

プラントにおける屋外貯蔵タンクの 可燃性蒸気滞留範囲の明確化

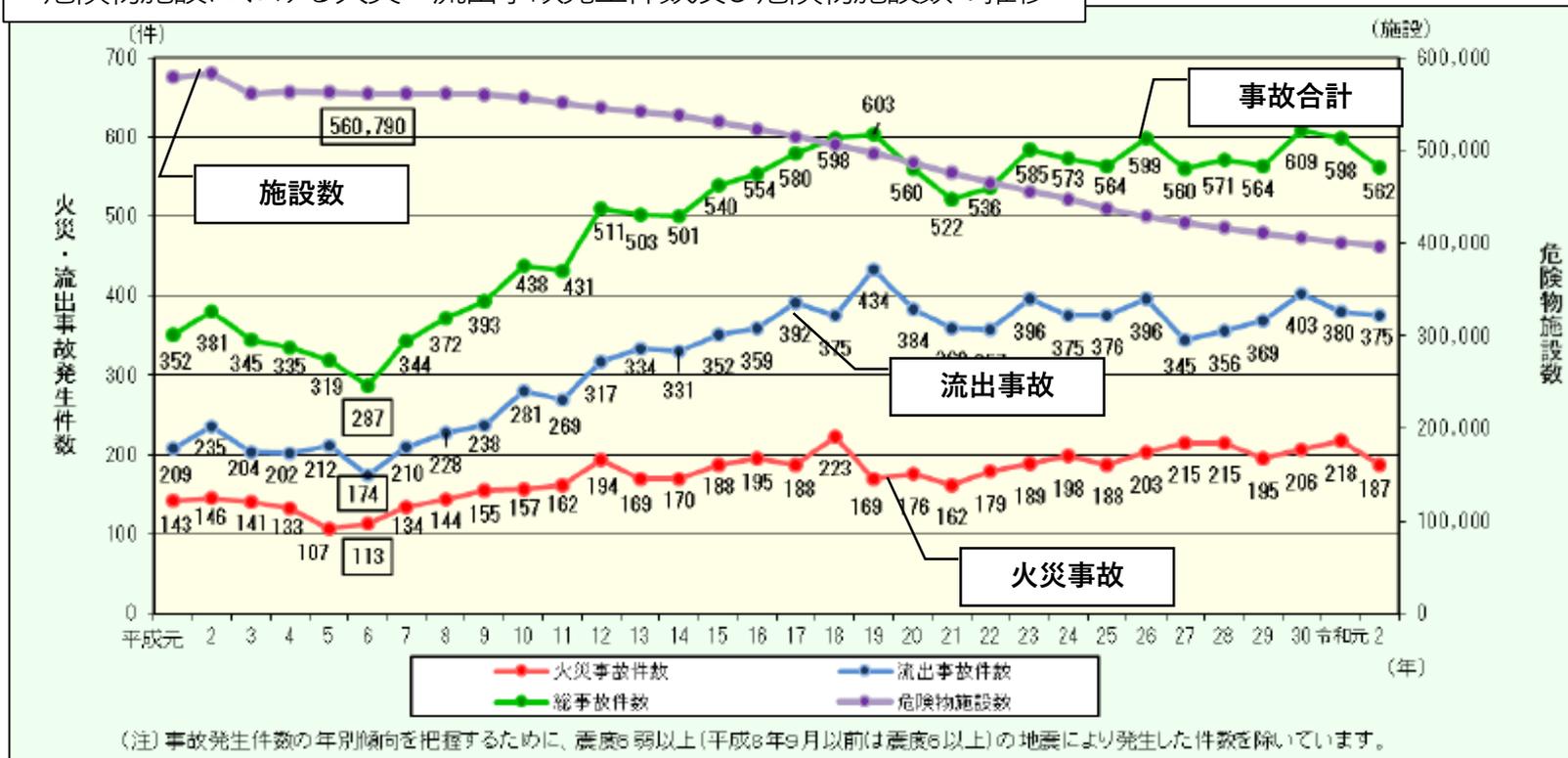
消防庁危険物保安室

プラント（危険物施設）を取り巻く状況①

高経年化が進み、腐食・劣化等を原因とする事故件数が増加するなど、近年、危険物等に係る事故は高い水準で推移している。

危険物施設における火災・流出事故発生件数及び危険物施設数の推移

(令和2年度消防庁報道発表資料)



施設数は減少しているが、事故件数は高い水準で横ばいの状況。

プラント（危険物施設）を取り巻く状況②

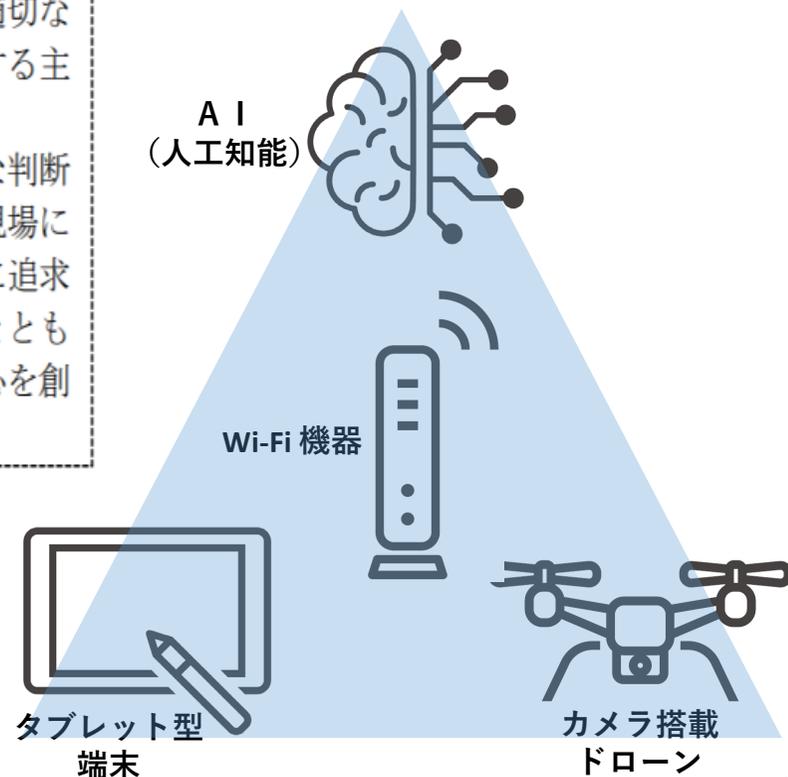
成長戦略2020において、「産業保安における安全性と効率性をIoTやAIなどの新技術を活用して高める取組（スマート保安）を推進するため、・・・企業の先進的取組を促進する・・・」とされている。

（※）スマート保安とは

①国民と産業の安全の確保を第一として、②急速に進む技術革新やデジタル化、少子高齢化・人口減少など経済社会構造の変化を的確に捉えながら、③産業保安規制の適切な実施と産業の振興・競争力強化の観点に立って、④官・民が行う、産業保安に関する主体的・挑戦的な取組のこと。

具体的には、①十分な情報やデータによる科学的根拠とそれに基づく中立・公正な判断を行うことを旨として、②IoTやAIなど安全性と効率性を高める新技術の導入、現場における創意工夫と作業の円滑化などにより産業保安における安全性と効率性を常に追求し、③事業・現場における自主保安力の強化と生産性の向上を持続的に推進するとともに、④規制・制度を不断に見直すことによって、将来にわたって国民の安全・安心を創り出すこと。

（経済産業省HPより）

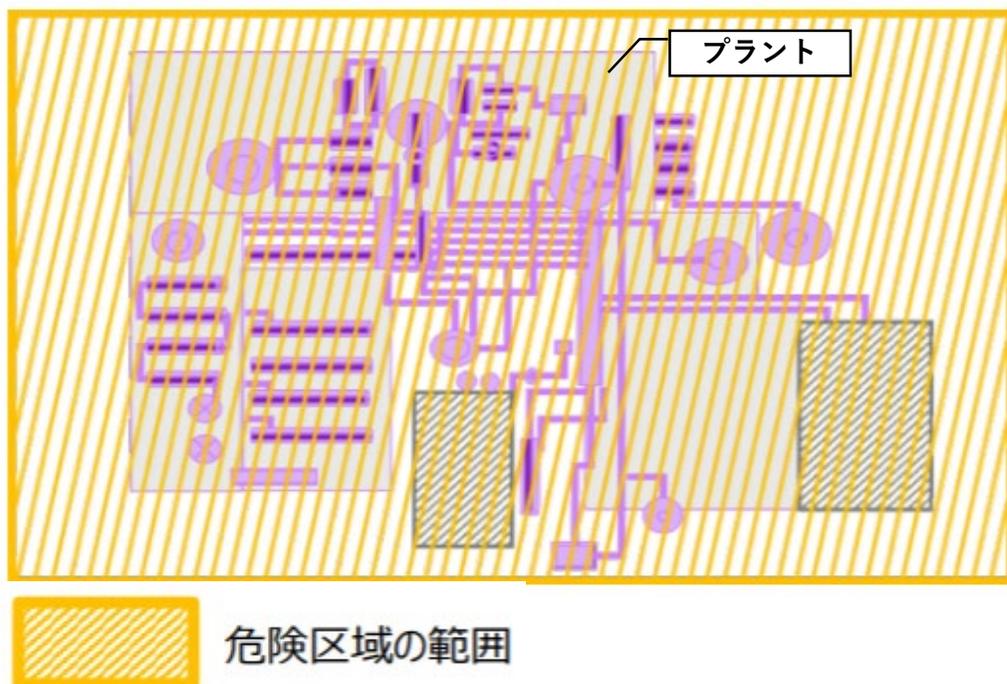


プラントのスマート保安化に向けた消防法上の課題

危険物施設において、可燃性蒸気の滞留するおそれのある場所（危険区域）で用いる電気設備・器具は、防爆構造を有する必要がある。

（危険物の規制に関する政令第9条第1項第17号、第24条第1項第13号等）

プラント事業者は、「工場電気設備防爆指針」（独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所）等、国内の防爆に関する基準等に基づき、第2類危険箇所（＝危険区域）を設定するが、実態上は、プラント内設備の存する区域全体を第2類危険箇所として設定することが多い。



プラント内で使用する電子機器（ドローン、IoT機器等）は全て防爆構造とする必要がある。

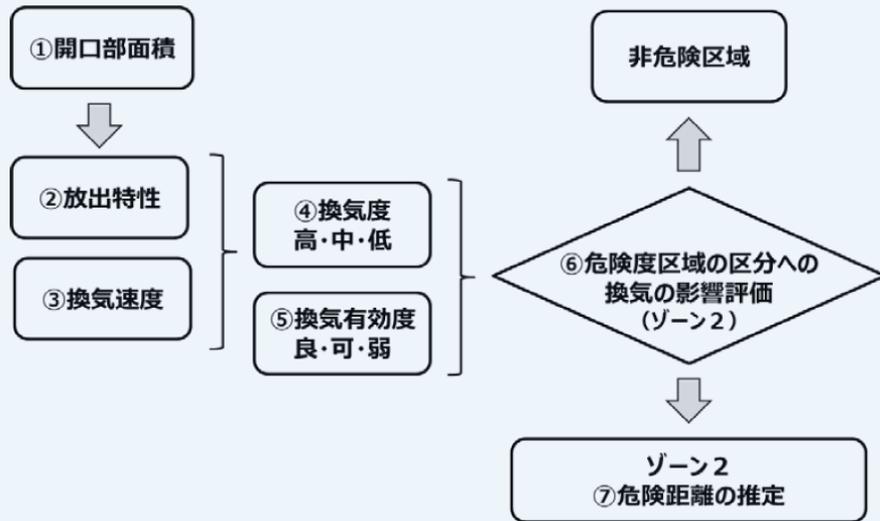
防爆構造の機器は高価、かつ、機器が限定される。

消防庁におけるこれまでの取組①

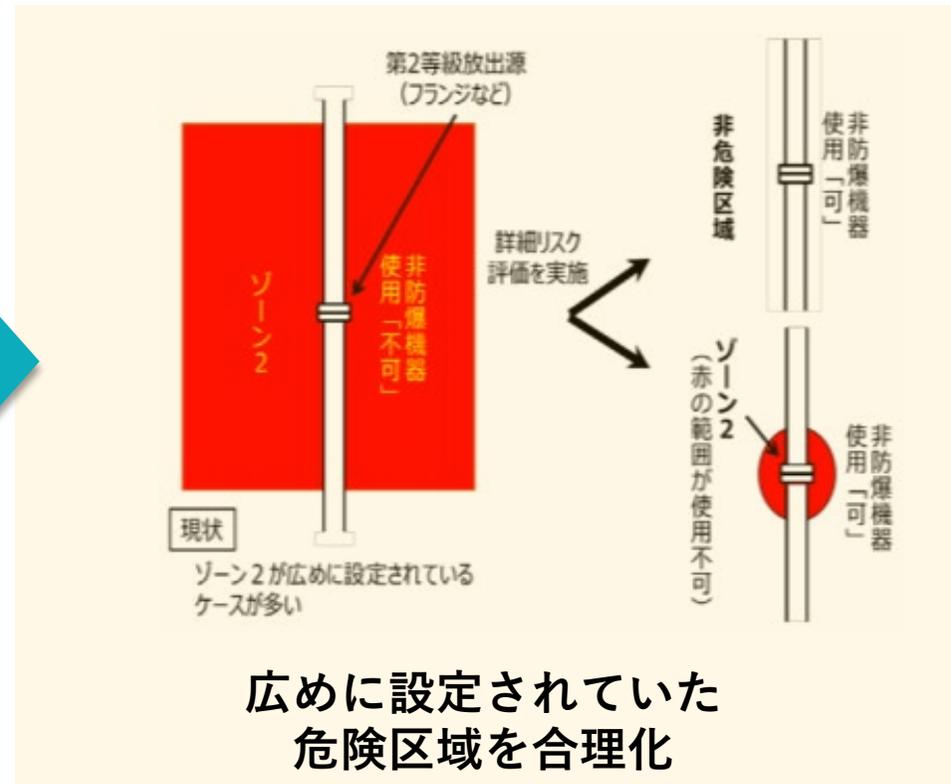
防爆ガイドラインの策定（平成31年）

危険物施設における危険区域の設定について、消防庁も参画した経済産業省の検討会において、「**プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン**」（**防爆ガイドライン**）が策定されるとともに、ガイドラインに沿って危険区域を設定する際の事業所における「**自主行動計画**」の例がとりまとめられた。

< 防爆ガイドラインの概要 >



上記のようなフローで、危険区域とされている箇所の詳細リスクを評価



広めに設定されていた危険区域を合理化

消防庁におけるこれまでの取組②

＜危険区域設定の具体的な流れ＞

開口部面積
の評価

放出率・
放出特性の
算出

換気速度
の評価

換気度の決
定・換気有
効度の決定

危険区域の
区分を判定

表 3.1 第2等級放出源の開口部面積の推奨値
(IEC 60079-10-1:2015 Table B.1を翻訳)

項目の種類	項目	漏れの	
		放出開口部が放出開口部より大きい条件の典型的値 S (mm ²)	放出開口部が最大可能な条件の典型的値 (円形開口部) S (mm ²)
固定部分の シーリング エレメント	圧縮繊維ガスケット、又は類似のものを用いたフランジ	0.25 ≤ S ≤ 0.25	0.25 ≤ S ≤ 2.5 × (ガスケットの厚さ) 通常、1mm以上 (2つのボルト間のセクター)
	ラセン型ガスケット、又は類似のものを用いたフランジ	0.25	0.25
	リング型ジョイント接続	0.1	0.25
	小口径接続部* 10mm以下	0.25 ≤ S ≤ 0.1	0.1 ≤ S ≤ 0.25
低速作動の シーリング エレメント	パルプシステム パッキン	0.25	2.5 設備製造者のデータに応じて変更すること。ただし、2.5mm ² 以上とする。
	圧力放出弁†	0.1 × (オリフィス断面積)	NA
高速作動の シーリング エレメント	ポンプ及び コンプレッサー‡	NA	1 ≤ S ≤ 5 設備製造者のデータ、または/または、プロセスユニット構成に応じて変更すること。ただし、5mm ² 以上とする。* a, b, c, dについては次頁を参照。

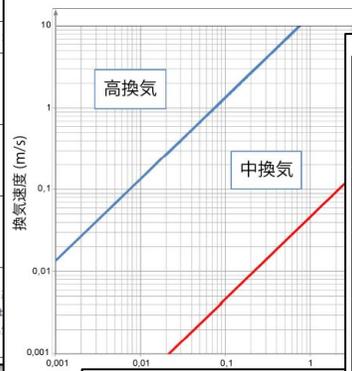
$$W_g = C_d S P \sqrt{\gamma \frac{M}{ZRT} \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{(\gamma+1)/(\gamma-1)}} \quad (kg/s)$$

$$\text{放出特性} = W_g / (\rho_g * k * LFL) \quad (m^3/s)$$

表 3.2 屋外における換気速度の指標
(IEC 60079-10-1:2015 Table C.1を翻訳)

屋外場所の種類	障害物無し			
地上からの高さ	≤ 2m	2m 超、5m 以下	> 5m	≤ 2m
空気より軽いガス/蒸気の希釈を見積もるための換気速度の示唆値	0.5 m/s	1 m/s	2 m/s	0.5 m/s
空気より重いガス/蒸気の希釈を見積もるための換気速度の示唆値	0.3 m/s	0.6 m/s	1 m/s	0.15 m/s
任意の高さで液体プール蒸発率を評価するための換気速度の示唆値	> 0.25 m/s			

一般に表の値は換気有効性を可として適用してよい。
屋内地域では、評価は通常、最低流速 0.05m/s という仮定にあり、これは事実上いたるところに存在する。特定の状況では排出用の開口部の近く異なる値を設定することができる。換気速度が異なる場合、最小換気速度を計算することができる。



良・・・・・故障
可・・・・・故障
不可(弱)・・・・・故障

表 3.3 危険区域の判定

放出等級	換気					
	高換気度		中換気度		低換気度	
	有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”	有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”
連続等級	非危険区域	ゾーン2	ゾーン1	ゾーン0	ゾーン0	ゾーン0
第1等級	非危険区域	ゾーン2	ゾーン2	ゾーン1	ゾーン1	ゾーン1
第2等級	非危険区域	非危険区域	ゾーン2	ゾーン2	ゾーン2	ゾーン2

注記 “+” は、“に囲まれた”を意味する。
注 a) 第2等級の放出によるゾーン2の区域は、第1等級又は連続等級の放出による区域を超えることもありうる。この場合、長い距離を考慮しなければならない。
注 b) 換気が非常に弱く、かつ、ガス状の爆発性雰囲気を実質的に連続して存在する放出の場合、ゾーン0となる(すなわち“無換気”に近づく。)

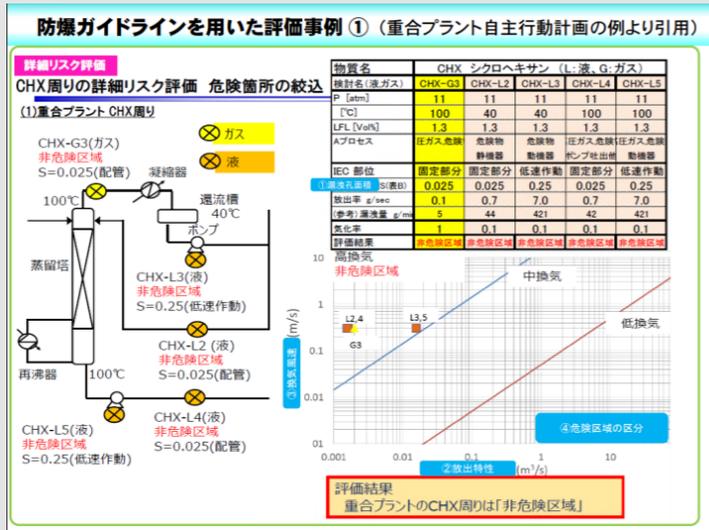
意見・要望

- 「防爆ガイドラインについて、解釈・運用が難しい。」 (全国消防長会・危険物委員会)
- 「本ガイドラインによる一般的な指針のほか、全国統一の運用基準を策定するとともに、各自治体(消防機関)が過去に非防爆機器の設置・使用の可否を判断した事例を公表すべきである。」 (経団連・規制改革ホットライン)

消防庁におけるこれまでの取組③

防爆ガイドラインによる評価・活用事例の公開（昨年度）

重合プラント周り、精製プラント周り、プロピレンの動機器周り、給油取扱所の固定給油設備周りについての防爆ガイドラインを基にした評価事例や消防本部における防爆ガイドラインの活用事例の紹介。



〔重合プラント周りの評価事例〕

防爆ガイドラインの消防機関による活用例（四日市市消防本部）

全国消防長会から、「**防爆ガイドラインについて、解釈・運用が難しい**」という意見が出されている。
⇒ 実際の運用にあたって、プラント事業者等と一緒に勉強を行い、ガイドラインを運用することにより、双方、理解が深まり、円滑な運用に繋がった例の紹介

○ 四日市コンビナート先進化検討会 規制合理化関連部会の取組の一環として、消防本部と各事業所がともに検討を行い、「製造所等における非防爆携帯型電子機器使用に係るガイドライン」を作成、運用。

製造所等における非防爆携帯型電子機器使用に係るガイドライン
令和元年 5月 1日
四日市市消防本部

1. ガイドラインの目的
目的は、防爆ガイドラインに基づき「製造所等に関する危険区域を定める事柄」が規定によるほか、可燃性蒸気又は粉塵（以下、可燃性蒸気等という）の積層するおそれのある場所の電気設備については、危険箇所に応じて防塵構造の機器の使用が定められている。

2. 適用範囲
製造所等の危険区域で防爆構造を要する範囲
・引込管が 40cm未満の危険物を貯蔵し、又は取り扱う場合
・引込管が 40cm以上の危険物であっても、その貯蔵構造を防塵構造以上の構造で有しない場合（取り扱う場合）
・可燃性蒸気等が積層するおそれのある場所

3. 対象となる機器
引込管が 40cm未満の危険物を貯蔵し、又は取り扱う場合、引込管が 40cm以上の危険物であっても、その貯蔵構造を防塵構造以上の構造で有しない場合（取り扱う場合）
このことから、可燃性蒸気等が積層するおそれのない状態を確認すること等、消防機関等電子機器を安全に使用するためのガイドラインを策定するものである。 以下(略)

<https://www.city.yokkaichi.mie.jp/syoubou/pdf/houbouka-guideline.pdf>

四日市コンビナート先進化検討会ホームページから引用
四日市消防局ホームページから引用

〔四日市市消防本部における活用事例〕

課題

- 防爆ガイドラインは、その性質上、非防爆エリアと防爆エリアがまたらになるため、活用しやすい場面と活用に工夫を要する場面が存在する可能性がある。
- 比較的単純なものは、解説等により一定の対応可能であるが、プラント全体の評価など、高度・複雑なものについては、技術的支援策を検討することが必要である。

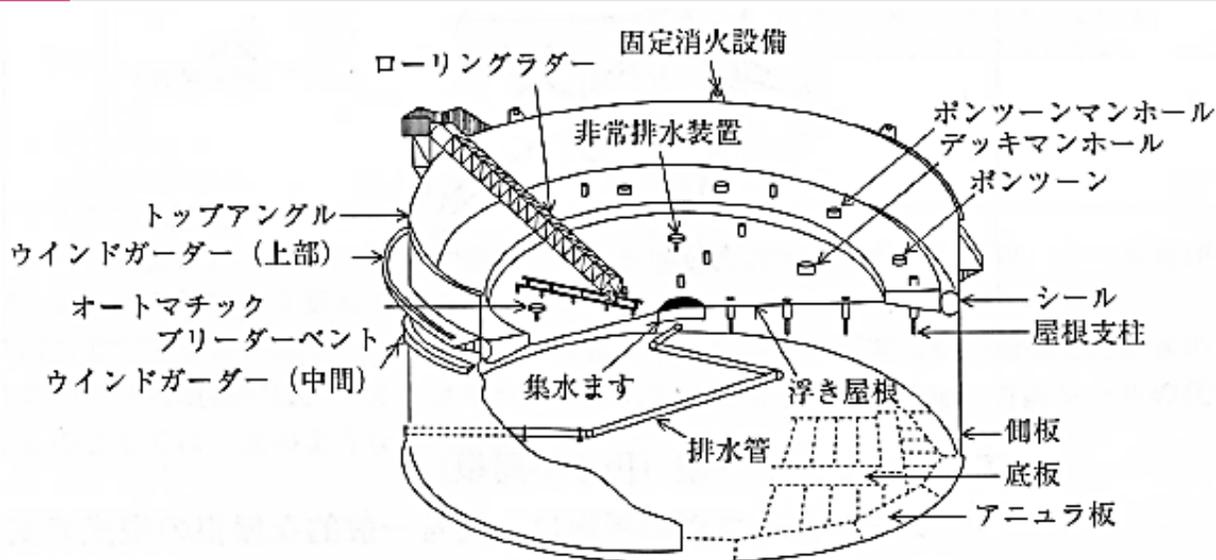
今年度の取組（検討内容）①

統一的な基準の提示

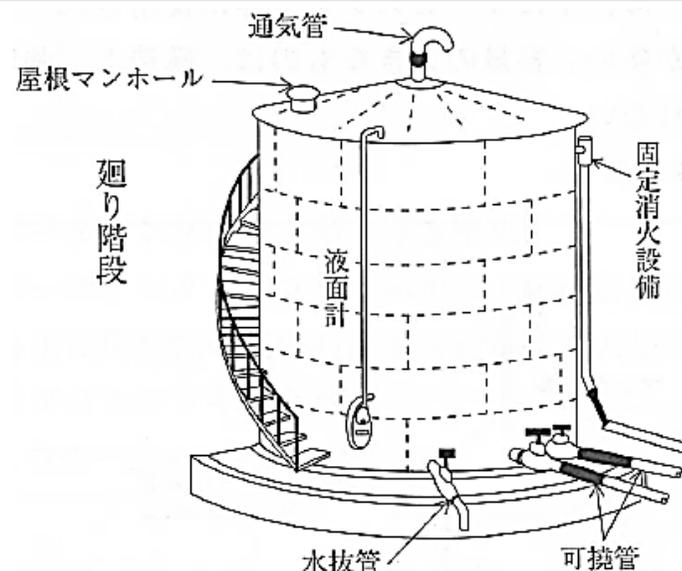
可燃性蒸気の滞留範囲に関する更なる技術的な支援のため、ガイドラインとは別に、プラント内における可燃性蒸気の滞留状況を検証した上で、統一的な基準を提示する。

対象

高所の点検等においてドローンやIoT機器の活用が期待されており、かつ、比較的単純な構造物であることから類型化が容易であると考えられる**屋外貯蔵タンク**について、可燃性蒸気の滞留状況を検証する。



〔フロート屋根タンク〕



〔コーンルーフタンク〕

今年度の取組（検討内容）②

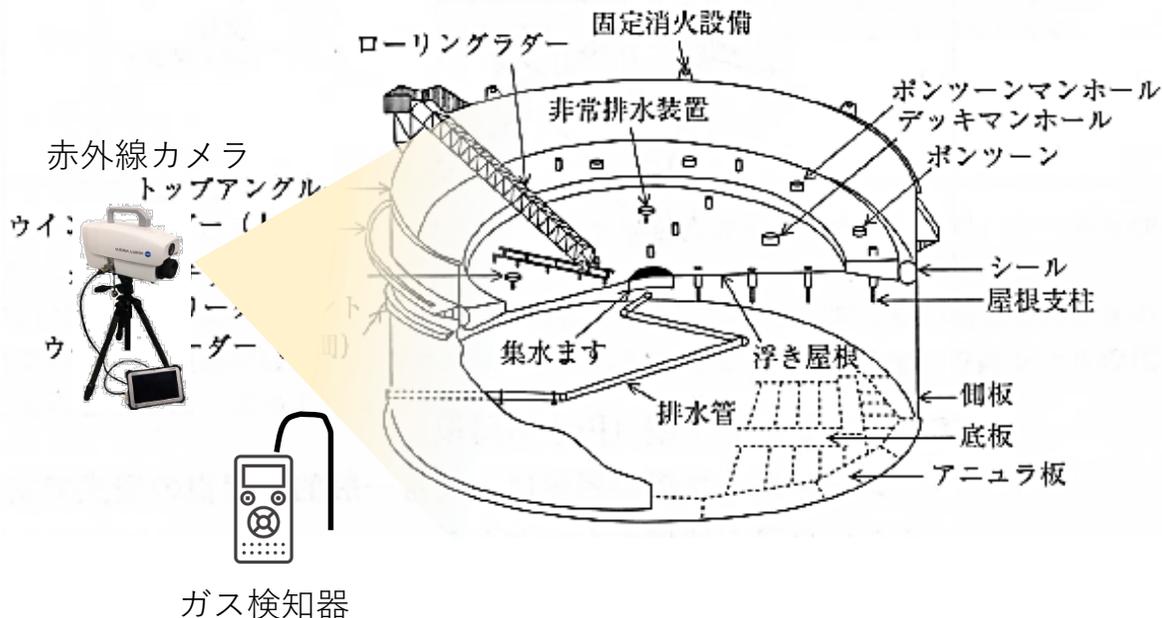
方法

赤外線カメラやガス検知器により屋外貯蔵タンク周囲の可燃性蒸気の滞留状況を実測し、分析・検証する（屋外貯蔵タンクの形状ごと）。

→ 実測等の業務については、外部委託予定。



〔可燃性蒸気の可視化イメージ〕



基準提示

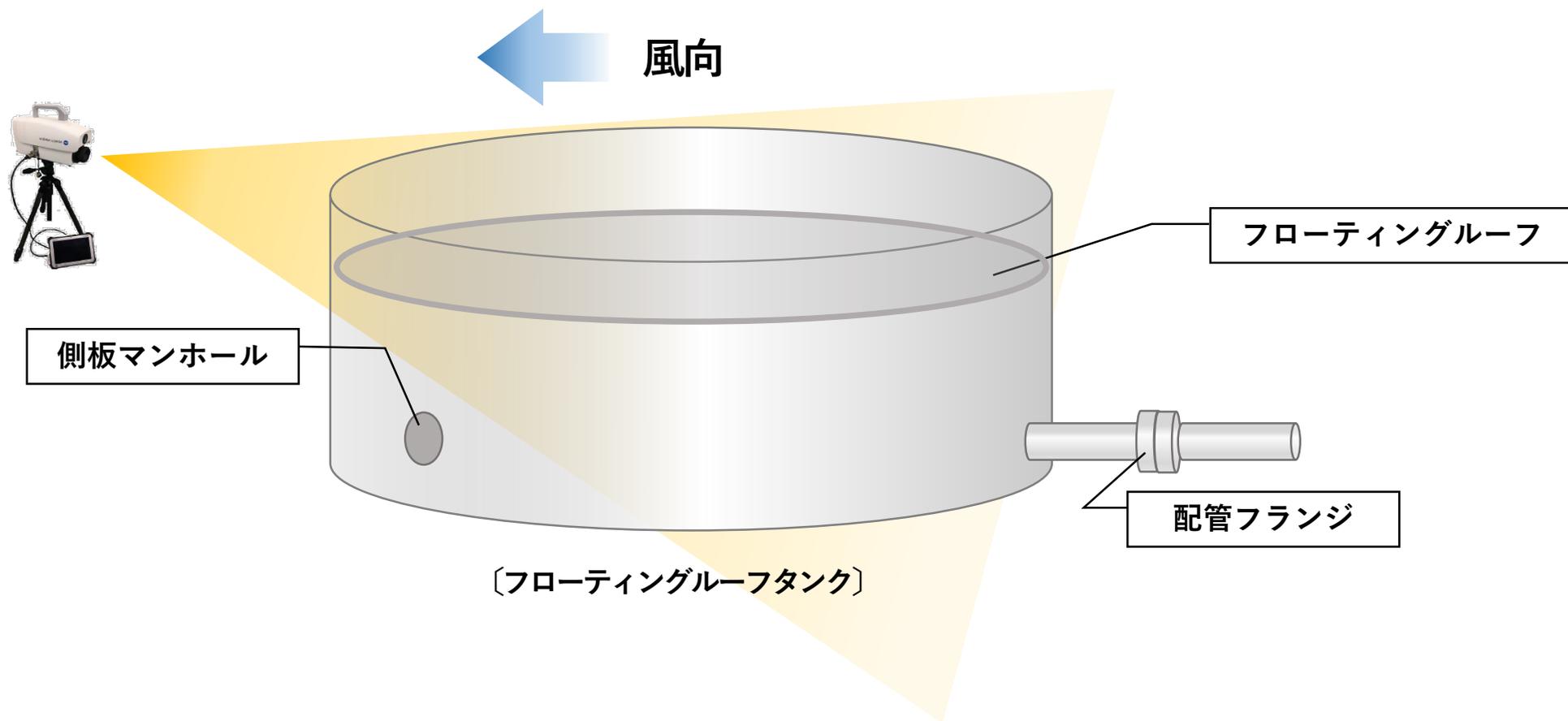
実測・検証した結果から、屋外貯蔵タンクにおける可燃性蒸気の滞留範囲を示し、可燃性蒸気滞留範囲外の箇所であれば非防爆の機器を使用可能とする。

可燃性蒸気実測イメージ①

STEP 1 : 事前測定

赤外線カメラによりタンク全体を撮影し、可燃性蒸気の滞留状況を確認。

➡ 可燃性蒸気が滞留している状況を確認し、ガス検知器の設置箇所を決める。

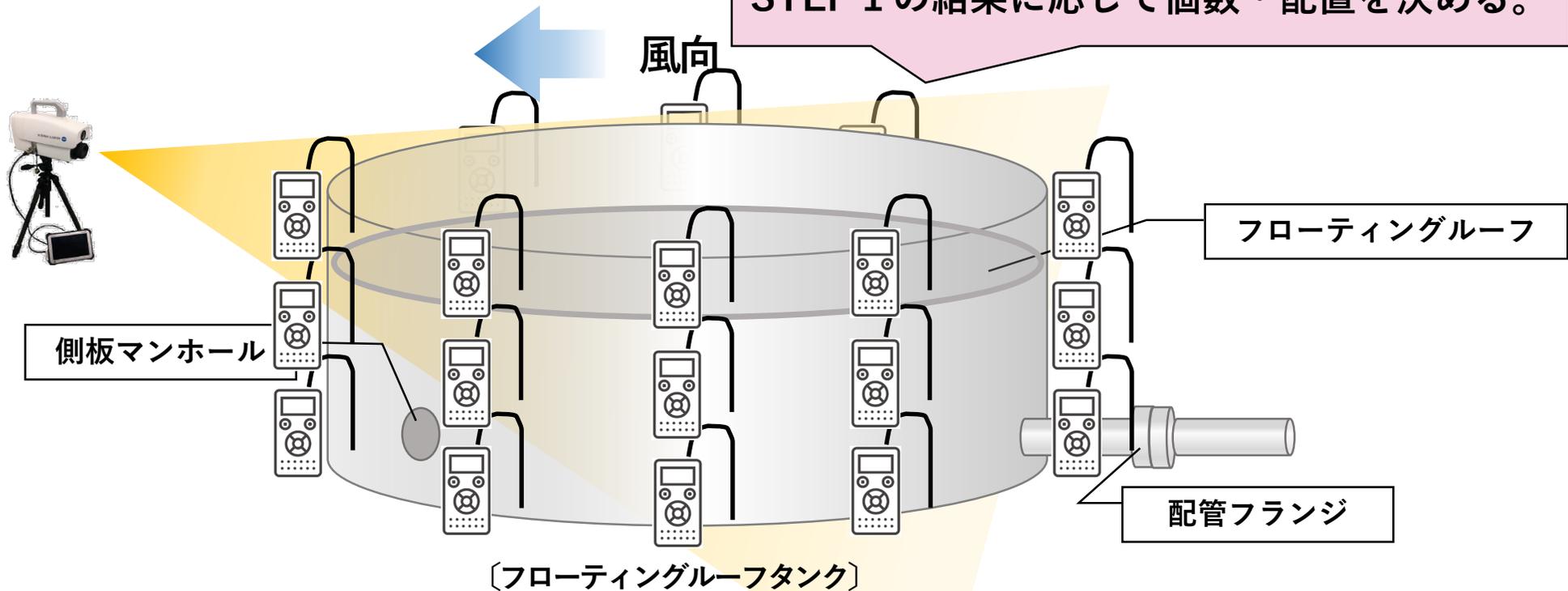


可燃性蒸気実測イメージ②

STEP 2 : 本測定

STEP 1 の結果を基にガス検知器を設置し、可燃性蒸気濃度を測定。

STEP 1 の結果に応じて個数・配置を決める。



測定結果を分析し、その結果を基に可燃性蒸気が滞留しているエリアを決定する。