
UL Solutionsの 低GWP冷媒に対する 取り組み



Safety. Science. Transformation.™

目次

環境に配慮した冷媒は、冷凍・空調・暖房機器業界に新たな課題をもたらしています。 **03**

世界の冷媒に関する現状と規制のタイムライン **05**

冷凍・空調・暖房機器業界向け主要規格 **07**

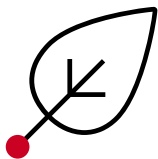
北米市場への参入 **08**

欧州および英国市場への参入 **11**

国際規格 **13**

UL Solutionsが支援できること **16**

まとめ **19**



環境に配慮した冷媒は、冷凍・空調・暖房機器 業界に新たな課題をもたらしています。

ハイドロフルオロカーボン冷媒 (HFC) は、クロロフルオロカーボン (CFC) のようなオゾン層を破壊する物質に代わる、環境に配慮した冷媒と考えられていましたが、HFCも温室効果ガスを発生させる可能性があるため、地球温暖化につながるものが後に判明しました。そのため、製造業各社は、低地球温暖化係数 (GWP) 冷媒の持つ爆発性を安全に扱えるシステムの開発に取り組み、HFCの使用量削減に努めています。

HFCの消費と生産の段階的な削減に向けて、世界中で導入されているさまざまな規制措置が主導的な役割を果たしています。その具体例として、欧州連合気候目標計画、米国革新製造法 (AIM)、モントリオール議定書キガリ改正などがあります。加えてその他の法律や規制が近年更新され、地球温暖化対策と温室効果ガス排出量削減に向け、世界の使命に沿った戦略を支援しています。





低GWP冷媒は、温室効果ガスの排出量を削減できる反面、微燃性であるため、火災の危険性が高いことが研究活動を通じて明らかになりました。漏洩は、摩耗や破損、製品の欠陥、その他の損傷などさまざまな要因で発生し、近くにある高温の表面や電気部品が漏洩したガスに引火する可能性があります。このため、可燃性冷媒の緩和計画は、冷凍・暖房・空調機器機器の開発、評価、認証プロセスにおいて重要な役割を果たします。

UL Solutionsは、可燃性冷媒に関する広範な研究を行っています。例として、米国空調暖房冷凍工業会（AHRI）との注目される共同研究では、低GWP冷媒を使用した部屋での事故対応時の消防隊員の危険性について調査しています。当社は、Eurovent、米国暖房冷凍空調学会（ASHRAE）、AHRIなどの組織との関係を通じて、冷凍・暖房・空調機器産業全体の安全性を科学的に主導・推進しています。また、さまざまな技術委員会でリーダーシップを発揮することで、冷媒業界の新たな要件やグローバルな需要に対応し、冷凍・暖房・空調機器製造業者に明確な指針を提供しています。



世界の冷媒に関する現状と規制のタイムライン

以下のようなFガスの段階的削減と、急速に変化する低GWP冷媒の採用に関するグローバルな規制要件に対応できるよう、当社の専門知識や見識をご活用ください。

北米

- 米国環境保護庁 (EPA) がオゾン層破壊物質 (ODS) とその健康リスクを特定するため、重要新規代替品政策 (SNAP) を制定しています。
- AIM法 (米国) では、各州が独自に政策を制定するのではなく、全国的規模で段階的に削減することを提案しています。
- カリフォルニア州大気資源局 (CARB) は、空調機器製品については2023年1月1日から、冷凍機については2024年1月1日から、地球温暖化係数 (GWP) 750の制限を提案し、2021年に発効した冷凍機については追加要件を提示しました。

中国

モントリオール議定書で採択された「HCFC段階的削減管理計画 (HPMP)」は、「中国グリーン・クーリングプラン」とも呼ばれ、ハイドロクロロフルオロカーボン (HCFC) を段階的に削減するためのプログラムです。

欧州連合

EUでは、ハイドロフルオロカーボンを含むフッ素系温室効果ガスの排出を規制する「Fガス規制」が採択されました。[Fit for 55](#)では、当初のタイムラインに修正を加え、2030年までに温室効果ガス排出量を55%削減し、2050年までにクライメート・ニュートラル (気候中立) を達成するよう製造業者に求めています。

Fガスの主な構成要素

フッ素系ガスは、さまざまな家庭用・産業用電化製品に使用されています。しかし残念ながら、オゾン層にやさしい反面、温室効果ガスの原因となる可能性があります。Fガスには、二酸化炭素 (CO2) の最大25,000倍もの**地球温暖化効果**があるため、EUでは段階的な廃止に向けた規制措置がとられています。代表的なFガスには、以下のようなものがあります。

商品名または一般名	地球温暖化係数 (100年)
ハイドロフルオロカーボン (HFC)	最大14,800
ペルフルオロカーボン (PFC)	最大12,200
六フッ化硫黄 (SF6)	22,800
NF ₃	17,200

一般的な低GWP冷媒

一方、アンモニア (NH3)、二酸化炭素 (CO2)、炭化水素 (プロパンやイソブタン) などは、低GWP冷媒の一例です。これらの物質は自然界に存在し、従来のFガスよりもオゾン層破壊係数 (ODP) が低くなっています。

A1

引火性なし



A2L

微燃性



A3

可燃性／爆発性

- R32とR454Bは、段階的に廃止されつつあるR410Aに代わるA2L冷媒の代表格です。
- アンモニア、CO2、イソブタンは、一部の冷凍機にのみ使用されています。
- プロパンはA3 (爆発性) 冷媒で、極めて少量の充填量でのみ使用可能です。
- プロパンは、食料品店のリーチイン・クーラーなど、一部の冷凍機で使用されています。

冷媒名	商品名または一般名	地球温暖化係数
R-744	CO2	1
R-290	プロパン	4
R-600a	イソブタン	5
R-1234yf	HFO-1234yf	4
R-1234ze	HFO-1234ze	<1
R-152a	HFC-152a	124
R-124	HCFC-124	609
R-32	HFC-32	675
R-452B	HFC-45B	675
R-454B	Opteon™ XL41	466

冷凍・空調・暖房機器業界向け主要規格

可燃性冷媒を使用する冷凍・空調・暖房システムを再設計する際、コンプライアンスに準拠するために、関連する主要な規格および規制を把握しておくことが重要です。



北米市場への参入



UL 60335-2-40第4版

UL 60335-2-40には、電動ヒートポンプ、エアコン、および除湿機のための要求事項が記載されており、ANSI/SCCの認可を受けた米国/カナダ2国間合意安全規格となっています。この規格は現在、欧州などで低GWP冷媒を使用した冷凍・空調・暖房機器設計の評価、試験、認証の基礎となっている国際規格IEC 60335-2-40に基づいて策定されています。

2025年1月1日以降、米国イノベーション製造 (AIM) 法により、GWPが700を超える冷媒や混合物を含む製品の製造および輸入が禁止されます。すべてのA2L製品は、UL 60335-2-40に基づいて評価を受ける必要があります。



UL 60335-2-89第2版

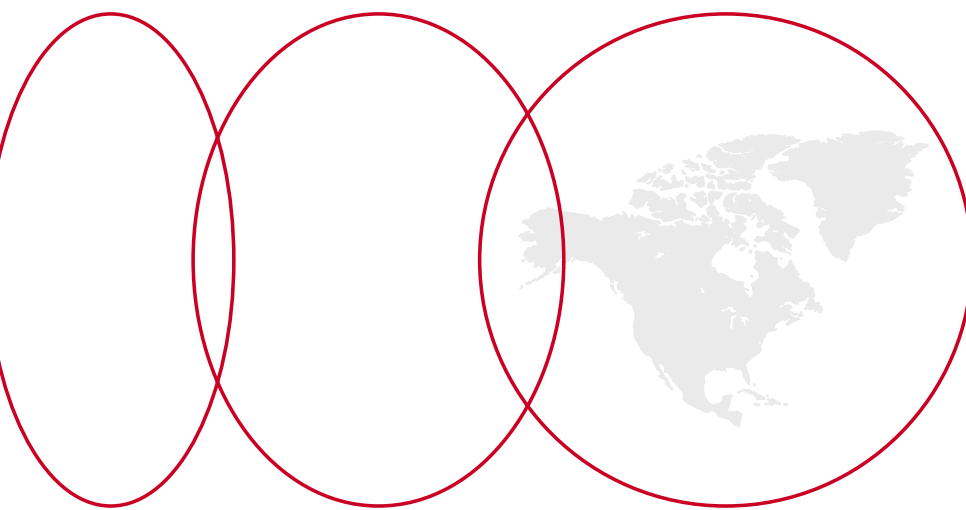
UL Solutionsはこのほど、新しい整合規格であるUL 60335-2-89「家庭用およびこれに類する電気機器の安全性のための規格—安全性—第2-89」の適用を開始しました。「冷媒ユニットまたはコンプレッサーが組み込まれた、または遠隔操作される業務用冷蔵庫および製氷機に関する特定要求事項」では、以下の冷凍機に関する規格を対象としています。

- UL 412「冷蔵ユニットクーラーに関する規格」
- UL 427「冷蔵ユニットに関する規格」
- UL 563「製氷機に関する規格」
- UL 471「業務用冷蔵庫および冷凍庫に関する規格」

最新版のUL 60335-2-89は、国際電気標準会議 (IEC規格) と整合化されており、現在の市場の変化に対応し、グローバル市場参入を容易にし、製造者に向けた試験を簡素化しています。

現在、製造業者はUL 412、UL 427、UL 563、UL 471の認証を受けた製品について、UL 60335-2-89に基づいた評価を実施できます。UL 412、UL 427、UL 563、UL 471は、2022年9月29日をもって認証規格の効力が終了しました。以降は廃止され、新製品の認証に使用されなくなりました。このタイムラインは、現在UL 1995「暖房および冷房機器の規格」の認証を受けている製品には適用されますが、UL 60335-2-40の対象にはなりません (冷凍機用コンデンシングユニットや、快適性を目的としない冷凍機など)。

2026年1月1日以降、米国イノベーション製造 (AIM) 法により、GWPが300を超える冷媒や混合物を含む製品の製造および輸入が禁止されます。すべてのA2L製品は、UL 60335-2-89に基づいて評価を受ける必要があります。



UL 1995からUL 60335-2-40への移行



現在、製造業者はUL 1995の認証を受けた製品について、UL 60335-2-40に基づいた評価を実施できます。UL 1995は、2025年1月1日まで認証規格として有効性を維持します。以降、UL 1995は新製品の認証に使用されなくなります。

UL 412、UL 427、UL 471、UL 563、UL 1995の UL 60335-2-89への移行



現在、製造業者はUL 412「冷蔵ユニットクーラーに関する規格」、UL 427「冷蔵ユニットに関する規格」、UL 563「製氷機に関する規格」、UL 471「業務用冷蔵庫および冷凍庫に関する規格」、UL 1995「暖房および冷房機器の規格」の認証を受けた製品について、UL 60335-2-89に基づいた評価を実施できます。現在UL 1995の認証を受けているものの、UL 60335-2-40「家庭用およびこれに類する電気機器の安全性のための規格 — 安全性—第2-40部:電動ヒートポンプ、エアコン、および除湿機のための特定要件」の適用範囲外である製品(冷凍機用コンデンシングユニットや、快適性を目的としない冷却機のようなプロセスアプリケーションに使用する冷凍機など)には、このタイムラインが適用されます。

欧州および英国市場への参入

欧州指令およびCEマーキング

CEマーキング

可燃性または微燃性の冷媒を使用する場合は、特別な注意が必要です。以下の指令は、冷凍・暖房・空調機器製品に対する最も一般的な要件です。

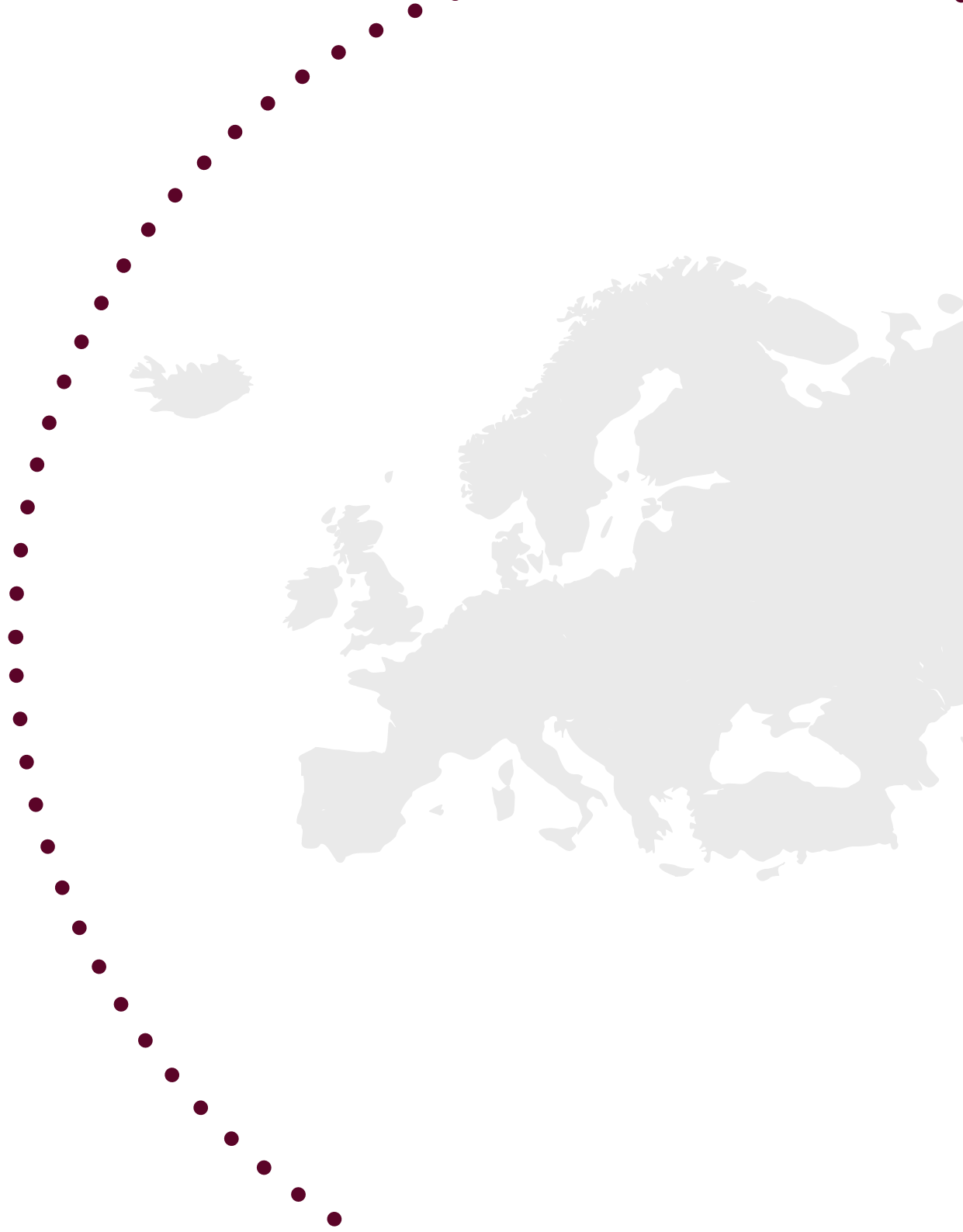
- 低電圧 (LVD) 2014/35/EU指令
- 機械指令 (MD 2006/42/EC)
- 爆発性雰囲気内で使用する機器 (ATEX 2014/34/EU)
- 圧力機器指令 (PED 2014/68/EU)

英国規制およびUKCAマーキング

UKCAマーキング

可燃性または微燃性の冷媒を使用する場合は、特別な注意が必要です。以下の指令は、冷凍・暖房・空調機器製品に対する最も一般的な要件です。

- 圧力機器 (安全) 規則 2016年
- 機械の供給 (安全性) 規則 2008年
- 爆発性雰囲気内での使用を意図した機器および保護システム 規制 2016年 UKSI 1107:2016



欧州および英国市場への参入

CEマーキング (CE)

機械指令

重要なポイント:

- 爆発性雰囲気がある場合、機械は、ATEXおよび地域ごとの指令規定に従う必要があります。
- 機械は、オーバーヒートや火災のリスクを回避するように設計・構築される必要があります。
- 機械が生成または使用するガス、液体、粉塵、蒸気、その他の物質は、適切な保護措置がなければ爆発を引き起こす可能性があります。

ATEX指令

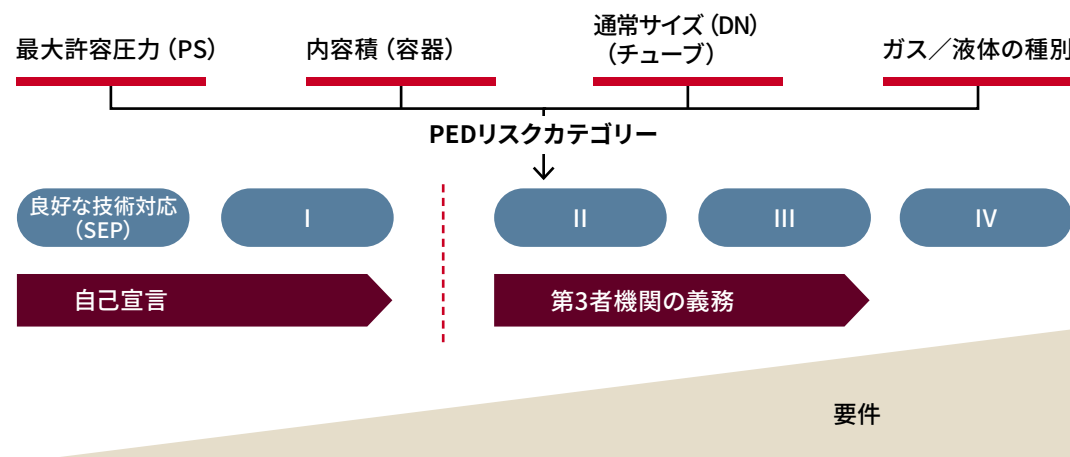
重要なポイント:

- ATEX指令では、爆発性雰囲気内での使用を意図した機器および保護システム、コンポーネントは、特定の製品要件に準拠する必要があります。
- 爆発性雰囲気を使用することを意図した保護システムおよび機器でも、爆発する可能性があります。稀ではあるものの、このような事故は通常、燃料の漏れに起因します。
- 原則として、可燃性のある機器は、爆発性雰囲気で使用すべきではありません。

PED指令

重要なポイント:

- 圧力機器指令 (PED) は、欧州連合 (EU) の強制規制であり、最大許容圧力が0.5 bar (または、平方インチあたり7.25ポンド) を超える圧力機器およびアセンブリの設計および製造に関する適合性評価について規定しています。
- PEDへの準拠はEU CEへの準拠の一部であり、欧州経済領域 (EEA) への市場参入にはその両方が必要です。
- UL Solutionsは、適合性評価サービスやUKCA認定に向けたサポートを提供する、認可を受けたノーティファイド・ボディです。



国際規格



IEC 60335-2-40第7.0版

A2L冷媒の使用に対応するために改訂されたこの規格は、電動ヒートポンプ、エアコン、および除湿機を対象としています。最新の更新では、各機器の種類ごとに冷媒の含有量に制限を設け、作業員や消費者へのリスク低減を図っています。

最新ニュース：

- 付属書GGでは、充填量の制限に加え、A2L冷媒を含む換気システムと二次回路に関する要求事項を定めています。特に、設置スペースや使用する冷媒の充填量に応じて、どの程度の換気システムが必要かを計算する際に、これらの基準を適用するためのガイダンスを示しています。
- 第22条では、複数の冷凍機を搭載する機器について、充填量の制限の例外を設けています。また、発火源の回避、漏洩検知システム、安全遮断弁、粒子発泡材に関する要件についても改訂されています。
- 付属書LLでは、冷媒漏洩検知システムには、圧力センサーとコントロールロジックの電子機器を備え、漏洩時に蒸発器ファンを作動させて冷媒を拡散させるよう要求しています。
- 付属書MMでは、機器製造者が指定した場所での冷媒漏れを検知する能力を証明するため、冷媒センサーの位置確認試験を義務付けています。
- 付属書Pでは、センサーの位置だけでなく、検知システム全体の検証を目的とし、漏洩が始まってから緩和されるまでの時間を測定しています。



IEC 60335-2-89第3.0版

この規格は、冷媒ユニットまたはコンプレッサーを組み込まれた、または分離される業務用冷凍冷蔵機器に適用されます。最新の改訂では、A2L冷媒が完全に使用可能になり、A3冷媒 (R290) の最大充填量の上限が、追加の安全対策を加えることなく、150 gから500 gに引き上げられました。

最新ニュース：

- 22.110項では、複数の冷凍機を搭載した機器の充填量制限を撤廃し、発火源の回避、漏洩検知システム、安全遮断弁、粒子発泡材に関する要件について改訂されました。
- 付属書CCでは、機器のタイプに関わらずガス濃度の判定を行なう試験方法について規定されています。老朽化したモーターや機器は付属書CCの試験に合格する必要があり、ドア/引き出しの場合はドアの開閉についても試験に含まれます。



UL Solutionsが支援できること

UL Solutionsのような第三者機関による試験は、生命や財産を脅かすリスクを最小化するうえで重要な役割を担っています。私たちの専門知識により、お客様の事業ポートフォリオに幅広くサステナビリティを取り入れ推進することで、ESG目標の達成や、より安全でサステナブルな製品や活動を求める消費者ニーズの高まりに応えます。

独立した第三者機関が実施する可燃性冷媒の試験と認証を活用すれば、適用される安全要件および公共利用に関する要件に、製品が適合しているかどうかの評価が可能です。規制遵守に関する最新情報の入手、重要な規格に関するトレーニングなど、リスクアセスメントのサポートが受けられるラボ環境ですべて実施します。

第三者機関による試験により、製造者は現行の要件に後れを取ることなく、保証やその他の契約上の義務の遵守に関してサポートを受けることができます。UL Solutionsは、冷媒や施設認証に関する専門知識を含め、冷凍・暖房・空調機器製品に関するあらゆるサービスを提供しています。お客様特定の機器に最適な代替冷媒を選択することで、現行の規制を遵守し、世界市場で競争できるようサポートします。



UL Solutionsが支援できること

製品試験および認証サービス

以下の規格に準拠したアドバイザリー、試験、認証サービスを提供します。

- UL/IEC 60335-2-24「家庭用およびこれに類する電気機器の安全のための規格 – 安全性–第2-24部：冷蔵庫、アイスクリーム製造機、および製氷機の特定要件」
- UL/IEC 60335-2-34「家庭用およびこれに類する電気機器の安全のための規格 – 安全性–第2-34部：モーター圧縮機の特定要件」
- UL/IEC 60335-2-40「家庭用およびこれに類する電気機器の安全のための規格 – 安全性–第2-40部：電動ヒートポンプ、エアコン、および除湿機のための特定要件」
- UL/IEC 60335-2-89「家庭用およびこれに類する電気機器の安全のための規格 – 安全性–第2-89部」「冷媒ユニットまたはコンプレッサーが組み込まれた、または遠隔操作される業務用冷蔵庫および製氷機に関する特定要求事項」

規制に関するトレーニングおよびアドバイザリー

当社の低GWP冷媒に関するアドバイザリー、トレーニングサービスに含まれるもの：

- 可燃性冷媒の基礎と低減方法
- コンポーネントの認定
- 可燃性冷媒の要件に対する近年の適応状況
- 圧縮機や冷凍圧力容器に対する圧力機器指令 (PED)
- 可燃性冷媒の適切な使用と危険性に関するラボ技術者のトレーニング
- 可燃性冷媒を含むシステムに関するグローバルな規制に対するアドバイザリー

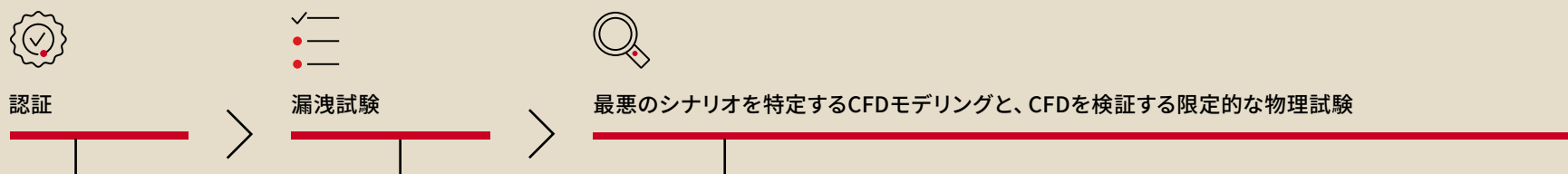


UL Solutionsが支援できること

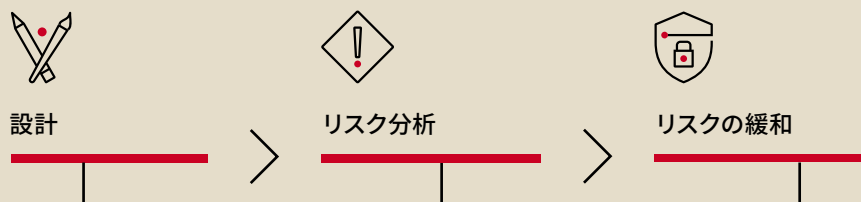
計算流体力学 (CFD) モデリング

可燃性冷媒のモデリングにより、物理的に試験を補完し、潜在的なリスクについて詳細に把握することができます。CFDでは、閉鎖空間での可燃性冷媒ガスの漏洩による火災リスクを、あらゆるシナリオを想定して数値化します。その際、燃焼性の上限と下限の間的气体量を記録し、CFDソフトウェアを活用して、細部の違いによってリスク指標がどのように変化するかを実証します。

メリット:



- 1 コスト削減 (サンプル作成量の削減、輸送コストの削減)
- 2 MDやその他の規制における製品のリスクアセスメントの強化 (ISO 12100:2010)
- 3 認証取得時間の短縮 (不具合の手戻り)



- 1 コスト削減 (試験前に設計を確定)
- 2 MDやその他の規制における製品のリスクアセスメントの強化 (ISO 12100:2010)
- 3 市場投入までの時間の短縮 (物理試験での不具合による再設計の必要性が低減)

UL Solutionsが支援できること

A2L冷媒システムのコンポーネントに対する認証

A2Lハイドロフルオロオレフィン (HFO) ブレンドの使用および可燃性リスクを考慮すると、コンポーネントの選定には注意が必要で、コンポーネントが確実に防災保護されているかを確認する必要があります。

安全性の確保に伴う負担を軽減するため、当社ではA2L冷媒搭載の冷凍・空調機器に適用する「防災保護コンポーネント」という認定冷媒コンポーネントのカテゴリーを新たに開発しました。

このサービスは、バランスの取れた認証を必要とする場合に特に適しており、完全なハザードスロケーション (HazLoc) に対する認証を受けることなく、重要な材料/設計のトレーサビリティが得られ、試験結果通知書よりも堅牢なものとなっています。このアプローチは、より迅速で費用対効果が高く、知的財産の保護に役立ちます。

[詳細はこちら](#)

パフォーマンスサービス

低GWP冷媒に移行する際の冷凍・暖房・空調機器ベンチマークサービスも提供しています。

- アドバイザリーサービス
- 冷媒漏れに関する予備試験
- コンポーネント試験
- フルスケールリリース試験
- 冷媒を使用する場合の低減手法の評価
- 耐圧疲労試験





まとめ

テクノロジーの最先端を行く

業界を超えてイノベーションに取り組んできた私たちは、新しい製品、新しい分野、進化する規制にサービスを適応する方法を身につけています。当社の独立した安全科学のリーダーシップ、技術的専門知識、国際的な試験所ネットワークにより、冷凍・暖房・空調機器業界の製造業各社は、対象市場において低GWP冷媒が最新地域安全基準へ準拠していることを証明できます。

私たちは、技術イノベーションの急速な進歩のなかで、それに対応した試験を常に開発しています。新たな安全リスクを把握することで、あらゆる企業が製品、サービス、人々のつながりを安全かつセキュアに拡大できるよう支援します。





UL.com/Solutions

© 2024 UL LLC. All Rights Reserved.

ここに示された方針および第三者の記述は、該当する第三者のものであり、
UL Solutionsの方針および記述に一致するものとは限りません。

AHL22CS224950jaJP