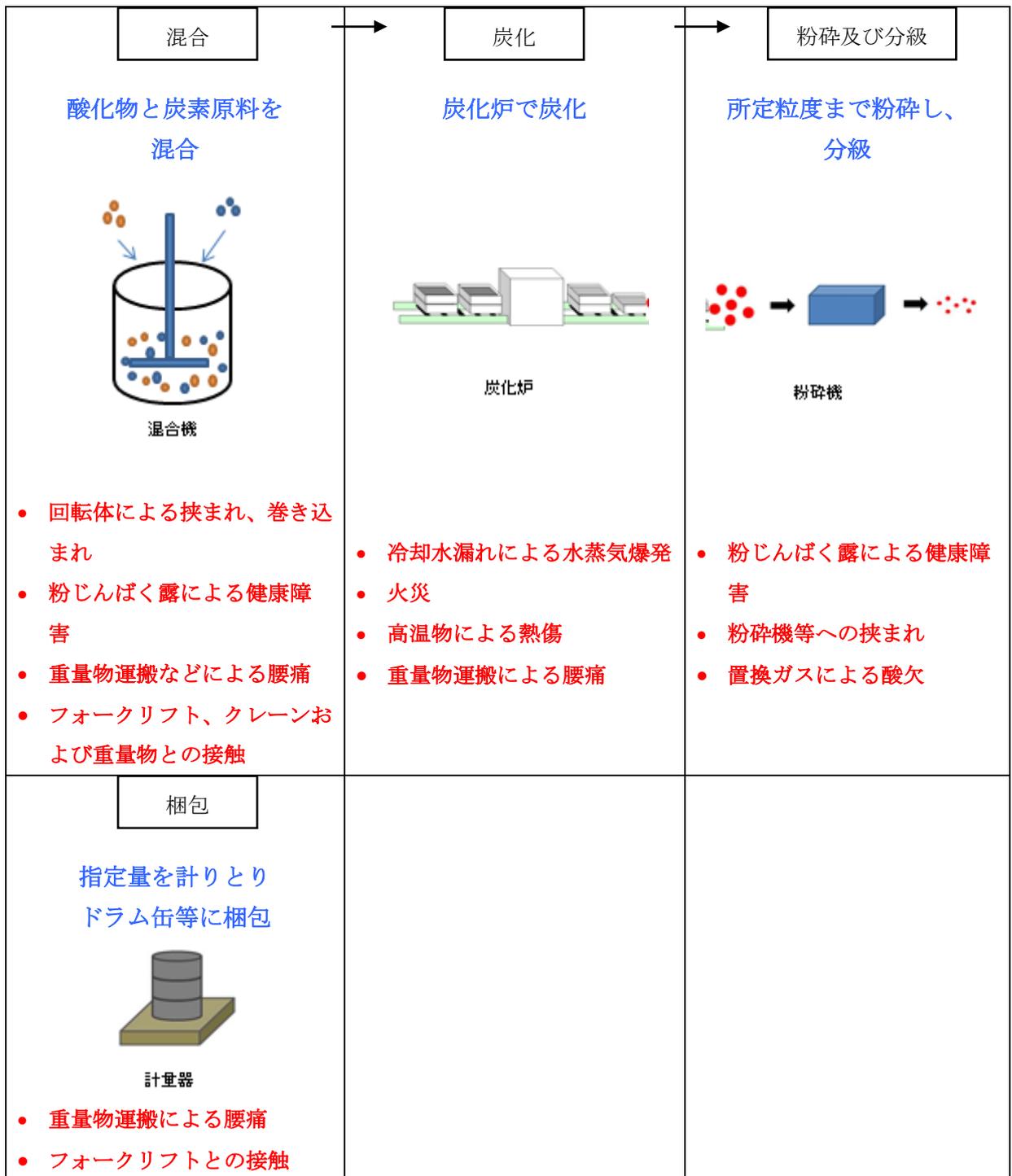
- ① タンタル製造業における保安事故および労働災害について事故事例等の掘り下げを行い、安全性の向上を図る。
- ② 事故事例およびリスクの収集、統計処理、解析を実施し、それらに対し安全教育等の対策を実施する。
- ③ タンタル部会において実施した安全性の向上について、他部会活動同様に協会内で横展開を図る。

※赤字は各工程で想定されるハザード



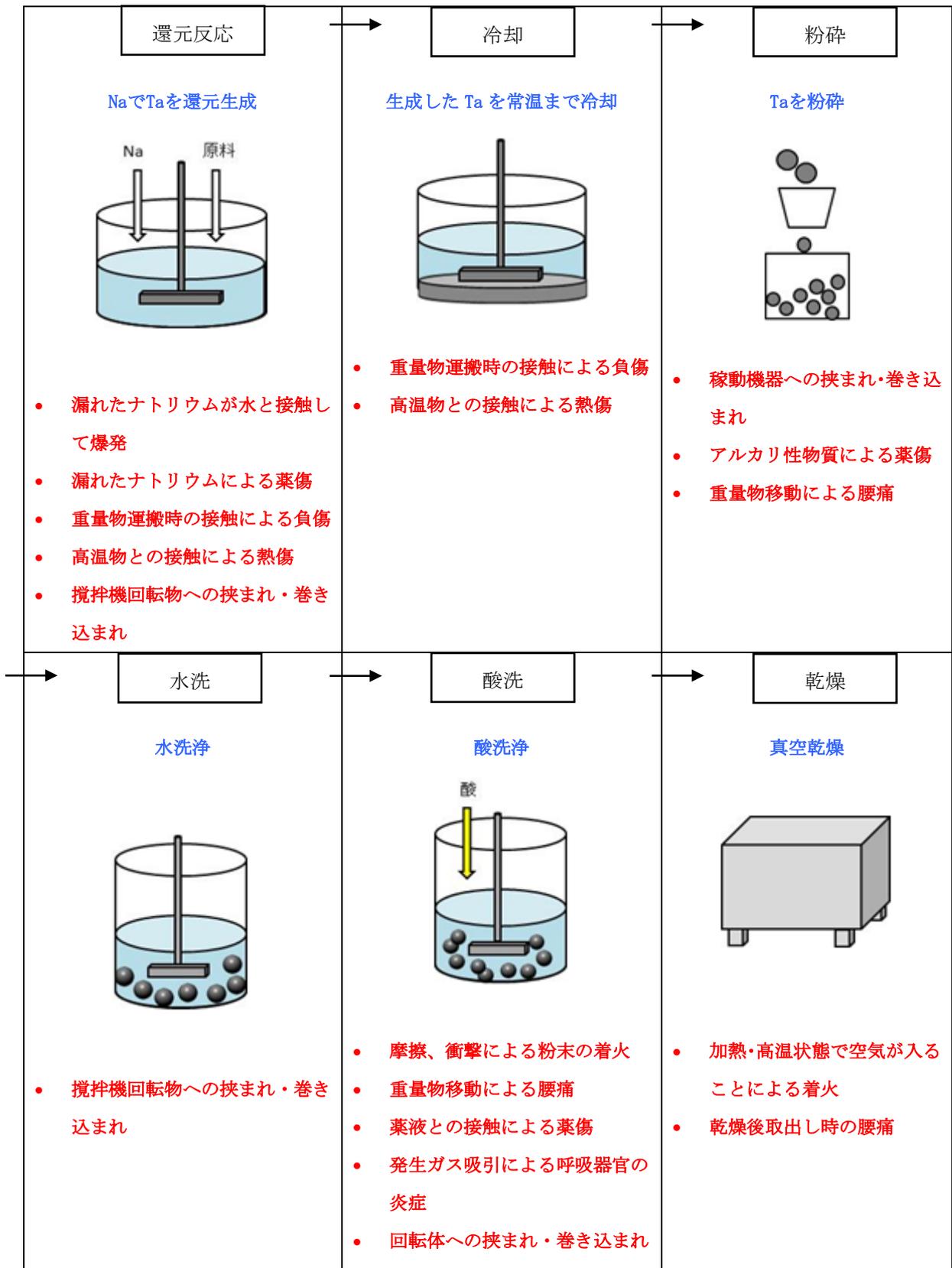


[図Ⅱ-6-1 タンタル酸化物製造フローとハザード]

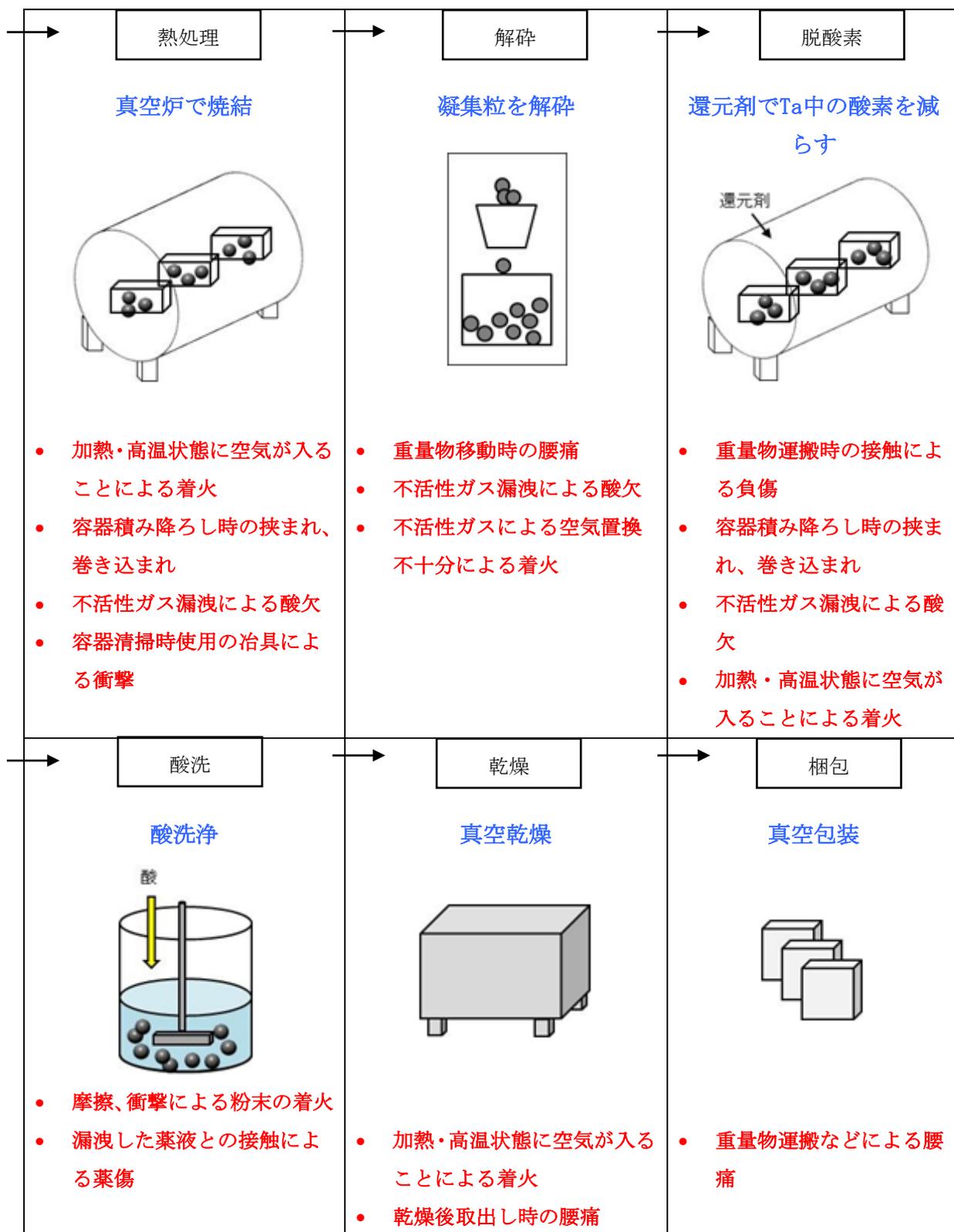


[図Ⅱ-6-2 タンタル炭化物製造フローとハザード]

タンタル粉製造はタンタルフッ化物から金属タンタル粉を製造するものである。タンタルフッ化物を還元して金属タンタルを生成し、水洗、酸洗にて不純物を除去した後、熱処理、脱酸素処理を行ってキャパシター用製品粉末とする流れとなっている。



[図 II-6-3-1 タンタル粉製造フローとハザード]



[図 II-6-3-2 タンタル粉製造フローとハザード]

### (3) 潜在危険性（ハザード）と安全対策

これまでの保安事故および労働災害の実態調査、又想定リスクも含めた潜在危険性の解析を踏まえ、各々のタンタル製造における工程別の潜在危険性（ハザード）およびその潜在危険性（ハザード）に対する安全対策を整理した。

タンタル酸化物製造、そしてタンタル炭化物製造では、保安事故よりも労働災害発生のリスクが多く、安全管理と安全教育の両方の対策が中心である。タンタル粉製造では、可燃性のタンタル粉取扱いに対する注意、そして設備や薬剤のリスクによる労働災害防止のため、やはり、安全管理と安全教育の両方が主となっている。

\*製造フロー [図Ⅱ-6-1] を参照

[表Ⅱ-6-4 タンタル酸化物における潜在危険性と安全対策]

工程		潜在危険性（ハザード）		安全対策
		保安事故	労働災害	
定常作業	原料粉砕	-	1) 原料取扱い時の切創 2) 粉じんばく露による健康障害 3) 回転体への巻き込まれ	安全教育(保護具、作業方法、危険性に関する教育)
	溶解	1) 薬液、ガスの漏えい	1) 酸の突沸、飛散による薬傷 2) 急激な反応による突沸による薬傷 3) 発生ガスの吸引による炎症	安全管理(設備点検) 安全教育(作業手順書の徹底)
	抽出	1) 薬液・ガスの漏えい 2) 可燃ガス引火による爆発 3) 火災	1) 酸の飛散による薬傷 2) 発生ガスの吸引による炎症 3) 有機溶剤に引火し火傷	安全教育(保護具、作業方法、危険性に関する教育)
	沈殿作製	1) 薬液、ガスの漏えい	1) 沈殿飛散による眼の負傷 2) 酸・アルカリの飛散による薬傷 3) 発生ガスの吸引による呼吸器の炎症	安全管理(設備点検) 安全教育(保護具、作業方法、危険性に関する教育)
	ろ過・乾燥	-	1) 装置（高速回転機器等）への挟まれによる骨折・打撲・裂傷 2) 高温による熱傷	安全教育(作業手順書の徹底)
	仮焼	-	1) 高温による熱傷 2) 回収時の粉じんのばく露による健康障害 3) 台車移動時の挟まれ	安全教育(作業手順の徹底)
	梱包	-	1) 重量物運搬などによる腰痛 2) フォークリフトとの接触	安全教育(作業方法)

工程		潜在危険性（ハザード）		安全対策
		保安事故	労働災害	
非 定 常 作 業	メンテ	1) 薬液、ガスの漏えい	1) 反応槽内での酸素欠乏	安全教育(手順書教育)
	清掃	-	1) 転倒、挟まれ 2) フォークリフト、クレーンおよび重量物との接触 3) タンク残液と接触	安全教育(作業手順の徹底)
	その他 (移動中、運搬中等)	1) 薬液、ガスの漏えい	1) 転倒、挟まれ 2) フォークリフト、クレーンおよび重量物との接触 3) 酸・アルカリの飛散による炎症 4) 固体の飛散による炎症 5) 粉じんばく露による健康障害 6) 発生ガスによる健康障害 7) 高温物との接触による火傷 8) 切れこすれ、激突、墜落転落、転倒、挟まれ巻き込まれ、飛来落下	安全管理(設備)(通路、器具) 安全教育(操作手順の再教育, 作業手順の徹底)

\*製造フロー [図Ⅱ-6-2] を参照

[表Ⅱ-6-5 タンタル炭化物における潜在危険性と安全対策]

工程		潜在危険性（ハザード）		安全対策
		保安事故	労働災害	
定常作業	混合	-	1) 粉じんばく露による健康障害 2) 重量物運搬などによる腰痛 3) 回転体による挟まれ、巻き込まれ	安全教育(手順書の徹底)
	炭化	1) 火災 2) 水蒸気爆発	1) 高温物による熱傷 2) 重量物運搬による腰痛	安全教育(作業手順の徹底、爆発危険性)
	粉碎・分級	1) 粉碎機等への挟まれ 2) 粉じんばく露による健康障害 3) 置換ガスによる酸欠	1) 粉碎機等への挟まれ 2) 粉じんばく露による健康障害 3) 置換ガスによる酸欠	安全管理(集塵環境整備、保護具着用の徹底)
	梱包	-	1) 重量物運搬による腰痛 2) フォークリフトとの接触	安全教育(作業方法)
非定常作業	メンテ	-	1) 振動工具による振動障害 2) フォークリフト、クレーンおよび重量物との接触	安全管理(手順書教育)
	清掃	1) 火災	1) 粉じん曝露による健康被害 2) 高温物による熱傷	安全管理(マニュアル) 安全教育(作業手順の徹底)
	その他 (移動中、運搬中等)	-	1) 転倒、挟まれ 2) 高所からの落下 3) 粉じんばく露による健康障害 4) 高温物との接触による火傷 5) 切れこすれ、激突、墜落転落、挟まれ巻き込まれ、飛来落下	安全管理(炉のカバー、点検順路の徹底)

\*製造フロー [図Ⅱ-6-3-1] 及び[図Ⅱ-6-3-2]を参照

[表Ⅱ-6-6 タンタル粉における潜在危険性と安全対策]

工程		潜在危険性（ハザード）		安全対策
		保安事故	労働災害	
定常作業	還元反応	1) 漏れたナトリウムが炉冷却水と接触して爆発	1) 重量物運搬時の接触による負傷 2) 高温物との接触による熱傷 3) 反応容器・配管から漏洩した化学物質との接触 4) 攪拌機回転物への挟まれ・巻き込まれ	安全管理(マニュアル)(ナトリウム供給配管、炉冷却配管の漏れチェック) 安全管理(設備)(配管ルート分離、耐震補強) 安全教育(危険物の発火・爆発危険性) 安全教育(重量物運搬、化学物質の危険性、保護具) 安全管理(設備)(定期点検、保護カバー)
	冷却	-	1) 高温物との接触による熱傷 2) 重量物運搬時の接触による負傷	安全教育(危険性認識)
	粉碎	-	1) 稼動機器への挟まれ・巻き込まれ 2) 重量物移動による腰痛	安全教育(危険性認識) 安全教育(作業姿勢、体操、腰痛ベルト着用)
	水洗	-	1) 攪拌機回転物への挟まれ・巻き込まれ	安全管理(設備)(定期点検、保護カバー) 安全教育(危険性認識)
	酸洗	1) 摩擦、衝撃による粉末の着火	1) 薬液との接触による薬傷	安全管理(設備)(実投入量モニター、定期点検、保護カバー) 安全教育(危険性認識及び指定保護具着用)
	乾燥	1) 加熱・高温状態に空気が入ることによる着火	1) 容器積み降ろし時に腰を痛める	安全管理(設備)(バルブ二重化、空気混入時不活性ガス封入) 安全教育(危険性認識) 安全教育(作業姿勢、体操、腰痛ベルト着用)
	熱処理	1) 加熱・高温状態に空気が入ることによる着火	1) 容器積み降ろし時の挟まれ、巻き込まれ 2) 不活性ガス漏洩による酸欠	安全管理(設備)(バルブ二重化、空気混入時不活性ガス封入) 安全教育(危険性認識) 安全管理(設備)(定期点検、酸素濃度計)

工程		潜在危険性（ハザード）		安全対策
		保安事故	労働災害	
非 定 常 作 業	解砕	-	1) 重量物移動による腰痛 2) 不活性ガス漏洩による酸欠 3) 不活性ガス置換不十分による着火	安全教育(作業姿勢、体操、腰痛ベルト着用) 安全教育(危険性認識) 安全管理(設備)(定期点検、酸素濃度計)
	脱酸素	1) 加熱・高温状態に空気が入ることによる着火	1) 重量物運搬時の接触による負傷 2) 不活性ガス漏洩による酸欠	安全管理(設備)(バルブ二重化、空気混入時不活性ガス封入) 安全教育(危険性認識) 安全管理(設備)(定期点検、酸素濃度計)
	酸洗	1) 摩擦、衝撃による粉末の着火	1) 漏洩した薬液との接触による薬傷	安全管理(設備)(実投入量モニター、定期点検、保護カバー) 安全教育(危険性認識及び指定保護具着用)
	乾燥	1) 加熱・高温状態に空気が入ることによる着火	1) 容器積み降ろし時に腰を痛める	安全管理(設備)(バルブ二重化、空気混入時不活性ガス封入) 安全教育(危険性認識) 安全教育(作業姿勢、体操、腰痛ベルト着用)
	梱包	-	1) 重量物運搬などによる腰痛	安全教育(作業姿勢、体操、腰痛ベルト着用)
	集塵	1) 静電気による可燃集塵物の着火		安全管理(マニュアル)(局所排気配管定期点検)
非 定 常 作 業	回収・リサイクル	1) 加熱・高温物との接触による回収品の着火		安全管理(プロセス)(乾燥廃止、スラリー状態取り扱い)
	清掃・メンテナンス	1) 工事の火花による粉末の着火 2) 吸引式清掃機での清掃時等の静電気による粉末の着火		安全教育(工事関係者への作業方法、危険性に関する教育) 安全管理(作業時漏れこぼれへの対応、対策) 安全教育(適切な治具使用及び作業前危険予知の再教育)

#### (4) 安全対策の推進

これまでのタンタル製造業における保安事故および労働災害の実態調査、並びに製造プロセスにおける潜在危険性および安全対策に関する検討を踏まえ、より一層の安全確保の充実を図るため、以下の施策を今後推進することとする。

##### ① タンタル製造業各プロセスにおける潜在危険性と安全対策の周知徹底

会員会社安全担当者が出席する当協部会において、本行動計画を説明し、各社に持ち帰り、社内での安全対策の周知徹底を図ることとする。

##### ② 保安事故、労働災害事例の分析と共有化

2005年から2017年までの13年間の事例分析から得られた傾向、知見を、社内の安全対策推進に利用すると共に、今後も、競争法に抵触しない範囲で、各社のタンタル製造に関する安全情報については共有化を図ることとする。その中で、労働災害の雇用形態及び経験年数の解析から得られた結果を踏まえ、外部・派遣社員の初期教育において、教育内容、方法の見直しや、KYT、ヒヤリハット等の一層の充実を図っていく。

#### (5) PDCAによる改善実績

PDCAサイクル継続のため、次の活動を実施している。

- ・安全衛生コンサルタントや産業医による巡視とコンサルティング
- ・安全マネジメントシステム(OHSAS18001)運用と第三者監査による評価など
- ・リスクアセスメント活動により出された勧告事項への対処
- ・管理職による職場巡視で確認された是正項目への対処
- ・ISOに関する監査およびユーザー監査等で指摘された事項への対処
- ・労働基準監督署の立ち入り時に指摘された事項への対処

#### (6) タンタル製品の使用上の注意事項

本活動を通じた、新金属協会会員企業へのタンタル製品に関する情報活用の促進を図るものとして、タンタル製品の使用上の注意事項を以下にまとめた。安全への取組みに資するものとして利用頂ければ幸いである。

取扱いには、下記の点に注意をしてください。

- ① 吸い込まないように、マスクを着用してください。
- ② 食べたり、飲んだりしないでください。
- ③ 眼に入らないように、保護眼鏡を着用してください。
- ④ 手袋、適切な保護衣を着用し、体に付着させないようにしてください。
- ⑤ 粉体状の製品は、発塵によって、眼、鼻など人体に影響を与えますので、取扱いには、防塵マスク、保護眼鏡を着用し、作業場では局部換気扇などを用いてください。

- ⑥ 保管容器には、必ず製品名（もしくは化学物質名）を記載したラベルを貼付して、内容物の特定ができる様にしてください。
- ⑦ 保管の際は、容器を密閉して換気のよい場所で保管をしてください。
- ⑧ 廃棄する場合は、内容物、容器を都道府県の許可を受けた専門の廃棄物処理業者に業務委託をしてください。
- ⑨ 微細に粉砕されたものは、熱、火花、裸火等着火源から離して保管して下さい。80℃以上に加熱された場合には自然発火する可能性があります。また、静電気、衝撃によっても着火する可能性があります。機器の静電予防を図り、掃除機を使用する際は金属粉じん用に設計された機種を使用し、合成ブラシや圧縮空気は使用しないでください。
- ⑩ 燃えているタンタルには水を接触させないで下さい。金属火災用消火剤、或いは不活性ガスによる消火を行ってください。

## 7. タンタル製造業者としての取組み（フォローアップ）

2016年より、本委員会委員会社であるタンタル製造メーカー2社は、災害防止対策に関する行動計画の策定とタンタル製造および使用上の注意事項を作成、周知徹底し、保安事故および労働災害防止に向けた諸施策を実施してきた。

しかし、経験年数の浅い作業員の被災が多い事や、また外部・派遣社員では高年齢ほど災害が多いことからタンタル製造業者としては、安全管理（設備）および安全教育の更なるフォローアップが必要という認識で一致した。そこで2005～2016年、2017年の事例および新たな課題に対する2018年度における各社取組みの中から事例を紹介する。

### （1）タンタル製造プロセスにおける潜在危険性と安全対策の周知徹底

タンタル製造プロセスにおける潜在危険性と安全対策の周知徹底のため、次の対策を実施した。

#### ⑦ 安全管理（設備）

- ・新規設備や改造時の安全審査（セーフティアセスメント）
- ・老朽化設備の計画的な更新
- ・労働災害現場の設備対策についてフォローアップ（安全巡視、監査）

#### ⑧ 安全管理（マニュアル）

- ・安全教育マニュアル、作業標準書等の見直し（定期、随時）
- ・作業の安全パトロール（安全衛生委員会、労使、安全環境室）（1回/月）

#### ⑨ 安全教育

- ・階層別教育の実施（雇入れ教育、業者入講教育）
- ・未熟練者フォロー教育の実施（新人教育、設備構造教育、安全研修）
- ・管理監督職安全衛生教育（法令、ベーシックスキル研修、資格取得）
- ・安全教育の強化（非常停止スイッチの取扱い教育）
- ・一般職安全衛生教育（基本ルール、手順書教育、資格取得）
- ・リスクアセスメント実績研修受講
- ・危険体感教育、防災訓練、避難訓練、消火訓練、AED講習会など

#### ⑩ 危険性知識の習得

- ・化学物質のリスクアセスメント

#### ⑪ 作業環境の改善

- ・特定化学物質、粉塵、有機溶剤、騒音などの作業環境測定

### （2）労働災害事例の分析、その他安全情報の共有化

他事業所で発生した災害について、災害速報および災害分析表を全事業所に配信

した。また、類似災害発生を防ぐため、その可能性（リスク）を評価の上、必要に応じて安全対策の水平展開（設備及び作業手順等の確認と是正）を実施した。

(3) リスクアセスメント活動（化学物質含む）

潜在的危険性や有害性へ対応するため次のリスクアセスメント活動を実施した。

- ・危険源を網羅的に抽出し重篤な災害に繋がる「重大なリスク」対策に取り組む
- ・外部講師によるリスクアセスメントスキルのレベルアップを実施
- ・リスク対策は、まず本質安全化(ハード対策)に取り組み、もしできなければ安全な作業方法の手順書作成と重点管理に取り込むこととし、2段階で実施。
- ・個別作業の危険度評価結果に応じた手法（Hazop、What-if、Checklist）による問題個所の抽出と対処の実施。

(4) 安全文化醸成に向けた取り組み

安全文化醸成に向け、次の活動を実施した。

- ・朝礼、月例安全巡視等で声掛けを積極的に行い、コミュニケーションを密にして、現場作業員総員を安全活動に参画させることで、安全意識向上を目指す。
- ・安全行動調査結果などを参考にして、個人安全スローガン宣言を行う
- ・安全表彰制度（1年間無事故・無災害、従業員全員対象とした功労金）
- ・保安力評価とその向上に関する勉強会への参加

(5) 経営トップ等の強い関与

経営トップ等に強く関与していただくため、次の活動を実施した。

- ・経営幹部（工場幹部や本社幹部など）による安全パトロールや安全巡視（1回/月）
- ・本部長による災害現地確認。
- ・本社による安全環境監査（1回/年）と安全巡視（1回/年）の実施。

(6) 危険体感教育・設備

危険体感教育のための設備として、次の施設を運用・利用している。

安全体感研修センター（危険体感・体験教育）

- ・設備：安全帯衝撃体感、重量物落下体感、回転体巻き込まれ体感、玉掛け作業  
挟まれ体感、フランジナット緩め体感、感電体感など
- ・内容：社内専門講師による過去の事故事例の教訓を生かした安全教育
- ・対象：全従業員

## 8. ターゲット製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策

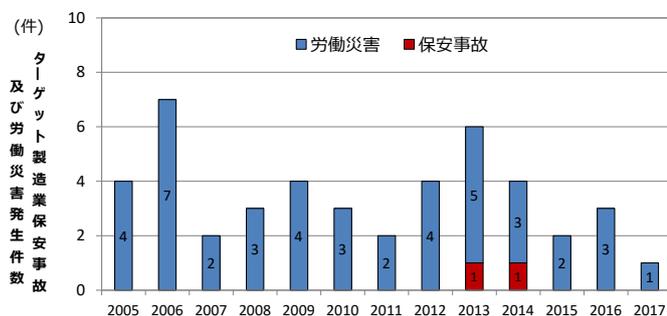
### (1) 保安事故・労働災害の発生状況

2017年度までに本委員会委員会社であるターゲットメーカー4社の過去12年間(2005年～2016年)の保安事故・労働災害の実態調査を実施したが、2018年度は2017年の1年分を追加し13年間のデータについて分析を行った。保安事故および労働災害の事例を[別表7]および[別表8-2]にそれぞれ示す。統計・整理の母数となる事件事例件数は、保安事故の2件と労働災害の43件を合わせた45件である。災害事例に加え、各工程における想定リスクを[別表7]および[別表8-1]に記載した。

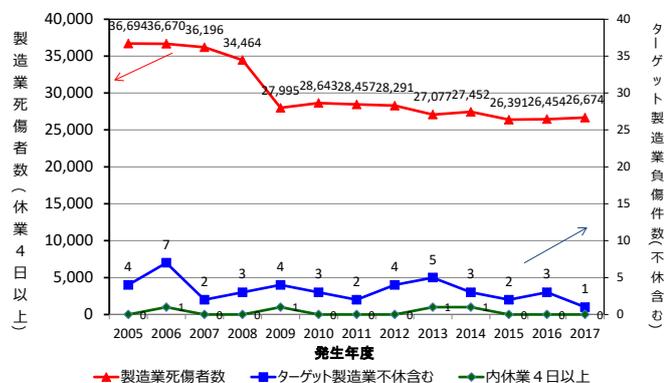
#### ① 保安事故・労働災害の発生状況(2005年～2017年)

ア) 年別「保安事故」「労働災害」発生件数および死傷者数([図II-8-1][図II-8-2]参照)

まず、年別発生件数については過去13年間で平均3.5件であり、発生件数にやや凸凹があるが、総じて横ばいで推移しており、死亡災害の発生はなかった。半導体や液晶パネルの全体市場規模は、数量ベースで堅調に伸びていることから、2013年以降は原単位ベースでの災害発生率は減少傾向になっていると考えられる。



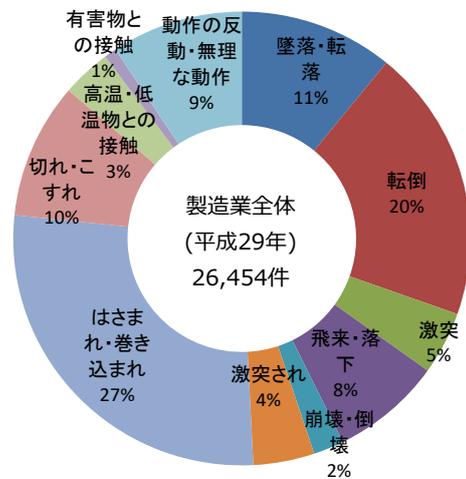
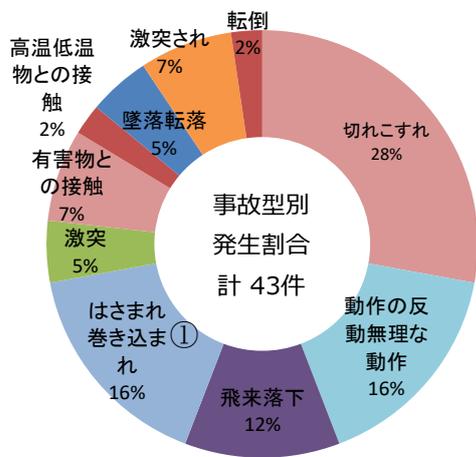
[図II-8-1 年別「保安事故」および「労働災害」の発生件数(2005年～2017年)]



[図II-8-2 発生年別死傷者数(2005年～2017年)]

イ) 事故型別「保安事故」および「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-8-3〕〔図Ⅱ-8-4〕参照）

事故型別発生割合については、保安事故では火災が2件で、労働災害では、切れこすれ、動作の反動・無理な動作、飛来落下、挟まれ巻き込まれの上位4種類で全体の70%以上を占め、全製造業においても、建設業に多い墜落・転落や転倒を除くと、上記4つは高い比率になる。2017年の災害1件は挟まれで、手作業で平面研削機の調整を行う際の作業中における手指の挟まれ・切創災害であった。



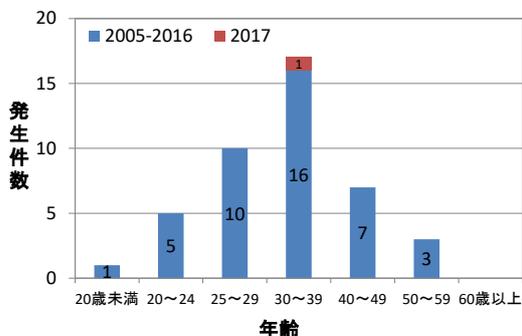
引用：厚生労働省「業種、事故の型別死傷災害発生状況(平成29年)」

〔図Ⅱ-8-3 ターゲット製造業の事故型別発生割合 (2005年～2017年)〕

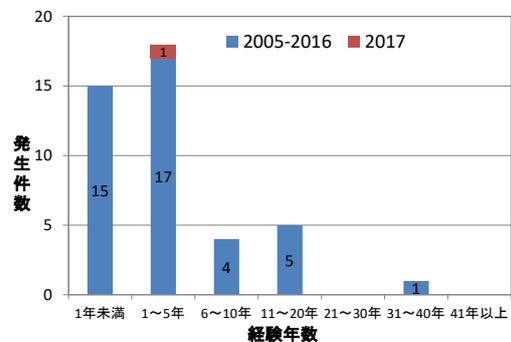
〔図Ⅱ-8-4 国内全製造業の事故型別死傷災害発生割合 (2017年単年)〕

ウ) 年齢および経験年数別労働災害負傷者数（〔図Ⅱ-8-5〕〔図Ⅱ-8-6〕参照）

経験年数別死傷者数については、中堅年齢層で経験年数の短い作業者が高い割合を占め、2017年も同様の結果になった。導入教育の強化や作業経験の少ない作業業者や、やや慣れてきた作業業者への継続的な安全教育が重要である。



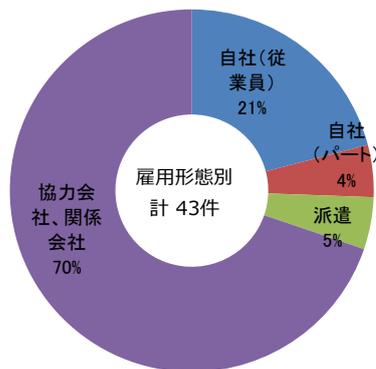
〔図Ⅱ-8-5 年齢別労働災害負傷者数 (2005年～2017年)〕



〔図Ⅱ-8-6 経験年数別労働災害負傷者数 (2005年～2017年)〕

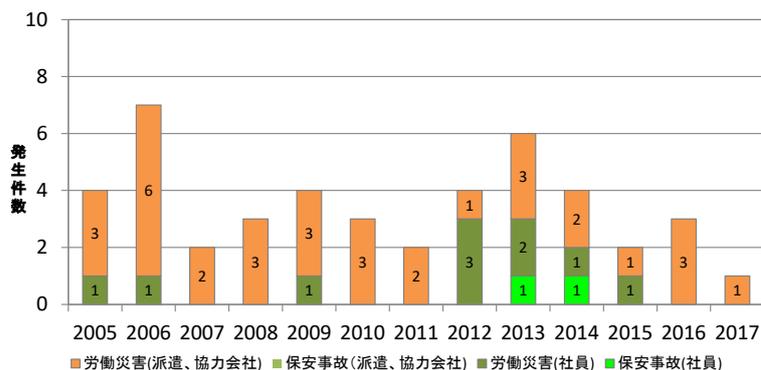
エ) 雇用形態別「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-8-7〕〔図Ⅱ-8-8〕参照）

雇用形態別発生割合について、ターゲット製造業においては過去13年間で協力会社や関係会社の災害比率が全体の7割を占め、2017年の1件は関係会社における発生であった。事業所内において関係会社や協力会社における安全教育の徹底が必要とされる。



〔図Ⅱ-8-7 雇用形態別負傷者数割合（2005年～2017年）〕

※丸数字は2017年の発生件数



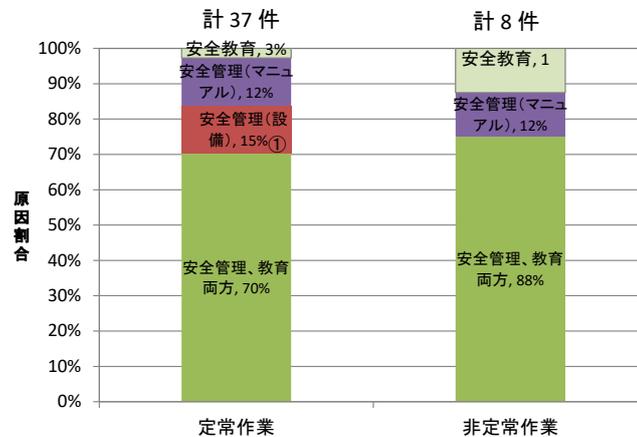
〔図Ⅱ-8-8 雇用形態別「保安事故」および「労働災害」における負傷者数推移（2005年～2017年）〕

オ) 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-8-9〕参照）

原因別発生割合については、安全教育と安全管理の両方の対策が必要なものが、定常作業と非常作業ともに70%を超え一番高い割合を占めている。単純作業よりも人の判断が必要な作業が多いことが原因の一つと考えられ、作業方法や治具の改善とともに、マニュアルの整備が不可欠である。教育面では、作業環境に見合った安全教育（作業手順、保護具着用、KYT、危険体感教育等）を繰り返し実施するとともに、過去事例を参考にした再発防止教育が必要である。

設備の不具合やプロセスに起因した設備上の災害については、2017年も発生していないが、大きな設備事故を未然に防ぐために、新規設備導入時や工程変更時

のセーフティーアセスメントを行い、今回抽出された工程別の想定リスクや個別のリスクアセスメントの結果も含めて安全対策を行うことで、災害予防や作業・設備の本質安全化を目指すことが望まれる。



[図Ⅱ-8-9 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合 (2005年～2017年)]

※丸数字は2017年の発生件数

② 製造プロセスにおける工程別事故型別「保安事故」および「労働災害」の発生状況

製造プロセスフローは金属溶解法と粉末冶金法に分けられるため、定常作業は各フローに分け、非定常作業は共通として分析を行い、工程別、事故型別の保安事故・労働災害発生状況を[表Ⅱ-8-1]および[図Ⅱ-8-10]に示す。

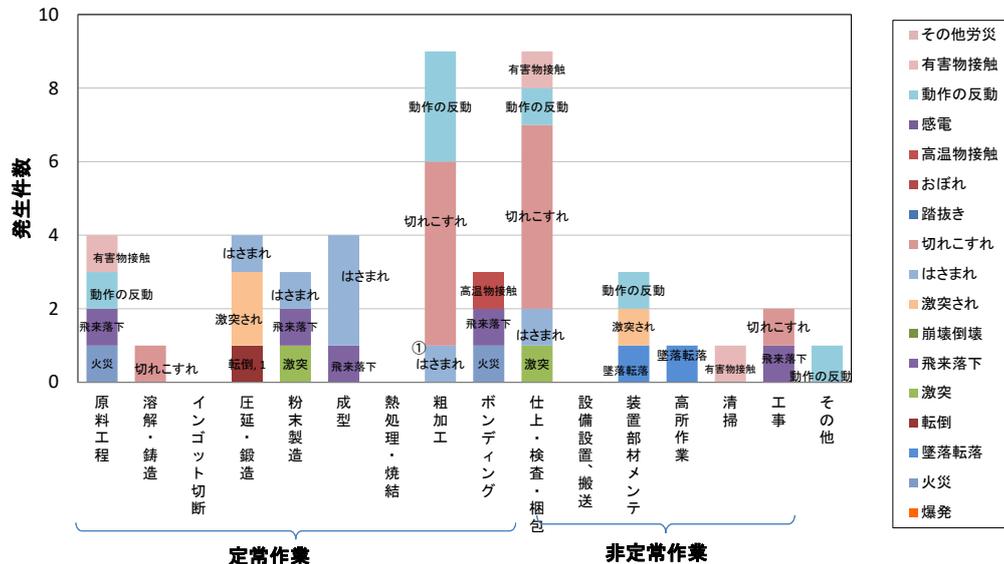
ターゲット製造工程での保安事故は過去13年で2件発生している。大災害が想定されるような粉塵爆発等は発生していないが、設備老朽化の懸念から、今回発生したような設備対策の難しい無人運転設備のようなところでの火災事故には今後も注意が必要である。

労働災害としては、金属溶解法では、梱包・検査工程での切れこすれといったカッター等を用いた手作業による災害、金属加工時の破片や端部接触による切創災害、10～50kgの重量があるターゲット作業に関連するような挟まれ事故や腰痛が多く、2017年も加工時の切創災害が発生した。また粉末冶金法では、より大きなターゲットを扱うことから、はさまれ巻き込まれや飛来落下が多く、2016年もはさまれ災害が2件発生した。ターゲット製品は対象装置や顧客ごとに材料組成や形状が異なる多品種少量生産であり、設備自動化が進めにくく、手作業に依存する工程が多いことにも一因がある。安全教育や作業者の危険感受性を高める活動の継続が重要である。

[表Ⅱ-8-1 ターゲット製造事故型発生件数 (2005年～2017年)]

作業分類	災害分類 工程名	保安事故		労働災害													小計	中計	
		爆発	火災	墜落・転落	転倒	激突	飛来落下	崩壊倒壊	激突され	はさまれ き込まれ	切れこすれ	踏抜き	おぼれ	高温・低温物 との接触	感電	無理な 動作の 反動			有害物との 接触
定常作業 (溶解)	原料		1				1									1	1	4	23
	溶解・鋳造									1								1	
	インゴット切断																	0	
	圧延・鍛造				1				2	1								4	
	粗加工									1 <sup>①</sup>	4					3		8	
	ボンディング																	0	
仕上・検査・梱包										4					1	1	6		
定常作業 (粉末)	原料																	0	14
	粉末製造					1	1			1								3	
	成型						1			3								4	
	熱処理・焼結																	0	
	粗加工										1							1	
	ボンディング		1				1						1					3	
仕上・検査・梱包					1				1	1							3		
非定常	設備設置、搬送																	0	8
	装置部材メンテ			1				1							1			3	
	高所作業			1														1	
	清掃																1	1	
	工事						1				1							2	
	その他															1		1	
	小計	0	2	2	1	2	5	0	3	7	12	0	0	1	0	7	3	合計計45	
	中計	2		43															

※ 黄色塗りつぶしセルは、想定リスクを示したものの。丸数字は2017年発生件数。  
 ([別表7]および[別表8-1, 2]参照)



[図Ⅱ-8-10 ターゲット製造工程 工程別事故型発生件数 (2005年～2017年)]

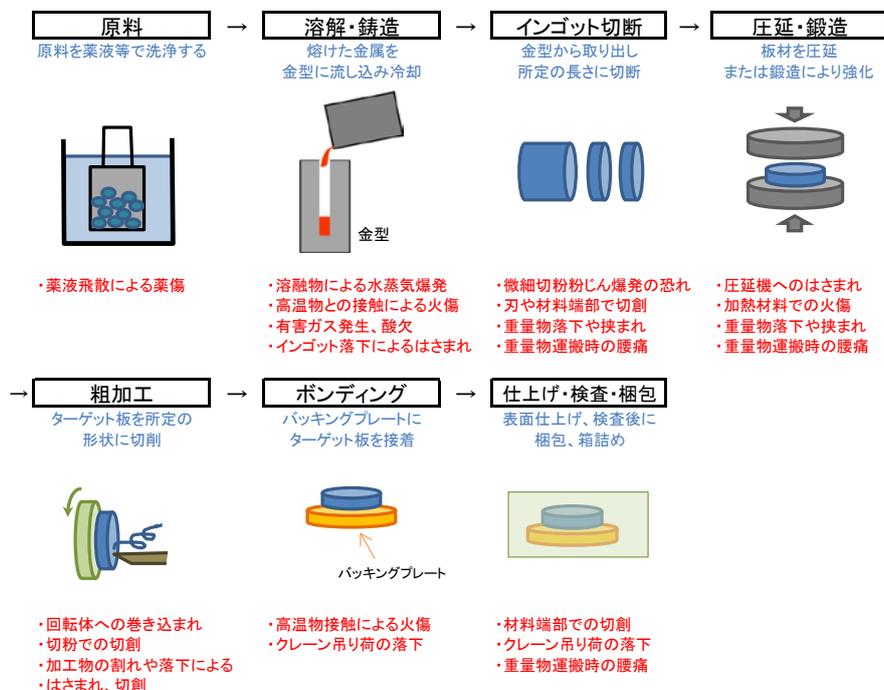
※丸数字は2017年の発生件数

## (2) 潜在危険性(ハザード)と安全対策

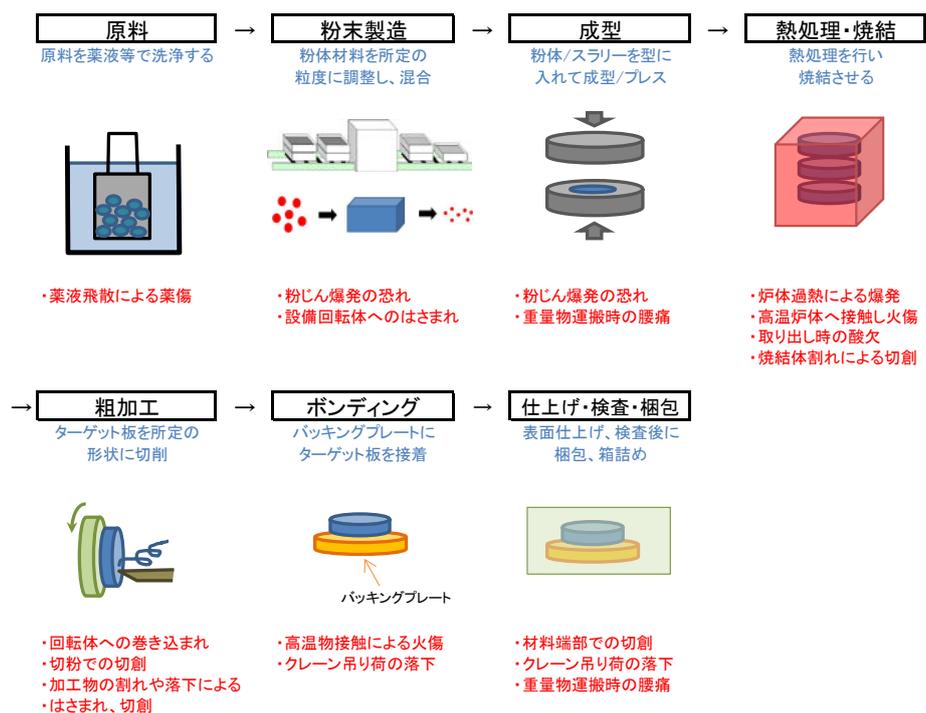
LSI や液晶パネル等のスパッタリング工程に用いられるターゲット製造には、その製造方法により「金属溶解法」と「粉末冶金法」に大別される。以下に製造フローと関連づけられる潜在危険性（ハザード）を簡単に紹介し、後半部分で工程別や定常・非定常作業に分類した潜在危険性（ハザード）の一覧表とその特徴を示す。

まず「金属溶解法」製造フローと関連する主な潜在危険性（ハザード）を[図Ⅱ-8-11]に示す。まず洗浄・精製処理した金属系原料を高温で溶解し、インゴットの形に铸造する。所定厚さに切断し、圧延や鍛造工程を経て、最終形状になるよう切削加工する。加工された厚さ数 mm～20mm 程度の板材は、スパッタ装置に取り付けるための銅製などのバックングプレートと呼ばれる取り付け用の板に、ろう材や圧着法にて接着（ボンディング）され、仕上げ・検査、梱包工程を経て出荷される。

次に、融点の高い酸化物や高融点金属製品では「粉末冶金法」製造フローが用いられるが、製造フローと関連する主な潜在危険性（ハザード）を[図Ⅱ-8-12]に示す。まず粉体製造工程により数～数十ミクロンのサイズの粉体を製造し、酸化熱処理（焙焼）など粉体での処理を行ったのち、加圧成型や熱処理工程（焼結）を経て、所定の板状または円筒形状に切削加工される。後半は金属溶解法と同様に、バックングプレートにボンディングされ、仕上げ・検査・梱包工程を経て出荷される。



[図Ⅱ-8-11 ターゲット製造フローと主な潜在危険性（ハザード）（金属溶解法）]



[図Ⅱ-8-12 ターゲット製造フローと主な潜在危険性（ハザード）（粉末冶金法）]

ターゲット製造プロセスにおける工程別の潜在危険性（ハザード）に対する主な安全対策を [表Ⅱ-8-2]～[表Ⅱ-8-4]に整理した。

工程に起因する潜在危険性（ハザード）の観点からは、特に可燃性の粉体処理における粉じん爆発や火災には十分な注意が必要である。また重量物の搬送において搬送設備（自動化、搬送支援）の導入と保全を適切に行うとともに、重量物作業に関する作業手順や保護具に関する安全教育の徹底が必要である。

また、コバルトやインジウム化合物のような特定化学物質や毒劇物の他、薬液処理において化学薬品等の利用も多いことから、これら有害物を吸入しないよう、リスクアセスメントを行うとともに、法令に基づいた設備導入や作業方法の改善、保護具着用などを実施し、安全管理面ではマニュアル整備と安全教育が必要である。

人手による作業が相対的に多いことから、特に新人研修や配置転換時に、経験の少ない作業員に対し、安全教育や危険感受性の教育を徹底することが重要である。これらの潜在危険性（ハザード）情報やその安全対策については、関係会社や協力会社など外部委託先がある場合にも一体となって安全管理の情報を共有する必要がある。

[表Ⅱ-8-2 ターゲット製造における潜在危険性（ハザード）と安全対策]（定常作業:金属溶解）

工程		潜在危険性(ハザード)		安全対策
		保安事故	労働災害	
定常作業 (金属溶解)	原料工程	-	薬液飛散による損傷	安全教育(作業手順、保護具着用)
	溶解・鋳造	原料への水分混入等による水蒸気爆発 冷却水未通水による熔解で破裂	高温物との接触による火傷、有害ガスの発生、酸欠 インゴット落下による挟まれや負傷 扉・駆動部に挟まれ、回転体への巻き込まれ	安全管理(設備)(安全装置、安全柵) 安全教育(マニュアル)(異常時の処置) 安全教育(操作手順、メンテ時の装置停止、保護具着用、危険感受性)
	インゴット切断	微細粉じんによる爆発の恐れ	粉じん飛散による眼の負傷 製品材料端部や切断機器による切創 重量物の落下、重量物運搬時の腰痛	安全管理(設備)(安全装置、メンテ時の装置停止) 安全管理(マニュアル)(作業手順、異常時の処置) 安全教育(作業手順、保護具着用)
	圧延・鍛造	-	扉・駆動部(ロール等)への挟まれ、巻き込まれ 高温による熱傷、腰痛 重量物の落下、重量物運搬時の腰痛 搬送機器との接触	安全管理(設備)(安全装置) 安全管理(マニュアル)(メンテ時の装置停止) 安全教育(作業手順、保護具着用)
	粗加工	粉じん爆発、火災の恐れ	挟まれ、粉じん飛散による眼の負傷 製品や切子にて手や指を切る	安全管理(マニュアル)(メンテ時の装置停止) 安全教育(作業手順、保護具着用)
	ボンディング	-	重量物運搬による腰痛 高温による熱傷	安全管理(マニュアル)(作業手順) 安全教育(作業手順、保護具着用)
	仕上・検査・梱包	-	重量物運搬などによる腰痛 フォークリフトとの接触 梱包材作業時の切創	安全管理(設備)(重量物搬送設備) 安全管理(マニュアル)(安全確認、作業手順) 安全教育(作業手順、危険予知、保護具着用)

注) 図Ⅱ-8-11のフロー図の工程ごとに潜在危険性（ハザード）を整理

[表Ⅱ-8-3 ターゲット製造における潜在危険性（ハザード）と安全対策]（定常作業:粉末冶金）

工程		潜在危険性(ハザード)		安全対策
		保安事故	労働災害	
定常作業 (粉末成型)	原料工程	-	薬液による損傷	安全教育(作業手順、保護具着用)
	粉末製造	粉じん爆発の恐れ	粉じん曝露による健康障害 メンテ時の激突や挟まれ	安全管理(マニュアル)(化学物質管理、3S) 安全教育(作業手順、保護具着用)
	成型	粉じん爆発の恐れ	粉じん曝露による健康障害 重量物や機器によるはさまれや落下	安全管理(設備)(安全装置、粉塵除去) 安全管理(マニュアル)(化学物質管理、3S) 安全教育(操作手順、保護具着用)
	熱処理・焼結	水分混入等の水蒸気爆発冷却 水未通水による熔解で破裂	高温による熱傷、高所から墜落 扉・駆動部に挟まれ負傷 回転体への巻き込まれ	安全管理(設備)(安全装置、安全柵) 安全教育(マニュアル)(異常時の処置) 安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性)
	粗加工	粉じん爆発の恐れ	挟まれ、粉じん飛散による眼の負傷製 品や切子にて手や指を切る	安全管理(マニュアル)(メンテ時の装置停止) 安全教育(作業手順、保護具着用)
	ボンディング	-	重量物運搬による腰痛 高温による熱傷	安全管理(マニュアル)(作業手順) 安全教育(作業手順、保護具着用)
	仕上・検査・梱包	-	重量物運搬などによる腰痛 フォークリフトとの接触 梱包材作業時の切創	安全管理(設備)(重量物搬送設備) 安全管理(マニュアル)(安全確認、作業手順) 安全教育(作業手順、危険予知、保護具着用)

注) 図Ⅱ-8-12 のフロー図の工程ごとに潜在危険性（ハザード）を整理

[表Ⅱ-8-4 ターゲット製造における潜在危険性（ハザード）と安全対策]（非定常作業）

工程		潜在危険性(ハザード)		安全対策
		保安事故	労働災害	
非定常作業	装置部材メンテ	装置大気解放時の粉じん爆発等	部材や工具類の飛来落下 転落、転倒、挟まれ	安全管理(マニュアル)(保全頻度、化学物質物性) 安全管理(設備)(足場、安全柵、装置停止) 安全教育(危険予知、保護具着用)
	高所作業	転落のおそれ	墜落・転落	安全管理(設備)(足場、安全柵) 安全教育(保護具着用、危険感受性)
	清掃	-	堆積粉じんや付着物の発火や有害性	安全管理(マニュアル)(清掃頻度、化学物質物性) 安全教育(危険予知、保護具着用)
	工事	-	転倒、挟まれ	安全管理(マニュアル)(作業計画) 安全教育(操作手順、保護具着用)

### (3) 安全対策の推進

これまでのターゲット製造業における保安事故および労働災害の実態調査、並びに製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）および安全対策に関する検討を踏まえ、より一層の安全確保の充実を図るため、以下の施策を推進することとする。

#### ① ターゲット製造業の各プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底

会員会社安全担当者が出席する各部会との情報交換会において、本行動計画を説明し、各社に持ち帰り、社内での安全対策の周知徹底を図ることとする。関係会社や協力会社に作業等を委託する場合においても同様の安全対策の推進を展開する。

#### ② 保安事故、労働災害事例の分析と共有化

2005年から2017年までの13年間の事例分析から得られた傾向や知見を社内の安全対策推進に利用するとともに、今後も競争法に抵触しない範囲で、各社のターゲット製造に関する安全情報の共有化を図ることとする。

### (4) PDCAサイクルによる改善実績

PDCAサイクル継続のため、次のような活動を実施した。

- ・新規設備及び新規作業導入時にリスクアセスメントを実施し、見直しを定期的に行った。
- ・年間を通して新規リスクアセスメント件数目標を各部署で決めて、毎月進捗を安全衛生委員会の場で確認し管理している。

### (5) ターゲット製品の使用上の注意事項

本活動を通じた、新金協協会会員企業へのターゲット製品に関する情報活用の促進を図るため、ターゲット製品の使用上の注意事項を以下にまとめた。安全への取組みに資するものとして利用してもらいたい。

- ① ターゲットに含まれる材料の特性については、必ず事前に安全データシート（SDS）を確認してください。不明点がある場合は、まず専門のメーカーに確認してください。
- ② 重量のある大型ターゲットを梱包材から取り出し、装置への取り付け/取り外し、

収納するなどの作業を行う場合には、法令に基づいた重量物対策や作業手順を順守するとともに、万が一の落下等にも備えた適切な保護具着用を行ってください。また搬送設備を用いる時は、挟まれ等にも十分留意してください。装置メーカーによるメンテナンスのトレーニングが開催されている場合がありますので、参考にしてください。

- ③ ターゲットは専用の梱包容器や通い箱に入れて納入されています。梱包容器は廃棄せずに必ず保管してください。ターゲットを一時保管する場合にもラベルの付いた容器で保管することで、ターゲットの種類が解らなくなったり、保管時のターゲットの破損を防ぐことができます。
- ④ ターゲットのバックングプレートの一部に、高真空を保持するためにOリングと接するようなフランジ面があります。この面を傷つけると、真空排気ができなくなりますので、取扱いには十分注意してください。
- ⑤ ターゲットには有害性のある物質が含まれている場合もありますので、むやみに廃棄処分はせず、原則として使用後はメーカー宛てに、納入時の梱包容器に収納して返却してください。返却等の後処理についてわからない場合には、メーカーへご連絡ください。
- ⑥ スパッタ装置内の付着物を機械的に除去したり、清掃により粉塵が発生する作業では、保護メガネや粉塵マスク等の適切な保護具を着用して作業を行ってください。局所排気装置等を使用したり、こまめに清掃するなど、作業環境の維持に努めてください。
- ⑦ 万が一、ターゲットが破損したり、傷付いてしまった時は、破断面が鋭利になり、切創災害に繋がる可能性がありますので、保護具を着用するなど、万全な対策をお願いします。不明点がある場合には、メーカーへご一報ください。

## 9. ターゲット製造業者としての取組み（フォローアップ）

2016年度より、本委員会委員会社であるターゲット製造メーカー3社は、災害防止対策に関する行動計画の策定とターゲット製造および使用上の注意事項／ガイドラインを作成、周知徹底し、保安事故および労働災害防止に向けた諸施策を実施してきた。

しかし、経験年数の浅い作業員の被災が多い事や、非定常作業の災害が多いことからターゲット製造業者として更なるフォローアップが必要という認識で一致した。そこで2005～2016年、2017年の事例および新たな課題に対する2018年度における各社取組みの中から事例を紹介する。内容に関しては一部重複があるものも含まれている。

### (1) ターゲット製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底

ターゲット製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底のため、次の対策を実施した。

#### ① 安全管理（設備）

- ・新規設備や改造時の安全審査（セーフティアセスメント）
- ・既存設備のリスクの再確認。
- ・労働災害現場の設備対策についてフォローアップ（安全巡視、監査）

#### ② 安全管理（マニュアル）

- ・安全教育マニュアル、作業標準書等の見直し（定期、随時）
- ・工事業者安全管理策強化や機械安全推進のため手順書やガイドラインを整備

#### ③ 安全教育

- ・導入教育とフォローアップ教育（3、12、24ヶ月）実施
- ・安全教育の強化（非常停止スイッチの取扱教育）
- ・防塵マスク着用の確認（マスクチェッカー）
- ・マスクパトロールの実施（1回/月）
- ・関係会社への教育（衛生講話、安全集会、安全指導会、個別面談など）
- ・協力会社への教育（導入教育、安全パトロール、突発工事対応など）
- ・安全行動調査（中央労働災害防止協会）を実施し、作業員固有の性格や行動様式を把握
- ・リスクアセスメント講習会受講、社内改善活動（安全）発表会
- ・危険体感教育、防災訓練、避難訓練、消火訓練、AED講習会など

#### ④ 危険性知識の習得

- ・インジウム化合物についての講演会（産業医）
- ・労使による禁煙外来受診の推奨。
- ・化学物質のリスクアセスメント

#### ⑤ 作業環境の改善

- ・特定化学物質、粉塵、有機溶剤、騒音、室温などの作業環境測定

### (2) 労働災害事例の分析、その他安全情報の共有化

他事業所で発生した災害について、災害速報および災害分析表を全事業所に配信した。また、類似災害発生を防ぐため、その可能性（リスク）を評価の上、必要に応じて安全対策の水平展開（設備及び作業手順等の確認と是正）を実施した。

### (3) リスクアセスメント活動（化学物質含む）

潜在的危険性や有害性へ対応するため、次のリスクアセスメント活動を実施した。

#### ① 潜在的危険性の抽出

- ・危険源を網羅的に抽出し重篤な災害に繋がる「重大なリスク」対策に取り組む
- ・外部講師によるリスクアセスメントスキルのレベルアップを実施
- ・リスク対策は、まず本質安全化（ハード対策）に取り組み、もしできなければ安全な作業方法の手順書作成と重点管理に取り込むこととし、二段階で実施。

#### ② 化学物質のリスクアセスメント

- ・労働安全衛生法改正に関しては、2016年6月から対応実施。
- ・化学物質のリスクアセスメントについては、安全指導員による講習にて教育を行い、各部署毎に化学物質リスクアセスメント評価表を用いて抽出及び評価が完了。事務局で内容を確認し、都度、対応。

### (4) 安全文化醸成に向けた取り組み

安全文化醸成に向け、次の活動を実施した。

#### ① 安全文化醸成

- ・朝礼や安全巡視等で声掛けを積極的に行い、コミュニケーションを密にして、現場作業員総員を安全活動に参画させることで、安全意識向上を目指す。
- ・安全行動調査結果などを参考にして、個人安全スローガン宣言を行う
- ・職場安全活動、他職場見学会、リスクレベルの削減ポイント目標設定など

#### ② 表彰制度

- ・安全表彰制度（1年間無事故・無災害、従業員全員対象とした功労金）

③ 保安力強化

- ・保安力評価とその向上に関する勉強会への参加

(5) 経営トップ等の強い関与

経営トップ等による強い関与の具現化のため、次の活動を実施した。

① トップパトロールなど

- ・経営幹部（工場幹部や本社幹部など）による安全パトロールや安全巡視
- ・本部長による災害現地確認。
- ・本社幹部による安全環境監査（1回/年）と安全巡視（1回/年）の実施。

(6) 外部評価

- ・安全衛生コンサルタントや産業医による現場巡視とコンサルティング。
- ・安全マネジメントシステム(OHSAS18001)運用と第三者監査を受ける。

## 10. 化合物半導体製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策

### (1) はじめに

発光ダイオード、フォトダイオードなどの受発光素子やHEMTなどの電子デバイス等に使用される化合物半導体製品(wafer)について、2016年度の実態調査では、製造工程における潜在ハザードを整理し、製造上または取扱い上の留意事項および効果的な安全対策を提供することで、会員企業をはじめ、ユーザーを含む関係者の安全確保に資することを目的とし、以下の活動を実施した。

- ① 化合物半導体製造業における保安事故および労働災害について事態調査を行い実態を把握し、安全性の向上を図る。
- ② 事故事例および想定リスクの収集、統計処理、解析を実施し、それらに対し安全教育等の対策を実施する。
- ③ 化合物半導体製品の使用上の注意事項を作成し、潜在的危険性について顧客に注意喚起する。

### (2) 保安事故・労働災害の発生状況

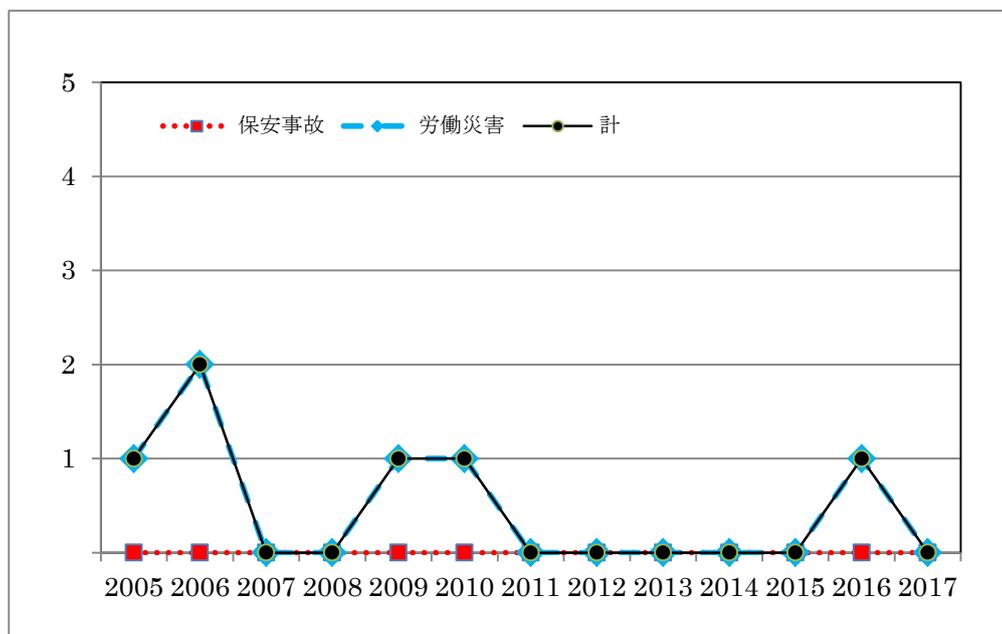
2018年度は、本委員会委員会社であるメーカー3社の2017年の保安事故・労働災害の実態調査を追加実施したが、発生は0件であった。

#### ① 保安事故・労働災害の発生状況（2005年～2017年）

今回収集した、2005年から2017年までの保安事故、労働災害の発生件数と死傷者数は[表Ⅱ-10-1]の通りである。保安事故の発生は0件であり、労働災害のみの発生で計6件であった。死傷者数については0件であった。また、保安事故、労働災害の発生件数の推移については、[図Ⅱ-10-1]に示す通りである。

[表Ⅱ-10-1 発生件数及び死傷者数の推移（2005年～2017年）]

	発生件数			死傷者数		
	保安事故	労働災害	計	保安事故	労働災害	計
2005年	0件	1件	1件	0件	0件	0件
2006年	0件	2件	2件	0件	0件	0件
2007年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
2008年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
2009年	0件	1件	1件	0件	0件	0件
2010年	0件	1件	1件	0件	0件	0件
2011年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
2012年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
2013年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
2014年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
2015年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
2016年	0件	1件	1件	0件	0件	0件
2017年	0件	0件	0件	0件	0件	0件
計)	0件	6件	6件	0件	0件	0件



[図Ⅱ-10-1 発生件数及び死傷者の推移 (2005年～2017年)]

②工程別

【労働災害】 [表Ⅱ-10-2]参照

切れこすれ=2件、無理な動作=2件、激突=1件、落下/激突され/切れ=1件の、合計6件であった。

工程別には、単結晶工程=3件、その他=2件、加工=1件となった。単結晶工程が半分を占めた。

[表Ⅱ-10-2 労働災害の工程別事象の内訳 (2005年～2017年)]

	単結晶製造	加工	その他	計
転落	0件	0件	0件	0件
激突	1件	0件	0件	1件
挟まれ巻き込まれ	0件	0件	0件	0件
落下/激突され/切れ	1件	0件	0件	1件
切れこすれ	1件	1件	0件	2件
無理な動作	0件	0件	2件	2件
高温低温物との接触	0件	0件	0件	0件
転倒	0件	0件	0件	0件
有害物との接触	0件	0件	0件	0件
その他	0件	0件	0件	0件
計)	3件	1件	2件	6件

③ 工程別の間接要因

【労働災害】 [表Ⅱ-10-3]参照

間接要因を、「安全管理(設備)」、「安全管理(マニュアル)」、「安全教育」、「危険性知識」の4つに分類して整理した。安全管理(設備)=2件、安全管理(マニュアル)=2件、安全教育=2件となった。

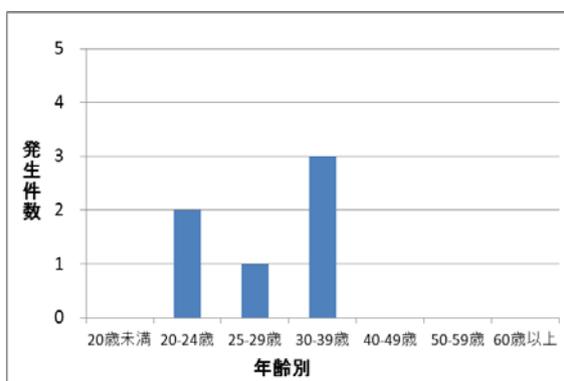
危険性知識は間接要因としてはあげられなかった。

[表Ⅱ-10-3 労働災害の工程別間接要因 (2005年～2017年)]

	単結晶製造	加工	その他	計
安全管理(設備)	0件	1件	1件	2件
安全管理(マニュアル)	1件	0件	1件	2件
安全教育	2件	0件	0件	2件
危険性知識	0件	0件	0件	0件
計)	3件	1件	2件	6件

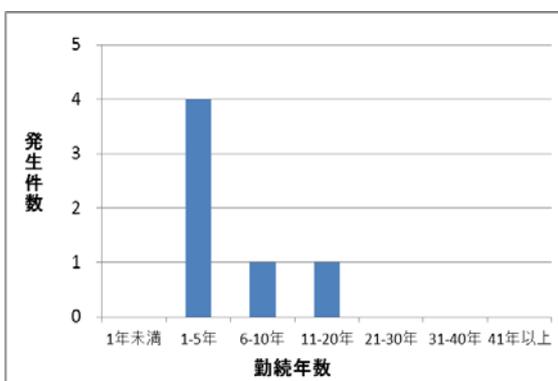
(ア) 年齢および経験年数別労働災害負傷者数 ([図Ⅱ-10-3][図Ⅱ-10-4]参照)

経験年数別死傷者数については、20-30代で経験年数の比較的短い作業者が高い割合を占めている。導入教育の強化や作業経験の少ない作業員への継続的な安全教育が重要である。



[図Ⅱ-10-2 経年齢別労働災害負傷者数

(2005年～2017年)]

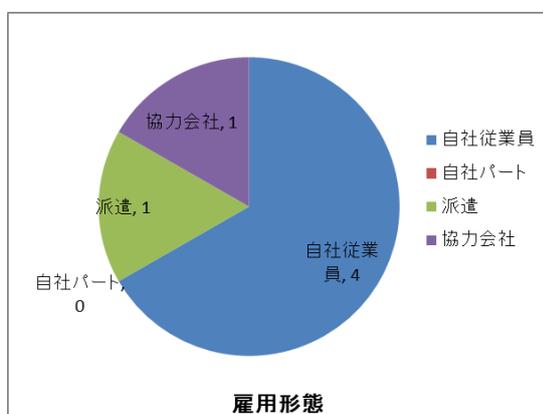


[図Ⅱ-10-3 経験年数別労働災害負傷者数

(2005年～2017年)]

(イ) 雇用形態別「労働災害」発生割合 ([図Ⅱ-10-5参照])

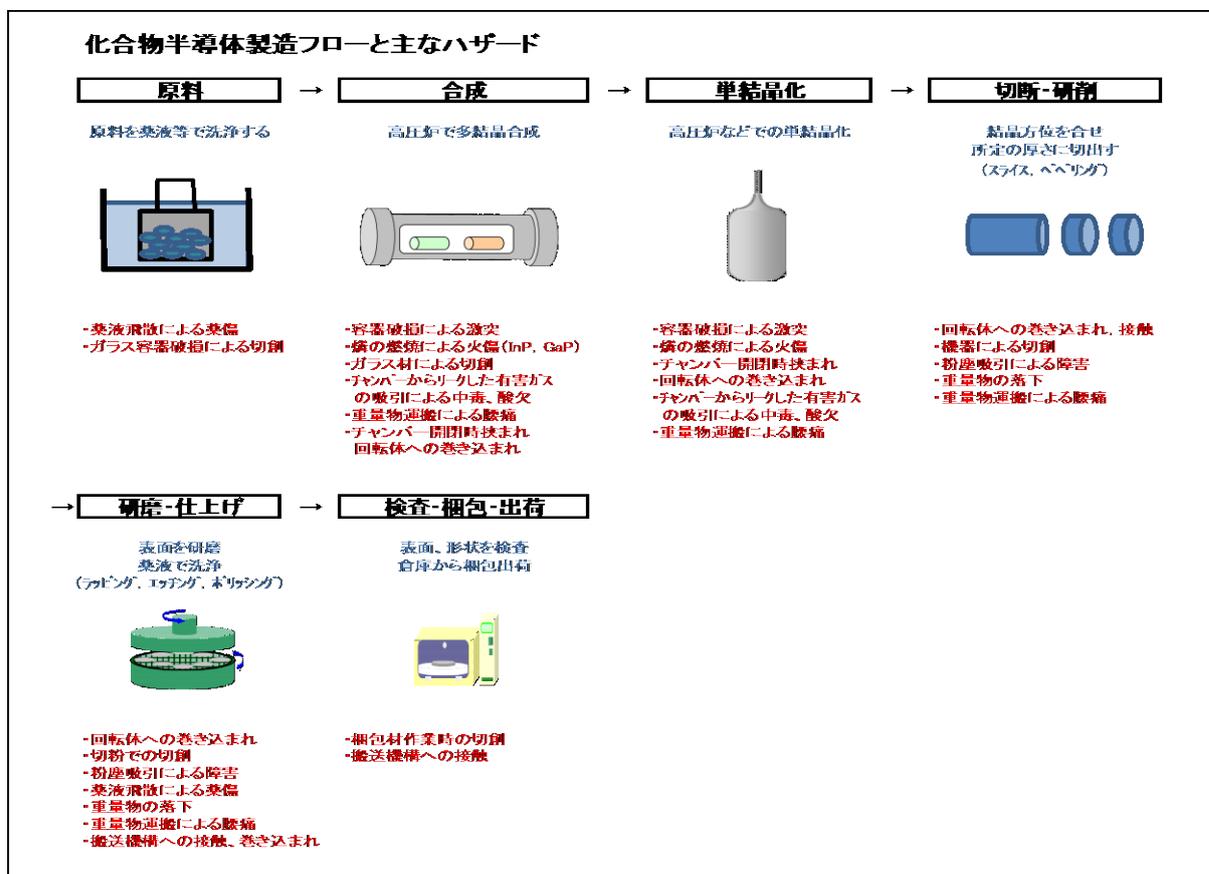
雇用形態別発生割合について、化合物製造業においては過去13年間で自社従業員の災害比率が4件を占め、1件が派遣会社、残り1件は協力会社による発生であった。事業所内において自社従業員だけでなく、関係会社や協力会社における安全教育の徹底が必要とされる。



[図Ⅱ-10-4 雇用形態別負傷者数割合 (2005年～2017年)]

### (3) 潜在危険性（ハザード）と安全対策

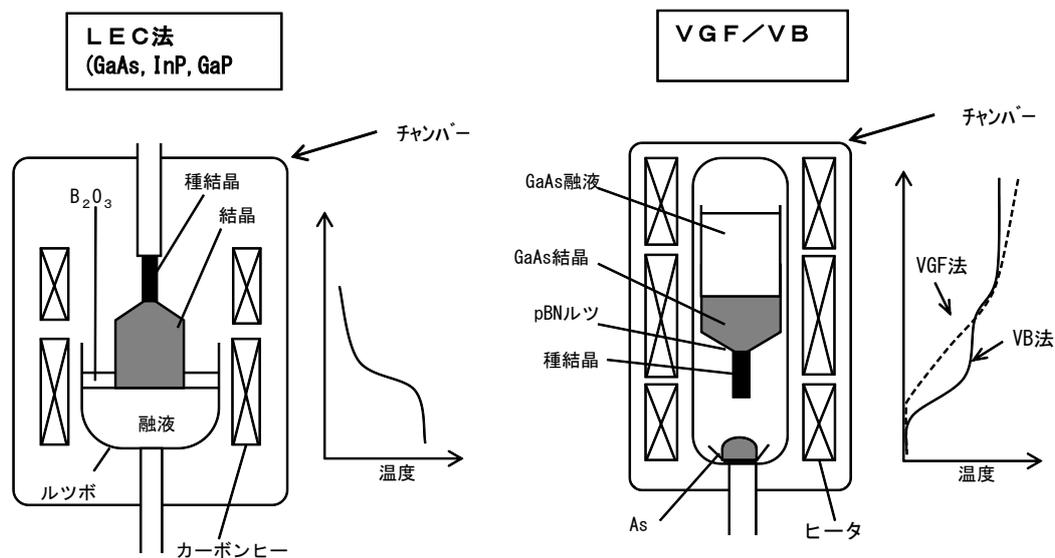
化合物半導体製品の概略製造フローと各工程の主な潜在危険性（ハザード）を[図Ⅱ-10-5]に示す。



[図Ⅱ-10-5 化合物半導体製造フローと主な潜在危険性（ハザード）]

原料の洗浄を行い多結晶原料を合成する。合成した多結晶原料を用い、単結晶化する。単結晶化には以下の[図Ⅱ-10-6]に示すように、LEC法、VGF/VB法などの方法がある。

次に、単結晶化工程で得られた結晶を板状に切断し、最終形状になるよう成形、研磨加工する。加工工程での汚れを洗浄し、検査、梱包工程を経て出荷される。



[図 II-10-6] 結晶成長の各種製法模式図および温度プロファイル

これまでの保安事故および労働災害の実態調査を踏まえ、化合物半導体製造プロセスにおける工程別の潜在危険性（ハザード）に対する主な安全対策を[表 II-10-4]、[表 II-10-5]に整理した。

単結晶工程の原料工程と単結晶化において、チャンバー取り扱いに関連して発生する、巻き込まれ、チャンバー破損、破損時の飛来物との激突、リークによる中毒、酸欠、に十分な注意が必要であることが判った。

また、作業標準やマニュアル類を整備するとともに、作業従事者に対して効果的な「安全教育」を実施することが重要であると考えられる。

[表Ⅱ-10-4 化合物半導体製造における潜在危険性（ハザード）と安全対策]（定常作業）

工程		潜在危険性(ハザード)		安全対策
		保安事故	労働災害	
単結晶	原料工程 (原料準備～合成)	1) ガスの漏洩 2) 高圧容器破損による火災	1) チャンバーからリークした有害ガスの吸引による中毒、酸欠 2) 重量物運搬による腰痛 3) チャンバー開閉時の挟まれ、回転体への巻き込まれ 4) 薬液飛散による損傷 5) ガラス材破損による切創 6) 高圧容器破損による飛来部品との激突 7) 燃焼による火傷(P系材料:GaP、InP)	安全管理(設備):安全装置の設置、局所排気 安全教育:腰痛対策、適切な道具の使用 安全教育:作業手順(操作手順)の徹底 安全教育:保護具着用  安全管理(設備):安全装置の設置、局所排気 安全教育(マニュアル):作業手順、異常時の処置
	単結晶化	1) ガスの漏洩 2) 高圧容器破損による火災	1) チャンバーからリークした有害ガスの吸引による中毒、酸欠 2) 重量物運搬による腰痛 3) チャンバー開閉時の挟まれ、回転体への巻き込まれ 4) 高圧容器破損による飛来部品との激突 5) 炉体解放時の燐燃焼による火傷(P系材料:GaP、InP)	安全管理(設備):安全装置の設置、局所排気 安全教育:腰痛対策、適切な道具の使用 安全教育:作業手順(操作手順)の徹底、保護具着用 安全管理(設備):安全装置の設置、局所排気、消火設備 安全教育(マニュアル):作業手順、異常時の処置
定常作業 (ウエハ製造)	端面加工/結晶整形	-	1) 回転体への接触、巻き込まれ 2) 重量物の落下、重量物運搬時の腰痛 3) 機器の鋭利部分による切創 4) 粉塵吸引による障害	安全管理(設備):巻き込まれ防止、安全教育:作業手順の徹底 安全教育:腰痛対策、適切な道具の使用 安全教育:回転体への対応、保護具着用 安全教育:作業手順、保護具着用
	スライス (内周刃スライサー) (ワイヤーソー)	-	1) 回転体への接触、巻き込まれ 2) 重量物の落下、重量物運搬時の腰痛	安全管理(設備):巻き込まれ防止、安全教育:作業手順の徹底 安全教育:腰痛対策、適切な道具の使用、保護具着用 安全管理(設備):安全装置 安全管理(マニュアル):回転体への対応、保護具着用
	ベベリング	-	1) 回転体への接触、巻き込まれ	安全管理(設備):巻き込まれ防止、安全教育:作業手順の徹底
	ラッピング	-	1) 回転体への接触、巻き込まれ 2) 切粉での切創 3) 粉塵吸引による障害	安全管理(設備):巻き込まれ防止、安全教育:作業手順の徹底
	エッチング	-	1) 薬液の飛散による薬傷	安全教育:保護具着用の徹底、作業手順の徹底 安全管理(設備):飛散防止
	ポリッシング	-	1) 回転体への接触、巻き込まれ 2) 重量物の落下、重量物運搬時の腰痛	安全管理(設備):巻き込まれ防止 安全教育:腰痛対策、適切な道具の使用、保護具着用 安全教育:作業手順の徹底
	洗浄	-	1) 薬液の飛散による薬傷 2) 搬送機構への接触、巻き込まれ	安全管理(設備):飛散防止 安全管理(設備):巻き込まれ防止 安全教育:保護具着用、作業手順の徹底
	検査・梱包・出荷	-	1) 梱包材作業時の切創 2) 搬送機構への接触、巻き込まれ	安全管理(マニュアル):作業手順 安全教育:作業手順の徹底、保護具着用

[表Ⅱ-10-5 化合物半導体製造における潜在危険性（ハザード）と安全対策]（非定常作業）

工程		潜在危険性(ハザード)		安全対策
		保安事故	労働災害	
非定常作業	装置部材メンテ	堆積粉じんや付着物による火災	部材や工具類の飛来落下 回転体への接触、巻き込まれ	安全管理(マニュアル)(清掃頻度、火災防止) 安全教育(危険予知、保護具着用)
	清掃	堆積粉じんや付着物による火災	堆積粉じんや付着物の発火による火傷	安全管理(マニュアル)(清掃頻度、火災防止) 安全教育(危険予知、保護具着用)
	工事	-	転倒、挟まれ	安全管理(マニュアル)(作業計画) 安全教育(操作手順、保護具着用)

#### (4) 安全対策の推進

これまでの化合物半導体製造業における保安事故および労働災害の実態調査、並びに製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）および安全対策に関する検討を踏まえ、より一層の安全確保の充実を図るため、以下の施策を推進する事とする。

##### ①化合物半導体製造業の各プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底

会員会社安全担当者が出席する各部会との情報交換会において、本行動計画を説明し、各社に持ち帰り、社内での安全対策の周知徹底を図ることとする。関係会社や協力会社にて作業等を委託する場合においても同様の安全対策の推進を展開する。

##### ②保安事故、労働災害事例の分析と共有化

2005年から2017年までの13年間の事例分析から得られた傾向や知見を社内の安全対策推進に利用するとともに、今後も競争法に抵触しない範囲で、各社の化合物半導体製造に関する安全情報の共有化を図ることとする。

#### (5) 化合物半導体製品の使用上の注意事項

化合物半導体製品に含まれる材料の特性については、必ず事前に安全データシート（SDS）を確認してください。不明点がある場合は、まず専門のメーカーに確認してください。

## 1 1. 化合物半導体製造業者としての取組み（フォローアップ）

2017年度より、本委員会委員会社である化合物半導体製造メーカー3社は、災害防止対策に関する行動計画の策定と化合物製造および使用上の注意事項／ガイドラインを作成、周知徹底し、保安事故および労働災害防止に向けた諸施策を実施してきた。しかし、20-30代の比較的経験年数の浅い作業員の被災が多い事や、派遣会社や協力会社の作業員の災害も発生していることから化合物製造業者として更なるフォローアップが必要という認識で一致した。そこで2005～2017年の事例および新たな課題に対する2018年度における各社取組みの中から事例を紹介する。

(1) 化合物半導体製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底

化合物製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底のため、次の対策を実施した。

### ①安全管理（設備）

- ・新規設備や改造時の安全審査（セーフティアセスメント）
- ・既存設備のリスクの再確認。
- ・労働災害現場の設備対策についてフォローアップ（安全巡視、監査）

### ②安全管理（マニュアル）

- ・安全教育マニュアル、作業標準書等の見直し（定期、随時）
- ・工事業者安全管理策強化や機械安全推進のため手順書やガイドラインを整備

### ③安全教育

- ・導入教育とフォローアップ教育（3、12、24ヶ月）実施
- ・防塵マスク着用の確認（マスクチェッカー）
- ・マスクパトロールの実施（1回/月）
- ・関係会社への教育（衛生講話、安全集会、安全指導会、個別面談など）
- ・協力会社への教育（導入教育、安全パトロール、突発工事対応など）
- ・安全行動調査（中央労働災害防止協会）を実施し、作業員固有の性格や行動様式を把握
- ・リスクアセスメント講習会受講、社内改善活動(安全)発表会
- ・危険体感教育、防災訓練、避難訓練、消火訓練、AED講習会など

#### ④危険性知識の習得

- ・インジウム化合物についての講演会（産業医）
- ・労使による禁煙外来受診の推奨。
- ・化学物質のリスクアセスメント

#### ⑤作業環境の改善

- ・特定化学物質、粉塵、有機溶剤、騒音、室温などの作業環境測定

##### (2) 労働災害事例の分析、その他安全情報の共有化

他事業所で発生した災害について、災害速報および災害分析表を全事業所に配信した。また、類似災害発生を防ぐため、その可能性（リスク）を評価の上、必要に応じて安全対策の水平展開（設備及び作業手順等の確認と是正）を実施した。

(3) リスクアセスメント活動（化学物質含む）潜在的危険性や有害性へ対応するため、次のリスクアセスメント活動を実施した。

##### ①潜在的危険性の抽出

- ・危険源を網羅的に抽出し重篤な災害に繋がる「重大なリスク」対策に取り組む
- ・外部講師によるリスクアセスメントスキルのレベルアップを実施
- ・リスク対策は、まず本質安全化（ハード対策）に取り組み、もしできなければ安全な作業方法の手順書作成と重点管理に取り込むこととし、二段階で実施。

##### ②化学物質のリスクアセスメント

- ・労働安全衛生法改正に関する対応実施。

##### (4) 安全文化醸成に向けた取り組み

安全文化醸成に向け、次の活動を実施した。

- ・朝礼や安全巡視等で声掛けを積極的に行い、コミュニケーションを密にして、現場作業員総員を安全活動に参画させることで、安全意識向上を目指す。
- ・1PKYの実施による、毎日の危険作業内容の確認と対策。
- ・安全行動調査結果などを参考にして、個人安全スローガン宣言を行う表彰制度
- ・安全表彰制度（1年間無事故・無災害、従業員全員対象とした功労金）

##### (5) 保安力強化

- ・保安力評価とその向上に関する勉強会への参加

(6) 経営トップ等の強い関与

経営トップ等に強く関与していただくため、次の活動を実施した。

① トップパトロールなど

- ・経営幹部（工場幹部や本社幹部など）による安全パトロールや安全巡視
- ・本部長による災害現地確認。

(7) 外部評価

- ・安全衛生コンサルタントや産業医による現場巡視とコンサルティング。
- ・安全マネジメントシステム(OHSAS18001)運用と第三者監査を受ける。

## 1 2. ベリリウム製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策

### (1) はじめに

ベリリウム製造業は、大別してベリリウムを銅合金製造のための添加元素として用いるベリリウム銅合金製品の製造と、ベリリウムの純金属を用いる金属ベリリウム製品の製造に分けられる。また、ベリリウム銅合金製造はその製品の形態から、コネクタやスイッチといった電子部品用バネ材として用いられる圧延条製品、いわゆる展伸材と、金型用素材や航空機部材、海底中継器筐体などに用いられる加工品に分けられる。今回の実態調査では、製造工程における潜在危険性を整理し、製造上または取扱い上の留意事項および効果的な安全対策を提供することで、会員企業をはじめ、ユーザーを含む関係者の安全確保に資することを目的とし、以下の活動を実施するものである。

- ① ベリリウム製造業における保安事故および労働災害について事故事例の掘り下げを行い、安全性向上を図る。
- ② 事故事例および想定リスクの収集、統計処理、解析を実施し、それらに対し安全教育等の対策を実施する。
- ③ ベリリウム製品の使用上の注意事項を作成し、潜在的危険性について顧客に注意喚起する。
- ④ ベリリウム部会において実施した安全性向上について、協会内で横展開を図る。

### (2) 保安事故・労働災害の発生状況

2018年度は、本委員会委員会社であるベリリウムメーカーの過去13年間（2005年～2017年）の保安事故・労働災害の実態調査を実施した。今回収集した保安事故の事例を[別表1 1]に、労働災害の想定事例を[別表1 2-1]にそれぞれ示す。統計・整理の母数となる事故事例の件数は、保安事故1件、労働災害17件を合わせた18件である。災害事例に加え、各工程における想定リスクも[別表1 2-2]に記載した。

#### ① 保安事故・労働災害の発生状況（2005年～2017年）

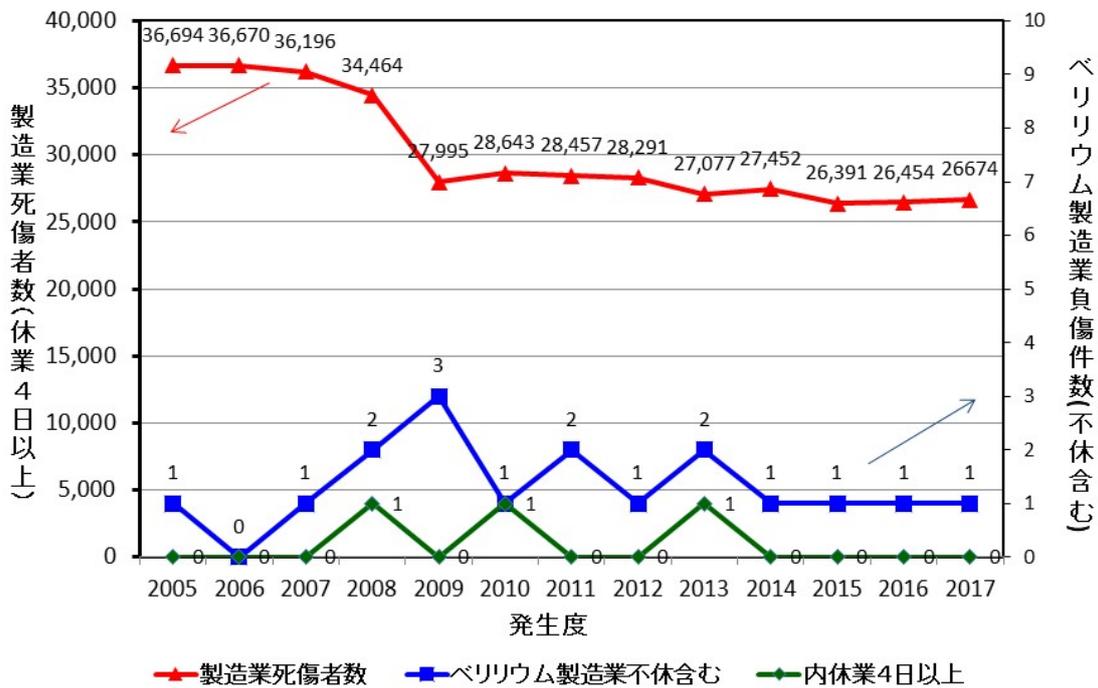
ア) 年別「保安事故」「労働災害」発生件数および死傷者数（[図Ⅱ-12-1][図Ⅱ-12-2]参照）

まず、年別発生件数については、過去13年間で平均1.4件であり、2009年のようにやや多い年もあるが、ほぼ横ばい傾向にあり、死亡災害の発生はなかった。ベリリウムの市場全体は物量ベースで堅調に伸びていることから、原単位ベースでの災害発生率としては減少傾向にあると考えられる。一方、全国製造業の死傷者数は2008年から2009年にかけて減少し、その後は微減傾向となっているが、同様の傾向にはなっていない。

また、2017年に1件の不慮災害が発生した。2006年を最後に災害発生のない年ではなく、災害撲滅に向けて継続して活動を行うとともにレベルアップを図る必要がある。



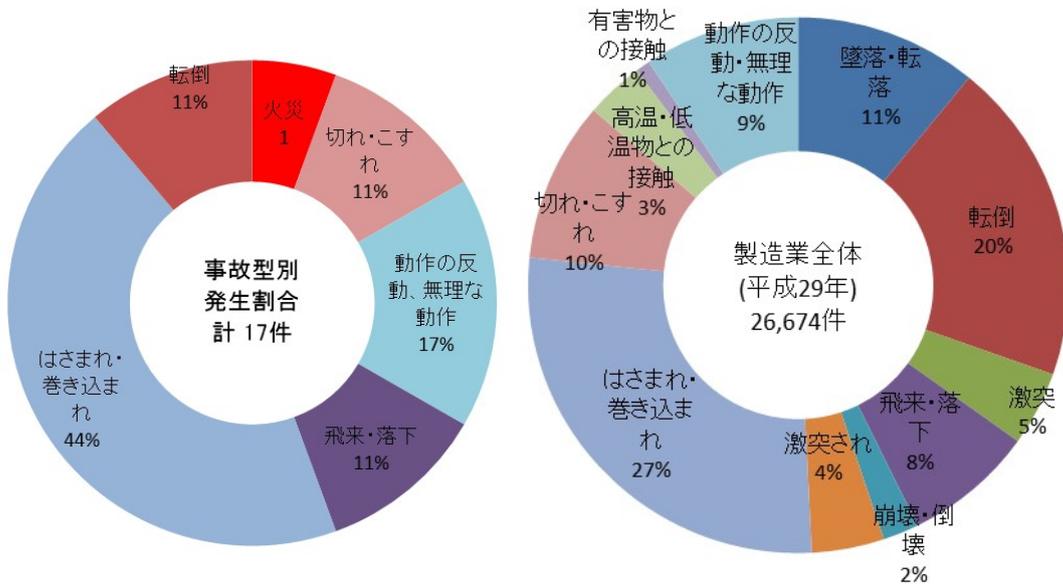
[図Ⅱ-12-1 年別「保安事故」および「労働災害」の発生件数(2005年～2017年)]



[図Ⅱ-12-2 発生年別死傷者数(2005年～2017年)]

イ) 事故型別「保安事故」および「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-12-3〕〔図Ⅱ-1-4〕参照）

事故型別発生割合については、保安事故では火災が1件で、労働災害では、はさまれ・巻き込まれ、動作の反動・無理な動作の上位2種類で全体の半分以上を占めている。全製造業における発生割合においても、上記2つは高い比率になっているが、金属圧延加工品を扱うことによる回転ロールなどによるはさまれ・巻き込まれや圧延コイルの運搬などに伴いコイルを転倒させてはさまれるなど圧延業に特有な災害発生原因がやや大きな比率になる傾向にある。また、扱う製品が比較的重量のあるものであることが多く、無理な動作での作業などで腰痛を訴えるケースも多い。作業手順や保護具着用といった安全教育とともに、作業方法の改善や、重量物に対しては搬送設備の導入などの安全管理面の対策が重要である。



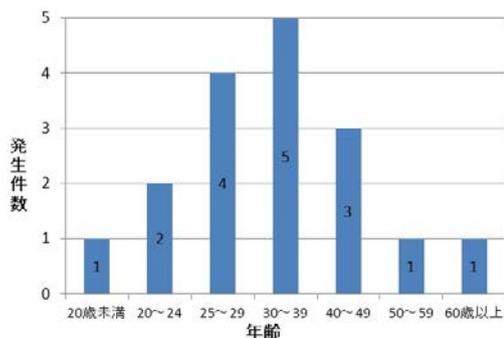
〔図Ⅱ-12-3〕ベリリウム製造業の事故型別発生割合（2005年～2017年）

〔図Ⅱ-12-4〕国内全製造業の事故型別死傷災害発生割合（2017年単年）

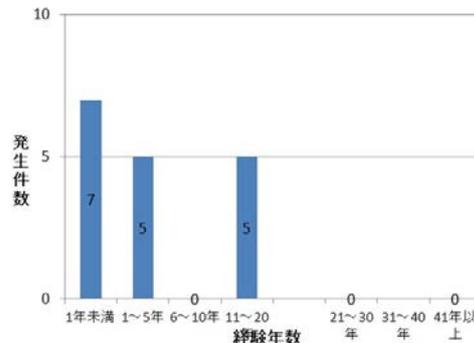
引用：厚生労働省「業種、事故の型別死傷災害発生状況（平成28年）」

ウ) 年齢および経験年数別労働災害死傷者数（〔図Ⅱ-12-5〕〔図Ⅱ-12-6〕参照）

経験年数別死傷者数については、25歳から40歳程度の年齢層で経験年数の短い作業者が高い割合を占めている。導入教育や作業経験の少ない作業者への継続的な安全教育が重要である。



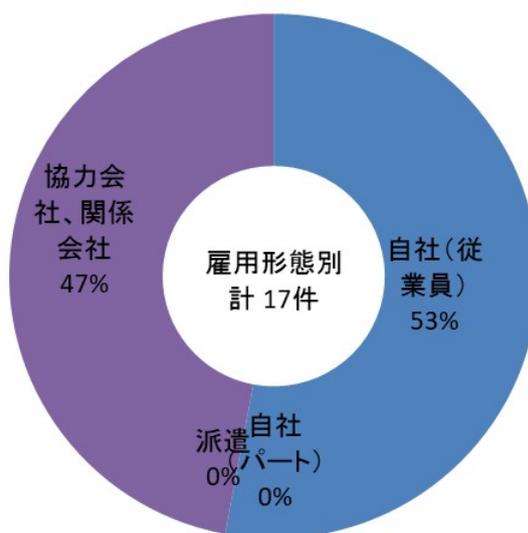
〔図Ⅱ-12-5 年齢別労働災害死傷者数  
(2005年~2017年)〕



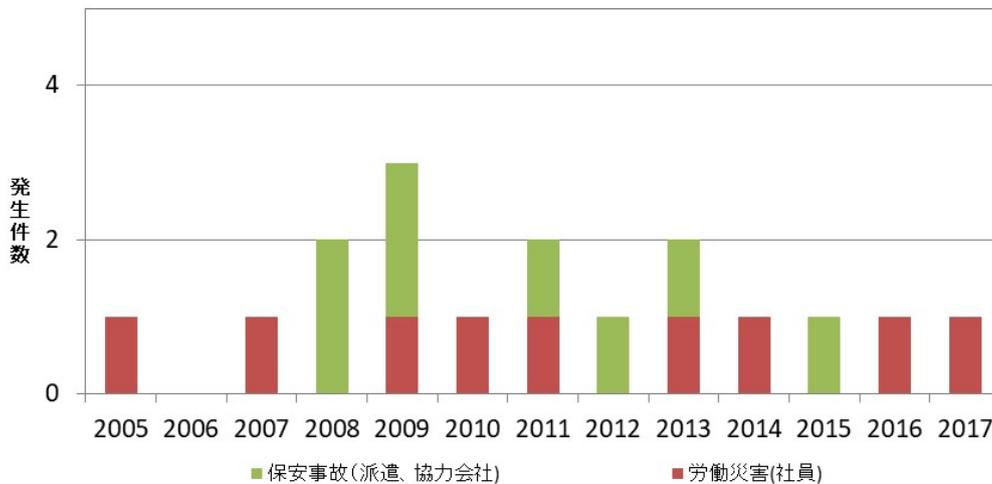
〔図Ⅱ-12-6 経験年数別労働災害死傷者数  
(2005年~2017年)〕

エ) 雇用形態別「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-12-7〕〔図Ⅱ-12-8〕参照）

雇用形態別発生割合について、ベリリウム製造業においては過去12年間で協力会社や関係会社の災害比率が全体のおよそ2分の1を占めている。人員構成比では自社従業員の割合が大きいことから、協力会社や関係会社の災害発生が多いといえる。事業所内における関係会社や協力会社においても、安全教育の徹底とともに、安全情報を共有化する必要がある。



〔図Ⅱ-12-7 雇用形態別負傷者数割合 (2005年~2017年)〕

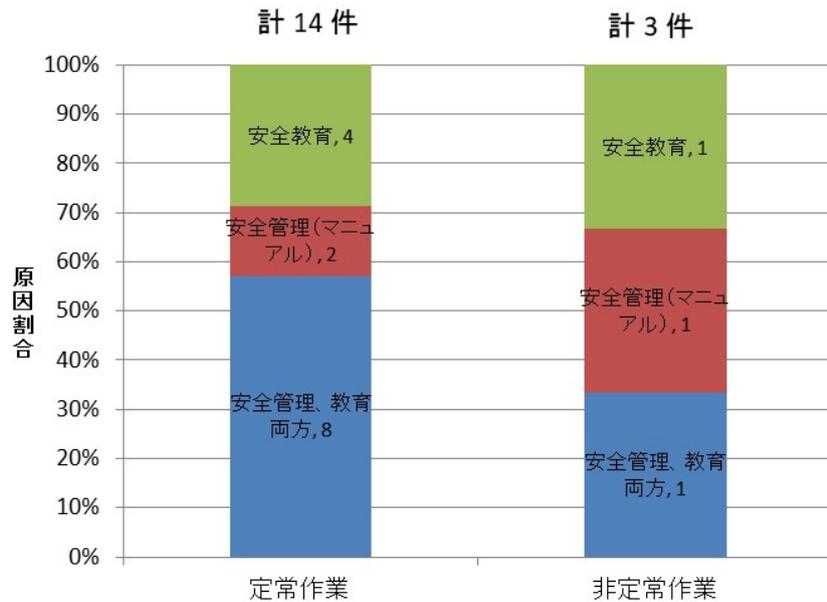


[図Ⅱ-12-8 雇用形態別「保安事故」および「労働災害」における負傷者数推移（2005年～2017年）]

オ) 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（〔図Ⅱ-12-9〕参照）

原因別発生割合については、安全教育と安全管理の両方の対策が必要なものが、定常作業において約60%と一番高い割合を占めている。単純作業よりも人の判断が必要な作業が多いことが原因の一つと考えられ、作業方法の改善やマニュアル整備とともに、それらの教育が不可欠である。教育面では、作業環境に見合った安全教育（作業手順、保護具着用、KYT、ヒヤリハット、危険体感教育等）を繰り返し実施することが必要である。

今回の調査においては設備の不具合やプロセスに起因した災害は殆どみられなかったものの、大きな設備事故を未然に防ぐためには、設備のセーフティーアセスメントや今回抽出した工程別の想定リスクを参考に、設備上の安全対策を徹底するとともに、個々の作業や有害化学物質に対するリスクアセスメントを行い、作業時の本質安全化を目指すことが重要である。



[図Ⅱ-12-9 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（2005年～2017年）]

② 製造プロセスにおける工程別事故型別「保安事故」および「労働災害」の発生状況

製造プロセスフローはベリリウム銅展伸材、ベリリウム銅加工品および金属ベリリウム加工品に分けられるため、定常作業は各フローに分け、非定常作業は共通として分析を行い、工程別、事故型別の保安事故・労働災害発生状況を[表Ⅱ-12-1]および[図Ⅱ-12-10]に示す。

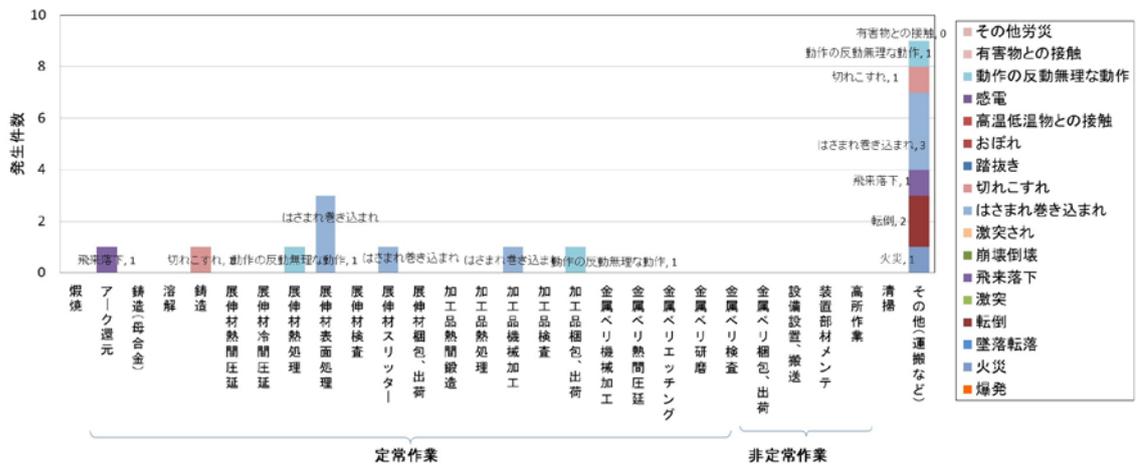
ベリリウム製造工程での保安事故は過去12年で1件発生している。非定常作業での事例であり、非定常作業を行う際のリスク管理を強化、維持することが重要である。また、大災害が想定されるような溶湯の水蒸気爆発等は発生していないが、設備老朽化の懸念から、設備対策の難しい無人運転設備のようなところでの火災事故などには今後も注意が必要である。

労働災害としては、ベリリウム銅展伸材およびその付帯的な運搬などの作業において回転ロールなどによる巻込まれ事故の発生が多い。また、全般的に重量物を扱うことが多いことに関連し、挟まれ事故や腰痛が多い。さらに、前述の挟まれ・巻込まれ事故に加え、転倒などが非定常作業において多く発生している。マニュアルの整備や教育は当然のことであるが、特に非定常作業においては作業者の危険感受性を高め、本活動にて想定したリスクなどを参考にして、災害防止対策を継続することが重要である。

[表Ⅱ-12-1 ベリリウム製造事故型発生件数（2005年～2017年）]

表Ⅱ-12-1 事故型発生件数																			
作業分類	災害分類 工程名	保安事故		労働災害													小計	中計	
		爆発	火災	墜落転落	転倒	激突	飛来落下	崩壊倒壊	激突され	はさまれ巻き込まれ	切れこすれ	踏抜き	おぼれ	高温低温物との接触	感電	動作の反動無理			有害物との接触
定常作業 (展伸材)	煅焼																	0	
	アーク還元						1											1	
	鑄造(母合金)																	0	
	溶解																	0	
	鑄造										1							1	
	展伸材熱間圧延																	0	
	展伸材冷間圧延																	0	
	展伸材熱処理															1		1	
	展伸材表面処理									3								3	
	展伸材検査																	0	
	展伸材スリッター									1								1	
	(定常作業 (加工品))	展伸材梱包、出荷																	0
加工品熱間鍛造																		0	
加工品熱処理																		0	
加工品機械加工										1								1	
加工品検査																		0	
加工品梱包、出荷																1		1	
(金属ベリリウム 定常作業)		金属ベリ機械加工																	0
		金属ベリ熱間圧延																	0
		金属ベリエッチング																	0
		金属ベリ研磨																	0
		金属ベリ検査																	0
		金属ベリ梱包、出荷																	0
非定常	設備設置、搬送																	0	
	装置部材メンテ																	0	
	高所作業																	0	
	清掃																	0	
	その他(運搬など)		1		2		1			3	1					1		9	
	小計	0	1	0	2	0	2	0	0	8	2	0	0	0	0	3	0	合計18	
	中計	1		17															

※ 黄色塗りつぶしセルは、想定リスクを示したもの。（[別表1 1]および[別表1 2-1, 2]参照）

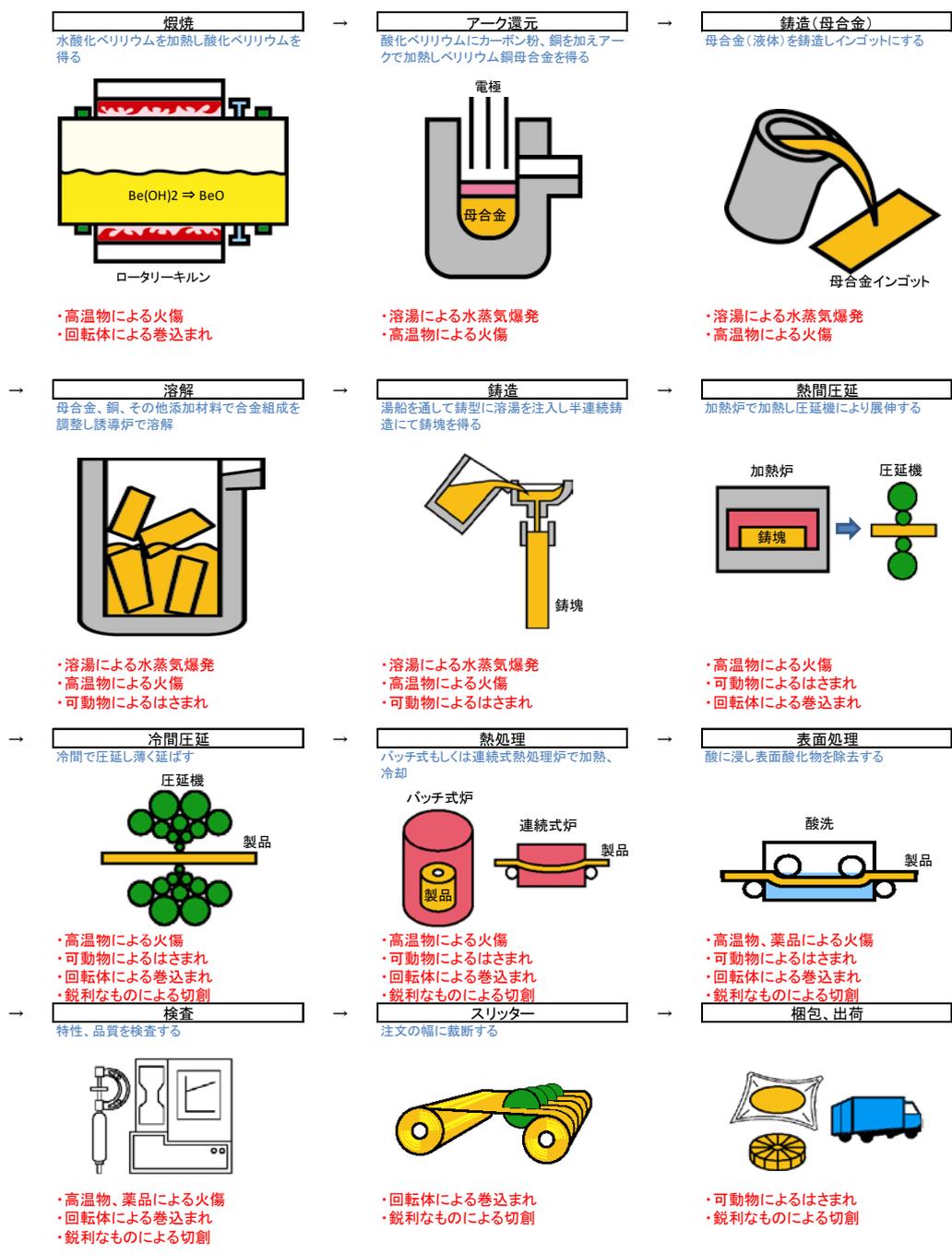


[図 II-12-10 ベリリウム製造工程 工程別事故型発生件数 (2005年～2017年)]

### (3) 潜在危険性 (ハザード) と安全対策

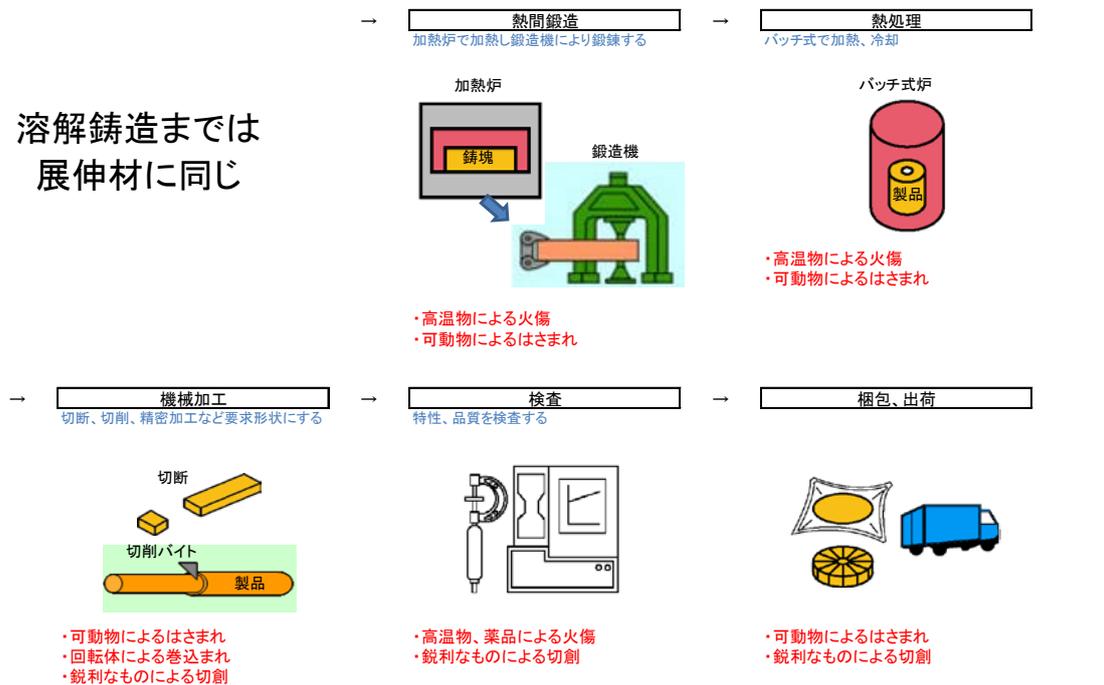
「ベリリウム銅展伸材製造」、「ベリリウム銅加工品製造」そして「金属ベリリウム加工品製造」の概略製造フローと各工程の主な潜在危険性を[図 II-12-11]、[図 II-12-12]そして[図 II-12-13]にそれぞれの示す。

「ベリリウム銅展伸材」製造フローでは、まず水酸化ベリリウムを熱処理により酸化ベリリウムにし、アーク炉を用いカーボンで還元しベリリウム銅母合金を製造する。その後、溶解炉で合金成分に調整のうえ溶解し鋳造する。出来上がった鋳塊を熱間圧延、冷間圧延、熱処理、表面処理などを施し所定の寸法に加工の後、検査を行い梱包し出荷される。



[図Ⅱ-12-11 ベリリウム製造フローと主な潜在危険性(ベリリウム銅合金展伸材)]

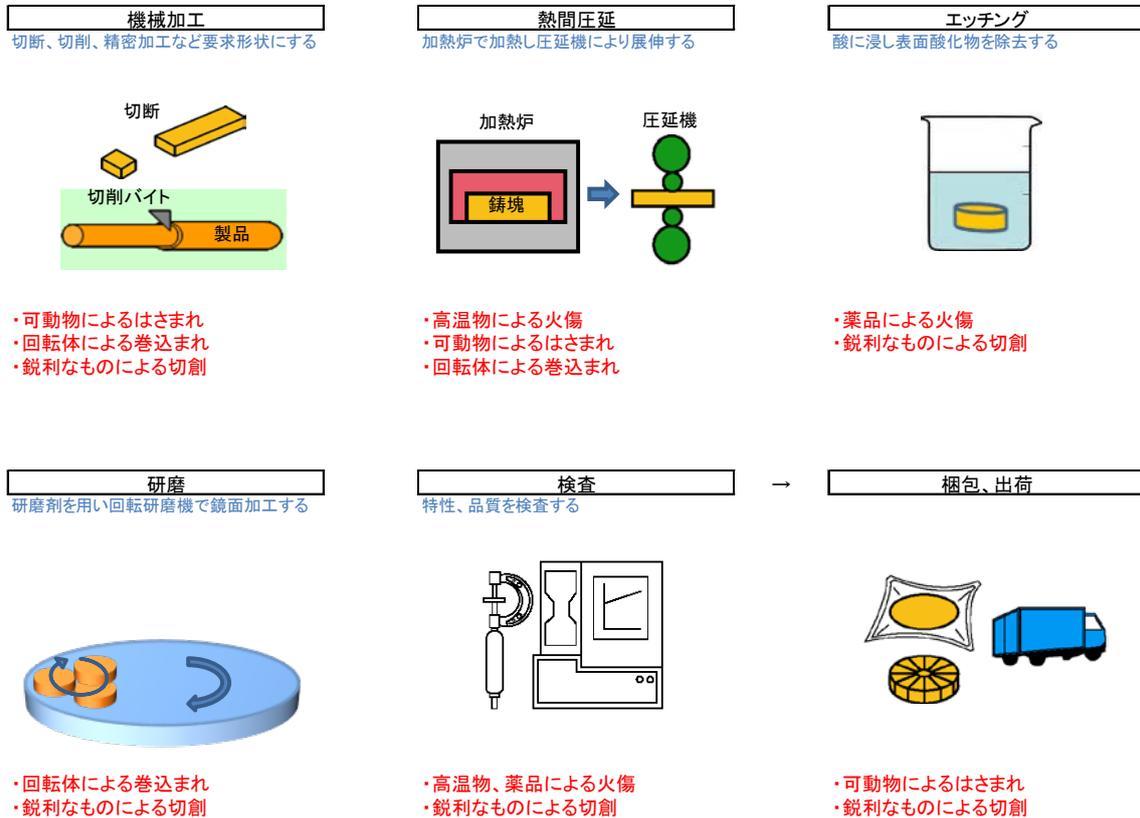
溶解鑄造までは  
展伸材と同じ



[図Ⅱ-12-12 ベリリウム製造フローと主な潜在危険性（ベリリウム銅加工品）]

「ベリリウム銅加工品」製造フローでは、ベリリウム銅展伸材と同様に鑄造された鑄塊を熱間鍛造し、熱処理、機械加工などで製品形状に仕上げ、検査実施後梱包工程を経て出荷される。

「金属ベリリウム加工品」製造フローでは、金属ベリリウムブロックを製品の形状に応じて、機械加工、熱間圧延、エッチング、研磨などを施し、検査実施後梱包工程を経て出荷される。



[図Ⅱ-12-13 ベリリウム製造フローと主な潜在危険性（金属ベリリウム加工品）]

これまでの保安事故および労働災害の実態調査を踏まえ、ベリリウム製造プロセスにおける工程別の潜在危険性に対する主な安全対策を[表Ⅱ-12-2]～[表Ⅱ-12-4]に整理した。

工程のもつ潜在危険性の観点からは、特に高温による熱傷や、回転体への巻き込まれ、鋭利なものによる切創などには十分な注意が必要である。また重量物を扱うことによる腰痛の防止や酸など化学薬品の取り扱いに関し、重量物作業に関する作業手順や保護具に関する安全教育の徹底が必要である。また、ベリリウムのような特定化学物質や毒劇物の他、薬液処理において化学薬品等の利用も多いことから、これら有害物を吸入しないよう、リスクアセスメントを行うとともに、法令に基づいた設備改善や作業方法、保護具着用など、マニュアル整備と安全教育が必要である。特にベリリウムに関しては、暴露を避けるための作業環境管理

の徹底と人手による作業を最小限にするための自動化や遠隔操作化を進めることが非常に重要である。これらの潜在危険性情報やその安全対策については、関係会社や協力会社など外部委託先がある場合にも周知されるべきである。

[表Ⅱ-12-2 ベリリウム製造における潜在危険性と安全対策] (定常作業:展伸材) 注) 図Ⅱ-12-11のフロー図の工程ごとに潜在危険性を整理

	潜在危険性		安全対策
	保安事故	労働災害	
煅焼	-	高温による熱傷、高所よりの墜落、腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷、回転体への巻き込まれ	安全教育(操作手順、メンテ時の装置停止、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
アーク還元	冷却水が漏れによる水蒸気爆発 溶湯の飛散による火災	高温による熱傷、高所よりの墜落、腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷、感電	安全教育(操作手順、メンテ時の装置停止、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
鑄造(母合金)	冷却水が漏れによる水蒸気爆発 溶湯の飛散による火災	高温による熱傷、高所よりの墜落、腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷	安全教育(操作手順、メンテ時の装置停止、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
溶解	冷却水が漏れによる水蒸気爆発 溶湯の飛散による火災	高温による熱傷、高所よりの墜落、腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷	安全教育(操作手順、メンテ時の装置停止、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
鑄造	冷却水が漏れによる水蒸気爆発 溶湯の飛散による火災	高温による熱傷、高所よりの墜落、腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全教育(操作手順、メンテ時の装置停止、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
展伸材熱間圧延	-	高温による熱傷、高所よりの墜落、腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創 回転体への巻き込まれ	安全教育(操作手順、メンテ時の装置停止、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
展伸材冷間圧延	-	高温による熱傷、腰痛、回転体への巻き込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
展伸材熱処理	-	高温による熱傷、腰痛、回転体への巻き込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
展伸材表面処理	酸洗槽の破損による酸漏出	高温による熱傷、腰痛、回転体への巻き込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創 薬品での火傷	安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置、安全柵)
展伸材検査	-	高温による熱傷、腰痛、回転体への巻き込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創 薬品での火傷	安全教育(作業手順、保護具着用)
展伸材スリッター	-	腰痛、回転体への巻き込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全教育(作業手順、保護具着用)
展伸材梱包、出荷	-	腰痛、鋭利な部位での切創	安全教育(作業手順、保護具着用)

[表Ⅱ-12-3 ベリリウム製造における潜在危険性と安全対策](定常作業:加工品、金ペリ)

注) 図Ⅱ-12-12、13のフロー図の工程ごとに潜在危険性を整理

	潜在危険性		安全対策
	保安事故	労働災害	
加工品熱間鍛造	-	高温による熱傷腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全管理(設備)(安全装置、安全柵) 安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性)
加工品熱処理	-	高温による熱傷、腰痛 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全管理(設備) 安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性)
加工品機械加工	-	腰痛、回転体への巻込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全管理(設備) 安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性)
加工品検査	-	高温による熱傷、腰痛、薬品での火傷 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全教育(作業手順、保護具着用)
加工品梱包、出荷	-	腰痛、鋭利な部位での切創	安全教育(作業手順、保護具着用)
金属ペリ機械加工	-	回転体への巻込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全管理(設備) 安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性)
金属ペリ熱間圧延	-	高温による熱傷、回転体への巻込まれ 扉・駆動部に挟まれ負傷、鋭利な部位での切創	安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性) 安全管理(設備)(安全装置)
金属ペリエッチング	-	鋭利な部位での切創、薬品での火傷	安全教育(操作手順、保護具着用、危険感受性)
金属ペリ研磨	-	回転体への巻き込まれ、鋭利な部位での切創	安全教育(操作手順)
金属ペリ検査	-	鋭利な部位での切創	安全教育(操作手順)
金属ペリ梱包、出荷	-	鋭利な部位での切創	安全教育(操作手順)

[表Ⅱ-12-4 ベリリウム製造における潜在危険性と安全対策] (非定常作業)

	潜在危険性		安全対策
	保安事故	労働災害	
装置部材メンテ	転落のおそれ	部材や工具類の飛来落下 転落、転倒、挟まれ	安全管理(マニュアル)(保全頻度、化学物質物性) 安全管理(設備)(足場、安全柵、装置停止) 安全教育(危険予知、保護具着用)
高所作業	転落のおそれ	墜落・転落	安全管理(設備)(足場、安全柵) 安全教育(保護具着用、危険感受性)
清掃	-	堆積粉じん、転倒	安全管理(マニュアル)(清掃頻度、化学物質物性) 安全教育(危険予知、保護具着用)
工事	-	転倒、挟まれ	安全管理(マニュアル)(作業計画) 安全教育(操作手順、保護具着用)

#### (4) 安全対策の推進

これまでのベリリウム製造業における保安事故および労働災害の実態調査、並びに製造プロセスにおける潜在危険性および安全対策に関する検討を踏まえ、より一層の安全確保の充実を図るため、以下の施策を推進することとする。

##### ⑤ ベリリウム製造業の各プロセスにおける潜在危険性と安全対策の周知徹底

会員会社安全担当者が出席する各部会との情報交換会において、本行動計画を説明し、各社に持ち帰り、社内での安全対策の周知徹底を図ることとする。関係会社や協力会社に作業等を委託する場合においても同様の安全対策の推進を展開する。

##### ⑥ 保安事故、労働災害事例の分析と共有化

2005年から2016年までの12年間の事例分析から得られた傾向や知見を社内の安全対策推進に利用するとともに、今後も会員会社のベリリウム製造に関する安全情報の共有化を図ることとする。

#### (5) PDCAサイクルによる改善実績

ベリリウム製造業のPDCAサイクルによる改善活動は、新金属協会会員企業において以下のように行われている。

- OSHMS外部監査で社外監査員による客観的な安全衛生活動システムの評価及び不備の指摘、過去の指摘事項のフォローを行っている。
- OSHMS内部監査が外部監査を補完する形で実施される。監査員は、全社横断的に配置され、事業分野の異なる監査員の客観的な目で安全衛生活動システムの評価及び不備の指摘、過去の指摘事項のフォローを行っている。
- 全社的に組織される安全衛生委員会によりPDCAサイクルが回されている。主な実施項目は以下の通り。
  - 経営トップ参加の全社安全衛生委員会による総括的な安全衛生活動の評価及び課題フォロー（2回/年）
  - 事業所及び職場ごとの安全衛生委員会による災害事例の分析、対策の妥当性評価、過去からの課題進捗フォロー、安全パトロールなど

## (6) ベリリウム製品の使用上の注意事項

本活動を通じた、新金協協会会員企業へのベリリウム製品に関する情報活用の促進を図るため、ベリリウム製品の使用上の注意事項を以下にまとめた。安全への取組みに資するものとして利用してもらいたい。

### ベリリウム銅合金の安全性について

ベリリウム銅合金はベリリウムを含むため、衛生面や環境への影響について話題にのぼる場合があります。そこで、衛生面及び環境規制の側面からベリリウム銅合金の使用に問題が無いことを説明します。

**1. ベリリウム銅は、最大2%のベリリウムを含有する銅の合金であり、特定化学物質障害予防規則の対象ではありません。従って、取扱いに際し、法的な規制を受けることは有りません。**

1. ベリリウム銅合金展伸材は電子機器部品や自動車電装部品等に広く用いられておりますが、化学的に安定な物質であるため、取扱いに際して特別な配慮は不要です。
2. 衛生面での配慮が必要となるのは、溶解鑄造や研削・研磨を大規模に行うような場合のみです。

**2. 現在、ベリリウム銅合金の使用禁止や制限を規定している法律は、世界中のどこにも存在しません。**

1. EUの法律（WEEE指令、RoHS指令、ELV指令、REACH規則等）に、ベリリウム銅合金展伸材の使用を制限するものは有りません。これは、廃電気・電子機器、廃自動車の処理・処分やリサイクルにおいて、ヒトの健康及び環境に対する影響が無視出来るほど小さいためです。
2. 日米、アジアにおいても、ベリリウム銅合金展伸材の使用を制限する法律は有りません。

**3. EUにおける業界団体は、ベリリウム銅合金の使用を容認する主旨の文書を公表していません。**

1. EUの主要産業で組織するC4E（CEFIC-EECA-EICTA-EUROMETAUX）は、ガイダンスで下記を明記しています。
2. 「ベリリウム銅合金は現行の管理で安全に使われ続けることが出来る」

3. ドイツ自動車工業会（VDA）は、銅、ニッケル類、コバルト類等と同様、ベリリウム類を含有量の報告対象物質（全 109 種）として位置付けており、使用制限はしていません。

4. 日米欧（JGPSSI、CEA、DIGITALEUROPE 等）が推進する電気・電子機器での『JIG』（Joint Industry Guide）や自動車業界における『IMDS』（International Material Data System）は、製品中に含まれる化学物質の情報伝達システムですが、何れにおいても、**ベリリウムは禁止、削減等の制約を課せられていません。**

- ・ 『JIG』⇒ 酸化ベリリウムが申告物質として定義されているが、ベリリウムは対象外
- ・ 『IMDS』⇒ GADSL（Global Automotive Declarable Substance List）を採用しており、ベリリウムは申告対象

5. 2007 年 6 月 1 日、EU で REACH 規制が施行されました。本法律は、EU における化学物質の総合的な登録・評価・認可・制限の制度です。これに対し、当社の EU 法人は、EU 域内のベリリウム事業者等とコンソーシアムを組織し、ベリリウムの登録のために必要となる諸評価を実施し、2010 年に登録を完了しました。当社は今後も本法律が要求する内容を確実に実施し、川上企業としての役割、責任を果たします。

上記の如く、ベリリウム銅合金展伸材の使用は、衛生面及び環境規制の側面で何ら問題有りません。

### 1.3. ベリリウム製造業者としての取組み（フォローアップ）

2017年より、本委員会委員会社であるベリリウム製造メーカーは、災害防止対策に関する行動計画の策定とベリリウム製造および使用上の注意事項を作成、周知徹底し、保安事故および労働災害防止に向けた諸施策を実施してきた。

しかし、経験年数の浅い作業員や外部の協力会社や関係会社社員の被災が多い事ことから、安全管理（設備）および安全教育の更なるフォローアップが必要という認識をした。そこで2005～2017年の事例および新たな課題に対する2018年度における取組みの中から事例を紹介する。

#### (1) ベリリウム製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底

ベリリウム製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底のため、次の対策を実施した。

##### ① 安全管理（設備）

- ・新規設備や改造時の安全審査（セーフティアセスメント）
- ・老朽化設備の計画的な更新
- ・労働災害現場の設備対策についてフォローアップ（安全巡視、監査）

##### ② 安全管理（マニュアル）

- ・安全教育マニュアル、作業標準書等の見直し（定期、随時）
- ・作業の安全パトロール（安全衛生委員会、労使幹部、管理者および一般従業員）

##### ③ 安全教育

- ・階層別教育の実施（雇入れ教育、業者入講教育）
- ・未熟練者フォロー教育の実施（新人教育、配転者教育、設備構造教育、安全研修）
- ・管理監督職安全衛生教育（法令、ベーシックスキル研修、資格取得）
- ・一般職安全衛生教育（基本ルール、手順書教育、資格取得）
- ・リスクアセスメント実績研修受講
- ・危険体感教育（社内センター開設）、防災訓練、避難訓練、消火訓練、AED講習会など

##### ④ 危険性知識の習得

- ・化学物質のリスクアセスメント

##### ⑤ 作業環境の改善

- ・特定化学物質、粉塵、有機溶剤、騒音などの作業環境測定

#### (2) 労働災害事例の分析、その他安全情報の共有化

他事業所で発生した災害について、災害速報および災害分析表を全事業所に配信した。また、類似災害発生を防ぐため、その可能性（リスク）を評価の上、必要に応じて安全対策の水平展開（設備および作業手順等の確認と是正）を実施した。

#### (3) リスクアセスメント活動（化学物質含む）

潜在的危険性や有害性へ対応するため次のリスクアセスメント活動を実施した。

- ・危険源を網羅的に抽出し重篤な災害に繋がる「重大なリスク」対策に取り組む。
- ・外部講師によるリスクアセスメントスキルのレベルアップを実施。
- ・リスク対策は、まず本質安全化(ハード対策)に取り組み、もしできなければ安全な作業方法の手順書作成と重点管理に取り込むこととし、2段階で実施。

(7) 安全文化醸成に向けた取り組み

安全文化醸成に向け、次の活動を実施した。

- ・朝礼、月例安全巡視等で声掛けを積極的に行い、コミュニケーションを密にして、風通しのいい職場雰囲気を目指す。
- ・ヒヤリハットを SNS 的なものに変更し、発信しやすく議論が深まるようにして、危険予知能力向上と情報共有を行う。
- ・安全パトロールを全員参加にし、現場作業員総員を安全活動に参画させることで、安全意識向上を目指す。
- ・個人安全スローガン宣言を行い安全旗に記入し掲示する。
- ・5S グリーン職場、ゴールド職場認定制度による 5S の実現。
- ・安全表彰制度（無事故・無災害の所定時間達成、優秀安全提案の表彰）

(8) 経営トップ等の強い関与

経営トップ等の強い関与として、次の活動を実施した。

- ・経営幹部（工場幹部や本社幹部など）による安全パトロールおよび安全巡視
- ・全社安全衛生委員会の主導
- ・OSHIMS 監査時のインタビュー実施

(9) 危険体感教育・設備

危険体感教育のための設備として、社内施設開設し運用・利用している。

安全体感研修センター（危険体感・体験教育）

- ・設備：回転体巻き込まれ体感、感電・爆発体感、不安定階段・通路体感など
- ・内容：社内専門講師による過去の事故事例の教訓を生かした安全教育（全従業員対象）

## 1 4. 核燃料加工業及びジルコニウム製造業における保安事故・労働災害の実態と安全対策

### (1) はじめに

本委員会のメンバーである核燃料加工 3 社は、原子燃料サイクルの一翼を担うウラン燃料の成形加工を行っている。うち 1 社はジルコニウム加工も行っている。今回の実態調査では、原子燃料の成形加工工程（ジルコニウム製造工程を含む、以下同じ。）における潜在ハザードを整理し、作業安全上の注意事項および効果的な安全対策を提供することで、会員企業をはじめ、関係者の安全確保に資することを目的とし、以下の活動を実施するものである。

- ①核燃料加工業の製造プロセスにおける保安事故および労働災害について実態調査を行う。
- ②核燃料加工業の製造プロセスにおける潜在危険性と安全対策の整理を行う。
- ③日本の原子力産業における安全文化の導入と加工各社における安全文化醸成のための取り組み事例を紹介する。

### (2) 保安事故・労働災害の発生状況

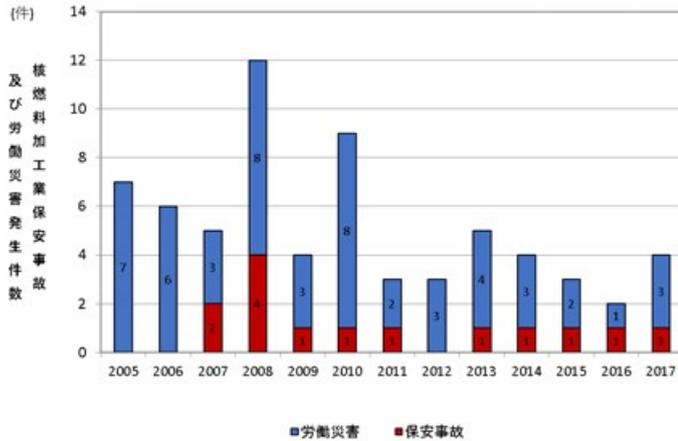
2018 年度は、加工 3 社の過去 13 年間（2005 年～2017 年）の保安事故および労働災害の実態調査を実施した。

- ・ 核燃料加工独自の保安事故としては、次のものを含めた： 「核燃料物質の加工の事業に関する規則」（昭和 41 年総理府令第 37 号）第 9 条の 16（加工施設報告基準）の運用について、平成 25 年 12 月 18 日の原子力規制委員会決定に基づき、加工 3 社でまとめた判定基準により法令報告に該当する事象。
- ・ 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災以降は原子燃料の需要が大きく落ち込み、加工事業に大きな影響を与えている。一方、原子力事業者が二度と事故を起こさないよう従来の規制が見直され、2013 年に新しい規制基準が制定された。これにより、大規模な自然災害やテロに対しての対策強化が義務化された。事業を継続するためには、加工事業者も新規制基準に適合しなければならず、対応を進めている。

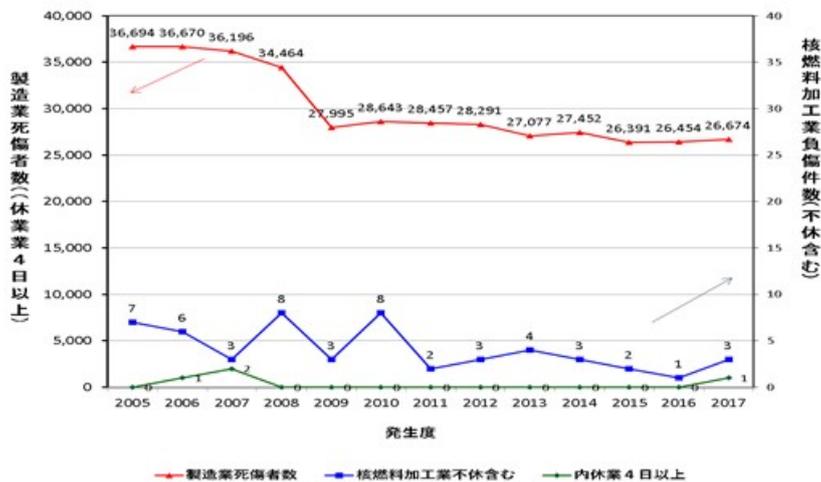
#### ① 保安事故・労働災害の発生状況（2005 年～2017 年）

##### ア) 年別「保安事故」「労働災害」発生件数および死傷者数

過去 13 年間（2005 年～2017 年）の年別の保安事故および労働災害の発生件数は図 II-14-1 のとおりである。過去 13 年間で保安事故が 14 件、労働災害が 53 件（不休災害を含む）となっている。また、保安事故および労働災害による死亡者はなく、休業 4 日以上の労働災害は 4 件となっている。発生件数は年により多少のバラツキがあるものの、2011 年以降は生産が大きく落ち込んでいることもあり、災害等の発生件数は減少傾向にある。



[図Ⅱ-14-1 年別「保安事故」および「労働災害」発生件数（2005年～2017年）]

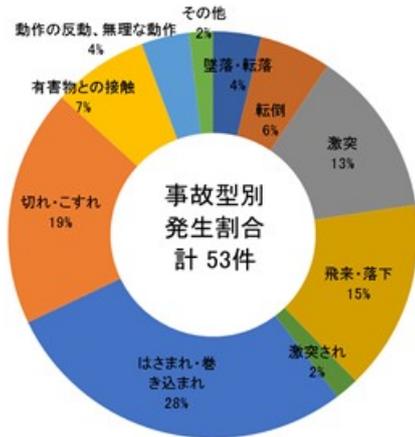


[図Ⅱ-14-2 発生年別死傷者数（2005年～2017年）]

イ) 事故型別「保安事故」および「労働災害」発生割合

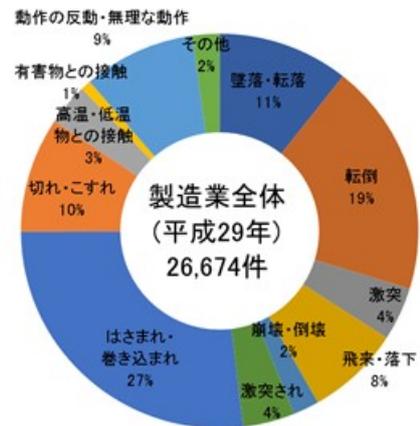
事故型別では、保安事故では法令報告該当事象と火災が各7件、労働災害では全53件のうち、はさまれ・巻き込まれと切れ・こすれで全体の約半数を占めている。なお、体の部位別では手の負傷が最も多くなっている。

保安事故はいずれも施設外部への影響はなかったが、原因究明から再発防止の対策が完了するまで、長期間工程を停止しての対応となる。原子燃料を加工する施設での事故は規模に係らず大きな関心を集める。加工各社とも原子力安全と労働安全の確保を全てに優先させることを方針としている。



[図Ⅱ-14-3 核燃料加工業の事故型別]

労働災害発生割合（2005年～2017年）]

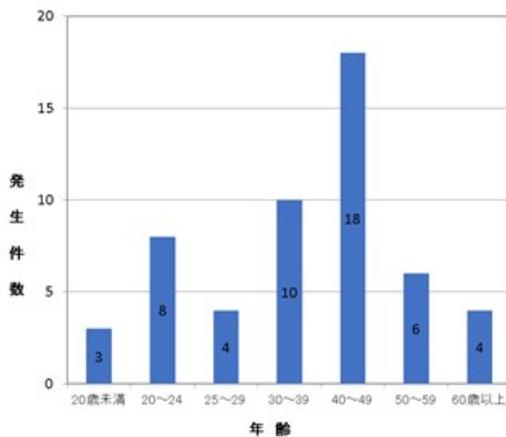


[図Ⅱ-14-4 国内全製造業の事故型別]

死傷災害発生割合

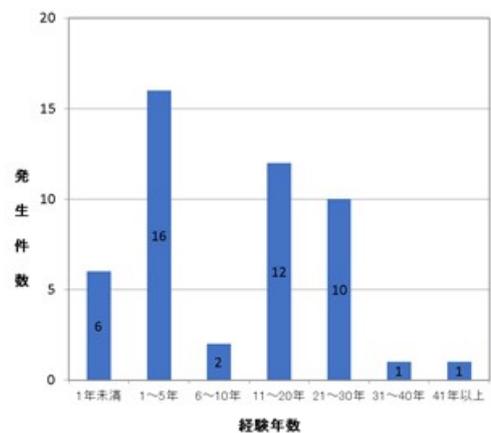
ウ) 年齢および経験年数別「労働災害」負傷者数

負傷者を年齢別に見ると、40代が最も多くなっている。震災以降の人員削減、定期採用の見送り等により人員構成が変化し、今後、作業者の平均年齢が上昇していくと考えられる。また、限られた人員で多種の作業に対応する必要も生じてくる。経験年数別では経験の浅い作業員だけでなく、経験年数の長い作業員も被災していることから、中高年に配慮した作業環境づくり、導入教育や定期教育の充実が望まれる。



[図Ⅱ-14-5 年齢別労働災害負傷者数]

(2005年～2017年) ]

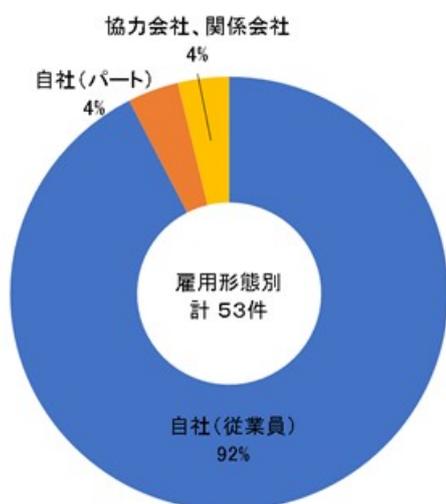


[図Ⅱ-14-6 経験年数別労働災害負傷者数]

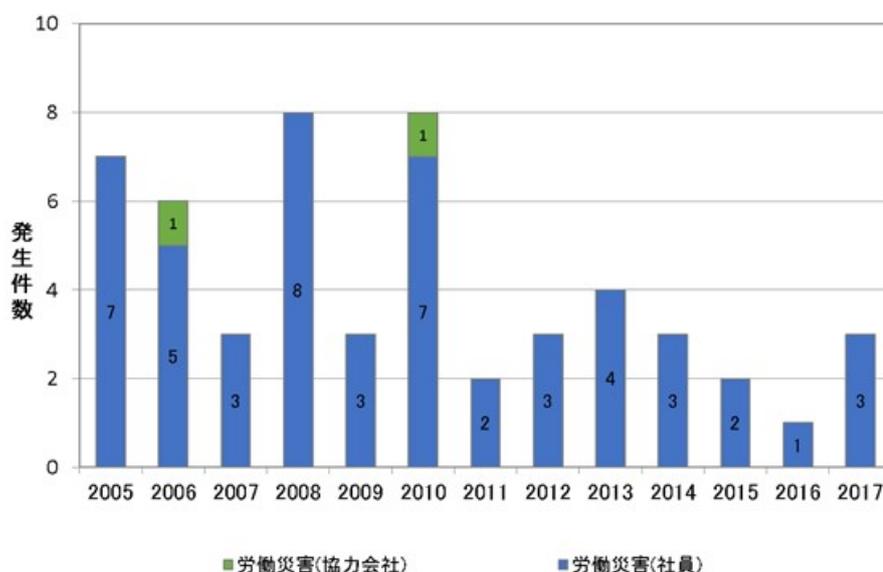
(2005年～2017年) ]

エ) 雇用形態別「労働災害」発生割合

雇用形態別では自社員が90%以上を占めている。これは核燃料の加工に従事する作業員は自社員であり、付帯作業等に従事する協力会社の作業員の割合は小さいことによる。



[図Ⅱ-14-7 雇用形態別負傷者数割合 (2005年～2017年)]



[図Ⅱ-14-8 雇用形態別「労働災害」における負傷者数推移]

オ) 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合

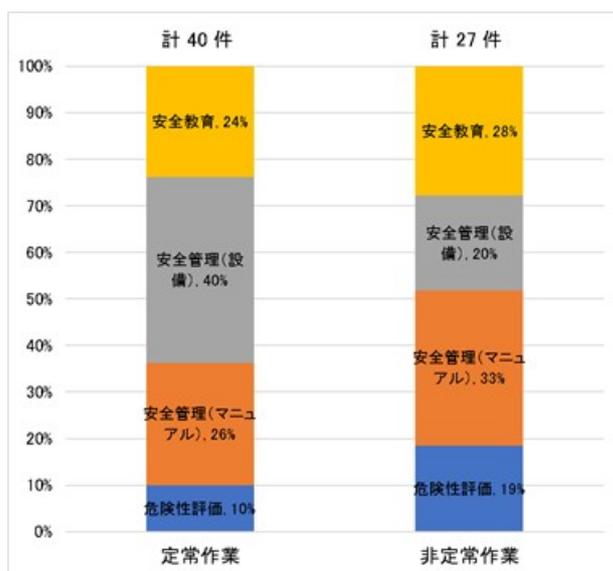
原因別の発生割合を調査するにあたり、多くの事故・災害で複数の原因が挙げられていることから、原因が複数の場合は均等に按分して振り分けた。この結果、定常作業においては設備に起因するものがトップを占めた。加工事業において取扱う製品は燃料体のみである。性能の向上を図った燃料開発を行い設計変更が行われているが、燃料体のデザインが大きく変わることはなく、従って生産設備が大きく変わることはない。また、放射性固体廃棄物の発生を極力抑えることも重要で、長期間使用を続ける設備は多い。このため、

きめ細かな保守計画の策定や新しい知見を取り入れた安全対策の積極的な導入が重要である。

原子燃料の加工はほとんどが自動化されており、作業者は機械の操作や監視が主な業務となるが、どうしても人が介在しなければならない作業があり、危険性評価の結果に基づき機械の本質安全化への取組みを行うと共に、手順書の整備を含めた管理面の対策や教育も重要である。

非常作業においては、マニュアル、教育、危険性評価の重要性がうかがえる。特に臨時に行う作業については、リスクの見積を正しく行う力を身に付け、安全に作業をするために必要な措置（設備、作業手順、保護具、教育等）を講じることにより労働災害を防ぐことができる。

保安事故や労働災害が発生したときは、詳細な事故調査を行うことが重要である。原因を単にヒューマンエラーで済ませるのではなく、設備面や管理面で不備がなかったか、更なる改善点はないかを徹底的に調べ、安全対策を行う際の優先順位、即ち、廃止・代替・工学的・管理的・保護具、に則った対応を行うことにより、リスクが低減できる。



【図Ⅱ-14-9 原因別「保安事故」および「労働災害」発生割合（2005年～2017年）】

② 製造プロセスにおける工程別事故型別「保安事故」および「労働災害」の発生状況

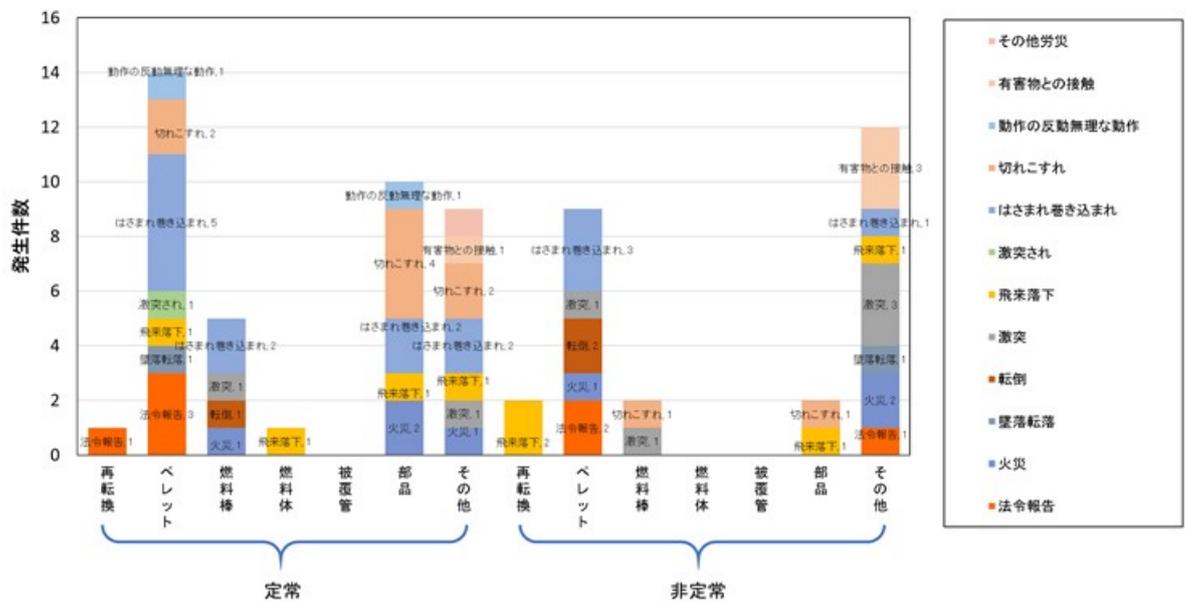
工程毎に発生状況および潜在危険性をみると、保安事故（法令報告該当事象）は核燃料物質を非密封で扱う工程（再転換および粉末・成形から被覆管への装填まで）でリスク管理が重要になる。特に水素を扱う工程では、その重大性（影響度）の大きさから、水素爆発のリスクを徹底的に排除する必要がある。保安事故（火災）はジルカロイの切屑・切粉が発生する工程でリスクが存在する。ジルカロイは被覆管や燃料部品の材料として使われ、そのままでは燃えにくい、薄片や粒子化すると静電気等でも燃焼する性質があることから、生産活動で発生した切屑等は火災リスク低減のため、水没管理などの措置を行う必要がある。

労働災害は、はさまれ・巻き込まれ、切れ・こすれが多くの工程で発生している。設備・

機器の設置、修理、調整又は保守作業においては、危険なエネルギーを遮断し、安全な状態を確保してから作業を行うこと、また、手の怪我が多く発生していることから、手が入らないような設備の改善や治具の使用等が有効と考える。

[表Ⅱ-14-1 核燃料加工事故型発生件数 (2005年～2017年)]

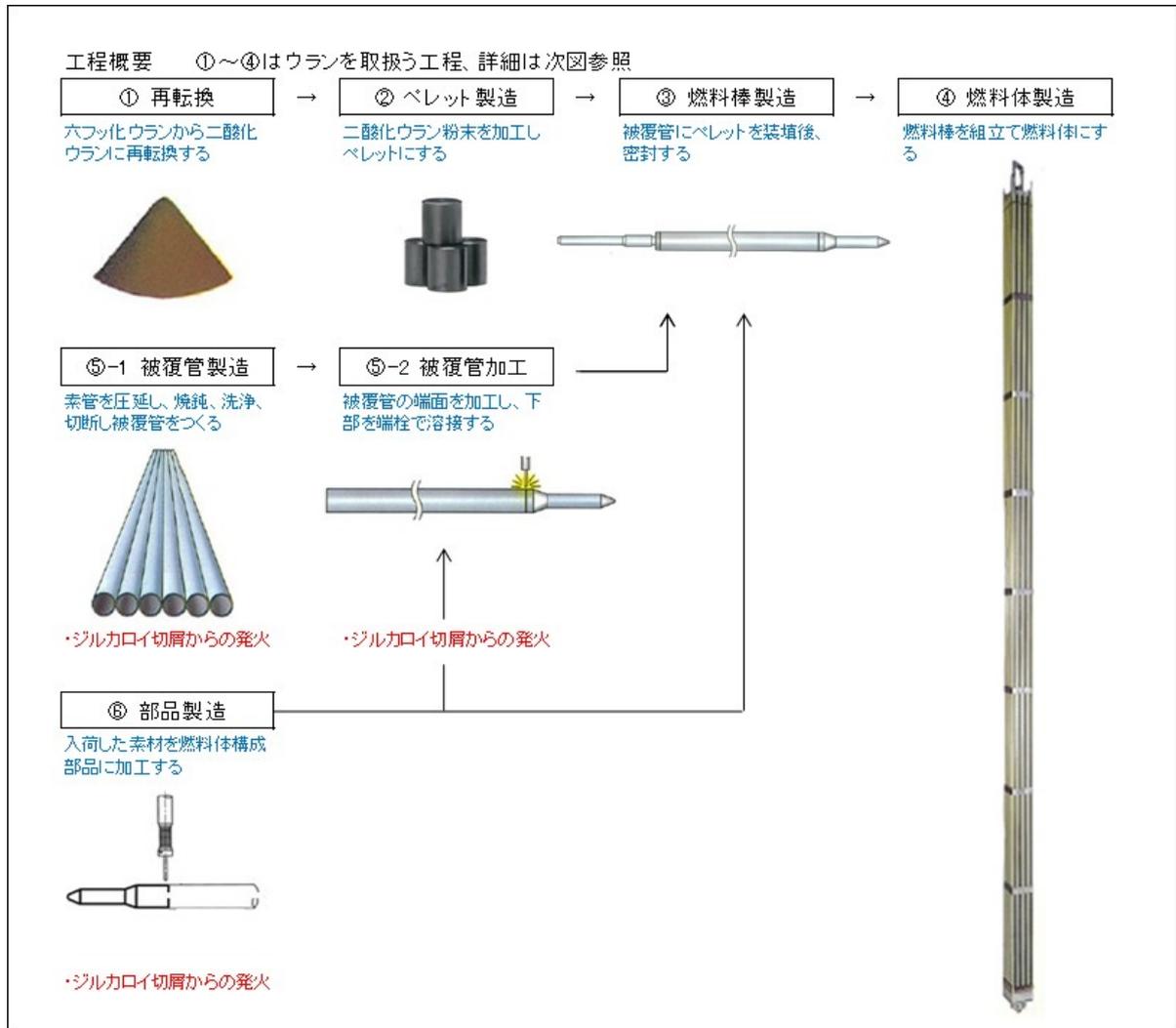
災害分類 工程名	保安事故				労働災害																小計						
	法令報告		火災		墜落転落		転倒		激突		飛来落下		激突され		はさまれ巻き込まれ		切れこすれ		有害物との接触				動作の反動無 理な動作		その他		
	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	定	非	
① 再転換	1										2															1	2
② ペレット	3	2		1	1			2		1	1		1		5	3	2				1					14	9
③ 燃料棒			1				1		1	1					2			1								5	2
④ 燃料体											1															1	0
⑤ 被覆管																										0	0
⑥ 部品			2								1	1			2		4	1			1					10	2
⑦ その他		1	1	2		1			1	3	1	1			2	1	2		1	3			1			9	12
小計	4	3	4	3	1	1	1	2	2	5	4	4	1	0	11	4	8	2	1	3	2	0	1	0	40	27	
中計	7		7		2		3		7		8		1		15		10		4		2		1		合計		
合計	14				53																67						



[図Ⅱ14-10 核燃料加工工程 工程別事故型発生件数 (2005年～2017年)]

(3) 潜在危険性（ハザード）と安全対策

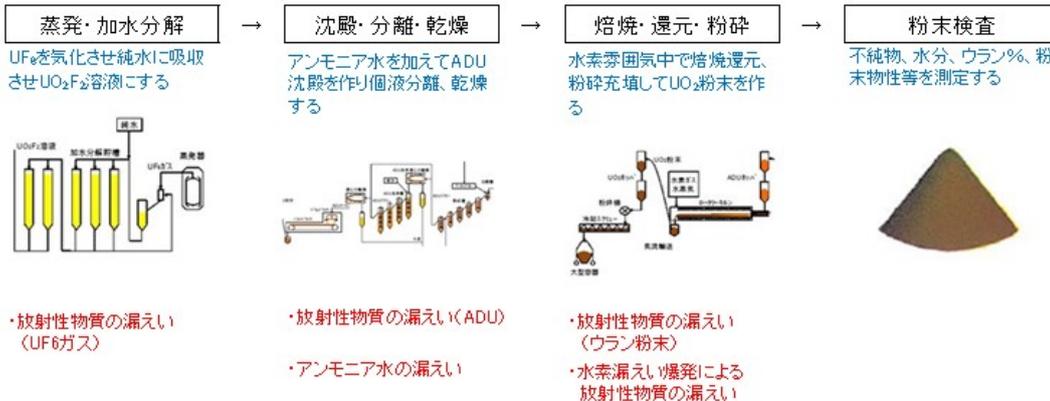
保安事故および災害事例をもとに工程毎の潜在危険性（ハザード）と安全対策をまとめた。加工施設における重大な保安事故や労働災害は、事業の継続に重大な影響を及ぼすため、絶対に発生させないという強い決意で一人ひとりが取組まなければならない。



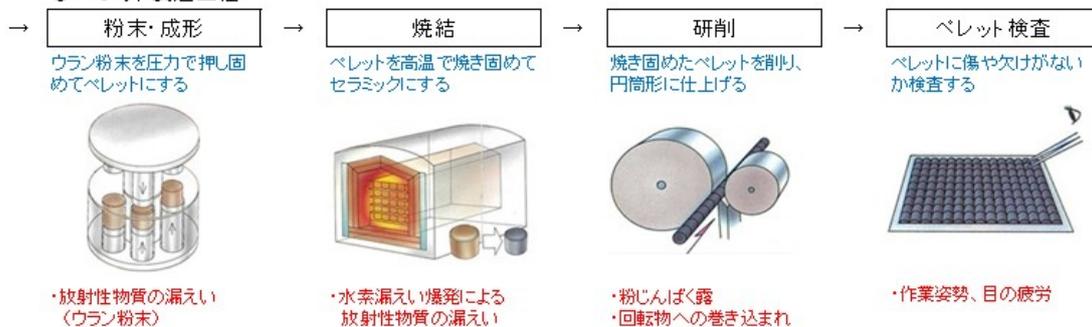
[図Ⅱ-14-11 核燃料加工フローと主な潜在危険性（ハザード）（工程概要）]

ウラン取扱工程の詳細

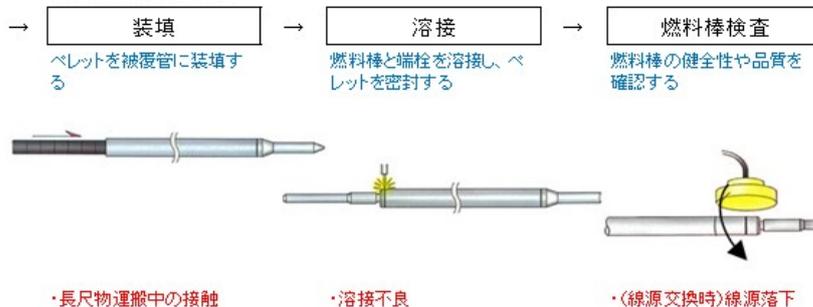
① 再転換工程



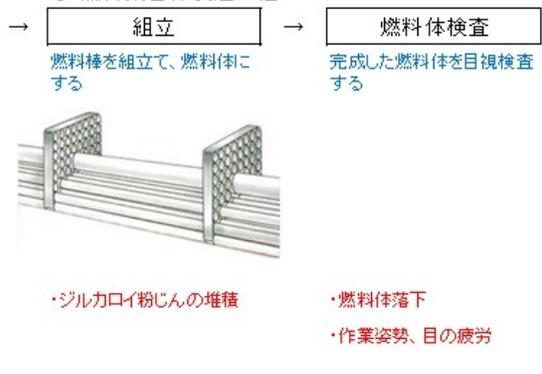
② ペレット製造工程



③ 燃料棒製造工程



④ 燃料集合体製造工程



[図Ⅱ-14-12 核燃料加工フローと主な潜在危険性 (ハザード) (工程詳細)]

[表Ⅱ-14-2 核燃料加工における潜在危険性（ハザード）と安全対策]（工程別）

工程	潜在危険性（ハザード）		安全対策
	保安事故	労働災害	
再転換	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素漏えい爆発による放射性物質の漏えい</li> <li>放射性物質の漏えい（ウラン粉末）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性物質との接触、吸引</li> </ul>	安全管理（設備）（水素検知器、緊急遮断弁、警報装置、局排） 安全管理（マニュアル）（作業手順）（保護具） 安全教育（導入・定期教育、作業者認定、緊急時対応訓練）
ペレット製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素漏えい爆発による放射性物質の漏えい</li> <li>放射性物質の漏えい（ウラン粉末）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性物質との接触、吸引</li> </ul>	安全管理（設備）（水素検知器、緊急遮断弁、警報装置、局排） 安全管理（マニュアル）（作業手順）（保護具） 安全教育（導入・定期教育、作業者認定、緊急時対応訓練）
燃料棒製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジルカロイ切屑からの発火</li> </ul>		安全管理（設備）（消火設備） 安全管理（マニュアル）（作業手順）（保護具） 安全教育（導入・定期教育、作業者認定、緊急時対応訓練）
燃料体製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジルカロイ切屑からの発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クレーン、フォークリフトとの接触</li> </ul>	安全管理（設備）（消火設備） 安全管理（マニュアル）（作業手順、清掃、立入規制、誘導員配置） 安全教育（導入・定期教育、作業者認定、緊急時対応訓練）
被覆管製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジルカロイ切屑からの発火</li> </ul>		安全管理（設備）（消火設備） 安全管理（マニュアル）（切屑管理手順） 安全教育（導入・定期教育、作業者認定、緊急時対応訓練）
部品製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジルカロイ切屑からの発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>加工設備へのはさまれ、巻き込まれ</li> </ul>	安全管理（設備）（安全装置、安全柵、消火設備） 安全管理（マニュアル）（切屑管理手順、不具合時の対応手順） 安全教育（危険認識、作業者認定、緊急時対応訓練）

[表Ⅱ-14-2 核燃料加工における潜在危険性（ハザード）と安全対策]（共通）

工程	潜在危険性（ハザード）		安全対策
	保安事故	労働災害	
保守、点検、修理	・火災（溶接、溶断）	・有害エネルギー（電気、圧力、化学物質等）の放出による負傷（感電を含む）	安全管理（設備）（ロックアウト・タグアウト） 安全管理（マニュアル）（非定常作業管理手順） 安全教育（各種資格の取得）
高所作業		・高所からの落下	安全管理（設備）（足場、安全柵、安全ブロック） 安全管理（マニュアル）（高リスク作業手順） 安全教育（体感教育、特別教育）
化学物質取扱い	・漏えい	・有害物との接触	安全管理（設備）（局所排気装置、防液堤） 安全管理（マニュアル）（リスクアセスメント、使用許可承認） 安全教育（SDS 教育）
工事立会い		・有害エネルギー（電気、圧力、化学物質等）の放出による負傷（感電を含む）	安全管理（設備）（ロックアウト・タグアウト） 安全管理（マニュアル）（工事計画事前審査、作業前打合せ、KY、巡視） 安全教育（工事立会者教育）

#### (4) 安全対策の推進

今年度実施した加工 3 社における保安事故および労働災害の実態調査、並びに製造プロセスにおける潜在危険性（ハザード）および安全対策に関する検討を踏まえ、より一層の安全確保の充実を図るため、以下の方策を推進する。

##### ① 核燃料加工業の各プロセスにおける潜在危険性（ハザード）と安全対策の周知徹底

今回は工程別と各工程共通の作業における潜在危険性（ハザード）とそれを回避するための安全対策をまとめた。今後、この情報を更に充実させると共に、各社で実践している対策の中でもベストプラクティスとして他社の参考になるものを相互に紹介していきたい。

##### ② 保安事故、労働災害事例の分析と共有化

これまで加工部会においては、保安事故に係る事例については情報の共有が行われてきたが、労働災害については情報共有の機会がなかった。2005 年から 2017 年までの 13 年間の事例分析から得られた傾向や知見を各社の安全対策の推進に活用し、業界全体の安全向上につなげていきたい。

#### (5) PDCAサイクルによる改善実績

加工 3 社における継続的改善のための取組みを以下に示す。

##### ① マネジメントシステムの構築と運用

加工 3 社では、安全衛生に係るマネジメントシステム及び原子力安全に係る保安品質マネジメントシステム等を構築し、運用を行っている。これは関係法令の遵守はもとより、安全文化の醸成に関する活動を含んでいる。

##### ② リスクアセスメントの実施とリスク低減活動

安全衛生（化学物質を含む）及び原子力安全に係るリスクアセスメントを実施し、優先順位をつけて対策を行っている。リスクアセスメントは定期的な見直しや工程・設備の新規導入・変更時の見直しに加え、保安事故や労働災害が発生した時も当該作業のリスクアセスメントを見直し、リスク低減対策を実施している。

##### ③ 危険体感訓練

種々の安全対策を実施した結果、近年、休業 4 日以上となるような労働災害は減少している。一方、ベテランが定年で退職し、事故や災害の経験がない作業が増えたことにより、危険に対する感度の低下が懸念される。このため、グループ会社や所属団体が運営する施設等で危険体感訓練を受けることにより、危険を認識する力の維持・向上を図っている。

#### (6) 安全文化醸成の取組み

安全文化は、1986 年に発生したチェルノブイリ事故をきっかけに国際原子力機関（IAEA）が提唱し、生まれた言葉である。安全文化とは組織及びそれを

構成する個人が安全を最優先する風土や気風のことをいう。原子力の安全文化とは、原子力産業に携わる全ての人々が安全を最優先に考える価値観を共有していることを意味する。(一般社団法人)原子力安全推進協会(JANSI)は、「安全文化が醸成された状態」を「原子力安全最優先との価値観を組織構成員全員が持ち、その価値観が組織の中に共通認識として定着し、その共通認識に基づいて行動がなされている状態」と定義している。

加工3社では、安全文化醸成のための活動に継続的に取り組んでいる。各社、方針を定め、トップが安全文化醸成(原子力安全を最優先とした操業)をコミットし、表Ⅱ-14-3に示す安全文化の7つの原則に則った活動を展開している。取組みの達成状況を評価するため外部(JANSI)による安全文化アンケート(3年に1度)や現場診断を受け、安全文化が醸成された状態と現状とのギャップを把握し、継続的な改善を図っている。

【表Ⅱ-14-3 安全文化の7つの原則(原子力安全推進協会(JANSI))】

①安全最優先の価値観	安全最優先の価値観が組織及び個人に認識されていること
②トップのリーダーシップ	トップは安全のコミットメントを強いリーダーシップで明確にすること
③安全確保の仕組み	業務や活動に安全確保の仕組みが取り込まれていること
④円滑なコミュニケーション	組織内部・関係機関及び一般社会と円滑なコミュニケーションを保つこと
⑤問いかけ・学ぶ姿勢	組織及びそれを構成する個人は問いかけ・学び・責任を持って是正する姿勢があること
⑥リスクの認識	組織及びそれを構成する個人は、業務や設備の潜在的なリスクを認識すること
⑦活気のある職場環境	自由に発言できる、活気と創造力のある職場環境であること

当委員会においては、2018年7月23日に安全文化醸成についての概要と加工各社での具体的な取組み事例について紹介を行った。

- ・ 安全文化醸成方針の制定
- ・ 安全文化醸成活動計画の策定と実行
- ・ H u P ツールの活用
- ・ 防火マネジメントシステムの構築と運用
- ・ 安全の日の制定 等

## 15. 部会各社の化学物質による健康障害の防止対策

2014年6月の労働安全衛生法一部法改正により、化学物質（640物質）のリスクアセスメントの実施が義務化された。2017年3月には、対象物質が27物質追加された。これらの法改正を受け、2017年度の安全委員会において、各社の化学物質による健康障害の防止対策を情報交換した。取り扱い物質数、リスクアセスメント件数・手法について各社の取り組み状況を確認した。

各部会・各社で取り扱い物質は異なり、工程の中で取り扱われている化学物質は、13～310物質を扱っていることが判った。製品としても、数十種類の化学物質が含まれていることが判った。

リスクアセスメントの手法は、マトリクス法、コントロールバンディング法などを初めとして、各社での評価し易い方法を選択している。また、物質についてリスクアセスメントする方法にて評価を行っている会社と使用量・使用頻度など作業単位で細かくリスクアセスメントしている会社にも分けられた。

各社では、これらのリスクアセスメントによる改善を検討しながらも、設備の完全密閉化や代替物質の使用が難しいことから、化学物質との接触の可能性（リスク）をゼロにすることができず、保護具による対応箇所も少なからず存在する。

従って、作業者の安全衛生管理の面から、従業員に対して十分な周知を図るとともに、リスクアセスメントの定期的な見直しが重要になると考えられる。

2018年度においては、リスクアセスメントの手法を統一するなどの進展する方策を検討したが、各社での評価し易い方法を取っているため、変更等の必要はなく、手法への深い踏み込みも行わなかった。この結果、化学物質について、リスクアセスメント手法に関する事案の進展はなかった。

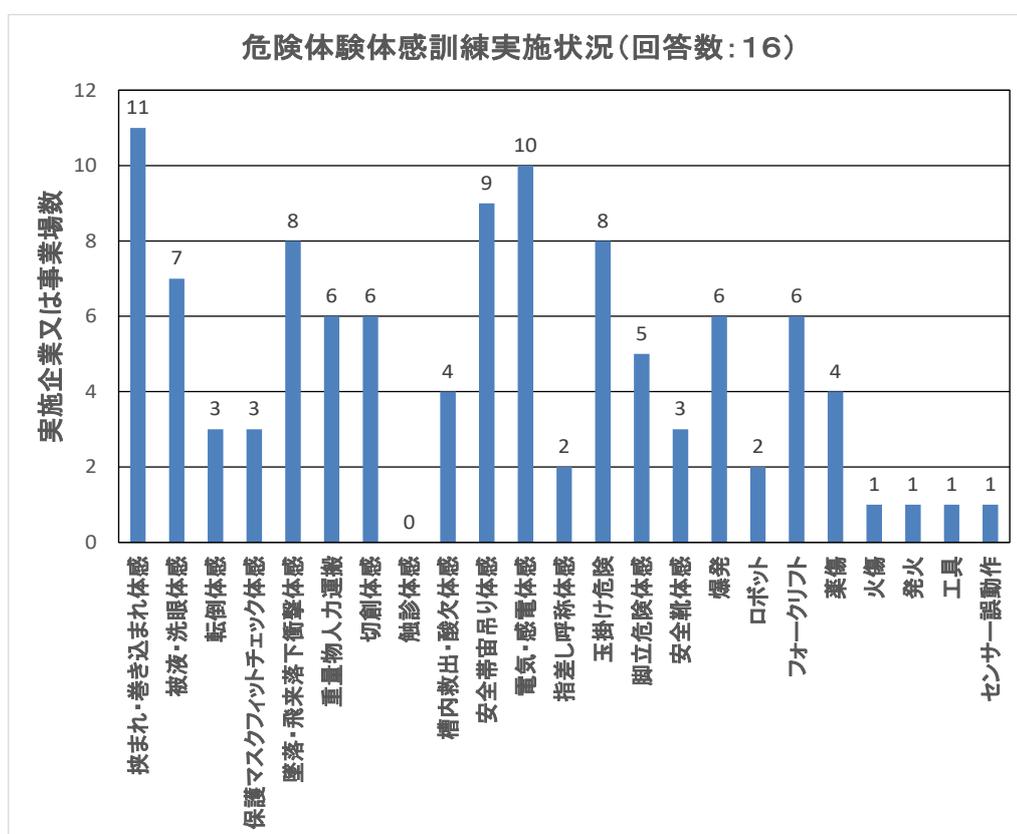
しかしながら、化学物資については、新しい知見の発見などにより、健康障害の防止対策の定期的な見直しは、必要となる。将来のために、項目を残し検討課題としたい。

## 1 6. 部会各社の危険体感教育・設備

2017 年度において、委員会の中で、各社の危険体感教育・設備状況について情報交換を行った。[図Ⅱ-13-1 危険体験体感訓練実施状況まとめ]参照

本協会においては、産業界の重大災害などを受け、各社、安全対策に力をいれていることから、相対的に重大事故・災害は、減少傾向にある。

しかし、熟練作業者の定年退職とともに、若年層・経験不足の作業が増える中で、経験不足や危険感受性の低下などが原因での事故も後を絶たない状況にある。そうした背景もあり、従来の座学による安全教育に加え体験型の教育として、近年、危険体感教育が、重要視されつつあり、各社において自社の設備や近隣の会社の設備を利用して、安全教育の充実を図っている。



[図Ⅱ-13-1 危険体験体感訓練実施状況まとめ]

部会各社において情報交換を行った中、自社に体感設備を持っている会社、外部講習を受けている会社の一方、有用とは感じているものの投資や近隣施設が無いなどで、危険体感教育は、未実施という会社も見られた。また、自社に体感設備を持っている会社は、従業員、グループ会社や協力会社を講習対象者としており、外部への開放まで行われていなかった。

図中、横軸の項目で、「爆発」：小規模な、急激な反応や粉塵爆発体感

「ロボット」：ロボットの誤作動体感 「フォークリフト」：死角体感

「発火」：自然発火体感、「工具」：工具取り扱い体感

である。

設備については、挟まれ・巻き込まれ、落下・飛来衝撃体験、電気・感電体験という基本的設備に、各社に独自に必要な体験設備を備えている。さらには、VR（バーチャルリアリティ）を導入している会社もある。

危険体感設備も、慣れによる陳腐化という状態も懸念されるため、各所でバージョンアップを図り、新鮮味を維持する努力が払われている。

新金属協会安全委員会では、各社導入の設備のまとめについて更新を図っていき、会社間での設備の融通なども視野に入れ、安全教育の充実を図っていきたい。

2018年度においては、フォローアップを行い、各社の設備についてリスト更新を行った。

製造業各分野における体感安全教育については、『官民協議会』において、体系化を図っている。体感安全教育項目の実態調査を行い、各階層が必要としている体感安全教育項目や体感安全教育項目を提供可能な企業等の調査を行っている。

この『官民協議会』の取り組みに倣い、新金属協会加盟各社の設備については、今後、考察を検討したい。

また、安全委員会として、各社の体感安全教育設備の見学の可否の確認、見学の計画を検討し、安全については垣根の無い、安全文化の醸成に向けて、業界の垂範となる活動方針の議論も今後行いたい。

### Ⅲ. 新金属協会の今年度の安全活動と今後の取組み

当協会は、構成会員企業が複数業種にわたっている特性を踏まえ、今後とも、多結晶シリコン産業、希土類産業以外の他業種の災害防止に関する取組みなど広範囲な安全活動の情報を会員企業へ発信していく。また、本委員会の活動成果とし、共通的・本質的に安全活動に役立つ情報を紹介するよう努めていく。当協会の 2018 年度の実績および今後の取組みの方向性は以下のとおりである。

#### 1. 安全委員会の活動

##### (1) 本委員会の開催

2018 年度において、本委員会は 2 回開催した。

今後も、本委員会は年 2 回定例会議を開催することとし、本委員会定例会議においては、会則に定められた事項の決議を行うほか、事故情報（教訓）・安全対策の共有、各種勉強会の開催、並びに時宜に応じたテーマに関する意見交換等を行うこととする。また、必要に応じて定例会議以外の日程にて会議を開催する。

##### (2) 行動計画の見直し

2018 年度の本委員会における活動をとりまとめ、ここに本行動計画を策定した。

今後も、本委員会は、毎年度、最新の状況を踏まえて、必要に応じて災害防止に関する行動計画を改訂・策定する。行動計画の改訂については、本委員会の事業計画とともに理事会に諮る。

##### (3) 事例分析の展開

行動計画（2018 年度）においては、多結晶シリコン製造業、希土類製造業、タンタル製造業、ターゲット製造業、化合物半導体製造業、ベリリウム製造業のフォローアップおよび核燃料加工業、ジルコニウム製造業の事故事例等を対象に事例分析を行った。

今後も、既存 8 部会の中から、年度ごとに原則として一つの部会が当該業界に係る事故事例等の掘り下げを行うこととし、得られた成果等については、引き続き理事会、部会・委員会および会員企業へ横展開を図ることとする。

また、これとは別に、当協会の部会または会員企業の業種と関係のある事故・プロセス・物質等で、災害防止上の重大なリスクが確認された場合には、リスクアセスメント結果等を周知すると共に、必要に応じて本委員会により掘り下げを行う。なお、事例分析の対象の選定方法および分析実施主体等については、本委員会の定例会議の中で検討する。

#### (4) 統計の充実

前項の事例分析と同様に、事故事例等の統計についても、当協会の部会の中から新たな業種を対象に加え、保安事故、労働災害の対象範囲を拡大した。今後も対象範囲を拡大し、統計の充実を図り、新金属産業全体の安全性向上を図る予定である。

#### (5) 事故情報（教訓）・安全対策・安全情報の共有

- ① 2018年度においても、事故について、概要・対策等を会員会社へ周知した。

今後も、クロロシランポリマー類等をはじめ、新金属産業において取扱われる物質に関する事故が発生した場合、新たな知見が得られた場合、並びに保安向上のために有益な情報が得られた場合等には、既存の8部会や他の会員企業に対し、部会での報告、当協会ホームページへの掲載、並びに電子メール等の手段により情報提供を行い、その積極的かつ効果的な活用を促進する。また、必要に応じてリスクアセスメント等を実施し、その結果を共有する。

- ② 本委員会のオブザーバーである（一社）日本化学工業協会など他の業界団体と連携し、事故事例、リスクアセスメント事例および保安に関するガイドライン等、保安向上のために有益な情報を収集し、会員企業への周知および活用の促進を図る。

#### (6) 教育訓練の支援

- ① 2018年度においても、安全に係る勉強会等の開催および（一社）日本化学工業協会等が開催する社外セミナーの勧奨を行った。

7月23日開催 『安全文化の醸成について』加工部会・ジルコニウム部会  
株グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
三菱原子燃料株  
原子燃料工業株

11月14日開催 新金属協会災害防止対策安全委員会主催勉強会と意見交換会  
『安全文化の醸成についての勉強』  
保安力向上センター 企画グループ 下山 昭人先生

- ② 会員企業自らが実施する教育・訓練や研修について、当該企業の要請に応じて、前項により収集した情報の提供および助言・指導等を行うことにより、自主的な取り組みを支援する。
- ③ この他、業界・業種にとらわれず、災害防止のための最新情報を提供し、会員企業の保安向上の動機付けを行う。

(7) これから

① 安全意識向上に向けた取り組み

2018年度は、企業安全文化の醸成および企業保安向上に関する講座を企画したほか、安全意識向上に関する社外セミナーの勧奨や意見交換会を実施した。今後もこれを継続実施する。

また、当協会の功労表彰制度に安全の部を新設し、保安・防災に関する優れた取り組みや多年にわたる無事故実績等の成果を挙げた事業者等に対して、表彰を行うなど、安全活動へのモチベーション向上を図る。

制度の枠組みについては本委員会で検討の上、理事会に諮ることとする。

② 経営トップ等の強い関与

当協会理事会は会員企業のトップ経営層が理事として参加している。2018年3月1日開催の協会理事会においては、行動計画（平成29年度）の内容および本委員会の活動実績を報告すると共に、2018年度の活動方針について承認を得た。

年3回開催の協会理事会のうち、原則として3月開催の理事会において各年度の行動計画および本委員会の活動状況の報告を議題として掲げ、本委員会における災害防止に向けた取り組み内容を周知すると共に、参加者間で意見交換を実施し相互啓発を図る。また、この場でも出された意見等を本委員会の活動へ反映させる。

## 2. その他

### (1) 行動計画の進め方

今後の行動計画の進め方については、前項で述べた項目・方向性に基づき、本委員会の活動成果およびその効果を考慮しつつ、検討課題、実施時期、並びに具体的な取り組み方等を検討していく。来年度については、本行動計画を公表後に、具体的な活動内容およびスケジュールを織り込んだ次年度の事業計画の策定に着手し、当協会理事会に諮ることとする。

### (2) フォローアップ調査への対応

当協会に対する、三省庁や関係官庁・機関等からのフォローアップ調査への対応については本委員会が対応主体となる。調査結果については、本行動計画と同様に理事会、各部会・委員会で確認する。また、本委員会は会員企業が対応するフォローアップ調査への支援を行う。

### (3) 外部評価およびPDCAサイクルによる改善

行動計画の進捗、並びに本委員会の活動の成果および実効性については、会員企業へのアンケート等のほか、オブザーバーである（一社）日本化学工業協会や他の業界団体との意見交換を通じて外部の評価を取り入れることとする。また、こうした評価等は本行動計画のPDCAサイクルに活用する。特に、本委員会の検討テーマについては、受け手となる会員企業等の有用性・実効性を十分に把握し、適確に行動計画へフィードバックを行う。

### (4) 本行動計画の取扱い

本行動計画は三省庁へ報告すると共に、当協会会員企業へ周知し、当協会ホームページに掲載することにより公表する。

行動計画（2018年度）については、2019年00月00日付をもって、当協会会長名で会員各社社長宛てに、新協発第00.00号「新金属協会『産業災害防止に関する行動計画』策定のお知らせと災害防止対策取組に関するご要請について」を発信し、本行動計画を踏まえ、各社社長の指導の下、災害を未然に防ぐための可能な限りの取組みを実行するよう要請する。

以 上

平成 31 年 3 月 11 日



## 年間行動計画 フォローアップについて

石油コンビナート等における災害防止対策の推進にかかる、平成 30 年度行動計画についてフォローアップを実施した。

### 1. 事故情報の提供

消防庁特殊災害室主催の防災情報共有計画に参加、当協会として、四半期ごとに「火災・事故防止に資する防災情報」を取りまとめ、情報提供を行う。

取りまとめた情報は、会員各社へ連絡し、情報を共有する。

#### 【実施状況】

実施期間 平成 30 年 1 月から平成 30 年 12 月

情報提供 なし

### 2. 安全教育の実施

消防庁危険物保安室の方を講師に招き、近年の事故事例や法改正などについての勉強会開催（年 1 回）や、他団体主催で開催される講演会等への参加。

石油コンビナート地区や会員会社等の、施設見学を目的とした研修会（年 1 回）を実施。

#### 【実施状況】

#### ① 平成 30 年度例会（勉強会）

開催日 平成 30 年 3 月 29 日（木）

開催時間 16:00～17:30 講演会

参加者 47 名

講演会 総務省消防庁 消防大学校 消防研究センター

火災災害調査部長 西 晴樹 様

講演テーマ『屋外タンク貯蔵所の事故事例と安全対策』/質疑応答

会場 公益財団法人 国際文化会館

② 平成 30 年度研修会

開催日	平成 30 年 6 月 21 日（木）
参加者	25 名
研修先	日本地下石油備蓄株式会社 串木野事業所（国家備蓄用基地）

### 3. 事故防止対策の実施

危険物事故防止対策実施要領に基づき、会員各社よりアクションプラン（アンケート）を取りまとめる（年 1 回）。

平成 30 年度の重点項目

- ① 作業従事者に対する安全・保安教育
- ② 事故情報の共有による同種事故防止対策
- ③ 危険物施設の日常点検強化
- ④ 屋外タンク、配管等の腐食・疲労劣化防止対策
- ⑤ 危険物施設の地震、津波対策
- ⑥ リスクアセスメントの完全定着
- ⑦ 保護具等の完全装備及び作業環境改善

#### 【実施状況】

- ① 作業従事者に対する安全・保安教育
  - ・新人、転入者に安全・保安・設備・取扱い製品に関する導入教育をする。
  - ・作業手順の確認と見直し、設備・機器の教育、SDSを用いた取扱製品の繰返し教育を行う。（年間教育・訓練計画に基づく）
  - ・各種外部や協議会などの安全講習会に参加する。
  - ・共同防災組織との合同防災訓練を実施する。
  - ・各種外部や協議会などの安全講習会に参加する。
  - ・教育訓練計画に則り、現場部署により 1 回／月の頻度で教育及び訓練を実施している。
  - ・年 2 回フォークリフト安全運転講習会を開催する。
- ② 事故情報の共有による同種事故防止対策
  - ・外部物流協議会においてトラブル情報を共有する。
  - ・KYやヒヤリハット活動を推進し社内安全会議にて情報を共有する。
  - ・危険箇所等は、ヒヤリハット様式又は設備不具合改善依頼書に記載して、改善の進捗を管理するとともに所内で回覧して情報共有を図る。
  - ・過去重大トラブルをトラブルカレンダーによる風化防止と再周知する。
  - ・業界団体や荷主から提供される事故事例等を共有し、類似事故防止の為、教育の題材として活用しています。

- ・ 始業時ミーティングで事象事例、ヒヤリハット等の情報を全所員に伝達する。
- ③ 危険物施設の日常点検強化
- ・ 危険物施設（タンク・ポンプ・配管・充填場）の巡回点検を実施する。
  - ・ 屋外タンクの液面監視や温度監視を徹底し異常の早期発見に努める。
  - ・ パトロール順路、チェックポイントを明確にし、日々パトロールを行う。
  - ・ 各設備の月例点検、年次点検については、計画表を作成して点検を行う。
  - ・ 危険物施設の日常点検、週末点検の確実に実施
  - ・ 構内巡視、目視による日常外観点検の実施。
  - ・ 屋内貯蔵所、屋外タンク貯蔵所、移送取扱所、一般取扱所の定期点検の実施。
- ④ 屋外タンク、配管等の腐食・疲労劣化防止対策
- ・ 底板雨水浸入防止材を計画的に補修する。
  - ・ 塗装工事を計画的に実施する。
  - ・ 定期的に配管肉厚測定を実施する。
  - ・ 屋外タンク改修工事、配管のステンレス化の検討（一部改修工事、ステンレス化の実施）
  - ・ 日常点検での早期発見
  - ・ 出荷用フレキシブルホースの耐圧・気密テストを実施。
  - ・ 配管の気密テスト。
  - ・ 保温材を撤去しての点検、塗装によるメンテナンス。
- ⑤ 危険物施設の地震、津波対策
- ・ 津波を想定した避難訓練を実施する。
  - ・ 防災規程による地震・津波発生時の施設の緊急停止・安否確認等の手順を周知する。
  - ・ 休日夜間通報訓練を利用して安否確認の訓練を行う。
  - ・ 地震・津波発生時の緊急停止手順、避難訓練、通信訓練の実施
  - ・ 地震・津波を想定した、タンク元バルブの閉止訓練（タイムトライアル）を実施している。
  - ・ 地震防災規程を策定し、各施設の緊急停止手順を明確にしている。
- ⑥ リスクアセスメントの完全定着
- ・ 月に1回リスクアセスメントを実施している。
  - ・ 新規製品取扱前に、SDSにより危険有害性を確認し、危険性の認識と所員への教育を実施する。
  - ・ 作業リスクに変化が生じ又は発生するおそれがある場合はリスクアセスメントを実施する
  - ・ 工事案件毎にリスクアセスメントを実施している。
- ⑦ 保護具等の完全装備及び作業環境改善
- ・ 作業時はヘルメット、ゴーグル、ゴム手袋を必ず装備している。
  - ・ 手順書に必要な保護具の記載、教育を実施する。
  - ・ パトロール、巡回による保護具着用を確認する。
  - ・ SDS教育を通じ作業における保護具の完全装備を徹底する。

- ・保護具定期点検により点検を行い、日常パトロールで随時、使用状況の確認、改善を行っている。
- ・施設・設備・機器の運用方法の再確認

#### 4. 厚生労働省 視察

会員会社の施設視察（年1回）を実施。

【実施状況】

今年度は日程が合わず未実施

#### 5. 国土交通省 視察

会員会社の施設視察（年1回）を実施。

【実施状況】

日時 平成30年11月21日（水）13:00～17:00

視察先 株式会社東京液体化成品センター（タンクターミナル） 川崎市川崎区千鳥町1-3

インターテック株式会社（コンテナ） 川崎市川崎区東扇島84

株式会社日陸 横浜物流センター（危険物倉庫） 横浜市鶴見区大黒町9-2

参加人数 国土交通省 12名

#### 6. 内航タンカー業界との情報交換

年2回（不定期）を実施。

荷役作業に関して陸・海との連携を図る為の情報交換会を行う。

【実施状況】

日時 平成30年4月10日（火）

場所 東京油槽株式会社 会議室

参加人数 当協会 3名

内航タンカー海運組合 2名

#### 7. 当協会年間活動

年間活動計画に基づき各活動を実施。

【実施状況】

・定時総会 平成30年10月18日（木）

・本部理事会 第1回 平成30年1月25日（木）

第2回 平成30年 3月29日(木)

第3回 平成30年 6月21日(木)

第4回 平成30年10月18日(木)

- ・業務委員会 メール配信にて
- ・勉強会 平成30年3月29日(木)
- ・研修会 平成30年6月21日(木)



## 平成 31 年度 石油コンビナート等における災害防止対策の推進について

1.事故情報の提供	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 消防庁特殊災害室主催の防災情報共有計画に参加、当協会として、四半期ごとに「火災・事故防止に資する防災情報」を取りまとめ、情報提供を行う。 取りまとめた情報は、会員各社へ連絡し、情報を共有する。</li></ul>
2.安全教育の実施	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 消防庁危険物保安室の方を講師に招き、近年の事故事例や法改正などについての勉強会開催（年 1～2 回）や、他団体主催で開催される講演会等への参加。</li><li>・ 石油コンビナート地区や会員会社等の、施設見学を目的とした研修会（年 1 回）を実施。</li></ul>
3.事故防止対策の実施	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 危険物事故防止対策実施要領に基づき、会員各社よりアクションプラン（アンケート）を取りまとめる。（年 1 回）</li></ul> <p>【参考】平成 30 年度の重点項目</p> <ol style="list-style-type: none"><li>① 従事者に対する安全・保安教育</li><li>② 事故情報の共有による同種事故防止対策</li><li>③ 危険物施設の日常点検強化</li><li>④ 屋外タンク、配管等の腐食・疲労劣化防止対策</li><li>⑤ 危険物施設の地震、津波対策</li><li>⑥ リスクアセスメントの完全定着</li><li>⑦ 保護具等の完全装備及び作業環境改善</li></ol>
4.厚生労働所 視察	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 会員会社の施設視察（年 1 回）を実施。</li></ul>
5.国土交通省 視察	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 会員会社の施設視察（年 1 回）を実施。</li></ul>
6.内航タンカー業界との情報交換	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 年 2 回（不定期）を実施。 （荷役作業に関して陸・海との連携を図る為情報交換会を行う）</li></ul>
7.当協会年間活動	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 定時総会 年 1 回</li><li>・ 本部理事会 年 4 回</li><li>・ 業務委員会 年 1 回</li><li>・ 勉強会 年 1～2 回</li><li>・ 研修会 年 1 回</li><li>・ 各支部 総会および役員会</li></ul>