

排熱利用型吸着冷凍装置の船舶 適用に関する基礎研究開発

(日本海事協会共同研究支援事業)

一般財団法人 日本海事協会
株式会社 前川製作所
三菱重工業株式会社

目次

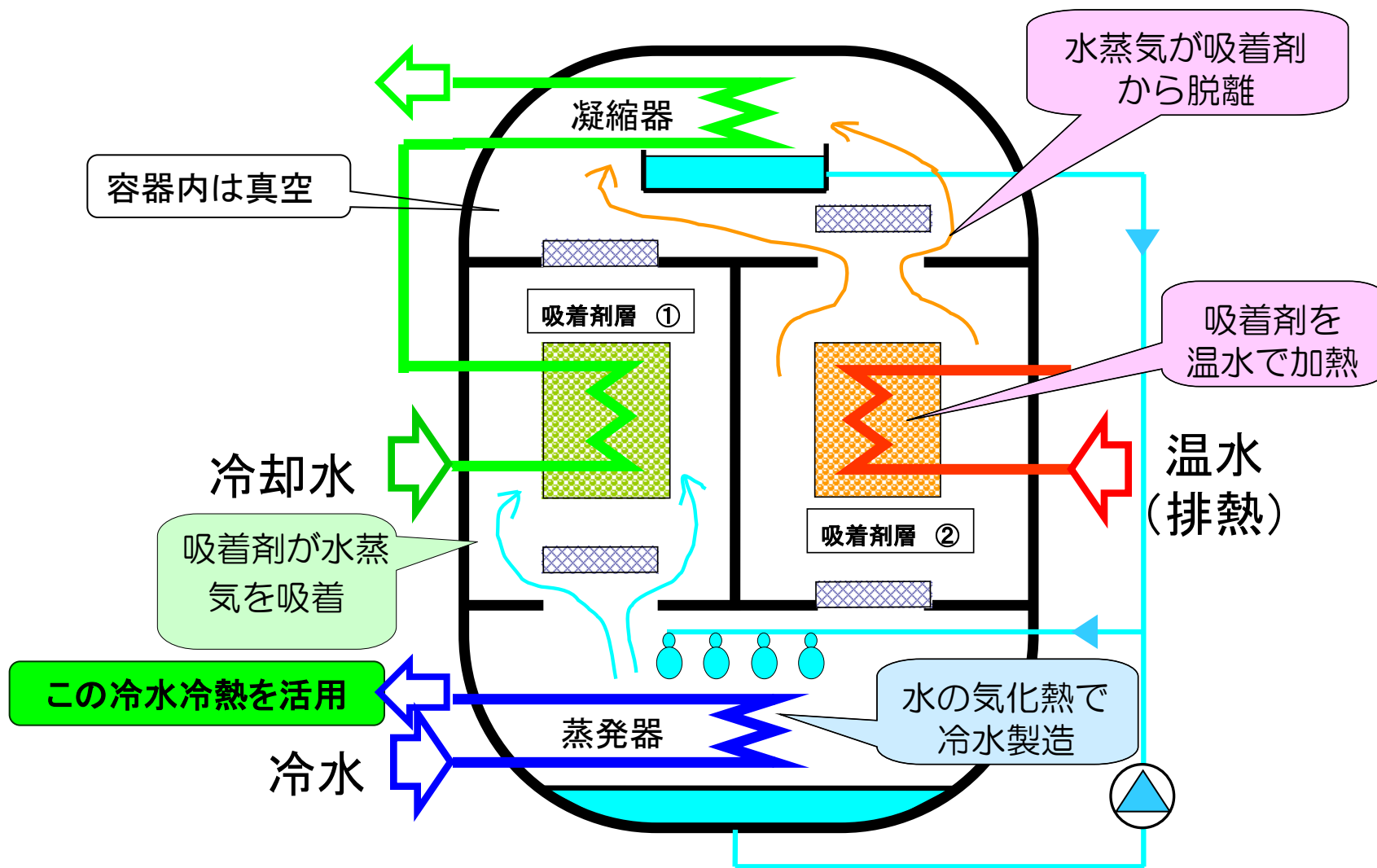
- 吸着式冷凍装置とは？
- 研究取り組みの背景
- 研究目的と成果目標
- 研究取り組み体制
- 従来の吸着剤と新吸着剤の予想性能
- 試験装置概要
- 試験条件
- 試験結果
- 試験結果考察
- 船用空調設備への適用試算
- 船用規則における適合性
- まとめ(成果と今後の取り組み)

吸着式冷凍装置とは(特徴)

- 吸着材への**冷媒(水)**の吸脱着を利用した冷熱機
環境にやさしい**自然冷媒(脱フロン)**
- 吸着材からの冷媒脱着に**排熱**を利用。
エネルギー有効利用
- 吸着材への冷媒吸着に**冷却清水**を利用。
素材(配管等)にやさしい。**レスメンテナンスレス**
- 吸着媒体として、**ゼオライト**を採用
半永久的に使用可。レスメンテナンス
- 冷熱の取り出しに大きな動力を必要としない。

省エネを実現

吸着式冷凍装置とは(原理)



研究取り組みの背景

なぜ吸着式冷凍装置が船用に普及しない？

- 吸着式冷凍装置の冷却水温度($\sim 32^{\circ}\text{C}$) < 船舶が供給できる冷却水温度(38°C)
- 陸上と船舶の使用環境の相違
- 船用マーケットにおける認知度が低い

↑
船用機関プラント設計への影響が大きく
これが船用への適用の技術的課題

環境問題

- 船舶へのCO₂排出規制
- 冷媒規制

陸上における豊富な実績

- 効果的な排熱利用
- 省エネを実現

今、まさに
開発投入！！

技術革新

- 吸着剤開発(新吸着材の登場によって)
運転可能温度 $32^{\circ}\text{C} \rightarrow 38^{\circ}\text{C}$
- 船舶排熱利用技術

研究目的と成果目標

吸着式を船用に適用する上で、船舶で利用できる冷却清水温度が技術的に大きな課題であったが、新しい吸着材(ゼオライト)の開発により、この問題が克服できる可能性が出てきた。



目的: 船用に適した吸着式冷凍装置の開発

<研究成果目標>

- 新吸着材を使用した試験実機の改造
- 排熱想定温度、冷却清水温度をパラメーターとして変化させ、冷熱出力を計測
- 船用への適用評価(含む省エネ効果)
- 吸着式冷凍装置を船用に適用する上での規則確認

研究取り組み体制

<主研究者>

株式会社前川製作所

- 試験設備の改良
- 新吸着材の性能試験

三菱重工業株式会社

- 船用適用条件に関する助言
- 省エネ(経済性)検討

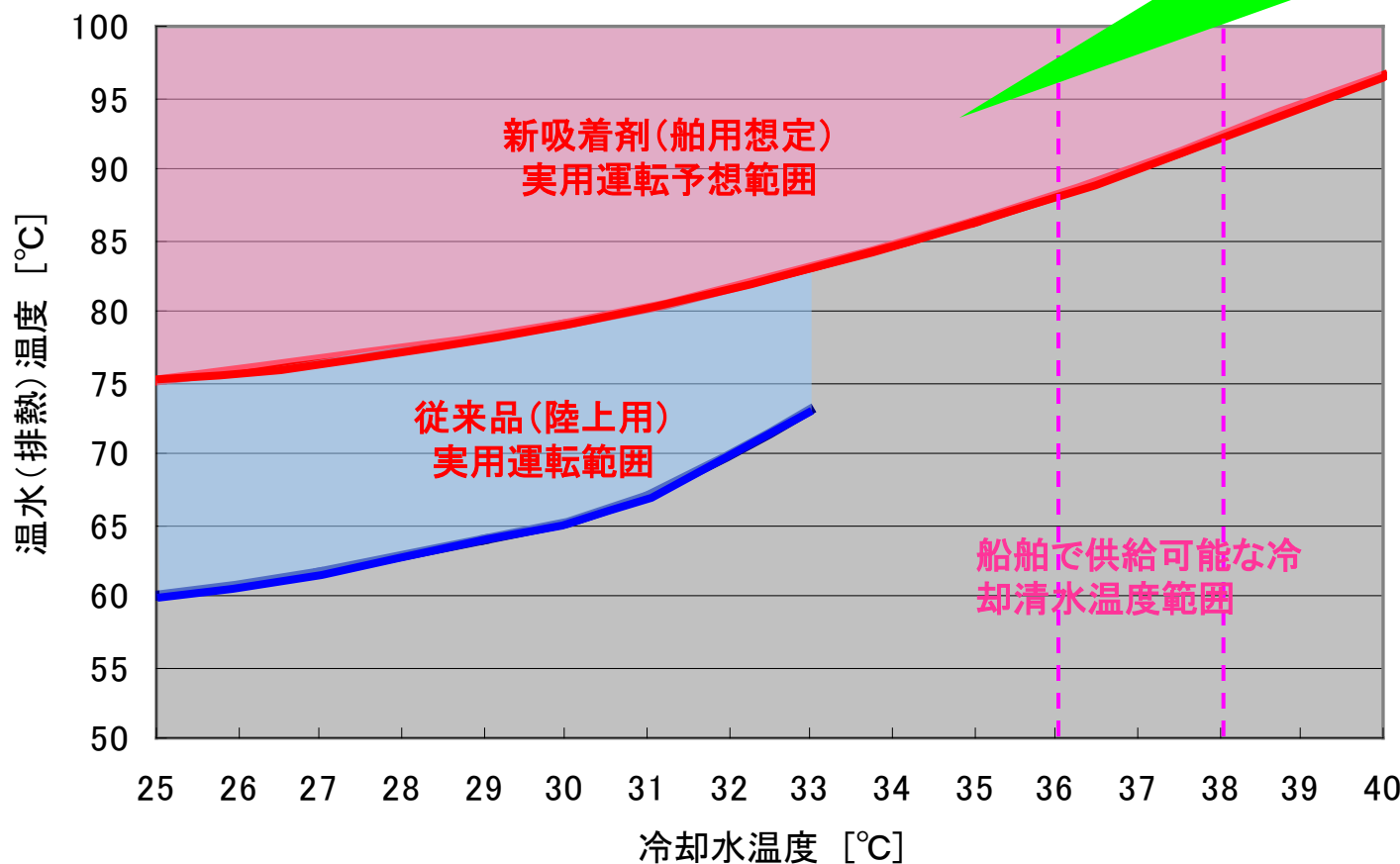
<共同研究者>

一般財団法人 日本海事協会

- 規則要件に関する助言

従来の吸着剤と新吸着剤の予想性能

新旧吸着材の性能領域



新吸着材を利用できれば、船舶への効果的な適用が可能と思われる。

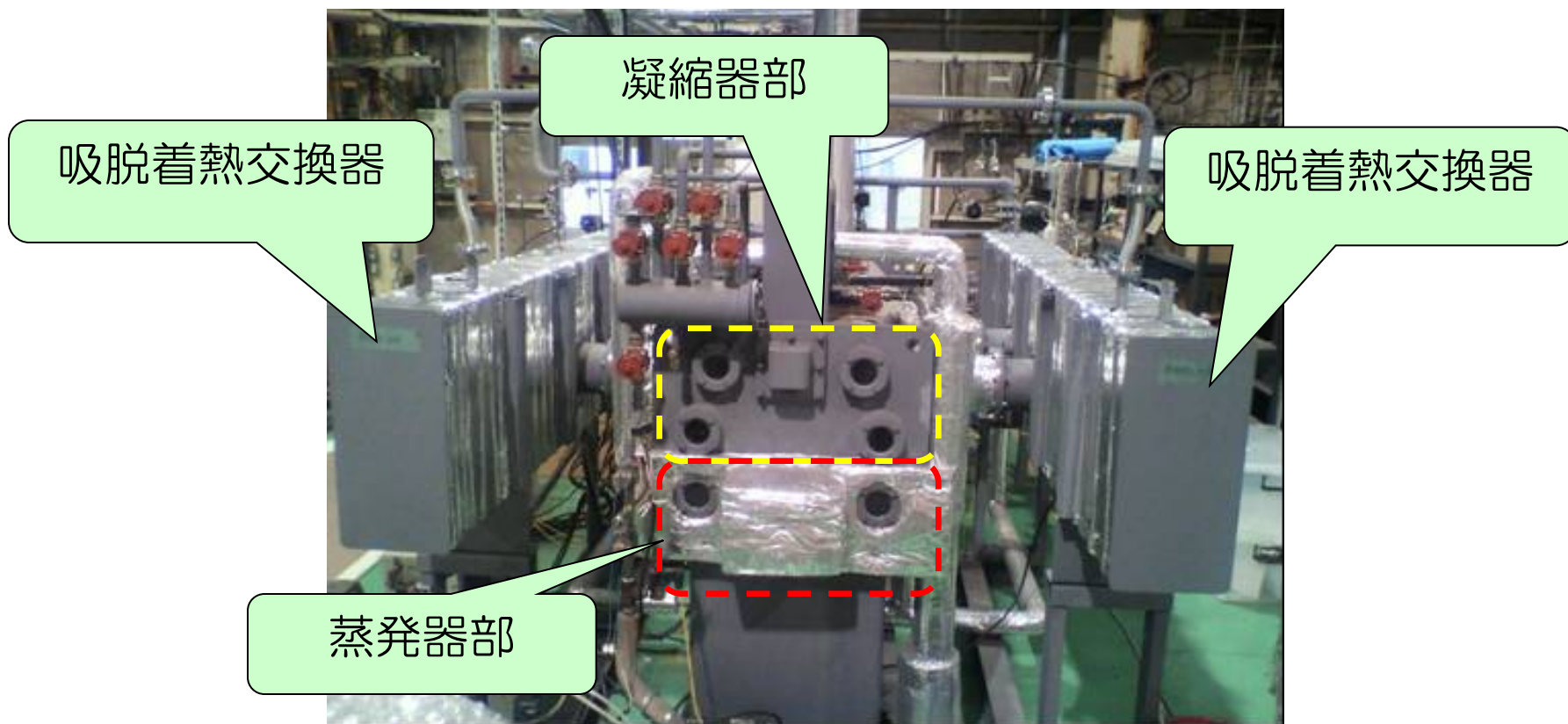
新吸着材
従来品と合成方法と結晶構造を変える事により、作動温度領域を変えた吸着材

新吸着材
型式:ゼオライト
FAM-O2

従来品
(陸上利用)
型式:ゼオライト
FAM-O1

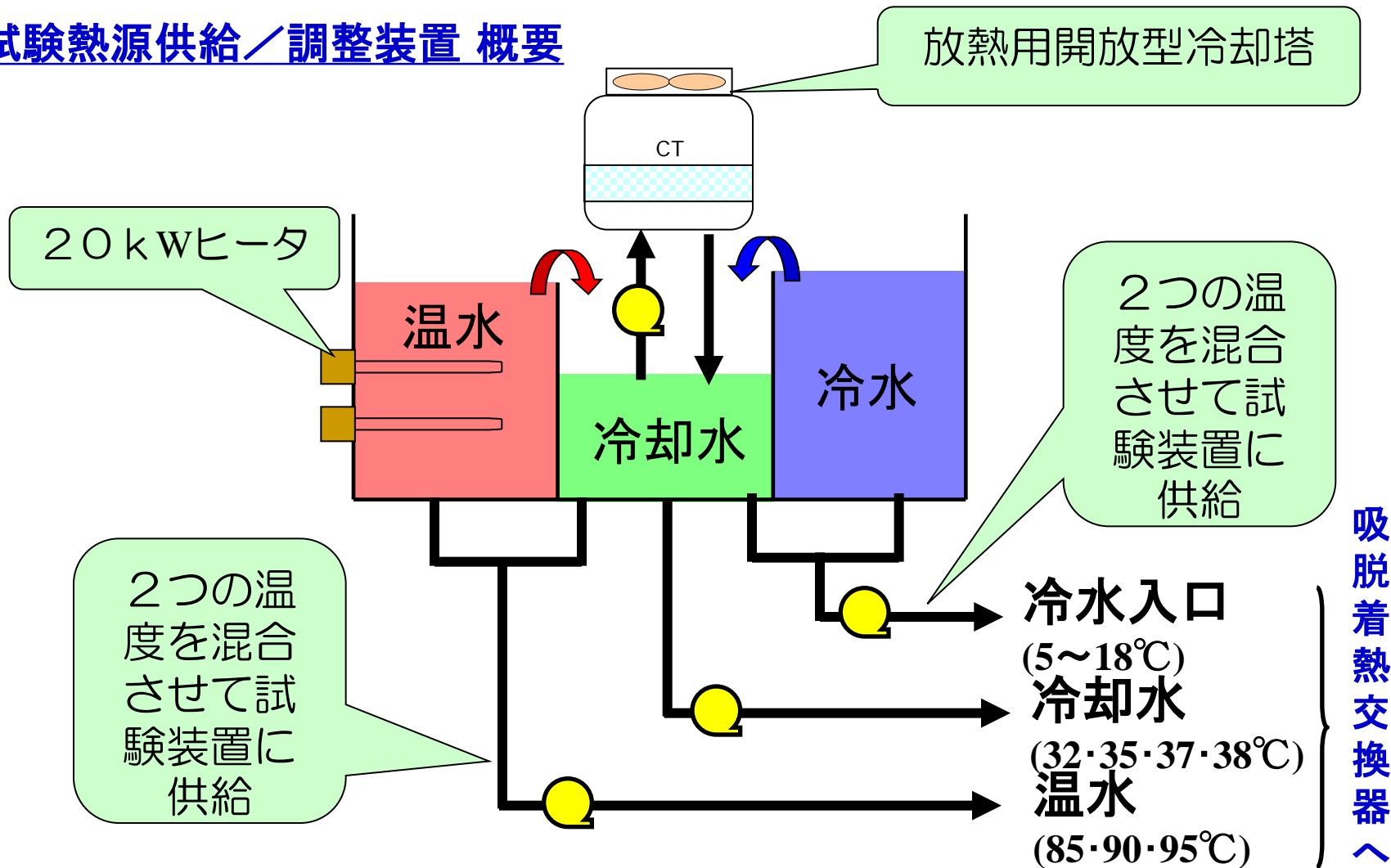
試験装置概要(その1)

- 吸着材:三菱樹脂製(ゼオライト) FAM-02
- 試験装置



試験装置概要(その2)

試験熱源供給／調整装置 概要

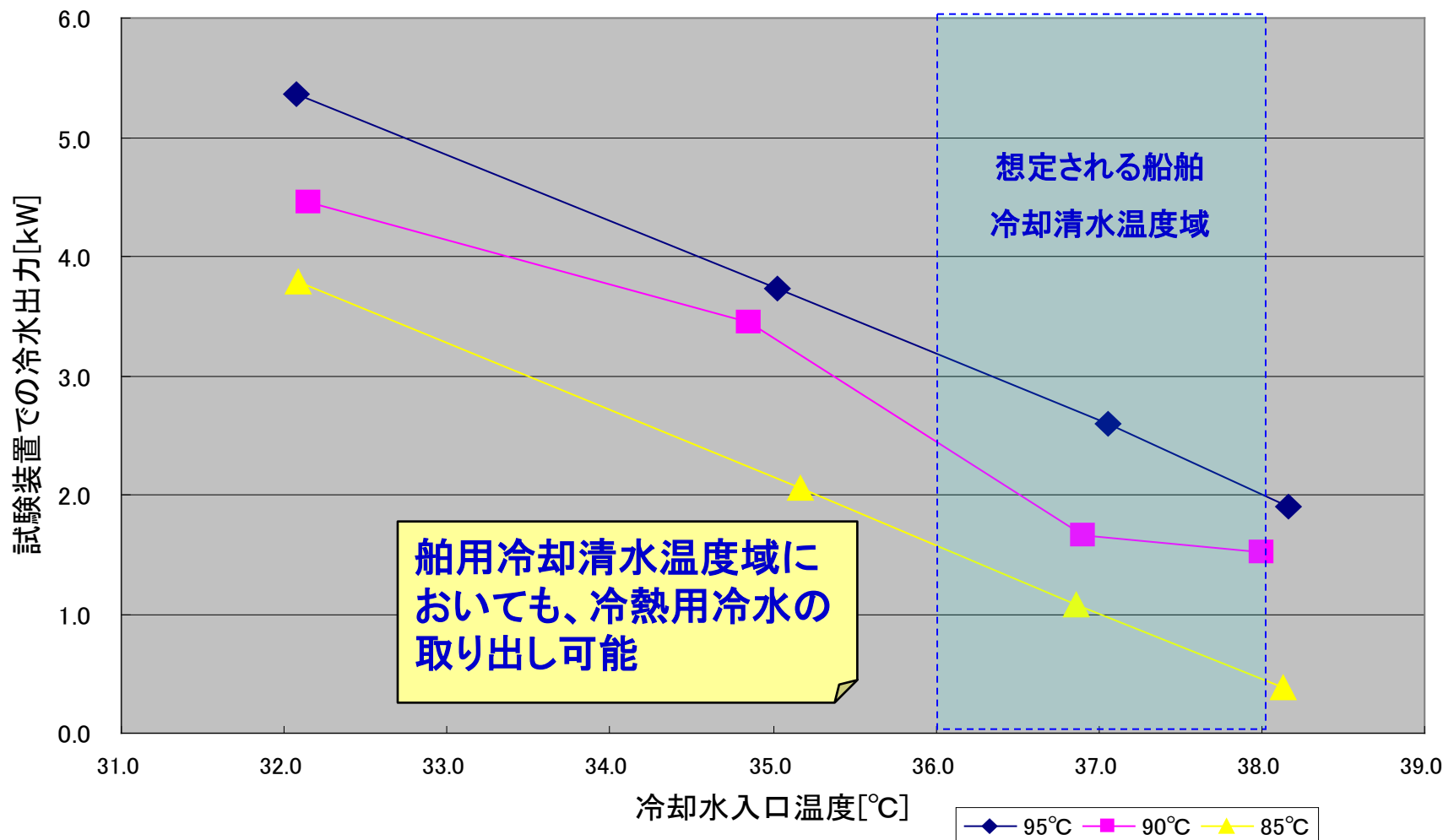


試験条件

項目	仕様
入力パラメータ	
温水入口温度(変数)	85・90・95°C
温水流量(固定値)	2.7m ³ /h
冷却水入口温度(変数)	32・35・37・38°C
冷却水流量(固定値)	3.1 m ³ /h
出力目標(ターゲット)	
冷水出口温度(目標値)	5・7・10・15°C
冷水流量(固定値)	2.0 m ³ /h

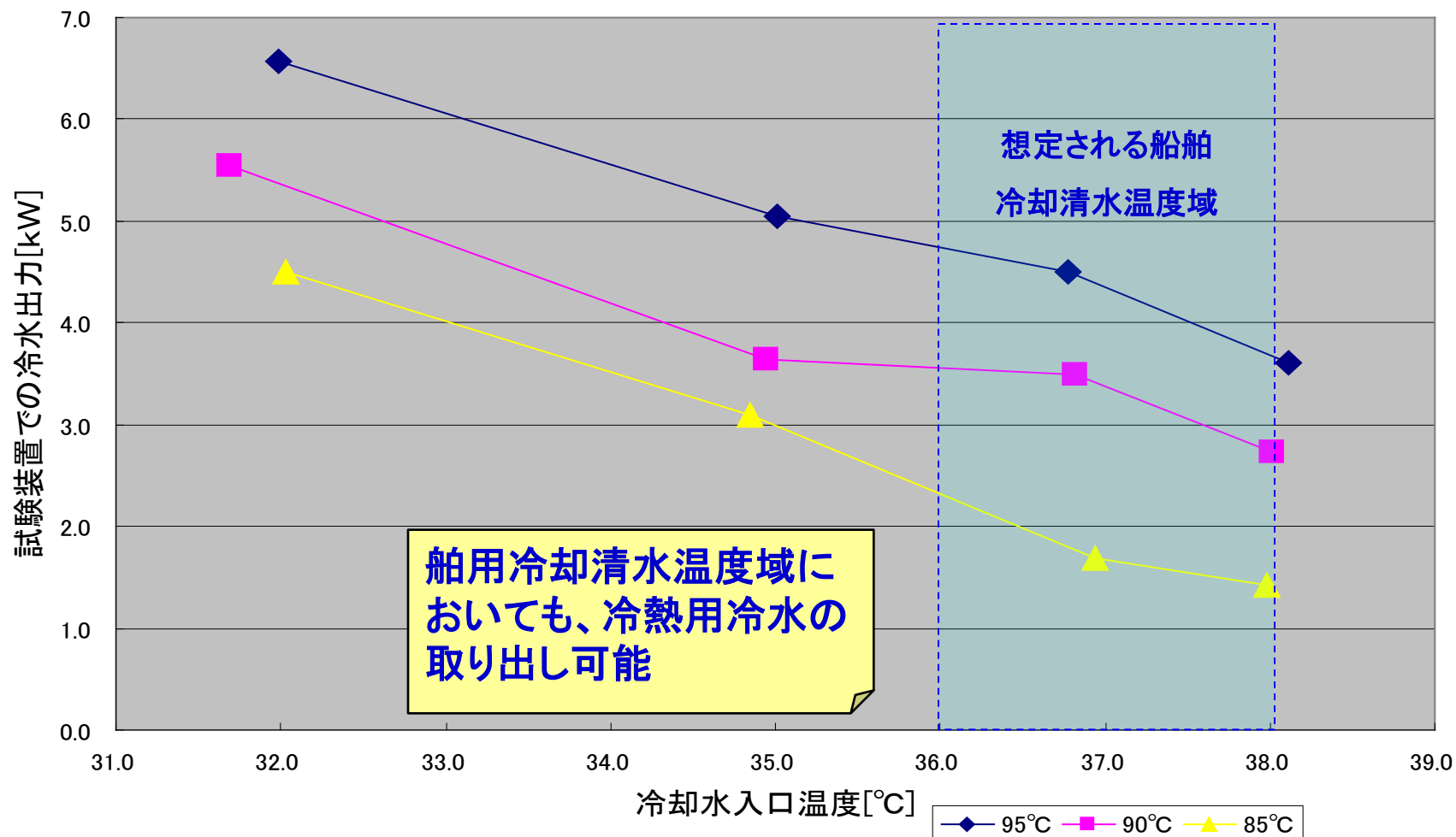
試験結果

冷却水入口温度依存性(目標冷水温度5°C)



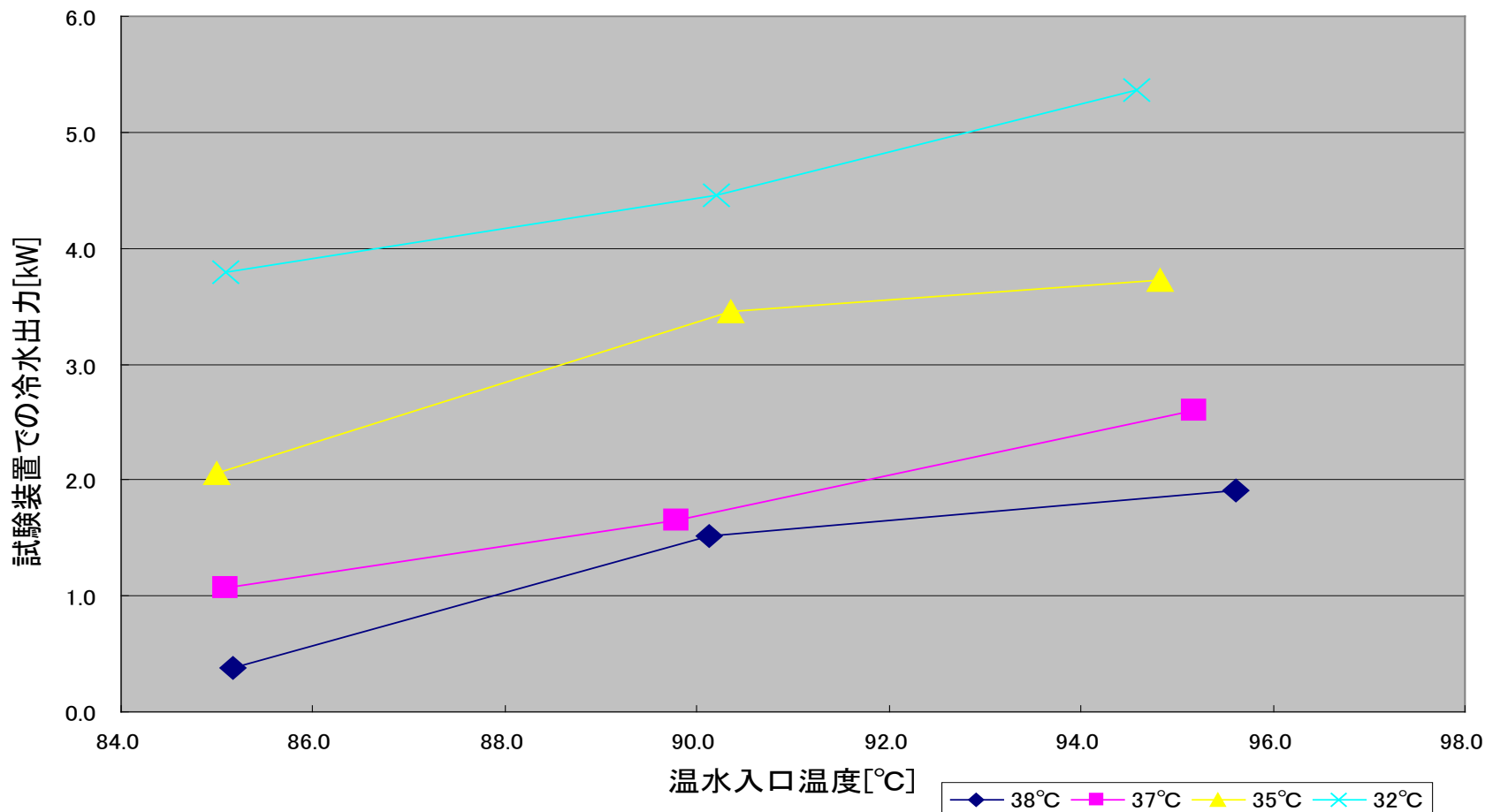
試験結果

冷却水入口温度依存性(目標冷水温度10°C)



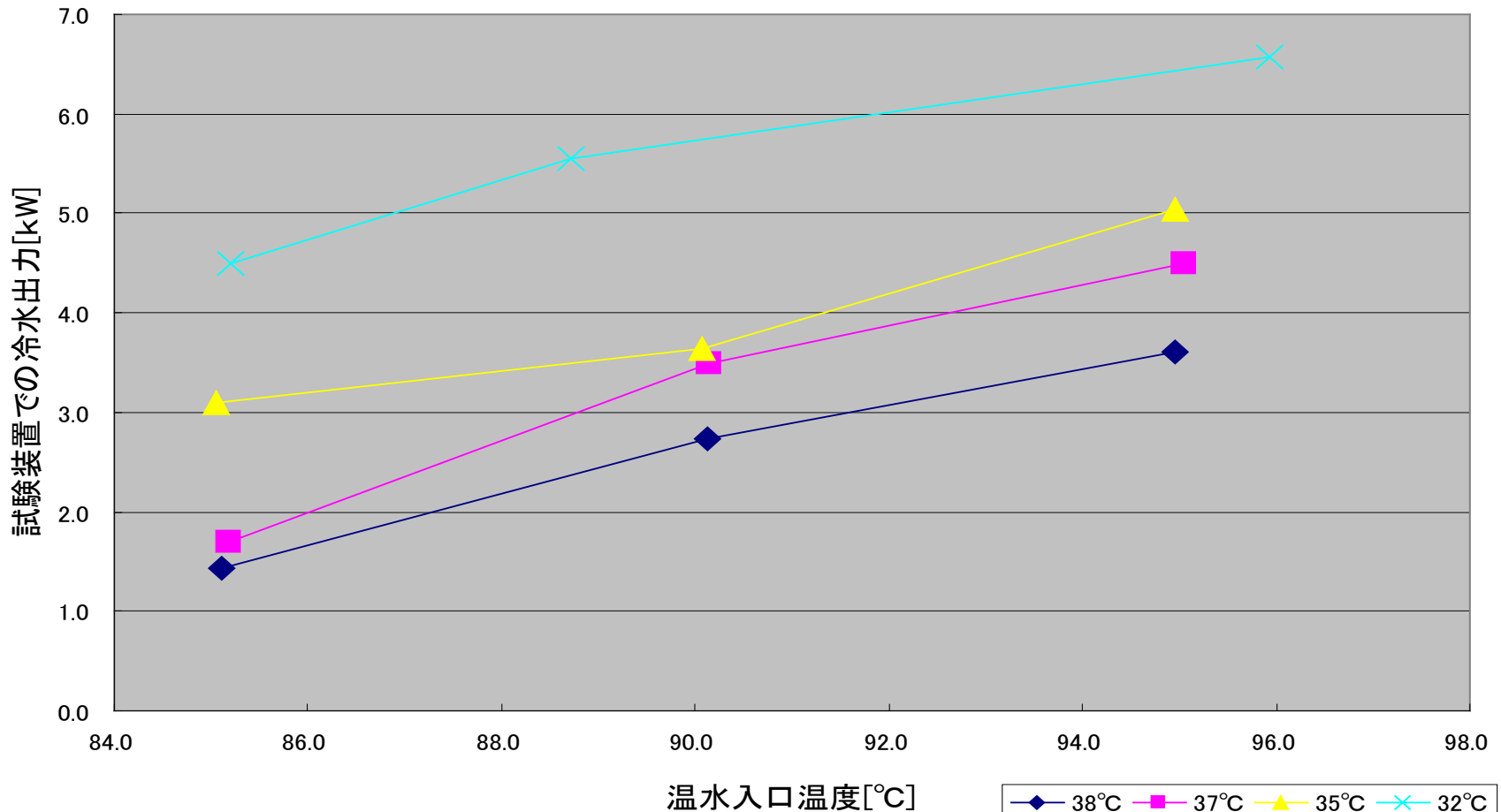
試験結果

温水入口温度依存性(目標冷水温度5°C)



試験結果

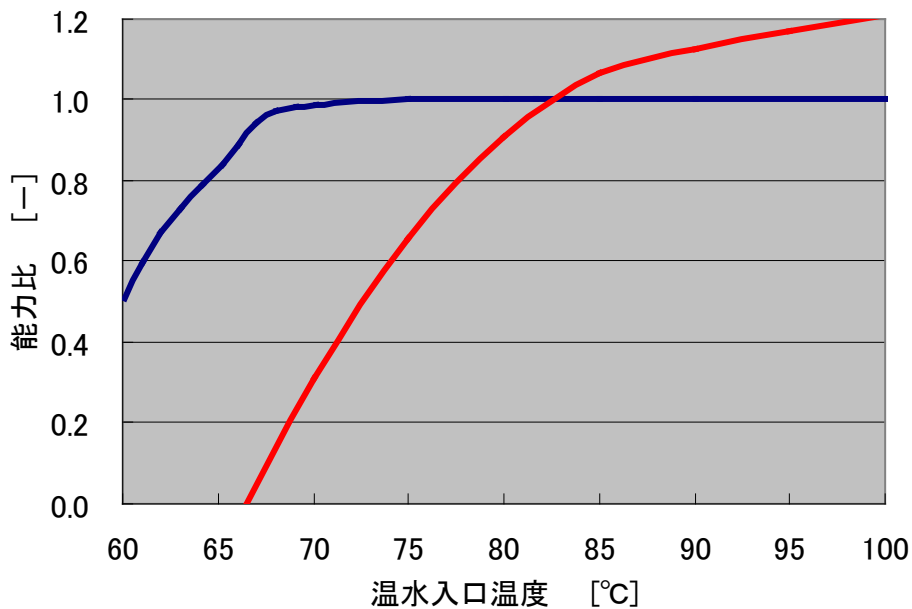
温水入口温度依存性(目標冷水温度10°C)



試験結果

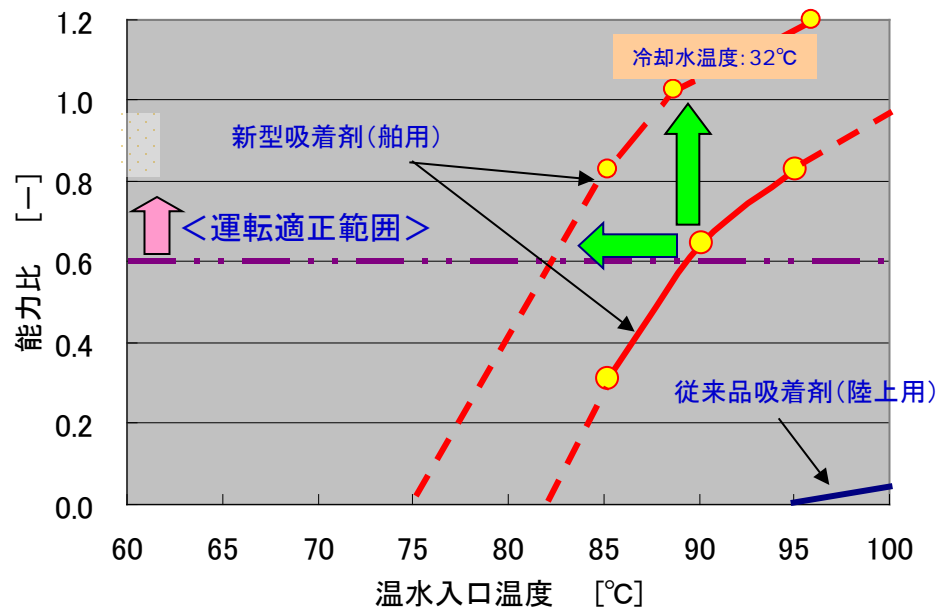
新旧吸着材の性能比較

陸上条件
冷却水入口温度 : 29°C
冷水出口温度 : 9°C



— 従来品吸着剤(陸上用) — 新型吸着剤(船用品)

船用条件
冷却水入口温度 : 37°C
冷水出口温度 : 10°C



— 従来品吸着剤(陸上用) — ● 新型吸着剤(船用品) — ● — 系列2

冷却水の温度を下げる事ができれば、排熱量を抑えることが出来ると同時に、更なる能力アップが期待できる。



新吸着材による更なる省エネ化期待

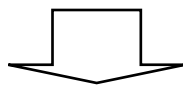
試験結果考察

- 新吸着材においても、吸着式冷凍装置の特徴（高排熱、低冷却水）の条件下で、より高い冷却能力が得られる傾向が得られた。

⇒ 吸着式冷凍装置としての成立性を確認

- 船用の条件下（高冷却水温度下）においても、新吸着材を用いることで、冷却熱として取り出せる事が確認できた。
船舶の条件改良で将来的にも大幅な省エネが期待できる。

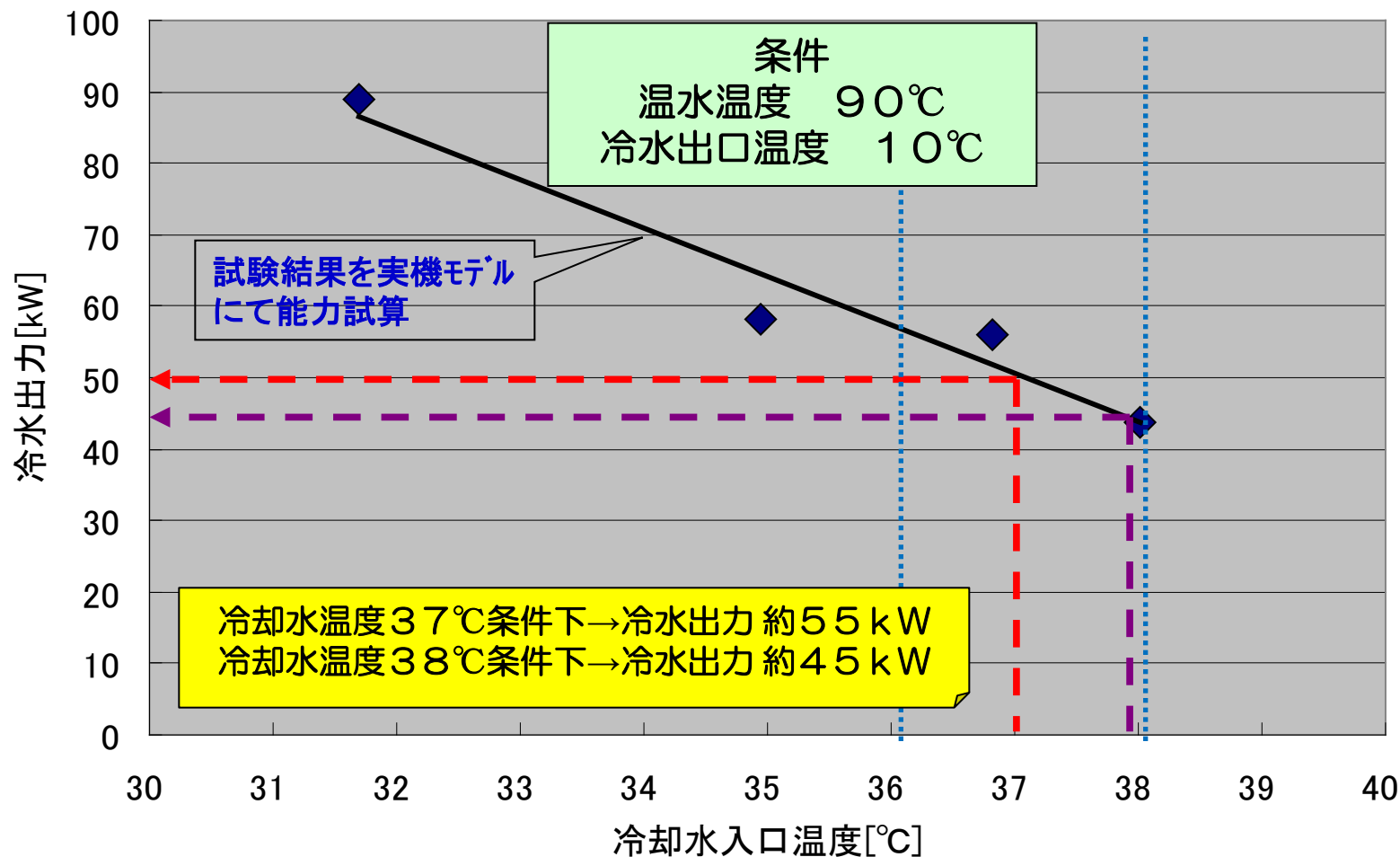
⇒ 船用として利用できる事を確認。



船用空調設備への適用ラフ試算

船用空調設備への適用試算(その1)

実機(Z3515モデル)への搭載可能性



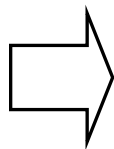
船用空調設備への適用試算(その2)

船用空調へ適用した場合の試算

三菱重工業建造船(6000台積 自動車運搬船)の空調を条件とした場合)

- 必要冷却能力: 150kW
- 冷水取り出し温度: 10°C
- 冷却清水温度条件: 37°C
- 排熱(主機冷却ジャケット温水+蒸気加熱): 90°C

上記検討船における空調機消費電力
コンプレッサ-用モーター入力: 約60kW



吸着式実機ベース消費電力(3台分)
冷媒,真空ポンプ用モーター入力 約8.6kW
冷水,温水ポンプ用モーター入力

約51.4kW(現空調電力の85%相当)*1の省エネが見込まれる。

これは、常用航海中の主機出力+船内消費電力の0.3%に相当

*1: 冷却水系統ポンプ,エアハン等の消費電力を含まない場合の最大値。

船用規則における適合性

確認項目	規則適合	備考
1) 機器承認の要否(空調設備)	不要	
2) 材料適合 ● 本体: 鉄(SS400) ● 冷媒: 水(H ₂ O) ● 熱交換チューブ: 銅(C1220T)	OK	鋼船規則 D編、K編
3) 構造適合 ・真空構造: 真空圧力 ・2次側熱交換器設計圧力: 0.5MPa	OK	鋼船規則D編
4) リサイクル適合 ・有毒/有害物質適用なし	OK	

まとめ

<成果>

- ✦ 新吸着材の温水／冷却水依存データを取得
- ✦ 新吸着材の性能領域が船舶利用に適している事を確認。
(技術的課題であった清水冷却利用の温度問題を克服)
- ✦ 従来の船用空調比として約85%の省エネを実現可。
- ✦ 吸着式冷凍装置利用が船舶の省エネに寄与する事を示した。
- ✦ 船用空調装置の脱フロン化も実現可。

まとめ(今後の取り組み)

<今後の実機開発,船舶搭載への取り組み>

- ✦ 新吸着材を用いた実製品化 (2014年製品化目標)
- ✦ 実船搭載による船用環境での評価と実製品への反映
- ✦ 船用配置に適応したコンパクト化と省エネ効率の向上
- ✦ 大型フェリー／客船等、冷却熱量の大きい船への適用。
(利用できる廃熱と必要冷却量との最適化)
- ✦ 空調装置以外での適用の検討。