化学工業における重大事故の管理
欧州の法制度と適切なリスク評価
テクニックの利用

- 英国安全衛生庁
  化学工業部
- Dr Tom Maddison
  (tom.maddison@hse.gsi.gov.uk)

施設外部に影響を与えた重大災害

1974 フリックスボロー（英国）	火災／爆発
1976 セベソ（イタリア）	有害物質流出
1984 ボパール（インド）	有害物質流出
1984 メキシコシティー	火災／爆発
1986 サンドス（スイス）	倉庫火災
2000 エシェデ（オランダ）	爆発 ／火災
2001 トゥールーズ（フランス）	爆発／ 火災
2004 ベルギー、パイプライン	爆発／火災
2005 バンスフィールド	爆発／火災

欧州の法制度

セベソII指令
[96/82/EC]

- ***危険物質による重大事故の危険性の管理に関する***
  1996年12月9日のEC指令96/82/EC
- http://europa.eu.int/comm/environment/seveso/index.htm#2

セベソIIとは？

セベソ事故を契機に制定された
事業者への要求

「必要な全ての措置を講じること」
安全報告書
緊急時計画
土地利用計画
検査システムの構築

英国の場合

1999年重大事故危険管理規則（COMAH）

- COMAH施設
- 上位370ヵ所
- 下位800ヵ所

安全報告書

目的は、
重大事故の危険が確認されていること、およびそのような事故を防止し、事故による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に対して示すこと。

COMAH規則

必要な全ての措置
= リスクを「合理的に実行可能な限り低く」抑制する。
= ALARP（As Low As Reasonably Practicable）原則

安全報告書

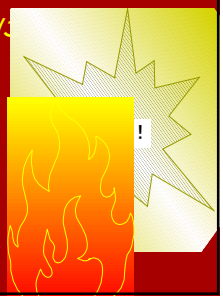
「必要な全ての措置」が講じられていることをHSEに証明

方法は？

リスクが合理的に実行可能な限り低く（ALARP）抑制されていることを示すためのリスク分析

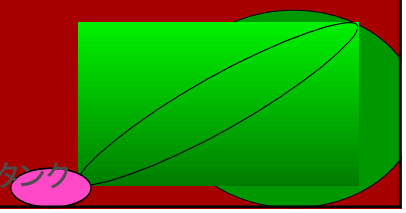
安全報告書に記載すべき最低限の情報

- *考えられる重大事故のシナリオについての詳細な説明*
- *およびその確率 ----------*



安全報告書に記載すべき最低限の情報

特定された重大事故の影響の範囲と重大度の評価



ALARP証明

- 「…重大な危険の全てに対処できる適切な管理が行われ、…且つこれらの管理は最低でも、状況ベースのリスク推定に関係なく、権威あるグッドプラクティスを実施するものでなければならない…」

該当するグッドプラクティス

- 最小要件を満たす
- 関連性がある
- 最新である
  - 技術の変化
  - 期待の変化
- リスクの全ての側面をカバーする
- 明確に定義されている
- 継続的に改善される

ALARP原則

- リスクを抑制するための措置については、リスクが広く受容可能（broadly acceptable: BA）な程度となるまで、またはそれ以上のリスク抑制にかかるコストが、実現されるリスクの低下と比較して著しく不相当（grossly disproportionate: GD）となるまで、実施しなければならない。.

個別のALARP証明

- 事業者は以下の根本的な問題に答えなければならない。
- 「リスクを抑制するためにさらに何ができるか？」
- リスク抑制措置オプションの体系的な見直し

個別のALARP証明

- 次に、事業者は以下の根本的な問題に答えなければならない。
- 「なぜ今までそれを行ってこなかったのか？」

ALARP原則

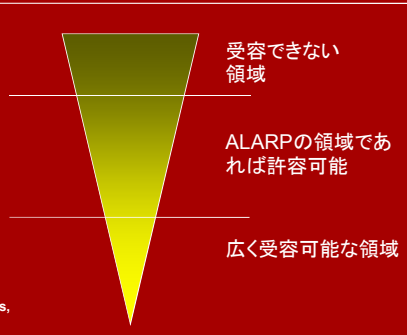
- リスク抑制措置オプションの体系的な見直し

  これ以上実行可能なものはないか

個別のALARP証明

- 講じる措置が合理的と思われ、且つその措置にかかるコストが、得られる利益と比較して著しく不相当であると証明できない場合、事業者はその措置を実施する義務を負う。

許容性



参照："Reducing Risks, Protecting People"

ALARP証明

- 施設がリスクスケールの上位にあるほど、通常の基準以上の追加的な措置を模索する必要性が大きくなる。
- どのようなアプローチで？

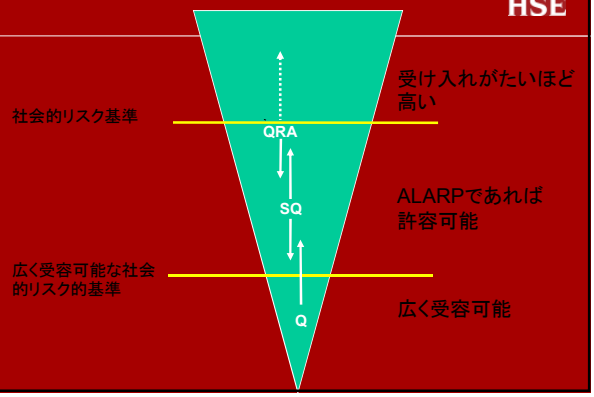
利用できる最適な方法は、定量的リスク評価（QRA）の全面的な採用

- 多大な時間が必要
- 高い技術力が必要
- 多大な費用が必要

適切なリスク評価

- 事業者の報告における分析は、以下のものに比例して行われるべき。
- a) 重大事故の危険（MAH）の性質および規模
- b) 周辺住民が被るリスク

相当性



リスク分析のタイプ

- 定性的（RA）
- 準定量的（SQ）
- 定量的リスク評価（QRA）

定性的

- 危険および頻度の説明
- 該当するグッドプラクティスの順守
- 例：ガスホルダー、ウィスキー貯蔵庫、低毒性固形製品の倉庫

準定量的

- 現場に応じた評価
  危険＆頻度
- 安全性を最重要視するシステム
- リスクマトリクス＆ボータイ
- 例：タンク貯蔵庫、バルクLPG、塩素使用者

リスクマトリクス－問題

- **発生vs結果**　分析者は、考えられる結果を全てマトリクス上に表示するか（大きく扱いにくいマトリクス）、または最悪の場合の結果だけにするか（代表的なものとならない可能性のあるマトリクス）を判断しなければならない。
- **リスク基準の適用**：リスク基準は累積的リスクに適用され、個々の事象はマトリクス上にプロットされる。
- **異なるグループのリスク**：異なるグループの人々（現場内、現場外等）は、曝されているリスクのレベルも異なる。各グループに独自のリスクマトリクスが必要になることもある。
- **リスク抑制**：影響や頻度のカテゴリーがきわめて広いために、リスク抑制措置の効果的な評価を行うことが難しくなる場合がある。
- **影響カテゴリーの定義**：影響カテゴリーが粗すぎるために、影響の大きい／頻度の小さい事象が脱落することがある。

有効ではあるが…

- きわめて大きな影響が考慮されない。
- コストと便益が考慮されない。
- 複雑な一連の事象が考慮されない。
- 人的要因がきわめて単純な形でしか表現されない。
- IPLの定義を満たさない安全措置が無視される場合がある。

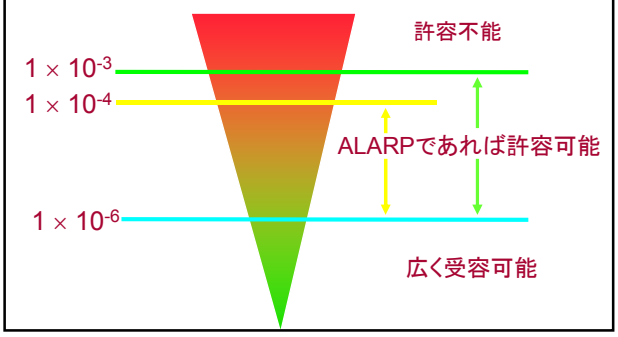
定量的リスク評価（QRA）

- 評価コストvs解決策としての価値！
- 複雑な問題に適用可能
- 典型としては、大きな影響vs少ない頻度
- 絶対的な結果vs基準を考慮
- 比較研究＆リスク抑制オプション
- 例：人家に近い精製所、バルク有毒ガス施設

2種類のリスク

- 個別リスク
- 社会的リスク（人間の集団が死亡）

個別リスク基準



QRA

- リスクは蓋然性（頻度）と影響の組み合わせ
- 考慮される影響は死亡者数
- 社会的リスクを決定する通常の方法は「FNカーブ」

社会的リスク

- FN関係
- N = 数（通常、死亡者数）
- F = N人以上の累積頻度

FNカーブの計算

- 多くの情報が必要。例えば、単純な塩素貯蔵現場で50のシナリオを使用する必要がある。
- その結果、時間がかかり難しいものとなるため、コストもきわめて高い。
- （注）リスクの判断を行うのは会社側であり、HSEではない。

FNプロットと基準線

- あるポイントでラインより上か？
- 常にラインより上か？

リスク回避

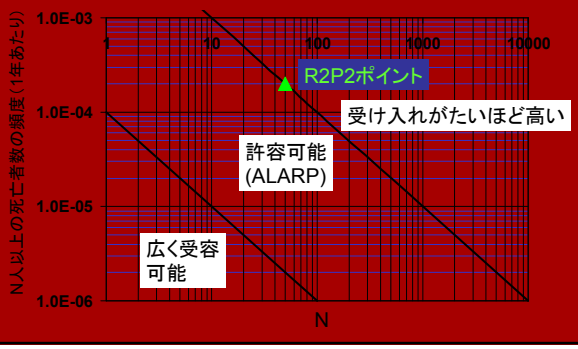
- ［100万分の100の確率で死者10名］＝［100万分の1人の確率で死者1,000名］か？

社会的リスク

ベンチマーク基準：

「1年間あたり5,000件に1件の頻度で単独の事象において50人以上」

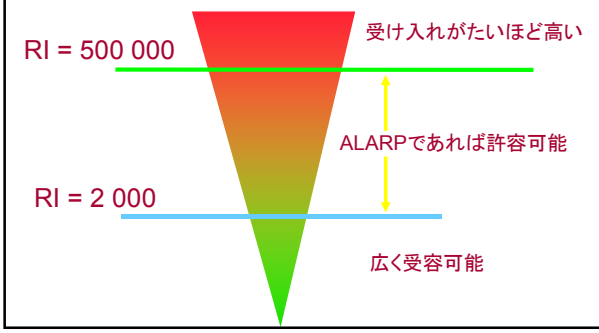
社会的リスク基準（SPC12）



おおよそのリスク積分値 ARI_{COMAH}

- N_{max} と $F(N_{max})$を使用
- ごく大まかだが迅速
- 1つの数値でのスクリーニングツール

社会的リスク



クイックFN

- 重大事故の危険性のある施設における社会的リスクの大きさを判断するための、比較的リソースのかからない方法
- シナリオ数の削減
- FNカーブの右側を外挿

ALARP証明

1. リスク抑制措置を特定する。
2. コスト推計を行い、妥当性を評価する（例：防御分析を用いて）。
3. 必要に応じて費用便益分析を行う。

コストvs便益指針

コスト
- 設備、運用、特別メンテナンス
- 減産
- 実施されている安全措置にだけ関係

vs

便益
- 死亡者、重傷者、環境被害の削減
- クリーンアップ、汚染除去のコストの回避
- *（事業リスクコストの回避）*

セベソでの経験
指令の適用

- 土地利用計画

HSEアドバイスの目的

原則に基づき

- **特定**（COMAHおよび承認）
- **リスク抑制** ー 労働安全衛生法（HSW法）とCOMAH
- **緩和**：COMAH緊急計画と市民への情報および
- **土地利用計画管理**

全般的な目的

計画決定（ACMH）の際には、残存リスクの要因を考慮することにより、

短期的には、重大な危険の可能性がある大幅な変化を***防止する。***

長期的には、戦略的土地利用計画によりリスクに晒される数を削減する。

PADHI（コンピュータモデル）

Planning
Advice for
Developments near
Hazardous
Installations

（危険施設周辺の開発に関する計画アドバイス）

PADHI — 基本システム

意思決定マトリクスに2つのインプット

- どこで開発が行われるか
  - 3つのゾーン地図
- 何を開発するか
  - 開発のタイプ

いずれかを記述

- 「反対意見」– (**AA**)
- 「反対意見をしない」– (**DAA**)

感度レベル

- SL 1 – 働いている・駐車している人
- SL 2 – 一般市民による利用
- SL 3 – 脆弱な人々による利用
- SL 4 – きわめて大規模でセンシティブな開発

www.hse.gov.uk/landuseplanning

意思決定マトリクス

感度レベル	内部ゾーンでの開発	ミドルゾーンでの開発	外部ゾーンでの開発
1	DAA	DAA	DAA
2	**AA**	DAA	DAA
3	**AA**	**AA**	DAA
4	**AA**	**AA**	**AA**

DAA – 非反対意見
AA – 反対意見

結論

- 陸上での重大リスク評価には一連のツールと技術が必要。
- HSEは現場外リスクのスクリーニングと評価のためのツールをいくつか開発してきた。
- HSEは土地利用計画にQRAを実施している。