

一般社団法人 日本冷凍食品協会殿主催

第4回 急速凍結並びに製品の温度管理に関する講習会

急速凍結設備について



1. 急速凍結

◆急速凍結とは

対象製品の中心温度が**最大氷結晶生成帯を概ね30分以内**で凍結させること

⇔緩慢凍結 …最大氷結晶生成帯の通過に時間を要すると

氷結晶が大きくなり、細胞を破壊する可能性がある。

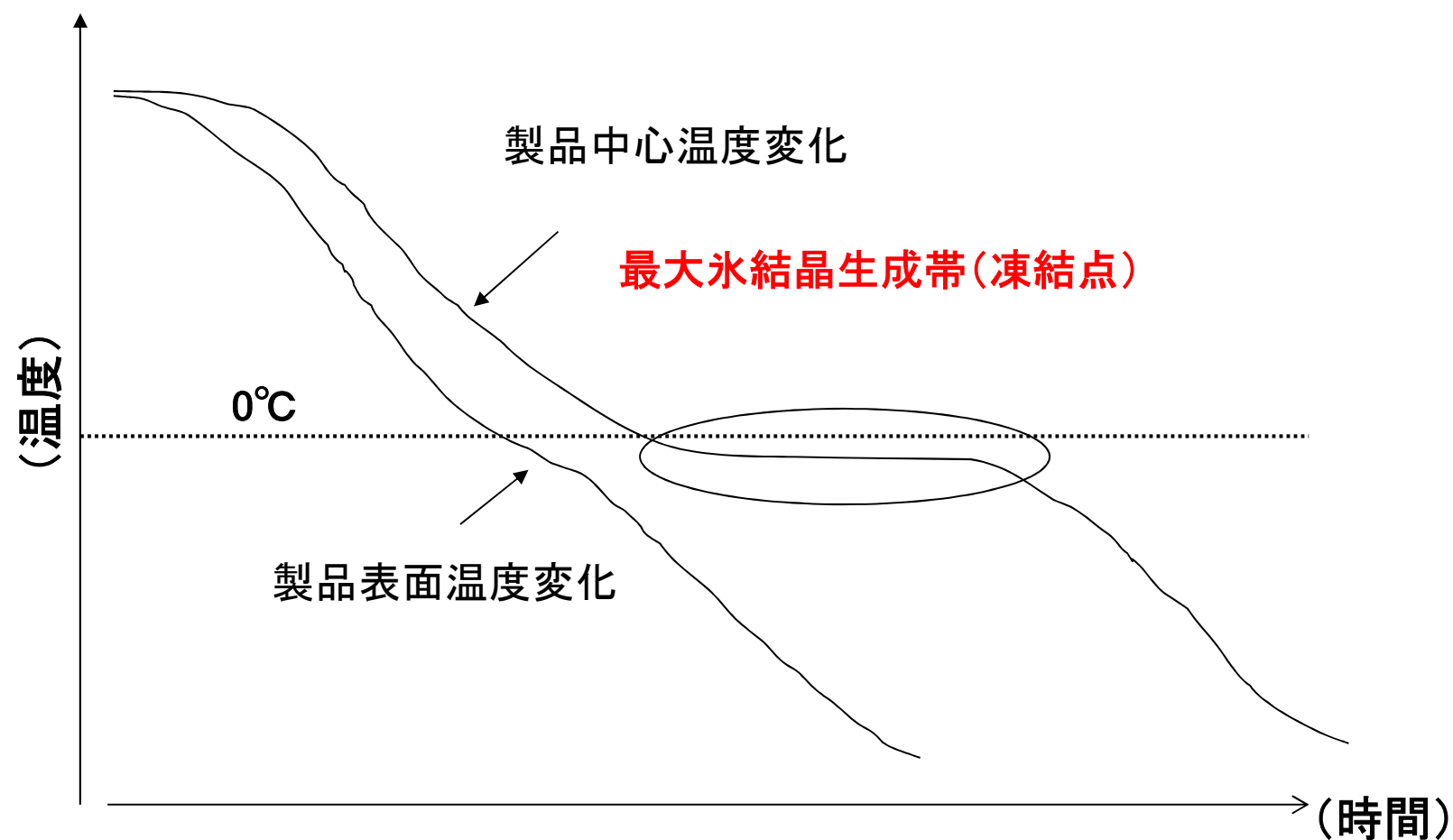
よって食品本来のおいしさ、風味等が失われる可能性がある。

◆凍結温度

対象製品の中心温度が -18°C 以下まで凍結させる

冷凍食品の製造には、その製品の凍結条件に適した
急速凍結設備が必要となる。

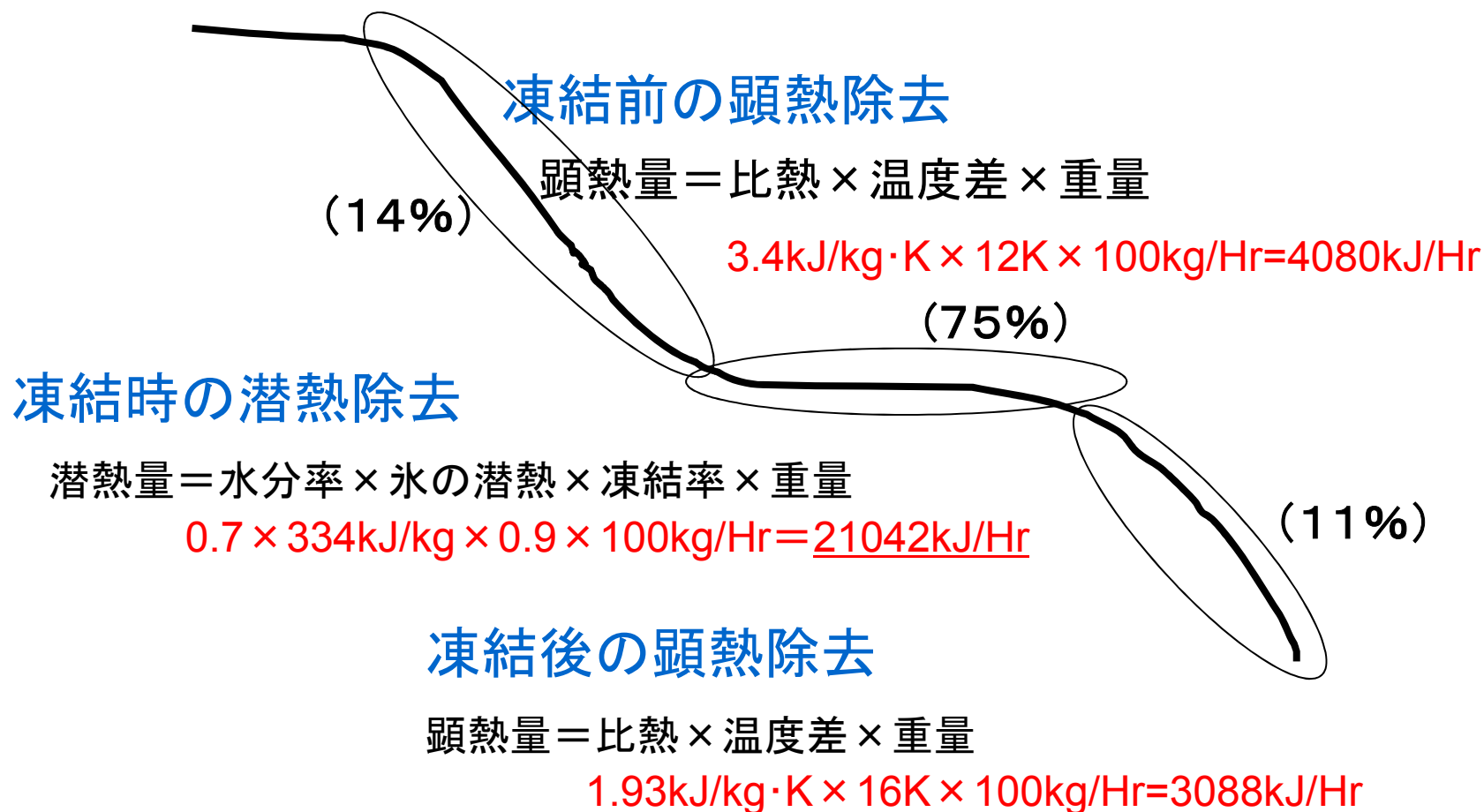
食品凍結曲線より最大氷結晶生成帯



製品冷却負荷

(サンプル: 魚: 水分70%、脂質5%、100kg/Hr処理)

(凍結点: -2°C 、製品温度: $+10 \rightarrow -18^{\circ}\text{C}$)



2. 急速凍結設備

急速凍結設備の設計・選定には次の項目の検討が必要です。

- 1) 製品条件 : 外形、重量、比熱 他
- 2) 生産量 : 1時間(1日)当たりの量
- 3) 凍結時間 : 設備メーカーでのテストが必要
- 4) 製品の初温・終温
- 5) 設置スペース : 製造エリア・冷凍設備設置場所の確認、動線
- 6) 凍結方式 : 連続式 or バッチ式
- 7) その他

▼凍結テスト …凍結時間の確認
▼熱負荷計算 …必要冷凍能力の算出
▼凍結設備設計
▼凍結方式 …ベストな急速凍結設備選定

3. 急速凍結設備の種類

急速凍結設備は、大きく分類すると**2種類**あります。

A. バッチ式急速凍結設備

1)リーチイン式バッチ凍結装置

各棚に製品を一定時間投入して凍結



【特徴】

- 1) 業務用・店舗向き
- 2) 少量多品種向き
処理能力：約10～50kg/H
- 3) 凍結時間：遅い
- 4) 設置スペース：省スペース
- 5) 高温からの凍結には不向き
- 6) 各メーカーより各種標準汎用機が販売されている。

2) 台車投入式バッチ凍結装置

トレーに製品を乗せ台車に積み上げて一定時間投入して凍結

①ランダム投入タイプ

【特徴】

- 1) 少～大量多品種向き
- 2) 処理能力: 約100～1000kg/H
- 3) 凍結時間 : やや遅い
- 4) 設置スペース : 条件により様々
- 5) 投入可能台車毎投入、取出しは一斉が多い
- 6) 1バッチが長時間として使用することが多い
- 7) 台車の設置位置、トレーの投入位置で温度ムラがしやすい。

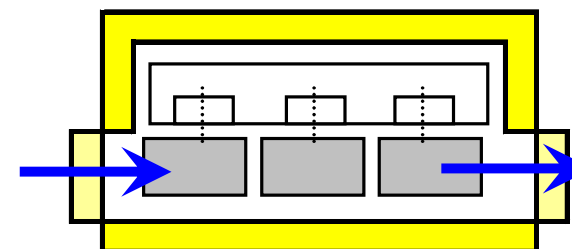


【参考平面図】

②通過投入タイプ

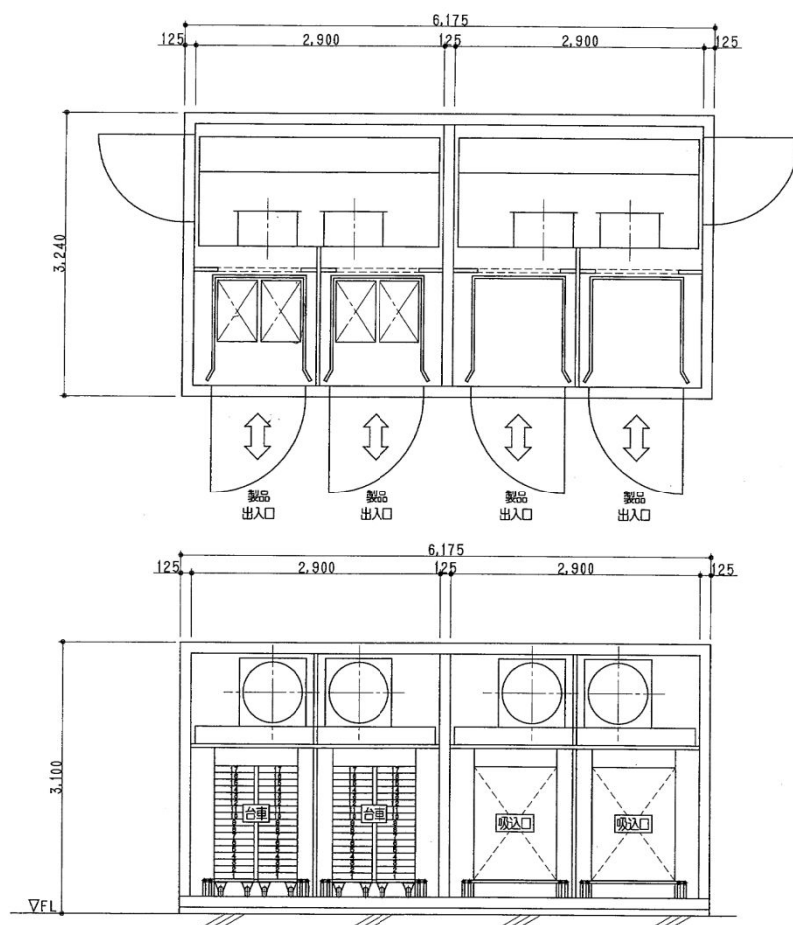
【特徴】

- 1) 少量生産向き
- 2) 処理能力: 約100～300kg/H
- 3) 凍結時間 : やや遅い
- 4) 設置スペース : 条件により様々
- 5) 投入順に台車取出すため管理し易い
- 6) 時間管理は比較的し易い
- 7) 差圧冷却方式により、各段の冷却ムラは少ない
但し、風上風下での温度差は生じる



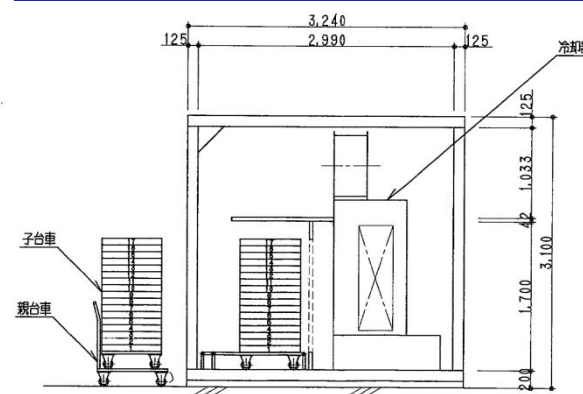
【参考平面図】

③個別投入タイプ



【特徴】

- 1) 少量生産向き
- 2) 処理能力: 約100~300kg/H
- 3) 凍結時間 : やや遅い
- 4) 設置スペース : 条件により様々
- 5) 個別に台車投入・取出すため温度、時間管理はし易い
- 6) 差圧冷却方式により、各段の冷却ムラは少ない
但し、風上風下での温度差は生じる

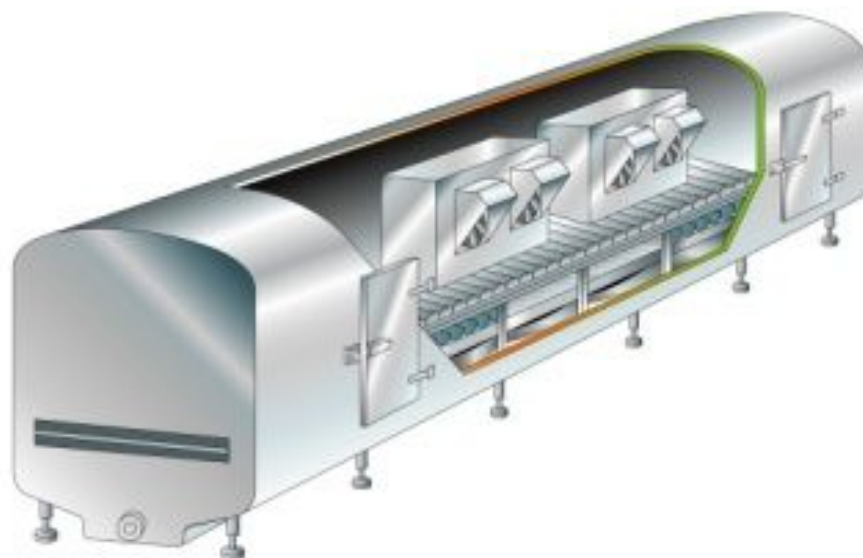


【参考図】

B.連続式急速凍結設備

1) 直線コンベア式凍結装置 【サーモウェーブ・ダッシュフリーザー】

直線式コンベアに製品を載せ自動搬送によって製品を凍結させる設備



【外観イメージ図】

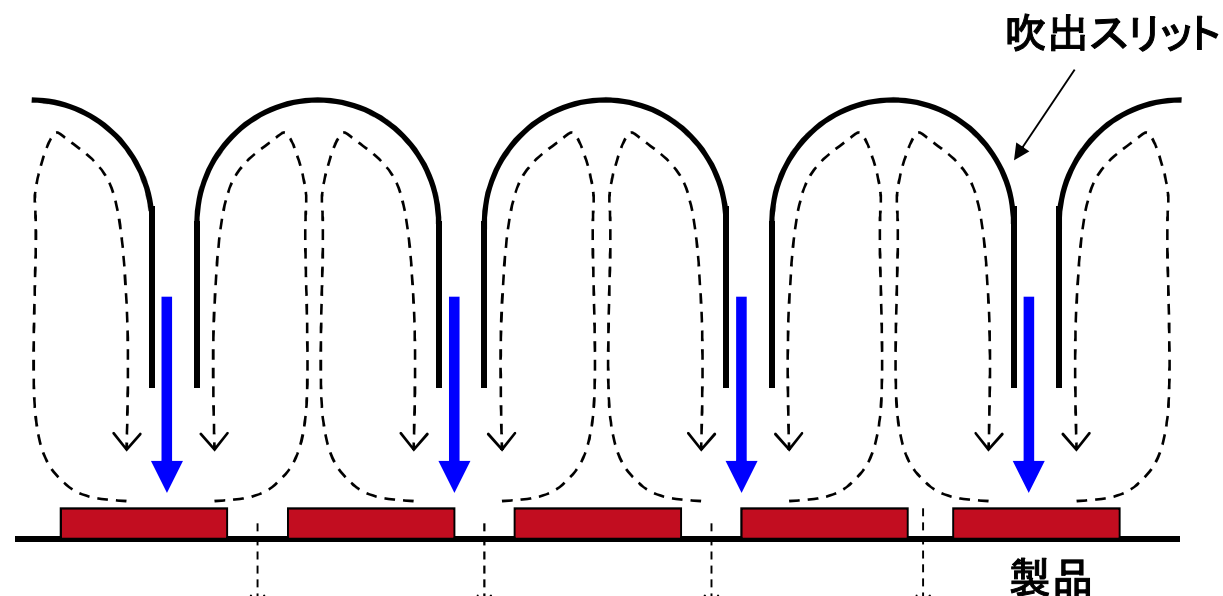
【特徴】

- 1) 中・大量生産向き
- 2) 処理能力: 約300～1,000kg/H
- 3) 凍結時間 : 速い
- 4) 設置スペース : 長手方向にスペース要
- 5) 各製品の凍結時間に合わせたベルト速度設定が可能
- 6) 製品の凍結ムラが少ない

【サーモウェーブ・ダッシュフリーザー】

サーモウェーブフリーザーの送風方式

吹出しスリット採用で効率良く製品に冷風をあてる



- ・製品に上から縦吹きに冷風を強く当てる
- ・スリット下部通過時は、緩やかな風をあて、表面に出てきた熱を除去する
- ・スリットより吹出す風はほぼ均一なため凍結ムラがない

近年は送風機の性能向上、庫内の通風方式の改善により
吹出し風速10～15m/s、高速タイプで30m/s吹き出しもあり
凍結スピードが10～30%向上(5→15m/s時)

【サーモウェーブ・ダッシュフリーザー】

吹出しスリット



【サーモウェーブ・ダッシュフリーザー】

ベルトコンベアの種類



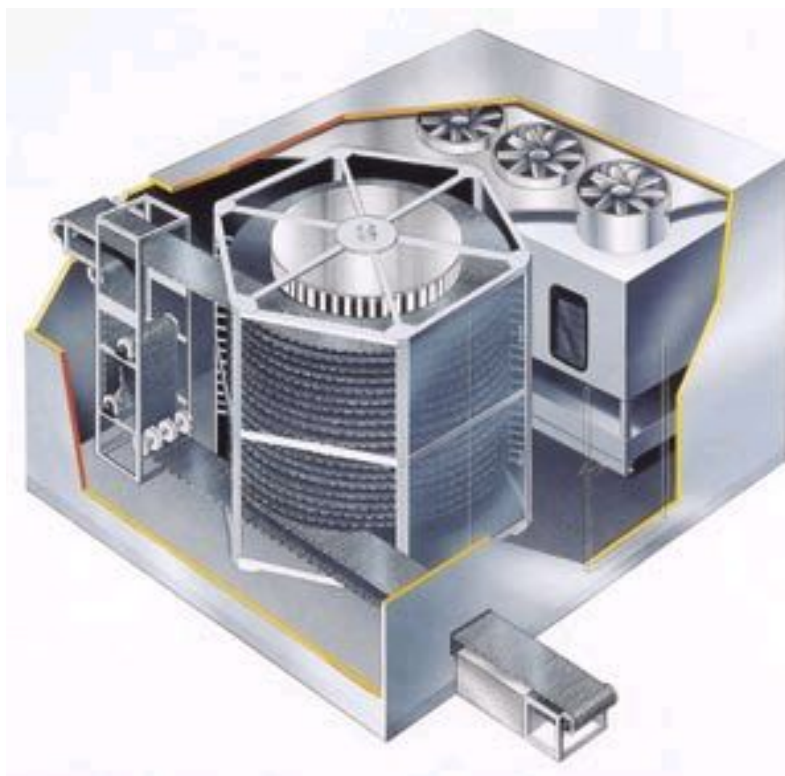
バランスネットベルト



スチールベルト

2) スパイラルコンベア式凍結装置 【サーモスパイラルフリーザー】

螺旋式コンベアに製品を載せ自動搬送によって製品を凍結させる設備



【外観イメージ図】

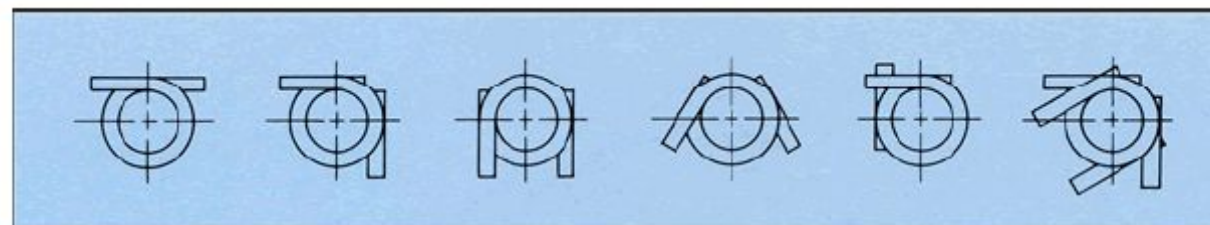
【特徴】

- 1) 大量生産向き
- 2) 処理能力: 約500~2,000kg/H
- 3) 凍結時間 : やや遅い
- 4) 設置スペース: 高さ方向にスペース要
- 5) 各製品の凍結時間に合わせたベルト速度設定が可能
- 6) 製品の凍結ムラが比較的少ない
- 7) 前後ラインで傾斜コンベアが必要
(シングルドラムスパイラルコンベアの場合)

【サーモスパイラルフリーザー】

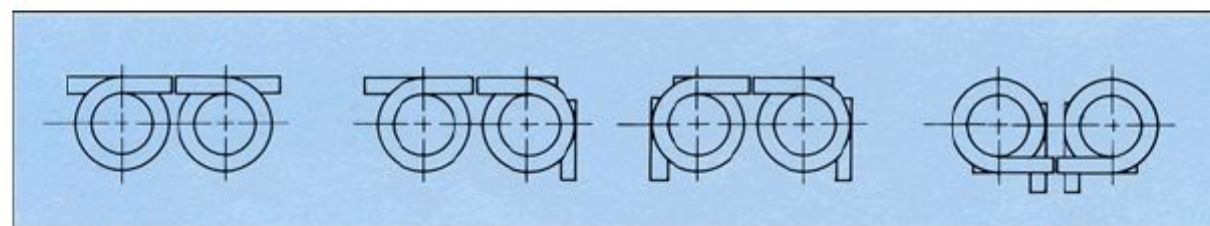
コンベアの種類

シングルドラム

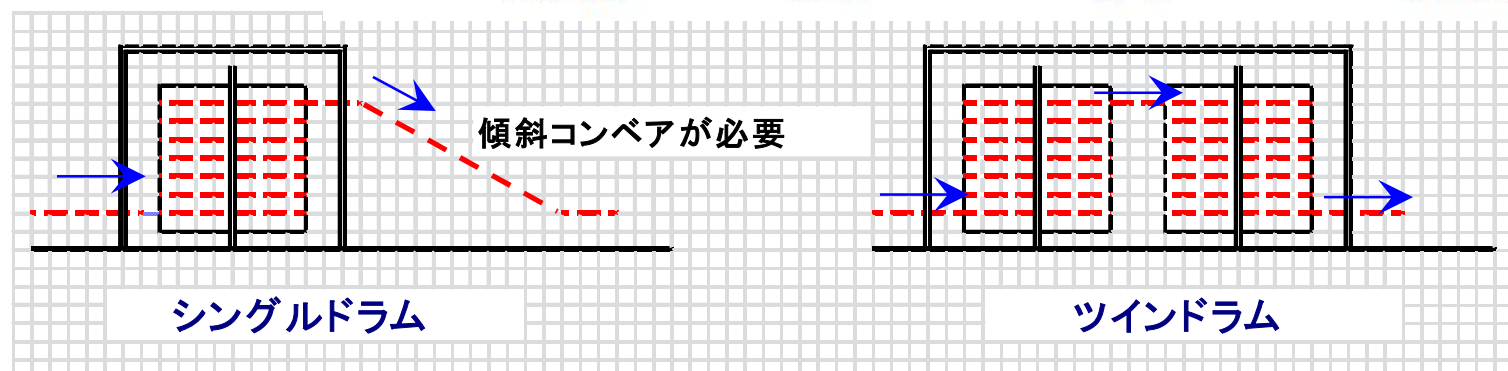


シングルドラム ストレート形 シングルドラム 90° 形 シングルドラム 180° 形 シングルドラム 60° 形 シングルドラム クロスオーバー形 シングルドラム マルチベルト形

ツインドラム



ツインドラム ストレート形 ツインドラム 90° 形 ツインドラム 180° 形 ツインドラム クロスオーバー形



【サーモスパイラルフリーザー】

コンベアベルトの種類

オムニフレックス

薄板をコの字型に曲げ5φのバーを貫通させたタイプで最も強度なベルトです。サイズは(縦ピッチ25.4×横ピッチ12.7)m/mと(縦ピッチ25.4×横ピッチ12.7)m/mの2種類があります。又、材質もステンレススチール(SUS304)製と亜鉛メッキカーボンスチールと2種類用意してあります。



オムニグリッド

直進、曲線が自由自在に出来る特殊なコマに5φバーを渡したタイプで最も軽量なベルトです。サイズは縦ピッチが19.05m/m及び25.4m/mの2種類あります。材質はステンレススチール(SUS304)製です。



ファイラメッシュ

オムニグリッドベルトに螺旋線を組み込んだもので小さな製品の搬送に適したベルトです。サイズは縦ピッチが19.05m/m及び25.4m/mの2種類で螺旋線は1.2φ～2.6φの線径でピッチは自由に選択できます。材質はステンレススチール(SUS304)製と亜鉛メッキスチールと2種類用意しております。



スモールラジラス

スパイラルコンベアーの小型化をはかるためにあらたに開発されたもので、このベルトを使用するとセンタードラムの直径がベルト巾の2倍(標準型はベルト巾の4.4倍)です。つまり一層の少スペース化が可能です。此れ等のスモールラジラスベルトを使用したミニスパイラルコンベアーは急速冷凍装置として最も適した機種と云えます。冷凍機、パネル等を組み付け、完成品として一括納入を致します。



片ハイフランジ

オムニグリッド、ファイラメッシュの両端の特殊なコマを高くしたタイプで製品の落下の防止致します。サイズ、材質とも、オムニグリッド、ファイラメッシュと同じものが製作できます。標準として高さ(H)は25m/m～75m/mまで用意してあります。



両ハイフランジ

オムニグリッド、ファイラメッシュの両端の特殊なコマを高くしたタイプで製品の落下の防止致します。サイズ、材質とも、オムニグリッド、ファイラメッシュと同じものが製作できます。標準として両端上下にフランジ付き高さ(H)は25m/m～75m/mまで用意してあります。



3) 凍結設備のオプション機能について

①ADF自動霜除去システム

- ・長時間運転対応
- ・冷却器の着霜が多い製品への対応

◆冷却器着霜による影響

庫内の空気が循環しない



庫内温度の上昇



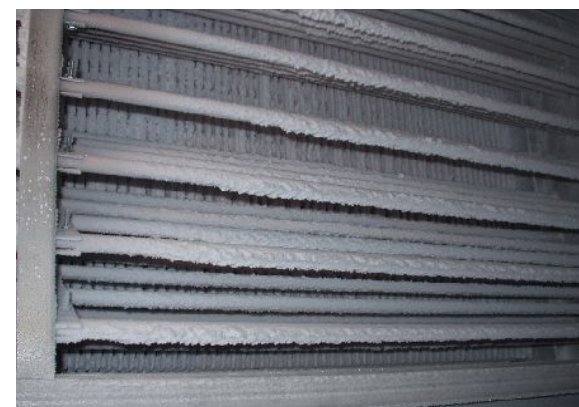
製品が所定温度まで凍結できない

冷媒が蒸発しないため液戻り運転となるため

冷凍機械を損傷させる可能性がある



【ADF自動除霜装置】



着霜が進行した状態

②CIP自動洗浄システム

- ・洗浄作業の簡素化・自動化
- ・汚れが発生するフリーザー向き

【CIP洗浄 プログラム例】

製造作業終了時に指令ボタンにより

自動洗浄運転開始

1)冷却器デフロスト 20分

2)庫内温水洗浄 10分

3)発泡洗浄 20分

※ホールド時間含む

4)リンス 20分

5)水切り 10分

6)お客様による手洗浄・確認



【CIP洗浄装置本体】



【庫内側 洗浄ノズル】

③蒸気殺菌システム

- ・フリーザー内の衛生環境をいつまでも保ちたいユーザー様に推奨
- ・蒸気で庫内を+90℃迄昇温・保持し庫内を殺菌させる



【庫内側 蒸気配管】



【蒸気殺菌対応フリーザー】

断熱パネル組仕様のフリーザーでは、蒸気に対しての耐久性がないため、低温・高温対応の一体型構造フリーザーとなります。

4. 急速凍結設備に求められること

- ・凍結速度が優れていること

- ： 構造、送風方式等

- ・対象製品凍結にあった設備が選択できること

- ： 連続式フリーザー or バッチ式フリーザー

- ・洗浄、メンテナンスが容易な構造

- ・エネルギー効率が良いこと

- ： 付帯する冷凍システムも含めての効率を考慮

- ・オプション機能が充実していること

- ： 必要なオプションの選択

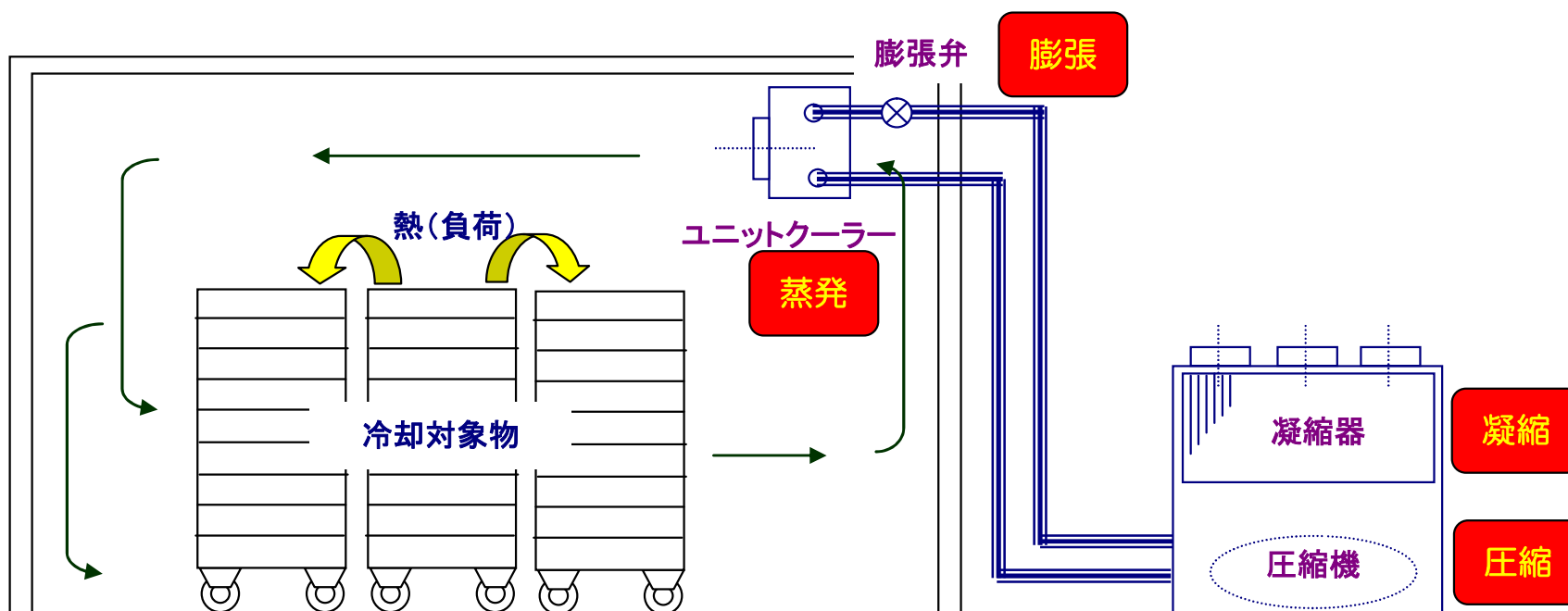
- ・自然環境を考慮したシステム

- ： 将来的には、自然冷媒への切換えも検討

5. 冷媒問題について

◆冷媒とは

冷凍サイクルの中で冷凍機によって冷やされた熱を伝達しているもの



◆冷媒の種類

| 冷媒の種類 | 代表冷媒の構造式 | 備 考 |
|--|--|--|
| CFC（クロロフルオロカーボン） 主な冷媒：R11, R12 塩素(Cl)があるためオゾン層を破壊する | R-12 $ \begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{F} - \text{C} - \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array} $ | オゾン層破壊に大きく影響する冷媒として1989年発効のモントリオール議定書により先進国では1995年全廃となっている。 |
| HCFC（ハイドロクロロフルオロカーボン） 主な冷媒：R22 水素を含むのでオゾン層への影響が少ない | R-22 $ \begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{F} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{Cl} \end{array} $ | オゾン層破壊にする物質として2020年製造停止。段階的に削減スケジュールが設定されている。 別途 スケジュール表添付 現在でも全産業の冷凍・空調設備で最も使用されている冷媒である。 |
| HFC（ハイドロフルオロカーボン） 主な冷媒：R134a, R32 ※混合したR404a, R407C, R410aが主流 塩素を含まないのでオゾン層を破壊しない 但し、地球温暖化に影響する物質を有する | R-32 $ \begin{array}{c} \text{F} \\ \\ \text{F} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $ | オゾン層破壊係数を持たない冷媒として、2000年以降広く普及している。 但し、他の環境問題に影響している。 →地球温暖化に影響する物質を有している冷媒 |
| 自然冷媒 主な冷媒：R717(アンモニア), R744(炭酸ガス) R290(プロパン), R600(ブタン), R729(空気) 自然界に存在する物質 温暖化の影響は少ないが性能・安全面での問題がある | | エタン、メタン、イソブタン…可燃性が高く安全面で管理、扱いが難しい アンモニア…フロン冷媒が主流になる以前は多くの冷凍設備で使用されていた。 |

冷媒の種類・用途・安全性

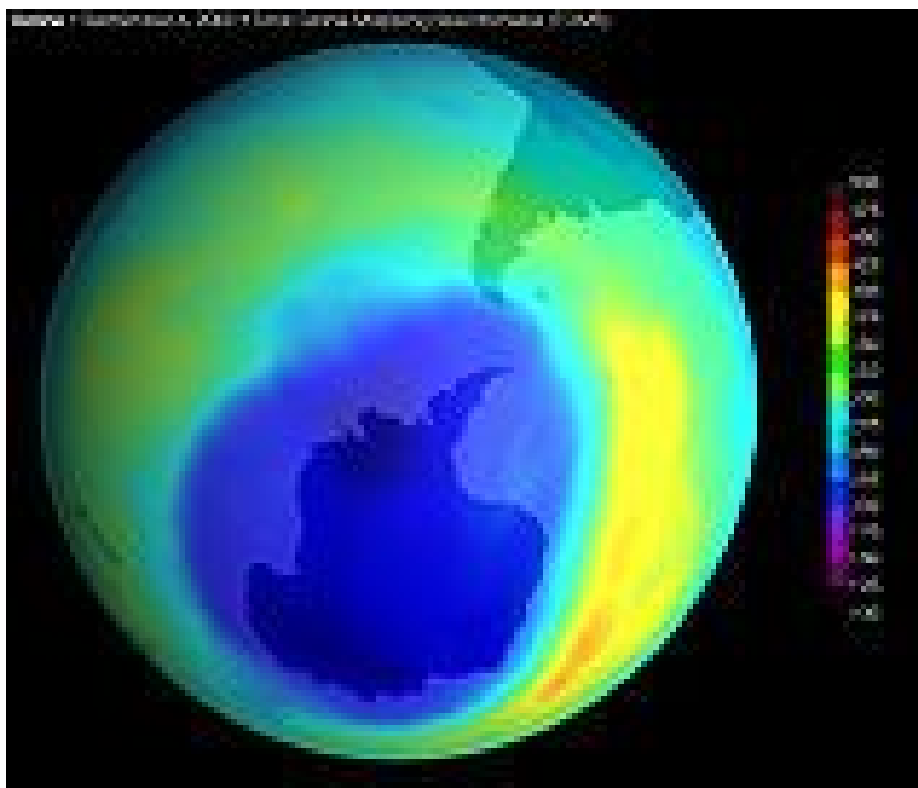
(「冷凍空調手帳」に記載している冷媒が主体 日本冷凍空調学会出版)

| 冷媒 | 分類 | 沸点温度 ℃ 101.325kPa | 使用温度帯 | | | | 安全グループ | | | | | ODP | GWP |
|-----------------|------|-------------------------|-------|---|---|---|--------------|----|-------|----|----|-------|------|
| | | | 極低 | 低 | 中 | 高 | ASHRAE 34 規格 | | | | | オゾン | 地球温暖 |
| | | | | | | | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | 破壊係数 | 係数 |
| R717 アンモニア | 自然冷媒 | -33.3 | | | | | | | | | ○ | 0 | 0 |
| R22 | HCFC | -40.8 | | | | | ○ | | | | | 0.055 | 1810 |
| R23 | HFC | -82.1 | | | | | ○ | | | | | 0 | 1480 |
| R32 | HFC | -51.65 | | | | | | ○ | | | | 0 | 675 |
| R123 | HCFC | 27.69 | | | | | | | | ○ | | 0 | 77 |
| R125 | HFC | -48.08 | | | | | ○ | | | | | 0 | 3500 |
| R134a | HFC | -26.07 | | | | | ○ | | | | | 0 | 1430 |
| R143a | HFC | -47.23 | | | | | | ○ | | | | 0 | 4470 |
| R1234yf | HFO | -29 | | | | | | ○ | (申請中) | | | 0 | 4 |
| R1234ze | HFO | -19 | | | | | | ○ | (申請中) | | | 0 | 6 |
| R404a | 混合 | -46.22 | | | | | ○ | | | | | 0 | 3920 |
| R407C | 混合 | -43.6 | | | | | ○ | | | | | 0 | 1770 |
| R410a | 混合 | -51.4 | | | | | ○ | | | | | 0 | 2090 |
| R410b | 混合 | -51.4 | | | | | ○ | | | | | 0 | 2230 |
| R507a | 混合 | -46.7 | | | | | ○ | | | | | 0 | 3990 |
| アイセオンMO89 | 混合 | -56 | | | | | データなし | | | | | 0 | 3040 |
| HC12a NECO冷媒 | 自然冷媒 | データなし | | | | | | | ○ | | | 0 | 8 |
| HC22a NECO冷媒 | 自然冷媒 | データなし | | | | | | | ○ | | | 0 | 8 |
| R718 水 | 自然冷媒 | 100 | | | | | ○ | | | | | 0 | 0 |
| R290 プロパン | 自然冷媒 | -42.1 | | | | | | | ○ | | | 0 | 3.3 |
| R600 ブタン | 自然冷媒 | -0.49 | | | | | | | ○ | | | 0 | ? |
| R600a イソブタン | 自然冷媒 | -11.75 | | | | | | | ○ | | | 0 | 4 |
| R744 炭酸ガス | 自然冷媒 | -78.4 | | | | | ○ | | | | | 0 | 1 |
| R729 空気 | 自然冷媒 | -194.3 | | | | | ○ | | | | | 0 | 0 |

赤字: モントリオール議定書より規制冷媒

A: 低毒性 1: 不燃性
B: 毒性 2: 微燃性
3: 強燃性

◆オゾン層の破壊



地上10から50km
オゾン層あり

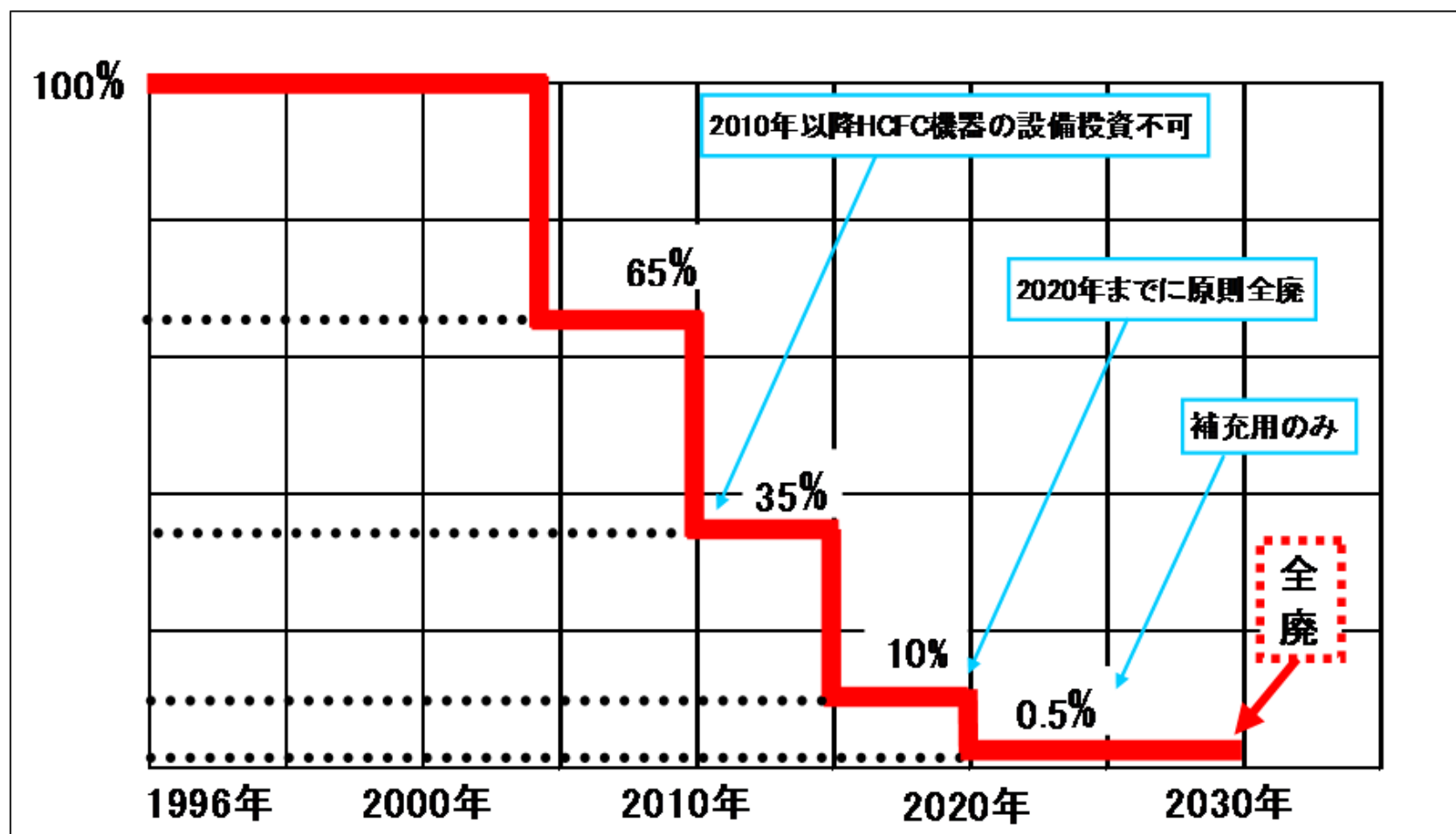
1974年 アメリカの学者
により、オゾン層の破壊
が指摘あり



フロン規制が始まる

R11,R12は禁止
R22は段階的規制

◆R22冷媒(HFCF)の削減スケジュール



◆冷媒規制の方向性

現状 オゾン破壊より,
地球温暖化の方が問題が大きくなってきている

GWP(地球温暖化係数)

アンモニア
 R22
 CO2

0
 1810
 1

今後、使用を続けてよいのか・・・？

R404a
 R410a

3920
 2090

【エアコン関連】
 R1234ze
 R32

6
 675

◆日本の冷媒動向・考え方

- 地球温暖化防止対策は複雑で様々な方法が提案
- 短期的には、冷媒や機器管理による使用時の漏えい量削減や機器廃棄時の冷媒回収の強化
- GWP, 経済性, 性能, 安全性を考慮
- R32派, HC派, HFO派, HFC派, Fガス規制派 入り乱れる状態
- 欧州におけるFガス規制の中 日本でもGWP規制が行われる可能性
(500前後の冷媒は規制の可能性)
- フロン税, 環境税などの可能性

～日本の冷媒動向(社)日本冷凍空調工業会報告より～

◆2020年冷媒問題への対策

経済面（コスト）

○ R-22設備の延命処置 （安価対策）

処理並び再生料金

貯蔵設備（法 規制あり）

○ 代替フロン冷媒

コスト・供給量・税金対象の可能性あり

環境面

○ 自然冷媒（経済産業省から）

従来よりNH3冷媒が利用されていたが、安全性上の制約から、一時大幅に減少。近年、安全性向上より、NH3冷媒を熱源として、ブラインやCO2での二次系設備をアナウンス

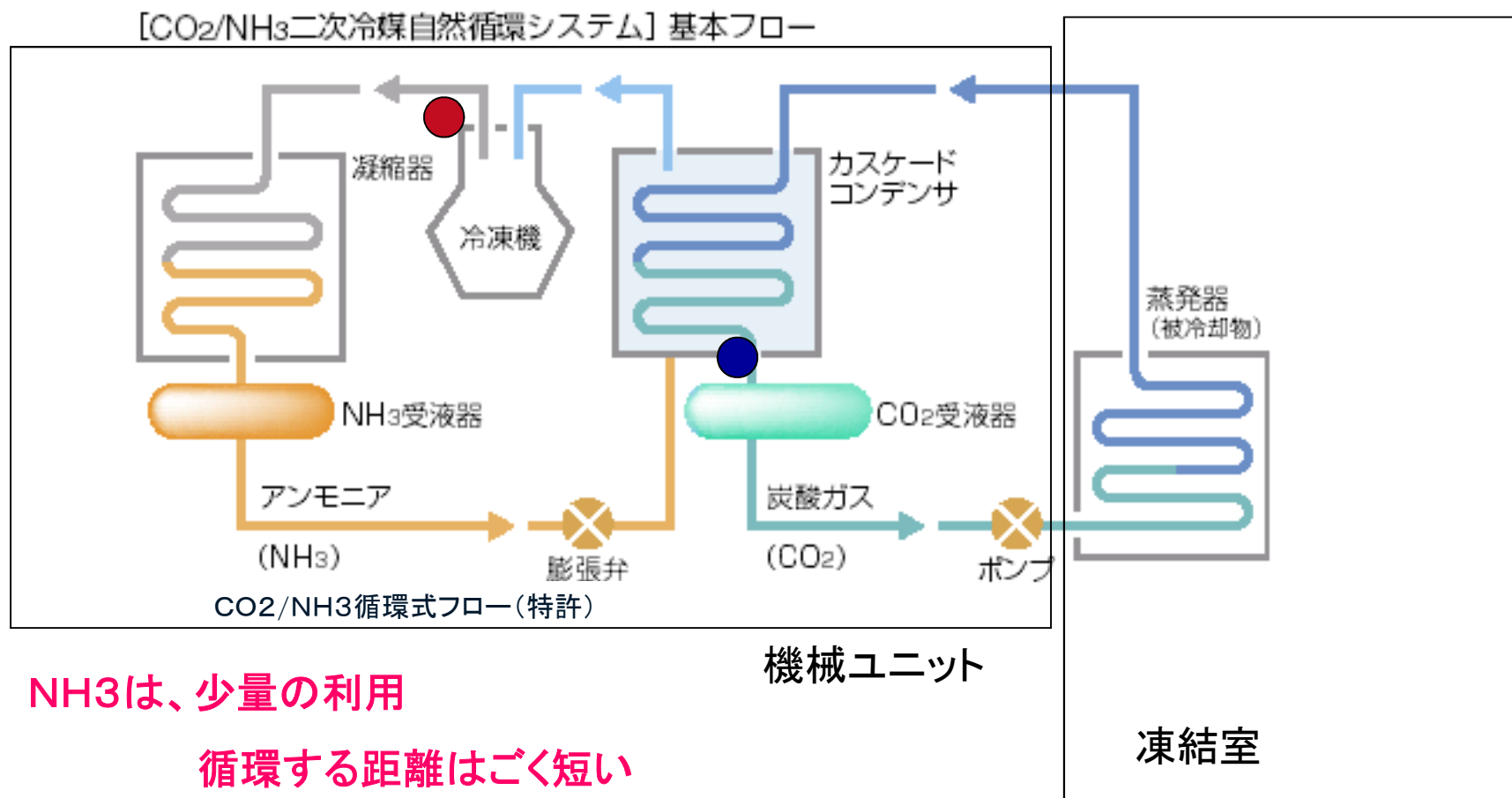
・・・自然冷媒冷凍設備に対しての補助金対応

CO₂/NH₃冷凍システム

C-LTSシリーズ のご案内

◆C-LTSシステムフロー

冷たいCO2で庫内を冷却する



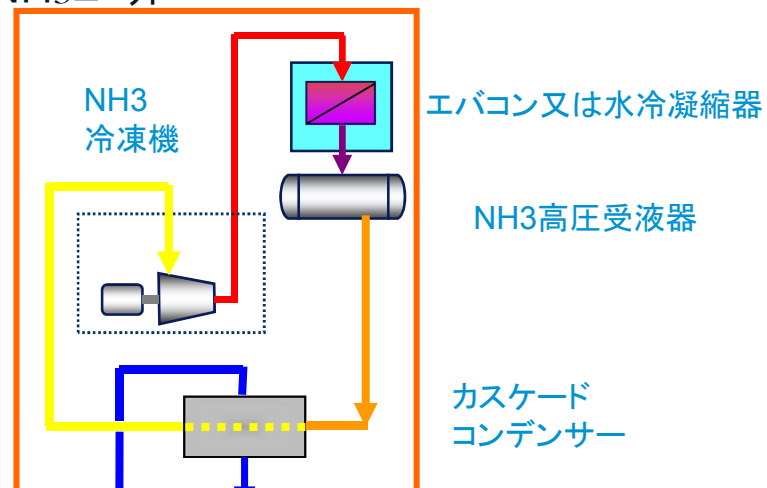
NH₃は、少量の利用

循環する距離はごく短い

負荷側(凍結室・フリーザー)には、安全なCO₂が循環

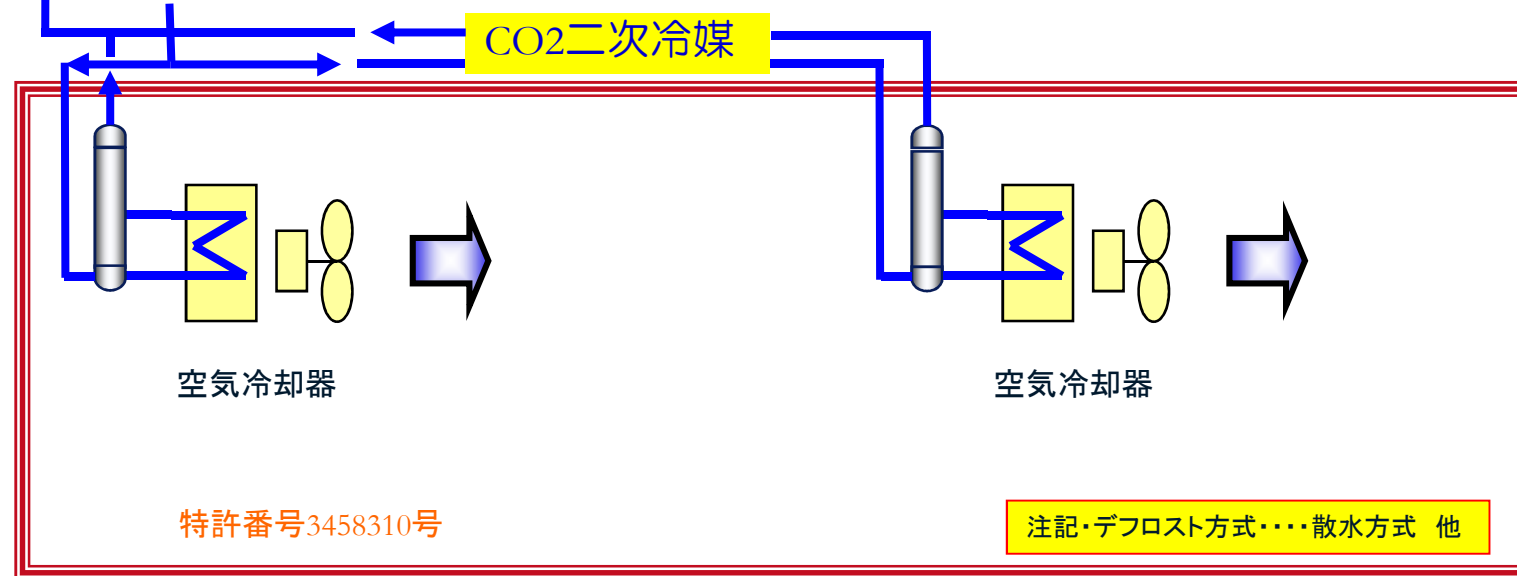
◆C-LTSシステムフロー ～フリーザー～

NH3ユニット

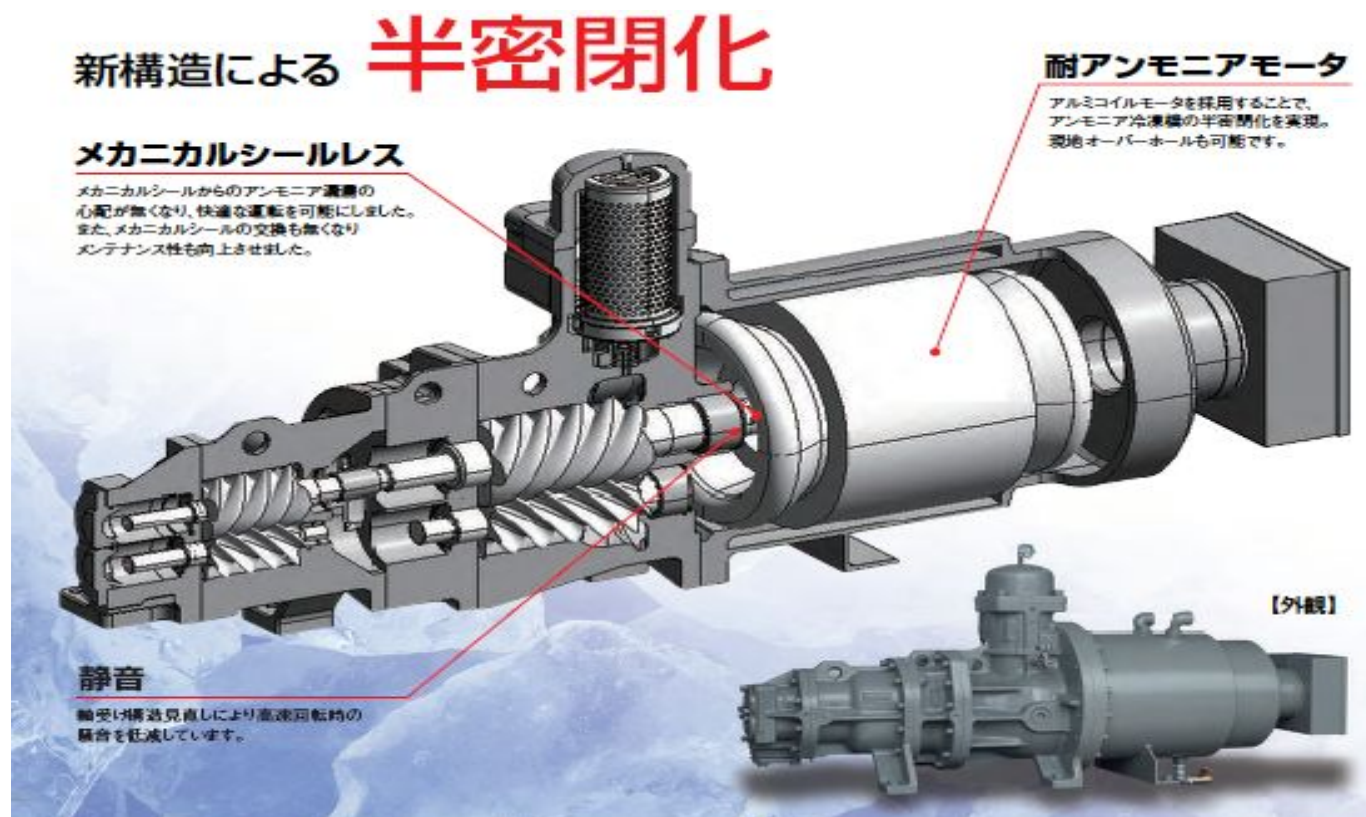


『特徴』

- 1) 地球環境に優しい自然冷媒
- 2) CO₂は環境に無害で、製品にも安全
- 3) 二次冷媒側に冷凍機油を使用せず
熱交換高効率(フロン設備比20%効率アップ)
- 4) 保管製品、製造品にも無害で安全



NH3半密閉スクリーューINV搭載



- 特長1) 新構造による圧縮機本体半密閉化
- 特長2) インバータによる回転数制御・抜群の省エネ性能、CO2削減効果
- 特長3) 能力増強機能(特許)
- 特長4) iZモニター搭載で充実した機能・ソフトスタート機構

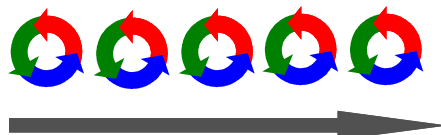
インバーターNH3スクリー冷却機搭載

★従来一定回転スクリー比 **35%**省エネ実現

省エネ効果

・20～100%無段階制御

インバーターによる回転数制御



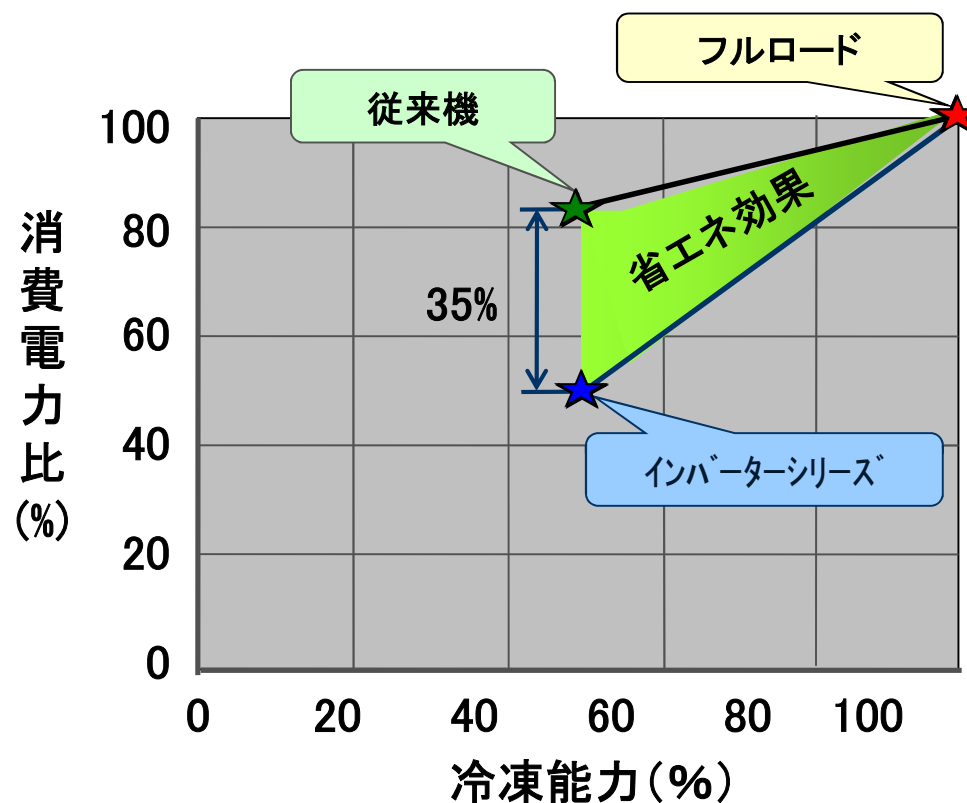
必要負荷が

50%のとき⇒約**35%**の省エネ

70%のとき⇒約**17%**の省エネ

80%のとき⇒約**10%**の省エネ

【負荷に応じた運転制御】



納入事例

某所納入

CO₂/NH₃自然循環システム

用途：スパイラルフリーザー用熱源機

機種：C-LTS-1100F-WP i × 3基

台数：110KW × 3基

環境省補助金 を利用



その他の自然冷媒冷凍設備に対する補助金例

- 補助金名: 平成27年 先進技術を利用した省エネ型自然冷媒機器普及促進事業
- 所轄官庁: 環境省 ※一部国土交通省連携事業
- 申請窓口: 一般財団法人 日本冷媒・環境保全機構 (JRECO)
- 総予算額: 62.0億
- 補助対象事業: 自然冷媒を使用した省エネ性に優れた冷凍設備
- 補助率
- ・冷凍冷蔵保管庫 冷凍機器対象経費の 1/2
 - ・ショーケース ショーケース他対象経費の 1/3
 - ・食品製造用 冷凍機器対象経費の 1/3
- 補助金事業期間: 原則単年度
- * 2016.2月末迄に対象事業の実施・完成、支払完了
- スケジュール: 4月17日～5月18日 公募期間
- 7月上旬 交付決定
- * 公募に対して予算残があれば2次公募となる可能性あり

まとめ

- ・対象製品に適した凍結装置の選定
- ・エネルギー効率の高い装置の採用

→ 食の安全、安心の確保を行いながら
地球環境に優しい製品作りへ