

石油コンビナートのリスク評価・ 防災対策支援システムの開発

(財) 消防科学総合センター

平野 亜希子

1. はじめに

石油コンビナートでは可燃性物質や毒性物質などを大量に取り扱うことから、コンビナートを有する道府県では起こり得る災害を適切に評価し、想定される災害に対する防災計画を策定することが法令により定められている。災害の想定に当たっては、科学的知見に基づく調査、予測及び評価の実施に努める必要があるが、その評価手法に関する指針として、消防庁により「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（以下「消防庁指針」という）が示されている¹⁾。(財)消防科学総合センター及び富士通エフ・アイ・ピー²⁾では、石油コンビナートの安全確保に寄与することを目的として、消防庁指針をベースとしたリスク評価の実施と、リスク評価結果に基づく防災対策を支援するシステムを開発中である。本システムは、消防庁の「消防防災科学技術研究推進制度」により、平成 17 年度から 3 年計画での開発を予定しているものであり、本稿では現時点での成果に基づきシステムの概要を紹介する。

2. システム構成

システムは、データベースと 3 つの主要な機能 (GIS による情報管理、リスク評価、防災対策支援) から構成される (図 1)。

データベースには、対象となるコンビナート地域の背景地図、コンビナート施設の位置・形状及び属性に関するデータ、評価の前提となる地震データ、防災対策に関わる消防資機材・薬剤等のデータをあらかじめ設定する必要がある。背景地図には国土地理院の数値地図 2,500 または 25,000 (空間データ基盤) が利用できる。地震データには、内閣府あるいは地調査研究推進本部による 1km メッシュの地震動予測結果を使用する。なお、地震調査研究推進本部による予測結果は、防災科学技術研究所の地震ハザードステーション³⁾ SHIS (<http://wwwj-shis.bosai.go.jp/>) からダウンロードすることができる。

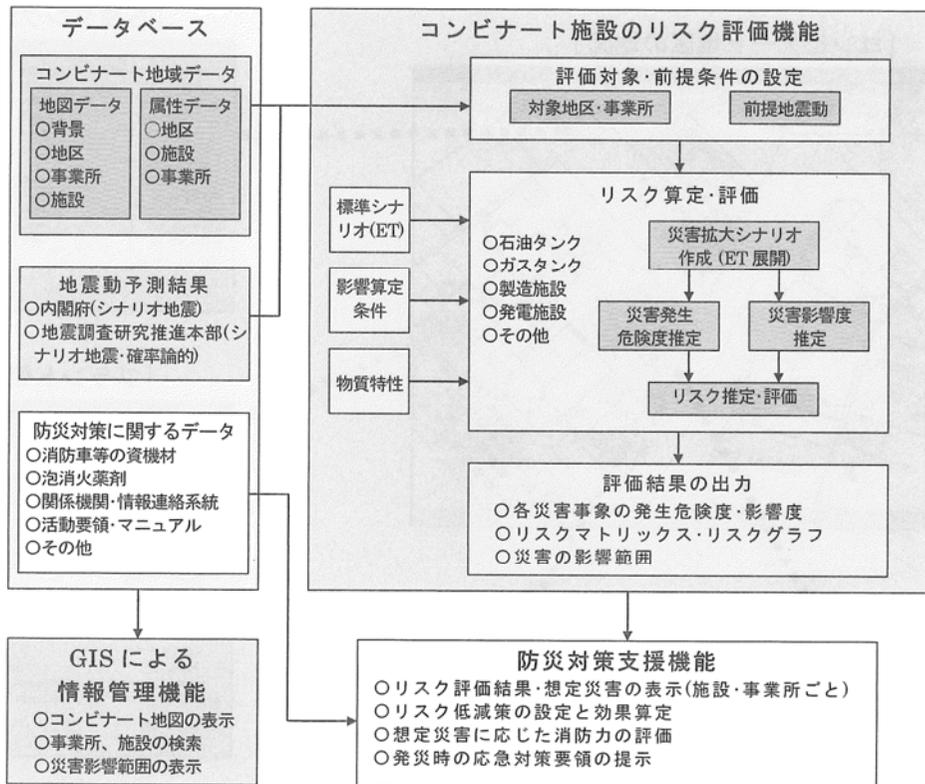


図1 システムの全体構成

3. GISによる情報管理機能

地図に関わる基本的な機能として、地図の拡大・縮小、印刷、レイヤ設定等の他、コンビナート事業所・施設の検索と属性表示(図2)、地震動や液状化の予測結果の表示、後述するリスク評価結果に基づく災害の影響範囲の表示が可能である。

4. リスク評価機能

消防庁指針では、確率的な安全性解析手法の一つであるイベントツリー解析(ETA)が示されている。この手法は、評価対象となるコンビナート施設における災害の発生・拡大の様相を枝分かれ式に示したイベントツリー(ET)として表し、ETに現れる災害事象の発生危険度と影響度を推定して、その双方から総合的に災害危険性(リスク)を評価する手法である(図3)。システムでは、消防庁指針に基づくリスク評価の実施や、リスク評価結果を保存して、発生危険度に応じた災害の影響範囲を地図上に表示することなどができる(図4)。

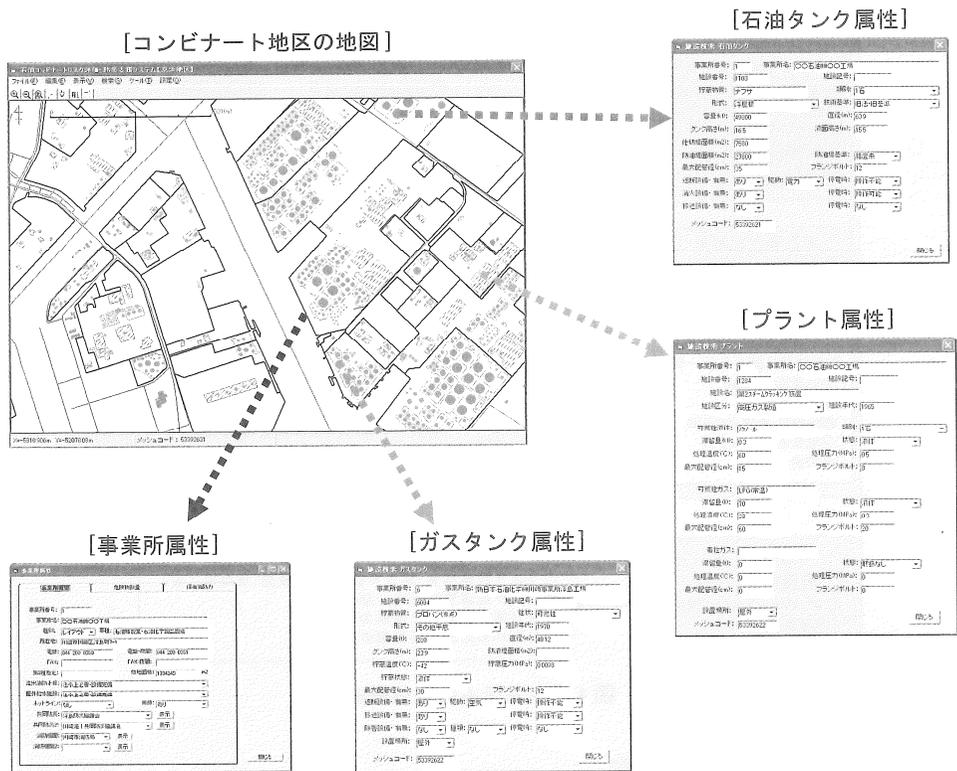


図2 GISによる情報管理機能の画面イメージ

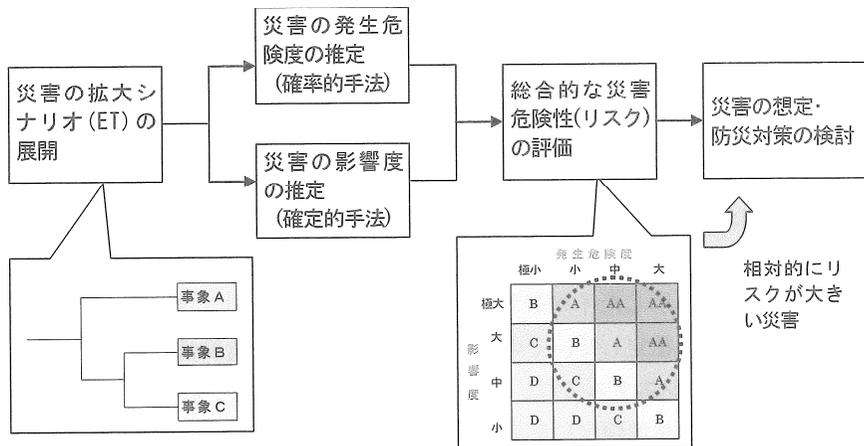


図3 消防庁指針に基づくリスク評価の実施手順



図4 災害の影響範囲の表示例

5. 防災対策支援機能

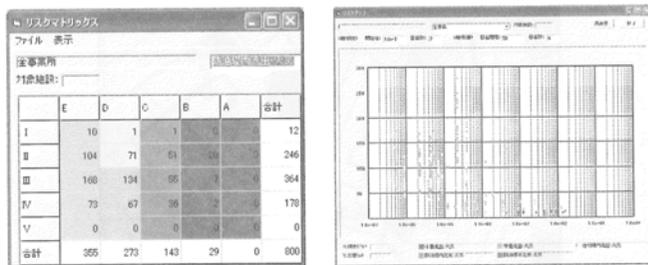
本システムには、リスク評価結果に基づき防災対策を検討する場合の支援情報として、施設別/事業所別のリスク表示機能を付加している。リスク評価は個々のコンビナート施設毎に実行されることからe施設別のリスク評価結果では任意の施設における災害の発生危険度や影響度を表示することができる(図5)。また、コンビナート施設の属性の一部を変更することにより(例えば旧法旧基準の危険物タンクを新基準適合とする)、リスク低減策を実施した場合のリスク試算が可能である。一方、事業所別のリスク評価結果では、リスクの集計結果としてのリスクマトリックスやリスクグラフの表示を行う(図6)。リスクマトリックスは、各施設の発生危険度と影響度を何段階かに分けてクロス集計したものであり、マトリックスの各セルには該当する施設数が表示される。リスクグラフは発生危険度と影響度の区分を行わず、数値をそのままプロットしたものである。

災害事象	発生 頻度/確率	危険度	影響 距離(m)	頻度/確率	火面(m ²)
可燃液体/ガス	2.0e-5	B	11.7	M	10
可燃蒸気/炎	7.0e-6	B	20.0	L	100
仕切室内蒸気/炎	9.5e-7	C	100.0	L	15100
仕切室外蒸気/炎	9.5e-10	E	9999.0	I	

第1段階の想定災害
 第2段階の想定災害
 その他の想定災害

図5 施設別のリスク評価結果の表示例

その他、現時点では以下に示すような防災対策支援機能を付加している。



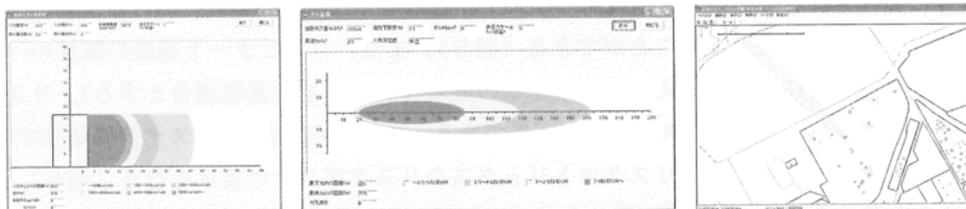
[リスクマトリックス]

[リスクグラフ]

図6 事業所別のリスク評価結果の表示例

○仮想災害の影響算定・表示

リスク評価における災害の影響度は一定の条件のもとでの算定結果であり、実際には条件を変えて影響度の算定を行う必要性も考えられる。本システムでは、液面火災の放射熱、可燃性ガス及び毒性ガスの拡散、可燃性ガスの爆風圧の影響について任意に条件を設定し、影響の算定を行うことができる(図7)。



[液面火災の影響]

[ガス拡散の影響]

[ガス拡散の影響(地図上)]

図7 仮想災害の影響表示例

○スロッシングの評価

危険物タンクのスロッシング固有周期を計算し、消防法に基づくタンク上部の余裕空間高さ、速度応答スペクトル強度に応じたスロッシング最大波高を算出する。

○消防力の算定・評価

石油類の液面火災について、想定される火災面積から必要な泡消火薬剤の供給量(放水量)と泡消火薬剤量を算出し、現有量の過不足を判定する。現有の消防力は事業所単独の他 a 共同防災組織、共同防災組織の構成事業所、管轄消防機関、県内のその他の消防機関の消防力をそれぞれ積算した場合についても評価が可能である。

○毒性物質の防災対策要領の表示

コンビナートで取り扱う毒性物質について、性状や危険性、事故時の対応等を示した防災対策要領を参照することができる。現時点では一般に公開されている MSDS 等を基に、アクリロニトリル、フッ化水素、塩素など7種類の毒性物質の防災対策要領を作成・保存しているが、利用者が任意に修正や追加を行うことができる。

6. おわりに

本システムは、コンビナートを有する道府県での活用を念頭に置き、消防庁指針に基づくリスク評価を簡易に行うことが可能なシステムとして開発しているものである。今後は、モデル地区におけるシステムの試験運用を行い、実用性、機能性、操作性などの観点からのシステム改良、機能の付加を行う予定である。また同時に、消防機関などの関係防災機関や、コンビナートの事業所における活用も視野に入れ、総合的な石油コンビナートの防災支援システムを目指す。

参考文献

- 1) 石油コンビナートの防災アセスメント指針、消防庁特殊災害室、平成 13 年 3 月