

リスクアセスメント手法及び 教育プログラムについて

平成28年3月
商務流通保安グループ
高圧ガス保安室

産業構造審議会・保安分科会高圧ガス小委員会での指摘を踏まえた リスクアセスメント及び人材育成に関わる課題への対応

平成26年10月1日の高圧ガス小委において指摘されたリスクアセスメント及び人材育成に関わる課題

リスクアセスメント

- ①非定常状態（緊急停止等）におけるリスクの見逃し
- ②非定常状態リスクアセスメントを網羅的かつ効果的に実施するための手法未確立
- ③運転条件の変更、保全作業等でのリスク情報の共有が不十分

人材育成

- ①現場力強化教育は現場第一線のみならず、エンジニアも含め体系的に実施する必要がある

高圧ガス保安協会（KHK）において、平成26年度からリスクアセスメント手法及び保安教育プログラムの調査検討を実施。

アンケート、ヒアリング等の実施により課題を抽出

- リスクアセスメントガイドライン（ver.1）を作成
- 保安教育プログラムに関する課題の抽出

リスクアセスメントとは

リスクアセスメントとは

ハザードの特定、リスク解析及びリスク評価のプロセス全体

※ISO 31000:2009(JIS Q 31000:2010)の定義

リスクアセスメントのステップ

ハザードの特定：

人、環境又は設備に危害を引き起こす潜在的危険源であるハザードを洗い出し、事故に至るシナリオを解析し、ハザードを特定。

リスク算定：

事故の起こりやすさと影響度からリスクの大きさ（リスクレベル）を算定

リスク評価：

リスク許容基準を設定。必要に応じてリスク対応の方針を検討

●リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）の作成

・平成26年度は非定常リスクアセスメントに的を絞るガイドラインVer.1を作成

リスクマネジメント、リスクアセスメントの意義と重要性の理解が十分でなく、具体的にリスクアセスメントの実施率、実施にあたってのメンバー構成、検討又は参考とする資料が十分でないといったケースが見受けられた。リスクマネジメント、リスクアセスメントはプラントの保安確保にあたり重要な一要素である。このため、リスクマネジメント、リスクアセスメントの意義と重要性の理解及び普及を目的として、このリスクアセスメント・ガイドライン（Ver.1）を策定した。

【目次】

はじめに

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. 目的 | 8. 設備、製造方法等の変更に係るリスクアセスメント |
| 2. プラントの危険性の理解 | 9. 準備する資料 |
| 3. リスクマネジメント及びリスクアセスメント | 10. 関係者への周知、教育 |
| 4. リスクアセスメント手順 | 11. 自然災害に起因するリスク |
| 5. 非定常リスクアセスメント | 12. 用語の定義 |
| 6. リスクアセスメント参加メンバー | 13. 参考文献 |
| 7. リスクアセスメント優先順位の考え方 | |

おわりに

●リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）の概要

1. 目的

非定常リスクアセスメントの理解と実施を推奨するために、その意義と重要性、非定常時の定義、非定常リスクアセスメントの適用対象、非定常リスクアセスメント手法の例、リスクアセスメント実施時の留意事項等について紹介。

リスクアセスメントへの取組みが十分でない事業者に対して、リスクアセスメントの実施が推進されるよう、基本的な考え方と実施方法を紹介。

2. プラントの危険性の理解

・プロセスプラントの代表的な危険性について紹介

（取扱い物質、不純物、操作特性、物質の相変化、運転条件、設備構成等に起因する危険性）

・反応危険性（反応暴走、混触危険性など）を事故事例も含め紹介

項目	酸化反応による事故事例
事故名称	シクロヘキサン酸化反応器の爆発、火災事故
発生日	1961年2月
発生場所	群馬県
発生業種	化学工業
事故概要	シクロヘキサンを原料として、酸素酸化によりシクロヘキサノンを製造する設備で停電のために反応器内の温度が低下した。そのために酸素の圧力が通常運転時の0.75MPaから1MPaまで上昇し、酸化反応器が爆発した。
原因	ユーティリティの停止（停電）により酸素濃度が上昇したために過酸化物が生成し、分解を起こして爆発した。
参考文献	RISCAD（リレーショナル化学災害データベース by JST & AIST）

●リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）の概要

3. リスクマネジメント及びリスクアセスメント

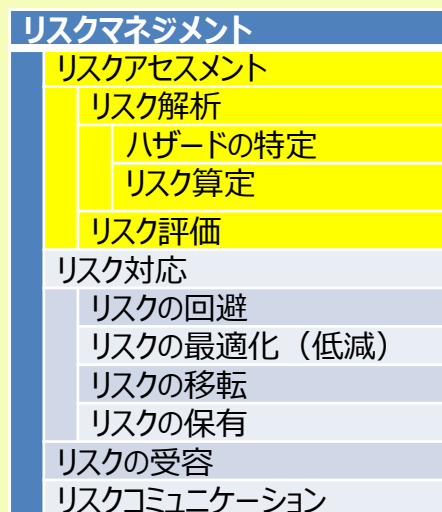
リスクマネジメント

リスクが現実とならないように事前に対策を講じること、及びリスクが現実となった場合に影響度を最小に抑える対策を講じること

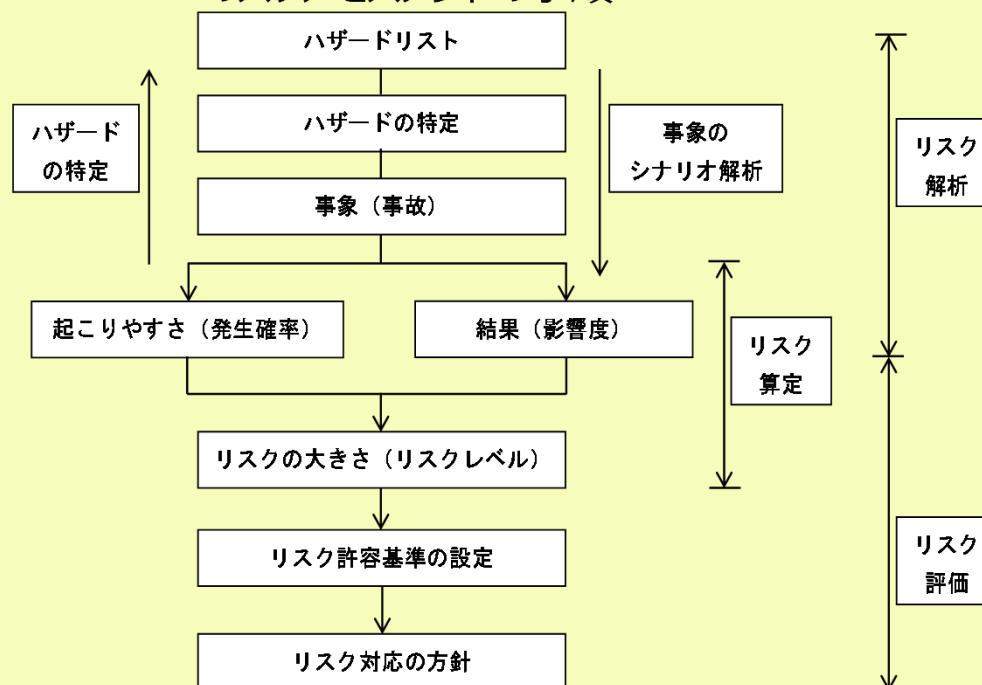
リスクアセスメント

ハザードを特定し、ハザードから事故が起こるシナリオを明らかにし、次に、その起こりやすさと影響度を組み合わせることでリスクの大きさを見積もり、リスク評価によりその許容値を設定し、必要に応じてリスク低減策を講じるという一連の検討プロセス

リスクマネジメントの構成



リスクアセスメントの手順



●リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）の概要

4. リスクアセスメント手順

ハザードの特定→リスク解析→リスク評価→リスク対応方針の検討
の流れに沿って手順を説明

ハザード特定の解析手法の例

	手法	得られる結果
HAZOP	連続系HAZOP (定常系)	・ハザード特定 ・対策妥当性評価
	バッチ系HAZOP (非定常系)	・ハザード特定 ・対策妥当性評価
What-if		・ハザード特定 ・対策妥当性評価
FTA		・ハザード特定 ・発生頻度評価
ETA		・ハザード特定 ・発生頻度評価
FMEA		・ハザード特定 ・対策妥当性評価
Dow方式		・ハザードの潜在的な 大きさの評価
チェックリスト方式		・リスク低減策が実施 されているかの確認

影響度の分類例

影響度	人的被害及び経済的損失
I Catastrophic 壊滅的	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・事業所内又は事業所外で死者が発生 ・損害額と生産ロスが1億円以上
II Severe 深刻	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・複数の負傷者が発生 ・損害額と生産ロスが1千万円から1億円
III Moderate 中程度	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・1名の負傷者が発生 ・損害額と生産ロスが1百万円から1千万円
IV Slight 軽度	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・死傷者なし ・損害額と生産ロスが1百万円以下

起こりやすさの分類例

起こりやすさ	発生頻度
A	1年に1回以上発生
B	1～10年に1回発生
C	10～100年に1回発生
D	100～10000年に1回発生
E	10000年に1回以下発生

リスクマトリックスの例

		起こりやすさ				
		A	B	C	D	E
影 響 度	I	1	1	1	2	4
	II	1	2	3	3	4
	III	2	3	4	4	4
	IV	4	4	4	4	4

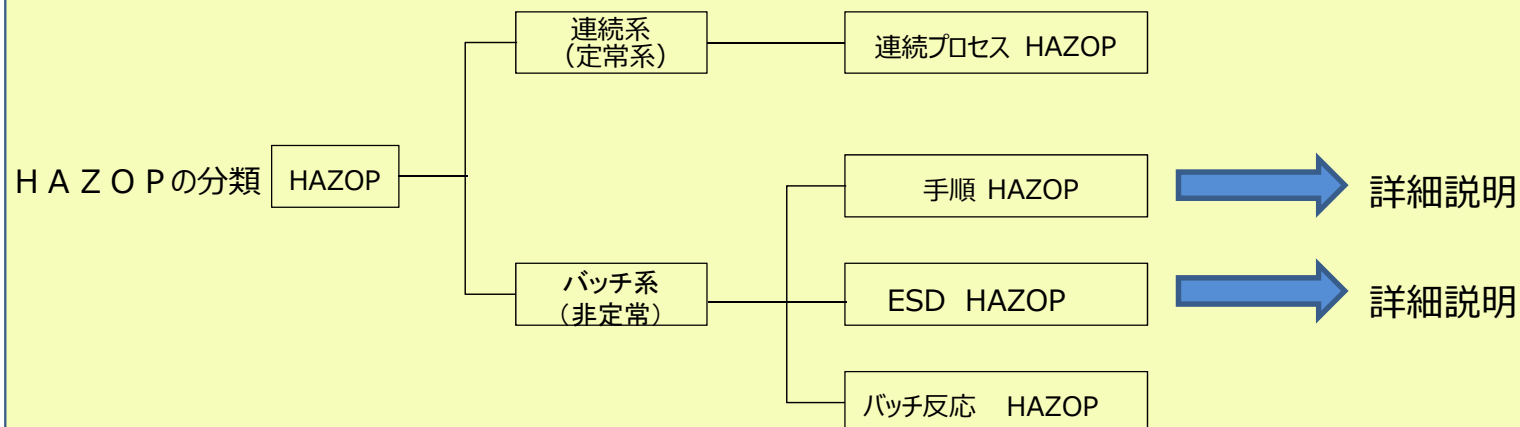
●リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）の概要

5. 非定常リスクアセスメント

非定常リスクアセスメントの適用対象例、リスクアセスメント手法の紹介ならびに簡易事例の紹介

適用対象の例

対象例	実施理由
例1 スタートアップ操作	手順書に従って操作していく過程で、プラントの温度、圧力、組成などが刻々と変化していき、定常リスクアセスメントでは検討対象とならない操作と作業が行われる。
例2 シャットダウン操作	同上
例3 緊急シャットダウン（ESD）操作 ESD：Emergency Shut Down	緊急停止に伴う操作及び状態が定常リスクアセスメントでは検討対象とならない。
例4 バッチ反応	バッチ反応レシピの工程で、温度、圧力、組成などが刻々と変化していき、工程ごとのずれの影響が変化していき、定常リスクアセスメントでは検討対象とならない。
例5 グレード切替え操作	グレード切替えレシピの工程で、温度、圧力、組成などが刻々と変化していき、工程ごとにずれの影響が変化していき、定常リスクアセスメントでは検討対象とならない。
例6 現場テスト	機器性能、能力解析などを行う場合、条件が定常運転範囲から意図的に外れること、通常使用していない機器を使用することなどがあり、定常リスクアセスメントでは検討対象とならない。
例7 非定常保全作業	非定常保全作業は、定常操作にはない装置開放作業、火気使用作業などによる爆発、火災、毒ガスの漏えいなどの災害に直結する作業が多い。作業の安全確保、災害防止にあたり、定常リスクアセスメントでは検討対象とならない。



●リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）の概要

リスクアセスメントの際の留意事項

6. リスクアセスメント参加メンバー
7. リスクアセスメント優先順位の考え方
8. 設備、製造方法等の変更に係るリスクアセスメント
9. 準備する資料
10. 関係者への周知、教育
11. 自然災害に起因するリスク



【リスクアセスメントガイドライン(Ver.1)の普及】

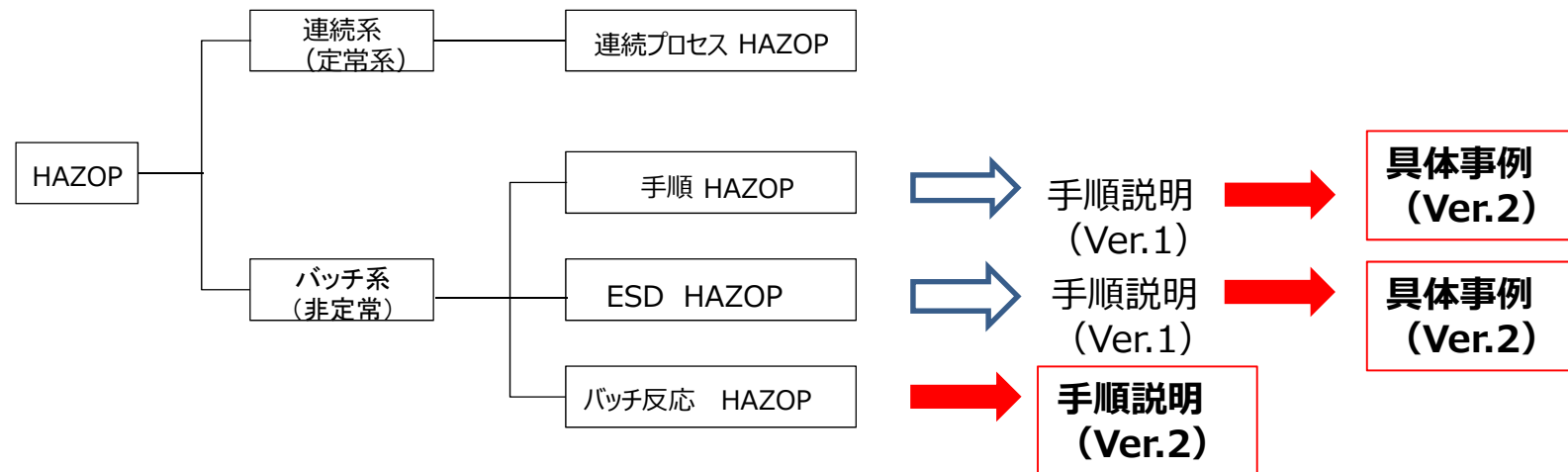
- ・平成27年4月22日リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）を公表
- ・平成27年度に説明会を全国5カ所で実施した。（KHK主催）



リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）の利用により、認定事業者等が非定常時のリスクアセスメントを行う際の留意事項を示すなど、参考となり、リスク見逃しの低減につながることが期待。

●リスクアセスメントガイドライン（Ver.2）への作成

・リスクアセスメントガイドライン（Ver.1）に具体的事例の追加等を実施し、Ver.2を作成
平成27年度は非定常リスクアセスメントの例として示した手順HAZOP、ESD HAZOPの
具体的事例の追加等によって、より実用的な内容を加味したガイドラインの作成を実施



【具体的事例の追加】（附属書）

- ・実際にガイドラインを利用し、事業所にてリスクアセスメントを実施した事例を追加
 - 手順HAZOP
 - ・ポンプ切替操作、アンモニアプラントのスタートアップ
 - ESD HAZOP
 - ・アンモニアプラントの緊急停止

●リスクアセスメントガイドライン（Ver.2）への作成

・リスクアセスメントガイドライン（Ver.2）のその他の改正点

【疑問点の解決】（本文及び附属書）

・説明会等での声（質問等）を反映し、バッチ反応HAZOPに関する解説や使いやすいガイドラインにするため具体的事例を追加するとともに、わかりにくい部分については説明等を追加

【中小規模企業対策】（参考資料A）

・中小規模企業向けに役立つガイドライン（「高圧ガス事業所リスクアセスメント・ガイド」富山県）の紹介（リスクアセスメント未実施事業者の参考となる）

【ハザード特定への補助】（参考資料B）

・ハザードリストの追加：事故事例を元にしたハザードリストを追加することにより事業者が見落としがちなハザードを特定しやすくなる

【海外の取組状況】（参考資料C）

・海外企業での取組状況を紹介（進んでいる事例について参考とすることが可能）

●リスクアセスメントガイドライン（Ver.2）の普及

- ・リスクアセスメントガイドライン（Ver.2）を利用したリスクアセスメント実施の促進に向けて

【説明会等の開催】

- ・ガイドラインの説明会の開催
- ・ガイドラインを利用した実践的なセミナーの開催



【更なる実施の促進】

説明会やセミナーに参加することができない事業者も多くリスクアセスメントに関する知識を得る機会をより多くの事業者へ提供するため、

- ・義務講習（保安係員、保安主任者、保安企画推進員）での講習
- ・公的資格（高圧ガス製造保安責任者等）の試験へのリスクアセスメントに関する項目の追加等



平成28年度以降
義務講習用等のテキストやコンテンツの作成

人材育成の取組強化に向けた検討状況

高圧ガス小委での指摘

現場力強化教育は現場第一線のみならず、エンジニアも含め体系的に実施する必要がある。

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 報告書（平成26年5月）における人材育成に関する指摘

人材育成の徹底

- ・ 危険物等の性質や化学反応・プロセス、装置の設計思想等、マニュアルの手順の背景にある原理原則の理解といったknow-why を促進することにより、リスクアセスメントを行う人材の育成、保安に関する知識・技術の伝承の徹底を促進し、もって運転能力の向上を図る。
- ・ 熟練者が培った経験・技術を若手に伝承するための取組を行うとともに、事故事例等の研究、通常経験する機会の少ない操作等を体験する等の教育・訓練を実施することにより、危険予知能力（リスク感性）を育成するなど効果的な人材育成を行い、もって緊急時対応能力を強化する。
- ・ 現場で取り扱う危険物等の特性や反応工程等における温度・圧力・容量等の許容変動の幅、異常反応に至るプロセス等に精通する専門人材を計画的に育成するとともに、事業所のプロセス全体を掌握し、講ずべき安全対策について各部門に適切に指示を行うことができる人材を育成する。また、これらの人材の能力向上を図る。

人材育成の取組強化に向けた検討状況

●平成26年度委託調査検討結果

アンケート・現地調査結果

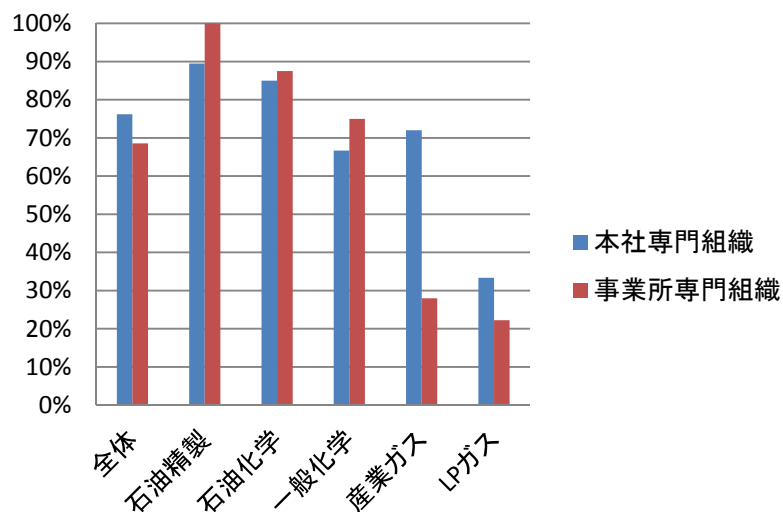
・石油精製・石油化学・一般化学の多くは教育プログラム専門組織を持ち、階層別育成プログラムを構築、運用している。また、外部講座を有効活用して不足部分を補完している。

・**人材育成プログラムの要望としては、緊急時対応、リスクアセスメント講座、体感教育講座**があげられている。現地ヒアリングにおいては、リスクアセスメントについて、特にリーダー教育や実践方法への要望あり。

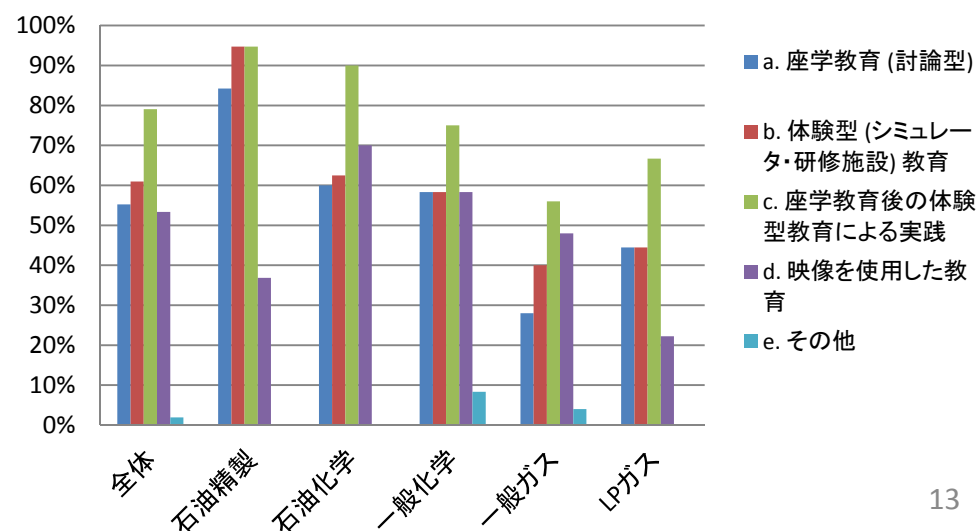
・どの業界においても、**エンジニアの技術に不足**を感じており、その理由としては、**若年層であるため経験不足、施設の新設や改造の機会が少ないことによる経験不足、基礎学力不足**などがあげられている。現地ヒアリングにおいては、設計検討、設計思想といったプラント固有の技術情報の共有に課題を感じており、対応策の実施・検討をしているという回答があった。

(アンケート回答105事業所)

教育プログラム専門組織（有り）



教育の実施方法として効果的と考えるもの



人材育成の取組強化に向けた検討状況

各社、従業員に対する保安教育が行われているものの、最近の重大事故に見られる誤操作、誤判断、知識・認識不足といった“人”に起因するような事故が絶えないことから、これらの事故を防ぐための効果的な保安教育が求められている。



平成26年度調査結果

・高圧ガス小委等の指摘を踏まえ、人材育成に関する調査を実施したところ以下のような要望及び課題が挙がった

	H26アンケート調査結果
要望	異常時及び緊急時対応
	リスクアセスメント
	体感教育
課題 (懸案事項)	小規模事業所向け教育プログラム
	エンジニア育成
	技術伝承



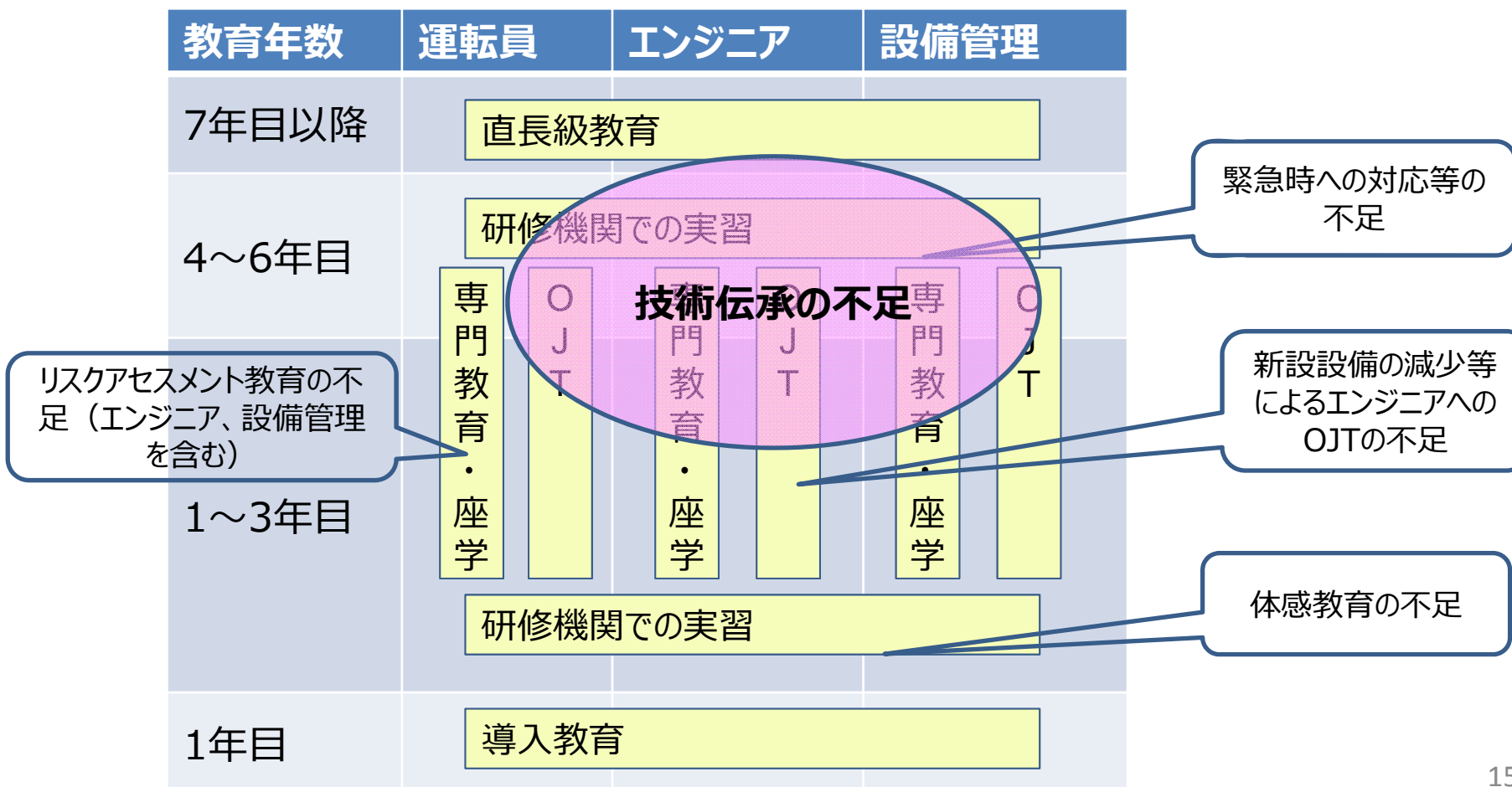
さらなる深掘りが必要とのことで平成27年度に詳細調査を実施

人材育成の取組強化に向けた検討状況

現状の教育体系

石油精製、石油化学各社において自社において教育プログラムを保有し、体系的な教育訓練を実施しているところ

年次に応じた座学、OJT、体感訓練等を実施しているが内容の不足があるのではないかと
世代交代に伴う技術伝承が不足しているのではないかと



人材育成の取組強化に向けた検討状況

教育プログラムと保安教育計画の指針KHKS1801との関係

・教育プログラム案として検討した内容（緊急時対応教育、リスクアセスメント教育、体感教育）は、保安教育計画の指針KHKS1801に示す教育訓練項目のもと取り組むべき内容であり新たに項目の追加は不要

保安係員等の教育訓練	緊急時対応	リスクアセスメント	体感教育
保安意識の高揚	◎	◎	◎
法規及び規定類			
製造又は取り扱う高圧ガスの性質	◎	◎	
当該施設における運転及び操作の保安技術	◎	◎	◎
当該施設における製造設備の保安技術	◎	◎	◎
異常状態に対する教育訓練	◎	◎	◎
関係事業所における高圧ガスの保安技術の概要			
仕事の考え方等			
現場従事者の教育訓練			
社内防災教育訓練	◎	◎	◎
関係事業者防災教育訓練			
その他の必要事項			

人材育成の取組強化に向けた検討状況

1. 緊急時及び異常時対応教育

a) 事業所における緊急事態への準備及び対応

緊急事態への備えとして事業所が準備しておくべき緊急時対応計画（初動措置、通報連絡、防災体制、避難計画、防災活動、洗浄計画、防災設備管理、関連事業所との連携等）、教育訓練（防災設備、防災訓練、災害シナリオ等）について教育するプログラム。このプログラムを基に、各事業所で緊急事態への準備及び対応を構築してもらい、保安に与える影響を予防し緩和させる。教育対象部門は環境安全、運転が主。教育対象階層は運転員、実務担当者から管理職まで。

b) 消防技能訓練

実践の消火活動訓練（火を実際に消火、泡消火実践、水噴霧効果体感、輻射熱体感）。教育対象は事業所の自衛防災隊の消火隊員。

c) マスコミ対応訓練

有事に際しての記者会見の実習を行う訓練プログラム。教育対象は経営管理職以上（有事で実際に会見する者、情報収集する者）。

d) リスクアセスメント実践講座

実践を伴うリスクアセスメント教育プログラム。このプログラムを基に、リスクアセスメントを実施してもらい、各工場におけるリスクを明確にすることで、平成27年度の調査結果から明らかとなった課題に対応して緊急停止判断基準の作成、計器優先順位の明確化、災害の影響明確化につなげてもらう。教育対象部門は全部門（運転、保全、技術、環境安全、研究）のリスクアセスメント検討メンバー（実務担当者～管理職）。

人材育成の取組強化に向けた検討状況

2. リスクアセスメント教育

1) リスクアセスメント基礎講座 プログラム

(内容) プロセスプラントの危険性の理解
リスクマネジメント及びリスクアセスメントの意義と重要性
リスクマネジメントの基礎
リスクアセスメントの基礎
リスクアセスメントの対象
リスクアセスメントの手順
留意事項 (検討参加メンバー、準備資料、優先順位、関係者への周知、教育)

2) リスクアセスメント実践講座 プログラム

(内容) リスクアセスメント手法概要
リスクアセスメント実施事例
モデルプラント (不具合のあるプロセス) を用いた実践

3) リスクアセスメントリーダーの養成の必要性

リスクアセスメントを実施していくためにはリーダーの役割が重要
海外では外部講座のチームリーダートレーニングを受講するなどリーダーを養成している
日本においても、自社でのリスクアセスメントの経験を積み、リーダーを養成していくことが必要

人材育成の取組強化に向けた検討状況

3. 体感教育

体感教育プログラム

- ・実習用プラント（実機規模、ミニプラント）
- ・シミュレータ（実機相当、一般プロセス）
- ・運転担当への保全教育（カットモデル、動機器分解組み立て等）
- ・危険体感（酸欠、溶剤爆発等）

有効性：異常対応能力、基本動作習得、設備構造の理解に有効

要望：教育プログラムを提供する場があれば受講させたい

成功例：

- ・山陽人材育成講座
- ・京葉臨海コンビナート人材育成講座
- ・三井化学技術研修センター

課題：体感教育を実施できる場と教育することのできる人材とを確保することが必要

今後：現に自社内用に教育訓練施設を保有し、教育している企業の協力が不可欠
外部も受け入れる動機となるようなインセンティブ等の制度の整備
産官学連携のもと公的な支援の検討

人材育成の取組強化に向けた検討状況

4. その他人材育成に対する提言

○若手エンジニアの育成

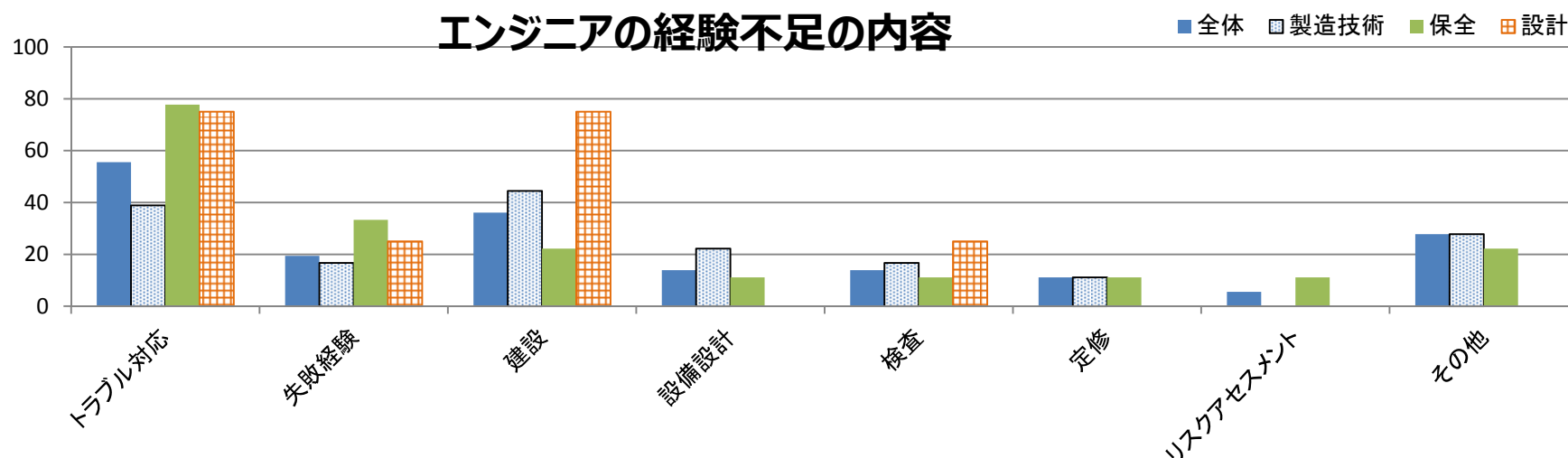
- ・ 演習を伴う問題解決教育、討議検討を伴う事故トラブル事例教育、機器性能以外の重要項目を含む設備設計教育を行い、エンジニアの力量向上を図る。
- ・ 育成を管理する事業所は、力量管理ができる体制を持つことが重要
- ・ 企業と大学が連携し、学生とエンジニア双方の力量向上を図る
- ・ 設計ミスの失敗事例教育が重要

○小規模事業所教育

- ・ 本社との連携（事業所に合った講義内容などの提供、情報の提供）
- ・ グループ討議の実施、本社や業界団体を通じた保安教育の実施（視聴覚教材の利用）
- ・ 法定義務講習の活用

○技術伝承

- ・ 2つのケースについて技術伝承のベストプラクティスを紹介



今後のリスクアセスメント手法及び教育プログラムについて

【今後の取組】

○成果の公表

リスクアセスメントガイドラインVer2及び教育プログラムの説明会の実施

- ・Ver1からの改正点、事例について説明し、事業者によるリスクアセスメントの更なる促進に寄与
- ・教育プログラム（案）の提示や現在の教育プログラムの問題点や留意事項を解説し、事業者の教育プログラムの見直し等に寄与

ホームページによる公表

○教育プログラムの講座の実証等

- ・リスクアセスメント実践講座の実施
- ・産学官連携の体感教育プログラムの実施について検討

○法定義務講習等へのリスクアセスメント教育の取り込み

- ・法定義務講習や法的資格へのリスクアセスメントに関する内容の反映を検討
- ・テキストやコンテンツの作成等