

外航LNG燃料船 及び LNGバンカー船 の試設計に関する研究開発 (NK殿:対外公表用 案)

日本郵船株式会社

株式会社 日本海洋科学

三菱重工業株式会社

2013.07

1. 本研究の実施目的と目標
2. LNG燃料VLCC
3. LNGバンカー船
4. 結論

➤ 実施目的

- ✓ 船舶からの温室効果ガスの排出削減対策として、これまで主として使用していた重油燃料をLNG燃料に転換した外航船の試設計を通して、環境に対する負荷の低い船舶の実用化研究を目的とする。
- ✓ また、この外航船に対してLNG燃料を供給可能な外航LNGバンカー船の試設計も並行して実施する。

➤ 実施目標

- ✓ 外航LNG燃料船として日本ーPG往復の300KDWT VLCCを選定し、LNG燃料タンク、推進システム、LNG燃料供給システムの基本設計を行う。
外航バンカー船の基本設計に於いては、LNGバンカーの容量はVLCCのLNG燃料タンク容量の計画に合わせ決定し、リターンガスの処理設備も装備することで基本計画を行う。

LNG燃料VLCC

2. LNG燃料VLCC（主要仕様）

LNG燃料VLCC主要仕様

対象船	日本－PG往復 300KDWT VLCC
推進プラント	Dual Fuel 低速ディーゼルエンジン
発電プラント	Turbo generator (with dual fuel boiler) x 1 set Diesel generator (dual fuel) x 2 sets
LNGタンク	円筒横置型IMOタイプCタンク(アルミ製) 2,000m ³ x 2 tanks (Japan⇔PG片航分容量) 設計圧：5barG
LNGマニフォールド	1) LNG補給用マニフォールドを原油マニフォールド船尾側に設置 2) LNG漏洩対策として、 <ul style="list-style-type: none">➢ マニフォールドフランジ下部にドリフトレイ設置➢ 上記ドリフトレイにドレン配管装備➢ マニフォールド下部外板にウォーターカーテン設置

LNG燃料VLCC主要仕様

推進エンジンへの LNG供給

- 1) LNGタンク内底部設置のLNG供給ポンプにより、LNGをLNG機器室内のサクションドラム経由高圧ガス供給装置へ移送（LNG供給ポンプは冗長性を考慮し、2台／タンク装備）
- 2) LNGは高圧ポンプで約300barに加圧され、その後ヒーターでガス化、ガスマスター弁を経て機関室へ供給（高圧ガス供給装置は冗長性を考慮し、2基装備）
- 3) 機関室内では下記を考慮した高圧配管用2重管にてエンジンへ供給（別途、NK殿と実施した「ガス燃料船の高圧ガス供給系二重区画外殻の耐圧設計に関する検討」の知見を適用）
 - ◆ 外管の耐圧
 - ✓ 内管と外管との間の距離を取る
 - ✓ 外管径は、以下の式を元に算出
$$P = A_p(r_0/r)$$
[P: 到達圧力(MPa), A: 定数(0.23), p: バースト圧力, r₀: 内管内半径(mm), r: 外管内半径(mm)]
 - ✓ 上式により内管と外管との距離を取ることで外管への低温配管用鋼管の採用は不要

LNG燃料VLCC主要仕様

推進エンジンへの
LNG供給（続き）

◆ 2重管内の排気方式換気

- ✓ ガス漏れ時の系内の圧力上昇はわずかであり、また、漏洩ガスは直ちに検知可能
- ✓ 漏洩ガスが2重区画全体に拡散するため、換気吸入口及び排気放出口の両方を機関室外の安全な区画に配置
- ✓ 系内の遮断弁やセンサ等の機器を耐圧型にすることは不要

LNGタンク圧制御

LNGタンク内で発生したボイル・オフ・ガスは、

- タンク内で蓄圧（日数制限有り）、或いは
- フリーフローにてLNG機器室内のガスヒーター、ガスマスター弁を経て、機関室内の混焼ボイラーで燃焼（機関室内はIGCコードベース2重管）

リダンダンシーを考慮し、混焼ボイラー用F.D.Fanは50% x 3台とする

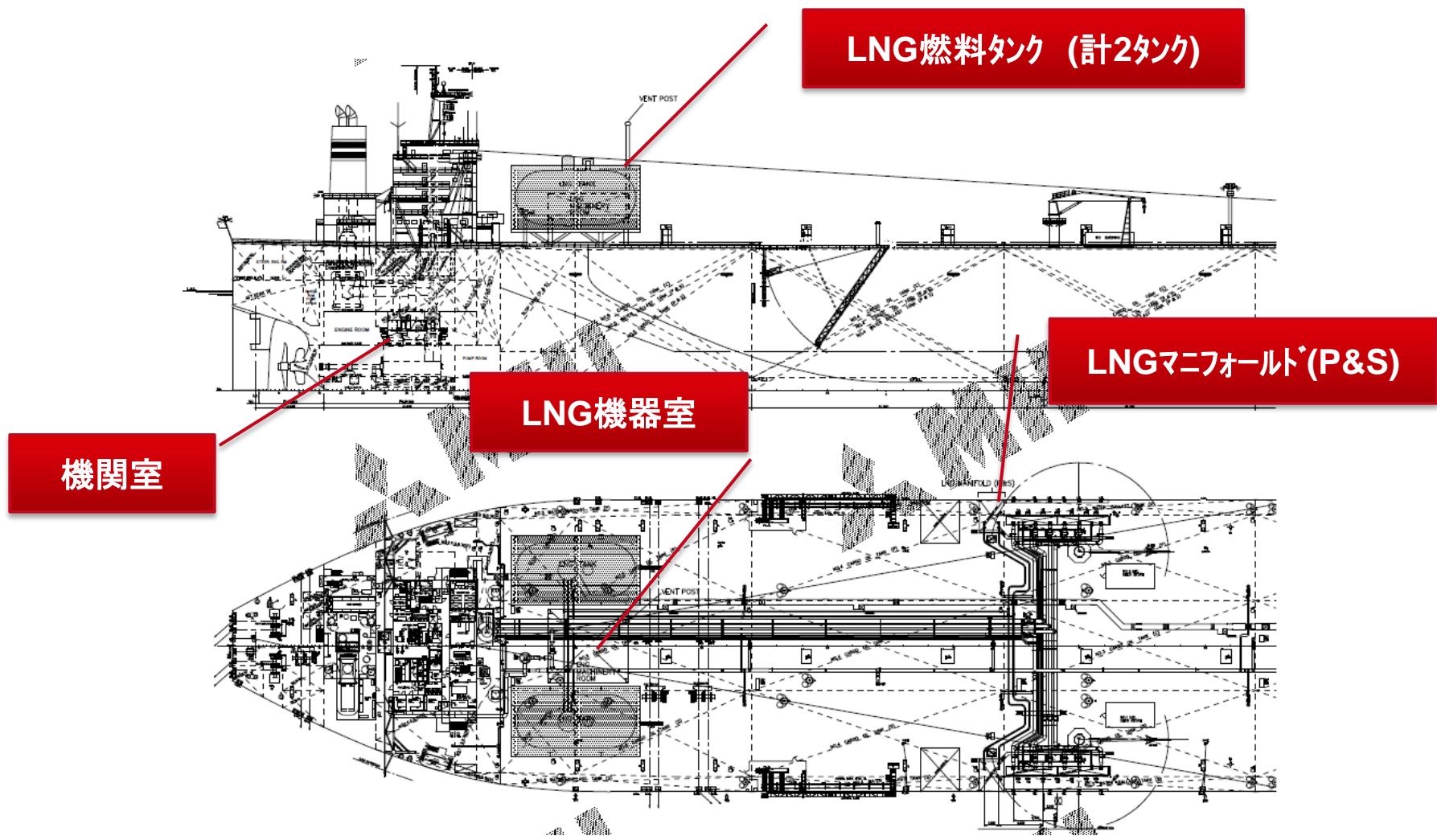
STSオペレーション

STSオペレーションに関し、

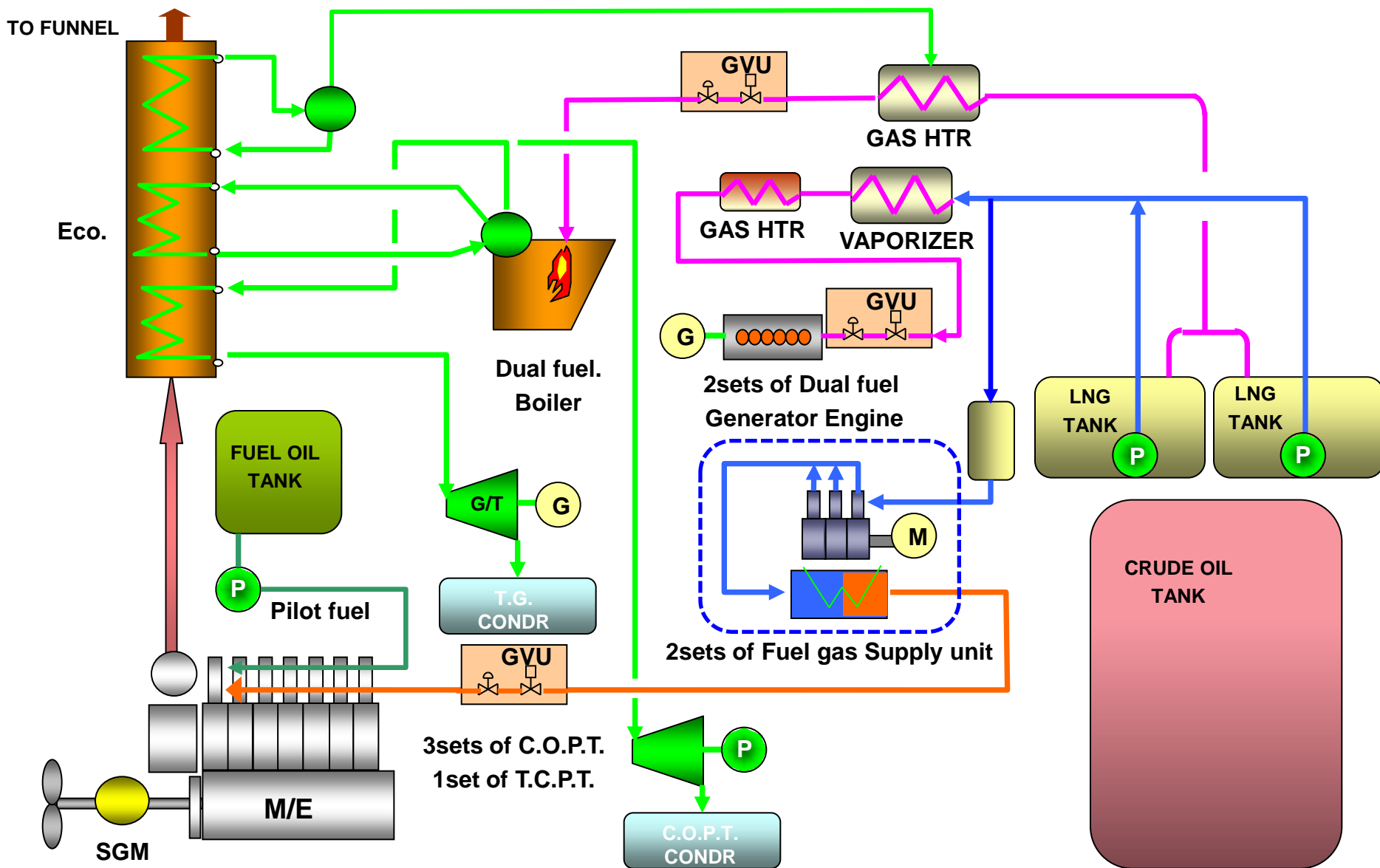
- 夜間STSのための照明を舷側に装備
- ESD関連設備（LNG配管ESD弁、両船間ESD通信設備）を装備*
- 両船間の人移動（Personal transfer operation）はホースハンドリングクレーンによるケージを使用

2. LNG燃料VLCC（概略配置図）

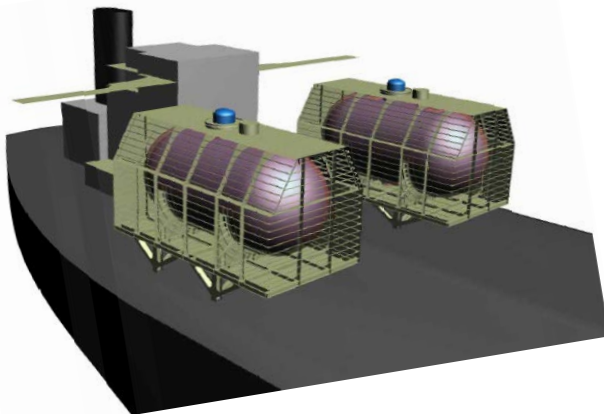
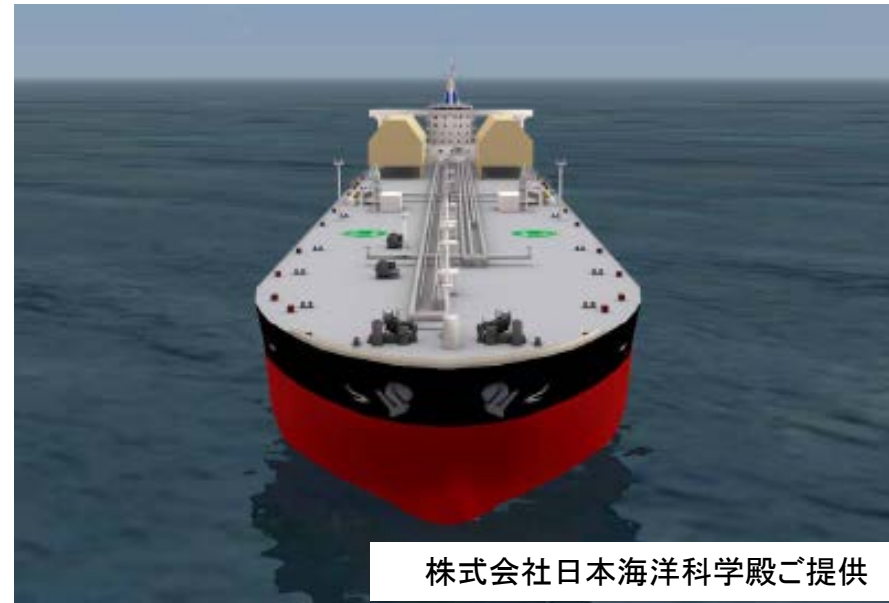
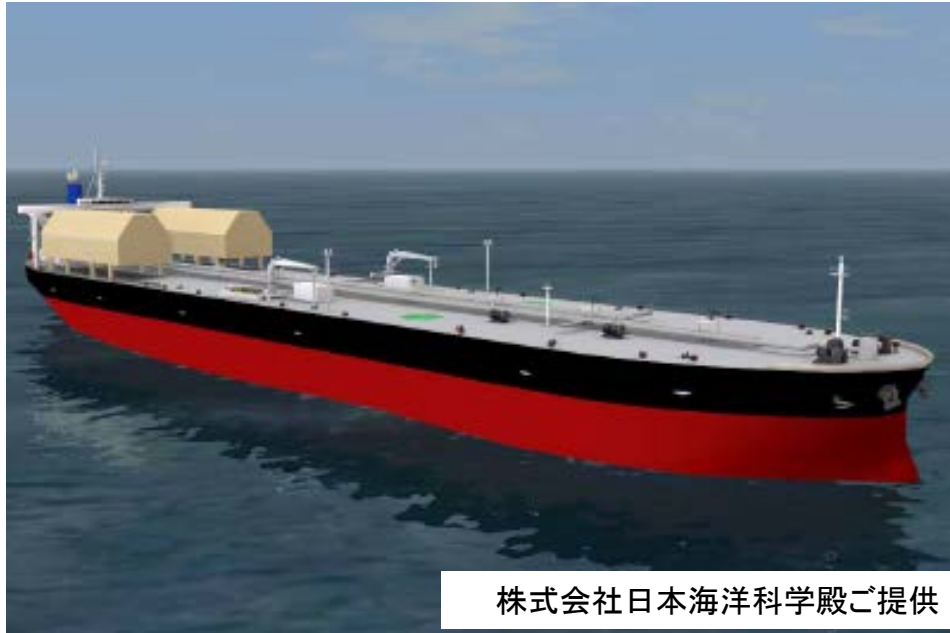
➤ LNGタンク追設後の、スタビリティ、ビジビリティを満足



2. LNG燃料VLCC (LNG推進プラントスケルトンダイアグラム)



2. LNG燃料VLCC（オーバービュー）



LNGタンカー船

3. LNGバンカー船（主要仕様）

LNGバンカー船主要仕様

対象船	外航LNG燃料VLCCへSTSによるLNG供給を目的としたLNGバンカー船
主寸法	Loa – Lpp x Bmld x Dmld = abt. 120m – 111.2m x 18.6m x 10.1m
船速	abt. 15.0 knots (LNG輸送船としての使用も考慮)
推進プラント 発電プラント	電動アジマススラスタ x 2 sets Dual fuel 発電機エンジン x 4 sets (Large 2 sets + Small 2 sets) (STSによるスムーズな離着棧を考慮、別途ハウスラスタ-1基装備)
LNGタンク	円筒横置型IMOタイプC(アルミ製) 2,800m ³ x 2 tanks (外航VLCC LNG燃料タンク 4,000m ³ + 自走用燃料) 設計圧 : 5barG
LNGマニフォールド	1) LNGマニフォールドは極力ミッドシップ近くとしNo.1 & No.2 LNGタンク間に設置 2) LNG漏洩対策として、 <ul style="list-style-type: none">➤マニフォールドフランジ下部にドリフトレイ設置➤上記ドリフトレイにドレン配管装備➤マニフォールド下部外板にウォーターカーテン設置

LNGバンカー船主要仕様

バンカー（ローディング）アーム

ニガタ・ローディング・システムズ株式会社と共同検討。仕様は下記。

- 1) 液供給： アーム（10 inch）、（流量約1,000m³/h, 流速10m/s以下）
供給先フランジとは油圧カップラにて接続
- 2) リターンガス： ホース（6 inch（供給先取合いは4 inch）、液アームに沿わせる。
供給先フランジとはボルト締め接続
- 3) 緊急離脱装置
 - 液アーム： バタフライバルブ式ERS
 - リターンガスホース： スナップタイトカップラ
 - 緊急離脱後は離脱点から2m上昇した点まで自動移動
 - Black out時のERS等作動油圧確保のためにAccumulator装備（N₂加圧式）
 - STS中の2船間相対位置移動によるESD-1／ESD-2（ERS）発動用リミットスイッチ装備。設定値はアーム作動範囲考慮し決定。
- 4) アームは起倒式とし、不使用時には折りたたんでおく
- 5) アームはEN1474-1準拠

LNGバンカー船主要仕様

接舷設備	<ul style="list-style-type: none">➤ 下記フローティングフェンダー x 4基 右舷側に装備(内1基は予備) <u>横浜ゴム製ニューマティック50、公称3.3m直径 x 4.5m長さ</u>➤ 各フェンダーにダビット装備➤ 夜間接舷のための照明設備をダビットに装備
リターンガス処理設備	<ul style="list-style-type: none">➤ LNG燃料船(VLCC)からのリターンガスは、LNGタンクで蓄圧、或いは、バンカー船装備の再液化装置にて液化処理され、バンカー船のLNGタンクへ戻される➤ 再液化装置容量の考え方は次の通り<ul style="list-style-type: none">● バンカー船からLNG燃料船へのLNG払出レート: 1,000m³/h/ship● 払出初期(LNG燃料船積込初期)のVLCC側LNGタンク温度を-140°Cとすると、LNG積込開始後最初の1時間での発生ガス量は約2ton/h(タンク温度-140°C → -160°Cへの冷却に伴う発生ガス量)● 次の1時間では発生ガス量は約0.8 ton/hに減少● 再液化装置容量を例えば1 ton/h とすると、最初の1時間での余剰ガスを蓄圧した場合、タンク圧力は約42kPaG (0.4barG) ≤ 5barG (LNG燃料船側タンクがタイプCであれば本圧力への蓄圧は十分可能)● 従って、再液化装置容量は1 ton/h とする

LNGバンカー船主要仕様

LNGタンク圧制御

LNGタンク内で発生したボイル・オフ・ガスは、

- LNG機器室内のガスコンプレッサー、ガスヒーター及びガスマスター弁を経て、機関室内の混焼ボイラーで燃焼（機関室内は2重管）、或いは、
- LNG機器室内のガスコンプレッサーを経て再液化装置へ送られ、再液化後 LNGタンクへ返送

リダンダンシーの考え方；

ボイラー用F. D. Fanは100% x 1台とし、スタンバイとして再液化装置を装備

STSオペレーション

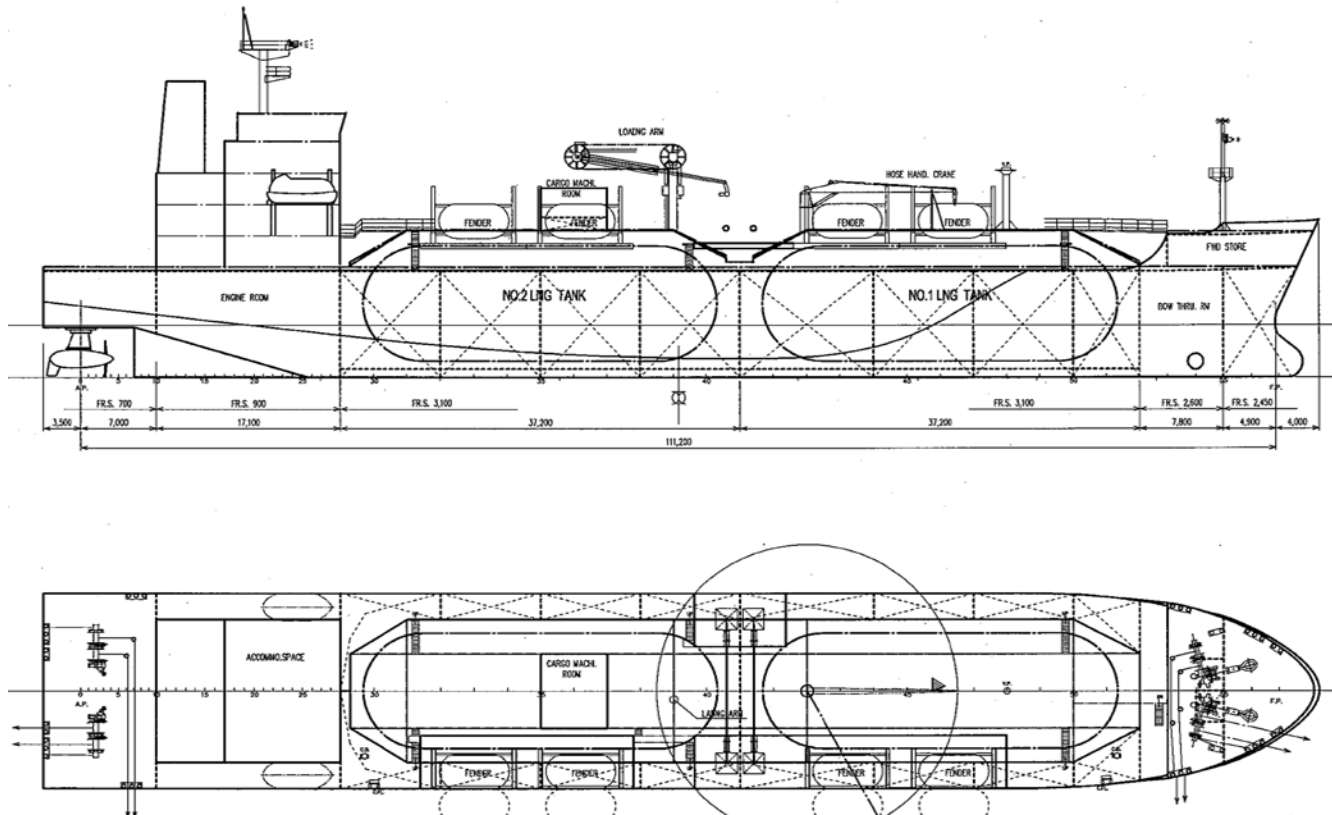
STSオペレーションに関し、

- 夜間STSのための照明を舷側に装備
- ESD関連設備（LNG配管ESD弁、両船間ESD通信設備）を装備*
- 両船間の人の移動（Personal transfer operation）はホースハンドリングクレーンによるケージを使用

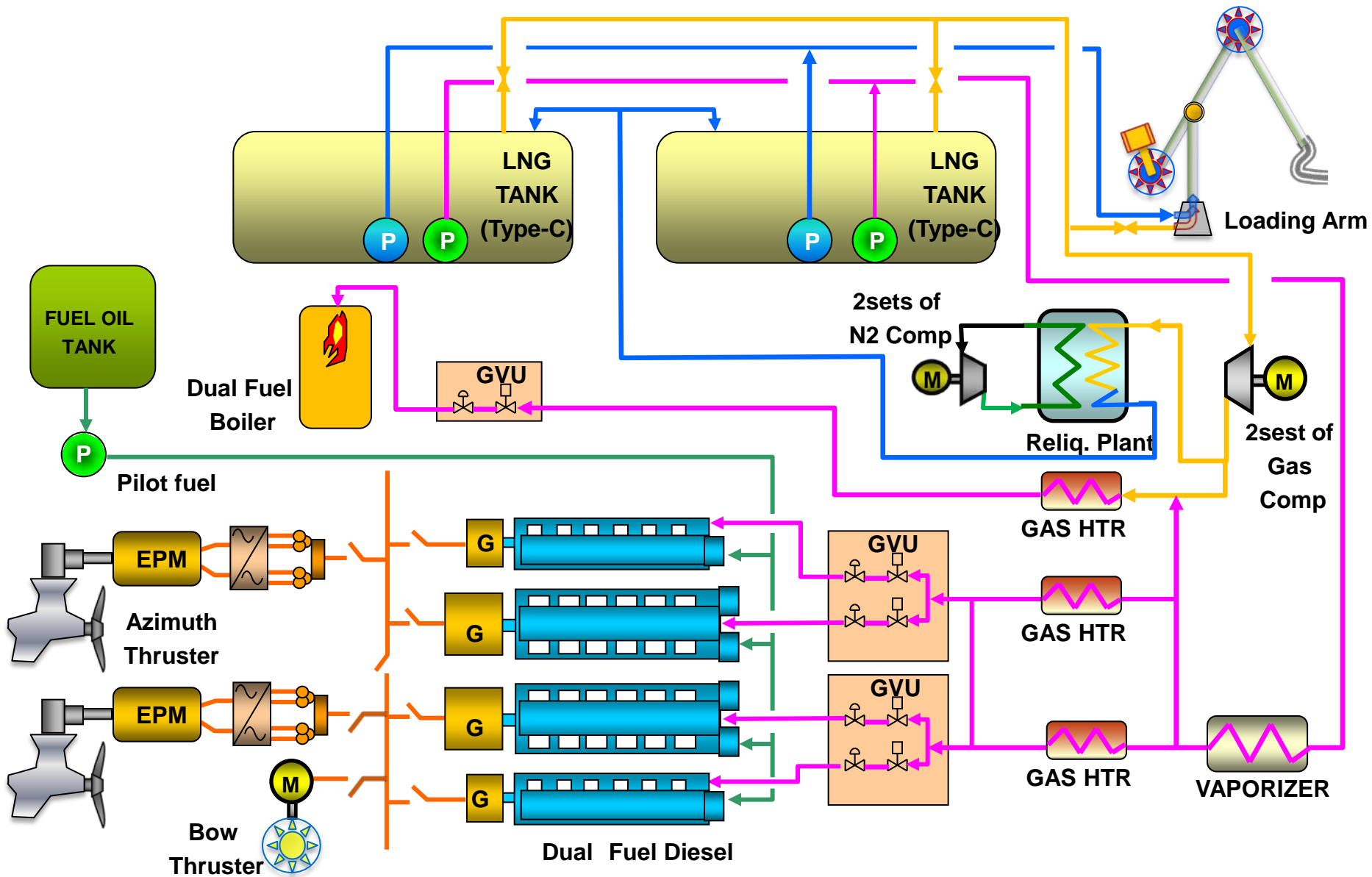
3. LNGバンカー船（概略配置図）

LNG バンカー船 概略配置図

111.2 m x 18.6 m x 10.1 m - 5.0 m



3. LNGバンカー船 (プラントスケルトンダイアグラム)



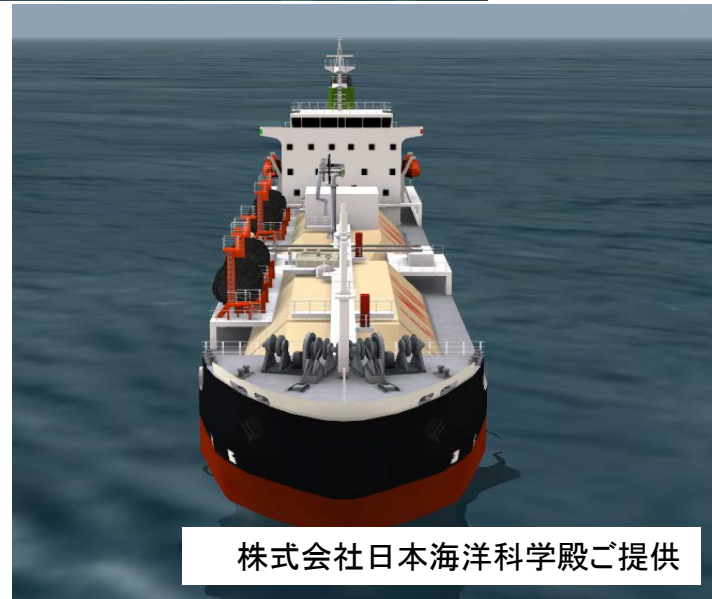
3. LNGバンカー船（オーバービュー）



株式会社日本海洋科学殿ご提供



株式会社日本海洋科学殿ご提供



株式会社日本海洋科学殿ご提供

- 外航LNG燃料船として日本－PG往復の300KDWT VLCCを対象に、一般配置、LNG燃料タンク、推進システム、LNG燃料供給システムの基本設計を実施し、提案する設計にて実用化可能であることを確認した。
- また、この外航船に対してLNG燃料を供給可能とする外航LNGバンカー船について並行して試設計を実施し、一般配置、LNG燃料タンク、推進システム、LNG供給システム(ローディングアーム、フェンダー)を提案した。本基本設計にて実用化可能であることを確認した。



この星に、たしかな未来を

A red arrow graphic pointing to the right, positioned below the slogan text.