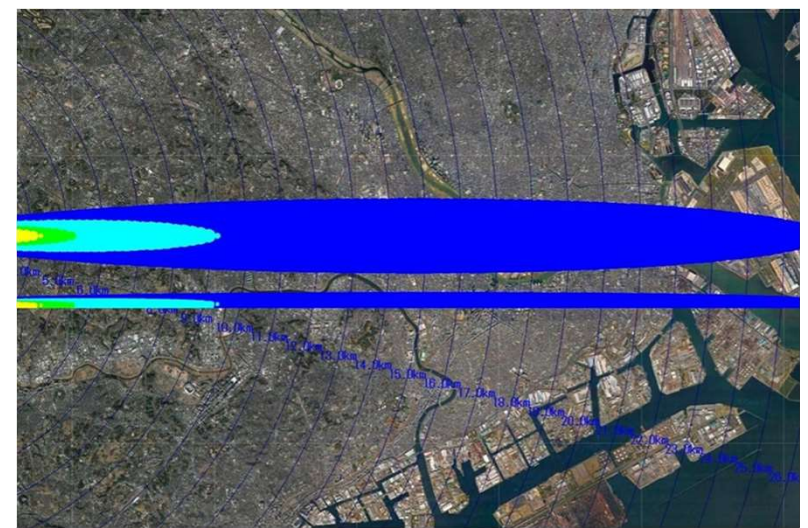


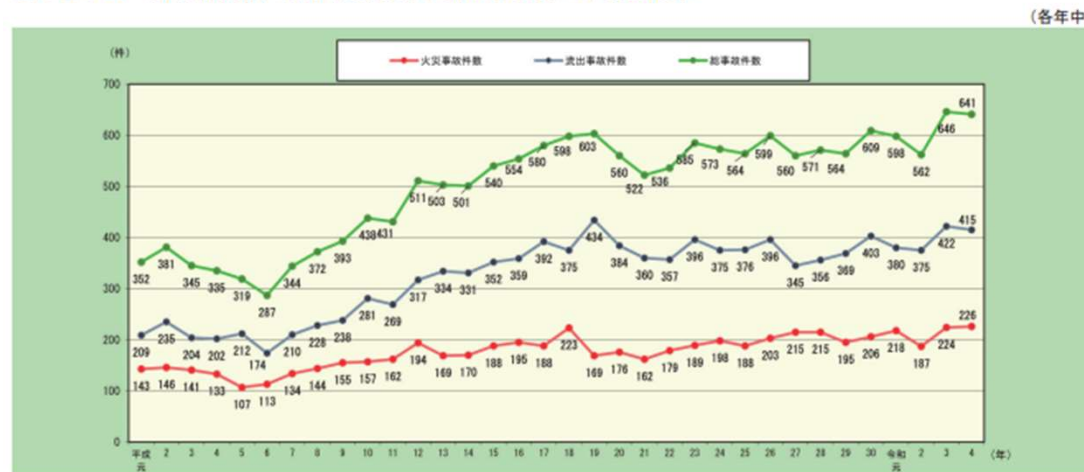
漏洩・液の広がり・蒸発・ ガス拡散シミュレーション

- ・ 危険物の漏洩・拡散による影響と対策
- ・ 防災管理体制の向上のために
- ・ 災害シミュレーションのご相談の流れ
- ・ シミュレーション詳細
（漏洩・液の広がり・蒸発）
（ガス拡散）



危険物の漏洩・拡散による影響と対策

第 1-2-1 図 危険物施設における火災及び流出事故発生件数の推移



事故発生による被害

火災・爆発の発生
有毒ガスによる人的被害

流出事故発生件数は**増加傾向**

【出典】令和5年版 消防白書

災害シミュレーションにより被害影響を把握

事故発生時の**影響度**
の把握とともに**被害**
軽減対策も必要

- 漏洩事故発生時の**危険区域の予測**
- **ガス検知器**の設置個所検討
- **緊急時対応計画**の検討資料
- 漏洩事故発生時の**避難場所検討資料**

災害・防災シミュレーションを行い 事業所の防災管理体制の向上を

災害・防災シミュレーションは、以下のような取り組みに活用でき
防災管理体制の向上に役立てられます

近隣住民への安全対策

消防庁の石油コンビナートの防災アセスメント指針に示されるように災害時の被害想定を確認し、近隣住民への避難誘導・安全に対する理解と周知に活用できます



スーパー認定事業所の認定取得のため

経済産業大臣が認定するスーパー認定事業所の認定要件として高度な緊急時対応訓練があります。被害想定シナリオとそのシナリオに基づく適切な訓練の実施が求められ、弊社の災害・防災シミュレーションをご活用いただけます。スーパー認定事業所となれば、連続運転期間を最大8年までに設定できるなどの利点があります。



保安力の向上のため

保安力向上センターが実施する保安力評価では、災害シミュレーションの活用が望まれています。
事業所の保安力の向上の一環として
災害シミュレーションを活用するとともに、
評価対策として活用できます。

災害シミュレーション ご相談の流れ

ご相談



- ・ Web会議
- ・ メールなど

資料提供



- ・ 評価対象物質データ
 - ・ P&ID等
- 必要に応じて

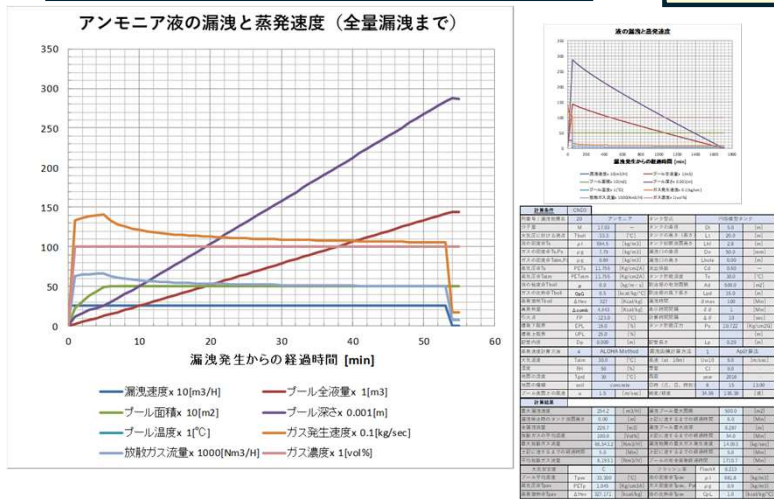
お見積り



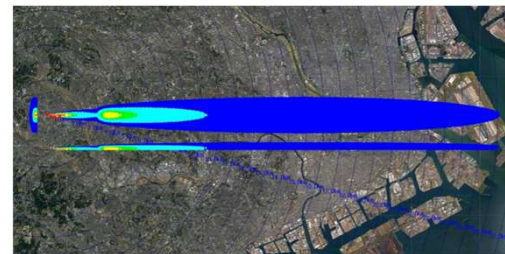
災害シミュレーション

計算結果

- ・ 自社での環境影響対策
- ・ 近隣住民、関係者へのリスクコミュニケーション等への活用



【結果表示例】



【シミュレーション結果例】ガス拡散

漏洩・液の広がり・蒸発 シミュレーション

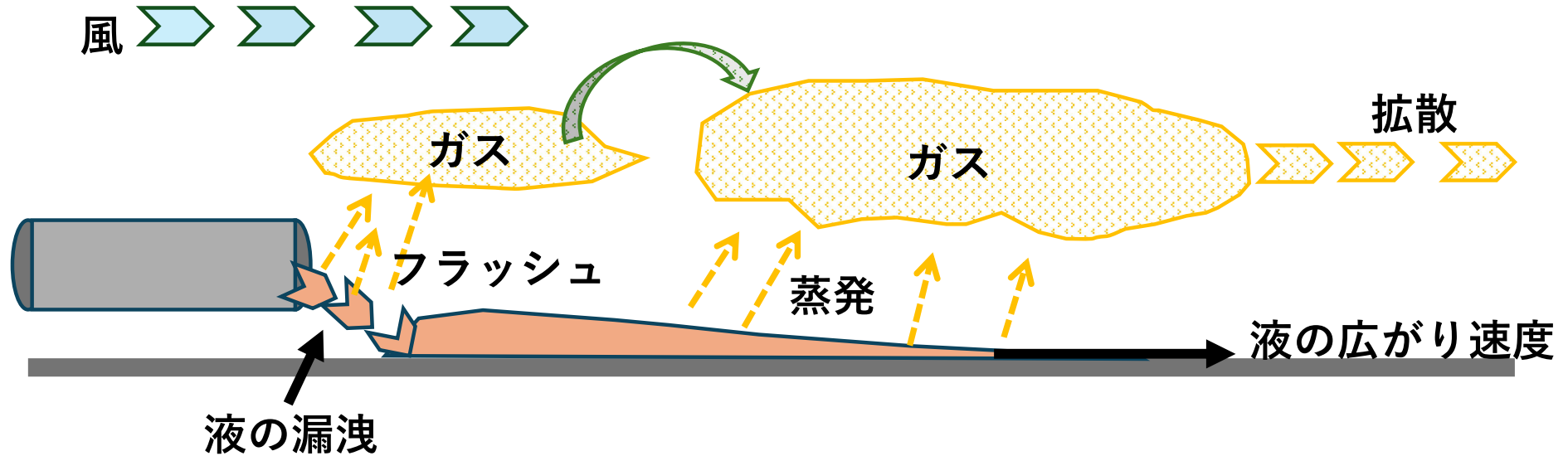
危険物液体の漏洩時の状況解説と弊社のシミュレーション方法と結果についてご紹介します

- **漏洩・液の広がり・蒸発のイメージ**
(防油堤がない場合)
- **漏洩・液の広がり・蒸発のイメージ**
(防油堤がある場合)
- **流体の貯蔵状態別の漏洩**
- **液の広がりおよび蒸発の計算方法**
- **シミュレーション結果例**

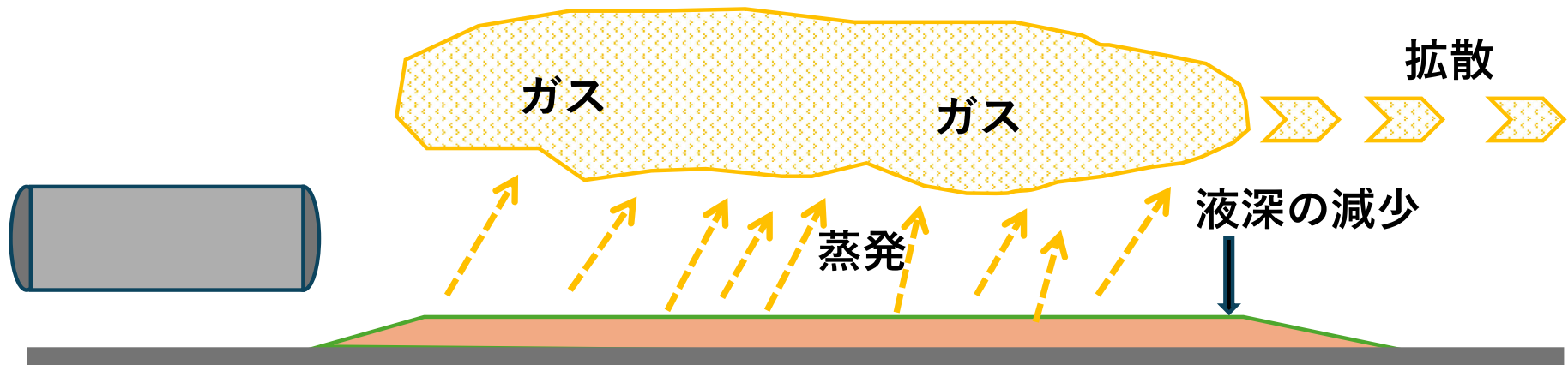


漏洩・液の広がり・蒸発のイメージ

防油堤・防液堤がない場合

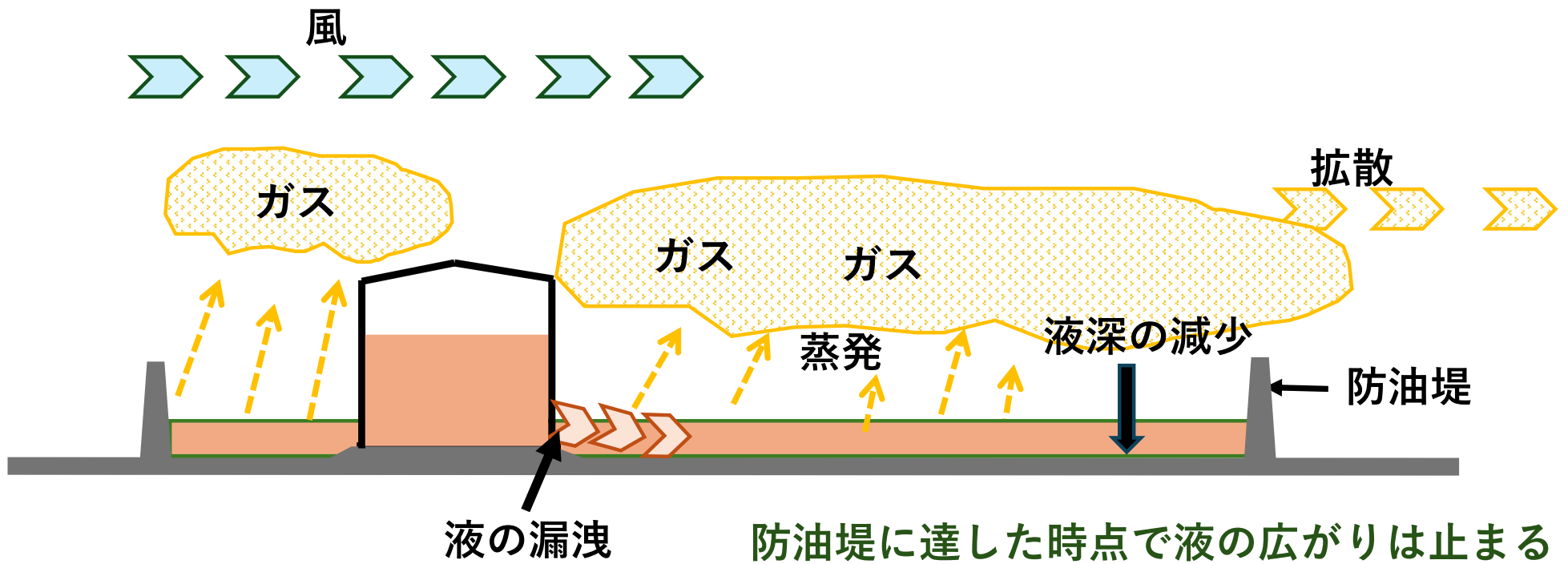


風 漏洩が止まった後も蒸発は続き、ガスが排出し続ける



漏洩・液の広がり・蒸発イメージ

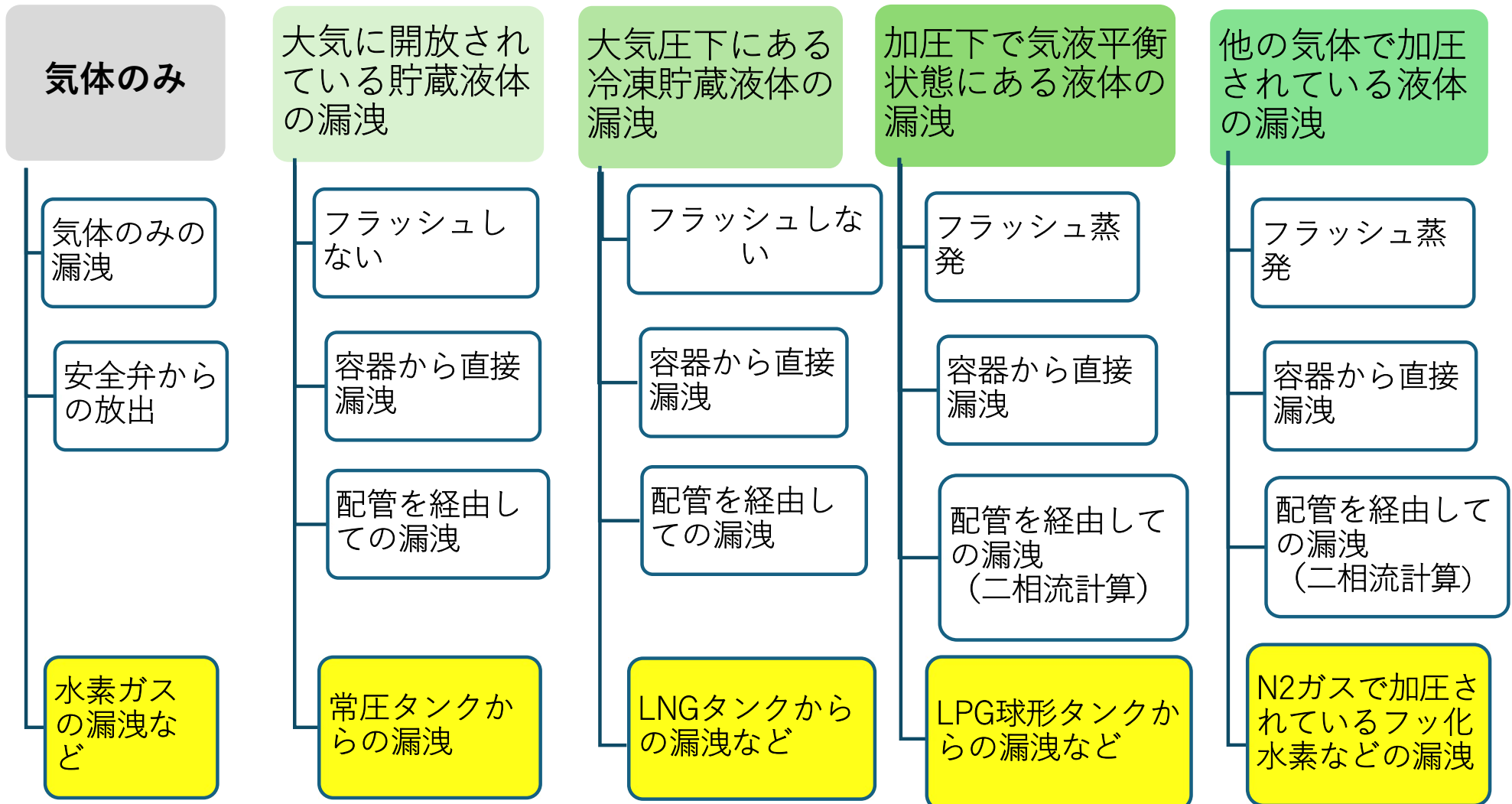
防油堤・防液堤がある場合



防油堤は蒸発速度 [kg/Hr]を抑える効果が最も大きい

流体の貯蔵状態別の漏洩

漏洩



漏洩液体の広がり・蒸発の計算方法

以下のいずれの計算方法にも対応可能です

漏洩液体の 広がり

KHK-E-007で採用されている方法
(LNGなど低温液体に使用)

USA. EPAで採用されている方法
液体の厚さを一律 1 cm として計算する。(米環境保護庁)

USA.FEMAで採用されている方法
液体の広がり面積は漏洩液体量の約1/2乗に比例する。(米連邦緊急事態管理庁)

ALOHAプログラムで採用されている方法
KHKで採用されている方法と似た方法であり、広がり速度が早い。
(米商務省, 海洋大気局)

漏洩液体の 蒸発

KHK-E-007で採用されている方法
LNGなど低温液体に使用されるもので、地面からの熱吸収のみ考慮している。

USA. EPAで採用されている方法
LNGなど低温液体に使用されるもので、地面からの熱吸収のみ考慮している。

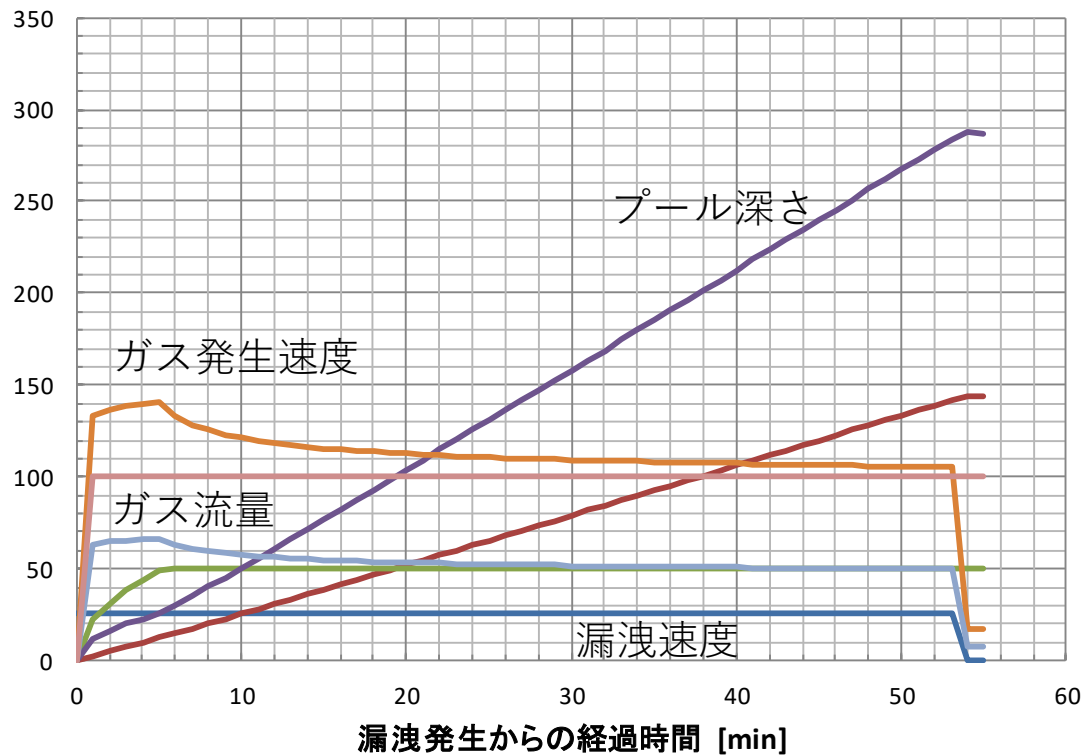
USA.FEMAで採用されている方法
液体の燃焼速度から推算する方法

USA Air Forceで採用されている方法
ヒドラジンの実験データとの比較計算方法

ALOHAプログラムで採用されている方法
太陽光からの入熱、大気との熱交換、地面からの熱吸収など全ての熱バランスから蒸発速度を求める方法

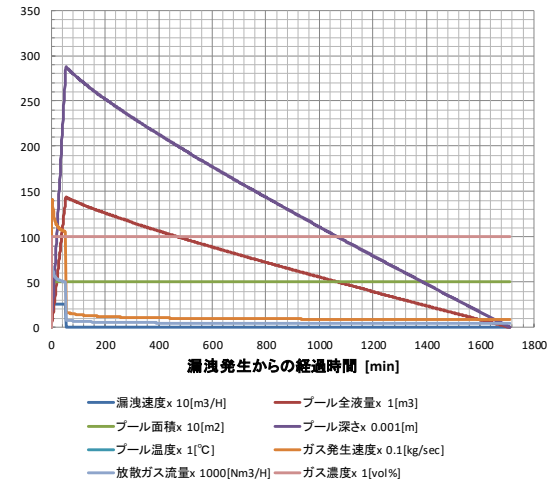
漏洩・液の広がり・蒸発 【シミュレーション結果例】

アンモニア液の漏洩と蒸発速度（全量漏洩まで）



- 漏洩速度x 10[m3/H]
- プール面積x 10[m2]
- プール温度x 1[°C]
- 放散ガス流量x 1000[Nm3/H]
- プール全液量x 1[m3]
- プール深さx 0.001[m]
- ガス発生速度x 0.1[kg/sec]
- ガス濃度x 1[vol%]

液の漏洩と蒸発速度



計算条件		CND3		アンモニア		タンク型式		円筒機型タンク	
列番号 漏洩物質名	20	M	17.03	—	—	タンクの直径	Dt	5.0	[m]
分子量	M	17.03	[g/mol]	—	—	タンクの高さ (長さ)	Lt	20.0	[m]
大気圧に於ける沸点	Tboil	-33.3	[°C]	—	—	タンク初期液面高さ	Lhf	2.8	[m]
液の密度@Ts	ρ_l	594.5	[kg/m3]	—	—	漏洩口の直径	Dn	50.0	[mm]
ガスの密度@Ts,Ps	ρ_g	7.79	[kg/m3]	—	—	漏洩口の高さ	Lhole	0.00	[m]
ガスの密度@Tatm,Pa	ρ_g	0.69	[kg/m3]	—	—	流出係数	Cd	0.60	—
蒸気圧@Ts	PETs	11.755	[Kg/cm2A]	—	—	タンク貯蔵温度	Ts	30.0	[°C]
蒸気圧@Tatm	PETatm	11.755	[Kg/cm2A]	—	—	防油堤の有効面積	Ad	500.0	[m2]
液の粘度@Tboil	μ	0.0	[kg/m · s]	—	—	防油堤の風下長さ	Lpd	15.0	[m]
ガスの比熱@Tboil	CpG	0.5	[kcal/kg/°C]	—	—	漏洩時間	θ_{max}	100	[Min]
蒸発潜熱@Tboil	ΔH_{ev}	327	[Kcal/kg]	—	—	表示時間間隔	$\delta \theta$	1	[Min]
真発熱量	$\Delta comb$	4,443	[Kcal/kg]	—	—	計算時間間隔	$\Delta \theta$	10	[sec]
引火点	FP	-123.0	[°C]	—	—	タンク貯蔵圧力	Ps	10.722	[Kg/cm2G]
爆発下限界	EPL	16.0	[%]	—	—	—	—	—	[m]
爆発上限界	UPL	25.0	[%]	—	—	—	—	—	[m]
配管内径	Dp	0.000	[m]	—	—	配管長さ	Lp	0.20	[m]
蒸発速度計算方法	4	ALOHA Method	—	—	—	漏洩面積計算方法	1	Ap計算法	—
大気温度	Tatm	30.0	[°C]	—	—	風速 (at 10m)	Uw10	6.0	[m/sec]
湿度	RH	50	[%]	—	—	雲量	CJ	0.0	—
地面の温度	Tgrd	30	[°C]	—	—	西暦	year	2018	—
地面の種類	soil	concrete	—	—	—	日時 (月、日、時刻)	8	15	13.00
プール表面上の風速	u	1.5	[m/sec]	—	—	緯度/経度	34.56	136.38	[度]
計算結果									
最大漏洩速度	254.2	[m3/H]	漏洩プール最大面積	500.0	[m2]				
漏洩停止時のタンク液面高さ	0.00	[m]	上記に達するまでの経過時間	6.0	[Min]				
全漏洩液量	226.7	[m3]	漏洩プール最大液深	0.287	[m]				
放散ガスの平均濃度	100.0	[Vol%]	上記に達するまでの経過時間	54.0	[Min]				
最大放散ガス流量	66,543.2	[Nm3/H]	漏洩物質の最大ガス発生速度	14,053	[kg/sec]				
上記に達するまでの経過時間	5.0	[Min]	上記に達するまでの経過時間	5.0	[Min]				
平均放散ガス流量	6,193.1	[Nm3/H]	プールの完全蒸発経過時間	1710.7	[Min]				
大気安定度	C	—	フラッシュ率	FlashX	0.213				
プール平均温度	Tpav	-33.300	[°C]	液の密度@Tpav	ρ_l	681.8	[kg/m3]		
蒸気圧@Tpav	PETp	1.045	[Kg/cm3A]	ガス密度@Tpav, Pa	ρ_g	0.9	[kg/m3]		
蒸発潜熱@Tpav	ΔH_{ev}	327.171	[kcal/kg]	液の比熱@Tpav	CpL	1.0	[kcal/kg/°C]		

ガス拡散シミュレーション

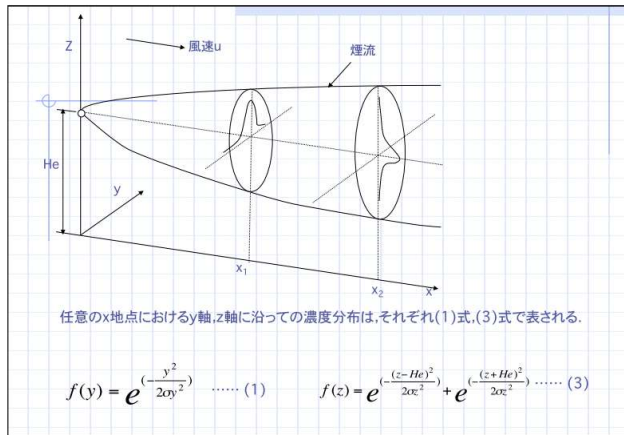
1. 計算モデル
2. 弊社拡散プログラム
3. シミュレーション結果例
二次元表示（アンモニア・PPM表示）
4. シミュレーション結果例
三次元表示（アンモニア・PPM表示）



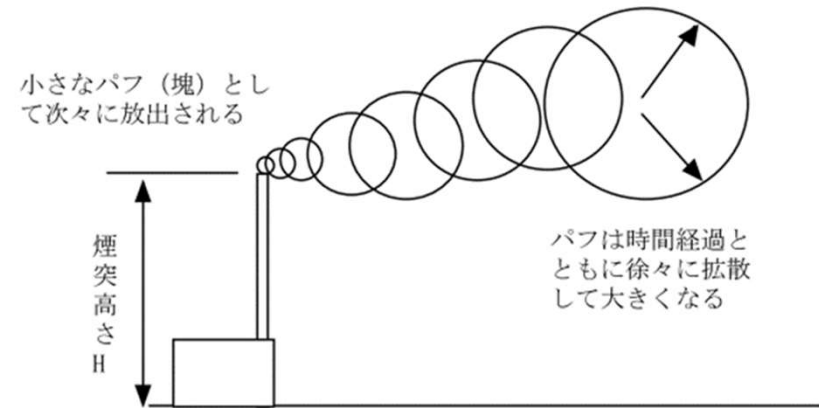
ガス拡散計算モデル

弊社ではパフモデルにより拡散計算を実施

プルームモデル



パフモデル

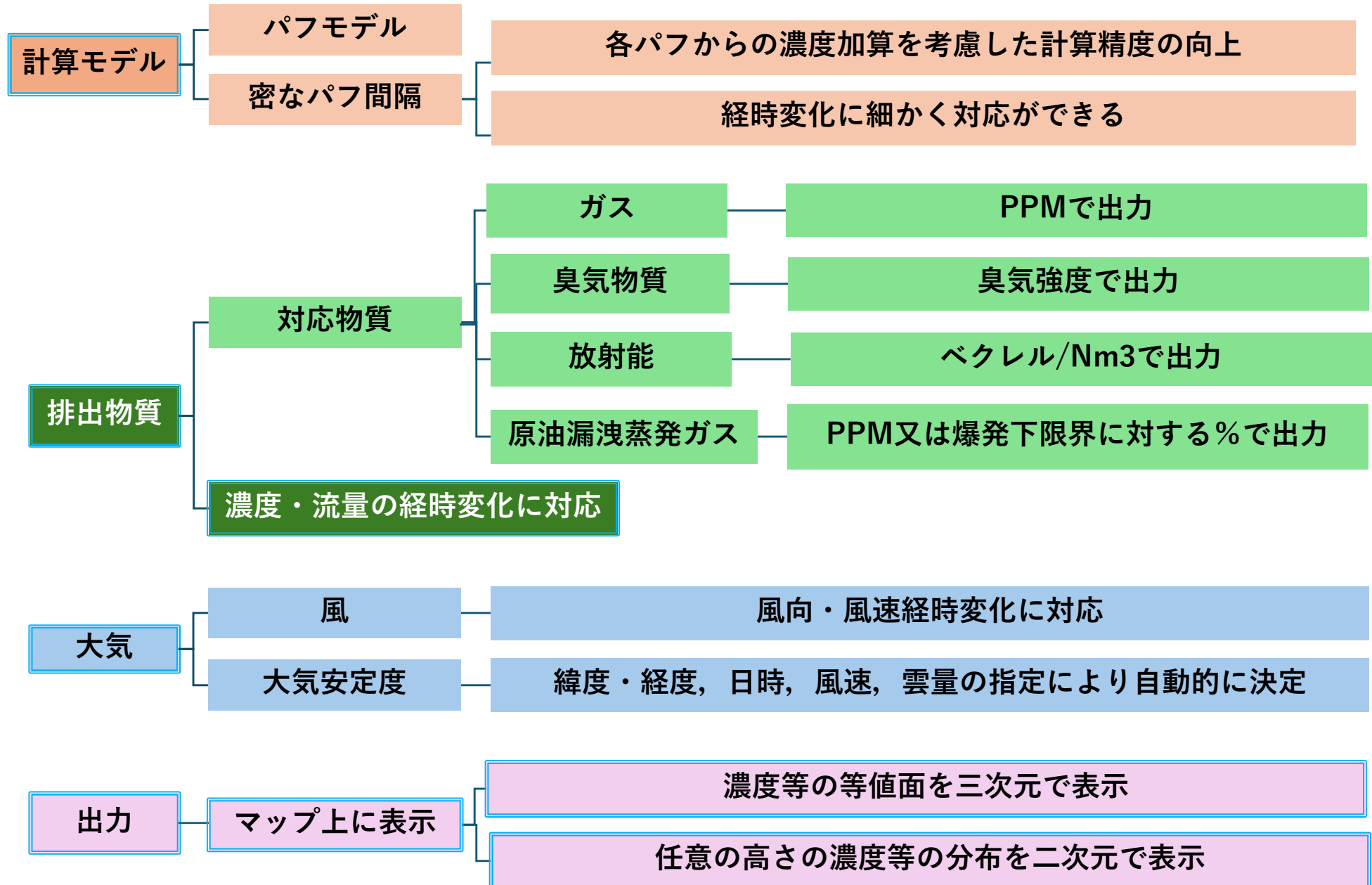


プルームモデルは、ガスが十分に広い空間において、連続的に煙突から排出される。一方向且つ一定の風速下で風下に拡散していく場合に適用される。

風向・風速および放出ガスの経時変化には対応できないため、弊社のプログラムでは採用していない。

各々のパフがプルームモデルにおける煙突のような拡散計算をする。パフの動きは風の動きに左右され変化する。ガスの排出量および排出濃度の変化は時々々のパフの大きさ、濃度に影響する。

弊社プログラム概要

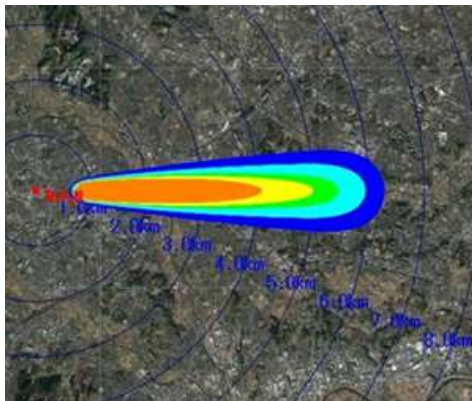


【シミュレーション結果例】

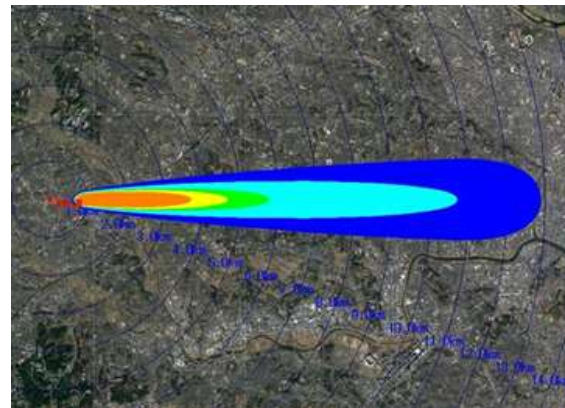
二次元表示(アンモニア、PPM 表示)

排気ガス名		単一成分ガス		対象ガス名		アンモニア		
風速	温度	湿度	雲量	安定度	流量	濃度	放出高さ	放出面積
[m/s]	[°C]	[%]	-	-	[Nm3/min]	[ppm]	[m]	[m2]
6	30	50	7	D	1092	1,000,000	0	500
表示濃度[ppm]		500	50	35	25	10	2	
表示高さ[m]		1.5						

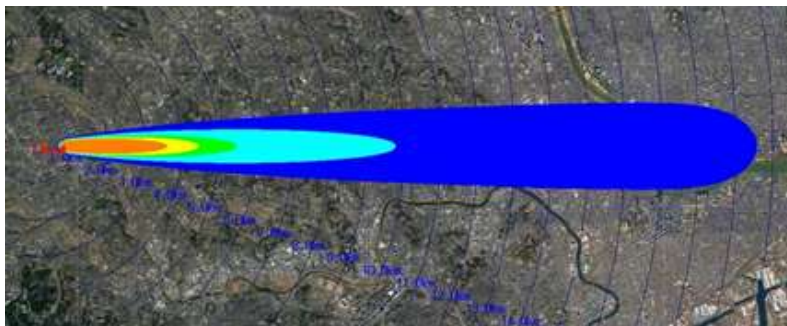
濃度 [ppm]	マップ上に着色	影響の内容
500	赤	IDLH (米国NIOSHによる、即時に生命に危険が及ぶレベル)
50	オレンジ	労働安全衛生局による8時間労働時の許容濃度 (OSHA PEL)
35	黄	米国産業衛生専門家会議によるTLV-STEL (短時間被爆の許容濃度)
25	緑	日本産業衛生学会 (2005年版) および米国産業衛生専門家会議による8時間労働時の許容濃度(TLV-TWA)
10	青	臭気強度4 (強いにおい)
2	濃青	臭気強度3 (らくに感知できるにおい)



放出10分後、高さ1.5m



放出20分後、高さ1.5m



放出30分後、高さ1.5m



放出60分後、高さ1.5m

ガス拡散【シミュレーション結果】

三次元表示(アンモニア、PPM 表示)

前スライドで紹介した《アンモニア液の漏洩と蒸発速度》排出ガスデータを入力してシミュレーションしたものです。放出後60分後の状態。

(図中、左のマップは立面図で、下のマップは側面図を示します。
臭気濃度での表示も可能です。)



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>