

内航海運をめぐる技術革新について

1. 現状・課題

内航海運の抱えている構造的問題や、現下の厳しい経済状況の中で、効率的で安全かつ環境に優しい輸送サービスの構築を実現するためには、船舶共有建造制度の活用といった事業環境の整備に加え、環境保全や安全性の向上、ランニングコストセーブ効果を含めたトータルのコスト等の面で、ブレイクスルーをもたらすような技術革新を積極的に取り入れ、内航海運におけるハードとしての内航船自体の性能向上を図ることが非常に重要である。

しかしながら、こうした内航船の技術開発については、以下のような問題から有効な新技術の開発・普及が円滑に進んでいないのが現状である。

内航船は中小の造船所で建造されるが、それらの造船所は優れた造船技能は有するものの、新しい技術を開発したり、また、開発に伴う大きなリスクを負担することは困難なケースが多く、内航船の技術開発を担う民間企業が存在しない。

開発が終了した新技術であっても、同じく造船所や内航海運事業者が中小の事業者であるために、実績不足による市場投入へのリスクが負担できず、製品として普及しにくい。

省力化、信頼性の向上等といったトータルコストの低減に資する新技術に対応した規制になっていない。

効果が直接経済性に反映しない環境対応の新技術については事業者に導入を促すインセンティブが弱い。

2. 現在具体化している技術開発

現時点において、実用化・普及に近い段階にある有用な技術としては、以下のようなものがあり、これらについて、1. で述べた課題を解決するための対策について検討を行う必要がある。

スーパーエコシップ（資料3 - 1 参照）

高度船舶安全管理システム（資料3 - 2 参照）

今後の規制強化に有効な環境対応型新技術（資料3 - 3 参照）

3. 論点

1. で述べた課題の解決のためには以下の点について検討する必要がある。

輸送の効率化や安全及び環境の保全に貢献する新技術の普及・実用化を支援するスキームの構築が必要ではないか。

技術革新の成果や経済社会情勢の変化を踏まえて適時、適切に規制の見直しを行うことが必要ではないか。

環境に資する技術の導入に対するインセンティブを強化するため、税等の経済的手法の活用を検討すべきではないか。

次世代内航船の研究開発

1. 背景

我が国は 1997 年 12 月に気候変動枠組条約第 3 回締約国会議 (COP3) において温室効果ガスの排出量削減を約束したが、これを受けて策定された地球温暖化対策推進大綱では、船舶のエネルギー消費原単位の向上や、鉄道・内航の利用による物流の効率化が定められている。また、新総合物流施策大綱や小泉内閣の改革工程表においても、経済の活性化に寄与し環境負荷を低減させる物流体系の構築を可能な限り早期に達成することを目指し、低環境負荷型の次世代内航船 (スーパーエコシップ) の開発・普及促進が謳われている。

こうした中、スーパーエコシップの開発・普及により、内航輸送コストの低減及び魅力ある船内労働環境を実現し、慢性的な構造不況にある内航海運業の活性化や中小造船の産業競争力強化を図るとともに、モーダルシフトを促進させて物流分野における環境負荷を低減させる必要がある。

2. 施策の概要

以下の新技术を本施策において開発する。

- ・ 高効率船用ガスタービンエンジン

軽量・小型で静穏性が高い。また、従来の船舶と比較して、NO_x 排出量 1/10、SO_x 排出量 3/5、CO₂ 排出量 3/4 と環境負荷を低減している。更に船上メンテナンスがフリーで、機関部員の作業が軽減される。

- ・ 電気推進式二重反転ポッドプロペラ

360 度回転可能なポッドの中に収められた電動モーターでプロペラを駆動するシステムで、操縦性能が高い。また、真横移動も自在なため、離着岸時の人手も減らすことが可能である。

- ・ ガスタービン、ポッドプロペラ対応型新船型

ディーゼル機関、プロペラ軸系が船尾に無いため、流体力学的に理想的な船型が可能である。この船型により燃料消費量は 10%低減する。また、積載量も最大 20%増加が可能で、輸送コスト低減に寄与する。

これらの革新的技術を採用入れた次世代内航船「スーパーエコシップ」を平成 17(2005)年度中に開発し、実用化・普及を図ることを目指している。

2 . 効果

スーパーエコシップの研究開発により、以下のような効果が期待される。

- ・ 内航輸送コストの低減によるモーダルシフトの促進
- ・ 船員の居住・労働環境の改善
- ・ 内航海運業の活性化
- ・ 物流における環境負荷の低減
- ・ 代替船・新造船の需要増により、地方中小造船業や関連船用工業の活性化・雇用創出
- ・ 新技術に対応することによる中小造船の産業競争力強化
- ・ 船用ガスタービンメンテナンス事業等の新規産業創出

このようにスーパーエコシップは、内航海運活性化に大きく貢献するものであるので、できるだけ早期に研究開発段階から実用化・普及段階に移行することが要請されている。

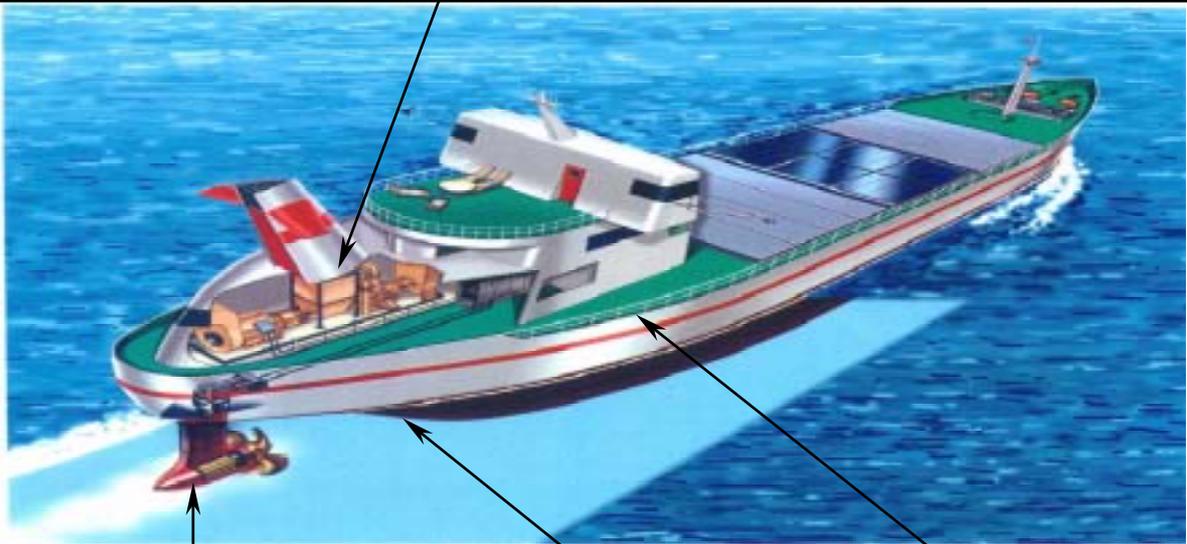
次世代内航船（スーパーエコシップ）の研究開発 （平成13～17年度）

〔背景〕

内航海運業に対する一層の効率化要請
地球環境問題の深刻化等

スーパーマリンガスタービン^(注) + 電気推進システム

環境負荷低減（NO_x 1/10, SO_x 2/5, CO₂ 3/4） 騒音 1/1000 船上メンテナンスフリー



二重反転ポッドプロペラ

真横移動も可能

理想の船型

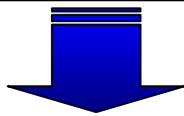
燃料消費量約10%向上

貨物スペースの増大

積載量約20%増大

(注) 従来型のカスタマーと比べ燃料消費量約30%削減

内航輸送コストの削減
(モーダルシフトの進展)
船員の居住・労働環境の改善



内航海運の活性化
物流における環境負荷低減

開発スケジュール

	13年度	14年度	15年度	16年度	17年度
新船型	市場調査・基本設計			建造	実証試験
	船型開発				
ポッド	要素技術開発		実寸モデル製作・試験	実証機設計・製造	
SMGT	(試験機開発)		(耐久試験)	実証機設計・製造	

高度船舶安全管理システムの研究開発

1. 研究背景

近年の安全・環境に対する国民意識の高まりを背景として、用船における荷主からの付加的な安全要求が強まってきていることなど、社会的に一層高度な安全性の確保が求められている。その一方で、船員の高齢化・減少や用船料の低迷に起因する船主経済の悪化などによる安全性への影響が強く懸念されているところである。

また、我が国産業競争力の強化の観点からは、荷主サイドの競争激化を背景として、船舶運航の高速化、運航コストの削減、定時性の確保等海上輸送の効率化が極めて強く求められている。

これら社会的・経済的要請に内航海運が応えていくためには、船舶の良好な状態の維持、安全性・信頼性の確保を実現しつつ、併せて運航効率性を飛躍的に向上させ得るような、安全管理のあり方を確立していく必要がある。

このような背景から、IT を活用して船舶の推進機関等の状態を陸上から遠隔でモニタリング・診断するとともに、船陸一体となった安全管理のネットワークシステムを構築することによって、船舶の安全管理を高度化・最適化する「高度船舶安全管理システム」の研究開発が平成 13 年度から 4 力年計画で行われている。

2. 実施事項

高度船舶安全管理システムの構築

【遠隔診断技術の開発等】

- ・ センシング技術
 - 巡視点検データ収集システム、機関日誌・帳票等自動作成システム
 - 高機能センシング技術（燃焼解析、表面振動解析）
- ・ 異常検知技術
 - 初期異常の検出、故障箇所推定
- ・ 経年劣化の推定技術
 - 短期・長期トレンドから劣化状態を分析し、整備時期を推定

本システムを取り込んだ新たな安全管理体制の構築

船舶に係る社会的規制の見直し

3 . 期待される効果

高度船舶安全管理システムの構築により、以下のような効果が期待される。

- ・ 機関トラブルの未然防止等による輸送の信頼性、効率性の向上
- ・ システムチックな安全管理体制の確立による安全性の向上、安全管理業務の負担軽減
- ・ 管理業務の合理化（開放整備インターバルの長期化、整備内容の最小化の実現）等によるメンテナンスのコストダウン

これらにより、既存の船舶も含む船舶の安全性、信頼性、効率性が向上することとなり、海上物流の効率化及びモーダルシフトが促進され、物流分野における環境負荷の低減に大きく貢献するものである。

高度船舶安全管理システムの概要

(船舶の状態を陸上から遠隔監視し、運航管理を高度化・最適化)

陸上支援

陸上監視システム
総合管理データベース
トラブルサポート 等

船舶管理会社など

船舶 陸上の
安全管理ネットワーク

通信

モニタリング

状態診断

劣化状態の分析・診断
故障・点検時期の予測
航行の最適化 等

通信

定量的・合理的な
評価・管理技術

新技術に対応した
規制の合理化

エンジン・気象海象等の状態を自動計測

効果（安全性と効率性を併せて向上）

重大故障の未然防止

主な故障について初期状態で検出・診断し、早期に対応することにより、重大故障への進行を防止

・安全性の向上

・輸送の信頼性、運航効率の向上

システマチックな安全管理体制の確立

- ・陸上での集中管理・支援
- ・点検・記録作業の自動化等船上での安全管理に関する作業の簡略化
- ・トラブル時データ等の蓄積と詳細な分析の実施

・船上や船社における安全管理業務の負担軽減

- ・原因分析と適切な再発防止策による安全性向上
- ・更なる合理化や安全性向上の追求等、「より良い輸送サービスの提供へ向けた自己改善」を支援

管理業務の合理化

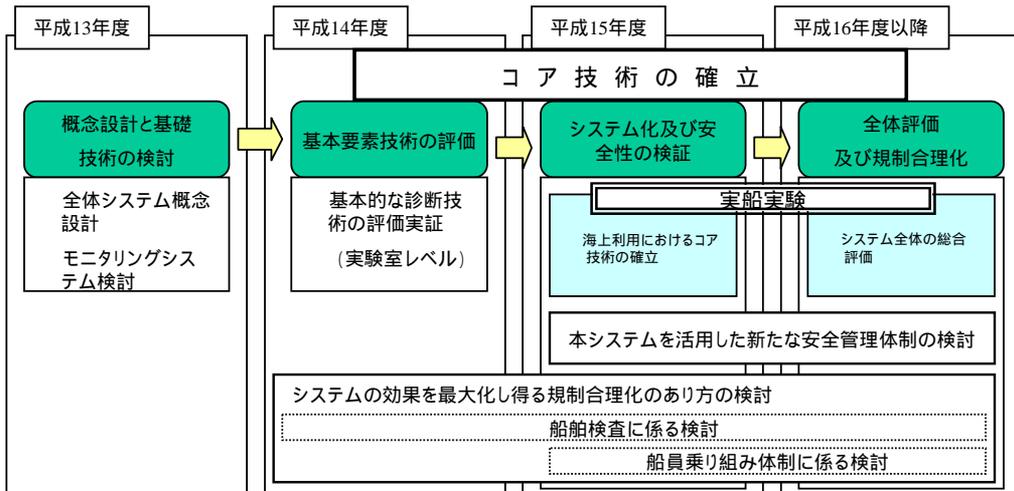
開放整備インターバルの延伸、整備内容の合理化

・メンテナンスのコストダウン

実験船における試算
20年間で必要な定期整備の費用が約半分に低減

・稼働率の向上、輸送の信頼性、効率性向上

研究開発スケジュール



遠隔診断技術のポイント（例）

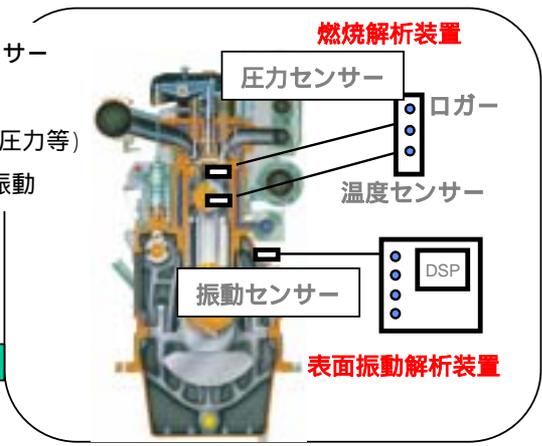
センシング技術

ハンディターミナル、データロガー
 巡視点検時・開放時データの収集
 機関日誌・帳票等自動作成



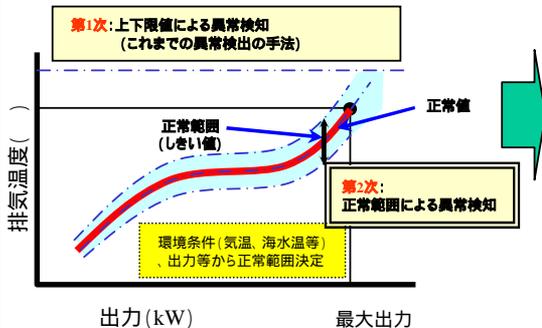
高性能センサー

- ・燃焼解析
- (シリンダ内圧力等)
- ・機関表面振動

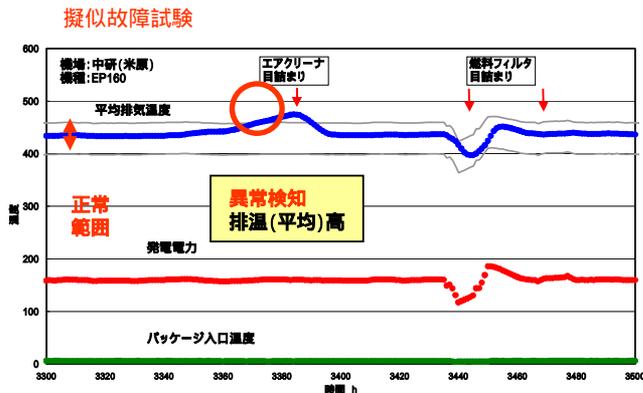


異常検知技術の高度化

機関士のノウハウを取り入れた
 初期異常検出技術
 多様なデータの変化量・変化率から
 異常の原因を推定

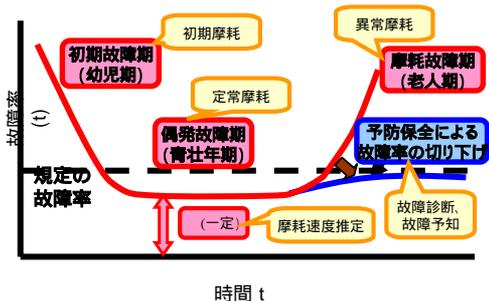


【異常検出の例（排気温度）】



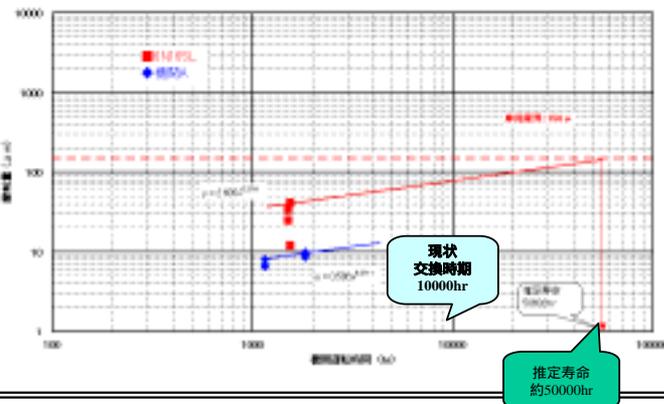
摩耗進行の推定技術

信頼性工学における故障率



ベースとなる摩耗進行曲線と、機関の使用状態（負荷等）のトレンド等から推定

【推定寿命（ピストンツグ(Top) 混合潤滑の場合）】



環境対応型新技術について

1. 背景

船舶からの排出ガス中に含まれるNO_x、SO_x等についての規制を定めたMARPOL 73/78条約附属書VIが2004年中に発効する見込みである。このため、国土交通省においては、次期通常国会に向けて法整備の準備を進めており、これにより、船舶からの排出ガス規制が初めて実施されることとなる。

さらに、IMO(国際海事機関)においては、規制の強化を求める声が多く、附属書の発効後5年ごとに規制値を見直すことが既に決議されていること、気候変動枠組条約の京都議定書を受けた地球温暖化対策大綱において、船舶からのCO₂削減が求められていること、PM(浮遊粒子状物質)等の低減の必要性も指摘されていること、などから、今後、船舶からの排ガスについて多角的な環境対策が求められることになると考えられる。

こうした状況を踏まえ、今後の規制強化にも適切に対応した環境にやさしい内航輸送サービスを広く供給していくためには、現存船やスーパーエコシップ以外の新造船においても適切な措置を講じることができるよう、多様な環境対応技術の開発及び普及を推進することが重要である。

2. 主な新技術の例とその期待される効果

代表的な環境対応新技術及びそれぞれの期待される効果は以下とおりである。

脱硝・脱硫装置

ACF総合排煙処理装置 : SO_x:最大95%削減

電解海水利用型 : NO_x削減、SO_x削減

バイオマス燃料ディーゼル

CO₂削減 NO_x:55%削減 PM:70%削減

メタノールが95%の場合の数字。削減量は、バイオマス燃料の混合比率等による。

翼効果を利用したマイクロバブル・システム

CO₂: 3 ~ 5%削減

超臨界水を活用した船用ディーゼルエンジン

CO₂:15%削減 NO_x:70%削減 PM削減

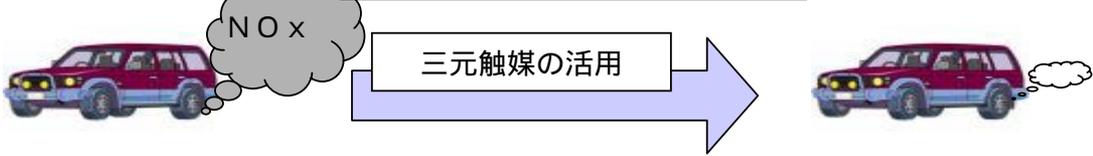
など

環境対応型新技術の例

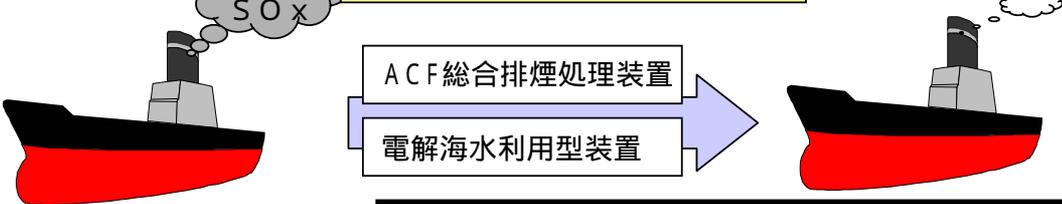
簡易脱硝・脱硫技術

ACF総合排煙処理装置：
活性炭素繊維 (Activated Carbon Fiber) を触媒として用いることにより、排気ガス中のSO₂を直接硫酸として回収・除去するシステム。既存の装置と比べ、極めて少量の水で処理が可能。SO₃及びばいじんの除去も可能。

自動車用ガソリンエンジン



船用ディーゼルエンジン

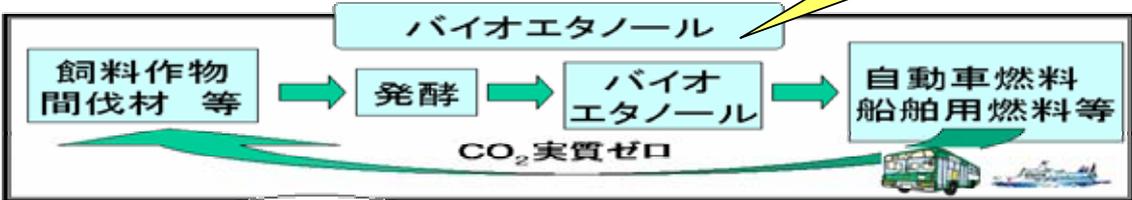


ACF総合排煙処理装置：SO_x：最大**95%**削減
電解海水利用型：NO_x削減、SO_x削減

バイオマス燃料の船用機関

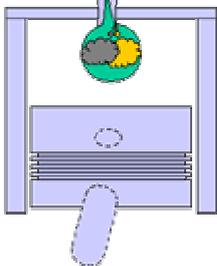
京都議定書における温室効果ガス排出量にカウントされないバイオマス燃料 (バイオメタノール、エタノール等) を重油と混合すること等によって、船舶の燃料として使用し、NO_x、PM等を削減すると共に、地球温暖化の防止に貢献。

カーボンニュートラルな燃料



重油?%

エタノール (メタノール)?%



ブレンド燃料 使用のメリット

ランニングコスト小
イニシャルコスト小
(対 エタノール専焼エンジン)
低環境負荷
(対 重油専焼DE)

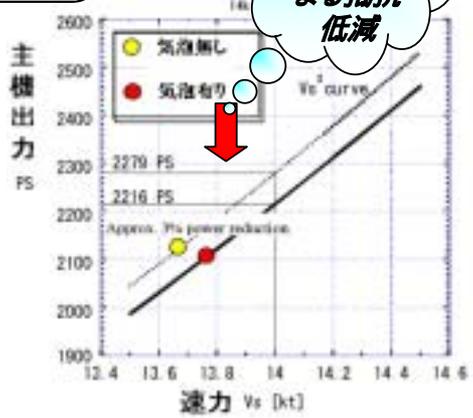
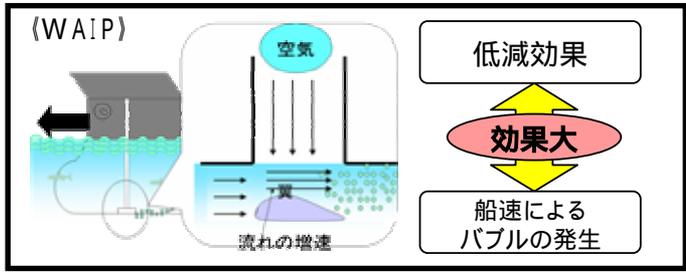
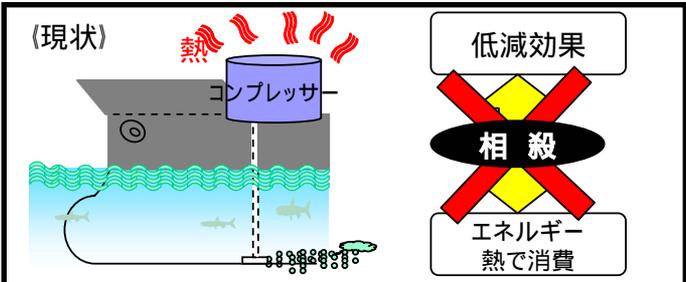
CO₂削減
NO_x: **55%**削減
PM: **70%**削減

メタノールが95%の場合の数字。削減量は、バイオマス燃料の混合比率等による。

翼効果を利用したマイクロバブル・システム(「WAIP」)

本システムは、船底に取り付けられた小型の翼による負圧の効果を利用することにより、新たなエネルギーなしでマイクロバブルを発生させ、船体の摩擦抵抗を低減し、CO₂低減を可能とする技術。

マイクロバブルによる抵抗低減

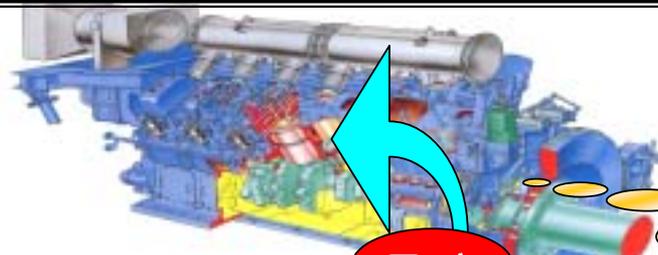
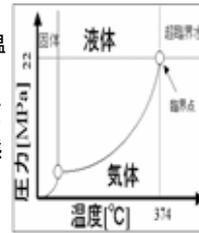


抵抗低減(CO₂)
3 ~ 5%減

超臨界水を活用した船用ディーゼルエンジン

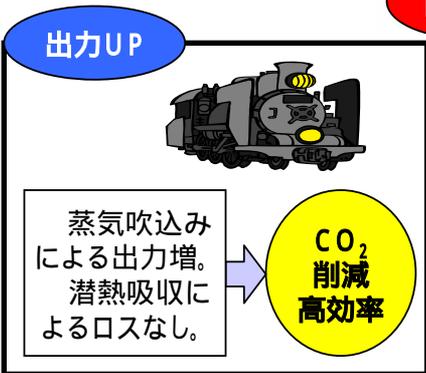
超臨界水(Super Critical Water)を利用した燃焼により、燃焼特性上トレードオフの関係にあるCO₂とNOxを同時に低減することが可能な画期的な技術。

【超臨界水】
圧力22.1MPa、温度375 以上の状態となった水をいい、気相、液相、個相のいずれもない状態で、蒸気潜熱が0である。



両立

高效率・低環境負荷の
4ストロークDE



CO₂:
1.5%削減
NOx:
7.0%削減