

業界ニュース

空調・冷凍業界に於ける次世代低GWP・ノンフロン冷媒動向

2017年4月、招待者様を対象に「ノンフロン次世代冷媒R-514A採用 新型ターボ冷凍機製品発表会」を開催しました。その基調講演として、[環境エネルギーネットワーク21](#) 理事長 岸本 哲郎 氏に「空調・冷凍業界に於ける次世代低GWP・ノンフロン冷媒動向」をご講演いただきました。

冷媒の誕生から次世代冷媒の動向まで、興味深い内容であり、特に冷媒に関わる環境対策をご検討されている方にとって、非常に役立つ情報と思われま

今回は、この講演内容を3回にわたり解説する特集の第2回目です。

「空調・冷凍業界に於ける次世代低GWP・ノンフロン冷媒動向」の概要解説

【第2回】 (3) 低GWP冷媒、ノンフロン冷媒の開発

[講演資料ダウンロードはこちら](#)
ぜひ解説と併せてご覧ください。

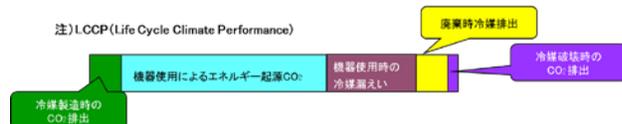
次世代冷媒に要求される条件 (スライドNo.14~20)

次世代冷媒に要求される条件は「安全性」「環境性」「性能」「経済性」の観点で検討されます。

次世代冷媒に要求される条件

安全性	・毒性が低い ・可燃性リスクが少ない
環境性	・オゾン層破壊係数=0 ・温暖化係数極めて低い
性能	・LCCPが優れている (注) ・冷房時性能が同等程度
経済性	・妥当なコスト ・新興国でも許容できること

注) LCCP (Life Cycle Climate Performance)



また、冷媒の性能に関する要求事項の一つである“LCCP (Life Cycle Climate Performance / 製品寿命気候負荷)”は、全体的に小さいことが優れていることとなります。LCCPの一般的な内訳が、スライド14下部に図示されています。

● フッ素とは (スライド15)

フッ素原子とフッ素の製造過程について解説されています。フッ素同士が結合したF₂分子は周りの物質を酸化してしまう強力なガスとして有名ですが、炭素との結合(D-F結合)は非常に強く、この結合を有する化合物は優れた耐熱性、耐薬品性、耐酸化性、耐光性を示すことから、さまざまな製品に使われています。

● 代表的な冷媒の分子構造と冷媒との関係 (スライド16)

スライド16には代表的な冷媒の分子構造が示されています。それぞれの分子の特徴は次の通りであり、各冷媒の特性が分かります。

<分子の特性>

- CL (塩素) 分子は、オゾン層を破壊する
- H (水素) 分子が増えると燃焼性が高くなるがGWPは低くなる
- F (フッ素) 分子が増えると安定化しGWPは大きくなる

<冷媒の特性>

- R12 (CFC12)
CL分子が2つ含まれるため、ODP (オゾン層破壊係数)が高い冷媒
- R22 (HCFC22)
H分子が加わりR12に比べるとGWPは低下しているが、現在の基準では非常に高いレベル
- R32 (HFC32)
比較的新しい冷媒であるが、H分子が二つ結合しておりGWPは低いが「微燃性冷媒」に区分されている

● 冷媒の分子構造 (スライド17)

冷媒として構成できる元素「H (水素)・C (炭素)・N (窒素)・O (酸素)・F (フッ素)」の5種類とその特長について解説されています。

● 空調用機器の冷媒の候補一例 (スライド18)

空調用機器の冷媒候補一例が表でまとめられています。

HFC冷媒の次世代冷媒の代表的な3冷媒「R32」「R1234yf」「R1234yf混合」はいずれも「A2L (微燃性冷媒)*」であり、早期の温暖化対策の推進にはこの微燃性冷媒も賢く使用せざるを得ないのではないかとされています。

R32はすでに普及が始まっており、R-1234yf、R-1234yf混合冷媒は数種類が冷媒メーカーから提案が行われています。

*微燃性冷媒：可燃性がわずかに認められる冷媒のこと

空調用機器の冷媒の候補一例

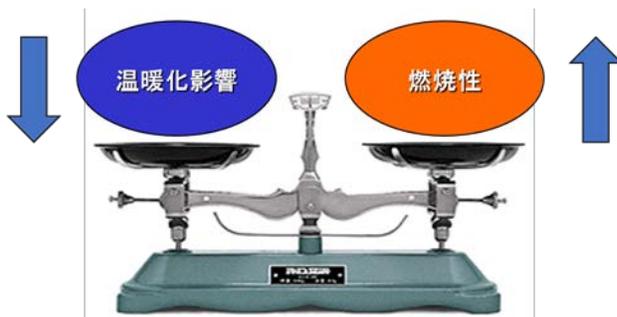
候補冷媒と特性

冷媒	冷媒物性						
	温暖化係数 GWP	理論効率 (R22比)	オゾン破壊	燃焼性 ASHRAE	毒性	凝縮圧力 MPa	
HCFC R22	1810	100	0.05	A1	低	1.73	
HFC	R407C	1770	99	0	A1	低	1.86
	R410A	2090	92	0	A1	低	2.72
	R32	675	97	0	A2L	低	2.80
	R1234yf	4	90	0	A2L	低	1.16
	R1234yf混合	?	?	?	A2L	低	?
その他の冷媒	アンモニア (R717)	0	106	0	A2L	高	1.78
	プロパン (R290)	3以下	98	0	A3	低	1.53
	CO ₂ (R744)	1	41	0	A1	低	10.00

早期に温暖化対策を推進するには、微燃性の冷媒も賢く使用せざるを得ないのではないかと

● 次世代冷媒の特性と課題 (スライド19)

現状の冷媒の多くは温暖化影響と燃焼性は相反する関係にあり、冷媒の温暖化影響を低減するためには微燃性冷媒を採用せざるを得ない状況にあります。



● 冷媒の安全性基準の改訂動向例 (ASHRAE34など) (スライド20)

ASHRAE (アメリカ暖房冷凍空調学会) Standard 34という冷媒の安全性基準では、燃焼しても危害が少ない区分として、新区分「2L」が設置されました。Standard 15という基準では、施設基準を審議中とのこと。

これに並行してIEC (国際電気標準会議) で同様の改正が進んでいます。

2Lに期待する事項は「1.着火困難」、「2.継続して火炎伝播しない」、「3.燃焼しても被害が小さい」の3つとされています。

新たな指標について (スライドNo.21~24)

● IPCC 5次報告書より GTP (スライド21、22)

気候変動に関する政府間パネルである「IPCC」の5次報告書 (2013年9月30日に発表) に、気候変動影響の新たな指標としてGTP (地球温度変化係数) が提案されました。IPCCでは、現在使われている指標であるGWPやLCCPにGTPを加えた3つの指標を駆使することによって、

省エネ性、安全性、経済性などを総合的に評価することができるよう、課題解決に取り組んでいます。

● IPCC第5次評価報告書 (AR5) におけるGTPの説明 (スライド22、23)

GWP : 赤外線を吸収する能力の相対値

GTP : 世界平均気温を上げる能力の相対値

「地球の温度変化は、赤外線吸収と比例関係になく、特に短寿命物質では、GTP 値とGWP値は大きく異なる」

【ポイント】

- GTPは、気候の応答性や大気と海洋の熱交換を考慮することにより、GWPに比べ、より深い物理的なプロセスを考慮したものになっています。
- GTPは、対象とする化学物質の大気中での適応時間と気候システムの応答時間の双方を含んだものです。

このことは冷媒に高い関心を持つ方には興味深い内容ですが、今後このGTPがGWPに替わって「温暖化に対する影響を示す指標」として一般的になるかどうかは分かりません。

● AR5におけるGWP と GTPの値 (スライド24)

	寿命 (年)	GWP100	GTP100
CO ₂	交錯している	1	1
R23	222	12400	12700
R32	5.2	677	94
R134a	13.4	1300	201
R125	28.2	3170	967
R143a	47.1	4800	2500
R1234yf	10.5 days	(0)	0
R1234ze	16.4 days	(1)	0
HCFC22	11.9	1760	262
CFC12	100	10200	8450
PFC14	50000	6630	8040
SF6	3200	23500	28200

出典：日本冷凍空調工業会 資料

IPCC第5次評価報告書 (AR5) における代表的な冷媒のGWPとGTPの値が示されています。この表によれば、冷媒の寿命が短いとGTPはGWPより小さくなる傾向があり、逆に寿命が長いとGTPはGWPより大きくなるのが分かります。

講演資料の取り扱いに関するご注意

- ※ 本内容はあくまで講演資料の一部を解説したものです。詳細は岸本氏の講演資料PDFをダウンロードしてご確認ください。
- ※ 無断転載・複写を禁止します。

Copyright© 2017 ENET21 All Rights Reserved.



トレイン ケーススタディ

壮大なスケールの植物園「ガーデンズ・バイ・ザ・ベイ」の環境を支えるトレインの制御ソリューション

シンガポールにある世界最大級の植物園である2棟の低温温室には、トレインの高効率ターボ冷凍機（1,000冷凍トン）4台と制御ソリューションが導入され、その環境を支えています。

このターンキー(*) プロジェクトは、パフォーマンスの最適化による省エネにより、コスト削減率、ランニングコストの点から、GBBオーナーとコンサルタントの期待に十分に答えることができました。

*ターンキー：設備の据付・試運転など、キーを回すまでの段階まで売り手側が引き受けること

ガーデンズ・バイ・ザ・ベイ (GBB) とは

シンガポール政府のプロジェクトの一環で、マリーナ・ベイの101ヘクタールの埋立地に10億シンガポールドル（約800億円：¥80/Sドル）の予算が投じられ建設された壮大なスケールの植物園です。地中海の植物と涼しく乾燥した半乾燥熱帯地域の環境を模した「フラワードーム」と、涼しく湿気の高い熱帯山岳地帯の環境を模した「クラウドフォレスト」の2棟で構成されています。

GBBの課題

GBBは、ガーデン全域に渡って、すべての気候に関するエデュテイメント（教育的な娯楽）を提供することを可能としながらも、高効率エネルギーシステム施設の実現を目指していました。2つの温室において、来場者にとっての快適性と草花や植物相の育成・成長に適した環境の両面を提供するために、複数の先進的な省エネシステムが設計されました。

提案内容

トレインはGBBオーナーとコンサルタントと共に、さまざまな高効率システムの技術的な提案と制御の方向性について話し合いを持ちました。そしてトレインは、[高効率ターボ冷凍機](#)、[吸収式冷凍機](#)、[エアハンドリングユニット \(AHU\)](#)、[ファンコイルユニット \(FCU\)](#) と、トレインの制御システム [トレーサーサミットBAS](#) からなるユニークな提案を行いました。

この提案は、温室のプロトタイプでのデータ収集の実績に裏付けされた信頼性の高いものでした。

トレインの制御ソリューション

1. チラープラントの最適化

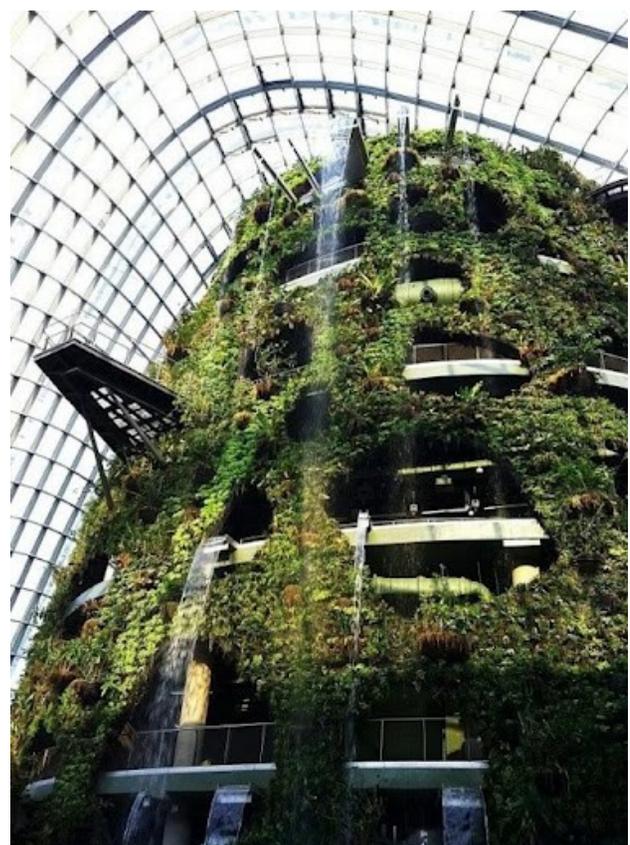
チラープラントコントロール (CPC) で省エネを実現

GBBの運営における最も重要な課題は、温室とその他の施設で最大のエネルギー消費をもたらしているチラープラントの省エネの実現でした。このプロジェクトはシンガポール建築建設局 (BCA) グリーンマーク制度のプラチナクラスに分類されているため、チラープラントのシステム効率は0.6 kW/RT以上である必要がありました。

そこで、トレーサーチラープラントコントロール (CPC) が採用され、施設の省エネを実現しました。トレインのCPCは、温室の負荷変動に応じて計算し、吸収式冷凍機を基本ベース機としてターボ冷凍機をスイング運転する最適な時間を算出しコントロールしています。



フラワードーム (半乾燥熱帯地域の環境)



クラウドフォレスト (熱帯山岳地帯の環境)

2. バイオマスコジェネレーションシステム

コンスタントに110℃の温水供給温度を保つことが可能に

剪定枝や木材廃棄物などを主燃料とするバイオマスシステムで作られる温水は空調のプレクール（予冷）する吸収式冷凍機用と液式デシカントシステムの外気除湿（LDCS）用に使われます。主として、5.4 MWはLDCSの暖房負荷用に使われ、残りは吸収式冷凍機に使用され、そのコントロールをトレーサーが担っています。

また、空調の負荷変動と吸収式冷凍機の運転/停止のサイクルがあるため、両方のシステムに110℃の温水を常に供給する課題に取り組みながら運用しています。

*バイオマスコジェネレーションシステム：バイオマス（再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの）をコジェネレーションの燃料として利用し、発電や給湯などを行うエネルギー供給システム

3. ソーラートラッキングとブラインド制御システム

温室のブラインド制御で温度・湿度と快適性の制御に成功

温室の植物の成長と理想的な快適性を維持するためには、温室のブラインド制御が欠かせません。この温室のブラインド制御は、トレインのトレーサーサミットとソーラートラッキングの通信にインターフェース（Modbus）が使用され実施されました。

温室内の効果的な場所に「温室内気候ステーション（Indoor Weather Station）」が設置され、温度、湿度と快適性をモニタリングしています。

4. 換気システムの制御

換気システムを制御し、外気温度、湿度、雨量、風量のモニタリングを実現

温室のガラス天井面に取り付けられている、換気システムは、日中の室内温度が外気温度より6℃上昇した場合に作動して開きます。雨天時は閉じたままです。これについては「屋外気候ステーション（Outdoor Weather Stations）」が外気温度、湿度、雨量、風量をモニタリングしています。



5. 液体デシカント空調システム（LDCS）

高温水バルブとKathene（液体吸収剤）バルブのモニタリングを実施

エアハンドリングユニットを通過し温室へ供給される外気の除湿に液体デシカント空調システム（LDCS）が使用されました。除湿後の湿度が設定値より高い場合、追加のLDCSが起動され除湿を行います。

このためには、より多くのKathene（液体吸収剤）が必要とされるため、大量の温水供給が必要になります。そこで、LDCSと、高精度なBAC Net通信で結ばれたBASインターフェースにより、高温水バルブとKatheneバルブをモニタリングする仕組みを導入。このモニター情報はLDCSの能力を確実に最適化するために、オペレーターにとって非常に重要な情報となっています。

導入結果

このターンキープロジェクトは、トレインの空調と風量循環に関する豊富な経験と知識により実現することができました。そしてこれは、トレーサーBASと、これに組み合わされた高効率なシステムからなるソリューションを、設計の初期段階から提案できたためにもたらされた結果です。

GBBの温室環境は、現在でも快適な状態が維持されており、一般客からも「再び訪れることを楽しみにしている」という感想が多く挙がっているといえます。このことは、トレインのソリューションが支える温度制御の成功を意味しています。



インガソール・ランド (Ingersoll Rand, ニューヨーク証券取引所上場, NYSE:IR) は、快適・持続可能・効率的な環境を創出することで、お客様の生活の質の向上を目指しています。クラブカー (Club Car®)、インガソール・ランド (Ingersoll Rand®)、サーモキング (Thermo King®)、トレイン (Trane®) らグループ傘下の各ブランドと連携し、住宅・建物内の空気品質と快適性の向上をはじめ、生鮮食品の品質保持と輸送、工業生産力・産業効率の改善などに対し、全社を挙げて取り組んでまいります。グローバル企業として、更なる発展と持続的成果をお約束いたします。



トレイン・ジャパン株式会社

jp.trane.com

ingersollrand.jp

本 社

〒141-0021 東京都品川区上大崎4-5-37 本多電機ビル5F
(営業部) Tel. 03-5435-6442 Fax. 03-5435-6440
(サービス部) Tel. 03-5435-6443 Fax. 03-5435-6440

大阪事業所

〒577-0848 大阪府東大阪市岸田堂西2-10-28
(営業部) Tel. 06-6726-4550 Fax. 06-6224-1271
(サービス部) Tel. 06-6726-4563 Fax. 06-6224-1271