



海事国際ルール策定における 費用対効果の検討

国際海事機関 (IMO) の総合安全評価 (FSA)

独立行政法人 海上技術安全研究所
運航・物流系
運航支援技術研究グループ 福戸 淳司



FSAの背景

1

■運用面 ～ 国際ルール策定プロセス

- 特殊なルールの提案・施行
- 著しく政治的な議論



IMOの本会議場
IMO加盟国 約170カ国

■技術面 ～ 安全評価手法

- 70年代 原子力・化学プラント

： 確率論的安全評価 (PSA)

- 80年代 海洋開発プラント

： 石油プラットフォームでの活用



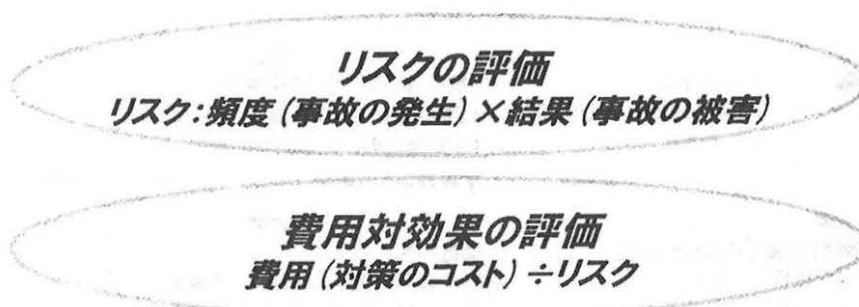
北海石油生産プラットフォーム
パイパーアルファの火災事故
(死者167名・被害額3,400億)

90年代に英国が革新的で総合的な安全評価の手法の導入を提唱

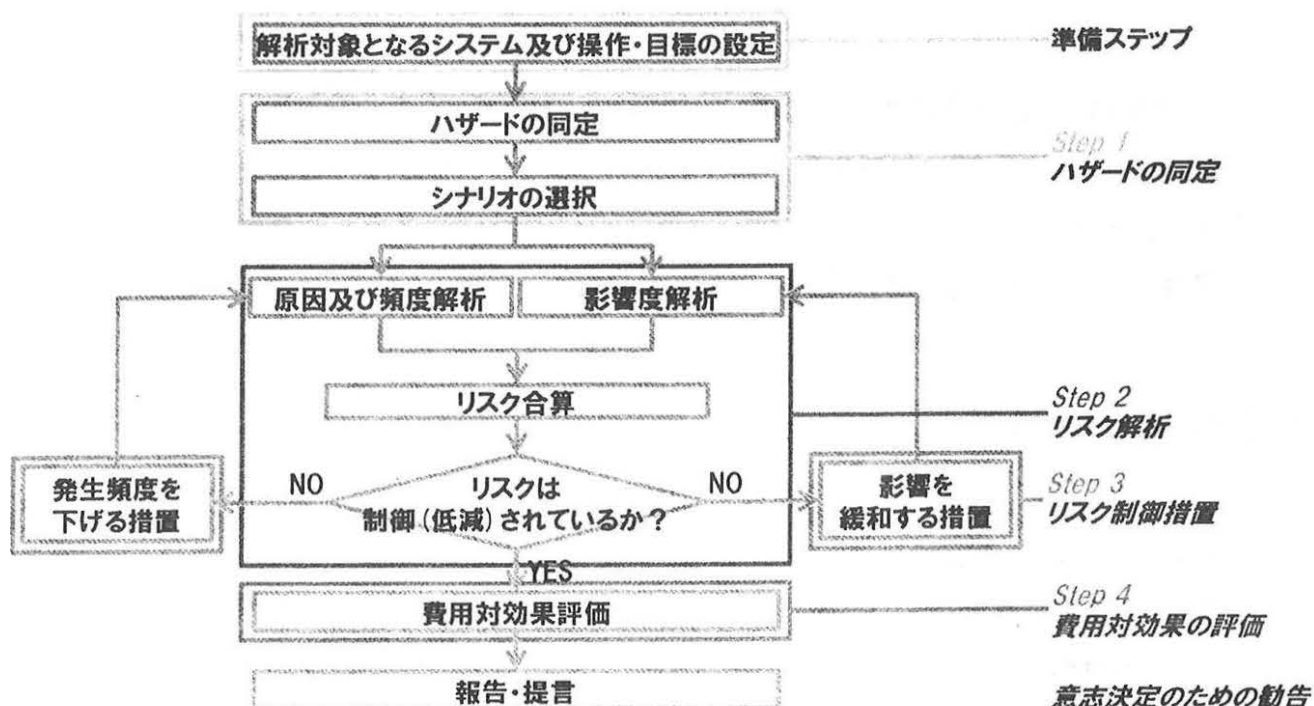
総合安全性評価
Formal Safety Assessment

国際海事機関 (IMO) におけるルールの策定時の意思決定のためのツール

- 安全性に関する情報を得るため、構造化され、系統だった、包括性、客観性、合理性のある手法
- 全ての実施プロセスは文章化され、後のチェックが可能となる (traceability)
- 安全評価手法として、特に、ハザードの同定 (何が危険であるのかを見つけること) とリスク管理の場面において利用できる



- FSAガイドライン : 2002年 MSC/Circ.1023-MEPC/Circ.392 (updated text MSC83/INF.2)



■ ハザードの優先順位付け ～ リスクマトリックス

□ リスク=頻度 (Frequency) ×結果 (Consequence)

Frequency Index	Severe Index	Consequence			
		1 Minor	2 Significant	3 Severe	4 Catastrophic
7	Frequent	8	9	10	High Risk
6	Reasonably Probable	7	8	9	10
5		6	7	8	9
4	Remote	5	6	7	8
3		4	5	6	7
2	Extremely Remote	3	4	5	6
1		2	3	4	5

Frequency Index	頻度	定義	F (1隻年あたり)
7	頻繁 : Frequent	➢ 1隻において、月に1度発生	10
5	時々 : Reasonably Probable	➢ 10隻において年に1度発生	1.0E-1
3	希な : Remote	➢ 1000隻において年に1度発生	1.0E-3
1	非常に希な : Extremely Remote	➢ 全世界5000隻あったとして生涯中に1度発生	1.0E-5
Severe Index	深刻度	定義	S (死亡者数換算)
4	破滅的影響 : Catastrophic	➢ 複数の死亡者	10
3	深刻な影響 : Severe	➢ 単一の死亡者又は複数の重傷者	1
2	大きな影響 : Significant	➢ 単一の重傷者又は複数の負傷者	0.1
1	小さな影響 : Minor	➢ 単一の負傷者又は複数の軽傷者	0.01

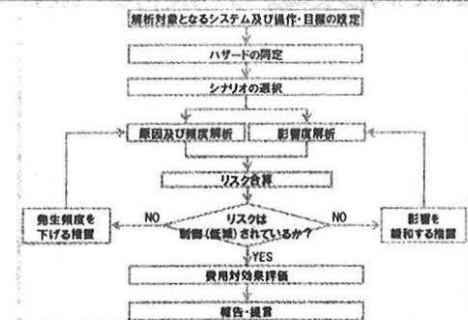
■ リスクの定量化

■ ハザードの原因・発生頻度のモデル化

■ ハザードの結果の影響のモデル化

➢ Generic model

➢ 定量解析 (イベントツリー解析・フォールトツリー解析)

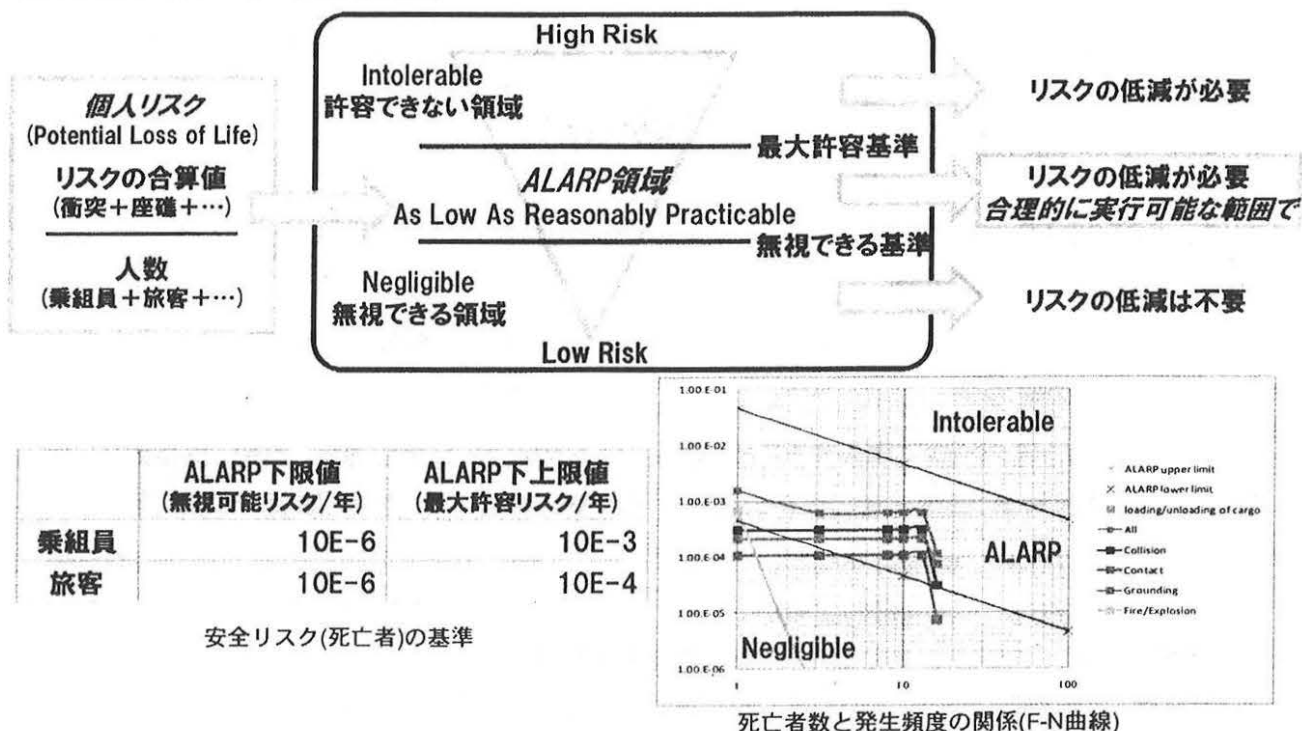


■ 対策の是非の検証

■ リスク許容基準との照合

➢ ALARP (リスクの許容性)

ALARP (リスクの許容性)



制御措置の方法・手段の検討

- 方法 : 予防措置 ⇒ 事象の発生頻度を減少
- 緩和措置 ⇒ 結果の重大度を減少
- 手段 : 技術 ⇒ 安全機器の設置・増設 等
- 手順 ⇒ リスク管理手順の導入 等



制御措置のリスク低減効果の推計

- 単独で効果のある制御措置 or 複数の組み合わせで効果のある制御措置
- リスクの再評価 (イベントツリー・フォールトツリーの利用)
- 専門家チームによる決定 (Step1のリスクの同定のための専門家チームの再招集も可)

■費用対効果の指標 ～ 安全リスク対策

- 死者数の減少量と対策の期待コスト（導入コストと被害の回避コスト）を比較評価

$$GCAF = \frac{\Delta C}{\Delta R} \quad NCAF = \frac{\Delta C - \Delta B}{\Delta R}$$

ΔR Risk	RCOを1隻の船舶に導入することによる 安全リスクの減少値	⇒死者数の削減量（導入前-導入後）
ΔC Cost	RCOを1隻の船舶に導入することによる コストの増加分	⇒初期費用：製品・設置 等 ⇒維持費用：整備 等
ΔB Benefit	RCOを1隻の船舶に導入することによる 経済的効果（直接被害の回避コスト）	⇒本船被害：死亡補償、船舶/貨物損失 等 ⇒周辺被害：油流出（回収/補償） 等
評価基準 閾値	≥ 300 万\$：費用対効果良い（正当） < 300 万\$：費用対効果悪い（棄却）	⇒300万\$：OECD加盟国の現状調査の算定値

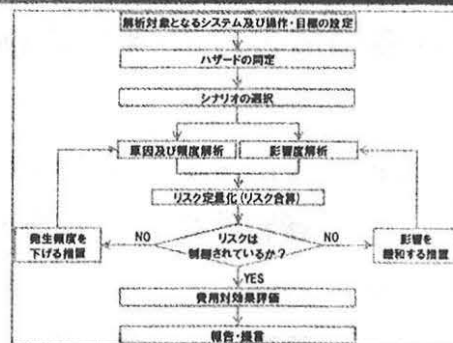
- ΔC ・ ΔB 算出に際し、減価償却・物価上昇（下落）を考慮する場合もあり
- ΔB 算出に際し、周辺被害を考慮しない場合もあり（安全リスク対策→環境リスク対策）

■ルール化を検討すべき

リスク制御措置の提案

■評価結果を基本に総合判断・優先度の決定

- 評価結果：費用対効果
- 評価条件の考慮：データ等
- 実用性の考慮：リスク低減と費用負担



最も良い対策（最も費用対効果の良い対策）は、何か？

- ・ リスク低減大 & 費用小（理想）
- ・ リスク低減大 & 費用大 or リスク低減小 & 費用小

■バルクキャリアの安全対策

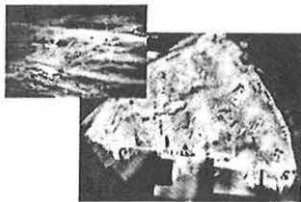
- ダービシャー号沈没を受けた英国提案の安全対策に関する英国と日本によるFSA

■ 論点

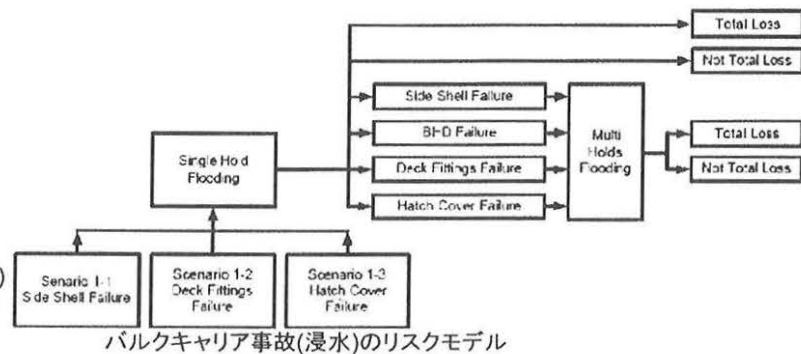
- 英国：原因はハッチカバー損傷（ハッチカバー強度、二重船側化等の複数対策が必要）
- 日本：原因は船側損傷（船側構造の腐食対策のみで十分）

■ 結果

- 英がハッチカバー強度を取上げ・その他対策は規則化が検討（二重船側はその後見直し）



英国籍ダービシャー号沈没事故
(沖縄沖で沈没・乗員44名全員死亡)
(船齢4年の比較的新しい船の事故)



■国際動向

■ IMO

- 個別に実施したFSAの専門家グループによる検証の導入
(異なるFSA結果の検証等)

■ 欧州

- 交渉ツールとしてのFSAの活用

■課題

- 使用方法 ⇒ 選択ツールから総合ツールへ
(目標費用内での最適な対策)
- 評価の高度化 ⇒ 安全目標の明確化・費用対効果評価の緻密化
(実態とのギャップ)
- FSAの多様化 ⇒ 安全から環境へ