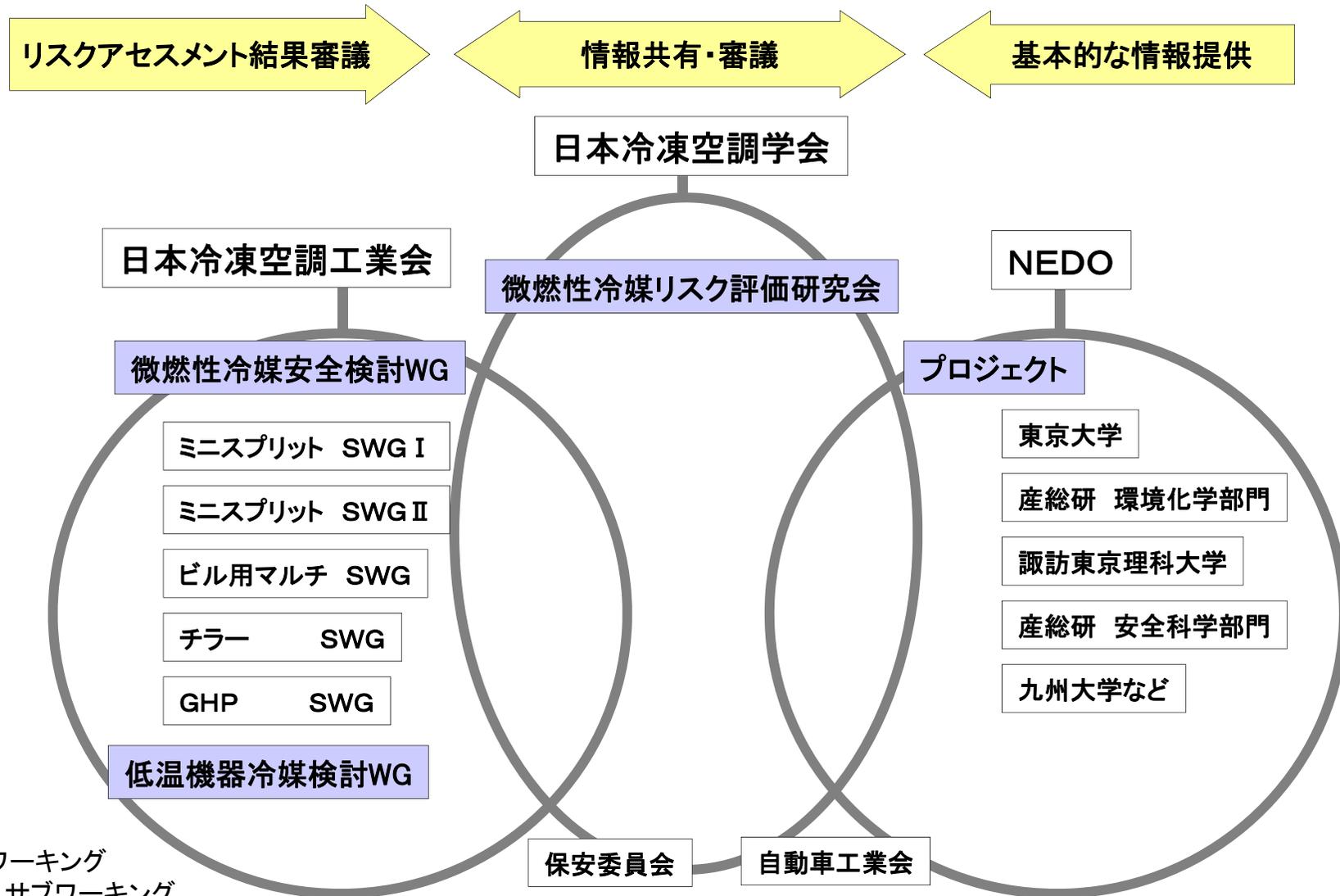


安全性評価について

日本冷凍空調学会 微燃性冷媒リスク評価研究会

微燃性冷媒のリスク評価体制

学会・業界・NEDOの協力体制



WG:ワーキング
SWG:サブワーキング
GHP:ガスヒートポンプ

微燃性冷媒のリスク評価スケジュール

主なスケジュール

2011年 1月:日冷工のリスクアセスメントのためのWGがスタート

2011年 7月:NEDOプロジェクトで安全評価開始

2011年10月:日本冷凍空調学会のリスク評価研究会がスタート

2012年11月:神戸シンポジウムにて国際セミナーを開催し、中間結果を公表

2013年 4月:プログレスレポート2012を日本語・英語で公開

	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
マイルストーン		◇ プログレスレポート	◇ 神戸シンポ	◇ プログレスレポート	◇ プログレスレポート(予定)
・東京大学	漏れ解析、熱分解、HF発生、ディーゼル爆発など				
・産総研環境化学部門	燃焼速度、消炎距離、電気スイッチ類評価、熱分解など				
・諏訪東京理科大学	燃焼の実証的研究、ライター・暖房機・バーナーなどの着火源評価				
・産総研安全科学部門	微燃性冷媒の燃焼強度特性、爆発強度指数評価				
・九州大学	HFO系冷媒の安全性、熱物性とヒートポンプ評価				
日冷工・微燃性安全検討WG					
・ミニスプリットSWG	ルームエアコン		店舗用エアコン+家庭用ハウジング、マルチ		
・ビル用マルチSWG	ビル用マルチ				
・チラーSWG	チラー				
・その他	GHP 冷凍冷蔵機器など				

エアコンの発生確率の考え方

火がつくためには3つの条件が必要

1. 急速漏えいが発生する

急速漏えいは稀である。

微燃性は「気流速度が燃焼速度以下」でないと着火せずさらに確率は小さくなる

微燃性冷媒は着火濃度が高いので可燃となる空間は小さく時間的に短い。

微燃性冷媒は着火するために大きなエネルギーを要するので着火源は少ない。

2. ある空間、ある時間に可燃性濃度に到達する

3. ある空間、ある時間に着火源が存在する

エアコンの総合安全性(R-map)

安全判断基準の考え方
 厳しく考え100年に1回以下で安全とする。

発生の頻度	頻発する	1年に1000回以下	社会的許容レベル					
	しばしば起こる	1年に100回以下						
	時々発生する	1年に10回以下						
	起こりそうにない	1年に1回以下						
	まず起こりえない	10年に1回以下						
	考えられない	100年に1回以下						
			無傷	軽微 (軽傷、製品発煙)	中程度 (通院加療、製品発火)	重大 (重傷、火災)	致命的 (死亡、建物焼損)	
			ひやりレベル		重大事故レベル			
			危害の大きさ					

ルームエアコンの安全性

対象機種(写真)



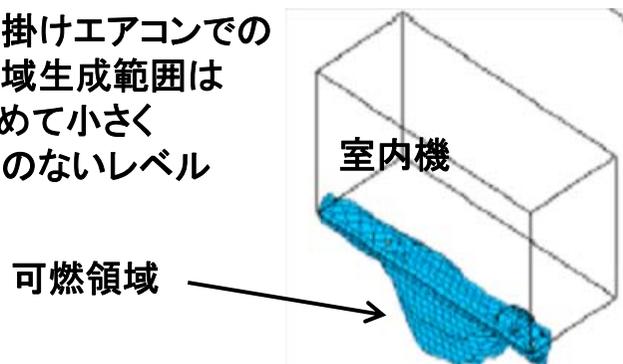
主な評価冷媒: R32

1. 急速漏れの確率

急速漏洩以上: 2.30×10^{-4} (回/年/台)
SWG内アンケート調査結果

2. 可燃空間の発生

●壁掛けエアコンでの可燃域生成範囲はきわめて小さく問題のないレベル



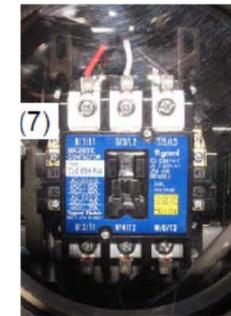
空間時間積 $9.8 \times 10^{-3} \sim 3.7 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{min}$ (東京大学)

3. 着火源の存在

①スイッチ類(産総研)

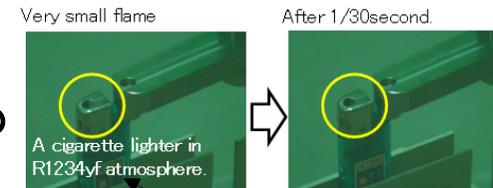
●かなり大型の電磁開閉器の電流電圧でもR32の火炎伝播は生じない。

→電流電圧が小さなエアコン内電気部品や家電機器でのR32着火の可能性はきわめて低い。



②ライター類(諏訪東京理科大学)

●サービス据付け時に使用される電子ライターでの非着火性を確認



③暖房機類(諏訪東京理科大学)

●早い気流がある暖房機器ではR32の火炎伝播は生じない



ルームエアコンの安全性

安全判断基準

着火確率: 使用時で 10^{-10} 据付・サービス時で 10^{-9} (件/年/台)

リスクアセスメント結果

対象製品: 壁掛けエアコン

学会誌投稿
「冷凍」11月号

事故シナリオ	着火確率(件/年/台)
輸送時	4.1×10^{-12} (倉庫あたりに換算)
据付時	2.7×10^{-10}
使用時	室内: 3.9×10^{-15} 室外: 1.5×10^{-10}
サービス時	3.2×10^{-10}
廃棄時	3.6×10^{-11}

床置き使用時
床置き安全目標 10^{-9}

設置面積を制限する条件で
室内: 9.9×10^{-10}

今後の取組み

- ①ハウジングマルチエアコン
1対1設置ルームエアコンに比べて封入冷媒量が多い
厳しく、設置面積、可燃空間時間など検討中



- ②室外使用時の危害の大きさ確認

スケジュール

	2010~2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
RA: リスクアセスメント	1次RA	2次RA	マルチなど 施工マニュアル	アセスメントの海外展開(各社)

店舗用エアコンの安全性

対象機種(写真)



主な評価冷媒: R32、R1234yf

1. 冷媒漏洩 確率

(室内機) 急速漏洩以上: 1.50×10^{-5} (件/年/台)

(室外機) 急速漏洩以上: 1.48×10^{-3}

サービスデータ/漏洩速度実測より安全率を10~100倍した。

2. 可燃空間の発生

モデル空間	高さ(m)	床面積(m ²)	システムHP(馬力)	冷媒量(kg)	可燃空間時空積(m ³ min)
①室内天井設置時: 現地追加冷媒なし(1次評価時点)					
事務所	2.7	42.3	3HP	3	6.40×10^{-2}
厨房	2.5	57.2	6HP	4	1.21×10^{-1}
②室外地上設置時: 現地追加冷媒なし(1次評価時点)					
地上	2	50	6HP	4	2.53×10^{-1}
③倉庫保管時: 通常大型倉庫 (1次評価時点)					
倉庫	—	1000	2300台	4kg/台	2.21×10^{-1}

3. 着火源の存在

(1) 着火源の評価(R32のケース)

○: 着火、—: 着火せず

分類	着火源	R32	プロパン(参考)
電気部品	電化製品火災	○	○
	機器内電気部品	—	○
	電源コンセント	—	○
	照明用スイッチ	—	○
喫煙器具	マッチ	○	○
	石油ライター	△検証中	○
	電子ガスライター	—	○
	裸火	○	○
作業ツール	金属スパーク	○	○
	電動工具	—	○
	冷媒回収機	—	○
	叩付バーナー	○	○
人体	静電気	—	○
燃焼式設備の裸火	暖房機	○	○
	給湯器	○	○
	ボイラー	○	○
	調理器	○	○

(2) 事故リスクを高める主な着火源

	使用時	作業時
室内	暖房機、ガスコンロ 石油ライター、給湯器	叩付バーナー
室外	ボイラー、ガス石油機器	叩付バーナー

店舗用エアコンの安全性

安全判断基準

着火確率: 使用時で 1.3×10^{-9} 据付・サービス時で 1.3×10^{-8} (件/年/台)

リスクアセスメント結果

【第1次評価条件】冷媒: R32
 ・6HP以下店舗用PAC、現地追加冷媒無し
 ・大型倉庫保管、トラック輸送
 ・室内機天井設置、室外機地上設置

事故シナリオ	着火確率(件/年/台)
輸送時	1.58×10^{-12}
据付時	2.30×10^{-9}
使用時	(室内側) 3.48×10^{-10} (室外側) 6.68×10^{-10}
サービス時	3.01×10^{-9}
廃棄時	2.50×10^{-10}

今後の取組み

① 現地追加充填による最大充填量ケースの評価が必要

そのほか[輸送・保管]では
 ・狭小(販売店)倉庫、ワゴン車輸送評価
 [室内設置]
 ・密閉空間(カラオケルーム)-緩慢漏れ評価
 ・床置き設置機種評価
 [室外設置]
 ・各階、半地下、狭小地設置評価

第2次評価の結果安全目標に未達となった場合、安全対策を立案し、提示及び情報発信を効果的に実行する。

② 8,10HPシステム、冷媒量8kg超の評価を第3次評価で行う。

スケジュール

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
推進項目	1次RA	安全対策提示 2次RA	3次RA	

ビル用マルチの安全性

対象機種例

天井カセット(0.8~10Hp)

床置(1~20Hp)

室外機(5~56Hp)



主な評価冷媒: R32

1. 急速漏れの確率

(室内機) 急速漏洩以上: 5×10^{-6} (件/年/台)

(室外機) 急速漏洩以上: 1.48×10^{-3}

サービスデータ/漏洩速度実測より安全率を10~100倍として求めた。

2. 可燃空間の発生

東京大学による

	機械換気 1.5 (回/h)	自然換気 ドア下隙間 10mm	換気無し
可燃域			
【条件】 事務所 : 6.5*6.5*2.7m 冷媒量 : 26.3kg (20Hp)			
可燃空間容積 [m3]	4.4×10^{-3}	5.3×10^{-3}	1.1×10^{-2}
継続時間 [min]	158	←	←

3. 着火源の存在

(1) 着火源の評価 (R32のケース)

○: 着火、-: 着火せず

分類	着火源	R32	プロパン (参考)
電気部品	電化製品火災	○	○
	機器内電気部品	-	○
	電源コンセント	-	○
	照明用スイッチ	-	○
喫煙器具	マッチ	○	○
	石油ライター	△検証中	○
	電子ガ斯拉イター	-	○
	裸火	○	○
作業ツール	金属スパーク	○	○
	電動工具	-	○
	冷媒回収機	-	○
	ロウ付バーナー	○	○
人体	静電気	-	○
燃焼式 設備の 裸火	暖房機	○	○
	給湯器	○	○
	ボイラー	○	○
	調理器	○	○

(2) 事故リスクを高める主な着火源

	使用時	作業時
室内	暖房機、ガスコンロ 石油ライター、給湯器	ロウ付バーナー
室外	ボイラー、ガス石油機器	ロウ付バーナー

ビル用マルチの安全性

安全判断基準

着火確率 使用時(室内): 1×10^{-9} 据付・サービス・廃棄時: 1×10^{-8} (件/年/台)
 (室外): 4×10^{-9}

リスクアセスメント結果

代表的設置
 室内機: 事務所 天井カセット
 室外機: 地上

事故シナリオ	着火確率 (件/年/台)
輸送時	$7.8 \times 10^{-17} \sim 1.8 \times 10^{-16}$
据付時	1.9×10^{-9}
使用時	3.5×10^{-12} (室内: 換気有) 1.9×10^{-11} (室外)
サービス時	8.7×10^{-11} (室内) 1.4×10^{-9} (室外)
廃棄時	2.9×10^{-14} (室内) 2.4×10^{-10} (室外)

今後の取組み

① 厳しい設置ケースでは、リスクが高く安全対策が必要となる。

例えば下記の安全対策を検討し、日冷工安全ガイドラインを策定する(～本年秋)。

(1) 室内(床置き飲食店設置、カラオケ設置の場合)

設置ケース		使用	サービス
床	飲食店	機械換気	検知器携行+教育
天井	カラオケ	漏洩検知→機械換気	—

(2) 室外機(半地下あるいは機械室に設置の場合)

据付時	使用時	修理時	廃棄(撤去)
検知器携行	機械換気(半地下)	換気+検知器携行+教育	検知器携行+教育
	既存換気+冷媒量MAX制限(機械室)		

スケジュール

	2010～2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
推進項目	1次RA → 2次RA	安全ガイドライン	追加リスクアセスメント (yf・法対応)	

チラーの安全性

対象機種(写真)と冷媒



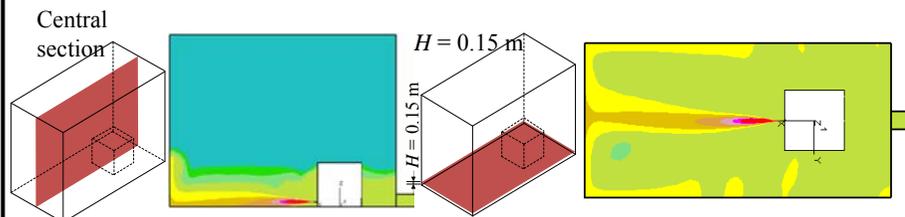
機種: セントラル空調熱源として空冷ヒートポンプ, 機械室設置の水冷チラーで, 冷房能力約7.5~17500kW.
ターボ冷凍機、水冷/空冷ヒートポンプ
冷媒: R1234ze(E), R32, R1234yf

1. 急速漏れの確率

急速漏れ以上 1.7×10^{-4} (件/年/台)
メーカ調査と高圧ガス事故統計と合致

2. 可燃空間の発生

標準的な機械室(竣工設備データ)で時間5回換気で噴出漏れで可燃空間が形成されない。(解析例R1234ze(E)(解析では2回換気以上あれば安全である。))



3. 着火源の存在

小さな存在確率の着火源もすべて考慮して事故確率を評価する。支配的なものは動力系(容量の大きい)の電磁接触器

①電磁接触器/開閉器

制御系は容量が小さく、着火源にならない=確率ゼロ
動力系は容量が大きく、小型機で時間6回、大型機で時間2回(各1sec)の最大動作頻度、 1.61×10^{-3} でリスク評価する。



②ボイラー、吸収冷凍機および設備火器

着火源とならない=着火確率ゼロ

- ・直火バーナは 独立換気/排気
- ・表面温度は140℃以下
- ・ストーブ等の直火はない。



③サービスマンのマッチ火

火気厳禁であるがルール違反の確率を含め 4.72×10^{-9} (各社調査結果)

チラーの安全性

安全判断基準

産業用途は影響が限定的なので一般的に一桁頻度が高くても同等の評価とされるので
10年に1~2回より小さい発生確率⇒ 1.6×10^{-6} [件/年/台]以下とする。

リスクアセスメント結果

事故シナリオ	着火確率(件/年/台)
輸送・物流時	3.22×10^{-7} X 可燃空間確率
据付・試運転時	5.01×10^{-7} X 同上
使用時	3.82×10^{-6} X 同上
修理時	2.73×10^{-6} X 同上
廃棄時	1.38×10^{-6} X 同上

換気装置のない条件での確率算定に相当する

今後の取組み

- ①簡易計算上の推定では換気装置のない条件(左記確率)であっても火災、火傷について、問題ないレベルであるが、換気条件を考慮して更に安全率を高める必要がある。
- ②ただし今後、可燃空間確率の詳細解析を踏まえ評価を確定し、必要な換気回数をガイドラインに示す。

スケジュール

	2010~2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
推進項目	リスクアセスメント	ガイドライン		

その他の機器について

- ①GHPについてはビルマルを参考にリスク評価を開始
- ②冷凍冷蔵機器については
 - ・一体型は炭化水素系冷媒を含めたリスクアセスメント検討を開始、
 - ・別置型のCO2については安全マニュアル策定作業開始、
微燃性冷媒についてはR32をモデルにリスク評価を行う計画。