

# プラント防災 コンサルティング

---

株式会社FPEC

# プラント防災コンサルティング

弊社は危険物を取り扱うプラント防災に特化したコンサルティング会社です。  
当社独自の豊富なシミュレーションソフトを駆使して国内外の顧客が抱える以下のような諸問題に対応しております。

- プラント災害リスク評価
- 警防計画・消火戦術策定
- 国内外の社内共通安全基準書作成支援
- 消防申請支援
- 消火用水主管網の見直し
- 散水障害検討

など様々にご相談を承っております



# プラント災害リスク評価

プラント災害における主なリスクとして以下の3つがあげられます。

## 危険物の漏洩とガス拡散

- ・ 漏洩
- ・ 液の広がり
- ・ 蒸発
- ・ ガス拡散による人命被害

## 火災

- ・ 輻射熱被害
- ・ ボイルオーバー

## 爆発

- ・ 蒸気雲爆発VCE (Vapor Cloud Explosion)
- ・ フラッシュファイア(Flash Fire)
- ・ BLEVE(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)
- ・ ファイアーボール(Fire Ball)



# プラント災害リスク評価方法

## 評価方法

1. 初期事象
2. 発生頻度の評価
3. 影響度評価
4. リスクレベル判定



発生頻度評価で得られた災害発生頻度 (F) と影響度評価で得られた影響度 (S)から、各々の初期時事象に伴う災害リスクレベル (R)を下式により求めます。

$$R = F \times S$$

災害リスクレベルに応じて下図のように分類

リスクレベル	リスク F x S		備考
	From	To	
EXTREME Risk	1.00E-03	~	緊急にリスク低減対策を行う。
HIGH Risk	1.00E-04	<1.00E-03	なるべく早急にリスク低減対策を行う。
MODERATE Risk	1.00E-05	<1.00E-04	緊急性はないが、リスク低減策を行うことが望ましい。
LOW Risk	~	<1.00E-05	特にリスク対策を行う必要はないが、安全管理を実施する。

対応策の緊急性・必要性を決める際の判断材料となります

# 警防計画・消火戦術策定

以下のように、弊社が開発したシミュレーションプログラムを使用し、タンク火災やプロセス地区火災時の消防車、泡放射砲などの防消火資機材の適切な配置の検討を行います。

- タンク火災と消火シミュレーション
- 放水・泡放射シミュレーション
- タンク火災警防計画例
- プロセス地区火災と消火シミュレーション
- 防災資機材の配置計画
- プロセス地区火災警防計画例①
- プロセス地区火災と警防計画例②



# タンク火災 消火シミュレーション



## タンク火災

- タンク火災の上昇気流（タンクの中心ほど大きく、周辺ほど小さくなる）
- 炎の高さ
- タンク周辺の輻射熱→消防活動上の安全確認
- ボイルオーバーの可能性チェック

## 泡放射

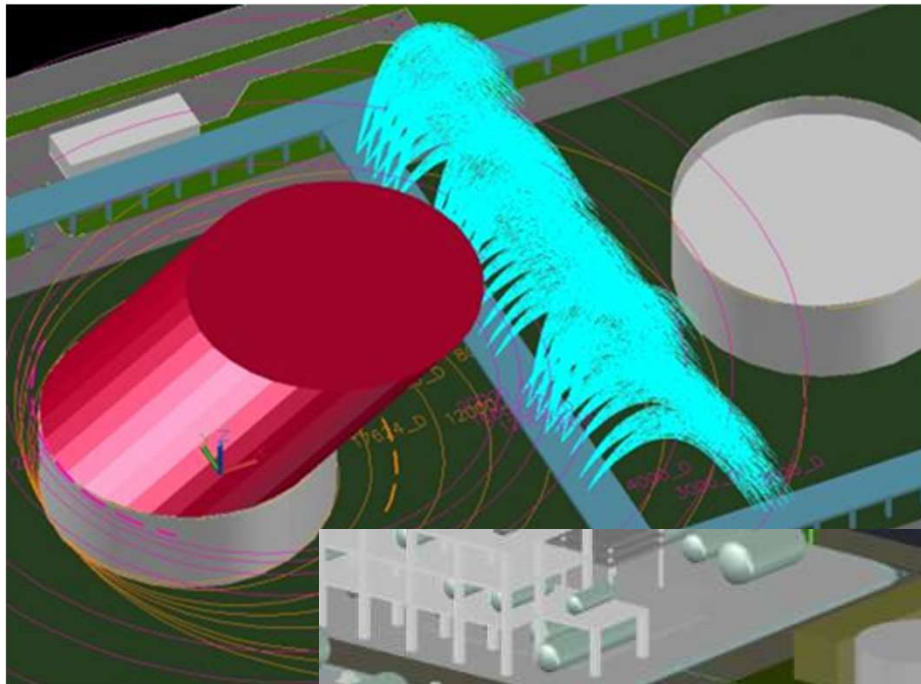
- 泡の飛散損失
- 泡の放射軌跡→風の影響を反映した放射軌跡  
→消防車等の配置
- 泡が上昇気流により吹き飛ばされる
- スウィートスポット方式（推奨）とフットプリント方式

## 消火

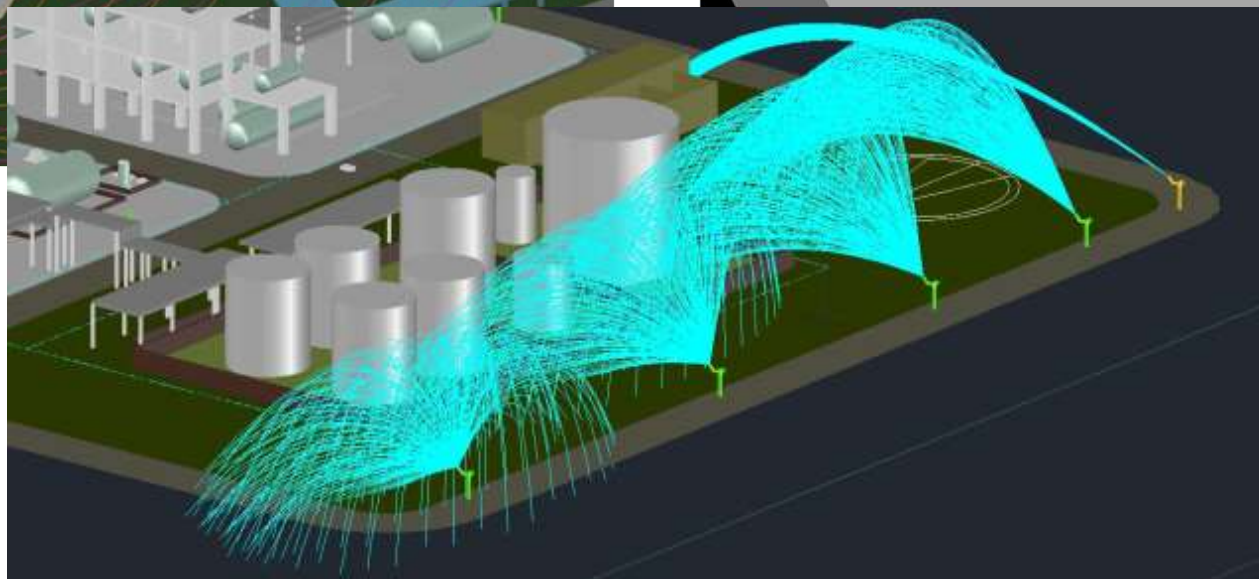
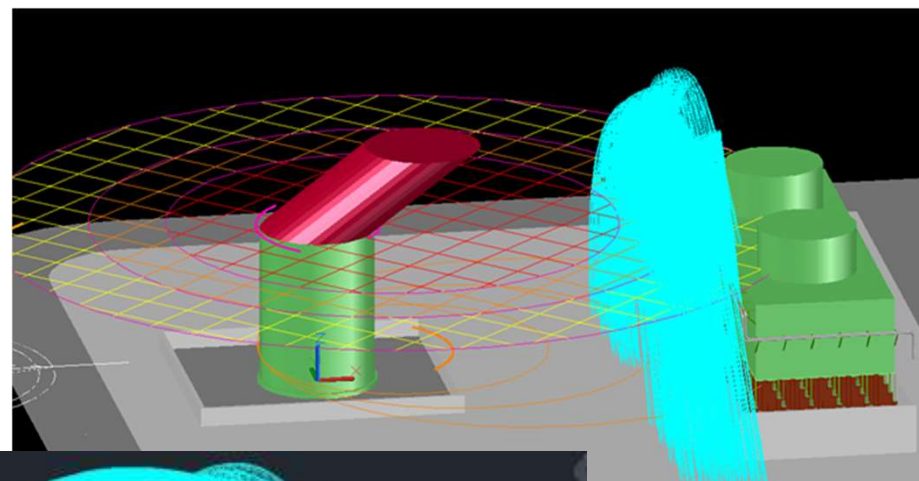
- 泡が燃焼面に着地→蒸発→更なる泡投入  
→泡の橋頭保確立
- 泡の展開→消火

# タンク火災 放水シミュレーション

LNGタンク火災時の隣接タンクの水幕設備による保護



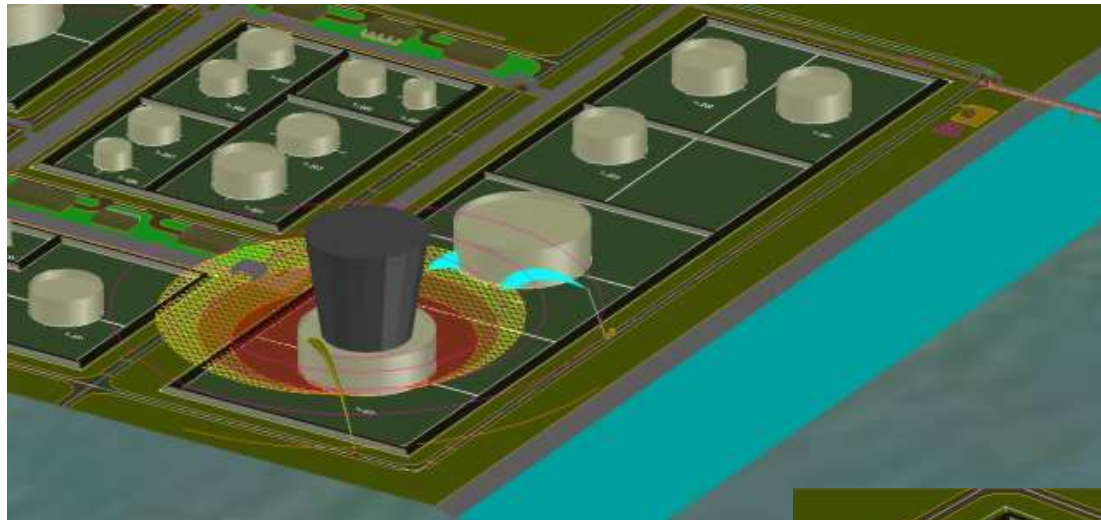
タンク火災時の輻射受熱強度から冷水塔の保護



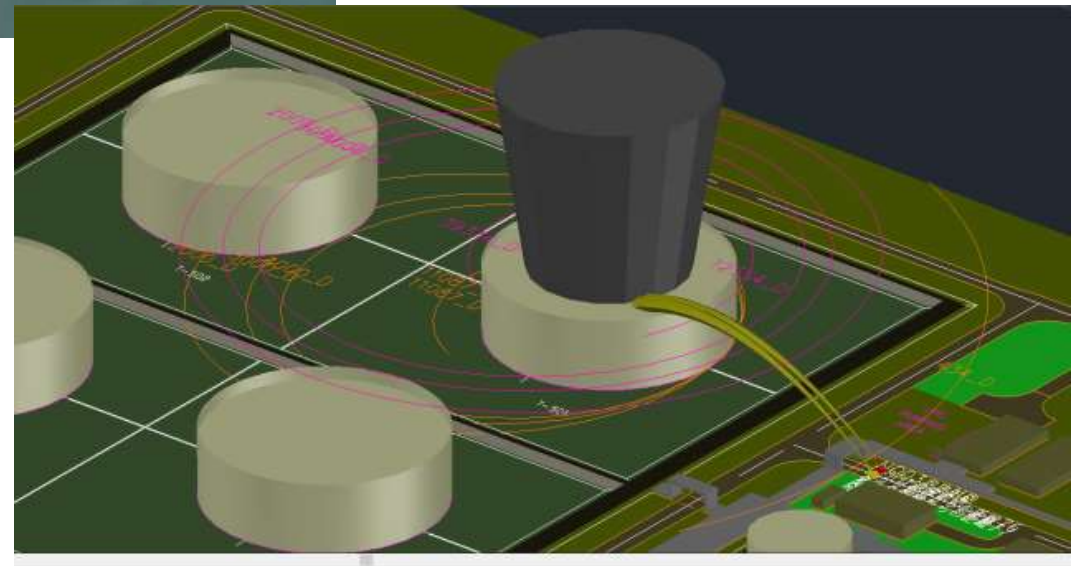
固定式放水銃からスプレー角度を変えて放水

# タンク火災 泡放射シミュレーション

消防車から泡放射



大容量泡放射モニターによる泡放射

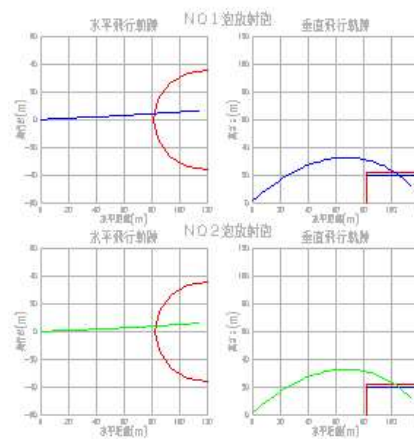
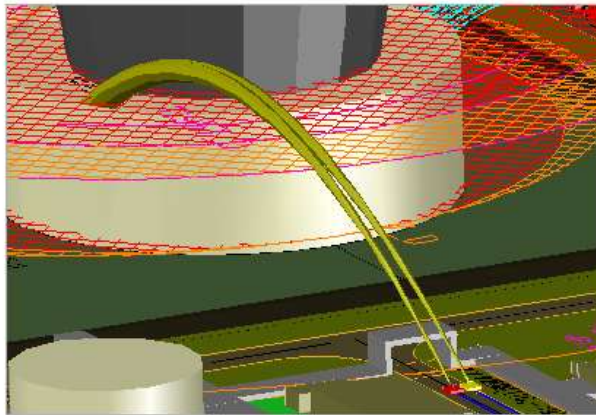


消防車・放水銃・放水砲・ホースなど火災発生タンクごとに必要となる防消火資機材の適切な配置図を作成します



# タンク火災警防計画例

風速8m/sの時、直径72mの原油タンク火災が起こったとして、大容量泡放射2万L/min, 2基で消火する場合についてシミュレーションした場合を想定した警防計画。



大気条件  
 \*風速: 8[m/sec]  
 \*吹向角: 270[deg]  
 \*吹向の高度: 30[m]  
 \*吹向の温度: 17.5[°C]

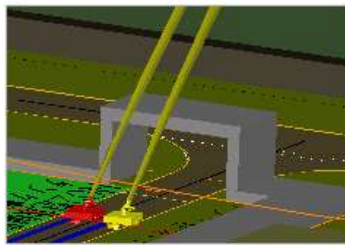
タンク  
 \*直径: 72[m]  
 \*高さ: 22[m]  
 \*貯高: 22[m]

油  
 \*密度: 0.85[kg/m³]  
 \*粘度: 0.85[kcst/kg]  
 \*燃焼熱: 11200[kcal/kg]  
 \*燃焼速度: 7[kcal/m²]  
 \*燃焼: 84[kg/m³]

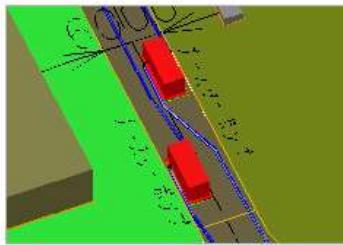
泡放射機  
 \*吐出量: 20000[L/min]  
 \*吐出角: 6.2[deg]  
 \*吐出高さ: 278.7[m]  
 \*吐出速度: 48[m/s]  
 \*吐出位置: 1.8[m]  
 \*吐出位置高さ: 0.176[m]  
 \*吐出位置高さ: -5[m]

	NO.1	NO.2
1% AR-AFFF	1% AR-AFFF	1% AR-AFFF
吐出量[L/min]	20000	20000
吐出角[deg]	6.2	6.2
吐出高さ[m]	278.7	281.2
吐出速度[m/s]	48	48
吐出位置[m]	1.8	1.8
吐出位置高さ[m]	0.176	0.176
吐出位置高さ[m]	-5	-5
吐出位置高さ[m]	20000	20000
吐出位置高さ[m]	19	19
吐出位置高さ[m]	0.084	0.084
吐出位置高さ[m]	1.157	1.157
吐出位置高さ[m]	20000	20000
吐出位置高さ[m]	110	110
吐出位置高さ[m]	0	0
吐出位置高さ[m]	18.497	18.497
吐出位置高さ[m]	0.878	0.878
吐出位置高さ[m]	2.051	2.051
吐出位置高さ[m]	20000	20000
吐出位置高さ[m]	110	110
吐出位置高さ[m]	0	0
吐出位置高さ[m]	1.96	1.96
吐出位置高さ[m]	0	0
吐出位置高さ[m]	1.934	1.934
吐出位置高さ[m]	0	0

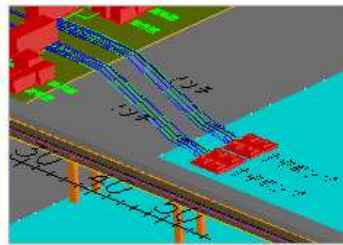
必要ホース長	NO.1		NO.2	
	吐出量[m]	吐出角[m]	吐出量[m]	吐出角[m]
300A	200	2	400	2
300A	100	1	100	1
300A	50	1	50	1
200A	10	12	10	12



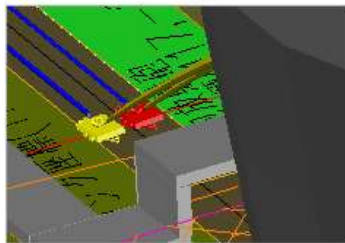
泡放射機(1)



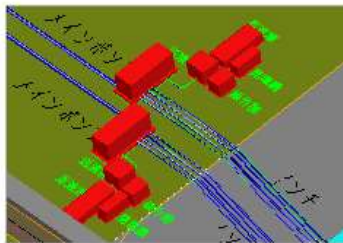
中継ポンプ



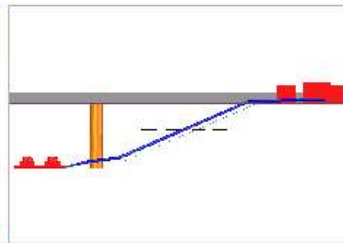
水中ポンプ



泡放射機(2)



メインポンプ



水源断面図

受取量	吐出量	吐出量	吐出量
[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
1.5	204	11947	110
22	最大	11957	40855

吐出量: 3.8[L/min/m²] 吐出量: 110分: 48[m³]

NOTE: \*の項目はINPUT DATAである

発火タンク: 原油  
 取水場所: ★A  
 風向: 270°, 風速: 8m/sec

# プロセス地区火災 消火シミュレーション



## プール火災

- 床上に溜まった漏洩燃料のプール火災
- 炎の広がりと高さ
  - 安全弁の同時作動数とフレーシシステムの能力
- プール火災周辺の輻射熱 → 消防活動上の安全確認

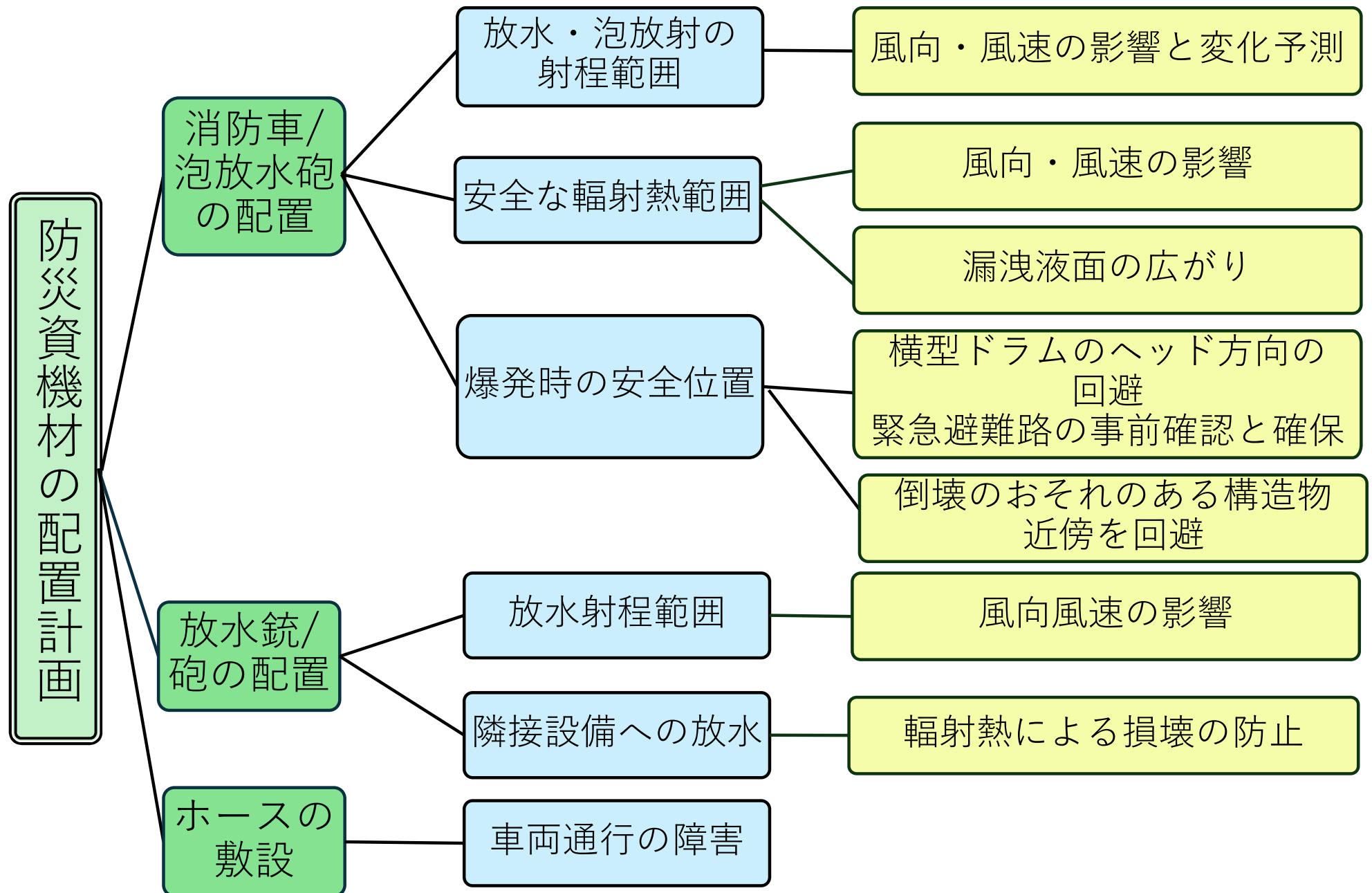
## 泡放射

- 輻射熱の確認 → 消防車の配置（爆発の可能性にも配慮）
- 泡の放射軌跡 → 風の影響を反映した放射軌跡

## 放水冷却

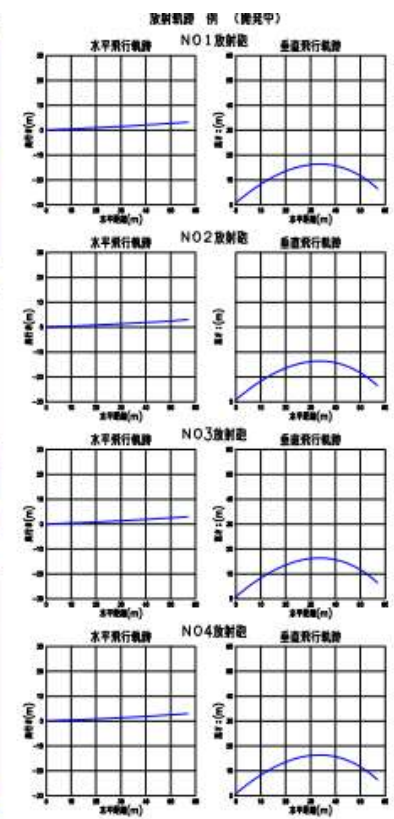
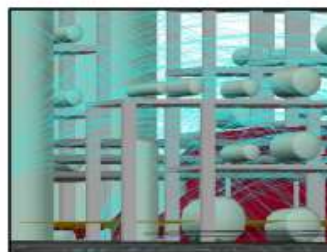
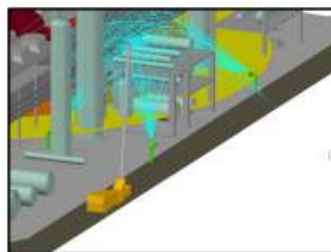
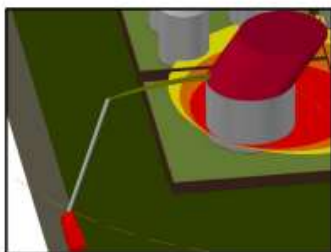
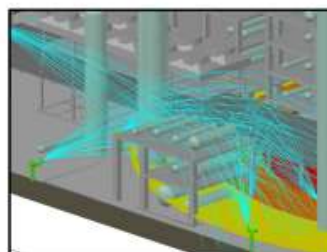
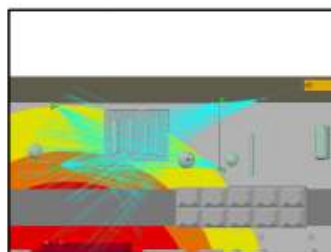
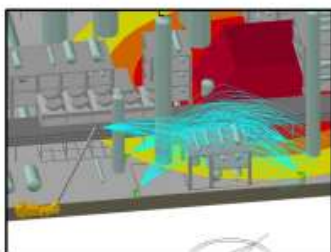
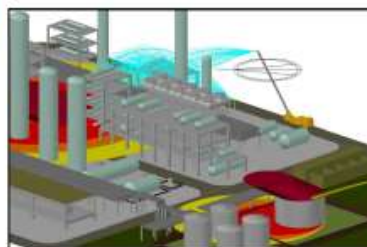
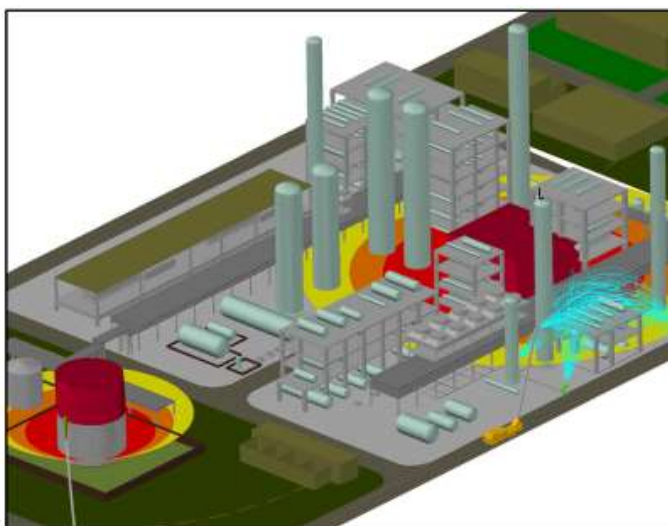
- 周辺設備への輻射熱 → 冷却放水の必要性
- 消防車、放水砲、放水銃による放水
- 放水軌跡 → 風の影響を反映した放水軌跡

# プロセス地区火災 防災資機材配置計画



# プロセス地区火災 警防計画例①

タンク火災や漏洩火災が起こったとして、大型化学消防車や放水砲などで消火、放水冷却などの活動をシミュレーションした結果による警防計画



放射砲 (1)  
 流量: 1890L/min  
 スプレー角度: 10°  
 水平照射方位: 29°  
 垂直照射角度: 28°

放射砲 (1)  
 流量: 1890L/min  
 スプレー角度: 10°  
 水平照射方位: 172°  
 垂直照射角度: 41°

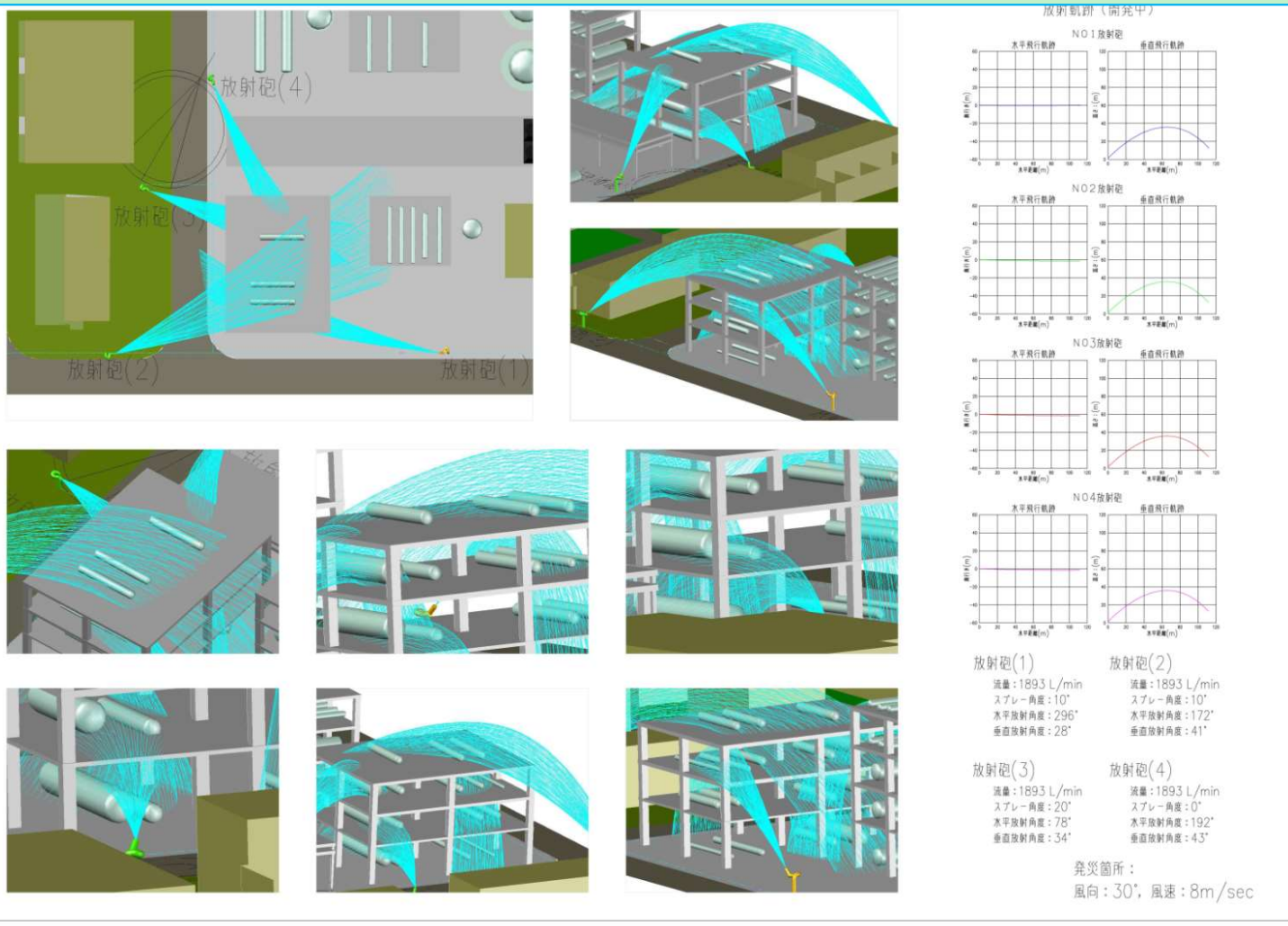
放射砲 (1)  
 流量: 1890L/min  
 スプレー角度: 10°  
 水平照射方位: 0°  
 垂直照射角度: 192°

放射砲 (1)  
 流量: 1890L/min  
 スプレー角度: 10°  
 水平照射方位: 192°  
 垂直照射角度: 43°

炎災箇所:  
 風向: 30°, 風速: 6m/s

# プロセス地区火災 警防計画例②

放水砲による放水で有風下でストラクチャーの階層間にある容器に有効に散水できるか確認のためにシミュレーションした結果による警防計画



# 国内外社内安全基準書作成業務

海外プロジェクトは**英語**  
で作成します

グローバルスタンダードへ対応した  
以下の国内外の法令を順守した社内の安全基準書作成を支援します

## 日本国内法規

- 消防法関連法規
- 高圧ガス保安法関連法規
- 石油コンビナート等災害防止法関連法規
- 電気事業法
- 地方条例

## 海外法規

- NFPA規格
- API
- EI (旧IP) ※英国のAPIに相当する規格
- BS規格
- シンガポール、タイの法規

## その他標準

- エクソン・モービル
- シェル石油
- BP
- その他メジャーオイルの標準書



# 消防申請サポート業務

海外プロジェクトは英語  
で作成します

以下のような安全対策の包括的な確認を行い、消防申請用の付属資料と説明を行えるようサポートをいたします

- ・ プロセスの安全運用
- ・ 漏洩対策
- ・ 精緻なリスク評価による防爆エリアの設定
- ・ 周辺への延焼防止（耐火壁など）
- ・ 防火/消火設備/警報設備

その他、様々なケースでのご相談を承っております。

## 対応法規

### 日本国内法規

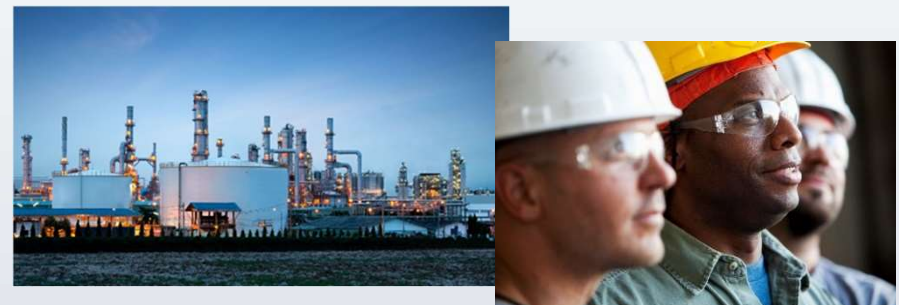
- ・ 消防法関連法規
- ・ 高圧ガス保安法関連法規
- ・ 石油コンビナート等災害防止法関連法規
- ・ 電気事業法
- ・ 地方条例

### 海外法規

- ・ NFPA規格
- ・ API
- ・ EI（旧IP） ※英国のAPIに相当する規格
- ・ BS規格
- ・ シンガポール、タイ、ロシアの法規

### その他標準

- ・ エクソン・モービル
- ・ シェル石油
- ・ BP
- ・ その他メジャーオイルの標準書



# 消火用水主管網の見直し業務

石災法告示に基づき、関連図面の更新を含め以下のような消火用水管網の総合的な見直し検討を行います。（設置後40年以上経過したもの）

## 図面の見直しと管網計算

図面の未整理・未更新

消火用水主管網の全体  
配置図の作成・更新

管網計算

各ポンプの負荷率、  
各取水ポイントの供給  
圧力などの問題点を  
一覧にまとめます

## 消火ポンプの見直し

消火ポンプの増設

消火ポンプ並行運時  
の問題点確認

平行運転問題の解決

消火ポンプ吐出に  
制限オリフィスを  
設ける吐出圧力制御  
弁の設置などの対策  
提案

## 経年劣化

配管内面の腐食

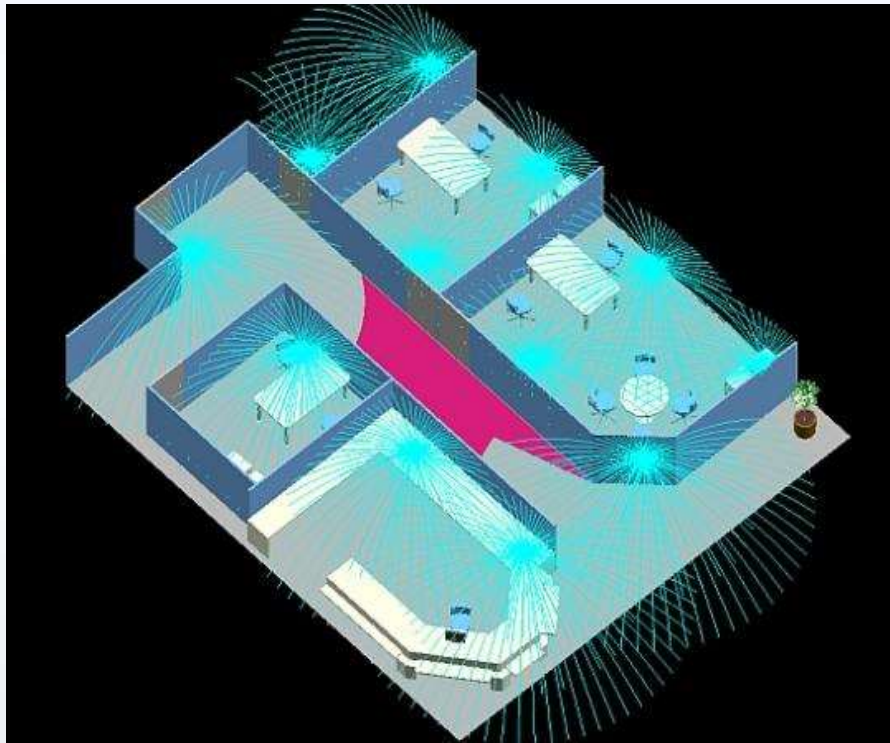
圧力損失、配管  
の耐圧をを計算

配管内面の粗滑度  
の改善などの提案

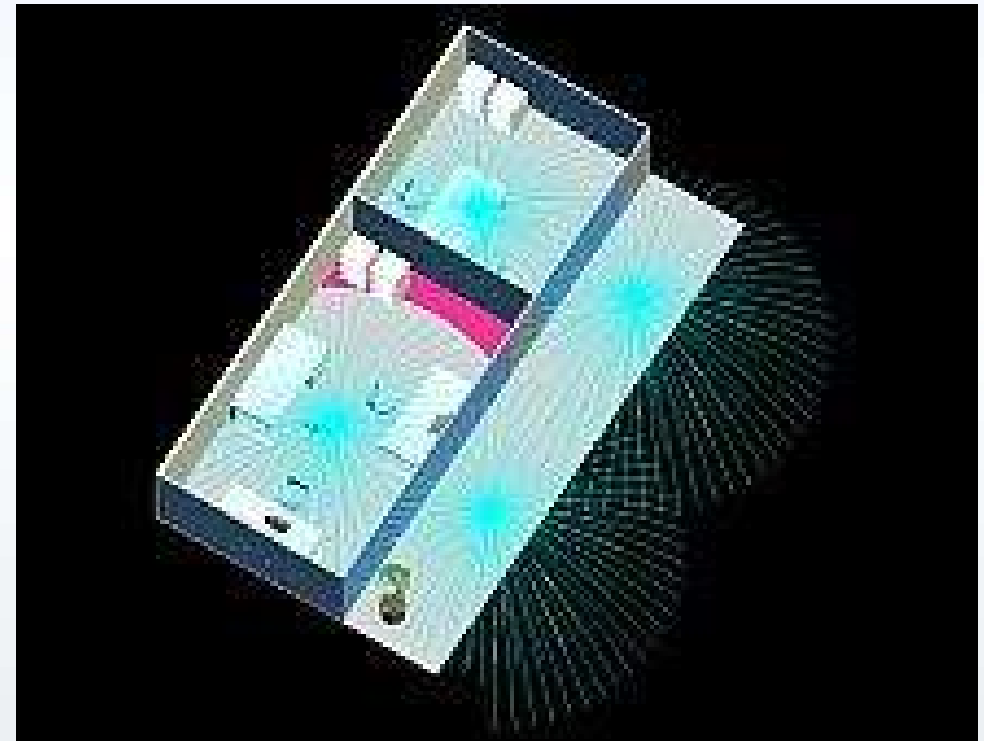


# スプリンクラー散水障害検討

スプリンクラーの散水範囲にもれがないか、水放射シミュレーションを使用し散水障害が起こりうる場所を提示します。



廊下（赤い部分）に散水できない箇所があることを示した例



部屋の一部（赤い部分）に散水で防護されない箇所を示した例

プラント災害・防災コンサルティングについてのお問合せ



# 株式会社 F P E C

〒231-0023 横浜市中区山下町195 ラ・トゥール・クオー・ファン 7F

TEL 045-222-8870 FAX 045-222-8869

<http://www.fpec1.co.jp>