



2. リスクアセスメントの理解

平成28年12月、平成29年1月

高圧ガス保安協会
教育事業部



目次

- リスクアセスメントの基礎
- リスクアセスメントの手順
- リスクアセスメント留意事項
- まとめ

リスクアセスメントの基礎

リスクマネジメント、リスクアセスメントとは

- リスクとは
 - ・事故の起こりやすさ(発生確率)と事故がもたらす影響度(被害)の組み合わせ

- リスクアセスメントとは
 - ・事業活動にどのようなリスクが潜んでいるかを知ること
 - ・リスクを許容できるのか評価し、対応案を検討すること

- リスクマネジメントとは
 - ・リスクアセスメントの結果に対する具体的な対処を決めて実行すること(経営)

リスクアセスメントの基礎

リスクマネジメント、リスクアセスメントの目的

リスクアセスメントで職場に潜むリスクを洗い出し、大きなリスクについてリスク低減策を検討し、

リスクマネジメントでリスク低減策を決定し、実行することで、**リスクを低減、安全性を向上させることで、事業を守る**こと。

リスクアセスメントの基礎

リスクマネジメント、リスクアセスメントとは

リスクマネジメントの構成プロセス

リスクマネジメント			
リスクアセスメント			
リスク解析			
ハザードの特定			
リスク算定			
リスク評価			
リスク対応			
リスクの回避			
リスクの最適化(低減)			
リスクの移転			
リスクの保有			
リスクの受容			
リスクコミュニケーション			

リスクアセスメントの基礎

リスクアセスメントの基礎

- ハザードの特定(リスク解析)
 - ・事故に至るシナリオを解析すること
 - ・そのシナリオに関与するハザードは何かを特定すること

- リスク算定(リスク解析)
 - ・事故の起こりやすさを解析すること
 - ・事故の影響度(被害)を解析すること
 - ・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)を決定すること

- リスク評価
 - ・解析したリスクレベルが許容できるか評価し、リスクレベルが大きい事故の対応方針を検討

リスクアセスメントの基礎

ハザードとは

ハザードの定義：潜在的な危害の源 ※

※ISO Guide 73 : 2009 (JIS Q 0073)

本質ハザード

本質的に重要なハザード

- ・設備ハザード 高圧、低圧、高温、低温、加熱、冷却等
- ・物質ハザード 可燃性物質、毒性物質、腐食性物質等

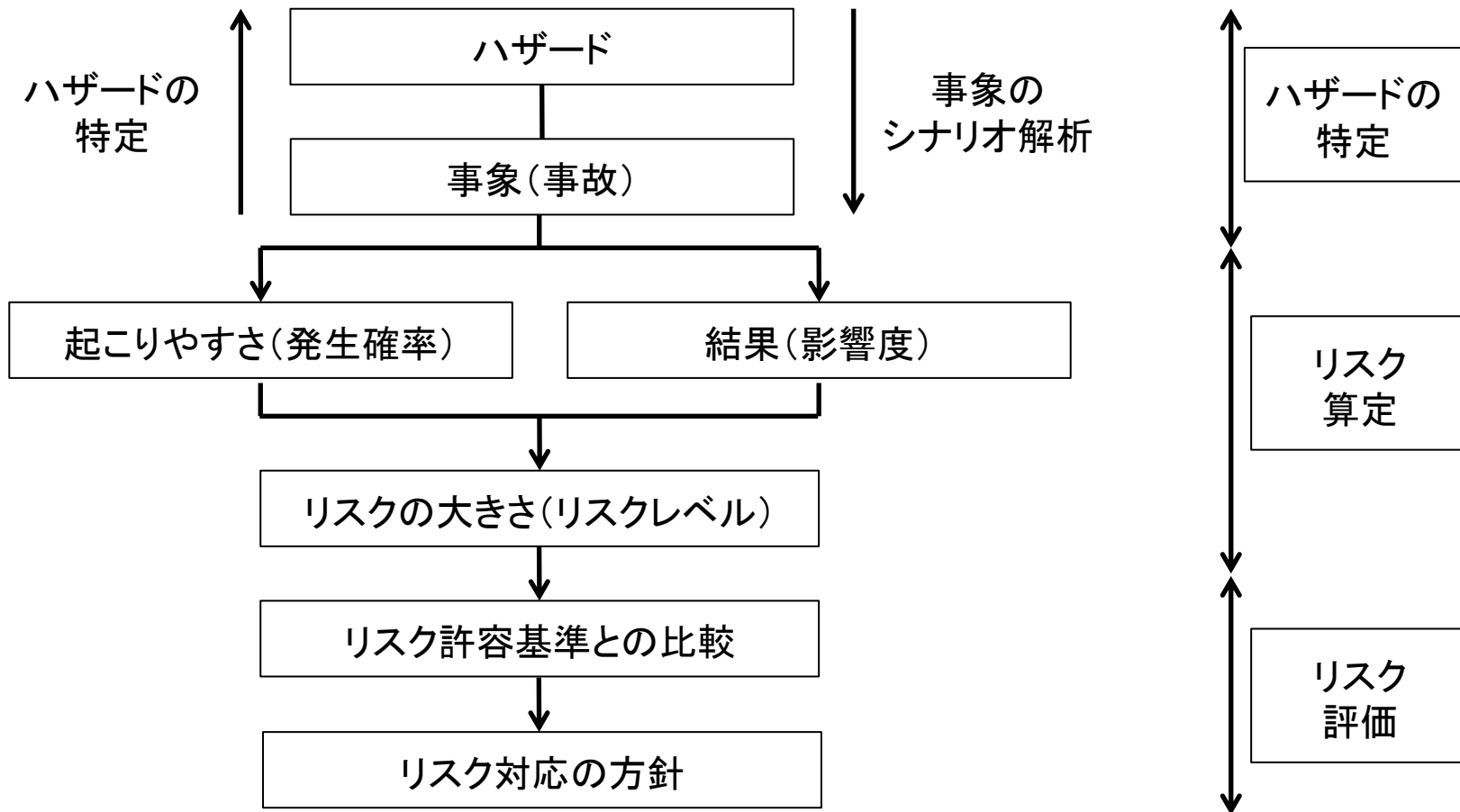
関連ハザード

個別の問題に関連するハザード

- ・異物、ドレン抜き、縁切り等

リスクアセスメントの基礎

リスクアセスメントの手順



リスクアセスメントの基礎

リスクアセスメントの手順

リスクアセスメントの解析対象

解析対象の例	具体的な取組例
作業	<ul style="list-style-type: none">・その作業にはどのような危険があるか・作業の手順書の記載事項を守らなかったら何が起きるのか
プロセス、工程	<ul style="list-style-type: none">・そのプロセス、工程にはどのような危険があるか・プロセス、工程において、ある設備の運転状態が運転範囲から外れた場合何が起きるのか
ヒヤリハット、KY	<ul style="list-style-type: none">・ヒヤリハットやKYで挙げられた作業、場所、設備などにはどのような危険があるのか
想定される事故	<ul style="list-style-type: none">・自社の施設で想定される事故は、どのようなシナリオで発生するのか

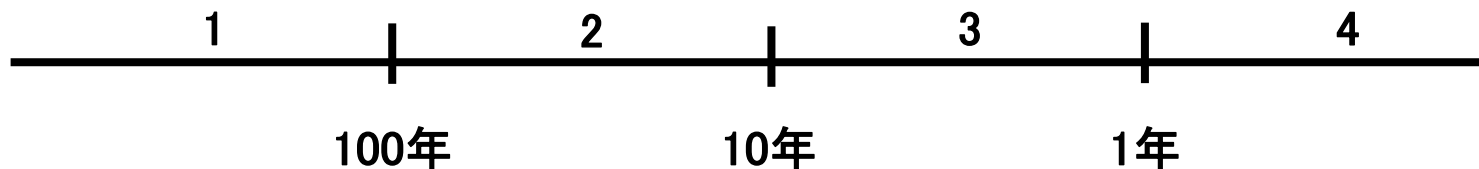
リスクアセスメントの基礎

リスク算定、リスク評価で活用される分類表例

リスクアセスメントにおけるリスク算定、リスク評価で活用される分類表の例を以下に示す。これらの分類表は、リスクアセスメントを実施する前に準備しておく。

リスク算定 起こりやすさ F（発生頻度）の分類例

起こりやすさ	発生頻度
1	$F < 1\text{回}/100\text{年で発生}$
2	$1\text{回}/100\text{年} \leq F < 1\text{回}/10\text{年で発生}$
3	$1\text{回}/10\text{年} \leq F < 1\text{回}/1\text{年で発生}$
4	$1\text{回}/1\text{年} \leq F$ で発生



リスクアセスメントの基礎

リスク算定、リスク評価で活用される分類表例

リスク算定 結果(影響度)の分類例

影響度	人的被害	設備損傷	生産損失
1	怪我なし	設備被害なし	生産損失なし
2	不休災害	被害額0.5億円未満	生産停止1週間未満
3	休業災害	被害額0.5～1.0億円	生産停止1週間～1ヶ月
4	死亡	被害額1.0億円超	生産停止1ヶ月超

リスクアセスメントの基礎

リスク算定、リスク評価で活用される分類表例

リスクレベルを下表のリスクマトリックスで決定。

リスク算定 リスクマトリックスの例

			影響度			
			低			高
			1	2	3	4
起 り や す さ	低	1	I	I	II	II
		2	I	II	III	III
		3	II	III	IV	IV
	高	4	III	IV	IV	IV

リスクアセスメントの基礎

リスク算定、リスク評価で活用される分類表例

リスク評価 リスクレベルの許容基準の例

リスクレベル	判定基準	必要なリスク低減対策
IV	許容不可	一定期間(例えば6ヶ月)以内に工学的又は管理的なリスク低減対策をとり、リスクレベルをⅡ以下にする必要がある。
Ⅲ	望ましくない	一定期間(例えば12ヶ月)以内に工学的又は管理的なリスク低減対策をとり、リスクレベルをⅡ以下にする必要がある。
Ⅱ	管理することにより許容可能	適切な手順又は管理方法を確立する必要がある。
I	許容可能	特にリスク低減対策は必要なし。

これらの分類表は、各企業、事業所またはプロセスプラントで策定する。策定にあたっては、プロセス内容、取扱物質、事業環境、社会との関わり合いなどを考慮して検討する。

リスクアセスメントの基礎

リスクアセスメントの結果の例

リスクアセスメント		解析結果の例	
リスク解析	ハザードの特定	計量器へのボンベ設置ミスで、可燃性ガスを過充填し、余剰分を大気放出した際、着火爆発し、従業員負傷	
	リスク算定	起こりやすさ (発生確率)	1回/50年 低 ← 1 2 3 4 → 高
		結果 (影響度)	従業員の休業災害 低 ← 1 2 3 4 → 高
		リスクの大きさ (リスクレベル)	低 ← I II III IV → 高
リスク評価	リスク許容基準との比較	望ましくない 1年以内にリスクレベルをII以下とする事	
	リスク対応の方針	自動充填装置の作業エリアを拡大 余剰ガスの放出手順書作成、教育	

リスクアセスメントの基礎

リスク対応の方針の効果確認

リスク対応の方針で検討したリスク低減策は、その効果の検証のため再度リスクアセスメントを実施し、リスクレベルが目標とするレベルまで低減されていることを確認する。

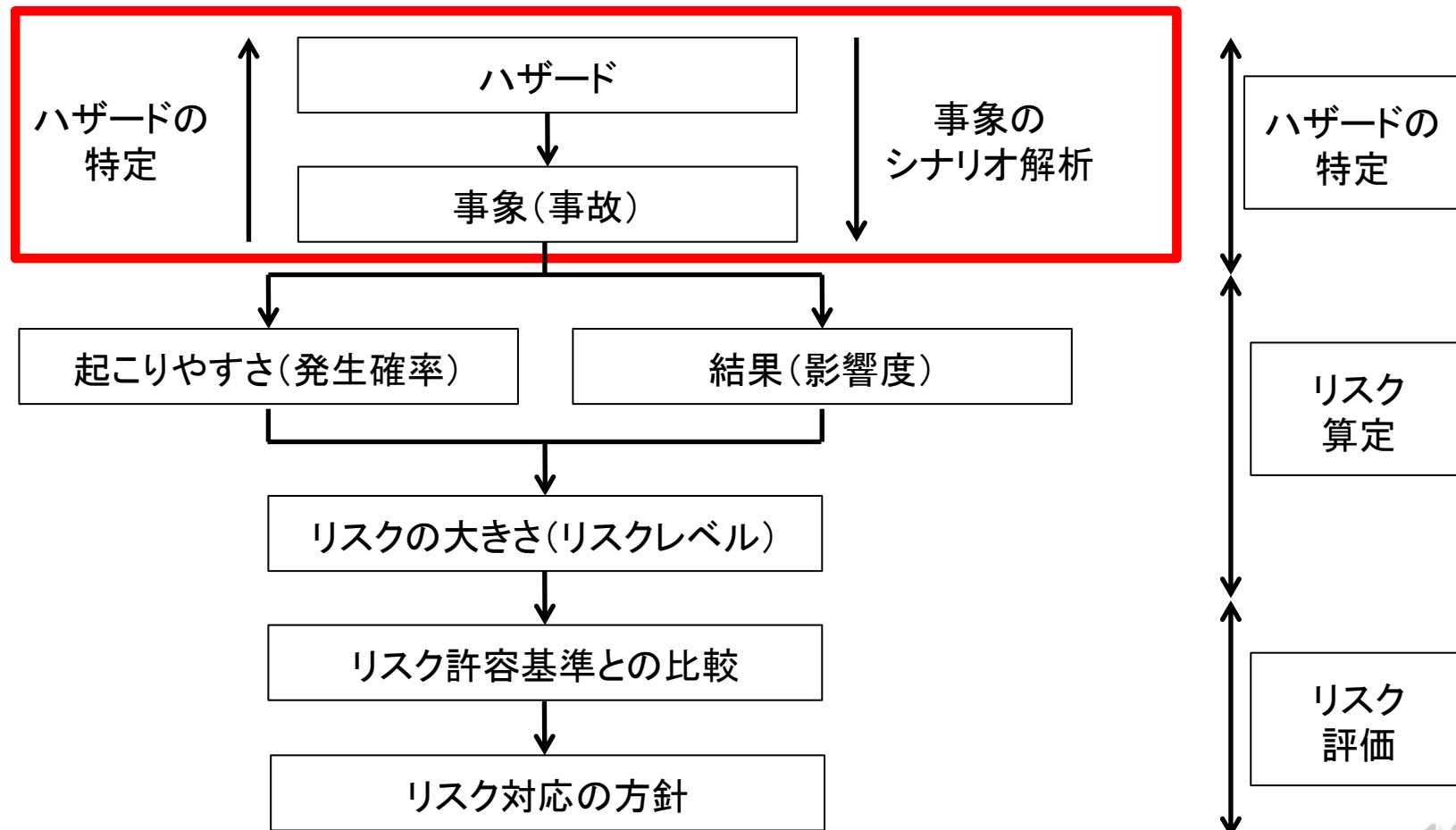
確認したリスク低減策は、経営層のリスクマネジメントで実行について判断される。

リスクアセスメントの手順

- ハザードの特定
- リスク算定(起こりやすさ)
- リスク算定(影響度)
- リスク算定(リスクの大きさ)
- リスク評価(リスク許容基準との比較)
- リスク評価(リスク対応の方針)

リスクアセスメントの手順

ハザードの特定



リスクアセスメントの手順

ハザードの特定

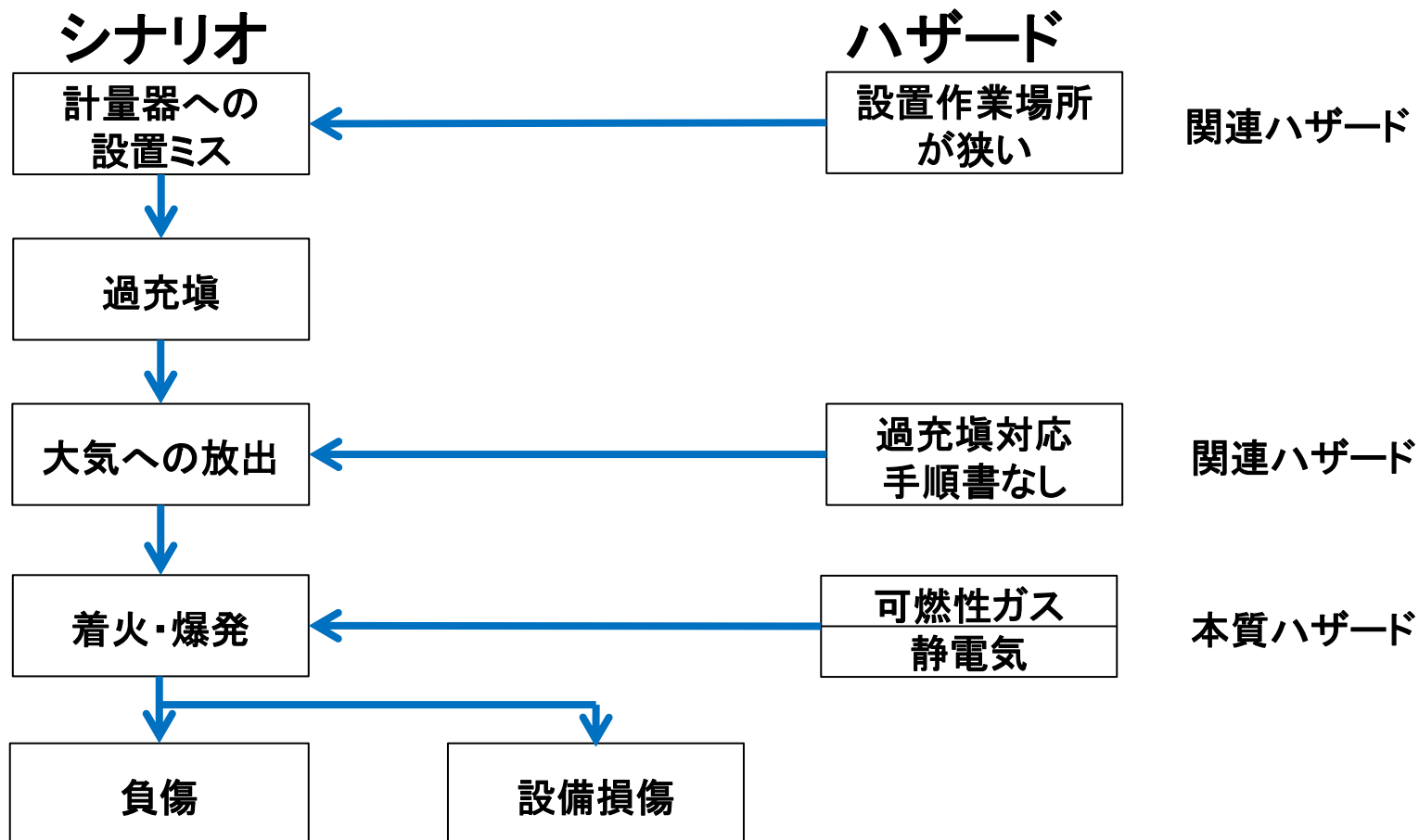
ハザードの特定は、事故に至るシナリオとそのシナリオに
関与するハザードを解析するリスクアセスメントで最も重
要なプロセスである。

起こり得る事象を細かく段階的につないでいくことでシナ
リオを解析し、各段階で関与するハザードを抽出する。
シナリオ解析においては、安全対策が機能しなかった場
合についても解析する。

リスクアセスメントの手順

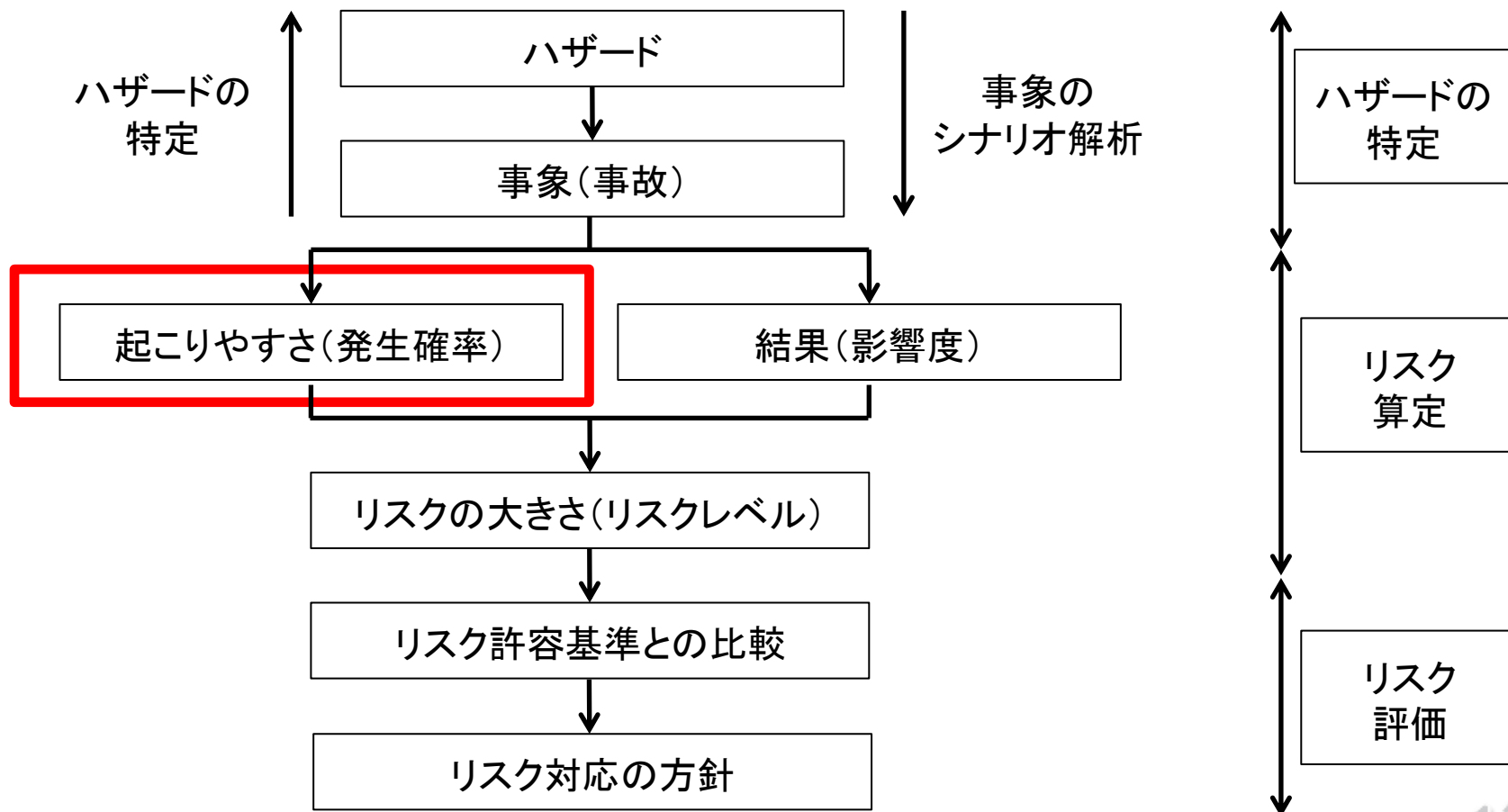
ハザードの特定の例

事故事例 「過充填容器からのガス放出による充填所爆発」を参考に、架空の充填事業所を想定。



リスクアセスメントの手順

リスク算定(起こりやすさ)



リスクアセスメントの手順

リスク算定(起こりやすさ)

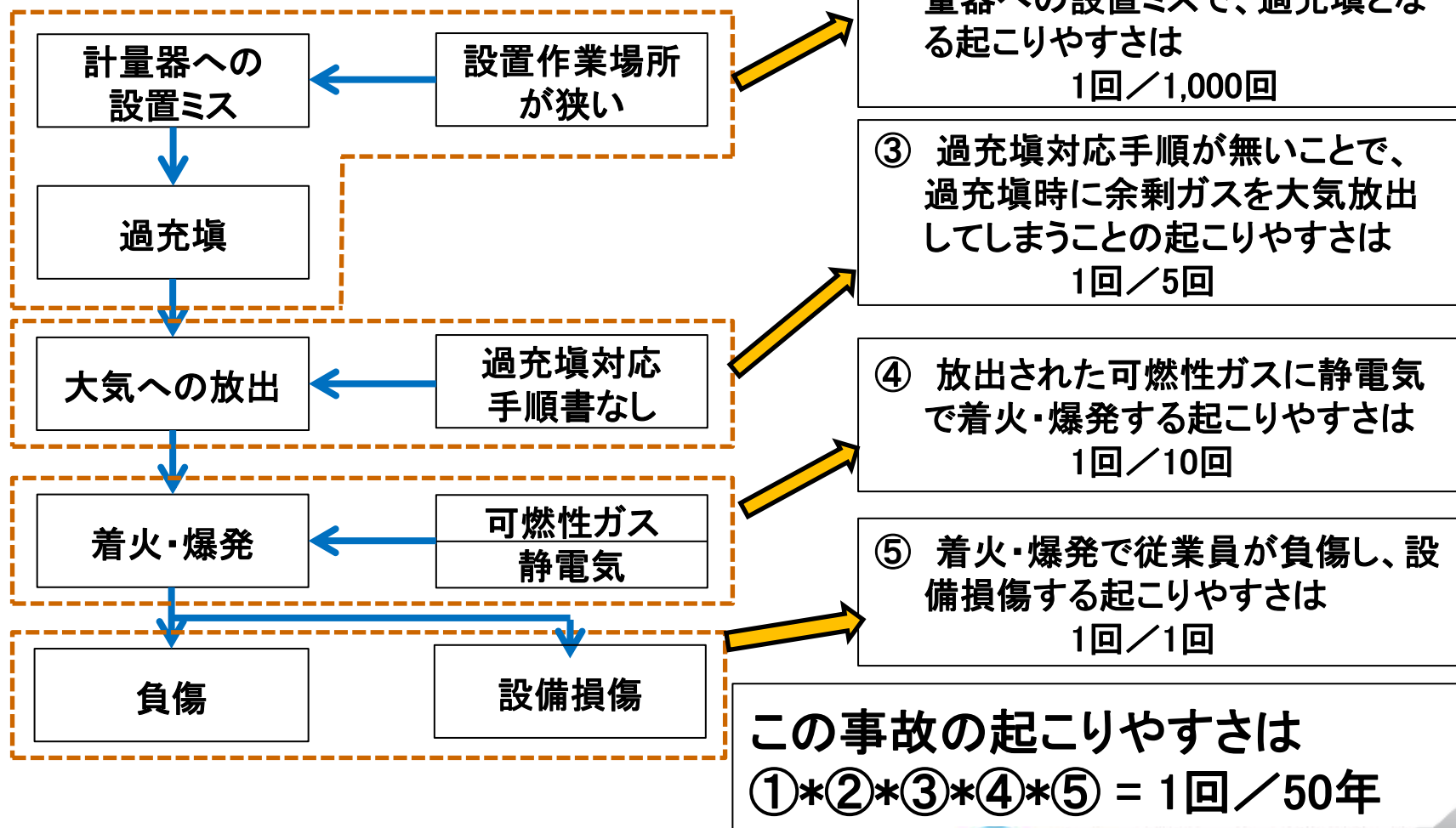
ハザードの特定で解析したシナリオの各段階の起こりやすさをそれぞれ解析し、シナリオ全体が成立する起こりやすさを算定する。

起こりやすさの解析では、機器故障やヒューマンエラーなどの発生確率を使用する。これらの発生確率は、リスクアセスメントの解析チーム内で合意できる値を採用する。

リスクアセスメントの手順

① ポンベへの充填作業
1,000回/1年

リスク算定(起こりやすさ)の例



リスクアセスメントの手順

リスク算定(起こりやすさ)の例

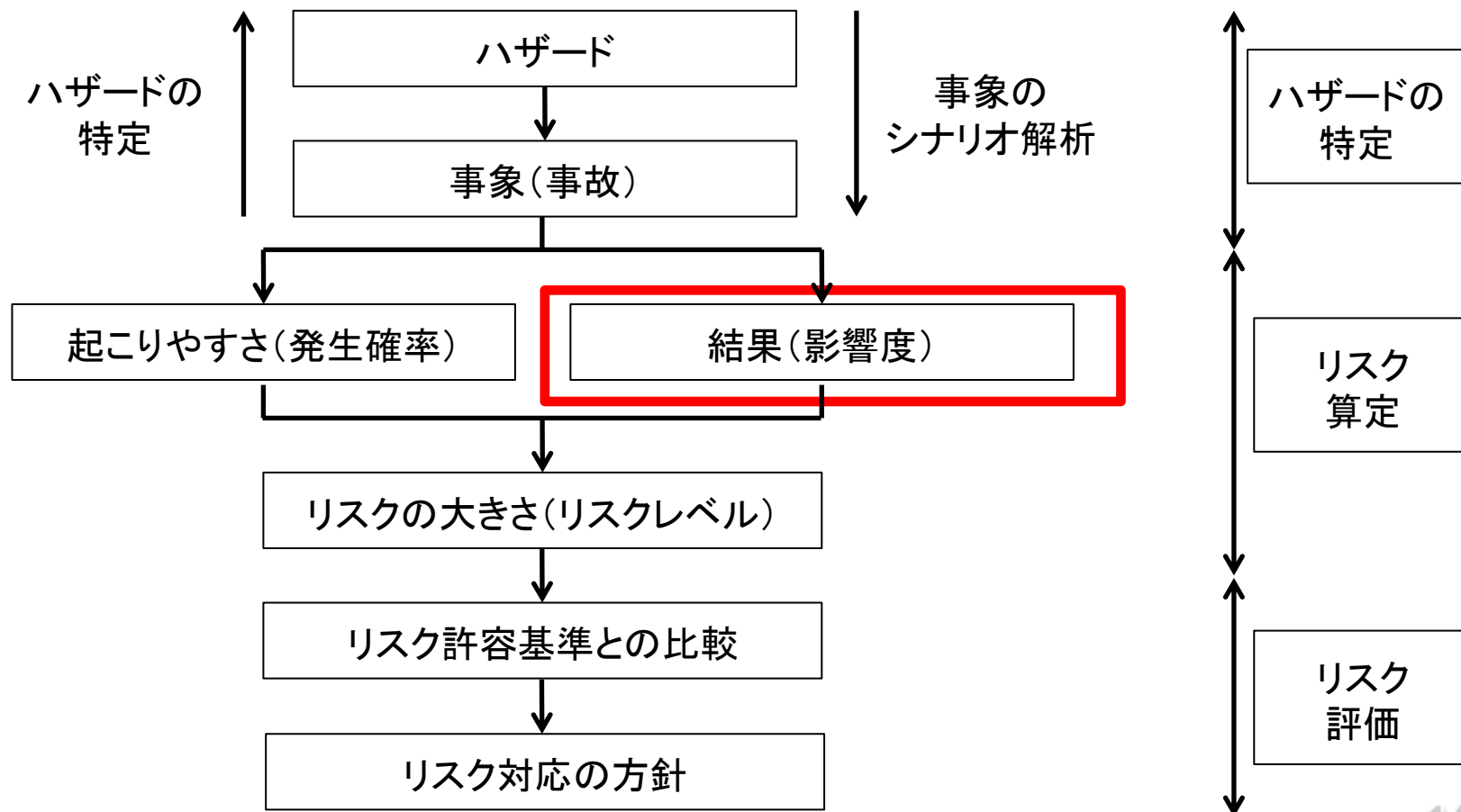
起こりやすさ F (発生頻度) の分類例

起こりやすさ	発生頻度
1	$F < 1\text{回}/100\text{年}$ で発生
2	$1\text{回}/100\text{年} \leq F < 1\text{回}/10\text{年}$ で発生
3	$1\text{回}/10\text{年} \leq F < 1\text{回}/1\text{年}$ で発生
4	$1\text{回}/1\text{年} \leq F$ で発生

前述の事故のシナリオの起こりやすさは
1回/50年なので、起こりやすさのレベル
は2となる。

リスクアセスメントの手順

リスク算定(影響度)



リスクアセスメントの手順

リスク算定(影響度)

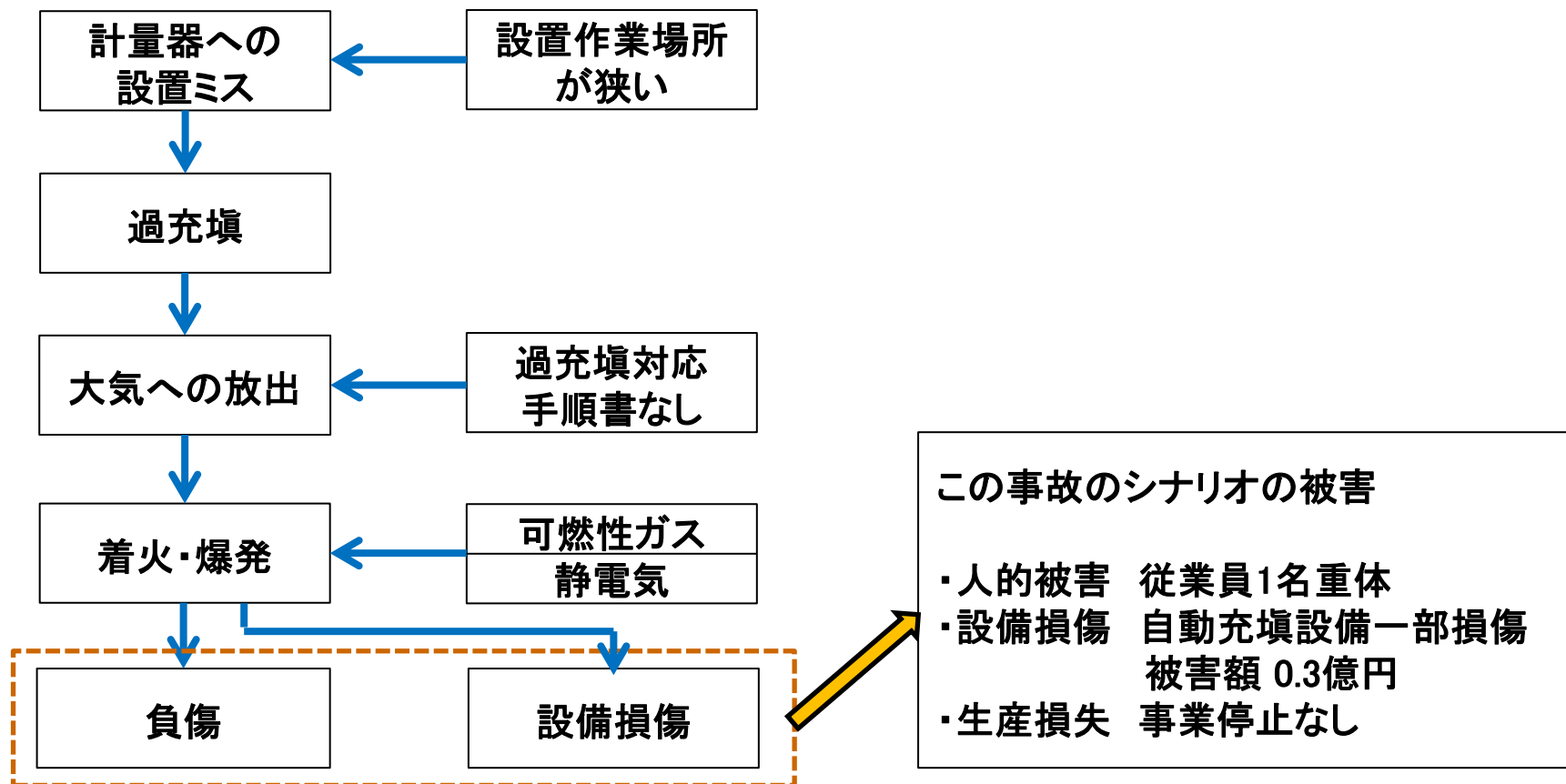
事故の被害としてどのようなことが想定されるのかを解析する。被害の区分例としては、以下が挙げられる。

- ・人的被害
- ・設備損傷
- ・生産損失
- ・環境汚染

このような事業活動にインパクトを与えるものを区分として採用する。

リスクアセスメントの手順

リスク算定(影響度)の例



リスクアセスメントの手順

リスク算定(影響度)の例

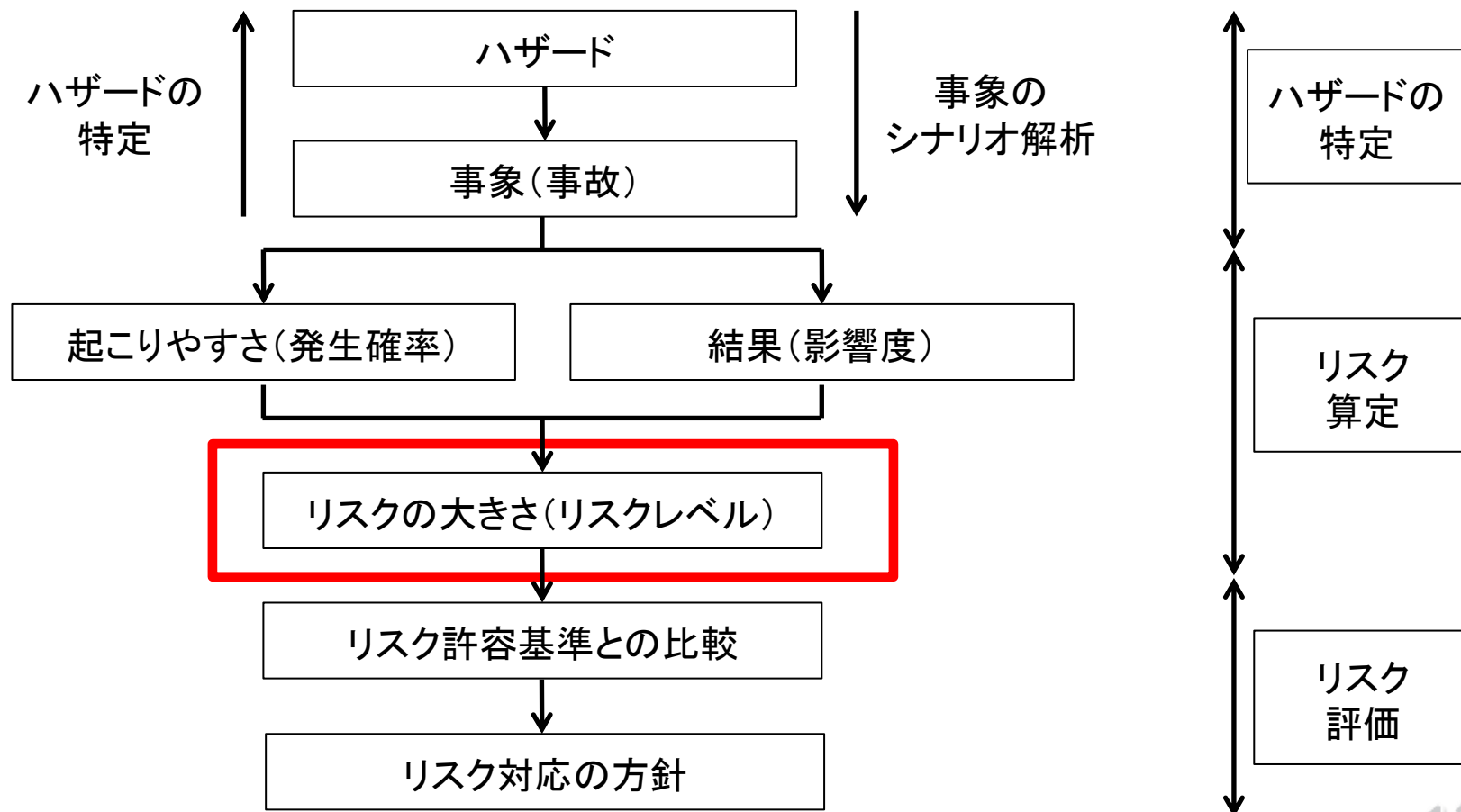
影響度の分類例

影響度	人的被害	設備損傷	生産損失
1	怪我なし	設備被害なし	生産損失なし
2	不休災害	被害額0.5億円未満	生産停止～1週間未満
3	休業災害	被害額0.5～1.0億円	生産停止1週間～1ヶ月
4	死亡	被害額1.0億円以上	生産停止1ヶ月以上

前述の事故のシナリオの影響度は、最も被害の影響度の大きい人的被害が採用され、影響度レベルは3となる。

リスクアセスメントの手順

リスク算定(リスクの大きさ)



リスクアセスメントの手順

リスク算定(リスクの大きさ)の例

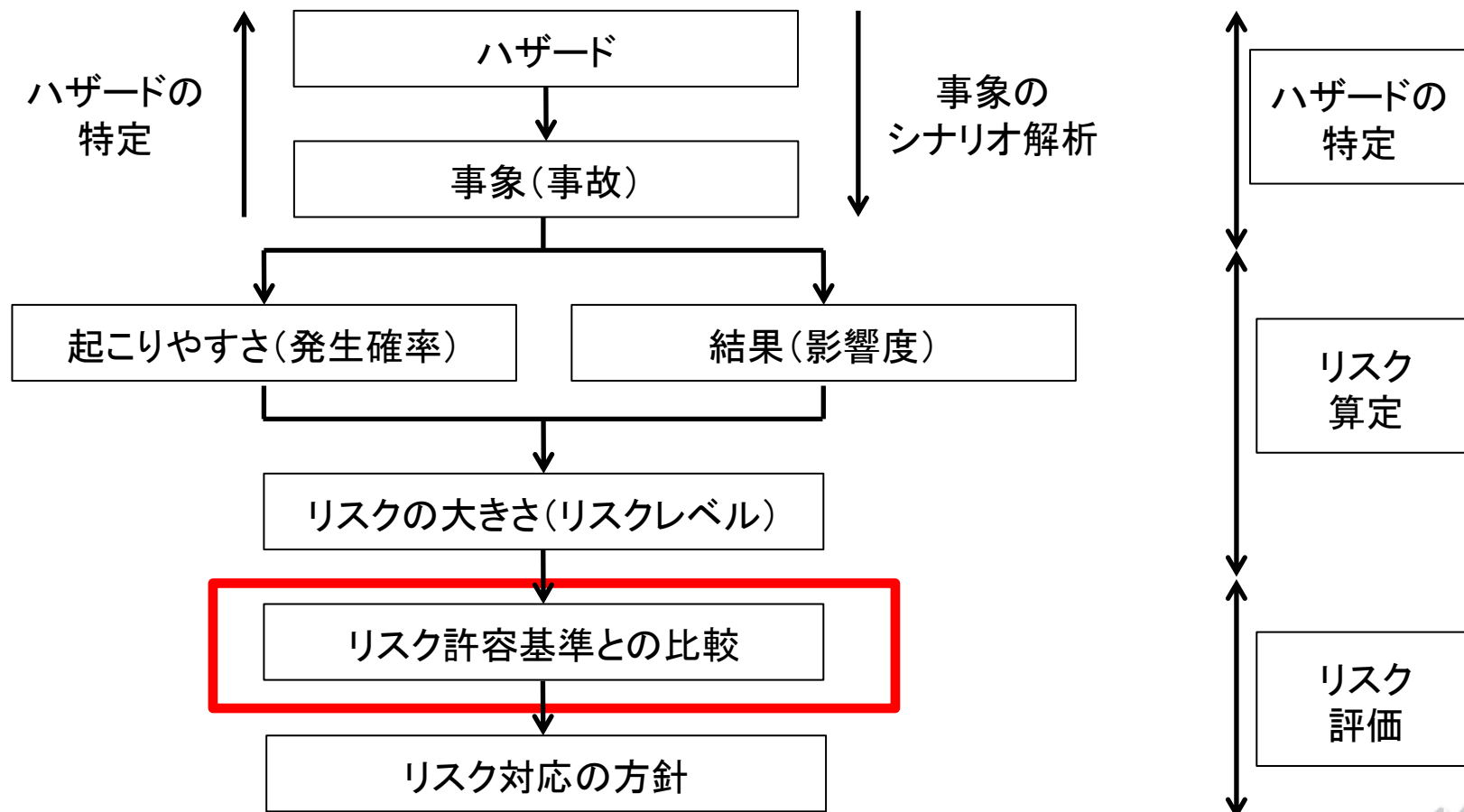
リスクマトリックスの例

			影響度			
			低		高	
			1	2	3	4
起こりやすさ	低	1	I	I	II	II
		2	I	II	III	III
	高	3	II	III	IV	IV
		4	III	IV	IV	IV

前述の事故のシナリオのリスクの大きさは、起こりやすさが2、影響度が3から、リスクマトリックスによりリスクレベルⅢとなる

リスクアセスメントの手順

リスク評価(リスク許容基準との比較)



リスクアセスメントの手順

リスク評価（リスク許容基準との比較）の例

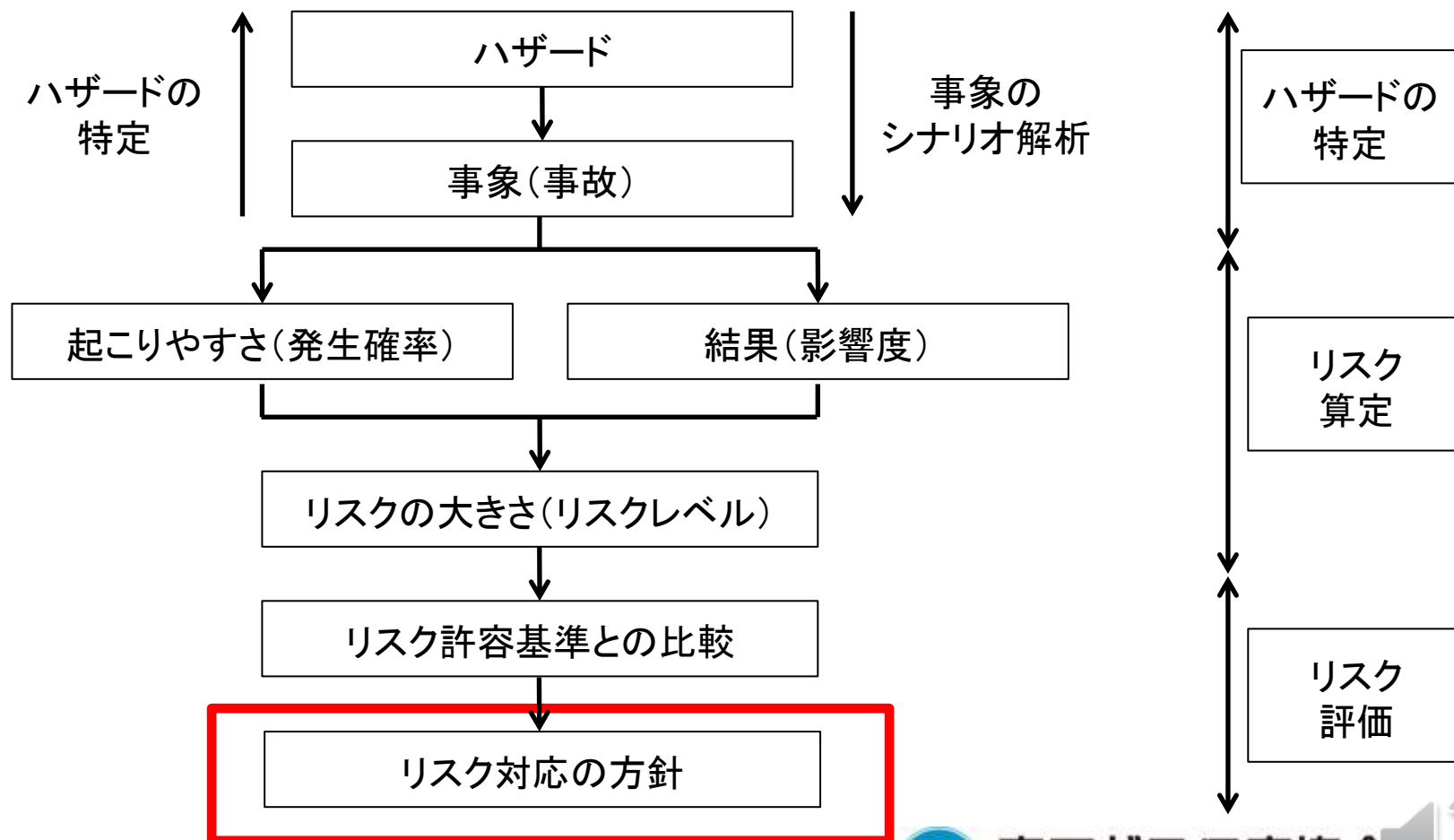
リスクレベルの許容基準の例

リスクレベル	判定基準	必要なリスク低減対策
IV	許容不可	一定期間（例えば6ヶ月）以内に工学的又は管理的なリスク低減対策をとり、リスクレベルをⅡ以下にする必要がある。
Ⅲ	望ましくない	一定期間（例えば12ヶ月）以内に工学的又は管理的なリスク低減対策をとり、リスクレベルをⅡ以下にする必要がある。
Ⅱ	管理することにより許容可能	適切な手順又は管理方法を確立する必要がある。
I	許容可能	特にリスク低減対策は必要なし。

前述の事故のシナリオのリスクレベルはⅢであったので、上表リスク許容基準に従い、必要なリスク低減対策を検討することとなる。

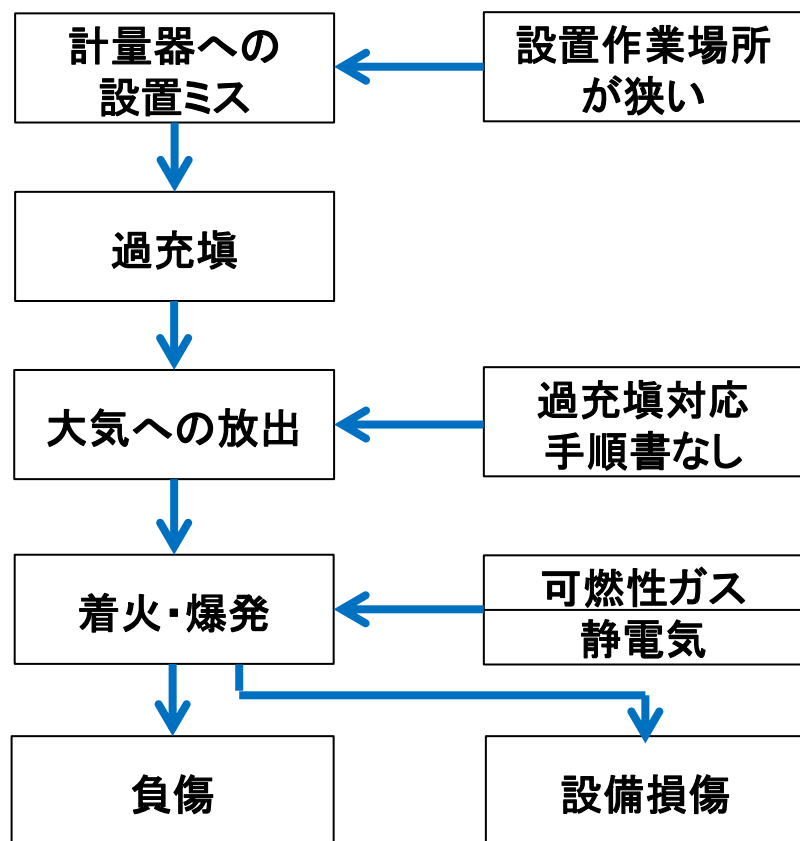
リスクアセスメントの手順

リスク評価(リスク対応の方針)



リスクアセスメントの手順

リスク評価(リスク対応の方針)の例



左記シナリオのリスクレベルを下げるために、リスク対応の方針を検討する。

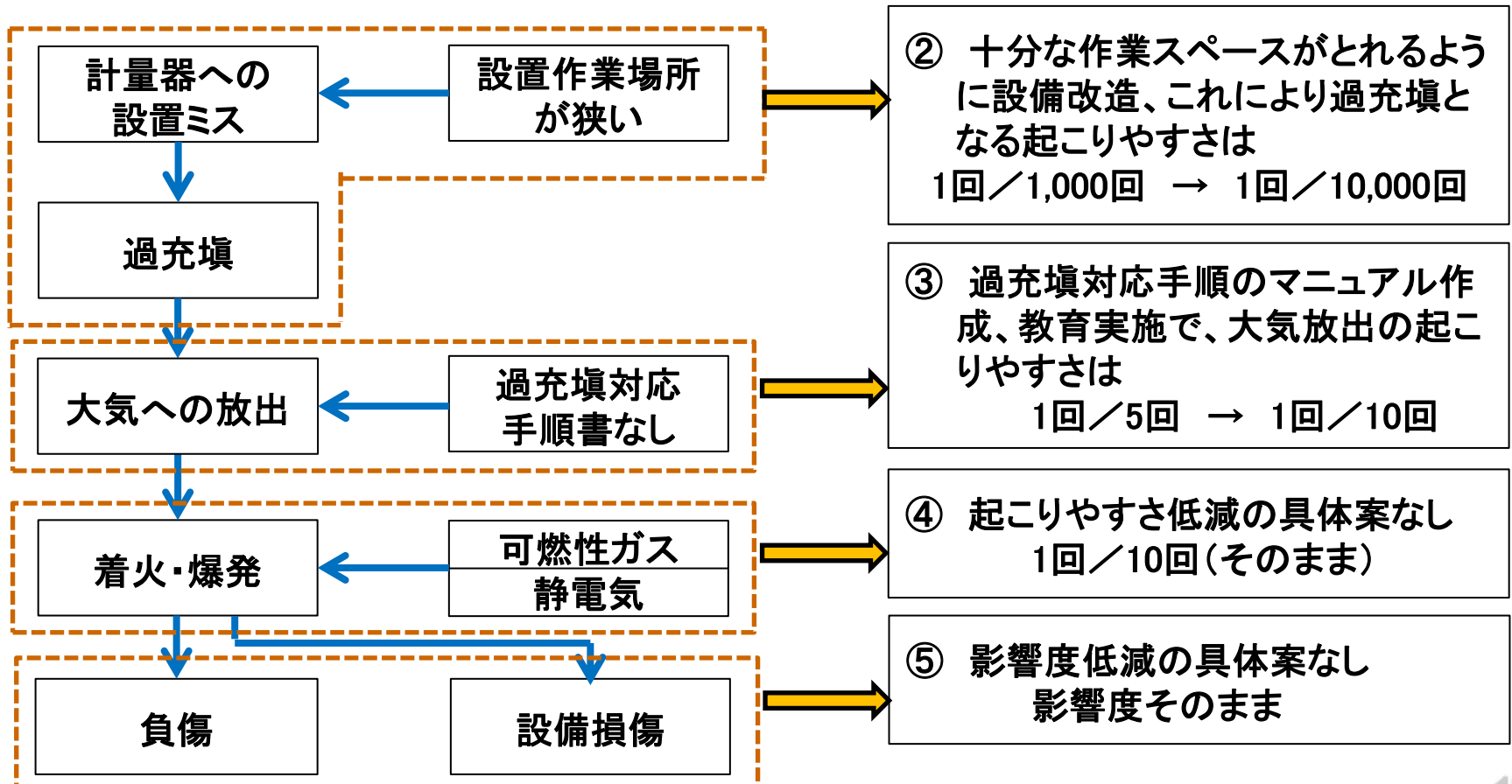
リスクレベルを下げる
・事故の起こりやすさを下げる
・事故の影響度を下げる

検討された方針は、その効果の検証のため、再びリスクアセスメントによる解析を行う。

リスクアセスメントの手順

リスク評価(リスク対応の方針)の例

① ボンベへの充填作業
1,000回/1年



リスクアセスメントの手順

リスク評価(リスク対応の方針)の例

リスクアセスメント		対応なし	①設備改造	②マニュアル	③合体 (①+②)	
リスク 解析	ハザードの特定	計量器へのボンベ設置ミスで、可燃性ガスを過充填し、余剰分を大気放出した際、着火爆発し、従業員負傷				
	リスク 算定	起こりやすさ (発生確率)	1回/50年 レベル2	1回/500年 レベル1	1回/100年 レベル2	1回/1,000年 レベル1
		結果 (影響度)	休業災害 設備破損0.3億 レベル3	休業災害 設備破損0.3億 レベル3	休業災害 設備破損0.3億 レベル3	休業災害 設備破損0.3億 レベル3
		リスクの大きさ (リスクレベル)	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ
リスク 評価	リスク許容基準 との比較	望ましくない	管理することにより許容可能	望ましくない	管理することにより許容可能	
備考			投資0.5億円 納期10ヶ月	投資なし 納期1ヶ月	投資0.5億円 納期10ヶ月	

リスクアセスメントの手順

リスク評価(リスク対応の方針)の例

リスク対応の方針

③の設備改造(作業スペース確保)とマニュアル作成・教育の両方をリスク対応の方針案とする。

リスク対応の方針案の今後

マニュアル作成・教育に即着手し、1ヶ月以内に導入する。
設備改造案については、投資が必要なため、リスクマネジメントに移行させ、経営層判断を仰ぐ。

マニュアル作成・教育のように、経営層判断を仰ぐ必要がなく、現場レベルで実行できるものは即実行に移し、早期のリスク低減につなげる。

リスクアセスメントの手順

ハザードの特定の追加解説

関与するハザードを抽出する理由

- ・リスク(シナリオ)抽出、リスク低減の網羅性が高まる

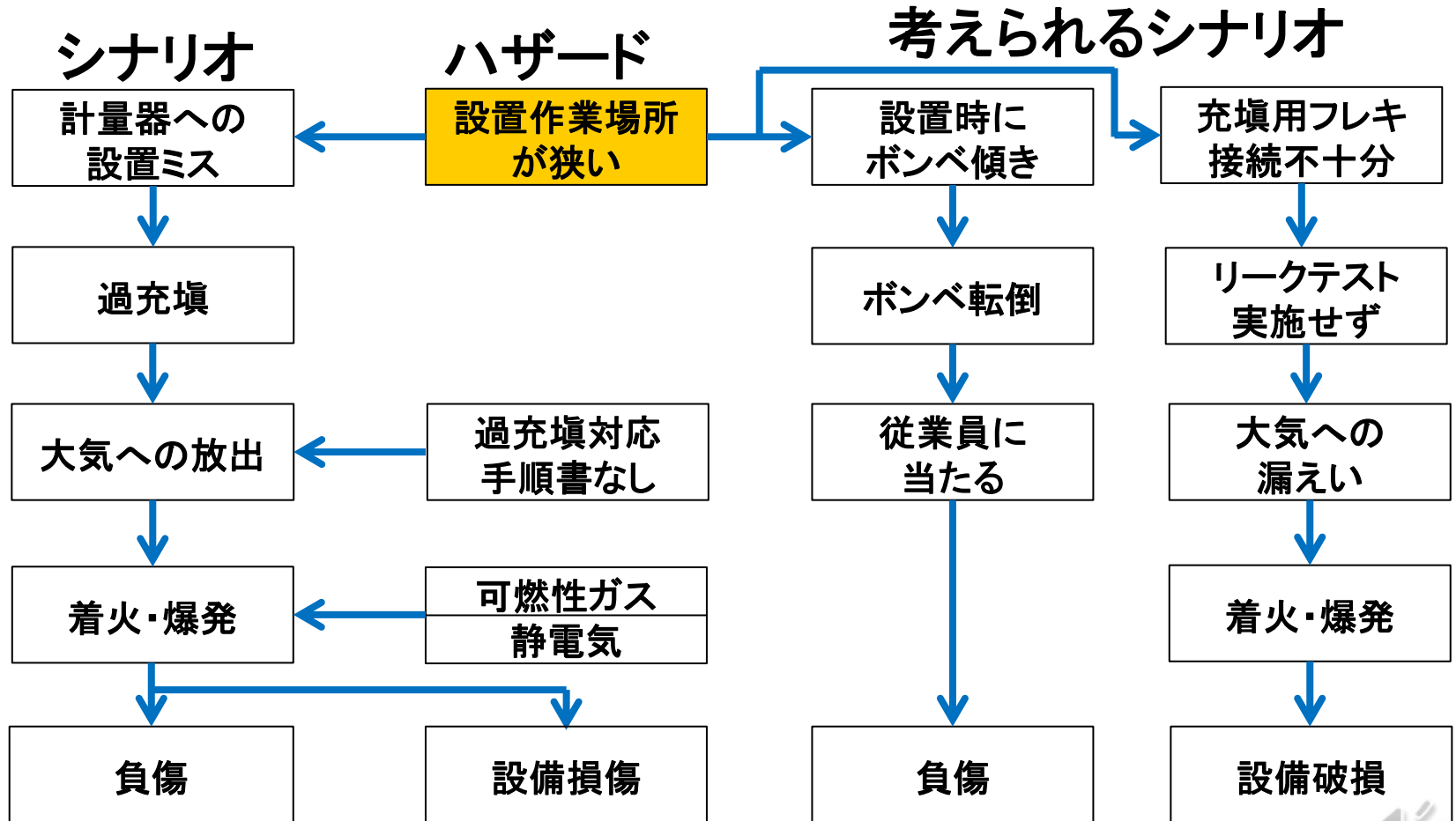
ハザードから事故につながるシナリオは数多くある。よって、そのハザードに直接対処すれば、これらのシナリオのリスクの本質的な低減につなげられる。

- ・リスク低減を効果的に実行できる

リスク対応の方針におけるリスク低減策の選択肢が増えることで、より効果的な対策を選択することができる。

リスクアセスメントの手順

ハザードから展開されるシナリオの例



リスクアセスメントの手順

ハザードの特定の追加解説

起こり得る事象を細かく段階的につないでいく理由

- ・起こりやすさの解析精度を確保するため

起こりやすさの解析は、シナリオの各事象の起こりやすさを掛け合わせて算出するので、事象の抽出に洩れがあると、解析精度が低下してしまう。

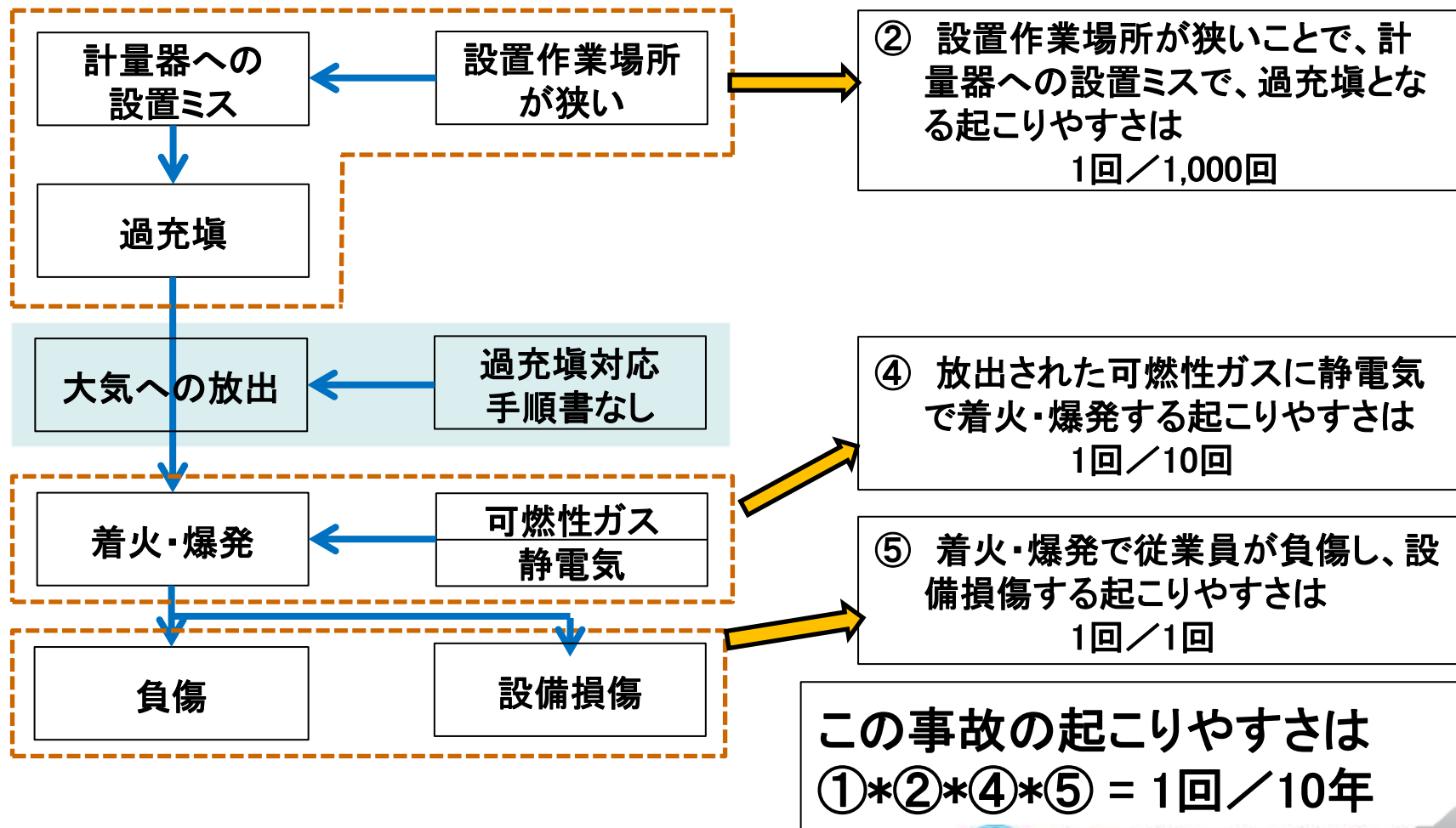
- ・関与するハザードを洩れなく抽出するため

シナリオの事象にはハザードが関与している場合があるため、事象の抽出に洩れがあると、ハザードが抽出できない可能性がある。リスク対応の方針(リスク低減)にも影響。

リスクアセスメントの手順

① ボンベへの充填作業
1,000回／1年

ハザードの特定が起こりやすさ解析に影響を与える例



リスクアセスメントの手順

ハザードの特定の追加解説

安全対策が機能しなかった場合の解説

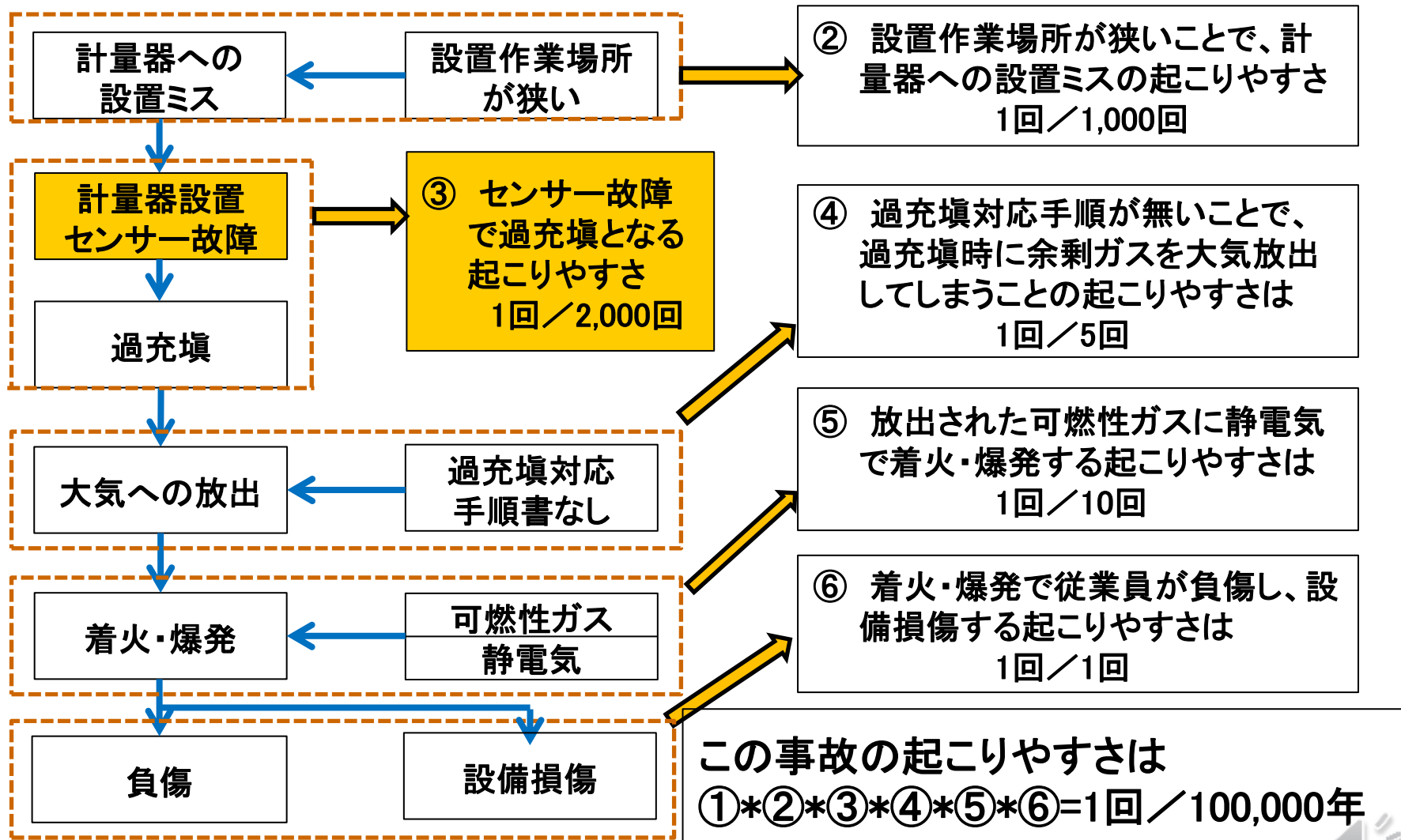
安全対策(例えばインターロック、安全弁、破裂板)は、異常状態が事故につながらないように用意されたものである。そのため、シナリオ解析時に安全対策が関与していると認識した時に「安全対策があるので、このシナリオは事故に到達しない」と結論づけて解析を終わらせてしまうことが見受けられる。

しかし、安全対策は故障やヒューマンエラーで機能しなくなる可能性があることを考慮してシナリオ解析を進めるべきである。

安全対策が機能しなかった場合の解析を行うことで、その安全対策がどのような事故を防止するために設計、設置されているかが明確となり、安全対策の理解につながる。

リスクアセスメントの手順

① ボンベへの充填作業
1,000回／1年



リスクアセスメントの手順

リスク算定、リスク評価の追加解説 分類表、リスクマトリックス、許容基準の見直し

起こりやすさ分類表、影響度分類表、リスクマトリックス、許容基準（以下分類表等とする）は、リスクアセスメントを実施する前に準備され、リスク算定、リスク評価時に活用される。しかし、リスクアセスメントを進めていくと、これらの事前に準備した分類表等での解析評価結果が、現場の認識と大きくずれることがでてくる。例えばシナリオAとシナリオBを比較すると、現場認識では明らかにシナリオAの方がリスクが大きいのに、リスクアセスメントでは同じリスクレベルとなってしまうなど。

このような場合、分類表等の内容がリスクを表現するのにマッチしていない可能性がある。その場合は、分類表等の内容を見直して変更する。変更した場合は、今まで実施したリスクアセスメントは変更後の分類表等に従って見直しとなる。

リスクアセスメントの手順

リスク算定、リスク評価の追加解説

起こりやすさの解析時に参考にできる文献

事故の起こりやすさを解析するにあたり、過去に経験の無い機器故障、誤作動、ヒューマンエラーが関与してくる場合がある。このような場合に、参考とできる文献、参考値を以下に紹介する。

引金事象	発生頻度	出典	安全設備	失敗確率	出典
ポンプシール破損 (漏洩)	1回／10年	1)	安全弁・破裂板	1回／100回	2)
安全弁誤作動(開)	1回／100年	1)	フレームアレスター	1回／10～ 1,000回	1)

出典1) Layer of Protection Analysis–Simplified process risk assessment, 2001, CCPS

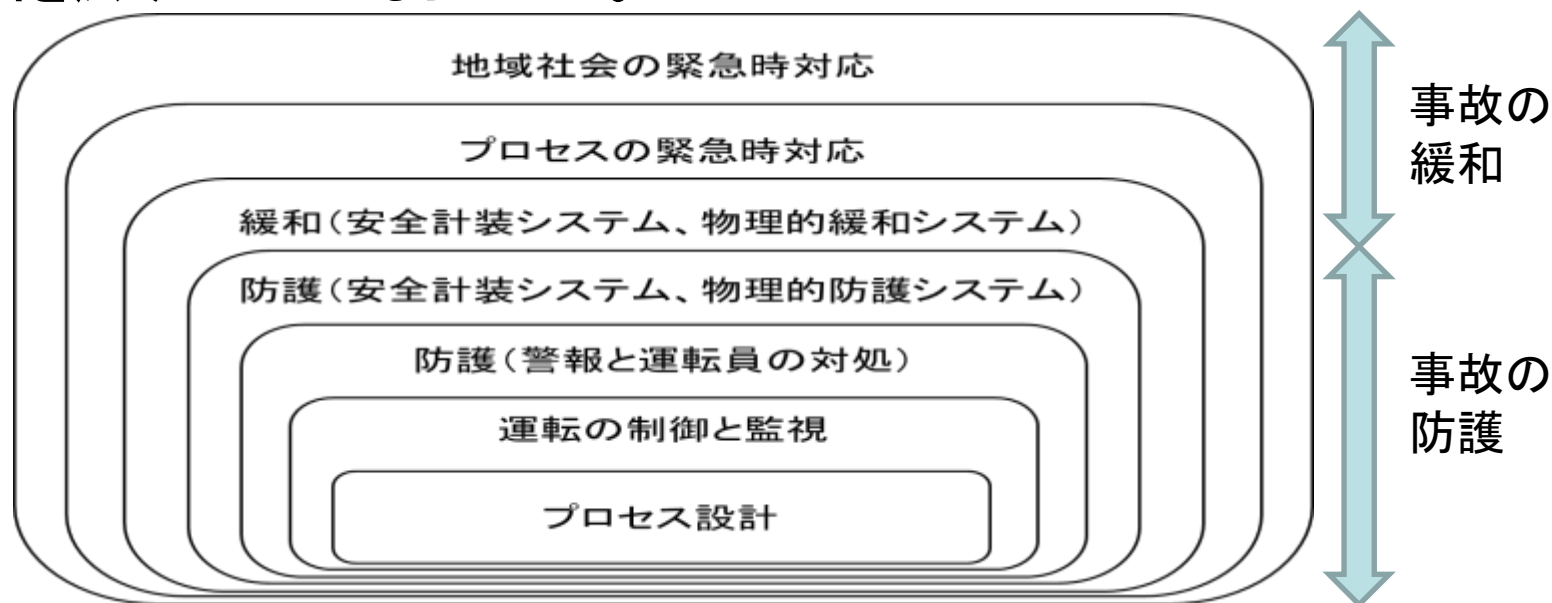
出典2) Guidelines for initiating events and independent protection layers in layer of protection analysis, 2015, CCPS

リスクアセスメントの手順

リスクアセスメントの追加解説

リスクアセスメントの解析範囲

リスクアセスメントの解析は、下図化学プロセスにおける多重防護層の地域社会の緊急時対応まで考慮して行う。実情として解析範囲が事故の防護の範囲にとどまってしまう場合も多いと考えられるが、解析範囲を広げていってほしい。



化学プロセスにおける多重防護層

リスクアセスメント留意事項

- リスクアセスメント参加メンバー
- リスクアセスメント解析結果の関係者への周知、教育
- 設備、製造方法などの変更のリスクアセスメント
- 自然災害に起因するリスク
- リスクアセスメント優先順位の考え方
- リスクアセスメントで準備する資料

リスクアセスメントを効果的にする事項

リスクアセスメントを網羅的にする事項

リスクアセスメントを効率的に実施する事項

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント参加メンバー

リスクアセスメントの実施は、チームを編成し、チーム内の議論を通じて解析していく。効果的にリスクアセスメントを実施するには、チーム編成にあたって以下の点に留意する必要がある。

- ① 参加メンバーの多様性
- ② 参加メンバーの個々の力量
- ③ リーダーの力量

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント参加メンバー

① 参加メンバーの多様性

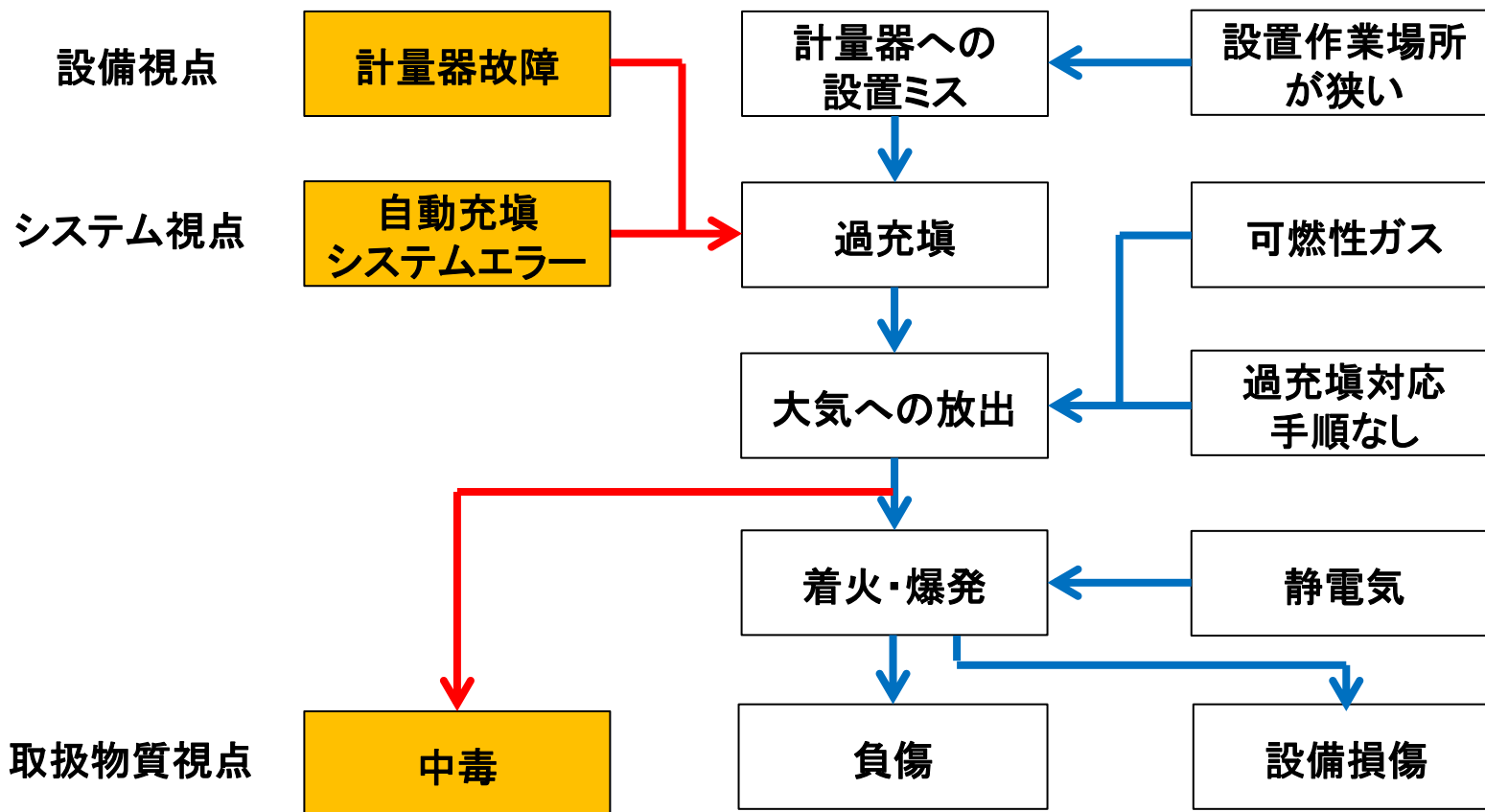
リスクアセスメントでは、解析対象の作業に関わる者(様々な分野)が解析に参加。

作業に関わる者(例) : 作業そのものを行う人
作業の設備に関わる人
作業のシステムに関わる人
作業の取扱物質に詳しい人

様々な分野の多様な視点でリスクアセスメントを実施することで、様々なシナリオが抽出され、抜けなく正しい解析が実現できる。

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント参加メンバー



リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント参加メンバー

② 参加メンバーの個々の力量

リスクアセスメントに参加するメンバーは、解析対象の作業や関連設備等に関する知識、経験、技術力が豊富な者とする。

リスクアセスメントの質や網羅性は、参加メンバーの個々の力量に大きく影響される。

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント参加メンバー

③ リーダーの力量

リスクアセスメントの解析チームのリーダーの役割は、リスクアセスメントの進行、参加メンバー全員からの意見の吸い上げ、吸い上げた意見をチームの結論として順序立ててまとめることである。

そのために、リーダーに求められる力量は、リスクアセスメントの理解、知識、経験、さらにチームハンドリング、論理的思考、多分野にわたる広い技術力が挙げられる。

多様な分野の力量のある参加メンバーが揃っていても、特定分野の意見しか出ないようでは、リスクアセスメントは成功しない。意見多数で議論が発散したままでは、解析の結論にたどり着かない。このような事態をうまくコントロールすることがリーダーに求められる。

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント参加メンバー

このような参加メンバーの多様性、個々の力量、リーダーの確保が難しい事業所は多々あると思われる。しかし、これが理由でリスクアセスメントを実施しないという事にはしないで下さい。

例えば外部(本社、外注業者、コンサルタント)にメンバーとして参加してもらうことも一つの手。

外部の参加が不可だったとしても、リスクアセスメントを実施することで、新たなリスクの発見、リスクアセスメントの経験の積み上げにつなげることができる。

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント解析結果の関係者への周知、教育

リスクアセスメントで得られた結果は、関係者全員へ周知し、全員が結果を共有し、活用できるようにすることが重要。

共有される情報	効果
<ul style="list-style-type: none">・事故に至るシナリオ・事故の被害内容・現在の事故の予防、防護の効果・残留リスク・リスク対応案内容、効果	<ul style="list-style-type: none">・リスクに対する認識、対応が組織内で統一化・リスクに対する感性の向上・設備、システム、物性等の相互の関連の理解が深まり人材育成につながる

リスクアセスメント留意事項

設備、製造方法などの変更のリスクアセスメント

既にリスクアセスメントを完了していたとしても、設備、製造方法などの変更がある場合は、変更前にリスクアセスメントの見直しが必須。

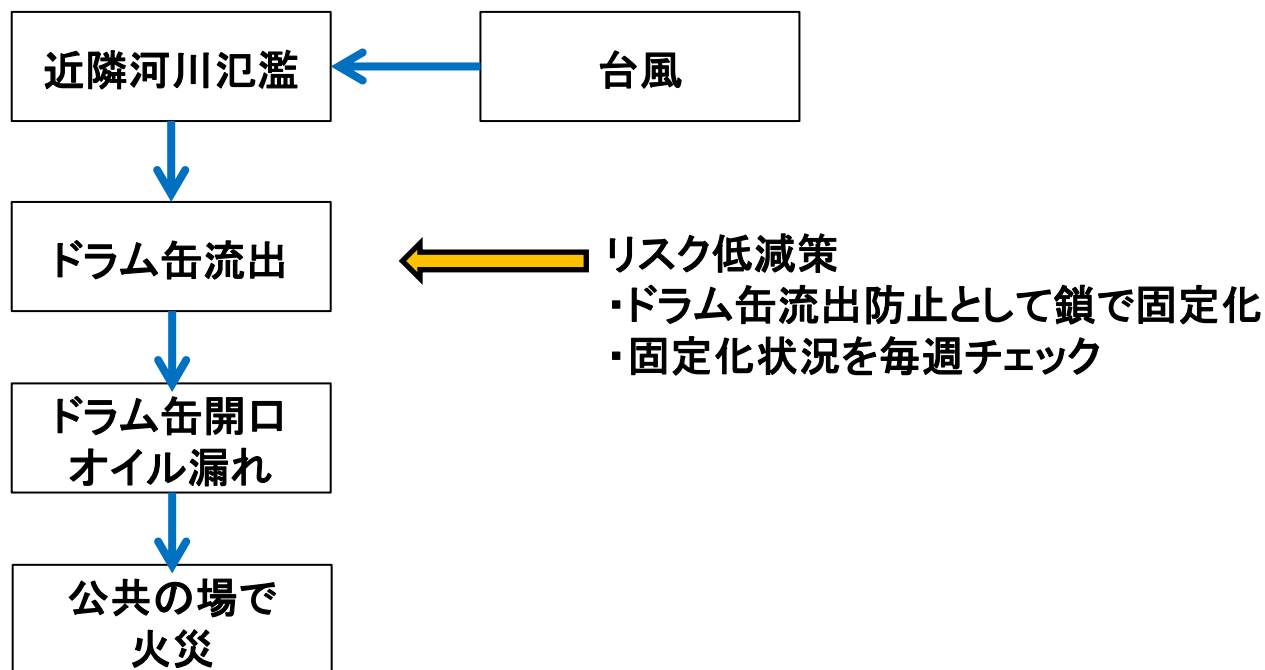
設備、製造方法などの変更	変更のもたらす変化の例
組織、人員	作業員削減 → 設備監視なし → 設備破損
設備、プロセス、システム	設備改造 → 振動発生 → 配管破損
取扱物質	原料変更 → 不純物変化 → 腐食発生
作業方法	作業効率化 → 安全確認作業削除 → 破裂

シナリオ、ハザード、起こりやすさ、影響度、リスクレベルが変化する。よって変更前に、既に行っているリスクアセスメントの見直しが必須。

リスクアセスメント留意事項

自然災害に起因するリスク

自然災害に起因するリスクを想定し、対策を講じておくことも重要である。自然災害として地震、津波、台風、落雷、濁水などを想定し、それぞれの自然災害がどのようなリスクに繋がるかのシナリオを作成し、リスクの大きさを低減させる方針を検討する必要がある。



リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント優先順位の考え方

リスクアセスメントをプロセスプラント全体を通して実施すると、相当量の時間と労力が必要とされる。効率的にリスクアセスメントの効果を享受するため、解析対象に優先順位をつけて取り組むことが望ましい。

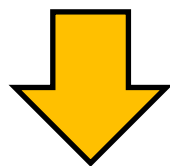
事故になった場合の影響度が大きいと考えられる作業、プロセスからリスクアセスメントの解析を始める。これにより、大きな被害となる事故のリスクを、いち早く低減することができる。

事故が発生した場合の影響度が大きいと考えられる作業の選定は、取扱物質の物性、保有量、運転状態などの条件から判断する。

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメント優先順位の考え方

解析計画	1年目	2年目	3年目
LPガス	受入作業	充填作業	出荷作業
窒素	受入作業	充填作業	出荷作業
圧縮空気	—	充填作業	出荷作業



影響度の大きさからLPガスの優先順位
が高いため計画見直し

解析計画	1年目	2年目	3年目
LPガス	受入、充填、出荷 作業		
窒素		受入、充填、出荷 作業	
圧縮空気			充填、出荷 作業

リスクアセスメント留意事項

リスクアセスメントで準備する資料

リスクアセスメントを効率的かつ正しく実施するために、事前に下表に挙げた資料を準備しておく。これにより、資料探しによる時間のムダや、誤った情報による間違っただ解析を防止できる。

項目	資料の例
プロセス情報	・P&ID (Piping and Instrumentation Diagram)
設備情報	・機器リスト、図面 ・機器レイアウト図 ・機器取扱説明書
安全設備情報	・インターロックロジック、設定値リスト ・安全弁設計図書 ・防火設備資料
取扱い物質情報	・SDS (Safety Data Sheet) ・爆発範囲データ
運転情報	・運転マニュアル ・緊急時対応マニュアル
事故情報	・事故情報 ・不具合事例、トラブル事例

まとめ

リスクアセスメント

事業活動にどのようなリスクが潜んでいるのかを、事故のシナリオ解析、起こりやすさ、影響度、リスクの大きさを解析し、リスク低減の対応案を検討。

リスクマネジメント

リスクアセスメントの結果に対してどのように対処するのかを決定し、実行する。

事業活動のリスクを低減させていく。

リスクアセスメントの実施にあたっては、

- 効果的な解析のため・・・参加メンバー、解析結果の周知教育
- 網羅的な解析のため・・・変更前の解析、自然災害の解析
- 効率的な解析のため・・・解析の優先順位、準備資料