

省エネルギー船型群の開発

発表内容

- 省エネ船型群開発の背景
- 研究実施体制
- 開発目標
- 実施内容
 - 船型最適化
 - 水槽試験による性能評価
 - 最適船型の馬力評価
 - CO₂排出量に対する省エネ率評価
 - 船型バリエーションの開発
- まとめ

省エネ船型群開発の背景

■ パリ協定の採択を受けた内航海運からのCO₂削減目標

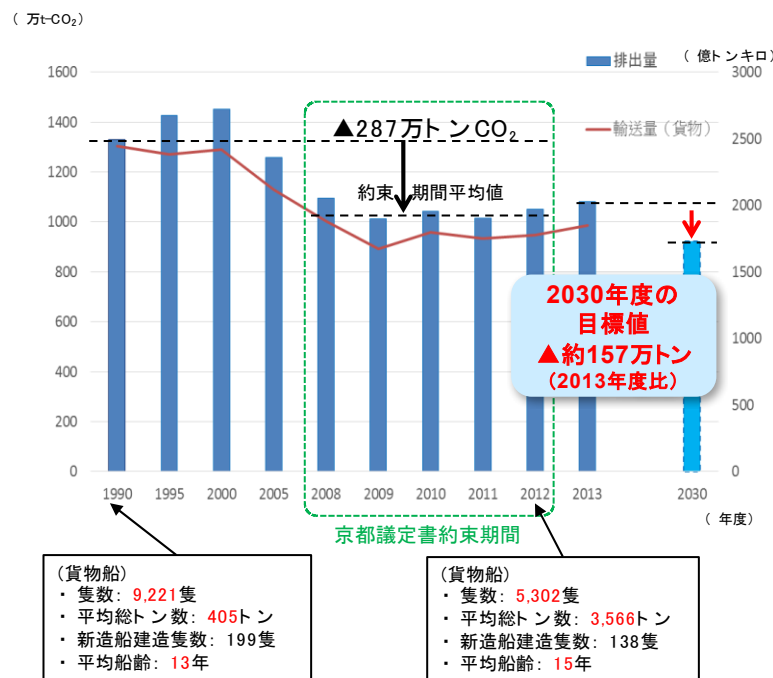
□ 2030年度にCO₂ **157万トン削減** (2013年度比)

■ 船型の省エネ化と普及促進

■ 省エネ標準船型の開発、普及のために日本船舶海洋工学会、内航船建造造船所3社が共同研究体を形成

□ 経済産業省の補助事業に応募

- 749GT一般貨物船
- 499GTケミカルタンカー



研究実施体制

国土交通省と経済産業省の連携補助事業

平成28年度「輸送機器の実使用時燃費改善事業費補助金(海上輸送機器の実使用時燃費改善事業(標準的省エネルギー船舶開発調査))」

応募



採択

「内航海運のための省エネルギー船型群の研究開発」

共同研究体

- 公益社団法人日本船舶海洋工学会
- 株式会社三浦造船所
- 興亜産業株式会社
- 本瓦造船株式会社

船型開発請負先

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所

開発目標

- 一定の省エネ性能を有する内航船型を開発する
 - 船主、オペレータ等への調査を含めた現実的な仕様の作成（学会）
 - 1990年代の類似船型の平均燃費に対し16%以上の省エネ性能を有する船型（海技研）
 - 制約条件の評価及び基本設計を行い、内航船として実船建造が可能であることを確認（造船所）
 - 幅広い船主要求に応えるため、同等の省エネ率を維持しつつ主要目の異なる船型群（船型バリエーション）を生成（海技研）

実施内容

基本的な開発内容は同じであるため、本セミナーでは、749GT型一般貨物船を中心に説明。

■ 海技研

□ 船型開発

- CAD、船型ブレンディング手法およびCFD(コンピュータシミュレーション)を利用し、抵抗・推進性能を考慮した船型開発と水槽試験による性能確認を実施

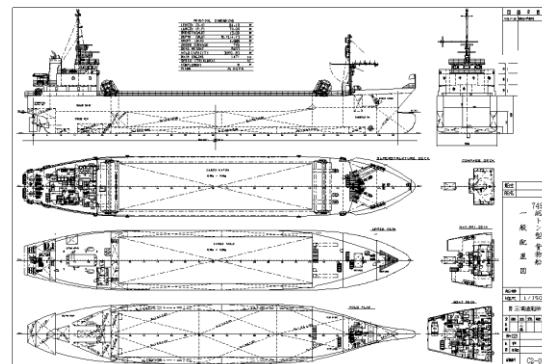
□ 船型バリエーションの開発

- 499GT型ケミカルタンカー(30船型)
- 749GT型一般貨物船(30船型)

■ 造船所(3社)

□ 基本設計(成立性評価含む)

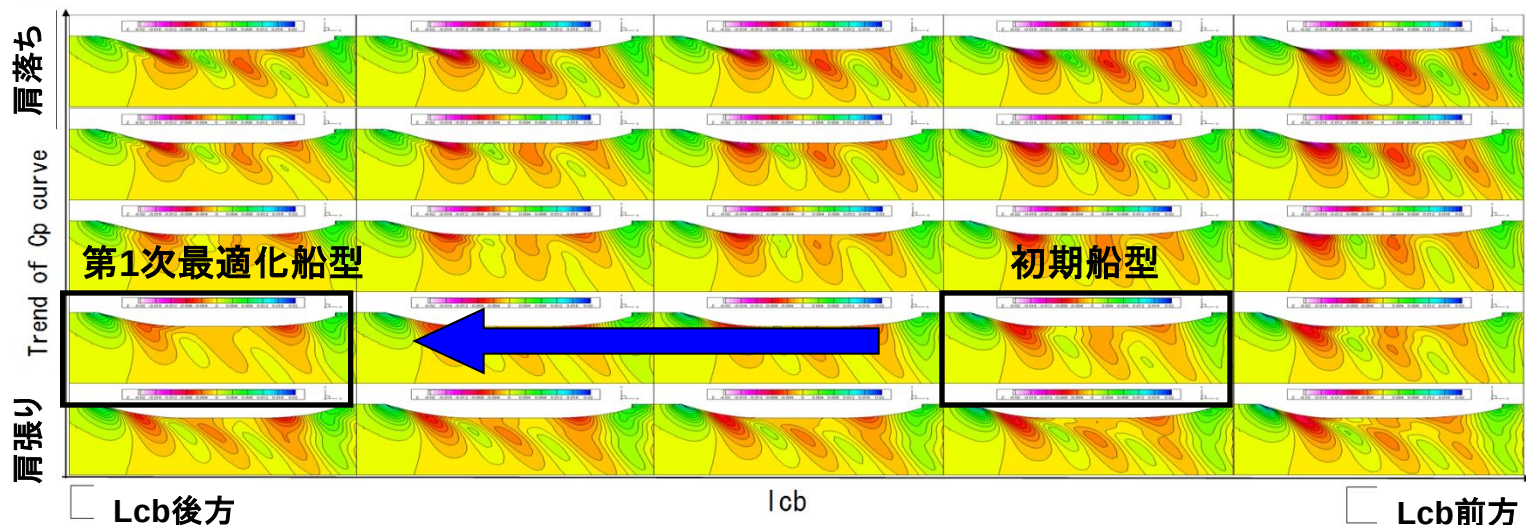
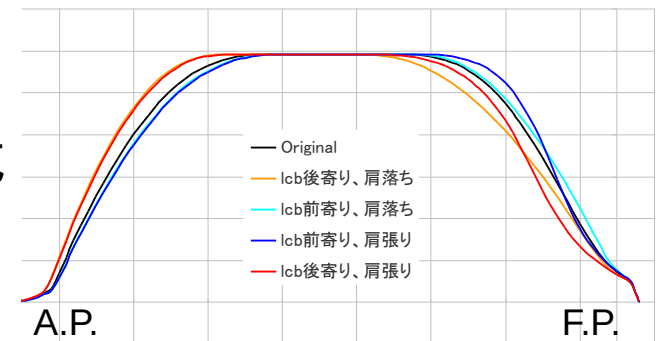
- 一般配置図、総トン数計算、乾舷計算、載貨重量計算、中央横断面図、鋼材構造図、非損傷時復原性計算、損傷時復原性計算、諸タンクテーブル、重量重心トリム計算、諸室配置図、機関室全体配置図の作成



船型開発

(749GT一般貨物船型)

- 初期船型の生成(NAPA)
- 船体前半部Cp曲線の最適化
 - 2変数（浮心位置と肩張り・肩落ちの傾向）
 - 船型ブレンディングに必要な4船型の生成
 - ブレンディングにより25(5×5)船型を生成
 - CFD計算による波紋図評価



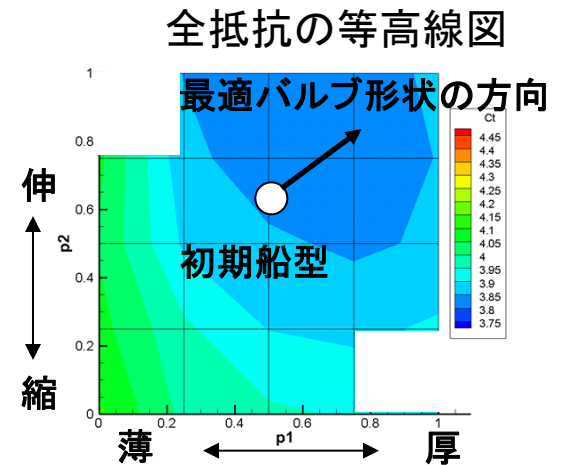
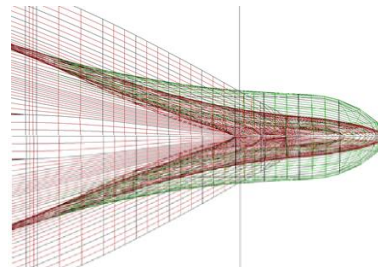
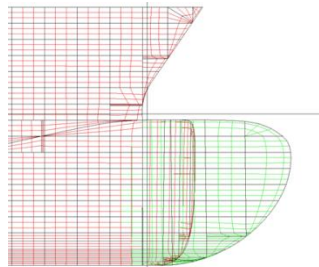
波高分布が最も優れた船型を第1次最適化船型として採用

船型開発

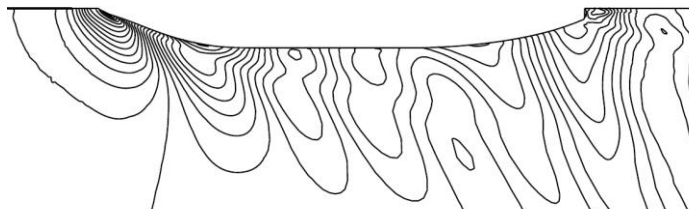
(749GT一般貨物船型)

■ 船首バルブの最適化

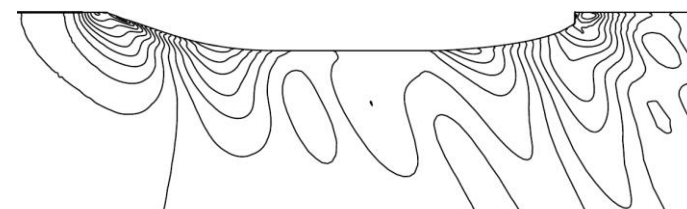
- 2変数(バルブ長さと幅)
- ブレンディングに必要な船型の生成 4船型
- ブレンディングにより25(5×5)船型を生成
- CFD計算による全抵抗評価



第1次最適化船型のバルブ形状を、全抵抗が最小となるよう最適化し、これを**第2次最適化船型**として採用した



初期船型
 $C_{tm}=3.91e-3$



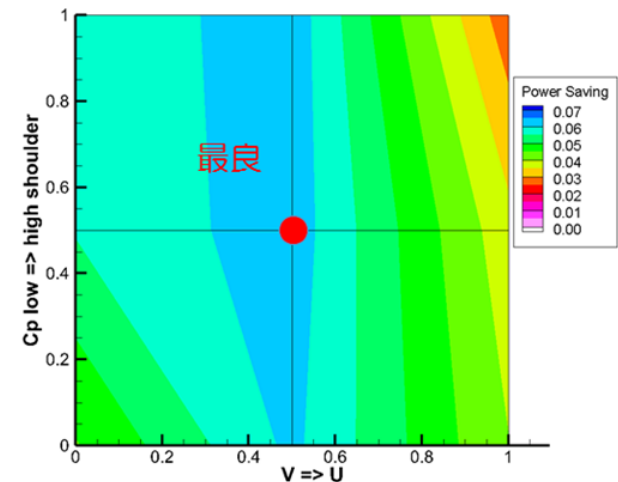
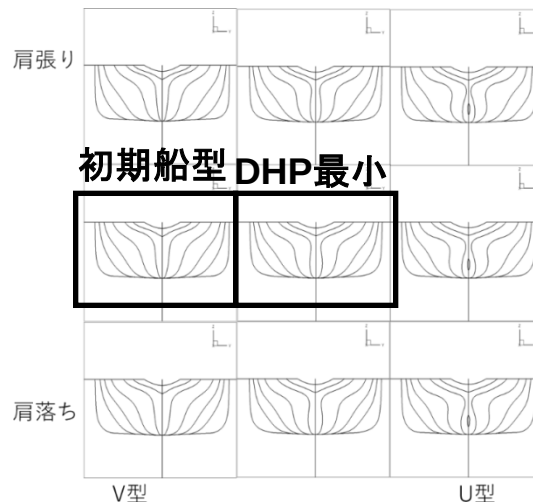
第2次最適化船型
 $C_{tm}=3.69e-3$ 初期船型に対し5.6%全抵抗低減

船型開発

(749GT一般貨物船型)

■ 船尾形状の最適化

- 2変数(船尾Cp曲線の肩の傾向とフレームラインのUV度)最適化



- 船尾Cp曲線の手動変更とCFD計算の繰り返し
 - Cp'分布の利用とブレンディング手法も併用

伝達馬力が最小となる船型を **最適船型** として採用

最適船型

(749GT一般貨物船型)

■ 主要目等

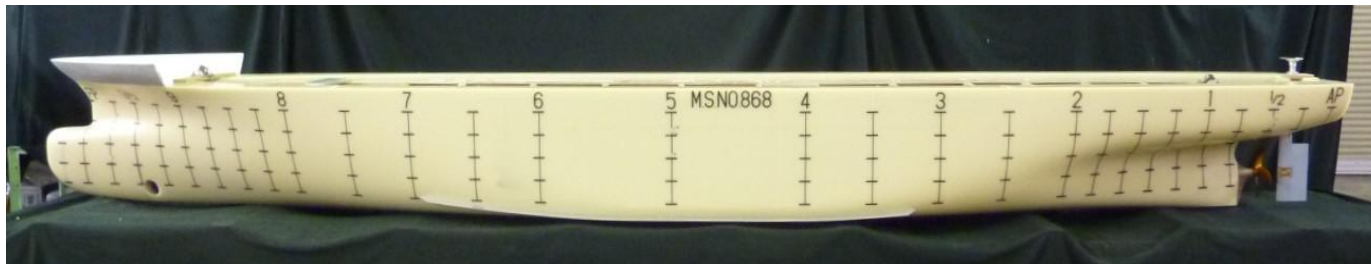
- 主要目、貨物艙寸法、DWTは船主・オペレータ等に対するヒアリング結果を踏まえたものとなっている
- (株)三浦造船所による基本設計により749総トン型内航船としての要件を満足していることを確認した

749GT型一般貨物船

Lpp [m]	79.000	Hold Type	Box
B [m]	13.000	Hold Size [m]	42.0 × 10.0
d [m]	4.689	DWT [t]	2,420
Lcb [%L _{PP}]	-0.25	Gross Ton.	749
D _P [m]	2.800	Rudder	Mariner, Flap



水槽試験での性能確認



499GT型タンカーの模型船(5.91m模型)



749GT型一般貨物船の模型船(6.77m模型)



M701

499GT型タンカープロペラ



M699 (小展開面積ペラ)



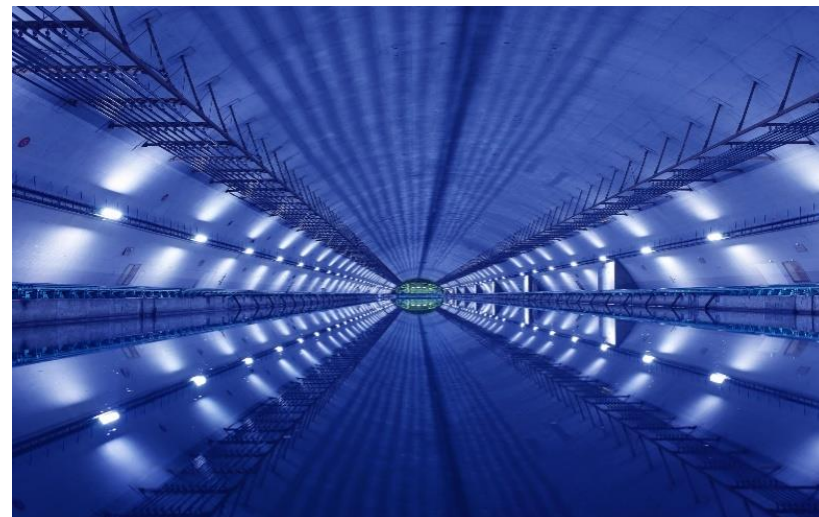
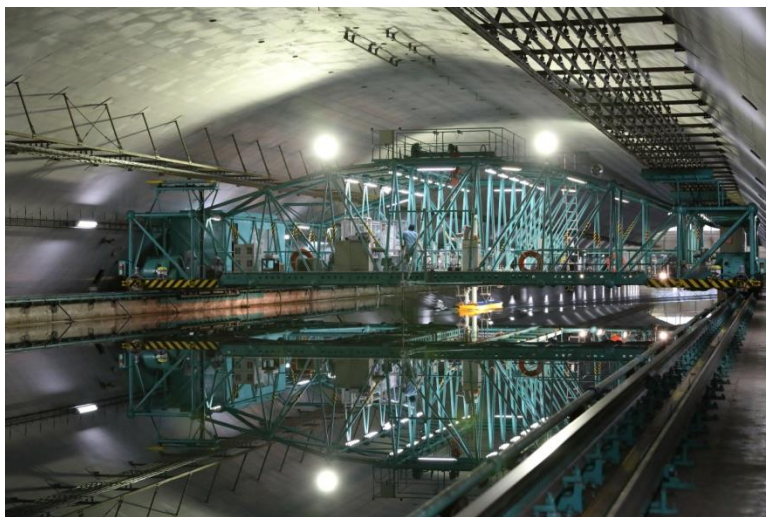
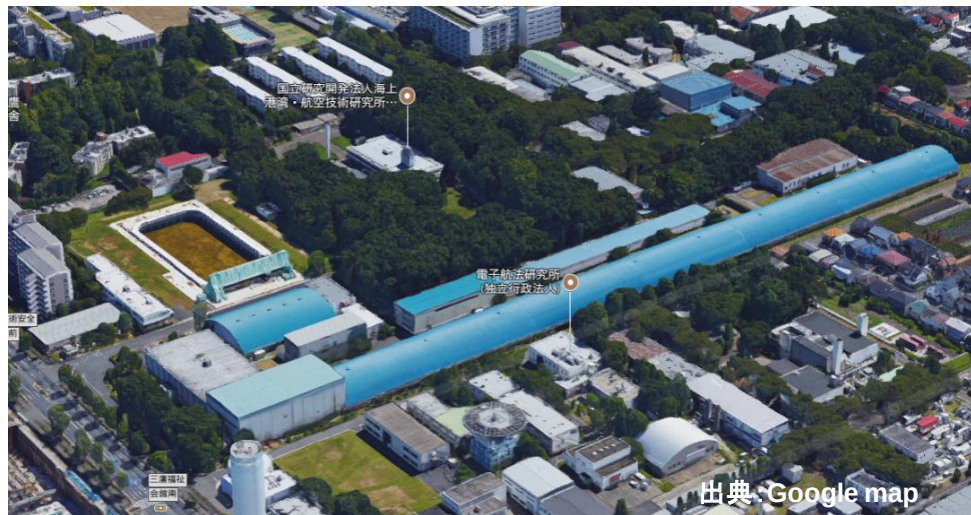
M698

749GT型一般貨物船向けプロペラ



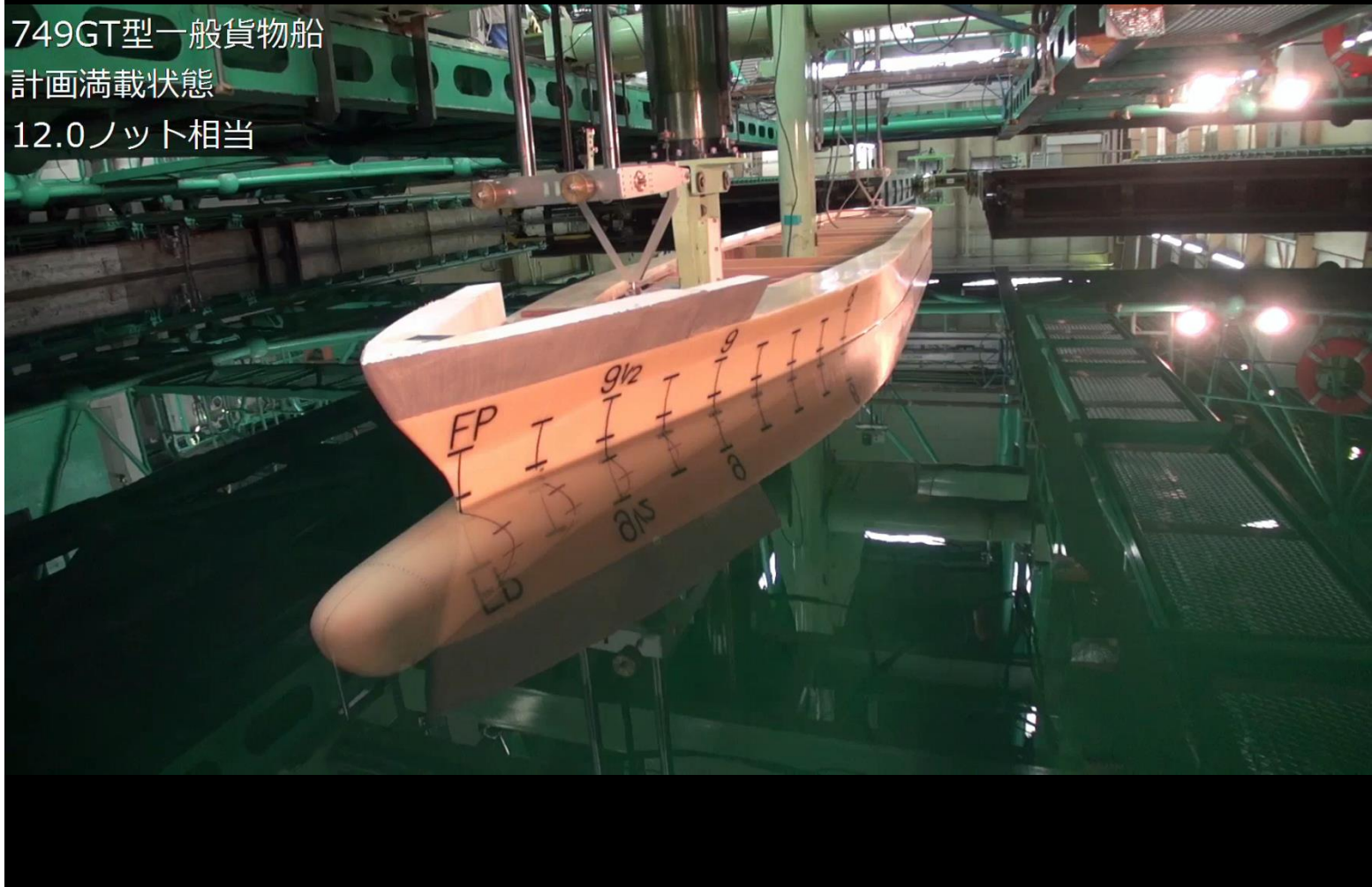
M700 (小展開面積ペラ)

400m水槽(ISO9001取得)



水槽試験

749GT型一般貨物船
計画満載状態
12.0ノット相当

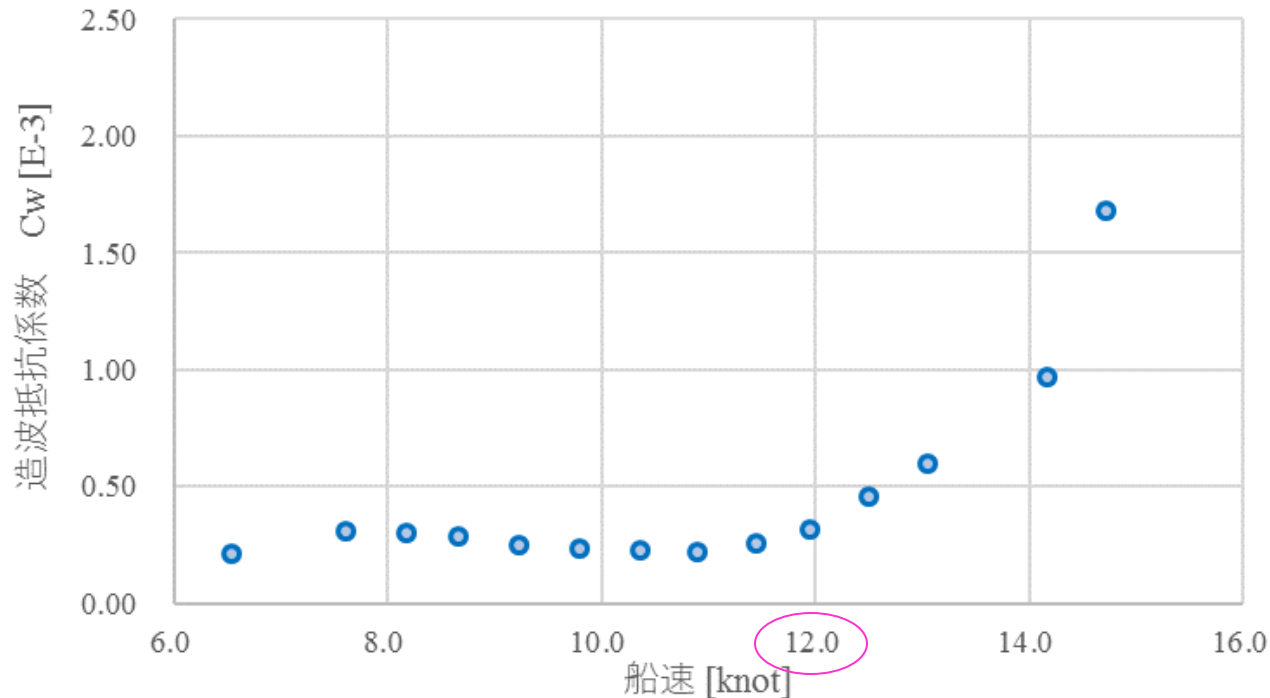
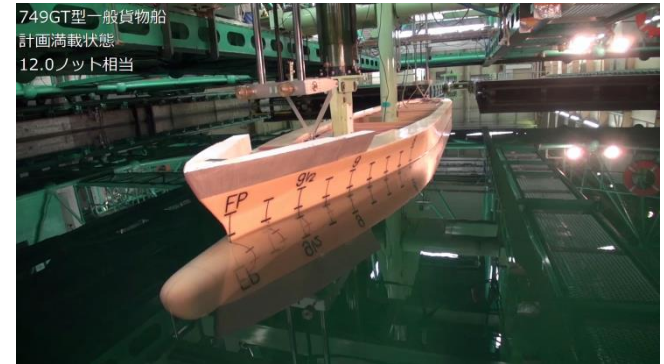


水槽試験結果

■ 抵抗試験

□ 造波抵抗曲線

■ 満載状態



計画速力12.0 knot付近で造波抵抗曲線がhollow傾向になっており、造波抵抗を最小化する最適化が適切に行われたことを示している。

馬力計算結果 (749GT一般貨物船型)

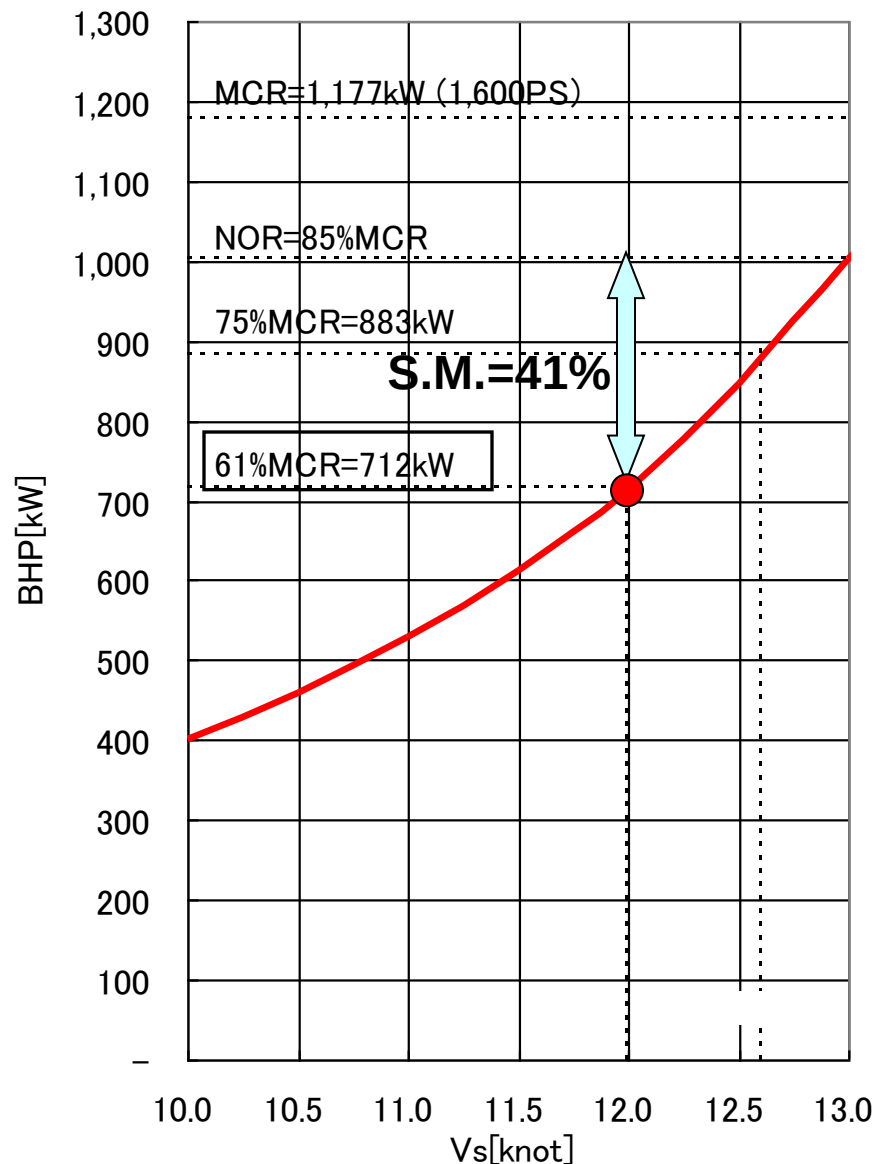
■ 船速-馬力曲線

本船のMCRは**1,600PS**
計画速力12.0knotに61%MCRで到達
▪ S.M.=41% (NOR/MCR=85%)

2,000PSの主機を搭載した場合
計画速力12.0knotに
48%MCRで到達

60%MCRで**12.6kt**に到達

造船所の基本設計において
2,000PS主機搭載のスペースを確保



馬力計算結果 (499GTケミカルタンカー船型)

■ 船速-馬力曲線

1,000PSの主機を搭載した場合
計画速力**11.5kt**に

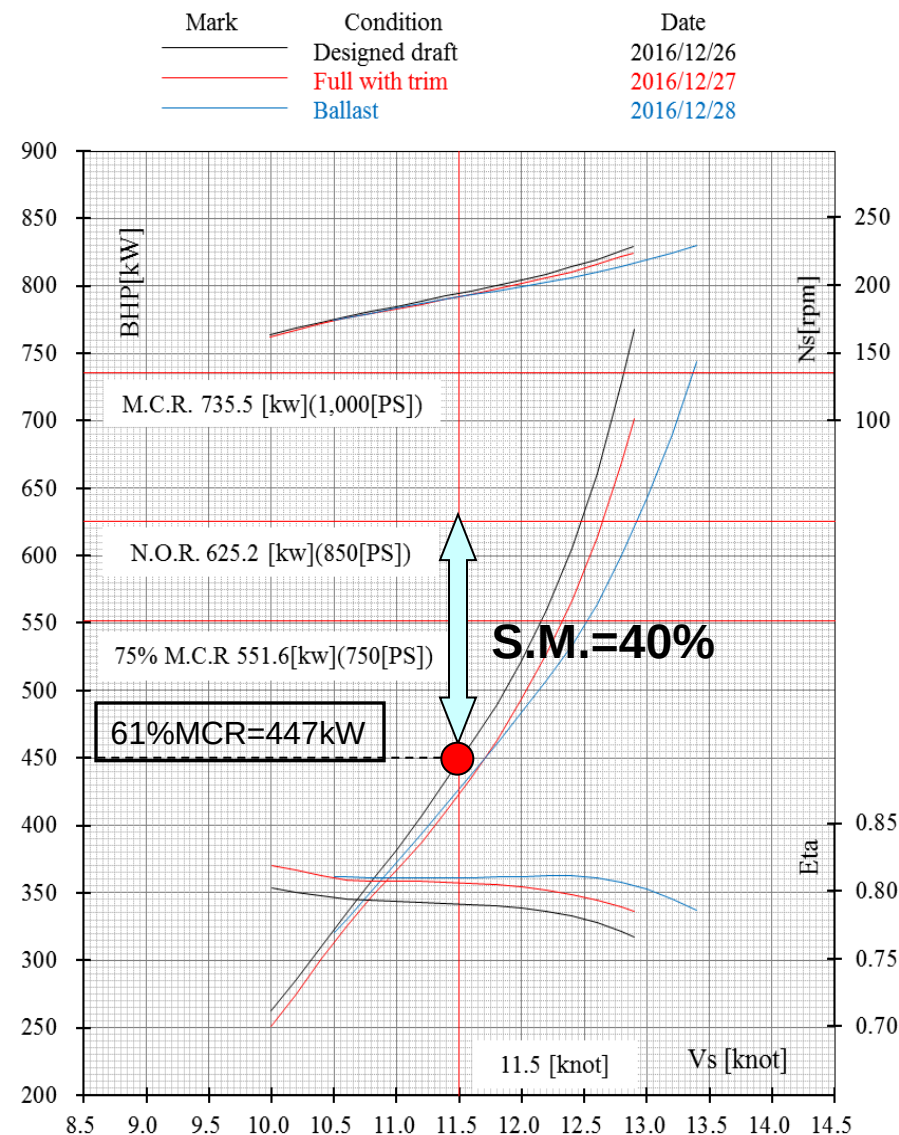
61%MCRで到達

- S.M.=40%

60%MCRで**11.5kt**に到達

0.62m (1%L_{pp}) の初期トリム (船尾)
を付けると

60%MCRで**11.6kt**に到達



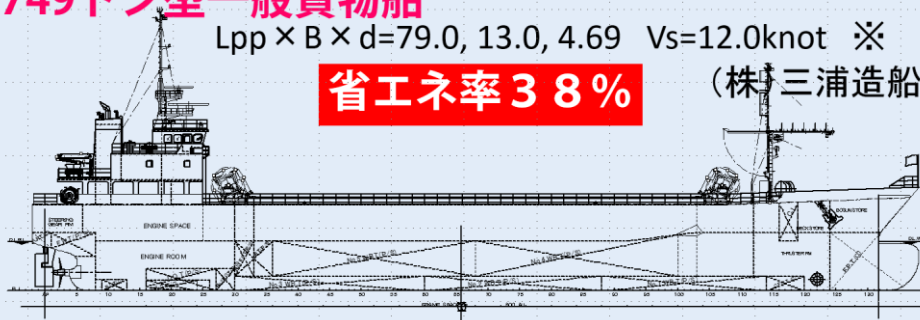
開発船型の省エネ率

749トン型一般貨物船

$L_{pp} \times B \times d = 79.0, 13.0, 4.69$ Vs=12.0knot ※

省エネ率 38%

(株)三浦造船所作成

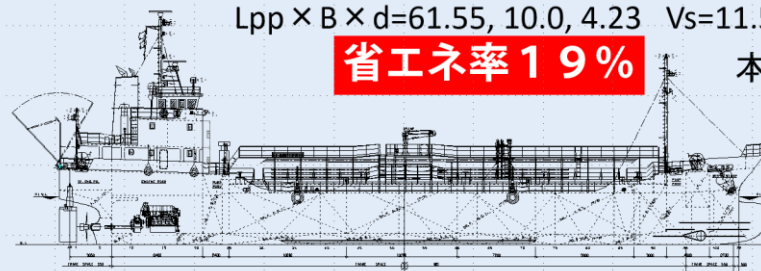


499トン型ケミカルタンカー（専用船）

$L_{pp} \times B \times d = 61.55, 10.0, 4.23$ Vs=11.5knot ※

省エネ率 19%

本瓦造船(株)作成

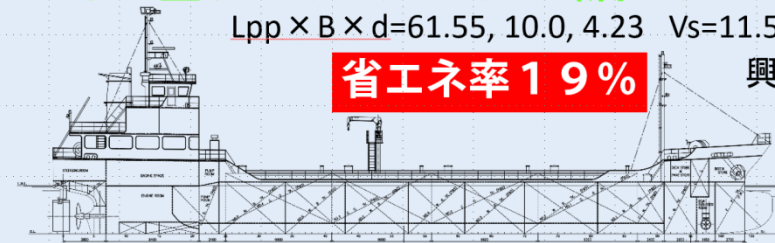


499トン型ケミカルタンカー（油・ケミカル兼用船）

$L_{pp} \times B \times d = 61.55, 10.0, 4.23$ Vs=11.5knot ※

省エネ率 19%

興亜産業(株)作成

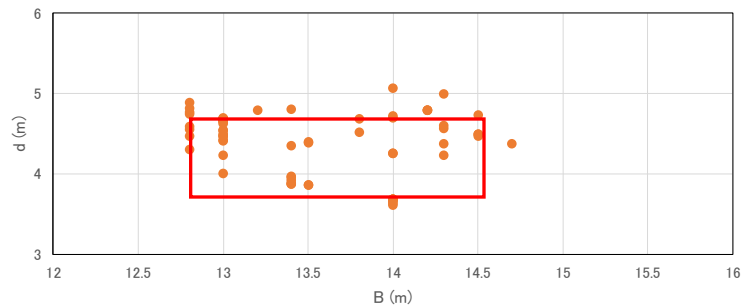
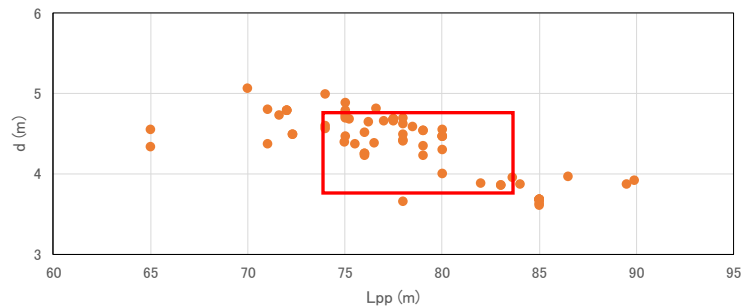
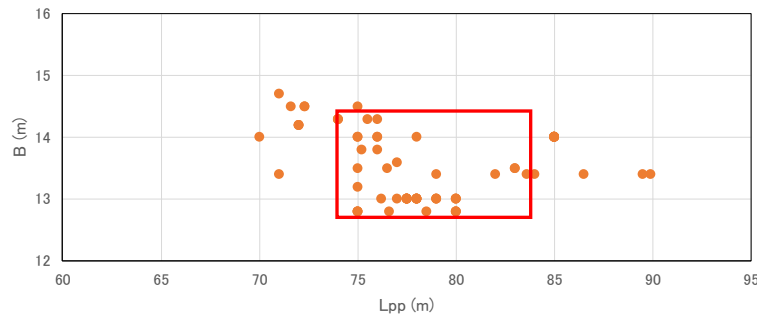


1990年代の類似船型の平均値に対する数値

船型バリエーション

(749GT一般貨物船型)

■ 就航船の要目調査



■ 船型バリエーションの範囲

□ 船主・オペレータに対する
ヒアリングも踏まえ決定

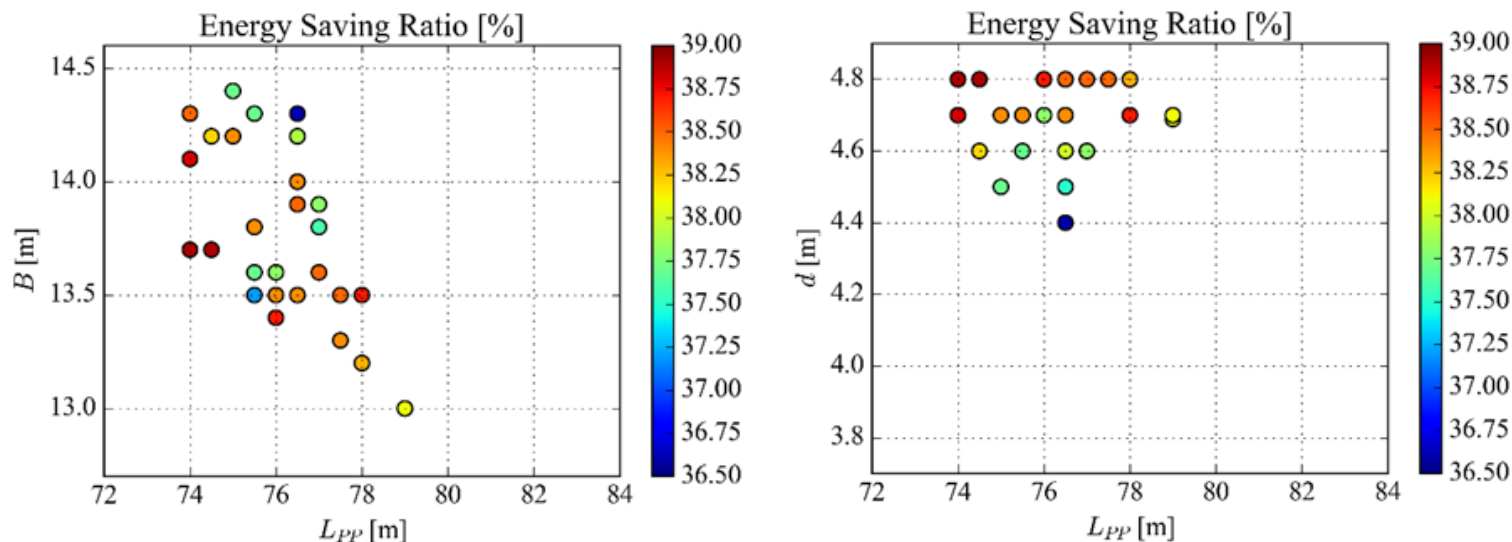
L_{PP} [m]	73.0 ~ 83.0
B [m]	12.8 ~ 14.5
d [m]	3.8 ~ 4.8

船型バリエーション

(749GT一般貨物船型)

- 載貨重量と総トン数の制約をクリアする30船型を作成した。

主要目と省エネ率の関係



ベースとなる8つの基準船型を用いれば
内挿的ブレンディングにより無数に生成可能

まとめ

- 内航海運の省エネ化を目的に省エネ船型の開発を実施。
- 大型模型を用いた水槽試験で高い省エネ性能を確認。
 - 749GT一般貨物船 12.6 knot (2,000 PS × 60%)
 - 499GTケミカルタンカー 11.5 knot (1,000 PS × 60%)
- 最適船型に対して造船所で基本設計を実施。
基本設計図書(一般配置図, 総トン数計算書, 中央横断面図, 復原性計算書, 機関室全体配置図等)を作成。
- 主要目の異なる30隻の船型バリエーションを作成。
- 線図は内航船舶の建造を行う意志のある方が無償使用できます。

ご清聴ありがとうございました

本研究は経済産業省の補助事業「平成28年度輸送機器の実使用時燃費改善事業費補助金（海上輸送機器の実使用時燃費改善事業）」を受けて、日本船舶海洋工学会、三浦造船所、興亜産業、本瓦造船が研究コンソーシアムを組んで実施した研究「内航海運のための省エネルギー船型群の研究開発」の一環として実施したものです。研究の実施にあたり、お世話になりました関係者各位に深く感謝の意を表します。