

### はじめに

- R32等の微燃性冷媒を用いたビル用マルチを安全に使用するための安全対策提案を目的とする。
- リスクは、冷媒充填量が多く極端な設置ケースでは可燃域が容易に形成されること。
- 実測された冷媒漏えい速度と、CFDにより求められた可燃域の大きさと継続時間とから、着火確率を求め、許容値以下とするための安全対策を定めた。

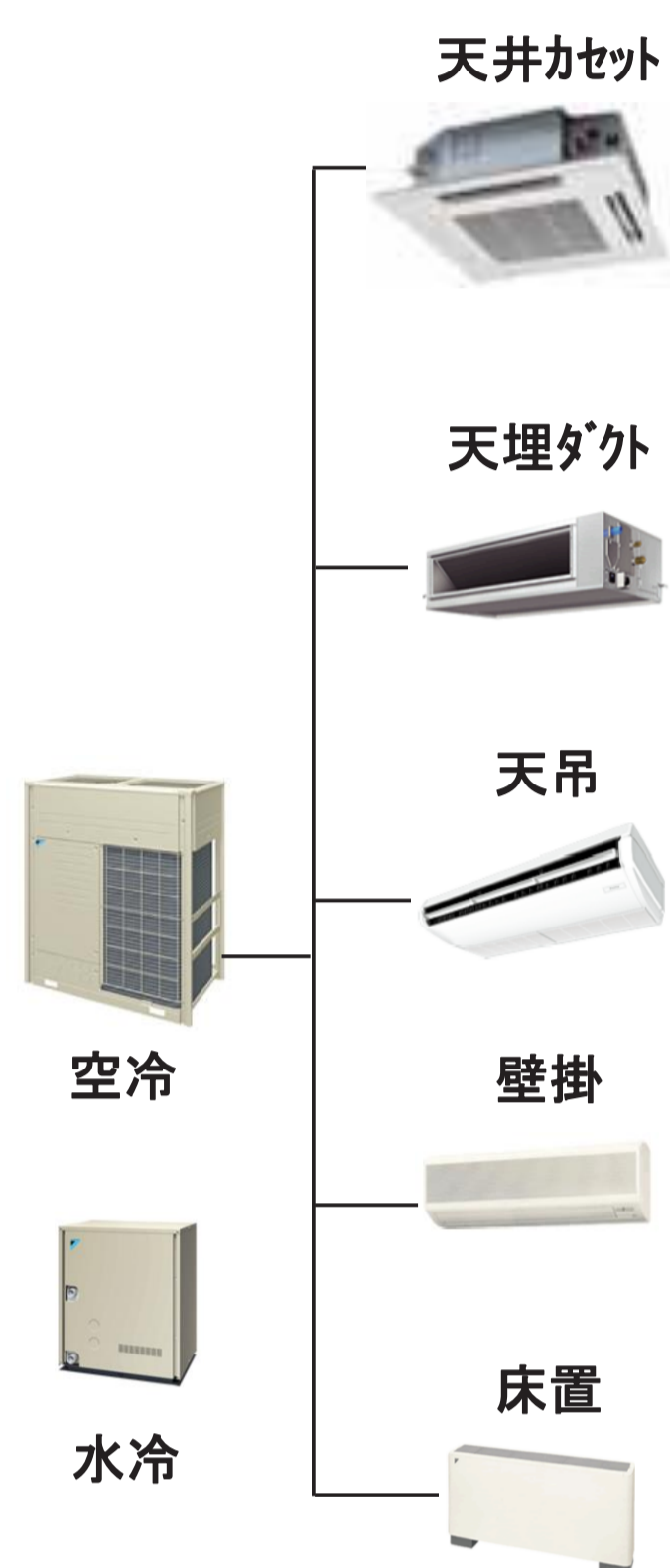
### 結論

- 室内使用時では、夜間に換気停止した事務所内で残業者がオイルライターで喫煙するケースにおいて、着火確率は許容値を超えた。冷媒遮断弁や機械換気等により、着火確率は許容値以下に低減できた。
- 室外使用時では、半地下に室外機とボイラーが併置されたケースにおいて、着火確率は許容値を超えた。漏えい冷媒を排出する対策により、着火確率は許容値以下に低減できる。
- 安全対策を、JRAIAの安全ガイドラインにまとめた。

### システム

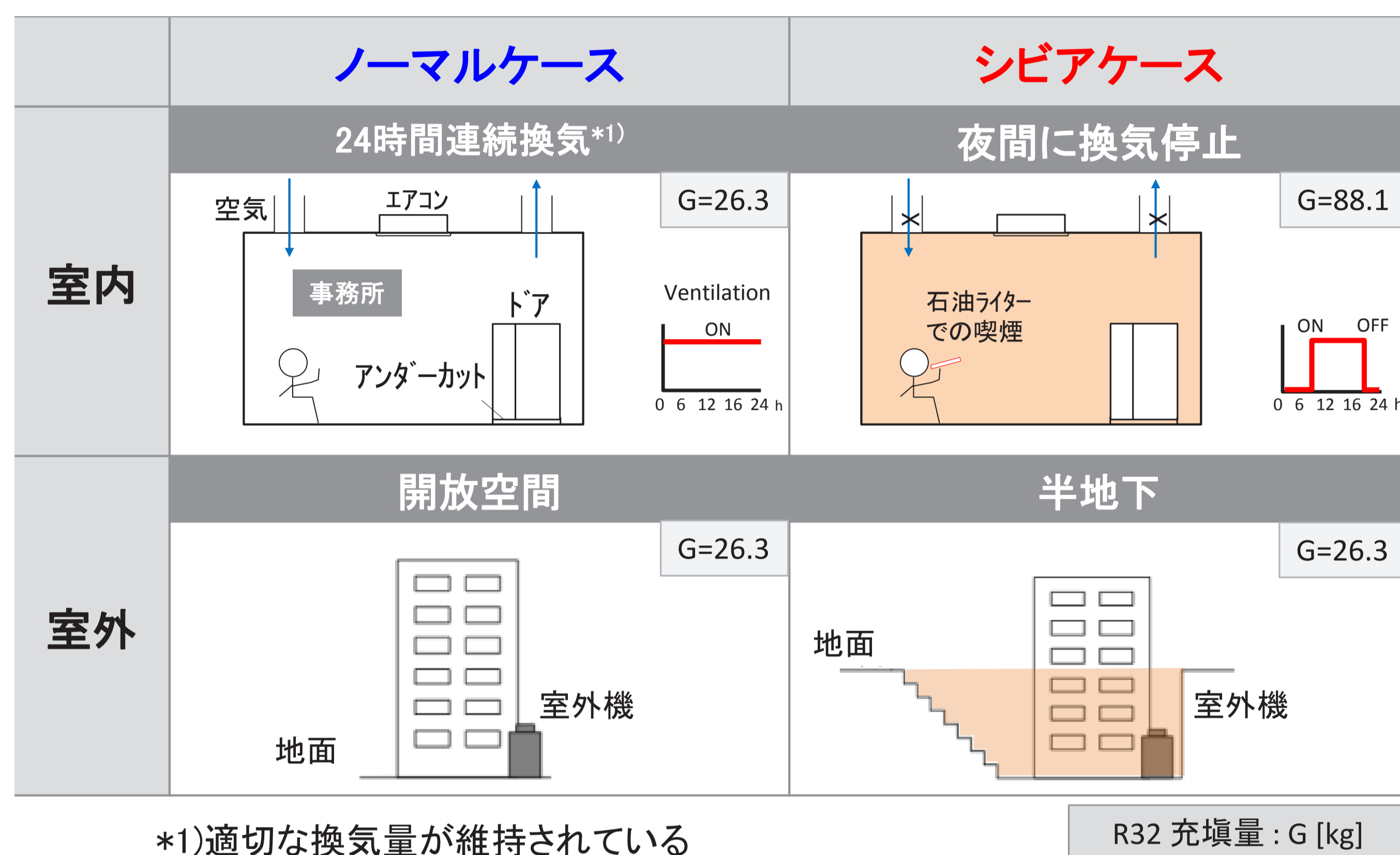
- 大きな冷媒充填量、多種類のユニットがあることから、検討すべき設置ケースの特定が重要である。

能力 (冷房)	14.0 - 168 kW
冷媒充填量	5 - 104 kg (R410A)
構成	接続室内機台数 最高64台 個別運転が可能
室内機の形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>天井カセット</li> <li>天埋ダクト</li> <li>天吊</li> <li>壁掛</li> <li>床置</li> </ul>
室外機の形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒートポンプ</li> <li>冷暖同時</li> <li>水冷</li> </ul>



### 代表的設置ケース

- ノーマルケース、及び、シビアケースについて評価した。



### 漏えい速度と漏れ確率

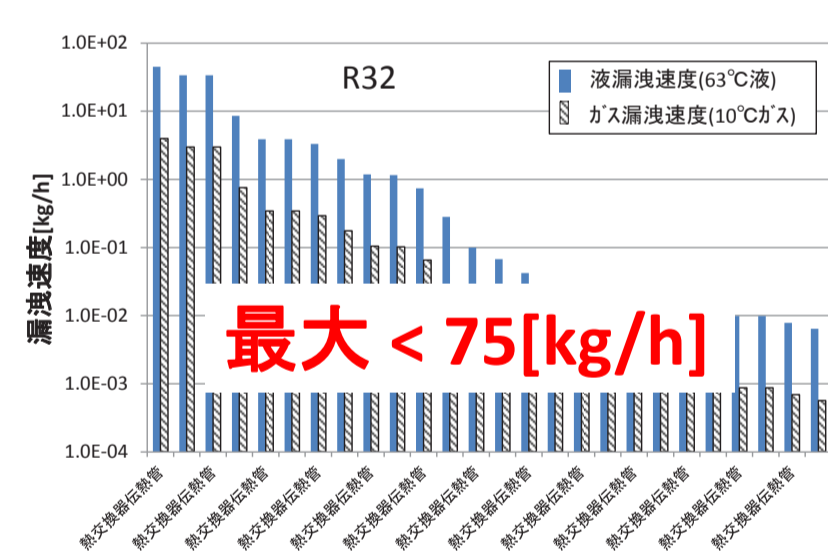
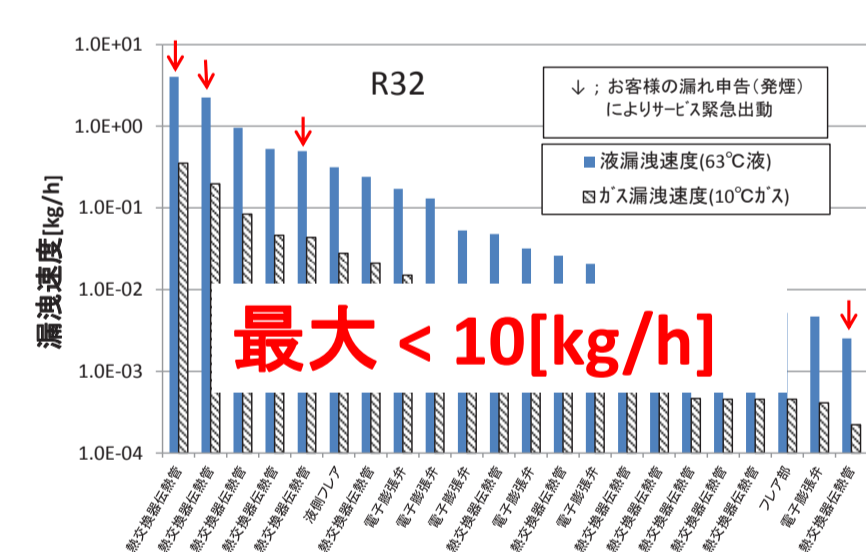
- 実測した漏れ速度と修理データに基づく漏れ確率を求めた。

		微小漏れ	急速漏れ	噴出漏れ	裏付け
漏洩速度 [kg/h]		< 1	1 - 10	10 - 75	a, b
漏洩箇所		製造時ピンホール・腐食等	熱交換器腐食等	フレア抜け・配管割れ等	漏れ穴径の観察
発生確率 [ppm/台・年]	室内	345	5	想定しない*1)	c N x 10
	室外	6130 *2)	1340	140	

a. 室内漏れ速度

b. 室外漏れ速度

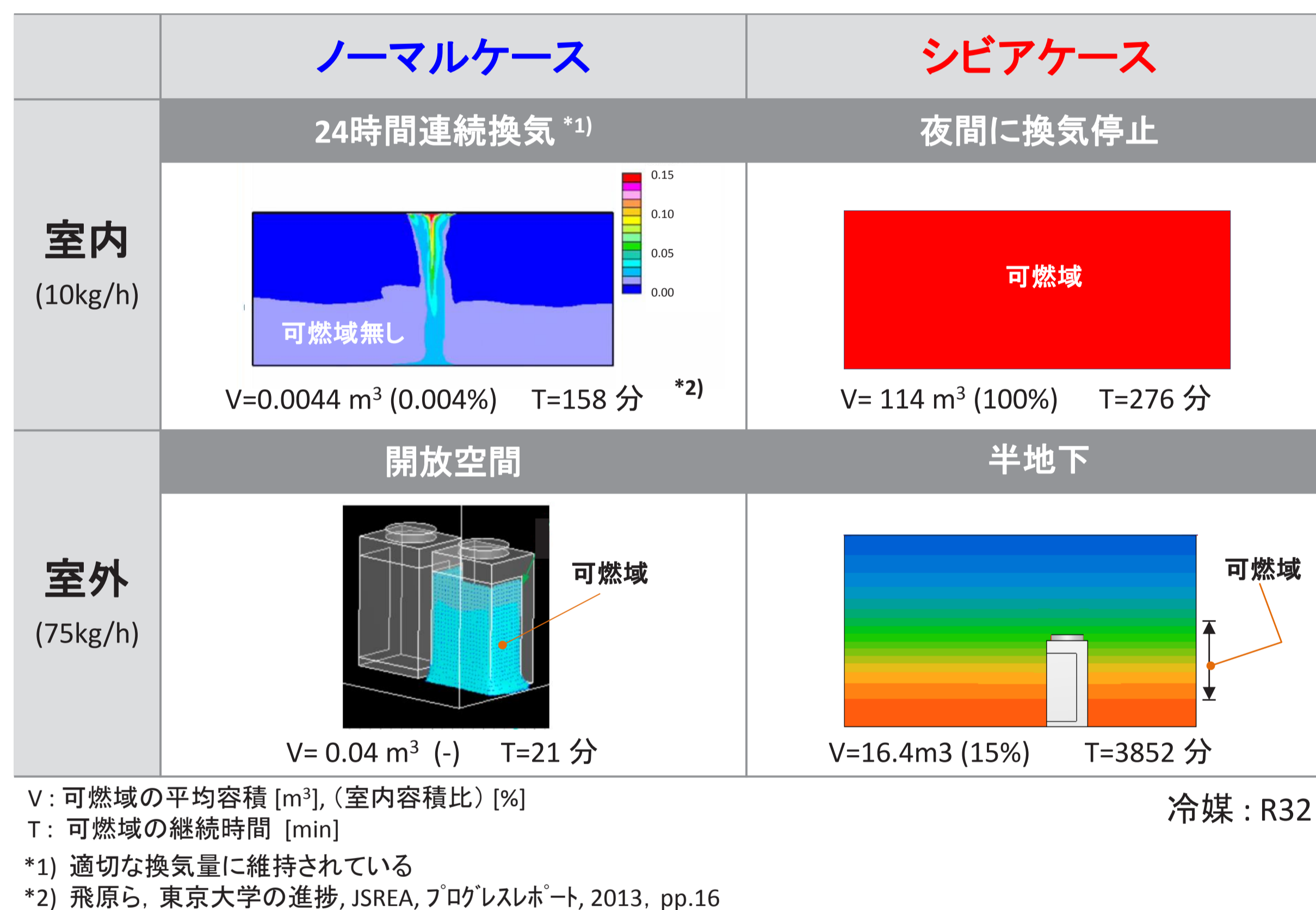
c. 急速漏れを示す修理時申告件数



2010年、メーカーB		[回/年]		
ユニット	白煙が出た	焦げ臭が出た	配管に穴有り	N (合計)
室内機	0	1	0	1
室外機	1	3	3	7

### 可燃域の生成

- 可燃域の大きさと継続時間をCFDにより求めた。



### リスクアセスメント結果

- シビアケースにおいて着火リスクは許容値を超え、対策が必要。

非許容  許容  [回/(台・年)]

	ノーマルケース		シビアケース			
	24時間連続換気		夜間に換気が停止			
室内	ライスター <sup>®</sup>		ライスター <sup>®</sup>	対策無	対策有	
	使用	$3.5 \times 10^{-12}$	使用	$7.6 \times 10^{-9}$	$3.5 \times 10^{-12}$	機械換気
	据付	$1.9 \times 10^{-9}$			$1.5 \times 10^{-10}$	遮断弁
	修理	$8.7 \times 10^{-11}$			$7.6 \times 10^{-10}$	警報
室外	開放空間		半地下			
	ライスター <sup>®</sup>		ライスター <sup>®</sup>	対策無	対策有	
	使用	$1.9 \times 10^{-11}$	使用	$1.7 \times 10^{-6}$	$2.5 \times 10^{-13}$	機械換気
	据付	$1.9 \times 10^{-9}$	据付	$1.1 \times 10^{-8}$	$1.9 \times 10^{-9}$	*1) カット式漏えい検知器の携帯と作業者教育
	修理	$1.4 \times 10^{-9}$	修理	$3.6 \times 10^{-7}$	$2.1 \times 10^{-9}$	
	廃棄	$2.4 \times 10^{-10}$	廃棄	$4.2 \times 10^{-6}$	$6.1 \times 10^{-9}$	
保管	$7.8 \times 10^{-17}$					
						冷媒: R32

### 安全対策の定義

- シビアケースにおいて、各安全対策を定義した。これらの対策は、R1234yfやR1234zeの高湿度条件下でも有効である。

	設置ケース	安全対策
		下記から1つを選択する
室内	床置以外	A) 冷媒充填量 $M \leq 1/4 \times \text{LFL} \times \text{床面積} \times \text{漏えい高さ}$ B) 適切な換気量による機械換気 C) 冷媒遮断弁
	床置	A) 冷媒充填量 $M \leq 1/4 \times \text{LFL} \times \text{床面積} \times \text{攪拌時の到達高さ}$ B) 適切な換気量による機械換気 C) 冷媒遮断弁
室外	半地下	A) 冷媒充填量 $M \leq 1/2 \times \text{LFL} \times \text{床面積} \times \text{漏洩高さ}$ B) 機械換気 C) 攪拌
	機械室	A) 適切な換気量による連続機械換気

### 報告書・ガイドライン

- JRAIA: ビル用マルチサブワーキング、ビル用マルチシステムでのリスクアセスメント、2015ファイナルレポート、JSREA、2016
- JRAIA: ビル用マルチサブワーキング、微燃性冷媒を用いたビル用マルチシステムでのリスクアセスメント、JSREA、冷凍、2016/5
- JRAIA: JRA GL-16:2016、微燃性(A2L)冷媒を使用した業務用エアコンの冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン
- JRAIA: JRA 4070:2016、微燃性(A2L)冷媒を使用した業務用エアコンの冷媒漏えい時の安全機能要求事項