

試薬保管用  
カスタム冷却ソリューション



## 試薬保管用冷蔵システム

レアドサーマルシステムズ アプリケーションノート

## Contents

はじめに.....	3
応用概要.....	3
応用冷却要求.....	4
応用機器の問題点 .....	4
冷蔵システム.....	5
レアドサーマルシステムズのソリューション .....	6
結論.....	7
レアドサーマルシステムズとは.....	8
レアドサーマルシステムズへの連絡先.....	8

## はじめに

試薬は、研究室や医療の検査では欠かせません。試薬材料は、中身に含まれる物質や含まれない物質を検出するために使われたり、特定の反応が起きるかどうかのテストにも使われたりします。試薬材料の保管では温度管理が極めて重要です。不適切な温度で保管すると劣化する可能性があるからです。室温で保管する時は、試薬は雑菌の繁殖によって汚染される可能性がありますので、テスト結果を忠実に表さなくなります。試薬はまた、凍結・融解を繰り返すと、低温でも悪影響を及ぼします。

多くの試薬が高価であることを考えると、試薬保管システムの温度管理を考慮に入れなくてはなりません。コンプレッサベースの冷蔵や冷凍システムは、性能が高く、周囲温度よりも低い正確な温度を効率よく管理します。技術の進化は、サイズや重量、信頼性、環境性能、コストなどこれまでのコンプレッサベースのシステムのデメリットをなくしてくれます。標準的およびカスタム仕様のコンプレッサベースの冷蔵システムは、試薬のような生体材料の温度管理には理想的なソリューションです。



温度管理が医療用試薬を保管するのに重要です

## 応用概要

生物化学試薬は、実験室や医療技能者が対象とする物質を特定し測定するために使われます。バイオテクノロジーでは、試薬は細胞内の化学物質を特定し操作するのに使われてきました。試薬は、化合物や混合物である可能性があります。有機化学では、試薬は小さな有機分子や無機分子であることが多いのです。

化合物や混合物、有機分子であれ、試薬は共通の特性を持っていることが多いのです。つまり、熱や温度サイクルに敏感なのです。試薬は保管し使用するための温度管理のウインドウ（マージン）が狭く、正確な温度制御が求められます。バイオテクノロジーの試薬は特に熱に弱いのです。

周囲温度よりも低く正確に温度を管理すると試薬の寿命は延びますので、試薬の買い替えコストが安く、実験室や医療試験の確度と信頼性を保証します。化学プロセスと生体プロセスで使われる試薬が違っていると、保管温度も違います。試薬の保管システムは特定の試薬と保管期間によって要求が違います。これらの保管システムは、温度範囲制御に基づき一般に5つのタイプに分けられます；

保管システム	温度範囲制御
低温冷凍機	-150°C から -190°C
極低温冷凍機	-85°C
標準冷凍機	-20°C
冷蔵庫	2°C から 8°C
室温	15°C から 27°C

このアプリケーションノートでは、試薬保管用冷蔵庫向けのコンプレッサベースの温度制御に焦点を当てます。

## 応用冷却要求

冷蔵庫の温度は、典型的には2°C~8°Cの範囲ですが、酵素や抗体のようなよく使われる生体試薬向け短期間の保管ソリューションになります。この温度範囲内で、試薬はわずかな温度変化に耐えることができます。しかし、試薬の中にはもっと温度に敏感な物質もあります。わずかな温度変動でも働かなくなるのです。コンプレッサベースの冷蔵システムを使った先進の保管冷蔵庫であれば±1°C以内で正確な温度を制御できます。

## 応用機器の問題点

正確な温度制御は試薬保管システムを開発するのにOEMが直面してきた多くの設計上の問題の一つです。サイズと重量とパワー（SWaP）の要求が試薬保管装置の設計と製造で重要な役割を果たします。他にも、動作時の騒音を減らす、冷却システム内の気流を管理する、チャンバ内の結露を防ぐ、適切な制御が維持できなくなったら温度上昇の警告をならす、といった問題もあります。環境に優しく、政府・業界が認定した冷媒をコンプレッサベースのシステムが将来も継続して使えるように確認することも重要です。

実験室のスペースを開放する装置の小型化は相変わらず求められています。これは、保管容量を減らすことなく試薬の保管装置の物理的なサイズを減らすことです。試薬を最も小さなスペースに詰め込むことによって達成されることがよくあります。この結果、装置に対する熱負荷が増大し、試薬に到達する冷気のパスがもっと妨げられることとなります。もっとコンパクトなフォームファクタで必要な冷却容量を満たすために、冷蔵システムは高い性能係数（CoP）を持ち、所望の結果が得られるような部品を使わなければなりません。消費電力や騒音レベルを下げながら性能を上げるために、無駄な熱を管理し効率よく放散しなければなりません。

スペースが限られていれば、熱管理ソリューションを設置する場所や取り付ける向きがとても重要です。コンプレッサベースの冷蔵システムは適切な向きに垂直に取り付けなければなりません。取り付ける向きも気流に重要な役割を果たします。空気を入れ廃棄するパスは、冷却性能を最大にするように考慮しなければなりません。

正確な温度制御に加え、熱管理システムも結露を生じないようにしなければなりません。湿気は温度が露点以下に下がると冷たい表面に出来ます。もし湿気が試薬に浸透すれば、劣化し最終的に良くない試験結果をもたらします。適切に設計された熱絶縁材料と気流のパスを使うようにすると、結露のできない冷却ソリューションを提供できるのです。

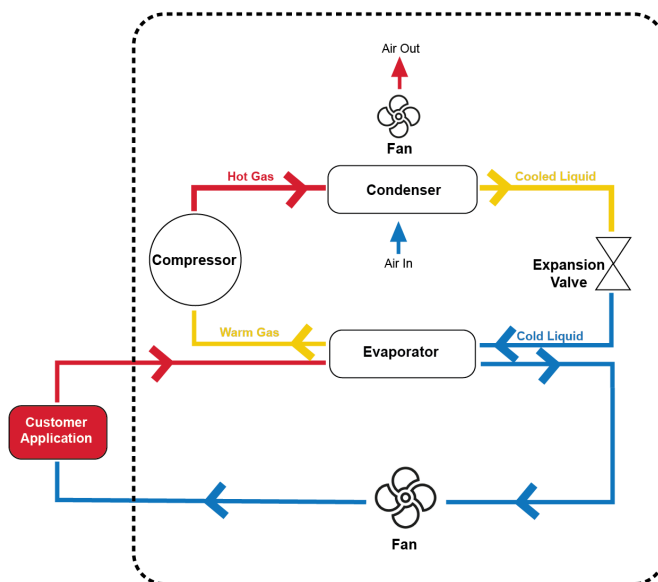
試薬保管チャンバ内の温度のログを取って、熱の状態を記録し続けている実験室は多いです。もっと重要なことは、冷蔵システムの温度が設定温度範囲を超えた時に作業者に警告を発する

アラームを冷蔵システムに取り付けることです。温度モニターの有効性を上げるために異なる基準を持つ政府・業界の認証団体は多いですが、彼らは、モニタリングの形式や頻度、文書化やモニター装置の校正、モニタリングのスタッフトレーニングや資格をカバーする基本的な一定の要因に踏み込み、要求します。

気候変動に直面し、各国政府、特に欧州では、環境に有害な冷媒の使用を禁止する厳密な環境規制を発展させ更新し続けている国は多い。R134aやR404AなどのHFC冷媒を使った古いコンプレッサベースのシステムは、特定の業界では制限されるようになってきましたので、天然の冷媒を使わなければなりません。最新のコンプレッサベースの冷蔵システムは、R744（二酸化炭素）やR717（アンモニア）、R290（プロパン）、R600a（イソブタン）、R1270（プロピレン）などの多くの天然冷媒を使っています。しかし、天然冷媒の中には燃えやすい性質のものがああり、それらは輸送時に有害になる可能性があります。それぞれ、高圧が必要、毒性が強い、燃えやすい、窒息しやすい、効率が悪いなどの設計上の問題を持っています。

## 冷蔵システム

最新のコンプレッサベースの冷蔵システムは、上述したように試薬保管チャンバの設計要求に合っています。コンプレッサベースの冷蔵システムは、予め設定した温度に空気を再循環する自立ユニットで、もっと正確なプロセス制御に向けて最適な温度に安定にしてくれます。冷蔵システムは、試薬保管システムで生じた大量の熱を放散することができます。



従来のコンプレッサベースの冷蔵システムは、4つの基本的な部品から出来ており、それらは蒸発器とコンプレッサ、濃縮器、膨張デバイスです。蒸発器（冷却部分）は熱交換機であり、ここでは冷却剤がプロセス流体（チラーの場合の空気や液体冷媒）と面で接触し、液体から気体へ蒸発（沸騰）します。液体から気体へのこの状態変化の間、潜在エネルギー（潜熱）は、一定の冷媒温度で吸収されます。コンプレッサは冷媒のポンプとして働き、気体を再圧縮します。濃縮器は、冷媒が液体に再び戻る相を変えている間、蒸発器で吸収された熱と、圧縮している間に生じた熱の両方を周囲環境に放出します。膨張デバイスは、再度蒸発する準備になる点まで冷媒圧力が減少している間、冷媒の流量を測定します。

従来のコンプレッサベースの冷蔵システムはACかDCいずれかの電力で供給されます。最新のコンプレッサは10年前よりもずっと効率が高くなっています。コンパクトな冷蔵システムは、効率が高く、低消費電力で動作し、稼働時間を最大に増やし性能を最適化するほど性能係数（COP）が高いのです。事実、コンプレッサシステムは空気ベースの熱交換機よりももっと望ましい設定範囲を提供し、もっと急速冷却ともっと高い信頼性をもたらします。設計上最大の熱負荷で定常動作では、熱電システムよりも30%~35%少ない電力で使えます。

コンプレッサベースのシステムには、稼働部品が数点あり、作動中定常的に回っています。このため騒音や振動を発生しますので、その筐体内に実装しているシステムレベルの電子回路に悪影響を及ぼします。しかし、最新のコンプレッサベースの液冷システムは、従来の製品と比べ小型・軽量の筐体で騒音がずっと静かに作動します。

暖かい湿気が、1台の冷蔵装置の冷蔵コイルの上を通ると、結露が形成され、コイルの上に垂れてきます。冷媒を保管室から追加したり削減したりすると湿気が入ることがよくあります。このようにして、システムが作動中に余分な湿気が加わる時はいつも、結露が形成されます。結露はまた、湿気がこれらの冷蔵スペースに入り込むと結露は通常運転時でも形成されます。コンプレッサベースの冷蔵システムと試薬保管場所、ダクトは、これらの冷蔵スペースの排水路に重力が凝縮して集まるように設計し、設置するのです。

電子回路を冷却するのに使われるコンプレッサベースのシステムは、代表的には20°Cと55°Cの間で作動するように設計されます。この範囲は、筐体の応用と作動環境に有用です。加熱が必要なら、別のヒーターとスイッチング回路を使わなければなりません。あるいはより高いあるいはより低い温度が望まれるなら、設計を再構成し、冷媒やハードウェアを含め、その範囲で動作するようにする必要があります。

## レアドサーマルシステムズのソリューション

試薬保管装置の複雑性が増し、製品開発サイクル期間短縮へのいつものプレッシャーにより、企業は外部の特別な熱管理の専門企業に依頼することが増えています。レアドサーマルシステムズは、冷蔵技術と液冷システムの設計や製造、サービスにおいて45年以上の歴史を持ち、いろいろなハイエンド市場に提供してきました

レアドサーマルシステムズは、最適な熱管理ソリューションの設計に注力していますので、OEMはさらに優れた試薬保管システムの設計に注力できます。熱管理システムは全て、ISO 9001およびISO 14001の認定工場で製造され、最大5000Wの熱負荷のプロセス制御要求のニーズに適合するように作られています。部品は全て、戦略的なサプライヤーから調達し、高信頼性部品を供給するという追跡記録が実証されており、小型化とカスタム化を求める強い設計サポートを提供しています。

レアドサーマルシステムズのコンプレッサベースの試薬冷却用冷蔵システムは、天然素材で環境に優しいR600a（イソブテン）やR290（プロパン）の冷媒を使っており、政府と業界の規制に適合しています。冷媒制限法は変化し続けますので、レアドサーマルシステムズは、アフターセールスサービスをサポートし、20年間以上も現場に置かれた装置を修理したり交換したりしています。レアドサーマルシステムズは、古い装置を持つ顧客には、政府業界の冷媒要求に適合するようにシステムを改造する支援を行っています。

試薬保管チャンバから確認しなければならない独特の特性がたくさんあるので、専用冷却システムの構成は、性能と長寿命を最適化するように求められます。レアドサーマルシステムズは、強力な技術設計サービスを提供し、オンサイトでのコンセプト創出や熱モデル生成、機械設計と電子設計、ラピッドプロトタイピングをサポートしています。当社はまた、各医療業界の独特なコンプライアンス標準規格に適合するため、振動試験サービスも提供しています。



レアドサーマルシステムズは、試薬冷却応用機器向けコンプレッサベースの冷蔵システムを設計・製造しています

## 結論

試薬保管システムの熱管理は、ますます難しくなっています。電力密度は増加し続ける一方で、フォームファクタ（大きさ・寸法）の要求は小型化に進んでいます。試薬の寿命は、温度の不安定に大きく左右されます。試薬保管チャンバでは、コンプレッサベースの冷蔵システムが最も効率が高く、信頼性の高い熱制御方法です。レアドサーマルシステムズは、より小型のパッケージサイズで試薬保管装置の正確な熱制御を提供しており、より低騒音で環境にやさしく、運転コストもより安いことを確認しています。

カスタム仕様のコンプレッサベースの冷蔵システムの詳細は次のURLをご覧ください；

<https://www.lairdthermal.com/products/custom-solutions/liquid-cooling-systems-medical-diagnostics>

## レアドサーマルシステムズとは

レアドサーマルシステムズは、世界の医療や、工業、輸送、通信の各市場にまたがり要求の強い応用に向けた熱管理ソリューションを提供しています。当社は、能動的な熱電冷却器や冷却アセンブリから温度コントローラ、液冷システムまで、この業界で最も広く多岐に渡る製品ポートフォリオの一つを製造しています。当社のエンジニアは、先進の熱モデルと管理技術を駆使、複雑な熱や温度制御の問題を解決しています。広範囲の設計、試作、社内試験能力を提供することによって、当社は、製品開発の全体を通して、リスクを削減し市場投入期間を加速するため、顧客と密接に協力しています。当社の世界的な製造とサポートのリソースが顧客を支援し、顧客の生産性を最大に高め稼働時間を伸ばし、性能や品質を大きく上げます。レアドサーマルシステムズは、標準品あるいはカスタム品の熱管理ソリューションのための最適な選択肢と言えます。詳細を次のURLをご覧ください； [www.lairdthermal.com](http://www.lairdthermal.com).

## レアドサーマルシステムズへの連絡先

レアドサーマルシステムズに関するご質問やお問い合わせは、ウェブサイトをご覧ください； [www.lairdthermal.com](http://www.lairdthermal.com).

Refrigeration-Systems-for-Reagent-Storage-Application-Note-JP-052620

© Copyright 2020 Laird Thermal Systems GmbH. All Rights Reserved. Laird, Laird Technologies, Laird Thermal Systems, the Laird Logo, and other word marks and logos are trademarks or registered trademarks of Laird Limited or an affiliate company thereof. Other product or service names may be the property of third parties. Nothing herein provides a license under any Laird or any third party intellectual property rights.