

船舶由来の温室効果ガス(GHG)排出
削減に資する欧州の技術 R&D に
関する調査

* このレポートは、英国の調査会社である E R S 社に委託した調査結果を和訳（仮訳）したものである。

Milburn House Dean Street Newcastle upon Tyne NE1 1LE
T. 0191 244 6100 F. 0191 244 6101 E. newcastle@ers.org.uk

Also in Bristol, Carlisle and Leicester

W. www.ers.org.uk

営利使用の厳禁

目次

1.0	序文.....	2
2.0	国際海事機関条約.....	4
3.0	欧州委員会.....	8
4.0	船舶からの温室効果ガス削減の技術的アプローチ.....	20
5.0	船舶からの温室効果ガスを削減するための欧州連合の R&D プロジェクト..	26
	HERCULES.....	26
	MC-WAP（水上輸送応用のための熔融炭素塩型燃料電池）.....	34
	FELICITAS（燃料電池パワートレイン及びヘビーデューティ交通におけるクラスター化）.....	37
	Pioneer Knutsen LNG Tanker.....	39
	CREATING（新世代ショートシー・ SHIPPINGの全体的効率削減のコンセプト）.....	43
	SMOOTH - 空気潤滑剤 Ted Hulls を使用し、船舶の最適な設計及びオペレーションのための持続可能な方法.....	46
	CleanMould.....	49
6.0	船舶からの温室効果ガス削減のための民間及び海事関係企業の研究開発	51
	SkySails.....	51
	Viking Energy（Kleven Maritime）.....	56
	FKAB – Environmental Ship Concept（FKAB - 環船舶コンセプト）.....	58
	Rolls Royce.....	62
	BP (British Petroleum).....	65
	Stadt.....	67
	Wartsila.....	69
	MAN Diesel SE.....	78
	ABB Group.....	81
7.0	結論/要約.....	83

1.0 序文

1.1 ERS は、2008 年 11 月に財団法人日本船舶技術研究所（JSTRA）から欧州の船舶セクターにおけるガス排出削減に資する取組みについての情報収集の調査研究実施の聘招を受けた。この調査の目的は、収集した情報を基に日本の状況評価を行い、将来の研究開発（R&D）の計画設計を立てることにある。

1.2 この調査研究の総合的な目的は、JSTRA が、船舶からの GHG 排出削減関連技術の研究開発の方向性を決定するうえで JSTRA を支援することにある。本報告書は、欧州の民間組織または公営機関が完遂した技術プロジェクト、または現在進行中の技術プロジェクトについて以下の情報を提示できるように構成されている。

- **実施機関及びそのステータス** - 大学、企業、研究所、合弁等、及び民間、公営等。
- **技術分類** - 船型設計、推進システム、抵抗低減機器、機関、排熱回収機器、エネルギー、等。
- **スケジュール** - 技術開発の期間、商品化のタイミング
- **GHG 排出量削減目標 (%)** - 削減レベル算出に至る計算根拠・説明を含む
- **R&D の概要** - 技術原理及び主要開発要素を含む
- **R&D の総予算** - 各スポンサーの分担金 (%) を含む。

1.3 この調査研究は、website、データベース及び文献レビューなど一般に入手可能な情報に基づいている。このデータは、当研究の背景や内容説明の提供にすでに使用したものであり、またステークホルダーとのその後の論議に関わる情報の提供にも使用したものである。

1.4 現在利用できる情報源以外に、e-mail、電話会談（会話）及び対面会議など、さまざまな形態での通信・やりとりが情報提供資格を有する何人かのステークホルダーとの間に実施された。協議については、主要船舶企業、主要な EU プロジェクトに付随する個人、海洋コンサルタント会社及びニューキャス

ル・アポン・タイン大学海洋情報科学教授 (Professor of Marine Informatics at the University of Newcastle upon Tyne) の間で行われた。

- 1.5 ERS は、本報告書に寄与し、時間を割いてくださった方々に御礼申しあげるとともに、様々のご助言に対して深謝する。

2.0 国際海事機関条約

- 2.1 一連の世界基準及び EU 基準の規制開発についての進展に関する概要は、前回の研究をアップデートし、またより広範な研究や問題となっている技術開発の状況を踏まえたものである。
- 2.1 IMO の MARPOL 条約は、油・化学物質・容器に収納した状態での有害物質・汚水・廃物に含まれる有害物質による汚染について規制している。同条約は、1973 年に採択され、1978 年に議定書が追加され、その後さらに修正が加えられた。付属書 VI: 「船舶起因の大気汚染の防止」は 1997 年に採択され、2005 年 5 月 19 日に発行した。
- 2.2 付属書 VI は、船舶が燃焼する重油燃料の硫黄含有量のグローバル基準の上限を 4.5%と設定し、硫黄抑制区域を 2 区域（バルト海及び北海/英仏海峡）指定し、この域内を航行する船舶は硫黄含有率 1.5%以下の燃料を用いなくてはならないとしている。付属書 VI も船用ディーゼル機関の NOx 排出量の制限を設け、オゾン層破壊物質の故意による排出を禁止している。
- 2.3 船舶由来の汚染防止のための国際条約（MARPOL 条約）は、1973 年 11 月 2 日に採択された。MARPOL 条約は、油、化学物質及び容器に収納した状態での有害物質、汚水及び廃物に含まれる有害物質による汚染を規制している。現在の MARPOL 条約は、1973 年に採択された条約と 1978 年に採択された議定書を併合したもので、長い年月をかけて修正が加えられ、今日にいたったものである。1978 年の議定書は、1976 年、1977 年と相次ぐ事故を契機に開催されたタンカーの安全と汚染防止に関わる会議において採択された。
- 2.4 1973 年の MARPOL 条約は、発行に至っていなかったことから、1978 年までに 1978 MARPOL 議定書に吸収され、現在 MARPOL 73/78 として知られている。MARPOL 73/78 には、6 つの技術的付属文書が含まれている。付属書 I と II は 1983 年 10 月 2 日に初めて発効された。

- 2.5 MARPOL 73/78 と本報告書に関連するセクションは付属書 VI の「船舶起因の大気汚染防止」の項である。この付属書は、1997年9月26日に採択された。これが採択された会議では、IMO の付属文書 VI の施行障壁と思われるものを特定するために海洋環境保護委員会(MEPC)を招請する決議案が採択された。
- 2.6 付属書 VI は、総トン数 400 以上のすべての船舶及び固定式/浮遊式掘削装置やその他の掘削プラットフォームに適用される。規制範囲は次の通りである。
- オゾン層破壊物質
 - ディーゼル機関からの窒素酸化物 (NOx) の排出
 - 船舶からの硫黄酸化物 (SOx) の排出
 - オイルタンカーの貯蔵タンクからの揮発性有機化合物の排出 (蒸気制御システム)
 - 船上焼却装置
 - 受入施設
 - 燃料油の質
- 2.7 1997年9月にロンドンで開催された会議で、国際海事機関 (IMO) は、船舶起因の大気汚染防止に係る新たな議定書と付属書 VI を採択した。これにより船舶燃料の硫黄含有量 4.5%の世界的上限が設けられ、硫黄排出規制区域 2 か所 (バルチック海、北海/英仏海峡) が指定され、この域内を航行する船舶は硫黄含有率 1.5%以下の燃料の使用義務が課せられた。
- 2.8 付属書 VI も、ハロンやクロロフルオロカーボン (CFCs) などのオゾン層破壊物質の故意による排出を禁止している。オゾン層破壊物質を含む新たな機器・設備の船上での使用は禁止しているが、ハイドロクロロフルオロカーボン (HCFCs) を含む新たな機器・設備は 2020年1月1日まで対象免除となっている。

- 2.9 付属書 VI は、2000 年 1 月 1 日以後に建造された船舶に搭載された出力 130KW 以上の船舶用ディーゼル機関に対して NOx の排出量制限の上限を設定している。主要改造を行い、連続最大出力(MCR)が、10%以上増加した出力 130KW 以上の船舶用ディーゼル機関に対しても同様の制限が将来的に適用される。
- 2.10 MARPOL 条約の付属書第 VI、第 13 規則は、2000 年 1 月 1 日以後に建造された船舶に搭載の低速機関（回転数 130rpm 以下）からの排出ガスに含まれる NOx の量を 17g/kW-hr（通常機関と比較すると約 30%の削減）以下と規制している。
- 2.11 付属書 VI が施行された時点で、第 5 規則及び第 6 規則に従い発行された国際大気汚染防止証書(IAPP)に従い国際航海に従事する 400GT 以上の船舶全てに、定期的調査が義務付けられた。400 トン未満の船舶については、船舶の国籍管理当局（flag administration）が同付属書の意思に則し同等の要件を設けることができる。
- 2.12 IAPP 証書は、機関の NOx 排出量が第 13 規則の要件に適合していることを証明するものである。この要件は、推進、貨物ポンプ、発電、港湾発電等に使用されるディーゼル機関を対象としており、緊急時にのみ使用される機関は適用範囲外である。

ワーキンググループ - オスロ、2008 年 6 月

- 2.13 2008 年 6 月 23 日から 27 日までノルウェーのオスロで開催された船舶が排出する温室効果ガスに関する IMO ワーキンググループの第 1 回中間会合において国際海運が排出する温室効果ガス(GHG)抑制のために法的義務を課す強制的なレジームの開発に向けての進展がなされた。同会議には世界中から各分野の専門家から成る 210 人以上の代表者が出席した。
- 2.14 1 週間に及ぶセッションのタスクは、国際海運からの GHG 排出を抑制するための IMO の将来的体制の一部を形成すると思われる削減機構のための技術ベースを開発することと、IMO の海事環境保護委員会（MEPC）による更なる諮問のために実際の削減機構の草案を作ることであった。

- 2.15 特にオスロ会議では、船舶に対する強制的な CO₂ の設計指数（デザイン・インデックス）及び暫定的運行指数（オペレーショナル・インデックス）に関しても進展が見られた。また温室効果ガス（GHG）削減の自発的推進や GHG 削減の可能性がある経済面での最良の実施法について広範な討議がなされた。
- 2.16 今日に至るまで、国際海運に対する法的義務を有する温室効果ガスの排出削減の方策が採択されていないが、IMO はこの件を広範に考察し、意欲的な作業プランに従い現在作業を進めており、2009 年には拘束力のある方策の採択を予定している。IMO は、京都議定書の第 1 約束期間が 2011 年末で期限切れになる前に国際海運からの GHG 排出抑制の措置を実施するための作業を実施している。
- 2.17 さらに同会議では、新造船に対する拘束力を有する CO₂ の設計指数の提案のために、フォーミュラ、方法論及び関連規制のフレームワークのための草案作りがなされた。最終的には、この指数は船舶設計段階での燃料効率のツールとして使用され、これにより異種型船舶設計の燃料効率の比較、計画速度、プロペラの選択、あるいは排熱回収システムの使用を含む諸々の要件を持つ特別設計船舶の燃料効率の比較が可能となる。
- 2.18 オスロ会議では、いわゆる「パラグラフ船」（特定の条件のために最適化された将来的な船舶設計だが、実際には大きな燃料効率は実現されないという意味）を避けるために、フォーミュラに盛り込むさまざまな要素が徹底的に検討された。設計段階で船舶に与えられるフラッグ国籍がない場合もあるので、全ての船舶型タイプに相関性のあるフォーミュラを作るために異なった修正要因や設計指数の立証に対しても広範な検討がなされた。

3.0 欧州委員会

3.1 欧州委員会は、2002 年前期に実質的な協議を行い、同年 11 月 20 日に船舶の大気への排出が環境及び人の健康に与える影響を低減するための新たな戦略を採択した。この戦略の主な目的は、海上航行船からの排出が地域の大気質及び酸性化に与える影響を低減することにある。しかし一方でこれは海運を環境に優しい輸送形態として奨励することにもつながる。

3.2 この新戦略は、EU 域内における船舶の排出規模や影響について報告しており、また酸性化、地表面のオゾン、富栄養化、健康、気候変動及びオゾン層破壊への海運の寄与を削減するために多くの措置を設定している。

3.3 この戦略の重要な部分は、EU 海域で使用する船用燃料の硫黄含有量に関する指令についての提案であった。この提案は、船舶から排出される二酸化硫黄及び粒子状物質が酸性化や人の健康に及ぼす影響を削減することを意図したものであった。委員会の規制提案には次の項目が含まれる。

- 北海、バルト海、英仏海峡を航行する船舶が用いる燃料中の硫黄含有率は上限 1.5%とする。
- EU 域内の港湾に入出港するすべての定期旅客船が用いる燃料中の硫黄含有率は同じく 1.5%を上限とする。
- EU 域内の港湾に停泊中の船舶及び内陸河川運行船舶が用いる燃料中の硫黄含有率は上限 0.2%とする。

3.4 これらの規定により、船舶の年間 SO₂ 排出量の削減は、欧州全体で 500,000 トンになり、また船舶の PM 排出量に関しては、人の生活圏に近い港湾地域で目標値の 8,000 トンの削減が見込まれる。これらの排出削減は、長期間大気汚染曝露が原因の呼吸器の疾患により 2,000 人以上が若くして生命を失ったことを意味する。また逆に、北欧の酸性化の臨界負荷がすでに超えた事例が減少することを意味する。

3.5 この戦略におけるその他の方策には、IMO において機関を対象としたより厳しい世界的排気基準の奨励、欧州における低排出海運促進のための市場メカニズムの開発及び環境ベストプラクティスに対するクリーン・マリーン賞の新たな創設のスキームが盛り込まれている。

法的背景

- 3.6 海上航行する船舶からの大気汚染物質、温室効果ガス、オゾン層破壊物質などの大気へ排出された物質は、無害のまま海に散乱することはなく、また国境で止まることもない。船舶の大気汚染排出物は、特に海岸地域や港湾地域では陸地に散乱し、環境問題を引き起こし、人の健康、自然環境、構築環境に影響を与え、また温室効果ガスの排出は、グローバルな気候変動に寄与する。陸上の排出源のみが当面の削減目標であったため、船舶から排出される多くの汚染物質は、陸上の場合と比較すると相対的に高いのが現状である。従って他のセクターの更なる増分削減措置と比較してコスト効率の良い排出削減の対象範囲の拡大が提議される。
- 3.7 欧州委員会は、海事セクターからの大気汚染物質排出削減のための方策を 3 つの別々の指令の下で検討するよう求められている。
- **指令 2001/81** は 特定の汚染物質の国家的排出上限に関する指令で、EU 域内における酸性化、富栄養化、及び地上表面オゾンの形成への国際海上交通の寄与の程度について欧州議会と評議会に報告することを委員会に委任している。
 - **指令 1999/32** は、特定の液体燃料中の硫黄含有量についての指令で、EU の領海で使用する船用蒸留油の硫黄含有量の上限をすでに設定しているが、蒸留油以外の船用燃料燃焼による酸性化への寄与を低減するための措置について検討することや、適切であれば、提案することを委員会に委任している。
 - **指令 1994/63** は、石油貯蔵やターミナルからサービスステーションまで石油輸送の結果生じる揮発性有機化合物(VOC)排出の規制についての指令で、船舶の荷積み、荷下ろし中に排出される揮発性有機化合物の問題に対処するために指令の対象範囲の拡大についての考察を委員会に委任している。
- 3.8 欧州委員会や一部の加盟国は、付属書 VI の振興に熱心であるが、付属書に規定されている基準が十分に厳格であるとは考えていない。例を挙げると、グローバル基準の硫黄含有率 4.5%上限は、現在のグローバル基準の平均 2.7%よりはるかに高い。

- 3.9 2002年1月に欧州委員会環境総局は、「海上航行する船舶起因の大気汚染に関するコミュニティー戦略」と題する審議文書を発行し、2002年2月15日までにコメントを求めた。

IMO を通じての国際的措置

- 3.10 欧州委員会は、世界の船舶の環境パフォーマンスを規制する国際的措置の実現には IMO を通じて行う方法が最速であると考えている。この方法は、EU 海域内を航行するが EU 域内の港には寄港しない EU 圏外の旗国船からの排出を削減するうえで最も有効な方法であるとも考えられている。2000年に委員会が行った船舶動向調査によれば、EU 海域内の船舶動向の約 50%は通過運送（トランジット）であることを示唆している。またこの調査は、総排出量の 50%が EU 圏外の旗国船によることも示唆している。
- 3.11 欧州委員会は、大気汚染物質、温室効果ガス及びオゾン層破壊物質の船舶からの排出量を削減するために、より厳しい措置を推進するため IMO における EU の協調的ポジションの開拓を引き続き行っている。
- 3.12 加盟国は、船舶の排出量を国連の気候変動枠組条約(UNFCCC)当事国の国家的インベントリーに割り当てることを視野に入れ、国際運輸に従事する船舶に販売される燃料を基に算定した温室効果ガス排出量の報告に係る方法論について IMO の考えを支持すべきである。
- 3.13 さらに、加盟国は、IMO のプレミーティングにおいて EU の協調的ポジションの開拓及び支援を引き続き行うべきであり、また欧州理事会議長または委員会が IMO における欧州のポジションを明確にできるような新たな過渡的措置を支援すべきである。

排出基準に係る EU 規則

- 3.14 欧州委員会は、排出基準に関する EU 規則は、EU 域内の港湾、領海水域及び排他的経済水域内を航行する船舶からの排出削減の方法としては最善であると考えている。しかし、国際法は沿岸国（及び EU）の管轄権に制限を課し当該の沿岸海域での国際海運、特に船舶の建造、設計、機器及び人員について規制を加えている。

措置・アクション

- 3.15 EU 圏内で使用、販売される船用燃料中の硫黄含有量を制限するために指令 1999/32/EC の船用燃料に関する部分を修正する指令は、船舶からの排出量の大幅削減の後押しを目的としている。この提案では北海、英仏海峡及びバルト海上を航行する船舶が使用する船用燃料中の硫黄含有率を国際海事機関 (IMO) の MARPOL 条約付属書 VI の硫黄含有量制限に沿って 1.5% としている。
- 3.16 これと同率の 1.5% の硫黄含有率は、港湾及び海岸周辺の大気質改善のために、コミュニティポートに出入港する定期客船が使用する船用燃料にも適用される。これは、EU の低硫黄燃料の広範な供給確保に対する需要創出の効果も有している。
- 3.17 さらに、コミュニティポートに停泊中の船舶が使用する燃料に対して 0.2% の硫黄含有率の制限を課す提案がなされている、これは二酸化硫黄及び粒子状物質の地域排出削減をし、それにより地域の大气状況の改善を目的としている。
- 3.18 新排出基準が適用される機関の型式及びサイズについての考察がなされた。また同様の基準が、海上を航行する船舶用に販売・意図された小型（大抵は補助）機関に適用すべきかどうかの考察も行われた。
- 3.19 欧州委員会は、EU 海域で操業している貨物船に積載されているハロンの現在の使用を含むオゾン層を破壊する物質の使用について 2010 年までに EC2037/00 の下での禁止（使用禁止免除の撤廃）を目指している。同委員会は、1999 年 7 月 1 日以前の建造船に対してこの禁止を適用・実施する最も効率的で公平な方法は、IMO SOLAS の規則の改訂であると考えている。

経済的手段 (economic instruments) に関する規則

- 3.20 経済的手段は、産業界が最良の利用可能な技術を活用し現存の規制要件以上の成果を出すためにインセンティブがしっかりと設けられている限り、効率的な環境パフォーマンスを推奨するための最良の手段の一つとしてますます認知度が高まっている。

アクション

3.21 輸送インフラ課金に関する広範な作業の一環として、欧州員会は、大気汚染や気候変動の外部費用等の社会的限界費用を勘案し、あらゆる交通形態に対して EU の差異ある課金システム開発を提案することとしている。SO₂、NO_x、PM、CO₂の大気への排出量を含む船舶の環境パフォーマンスをベースに開発された海上輸送課金体系は、輸送インフラ課金フレームワークの一部を構成する。

自発的・運用措置

3.22 欧州委員会は、また、船主、傭船主及び港湾当局が排出削減増加分を達成するために EU の現行及び提案の両規制要件を超える自主的措置を自由に裁量できると認識している。この措置自体は、環境に優しいという点で1企業にとってプラスの企業イメージの宣伝となり、これが適切な技術に対する認識を高め、また技術に対する需要の増大につながる。

アクション

- 3.23 欧州委員会は、2004年にクリーン・マリーン賞のスキームを開始し、低排出運輸においてベストプラクティスを実践している EU 域内の企業や当局を積極的に公表している。このスキームは、欧州共同体船主協会、欧州荷主協議会及び欧州海港機構等の産業界の代表者からの協力を得て欧州委員会が組織化することになっている。エントリーは、独立したパネルによって判定され、下記の部門におけるベストプラクティスに対して授賞される。
- 規制要件を凌ぐ継続的低排出運行を実践している EU 域内の輸送会社、または・もしくは EU 旗船
 - より汚染度の高い輸送形態ではなく一貫して低排出船を備船している EU 域内の荷主
 - 低排出の輸送及び港湾内活動を促進している港湾当局も含めた EU 当局
- 3.24 欧州委員会は、産業界の自主的な環境公約が適切にデザインされていればコスト効率よく環境改善を実現させることができると考えている。従って、欧州委員会は、硫黄抑制区域での 1.5%を含む MARPOL 付属書 VI の基準に合ったバンカー燃料の選択に関する実施基準の発行のための国際海運会議所のイニシアティブを好意的に見ている。
- 3.25 欧州委員会はまた SO_x 抑制区域の隣接国において使用する船用重油燃料中の硫黄含有率は 1.5%とするこの非常に削減された数値の可用性について、また SO_x 抑制区域内を目的地とする船舶に供給する燃料油に関して世界のすべてのバンカー港で等級を問わず少なくとも硫黄含有率約 1.5%の船用燃料の入手性についての実施基準の開発や同意を目指し国際バンカー産業内の密な共同作業を歓迎している。
- 3.26 欧州員会は、燃料消費量削減を含む大気汚染物質や温室効果ガスの大気中への排出削減するための運用措置について知見がない訳ではない。燃料削減やその結果の排出削減となる他の方法には加熱中の減速や港湾内に停泊中にシヨアサイド電気の利用が含まれる。

- 3.27 従って、欧州委員会は、港湾当局に対して自発的な減速導入の検討や船舶が港湾内にいる間に船舶の陸上電気の利用を求め、奨励し、促進するように呼びかけている。
- 3.28 効率改善の他の方法は、防汚塗料の使用である。この塗料は、水抵抗が増大し、速度を維持するために付加的パワーや燃料が必要となる船体への海藻などの生物有機体の付着を防止する。いくつかの防汚塗料に含まれる危険物質が海中に徐々に放出されることへの国際的懸念を踏まえて、現在欧州委員会は、環境的に持続可能な防汚塗料の開発・使用を振興している。

欧州委員会の R&D への支援

- 3.29 EU は、広範な技術研究に出資してきた。これには、EU 研究開発枠組計画、他の欧州の海事研究基金機構や特に BRITE-EURAM 計画、EUREKA、VINNOVA などの支援ネットワークを通じての多面的な船舶技術研究が含まれる。

第 6 次研究枠組み計画

- 3.30 欧州委員会の研究と技術革新への優先度が上がっているのを反映して、2003 年から 2006 年までの 4 年間で実施される第 6 次枠組計画では、€175 億の予算が計上され、2002 年 9 月 30 日に閣僚理事会で採択された。この予算は、第 5 次枠組計画の予算総額と比べて 17%の増加である。
- 3.31 この予算のうち特定部分については、EU 域内における科学的技術的ニーズを見越し欧州域内の公共的政策課題の改善に役立つものに充当される。これには、交通、エネルギー及び環境政策の特定の側面に関わる研究が含まれる。この研究は、船舶の機械装置や推進とも密接な関わりがある。

- 3.32 欧州の研究を統合する目的の下に、多くの研究テーマ分野の定義付けがなされ、資金の割り当てのポテンシャルが提案された。海事技術の基本的課題、さらに陸上輸送、対策及び試験実施に関わる課題が「食品の安全と健康リスク」及び「持続可能な発展とグローバルチェンジ」のテーマの下で取り上げられた（このタイトルには海事に関する議題が包括されていないので、誤解を招く恐れがある）。この研究には€6億の予算がついた。
- 3.33 第5次研究枠組計画では、プロジェクトをグループ化して個々のクラスター及びより規模の大きい研究イニシアティブが初めて導入されたが、第6次枠組計画では、欧州研究区域というコンセプトが付加され協力の規模も大きくなった。ずっと以前は、研究を引受け、それから研究成果を利用するように産業界を鼓舞していたのが一般的であったのに対して、研究とイノベーションの同時並行に基づくアプローチは、将来の大規模統合プロジェクトを見越したものだ。これは、より直接的成果に加えて、欧州の将来の公的資金によるR&Dのより生産的な研究成果に結び付くことを意味する。

第7次研究枠組計画

- 3.34 第7次枠組計画は、現在2007年から2013年を通して行われる研究及び技術開発に資金供与するEUの手段である。第7次枠組計画の主な目的は、第6次枠組計画と同様な方法で、テーマ別優先度に応じて割り当てられる総額€510億の固定予算を使用して欧州研究区域のコンセプトをさらに推進することにある。第7次枠組計画の予算は、欧州委員会内における研究に与えられた継続的優先順位を反映して前回の計画(E17.5bn)と比べると大幅に増加している。
- 3.35 第7次枠組計画(FP7)の新たな予算は、下記の特定期プログラムに充てられる。
- **協力** – 主要な技術分野におけるリーダーシップを得るために産学協力の促進
 - **構想** – 科学技術分野における基礎的フロンティア研究をサポートする。
(欧州研究評議会が実施)
 - **人材** – 欧州内外の研究者のために可動性やキャリア開発をサポートする。

- 能力 – 豊かな知識ベースの経済圏であるために必要な能力の開発の支援
- 原子力研究 (Euratom 計画) – 欧州の核分裂及び核融合の能力開発

3.36 FP7 のコアとなる圧倒的に規模の大きいコンポーネントである**協力計画**は、欧州と他のパートナー国を横断的にいくつかの主要テーマの分野に従って協力形式で行われる研究を促進するものである。研究テーマは、保健、食品、農業、漁業、バイオテクノロジー、情報通信技術、ナノサイエンス、ナノテクノロジー、材料、新生産技術、エネルギー、環境（気候変動を含む）、**運輸**（航空を含む）、社会経済科学と人文科学、及び宇宙と安全保障である。

3.37 また、この計画には新たに共同技術イニシアティブ (Joint Technology Initiative) が盛り込まれている。このイニシアティブは産業主導型で多方面から資金調達される大規模な活動で、特定のケースの場合は公的資金と民間資金の融合資金により支援されている。この計画のその他の重要な点に、ノンコミュニティ研究計画のコーディネーションがある。これは、さまざまな欧州の国家的及び地域的研究計画を統合する（例：ERA-NET）目的を持ち、またリスク共有資金提供のファシリティとしての役割も持つ。またテーマ別の提案への共同要請を含む複合的でテーマ横断的研究に特別な注意が払われている。

FP7 – 戦略目標

I. 気候変動、エネルギー供給、汚染及び生物多様性

- エネルギー転換の最大化及び新エネルギー源の導入
- クリーンプロセス（リサイクルを含め生産とオペレーションレベル）

II. 革新的設計ツール及び方法論

- 安全及び安全保障のための設計
- 製品とコンポーネントに競争力集中（中小企業）

III. 安全と安全保障に対する総体的アプローチ

- 命を救う及び環境保護
- 人的要素とインフラの重要視

IV. 公共輸送及びすべてに対する近接性

3.38 国家的研究計画を補完するために、第 7 次枠組計画から資金供与された活動には、「欧州の付加価値」がなくてはならない。欧州の付加価値の重要な側面は、多くの「協力」の多国籍性に重点が置かれ、研究プロジェクトは欧州

の各国（及び他の国）の参加者を含むコンソーシアムにより実施されることが多くなっていることだと思われる。実際、多くのこれから行う研究課題（例：核融合研究）は、非常に複雑であるため、実施は広範な欧州及び国際的レベルでのみ可能であるという事実は論議を呼ぶ可能性がある。

- 3.39 世界的な知識ベース経済のための研究開発に関する EU の政策は、EU 内と EU 外のパートナー両者との「協力」研究に焦点を置く傾向が高まっている。従って、国家的チームまたは欧州チームのコーディネート、研究の準備及び個々の研究者の可動性を高めるなどの側面はこのような戦略の中心にある。

環境技術アクションプラン

- 3.40 EU の環境技術アクションプラン(ETAP)は、欧州委員会、加盟国、産業界のパートナーとの協イニシアティブで、2004 年に採択され、環境技術の発展を阻害する障壁を克服することを目的としている。これは、エコイノベーションを促進する一連の方策や環境技術の利用を通じて現在達成されつつある。
- 3.41 ETAP は、すでに存在する環境技術、または、市場にまさに導入されようとしている環境技術の振興は、大きな環境利益をもたらし、同時に欧州の競争力を高め、経済成長を増大させることができるという認識を示している。
- 3.42 いわゆる「エコ産業」は近年成長をとげ、EU 経済において大きな力となった。今日、エコ産業は EU の国内総生産の 2.1%で、約 350 万人がこの産業で働いている。欧州セクターは、国際的に強く、エコ産業の世界市場の 1/3 を占めている。

3.43 ETAP は、エコ技術の開発と導入を鈍化させる障壁を克服するための 25 の措置・アクションを特定した。これらの障壁には、経済的障害、不利な規則と基準、目標を絞った研究の欠如、リスクキャピタルの不十分な可用性（ベンチャーキャピタル）及び市場需要の欠如が挙げられる。EU 加盟国は、これらの障壁を複数のエコイノベーション「ロードマップ」を通じて対処している。これらのロードマップは、全 EU 圏内に有力な相乗効果をもたらすことができる有望な慣行ベースとなる。

3.44 グリーン調達やパフォーマンス・ベースの基準化などの措置は、環境技術に対する需要刺激策となる。短期的に、これらの方策は大きな環境利益をすばやく簡単に生み出すことができる複数のセクターにフォーカスする必要がある。建設、食品、飲料及び民間交通が上記セクターに含まれ、これらをまとめると、全環境への影響の 70%から 80%を占めると予測される。

3.45 ETAP の優先順位の高い行動計画には、研究により獲得した環境技術の市場への導入、市況の改善、世界的な活動などが含まれ、次の措置を通して行われる。

- 研究に対する EU の目標値 GDP の 3%に沿って、環境技術の開発及びデモンストレーションに民間・公共投資をさらに誘致するための活動により研究を増加し、フォーカスする。
- 欧州技術プラットフォーム (ETPs) の開発。これは、特定の官民の研究パートナーシップであり、関心のあるステークホルダーを集め、長期的ビジョンを構築し特定技術を開発、振興し、あるいは特定な問題解決にあたる。関連 ETPs には、水素電池、燃料電池、太陽光発電、スチール、建設及び水供給と衛生がある。
- 購入者の新環境技術に対する信頼を増すために、新製品の性能を実証するための環境技術を検証する。
- 産業に新技術の利用を促進するために長期的で、先を見越した、また実現性があり現実的なパフォーマンス目標を設定する。
- 環境技術に対する資金調達について、保証機構を通して従来の融資方法からベンチャーキャピタルまで幅広い選択肢を検討する。

- 現在 EU 域内の資金調達手段には R&D Framework Programme（研究開発フレームワーク計画）、Environment LIFE（環境 LIFE）、Structural Funds（構造基金）、Cohesion Fund（結束基金）及び Competitiveness and Innovation Programme (CIP)（競争力・イノベーションプログラム）がある。
- 環境技術の利用促進の支援のため目標を定めた経済的インセンティブを提供する市場ベースの金融手段を利用する。

3.46 ETAPs は、環境技術を立証し、促進ができる技術センターネットワークを創設することにより技術研究と密接にリンクでき、欧州研究区域（ERA）にとって利益をもたらすであろうと期待される；さらにまた環境標準の定義化、発展途上国におけるクリーン技術の振興及び環境技術に関する情報の配布目標の拡大も期待される。

3.47 ハイレベルワーキンググループ（HLWG） - 2004 年に設立 - 欧州全土に ETAPs の実施を促進し、全参加者間の協力を喚起する。HLWG は、EU 加盟国の代表者と欧州委員会のサービスで構成される。エコイノベーション及び環境技術に積極的に携わっている非政府組織（NGO）以外に、ビジネスや金融業界からの関連パートナーは、ワーキンググループへの寄与の招請を受けている。

4.0 船舶からの温室効果ガス削減の技術的アプローチ

4.1 船舶からの温室効果ガスを削減するために現在行われている研究開発プロジェクトの多くは異なる製造業者によって活用され、改良されてきた核となる技術コンセプトの変形であり、またそれに手を加えたものと考えられる。船舶からの温室効果ガス削減のために異なる組織によって現在研究されているアプローチの多くは共通している。以下は共通アプローチをまとめたものである。

窒素酸化物

4.2 窒素酸化物 (NOx)は、機関シリンダの内の燃焼プロセスの間に形成され、主として機関パフォーマンスの指標である。NOx の排出削減を可能にするためには、シリンダ内での形成を防ぐ方法（一次的方法といわれる）、あるいはアフタートリートメントシステムの中の燃焼排気ガスの NOx を除去する方法（二次的方法）のいずれかの方法による。

4.3 窒素酸化物の形成に対処する主な一次的方法は以下のとおりである。：

- 水の注入法及び水エマルジョン法：この場合、燃焼温度を低下させるために燃焼室に水を注入する、もしくは燃料と混合して NOx 形成を低減する。排出削減のポテンシャルは、最大で約 50%だが、燃料消費料が増加する。しかし、搭載コストは、他の一次的方法と比較して安価である。
- ヒューミッドエヤーモーター（HAM）法は、燃焼空気に水蒸気を加えることにより燃焼中の NOx 形成を防ぐ技術である。バンカー油の質及び機関への負荷のいずれもパフォーマンスに影響を与えない。燃料油及び潤滑油の消費量削減によって HAM のオペレーティングコストは増加せず、SCR（下記に示す）に比較してコスト削減のメリットがある。この方法は、70%~80% NOx を削減することができ、コスト的には SCR の場合と明らかに余り変化がないと断言できる。

4.4 主要な二次的方法について

- 選択触媒還元 – この方法では燃焼ガス流が触媒コンバーターを通過する前に尿素またはアンモニアを燃焼ガス流にスプレーすることにより NOx は窒素ガスに変換する。この方法は、4-ストローク機関のパイプソリューションの1つとして使用されている。また 2 ストロークモデルの機関自体に組み込まれていることもある。SCR は 90%以上の窒素酸化物削減能力をもち、実際、NOx の高削減率を達成できる唯一の技術であると多くの人に考えられている。

4.5 NOx 削減の一次的方法の多くは、旧型機関には適用不可であるため、また旧型機関の殆どは IMO の規制（また/もしくは夫々の国や地域で課せられている規制）に準拠していない可能性が高いため、SCR のような二次的方法が必要であることは明白である。

4.6 現在 SCR を使用している製造業者及び組織は以下のとおりである。

- HERCULES
- Wartsila
- MAN Diesel
- Caterpillar
- Rolls-Royce
- FKAB
- British Petroleum

硫黄酸化物

4.7 運輸活動からの硫黄酸化物の世界的な排出量の削減を図るために、2001 年 11 月に開催された IMO 総会は、低硫黄バンカー燃料油が IMO 加盟国内で入手できるように加盟国政府に招請する決議案に同意し、石油産業及び運輸産業に対して低硫黄バンカー燃料油の入手可能性と使用の促進を呼びかけた。

4.8 代替案として、排気ガス洗浄、一般的に燃焼ガス脱硫(FGD)として知られる装置(高硫黄分を許容程度まで「洗浄」するのが目的)は、船上に搭載可能である。FGDのプロセスでは、硫黄酸化物(SO_x)を除去するために廃ガスは、石灰石のような化学吸収材で洗浄される。SO_xの95%の削減は即座に達成できるが、これは4%の硫黄燃料の廃ガス洗浄することで、0.2%の硫黄燃料を使用した場合と同等になることを意味する。

4.9 しかし、船舶はFGDプロセス装置の搭載には多くの特殊な問題を抱えている。例えとして以下にあげる。

- 高速ガス及び洗浄機を置くスペースの制約。これは、従来型のサイレンサーとFGD装置との入れ替えを可能にする現在の技術に開発を加えることで、ある程度緩和できる。同様の地上ベースの装置には、スペースの問題はなく、またそのために船舶動向についての付加的問題を解決する必要もない。
- 洗浄水の温度と高酸性度が意味するところは、FGD装置の製造に使用される材料については特に耐酸腐食性が高くてはならないということである。
- 洗浄水のクリーニング。洗浄プロセスで燃焼排ガスから多くの物質、特に浮遊粒子に含まれる物質が除去されるが、これらの物質は海中に安全に放出するのは不可能である。従って洗浄水自体の処理が必要となる。

燃料電池の技術

4.10 NO_xを最小化する最適な方法は、燃焼を完全に回避することである。この点で、燃料電池は、触媒作用による非燃焼反応からクリーンな電気を供給できる。従来型の発電機器と比較して、燃料電池(FC)技術は、大気への放出量を大幅に削減し、効率性の改善を実現する。

4.11 この技術は、船舶のような大規模産業に使用できる程、今や成熟のレベルに達している。最も確立したFC技術の場合、寿命と信頼性が産業基準に達しつつあるが、更なる技術改善のシグナルは絶えず発せられている。

4.12 燃料電池は、大気を汚染する有害物質を全く排出しない。唯一の「排出物」は熱と水である。もし天然ガスのように炭素を含む燃料を使用した場合、燃

焼排出物には、CO₂が含まれるが、それでも従来の船用燃料を使用して走行する機関と比較すると最大 50%削減が見積もられる。これは、天然ガスの炭素と水素の比率をみると、天然ガスの水素数が石油に比べて多いことによるが、燃料電池の効率性が高いことも原因の一つである。

- 4.13 燃料電池技術は、本質的に音が静かで振動がない。これは、乗客とクルーの快適性を満足させ、さらにより良いクルーの労働環境も満足させる。シンプルな設計の可動部分は 2、3 ヶ所に限定されているので殆どメンテナンスの必要がない。燃料電池技術もモジュールであり、これにより船上スペースを最大限効率的に使用できるようなシステム構成が可能である。
- 4.14 燃料電池の代表的な燃料は水素、天然ガス、メタノール、エタノール、バイオ燃料、アンモニア及び一酸化炭素で、軽油も使われる。燃料中で結合した化学エネルギーが燃料電池の中で電気エネルギーに変換されるが、この作用原理は非常にバッテリーと似ている。電気化学反応技術が完成すると、次は最新の材料技術が求められる。
- 4.15 燃焼プロセスで窒素酸化物や粒子が産出されるが、燃料電池の中では、この燃焼プロセスがないため完全に汚染しないクリーンなエネルギー変換が可能となる。水素の場合の唯一の副産物は、ただの水と熱である。この技術は、サポートシステムのファン及びブローワー等以外に可動部分がないため本質的に音が静かで振動がない。
- 4.16 燃料電池技術を利用する製造業者や研究プロジェクトを次にあげる。
- HERCULES 統合 EU プロジェクト
 - MC-WAP 統合プロジェクト
 - FELICITAS
 - British Petroleum
 - Wartsila

総体的な船全体のソリューション

- 4.17 排出削減の最も直接的な方法は、使用燃料量を削減することである。これは船舶の総体的効率の改善と廃エネルギーの最小化により達成できる。過去 30 年間、機関設計の進歩をはじめとして船型、船体塗料及びプロペラにおいてさまざまな改善がなされ、これらすべてが船舶の総体的効率に貢献してきた。
- 4.18 今や多くの製造業者や組織は、SCR 装置、燃料電池及び高度な船型設計などのいくつかの異なった技術的要素がすべて一隻の船に組み込まれる全包括的で、より総体的な船舶設計のアプローチを採用する。
- 4.19 通常このような船舶とは、運用条件下で新環境技術の成功的展開及び結果として環境パフォーマンスにおける関連分野の改善を証明することができるデモンストレーション船舶である。
- 4.20 例えば、EU の統合プロジェクト **CREATING** を例に挙げると、このプロジェクトの主要な寄与パートナーである BP 社は、「Cleanest Ship」（最もクリーンな船）プロジェクトを創造した。このプロジェクトでは、一隻の船（「Verenigde Tankrederij」号、BP 所有・傭船）に全体的な環境パフォーマンスの向上を目的とした一揃いの技術が装備された。この技術には次が含まれる。
- 選択触媒還元装置
 - 粒子状物質のフィルター
 - 低硫黄燃料の使用
 - **Advising Tempomaat**、これは船舶の制御を人間の指揮官よりもはるかに優れた燃料効率を達成できるコンピュータプログラムに委ねるものである。
- 4.21 トータルの環境パフォーマンスを向上させるために、このような「総体的/船全体」のアプローチを採用する製造業者や研究プロジェクトには以下のものが含まれる。
- **EU プロジェクト CREATING**

-
- FKAB Marine Design の ‘Environmental Ship Concept’ (「環境船舶コンセプト」)
 - Wartsila 社の Enviropax プロジェクト

5.0 船舶からの温室効果ガスを削減するための欧州連合の R&D プロジェクト

プロジェクト名：

HERCULES

技術分野：

マルチプラットフォーム統合プロジェクト

スケジュール：

2004年3月～2007年10月（43ヵ月）

予算：

€15 百万（EU 資金）

CHF4.2 百万（スイス連邦政府資金）

GHG 排出量の予測削減量：

長期的予測目標に基づき最大 60% (2020 年)

プロジェクト説明：

- 5.1 I.P. HERCULES（Integrated Project: High Efficiency R&D on Combustion with Ultra Low Emission for Ships - 統合プロジェクト：船舶のための超低排出の高効率燃焼についての研究開発）は、欧州委員会とスイス連邦政府からサポートされている主要な大規模協力プロジェクトであった。
- 5.2 このプロジェクトは、機関の効率及び信頼度を高めるために船舶機関からのガス及び粒子状物質の排出を削減し、これにより特定の燃料消費量、CO₂ 排出量及び機関のライフサイクルコストを削減する新技術を開発した。
- 5.3 これは、さまざまな産業界のパートナー、大学、研究機関及び 10 ヶ国の政府機関との間の協力の結果である。

- 5.4 HERCULES プロジェクトの全体的なコーディネートをやるパートナーは、ULEME E.E.I.G（法的機関で統合プロジェクトの主な 2 参加企業である Man Diesel SE と Wartsila Corporation によって設立された）。
- 5.5 表 5.1 は、Hercules 統合プロジェクトの特別な排出削減量の達成期待値と適用されると思われるタイムテーブルを示す。数値は、2003 年に関する現行の Best-Available-Technology In-Service のベースラインとの差であり、パーセントで表示されている。

表 5.1: 削減目標/改善		
	2010 年	2020 年
燃料消費量削減及び CO2 排出量削減	-3%	-5%
NOx 削減（IMO 2000 基準に対して）	-30%	-60%
その他の排出成分削減（PM、HC）	-20%	-40%
機関の信頼性の改善	+20%	+40%
市場への時間短縮 t	-15%	-25%
ライフサイクルコストの削減	-10%	-20%
出典: http://www.ip-hercules.com/article/english/1/index.htm		

- 5.6 HERCULES プロジェクトの目標は、熱力学及び極限パラメータの機構における相関的開発により達成された高度の燃焼コンセプト、多段式インテリジェントターボチャージング、「ホット（熱）」機関 – エネルギー回収と混合、内部排出削減方法及びアフタートリートメントの高度技術、排出及びパフォーマンスモニターのための新センサー並びにインテリジェント機関のための 適応制御である。
- 5.7 作業は、18 のタスクと 54 のサブプロジェクトから成る 9 つのワークパッケージ間で構成された。関連のパートナーは、世界の船用機関市場の 80%を有しており、彼らは現在利用できる最高の技術の管理人とすることができる。
- 5.8 HERCULES を構成する異なったワークパッケージは、以下のものである。。（番号が 2 つ抜けているが、採用されなかったパッケージである。）
- WP1: 極限設計パラメータ

- WP2: 高度燃焼コンセプト
- WP3: 多段階インテリジェントターボチャージング
- WP4: ターボ-コンパウンド/ホット機関
- WP6: 排出量削減方法（内部 ー 水）
- WP7: 排出削減方法（内部 ー 燃焼排ガス）
- WP8: アフタートリートメント排出
- WP9: 低摩擦機関
- WP11: 適応機関

5.9 プロジェクトの範囲には船用機関の効率改善及び排出削減への総合的なアプローチに必要なすべての技術との相関性が含まれていた。今日まで統合作業が次の分野で行われてきた。

- 燃焼機関プロセスの熱流体力学
- 排出削減のための内部（機関内）対策及び外部対策（燃焼排ガスのアフタートリートメント）
- 極限オペレーティングパラメータを持つ機関効率の改善を可能とする多段階式インテリジェント装置の高圧給気の新方式
- 次の各種の条件に最適に順応する機関用マイクロエレクトロニクス及び高性能制御の使用；悪影響を与えるオペレーション、障害代償、発電所の耐用年数によるコンポーネントの老朽化
- 機関プロセスについてより詳細な調査及び作動中の継続的なリアルモニタのための高精度・高忠実度を可能にする新たな第一次センサー及びシグナル分析用ソフトウェア

5.10 現在の研究との関連で、特定のワークパッケージは注目に値する。ワークパッケージ 6: 効率性、排出量取引、信頼性、設計の複雑性及び安全な船上オペレーションに関わる最適な加水法の研究を目的とした「排出量削減の方法（内部水）」。

- 5.11 発生源での NOx 排出生成低減のために機関シリンダ内部の水を活用するさまざまな方法が研究され、さらに開発された。これらの方法には、空気中の湿気を取り込む 4 ストローク機関の水エマルジョン燃料システム、及び直接噴水 (DWI : Direct Water Injection) と 2 ストローク機関用のスカベンジャー加湿・湿潤システム (SAM : Scavenging Air Moistening) が含まれる。
- 5.12 上記技術すべてに対する適切なコンピュータシミュレーションが考案され、最適な形状及びオペレーション・パラメータを特定するために実行に移された。これらのシステムは、フィールド試験、さらに実験室での付加的耐久試験の経験に基づきさらに開発が進められた。
- 5.13 ワークパッケージ 6 中のタスク 6.2「加湿・湿潤法」の下で、燃焼排気ガス量削減の方法として空気の加湿・湿潤法のポテンシャルについての研究が行われた。
- 5.14 コモンレール (CR: Common Rail) 方式を採用した 4 ストローク機関搭載用の水エマルジョン燃料 (FEW: Fuel Water Emulsification) 及び 2 ストローク機関搭載用のスカベンジャー加湿・湿潤システム (SAM) など加湿・湿潤の異なる方法についての研究も行われた。プロトタイプシステムも同様に開発され試験用機関での試験がおこなわれた。
- 5.15 ワークパッケージ 7 : 「排出削減の方法 (内部排出ガス再循環法)」 Nox 削減のために燃焼排ガス再循環利用の最適化及び重油燃料機関に及ぼす特殊な排出の再循環の効果の最適化を目指す。このパッケージの目的には次が含まれていた。
- 質の異なる燃料で作動する船用機関に EGR 法 (燃焼排ガス再循環) を使用する可用性についての研究
 - 2 ストローク機関及び 4 ストローク機関に選択的燃料質が使用される EGR のプロトタイプ設計
 - 運転条件、パラメータ、燃料質の粒子状物質への影響の特定
- 5.16 2 ストローク・3 ストローク船用機関から排出される粒子状物質が物理的・化学的に特性化された。粒度分布の測定及びフィルターサンプルに堆積した粒子状物質の化学分析が行われた。

- 5.17 その結果、機関チューニングのパラメータは、粒子状物質排出の大幅削減に十分な影響を及ぼさないことを示した。しかし、燃料質は、確かに影響を示した。粒子状物質の排出量は燃料質の向上と硫黄含有量低下に伴い削減された。これらの測定結果のデータは、粒子状物質排出に関する系統的研究の基礎となり、その時に用いられた粒子状物質の形成モデルの将来的適用の必要性を主張するためのベースとなる。
- 5.18 アフタートリートメント技術との相関関係は、ワークパッケージ No.8（アフタートリートメント排出）の下で研究された。この研究は、粒子物質の排出を乗用車の排出と同程度まで削減するために、重油燃料で航行する船用ディーゼル機関用の新技術の研究の必要性を示した。
- 5.19 革新的な燃焼ガス・クリーナー（スクラバー）を含む 2 ストローク機関用の完全燃焼ガス再循環システムが開発された。NO_x の最大 70%の排出量削減のポテンシャルが確認された。複数の異なる燃焼ガス再循環（CGR）システムについての研究がさらに行われた。
- 5.20 ワークパッケージ 8：「アフタートリートメント排出」は、詳細研究、アフタートリートメント排出のための異なる提案方法の適用及び大型重油燃料船用機関の排出モニター用の測定技術の開発が目的である。これには、ウェット・スクラバー技術のさらなる開発（実験室試験及び実際の排出条件の下でのパフォーマンス研究も含む）も含まれた。
- 5.21 実験室規模で 2 ストロークの研究用機関の燃焼排ガス組成物の代表的条件下で非熱プラズマ（NTP : Non-thermal plasma）装置が使用され、NO_x 削減のデモンストレーションが行われた。その結果は、NTP システムが大型ディーゼル機関の実現性のある提案であると見なされる前に相当な開発作業の行う必要性を示した。
- 5.22 ウェット・スクラバーのプロトタイプが設計され 4 ストローク機関で試験が行われた。研究用機関搭載のプロトタイプは、燃焼ガスに含まれる SO₂ を ISO8178 の基準で平均 95%、粒子状物質を平均 42.8%除去した。船上モニターシステムが「Maersk Montana」の 8 シリンダ 2 ストローク機関に搭載され、現在稼働している。

成果・結果

5.23 **HERCULES** プロジェクトの意義深い成果は、プロジェクトに関係する主なパートナーが、異なった技術がもたらす排出削減のポテンシャルについて明確なイメージを把握しており、これにより新環境規制が施行されたとき顧客に提供できる諸々の技術の最終セットの開発が可能になることである。しかし、多くの問題が解決されないまま残っており、さらなる研究を必要としている。その結果、このプロジェクトの主要な2パートナーは、**HERCULES-B**としてフォローアッププロジェクトを提案した。

5.24 2007年6月 **HERCULES-B** は、FP7「協力」ワーク計画の枠組み内で欧州委員会に提出された。テーマ7－交通。明記されたプロジェクトの目的は、船用機関の推進システムの効率を大幅に改善すること、また同時に **CO₂** 及び他の排出物の大幅削減を達成することである。**HERCULES-B** は、IMO 規制が設定している現行の上限を下げることを目的にしており、従って、目標が達成された場合、水上交通の環境への影響は急進的に削減されるはずである。

5.25 オリジナルの **Hercules** プロジェクトで **Nox** 排出量及び他の物質の排出量の削減が全体的に達成された場合、次に **Hercules-B** は、主として、熱効率の改善度 **60%**以上をフォーカスすると思われる。これには必然的に以下の事項を伴うことになる。

- 特定の燃料消費量を **10%**削減
- **CO₂** の削減
- 超低量燃焼排ガスの達成

5.26 **Hercules-B** の構成に関しては、**Hercules-B** でも関連タスクを持つ多くのワーク計画があると思われるので、オリジナルの **Hercules** プロジェクトに類似すると思われる。しかし、相違はタスク数で、**Hercules-B** では、課題のワーク計画の性質によって1つ、あるいは複数のタスクを包括できるので、タスク数を予め設定しないワーク計画が出てくるとと思われる。この点が **Hercules-A** と異なり、**Hercules-A** では、各ワーク計画は2つの関連タスクを持っていた。この新たな構成は、**Hercules-B** の燃料消費量削減へのフォーカスに対応して開発された。

5.27 パートナーに関して、Hercules-B は、Hercules-A と同じ組織のいくつかを抱えると思われる。しかし、どの組織かについての明示は得られなかった。新たなパートナーに関しては、FP7 のガイドラインにより結果的に産業界のパートナー、大学、研究機関及びユーザー/船舶運営会社を含む EU レベルの組織の同様な構成となると予測される。パートナー数についても、全欧州から 40 組織以上を抱えていた Hercules-A と同様となるとと思われる。

表 5.2: Hercules A と B の比較		
	Hercules A	Hercules B
予算	€33 百万	€35 百万
期間	43 カ月	36 カ月
構成		
ワークパッケージ 1	極限設計パラメータ	極限パラメータ機関
ワークパッケージ 2	高度燃焼コンセプト	燃焼
ワークパッケージ 3	多段階式/インテリジェントターボ-チャージング	ターボ-チャージング
ワークパッケージ 4	ターボコンパウンド機関/熱機関	代替燃料
ワークパッケージ 5	適用なし	排ガス量削減
ワークパッケージ 6	排出量削減方法 (内部-水)	総体的船舶パワートレーンの最適化
ワークパッケージ 7	排出量削減方法 (内部-排ガス再循環)	高度材料、摩擦及び損耗
ワークパッケージ 8	アフタートリートメント 排出	電子及び制御
ワークパッケージ 9	低摩擦機関	
ワークパッケージ 11	適用機関	
パートナー	42	42
産業界からのパートナー	60%	47%
大学	19%	23%
研究機関	12%	13%
ユーザー/船舶運営会社	9%	9%
国際船級協会	適用なし	6%

-
- 5.28 この報告書作成時点で（2009年1月）、HERCULES プロジェクトのコーディネーターとの電話での協議で HERCULES-B の資金供与が 2008年12月中に欧州委員会によって承認されたことが明らかになった。全体予算€60百万に対する€33百万の寄与は欧州委員会の意志である。HERCULES-B プロジェクトの期間は、2009年から2011年の3年間になると見込まれている。
- 5.29 HERCULES-B の総予算に対する EC の資金拠出寄与はオリジナルの HERCULES の場合と割合(%)で示すと同等レベルである。オリジナルプロジェクトの総予算は€33百万で、内€15百万が EC からの供与、これは総予算の45%に相当する。HERCULES-B の総予算は€60百万で、内€33百万は EC の意思による供与、これは総予算の55%に相当する。

プロジェクト名：

MC-WAP（水上輸送応用のための溶融炭素塩型燃料電池）

技術分類：

統合燃料電池技術プロジェクト（Integrated Fuel Cell Technology Project）

スケジュール：

2005年9月～2010年（5年間）

予算：

€17.1 百万（EU 資金拠出）

GHG 排出量の予測削減量：

無炭素燃料を使用した場合、最大名目 100%の削減。

プロジェクト説明：

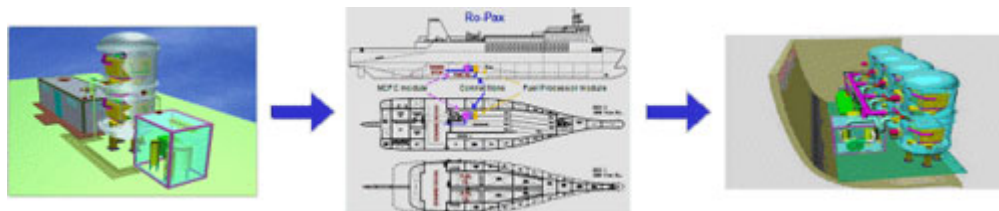
- 5.30 MC-WAP プロジェクトは、溶融炭素塩型燃料電池の技術をローパックス船、ローロー船、クルーズ船及び高速船など大型船舶の補助発電への応用が目的である。このプロジェクトは第 6 次フレームワーク計画（FP6）を通して提出され、承認された。
- 5.31 車両に使用される燃料電池は、エネルギーの高効率とゼロガス排出、さらに低騒音の複合で、パフォーマンスやレンジを低減しない。中長期的に燃料電池は、家庭やビルの分散型共同発電及び電力生産に使用され、省エネルギーの大きなポテンシャルを持っている。長期的に、燃料電池は、すべてのエネルギー・エンドユーザーのセクターにおいて現在使用されている燃焼システムの大きな部分に取って替わる可能性がある。
- 5.32 MC-WAP プロジェクトは、8 ヶ国から招致した 16 以上のパートナー組織の協力の結果である。このプロジェクトのコーディネーション・パートナーは、海事研究及びコンサルティングサービスを専門とする FINCANTIERI グループ企業 NA SpA 社である。同企業の主な活動分野は、流体力学、構造と材

料、振動と騒音、船舶の脆弱性と痕跡、人間工学と人的要因、バーチャルプロトタイプ、リスク分析及びプロセスシミュレーションである。

5.33 MC-WAP プロジェクトは、熔融炭素塩型燃料電池の技術を大型船舶（ローパックス船、ローロー船及びクルーズ船）及び高速船舶への搭載応用を目的とする。このプロジェクトは、プロジェクト期間の 5 カ年で MC 電池の「新」エネルギー技術のパフォーマンスを向上させ、船上応用を実現させるために広範囲の研究活動及び強力な実験フェーズの開発に努める。

5.34 熔融炭素塩型燃料電池は、オペレーション温度が高く、環境に優しい特性をもち、コスト削減のポテンシャルに直結する利点があり、持続可能なエネルギー生成目的に大きく貢献する最も将来有望な技術の 1 つになる。

5.35 燃料電池の付加的利点には、電気化学的エネルギーへの転換オペレーション音が静かであること及び可動/摩耗する部品がないことにある。燃料電池のキャパシティー変更や異なる燃料使用に対する高柔軟性が、この電池を非常に多用途電池にし、広範なモジュールシステムの開発を可能にする。このように、これらのモジュールシステムは、さまざまな異なった市場やシナリオに適用可能である。



MCFC – 分散型オンショア設置から統合的船舶設置

出典：<http://www.mc-wap.cetena.it/summary.htm>

5.36 燃料電池の効率、多用性、マルチ燃料能力及びモジュール構造は、固定型・自動車・携帯エネルギー/電力への広範な応用に他に類がないほど適している。水素のみを燃料として使用する燃料電池自動車の排出物は、水蒸気のみで - 汚染物質は排出されない。車両に使われる燃料電池は、エネルギーの高効率とゼロガス排出、さらに低騒音の複合性を持ち、またパフォーマンスやレンジを低減する可能性はない。

-
- 5.37 低温燃料電池は、殆ど小型船舶もしくは旅客船舶に合わせて作られ、両者のいずれも純粋な水素または改良ガスを燃料とする。これに対して高温燃料電池は、単位体積重量がより大きいというデメリットが APU システムの高効率により過剰補償されるため大型船舶により適している。
- 5.38 MC-WAP プロジェクトは、重要な開始点として既に行われた活動及び WEAO 機関により資金が拠出されている他の産業プロジェクトの中でまだ進行している活動を使用する：MC-WAP の 2 パートナー（Ansaldo Fuel Cells 及び TUBITAK）が関与している「熔融炭素塩型燃料電池海軍発電機」は、500Kwe のプラントを建設し、MCFC スタックに接続しているディーゼル油プロセッサーに基づく地上オペレーションを目指している。

プロジェクト名：

FELICITAS（燃料電池パワートレーン及びヘビーデューティ交通におけるクラスター化）

技術分類：

燃料電池ドライブトレーン統合プロジェクト

スケジュール：

2005年4月～2008年3月（3年間）

予算：

€12.7 百万（€8 百万 EU 拠出）

GHG 排出量の予測削減量：

無炭素燃料を使用した場合、最大名目 100%の削減。

プロジェクトの説明：

- 5.39 統合プロジェクト FELICITAS は、欧州研究区域の第 6 次枠組み計画の一環である。このプロジェクトの主要目的は、ヘビーデューティ交通の需要を満たす能力を持つ燃料電池（FC）ドライブトレーンの開発である。
- 5.40 このプロジェクトは、9 カ国以上から招致した 15 のパートナー（Rolls Royce, AVL, Imperial College London）の協力の結果である。プロジェクトのコーディネーション・パートナーは、ドイツの Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure Systems（交通及びインフラシステム Fraunhofer 研究所）である。
- 5.41 「ヘビーデューティ」交通の必須要件は以下の通り定義される。
- 電力レベルは 200kW 以上
 - 電力密度は約 200kW/t
 - システム効率は約 60%

- 水素または炭化水素燃料
- 頑健性および長寿

5.42 FELICITAS は 2 つの燃料電池技術を使用する。ポリマー電解質型燃料電池（PEFC : Polymer Electrolyte Fuel Cell）技術及び固体酸化型燃料電池（SOFC : Solid Oxide Fuel Cell）技術である。このプロジェクトは、SOFC パワートレーン用の船上炭化水素燃料改質技術及びハイブリッド SOFC パワートレーン用のガスタービン技術の開発により SOFC 技術に貢献する。

5.43 同様に、PEFC 技術は、ヘビーデューティ道路・ライトレイル応用のための高電力 PEFC クラスターの開発及び長期耐久性、効率及び増加電力の動態特性を持つハイブリッド PEFC クラスターの開発を通じて改善される。

5.44 燃料電池技術自体は、エネルギー貯蔵装置、熱（温度）または・及び動的特性回復の専用システム及び内部・外部燃料プロセスなどにおける開発によって補完される。

プロジェクト名：

Pioneer Knutsen LNG Tanker

技術分類：

燃料としての液化天然ガス

スケジュール：

2005年4月～2008年3月（3年間）

予算：

€874,245

GHG 排出量の予測削減量：

最大：30%のCO₂削減；60%の炭化水素削減；80%のNox削減

プロジェクトの説明：

5.45 このプロジェクトは、Bijlsma Projects BV、 MHI Equipment Europe BV、 ENGVA（European Natural Gas Vehicle Association - 欧州天然ガス自動車協会）及び IMSAL Marine Services BV 間の協力の結果であった。このプロジェクトには3つの主要な目標が存在した：

- 液体天然ガスのみで航行する船舶の技術的実現可能性を実証すること
- LNG タンカーをそれ自体のボイルオフ（ブローオフ・発散ではない）で推進する可能を実証すること
- 陸上・水上での広範囲な使用のために経済的かつ柔軟な LNG 流通の方法を実証すること。

5.46 Bijlsma は、LNG 機関に適した液体天然ガス（LNG）の小型キャリアを開発した。LNG の環境面での利点は明白である。LNG 使用は CO₂ 及び NO_x の大幅な排出量削減につながる。LNG の価格はディーゼル油や重油よりかなり安価であり、また LNG 機関は他の機関よりはるかに使い勝手も良く - 不快な臭いがなく、機関音は小さく、振動も少ない。

- 5.47 欧州委員会は、水素及びバイオ燃料とともに LNG は、自動車燃料のポテンシャルのある代替と見なしている。LNG 機関はすでに産業（LNG タービン）及び最小レンジの陸上交通（例：シティーバス）に存在する。しかし、この機関は、特定の船上安全対策要件のため、船舶には一般的ではない。
- 5.48 Bijlsma は、LNG 推進船舶の可能性の研究を行い、船舶と機関の操作性をデモンストレーションするために LNG 推進船舶を建造する決定をした。ノルウェー及びスウェーデンの組織がこのプロジェクトに格別の興味を示した。
- 5.49 2002 年 12 月 1 日から 2005 年 1 月 1 日まで実施されたこのプロジェクトは、成功を納めた。このプロジェクトのコンソーシアムが設立され、最小の LNG キャリア（1,100m³ 「Pioneer Knutsen」号）が世界に引き渡された。Knutsen のノルウェーのショート・シー航路上での運用は、船主を十分に満足させ、41 週間のデモンストレーション・フェーズ期間に、重要な問題点の報告はなされなかった。この船舶は、完全に最適化された専用ガス機関を搭載しているため、結果的に、排出量は従来型のディーゼル燃料で走行する同等型船舶の排出量の最低レベルであった。燃料は船舶自身の LNG 貨物のボイルオフガスが補給される。従って、使用しなければ大気に放出されてしまうエネルギー（メタン）の最大限の有効活用が可能となる。
- 5.50 このプロジェクトの 3 つの設定目標はすべて達成された。
- LNG のみで走行する船舶機関の技術的実用可能性が実証された。
 - 積載貨物からのボイルオフで LNG タンカーを推進する可能性は実証された。
 - LNG 輸送に LNG タンカーを使用すると、経済的であることが実証された。
- 5.51 このプロジェクトにより、以下の直接的な環境利益がもたらされた。
- CH₄ 排出の回避。もし LNG がブローオフしていたら、温室効果ガスのメタン（CH₄）が放出されていた。NH₄ は、CO₂ と比較すると地球温暖化のポテンシャルが大きい。

- 省ディーゼル。船舶が推進用にボイルオフを使用するので、ディーゼルは不必要となる。Pioneer Knutsen クラスの小型船舶の省エネルギーは、ディーゼル油 250L/h に相当する。
- よりクリーンな燃焼。燃料としてのガスとディーゼルの比較結果は次のようになる：CO₂ の 30%削減、炭化水素の 60%削減、NO_x の 80%削減 また、煤粒子の完全削減。

5.52 中・小型の貨物船用機関の LNG 走行がデモンストレーションされたのは初めてのことだった。イノベーションの主要な分野は、LNG 機関の作動にボイルオフガスが使用できる燃料補給システムを含め船舶推進用の専用 LNG 機関の開発にあった。

5.53 デモンストレーションは高数値を示した：このプロジェクトは、中・小型船舶に低排出燃料として LNG は使用可能であることを示した。同プロジェクトは、水上輸送において LNG を使用する上でのいくつかの障壁を克服した（技術的実現可能性及び船級規制の開発）。普及活動も上々であった；プロジェクトに関する情報は、プロジェクト専用の website、カタログ、プレゼンテーション並びに国際 LNG 及び造船コミュニティにおける主要なイベントでの展示会を通じて公開した。このプロジェクトは、2004 年度の EU クリーン・マリーナー賞にノミネートされた。

5.54 この新技術は、比較的距離の短いショート・トレードに使用されるより小型の船舶の場合に特に競争力があると考えられている。電気推進 LNG 船は、直接ディーゼル推進より大きな投資が必要である。これが今後、期待されているもので、この傾向は将来も続くと期待される。

5.55 しかし、長期的な船主の総コストを考慮すると、差は極めて小さい。ガス機関の方が、例えば保守・修繕費が安価である。どのソリューションが最も経済的かを決定する要因には、船舶の能力、速度、航行距離、燃料価格、燃料税及び特定のトレードの頻度などいくつかある。フランスの国営ガス会社 Gaz de France の上記と同じ原理による LNG 船 3 隻の最近の発注及び第 2 Knutzen 号の注文への関心は、ポテンシャルのあるビジネス見通しの楽観材料である。

5.56 このプロジェクトは、新たな成功的な経験を LNG セクターにおける急速な発展に付加した。LNG タンカーの重要が増加しているなかで、LNG 需要も増大しつつある。推進システムの開発も急速なペースで進んでいる：ガスキャリアは、40 年間蒸気推進を採用してきた、しかしごく最新の船舶は、ガス・電気・ディーゼル機関、もしくは、Pioneer Knutsen のようなガス・電気機関を採用している。

プロジェクト名：

CREATING（新世代ショートシー・ SHIPPINGの全体的効率削減のコンセプト）

技術分類：

インターモーダル用車両/船舶の開発

スケジュール：

2004年6月～ 2007年5月

予算：

€4.45 百万

€2.64 百万（EU 拠出）

GHG 排出量の予測削減量：

最大：86%の NOx 削減、96%の粒子状物資の削減、5%の CO2 削減、99%の Sox 削減

プロジェクト説明：

- 5.57 EU の資金拠出による **CREATING** プロジェクトは、ライン川及びドナウ川に隣接する殆どすべての国を含め欧州 9 カ国から 29 パートナーを集めた。プロジェクトの目標は、革新的なソリューションを通じて水上貨物輸送を再活性化させ、これによってできれば欧州道路に何らかの圧力をかけることであった。
- 5.58 今日欧州の道路は、ショートシー・ SHIPPINGの移送利用が増大しており、他の輸送形態は排除された形になっている。EU 域内の混雑は着実に激化しており、そのコストは EU の GDP の約 2%になると現在見積もられている。この状況を受けて欧州連合は、道路から鉄道や内陸水上輸送など他の輸送形態にシフトする「モーダルシフト」を奨励するために協調的努力を現在続けている。

- 5.59 CREATIN は、内陸水上航行の地位強化のために革新的なソリューションを開発中である。このソリューションにより、内陸水上交通をより経済的に実現可能であるとし、できる限りクリーンで安全な交通手段とする努力をしている。このプロジェクトは最適な技術的ソリューションや革新的な船舶設計を含む事例を設定している。複数の試験船舶が準備され、走行し始めたら、実運用条件の下で経済的実現性の評価が行われることになっている。
- 5.60 このプロジェクトは、内陸水上航行のロジスティックスと環境パフォーマンスの両側面の改善を目指している。後者には、低硫黄燃料、速度コントロール、選択触媒還元及び粒子状物質フィルターの活用が含まれる。これらのソリューションのすべては、BP との協力で開発され、2007 年 11 月から 2008 年 11 月まで航行したデモンストレーション船舶 Cleanest Ship Project（最高にクリーンな船舶プロジェクト）に適用された。
- 5.61 このプロジェクトは、BP が所有し Verenigde Tankrederij（VT）が管理するモータータンク船「Victoria」号で行われた。この船舶は、現時点 BP Marine Lubricants との長期備船契約中で、ロッテルダム港及びアントワープで運用された。デモンストレーションは、2007 年 11 月から 1 年間にわたって続いた。燃料消費量と NOx 排出量は直接測定され、CO₂ 及び SOx の排出量が燃料消費量から計算された。これに対して PM 排出量は、試験スタンドで見積もられた排出量削減のポテンシャルを用いて評価された。
- 5.62 活用された排出削減の技術は、Advising Tempomaat（ATM）、低硫黄燃料、選択触媒還元及び粒子状物質（PM）フィルターである。Advising Tempomaat は、船舶の経済的に最適化されたオペレーションを可能にするシステムで、Techno Fysica（NL）社によって開発され、提供された。
- 5.63 このシステムはスキッパーが使用するコンピュータプログラムで、プログラムのコアは、航行ルートと速度の最も経済的な組み合わせをスキッパーに知らせ、船舶が最大の燃費効率でスケジュール通りの到着を可能とすることで、これは燃料消費量と排出量の大幅削減に結び付くことになる。
- 5.64 「Victoria」号は、道路用の規格ディーゼル油（EN 590）を使用している。低硫黄燃料は、粒子状物質フィルターの使用及び使用燃料の硫黄含有量と直

接的な関係がある PM 及び SOx 排出の効率的な削減のための必要前提条件である。

- 5.65 「Nauticlean S System」は、Hug Engineering 社によって開発・構築され、PM（煤）フィルターと選択触媒還元（SCR）触媒を同じリアクターに内蔵している。フィルターは、ディーゼル全開流量再生型バーナーを装備している。選択触媒還元は、還元剤を燃焼ガスに注入する方法で NOx 排出を効率的に除去する技術である。Nauticlean S system は、アンモニアを使用し、尿素（40%溶液）注入し、一酸化窒素と二酸化窒素を窒素と水に転換する。
- 5.66 PM 除去に、触媒コーティングした炭化ケイ素（SiC）の粒子状物質フィルターが使用される。このフィルターは超極細繊維から作られた数個のハニカムから成り、稼働中の煤粒子はフィルター内に捕集される。再生温度に達するとすぐに煤は燃え尽き残留物はない。触媒コーティングのため、再生温度は約 450 °C である。フィルターは、補助エネルギーを必要とせず自己燃焼してクリーンになる。全開流量再生バーナーは、ガス燃焼温度が低くても、長期間低負荷を受けていても、またアイドリング段階でもフィルターの自主的で高信頼度の再生性を保証する。
- 5.67 Advising Tempomaa の使用により、燃料消費量は最大 15%削減できる可能性がある。しかし、このデモンストレーション・プロジェクトのために、削減量は控えめに想定された。これは、船舶の運用範囲が狭いことと、各港で頻回な操縦を行うためである。
- 5.68 下記の表は、「Victoria」号に搭載されている各種技術が潜在的に達成できる排出量削減の期待値を示す。

	NOx	PM	CO2	SOx
ATM – Advising Tempomaat	-7%	-7%	-7%	-7%
低硫黄燃料、EN 590、10 ppm	None	-17%	None	-99%
選択触媒還元	-85%	None	None	None
粒子状物質フィルター	None	95%	+2%	+2%
総排出削減量	-86%	-96%	-5%	99%

出典：<http://www.cleanestship.eu/project>

プロジェクト名：

SMOOTH - 空気潤滑剤 Ted Hulls を使用し、船舶の最適な設計及びオペレーションのための持続可能な方法

技術分類：

高度な船体効率設計と製造

スケジュール：

2006 年～ 2009 年 (36 カ月)

予算：

€2.25 百万

€1.43 百万 (EU 拠出)

GHG 排出量の予測削減量：

燃料効率及び関連の排出量削減において最大 20%の改善

プロジェクトの説明：

- 5.69 船体の空気潤滑は、最大 20%の船体効率の利益の可能性をもたらす。SMOOTH の戦略的目的は、欧州造船及び内陸・沿岸航行船舶両者の日常的オペレーション慣行に空気潤滑の技術移動を可能にするために、現在でも研究・評価を必要とする空気潤滑剤を付与した船舶のあらゆる側面をカバーすることである。
- 5.70 空気潤滑の基本コンセプトは新しいものではないが、限定的な真面目な研究が行われてきた。PELS プロジェクトであり、これは オランダの国家的プロジェクトでポジティブな変化を起こした。このプロジェクトは、空気潤滑を付与したすべてのオペレーション環境でポジティブな全体的エネルギーゲインが達成できることを実証した。必要技術自体は新しく、さらなる開発が必要とされる。PELS プロジェクトから得たデータを基にして、SMOOTH コンソーシアムは、最大 20%の船体効率改善が実現できると試算している。

5.71 消費燃料量の大幅削減は CO₂、NO_x 及び煤の排出に影響があるので、このような「一歩前進」は環境にとって有益である。燃料消費量の削減はコスト削減につながるので、当然ながら欧州の輸送ビジネスに歓迎されると思われる。

5.72 欧州の政策は、各種の方法により問題に対処している：船舶抵抗の低減によるオペレーションコストの顕著な削減；輸送プロセスの質の向上及びオペレーション面における安全性の向上；及び原油及び他の危険で汚染の潜在的可能性を持つ物品のより安全な輸送といったものである。SMOOTH プロジェクトは、SMEs、欧州 6 カ国からの企業及び研究機関のために協力のプラットフォームを提供することにより欧州内部の知識交換を促進している。

5.73 空気潤滑は、モデル船試験で成功したことから、さらにこの技術を船舶に応用するために新製品（適切な超剥離剤塗布システム、周囲空気・機能空気の分配システム及び制御システムの関連）の開発が必要である。SMOOTH プロジェクトの結果としての検証可能及び測定可能な目標を以下に示す。

- 実船設計のための検証済みの（最終的にモデル船で試験）計算ツールを提供する。
- 空気潤滑のスケール効果を検証する。
- 空気潤滑実施の経済評価及び内陸船舶を使用して実寸でのコンセプトのデモンストレーションを行う。
- 実際に空気潤滑を付与した船舶の安全導入の準備をする。

5.74 SMOOTH は、7つの異なるワークパッケージに分割されている。

- WP1: プロジェクト管理
- WP2: 空気膜の試験
- WP3: スケール効果とシートライアル
- WP4: 空気膜のモデル試験
- WP5: 微泡及び空気腔のモデル船試験

- WP6: 経済+リスクの評価
- WP7: 評価と普及

5.75 欧州の次世代船舶に実用応用・実践のために **SMOOTH** で調査した技術には、摩擦抗力の改善及び電力削減、よりよい停止性並びに操作性など他のイノベーション技術が含まれると思われる。

プロジェクト名：

CleanMould

技術分類：

船舶（ボート）のための高度設計及び生産の技術

スケジュール：

(36 ヶ月)

予算：

€2.57 百万

€1.38 百万 (EU 拠出)

GHG 排出量の予測削減量：

最大 75%の燃料効率の改善及び関連の排出削減

プロジェクトの説明：

- 5.76 CleanMould プロジェクトは、複合構造車両の生産のために軽量繊維強化熱可塑性プラスチックを使用して環境に優しい新プロセスを開発することを目的としている。1例として、この技術により、パフォーマンスの改善がなされ、固有のリサイクル性を持つ革新的なセミトレーラー及びボート船体が低コストで生産されてきた。
- 5.77 複合材料は、設計者に高強度/高剛性及び優れた耐腐食性を備えた軽量構造物の製造能力を与える。複合材料は、構造物やレジャーボートの製造に広く採用されている；しかし、これらの複合材料は、大部分がポリエステル及びビニールエステルなどの室温硬化性樹脂に基づいている。このような硬化性樹脂はプロセスの段階で溶剤が放出され、リサイクルが困難である。

- 5.78 このプロジェクトで対処される主な問題は、溶剤を含まない液状熱可塑性複合樹脂を使用して表面積の大きな構造物を製造する点である（例：ボート及びセミトレーラー）。この樹脂はモールド内で重合し、従来の熱硬化性樹脂と比較して結果の良い高パフォーマンスの環境的に安定した構造物を形成する。
- 5.79 このプロジェクトは、ポリブチレンテレフタレート（PBT）オリゴマー技術に基づく熱可塑性複合樹脂の革新的な性状を利用して上記製品及びプロセスの欠点に対処するものである。
- 5.80 この技術には、PBT オリゴマーの使用が含まれる。PBT オリゴマーは、低温（160°C）で熔融し低粘性の液状（20 センチポイズ）となり、これで繊維を含浸し、繊維の高含有量が達成され（50 体積%）、構造パフォーマンスが高い製品となる。熔融した PBT オリゴマーは、触媒を使用してモールドの中で重合させる。PBT オリゴマーはモールドの中で一度重合すると、繊維強化 PBT ポリマー複合材料が形成され、融点 260°C の極めて優れた力学特性を有することになる。
- 5.81 PBT オリゴマーの技術は、従来の液状熱硬化性樹脂のプロセス（真空注入、前含浸、など）を利用し、また熱可塑性の利点をすべて利用して、複合構造のプロセスを可能にする。このプロジェクトは、2 つの成形プロセスにフォーカスする：真空注入及び真空バック成形。両プロセスは安価な片面モールドを使用した製造のポテンシャルを有する。
- 5.82 より低重量とは、積載量の増加、航行回数の減少、省エネルギー、排出量・CO₂ 削減及び大気質の改善を意味する。統合設計とは、コスト削減、より効率的な設計及びより良い耐衝撃構造を意味する。社会経済的因子には、競争力の増大、リサイクル可能な製品の製造、有用寿命の長期化（40:20 年）、省原材料及び VOCs（揮発性有機化合物）フリーが含まれる。物理的利点には、強靱性の強化、耐衝撃性及び寿命の有用の長期化がある。製造者にとっての利点は、労働力削減がある。自動化プロセスは、安価な輸入製品と比べると知識面及び技術面での利益をもたらす。

6.0 船舶からの温室効果ガス削減のための民間及び海事関係企業の研究開発

企業名：

SkySails

技術分類：

船舶のための高度補助風推進システム

スケジュール：

2001 年以降（進行中）

予算：

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

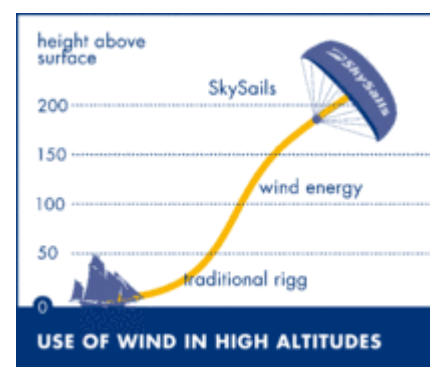
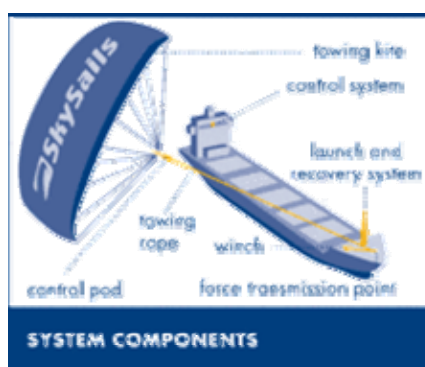
代表的な削減量 10%～35%、最適な風条件下では最大 50%の削減量

プロジェクト説明：

6.1 SkySails は、大きな曳き帆の原理に基づく風推進システム（現在、国際的に特許権を有する）を開発・製造・販売している。SkySails のシステムを使用した場合、その時の風の状態にもよるが、船舶の平均的年間燃料コストは 10%～35%削減できる。最適な風条件下では、燃料消費量は、一時的に最大 50%削減できる。

6.2 「The SkySails-System」 は、3 つの主要部分から構成される：ロープが装具された帆と帆発射・回収システム及び自動操作制御システムである。SkySails は、マストに装着されている従来の帆ではなく、大型の曳き帆を船舶の推進に利用している。帆はパラグライダーのような形状をしていると言える。

- 6.3 この帆は、高強度の気象耐性繊維でできている。ロープに繋がれて飛ぶ SkySails は、風の強度がより強く、より安定している高度 100m~300m の間で操作可能である。
- 6.4 動力学的な飛行操縦法によって（例：図「8」） SkySails は、従来の帆に比べて帆面積 1 平方メートル当たり 2~3 倍の動力を発生する。牽引力は強度のティアプルーフ（裂傷防止）合成繊維ロープを経由して船舶に伝達される。制御ポッドへのエネルギーの供給は、曳綱に組みこまれているケーブル（特許権を有する）によって確実に行われる。
- 6.5 高度 150m では、風の平均速度は、地上及び水表面との摩擦がないため、高度 10m におけるよりも約 25%速くなる。気団の運動エネルギー量は風速の 3 乗となるので、10m 以上の引き帆の操作高度では 2 倍以上のエネルギーが利用できる。
- 6.6 「The SkySails-System」は、従来の帆推進に比べ帆面積 1 平方メートル当たり極めて大きい推進力を発生するので、相対的に小さな帆面積の使用でかなりの節減が可能である。比較：長さ 109m の 4 マストのバークの総帆面積が 3,000m² とした場合、同じ長さの貨物船に曳き帆を使用する場合、300m² ~600 m² の帆を最適に装具すればよいことになる。

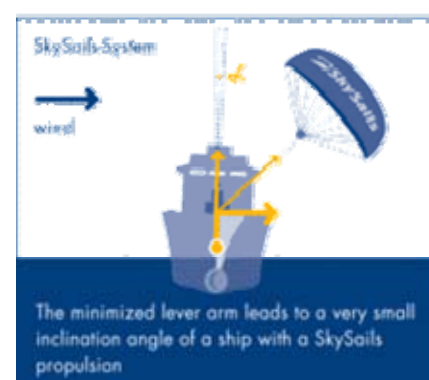
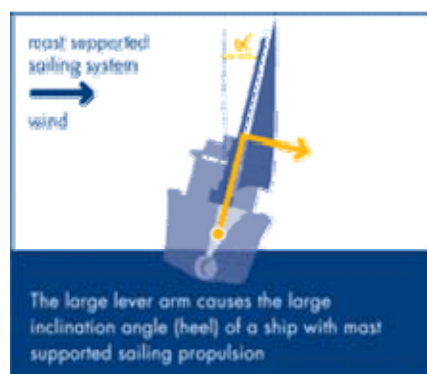


図は、「The SkySails-System」の構成部及び帆が展開される代表的高度を示す。

出典：<http://www.skysails.info/english/products/the-skysails-technology>

- 6.7 帆の発射には、まず伸縮マストが帆専用の格納庫から帆を揚げる – 帆はアコーディオンのようにたたまれている。伸縮マストは、最大高度まで伸び、帆は全開して、発射される。ウインチは、操作高度に達するまで曳綱をリリースする。

- 6.8 凧回収プロセスは、発射と逆の順序で行われる。ウインチは、発射回収マストに繋がっているロープと発射台の凧ドックを巻き戻し・回収する。その後凧は、縮帆（凧）される。伸縮マストは引っ込み、凧は制御ポッドと凧格納庫に収納される。発射回収の全体のプロセスは、殆ど自動的に行われ、所要時間は発射・回収各 10 分から 20 分を要する。
- 6.9 「The SkySails-System」は、クルーがブリッジから操作できる。緊急行動は、ボタン1つ押すだけで起動する。SkySails の自動制御システムは、引き凧の操縦タスクを実行し、また飛行軌道調整も行う。このシステムの稼働状況に関する情報はすべて SkySails のワークステーションのモニターにリアルタイムで表示され、操作するクルーは簡単にこの情報にアクセスできる。
- 6.10 「The SkySails-System」は、海上での一般的なビューフォート風力階級 3～8 での操作用に設計されている。このシステムはビューフォート 3 以下で回収はできるが、発射はできない。
- 6.11 「The SkySails-System」の船級は、補助推進システム の分類に入り、そのように扱われる。このシステムの操作は、いかなる既知の規制対象とはなっていない。
- 6.12 従来の帆推進と比較すると、「The SkySails-System」には、港湾での積荷の揚げ下ろしや橋下航行の障害となる 超大型構造物がない。さらに、従来型の風推進とは異なり、「The SkySails-System」による傾船度は非常に小さく、船舶の安全と操作の観点から事実上問題とはならない。



図は、「傾船」が従来の帆システムに与える影響と「The SkySails-System」がそのシステムの小さな傾船の影響をどのように最少化できるかを示す。

出典：<http://www.skysails.info/english/products/the-skysails-technology/>

- 6.13 オペレータの選好で、主機関は、減速して燃料を節約するか、一定の速度で走行し続け、速度を上げる。SkySails は、従来の帆推進と比較して帆面積 1 平方メートル当たり 5 倍の推進力を発生することができる。「The SkySails-System」は、風の状況が良ければ、主機関と並行して、また主機関の負荷緩和（休息）に使用される。主機関の推進力は残っているので、必要であれば十分利用できる。
- 6.14 実際すべての貨物船舶及び新造船は、SkySails の補助風推進システムを後づけ・装備可能である。底引網漁船及び船体長 24m を超える超大型ヨットも同様に SkySails の補助風推進システムを後づけ・装備可能である。
- 6.15 就航船「MV Beluga Skysails Skysails」に Skysails の補助推進システムが搭載され、2007 年にドイツのハンブルグで進水した。
- 6.16 「MV Beluga SkySails」号には 160m²の帆が装備されており、イニシャルオペレーション・フェーズで 10%~15%の燃料消費量の削減が期待されている。帆のサイズは、最終的に 320m²までスケールアップされる予定である。その場合の燃料消費量の削減は 20%~30%と見込まれている。
- 6.17 この船舶は、オランダのハーリンゲンにある Volharding Shipyards で 2006 年から 2007 年にかけて建造され、現在 Beluga Group (Beluga Fleet Management GmbH) が所有している。船体長 132m、最大積載重量 9,831t、船幅 15.8m、喫水 7.73m、竜骨までのエアドラフト 37.50m (29.77m +7.73m ドラフト) 及び巡航オペレーション速度 15.5kt である。
- 6.18 処女航海の間、航路上での「The SkySails-System」の効率試験が風力階級 5 で 1 日最長 8 時間行われた。その結果、1 日の燃料削減は、最大 2.5 t /\$1,000 と計算され、このシステムは成功であると見なされた。最大 600m²のより大きな帆を使用した場合には、10%~35%の削減が可能である。
「Beluga SkySails」号は、パイロット試験の継続として、新たに 320m²の帆を装備する予定である。
- 6.19 カイト（帆）システムの利点は、水表面からかなり高いところでクリーンな大気の中で飛行できること及び船舶の甲板に繋げておくため、同等サイズのマスト上の帆で発生する傾斜モーメントが発生しないことである。

-
- 6.20 計画製品範囲に、最大 5,000kW（約 6,800HP）の出力の風推進システム（カイト推進システム）も含まれる。平均して燃料コストは、実際の風状況と展開実時間に左右されるが、10%～35%の削減が可能である。燃料の消費量は、風条件が最適であれば一時的に最大 50%削減できる。
- 6.21 「The SkySails-System」は輸送セクターにおいて広範な適用性のポテンシャルがあるので、排出量削減に寄与できるポテンシャルのあるシステムである。SkySails の技術を系統的にそして世界的に使用すれば、年間 146 百万以上の CO₂ を削減できる。これはドイツの CO₂ 排出量の約 15%に相当する。

プロジェクト名：

Viking Energy (Kleven Maritime)

技術分野：

液化天然ガス推進システム

スケジュール：

2001 年以降（進行中）

予算：

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

最大 90%の NOx 排出量削減及び最大 30%の CO₂ 排出量削減

プロジェクト説明：

- 6.22 Kleven Maritime 社は 技術分野にフォーカスしている会社で、コアの活動は特殊船舶の開発から製造・引渡に及ぶ。この会社のヤード及び施設は、世界で最も重要な海事産業クラスターの 1 つに集中している。その結果、重要なサプライヤーと密接なコンタクトが可能になり、グループ内のスキルや知識の交換に結びついている。
- 6.23 支援船「Viking Energy」号は、船主の Eidesvik 社のために Kleven Maritime ヤードで建造され、現在 Statoil との 10 年間の傭船契約中である。この船舶は世界で初めての LNG 燃料を使用する貨物船で、産業界の温室効果ガス削減の需要に対応して建造された。設計者は Vik-Sandvik 社である。
- 6.24 「Viking Energy」号は、燃料油 1,300m³、バラスト水・ボーリング水 2,000m³、飲料水 1,100m³、メタノール 200m³、塩水 800m³、泥水 900m³、及びドライバルク 450m³の輸送能力を持つ。この船舶の総トン数は 5,073t、純トン数 1,521t、喫水線 5.9m、最大載貨物重量トン数 2,886t である。

- 6.25 「Viking Energy」号の特徴は、混焼機関（dual fuel engines）で、LNG と通常の船用ディーゼル油の混合（両者の割合は特別に設定されていない）で走行できる。LNG 使用の結果、30%の CO₂の排出量削減と 90%の NOx 排出量削減（年間で約 200 トン）が達成される。試験結果は、この船舶の燃料の経済性はディーゼルと比して 30%高いことを示した。
- 6.26 ガスを燃料として使用するためには、安全が重要な優先課題である。これは、設計においても重要な課題として残る。機関システムは、耐火ゾーンと防爆性ゾーンに分けられ、多くの建設的な安全措置が内蔵されている。LNG は、容積 234m³の真空の断熱タンクに入れて貯蔵される。このタンクは、圧力容器として建設され、内蔵型コイル付きの気化器がタンクを加圧する。
- 6.27 推進と他のサービスのための電力は、4 つのメイン電力セットから得る。主機関は、Wartsila 6032 DF 2、010kW 機関ユニット。Caterpillar 3304T 116kW 緊急時用発電セットもある。
- 6.28 これらの発電セットは、一对の Rolls-Royce Contaz 25 二重反転 3,000kW の船尾スラスト及び 2 機の Rolls-Royce TT 2200 SS 1,000kW 船首トンネルスラストと接続している。この船舶は、操縦用に 1 機の Rolls-Royce ULE 1201 880kW アジマス・リトラクタブル・スラストを搭載している。これらを補完的に搭載することで、「Viking Energy」号の満載時の最大速度は 16kW になる。
- 6.29 電気推進システムは ABB 社が供給した。その時の作業範囲には、可変速度ドライブの完全なパッケージ、配電、及び電気推進とスラストが含まれていた。この船舶は、ダイレクト・トルク・コントロール（DTC: Direct Torque Control）で制御された周波数変換機を使用している。この変換機の使用により、スラストのマグニチュード及びアジマスの正確な制御が可能であり、船舶のより良い操縦性につながる。このタイプのモータードライブは、船舶内の振動と騒音を直接低減するため快適性と職場環境の改善の付加的利益をもたらす。
- 6.30 燃料消費量を最小化するために、Kongsberg Simrad 社は、このプロジェクトのために自社の新 GreenDP システムを使用した。このシステムの特徴は、反応制御ではなく、20%スラストの改善率使用及び燃料消費量の削減と温室

効果ガス排出量の削減のための予測制御用のロジックである。このシステムは出力変動を 50%~80%低下させた。

プロジェクト名 :

FKAB – Environmental Ship Concept (FKAB - 環船舶コンセプト)

技術分類 :

船舶推進のための LNG

スケジュール :

2001 年以降 (進行中)

予算 :

適用なし

GHG 排出量の予測削減量 :

最大 90%の NOx 排出量削減。SOx の排出量は、使用燃料中の硫黄含有量に比例しているので、LNG の場合は、適用外。

プロジェクトの説明 :

- 6.31 FKAB は、国際的な海事設計及びコンサルタント会社で、事務所をスウェーデンと中国におき、船舶設計に 45 年以上の経験がある。FKAB は、広範な海事関連設計及び工業技術サービスを提供している。例：転換設計、復元性の計算、実現可能性の研究、プロジェクト管理及び造船所の評価など。
- 6.32 現在までの FKAB の最も大規模なコンセプトは、環境船舶のコンセプト (FESC) で、これは FKAB R13 ローロー船舶設計に基づく技術デモンストラーション船舶である。R13 で十分に使用されていないバージョンがいくつかあるが、FESC において、この企業は、他のタイプの船舶にも適用可能な環境船舶の設計・開発を実施した。

- 6.33 LNG の経済性も、従来の燃料と比べると非常に魅力があると思われる。しかし、EU の MAGALOG プロジェクトにおけるように、LNG のロジスティックスの改善に努力がなされていたとはいえ、LNG 燃料は、ディーゼル燃料ほど未だ広範に利用されていない。
- 6.34 FESC のための諸々の推進オプションの環境特性を比較するために、FKAB 社は、R13 の 4 バージョンの定義付をしたが、すべてのバージョンの主な明細は同じだが、推進のソリューションは異なっていた；ベーシック、プレミアム、スーパー及びウルトラ。ベーシックバージョンは、主に比較のためにベースラインの数値を提供するという目的を果たしている。
- 6.35 「プレミアム」の構成は、重油燃料機関に基づく機関システムを使用している。これは証明されている技術ではあるが、環境にとっての最良の選択ではない。環境パフォーマンスを改善するための付加的ソリューションは、NOx 削減のために選択触媒還元（SCR）システムを付加することである。その構成は、SECA 内及び世界的な SOx の現行規制及び将来の SOx 規制を考慮して低硫黄重燃料油（LSHF0）を使用している。
- 6.36 「プレミアム」ソリューションは、SCR 装置と必要なガス燃焼ボイラーを取り付けるために船舶の通気筒内部にスペースを要求している。ローロー船舶（ロールオン、ロールオフ）上では、通気筒は貨物エリアの邪魔になることが多く、これは特に複雑な問題である。SCR システムは、尿素の扱いにタンクとディストリビューション・システムも要求している。
- 6.37 「スーパー」ソリューションは、SCR システム及び粒子状物質（PM）フィルターに関連して、船用ガス油（MGO）の使用を見込んでいる。MGO は、HFO よりもクリーンな燃料であり、殆どの排出量は低減されるので分離は必要ない。硫黄量と粒子状物質量は低い、また HFO より低粘性の燃料のため、過熱の必要はない。SCR システムは、確実に NOx 排出量を低減し、PM フィルターは、排出された煤の粒状物質量を低減する。
- 6.38 FESC の「ウルトラ」の構成は、液化天然ガス（LNG）機関のアレンジメントを使用しており、最低レベルの排出量削減割合を入れることで、グローバルな健康という観点から、ベストなソリューションと見なされる可能性がある。

る。ディーゼル燃料と比較すると、LNG は、NOx、SOx 及び PM の排出量を極めて低減する。

- 6.39 「ウルトラ」ソリューションの主な短所は、燃料の取り扱い及び貯蔵にある。LNG は、天然ガスから成り、継続的に一定の温度を維持するために特殊のパイプ及びタンク内で扱わなければならない。従って、FESC の「ウルトラ」では、再ガス化の時は 6 バールの圧力がかかる円錐形の CYRO 型のタンクを装備している。HFO 用や MGO 用タンクと比較すると、LNG 用のタンクは利用するエネルギー量に対して広い。
- 6.40 しかし、これは、一定の制約を LNG 燃料船舶に適した輸送形態に課すものである。従来のローロー設計に基づく FESC コンセプトの場合、レンジは、16 日から 8 日に削減されている。レーン長さを 3,300m から 3,250m に短縮して、船上に LNG タンクを設置できるようにした。もし、レンジ拡大の必要があるときは、削らなければならないレーン長さは、オペレーションタイム 48 時間当たり約 50m である。
- 6.41 港湾内での環境への影響を削減するために、FESC は、港湾内に停泊しているときには代替エネルギーソースを使用するが、これは現地の環境条件が以下のいずれかの場合である。
- ショアベースの天然/バイオガス
 - ショア供給の電気。
- 6.42 LNG は、機關注入前に、加熱し再ガス化されるので、どのタイプのガス機関でもショアから直接供給されたガスで作動させるのは可能である。このガスは、天然ガスの形態でもバイオガスの形態でも、どちらでも使用できる。船舶の補助機関がバイオガスを使用すると、バイオガスは CO₂ ニュートラルと考えられているので、港湾内で温室効果ガスを発生する船舶は殆どないことになる。
- 6.43 ウルトラの構成では、上記ソリューションは、自明である。しかし、他のソリューションに関しては、複数の補助機関がデュアル燃料タイプ（ガス燃料運転とディーゼル燃料運転ができる）であれば、ショア供給のガスで補助動力の駆動は可能である。

プロジェクト名：

Rolls Royce

技術分類：

推進のための高効率プロペラとガス駆動機関

スケジュール：

進行中

Budget:

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

最大 60%の燃料効率改善及び関連の排出量削減

プロジェクト説明：

6.44 Rolls-Royce 社は、4 つのグローバルマーケットにおいて活動している。民間航空宇宙、防衛航空宇宙、マリーン及びエネルギーである。この企業は、広範な顧客基盤を持ち、それは 600 の航空会社、4,000 の企業・多用機オペレーション会社・ヘリコプターオペレーション会社、160 の軍隊、70 の海軍を含む 2,000 以上の海事関係顧客及び 120 カ国のエネルギー関係の顧客にまで及ぶものである。

6.45 Rolls-Royce グループは、現在 NOx・SOx の排出量削減のために、同社の高効率ディーゼル及びガス燃料往復機関の改善に努力をしている。Rolls-Royce 社は、最新鋭の電気発電プラントを船舶に搭載・運用するという難しい仕事に取り組んでおり、欧州委員会が資金提供した FELICITAS プログラム（下記参照）を介して造船企業、船舶運用企業及び船級当局と協力してこの仕事に当たっている。

統合プロペララダー

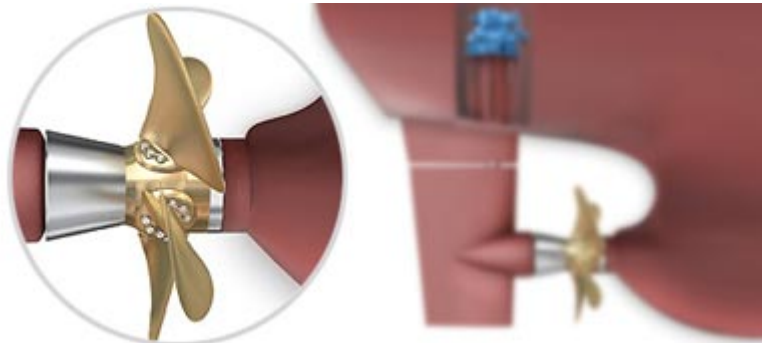
6.46 これは、新たに開発されたシステムで、ハブキャップが船舶のプロペラハブに装着され、バルブは、先端がねじれているラダーに組み込まれている。ラダー

一上部のプロペラからの改善された水流は操縦性・制御性の改善につながり、また燃料消費量の削減にもつながる。

6.47 このラダーシステムの利点は、

- 高推進効率
- より良い操縦性
- 燃料消費量の削減
- 付加的可動部分がない
- 低騒音及び低振動

6.48 プロペラ後流は、直接船尾に向かわない – プロペラの回転で、旋回成分を持つ。従来のプロペラシステムでは、エネルギー損失が発生するが、新ラダーシステムでは、ラダーの先端を曲げることで、ラダーは、反りの入った水中翼のプロファイルを持ち、旋回エネルギーの一部を付加的な前方向推力への変換を可能とする。



統合プロペラシステムの主な構成部。

出典：<http://www.rolls-royce.com/marine/innovation/integrated.jsp>

6.49 このシステムの目的は、プロペラからのプレッシャーパルスの惹起を低減することで騒音及び振動を削減し、その結果、プロペラにかかる流体力学的負荷の半径方向分布の修正を可能とすることにある。このようなシステムで相当な燃料消費量の削減が可能となる – 最大 17knot で運行している代表的な商業船の場合、3%~6%の効率改善が見込まれ、資本回収期間は 1 年から 2 年である。

Rolls-Royce Bergen K 往復ガス機関

- 6.50 Rolls-Royce Bergen K 往復ガス機関は、従来のディーゼル機関に比して NOx、SOx、及び CO2 の大幅な削減をもたらす。商業船の推進に使われるガスタービンは、一般的なディーゼル機関よりも低い NOx 排出量をもたらし、またクリーン燃料の使用による省スペースと省重量に加えて一般的なディーゼル機関よりも低い SOx の排出量をもたらす。
- 6.51 最新のタイプ KV-G4 - 12 気筒（16 気筒及び 18 気筒では 2400kW～3640kW 発生）は、初期の火花点火機関と比して、高効率を達成し、同時に NOx の排出量削減レベルを塗り替えている。
- 6.52 技術開発が、1 気筒当たり 200kW 出力のコスト効率の良い（46%以上）機関を作りだした。これらの開発では、電子制御、電子モニターの高度技術とそのハードウェアの研究も行われている。

プロジェクト名：

BP (British Petroleum)

技術分野：

船用推進及び動力システムのためのマルチ技術の統合

スケジュール：

進行中

予算：

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

目標削減量 2011 年までに 10%

プロジェクト説明：

- 6.53 BP グループの炭化水素の輸送において、BP Shipping（同グループの海事部門）は、自社のために最大の NOx 及び SOx 排出者となっている。しかし、各 BP 運用船舶について大気への排出量削減、大気への排出量寄与の測定及び可能であれば排出削減量の目標設定がコミットされている。
- 6.54 BP の現行の環境チャーターは、BP Shipping に対して法律・規制を順守すること、及びすでに施行されている規制に準拠することにより、また近い将来の規制要件を超えることにより、環境への影響削減の努力を可能な限りすることを課している。
- 6.55 BP Shipping は、冷蔵・冷凍機、空調機及び不活性ガス冷却器にハイドロクロロフルオロカーボン（HCFCs）及びハイドロフルオロカーボン（HFCs）を使用している。ハロン 1301 及び 1211 は、規制施行に先立って次第にその姿を消し、CO₂ よりも地球温暖化のポテンシャルがかなり高いがオゾン層へのダメージが潜在的により少ない HCFCs 及び HFCs が代替品として使用されている。

6.56 BP Shipping の現行の戦略は、BP 船舶で BP Group の 50%の貨物を輸送することである（2007 年 11 月目標 50%達成）。2005 年、同社は、デュアル燃料ディーゼル電気推進（DFDE : Dual-Fuel Diesel Electric) LNG キャリアを 4 隻建造する選択を行った。DFDE 推進は、潜在的に 1 日当たり 30t~40t の燃料消費量の大幅削減、さらに燃料コストの削減をもたらし、環境利益を達成する。

6.57 2006 年に、BP Group は、BP Shipping に対して 2005 年のベースラインの数値に基づき 2011 年までの 5 年間で GHG 排出を 10%削減することを課し、マイルベース輸送のトン貨物を正規化した。EU「CREATING」プロジェクト（上記セクション 4 を参照）のパートナーとしての立場から、BP が引き受けて行っている船舶からの GHG 排出量削減技術の研究開発プロジェクトの多くは、BP が所有するデモンストレーション船「Victoria」の船上で見ることができる。それらには以下の事項が含まれる。

- スライド燃料バルブの使用。このバルブは、燃料燃焼を最適化し、炭化水素の排出量削減（約 30%）及び粒子状物質の排出削減をもたらす。
- Venturie System は炭化水素のロス分の再利用のためのシステムで積荷・出荷ロスを大幅に低減し、輸送中のロスを完全に排除する。さらに、H₂S のガスレベルは最少に保たれ、そのためクルーの安全向上につながる。
- Advising Tempomaat (ATM)は、クルーが燃料設定を解除し、マニュアルコントロールができる最も簡単な速度最適化のツールである。これは、航行ルートと速度の最も経済的な組み合わせについてのデータを提供することにより船舶運航の最適化を可能にし、それにより船舶は最も効率的な燃料使用ができ、また燃料消費量・排出量の低減ができる。
- 粒子状物質フィルターの使用。機関が稼働している間、煤はフィルター内に捕集されている。再生温度に達すると直ぐに煤は燃え尽き、残留物は生じない。全開流量再生バーナーは、ガス燃焼温度が低くても、また長期間、低負荷を受けていても、アイドル段階であっても、フィルターの自主的で高信頼度の再生性を保証する。最終的にフィルターは、補助エネルギーを必要とせず、自己燃焼してクリーンになる。
- 選択触媒還元

プロジェクト名/企業名：

Stadt

技術分野

船舶用電気推進技術

スケジュール：

進行中

予算：

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

従来の船舶機関の代わりに使用した場合、削減のポテンシャルは最大 100%。

プロジェクトの説明：

- 6.58 STADT AS 社は、AC ドライブのスペシャリストで船舶用の電気推進システムの統合を行った。最近の統合製品には、革新的な電気推進システムの **Stascho** がある。
- 6.59 STADT Stascho 電気推進システムは、同社の革新的な第 3 世代船用電気推進システムで、中・低電圧で最大 15kV、500kW～25MW のモデルがある。このシステムは、船舶の燃料消費量を最小レベルまで削減し、NOx、Sox 及び CO₂ の大幅な削減につながる。このシステムの稼働音は静かで、いかなる電気障害も起こさない。
- 6.60 STADT Stascho 電気推進システムは、4 年以上の研究・開発に基づいている。このシステムでは、主配電盤及び電気モータ両者のために、さらに他の電力消費者のために、純粋な正弦波電力のユニークな特性の組合せが可能である。－最小のコストと最少の占有スペースで。

-
- 6.61 電圧電流の正弦波曲線は、インバータドライブから船上の繊細な電子機器に全く障害がないことを保証する。例えばレーダー、音響測深機及び地震計測機 – また軸受部に損傷のないこと、電気モータ及びドライブからの最小レベルの音響雑音 を保証する。
- 6.62 純粋な正弦波電力に基づくユニークなソリューションを生み出すアイデアは、STAD 社がスウェーデンの企業 **NFO Drives** との密接な協力で開発したアプローチである。

企業名：

Wartsila

技術分類：

マルチプラットフォーム技術統合

スケジュール：

進行中

予算：

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

最大 95%の NOx 削減、最大 10%の燃料消費量の削減及び関連の排出量削減

プロジェクト説明：

- 6.63 Wärtsilä Corporation は、船舶動力供給や分散型発電のソリューションや支援サービスを提供しているグローバルな大手企業。この企業の 4 ストローク機関に関わる活動は、フィンランドのヘルシンキで集中的に行なわれており、現在、従業員数は 11,000 人以上にのぼる。同社の 2 ストローク機関の活動はスイスのウイントゥアー市（Winterthur）で集中的に行っている。Wartsila Power Divisions（電力部門）は、発電及び船用推進の完全なソリューションを提供する。Wartsila 社は、単位出力 500kW~80,000kW の Wartsila 及び Sulzer 機関の設計、製造、ライセンス供与、販売、サービス及び設置を行っている。これらの機関は、重燃料油、軽燃料油、ガス及びオリマルジョン（Orimulsion）などの新燃料で作動する。

Wetpac 加湿

- 6.64 Wärtsilä 社が開発した最近の NOx 削減技術は、Wetpac 加湿（humidification）といわれる。同社の加湿技術の原理は、加圧水を燃焼プロセスに導入して NOx

形成を低減することである。加圧水は、ターボ過給後に取り込んだ空気に付加される。

- 6.65 この水は、圧縮空気が高温のため、直ちに蒸発し、蒸気としてシリンダに入ると、燃焼温度を下げ、NOx 形成を低減する。この方法による NOx 削減量は、最大 50%であり、また、水の消費量は燃料油消費量の約 2 倍である。

選択触媒還元

選択触媒還元 (SCR) のプロセスは、排出された NOx を人が呼吸する空気通常、含まれている無害な物質へと変える。SCR は、現在、NOx を削減するための最も効率的な方法で、削減率は 85%~95%に及んでいる。従って、最も厳しい海上 NOx レベルに準拠する排出原単位 2 g/kWh 以下に達成するのは簡単といえる。

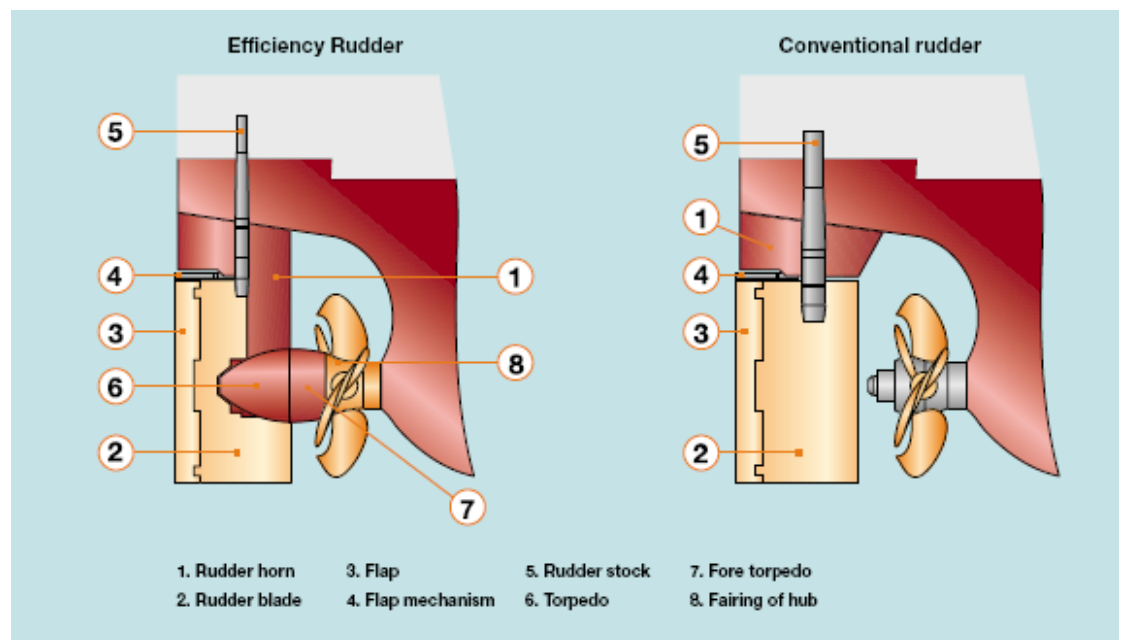
- 6.66 Wärtsilä 社は、同社の中速機関ポートフォリオをカバーする SCR 計画を開発した。SCR の規模は、最良のソリューションを提供するために、パフォーマンス及びコスト面から最適化されている。このアプローチは、常時、スペアパーツの最高度の入手性もサポートする。テイラーメイドのソリューションも利用可能である。
- 6.67 Wärtsilä 社の中速機関用の SCR 製品名は、Nitrogen Oxide Reducer (NOR : 窒素酸化物還元剤)。基本的 SCR 装置は、この装置のコアであるリアクターが 1 機、インジェクション装置 1 機及びコンパクト装置 1 機で構成される。コンパクト装置に尿素水溶液がポンプ注入され、所定の NOx 削減量に合わせて調節される。このコンパクト装置には、専用の制御キャビネットが装備されている。代替として、尿素水溶液は、分離制御装置で制御されている分離ポンプ装置及びドーシング装置でも注入できる。

Wärtsilä Lips Efficiency Rudder (リップ・エフィシアンシー・ラダー)

- 6.68 「Wartsila リップ・エフィシアンシー・ラダー」の特徴は、プロペラの直ぐ後方のラダーホーンに装着されている固定バルブである。ラダーブレードは、ラダーが発生した揚力を強化するために後縁にフラップを装着することができる。バルブはテール・シャフトの離脱を容易にするために取り外しが可能である。

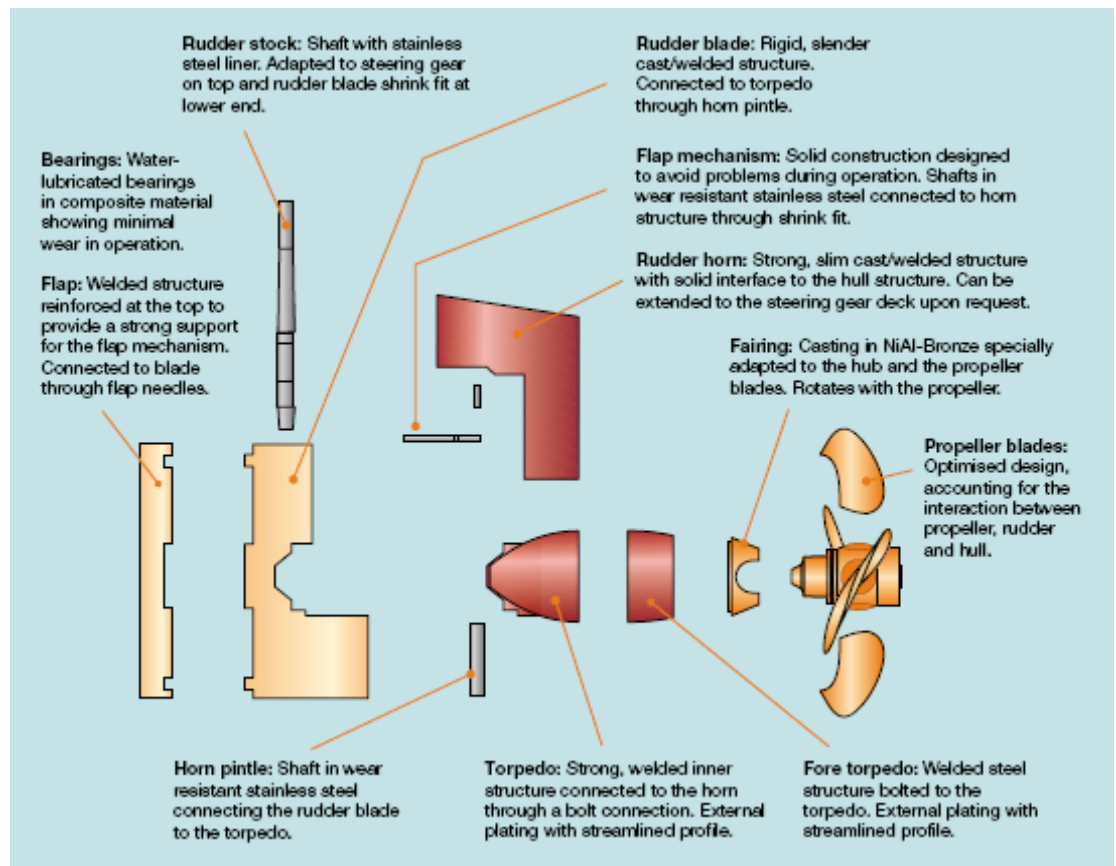
6.69 このラダーは、船体、プロペラ及びラダー間で発生する強力な相互作用の観点から、ホスト船のトータルの推進力効率、例えば、燃料消費量に影響を及ぼす。もしプロペラとラダーが適切に統合されれば、最適なパフォーマンスが達成される。この達成を「Wartsila リップ・エフィシアンシー・ラダー」は目指している。

6.70 次の図は、通常のリダーシステムとラダーとプロペラを統合した「Wärtsilä エフィシアンシー」システムとの相違を示す。プロペラ後流の水速度を調節する「トーピード」ベル（7 及び 8）が付加されていることに注目する必要がある。



出典：

http://www.wartsila.com/Wartsila/global/docs/en/ship_power/media_publications/brochures/product/propulsors/efficiency_rudder.pdf



上の図は、リップ・エフィシアンシー・ラダーの各コンポーネントを示す。

出典：

http://www.wartsila.com/Wartsila/global/docs/en/ship_power/media_publications/brochures/product/propulsors/efficiency_rudder.pdf

6.71 効率化したトーピードベルの追加は、下記の影響をもたらす。

- プロペラの流入速度を低下させることにより、特にハブの近くで、プロペラはより効率的に作用する。
- プロペラ後方のより均一でそれほど縮流化していないプロペラ後流は、運動エネルギーの損失を低減する。
- ハブの抗力は、従来のプロペララダーの組み合わせと比較すると、流れの分離を回避することによって低減される。
- スリムなラダーのプロファイルと縮小したトランクサイズはラダーにあたる抵抗を低減する。

- 6.72 これらの影響すべては、プロペラの推進力を同じレベルに保つために必要な動力の低減に寄与する。その結果、燃料消費量は潜在的に 3%~7%削減される。
- 6.73 「エフィシアンシーラダー」は、プロペラの後方のトーピードが入流変動を低減するため、船上船舶震動及び騒音も低減する。プロペラによって発生する加圧パルスは、20%~40%低減され、クルーや乗客にとっての船上の快適性につながる。船体加圧も同様に 20%~40%低減される。

Wärtsilä 燃料電池

Wärtsilä 社は、2000 年から燃料電池技術の開発を行っている。研究開発のフォーカスは、分散型発電及び海事応用の SOFC (solid oxide fuel cell : 固形酸化燃料電池)システム、その設計・製造及びこのシステムと他の技術との統合に置かれている。

- 6.74 SOFC 装置は、産業・商業用に応用され、熱、電気及び冷熱発生に活用が可能である。温室効果に関連する応用では、排出ガスの CO₂ も植物の成長促進に利用できる。海事面では、この SOFC 装置は、補助電源装置として活用でき、また将来的には主機関駆動電気推進システムとして利用できる。
- 6.75 Wärtsilä 社の現存する SOFC システムは、天然ガス、バイオガス、または、メタノール使用に基づいている。同社は、低硫黄ディーゼル油を含む他の液体燃料技術の実現可能性について研究している。天然ガスは、発電所の応用に広く利用できる燃料である。メタノールは、簡単に改質でき、その形態が液体であるため海事応用により適している。ガス化や発酵の過程で形成されるバイオガスも SOFC 装置で活用できる。

高度ディーゼルジェネレーティングセット

この特別なプロジェクト（資金の一部はフィンランドの技術庁 Tekes が拠出）の主な目的は、永久磁石・軸方向磁束技術の長所を生かしてコンパクトなディーゼルジェネレーティングセットを開発することにある。このプロジェクトは、将来的な燃料インジェクションシステム、バルブ動作システム及びターボ過給システムのコンセプトを創造のために、多くのフィンランドの

研究機関で利用されているノウハウのインベントリーを作成する意図も有している。

6.76 ディーゼルジェネレーティングセットのプロトタイプによる検証が 2007 年 5 月に開始された。このジェネレーティングセットは、広範なパフォーマンス及び耐久試験を受けており、2007 年末で 1,000 時間以上が経過する。

6.77 GENSET コンセプトの検証は 2008 年を通して継続された。この意図は、ジェネレーティングセットをさらに耐久試験するだけではなく機関のパフォーマンス改善や排出削減のサポートのポテンシャルを持つ新技術の実現性試験をすることにある。国内の研究機関及び国外の産業パートナー両者によって開発されたソリューションも含めこれらの新技術は系統的で段階的なアプローチで実装・試験され、この試験結果を評価する誰もが、それぞれの、またすべての付加的技術特性の影響を明確に確認できるようになると思われる。

Enviropax – Environmentally advanced ropax vessel (環境に配慮した高度なローパクス船舶)

6.78 Enviropax は、Wärtsilä、ABB 及び Kvaerner Masa-Yards (Aker Finnyards) との共同プロジェクト。この目的は、総合的な運用コスト及び環境パフォーマンスが良い新ローパクス船舶のコンセプトを設計することである。この船舶の船型、機器及び推進システムは、上記目標に達するために最適化されている。設計及び船舶設計値について協力したこれら 3 企業は、各々のモデルを使用し独立的に試験を行っている。抵抗、推進及びキャビテーションの試験については以下の 2 つの研究機関によって実施された。

- The Technical Research Centre of Finland (フィンランドの技術開発研究センター)
- The Maritime Research Institute (オランダ海洋科学研究機構)

6.79 Wärtsilä 社は、この船舶の機器、プロペラの設計及び開発に関与してきた。その結果、新たな統合型のディーゼル-電気とディーゼル-電気機器類のコンセプト CODED が生まれた。これは、従来のディーゼル-電気機器類の組合せと比較して、低動力需要、最適な機関負荷及び設備電力使用における高柔軟性が得られる。このように多数の利点あるにも関わらず、このコンセプトのコストは標準的なディーゼル-電気機器類と比較すると低い。

- 6.80 このプロペラシステムの特徴は、1 対の二重反転プロペラ (CRP)にある。前進プロペラは、従来型機械駆動の「Lips」の制御可能なピッチプロペラで、動力は減速ギア経由でディーゼル機関 2 機によって伝えられる。その他のプロペラは、「Lips」プロペラの後部に、直接、装着されている電気ポッド (Azipod) で、これに逆方向回転する小さな固定ピッチプロペラが装着されているので、前進プロペラの後流に残っている回転エネルギーの一部を利用できる。
- 6.81 従来型のツインスクルー船と比較すると、この新設計は、二重反転プロペラの動力分布にもよるが、6%~10%の燃料消費量削減を達成する。Enviropax の投資コストは、0.8%~1.3%高いが、従来型設計と比較すると機器関連の運用コストだけでも、年間€1 百万ものコスト削減ができる。さらに、統合機器は、機関室のより柔軟的な使用を可能にし、貨物スペース拡大の余地を生んでいる。

LNG 燃料ローパックス船舶

- 6.82 Wärtsilä 社は、ローパックス船舶のための新コンセプトを通じて液化天然ガスを燃料として使用する技術を実現可能にし、この分野で進歩が図られている。
- 6.83 北欧で運用する 1 隻の代表的なローパックス船舶のための新コンセプトを設計した。この船舶のキャパシティーは、レーン長さ 2,500m、乗客定員数 440 人、走行速度 21.5kt 及び設置推進力 23MW。
- 6.84 ローパックスフェリーの機器類の特徴は、このタイプの船舶に広く使用されている一般的なツインシャフトアレンジメントにある。現存の LNG 燃料船舶に燃料を貯蔵するのは、タンクの形状が筒状であるため、非常に効率が悪い。この新コンセプトでは、代替タンクアレンジメントの研究が実施されており、IHI-SPB 方式の貯蔵タンク – 現在 LNG キャリアで使用されている – が適用できるとわかった。この方式ではタンクの建造はより簡単で、より形状の選択性の幅が広い、このため、スペースと投資コスト両面での節約が得られる。

排熱回収コンセプト

- 6.85 排出量削減と機関運用コストの削減への現在の関心は、排熱回収のより効果的な方法の使用に向く。燃焼排ガスのエネルギーを増大させるために Wärtsilä 社の低速 2 ストローク船用機関を調整することにより、また蒸気と燃焼排ガスタービンの両者を排熱回収プラントに採用することにより、機関動力の約 11%の出力生成がこれまで可能であった。このような削減は、効率と機関排出量両面の改善に貢献できる。
- 6.86 近代的で、大型の低速船用機関が、大いに開発されてきたこと、また機関の開発だけでは CO2 排出量の大幅な削減達成のポテンシャルは殆どないことを留意しておくべきである。従って、提案されている排熱回収コンセプトは実用に向けての第 1 歩である。
- 6.87 排熱回収のために調整された機関 – 機関の燃焼排ガスからの入力エネルギーの 25%は、熱回収に利用できる。機関は、機関室からの空気を取り込むのではなく、外気を吸入して空気を取り込めるように調節する。適合させた機関の過給システムは、燃焼排ガスの温度を上げ、ターボチャージャーの前で一定量の燃焼排ガスを分岐させる。そして、これで出力タービンを作動させ、これによって熱回収が価値のあるものとなり、また可能となる。
- 6.88 回収可能な動力量は、機関の条件による。このケースでは、平均年齢の機関の通常の運用は ISO 条件と Tropical 条件の約中間で行われると仮定する。85% の機関への負荷で、ターボジェネレーターの出力は 7,000 kWe、機関動力の約 11%に相当する。従って、熱回収のために調節をしない機関と比して、機関燃料の節減は、約 10.5%になる。
- 6.89 上記のような平均的機関の場合、燃料・メンテナンス・潤滑コストの年間節減は、現在の純価値で US\$4.6 百万、年利 6%、資本回収期間 4 年になると試算される。

企業名：

MAN Diesel SE

技術分野：

船舶用高度補助風推進システム

スケジュール：

2001 年以降（進行中）

予算：

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

最大 2.85%の削減

プロジェクト説明：

- 6.90 MAN Diesel 社は、船用・発電所用応用の大型ディーゼル機関のプロバイダーである。同社は、2 ストローク・4 ストローク機関、ジェネレーティングセット、ターボチャージャー、CP プロペラ及び推進パッケージ式的设计を行っている。これらの製品は自社及び被許諾者により製造されている。同社の機関の出力能力は 450 kW～ 97,300 kW である。従業員として主にドイツ、デンマーク、フランス、チェコ共和国、インド及び中国に 7,700 人以上がいる。

Variable Turbine Area（可変タービンエリヤ）

- 6.91 給気の出力を変えるためにタービンの前方にある可調のノズル羽根を使用するラジアルターボチャージャーは自動車の機関にここ数年使用されてきた。MAN Diesel 社は、重燃料油（HFO）を燃焼させる大型ディーゼル機関に搭載するために、この技術を大型ターボチャージャー、軸流タービン及びラジアルタービンに応用してきた。

- 6.92 MAN Diesel 社の Variable Turbine Area (VTA) システムは、機関の負荷及び速度レンジの全てのポイントで給気量と燃料量を正確に合わせる。その結果、特定燃料の消費量の削減、HC 及び CO₂ の排出量の削減及び機関レスポンスの改善につながる。
- 6.93 船主及び運用者は、燃料消費量の低減を追求する。直ちに利用できるソリューションは、船舶速度を落とすか「スローな加熱」による。しかし、時間をかけての過熱の利益を十分に得るためにはターボ過給システムに改良を加えて大気管理を最適化する必要がある。
- 6.94 VTA システムは、可調羽根が装着されている 1 つのノズルリングで構成される。このノズルリングは、MAN Diesel 社の標準 TCA 及び TCR のなかの固定羽根ノズルと入れ替えて使用される。このように VTA 技術は、現在、フィールドで使用されているターボチャージャーに後付けすることができる。
- 6.95 可調羽根のピッチを変えることで、燃焼排ガスがタービンに作用する圧力が調節でき、またコンプレッサー出力はプロペラの動力需要及び過給気需要に合わせるることができる。熱ヒステリシスの最小化のために、また調整精度の改善のために、各羽根は調節リングに直接接続されているレバーを持っている。調節リングは、統合減速ギアが付いているイレクトリック・ポジショナルモーターで作動する。この統合減速ギアの開発は、MAN Diesel 社の VTA 技術開発の重要な部分であった。
- 6.96 羽根のピッチの制御は、フィードバックを使用して電子的に行うか、計算して行うオープンループコントロールによる。コンプレッサー通過後の給気圧及びターボチャージ通過前後の排ガス温度などの広範な制御信号が使用できる。その結果は、燃焼排ガス及び燃料消費量の両方に利益となる燃焼の改善となっている。
- 6.97 完全に自社内試験の後、最初の VTA ターボチャージャーが、2007 年 9 月に喫水の浅い 70,000dwt のタンカー船「Stena President」号の機関に搭載され運行された。この船舶は、MAN B&W ブランド 6 気筒 6S46MC-C 2 ストローク、低速機関を特徴とする推進プラントを持っている。

- 6.98 類似の運用条件下での直接比較のために、1つの機関に固定ノズルリング装着の標準 TAC55 ターボチャージャーを搭載、2つ目の機関には VTA ノズルリング装着の TCA55 を搭載した。稼働 1 年目は、機関運用への影響及び HFO の汚れ抵抗に関する経験は好ましいものだった。稼働時間 5,000 時間以上、VTA システムは、100%トラブルフリーで走行し、期待したよりも大きな燃料削減量を示した。
- 6.99 機関にかかる負荷にもよるが、VTA 搭載機関についての SFOC の削減量は、標準的な機関に比べた場合、4.4 g/kWh、2.5%を優に超える。6S46MC-C 機関、定格 7,860 kW ・ 72% 負荷で稼働・年間 6,000 の場合、年間燃料削減量は HFO 150t、これは粘性度 380 cST の HFO バンカー価格 US\$700/ton に基づくと US\$100,000 を優に超える。

Engine Speed [rpm]	Engine Load [%]	SFOC ADmax [l/h]	SFOC ADauto [l/h]	Reduction [l/h]	Reduction [%]
100	40	666	647	19	2.85
113	50	937	914	23	2.45
120	72	1,114	1,086	28	2.51
129	90	1,427	1,418	9	0.63

表は、「Stena President」号の SFOC 削減量を示す。

- 6.100 Concordia Maritime 及びフランスのエネルギー会社 Total は、MAN Diesel 社の VTA 可変タービンエリヤの技術を装備した同社のターボチャージャーを新タンカーに搭載する共同決定をした。VTA 技術を装備したターボチャージャーは、2009 年 6 月に引き渡される新 P-MAX タンカー船「Stena Progress」号の MAN B&W ブランドの低速機関に搭載される。以前のトライアルに基づき、このタンカーの燃料削減率期待値は約 2%~3%、また排気ガスの削減量も同様になると期待されている。

企業名：

ABB Group

技術分野：

推進システム

スケジュール：

進行中

予算：

適用なし

GHG 排出量の予測削減量：

15%の燃料効率の改善及び関連の排出量削減。

プロジェクト説明：

6.101 ABB Group は、産業顧客用の動力及び自動化技術の製造企業である。同社は、100以上の国で活動しており、これらの国に 87 の事務所を構えている。

CRP Azipod

ABB 社の 2 重反転推進（CRP: Contra-Rotating Propulsion）Azipod は、高出力船舶及び/または高速船舶のために設計された反転推進ソリューションである。反転推進とは、同じライン上にそれぞれ異なった方向に回転しているプロペラが 2 つあるということである。この応用で、Azipod は、通常のリダーに代わって設置され、主プロペラの下流を調整する。Azipod プロペラは、前進プロペラから離れる回転水の残ったエネルギーを利用するのが目的である。

6.102 CRP Azipod の主な利点について

- 2 つの独立した推進システムを通して達成される安全と冗長自由度

- 最大 15%の効率利得であり、これは設備電力が少なく済み、燃料の経済性が良いことを意味する
- **Azipod** があらゆる方向に十分な推進力を与えるので、港湾や限定地域における操縦性の向上がある。



写真は、**Azipod** システムの向かい合っているプロペラを示す。

出典：：

[http://library.abb.com/global/scot/scot293.nsf/veritydisplay/c1256cc400313660c1256f0200380bf7/\\$File/ABB%20BU%20Marine%20Brochure%202008.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot293.nsf/veritydisplay/c1256cc400313660c1256f0200380bf7/$File/ABB%20BU%20Marine%20Brochure%202008.pdf)

6.103 従来のラインシャフト推進を装備した船舶と比較すると、**Azipod** 推進を装備している船舶は、流体力学的効率が極めて良いという特性を持つ。この結果大幅な燃料削減及び低排出量につながる。

6.104 流体力学的効率改善に寄与する主な要因について

- 長いシャフトライン及びブラケットを除去し船体抵抗を低減及び船型設計を簡素化・最適化する。
- 牽引型の **Azipod** プロペラは、プロペラ前面にシャフト支援の付属物がないためプロペラへの流入が均一な最適な環境で作用する。
- **Azipod** 装置の本質的な柔軟性により、最大限の流体力学的効率を達成できるように船体に自由にかつ正確にその設置場所を決定できる。

7.0 結論/要約

- 7.1 船舶由来の温室効果ガス排出量の削減を目指す現在の欧州の R&D プロジェクトの「スナップショット」を提供するにあたり、多くの重要な点や警鐘、特に最近起きているグローバルな現象、この現象の持つ潜在的意味を心に留めておく必要がある。
- 7.2 経済状況の悪化及びこの状況が必然的にグローバル経済に及ぼす悪影響は、本報告書との関連において明らかに無視することはできない。差し迫っている景気低迷を考えると、多くの企業は、潤沢ではない、限りあるリソースを彼らの不必要の部門に投入する可能性は非常に小さいと思われる。
- 7.3 研究開発は、必要のない活動であると見なされることは明らかであり、今から近い将来において、多くの製造に携わる企業は、高価な研究開発を行うことは不本意であり、代わりに彼らは既存の市場のポジションを統合させることにより積極的にその努力を集中させ、また最もネガティブの場合には、単に生存を図るという姿勢で望むことは合理的に推測できる。
- 7.4 船舶由来の温室効果ガス排出量の削減のための研究開発に関して言うならば、異議を唱える人がいると思うが、企業や製造業者は、投資のイニシャルコストを回収する必要性を考え、殆どリスクを負わないで済むように、すでに計画され、試験された技術のバリエーションを生産することを選択している現在の状況下において、多くの技術イノベーションが存在するようには見えない。例を挙げると、選択触媒還の技術は、7 つ以上の企業によって現在改善・開発が行われている。すべての 7 企業は、1 つのコア技術の SCR コンセプトを基にいくつものバリエーションを生み出している。
- 7.5 EU の拡張によって生まれた大規模な EU 市場は、EU 内の政策の調和と、人口の拡大という 2 つの要素を組み合わせることで貿易を増大させ、パートナーシップによる労働の機会を創出した。この先もすべてにおけるこの状況が変わらないのであれば、この一連の現象が意味するところは、それぞれの企業や国が全体として生産の拡大を通して資本化を図り、その結果拡大した経済を享受するということである。

- 7.6 EU 第 6 次研究開発枠組み計画から EU 第 7 次研究開発枠組み計画への移行及びこれに付随する「協力」へのフォーカスは、大きなパートナーシップの下で働くということ、特にこのフレームワーク計画に非 EU 国から参加するパートナーがいることを考えると、人々のメンタリティーが大きく変化していることを示唆していると思われる。前回の枠組計画は、第 5 次枠組計画まで遡ってみると、残念なことに閉鎖的で、鎖国のような性格を帯びていた。第 7 次枠組計画は、新たに「協力」にフォーカスすることによりこの閉鎖性の問題に対処している。例えば、第 7 次枠組み計画において、北アフリカの国々は、地中海の活発な輸送レーンに近接していることから、今では「参加関与」と「フォーカス」の極めて重要なポイントあると考えられている。
- 7.7 欧州の造船所は、技術イノベーション、機器開発及び設計の恩恵を受けた最も複雑な船舶であっても、建造するために必要なサプライヤーや製造プラント、すべてを有し、アジアと比較して技術面及びインフラ面で優位性がある。しかし、欧州の機器メーカーがリソースや生産基地を東アジアに移転しているため、知識も移転も行われ、その結果としてアジアに比しての優位性は、減退しつつある。
- 7.8 大気汚染や燃焼排気ガス排出をめぐる現行レベルの規制が課されていても、特に輸送企業、政府及び民間の多くのセクターから排出削減に対する圧力がかかり、より厳格な法律や規制が、将来、恐らく今よりも地方レベルで、強化される可能性は高い。
- 7.9 船用機関メーカーは、許容レベルまで排出量を削減するために環境に優しい技術の研究開発活動に多額の投資をこれまでしてきたが、グローバル市場における競争力強化の目的だけではなく、競争力を維持する目的のために、メーカーは、今日でも大規模で継続的な研究開発投資を必要としていることは明白である。特にこれは、排出規制が継続的に強化されることが予想されることを考えた場合、このような投資こそが、現在、研究開発に求められていることなのである。