

化学産業の環境変化と これからの人材育成

(一社)京葉人材育成会 会長

東京工業大学 特任教授

中村 昌允

私の略歴

- 1968年 ライオン油脂株式会社（現 ライオン株式会社）入社
- 1988年 プロセス開発研究室長
- 1992年 素材開発センター所長
- 1998年 ライオンオレオケミカル(株)取締役坂出工場長
- 2001年 ライオンエンジニアリング(株)取締役
- 2005年 東京農工大学 大学院技術経営研究科技術リスクマネジメント専攻教授
- 2008年 東京工業大学イノベーションマネジメント研究科客員教授を兼任
- 2015年 内閣府遺棄化学兵器処理担当室事業参与(2022年退職)
- 2016年 東京工業大学 環境・社会理工学院 特任教授(客員教授から名称変更)
- 2017年 安全工学会「北川学術賞」受賞
- 2018年 中央労働災害防止協会「顕功賞」受賞
- 2018年 セーフティグローバル推進機構「向殿安全賞」受賞
- 2021年 (一社)京葉人材育成会 会長

博士(工学)、技術士(化学部門)、労働安全コンサルタント(化学部門)

日本原子力研究開発機構(JAEA) 安全シニアアドバイザー

労働者健康安全評価機構 外部評価委員長、中央労働災害防止協会: OSHMS認定審査委員

日本化学工業協会: 保安事故防止WGアドバイザー、 PL相談センター 運営委員

事故調査委員会委員

三井化学(株)岩国大竹工場爆発事故、(株)日本触媒姫路製造所爆発火災事故

荒川化学工業(株)富士工場印刷インキ用樹脂製造棟爆発事故

堺化学工業湯本工場爆発火災事故

等

メタノール蒸留塔の爆発事故

1991年6月26日 ライオン(株)千葉工場の新規界面活性剤製造工程の
「メタノール蒸留塔」で爆発火災事故。二人死亡。

原因:有機過酸化物が、蒸留塔の運転停止過程で局部的に高濃度に濃縮し、熱爆発



本日申し上げたいこと

1. 製造現場は変化している。

(1) 現場力の低下は否めない。

ベテランが退職し、設備の経年化が進む。

(2) 技術・技能継承が進んでいない。

→ この現状をどのように、安全マネジメント、人材育成を考えるか？

2. 石油・化学産業の構造転換の時期に来ている。

新しい技術開発が必須である。それをどう乗り越えていくか？

3. どこまでの安全を求めるか？

すべての事故防止か、or、重大事故防止か？

事例1 化学産業の安全目標を決めた二つの事故

セベソ事故、ボパール事故

事例2 福島原発事故から学ぶこと

4. これからの安全マネジメントと人材育成

(1) 日本と欧米との安全に対する考え方の違い

(2) 安全マネジメントシステムと安全文化とが相俟って、安全を確保する。

5. 京葉人材育成会

1. 製造現場の変化

1. “人”の変化

“二山構造”年齢分布から、“一山構造”へ移行

- ・ 50代以上：設備の新・増設に携わり、トラブルを経験、解決することにより、技術・技能を身に付けてきた。
- ・ 20～30代：設備が自動運転され、トラブルを経験する機会が少ない。
(技能を身につける機会が減った。)

問題点:当初の設計に関与した熟練技能者が退職。

- ① 「設計の基本思想」、「運転条件の設定根拠」が、継承されていない。
- ② 定常運転は対応できるが、非定常時には対応できない。

2. “設備”の変化

- ・ **設備の新設・増設が減少し、設備の維持管理が大きな課題になっている。**
- ・ **一方、更新の時期に来ている。(変更管理の不備に起因する事故が多い)**

3. 一人一人の負担増加（現場のゆとりがなくなっている）

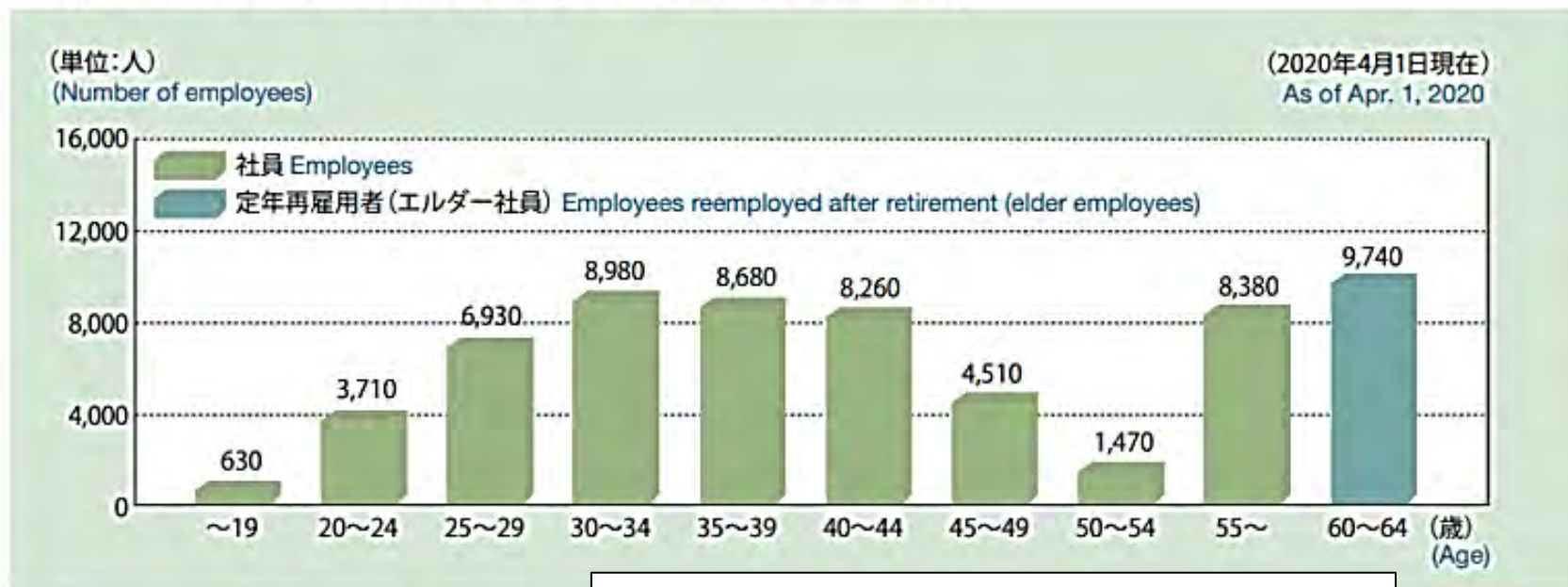
- ・ 一人一人の作業負荷、特に、ライン長の業務量がオーバーフロー

(1) 年齢構成の変化

1. 「二山構造」から「一山構造」に移行
2. 60歳以上の雇用延長
ベテラン技能者はいなくなる。

JR東日本社員の年齢構成

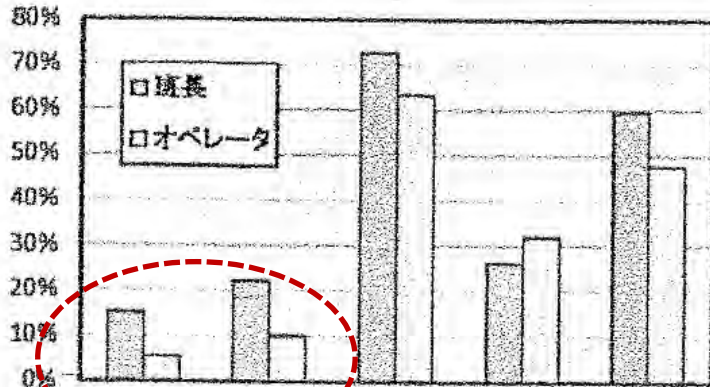
Age Distribution of Employees, etc. (Non-consolidated)



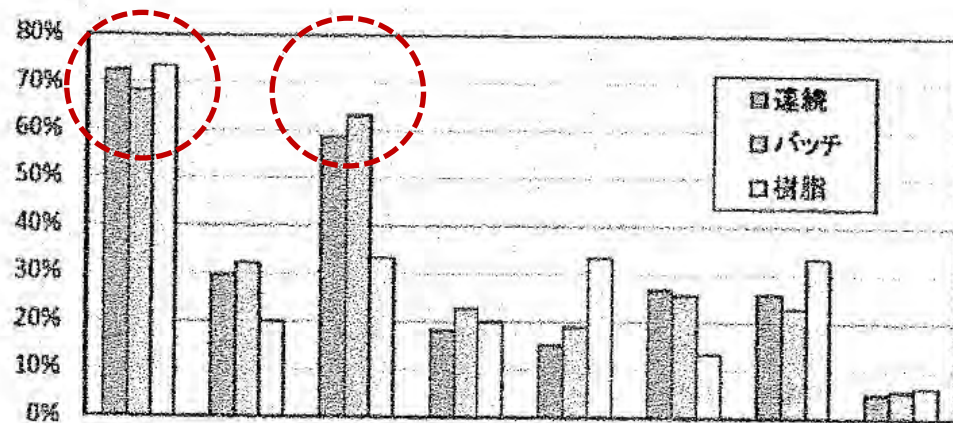
(出典: JR東日本Web掲載ファクトシート)

(2)オペレーターの自信と不安

自信の有無、分担や処遇の公平性



危険や不安に感じること



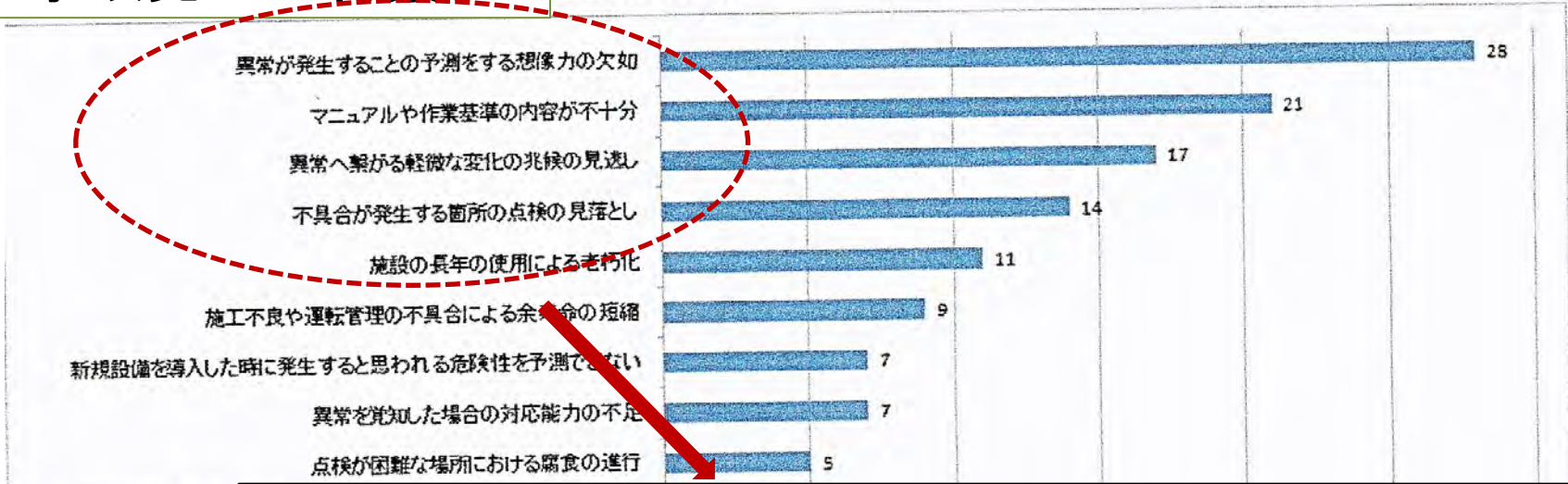
- ① 担当プラントのすべてを知っているのは10%前後
班長であっても、なかなかすべてに自信を持てるようになっていない。
- ② 70%以上が、「プラントの老朽化」を不安に思っており、
60%が、「ベテランが抜けたこと」に、危険性や不安を感じている。

(3) 危険物施設における事故の背景について

～事業所安全担当へのアンケート結果～

平成27年3月 川崎市消防局予防部危険物課

＜事故発生背景＞ (複数回答可)

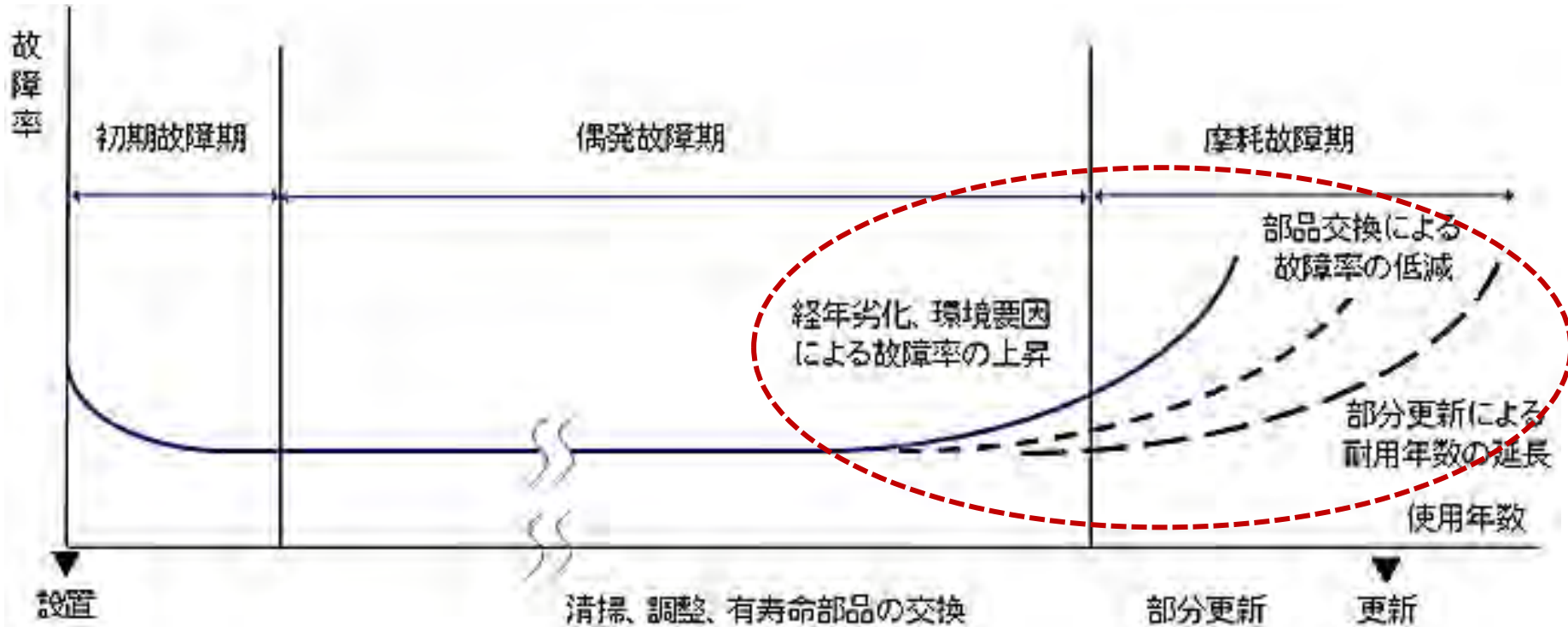


＜事故発生背景＞

- ・ 異常が発生することの予測をする想像力の欠如
- ・ マニュアルや作業基準の内容が不十分
- ・ 異常へつながる軽微な変化の兆候の見逃し
- ・ 不具合が発生する箇所の点検の見落とし
- ・ 長年の使用による老朽化

(4) 設備の経年化

物的要因は、設備の腐食・疲労老朽化、設計施工不良
→ 設備設計と維持管理に起因する。



高圧ガス製造事業所事故の原因別分析

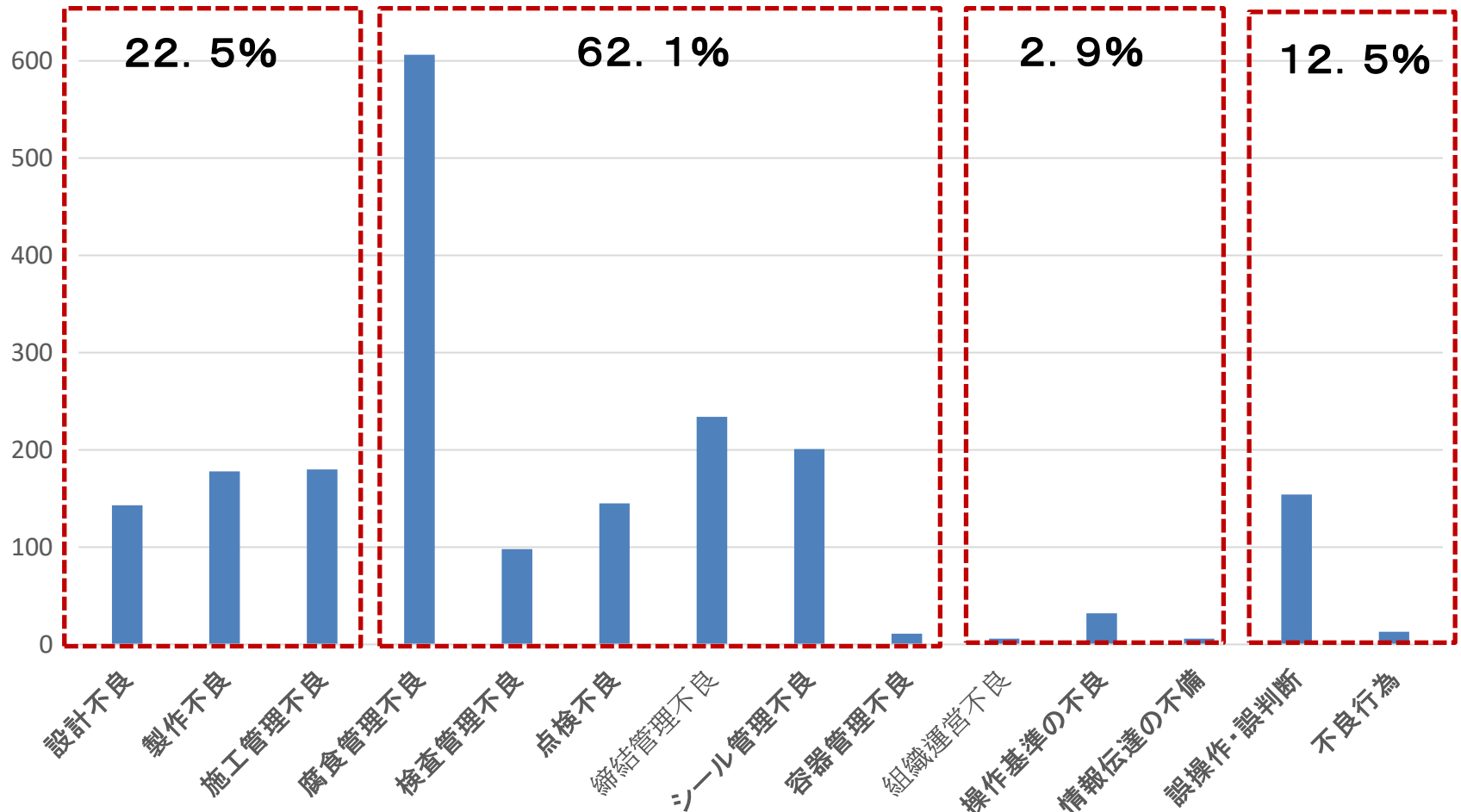
(2016年～2020年)

設備設計・製作不良

設備の維持管理の不良

組織体制不良

ヒューマンファクター

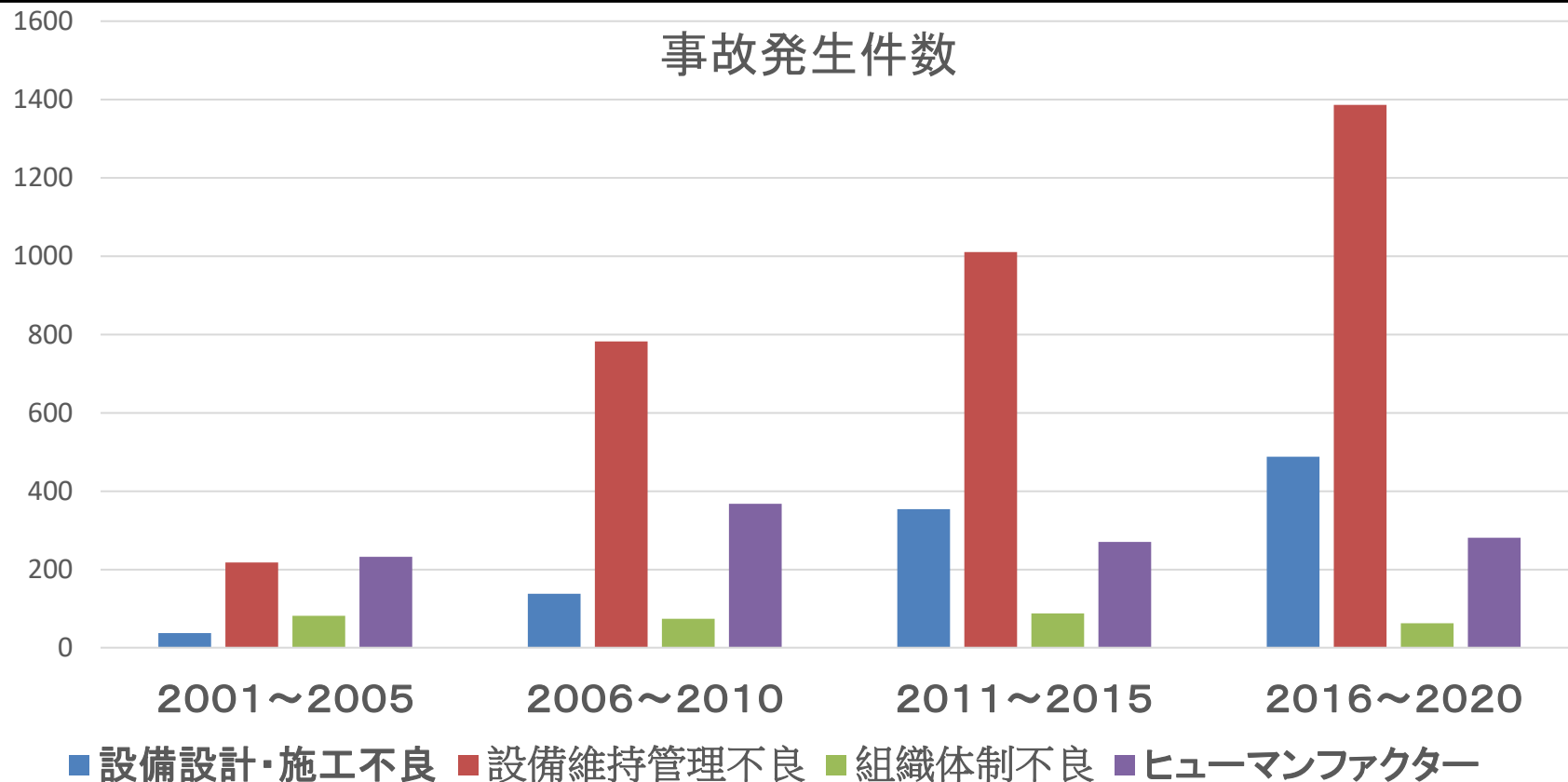


■ 事故件数

高圧ガス保安協会 高圧ガス関係事故集計

高圧ガス事業所 事故発生原因の推移

- この20年間に、事故件数は年々増加傾向にある。
ヒューマンファクターに関する事故は、ほぼ同じ件数であるが、設備関連事故件数が増加。
- 現状は、事故原因の8割以上が、ハードに起因している。
 - 2000～2005年 ハードとソフトはほぼ同じ比率
 - 2015～2020年 ハード(設備設計、維持管理 等)が8割以上




設備の経年化に対する調査

設備の経年化による 労働災害リスクと防止対策

— 防止対策のチェックリストと解説 —



 厚生労働省・都道府県労働局・労働基準監督署

1. 本チェックリストの目的（経年化設備による労働災害リスク）

このチェックリストは、経年化設備を保有する職場での労働災害防止に役立つために、設備面、管理面、作業面の安全対策実施状況を確認する目的で作成しました。多くの企業が設備の経年化と労働災害の間に直接の関係はないと認識しています。しかし経年化設備は、下図のバスタブ曲線のように数十年使い続けると摩耗故障期に入り、部品交換や部分交換等の作業や工事が発生します。

調査の結果から、経年化設備と作業や工事に伴う労働災害について以下のことが判明しました。

(1) 労働災害が有った事業場は、無かった事業場に比較して、経年化設備の保有割合が高い。

経年化設備では、古い安全水準で設置されたので、最新の安全水準の保護方策（明確な隔離原則や停止原則の適用）が採られていない設備が多い。また、十分なスペースが無いなどの理由で、安全対策設備が改善されていない場合が多い。

(2) 経年化設備では、点検回数、修理回数などを増やすことで維持管理をして災害を防止している。

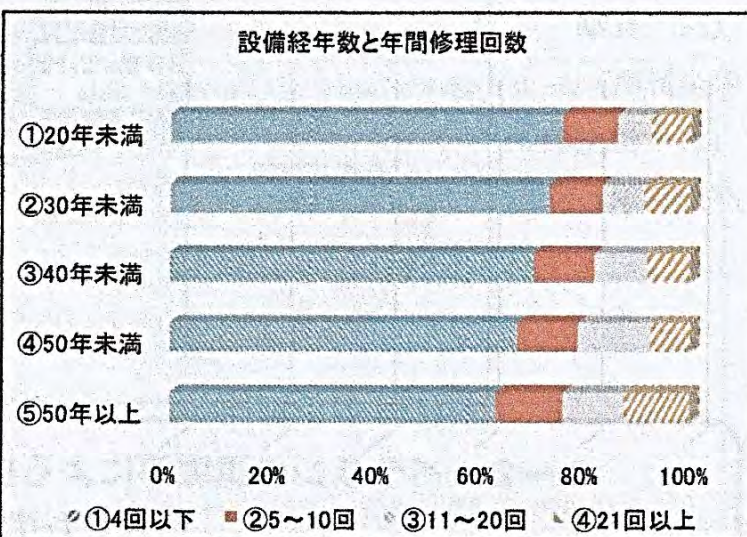
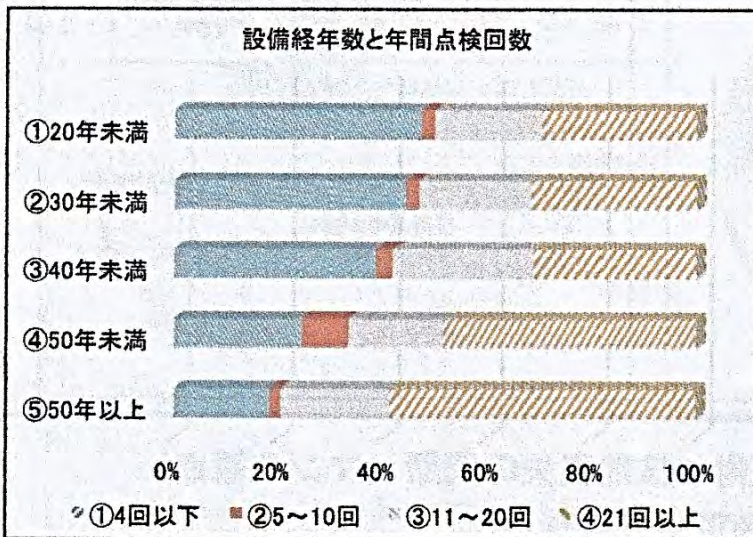
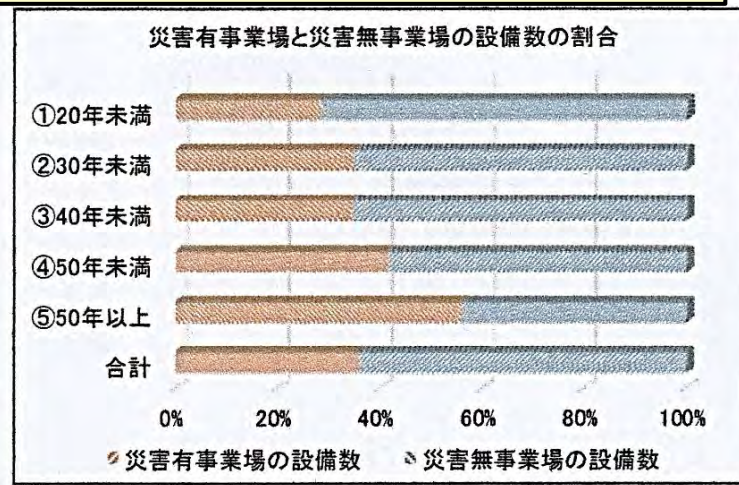
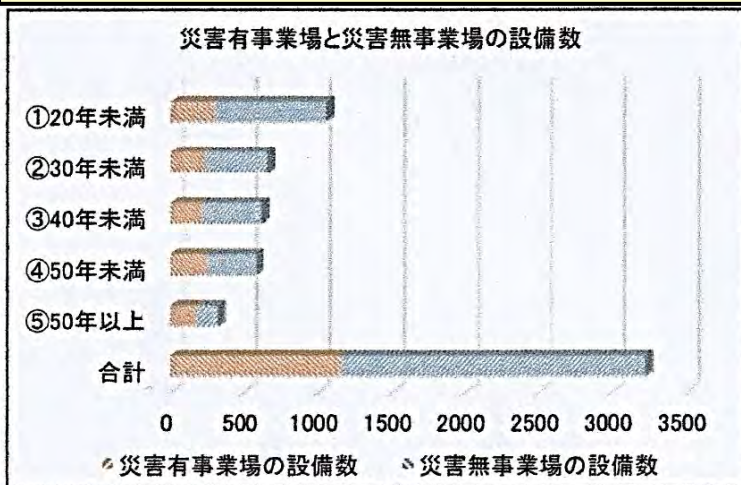
一方、労働災害が有った設備の方が点検回数、修理回数が増加傾向にある。

(3) 経年化設備では、劣化が進んでいる歩廊、階段、手すりなどで、作業者が墜落、転落する労働災害が発生している。

経年化設備は、「保護方策の不備（古い安全水準により設計、製造、設置、使用されている）」、「設備の点検、故障、修理などのために設備に触れる頻度が増加」、「設備そのものの劣化」による「不安全状態」に「管理面の不備」や「作業面の不備」による「不安全行動」が重なることによって「労働災害リスク」が高まっています。なお、経年化設備による労働災害の事例も30頁に掲載しました。

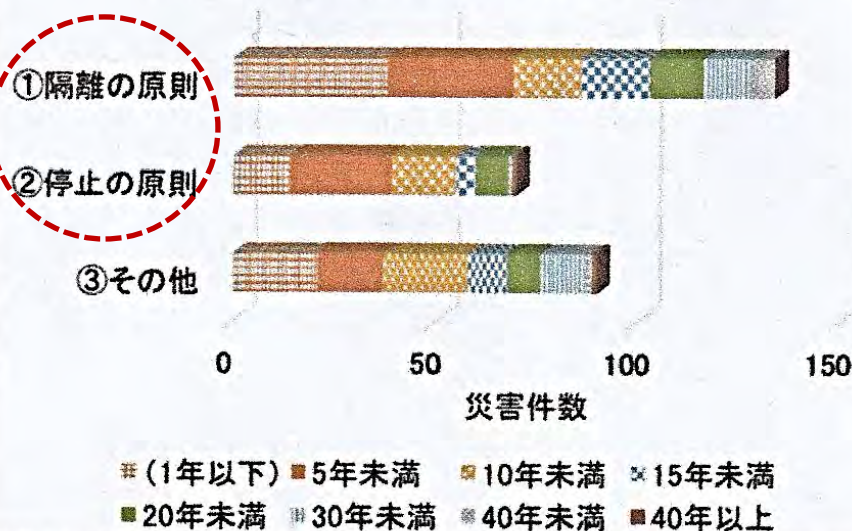
経年化設備と災害発生状況

1. 経年化設備のある事業場は、災害ありの事業場が多い。
2. 点検・修理回数を増して、経年化設備を維持している。

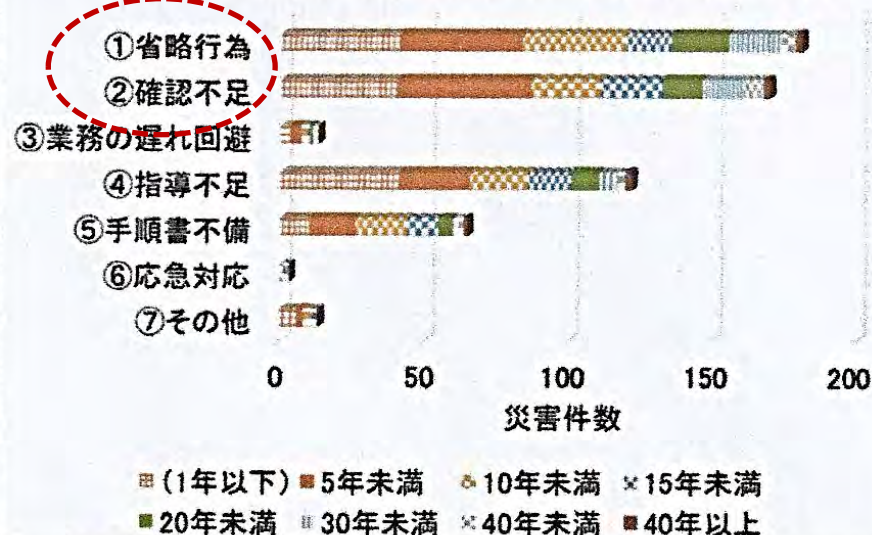


(5) 災害の発生状況

労働災害原因(設備要因)と経験年数



労働災害原因(人的・管理的、作業環境要因)と経験年数



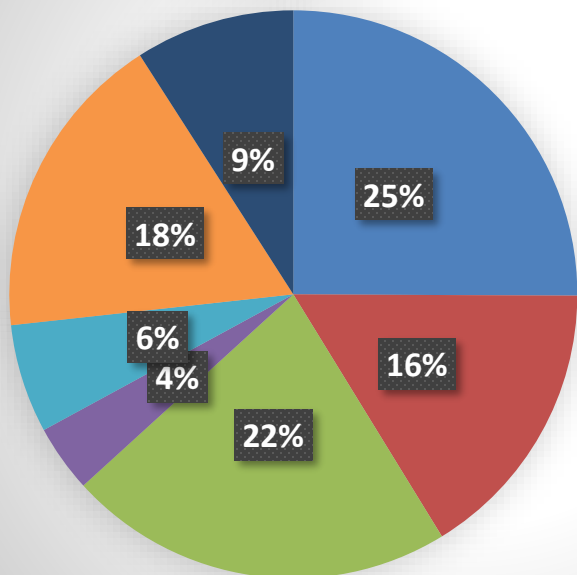
経験年数の短い作業員(若年層だけでなく中高年齢層でも)の労働災害が発生しており、

- 原因(設備要因)は、「隔離原則の不備」、「停止原則の不備」に起因する。
- 原因(人的、管理的、作業環境要因)は、「省略行為」、「確認不足」、「指導不足」による。

令和二年度厚生労働省委託事業「老朽化した生産設備における安全対策の調査分析事業」

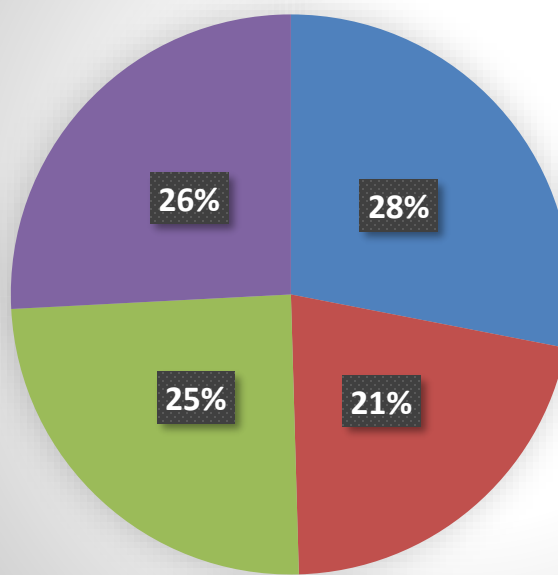
「挟まれ、巻き込まれ」災害防止対策実施状況

運転中



- カバーの設置、隙間の縮小
- 安全柵の設置
- 非常停止装置の設置
- 安全柵内に人が入った場合、機械を停止
- 安全柵を開けた場合、機械を自動停止
- 挟まれ、巻き込まれの注意標示
- 機械を止めずに給油・点検ができるよう工夫

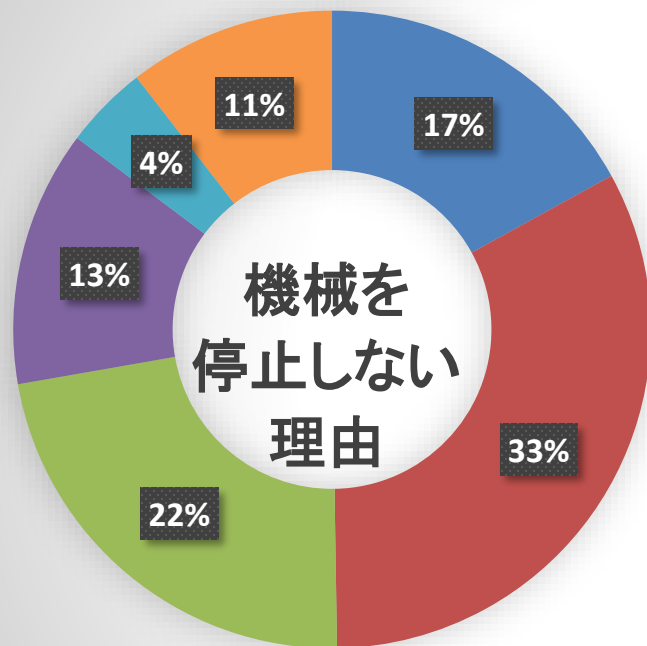
機械停止作業、機械停止中



- 作業開始前に、作業内容、注意事項の周知
- 作業開始前に、隣接区域で実施される作業内容と注意事項を周知
- 機械の電源をオフにして、施錠、操作禁止札
- 機械の元電源をオフ

令和二年度厚生労働省委託事業「老朽化した生産設備における安全対策の調査分析事業」

停止する設備で機械を停止しないで 労働災害が発生した理由



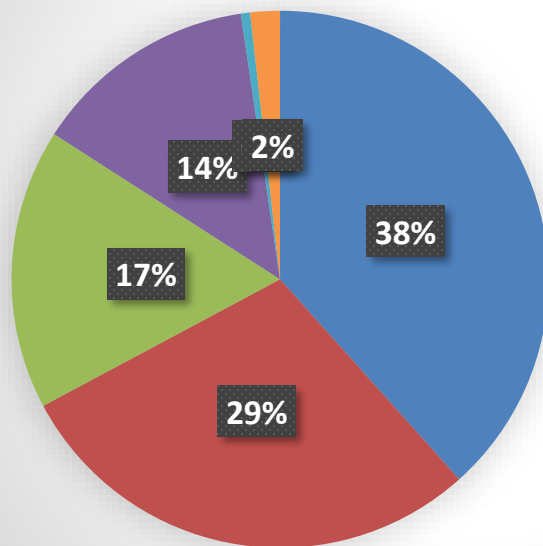
- 機械を止めると生産に影響すると思った
- 機械を止めなくても作業できると判断した
- 機械を止めないで作業できた経験がある
- 機械を停止すると再稼働が面倒
- 近くに停止スイッチがなかった。
- その他

令和二年度厚生労働省委託事業「老朽化した生産設備における安全対策の調査分析事業」

安全対策が不十分な場合の整うまでの対策

分類	①危険性を示した標示で注意喚起している	②マニュアルを作成し、社員及び協力会社員に安全教育を実施している	③該当設備の操作を特定の社員に限定し、特別の安全教育を実施している	④複数人で行う作業では、作業が複数の部門に渡ることを伝達し、装置側スイッチ起動時の安全対策を実施している	⑤何も行っていない	⑥その他
協力会社多	89	77	31	42	1	7
協力会社少	239	182	116	73	4	9
合計	328	259	147	115	5	16
回答数	345	274	152	122	5	16

安全対策が整うまでの対策



- 危険性を標示し注意喚起
- マニュアルを作成し安全教育
- 該当設備の操作を特定社員に限定し特別教育
- 複数部門にわたることを伝達し装置側スイッチの安全対策
- 何もしていない
- その他

(6)ライン長の実情

- ① 管理職の6割が、在籍年数5年以下
- ② 管理職の業務の実態：書類作成・承認と会議

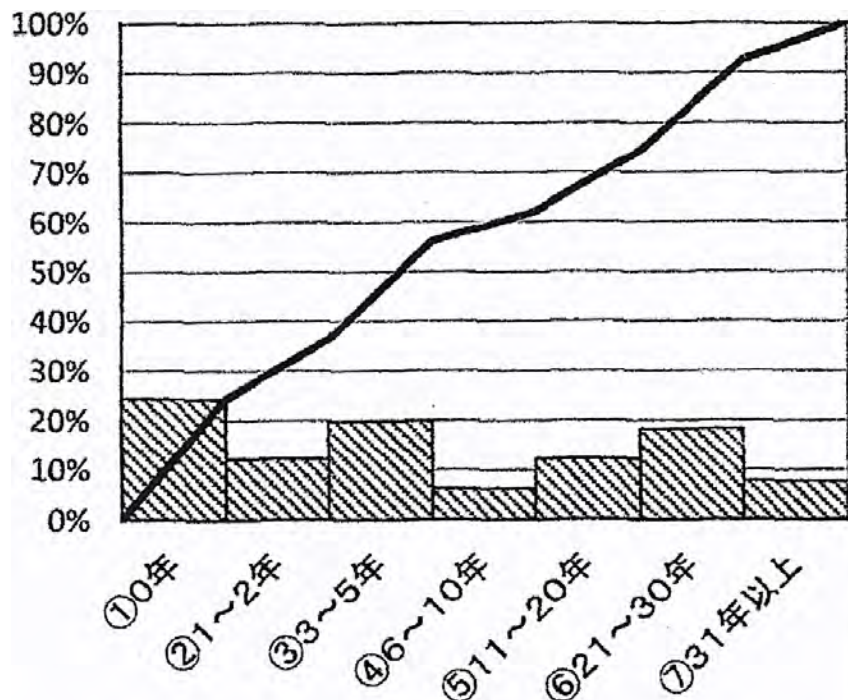


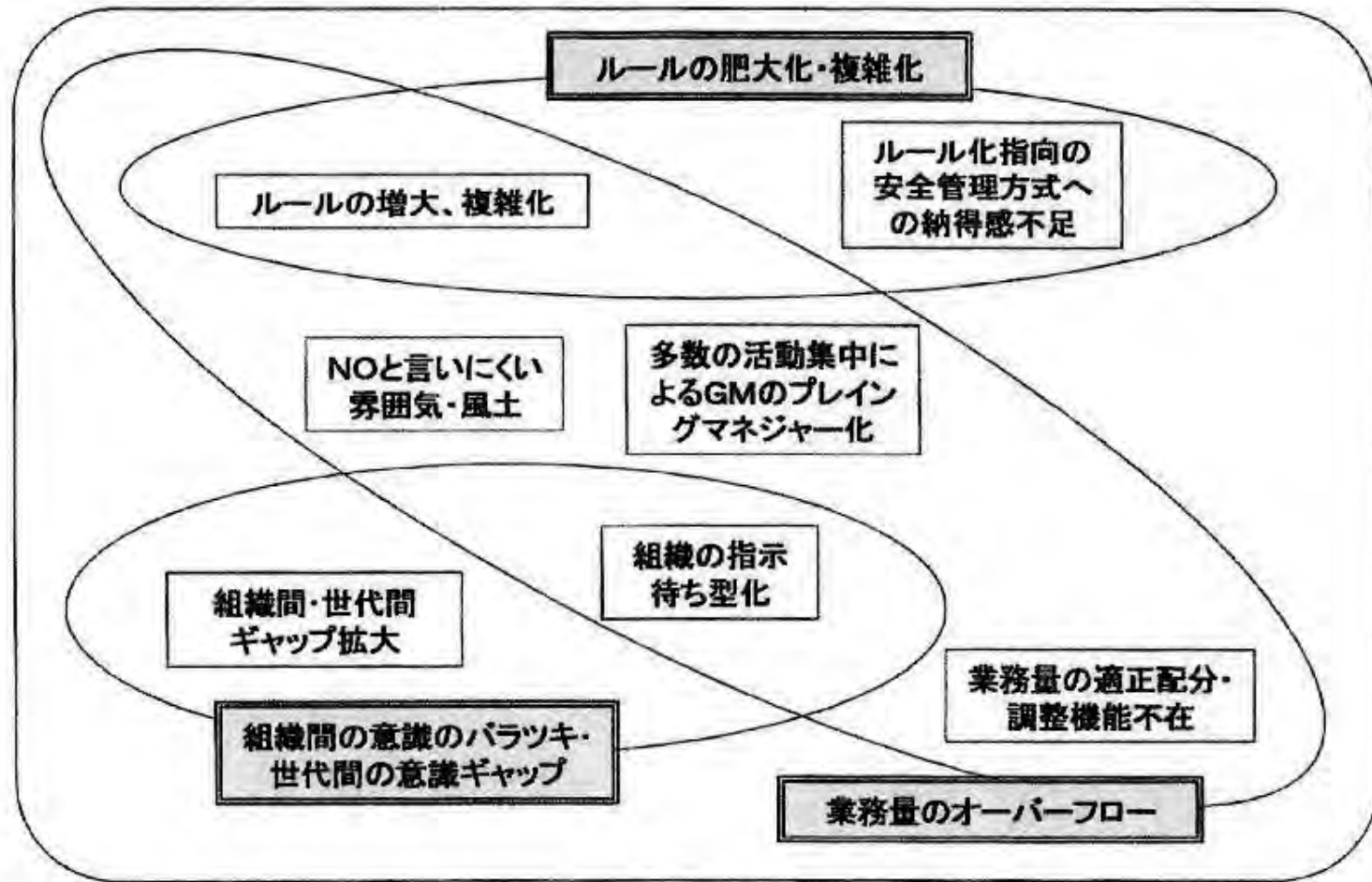
図 49 現在の職場での在籍年数 (課長クラス)

<課長の業務>

業務	比率 (%)
書類作成	16
書類確認・承認	14
公式会議	15
他部門との調整	10
部下との面接・指導	8
自主的パトロール	7

化学工学会プラントオペレーション分科会「オペレーター意識に関するアンケート調査」(2016年2月)

(7) 組織・人・業務環境における問題点や課題



平成21年4月三菱化学株式会社

「三菱化学鹿島事業所第2エチレンプラント火災事故再発防止対策取り組み状況報告書」

2. 技術・技能継承

<企業の意識調査>

1. 技能継承の重要性

9割以上の企業が重要と認識。

2. 技能継承成果の認識

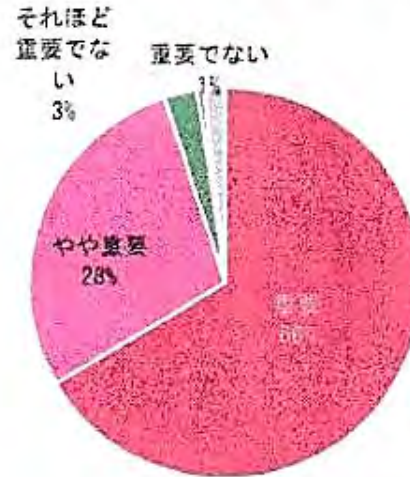
- ・うまくいっている。 45%
- ・うまくいっていない。 54%

3. 技能継承の将来

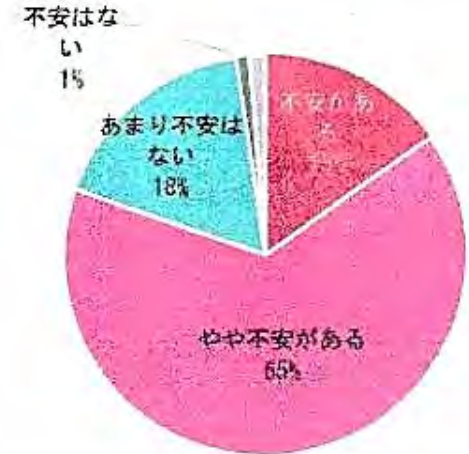
- ・不安がある 80%
- ・不安がない 19%

JILPT [ものづくり産業における技能継承の現状と課題に関する調査](2018年)

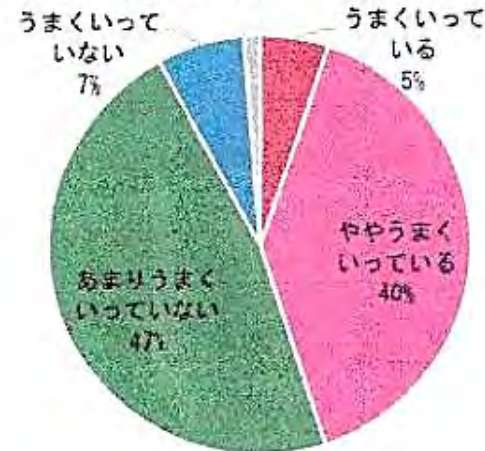
<技能継承の重要性の認識>



<技能継承の不安>



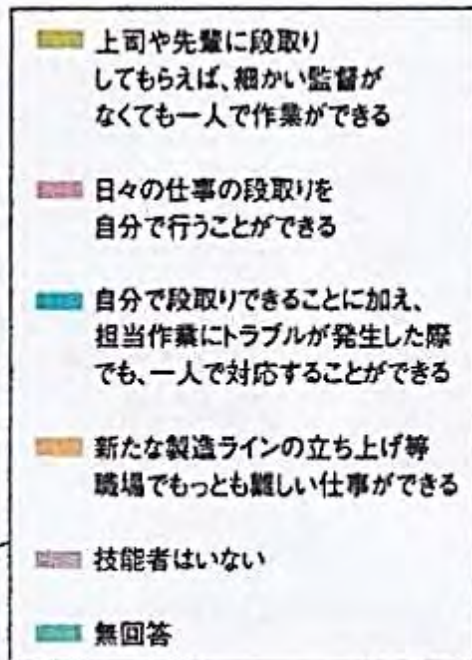
<技能継承の成果の認識>



(1) 技能者が一人前となるには

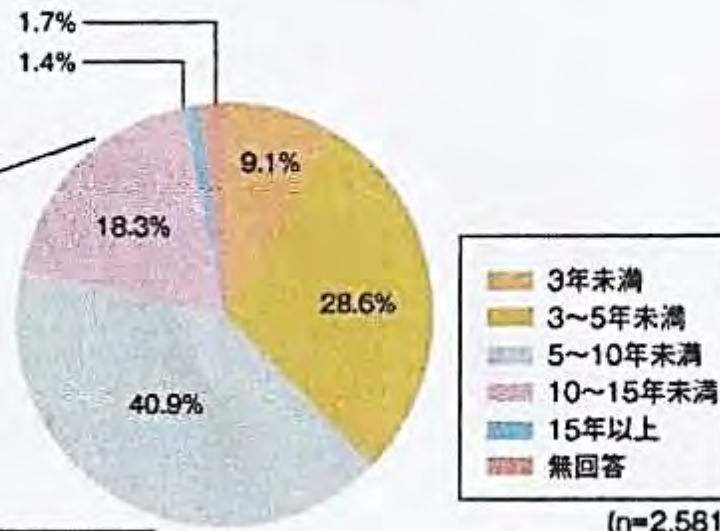
1. 一人前の技能者: 自分で段取りができ、担当作業のトラブルに一人で対応できる。
2. 一人前になる期間: 約5年(5~10年が最も多い。次いで3~5年)

技能者が「一人前」と呼ばれるレベル



(n=4,280)

一人前 (自分で段取りできることに加え、担当作業にトラブルが発生した際でも、一人で対応することができるレベル) になるまでに要する年数



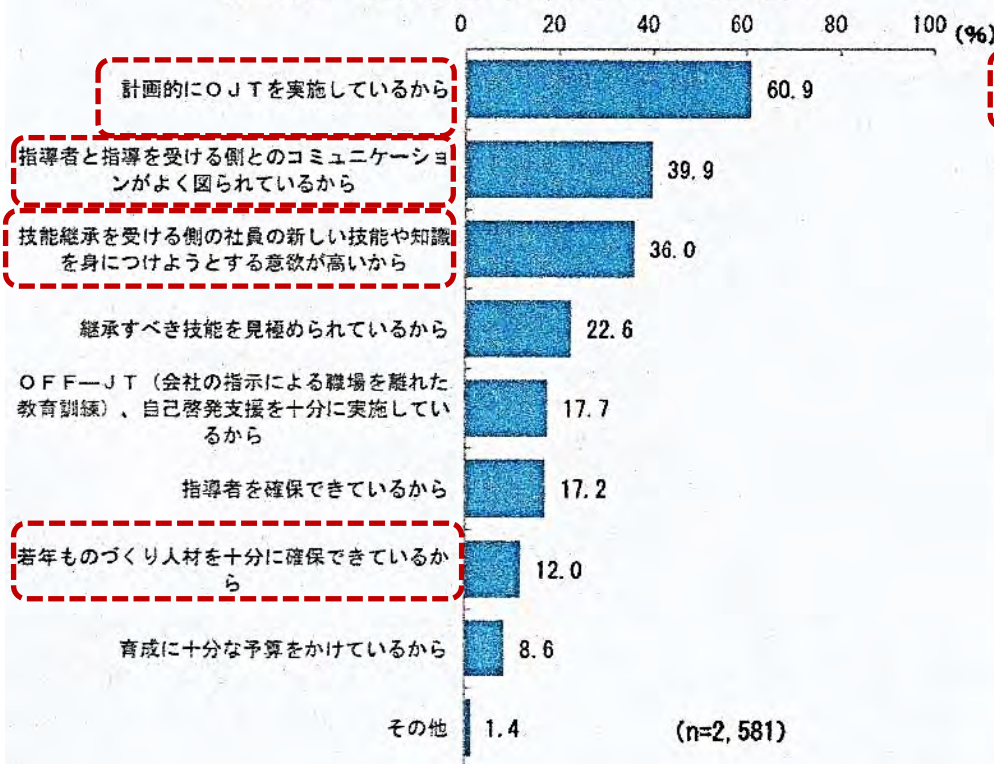
(n=2,581)

資料: JILPT 「ものづくり企業の経営戦略と人材育成に関する調査」(2014年)

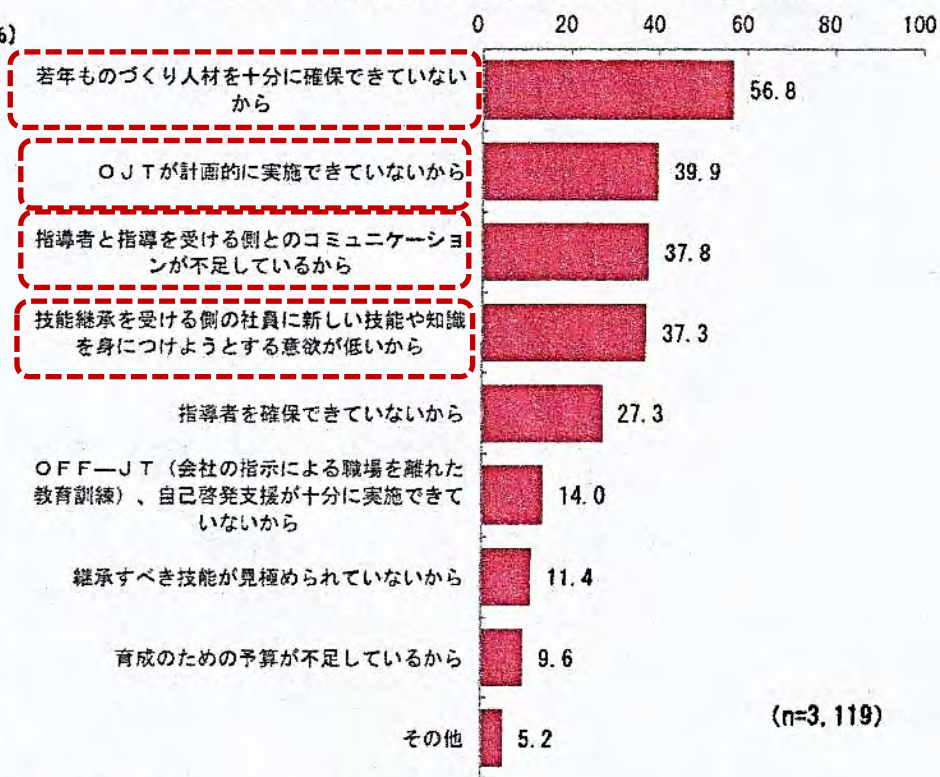
(2) 技能継承の成果につながる要因

1. 計画的にOJTを実施しているか？
2. 若年モノづくり人材を十分に確保できているか？
3. 指導者と指導を受ける側とのコミュニケーションが図られているか？

【図表2-22】技能継承の成果につながる理由



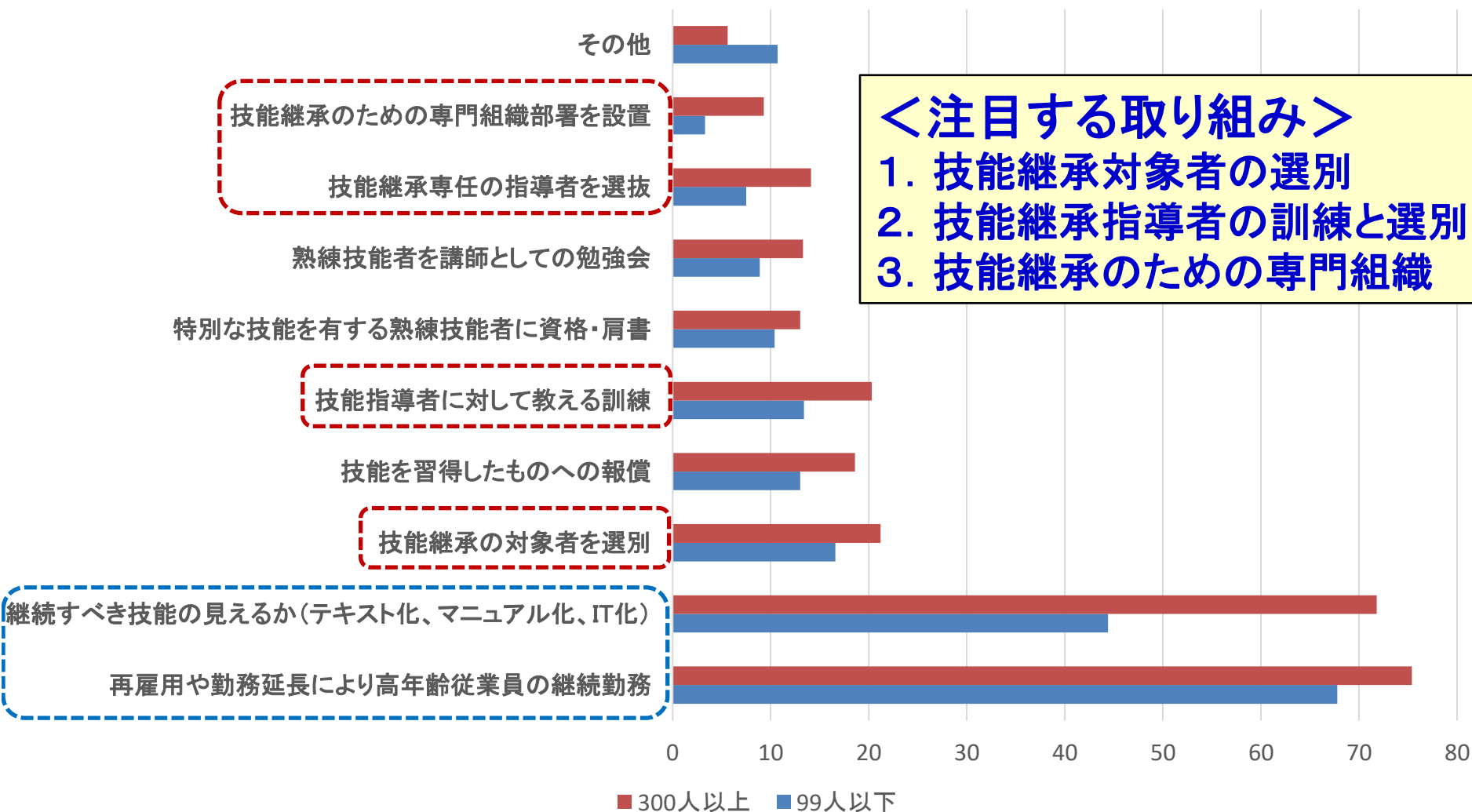
【図表2-23】技能継承の成果につながらない理由



資料：JILPT「ものづくり産業における技能継承の現状と課題に関する調査」（2018年）

高圧ガス製造事業所トップセミナー
化学産業環境変化とこれからの人材育成

(3) 技能継承を進めるための取り組み



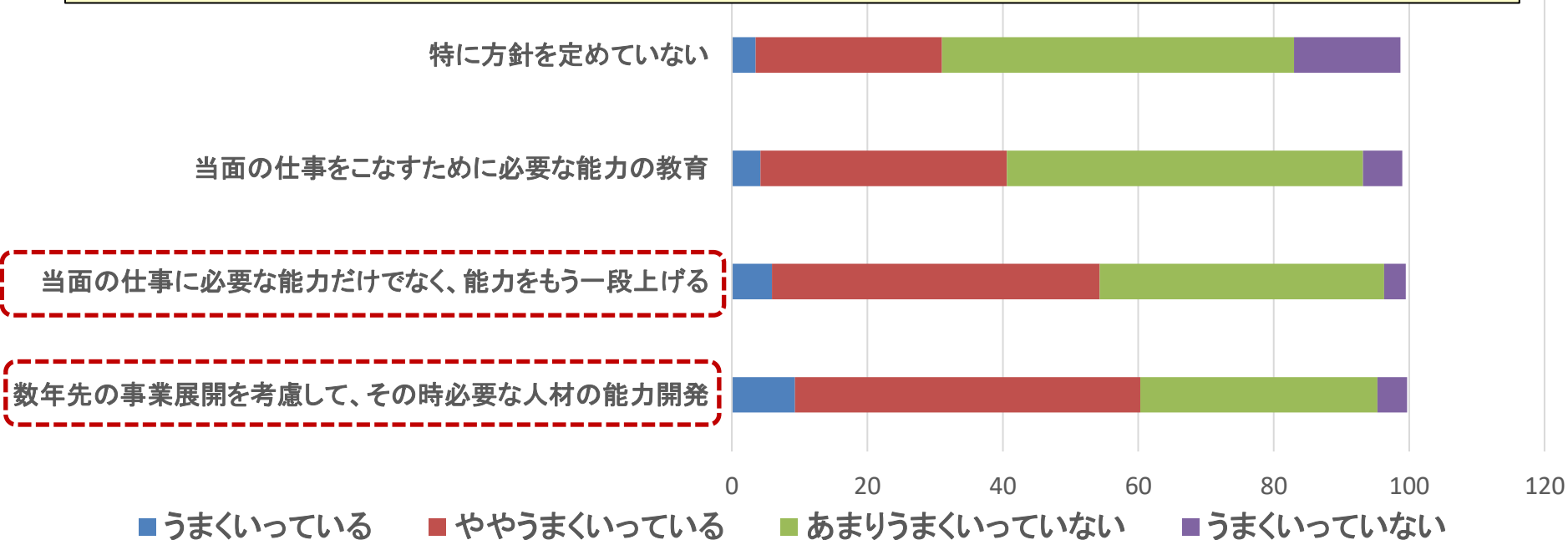
<注目する取り組み>

1. 技能継承対象者の選別
2. 技能継承指導者の訓練と選別
3. 技能継承のための専門組織

(4) 人材育成・能力開発方針と 技能継承に対する評価

技能継承がうまくいっている企業は、

1. 数年先の事業展開を考慮して、その時に必要な人材
2. 当面の仕事に必要な能力だけでなく、能力を一段上げる

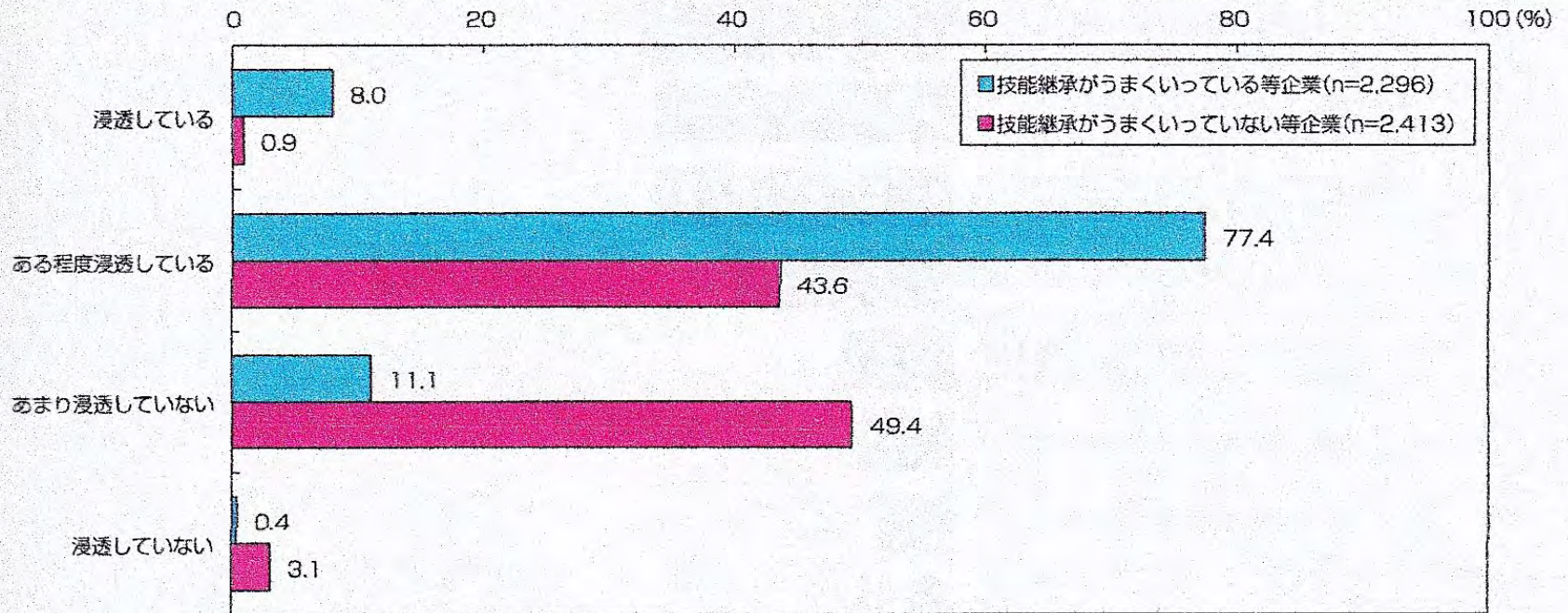


JILPT「若手モノづくり人材の厳しさが技能継承の足かせに」(令和元年6月6日)

(5)ものづくり人材の育成・能力開発方針の社内での浸透状況

人材育成や能力開発の方針が浸透している企業ほど、技能継承がうまくいっている。

図 313-15 ものづくり人材の育成・能力開発の方針の社内での浸透状況

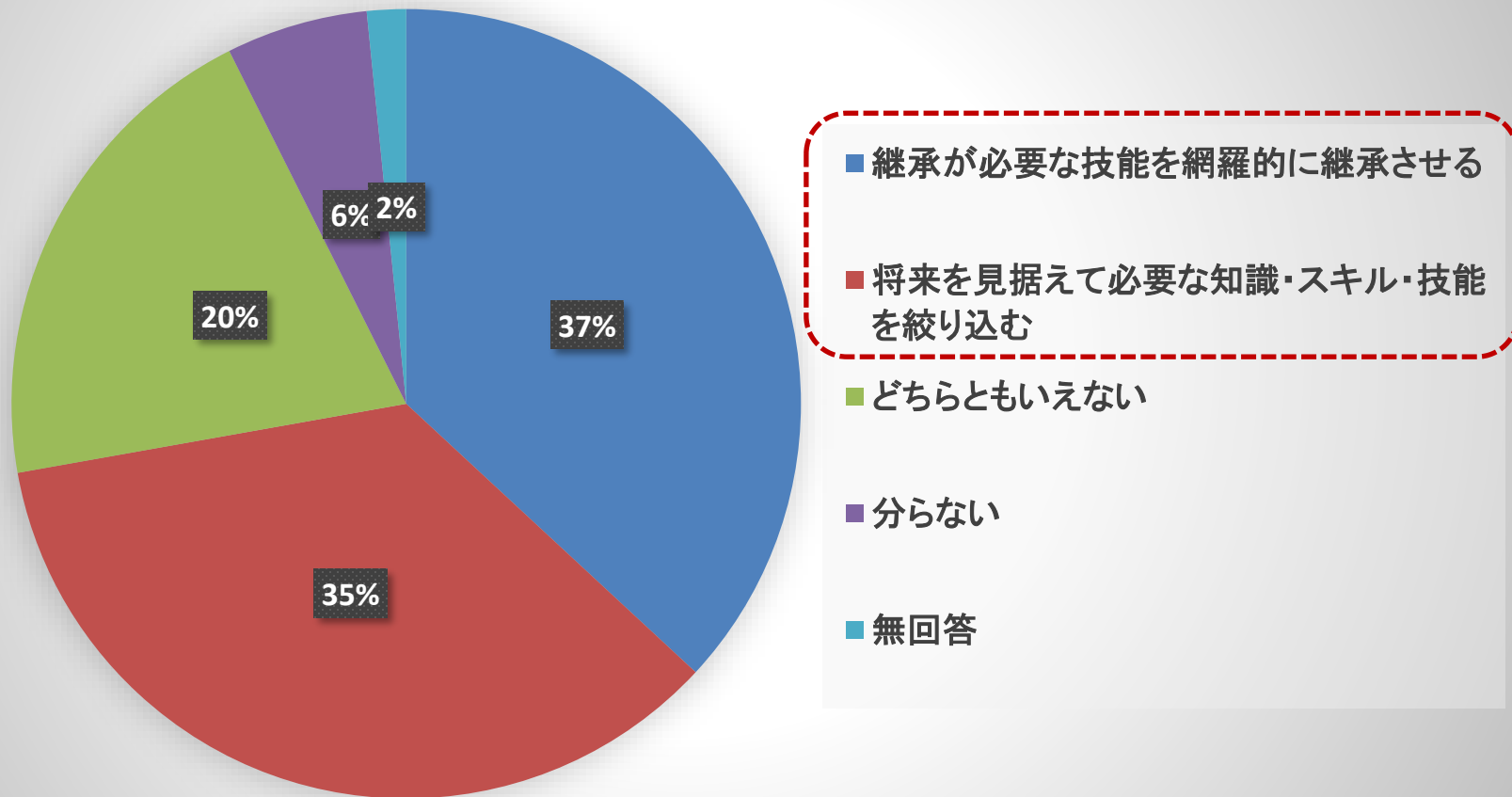


備考：「無回答」は表示していない。

資料：JILPT「ものづくり産業における技能継承の現状と課題に関する調査」(2018年)

(6) 今後の技能継承の方針

比率



JILPT「若手モノづくり人材の厳しさが技能継承の足かせに」(令和元年6月6日)

3. 化学産業の新たな状況

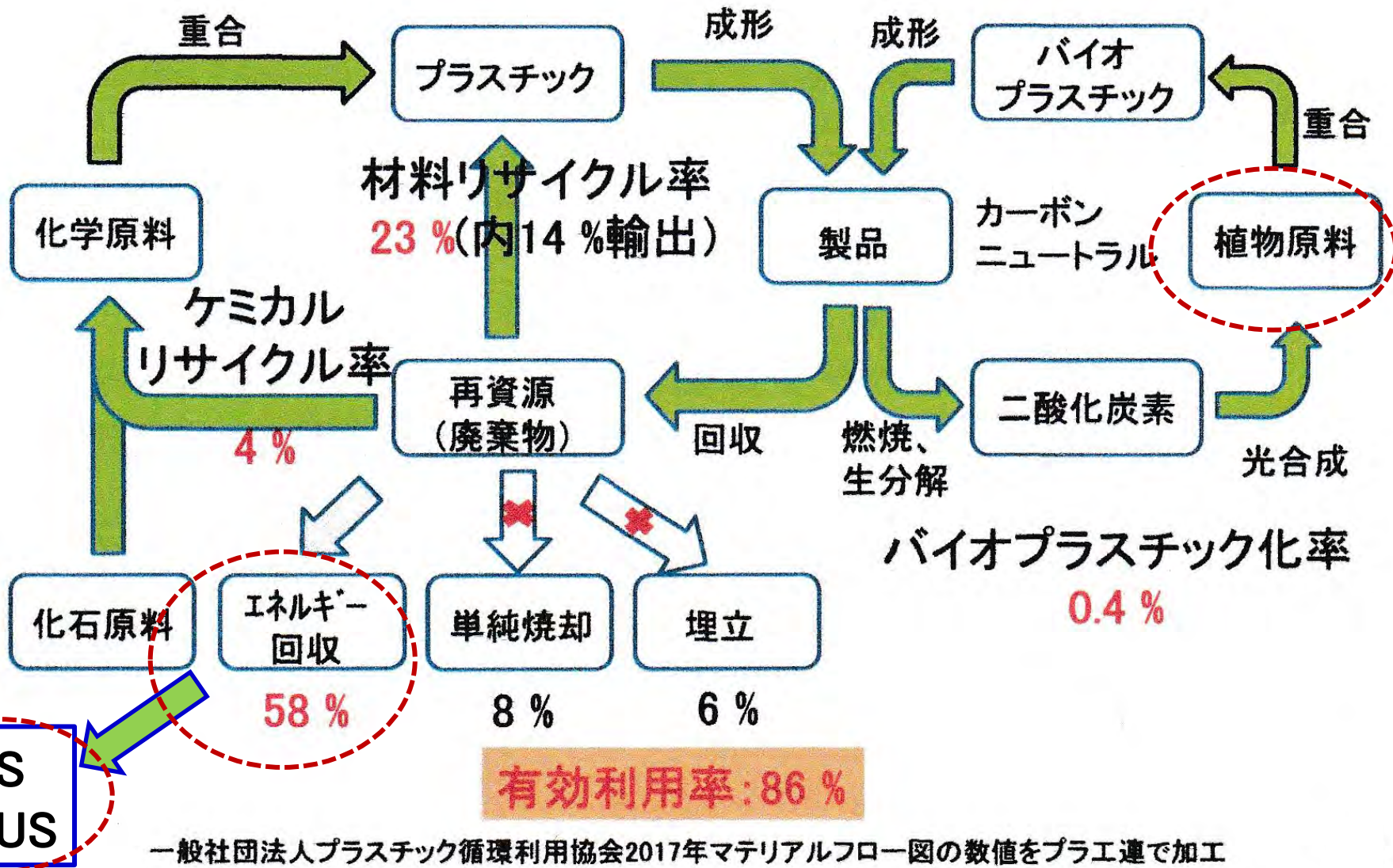
(1) これまでの化学産業の考え方からの転換

- ① コモディティからスペシヤリティへ
 - ・汎用化学から機能材料、ヘルスケアへの転換
- ② カーボンニュートラルなど、新たな社会状況の変化
 - ・CO₂、植物資源等を出発原料とする新たな技術開発
- ③ 新たな技術を安全に生産する技術(安全技術)

(2) 化学産業の再編と統合

- ① 事業環境に適合するための化学企業の再編統合
- ② 国内に残すべき機能と課題
国際競争力、コロナ禍の影響

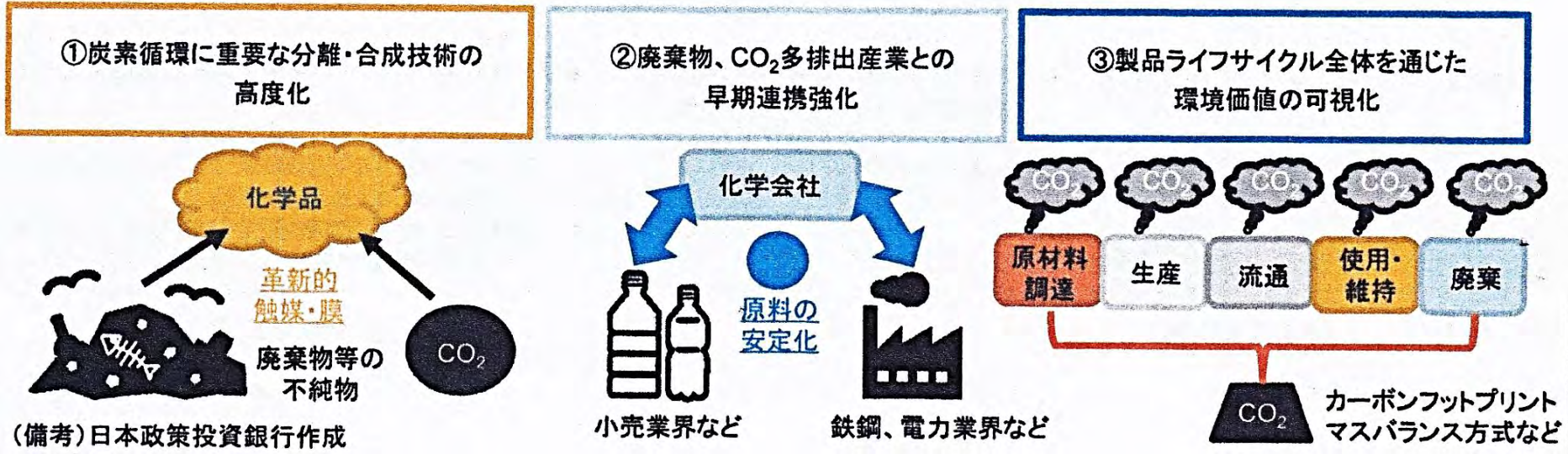
(1) プラスチック循環の考え方



(2) 化学産業が今後注力すべき領域

- ① 炭素循環に重要な分離・合成技術の高度化
CO₂を分離吸収し、革新的触媒による合成
- ② 廃棄物、CO₂多排出産業との早期連携強化
廃プラスチック、CO₂ガスなどの業界との連携
- ③ 製品ライフサイクル全体を通じた環境価値の可視化
LCAによるトータルエネルギーバランス

図表7-2 化学産業が今後注力すべき領域



日本政策投資銀行DBJ Research No.339 (2021年5月21日) 2050年カーボンニュートラル実現に向けた化学産業の挑戦

(3) 新たな技術開発に対する コンビナートの課題

1. 各企業の課題

- (1) 新たな技術を開発する。
- (2) 開発技術を安全に製造し、利用者が安全に使用する。

2. コンビナートの課題(企業間連携)

- (1) 水素、アンモニアなど共通原料に対する取り組み
- (2) CO₂吸収・貯蔵に対する共同での取り組み
- (3) 新たな開発技術の安全性評価技術

3. 地域社会とのリスクコミュニケーション

- (1) 新たな事業に伴うリスク情報の開示
- (2) 地域社会とコンビナート企業との連携

4. どこまで安全を求めるか？

(1) 安全の考え方

(2) 化学産業の安全に影響を与えた二つの事故

・セベソ事故

リスク耐用の枠組み、ALARPの原則

重大事故防止規則 (COMAH)

・ボパール事故

Responsible・Care活動

(3) 福島原発事故から学ぶこと

リスクアセスメント

リスクマネジメント

(1)安全の考え方 (日本とglobalとの比較)

日本
社会



Global



許容可能
広く受け入れ可能

受け入れ不可能

ALARPの領域

「安全」定義の推移

1. 1970年代 世界各地で化学プラントの重大事故が発生した。
1976年 イタリアの「セベソ事故」発生。
1982年 EUは、セベソ指令(欧州指令)として、欧州統一の安全規格を策定。
2. 1990年、国際基本安全規格 第1版発行。(ISO/IEC GUIDE 51:1990年版)
→ 「絶対安全は存在しない。」
「受容できないリスクがないこと (freedom from unacceptable risk.)」
3. 1999年 ISO/IEC GUIDE 51: 1999年版が発行。 安全の定義に変更なし。
4. 2014年、ISO/IEC GUIDE 51: 2014年版で改定
「受容できないリスクがないこと (freedom from unacceptable risk.)」
→ 「許容できないリスクがないこと (freedom from risk which is not tolerable)」

(2) 化学産業の安全に影響を与えた二つの事故

年	概要	法規制
1976	<p>イタリア セベソの農薬工場爆発事故 大量のダイオキシンが放出。</p> <p>① ダイオキシンは、1、800haに飛散 ② 高汚染地区:居住禁止、強制疎開 ③ 被害: 死者0、被災者22万人 鶏、兎、等の家畜大量死</p>	<p><u>1982年 セベソ指令</u></p> <p><u>1996年 セベソII指令</u> 「重大事故の危険性に関するEU指令」 EX. イギリス 1999年 HSE COMAH(重大事故防止規則) 立地計画:周辺に影響を及ぼさない</p> <p><u>2012年 セベソIII指令</u> 大規模災害のリスク管理の強化</p>
1984	<p>インド ボパール事故 化学産業史上最大級の事故</p> <p>① 猛毒のメチルイソシアネートが 約40トン漏洩し、市街地に流れた。 ② 死者:3、000人以上、被災者:35万人</p>	<p>化学産業の存続の是非が問われた → RC (Responsible・Care)活動 ・法令順守は必要最低限の条件 法令以上の良いことをしないと 化学産業は、生き残れない。</p> <p>1986年 緊急対処計画及び 地域住民の知る権利法 1992年 “Agenda 21”</p>

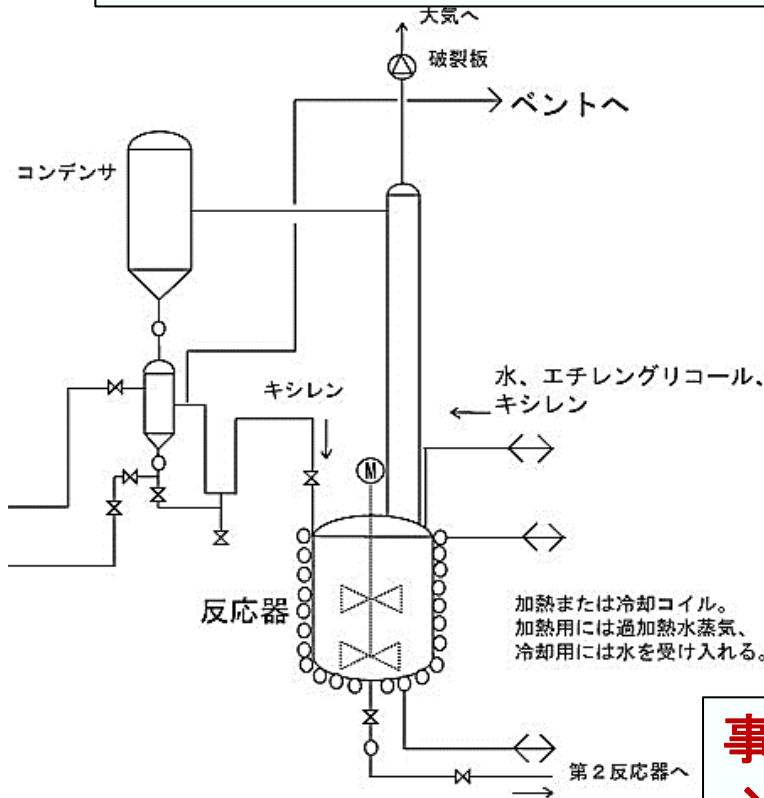
セブソ事故

＜ダイオキシン類の暴露事故としては最大規模の事故＞

1976年7月10日 イタリア・ミラノ近郊のセブソの農薬工場で爆発事故

ダイオキシン類:30kg～130kg 住宅地区を含む1800haに飛散

- ① 高汚染地区は居住禁止・強制疎開などの措置
- ② 周辺地域では鶏、兎、猫等の家畜が大量死



反応器まわりの概要

＜事故原因＞

230℃以下なら暴走反応は起こらず安全だと思われており、当日の作業は158℃で停止している。

ところが180℃を超えると発熱反応を起こすことが、後日の研究で分かった。

158℃で停止させたとき攪拌を停止した。加熱コイルでは12気圧、190℃の過熱蒸気を用いて加熱していた。このコイル内に残った過熱スチームにより表面近くが部分的に180℃以上にまで加熱された。

失敗知識データベース イタリア・セブソの化学工場での爆発

事故は新たな技術開発につながる

→ ARCなどによる断熱状態での熱挙動把握

HSE(英国安全衛生庁)

1982年 セベソ指令

1988年 イギリス HSE(安全衛生庁)、EUのセベソ指令を受けて「リスク耐容性の枠組み」*¹を適用する方針を出す。

1996年 EU セベソ指令Ⅱ 重大事故の危険性防止

1999年 イギリス HSE
セベソⅡ指令を受け、重大事故防止(COMAH)規則を制定

* 1 リスク耐用の枠組み

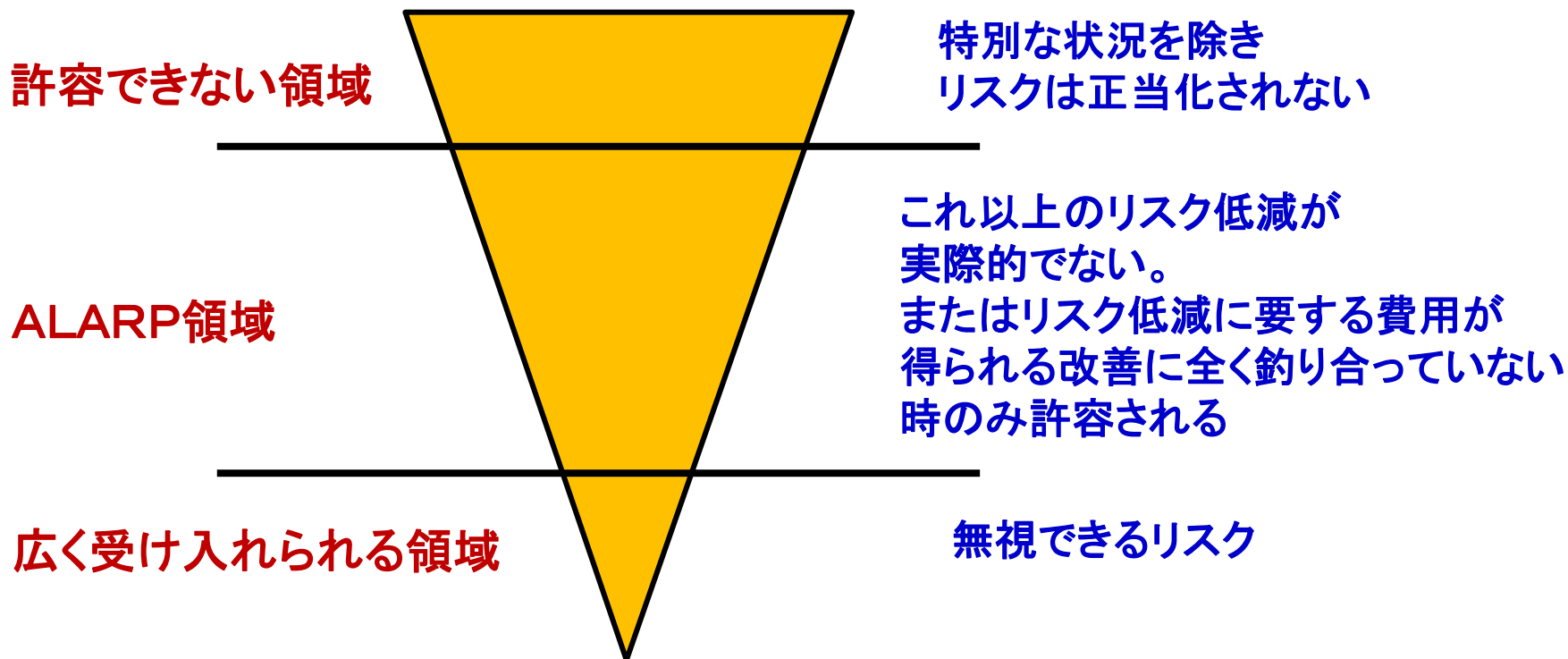
HSE(安全衛生庁)は、EUの動きに合わせて、安全に関するガイドラインを作成。

1988年 リスクの耐用性の枠組み

安全は、「安全」か「危険」かの二価値化ではなく、安全と危険との間に「我慢できる(Tolerable)領域」を設けて、三つの領域で考える。

我慢できる領域の判断は、ALARPの原則に則って行われる。

ALARPの原則 (As Low as Reasonably Practicable)



- ・「ALARPの原則」は、
英国の「Edwards v National Coal Board [1949] 判例に、その考え方が示された。
- ・ALARAは、放射線量と放射線物質の放出量を最小限に抑えるという、
放射線安全利用における原則で、1997年に国際放射線防護委員会(ICRP)が勧告。

COMAH規則

Control of Major Accident Hazard Regulation

安全報告書

- ① 考えられる重大事故のシナリオについての説明とその発生確率
- ② 事業者自身が、「必要な全ての措置」が講じられていることを、HSE(安全衛生庁)に証明
 - ・ 重大事故の危険が確認されていること、
 - ・ 重大事故を防止し、人と環境への影響を抑えるために、必要な措置が講じられていることを、HSEに説明する。

必要なすべての措置

ALARP原則(As Low As Reasonably Practicable)に則って、リスクを合理的に、実行可能な限り低く抑制する。
(ALARPの原則を守らずに実施する場合は、事業者の責任)

ボパール事故

<発災に至る経緯>

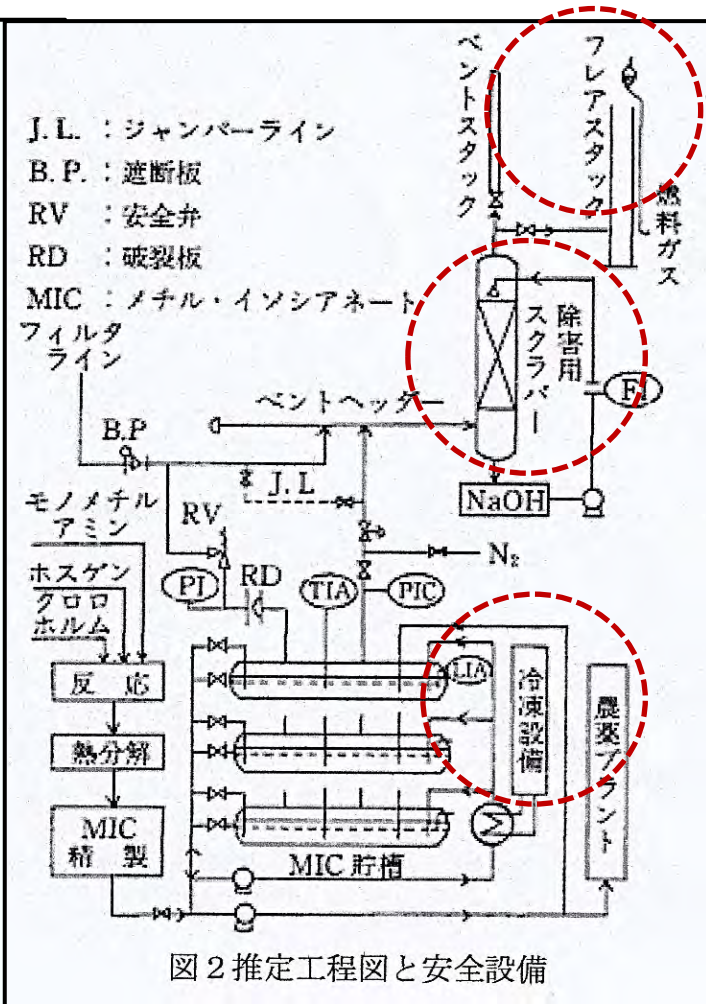
1. 製造装置は10月23日から運転停止。
18日～22日の運転で、規格で定めた5%を超える12～16%のクロロホルムを含むMICが製造され、タンクに保管。
2. 12月2日夕方、タンクのガス抜き系配管の水洗浄作業。
この時、仕切り板が挿入されなかったため、洗浄水がタンクに流入。
3. 23時頃タンク圧が上昇、23時30分ごろMIC蒸気漏洩
4. 翌日0時45分頃、MICの漏洩量増加、一部設備を破壊
3時30分頃、漏洩蒸気が工場外に拡散（MIC放出量：35トン）

<異常反応>

クロロホルム含有量の多いMICに水が混入し、塩酸を生成。
塩酸がタンク剤のステンレス鋼を腐食し、鉄を溶出。
鉄が触媒となって、MIC3量体化反応が起き、反応暴走。

<安全対策装置>

- ① MICが低沸点のため、タンクを0℃以下に維持するための冷凍機が、7月から運転停止されていた。
- ② タンクの温度警報器は、リセットされていなかったため、5℃でも発報せず。
- ③ MICをアルカリによって吸収する除害用スクラバーは、10月22日より、循環ポンプ停止。
- ④ 漏洩ガスを燃焼処理するフレアスタックも、配管工事のため停止。



失敗知識データベース
インド・ボパールの化学工場の毒ガス漏洩

(3) 福島原発事故から学ぶこと

1. リスクアセスメント(RA)

2009年7月 原子力安全・保安院 は、中越沖地震で、新たに活断層問題が提起されたことを受けて、福島第一原発・第二原発の耐震安全性を再評価し、「耐震安全性評価」OKと発表。

その時、津波、屋外重要土木構造物は、危険源としてリストアップされたが、リスク評価の対象とはならなかった。

2. リスクマネジメント

2011年3月11日、福島第一、福島第二、女川原発、東海第二は、いずれも想定を超える津波に襲われたが、福島第一は致命的災害となった。一方、福島第二、女川原発、東海第二は無事であった。

(福島第一は電源を喪失したが、福島第二、女川、東海第二は電源を確保)

→ 危害のひどさが大きくとも、発生確率が小さいと見積もられた場合は、リスクは小さく評価される。

福島第一原発免震重要棟



福島原発の耐震安全性評価

福島第一原子力発電所及び
福島第二原子力発電所の
耐震安全性について

平成21年7月
原子力安全・保安院

バックチェックの方法(耐震安全性評価)

基準地震動 S_s を策定し、下記の施設等の耐震安全性評価を実施。

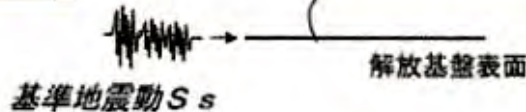
安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価
(原子炉建屋)

安全上重要な機器・配管系
の耐震安全性評価

地震随件事象に対する考慮
(周辺斜面、津波)

原子炉建屋基礎地盤
の耐震安定性評価

屋外重要土木構造物
の耐震安全性評価



今回は で囲った設備のうち重要なものについて評価

<ポイント>

中越沖地震で、活断層が
問題になったことを受けて、
福島第一、第二原発の
耐震安全性が評価された。

津波は危険源となったが、
リスク評価の対象に
ならなかった。

結局は、経験と専門知識によって、絞り込む

羽生三原則

「天才棋士は何手先まで読むのだろう」

一番最初に使うのが、「直感」

一つの場面で約80通りの可能性がある。
その中から二つか三つを瞬時に選択する。

その上で、「読む」

三つの選択肢には三つの選択肢があり、さらに三つ…
そう考えていくと、3の10乗、6万通りにもなってしまう。
その一つ一つを確かめることはできない。

3番目に必要になるのが、「大局観」

ここは積極的に動いた方が良いと大局観でわかれば、
積極的な選択はどれかとだけに集中して考える。
大局観とは状況判断ができる力、本質を見抜く力である。



リスクアセスメントに関する教訓

(1)「危険源」の特定の難しさ

「危険源」を網羅的に取り上げることは、RAの必要条件であるが、「危険源」としてリストアップされても、リスク低減措置対象になるかどうかは、リスク評価者の力量に掛かっている。

→ RA実施する人材の重要性：

当該部門に加えて、専門家、経験者、複数部門の関係者を加える。

(2)リスク評価：どこまでのリスクを許容するか？

経営資源は限られており、技術的に対応が難しいリスクもある。

① すべてのリスクに対応することはできない。

→ どこまで安全を求めるか？（どこまでのリスクを許容するか？）

② リスク評価方法（掛け算方式でよいか）

(3)「3H(初めて、久しぶり、変更)」に関する事故が多い。

ex. ① 福島原発事故における緊急冷却設備（イソコン）の稼働の見誤り

② 長く稼働していなかった設備の再稼働

なぜ、福島第二・女川は大丈夫だったか！

	福島第一	福島第二	女川
地震想定	マグニチュード6.5 に対し、9.5	マグニチュード6.5 に対し、9.5	
津波想定	5.7mに対し、約15m	5.7mに対し、約7m	約9mに対し、約13m
	<p>①外部からの電力供給を受けられなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電鉄塔倒壊 ・送電網とルート倒壊 <p>②津波により、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用発電機冠水 ・海水系ポンプ冠水 ・配電盤冠水 <p>→非常用電源を失う。 1基助かる。(空冷式)</p>	<p>①非常用発電機 気密性の高い 原子炉建屋内に設置</p> <p>②地震発生当日に、 外部電源が 使用可能になる。</p>	<p>①標高15mに施設建設 地下部分の 一部浸水に止まる。</p> <p>②外部からの 電力供給があった。</p>
停止状況	<ul style="list-style-type: none"> ・1～4号機爆発 ・5, 6号機、20日冷温停止 	15日までに全基が、 冷温停止。	12日未明までに、 3基全て冷温停止。

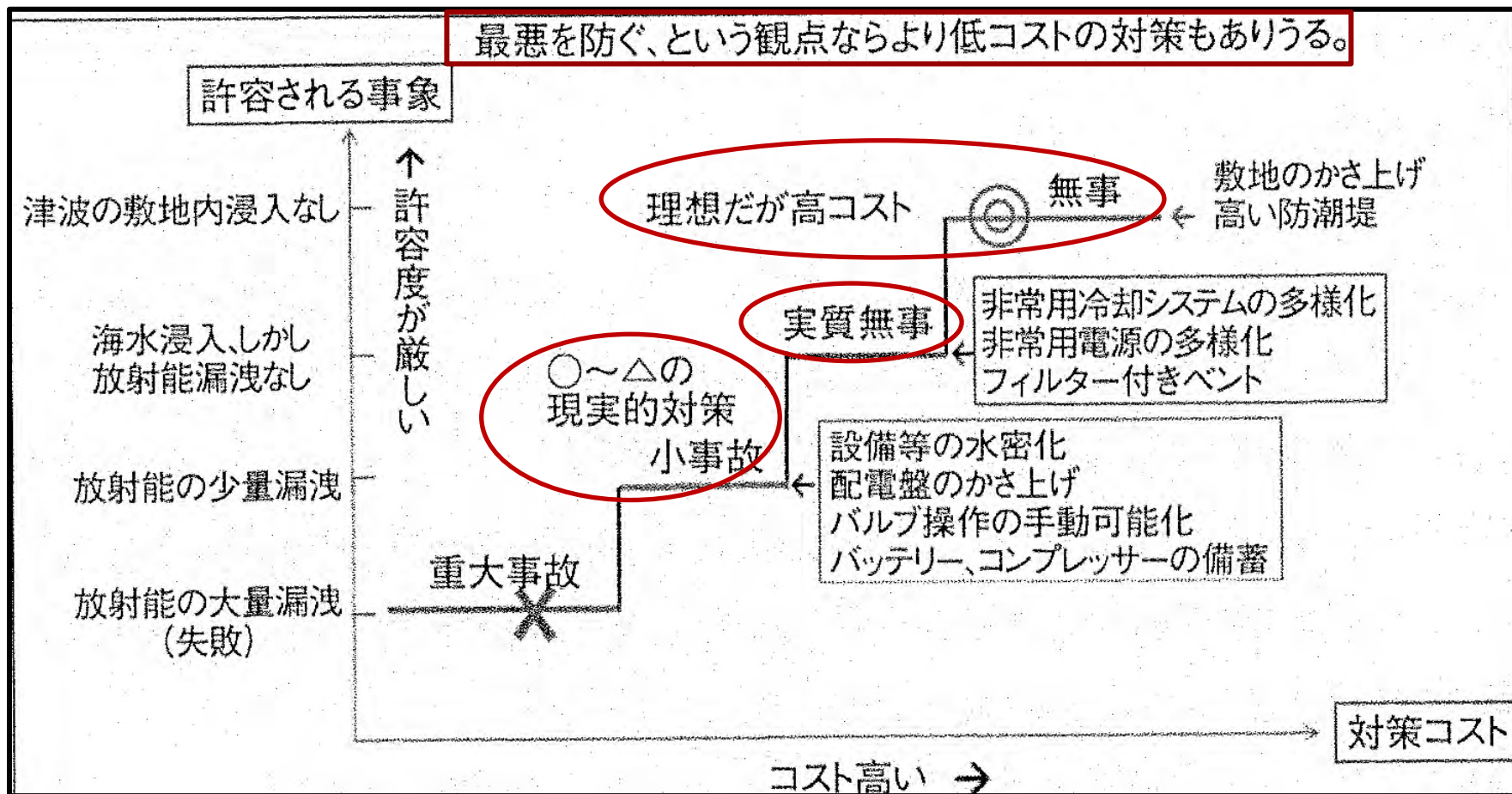
政府事故調 核心解説

以上の海外での安全対策を見ていると、日本の“安全神話”とはいったい何だったのか、と言いたくなる。日本の原発技術は、材料技術、機器の信頼性および地震対策などの面で優れていたと思われる。しかし、それらのほとんどは「小さな事故を起こさない」ための技術であり、ある程度の規模の事故が起こってしまった後の「減災のための安全技術」は含まれていなかった。

つまり、日本は「小さな事故を起こさないためには神経を集中させてきたが、いったん事故が起こった後のことを十分には考えてこなかった」と総括できるように思う。

畑村洋太郎、安部誠治、渕上正朗：
「福島原発事故はなぜ起こったか 政府事故調核心解説」、P77(2013年)講談社

津波に対する安全コストと許容される事故の過酷度



畑村洋太郎、安部誠治、瀧上正朗:

「福島原発事故はなぜ起こったか 政府事故調核心解説」、P78(2013年) 講談社

リスク評価方法 —安全性工学への疑問—

加藤尚武 京都大学名誉教授

1. 「理論上のリスク・ゼロはあり得ないが、非常に低い事故の発生確率になるよう設計条件が整えられているので、事実上のリスクゼロを達成できる」と信じていた。
2. 「確率論的安全評価」(Probabilistic Safety Assessment)システムという最高度の合理的予測、安全技術の基本概念そのものに、事故の原因となるものを見出すことができる。
3. 「異常な危険」(abnormal danger)には、無過失責任を適用するという法律論には、過度の損失はそれを反復すると人間の生活が成り立たなくなるので、「事実上リスクゼロ」にしなければという含意である。
4. 原子力発電所の安全の設計原理(PSA)の中には、確率の基礎概念として「期待値」が使われている。
「期待値」は、「低い確率で大きな損害＝高い確率で小さな損害」という等式に基づいているから、
「異常な危険は、事実上リスク・ゼロにせよ」を吸収できない。
5. 無過失責任の原理には、
「低い確率で大きな損害 ≠ 高い確率で小さな損害」という前提があるからである。



リスクマトリックス(通常)

向殿政男 よくわかるリスクアセスメント(中災防新書)

頻度 \ ひどさ	1 無視可能	2 軽微	3 重大	4 破局的
信じられない	1	1	1	1
起こりそうにない	1	1	2	2
あまり起こらない	1	2	2	2
ときどき	2	2	3	4
かなり	2	3	4	4
しばしば	3	4	4	4

1 無視可能なリスク

2 許容可能なリスク

3 受け入れられないリスク

4 全く受け入れられない

リスクマトリックス(見直し)

頻度 \ ひどさ	1 無視可能	2 軽微	3 重大	4 破局的
信じられない	1	1	1	4
起こりそうにない	1	1	2	4
あまり起こらない	1	2	2	4
ときどき	2	2	3	4
かなり	2	3	4	4
しばしば	3	4	4	4

1 無視可能なリスク

2 許容可能なリスク

3 受け入れられないリスク

4 全く受け入れられない

福島原発事故の教訓

(1) 小さな事故もすべてなくそうとした結果、(社会がなくすことを求めた結果)

重大事故に対する備え、事故が起きた後の対策ができていなかった。

- ① 致命的事態を回避するという観点なら、大きな費用を掛けなくとも、(完璧な対策でなくとも) 実施できた対策がある。
- ② 設計段階から重大事故防止に重点を置いて取り組む。
- ③ リスク評価方法

(2) すべての事故に対応できないということは、

「どこまで安全を求めるか」、「許容可能なリスクとは何か」が問われる。

- 新規開発技術にとって、重要な課題になる。

(3) リスクコミュニケーションの重要性

- ① 社会に対して、「事故がない」と説明してきたことによる弊害があった。
 - 許容可能な事故(トラブル)も、起こしてはいけないことになった。
 - 稼働後、判った「リスク」に対しても、対策を講じることが難しくなった。
- ② 原子力発電の利点も危険性も、どちらも説明不十分。
 - 新規開発技術の社会への説明

5. これからの安全マネジメント

1. 日本と欧米との比較

- (1) 日本と欧米との災害発生率
- (2) すべての事故防止か、重大事故防止か？
- (3) 日本と欧米との安全に対する考え方

2. 安全文化と安全マネジメント

- (1) 各階層のコミットメント
- (2) デュポン社

Felt Leadership

参考. 京葉人材育成会の紹介

(1) 日本と欧米との災害発生率の比較

	死亡災害率	休業4日以上の災害率
日本	2.1	2.4
アメリカ	2.3	44.0
EU平均	2.5	30.1
イギリス	1.3	11.4
スウェーデン	1.5	10.9
オランダ	1.7	28.3
ドイツ	2.1	32.8
フランス	3.4	40.2
スペイン	3.5	55.3

- ・死亡災害率：1年間に労働者10万人当たりの死亡者数
- ・休業4日以上の災害率：1年間に労働者千人当たりの休業4日以上の死傷者数

中央労働災害防止協会「海外の労働安全衛生統計－EU域内、日米労働災害比(2005)
https://www.jisha.or.jp/international/statistics/200807_04.html

(2) ハインリッヒは、二つのことを提言

1. 安全担当者は、重大な事故が、小さな事故の副産物として起きていると信じて、小さな事故の頻度を減少させることに取り組んできた。
(1:29:300の法則) → **ヒヤリハット活動**
2. データを調べると、災害頻度を増す原因と強度を増す原因とは異なったものである。
重傷の発生を抑制しようとするならば、それを発生するところを予見しなければならない。
→ **設計段階からの重大事故防止**



<ハインリッヒの法則>

同じ状況にあっても、重症:軽傷:無災害事故=1:29:300の比率で発生。
重大事故は、小さな兆候(ヒヤリハット)を潰していくことにより防ぐことができる

災害の形式	一時全労働不能%	永久一部労働不能%	永久全労働不能%
運搬物	24.3	20.9	5.6
転落	18.1	16.2	15.9
落下物	10.4	8.4	18.1
機械	11.9	25.0	9.1
乗物	8.5	8.4	23.0
手工具	8.1	7.8	1.1
電気	3.5	2.5	13.4
その他	15.2	10.8	13.8

図2-20 災害の様式と強度

図2-20に示された全米の数値を見ると、重傷の原因と軽傷の原因とは異なっていることを示している。重い災害を発生する環境は軽い災害を発生する環境とはおそらく異なるであろう。

運搬災害は一時全労働不能傷害の25%、永久一部労働不能生涯の21%を占めているが、永久全労働不能傷害と死亡は、全体の6%でしかない。

電気災害は永久労働不能傷害の13%を占めるが、その他は無視できるほど小さい。

災害の頻度を増す原因と強度を増す原因が同じであれば、このように異なった比率が出現することはあり得ず、これは二つの原因が異なったものであることを示している。

したがって、重傷の発生を抑制しようとするならば、それを発生するところを予見しなくてはならない。

統計を見ると、度数率を減らすことによって、強度率を減らそうとした場合は、部分的にしか成功していない。

(3) 日本と欧米の安全に関する考え方の違い

向殿政男 「国際化時代の機械システム安全技術 p79 (日刊工業新聞社)2000年

日本の考え方	欧米の考え方
・災害は努力すれば、二度と起こらないようにできる。	・災害は努力しても、技術レベルに応じて必ず起きる。
・ 災害の主原因は、人である。	・ 災害防止は、技術的問題である。
・ 管理体制を作り、人の教育訓練をし、規制強化により、安全を確保できる。	・ 人は必ず間違いを犯すものであるから、技術力向上なしに安全は確保できない。
・安全衛生法で規制 災害が発生するたびに規制を強化	・事故が起こっても、重大災害に至らない 技術対策
・安全は、基本的にタダである。	・安全は、基本的にコストが掛かる。
・ 安全コストを認めにくい。	・ 安全にはコストをかける。
・最低限のコストで対応し災害対策の技術的深耕をしなかった。	・危険源を洗い出し、リスクを評価し、コストをかけ、災害の低減化努力をする。
・見つけた危険をなくす技術 (危険検出型技術)	・論理的に安全を立証する技術 (安全確認型技術)
・ 度数率(発生件数)の重視	・ 強度率(重大災害)の重視

(4) 根底にあるもの

	日本	欧米
1. 基本的考え方	<ul style="list-style-type: none">・ 運転員が注意すれば、事故は防げる。・ リスクゼロは達成できる。	<ul style="list-style-type: none">・ 機械は壊れ、人は過ちを犯す。 ⇒ 仮に、運転員がミスしても、運転員の安全と品質を確保。・ 全てのリスクに、対応できない。
2. 技術開発経緯	<ul style="list-style-type: none">・ 明治以降、欧米から技術導入して、生産体制を確立。・ 工業化実績のある技術を導入（開発段階のリスクは解消済） ⇒ 注意すれば事故は起きない。 管理体制/教育訓練	<ul style="list-style-type: none">・ 自らが技術開発した成果を工業化し、発展。・ 開発過程で起きる事故は、技術的な問題である。 ⇒ リスクは技術力で解決。
3. 運転員の質	<ul style="list-style-type: none">・ 運転員は優秀。 ⇒ 現場に裁量を与え、作り込むことによって良い技術・製品を作る。 ⇒ 卓越した現場力	<ul style="list-style-type: none">・ 運転員は信頼できない。 ⇒ 優れた人(技術者)が、設備仕様、運転条件を決め、現場はルール通りに運転。 ⇒ 不良品は確率的に発生。検査、トレサビリティを充実。

6. 安全文化

(1) 安全文化と安全マネジメント

安全マネジメントシステムで、基本を確保するが、
すべてをカバーできず、最後は人間に頼らざるを得ない。
その時、人間は何を基準に判断するか！
それが、それぞれの企業で培われてきた「安全に対する考え方」
すなわち、「安全文化」である。

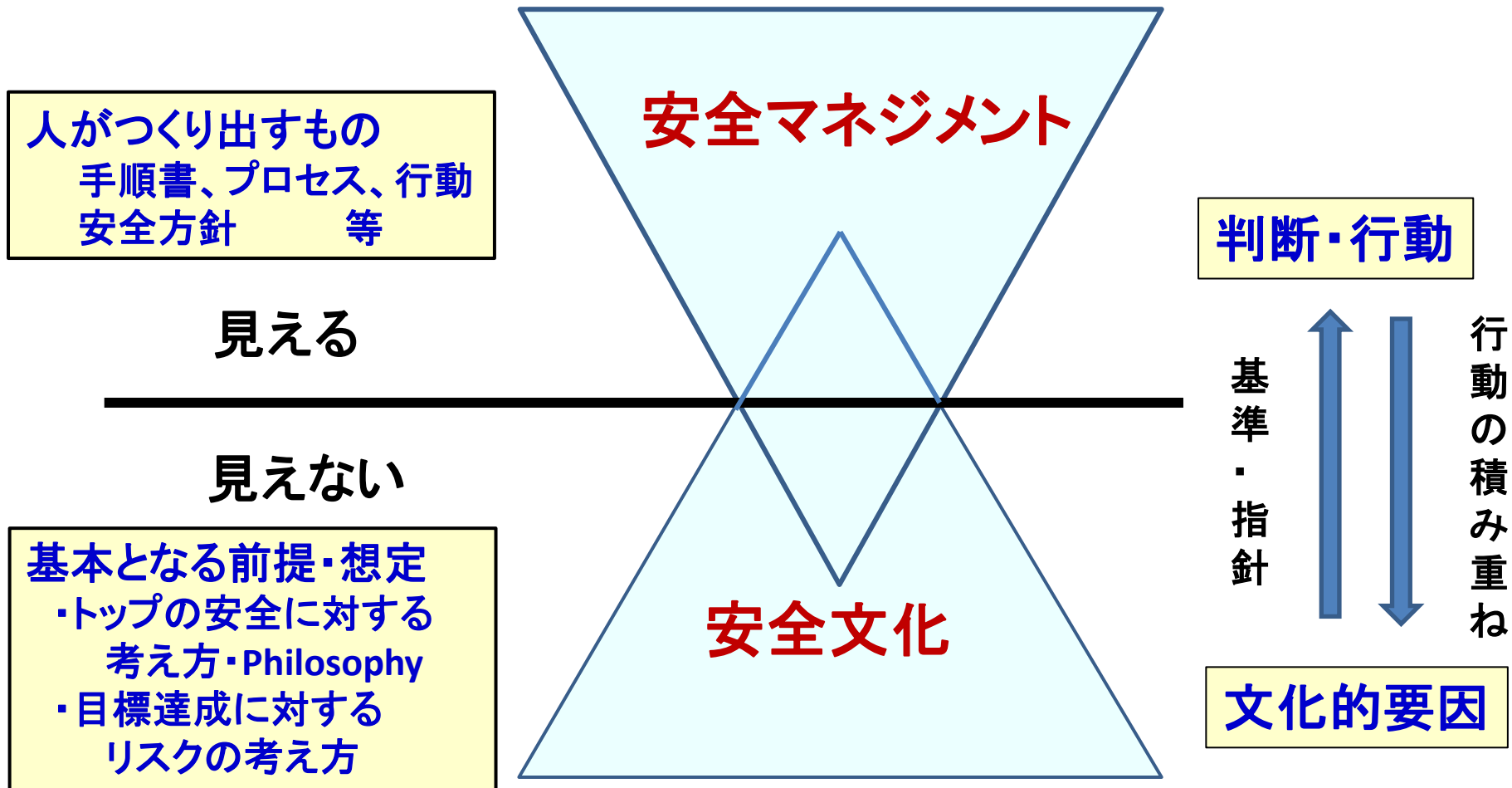
(2) 原子力分野の安全文化

組織、管理者、個人のコミットメント

(3) デュポン社

”Felt Leadership“ 経営層、ライン管理者の率先垂範

(1) 安全文化と安全マネジメントとの関係



倉田聡「安全文化」 2014年(日本規格協会)の図を基に、筆者作成

(2) 原子力分野 INSAGの 安全文化

国際原子力安全諮問グループ

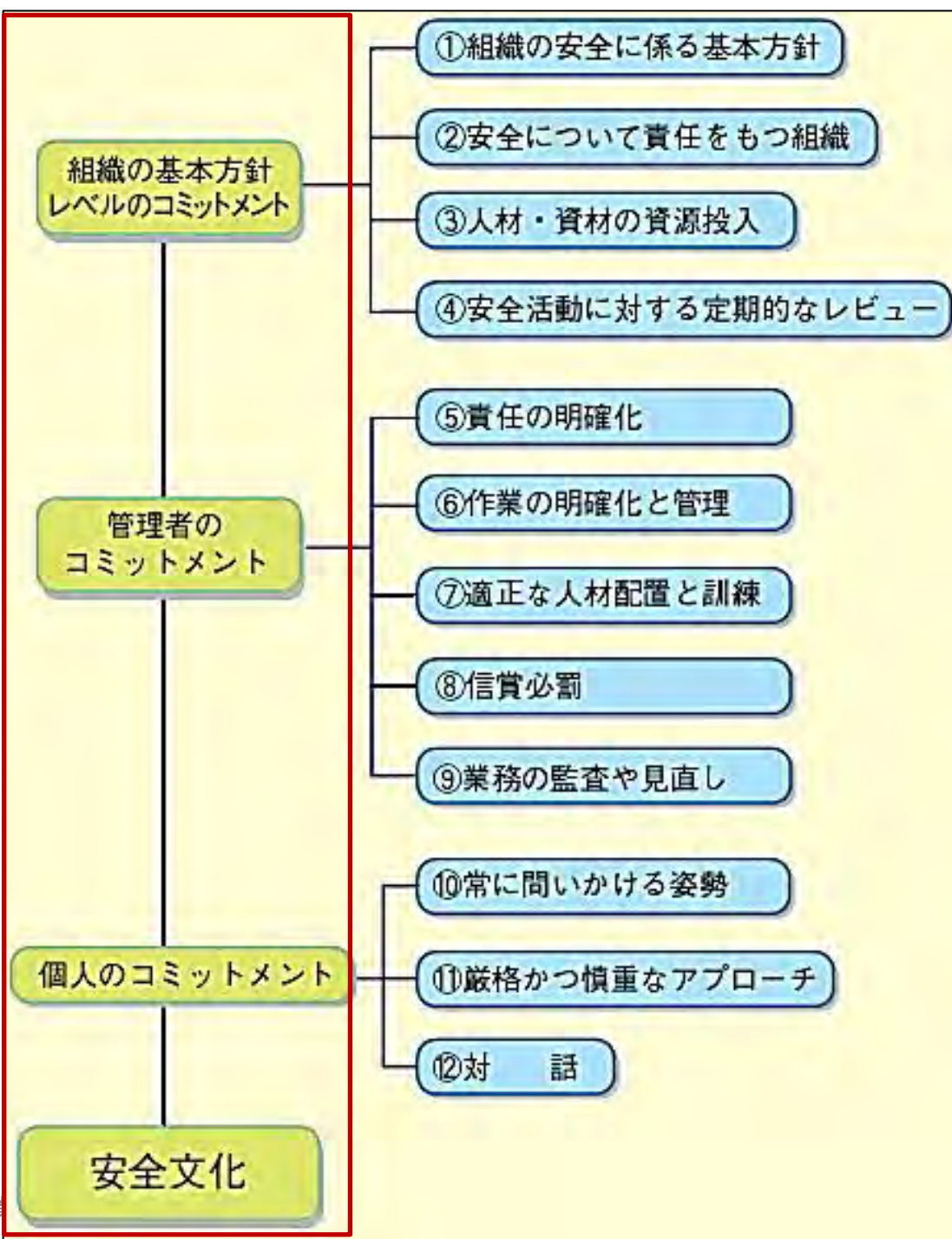
各階層のコミットメント(誓約)が
安全文化の主要な要素である。

- ・ 組織の基本方針
- ・ 管理者
- ・ 個人

原子力安全白書 平成17年版、
第1章 国際機関や諸外国における安全

2023. 1. 31

高圧
化学産業



(3) デュポンの歴史と教訓 その1

1802年、若いフランス人化学者が、アメリカ東海岸にやってきて、彼の黒色火薬製造の新技術を商品化するための場所としてデラウェア州ウィルミントン近くのブランディワイン川沿いの土地を選んだ。

1811年、最初の安全規則が作られ、安全はライン管理者の責任であることを明確にした。「新設、あるいは改造設備は、トップ・マネジメントの一員が自ら動かした後でない、従業員は使ってはならない」。

これは創業者である E. I. DuPont が述べたデュポン社の歴史で最も有名な訓辞である。

デュポン 安全文化の歴史

1802 黒色火薬の製造開始

1811 最初の安全ルール...
“安全はライン管理者の責任”

“新設もしくは改造設備は、
トップ・マネジメントの一員が自ら
安全操業を確認した上で初めて
従業員に操作させる”

1912 ⇨安全統計開始

1940年代 ⇨「すべてのケガは防ぐことができる」原則確立

1950年 ⇨業務外災害の統計開始



創業者デュポン氏

火薬庫



- ・デュポン社は黒色火薬工場として設立され、火薬・爆発という危険物と隣り合わせの職場であった。
- ・当時の黒色火薬は粗悪であり、爆発事故も起きた。
- ・創業者は、社員の命の安全確保のため、品質管理と安全対策を徹底させた。

石附 弘：「Safe Communityは、日本の安全文化に何をもたらしたか」
日本セーフティプロモーション学会誌
Vol10(2)p12-14(2017)

デュポンの歴史と教訓 その2

1912年 安全に関する最初の統計調査

1940年代 「すべてのけがは防ぐことができる」という信念が、
我々の安全へのアプローチの基盤となる。

＜安全文化の構築＞

世界中から集まった人々から構成される会社が、
なんらかの目標を達成するためには、
さまざまな部署を超えて文化を構築する必要があり、
安全文化の構築は明らかに優先すべき事項である。

安全文化を構築するには、一貫した強い信念と明確な期待が重要である。
信念とは、

- ① すべての事故は防ぐことができる、
- ② あらゆる作業状況は管理することができる
- ③ 優秀な安全は、よいビジネスである

あらゆる事故は防ぐことができるという信念は、
わが社の従業員、特にリーダーにとって明確な指針である。

Felt Leadership

“ 伝えるのではなく、行動で示すこと ”

“安全管理の成功の鍵は、安全をライン管理とすることであり、
経営幹部の強力かつ目に見えるコミットメント(意欲と関与)によってのみ可能。

デュポンの経験に基づいた安全文化構築のための必須要件であり、
これらが高いレベルで機能し、人の行動で裏付けられていることが必要。
どのようなシステムを持っていても、いかによくシステムが機能していても、
経営幹部・ライン管理者の「感じてもらえる指導力(Felt Leadership)」が
発揮されなければ、誇れるような優良安全は達成されない。



DuPont Safety Resources 2006年 NLQ2-2

デュポンの“Felt Leadership”

- デュポン社では、「Felt Leadership (リーダーシップを感じられること)」を追求。その上で、最も大切にしていることは、
「伝えるのではなく、行動で示すこと (Lead by showing , not telling) 」。
- 事故やケガの90%以上は、人々の行動によって引き起こされる。器具や装置の適切な取り扱いだけでなく、リスクについての教育と訓練が必要。個々のリスク管理意識を高めることが、安全基盤の確立につながる。
- 「健全で開かれたコミュニケーション」も重要なファクター。
軽度のケガやニアミスの時点で報告しやすく、同僚のミスや異変を察知した時、率直に指摘し合えることは、深刻な事故防止に大いに役立つ。
- すべてのスタッフがリーダーシップを発揮し合える環境をつくる。
リーダーシップとは、選ばれた管理者だけが発揮すればいいわけではない。デュポン社では、小さな異変の指摘など、すべてのスタッフが積極的にリーダーシップを発揮し合える環境の構築に注力する。

山本五十六



安全文化・組織風土を評価するための問いかけ

1. トップマネジメントが安全の重要性を発信しているか？
2. 管理者が明確な方針を打ち出して実行しているか？
3. 誤った意思決定を避ける力があるか？
4. 常に周囲へ問いかけ、報告する文化になっているか？
5. 良好なコミュニケーションがとれているか？
6. 説明責任・透明性・コンプライアンス遵守は問題ないか？
7. 学習する組織といえるか？
8. 事故・故障の未然防止に取り組んでいるか？
9. 自己評価だけでなく第3者評価も受け入れているか？
10. 変更管理は徹底しているか？

まとめ

1. カーボンニュートラルなど、新しい社会状況に対応するには、
化学産業の構造変革が必須である。
製造現場の変化に対応するとともに、新しい技術開発が必須である。
2. リスク評価体制
 - ① 新たな開発技術を、安全に生産し、社会にもたらす影響を少なくする。
 - ・ 確率的評価でよいか？
 - ・ “Process Safety”に基づく本質的安全化
 - ② 開発ステップ毎に、次のステップに進むための評価システム
 - ・ 生産実施後のリスク評価のフォロー。特に、PDCAのCAの強化
3. 安全は、基本的には「マネジメントシステム」で確保する。
 - ① システムでカバーできない部分は、人間に委ねざるを得ない。
 - ② 一人一人の判断の拠り所、それがその企業の「安全文化」である。
4. 日本の製造業の強みは、「現場力」である。
「開発力」+「現場力」+「安全の力」で、新たな技術を製造可能にする。

7. 京葉人材育成会

- (1) 京葉人材育成会の概要
- (2) 京葉人材育成会 組織体制
- (3) 人材育成構想
- (4) 教育カリキュラム構想
- (5) 京葉人材育成会 活動計画
- (6) これからの開発

京葉人材育成会ホームページ
<https://keiyojinzai.com>



京葉人材育成講座は
「学ぶ」→「実践」→「納得」このサイクルを繰り返すことによって
現場で活かせる知識、技能、現場で発想できる感性力を提供します！

お知らせ

2023.01.05 中村会長の新年挨拶を掲載しました

(1) 京葉人材育成会の概要

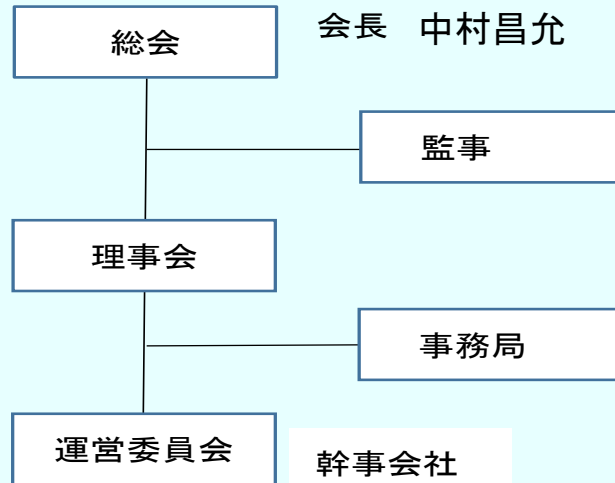
1. 平成18年7月、(財)千葉県産業振興センターは、千葉県支援の下に、経済産業省が推進する「産学連携製造中核人材育成事業」の一環として、「京葉臨海コンビナートの安全管理の確立とオペレータの早期育成を図る中核人材育成事業」を立ち上げた。
2. 京葉人材育成会は、京葉臨海コンビナート各社のご支援の下、千葉県商工労働部、千葉県産業振興センター、千葉大学、千葉工業大学等のご了承をいただき、現在、千葉県産業振興センターが実施している「京葉臨海コンビナート人材育成講座」を全面的に引き継ぐ。
 - (1) 2023年度より「京葉臨海コンビナート人材育成講座」を全面的に引き継ぎ、企業連合組織として、自走化する。
 - (2) 一般社団法人として、2021年11月30日に申請、2021年12月7日に登録。
 - (3) 京葉臨海コンビナート各社からのご要望に応じて、現在のカリキュラムをさらに充実した「人材育成講座」にする。

(2) (一社)京葉人材育成会 組織体制

一般社団法人 京葉人材育成会役員体制

会長(代表理事) : 中村昌允
副会長 : 大木健史

理事 : 幹事会社環安部長(室長)
専務理事: 木原、大友



- ・ 理事会
全体の方針を審議決定
- ・ 運営委員会
コンテンツ新規製作、改定審議等、具体的な方針審議
- ・ 事務局
提示された案件について理事会へかけるか判断し決定。
研修資機材の管理、研修運営管理、研修費用管理を行う。

- 幹事会社
- ・ 住友化学
 - ・ 出光興産
 - ・ 三井化学
 - ・ 丸善石油化学

正会員委員会

- ・ 住友化学(株)千葉工場
- ・ 三井化学(株)市原工場
- ・ 三井化学(株)技術研修センター
- ・ 丸善石油化学(株)千葉工場
- ・ 出光興産(株)千葉事業所
- ・ 出光興産(株)技術研修センター
- ・ 富士石(株)袖ヶ浦製油所
- ・ JSR(株)千葉工場
- ・ UBEイラストマー(株)千葉工場
- ・ デンカ(株)千葉工場
- ・ JNC(株)市原製造所
- ・ AGC(株)千葉工場
- ・ コスモ石油(株)千葉製油所
- ・ DIC(株)千葉工場
- ・ 日産化学(株)袖ヶ浦工場
- ・ 合同資源千葉事業所
- ・ ライオン千葉工場
- ・ 日本曹達千葉工場

後援

- ・ 千葉県商工労働部
- ・ 千葉県産業振興センター
- ・ 市原市経済部
- ・ 袖ヶ浦市商工観光課
- ・ 千葉大学
- ・ 千葉工業大学
- ・ 日本化学工業協会
- ・ 石油化学工業協会
- ・ 石油連盟
- ・ 安全工学会
- ・ 千葉県高圧ガス保安協会

(3) 人材育成構想

科学的・論理的思考、行動できる人材育成への支援

- 学ぶ (外発的動機)
正しいものの見方
考え方を学ぶ
- 実践
現場で経験・体感
- 納得 (内発的動機)
- 価値観
正しい価値認識

学ぶ・教える

現場で活かせる知識

頭で理解する

— 本質・根拠の理解と
論理性、展開力 —

現場で使える技量

総合的に
発揮できる
現場力

現場で発想
できる感性

苦い経験の蓄積

繰り返し訓練

身体で覚える

心から納得する

— 教えられた技術の上に
自身の経験を積上現場へ活かせる —

— 危険予知、異常発見には
知識だけではなく体験・体感が必要 —

(4)京葉人材育成会の教育カリキュラム構想

コンセプト		内容	
1	現場で 発現できる 感性	安全感性向上	① 初級(入社3年までの若手オペレーター) ② 3~5年次(中堅運転者) ③ ライン長(班長、係長、課長)、技術スタッフ
		プラント危険体感	プラント危険の疑似体験(火災爆発、被液、バルブ漏れ等)
2	現場で 役立つ 基礎知識	物質安全の基礎	燃焼3要素、危険性評価方法、静電気、粉じん爆発、反応暴走 等
		化学工学の基礎	物質収支・熱収支、流動、伝熱、分離、反応工学 等
		労働安全の基礎	RA、HAZOP、KY、指差し呼称、ヒヤリハット 等
		プラントの安全	本質的安全、インターロック、多重防御、安全計装 等
		設備管理	設備安全設計、設備保全、維持管理、腐食・防食
		事故防止	化学プラントの事故事例に基づく原因解析と対策立案
3	現場で 使える 技量	製造現場トレーナーの育成	
		プラント保安と故障の早期発見	
		チームリーダーの育成と円滑なチーム運営力	
		製造現場の安全と責任	
		ヒューマンファクターと労働災害防止(ヒューマンエラー防止)	
4	協力会社	各社に共通する安全の基礎知識	
		製造業元方指針の考え方と概要、安全衛生管理体制と作業者間の連絡調整	
5	管理者層	これからの安全マネジメントと現場の管理職の役割 ・製造現場の変化への対応 ・リスク評価:リスクアセスメント・変更管理を機能させるための課題 ・技術・技能継承:何を継承し、そのための仕組み ・これからの安全マネジメント:どこまで安全を求めるか、人と機械との調和 ・安全文化:安全マネジメントシステムと安全文化が相まって安全を確保	
6	経営トップ層	これからの安全マネジメントとトップ層の役割	
		これからの社会環境の変化と化学産業の未来(カーボンニュートラルなど)	
7	その他	技術者倫理	

(5)京葉人材育成会活動計画

	第一段階	第二段階	第三段階
①概要	①千葉県産業振興センターから円満に引き継ぐ ②会費収入を含めての黒字化	①受講者数 700名 ②受講者収入で、黒字化	①規模1,000名の受講体制 ②事業規模の拡大
②時期	2023年度	2025～2026年度	2028年度
③受講者数	500人	700人	1,000人 (現在の2倍規模)
④収入見込み	受講料 2,000万円 会費 180万円	受講料 2,800万円 会費 200万円	受講料 4,000万円 会費 200万円
⑤研修カリキュラム	1. 現カリキュラムの円滑実施 ①体感講座の充実 (初級、5年次、管理層) ②A3,A5講座の充実 ③管理者層講座の充実	1. 実施カリキュラム 受講者数の拡大 (開催回数、時期)	1. 実施カリキュラム 受講者数の拡大 (開催回数、時期)
	2. 増強講座 ①HAZOP講座(初級、リーダー) ②基礎講座(物質安全) ③技術者倫理 ④協力会社教育 (トップ層、監督層、作業者)	2. 増強講座 ①基礎講座(化学工学) (労働安全) (設備管理) ②協力会社 (監督層、作業者) ③ヒューマンファクター	2. 講座数の拡大 講座方式(出前)

これからの石油・化学産業

- ・ 新たな技術開発には、業界が一致協力して取り組む基盤技術と、その基盤技術の上に、各企業が競い合って開発する新規技術開発がある。
- ・ 日本企業は、自前主義が強く、各社が独自技術でしのぎを削ってきた。
→ 各社が協調できる基盤領域を増やし、業界共通の基盤技術としていく。

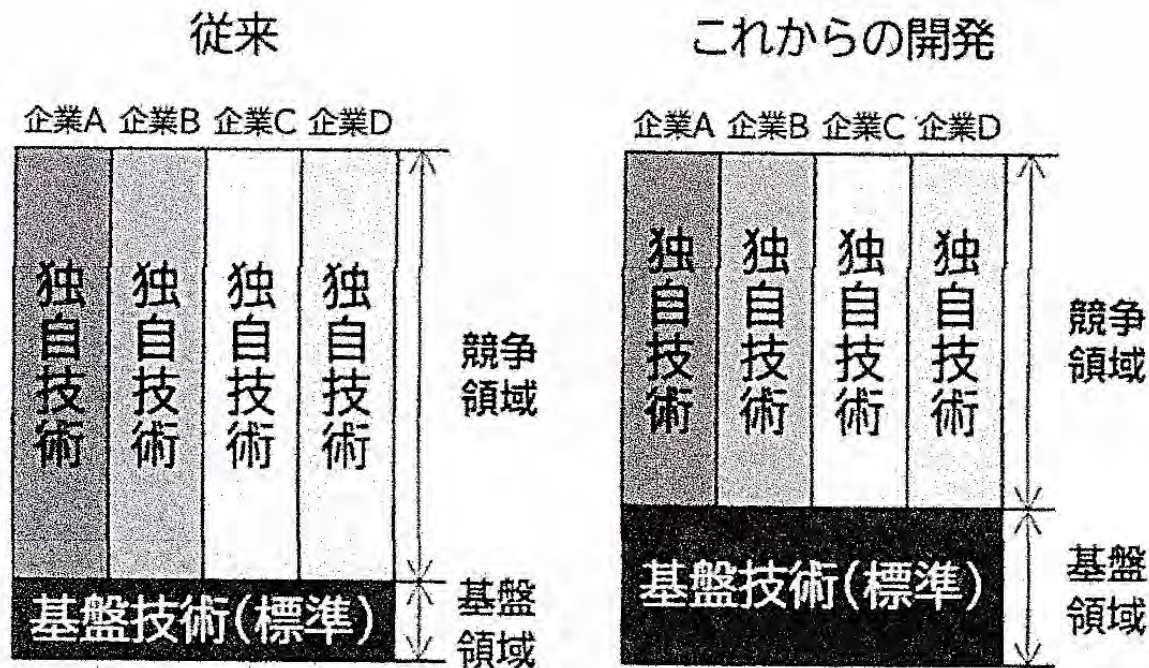


図3 共通基盤技術と独自技術