

# success story



よりよい省エネを、  
CAREL retail sistemaで

## どこで

- Azzano Decimo市, PN(イタリア)  
ASPIAG (SPARインターナショナル)  
・Eurosparスーパー

## なにを

- 最先端型スーパー：  
・FriulFrigo Codroipo (UD)が設計・設置した冷凍システム

## なぜ

- ・性能比較試験
- ・実運転環境における最新の省エネ対策



## 最先端のEUROSPARスーパー

Aspiag、CAREL、FriulFrigo 3社は、それぞれに持つ専門知識を組み合わせ、「グリーン」なスーパーで食品保存用冷蔵庫の省エネ量を科学的かつ正確な方法で測定することを目指す共同プロジェクトを展開しています。主な目的は、お客様の需要に応じて投資回収に必要な追加コストや期間を評価することとしています。

その目標は、個々のソリューションはどのように、どこまでコストダウンできるか、また機器動作後に各ソリューションを組み合わせる使用することによってどのような効果が得られるか、を測定することとしています。

冷凍システムについては、市場に利用可能なソリューションを先行導入するとともに、十分な収益率が見込まれていないものを排除しました。

CAREL熱力学研究センターは、厳密な試験プロトコルを作成し、これに基づいて有効なデータをたくさん取得できました。

このスーパーは2009年11月に開業し、それぞれの運営季節やモードにおいて貴重なフィードバックを取得し続けてきました。

何故、このプロジェクトと新規ソリューションの簡易用途とは違うのか？

従来の現地試験は、各スーパーの状況が似ているため、その解釈も一般的に共通ですが、個々の機器の比較は部分的にしかできません。

- ・一方、Azzano XのEurosparスーパーでは、各種通常の運営条件において、その設計上の予測、実験室試験や実際の結果を比較することができます。
- ・各機能は、その有効性を測定するために単独で立ち上げまたは停止することができます。同一の負荷条件でチェックを繰り返します。
- ・「必要以上の最適化」、つまり専門家たちが数ヶ月間をかけて細部まで検討したのに結局は「実際のスーパーマーケットでは実現できない性能」を見せるだけのことを避けます。
- ・実は、これらの試験は標準構成を使用しており、いずれかのパラメーターが変更されると、再測定する必要があります。

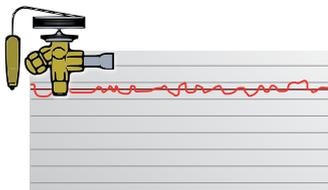
最も大切な試験結果には、あらゆる部品の慎重な選定及び各システムの適切な設置を行い、限られた努力や低追加コストで効果的な省エネを実現する方法を示しています。



## 従来型スーパー

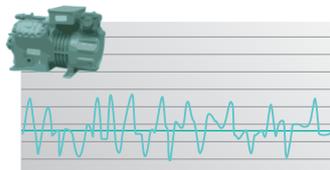
従来型スーパーの代表的な特性として、機械式サーモスタットバルブ、容量制御またはインバーターがない圧縮機ラック2台、圧力設定値制御を選択するための特別なプロシージャがないことがあげられます。

### メカニカルバルブ



冷凍ユニットにおいて、不適切な凝縮圧による膨張弁の再校正を防ぐために凝縮圧を一定に維持する必要があります。

### インバーターなし

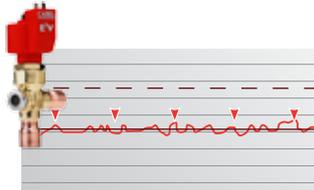


冷却能力変調装置(圧縮機ON/OFF)がないため、吸込圧を正確に制御することができません。

## 先端型スーパー

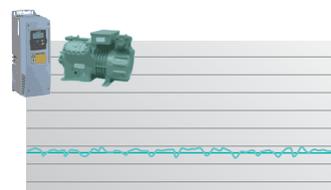
先端型スーパーとは、冷凍ユニットに電子膨張弁機器を使用するとともに、インバーターで圧縮機回転数を調整できるスーパーのことです。また、電磁弁は可変差圧で作動するので、凝縮圧を一定に維持する必要はありません。

### 電磁弁



圧力制御は、気温が寒い時期に吸込圧を低下させるために使用できます。

### インバーター



吸込圧の制御は連続的で正確です。

advanced = 

### 一定の吸込設定値

吸込圧設定値は、ユニットの需要にかかわらず常に一定です。従いまして気候条件に対して圧縮機ラックの設定値は必要以上に低い場合があります。



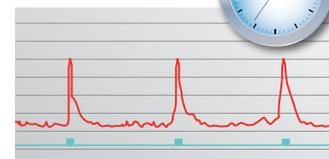
### 一定のデューティ比付きの除湿ヒーター

除湿ヒーターは、安定した出力(通常は100%)で動作するように設定します。ショーケースガラスが少しの加熱で十分な場合は、電気は無駄遣いになります。



### 定期的霜取り

霜取りは、実際の結氷状況にかかわらず一定のスケジュールまたは間隔で行います。また、霜取り回数は安全のため、多めになっています。



### Azzano XのEurosparスーパー (ASPIAG)

#### 現地仕様

- 床面積: 1500 m<sup>2</sup>
- 中温ショーケース: 15
- 低温ショーケース: 11
- 中温冷凍室: 6
- 低温冷凍室: 2

#### 中温ラック:

- 圧縮機計3台
- インバーターで駆動される圧縮機1台(35-100%)
- 合計能力100kW
- インバーターで駆動されるファン6台付きの凝縮器コイル

#### 低温ラック:

- 圧縮機計3台
- インバーターで駆動される圧縮機1台(35-100%)
- 合計能力50kW
- 過冷却用熱交換器
- インバーターで駆動されるファン4台付きの凝縮器コイル

#### CAREL制御器

- 圧縮機ラック: pRack pR100
- ショーケース/冷凍室: MPXPRO step3
- 膨張弁: E2V電子膨張弁
- 監視装置: PlantVisorPRO Touch Hyper

## 最先端型スーパー

最先端型スーパーでは、エネルギー効率を高めるためにシステムの動作改良が行われています。実際に1台の機器を選定し詳細な消費電力を測定し、以下の技術改良による省エネ効果を評価します。

- ・浮動吸込圧
- ・スマート除湿ヒーターの変調
- ・「霜取りスキップ」機能による霜取りの最適化。

先端型スーパーと最先端型スーパーにおける技術適用の違いは、数パーセント台の追加コストであることにご留意いただくことが重要です。

浮動蒸発圧はPlantVisorPROの付帯機能であり、ユニット制御器としてMPXProを選択しますと、「霜取りスキップ」機能と最適化除湿ヒーター変調機能を立ち上げて設定する必要がありますが、これによって実際に追加コストの発生はありません。

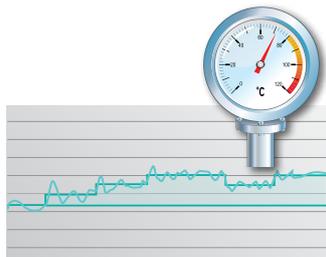
excellent =  + 

### 浮動吸込圧

吸込圧の設定値は、ショーケースの需要に応じて変動します。

アルゴリズムは、圧縮機ラック要求性能が高いユニットを特定し、変調を行います。

このように、与えられた時間帯において圧縮機ラックは必要以上に消費することがなく、完全自動化になります。



### 最適化アルゴリズム付きの除湿ヒーター

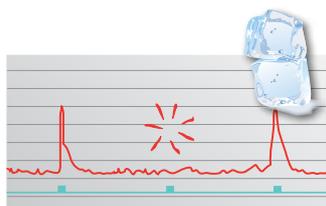
除湿ヒーターは可変デューティ比で制御されています。実際の室温や湿度に応じてユニットガラスと筐体の温出力の精密調整を行います。また、専用のアルゴリズムでガラス温度や露点を推定できるので、別途冷凍ショーケースに温度センサーを設置しなくても現状に応じてヒーターを動作させることができます。



### 霜取りスキップ

過去の霜取り持続時間を参照することによって不要な霜取りを避けることができます。

霜取り1回の持続時間は、コイルに形成された氷の量にもよりますが、過去の持続時間やその他微調整パラメーターに基づいて最大3回の連続霜取りをスキップできます。

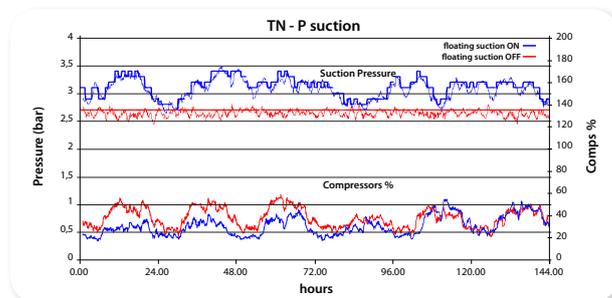


## 試験の手順

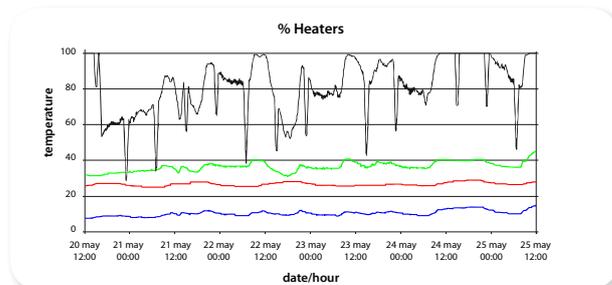
可能な限り同等のデータを取得するためにこれらの試験を行い、結果として全ての冷凍ユニットに電子膨張弁を設置し、1台目の圧縮機ラックにインバーターを適用し、気候が寒い時期にも外気温にに適した凝縮圧が得られる先端型スーパーを動作基準とします。試験対象機能とこれによる省エネを直接比較できるように、試験対象技術と直接関係ない電子制御器パラメーターを一定の値にします。圧縮機ラックは、同一の凝縮圧設定値で動作されます。

これらの試験を数か月続け、週単位で先端型スーパーと最先端型スーパーのモード切換えを行い、そして外気条件に基づいて比較期間を選定し、省エネ値を算出しました。

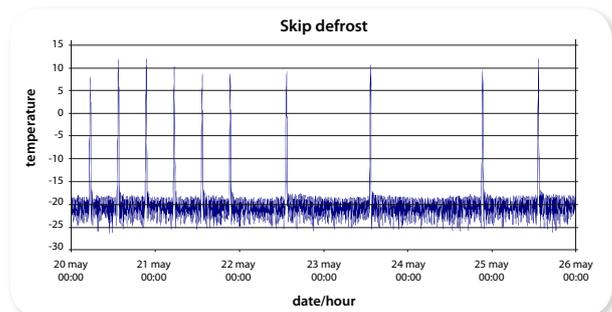
データは5分間おきに採取されます。



浮動吸込圧機能を上げると、期待の性能(昼間/夜間、冬場/夏場)に応じて蒸発圧の最適化を行い、圧縮機ラックに求められるのは、本当に必要な能力だけです。



湿度と除湿ヒーターの使用率の関係は、最先端型スーパーにおいて平均として従来型スーパーの100%を下回っていることがわかります。



6日間の中で霜取り回数が7回スキップされたことがわかります。

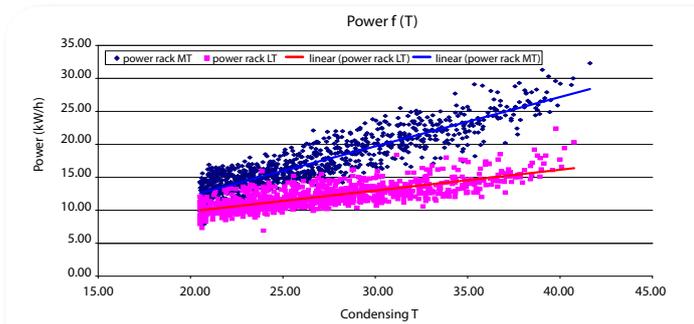


## 結果

これらの試験は10か月続き、その間先端型スーパーモード動作期間と試験技術有効化期間の切換えを行いました。保守、不具合や別の試験を除いた全試験期間を取り入れ、平均化した結果を得ました。また、外気温度がほぼ一定の2つの代表的な期間を特定し、技術使用と未使用の直接比較を行い個々の技術による省エネ配分を算出しました。

### 全体結果

実際の試験期間のみを取り入れ、線形モデルで消費電力と凝縮温度との関連図を作成しました。この関連性及び個々の技術の動作時間数に基づいて評価した消費電力の結果は表に示す通りです。



6か月間の平均値			
2010年3月～8月	最先端型	先端型	省エネ
持続時間	62日	102日	
外気温度	19.3℃	19.3℃	
動作時間における消費電力	32.7kW	36.3kW	

## 結論

CARELの省エネ分野における経験やAzzano X市における数回の試験で得られた結果に基づき、以下の一般的結論が導けました。従来型スーパーから「先端的」スーパーへ切換えるために、電磁弁、それぞれのユニット制御器や圧縮機を駆動するインバーターを設置しました。従って初期コストの投資で20%の省エネ試算は、投資の正確性を裏付けています。このソリューション自体は先端的であり、MPXPRO制御器の既存技術またはPlantVisorPRO監視装置の追加機能として最先端型スーパーに適用しますと、追加コストがかかることなく10～15%の省エネが実現できます。

## 結果

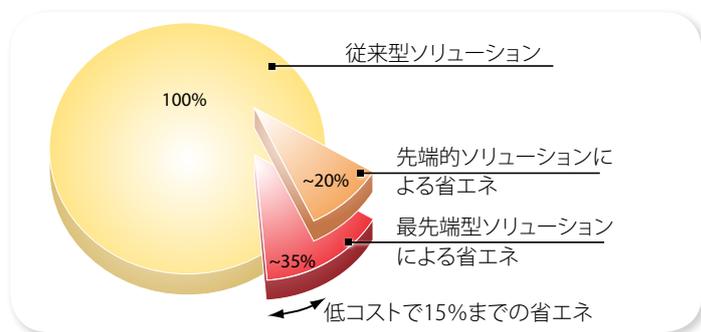
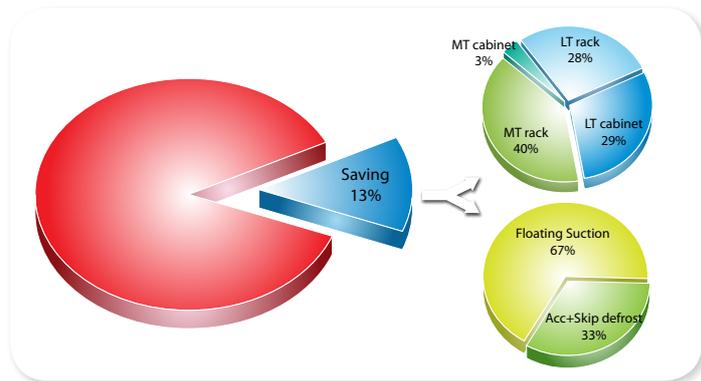
研究室の外気温度がほぼ一定の期間を特定し、「先端型」と「最先端」の動作の詳細比較を行いました。「浮動吸込」機能効率や湿度条件の違いで冬場データは夏場データより優れています。

試験1 - 持続時間144h			
2010年5月	最先端型	先端型	省エネ
外気温度	20.7℃	19.9℃	
消費電力 - インバーターON	4729kWh	5457kWh	13%

試験2 - 持続時間456h			
2010年7月～8月	最先端型	先端型	省エネ
外気温度	24.2℃	24.9℃	
消費電力 - インバーターON	18133kWh	19660kWh	8%

### 省エネ配分

技術による省エネ貢献の配分は、このグラフでわかりやすく表示されています。



参考 ASHRAE (米国暖房冷凍空調学会) 2009年2月号

### Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES HQs  
Via dell'Industria, 11  
35020 Brugine - Padova (Italy)  
Tel. (+39) 0499 716611  
Fax (+39) 0499 716600  
carel@carel.com

### Sales organization

CAREL Asia - www.carel.com  
CAREL Australia - www.carel.com.au  
CAREL China - www.carel-china.com  
CAREL Deutschland - www.carel.de  
CAREL France - www.carelfrence.fr  
CAREL Iberica - www.carel.es  
CAREL India - www.carel.in

### Affiliates

CAREL HVAC/R Korea - www.carel.com  
CAREL Russia - www.carelrossia.com  
CAREL South Africa - www.carelcontrols.co.za  
CAREL Sud America - www.carel.com.br  
CAREL U.K. - www.careluuk.co.uk  
CAREL U.S.A. - www.carelnusa.com  
CAREL Czech & Slovakia - www.carel-cz.cz  
CAREL Korea (for retail market) - www.carel.co.kr  
CAREL Ireland - www.carel.com  
CAREL Thailand - www.carel.co.th  
CAREL Turkey - www.carel.com.tr