

天然ガス燃料機関を備えた 小型LNG運搬船兼バンカー船に関する 試設計

2014年9月

一般社団法人
日本中小型造船工業会





1. 共同研究グループ

神戸船舶株式会社

檜垣造船株式会社

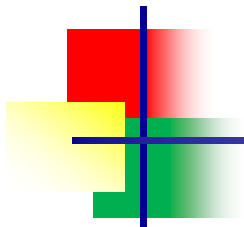
株式会社三和ドック

泉鋼業株式会社

ダイハツディーゼル株式会社

一般財団法人日本海事協会

一般社団法人日本中小型造船工業会



2.1 研究目標

背景

経済



目標



環境

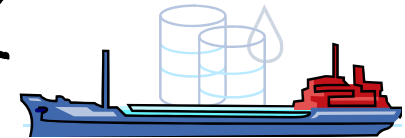
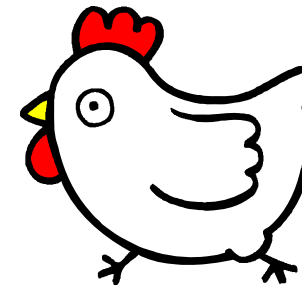
2.1 研究目標

LNG供給
インフラストラクチャー

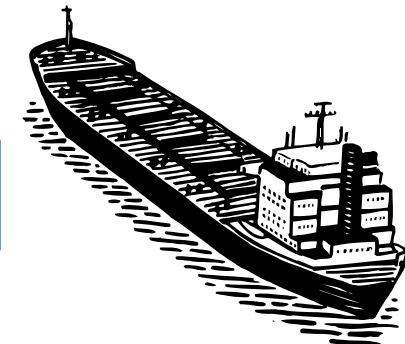
LNG利用

LNGバンカー船
1隻

ガス燃料船
50隻



LNG輸送船 兼 LNGバンカー船



2.2 検討仕様

BASE SHIP

現在内航LNG輸送
に従事している船舶



- ・ LNGを燃料として利用
- ・ 電気推進方式の採用
- ・ LNGバンカー船の要件



[概略仕様]

船 種 : 3,500m³ LNG運搬船兼バンカー船
想定航路 : 京浜～釧路 (605マイル)(LNG輸送)
航行区域 : 沿海区域(非国際)
速 力 : 13.0 knots
推進方式 : 電気推進方式
機関燃料 : 天然ガス
貨物タンク方式 : 独立型タンクTypeC

3.1 機関の選定

デュアルフューエル機関

希薄燃焼(ガスモード)

IMO MARPOL 付属書 6

NOx : 第三次規制対応 (ECA水域適用)

脱硝装置無

SOx : 硫黄無

使用燃料 ガス・重油

安価な燃料を選択可能

非常時には長期保存可能な重油

LNGタンク 1基

ガス専焼機関

希薄燃焼

使用燃料 ガスのみ

LNGタンク 2基



デュアルフューエル機関を選択

3.2 推進システムの選択

電気推進システム

低速運航に適する

船型

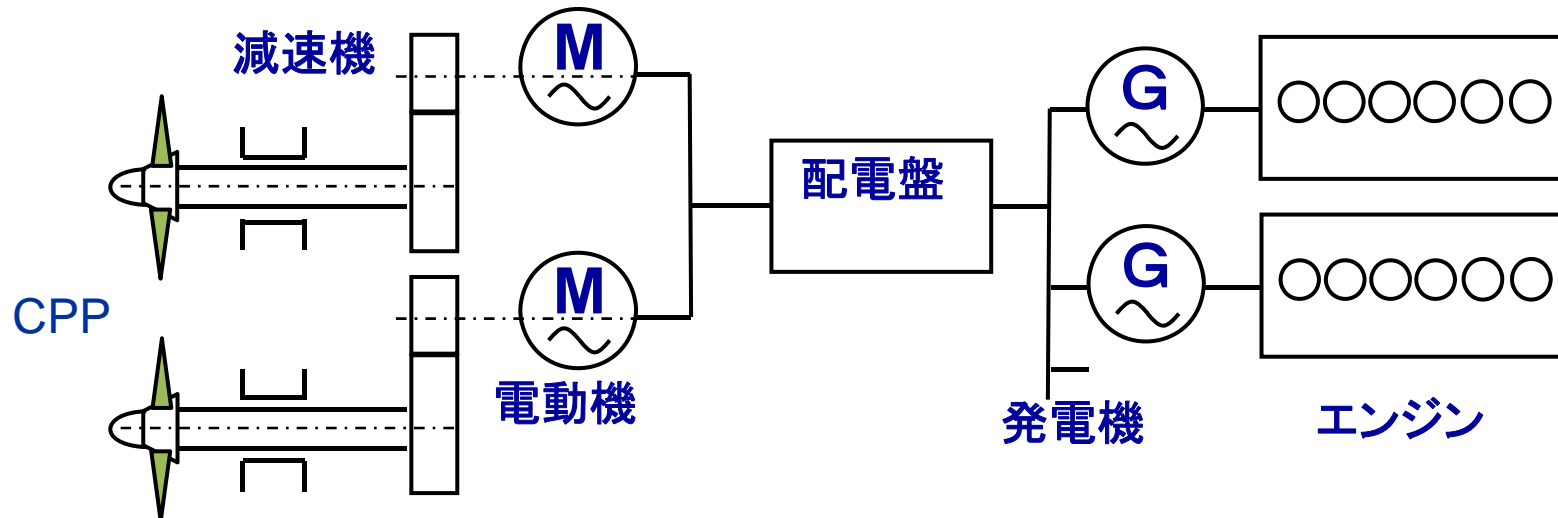
プロペラ数：2
(推進効率・リダンダンシー)

固定ピッチプロペラ方式
インバーター必要

可変ピッチプロペラ方式
[CPP]

高コスト

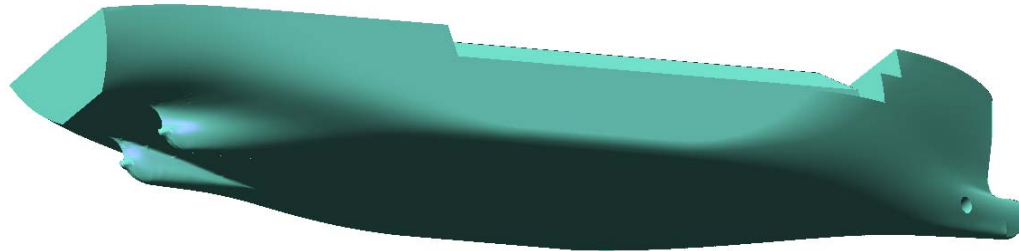
可変ピッチプロペラ方式を選択



3.3 性能

船型

2軸双船尾船型



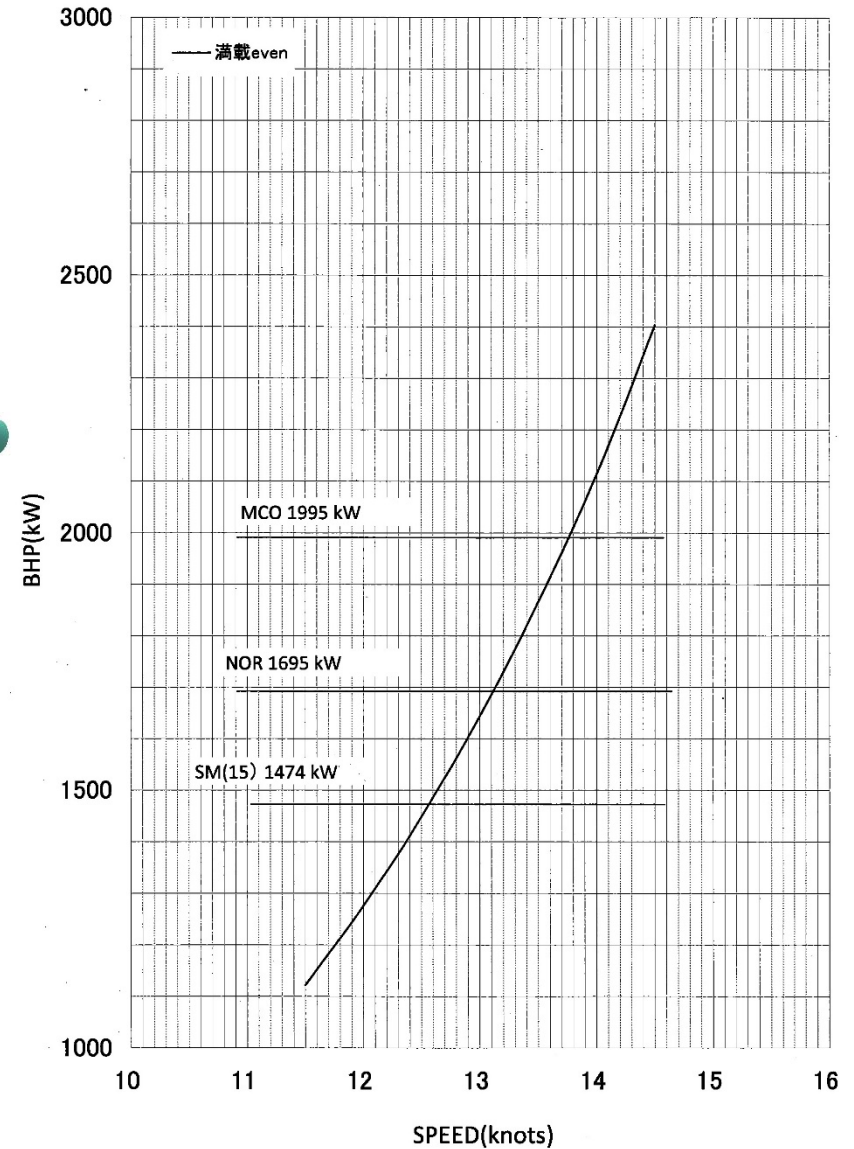
モデル船型

常用出力 (13.0kt)
BHP : 1,695kWe

連続最大出力
BHP : 1,995kWe

Performance Curve

BHP/DHP=1/0.893



3.4 必要発電能力の算定

推進用電力負荷

MCR : 1,995kW NOR : 1,665kW

船内電力負荷

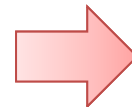
航海中 : 235kW 出入港時 : 735kW

	MCR	NOR	出入港	停泊	積荷	揚荷
推進用出力 (kW)	1,781	1,514	534	0	0	0
推進用電力負荷 (kW)	1,995	1,695	599	0	0	0
船内所要電力 (kW)	235	235	735	160	315	514
合計必要電力 (kW)	2,230	1,930	1,334	160	315	514
運転発電機台数	4	3	3	1	1	1
負荷率	74%	85%	59%	21%	42%	68%

エンジン運転台数

3台 85%負荷運転

1台 スタンバイ



発電機必要電力
>757kW

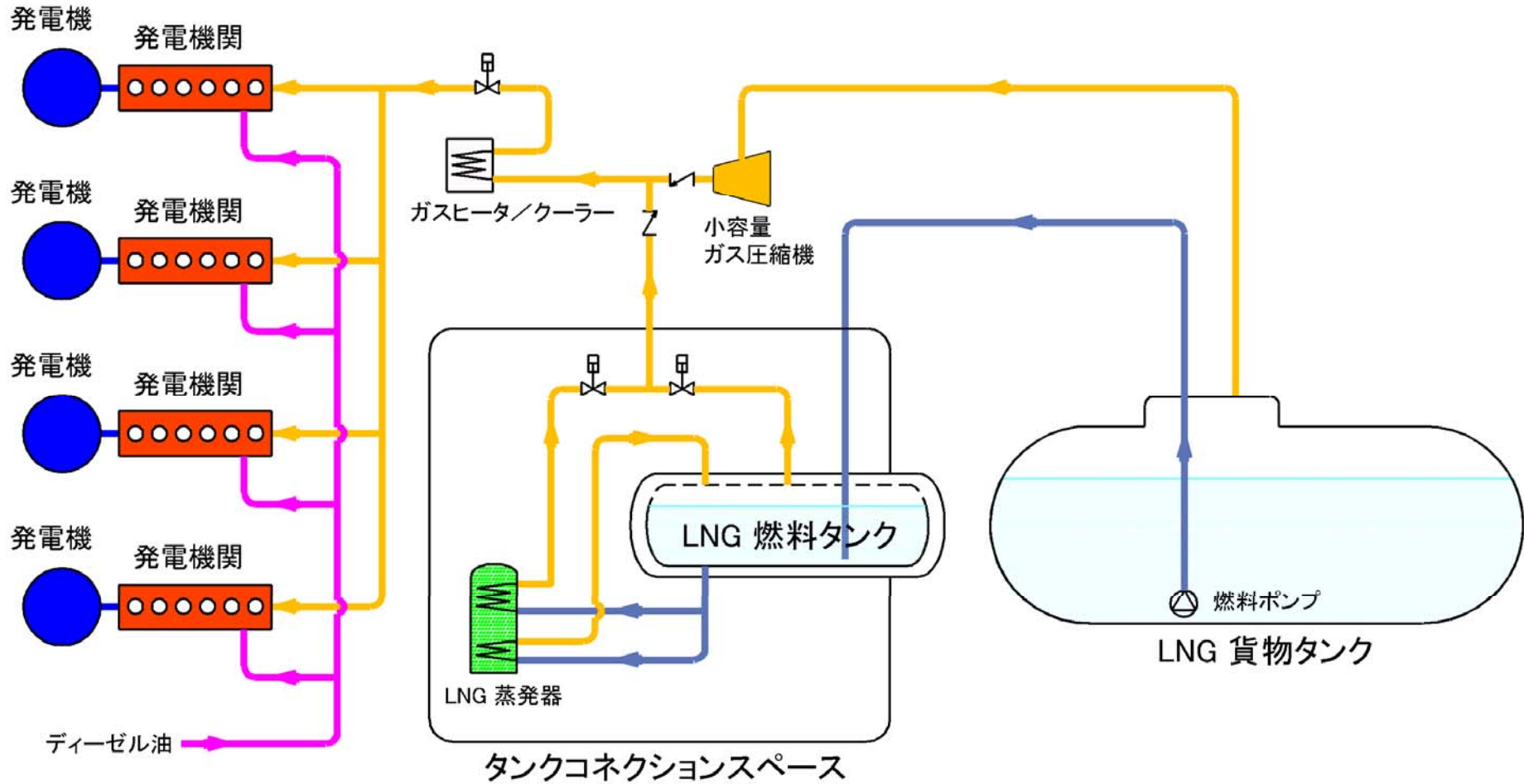
3.5 LNG燃料供給方式の検討

	Case 1	Case 2	Case 3
燃料ガス供給	LNG貨物タンク	LNG燃料タンク	LNG燃料タンク
LNG燃料タンク	無し	有り	有り
再液化装置	無し	無し	有り (LNG貨物タンクのBOG用)
ガス圧縮機	有り	有り(小容量) (LNG貨物タンクのBOG用)	No
蒸発器	主蒸発器	主蒸発器及び加圧蒸発器	主蒸発器及び加圧蒸発器
検討結果	燃料ガスの安定供給が難しい	燃料ガス安定供給が容易 設備が小さい	複雑・コスト高

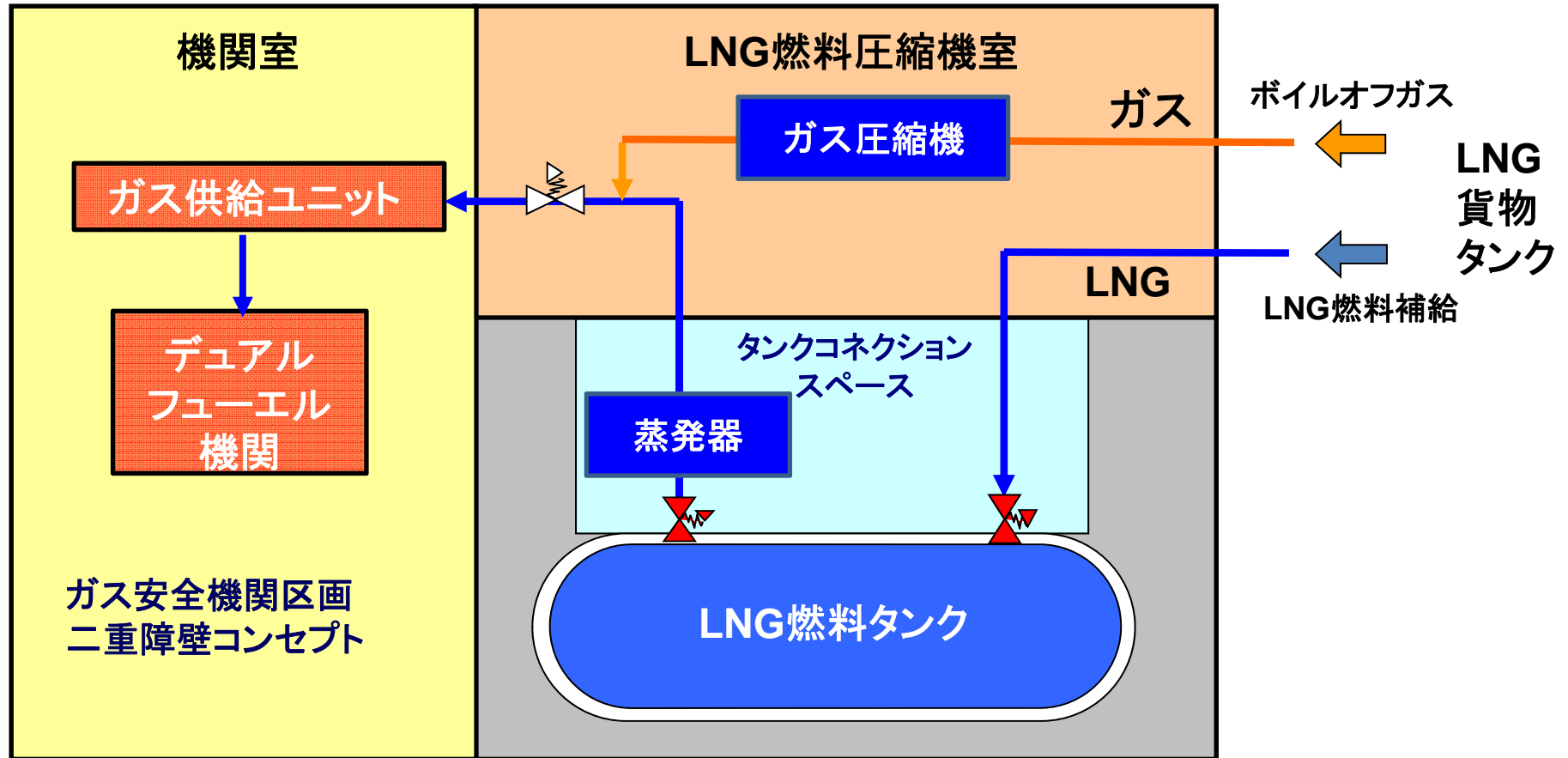


LNG燃料は、LNG貨物タンクからLNG燃料タンクへ移送
 再液化装置無
 LNG貨物タンクのボイルオフガスは燃料ガスとして利用

3.6 LNG燃料供給システム系統図



3.7 LNG燃料供給システムの配置



LNG燃料圧縮機室・タンクコネクションスペース
毎時30回以上の排気通風装置
区画内へのアクセスは暴露甲板から行う

3.8 バンカー船として追加検討すべき項目

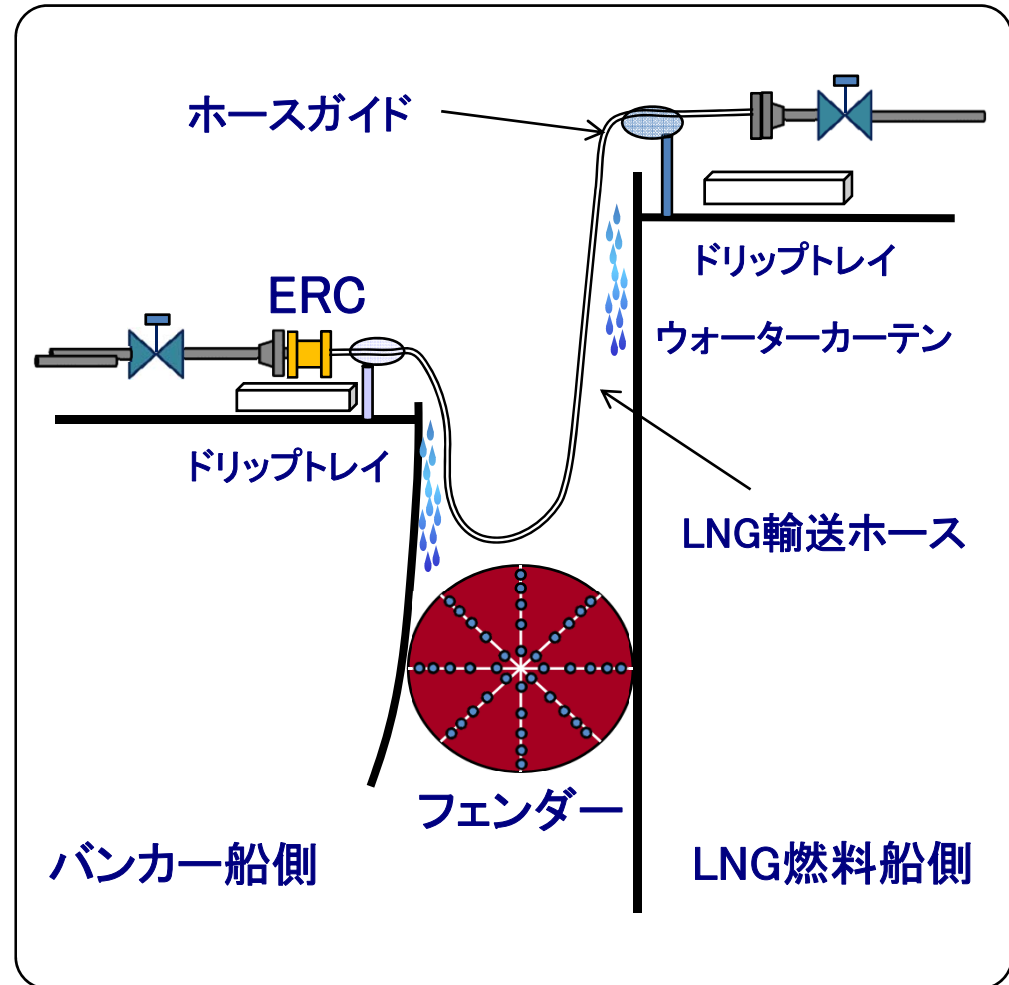
バンカリングシステムは、供給するガス燃料船に合わせて決定する必要がある。

[ハード面の課題]

- ◆ 船舶間の乾舷差に対応
(マニホールド高さ、etc.)
- ◆ 相手船のBOGの処理方法
- ◆ 二船間の係留方法

[ソフト面の課題]

- ◆ バンカリング手順の確立
- ◆ 緊急離棧方法の確立
- ◆ リスクアセスメント
- ◆ 船員訓練、資格
- ◆ LNG移送管理体制
- ◆ 海上防災体制



LNGバンカリングのイメージ

3.9 ガス燃料船として追加検討すべき事項

IGF Code

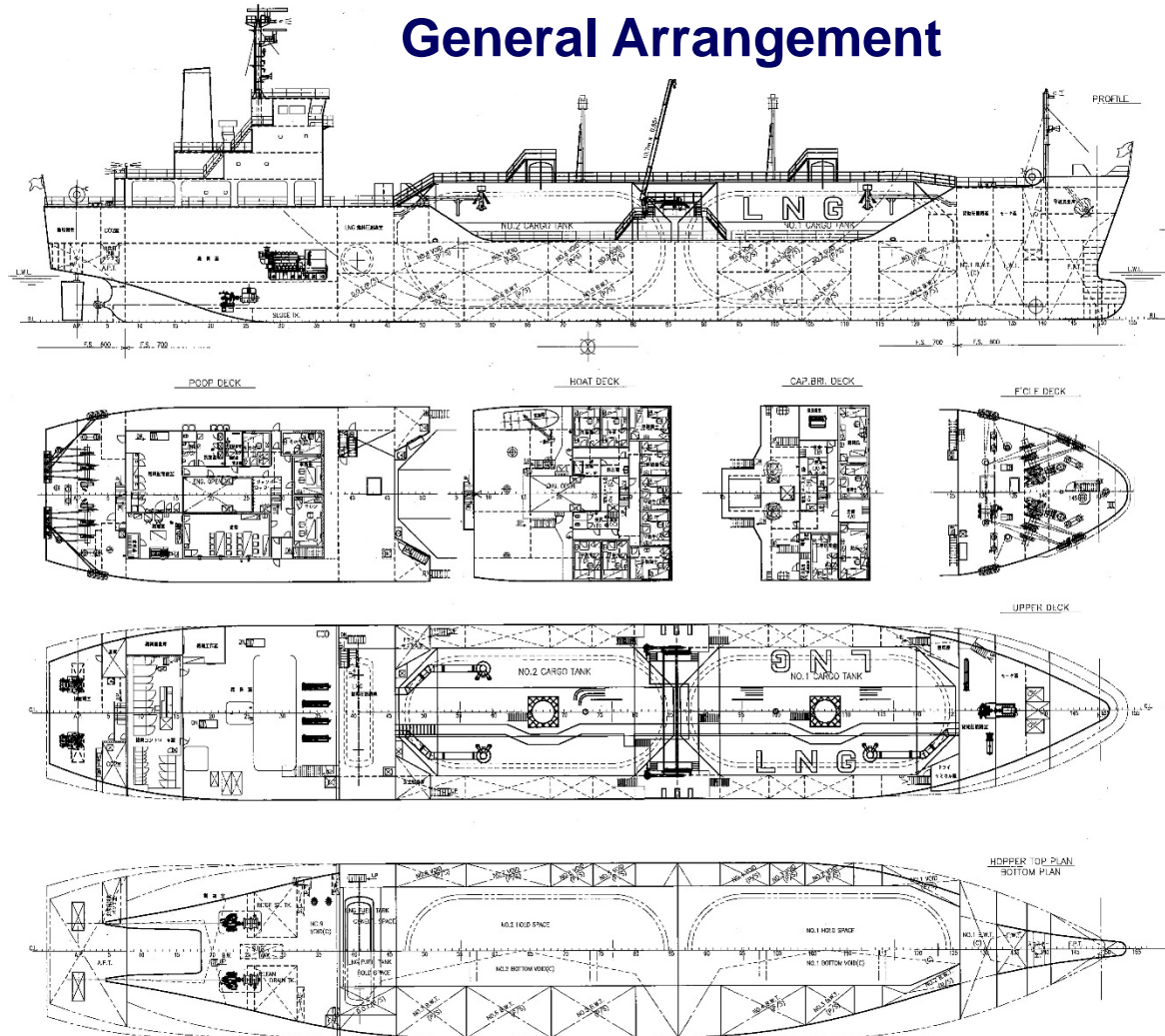
- | | |
|----------------|------------------------|
| 1章 序文 | 10章 船体構造 |
| 2章 一般 | <u>11章 火災安全</u> |
| <u>3章 機能要件</u> | <u>12章 防爆</u> |
| <u>4章 一般要件</u> | 13章 通気装置 |
| 5章 燃料管装置 | 14章 電気設備 |
| 6章 燃料の使用 | <u>15章 制御、監視及び安全装置</u> |
| 7章 燃料の貯蔵 | 16章 代替設計 |
| 8章 燃料の供給 | 17章 製作、組立及び検査 |
| 9章 燃料の補給 | |

※ 実際の建造時には、特に上記の朱書きの章について追加検討を行う必要がある。

4.1 船体部要目

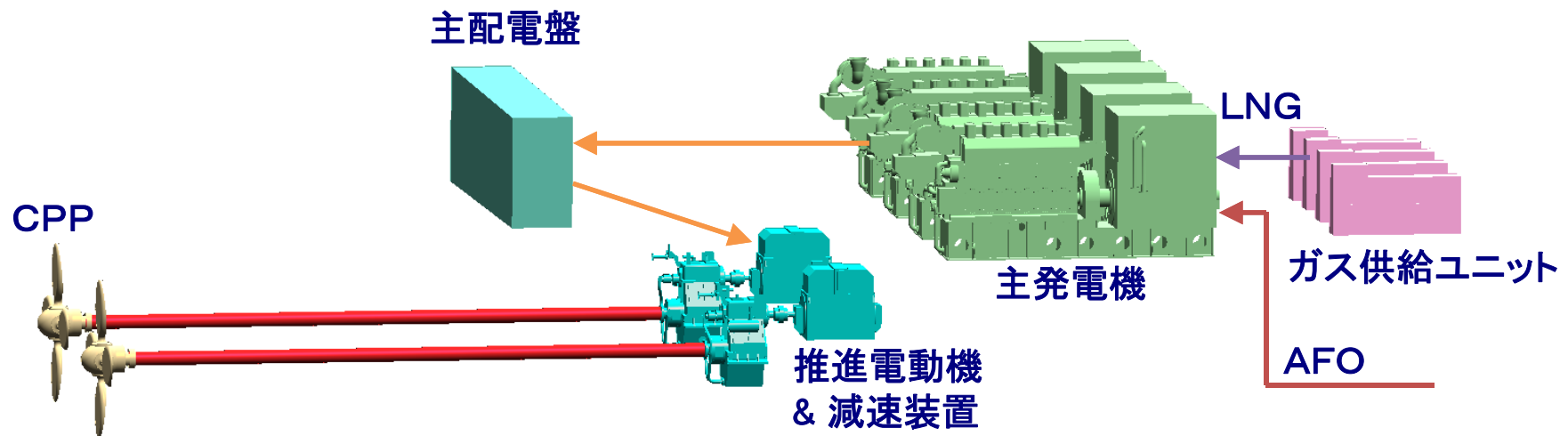
船体部主要目	
船種	LNG燃料焚き LNG運搬船 兼 バンカー船
総トン数	約 5,200トン
Loa	107.80 m
Lpp	101.40 m
B	17.20 m
D	7.80 m
d	約 4.60 m
DW	約 2,650トン
速力	13.0 knots (85%NOR)
貨物容量	3,500 m ³

General Arrangement



4.2 機関部要目

機関部主要目(推進装置)	
推進方式	電気推進方式
主発電機関	デュアルフューエル機関 出力: 796 kW x 900min ⁻¹ x 4基
発電機	三相交流450V ブラシレス発電機 [IP44] 出力: 757kW x 8P x 900min ⁻¹ 60Hz x 4基
推進電動機	三相交流450V 誘導電動機 [IP44] 出力: 950kW x 6P x 1200min ⁻¹ 60Hz x 2基
減速装置	縦異芯型 スラスト軸受内蔵 x 2基
推進装置	可変ピッチプロペラ装置 x 2基





4.3 LNG燃料供給設備要目

LNG燃料タンク	
型式	半楕円体形鏡付横置円筒型 IMO独立タンクTypeC
防熱方式	パーライト真空断熱
総容積	38 m ³
基数	1 基
設計圧力	10 bar
設計最低温度	-196°C
使用材料	内槽 SUS304, 外槽 SUS304
LNG燃料ガス供給システム	
計画ガス供給量	約 500Nm ³ /h (MCR時)
計画ガス供給圧力	5.5~6.5bar
計画ガス供給温度	5~40°C
加圧蒸発器	50kg/h
LNG蒸発器	500kg/h



4.4 LNG荷役設備要目

LNG貨物タンク	
型式	半球形鏡板付横置円筒型 IMO独立タンクTypeC
防熱方式	タンク外面防熱 硬質ポリウレタンフォーム
総容積	約3,500m ³
基数	2基 (1,750m ³ x 2)
設計蒸気圧	7.0 bar
設計最低温度	-163℃
使用材料	ニッケル鋼
LNG貨物荷役設備	
計画積荷時間	約3時間(1,200m ³ /h)
計画揚荷時間	約3時間(1,200m ³ /h)
カーゴポンプ	電動サブマージ型 300m ³ /h x 120mLC x 4基
その他設備	カーゴコンプレッサー、カーゴヒーター、LNG蒸発器 etc.

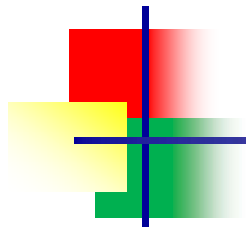


研究の成果

1. 「天然ガス燃料機関を備えた内航LNG運搬船兼バンカー船」について具体的な仕様検討・試設計を行い、将来の実船建造時に役立つ、有用な試設計結果が得られた。

- ◆ 2軸双船尾船型と、始動電力を抑えた2軸CPP方式の採用により、経済性に優れた船舶を計画。
- ◆ 非常推進装置を持たずとも通常航行に支障をきたさない安全性の高いシステムの確立。
- ◆ デュアルフューエル機関にマッチした推進システムの構築。
- ◆ 独立したLNG燃料タンクを設置することにより、安定したガス燃料供給を実現。
- ◆ 耐圧の高いLNG貨物タンクを装備することで、BOGによる昇圧に対して十分な余裕を確保。

2. LNG燃料船という新しい技術を具体化するために、船主・船級協会の監修のもと、造船所・エンジンメーカー・荷役装置メーカーが協業したことにより、よりニーズに合致した船舶の計画を効率的に行うことができた。



ClassNK

R & D PROJECT

本調査研究は、日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームによる研究支援を受けて実施しました。

ご清聴ありがとうございました。

- END -