

2ステージコンプレッサ採用 冷凍サイクル

2ステージ冷凍サイクルで冷蔵庫の 消費電力量 150 kWh/年を達成

家庭用冷蔵庫に対するお客さまのニーズのNo.1は“省エネ”です。このニーズに応えるために、冷蔵、冷凍各室にそれぞれ設けた二つの冷却器をそれぞれ同時に冷却しながら最適温度にコントロールすることができる、2ステージ平行冷凍サイクルを開発しました。この冷凍サイクルは、業界初の2段階圧縮式コンプレッサや、冷媒循環流量が可変できるPMV(Pulse Motor Valve)などで構成されています。

この新しい技術を搭載した“ノンフロン the 鮮蔵庫”GR-NF415GXは、消費電力量150 kWh/年^(注1)を達成した省エネNo.1冷蔵庫^(注2)です。



図1. ノンフロン the 鮮蔵庫 GR-NF415GX—2ステージ冷凍サイクル搭載の省エネ冷蔵庫です。



図2. 2ステージコンプレッサ—2ステージコンプレッサのカットモデルです。

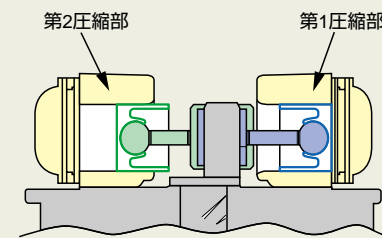


図3. 2段階圧縮機構部—2ステージコンプレッサ内部にある二つの圧縮部のイメージ図です。水平対称シリンダを採用したコンパクト設計です。

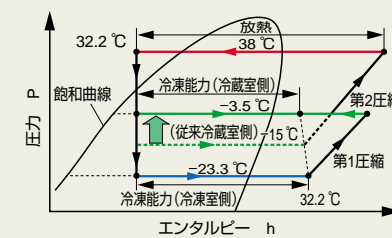


図4. コンプレッサ単体冷凍能力—冷蔵側蒸発温度を-3.5°Cに設定し、エネルギーロスを低減しています。

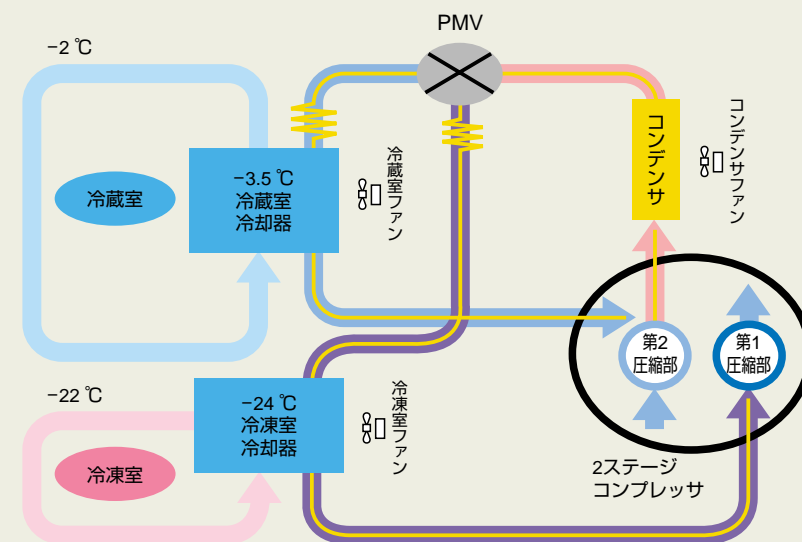


図5. 2ステージ平行冷凍サイクル—コンプレッサから吐出された冷媒はPMVで冷蔵・冷凍側へ最適に分流され、同時に冷却します。

冷凍サイクル技術の進化

家庭用冷蔵庫の冷凍サイクルは、一つのコンプレッサと一つの冷却器で冷蔵庫内を冷却するのが基本構成です。しかし、冷蔵室と冷凍室を一つの冷却器で冷却するためには、冷凍室を冷やすために必要な低温度で冷蔵室側も冷却することになるため、必要以上の能力を持つ冷凍サイクルを構成しなければならず、エネルギーロスとなっていました。更に、冷蔵室側では庫内温度より低い温度の冷気で庫内を冷却して

(注1) 消費電力量試験はJIS C 9801による。

(注2) 2004年1月16日現在、401~450L以下のクラスにおいて。

おり、食品の凍結や乾燥を招き、鮮度劣化の原因にもなっていました。

そこで、東芝は1998年に冷蔵室と冷凍室のそれぞれに冷却器を設けたツイン冷却方式を採用して、それぞれの部屋の温度に近づけた冷却器によって冷蔵室、冷凍室を交互に冷却し、省エネだけでなく食品鮮度の向上に努めてきました。

更に、今回独自に開発した2ステージ平行冷凍サイクルでは、究極のツイン冷却とも言える2温度帯同時冷却を実現しています。この技術を搭載したノンフロン the 鮮蔵庫 GR-NF415GX(図1)では、401~450L以下クラスでは業界No.1の消費電力量150 kWh/年を達成しました。

業界初の2ステージコンプレッサ

冷凍サイクルの心臓部であるコンプレッサに、業界初の2段階圧縮式インバータコンプレッサ(2ステージコンプレッサ)(図2)を搭載しました。

この2ステージコンプレッサは、一つのコンプレッサの中に二つの圧縮機構を備え、2段階圧縮することが最大の特長です(図3)。また、水平対称シリンダ構造を採用しており、従来タイプに比べ外形サイズはほとんど変わらないコンパクト設計となっています。第1圧縮部では、冷凍室側冷却器(低压側)から戻った冷媒を圧縮し、中間圧冷媒としてコンプレッサのケース内に吐出します。一方、冷蔵室側冷却器が

ら戻った冷媒は、前記中間圧の冷媒とケース内部で混合され、第2圧縮部を経て高圧冷媒として吐出されます。

このように2段階圧縮による中間圧を作り出すことで、冷蔵室、冷凍室のそれぞれの冷却器を最適な温度に設定することが可能となりました(図4)。特に冷蔵室側の蒸発温度は従来のツイン冷却方式の-15°Cから-3.5°Cとなり、理論COP(Coefficient Of Performance)で26%の向上を図ることができました。

PMVによる冷媒制御

2ステージ平行冷凍サイクル(図5)では、コンプレッサから吐出された高圧の冷媒を冷蔵庫底面に設置さ

れたコンデンサで液化した後、冷蔵室側と冷凍室側の2方向に冷媒を分岐させています。しかし、単純に配管を2方向に分岐させただけでは、冷媒は両側に均等に流れません。

それぞれの冷媒循環流量の調節を行うためには、PMV(Pulse Motor Valve)を用いた制御が必要となります。今回、弁の開度をきめ細やかに調節するために、冷蔵室冷却器の入口と出口パイプ部の温度を検出しフィードバックすることに着目しました。これによって、冷媒がどちらの冷却器に、より多く流れているかが検知できるようになったため、冷媒分流量を最適に保ちながら、同時に両方の冷却器を冷やすことができるようになり、冷凍

サイクル効率が大幅に向上しました。

また、冷蔵庫全体としての省エネ技術として、モータ制御用DSP(Digital Signal Processor)を用いたベクトル制御による省電力運転や、平均熱伝導率が0.0018 W/m・Kの真空断熱パネルの採用により、キャビネットのヒートリークを約29%低減させるなどの新技術を搭載しています。

冷蔵庫のメリットとしては、2室を同時に連続して冷却できることから、庫内の温度変動を抑えるとともに、冷蔵室の庫内湿度が約80%から約85%に上がり、食品に対する鮮度向上にもなりました。

今後の展開

2ステージ冷凍サイクルは、一つのコンプレッサで二つの温度帯が簡単に作れる技術です。この特長を生かして、業務用冷蔵庫に迫る家庭用鮮度保存庫などへの応用展開などが考えられます。将来、旬(しゅん)の食材がそのままの鮮度で保存できる冷蔵庫への発展が期待されます。

なお、今回の開発技術を搭載したGR-NF415GXは、第14回省エネ大賞“資源エネルギー庁長官賞”を受賞しました。

岡本 武久

東芝家電製造(株)
家電機器開発部グループ長