

【課題名】冷熱空調機器の消費電力を削減するデバイスの技術開発(委託and補助)

【代表者】パナソニック(株) 生産技術本部

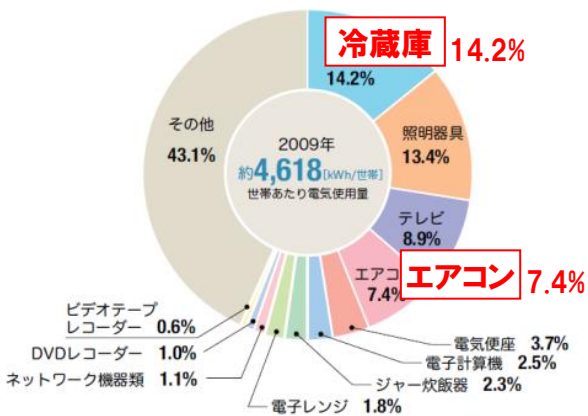
浅井田 康浩

【実施予定年度】平成27~29年度

(1)課題概要

①【課題の概要・目的】

一般家庭での電力は、その約20%が冷蔵庫とエアコンで使われている。本事業は、これらの共通デバイスであるコンプレッサの効率化をはじめ、主要デバイスに関する技術開発を行い商品の省エネ化を図る。ここでは対象商品をまず冷蔵庫に置き、新磁性材料を用いた世界最高効率モータ搭載コンプレッサやその他デバイスの省エネ技術で、年間消費電力量約21%削減(2015年度機種比)を目指す。この技術は、家電製品だけでなく業務用冷蔵庫、自動販売機、業務用エアコンなど、幅広く冷熱空調機器全般への展開が期待できる。



出典:消費エネルギー庁 民生部門エネルギー消費実態調査

②【技術開発の内容】

○重要な開発要素

A1.【コンプレッサ】

低鉄損を特長とする新磁性材を用いたモータの製造工法を開発。硬く脆い材料である本材料の超精密打抜き技術から熱処理、積層、固定、巻線までを開発。極薄板の打抜き技術とナノ結晶化を制御する熱処理技術が重要。

A2.【熱交換器】

除霜運転時の熱交換器内の冷媒流動を可視化する技術を確認し、その技術を用いて得られた知見より、除霜効率を向上する技術を開発する。

A3.【断熱材】

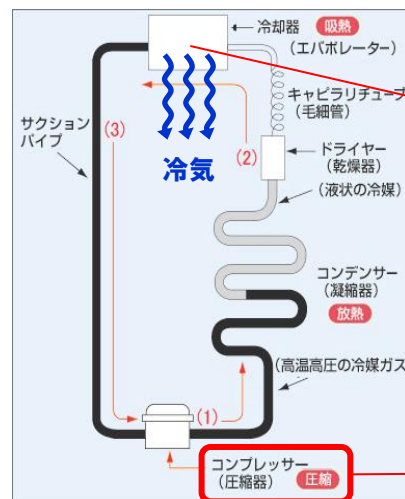
新断熱材の大判化工法の開発と冷蔵庫への適用技術開発。真空断熱材の断熱性を高める技術開発と冷蔵庫にて効果を最大化させる最適配置。

B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

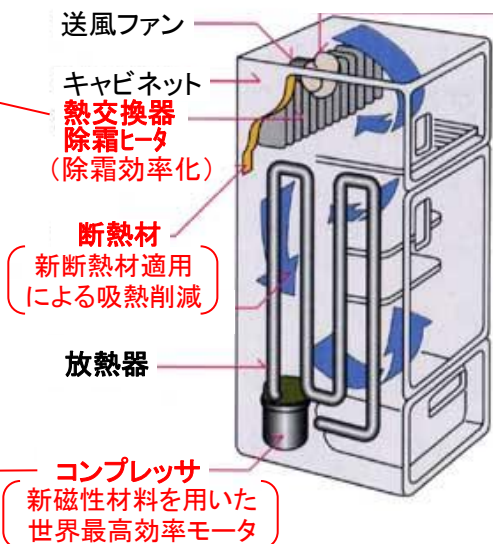
A1~A3を主とする開発技術を搭載した冷蔵庫を試作し、JIS規格に基づいた評価を行い、2015年度機種比の年間消費電力量を検証。

③【システム構成】

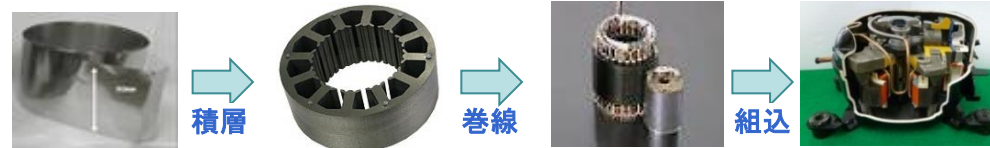
・システム構成



赤字:省エネ手段(主要デバイス)



冷蔵庫の構造と主要デバイス



新磁性材料 (外部調達)

ステータコア

コンプレッサ

コンプレッサ製造のモノの流れ

④【技術開発の目標・リスク】

- 想定ユーザ・利用価値:消費電力量削減による、CO2排出量削減、電気料金の低減
- 目標となる仕様及び性能:600Lクラス冷蔵庫にて年間消費電力量21%の削減
 - ・コンプレッサ: Δ 1.8% モータ効率:+3%、コンプレッサ効率COP:+3%
 - ・熱交換器: Δ 2.6% 除霜時間40%短縮
 - ・断熱材: Δ 16.3% —新断熱材(Δ 10.3%) 大判化とラミネート加工 —真空断熱材(Δ 6.0%) 伝熱抑制技術開発

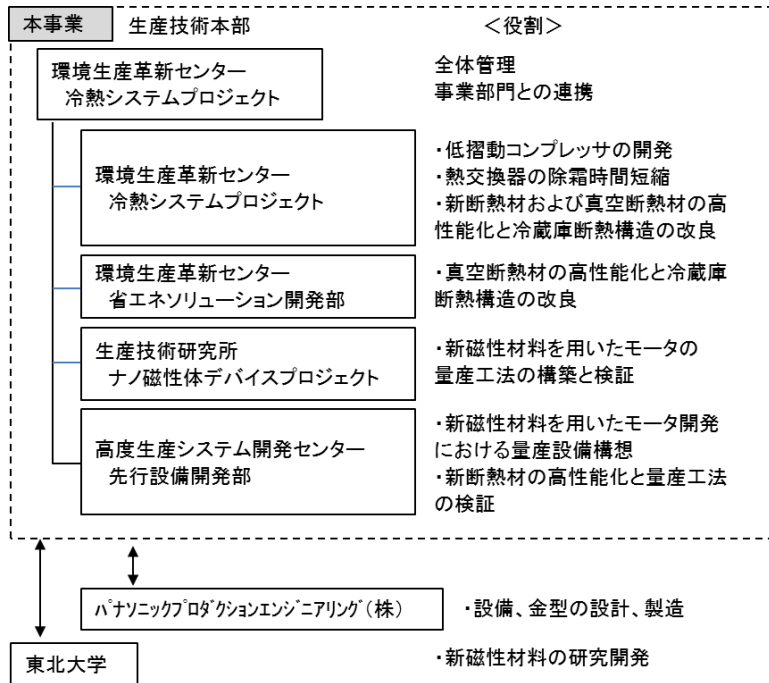
○開発工程のリスク・対応策

新磁性材料自体の材料、製造開発 → 独自で材料に関する開発を実施

(2)実施計画等

①【実施体制】

生産技術本部が原型開発、工法開発を担当し、本事業の取りまとめを行う。量産に向けては、社内のエンジニアリング会社に設備や金型を発注し、本事業で開発した技術とともに事業部門へ引き継ぎ、事業化する。事業の取りまとめは冷熱システムプロジェクトが担当する。



②【実施スケジュール】

単位:千円

	2015年度	2016年度	2017年度
A1 コンプレッサ	検証設備開発、検証	→	信頼性評価 →
	100,898	113,147	98,800
A2 熱交換器	原理検証	試作検証	実機評価 →
	10,804	15,320	15,450
A3 断熱材	原理検証	工法開発	設備開発 →
	25,157	61,906	68,414
B システム、その他経費	9,850	19,181	26,350
合計	146,709	209,554	209,014

③【事業化・普及の見込み】

○事業化計画

事業化を担う主たる事業者	パナソニック株式会社
--------------	------------

・技術開発を完了(2017年度)したコンプレッサ、熱交換器および断熱材をデバイス事業部門において量産化に向けて継続開発。デバイス事業部門からの販売を通して、冷蔵庫事業部門にてダントツ省エネの冷蔵庫を市場投入する。

○事業展開における普及の見込み

- ・デバイス事業部門の対外販売による他社冷蔵庫への搭載とともに他社の技術波及も期待できる。
- ・開発した要素技術をエアコン等他の冷熱機器商品に展開することで省エネ効果の普及範囲拡大が期待できる

○年度別販売見込み

		2020年度	2025年度	2030年度
当社製品の目標販売台数(千台)	冷蔵庫	600	650	700
	エアコン	0	800	1,200
国内普及台数(千台)	冷蔵庫	600	1,200	2,000
	エアコン	0	4,000	8,000

○普及に向けた障害、課題

- ・性能、品質、生産性を向上させる工法、設備の開発
- ・製造時の消費エネルギーを抑えた工法、設備の開発

④【エネルギー起源CO2削減効果】

開発品(装置/システム)1台当たりのCO2削減量(t-CO2/台・年)	0.033
-------------------------------------	-------

年度	2020	2025	2030
CO2削減量(万t-CO2/年)	2	37.3	73.3
累積CO2削減量(万t-CO2)	2	87.2	399.6
CO2削減コスト(円/t-CO2) (2020年度は不要) =環境省から受ける補助総額(円)÷当該年度までの累積CO2削減量(t-CO2)		639.9	139.6

(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

- ・新磁性材を使用したモータにて効率+3%を実現。実用化への主要工法となる極薄帯の超精密打抜き技術と、ナノ結晶を安定生成する熱処理技術を確立。
 - ・熱交換器内を可視化可能とする冷媒流動状態の把握技術を確立。これにより、冷媒熱活用、ヒータ高効率制御、冷却室内風路最適化等の課題を導出、開発を行うことで除霜時間40%短縮を実現。
 - ・新断熱材の製造ライン長を1/10(50m以下)に縮める新化学処理を開発し、新たに製作した検証ラインにてデバイス性能実証実施。量産設備設計完了。また冷蔵庫適用により消費電力量10.4%削減を確認。
 - ・真空断熱材の外被材熱伝導および輻射伝熱を抑制する構造を確立。被覆率向上設計と合わせ消費電力量5.2%削減を確認。
- 上記開発技術を搭載した冷蔵庫を評価することで年間消費電力量21%削減を確認(600Lクラス2015年度機種比)

②【CO2削減効果】

- 2020年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)
- ・当社で生産される国内向け冷蔵庫(400L以上)60万台/年に本技術を搭載。本事業の成果による消費電力削減量は年間21%/年・台(2014年度比)。
 - ・年間CO2削減量：2.0万トン/年
- 2030年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)
- ・大型冷蔵庫国内市場200万台、エアコン国内市場800万台に普及を想定。出力4kW機種を平均値とし、消費電力削減量は3.8%/年・台。
 - ・年間CO2削減量：73.3万トン/年

③【成果発表状況】

- ・東北大学との共同研究成果(高効率モータ)をプレスリリース(2014年12月17日)
(内容) 高効率モータの世界最高水準の省エネ性を実証
ー革新的ナノ結晶合金NANOMET®を用いた家電用モータの試作に成功しましたー
- ・高効率モータの家電用圧縮機の試作機への搭載をプレスリリース(2016年2月25日)
(内容) 世界最高水準の高効率モータを搭載した圧縮機の省エネ性能を実証
ー革新的ナノ結晶合金NANOMET®を用いたモータ搭載圧縮機の試作に成功ー

④【技術開発終了後の事業展開】

○量産化・販売計画

- ・技術開発を完了したコンプレッサ、熱交換器および断熱材をデバイス事業部門において2020年度より順次小規模量産化し、デバイス事業部門からの販売を通じて冷蔵庫へ実装。
- ・2020年度以降、開発した要素技術をエアコンへ展開し、2025年度めどに省エネ効果の普及範囲を拡大。
- ・2022年度までに、CO2排出を抑制した革新的量産工法開発により量産規模を拡大。
- ・2025年度までに、デバイス事業部門の対外販売による他社冷蔵庫への搭載。以降、他社への技術波及拡大の効果も期待できる。

○事業拡大シナリオ

年度	2018	~2020	~2025	~2030 (最終目標)
小規模量産化		→		
エアコンへの展開			→	
大規模化技術開発			→	→
量産規模拡大			→	→
他社製品への搭載				→

○シナリオ実現上の課題

- ・低コスト化を伴う革新的量産工法、設備の開発。
- ・革新工法導入、大規模生産に対する設備投資。
- ・省エネに対する顧客の要求度。

○参考資料

【全体】 冷蔵庫の試作、評価

【開発結果】

・開発内容を搭載した冷蔵庫を試作

<消費電力削減量>

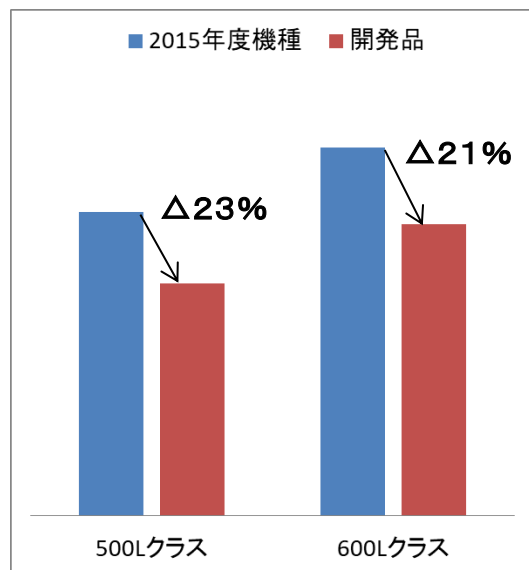
600Lクラス冷蔵庫にて21%

500Lクラス冷蔵庫にて23%

を確認

(2015年度機種比)

消費電力, 指数



試作冷蔵庫
600Lクラス

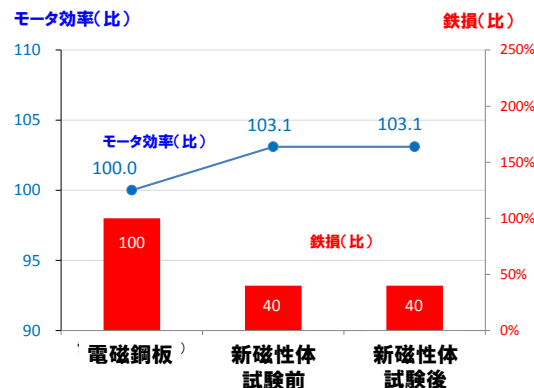
【モータ】 新磁性体モーター開発

【開発結果】

①モーター開発 手組み試作のモーターにおいて、信頼性試験後のモーター効率でも+3%以上を確保。

②量産工法開発 熱処理開発検証機にて、多層一括結晶化プロセスを確立、熱処理の生産性を5倍に向上。

①信頼性試験前後のモーター効率



新磁性体を用いた
冷蔵庫用モータ

②結晶化熱処理装置



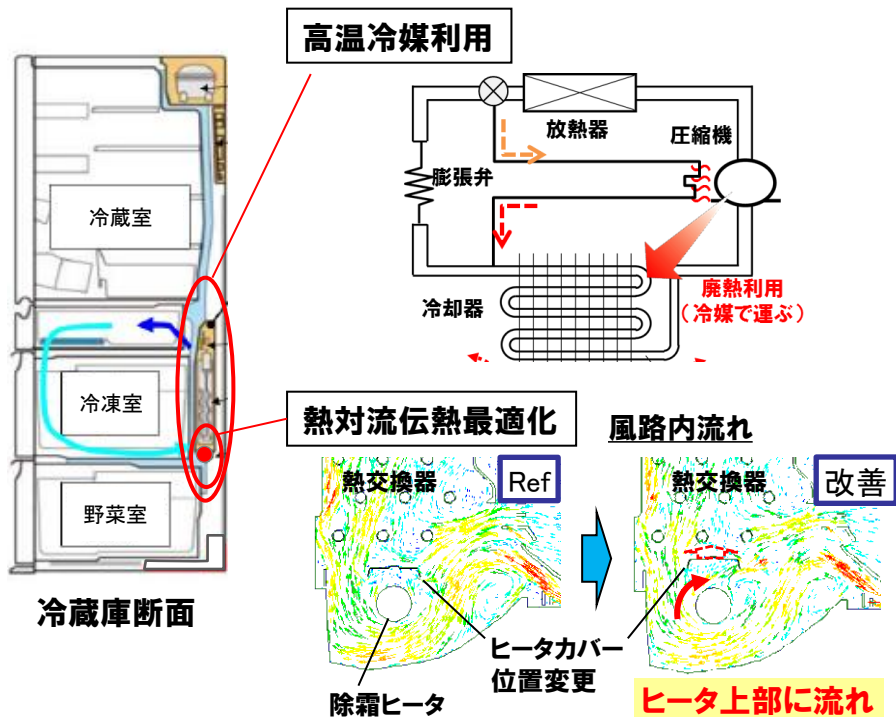
熱処理装置外観

○参考資料

【熱交換器】 除霜時間の短縮

【開発結果】

- ・高温冷媒を利用したサイクル構築
- ・除霜ヒータ周りの形状・部品配置改善より熱対流伝熱を最適化
- ・除霜ヒータ制御による効率化等の施策により、除霜時間 $\Delta 40\%$



【断熱材】 真空断熱材の性能向上

【開発結果】

- ・伝熱抑制部材により外被材を通して熱が伝わるヒートブリッジを約30%低減
- ※断熱材サイズによって効果は異なる

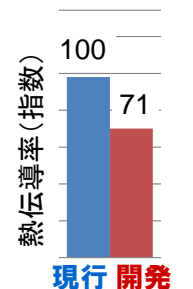
単体性能



真空断熱材

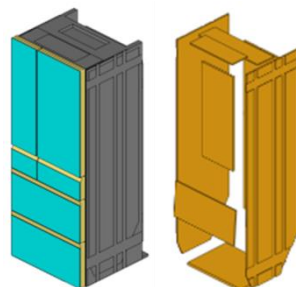


開発した真空断熱材断面



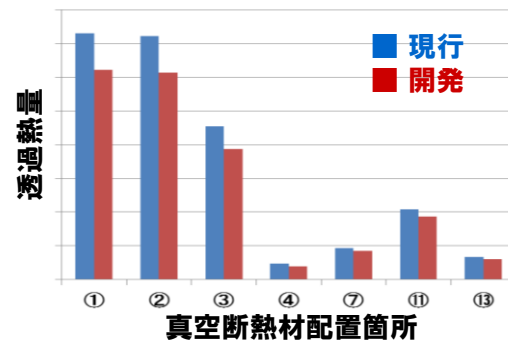
ヒートブリッジ

冷蔵庫搭載時効果予測



解析モデル

真空断熱材



被覆率向上と合わせ
消費電力量 $\Delta 5.2\%$

○参考資料

【断熱材】 新断熱材製造プロセス開発

〔開発結果〕

- ・大判一貫製造を可能にする基本プロセスの立案と課題抽出実施。



原理検証評価



照射前



照射後

従来処理比1/10の時短化を確認

- ・課題解決に向け検証ラインを構築し、原料配合、プロセス設計を検討し技術見極め、量産設備化



検証ライン

【断熱材】 新断熱材の適用開発

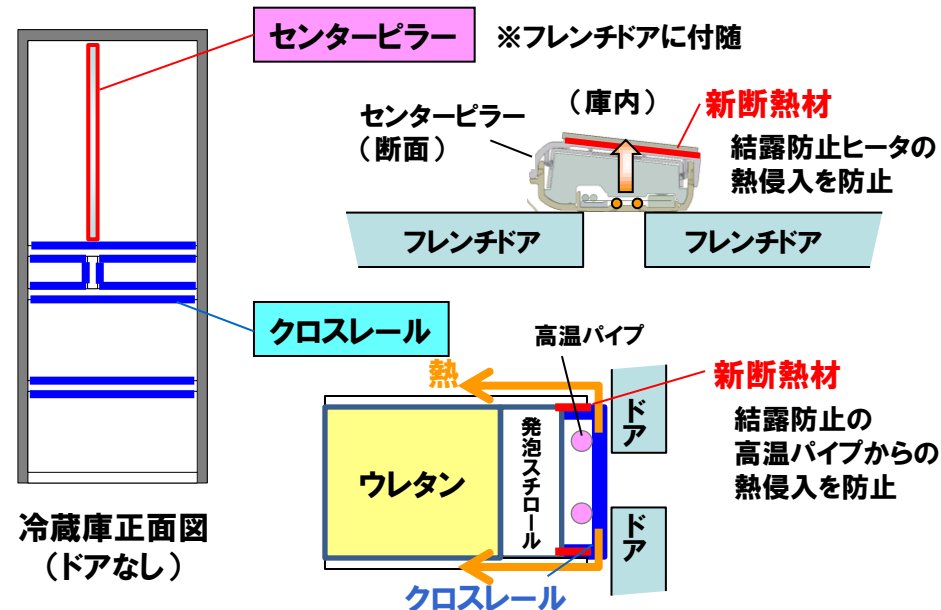
〔開発結果〕

- ・ドア近傍の局部からの庫内熱侵入に対して新断熱材を適用、配置する構造を構築

＜適用箇所＞ ※図示参照

- ・センターピラー内
- ・クロスレール など

⇒ 消費電力量 $\Delta 10.4\%$



CO₂排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 7.0点（10点満点中）
- 評価コメント

[技術開発として優れている点]

- 大型冷蔵庫を対象として、圧縮機、熱交換器、断熱材という要素を取り上げ、省エネ化の技術開発を行い、それらを実際の冷蔵庫に実装し、目標とした省エネ性能を達成している点は高く評価できる。
- 特に、断熱材技術については省エネ性に関して顕著な成果をあげていると思われる。

[今後の課題]

- 市販化に向けてのスケジュールや販売価格を明確にして、早期の事業展開を望む。

[その他]

- 冷蔵庫以外への技術の展開について、本事業を活用することで特にどのようにメリットがあったのかも検討していただきたい。