

# ハイブリッド過給機への実船検証からの提言

株式会社MTI 技術戦略グループ  
上級研究員 橋元 彩子



## 目次

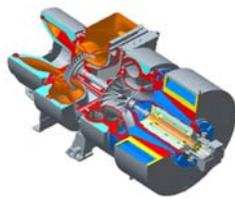
1. はじめに
2. ハイブリッド過給機の概要
3. 就航前に行った改良点
4. 就航後の性能確認
5. ハイブリッド過給機によるCO2削減量
6. 実船検証結果のまとめ
7. 最後に ～ハイブリッド過給機への実船検証からの提言～
8. 謝辞



# 1. はじめに

目的: 主機排ガスのエネルギー  
を利用し、船舶から排出される  
温室効果ガス(GHG)を削減する

## 【現在取り組んでいる共同研究開発の概要】



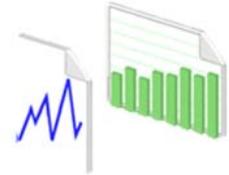
三菱重工業(株)  
の開発品である  
**ハイブリッド過給機**

2007年: ハイブリッド過給機を船  
舶に搭載したい! と研究開始



日立造船(株)の主機へ組込んで、  
**ユニバーサル造船(株)**建造の  
ばら積み貨物船へ搭載

2011年5月: 本船就航



日本郵船(株)  
が運航し、  
**(株)MTI**  
がデータ計測・解析

2009年度から国交省・NKの補助金対象事業・共同研究テーマとして、共同研究開発  
「ハイブリッド過給機の船舶実用化技術の開発」

・福神汽船(株)  
・大洋電機(株)  
・Calnetix Inc.  
から多大なご指導を賜る。

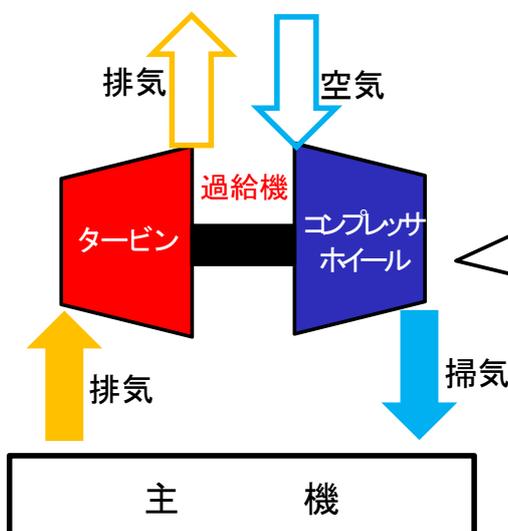
本共同研究開発の成果をご紹介すると共に、世界で初めてハイブリッド過給機を船舶搭載・運航した上で得られた知見を元に、より良い製品開発に向けた提言をさせて頂きたい。



# 2. ハイブリッド過給機の概要

## (1) ハイブリッド過給機の仕組み

### 通常の過給機



排気エネルギーでタービンを回転させ、  
その回転力でコンプレッサホイールを  
回して空気を圧縮し、主機に掃気(燃  
焼用空気)を送る

近年の過給機の高効率化により、主機  
に掃気を送る回転力に余剰分が発生。

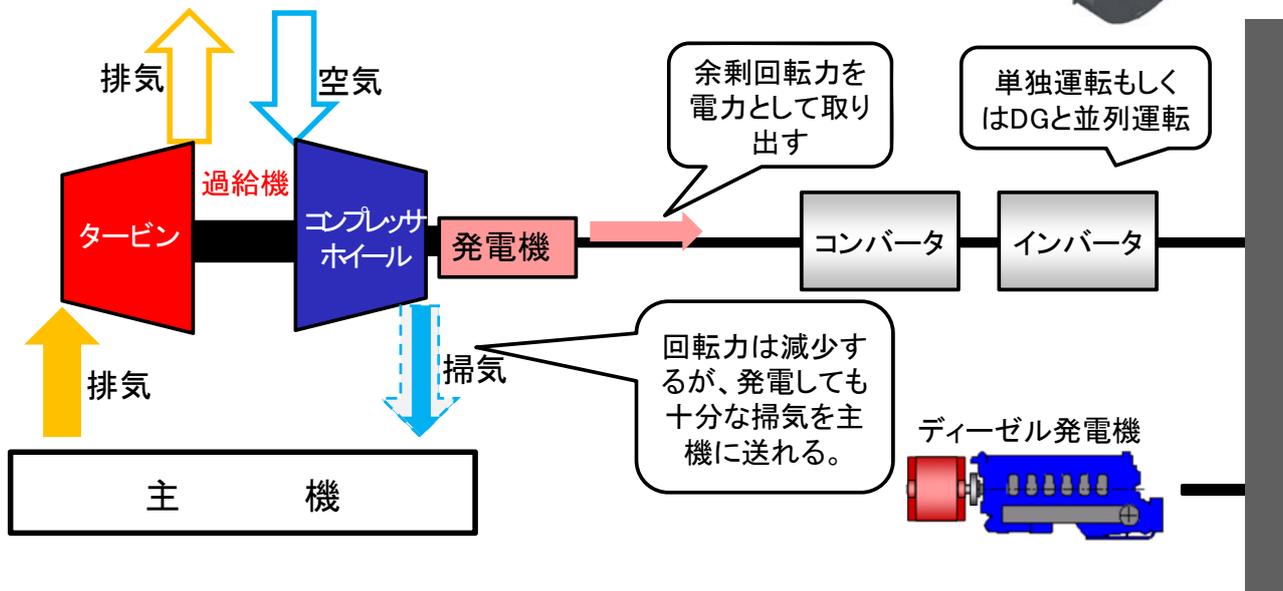
この余剰回転力を電力として取り出す  
⇒ハイブリッド過給機



## 2. ハイブリッド過給機の概要

### (1) ハイブリッド過給機の仕組み

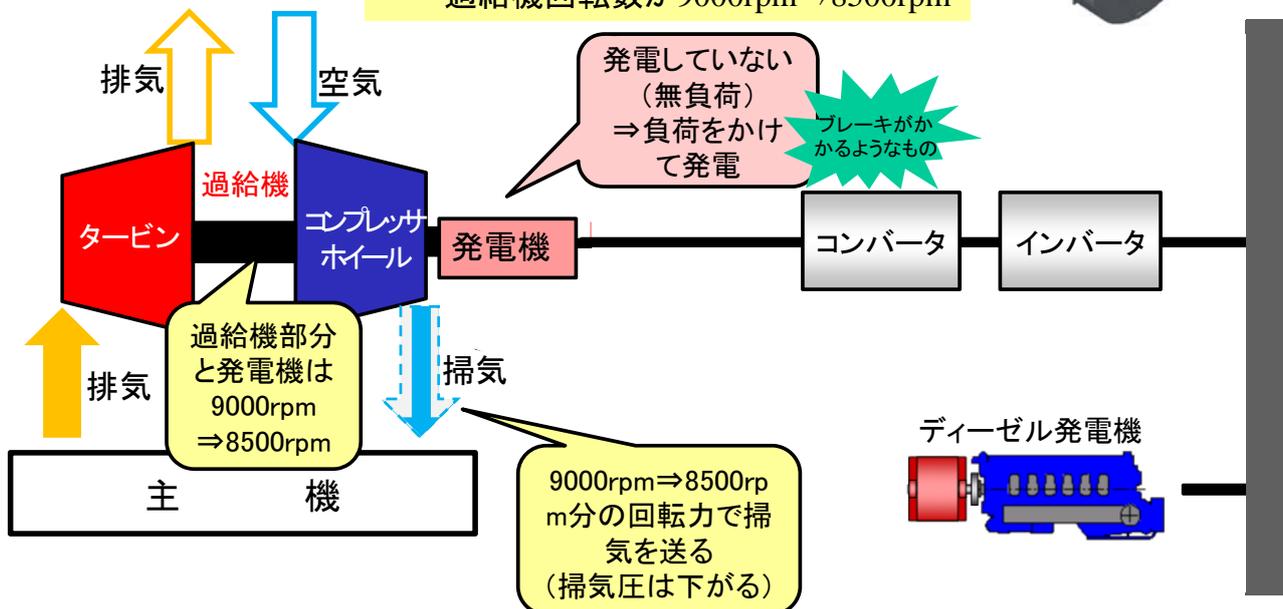
#### ハイブリッド過給機



## 2. ハイブリッド過給機の概要

### (1) ハイブリッド過給機の仕組み

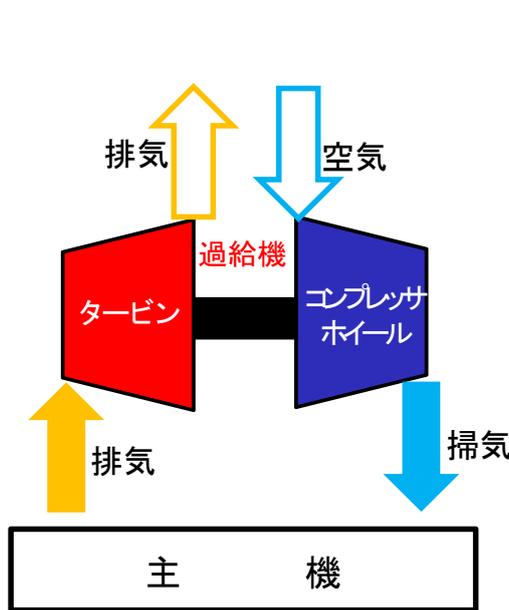
#### ハイブリッド過給機 例: 発電せず、 過給機回転数が9000rpm⇒8500rpm



## 2. ハイブリッド過給機の概要

### (2) ハイブリッド過給機の発電量に影響するパラメータ

#### 過給機で吸い込む空気の温度（過給機吸気温度）



空気の圧力一定、容量一定の場合

温度が高いと、密度が低くなる

空気の容量一定、温度一定の場合

密度が低いと、圧力が低くなる

過給機吸気温度が高いと、主機掃気圧が低くなる。

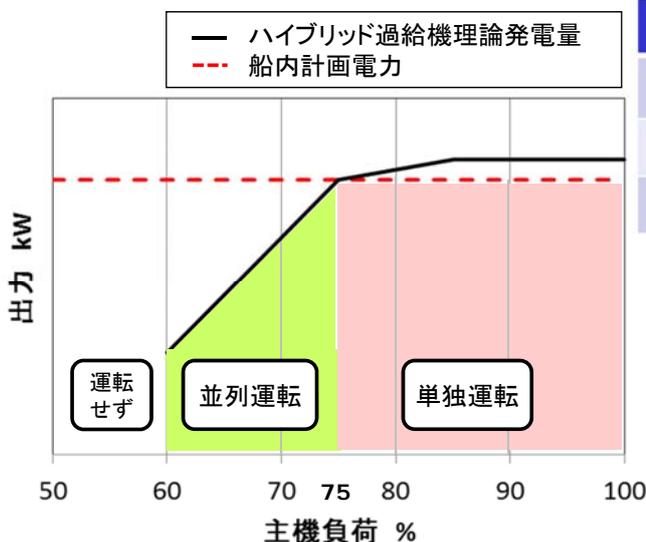
安定した主機運転のため、主機掃気圧が下がりすぎないように”主機掃気圧下限リミッタ”を設定

もし、主機掃気圧が下限値を下回ったら・・・  
安全に運転できる主機掃気圧を確保するため、  
発電量を下げる

## 2. ハイブリッド過給機の概要

### (3) ハイブリッド過給機の運転モード

通常航海中における主機負荷毎のハイブリッド過給機運転モード



主機負荷	運転モード
～60%	(ハイブリッド過給機運転せず)
60%～75%	並列運転
75%～	単独運転

### 3. 就航前に行った改良点

就航前に皆様と協力して様々な改良を行い、より安全で使い易いシステムを実現。

- ハイブリッド過給機発電機軸受構造・材質の改善
- コンバータパネル構造の変更
- コンバータ制御回路の一部変更
- メンテナンス性向上のための過給機サイレンサ構造変更

#### (補足)搭載船の概要

建造造船所	ユニバーサル造船 津事業所
船種、船名	ばら積貨物船、SHIN KOHO
竣工	2011年5月
主機関	日立MAN-B&W 7S65ME-C
ディーゼル発電機(DG)	3台(他、非常用1台)
ハイブリッド過給機	MHI-MET83MAG



### 4. 就航後の性能確認

#### (1)計測期間・計測インターバル・計測データ

2011年5月の本船就航後、以下のデータを定期モニタリングし、ハイブリッド過給機の性能解析を行った。

項目	内容	
計測期間	2011年5月～2012年8月	
計測インターバル	24件/1日 (毎時計測、毎日受信)	
計測データ	主機	回転数、燃料ポンプインデックス、 負荷、掃気温度、掃気圧力
	過給機	回転数、空気入口温度、空気出口温度、ガス入口温度、 ガス出口温度、ガス入口圧力、ガス出口圧力
	発電出力	No1 DG出力、No2 DG出力、No3 DG出力、 ハイブリッド過給機出力
	その他	機関室大気圧

タイムリーなデータ受信・解析によって、主機・過給機性能を早く正確に把握することができる。



## 4. 就航後の性能確認

### (2) 本船の主機負荷運転割合

本船は主に主機負荷60-75%で運転している。

通常航海中の本船の主機負荷毎の運転割合

主機負荷	割合 [%]
～60%	7.8
60%～75%	76.3
75%～	15.9
合計	-

### (3) ハイブリッド過給機の稼働率

ハイブリッド過給機運転可能範囲において、ほぼ100%の割合で発電している。

ハイブリッド過給機運転可能範囲におけるハイブリッド過給機の稼働率

主機負荷	ハイブリッド過給機	割合 [%]
60%～	発電	97.3
	発電せず	2.7
合計		-

主機の増速・減速中により、主機性能が安定しないため、発電しなかったり、短時間の主機運転(本船シフトなど)なので発電しなかった場合など

## 4. 就航後の性能確認

### (4) 通常航海中のハイブリッド過給機の各運転モード割合

単独運転⇒期待通り<sup>(\*)</sup>ではない

(\*)「期待通り」とは、主機負荷60-75%で主に並列運転になり、主機負荷75%以上で主に単独運転になること。

通常航海中における主機負荷毎のハイブリッド過給機運転モードによるデータ割合

主機負荷	ハイブリッド過給機	運転モード	データ割合 [%]
60%～75%	ハイブリッド過給機	単独運転	0.1
		並列運転	97.2
		運転せず	2.7
75%～	ハイブリッド過給機	単独運転	28.1
		並列運転	68.3
		運転せず	3.6

## 4. 就航後の性能確認

### (5)「期待通りに単独運転ができない」ことへの考察

事象	原因
主機負荷75%以上のとき、トロピカル海域で、ハイブリッド過給機発電量で船内電力を賄えない場合がある	過給機吸気温度上昇により、主機掃気圧が低下 ⇒”掃気圧下限リミッタ”により、発電量が制限されるため



## 4. 就航後の性能確認

### (6)「期待通りに単独運転ができない」ことへの対策

現状では根本的解決法が得られていない。引き続き、主機からの熱に対する遮熱板、過給機サイレンサ囲み、船内電力の低下、他の廃熱回収機器との併用の検討など、造船所・主機メーカー・過給機メーカーと共に検討を進める。

	対策	期待される効果
①	安全に配慮しながら、主機掃気圧下限値リミッタを引き下げる	掃気圧下限リミッタによって発電量を制限されることなく、単独運転できるようにする
②	機関室吸気ダクト延長により、過給機吸気温度を下げる	単独運転に必要な電力を発電しても、主機掃気圧が下限値リミッタ以下にならないようにする

## 6. 実船検証結果のまとめ

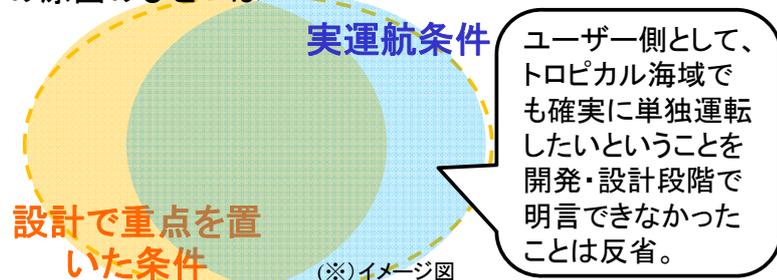
様々な改良を加え、ハイブリッド過給機を実船に搭載・就航した後の実運航での性能計測・解析を実施し、

- 本船は主機負荷60-75%で主に運航していた。
- 主機負荷75%以上では主に単独運転になることを期待していたが、実際はDGとの並列運転が多く、主機負荷75%以上における単独運転の割合は28%であった。

## 7. 最後に ～ハイブリッド過給機への実船検証からの提言～

### (1)設計条件への提言

今回、「期待通りに単独運転できない」ことのそもそもの原因のひとつは・・・



過給機吸気温度に関し、設計条件として25℃～45℃を用いていたものの、トロピカル海域での設計に重点を置いておらず、理論発電量をISO条件の25℃で算出

(今回の研究において、トロピカル海域での単独運転増加に向けた対策で、造船所、主機メーカー、過給機メーカーの皆様には大変なご尽力を賜っています)

実運航条件に即した設計をししないと性能が十分に発揮できない

新規開発を成功させる秘訣！

製品を高く売るための秘訣！

第一の提言：メーカー・ユーザ共に実運航に即し、重点を置いた開発・設計に取り組もう！

## 7. 最後に ～ハイブリッド過給機への実船搭載からの提言～

### (2)皆が”Happy”になれる船への提言

ハイブリッド過給機について、ユーザーがHappyになれる機能、効果とは・・・

- ①DGを停止できる(温室効果ガス、機器メンテナンスの減少)
- ②減速運転でも使える(運転範囲、フレキシビリティの増加)

ハイブリッド過給機の単独運転割合UPや発電量UP、主機とのマッチング調整・・・  
過給機メーカーや主機メーカーでできること

ひとつの会社・分野に留まらず、

船内電力を下げる工夫

他の廃熱回収機器との併用  
(例えば小型廃熱回収発電機)

ユーザーも含め、  
会社や専門分野の垣根を越え、  
手を取り合いながら皆が”Happy”に  
なれる船を世に出そう

第二の提言:会社の枠を超えた研究開発をしよう!  
そしてその場としてMTIを活用して頂きたい

## 8. 謝辞

本研究開発にあたり共同開発者として種々ご協力いただきました  
ユニバーサル造船株式会社      三菱重工業株式会社

ご指導をいただきました  
福神汽船株式会社  
大洋電機株式会社

日立造船株式会社  
Galnetix Inc.

の皆様方に厚くお礼申し上げます。

又、本研究開発は国土交通省の「船舶からのCO2削減技術支援事業」の補助対象事業として、また一般財団法人日本海事協会の「国際運航における温室効果ガス削減技術に関する研究開発の共同研究テーマとして採択されています。