

化学物質を取り扱うプラントの安全化

東京大学 名誉教授
田村 昌三

1. はじめに
2. 最近の産業安全問題と背景
3. 化学プラントの安全化に向けて
4. 化学プロセス安全の基本
5. 化学プラントの安全環境の醸成
 - 1) 安全文化を考慮した産業安全
 - 2) 現場力の強化
6. まとめ

1. はじめに

化学物質の役割と潜在危険

1. 化学物質の役割

エネルギー、材料、ファインケミカルズ、バイオテクノロジー等

2. 化学物質の潜在危険性

発火・爆発危険性、有害危険性、環境汚染性

製造、貯蔵、輸送、消費、廃棄等における化学物質の誤った取扱い :

潜在危険の顕在化

2. 最近の産業安全問題と背景(1)

最近の産業安全問題と背景

1. 最近の産業安全問題

化学関連産業

2. 最近の産業安全問題の背景

2. 最近の産業安全問題と背景(2)

最近の化学関連産業における火災・爆発事故

- 1) 東ソー(株)南陽事業所(2011.11.13)
- 2) 三井化学(株)岩国大竹工場(2012.4.22)
- 3) (株)日本触媒姫路製造所(2012.9.29)
- 4) 三菱マテリアル(株)四日市工場(2014.1.9)

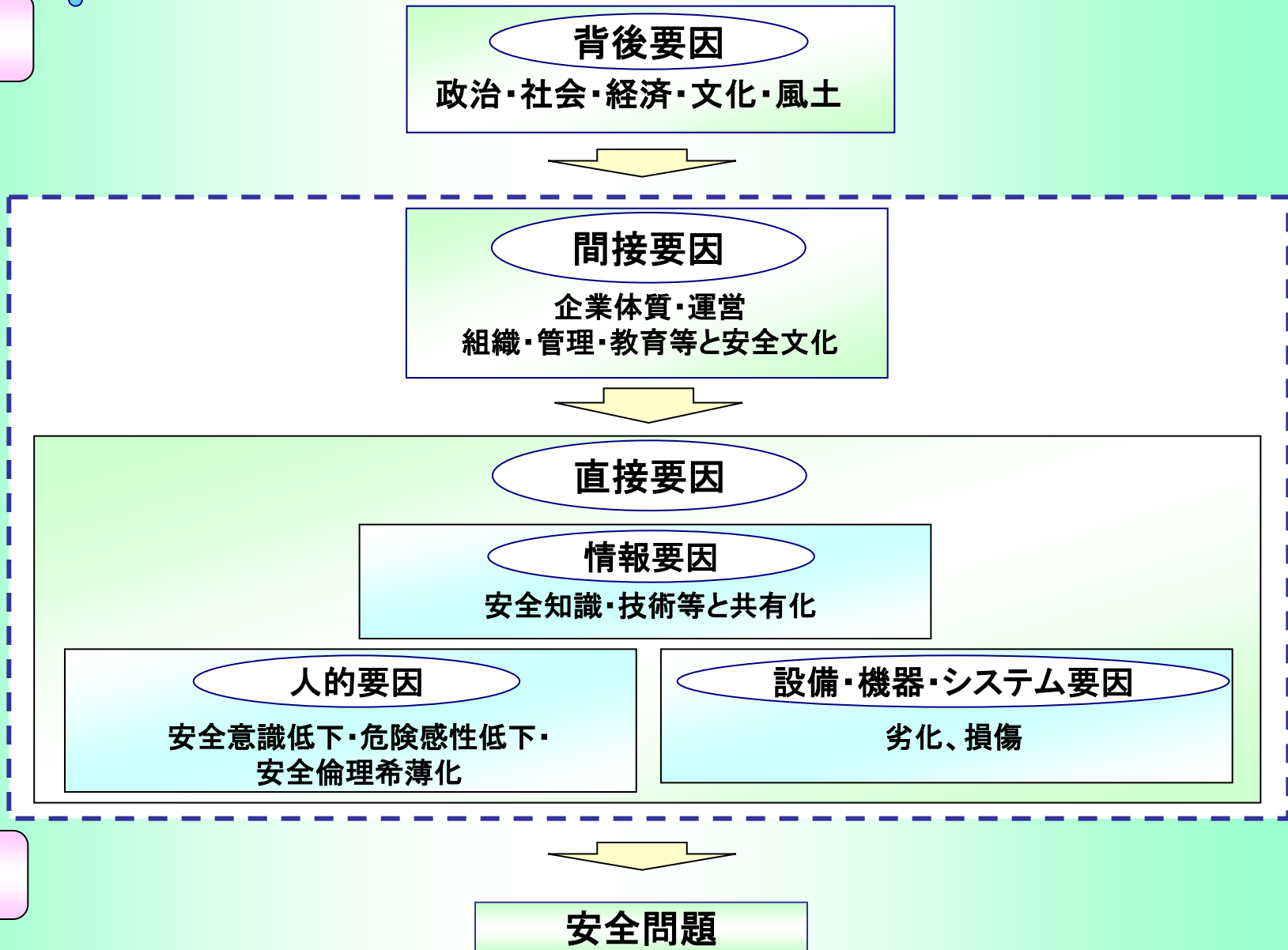
2. 最近の産業安全問題と背景(3)

最近の化学関連産業における連鎖的な火災・爆発事故の要因

1. 認定事業所等大手、安全に熱心な化学会社;
火災・爆発事故発生
 2. 火災・爆発事故の要因
緊急装置誤作動、用役トラブル、非定常作業:トリガー
異常時、緊急時への対応:不適切、異常反応の開始
異常反応の状況把握:不十分
 3. 現場力(日本の特徴)の低下のおそれ:
感性の低下、異常時・緊急時への対応力不足
知識不足
- 産業安全問題の要因
直接要因、間接要因:事業所、企業、企業団体で対応
背後要因: 社会で対応(産業界、学会、行政)
 - 産業安全問題の背景:人・社会の変化、産業環境の変化

最近の産業安全問題の要因の整理

要因



結果

最近の産業安全問題の背景

経済発展と生活向上、産業環境変化：人・社会の変化、産業環境の変化
産業環境変化：高度化、多様化、国際化、局限化

1. 人・社会の変化：少子化、核家族化、国際化、個人尊重と豊かさ等
 - 1) 倫理観の低下：ゲーム感覚
 - 2) 危険への感性低下
安全環境：危険経験小
 - 3) 価値観の多様化
円熟期：高度成長期のような活躍の場減少
終身雇用制の崩壊
 - 4) 社会性の低下：組織的活動困難
2. 教育の変化：画一化
 - 1) 問題挑戦意欲の低下
 - 2) 情報と解析中心、非体験型
3. 産業環境変化(高度化、多様化、国際化、局限化)
 - 1) プロセス(設備・機器、運転、マネジメント)等：潜在危険増大
 - 2) 作業の分化・専門化・コンピュータ化：全体像不明、内容不明
 - 3) 合理化・リストラ、世代交代：経験者不足、ベテラン不足、変化への対応困難、
国内のプラント建設減少 技術伝承問題

3. 化学プラントの安全化に向けて

- 21世紀 : 環境安全調和社会
産業活動 : 製品の生産から消費、廃棄に至る全ライフサイクル
ヒト、社会、環境との調和
安全 : 産業活動におけるキー要素
- 技術立国を目指す我が国 : 安全・環境・品質に配慮したものづくり技術
産業安全における先導性
- 我が国の安全を支えた現場力;低下の兆し

化学プラントの安全化:

1. 化学プロセス安全の基本
2. 化学プラントの安全環境の醸成
 - 1)安全文化を考慮した産業安全
 - 2)現場力の強化

4. 化学プロセス安全の基本(1)

化学プロセス安全の基本

1. 化学プロセス: リスクの存在

- 1) リスク源: 化学物質、化学反応
- 2) ハザード発生要因: 設備、オペレーション、マネジメント

2. 化学プロセスの安全化

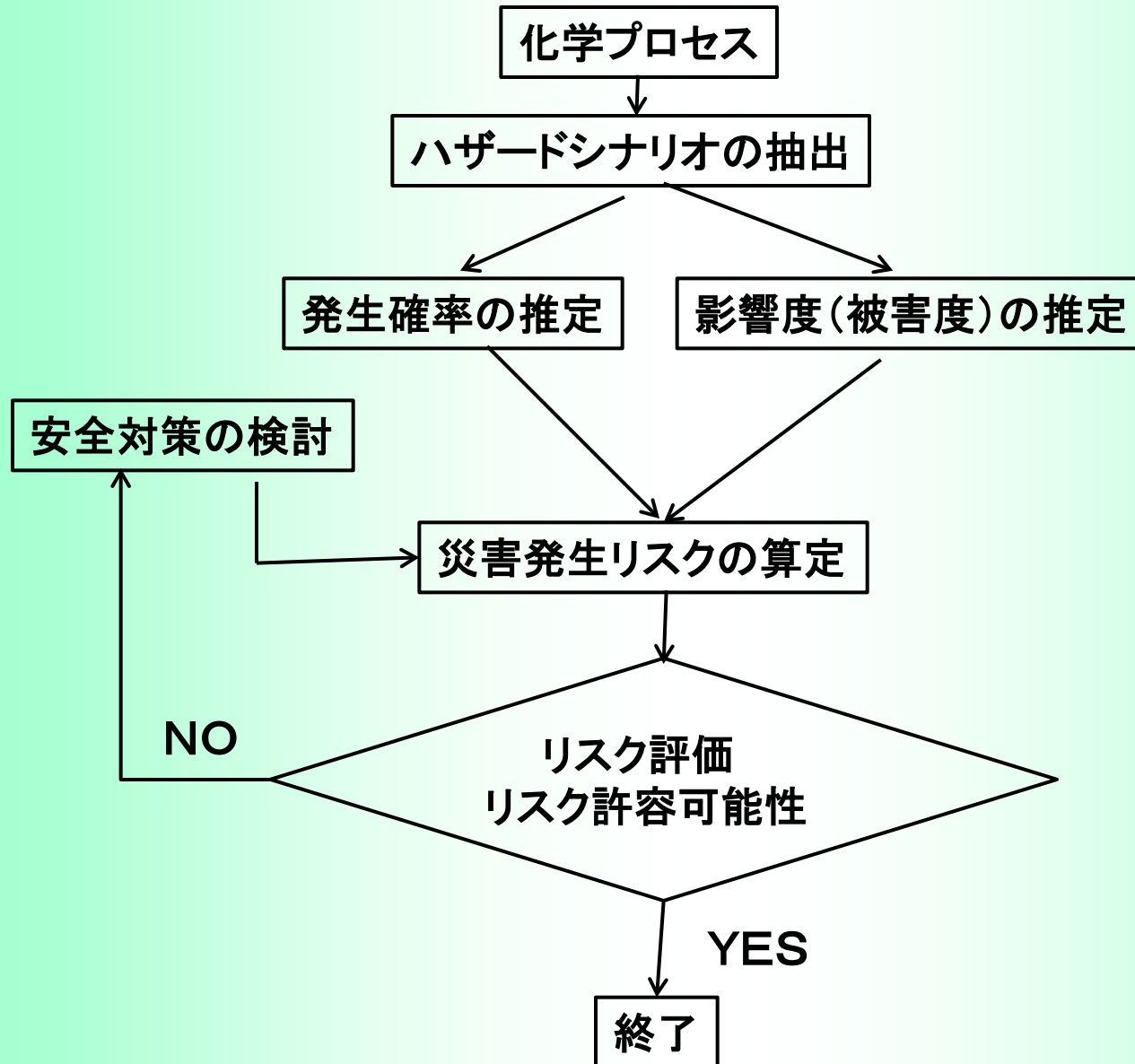
化学プロセスのリスクアセスメントとリスクマネジメント: 重要

化学プロセスのリスクアセスメントとリスクマネジメント

化学プロセスのリスクアセスメントとリスクマネジメント

1. ハザードシナリオの抽出: ブレインストーミング等
種々の視点からのあらゆるハザードシナリオの抽出
2. リスクの一次評価: 専門家によるリスクのスクリーニング
3. リスクアセスメント: 発生確率と影響度(被害度)
4. リスクマネジメント
 - 1) リスクマトリックスによるリスクの評価
発生確率小、影響度(被害度)大の場合の取扱
 - 2) 安全対策等によるリスクの低減とリスク再評価
安全対策: 予防対策と拡大防止対策
 - ①. 予防対策: 発生確率の低下、影響度(被害度)の低下
 - ②. 拡大防止対策: 防火・防爆対策、封じ込め、避難等

化学プロセスのリスクアセスメントとリスクマネジメントフロー



リスク管理の優先度

発生確率	頻繁				直ちにリスク対策
	周期的				
	時折				リスク対策
	まれ		定期的レビュー		リスク削減戦略
		軽度	中程度	重大	破局的
		影響度・被害度			

4. 化学プロセス安全の基本(2)

化学プロセスのエネルギーリスク評価と安全化(例)

1. 化学プロセスにおけるハザードの把握
2. 各ハザードに対する化学物質、化学反応の潜在エネルギー危険性評価
3. 化学プロセスのエネルギーリスク評価
4. 化学プロセスの適切な安全対策

4. 化学プロセス安全の基本(3)

化学物質の潜在エネルギー危険特性

化学物質に与えられるエネルギーの種類

1. 発火・爆発の起こり易さ : 感度
2. エネルギー発生量 : 威力
エネルギー発生速度

4. 化学プロセス安全の基本(4)

化学プロセスに存在するハザードの把握

化学プロセス： 設備、オペレーション、マネジメント

1. 化学物質取扱環境におけるハザード

温度、圧力、取扱量、雰囲気、容器材質、不純物、熱、
打撃・摩擦、衝撃、静電気等

2. 化学反応取扱環境におけるハザード

反応系(反応熱、反応速度定数)、反応量、反応温度、反応圧力、
雰囲気、反応組成、混合、滴下、容器材質、不純物、温度制御系等

4. 化学プロセス安全の基本(5)

各ハザードに対する化学プロセスの潜在エネルギー危険性評価

適切な評価法の選択、正しい評価結果、評価結果の正しい解釈

1. 化学物質の潜在エネルギー危険性評価

反応物、中間生成物、反応生成物、副反応生成物等

2. 化学反応の潜在エネルギー危険性評価

主反応、副反応、二次的反応

時間－温度、時間－熱、時間－圧力

化学物質の潜在エネルギー—危険性と実験的評価法

危険性	要因	試験法	
		感度	威力
爆発性	熱	SC-DSC(消防法)	SC-DSC(消防法)
		ARC	ARC
	火炎	BAM蓄熱貯蔵試験 着火性試験(消防法) 時間—圧力試験	圧力容器試験(消防法) 時間—圧力試験 燃焼試験(消防法)
		機械的衝撃	落槌感度試験 落球感度試験(消防法)
	衝撃起爆	MKⅢ弾動臼砲試験	MKⅢ弾動臼砲試験 鉄管試験(消防法)
発火性	自然発火性	自然発火性試験(消防法)	
	水反応性	水反応性試験(消防法)	
酸化性	可燃剤との混触反応性	改良鉄皿試験	
	可燃剤混合物の爆発性	SC-DSC(消防法)	
	熱	ARC	ARC
	火炎	BAM蓄熱貯蔵試験 着火性試験(消防法) 時間—圧力試験	圧力容器試験(消防法) 時間—圧力試験 燃焼試験(消防法)
		機械的衝撃	落槌感度試験 落球感度試験(消防法)
	衝撃起爆	MKⅢ弾動臼砲試験	MKⅢ弾動臼砲試験 鉄管試験(消防法)
引火性		引火点試験(J消防法)	
可燃性	可燃性固体	着火性試験(消防法)	
	可燃性粉塵	ハルトマン粉塵爆発試験	
	可燃性ガス	拡散ガス燃焼試験	ガス爆発性試験

化学物質の潜在エネルギー—危険性と実験的評価法

危険性	要因	試験法	
		感度	威力
爆発性	熱	SC-DSC(消防法)	SC-DSC(消防法)
		ARC	ARC
		BAM蓄熱貯蔵試験	圧力容器試験(消防法)
	火炎	着火性試験(消防法)	
		時間—圧力試験	時間—圧力試験
			燃焼試験(消防法)
	機械的衝撃	落槌感度試験	
落球感度試験(消防法)			
衝撃起爆	MKⅢ弾動臼砲試験		MKⅢ弾動臼砲試験
			鉄管試験(消防法)

4. 化学プロセス安全の基本(6)

化学プロセスのエネルギーリスク評価

1. 化学プロセス環境に存在するハザード

化学プロセス環境： 設備、オペレーション、マネジメント

2. 化学プロセスに存在する化学物質、化学反応のエネルギー特性

化学物質、化学反応のエネルギー特性： 感度、威力

3. 化学プロセスにおける化学物質、化学反応の取扱環境条件

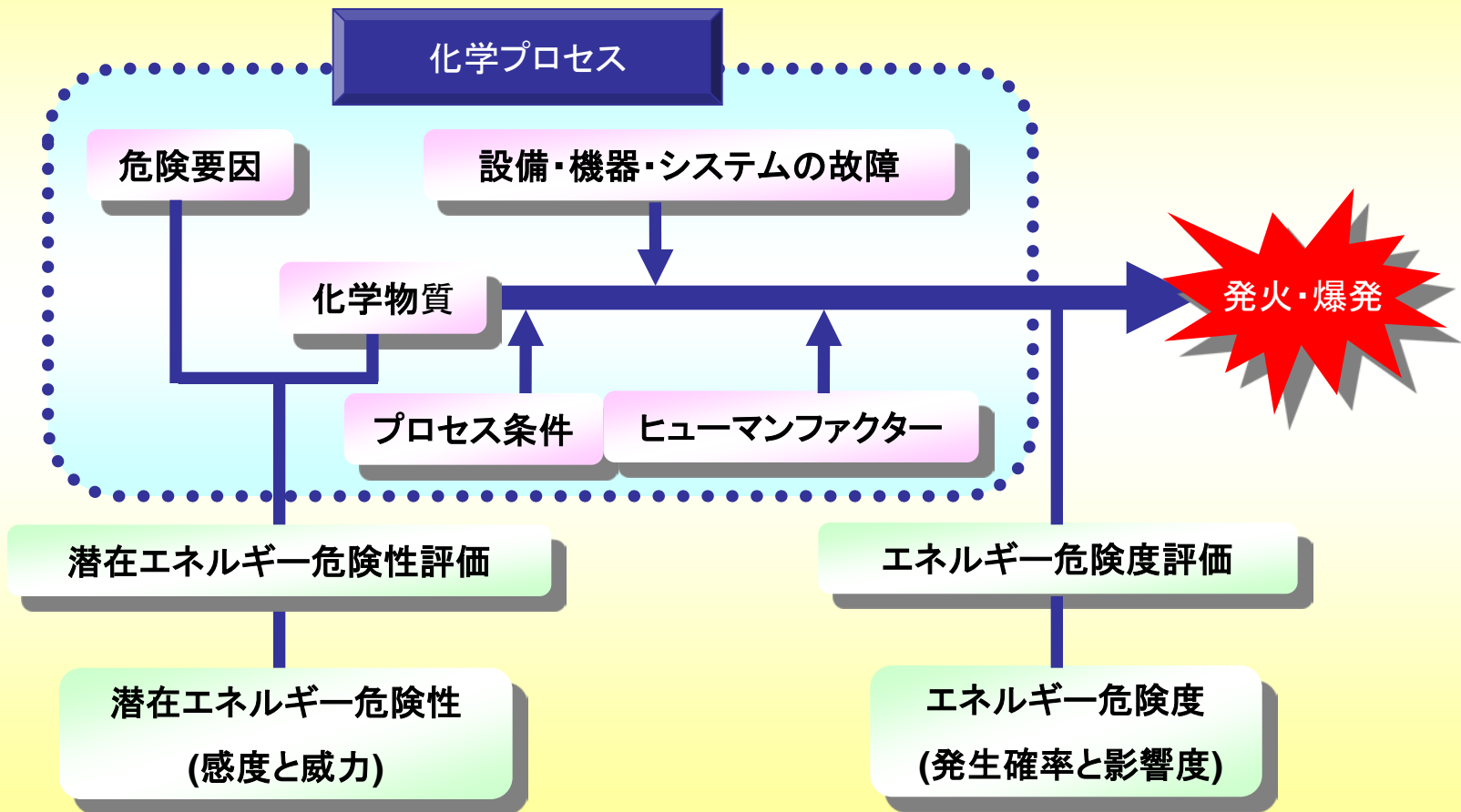
化学プロセス環境： 設備、オペレーション、マネジメント

4. 化学プロセスの各ハザードに対するエネルギーリスク評価

1) 発生確率： 化学物質、化学反応の感度特性と取扱環境条件

2) 影響度： 化学物質、化学反応の威力特性と取扱環境条件

化学プロセスのエネルギー危険度



4. 化学プロセスの安全化(7)

化学プロセスの安全化対策

設備、オペレーションおよび管理面での適切な安全対策

1. 化学物質の安全化対策
2. 化学反応の安全化対策

5. 化学プロセスの潜在エネルギー危険性評価(1)

化学プロセスの潜在エネルギー危険性評価

1. 化学物質の潜在エネルギー危険性評価
2. 化学反応の潜在エネルギー危険性評価

化学物質の段階的潜在エネルギー危険性評価

化学物質の段階的潜在エネルギー危険性評価(1)

1. 文献情報からの潜在エネルギー危険性推定
危険性物質情報、事故事例情報、MSDS
2. 熱化学計算による潜在エネルギー危険性予測
反応熱 : REITP、CHETAH
3. 実験による潜在エネルギー危険性評価
各特性 : スクリーニング評価、標準試験

文献情報からの潜在エネルギー危険性評価

文献情報からの潜在エネルギー危険性推定

1. エネルギー危険物質グループ

爆発性物質	:	爆発性化合物特有の官能基 過酸化物生成能特有化学構造 爆発性化合物性状表
引火性物質・可燃性物質	:	引火点、発火点、爆発範囲
自然発火性物質	:	自然発火性物質表
禁水性物質	:	禁水性物質表
酸化性物質	:	酸化性物質表
混触危険物質	:	混合発火・爆発性物質

2. 事故事例

事故統計、事故報告書、事故事例集、危険反応事例集

3. 危険物データシート

会社、協会、消防機関、労働機関、輸送機関

熱化学計算による潜在エネルギー危険性予測

熱化学計算による潜在エネルギー危険性予測

1. 原理

化学物質の分解、爆発、反応 : 生成物予測

反応系と生成系との生成熱の差 : 反応熱算出

反応熱の大きさ : エネルギー発生量予測

2. 方法

生成物予測 : REITP、CHETAH

反応物、生成物の生成熱 : 実測値、計算値(加成性則適用)

3. 特徴

化学物質の最大エネルギー発生量を簡単に予測可能

分解、爆発、反応の起こり易さ : 予測困難

エネルギー発生量 : 予測可能

エネルギー発生速度 : 予測困難

実験による潜在エネルギー危険性評価

実験による潜在エネルギー危険性評価

危険性	要因	試験法	
		感度	威力
爆発性	熱	SC-DSC(消防法)	SC-DSC(消防法)
		ARC	ARC
	BAM蓄熱貯蔵試験	圧力容器試験(消防法)	
	火炎	着火性試験(消防法)	
		時間-圧力試験	時間-圧力試験
			燃焼試験(消防法)
	機械的衝撃	落槌感度試験	
落球感度試験(消防法)			
衝撃起爆	MKⅢ弾動臼砲試験		MKⅢ弾動臼砲試験
			鉄管試験(消防法)

化学反応の段階的潜在エネルギー危険性評価

化学反応の段階的潜在エネルギー危険性評価

1. 文献情報からの潜在エネルギー危険性推定

- 1) 反応と潜在エネルギー危険性
- 2) 事故事例

Bretherickの危険物ハンドブック、反応危険—事故事例と解析—

2. 熱化学計算からの潜在エネルギー危険性予測

反応熱 : REITP、CHETAH

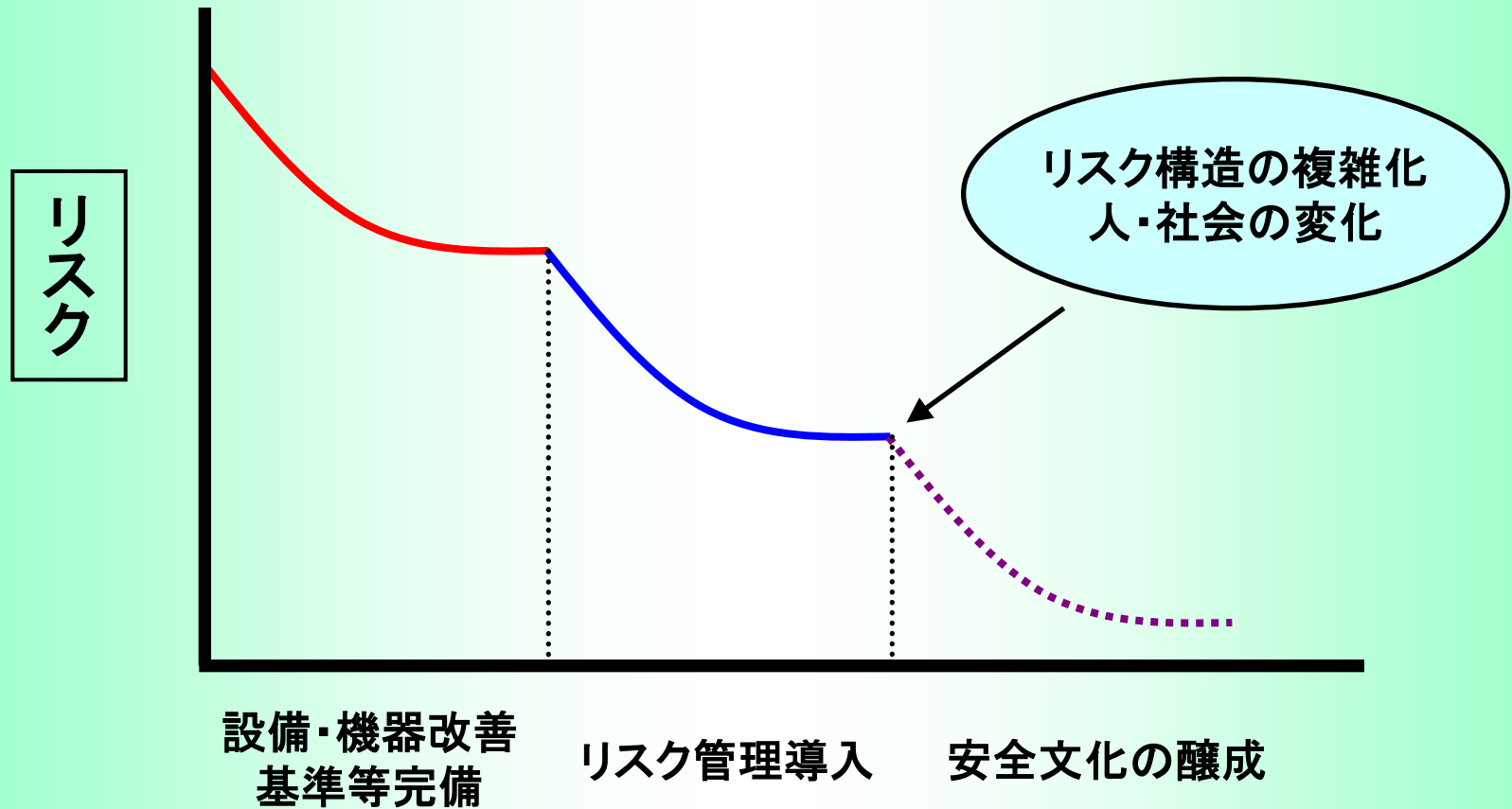
3. 実験による潜在エネルギー危険性評価

熱特性 : DSC、スーパーCRC、C80、ARSST、ARC、RC1等

5. 安全文化を考慮した産業安全 —保安力の評価と強化—

1. 保安力とは
事業者の安全文化を考慮した産業安全を確保・向上する
ポテンシャル(安全基盤と安全文化)
2. 安全基盤の概念
3. 安全文化の概念
4. 保安力の評価と強化
5. 保安力評価システムの構築

安全の確保・向上のためのコンセプトの導入とリスク



安全の確保・向上のためのコンセプトの導入

図 保安力の概念

保安力：安全基盤と安全文化

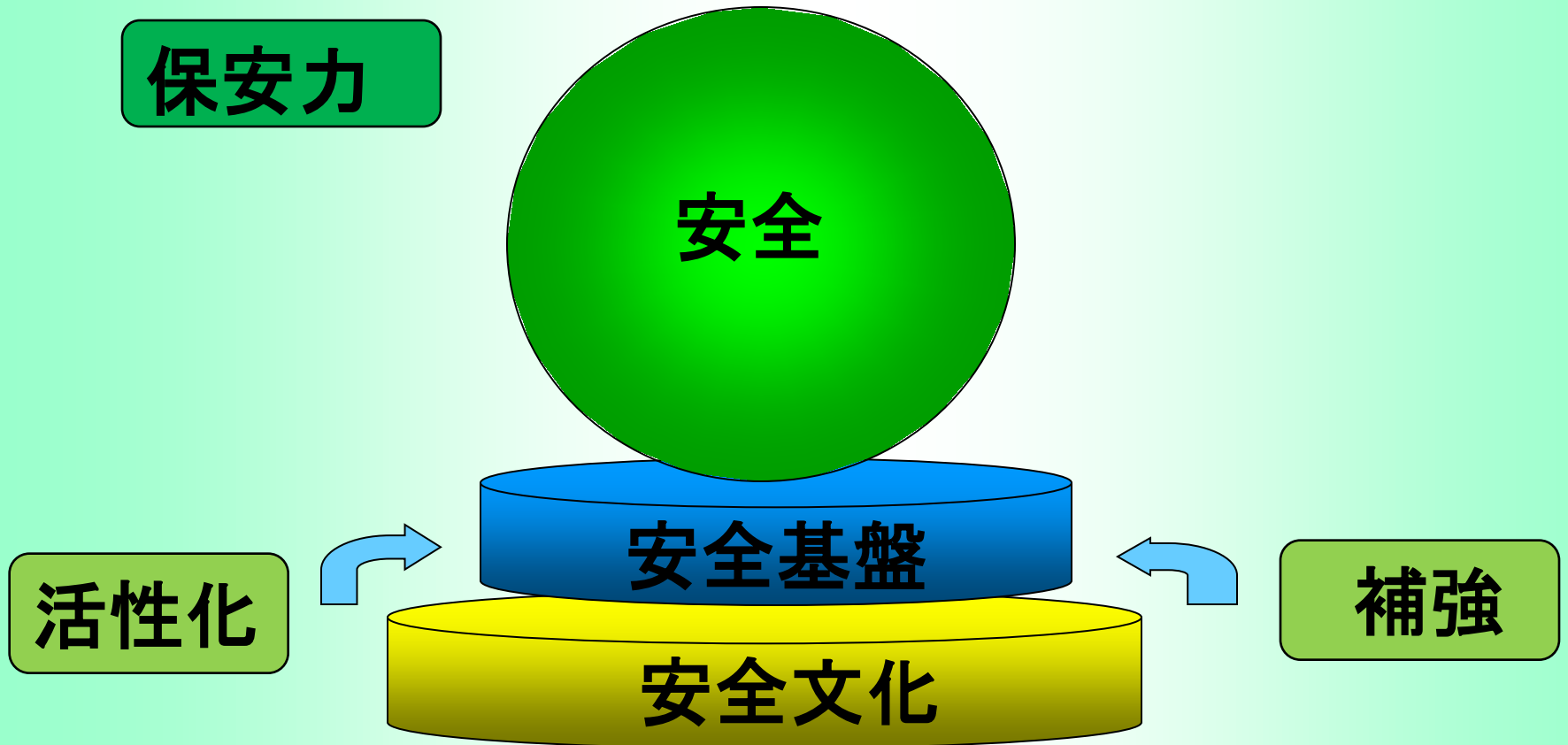
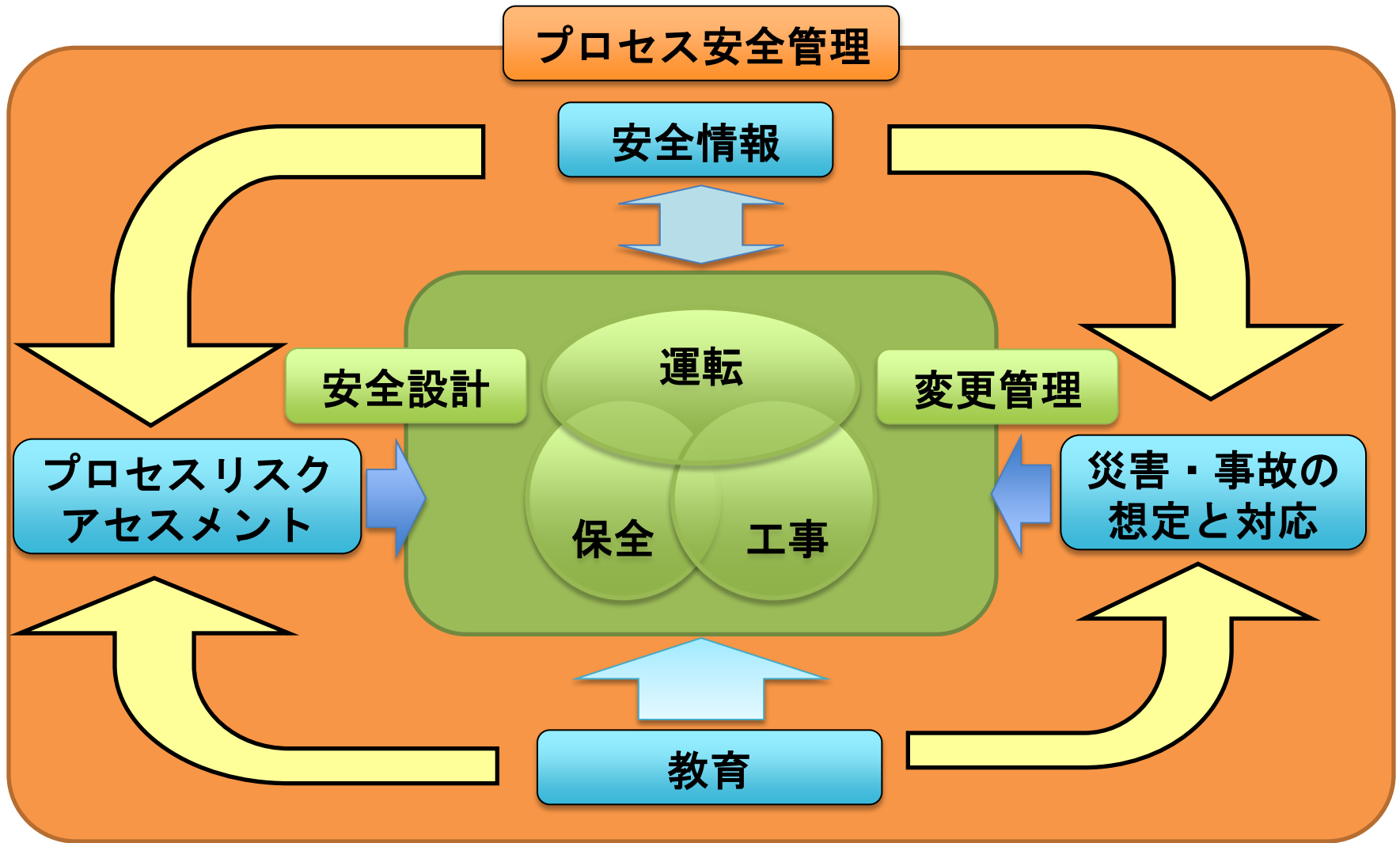
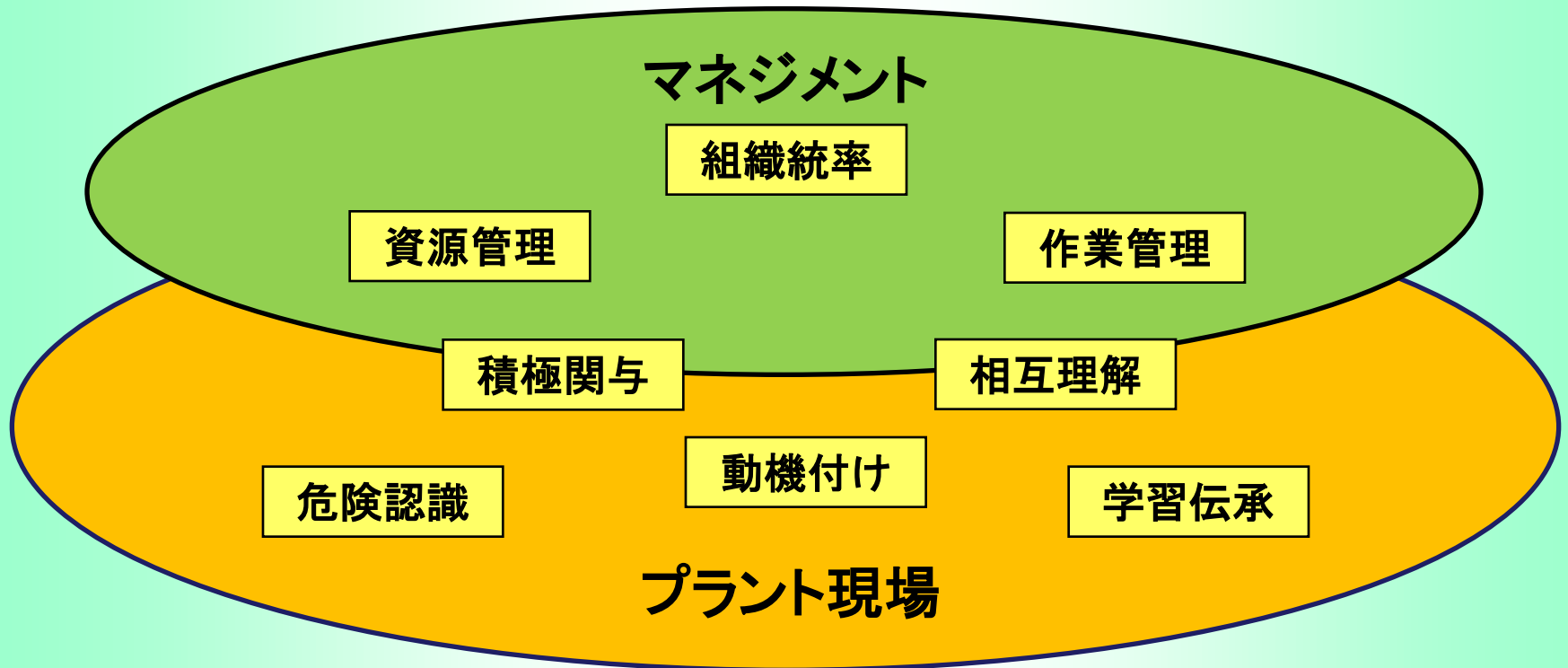


図 安全基盤の概念(評価10項目)



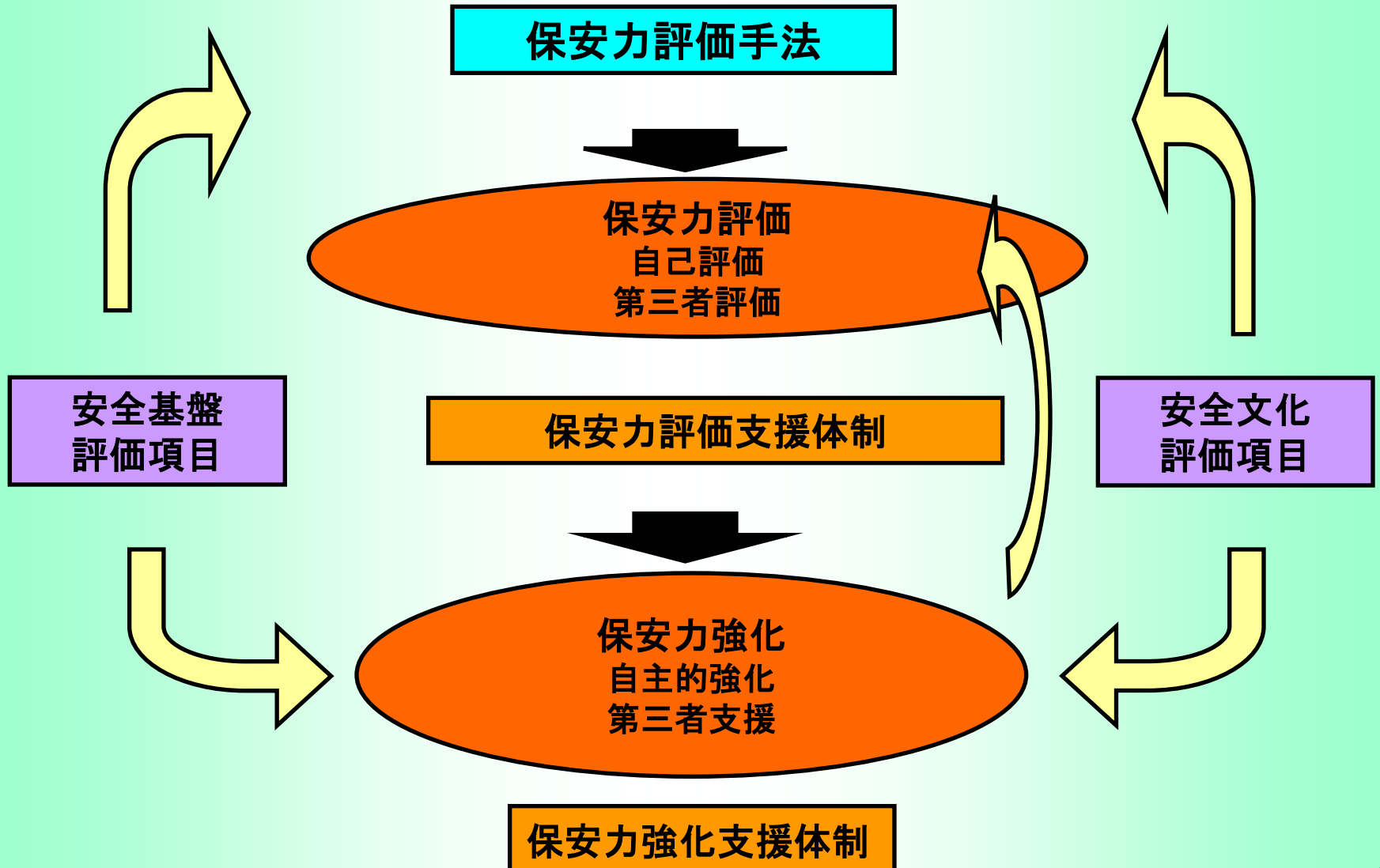
人・組織, 設備, 技術により
プラントの安全を向上するための仕組みの体系

図 安全文化の概念(評価8項目)



安全基盤を活性化し、補強する人間行動、組織活動、事業所環境を改善することにより、プラントの安全を向上させていく体系

図 事業所等の保安力の評価と強化



6. 現場力の強化(1)

1. 現場力とは？
2. 現場力の評価
3. 現場力の強化

現場保安力の概念

強化・向上

支援

現場の
安全の潜在能力

現場の主体的な安全活動

マネジメント

組織風土

- ◆ 経営層の安全理念・方針の理解
- ◆ 安全への主体的な取組による安全の確保と被害の局限化
 - ① 安全問題の認識と安全の確保
 - ② 安全問題発生への対応

- ◆ 5S、挨拶・規則順守
- ◆ 活力のある安全活動
- ◆ 個人安全活動宣言、安全行動自己評価、相互注意運動

- ◆ 経営層の安全理念・方針の策定・普及
- ◆ リーダーシップ
- ◆ 安全組織、安全管理、安全教育、安全審査
- ◆ 資源の投入
- ◆ 適正なワーク管理

- ◆ 安全への積極関与
- ◆ 組織内・組織間の適切なコミュニケーション

現場保安力とは

“プラント現場が経営層の安全理念・方針を理解し、プラントの運転・保守業務において安全への主体的な取り組みにより事故の予防や事故発生時の影響・被害の局限化をはかるプラント現場の安全の潜在能力(安全のポテンシャル)。また、それを強化する現場の主体的安全活動並びにそれらをリードし、支援するマネジメントおよび組織風土からなる。”

現場保安力の構成要素

プラント現場の安全の潜在能力

- 1) 経営層の安全理念・方針の理解
- 2) 安全への主体的な取組による安全の確保と被害の局限化
 - ①. 安全問題の認識と安全の確保
 - ・プロセスおよび作業の危険性の理解(危険源の予知、リスク評価)
 - ・設備・機器の健全性維持と作業の安全化
 - ②. 安全問題発生への対応
 - ・異常の予兆の検知
 - ・異常発生時の適切な対処
 - ・事故発生時の被害の局限化

①プラント現場の安全の潜在能力を高める現場の主体な安全活動

- ・5S(整理、整頓、清掃、清潔、しつけ)、挨拶・規則順守
- ・活力のある安全活動(KY活動、HH活動、安全改善提案、HE防止活動)
- ・個人安全活動宣言、安全行動自己評価、相互注意運動

②プラント現場の安全の潜在能力を高めるマネジメント

- ・経営層の安全理念・方針の策定・普及
- ・リーダーシップ
- ・安全組織、安全管理、安全教育、安全審査
- ・資源の投入
- ・適正なワーク管理

③プラント現場の安全の潜在能力を高める組織風土

- ・安全への積極関与
- ・組織内・組織間の適切なコミュニケーション

5. 現場力の強化(2)

1. 現場力の評価:

現場力:安全文化等の各要素を基にしたコンセプトの構築

現場力の評価: 現場力要素の優れた点と弱点の認識

2. 現場力の強化

1)安全活動・安全教育の共有化と活用(短期):

安全活動情報・安全教育プログラムの体系的整理および共有化と活用

2)体系的安全教育プログラムの構築と実践(長期)

3. 現場力の評価と強化によるPDCA



保安防災・労働安全衛生活動 ベストプラクティス集

— 日化協 安全表彰受賞事業所の取組み事例 —

平成 25 年 9 月

一般社団法人 日本化学工業協会

現場保安力強化ベストプラクティス集
— 日化協 安全表彰受賞事業所の取組み事例 —

平成26年3月
特定非営利活動法人 安全工学会

表2 現場保安力要素と現場保安力強化安全活動要素

現場保安力要素 現場保安力強化安全活動要素			現場保安力要素						
			安全理念・方針理解	安全確保・被害局限化					
				危険認識・安全確保			安全問題対応		
				危険性理解	設備等維持、作業安全化	異常予兆検知	異常発生対処	事故被害局限化	
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	
主 体 的 場 活 の 動	SS、挨拶、規則遵守	E1	E1P1	E1P2	E1P3	E1P4	E1P5	E1P6	
	安全活動	E2	E2P1	E2P2	E2P3	E2P4	E2P5	E2P6	
	個人安全宣言等	E3	E3P1	E3P2	E3P3	E3P4	E3P5	E3P6	
マ ネ ジ メ ン ト	安全理念・方針普及	E4	E4P1	E4P2	E4P3	E4P4	E4P5	E4P6	
	リーダーシップ	E5	E5P1	E5P2	E5P3	E5P4	E5P5	E5P6	
	安全組織	E6	E6P1	E6P2	E6P3	E6P4	E6P5	E6P6	
	安全管理	E7	E7P1	E7P2	E7P3	E7P4	E7P5	E7P6	
	安全教育	E8	E8P1	E8P2	E8P3	E8P4	E8P5	E8P6	
	安全監査	E9	E9P1	E9P2	E9P3	E9P4	E9P5	E9P6	
	資源の投入	E10	E10P1	E10P2	E10P3	E10P4	E10P5	E10P6	
	ワーク管理	E11	E11P1	E11P2	E11P3	E11P4	E11P5	E11P6	
組 織 風 土	安全積極関与	E12	E12P1	E12P2	E12P3	E12P4	E12P5	E12P6	
	コミュニケーション	E13	E13P1	E13P2	E13P3	E13P4	E13P5	E13P6	

表3. 現場保安力要素への安全活動要素の影響(1)

[]内は略称・詳細報告内で使用

				プラント現場の安全の潜在能力					
				2. 安全への主体的取り組みによる安全の確保と被害の極限化 [安全確保・被害極限化]					
				1) 安全問題の認識と安全の確保 [危険認識・安全確保]			2) 安全問題発生への対応 [安全問題対応]		
				1. 経営層の安全理 ・方針の理解 [安全理念・方針理解]	①プロセス・作業の 危険性理解 (危険源予知・ リスク評価) [危険性理解]	②設備・機器の 健全性維持と作業の 安全化 [設備等維持、 作業安全化]	①異常の予兆検知 [異常予兆検知]	②異常発生時の 適切な対処 [異常発生対処]	③事故発生時の 被害の局限化 [事故被害極限化]
項目名	受賞年	頁(BP事例)							
1. 現場の主体的な安全活動 [現場の主体的活動]									
1) 挨拶、5S、規則の遵守									
①. 挨拶	あいさつの活性化活動	2009	1		○				
②. 5S	5Sエリア責任者の任命	2003	2		○				
	マイエリア、機器ピカピカ運動	2012	3		○				
	場内一斉清掃活動	2011	4		○				
③. 規則の遵守	安全ルール遵守の自己評価	2003	5		○				
	安全体質づくり5本柱	2003	6	○	○				
2) 活力のある安全活動 (KY活動、HH活動、安全改善提案、HE奉仕活動等) [安全活動]									
①. KY活動	工場PKY活動	2010	7	○	○	○			
	LOF	2004	8	○	○				
	見つけて良かったシート	2009	9	○	○	○			
	非正常作業指示書にKYを追加	2011	10	○	○	○			
	非正常作業届出のKY実施	2011	11	○	○	○			
	定期修理におけるKY確認	2010	12	○	○	○			
	ゼロゼロ討論会	2004	13	○	○				
	目で見る管理	2013	14	○	○	○			
②. HH活動	ヒヤリハット活動の推進	2006	15	○	○	○			
	ヒヤリハットマップ	2009	16	○	○	○			
	ヒヤリハット活動の体系化と改善サ	2013	17	○	○				
③. 安全改善提案									
④. HE防止活動									
	チョコ報精度	2003	18	○	○				
⑤. 先行指標活動									
	安全の先行指標	2004	19	○	○	○			
⑥. その他									
	安全一口言葉の放送	2006	20	○	○				

1. 現場の主体的な安全活動

③個人安全活動宣言、安全行動自己評価、相互注意運動 [個人安全宣言等]									
①. 安全行動宣言と自己評価									
安全誓約書	2008	21	○	○	○				
個人別安全活動宣言	2004	22	○	○	○				
個人の弱点克服宣言活動	2012	23	○	○	○				
基本安全行動自己評価	2008	24	○	○	○			○	
安全力チェック	2012	25		○	○				
安全意識レベルの向上	2013	26		○	○				
②. 相互注意運動									
相互声かけ運動	2012	27		○	○				
相互注意活動	2008	28		○	○				
作業の交叉実査	2009	29		○	○				
定期修理での指摘活動	2010	30		○	○				○
安全モニター制度	1996	31		○	○				
安全の3本柱	2010	32		○	○				

2. プラント現場の安全のポテンシャルを高めるマネジメント

1) 経営層の安全理念・方針の策定・普及 [安全理念・方針普及]

2) リーダーシップ

朝の安全呼びかけ	2007	33	○						
徹底した現場巡視	2009	34	○						
警鐘/パトロール	2005	35	○						
ライン管理者自己評価	2010	36	○						
管理者の安全行動規範	2004	37	○						
実験室安全自己評価	1996	38		○	○		○		
安全人間づくり活動	2013	39		○					
労使トップの安全パトロール	2013	40		○					

3) 安全組織

安全衛生対策を考慮した試作合成	2002	41		○	○				
実験安全の事前評価	2002	42		○	○				
変更管理システム	2013	43		○	○				

- * 人材育成に関わる部分は(経営層の)安全理念・方針の理解に含めた。
- * ルール設定はプロセス・作業の危険性理解に含めた。
- * コミュニケーション向上は(経営層の)安全理念・方針の理解に含めた。
- * パトロールは(経営層の)安全理念・方針の理解に含めた。

2. マネジメント

表3. 現場保安力要素への安全活動要素の影響(2)

[]内は略称・詳細報告内で使用

				プラント現場の安全の潜在能力					
				2. 安全への主体的取り組みによる安全の確保と被害の極限化 [安全確保・被害極限化]					
				1) 安全問題の認識と安全の確保 [危険認識・安全確保]		2) 安全問題発生への対応 [安全問題対応]			
				1. 経営層の安全理 ・方針の理解 [安全理念・方針理解]	①プロセス・作業の 危険性理解 (危険源予知・ リスク評価) [危険性理解]	②設備・機器の 健全性維持と作業の 安全化 [設備等維持、 作業安全化]	①異常の予兆検知 [異常予兆検知]	②異常発生時の 適切な対処 [異常発生対処]	③事故発生時の 被害の局限化 [事故被害極限化]
項目名	受賞年	頁(BP事例)							
4) 安全管理									
①. 安全情報									
技術情報・知識のDB化	2007	44		○	○				
防災マップの作成	2006	45		○	○	○			
防災マニュアルシート	2009	46		○	○	○		○	
RC運営方針～安全活動と安全表彰	2013	47		○	○				
②. 災害防止活動									
類似災害防止活動	2003	48		○	○	○			
労働災害トラブルカレンダー	2010	49		○	○	○			
創る安全チェックリスト	2012	50		○	○	○			
事例解析と水平展開による再発防止	2001	51		○	○	○			
協力企業の安全管理	2012	52		○	○				
③. 安全マニュアル									
危険作業・異例作業の手順書	2005	53		○	○				
仕切り板チェックシート	2003	54		○	○				
警報システム改善	2006	55		○	○	○		○	
④. リスクアセスメント									
安全衛生リスク評価活動	2010	56		○	○				
故障の木	2004	57		○	○				
HHTからのRAシステム	2012	58		○	○				
事前安全評価	2012	59		○	○				
4Mマトリックスを用いたリスク評価	2012	60		○	○				
重大作業計画書	2012	61		○	○				
リスクアセスメントDB構築	2006	62		○	○				
実験安全性事前評価フロー	1996	63		○	○				
安全自己評価	2002	64		○	○				
BCPの取り組み	2013	65		○	○				
危険源の特定と管理策	2013	66		○	○				
新規実験の審査	2013	67		○	○				
5) 安全教育									
①. 教育制度									
リーダー研修会	2005	68	○	○	○	○	○	○	
人材育成体系	2003	69	○	○	○	○	○	○	
スキル評価制度	2004	70	○	○	○	○	○	○	
SE制度	2007	71	○	○	○	○	○	○	
マイスター制度	2011	72	○	○	○	○	○	○	
教育体系の整備	1999	73		○	○	○	○	○	
災害防止活動	2007	74		○	○	○			
工事における保安トピックス	2007	75		○	○				
STOP活動	2007	76		○	○				

2. マネジメント

3. 組織風土	②. 教育教材	化学プラント安全教材	2008	77																				
		基準書類のイラスト化	2007	78																				
		入構時安全教育ビデオの作成と活用	2012	79																				
	③. 教育訓練	イメージトレーニング強化	2008	80																				
		一人KY指導	2011	81																				
		トラブル伝承シミュレーター	2007	82																				
		計装および制御研修施設	2012	83																				
		緊急シャットダウン訓練	2006	84																				
		樹脂火災体験教育	2004	85																				
		基本動作徹底活動	2010	86																				
		他社交流会の開催	2011	87																				
	6)安全審査	安全審査委員会	2005	88																				
		SACPOL	2006	89																				
		新設・改造時の保安審査	2007	90																				
	7)資源の投入																							
	8)適正なワーク管理 [ワーク管理]																							
	3. プラント現場の安全のポテンシャルを高める組織風土(組織環境)																							
	1)安全への積極関与 [安全積極関与]																							
		構内基本ルール60	2011	91																				
		重要な基本ルールの徹底	2008	92																				
	一つのルール遵守活動	2011	93																					
	一日安全委員長	2005	94																					
	安全体質づくりの5本柱	1998	95																					
	安全風土の向上	2010	96																					
	安全衛生心得手帳	2011	97																					
	化学工場における作業の常識集	2012	98																					
2)組織内・組織間の適切なコミュニケーション [コミュニケーション]																								
	工場の一体感醸成	2011	99																					
	全体朝礼、大部屋事務所	2009	100																					
	管理職対話パトロール	2003	101																					
	個人レスポンス活動	2004	102																					
	安全座談会	2009	103																					
	CF(クロスファンクション)活動	2009	104																					
	工事施工時の責任明確化	2010	105																					
	安全自主パトロールの強化	1997	106																					
	地域とのコミュニケーション	2013	107																					

*人材育成に関わる部分は(経営層の)安全理念・方針の理解に含めた。

*ルール設定はプロセス・作業の危険性理解に含めた。

*コミュニケーション向上は(経営層の)安全理念・方針の理解に含めた。

*パトロールは(経営層の)安全理念・方針の理解に含めた。

5. 現場力の強化(3)

体系的な安全教育プログラムの構築と推進

1. 体系的な安全教育プログラムの目的

- 1) 産業安全の強化: リスクの低減、拡大防止
- 2) 社会安全の強化: リスクコミュニケーション、危機対応

2. 体系的な安全教育プログラムの構築と推進

- 1) 安全教育・啓発の推進
- 2) 各段階における安全教育プログラムの構築
家庭教育、初等・中等教育、高等教育、企業教育、社会人教育
- 3) 社会における安全環境の構築

5. 現場力の強化(4)

体系的安全教育プログラム

1. 安全の基本の理解
 - 1) リスク認識: 絶対安全はない
 - 2) 自分の身は自分で守る
 - 3) 危険への感性
 - 4) リスクとベネフィットを基にした科学的議論と決定

2. 基本的安全知識の習得
人間生活、社会生活上必要な安全知識

3. 安全知識・安全技術を有する安全管理者の育成

4. 安全教育のための人材の育成
 - 1) 安全の基本、基本的安全知識
 - 2) 安全管理者

4. 安全の専門家の育成
高度安全知識、高度安全技術の構築のための教育と研究

5. 現場力の強化(5)

体系的な安全教育プログラム

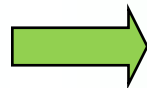
各段階での適切な安全教育・啓発プログラム

1. 家庭教育： 安全の基本、基本的安全知識の習得
2. 初等、中等教育：
安全の基本、基本的安全知識の習得
3. 高等教育： 専門的安全知識・安全技術、安全管理方法の習得
高度安全知識、高度安全技術の構築
4. 企業教育： 企業固有、企業共通の専門的安全知識・安全技術、
安全管理方法の習得
5. 社会人教育：安全の基本、基本的安全知識のレビュー

現場力強化のための安全教育体系の構築

—各段階における適切な安全教育プログラムの構築と実践—

初等・中等教育(文科省・学会連携)
安全の基本、基本的安全知識



高等教育(文科省・学会連携)
専門的安全知識・技術、
高度安全知識・技術



企業教育(経産省・学会支援)

企業共通の教育(安全教育・訓練センター機能)
(安全専門家、OB)

企業固有の教育

安全教育プログラムの共有化
各ポジション: 安全教育プログラム
トップ
マネージャー
グループリーダー
オペレーター等

安全訓練の共有化
危険体感教育
異常時対応訓練
緊急対応訓練

企業理念
企業文化
専門分野の知識・技術



社会人教育(経産省・学会支援)
安全の基本、基本的安全知識

5. 現場力の強化(6)

現場力強化に向けての安全教育の展開

1. 産業界における安全教育プログラムの共通化

石化協、日化協、石連:「産業安全論」(産学連携)

山陽技術振興会:「山陽人材育成講座」(産産連携、産学連携)

2. 産業界と高等教育における安全教育プログラムの連携と役割分担 (学会支援)

3. 初等・中等教育における安全教育(学会、産業界支援)

まとめ

「化学物質を取り扱うプラントの安全化」：話題提供

1. 最近の産業安全問題と背景
2. 化学プラントの安全化に向けて
3. 化学プロセス安全の基本
4. 化学プラントの安全環境の醸成
 - 1) 安全文化を考慮した産業安全
 - 2) 現場力の強化

化学プラントの安全化に向けての議論の展開を期待