

# プラント内における非防爆機器の 安全な使用方法に関する調査【詳細版】

2019年4月

経済産業省

高圧ガス保安室

# 1. 調査概要

## (1) 目的

本年度調査は、法令で求められ、防爆指針等で示されている保安水準を維持しつつ、電子機器等を安全に使用方法について**ガイドラインを作成し、プラント内におけるIoT機器等の使用拡大を図る**ことを目的とする。

## (2) 成果物

- ガイドライン（産総研）
- 自主行動計画（2社）

## (3) 体制

- 有識者委員会      座長：新井 充（東京大学）
  - ワーキンググループ
- ※ 事務局：産総研、安全工学会

## (4) 開催実績

(2018)

- 11/26 第1回 WG
- **12/26 第1回 有識者委員会**

(2019)

- 1/8 第2回 WG
- 2/4 第3回 WG
- 2/28 第4回 WG
- **3/14 第2回 有識者委員会**

## 2. 関係法令等（高圧ガス保安法令）

- 一般高圧ガス保安規則（昭和41年通商産業省令第53号）  
（定置式製造設備に係る技術上の基準）

### 第六条

二十六 可燃性ガス（アンモニア及びブロムメチルを除く。）の高圧ガス設備に係る電気設備は、その設置場所及び当該ガスの種類に応じた防爆性能を有する構造のものであること。

- コンビナート等保安規則（昭和61年通商産業省令第88号）  
（製造施設に係る技術上の基準）

### 第五条

四十八 可燃性ガス（アンモニア及びブロムメチルを除く。）の高圧ガス設備に係る電気設備は、その設置場所及び当該ガスの種類に応じた防爆性能を有する構造のものであること。ただし、ジメチルエーテルに係る試験研究施設に係る電気設備であつて、経済産業大臣がこれと同等の安全性を有するものと認めた措置を講じているものについては、この限りでない。

## 2. 関係法令等（労働安全衛生法令、防爆指針）

- 労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号）

（爆発の危険のある場所を使用する電気機械器具）

第二百八十条 事業者は、第二百六十一条の場所のうち、同条の措置を講じても、なお、引火性の物の蒸気又は可燃性ガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所において電気機械器具（電動機、変圧器、コード接続器、開閉器、分電盤、配電盤等電気を通ずる機械、器具その他の設備のうち配線及び移動電線以外のものをいう。以下同じ。）を使用するときは、当該蒸気又はガスに対しその種類及び爆発の危険のある濃度に達するおそれに応じた防爆性能を有する防爆構造電気機械器具でなければ、使用してはならない。

2 労働者は、前項の箇所においては、同項の防爆構造電気機械器具以外の電気機械器具を使用してはならない。

- 工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆2006）

- 1411 特別危険箇所
- 1412 第一類危険箇所
- 1413 第二類危険箇所

第二類危険箇所とは、通常の状態において、爆発性雰囲気を生成する可能性が少なく、また生成した場合でも短時間しか持続しない場所をいう。

-----解説-----

①第二類危険箇所となりやすい場所の例を示せば、次のとおりである。

(a) ガスケットの劣化などのために爆発性ガスを漏出する可能性のある場所。

（以下略）

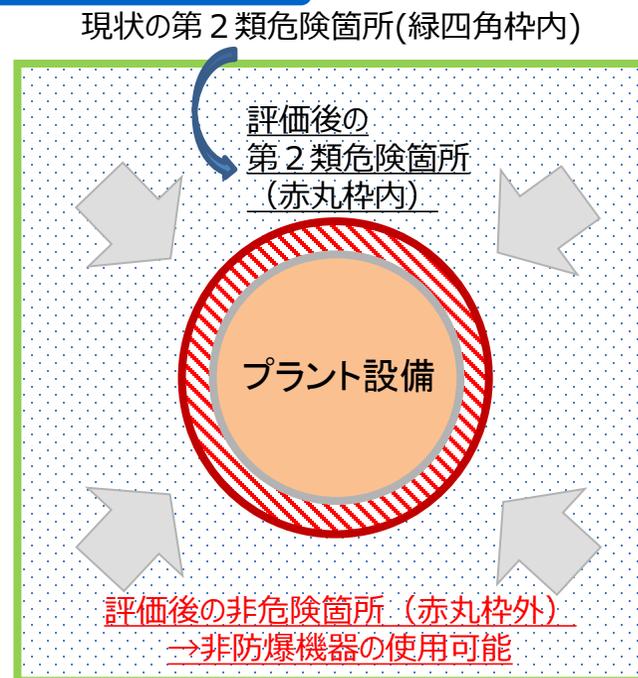
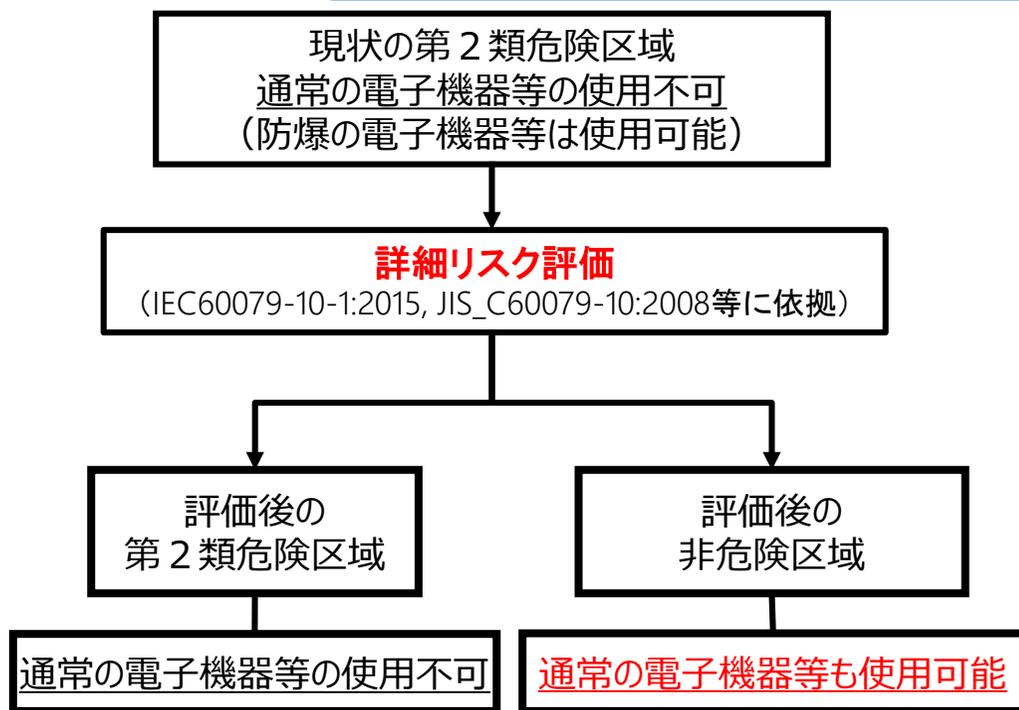
### 3. 検討方針

#### 「最新のIEC規格」を用いて第2類危険箇所（防爆エリア）を再評価

- ・プラント事業者は、防爆指針に基づき、第2類危険箇所（防爆エリア）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。
- ・最新のIEC規格により、危険箇所の詳細な設定方法が示されている。これに従い、現状の第2類危険箇所を再評価することで、現行の防爆指針が定める保安レベルを低下させることなく、第2類危険箇所を精緻に設定する。

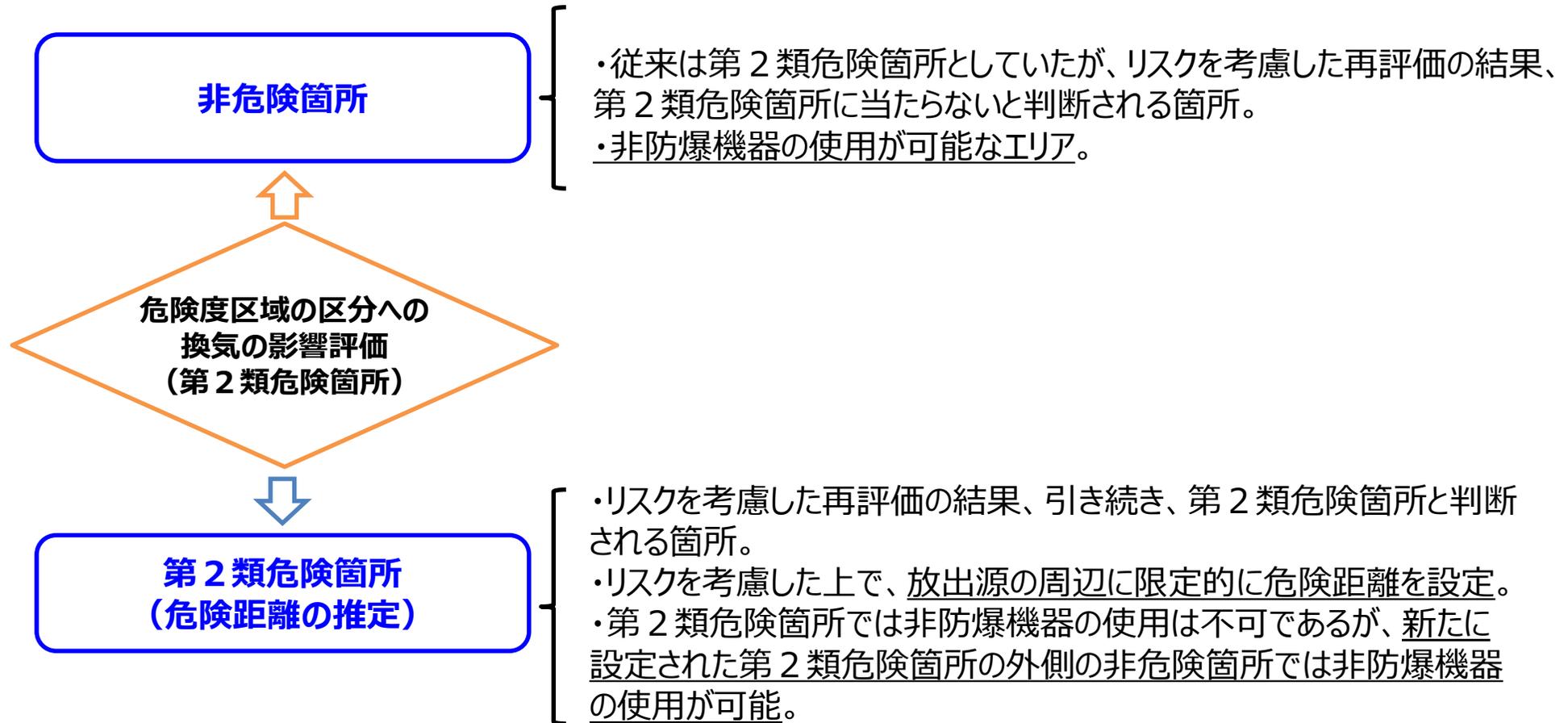
（ 現在、防爆指針における危険箇所の設定に関する考え方はJISに基づいている（JISはIEC規格に準拠）ものの、危険箇所を厳密に設定可能な最新のIEC規格は明示的に準用されていない。 ※IEC規格： The International Electrotechnical Commission 規格 ）

#### 非防爆機器の使用可能エリア拡大の考え方・イメージ

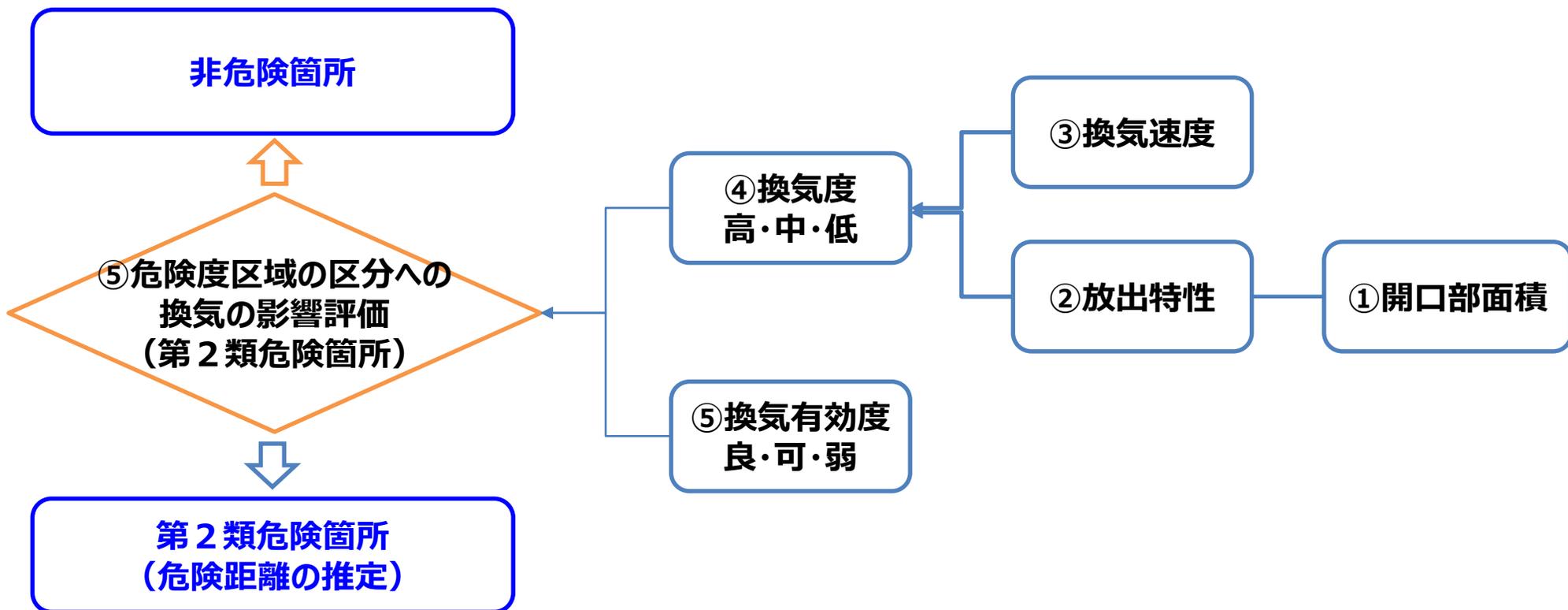


### 3. 検討方針

- ・最新のIEC規格を用い、放出源の周辺のリスクをより正確に評価する。
- ・具体的には、漏洩孔面積、放出特性、換気速度、換気度等からリスクを評価し、危険箇所及び非危険箇所を設定する。



## 4. 非危険箇所の評価フロー（IEC規格に準拠）



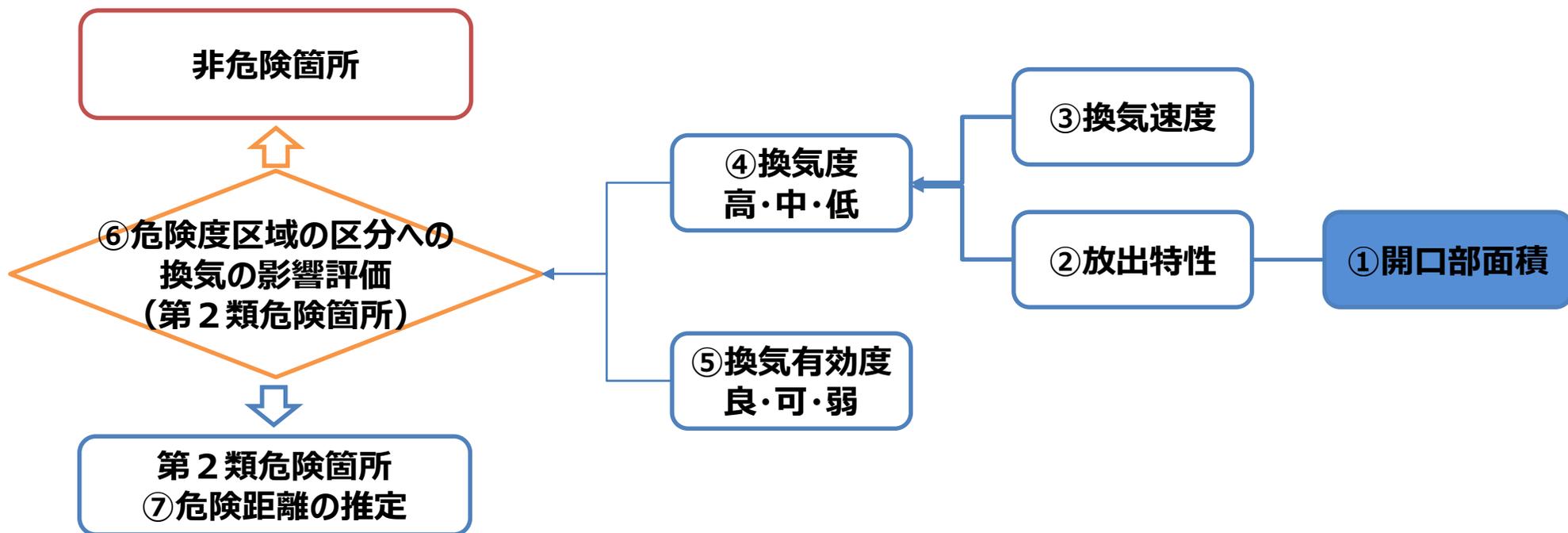
		換気						
		高換気度			中換気度			低換気度
		有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”	有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”	有効度 “良”可” 又は“弱”
放出等級	連続等級	非危険箇所※	第2類危険箇所	第1類危険箇所	特別危険箇所	特別危険箇所 ＋ 第2類危険箇所	特別危険箇所 ＋ 第1類危険箇所	特別危険箇所
	第1等級	非危険箇所※	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第1類危険箇所	第1類危険箇所 ＋ 第2類危険箇所	第1類危険箇所 ＋ 第2類危険箇所	第1類危険箇所 又は 特別危険箇所
	第2等級	非危険箇所	非危険箇所	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第1類危険箇所 どちらかといえば 特別危険箇所

※本ガイドラインは、「第2等級放出源周辺において、現在は第2類危険箇所として設定されている区域」のリスク評価を対象とする。

「連続等級又は第1等級であって、高換気度・有効度“良”の区域」は、IEC規格に従えば非危険箇所となるが、その評価方法については、本ガイドラインの対象外とする。

## 參考資料

## 4. 非危険箇所の評価フロー（IEC規格に準拠）

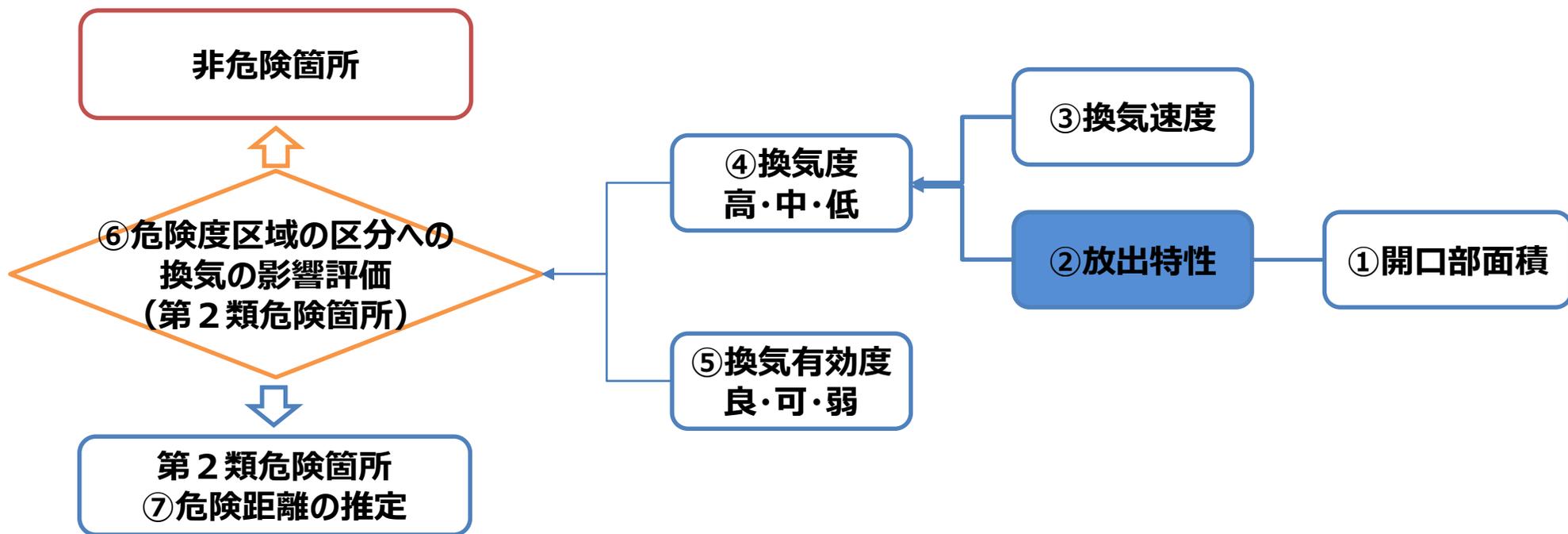


# ① 開口部面積の求め方

表B.1 第2等級放出源のための、開口部面積の推奨値（一部抜粋）（IEC 60079-10-1:2015 より）

項目の種類	項目 or 品目	漏れの考察		
		放出開口が拡大しない条件のための典型的値 S(mm <sup>2</sup> )	放出開口が拡大するかもしれない条件のための典型的値 (例：浸食) S(mm <sup>2</sup> )	放出開口が深刻な失敗まで拡大するかもしれない条件のための典型的値 (例：blow out) S(mm <sup>2</sup> )
固定部分の シーリング 要素	圧縮繊維ガスケット、 又は類似のものを備えた フランジ	≥0.025 up to 0.25	>0.25 up to 2.5	(2つのボルト間のセクター) × (ガスケットの厚さ) 通常、≥1mm
	らせん型ガスケット、 又は類似のものを備えた フランジ	0.025	0.25	(2つのボルト間のセクター) × (ガスケットの厚さ) 通常、≥0.5
	リング型ジョイント 接続	0.1	0.25	0.5
	最大50mmまでの 小口径接続 <sup>a</sup>	≥0.025 up to 0.1	>0.1 up to 0.25	1.0
低速作動の シーリング 要素	バルブシステム パッキング	0.25	2.5	少なくとも2.5mm <sup>2</sup> 以上の設備製造者の データに応じて定義される <sup>d</sup>
	圧力放出弁 <sup>b</sup>	0.1× (オフィスセクション)	NA	NA
高速作動の シーリング 要素	ポンプ及び コンプレッサー	NA	>1 up to 5	少なくとも2.5mm <sup>2</sup> 以上の設備製造者の データ、そして/または、プロセスユ ニット構成に応じて定義される。 <sup>d and e</sup>

## 4. 非危険箇所の評価フロー（IEC規格に準拠）



## ②放出特性の求め方

ガス噴流放出の場合

放出特性 (Characteristics of release)  
Wg[kg/s]を放出率 (Release rate) とすると

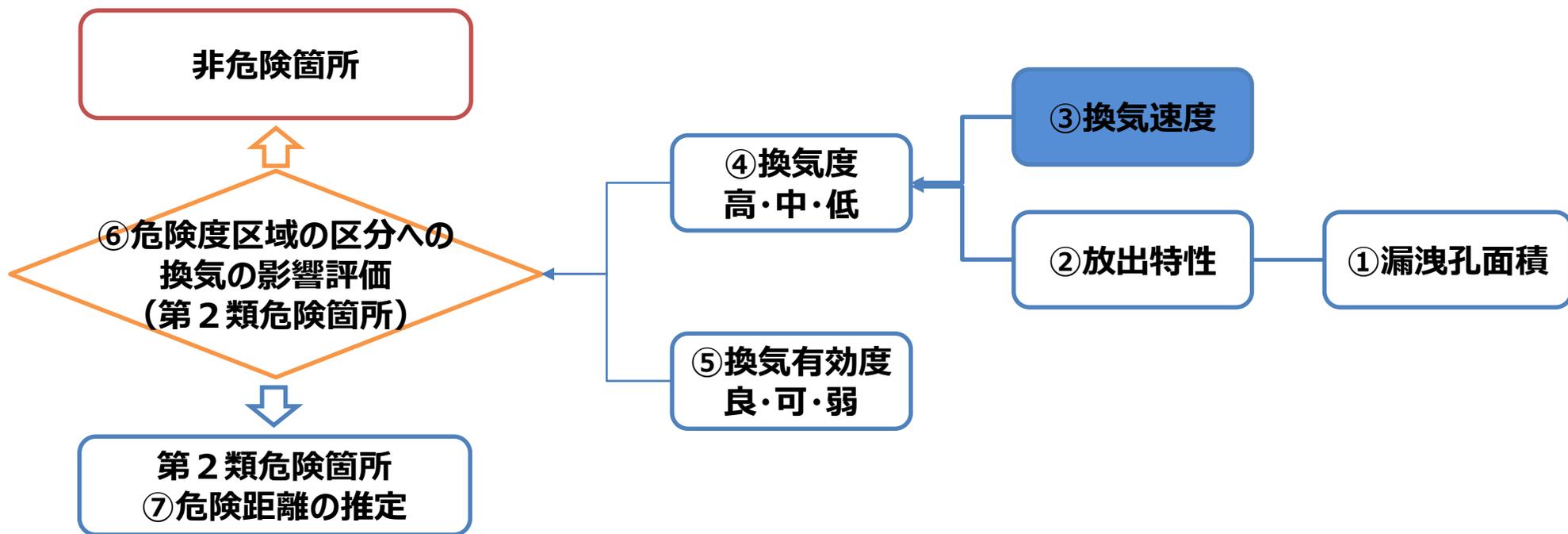
放出特性 =

$$W_g / (\rho_g * k * LFL) \quad (m^3/s)$$

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

Cd :	放出係数
S [mm <sup>2</sup> ]	開口部面積
P [atm]	プロセス圧力
T[K]	プロセス温度
γ :	比熱比
Z :	圧縮因子
R[J/kmol K]	気体定数
Ta[K]	大気温度
M[kg/kmol]	モル質量
k	安全率
ρ <sub>g</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	密度
LFL[vol/vol]	燃焼下限界

## 4. 非危険箇所の評価フロー（IEC規格に準拠）



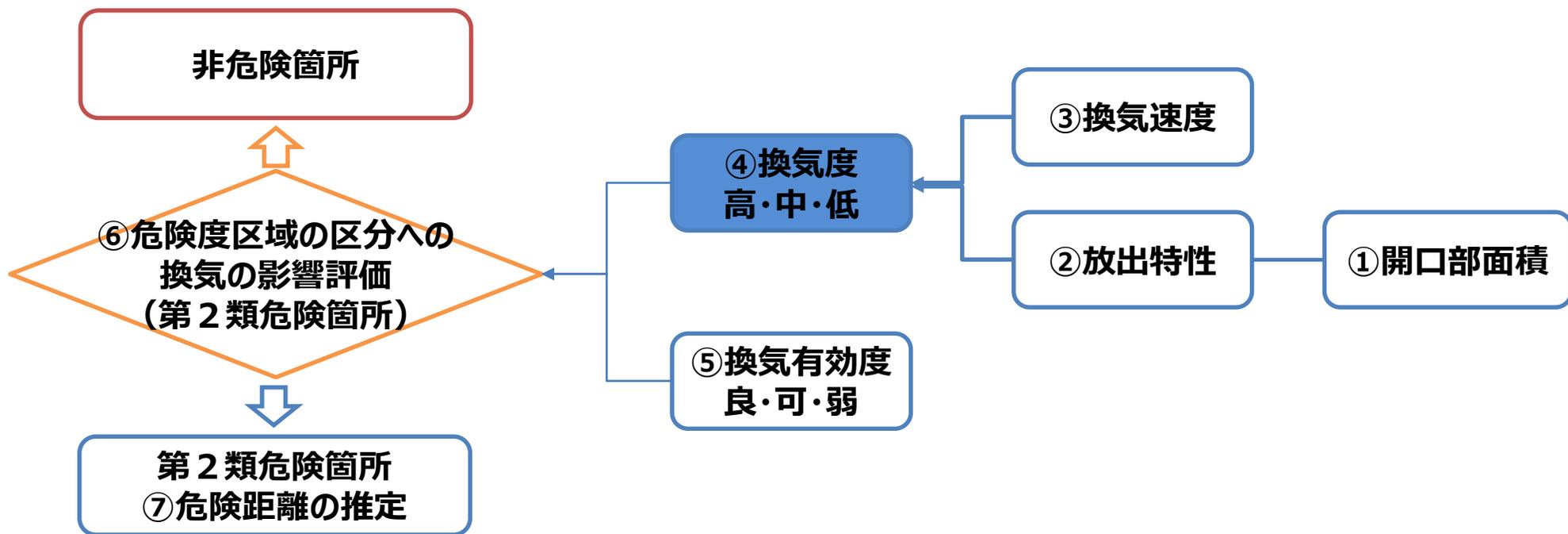
### ③換気速度の求め方

換気速度[m/s] : 屋外での換気速度の指標が示されている。

表C.1 屋外における換気速度の指標(一部抜粋) (IEC 60079-10-1:2015 より)

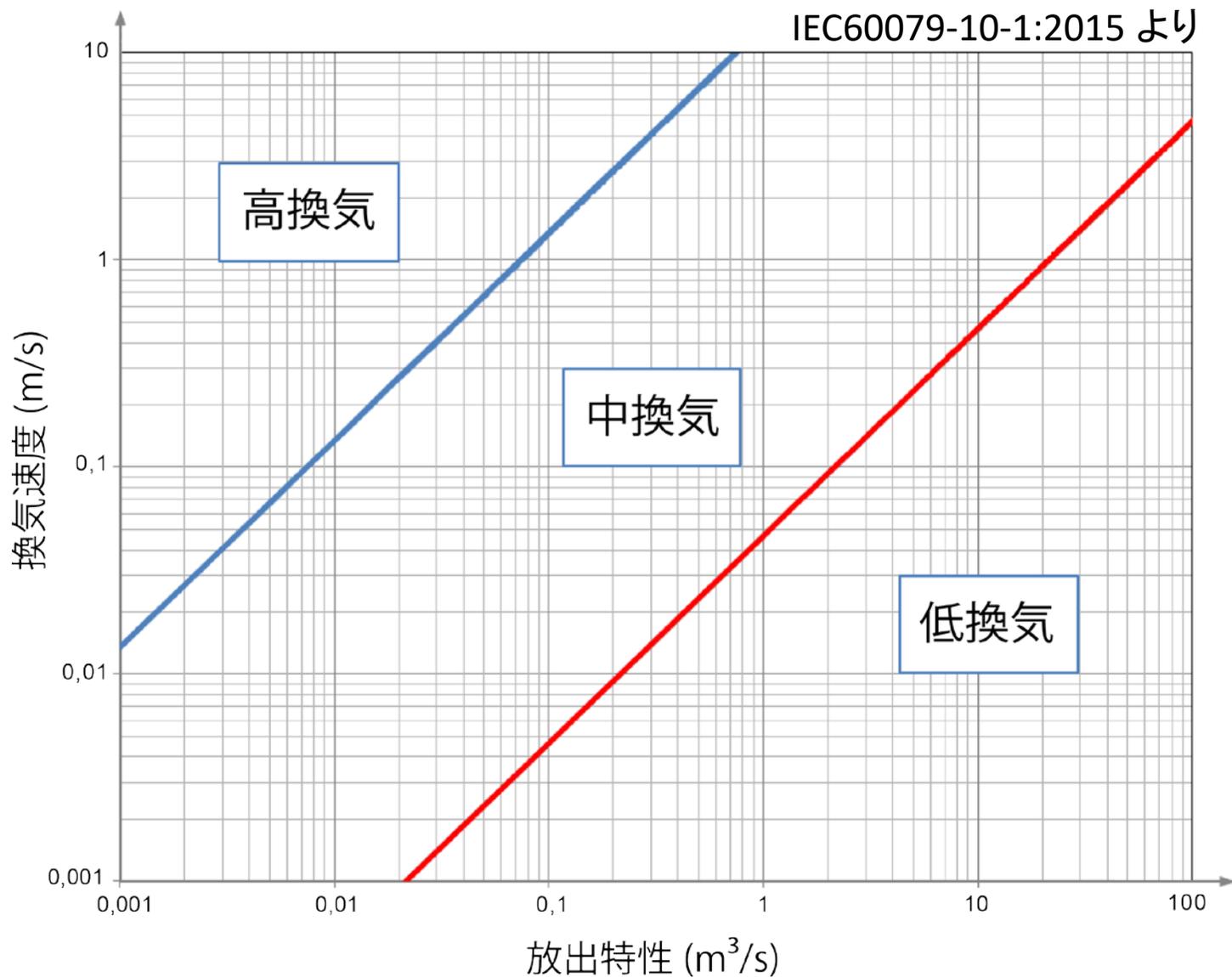
屋外の場所の種類	障害物無し			障害物有り		
	≤2m	>2 m up to 5 m	>5 m	≤2m	>2 m up to 5 m	>5 m
地上からの高さ						
空気より軽いガス/蒸気の希釈を見積もるための指標	0.5 m / s	1 m / s	2 m / s	0.5 m / s	0.5 m / s	1 m / s
空気ガスより重いガス/蒸気の希釈を見積もるための指標	0.3 m / s	0.6 m / s	1 m / s	0.15 m / s	0.3 m / s	1 m / s
任意の高さでも液体プールの蒸発率を評価するための指標	>0.25 m / s			>0.1 m / s		

## 4. 非危険箇所の評価フロー（IEC規格に準拠）

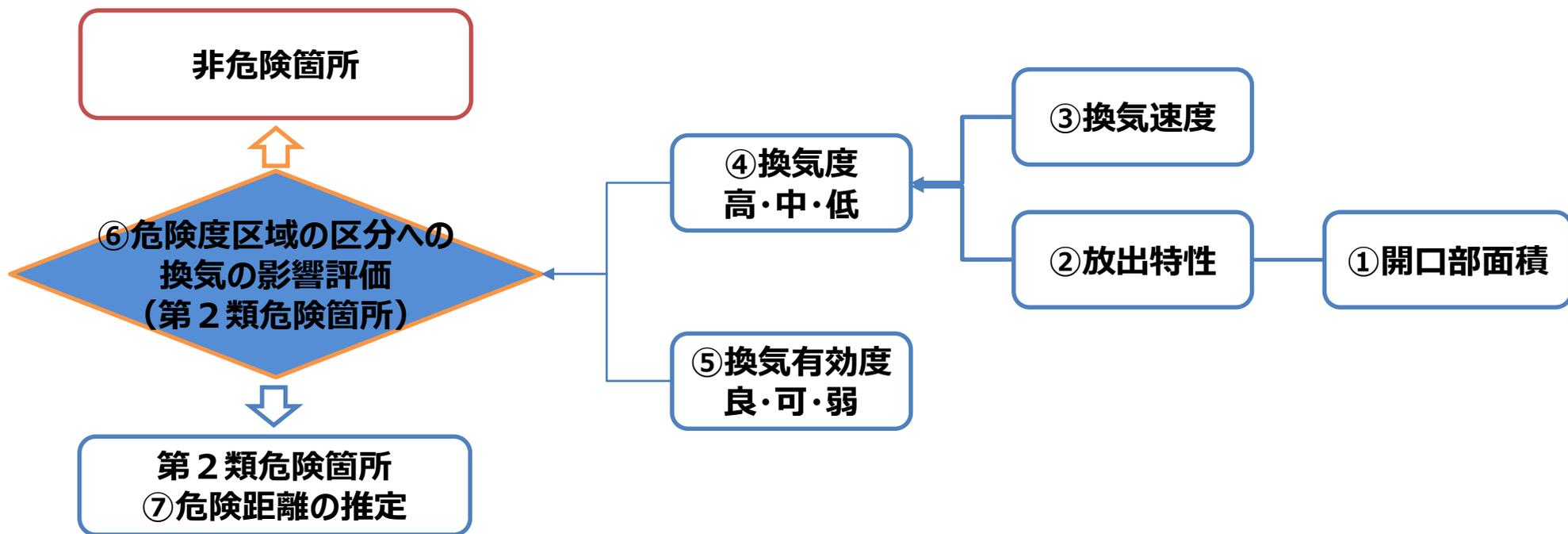


## ④換気度の求め方

放出特性と換気速度から換気度(高・中・低)を決定



## 4. 非危険箇所の評価フロー（IEC規格に準拠）



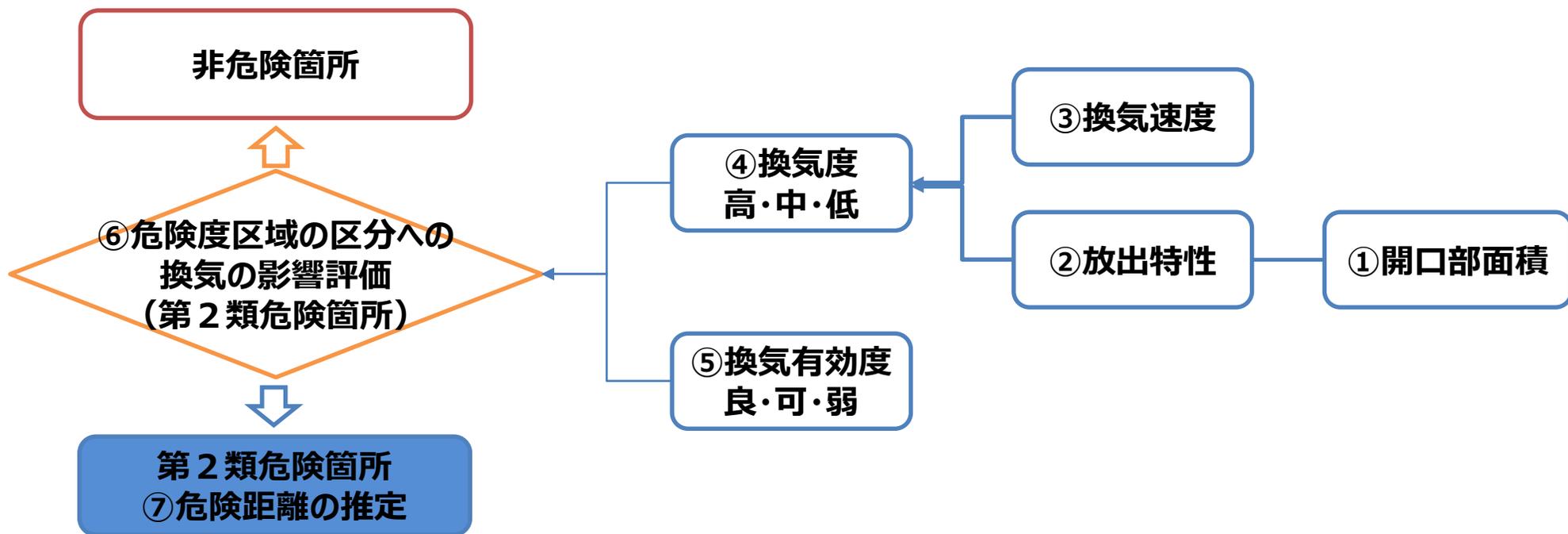
## ⑤危険度区域の区分への換気の影響

第2等級放出源において、換気度“高”かつ換気有効度“良”又は“可”であれば、非危険箇所となる。

表一危険度区域の区分への換気の影響

		換気						低換気度
		高換気度		中換気度				
		有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”	有効度 “良”	有効度 “可”	有効度 “弱”	
放出等級	連続等級	非危険箇所※	第2類危険箇所	第1類危険箇所	特別危険箇所	特別危険箇所 ＋ 第2類危険箇所	特別危険箇所 ＋ 第1類危険箇所	特別危険箇所
	第1等級	非危険箇所※	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第1類危険箇所	第1類危険箇所 ＋ 第2類危険箇所	第1類危険箇所 ＋ 第2類危険箇所	第1類危険箇所 又は 特別危険箇所
	第2等級	非危険箇所	非危険箇所	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第2類危険箇所	第1類危険箇所 どちらかといえば 特別危険箇所

## 4. 非危険箇所の評価フロー（IEC規格に準拠）



## ⑥危険距離の決定

--- → 例えば放出特性が $1 \text{ m}^3/\text{s}$ と評価されたとき、拡散性の条件なら危険距離は4m

