

事故事例から学ぶ

化学安全とは、そして現場での「気付き」の重要性

1. 化学事故とは
2. ニアミス情報の活用
3. 事故データベースとその活用

安全工学会保安力向上センター長

産業技術総合研究所客員研究員

若倉 正英

化学事故とは

化学事故の認識が変容

①イタリア/セブソの化学工場での反応暴走(1976)

手順不順守により反応が暴走しダイオキシンが放出、大規模な土壤汚染で、市民22万人が被災

②インド/ボパールの化学工場での異常反応(1984)

多くの手順不順守や、安全管理違反などにより有害物が噴出し、工場周辺の市民数万人が死亡

③スイス/バーゼルの倉庫火災(1986)

手順不順守により発生した倉庫火災に伴う消火活動で、有害物がライン川に漏洩し、流域国に甚大な環境被害



欧米の保安法令で化学災害は環境事故と定義

⇒EU:セブソ指令Ⅱ、米国:EPA RBS(Risk Based Safety)

化学安全への世界潮流

セベソ指令による重大事故の定義の変遷

事象	セベソ指令 (1997 以前)	日本(労働安 全衛生法)	セベソ指令Ⅱ⇒Ⅲ
従業員の死亡	1名以上	1名以上	1名以上
従業員の入院加療	3名以上	3名以上	6名以上
周辺住民の入院加療	規程なし	規程なし	1名以上
環境汚染	甚大な汚染	規程なし	河川、土壌等の汚染範囲を規定
住民避難(有害物の放出等)	規程なし	規程なし	2時間以上(人数×時間>500)
水、電気、ガスの停止	規程なし	規程なし	2時間以上(人数×時間>1000)
施設機器の損害	規程なし	規程なし	>200万 ECU、周辺>50万 ECU
国家的な遺跡の破壊	規程なし	規程なし	小規模でも重大事故
周辺地域とのリスク コミュニケーション	規程なし	規程なし	多くの EU 加盟国で法制化

国内の重大化学災害

1952	愛知	写真材料店でのマグネシウムの火災爆発	危険物	死9 傷43
1954	北海道	油脂抽出工場でのヘキサンの噴出爆発	危険物	死7 傷11
1956	岡山	大豆油抽出工場でのヘキサンの噴出爆発	危険物	死11 傷7
1958	神奈川	アンモニア合成ガス分離工場の液体空気爆発	危険物	死11 傷40
1960	東京	油脂抽出工場でのヘキサンの爆発火災	危険物	死11 傷10
1964	神奈川	酸化プロピレン重合工程での蒸気雲爆発	反応暴走	死18 傷171
1964	東京	ニトロセルロース、過酸化物倉庫の爆発火災	火薬類	死19 傷158
1969	岡山	タイヤ再生工場での可燃性蒸気の爆発火災	危険物	死11 傷7
1973	山口	エチレンプラントでの爆発	反応暴走	死1 傷
1978	大阪	アクリル反応装置の爆発火災	反応暴走	死2 傷33
1980	大阪	医療中間体の分解爆発	反応性物質	死2 傷17
1982	大阪	アクリル反応装置の爆発火災	反応暴走	死6 傷101
1987	三重	エステル製造装置の溶剤回収缶での爆発	反応暴走	死2 傷33
1989	東京	過酸化ベンゾイル取扱中の爆発	反応性物質	死9 傷17
1991	千葉	メタノール精留塔の爆発	反応性物質	死2 傷13
1992	千葉	水素化分解装置での水素、軽油の爆発火災	危険物	死10 傷8
2000	愛知	貯蔵中のニトロセルロースの爆発	火薬類	傷55(市民)
2000	群馬	ヒドロキシルアミン製造装置の爆発(爆轟)	反応性物質	死4 傷20
2008	千葉	感光剤乾燥中の発火火災	反応性物質	死2 傷6
2011	山口	塩ビモノマー製造施設の爆発火災	反応暴走	死1
2012	山口	酸化反応プラントでの爆発火災	反応暴走	死1 傷22
2012	兵庫	塩化ビニルモノマー製造施設の爆発	反応暴走	死1 傷36
2014	三重	シリコン製造施設の熱交換器洗浄中の爆発	反応性物質	死5 傷13

物質、プロセスの危険特性

物質のエネルギー危険特性

自己反応性、可燃性、禁水性、酸化性
反応危険性、混合危険性など

プロセスの危険特性

加熱、加圧、混合、粉碎、貯蔵

誤操作や操作条件、設備設計不良
機器の故障、自然災害などで
ハザードが顕在化

プロセス安全化(予防、防御、軽減化)
失敗

火災、爆発、環境被害

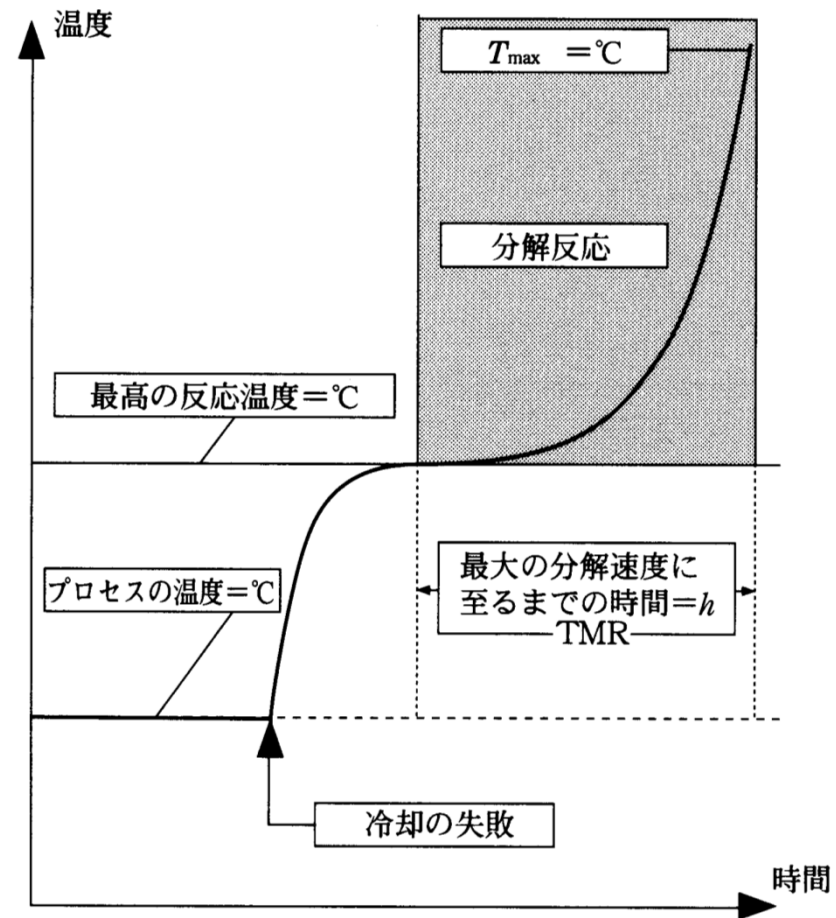
異常の発生防止

異常の早期検知

異常の進展阻止

被害の局限化

反応暴走のモデル



ニアミス情報の活用

ニアミスとは

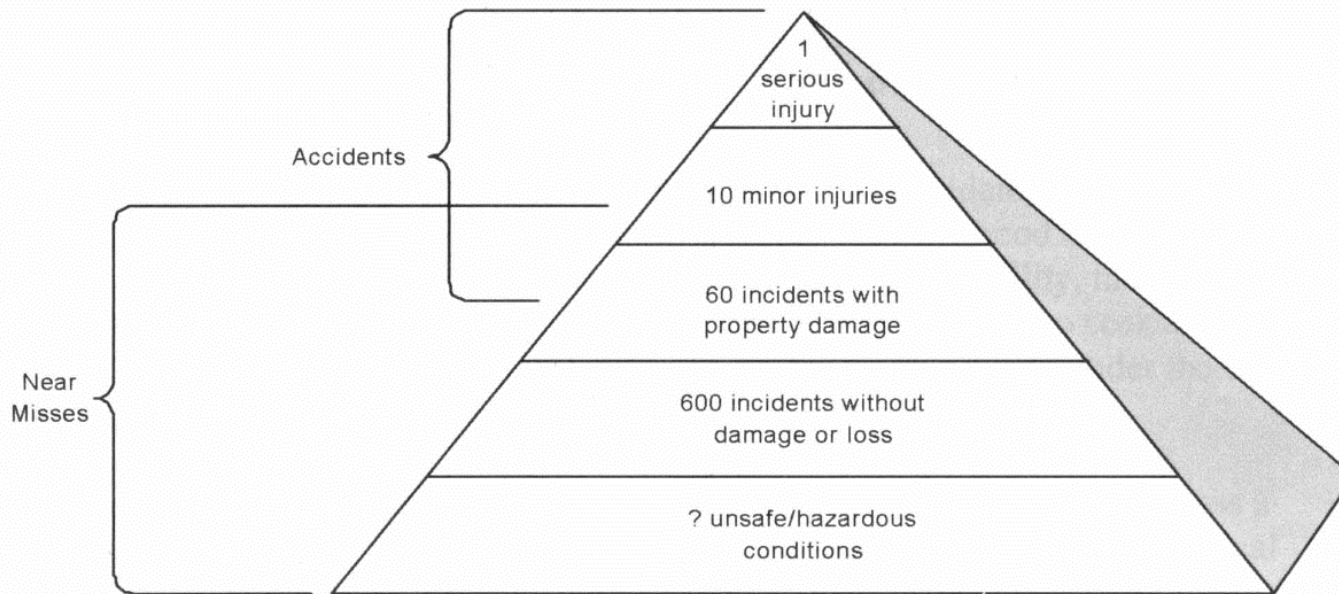
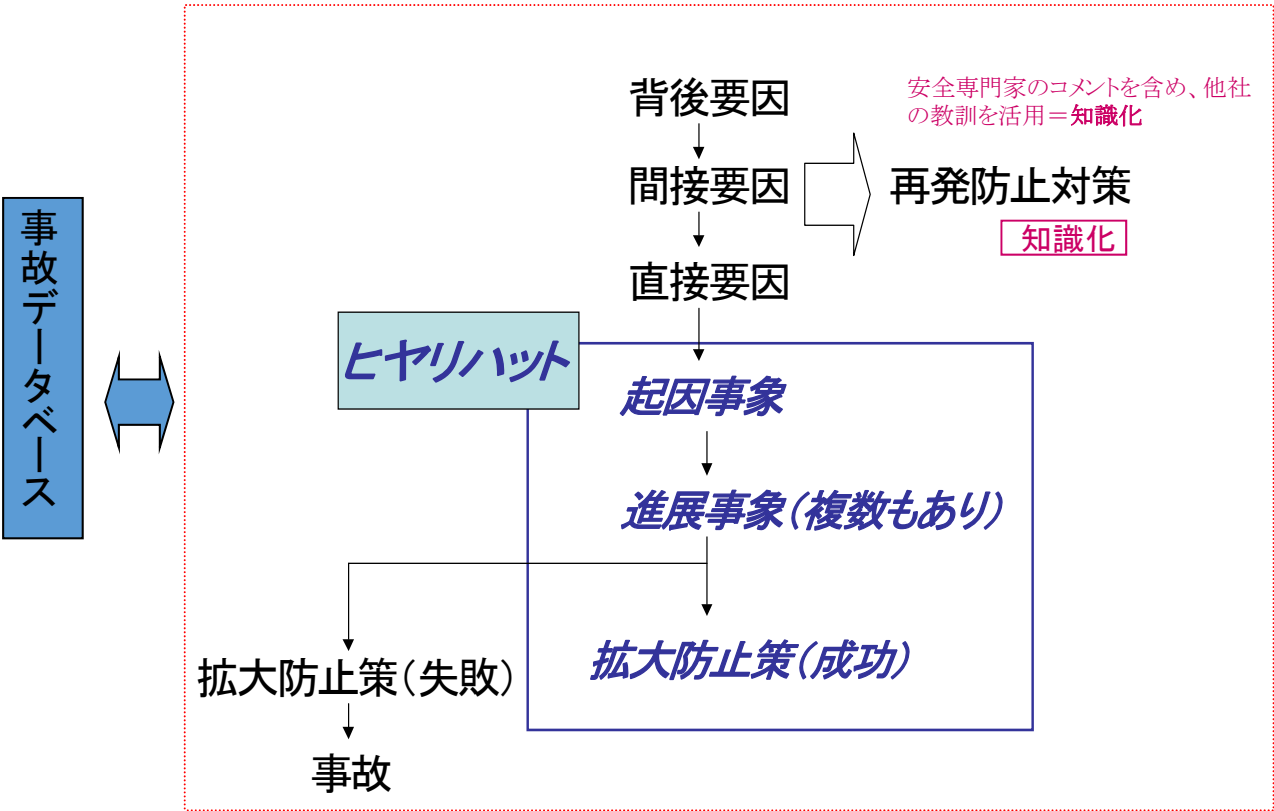


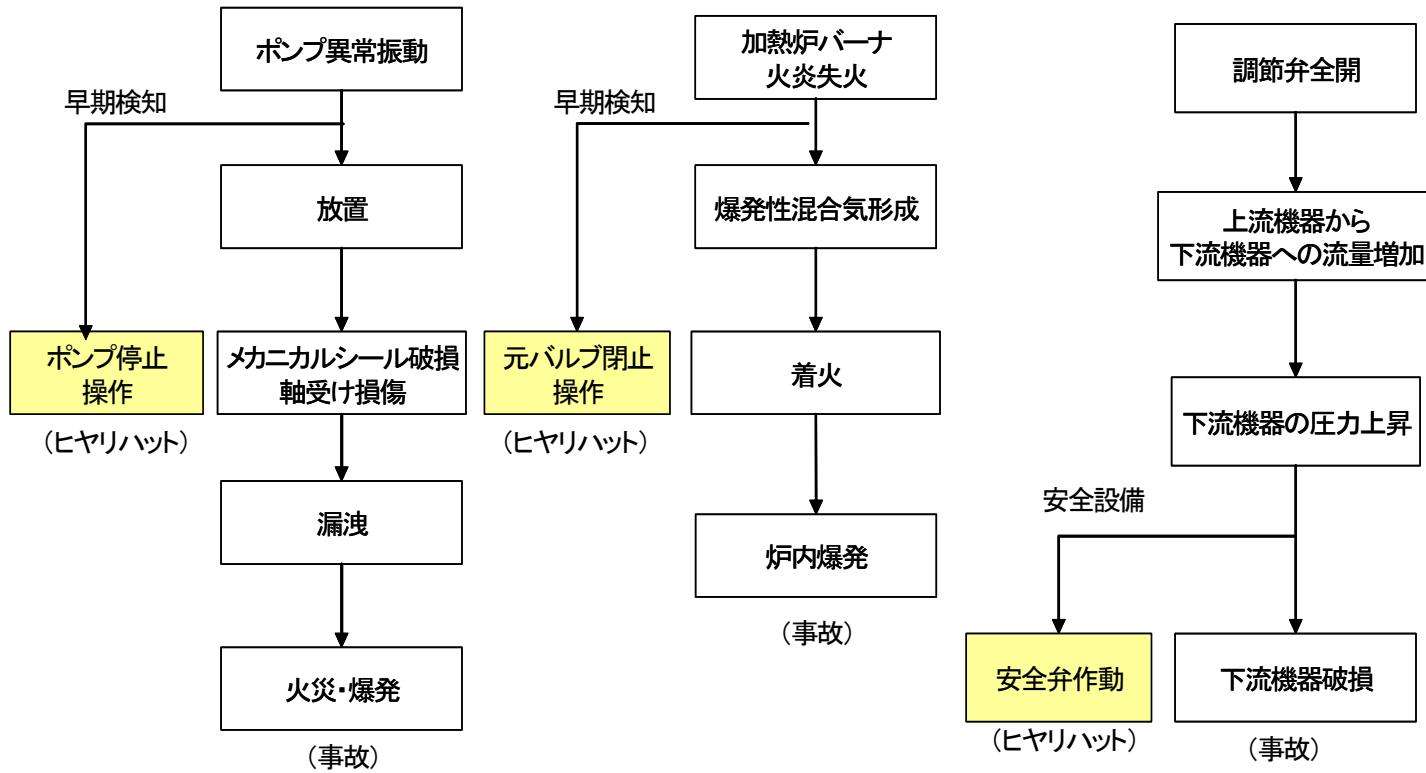
Figure 1. Safety Pyramid (the lowest strata, unsafe conditions, is not shown by Bird and Germain, 1996).

- ・重大事故につながる可能性のある軽微な事故や人身事故
⇒防消火設備、安全弁などインターロックなどによる軽減化
- ・物損事故になった事象
- ・環境事故を引き起こす可能性があった事象⇒防油堤などによる拡散防止

事故とヒヤリハット



脱硫装置の事故とヒヤリハットの関連図



事故データベースとその活用

設備の劣化とプロセス事故

- ・英国*では1996年-2008年の産業事故の5.5%が設備劣化に伴う事故

RIDDOR - Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations
一定レベル以上の労災を含む死傷事故、火災爆発、環境汚染等を英国HSE(Health and Safety Executive)に報告する仕組み

- ・EU全体の重大化学災害(MARS major accident reporting system)の28%が設備劣化に起因している

MAHBではフランス危機管理局の事故データベース(ARIA)、失敗事故データベース(英語版)も活用して設備劣化に伴う事故の分析を実施中

MARS: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/>

ARIA: <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

Agriculture / Agri-food industry

- › Agriculture
- › Agri-food industry

Chemistry and petroleum

- › Basic chemical manufacture
- › Fine chemicals manufacture
- › Pyrotechnics / explosives
- › Other chemical industries
- › Petroleum refining
- › Oil storage facilities

Other industrial activities

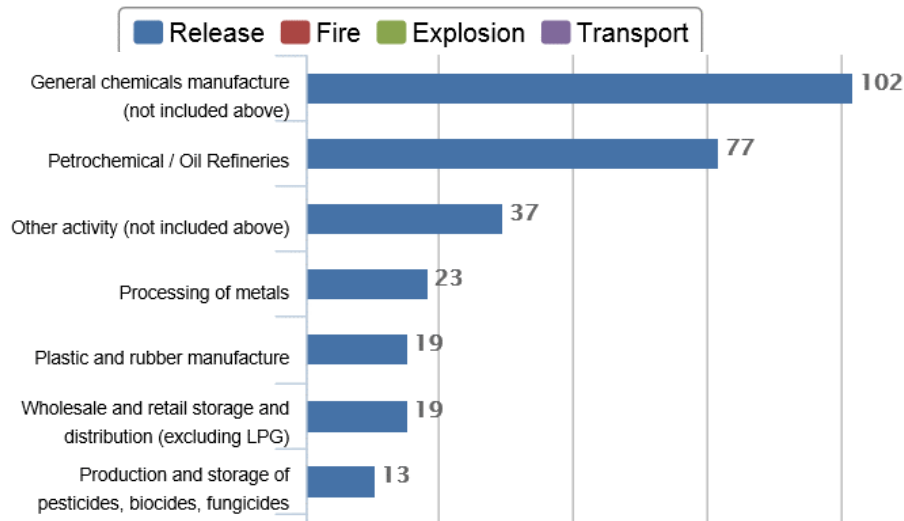
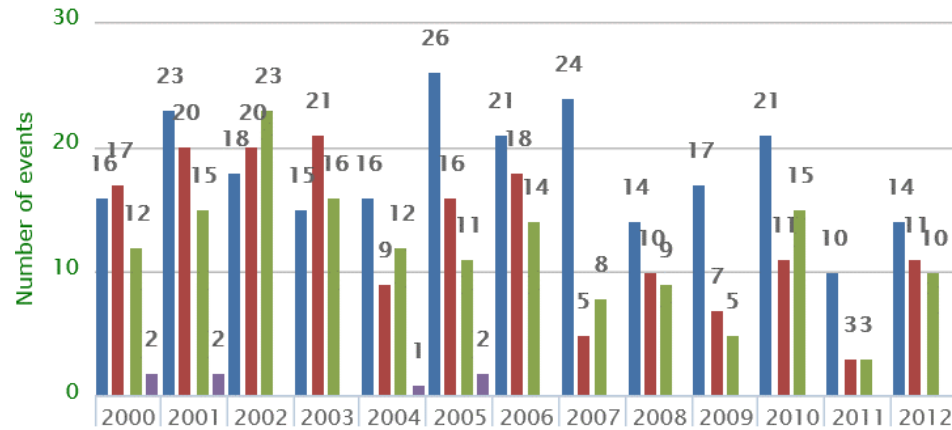
- › Metallurgical industry / metal refining
- › Wood, paper and cardboard ind.
- › Handling and storing
- › Waste treatment
- › Other industries

Transport

- › TDG (rail, road, sea)
- › Pipelines

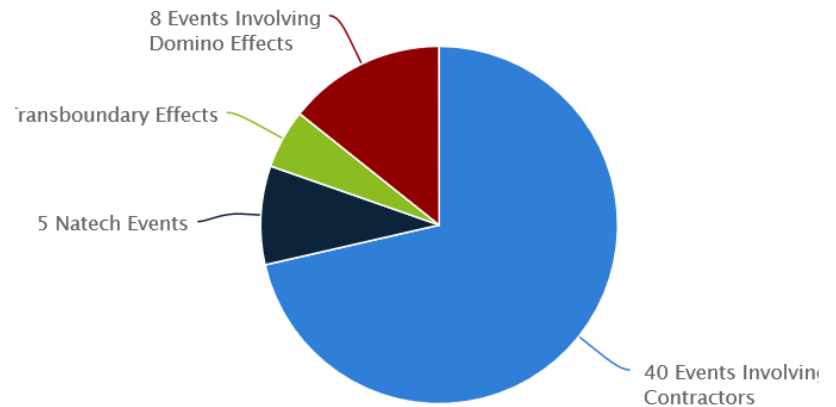
MARSによる重大事故の発生傾向

(2000 to 2012)



Events Involving Special Circumstances (2000 to 2012)

全事故数346件



CSB(the US Chemical Safety Board)による Investigation Report (<http://www.csb.gov/>)

1998年から策定を開始し 年間5～7件程度

目的: 背景要因と進展要因を明確にし、類似事故の再発を防止

成果: Total of Open Recommendations 195

Total of Closed Recommendations 589

安全教育DVD(67件、最新版は2013年のテキサスでの硝安爆発)

1998-2011の報告では35の事例分析が確定し、14件が火災爆発、8件が爆発、5件が火災、10件が有害物放出であった。これらの事故の平均死者数2.4人、負傷者18.8人。報告書の確定までは、必要な場合のインタビューも含めて平均1.6年。

重大化学事故からみる安全文化、経営層の役割

No	事故	発生年	発生国	被害	背景要因
1	花火貯蔵施設での爆発	2000	オランダ	22人が死亡し、1000人近くが負傷、民家400戸が破壊	危険物貯蔵でのリスクアセスメント不足
2	化学工場の爆発	2001	フランス	31人が死亡。市民2500人以上が負傷し、1万戸の家屋が損傷。支払われた保険金額は15億ユーロ以上	事故調査から経営層の産業における安全責任（安全文化）の意識が希薄であるとの指摘
3	パイプラインのLPの漏洩爆発	2004	ベルギー	40人が死亡、132人が負傷	災害リスクの関心が薄い国民性であり、リスク教育の必要性を指摘
4	製油所での爆発火災	2005	アメリカ	18人が死亡、170人以上が負傷	経営者の利益優先の姿勢から、現場のマネージャクラスに安全(文化)軽視の風土が蔓延
5	油槽所の漏洩火災	2005	イギリス	43人が負傷、環境汚染が発生し、損害総額は12億5,000万ユーロ超	経営層が利益を優先し、技術レベルの低いオペレータへの雇い換えで、漏洩トラブル等が頻発
6	精糖工場の粉じん爆発	2008	アメリカ	工場従業員13人が死亡、60人が負傷	本社、工場幹部が労働者の安全を軽視し、外部安全監査の指摘を無視したため、粉じん爆発リスクが増大
7	肥料工場の爆発	2013	アメリカ	14人が死亡、200人以上が負傷し、周辺の住宅や学校、高齢者施設などが焼損、破損	安全専門家により、テキサス州では行政による規制や安全教育を軽視する風土があることが危惧されていた

化学安全における経営層の役割の提案(OECD)



安全に関して経営のトップの取るべき姿勢(抜粋)

リーダーシップと文化: 安全を常に議題とし、積極的に優先し、誤った方向に進ませる恐れのあるものに絶えず気を配る

- 設備や作業の安全に関心を持っていることを社内に周知し、悪い知らせを躊躇無くあげることがを促す
- あらゆる機会を利用して安全を奨励し議論する
- 能力のある従業員に安全に関わる責務を委ね、自身は全体的な行動責任と説明責任を担う
- 現場に姿をみせ、適切な質問を行い、自身で問題提起を行って弱点の継続的な改善の機会を探る
- 「安全文化」が企業全体で認識され、受け入れられるよう努める

リスク認識: 設備の老化等に伴う脆弱性とリスクについて幅広く理解する

- 製造施設のライフサイクル全体を通じて設備と作業安全の重要性を認識している
- 危険要因と事故との関連における何層もの予防策について理解しており、予防策の強化を常に意識している
- 安全予算削減が及ぼす影響にも関与し、安全を犠牲にせずに製造の促進を奨励する
- 想定される最悪のシナリオを含め、事故の拡大を防止する緊急計画に責任を負う
- 危険物質を扱う施設におけるリスクを理解している

情報: 監査結果と評価結果を確実に分析させる

- 現場、企業レベルの重要な安全パフォーマンス指標を監視する
- プロセス安全文化と管理システムの健全性の監視に役立つ測定基準を保持している
- 安全に関する他社と経験と教訓を積極的な共有を進める
- 安全管理システムを構築し、その実施や見直しにも関与する

能力: 操業に伴う危険要因を管理する組織の能力を確実なものにする

- 全ての職階レベルに能力のある安全に関する管理担当者、技術担当者、操作担当者を確実に配置する
- 自社の安全に関する専門技術者の継続的な育成に努める
- 従業員の専門知識を尊重し、専門的意見を軽視しない
- 内外のあらゆる人々に対して、安全の重要な側面について率直にコミュニケーションを取ることができる

保安力評価インタビューから見てきた現場の安全の気がかり

1. 安全意識

・現場における安全最優先意識の醸成

(安全、生産、品質を同列から、安全を企業存続の基盤と考える経営層の増加)

経営層の認識の変化を反映して、ほとんどの現場で(数年前から)安全最優先意識の浸透がすすむ

設備トラブルなどでは、安全を優先して設備の停止を躊躇しなくなっている

一方、ベテランでは生産を続けることへのプライド、若手は安全感性の鈍さから、生産や品質を優先する風土も

2. 組織体制の問題

・年令構成の不均一 ベテランのモチベーションの低下やコミュニケーションの不足

・設備部門、操業部門の距離感による問題意識の共有不足⇒リスク対応への遅れ

・自社の取り扱う物質や設備、安全の基本を理解し、社内外の事故事例を咀嚼して事業所の安全を指導できる、安全のスペシャリストを育成する仕組みが脆弱

3. 現場設備の問題

・老朽化により、これまで想定しにくかった事故やトラブルの潜在危険性の増大

・トラブル対応など定常作業以外の業務が増加し技術伝承機会が喪失

4. 安全を重視した技術伝承への対応

・Know-whyや事故例を加えた手順書の策定やビジュアル化などを進めるが、現場の経験レベルにより活用に濃淡

・技術伝承に不可欠な教育担当の不在

教育できるベテランの退職やベテラン活用の仕組みの不備(ベテランの要員化など)

若手が若手を教える状況

⇒チェックポイント集整備の意義、さらにはIoTなどの活用も必要

ご静聴

ありがとうございました

ご意見、ご質問は

adic-waka@nifty.com

にお願いします