

**2018年度**

**小型海洋掘削/作業システムの開発**

**海洋掘削作業船のFeasibility Study**

**報告書**

**2019年3月29日**

## 目次

1. 目的・背景	4
2. 成果概要	4
3. 海洋掘削作業船の想定作業	6
3.1 海洋油ガス田のTop Hole Drilling	6
3.2 既存海洋油ガス田の坑井Workover	6
3.3 既存海洋油ガス田の坑井廃坑 (Plug & Abandon)	7
3.4 メタンハイドレート坑井	7
3.5 CO <sub>2</sub> 海洋貯留坑井	8
4. 海洋掘削作業船のマーケット需要	9
4.1 海底仕上げ坑井数の推移	9
4.2 Top Hole Drillingのマーケット需要	10
4.3 Workoverのマーケット需要	10
4.4 P&Aのマーケット需要	11
5. 海洋掘削作業船の設計検討条件	12
5.1 対象坑井条件	12
5.2 環境外力条件	13
5.3 想定作業モード及び必要設備	14
5.4 掘削用Pipe積載能力	15
5.4.1 想定条件	15
5.4.2 掘削用Pipeの必要数量	15
5.5 Hull Tank積載能力	16
5.5.1 Fuel Oil Tank	16
5.5.2 Potable Water Tank	16
5.5.3 Mud Tank	16
5.5.4 Drill Water Tank	17
5.5.5 その他Tank	17
5.6 搭乗人員	17
6. Well Intervention Vessel実績船の調査	18
6.1 Top Hole Drilling 機能を持つWell Intervention Vessel	18
6.2 Top Hole Drilling 機能を持たないWell Intervention Vessel	19
7. 海洋掘削作業船概略仕様の検討	21
7.1 主要目(ケーススタディー用に仮設定)	21
7.2 推進性能チェック	21
7.3 DPS位置保持性能チェック	21
7.4 電力需要チェック	23
7.5 デッキレイアウト	24
7.6 Trim & Stability	24

8. 海洋掘削作業船のレイアウト検討 .....	28
9. 海洋掘削作業船の概算船価レベルの検討 .....	31

## 1. 目的・背景

大水深の海底下資源坑井のTop Hole掘削、各種Workover、廃坑 (Plug & Abandon)などの作業効率を高め、コスト低減を効果的に行うことができる小型海洋掘削作業船のコンセプト開発を進めていくため、本年度はまずFeasibility Studyを実施し、その想定作業、設計検討条件、概略仕様を検討するとともに、建造費レベルを大概算ベースで把握して、開発コンセプトの有効性を評価した。

本開発は、日本財団殿がスコットランド開発庁と連携して実施している「海洋開発にかかる日本-スコットランド連携技術開発助成」のもとで、日本海洋掘削(株) (JDC)、Enovate Systems Limitedと連携して実施中であり、本報告書は、2018年度にJDCと連携して実施したFeasibility Studyの結果をとりまとめたものである。

wqp

## 2. 成果概要

- 1) 開発対象とする海洋掘削作業船の想定作業を整理し、以下の作業を効果的且つ経済的に実施できる小型掘削/作業システムのコンセプト開発を進めることとした。
  - 海洋油ガス田のTop Hole Drilling
  - 既存海洋油ガス田の坑井Workover
  - 既存海洋油ガス田の坑井Plug & Abandonment
  - メタンハイドレート坑井の各種作業(掘削・仕上げ・生産試験・坑井保守・廃坑)
  - CO<sub>2</sub>海洋貯留用坑井の各種作業(掘削・仕上げ・坑井保守・廃坑)
- 2) 海洋掘削作業船のマーケット需要を調査し、以下の知見が得られた。
  - 油ガス田の開発には低コスト化が求められ、小型掘削作業船によるTop Hole Drillingが近年注目されている。ライザーレスで泥水循環するRMR (Riserless Mud Recovery) と呼ばれるシステム(堀屑回収も可能)が実用化され、そういう面でも注目されている。
  - 海底仕上げ坑井数が増加しており、2018年終了時点で8,000に近い海底仕上坑井が世界に存在することから、今後、海洋油ガス田のWorkoverやP&Aの需要が高まっていくことは確実
  - 2014時点で年間6,000 vessel days (Well Intervention Vessel 30隻)を上回る稼働需要が存在
  - 北海油田でP&Aを要する坑井が急増し、ノルウェーで今後40年に約1200件、イギリスで今後15年に約4,600件の廃坑が見込まれている。アジアでも海底仕上げ坑井がいずれ老朽化して、現在の北海と同様にP&Aの需要が高まると予想される。P&Aには低コスト化が求められ、Intervention VesselによるP&Aのコスト低減への期待が高まっている。
- 3) 2019年度に実施するコンセプト設計の準備として、対象坑井条件、環境外力条件、想定作業モード及び必要設備、船の積載能力、搭乗人員といった設計検討条件を具体的に検討して固めた。
- 4) 現在世界で運用されている Well Intervention Vessel 実績船を調査し、以下の知見が得られた。
  - Top Hole Drilling機能を持つ主な船には、Norshore社のNorshore Atlantic、Helix Well Ops社のSIEM Helix 1, 2、ugro社のFugro Synergyがある。
  - Top Hole Drilling機能のない主な船には、Island Offshore 社のIsland Frontier、Island Constructor、Island Wellserver、Island Intervention、AKOFS Offshore 社のAKFOS Seafarer (旧称Skandi Aker) や、DOF Subsea社のSkandi Constructorがある。

- 上記のうち、Top Hole DrillingにおけるCasing設置にも対応できる吊上げ能力(300MT以上)のDeck Towerを搭載したものは以下の3隻だけである。
    - ◆ Norshore Atlantic   Loa 115.4m   B 28.0m   d 7.1m
    - ◆ SIEM Helix 1 (& 2)   Loa 158.0m   B 31.0m   d 8.5m
    - ◆ AKFOS Seafarer   Loa 156.9m   B 27.0m   d 6.5m
  - Well Stimulation(坑井刺激法)に特化した専用小型作業船も存在するが、これらはSupply Boat にStimulation 用設備を搭載した形の作業船であり、本開発対象船と範疇が異なる。
- 5) 実績船の要目を参考に、2種類の船体主要目を仮設定して、船体性能(推進性能、DPS 位置保持性能、電力需要、Trim Stability)のラフチェック、デッキレイアウトやDPS Segregationの検討、設備仕様の調査(掘削設備、サブシー設備、Third Party 機器設備)を実施したこれにより2019年度に実施するコンセプト設計の成立性が確認され、検討条件が明確になった
  - 6) 2019年度に実施するコンセプト設計の準備として、仮設定した船体主要目にもとづいた船体レイアウトイメージを具体的に検討した。これにより船内レイアウトの要件が把握できた。
  - 7) 仮設定した船体主要目にもとづき、建造船価レベルを概算検討し、想定する船体主要目の海洋掘削作業船が船価的にも魅力あるレベルにあることを確認できた。

### 3. 海洋掘削作業船の想定作業

近年の油価低迷により新たな大規模海洋油ガス田の開発は手控えられ、これに代わって、油ガス田の低コスト開発や既存海洋油ガス田の生産性向上による生産量の維持・拡大(EOR)に向けた動きが広がっており、海洋事業環境に世界的な構造変化が起きている。また、環境保全意識の高まりを背景に、生産量が低下した海洋油ガス田を放置せず、廃坑処理で油ガスの漏洩を確実に防止するよう法規制が強化され、低コストでの廃坑の需要が高まってきている。一方、日本では、政府が主導する海洋基本計画のもとで、メタンハイドレートなどの海底資源開発や、地球温暖化防止のためのCO<sub>2</sub>海洋貯留に向けた技術開発の動きが進展しつつあり、これら開発に必要となる坑井作業を効率的且つ経済的に実施できる海洋作業システムの需要が出てきている。

そこで、本開発では下記をターゲットに、作業を効果的且つ経済的に実施できる小型掘削/作業システムのコンセプト開発を進める。

- 1) 油ガス田の低コスト開発のためのTop Hole Drilling
- 2) 海底生産設備を有する既存海洋油ガス田の生産性向上のための坑井Workover
- 3) 海底生産設備を有する既存海洋油ガス田の坑井廃坑 (Plug & Abandonment)
- 4) メタンハイドレート坑井の掘削・仕上げ・生産試験・坑井保守・廃坑
- 5) CO<sub>2</sub>海洋貯留用坑井の掘削・仕上げ・坑井保守・廃坑

#### 3.1 海洋油ガス田のTop Hole Drilling

Top Holeとは坑井のTop Sectionのことで、坑井全体を支える基礎構造であると同時に、坑口に重量物であるSubsea BOPやSubsea Treeを設置するための基礎構造でもある。その掘削はBOP設置前のライザーレス掘削で、掘削深度は油ガスの貯留層に達しない海底下数百m程度までである。

Top Hole Drillingは海底に降下する資機材が軽量で、大規模な掘削設備は不要であるし、掘削資機材を搭載するためのデッキロード、デッキエリアも小さいので、小規模な掘削作業船でも対応できる。

大水深の大規模油ガス田では傭船料(Day Rate)の高いDrillshipやセミサブリグを用いて、Top Hole Drillingを含む坑井掘削が行われてきたが、油ガス田の開発費低減が求められるようになってきており、Top Hole Drillingを小規模掘削作業船が担当し、その後貯留層までの掘削・仕上げをDrillshipやセミサブリグが実施するように役割分担することで効率的で低コストな掘削ができると近年注目されている。

#### 3.2 既存海洋油ガス田の坑井Workover

既存の生産坑井にアクセスして改修作業(Workover)を行うもので、以下のような作業がある。

- 坑井内のモニタリング
- 坑井内に沈殿物やスケールが付着して流れが悪くなっている箇所を洗い流す。
- 坑井内の劣化部材などを吊り上げて回収したり交換・追加する。
- 坑井の生産量を増やすため、貯留層に薬剤を注入する。
- 海底設備(Subsea Tree)を撤去・交換する。

このような作業は通常のDrillshipやセミサブリグでも行うことはできるが、掘削作業を行うわけではないので能力が過剰で傭船料も高く効率が悪い。このためWorkover (Well Interventionとも言う) に特化し

た専用小型Workboatの需要が近年増えてきている。

通常の掘削船で坑井にアクセスする場合、掘削用のDrill Pipeをネジ接続して数百本繋ぎ合わせて降ろし、ネジを外しながら回収するため、Pipeの揚降作業に長時間を要する。専用小型WorkboatではWinchを使ってWirelineやCoiled Tubingを坑井に降ろして作業するため、Drill Pipeを使う場合に比べて設備がコンパクトで済み、作業期間も大幅に短縮できる。

### 3.3 既存海洋油ガス田の坑井廃坑 (Plug & Abandon)

Plug & Abandonment (P&A)とは、坑井が衰退して生産量が低下し、商業生産が継続できなくなった時、或いは何らかのトラブルで坑井が破壊され、改修できなくなった時に坑井を捨てること。廃坑ともいう。廃坑作業は極めて重要な作業で、多くの国で廃坑にあたって関係機関の認可を必要とし、その方法についても様々な基準を定めている。2010年のメキシコ湾におけるMacondo事故や2012年の北海におけるElgin G4事故を契機に廃坑作業の規則が強化されている。

海洋石油ガスの開発は1970年代頃から発展してきており、初期に掘削された井戸や設置された設備の多くは寿命を迎えている。生産井は浅い海域では固定式プラットフォームとセットで運用されるが、大水深では、海底に坑口装置(Subsea Wellhead)を設け、パイプラインで陸上・洋上の別のプラットフォームに接続するものが増えてきている。これらの撤去(Decommissioning)は今後増加することが予想され、P&Aの需要も増えるのは確実である。

P&Aの手順は坑井によって様々だが、Oil & Gas UKによると下記段階に分類される。

Phase 0: P&Aの前に坑井の状態を調べ、Killし、Mechanical Plugを設置する。

Phase1: 生産もしくは圧入のための貯留層を恒久的に遮断する。

Phase2: 貯留層より上の坑井内で流体が透過して流れる可能性のある区間を恒久的に遮断する。

Phase3: WellheadやConductor Pipeを撤去し、坑井内に二度とアクセスできなくする。

### 3.4 メタンハイドレート坑井

メタンハイドレートが存在できるのは50気圧下で6°C以下の低温高圧の環境であるので、概ね水深500m以深となる。一方、海底下あまり深いところは地層温度が上昇するため、せいぜい海底下数百m程度までとなる。すなわち、海底面から比較的浅い領域に一定の厚さと広がりをもって分布していると考えられている。

一方、メタンハイドレートのガス生産手法として想定されている減圧法は、1本の坑井でカバーできる領域が限定され、多くの坑井を順次掘削しながら開発・生産を進めていく方法が想定されている。このため、1本の坑井をできるだけ効率的に低コスト・短期間で掘削することが求められる。

Drillshipやセミサブリグを用いてDrilling RiserとBOPを用いて掘削を行う場合、高価な大水深高圧貯留層対応Drilling RiserとBOPを使用することになり、メタンハイドレート坑井の掘削には過剰であるし、Riser及びBOPの降下・揚収に時間がかかるため、より低コストで作業を行う方式が求められている。

### 3.5 CO<sub>2</sub>海洋貯留坑井

CCS (Carbon Capture & Storage)は地球温暖化対策として注目されているが、Oil & Gasの業界では古くから貯留層にCO<sub>2</sub>や水を圧入して石油の生産量を増やす増進回収技術(EOR: Enhanced Oil Recovery)として活用されている。日本ではEORの対象となる油田がないので、単純なCO<sub>2</sub>圧入だけの坑井を対象とする開発が進められているが、CO<sub>2</sub>-EORにおける掘削技術とその課題も参考にできる。

CCSには、深部塩水帯水層の大容量領域に超臨界状態のCO<sub>2</sub>を圧入する大規模集中型CCS (年間貯留量10万~100万t)とCO<sub>2</sub>排出源近傍の浅部帯水層に溶解して貯留する分散型CCS (年間貯留量10万t以下)の2つの方法が考えられている。本開発では実証実績のある集中型CCS井を想定する。

集中型CCS適地は下記の条件を満足する必要がある。

- CO<sub>2</sub>を貯留するのに十分な浸透性の高い隙間の多い貯留層があること。
- 貯留層の上に広く貯留層を覆う遮蔽性の高い岩石層(Cap Rock)があること。
- 貯留層はCO<sub>2</sub>が超臨界状態となる深度800m以深であること。
- CO<sub>2</sub>漏洩経路となり得る活断層が発達していな安定した地層であること。

比較的沿岸に近い海域となるので、水深は1,000m以下を想定する。海底下深度は一概には言えないが、苫小牧CCS実証事業の例では、萌別層砂岩層が海底深度1,200m、滝ノ上層T1部層が海底下深度3,000mである。環境省のCCS検討ではCO<sub>2</sub>を液化し昇温・昇圧して圧入することが想定されている。貯留層に達するまでにCO<sub>2</sub>の温度も上昇し、超臨界状態になると考えられる。

大規模貯留層へのCO<sub>2</sub>圧入には、多くの坑井を掘削して同時並行的に圧入を進める必要があり、多数の坑井が必要となる。これらのCO<sub>2</sub>圧入坑井を効率的且つ低コストで行える方式が求められる。

また、CO<sub>2</sub>は乾燥状態では腐食性のない不活性ガスだが、湿潤環境では水に溶けやすく弱酸性となり、金属表面の保護被膜の形成を阻害するため腐食性を持つ。高温・高圧の超臨界状態では腐食性が活性化する。従い、CO<sub>2</sub>坑井用のTubingなどは一定期間の運用で腐食した場合に新しいものへの交換が必要であり、この種のHard Workover作業を効率的且つ低コストで行える方式が求められる。

#### 4. 海洋掘削作業船のマーケット需要

小規模油ガス田の低コスト開発や既存海洋油ガス田の生産性向上による生産量の維持・拡大(EOR)に向けた動きが広がっている。また、環境保全意識の高まりを背景に、生産量が低下した海洋油ガス田の低コストでの廃坑需要が高まってきている。本章では、海底仕上げによる海洋油ガス田開発の推移と、各作業モードのマーケット需要を整理して記載する。

##### 4.1 海底仕上げ坑井数の推移

図4.1.1 に世界の海底仕上げ坑井数の推移を示す。2010-2014にかけて年間約500件の新規坑井が海底仕上げされており、Workoverや将来的なP&Aの対象となる坑井が増加していることが分かる。2014以降は油価の低迷に伴って新規仕上げ坑井数は減少したが、それでも毎年200件程度のペースで坑井数が増加しており、2018年終了時点で8,000坑井に近い海底仕上坑井が世界に存在している。

アジアで見ても、毎年50坑井程度のペースで海底仕上坑井が増加しており、2018年終了時点で500坑井に近い海底仕上坑井がアジアにも存在していると思われる。

このことから、今後、海洋油ガス田のWorkoverやP&Aの需要が高まっていくことは確実と言える。

図 4.1.1 年別海底仕上実施坑井の数

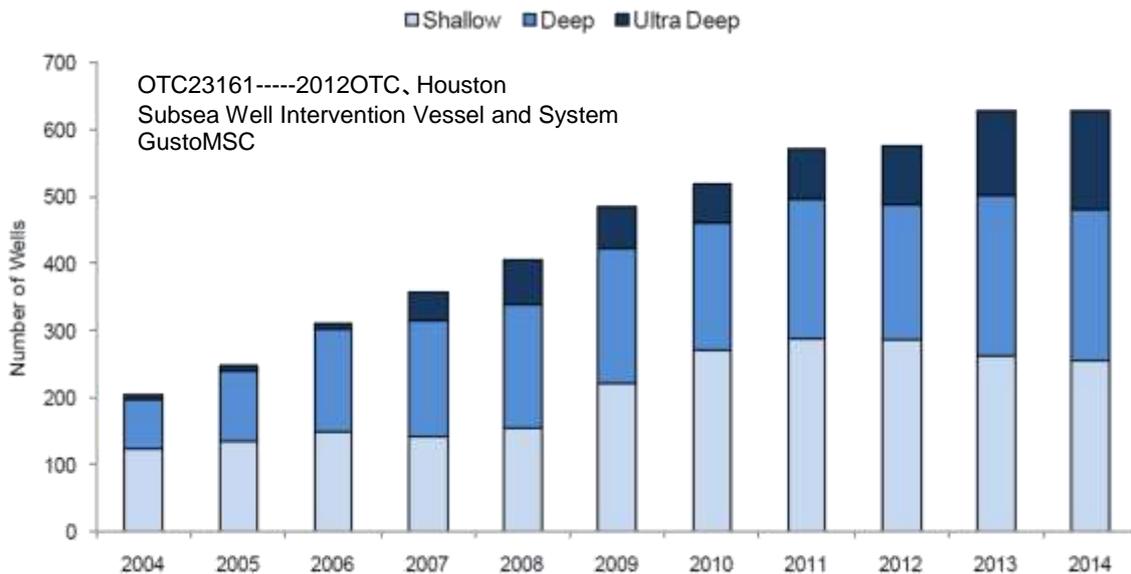


Fig. 1-1 Number of Subsea Wells brought On-stream by water depth 2004-2014. (Source: Infield Systems Ltd.)

## 4.2 Top Hole Drillingのマーケット需要

3.1で述べたように、油ガス田の開発において開発費を抑えることが求められるようになってきているが、Top Hole Drillingを小型掘削作業船が担当することで開発費を低減できることから、小型掘削作業船によるTop Hole Drillingが近年注目されるようになってきている。

また、Top Hole Drillingは従来ライザーを使わずに海水を用いた素掘りで行われてきたが、ライザーレスで泥水循環できるRMR (Riserless Mud Recovery) と呼ばれるシステムが実用化され、これにより坑内圧力を制御して掘削効率を高めると同時に掘屑回収もできるようになり、そういう面でも注目されている。

## 4.3 Workoverのマーケット需要

図4.3.1 に世界のWell Intervention Vessel需要の推移を示す。4.1で述べた海底仕上げ坑井数の増加に伴って、Workoverの需要が着実に拡大してきていることが分かる。2014時点での需要は年間6,000 vessel daysを上回るようになってきており、仮にWell Intervention Vesselの稼働日数を年間200日とすると、世界で30隻レベルの稼働需要が存在することになる。

図 4.3.1 Well Intervention Vessel の想定需要

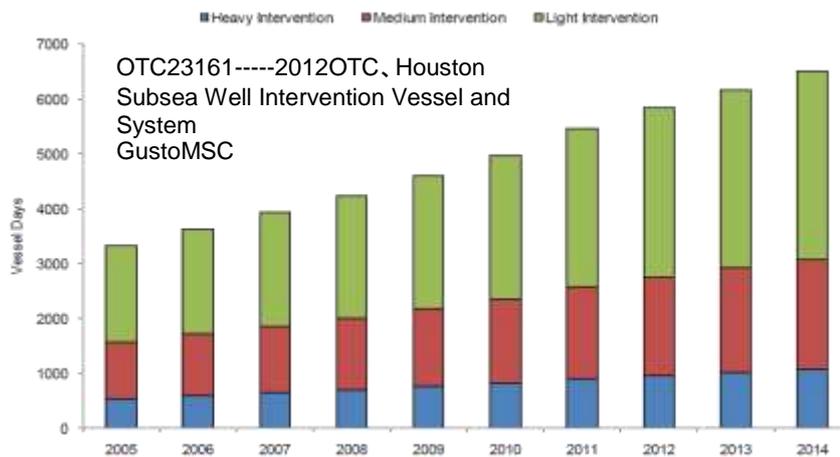


Fig. 1-6 Global Intervention Demand by Vessel Days 2005 -2014. (Source: Infield Systems Ltd.)

Well Interventionを従来の掘削リグで行う場合に比べ、Riserless Well Intervention Vessel (RLWI) を使うことで作業費を大幅に低減できる (図4.3.2 参照) ことから、RLWIの需要が高まっている。

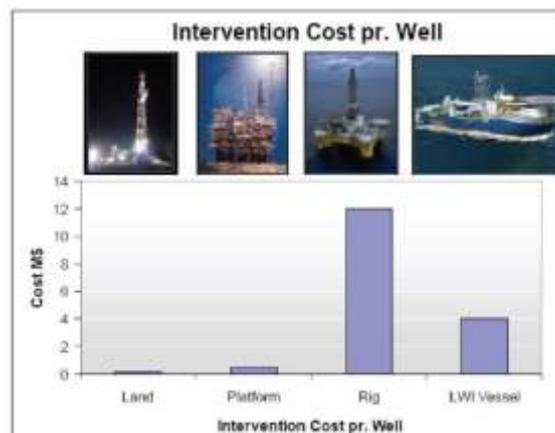


図 4.3.2 坑井改修費用の比較 (出典:SPE-143296)

#### 4.4 P&Aのマーケット需要

近年、欧州で廃坑作業が増加する傾向にある。ノルウェーの海洋油田を見ると、今後20~30年でP&A作業を要する坑井が急増し、今後40年で約1200の坑井の廃坑が必要になると見込まれている(図4.4.1参照)。同様にイギリスの海洋でP&Aが計画されている坑井も今後15年で4,600と予測されており、P&A作業の需要が高まってきている。

アジアでも近年海底仕上げ坑井が増えてきており、いずれはこれらが老朽化して、現在の欧州と同様にP&Aの需要が高まると予想される。

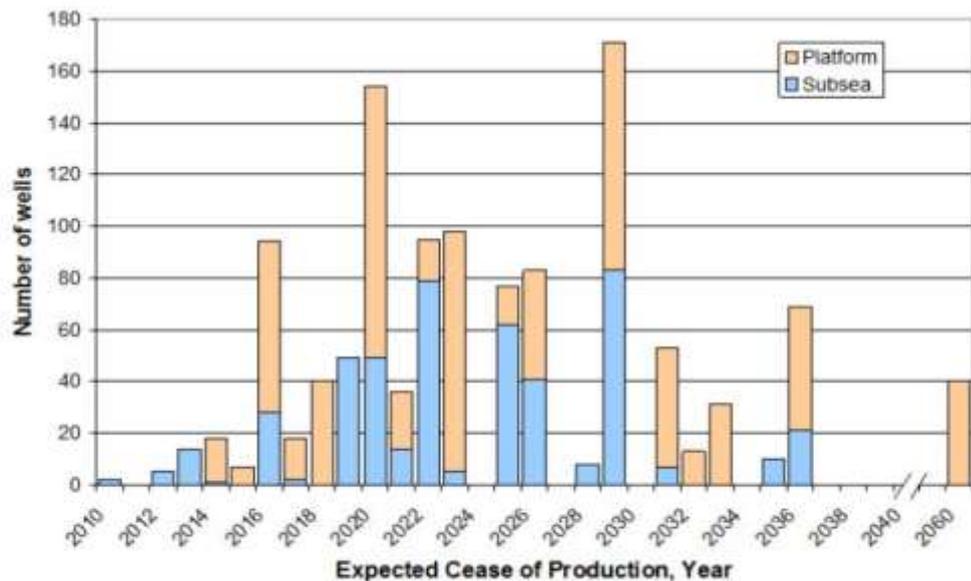


図 4.4.1 今後のノルウェーの海洋における P&A の推移  
(出典:P&A- status on regulations and technology, and identification of potential improvements)

また、P&A実施においては低コスト化の取り組みが求められており、Intervention Vesselに作業の一部を担わせることでコスト低減する(図4.4.2参照)ことへの需要が高まっている。

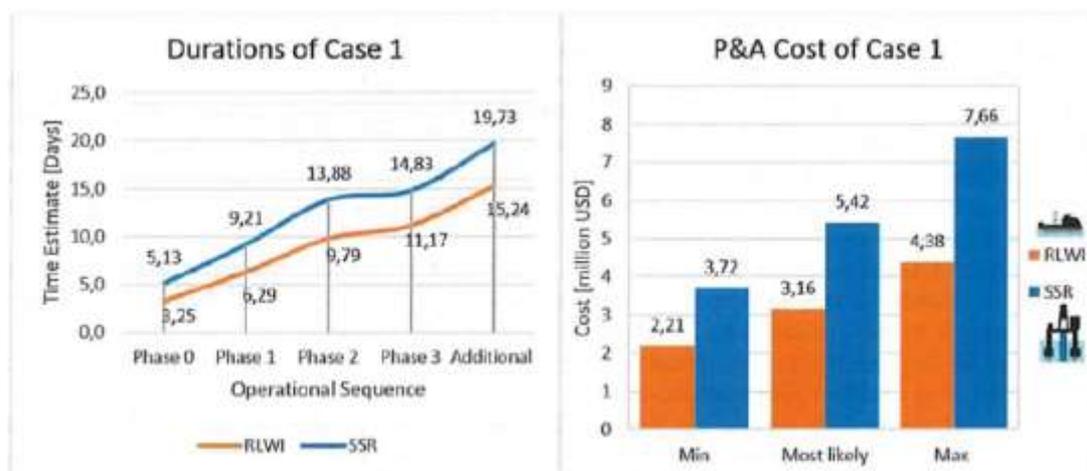


図 4.4.2 P&A 費用の比較 Semisub Rig vs RLWI (出典:SPE-191315)  
十分な坑井データのある健全坑井の P&A の場合

## 5. 海洋掘削作業船の設計検討条件

本開発では、2019年度に海洋掘削作業船のコンセプト設計を実施し、その成果品を船級協会に提出してコンセプト承認（AIP）を取得する予定で進めている。本章では、2019年度のコンセプト設計を進めるための検討条件について、検討した結果を整理して記載する。

### 5.1 対象坑井条件

前述のとおり、本開発で対象とする坑井には以下のものがある。

- 1) 海洋油ガス田坑井（中小規模油ガス田のTop Hole Drilling、既存油ガス田のWorkover / P&A）
- 2) 日本近海でのメタンハイドレート生産坑井
- 3) 日本近海でのCO2海洋貯留坑井

本開発を進めるベースとして検討した対象坑井の条件を以下に示す。

	油ガス井				メタハイ 生産井	CO2 海洋貯留 坑井
	Top Hole Drilling		既存生産井			
	SW 掘削	RMR 掘削	Riserless	Riser Base		
水深	Max 3,000m	Max 400m	Max 1,500m	Max 2,000m	Max 1,500m	Max 400m
海底下掘削深度	Max 1,000m		-	-	Max 1,000m	Max 3,000m
作業モード	Drilling	●	-	-	●	●
	Well Completion	NA	-	-	●	●
	Well Test	NA	-	●	●	NA
	Light Workover	NA	●	●	●	NA
	Heavy Workover	NA	-	-	NA	●
	P&A	NA	●	●	●	●

- 油ガス井のTop Hole DrillingをRMR (Riserless Mud Recovery)の方式で実施する場合、その適用水深は、同方式の適用実績から見て特殊な開発を要しないレベル（400m）とした。
- 既存油ガス生産井のWorkoverやP&AをRiserlessで行う場合の適用水深は、同作業に用いるLubricatorの適用水深が現状1,500mまでとなっているため、これに合わせた。
- CO2海洋貯留坑井は掘削深度が深い（max 3,000m）ため、掘削やWorkover、P&Aにおいて坑内圧力制御用にRMRとSSBOP（もしくはSSID）を使用する必要がある。このため、その適用水深はRMRの適用水深（400m）に合わせた。

## 5.2 環境外力条件

本開発では、海洋掘削作業船による洋上作業はDynamic Positioning System (DPS)により位置保持して実施することを想定している。DPSの環境外力条件（風、潮流、波）について、MTSやISOが発行しているGuidelineを下表に示す。

	MTS DPS Conference, 2002 "DP Requirements for Drilling and Intervention Units" by Statoil		MTS Dynamic Positioning Committee DP Operations Guideline 2012 Part 2 Appendix 1 (MODUs)		ISO-19901-1 Metocean
	Category A Light Intervention vessel without HP riser system	Category C Intervention using drilling unit through marine riser and SSBOP	1 Year Winter Storm	10 Year Winter Storm	SE Aisia North Natuna Sea 1 Year RP
<b>Wind</b>					
Velocity	20.6m/s (40kt)	23.1m/s (45kt)	21.1m/s (41kt)	26.0m/s (50.5kt)	1 min mean 30.8m/s
Direction	+/- 30deg around head	+/- 30deg around head			
<b>Current</b>					
Velocity	0.8m/s (1.6kt)	1.0m/s (2.0kt)	0.36m/s (0.7kt)	0.44m/s (0.86kt)	1.1m/s
Direction	+/- 30deg around head	+/- 30deg around head			
<b>Wave</b>					
Hs (H1/3)	5.9m		4.9m (16ft)	6.6m (21.7ft)	5.8m
Ts					8.4s ( Tm)
Direction	+/- 30deg around head				

一方、MQJ (Mantle Quest Japan) が運用している掘削船「ちきゅう」では、通常掘削時と天候待機時で各々DPSの環境外力条件を設定(下表)してオペレーションしており、上記 Guideline よりも厳しい条件となっている。開発する海洋掘削作業船の DPS 環境外力条件はこれと同様の条件を想定する。

	ちきゅう	
	通常掘削	天候待機
<b>Wind</b>		
Velocity, 1min. Mean	23.0m/s	30.0m/s
Direction	+/- 30deg around head	+/- 30deg around head
<b>Current</b>		
Velocity	0.8m/s (1.5kt)	0.8m/s (1.5kt)
Direction	+/- 30deg around head	+/- 30deg around head
<b>Wave</b>		
Hs (H1/3)	4.5m	5.5m
Tw	Ta 8.2s	Ta 9.0s
Direction	+/- 30deg around head	+/- 30deg around head

### 5.3 想定作業モード及び必要設備

開発する海洋掘削作業船で想定する作業モードには以下のものがある。

- 1) Drilling (油ガス田の Top Hole Drilling, メタハイ坑井、CO2 海洋貯留坑井)
- 2) Well Completion (メタハイ坑井、CO2 海洋貯留坑井)
- 3) Well Test (油ガス生産井の Well Intervention 後の Test、メタハイ坑井の産出試験)
- 4) Light Workover (油ガス生産井、メタハイ坑井)
- 5) Heavy Workover (CO2 海洋貯留坑井の Tubing 交換)
- 6) Plug and Abandon (油ガス生産井、メタハイ坑井、CO2 海洋貯留坑井)

上記作業を実施するために必要となる主要設備を下表に示す。

	Drilling		Well Completion	Well Test	Light Workover	Heavy Workover	P&A
	SW	RMR					
Workover Riser	-	-	◇(*3)	◇	◇	-	◇
LWRP (WCP, EDP)	-	-	◇(*3)	◇	●	-	●
Cement Circulation Module	-	-	-	-	-	-	●
Lubricator	-	-	-	-	●	-	●
Surface Flow Tree	-	-	-	◇	-	-	-
Subsea Shut-in Device (SSID)	-	●(*4)	●(*4)	-	-	●(*4)	●(*5)
Suction Module (RMR)	-	*	*	-	-	*	* (*5)
Subsea Pump (RMR)	-	*	*	-	-	*	* (*5)
Mud Pump	●	●	●	-	●	●	●
Mud Treatment Equipment	-	●	●	-	●	●	●
Cementing Unit	*	*	*	-	-	*	*
Drawworks	●	●	●	●	-	●	●
Subsea Winch	-	-	●	-	●	-	●
Top Drive	●	●	●	-	-	●	●
Motion Compensator	●	●	●	●	●	●	●
Riser Tensioner	-	-	●(*3)	●(*3)	●	-	●
Subsea Crane	-	-	●(*7)	-	-	-	-
ESP(MH 井)	-	-	◇(設置) (*3)	◇(*3)	-	-	回収
X-mas Tree	-	-	◇(設置)	◇	◇	◇	回収
Well Test Facility	-	-	-	◇	-	-	-
Coiled Tubing	-	-	-	-	*	-	*
Wire Line Unit	-	-	*	-	*	*	*
ROV	*	*	*	*	*	*	*

● : Wrokboat 保有設備    \* : Third Party 持込設備    ◇ : 客先手配設備

- (\*3) メタハイ生産試験では、Workover Riser、LWRPと一緒に ESP(Electric Submersible Pump)と Tubing を降ろし、坑内に設置して産出試験が実施された。一方、メタハイ生産井では、Riserless で生産用 Tubing と Xmas Tree を設置する。
- (\*4) SSID は CO2 海洋貯留坑井の掘削、仕上げ、Tubing 交換、P&A の作業に必要な
- (\*5) 油ガス井と CO2 海洋貯留坑井の廃坑作業には SSID と RMR 設備が必要
- (\*6) CCS 圧入井の Well Completion では、Xmas Tree として Horizontal Tree type を想定し、Xmas Tree の上に SSID と RMR を設置して Tubing を設置する。
- (\*7) メタハイ開発等で、減圧用の Subsea Separator や Subsea Pump 等の重量物を海底に設置するために、AHC (Active Heave Compensator)付の Subsea Crane 設備が必要

## 5.4 掘削用Pipe積載能力

CO2海洋貯留坑井の掘削作業に必要な掘削Pipeの数量を検討し、それをもとに、Main Deckに確保する必要のあるPipe Rack 数を検討した。

### 5.4.1 想定条件

- Drill Pipeの船上搭載量は、油ガス田のTop Hole Drillingにおいて最も多くなり、水深3,00m、海底下掘削1,000m、合計4,000mのDrill Pile (DP) 及びDrill Collar (DC) が必要となる。
- Casing Pipe (CSG) は、CO2海洋貯留坑井(海底下掘削深度3,000m)の掘削において最も多くなり、下記のCasing Programのもとで、Step by Stepで船上搭載する想定とする。
  - Step 1 海底下掘削深度 420m Hole Size 36”, CSG Size 30”
  - Step 2 海底下掘削深度 1,000m Hole Size 26”, CSG Size 20”
  - Step 3 海底下掘削深度 2,000m Hole Size 17.5”, CSG Size 13-3/8”
  - Step 4 海底下掘削深度 3,000m Hole Size 12.25”, CSG Size 9-5/8”
- DP, DC, CSGの1 jointの長さは45’とする。

### 5.4.2 掘削用Pipeの必要数量

Drill Pipe (DP, DC)

	Joint Length	Number of Joint	Total Length		Weight
	ft		ft	m	mton
5-1/2” DP	45	274	12,330	3,758	138
6-3/4” DC	45	18	810	247	40
	total	292	13,140	4,005	178

Casing (CSG) Schedule

	Joint Length	Number of Joint	Total Length		Weight
	ft		ft	m	mton
Drilling Step 1					
30” CSG	45	31	1,395	425	238
Drilling Step 2					
20” CSG	45	73	3,285	1,001	192
Drilling Step 3					
13-3/8” CSG	45	155	6,975	2,126	224
Drilling Step 4					
9-5/8” CSG	45	219	9,855	3,004	252

## 5.5 Hull Tank積載能力

Workboat Hull内の各種Storage Tankに積載する必要量を検討した。

### 5.5.1 Fuel Oil Tank

航走時と洋上作業時の各々について燃料消費量を検討した。燃料はA重油を想定。

#### 1) 航走時

- 日本～インド間（約5,500海里）を無補給で航走する場合を想定
- 平均船速を15ktとして、所要航海期間はマージン3日を入れて19日間
- 航海中は船尾の推進機（4MW x 2）を90%出力（計7.2MW）で運航すると想定
- 上記に加え、Ship Service Load（補機運転、通風空調、照明等）として5.6MWを想定
- 発電機エンジンの燃料消費量を185g/kWhとすると、航海中の燃料消費量は1,080t
- A重油の比重を0.85として、燃料1,270m<sup>3</sup>が必要

#### 2) 洋上作業時

- DPSを使い、洋上で海洋掘削やWorkover, P&Aなどの作業を行う場合を想定
- 洋上での燃料補給回数を抑えるため、無補給でも30日間作業を行う想定
- 洋上作業期間中は発電機（4MW）4台を平均60%出力（計9.6MW）で運転と想定
- 燃料消費量を185g/kWhとすると、30日間の洋上作業中の燃料消費量は1,280t
- A重油の比重を0.85として、燃料1,500m<sup>3</sup>が必要

### 5.5.2 Potable Water Tank

洋上作業時のPotable Water消費量を検討した。

- 洋上で海洋掘削やWorkover, P&Aなどの作業を行う場合を想定
- 洋上での補給回数を抑えるため、無補給でも30日間作業を行う想定
- 洋上作業の搭乗人員は130pを想定
- 一人一日当たりの平均清水消費量（飲料水、シャワー、Basin他）を、掘削リグでの実績をもとに250litterとすると、30日間の洋上作業中の清水消費量は975m<sup>3</sup>となる
- 本船には造水装置を搭載するものとし、上記清水消費量の半分を造水装置で賄うとすると、燃料タンク積載能力としては500m<sup>3</sup>程度必要

### 5.5.3 Mud Tank

洋上掘削作業時の泥水所要量を検討した。

- 掘削用泥水量は、RMR（Riserless Mud Recovery）を用いたCO<sub>2</sub>海洋貯留坑井（海底下掘削深度3,000m）の掘削時に最も多くなり、下記のとおりStep by Stepで実施する想定とする。
  - Step 1 海底下掘削深度 420m Hole Size 36", CSG Size 30"
  - Step 2 海底下掘削深度 1,000m Hole Size 26", CSG Size 20"
  - Step 3 海底下掘削深度 2,000m Hole Size 17.5", CSG Size 13-3/8"
  - Step 4 海底下掘削深度 3,000m Hole Size 12.25", CSG Size 9-5/8"

- 掘削用泥水量は、Step 1が完了し、Step 2の掘削時に最大となる。その際の使用泥水量は以下のとおり約380m<sup>3</sup>。従い、Mud Pitの泥水積載量として400m<sup>3</sup>程度が必要となる。

	ID (inch)	Length (m)	Mud Volume (m <sup>3</sup> )
Inside DP	4.8	400	5
Inside Mud Return Hose	4.8	500	6
Inside 30" CSG	28.0	420	167
Inside 26" Hole	26.0	580	199
		total	376

- なお、上記掘削はWater Base Mudで行い、Oil Base Mudは使用しない想定とした。
- 一方、メタンハイドレート坑井の海洋産出試験では、坑井内から日量500m<sup>3</sup>程度の坑廃水が出てくる場合が考えられ、それをタンカーで陸上に輸送するまでに一旦Workboatのタンクに溜めておく必要がある。従い、上記Workboatには上記Mud Pitに加えMud Storage Tankを設け、2日分程度の坑排水（1,000m<sup>3</sup>）を貯蔵できる想定とする。

#### 5.5.4 Drill Water Tank

上記の使用泥水（400m<sup>3</sup>）用のDrill Waterや調泥時の追加分を無補給で行えるよう、Drill Water Tankの積載能力は使用泥水量の1.5～2倍の600m<sup>3</sup>～800m<sup>3</sup>程度を確保するものとする。

#### 5.5.5 その他Tank

掘削作業用として、WorkboatのHull内に5.5.1-5.5.4のTank以外に下記Tankを設ける。

- Brine Tank（minimum 200m<sup>3</sup>）
- Methanol Tank（minimum 100m<sup>3</sup>）

### 5.6 搭乗人員

海洋掘削作業船には以下の人員（合計130名）が搭乗できる居住設備を設けることを想定している。

- 1) 洋上作業の監督管理者（Operator） 8名
- 2) 海洋掘削作業船の運航人員 65名
- 3) 洋上作業に必要なThird Party人員 14～37名
- 4) Cateringの人員 14名
- 5) その他（Workboat設備Maker保守要員他） 14～37名

## 6. Well Intervention Vessel実績船の調査

海洋石油ガス田開発は、当初固定式の掘削・生産設備を構築して実施されていたが、1980年代中頃から海底仕上げが行われるようになり、現在では5,000を越える海底仕上げ坑井が世界に存在する。海底仕上げ坑井に対する各種Intervention作業には、その費用を低く抑えるため、Day Rateの高額な海洋掘削リグに代わり、Multi Purpose Vessel(多目的作業船)やMulti Support Vessel(各種サポート作業船)又は、Intervention Vesselと称される小型作業船が使用されるようになってきている。

なお、Light Well Interventionに分類されるStimulation作業(坑井刺激法)に特化した専用小型作業船も存在するが、これらはSupply BoatにStimulation用設備を搭載した形の作業船であるため、本開発の対象とするMulti Purpose Vessel(多目的作業船)の範疇には含めないこととする。

本章では、Well Interventionを含む洋上作業用に世界で運用されている多目的作業船をTop Hole Drilling機能を持つものと持たないものに分類し、各々調査した結果を下記に整理して示す。また、調査した多目的作業船実績船の要目を比較して表6.1.1に示す。

### 6.1 Top Hole Drilling 機能を持つWell Intervention Vessel

現在世界で運用されている多目的作業船でTop Hole Drillingの機能を持つ主な船としては、Norshore社、Helix Well Ops社、Fugro社の所有するものがある。

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1) Norshore社運用船       | Norshore Atlantic (この他にNorshore Pacificを建造中) |
| 2) Helix Well Ops社運航船 | SIEM Helix 1, SIEM Helix 2                   |
| 3) Fugro社所有船          | Fugro Synergy                                |



Norshore Atlantic  
出典:Norshore社カタログ



SIEM Helix 1, SIEM Helix 2  
出典: Helix社カタログ



Fugro Synergy 出典: Fugro社カタログ

## 6.2 Top Hole Drilling 機能を持たない Well Intervention Vessel

現在世界で運用されている Well Intervention Vessel では、Top Hole Drilling の機能 持たないを船の方が一般的で、Island Offshore 社や AKOFS Offshore 社、DOF Subsea 社が運航しているものがある。

- 1) Island Offshore社運航船      Island Frontier, Island Constructor, Island Wellserver,  
Island Intervention
- 2) AKFOS社運航船              AKFOS Seafarer
- 3) DOF Subsea社運航船        Skandi Constructor



Island Frontier (出典: Island Offshore 社カタログ)



Island Constructor (出典: Island Offshore 社カタログ)



Island Wellserver (出典: Island Offshore 社カタログ)



Island Intervention (出典: Island Offshore 社カタログ)



AKOFS Seafarer (出典: AKOFS 社カタログ)



Skandi Constructor (出典: DOF Subsea 社カタログ)

表 6.1.1 多目的作業船(Well Intervention Vessel)の実績船要目一覧

Vessel Name	Norshore Atlantic	SIEM Helix 1/2	Fugro Synergy	Island Frontier	Island Constructor	Island Wellserver	Island Intervention	AKOFS Seafarer	Scandi Constructor
GENERAL									
Year Built	2014	2016	2009	2004	2008	2008	2011	2010	2009
Classification	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV	DNV
Maximum Water Depth	2,500 m	3,000 m					2,500 m	2,500 m	1,500m
Maximum Drilling Depth									
DPS Class	DP3	DP3	DP2	DP3	DP3	DP3	DP3	DP3	DP3
Vessel Speed	14.0 kt						15.3 kt	18.0 kt	11.3kt
DIMENSIONS									
Length oa	115.4 m	158.0 m		106.2 m	120.2 m	116.0 m	120.2 m	156.9 m	120.0 m
Length bp	107.9 m						112.3 m	137.7 m	112.3 m
Bredth oa	28.0 m	31.0 m		21.0 m	25.0 m	25.0 m	25.0 m	27.0 m	25.0 m
Depth	9.0 m					11.7 m	10.0 m	12.0 m	10.0 m
Draft	7.1 m	8.5 m		max.8.7m	max.7.9m	max.8.7m	8.0 m	6.5 m	7.9 m
Moon Pool	7.2m x 7.2m	8.0m x 8.0m	7.2m x 7.2m	7.0m x 7.15m	8.0m x 8.0m	7.8m x 7.8m	8.0m x 8.0m	7.2m x 7.2m	8.0m x 8.0m
STORAGE CAPACITY									
Fuel Oil	1,355 m <sup>3</sup>						2,200 m <sup>3</sup>	2,300 m <sup>3</sup>	
Potable Water	202 m <sup>3</sup>						990 m <sup>3</sup>		
Drill Water	598 m <sup>3</sup>						3,150 m <sup>3</sup>	1,000 m <sup>3</sup>	
Ballast Water	4,360 m <sup>3</sup>	6,000 m <sup>3</sup>					6,840 m <sup>3</sup>	8,900 m <sup>3</sup>	
Liquid Mud	1,150 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	306 m <sup>3</sup>		509 m <sup>3</sup>		509 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>
Bulk Mud	140 m <sup>3</sup>	35 m <sup>3</sup>	150 m <sup>3</sup>					45 m <sup>3</sup>	
Bulk Cement	154 m <sup>3</sup>	35 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>						
Accommodation POB	98	150	84	72	90	97	100	140	100
WELL INTERVENTION SYSTEM									
Tower	NOV 450MT, Lifting Height 27m	Huisman MPT 820MT	150MT	NOV 70MT	NOV 100MT	NOV 100MT	150MT, 32.3m high	450MT, 42m high Lifting Height 34m	115MT
Topdrive	NOV HPS 500ST	n/a	NOV TDS250				n/a	n/a	
Drawworks							AHC, 140MT	AHC, 450MT	
Iron Roughneck	NOV ARN200								
Rotary Table	49.5", Splitable, false								
Mud Pump	3 x 1600hp, 5000psi	2 x 5000psi	3 x Wirth TPK800		1set		1set	3 x 2,280hp, 5000psi	2 x 75m <sup>3</sup> /h
Subsea Crane	AHC Knuckle Boom 140MT @2500mSW	AHC Knuckle Boom, 250MT @ 3000mSW Knuckle Boom, 60MT					AHC Knucle Boom, 140MT @ 2,500mSW	AHC Knucle Boom 400MT @ 2700mSW AHC Knucle Boom, 100MT @ 2700mSW	AHC Knucle Boom 140MT @ 2250mSW
ROV SYSTEM									
ROV	ROV x 1	Work Class ROV x 2			Work Class ROV x 2	Work Class ROV x 2	Work Class ROV x 1	Triton XLS 150 Work Class ROV x 2	Work Class ROV x 2
POWER & PROPULSION									
Main Generator	6 sets 14.4MW in total	26.4MW in total					4sets, 13.82MW in total	6 x3.2MW, 19.2MW in total	13.8MW in total
Emergency Generator	1 x 500kW							1 x MTU engine	
Fixed Propulsion	2 x 3.0MW	2 x 6.0MW, CPP					2 x 3.5MW	1 x 4.0MW	2 x 3.5MW
Tunnel Thruster	Bow 2 x 1.5MW Aft 1 x 660kW	Bow 2 x 2.2MW Aft 3 x 3.0MW						2 x 1.9MW	2 x 1.92MW
Azimuth Thruster	1 x 1.5MW	2 x 2.0MW, Retractable					2 sets	1 x 1.5MW, 2 x 3.0MW	2 x 1.8MW

## 7. 海洋掘削作業船概略仕様の検討

6章で調査した多目的作業船（Well Intervention Vessel）実績船のうち、Top Hole Drilling（CSG設置を含む）に必要な吊上げ能力（300MT以上）のDeck Towerを搭載したものは以下のとおり。

- Norshore Atlantic           Loa 115.4m   B 28.0m   d 7.1m
- SIEM Helix 1 & 2           Loa 158.0m   B 31.0m   d 8.5m
- AKFFS Seafarer           Loa 156.9m   B 27.0m   d 6.5m

本開発で海洋掘削作業船のコンセプト設計を2019年度に実施するための準備として、上記実績船の要目を参考に、ケーススタディー用として2つの船体サイズの主要目を仮設定した。

Case 1	Loa 120.0m	B 24.0m	d 7.0m
Case 2	Loa 140.0m	B 28.0m	d 7.0m

### 7.1 主要目（ケーススタディー用に仮設定）

上記Case 1、Case 2について仮設定した主要目を実績船の主要目と比較して表7.1.1に示す。

### 7.2 推進性能チェック

上記Case 1、Case 2について仮設定した主要目をもとに、15ktの航海速力を出すために必要な推進力を検討した。15ktの航海速力に必要な推進力を概略検討した結果として、仮設定したPropulsion推進機的能力（Case 1で3.5MW x 2、Case 2で4.0MW x 2）には余裕があると思われる。なお、同Propulsion推進機はDPSでも使用され、その能力はDPS位置保持性能の方で決まる。

### 7.3 DPS位置保持性能チェック

上記Case 1、Case 2について仮設定した主要目をもとに、DPSによる位置保持時に船体を受ける環境外力を下記2種類の環境外力条件について推定し、DPSの位置保持性能を概略検討した。

- 通常掘削時（風速23.0m/s、潮流0.8m/s、有義波高4.5m）
- 天候待機時（風速30.0m/s、潮流0.8m/s、有義波高5.5m）

検討した結果として、Case 1、Case 2で仮設定したスラスター要目であれば、5.2に示す環境外力条件のもとでの位置保持能力には十分な余裕があると思われる。

表 7.1.1 海洋掘削作業船の主要目（ケーススタディー用に仮設定）

	CASE 1	CASE 2	Norshore Atlantic	SIEM Helix 1 & 2	AKOFS Seafarer)
<b>GENERAL</b>					
Maximum Water Depth	3,000m		2,500 m	3,000 m	2,500 m
Vessel Speed	15kt		14.0 kt		14.0 kt
DPS Class	DP3		DP3	DP3	DP3
Helideck	S92		S92		S92
POB	100	130	98	150	140
<b>DIMENSIONS</b>					
Length oa	120.0m	140.0m	115.4 m	158.0 m	156.9 m
Length bp	108.0m	126.0m	107.9 m		137.7 m
Bredth	24.0m	28.0m	28.0 m	31.0 m	27.0 m
Depth	9.0m	9.0m	9.0 m		12.0 m
Draft	7.0m	7.0m	7.1 m	8.5 m	7.0 m
Moon Pool	8.0m x 8.0m	8.0m x 8.0m	7.2m x 7.2m	8.0m x 8.0m	7.2m x 7.2m
<b>STORAGE CAPACITY</b>					
Fuel Oil	1,570 m <sup>3</sup>	2,420 m <sup>3</sup>	1,355 m <sup>3</sup>		2,300 m <sup>3</sup>
Potable Water	520 m <sup>3</sup>	1,000 m <sup>3</sup>	202 m <sup>3</sup>		1,890 m <sup>3</sup>
Drill Water	630 m <sup>3</sup>	1,000 m <sup>3</sup>	598 m <sup>3</sup>		1,000 m <sup>3</sup>
Mud Pit	450 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	1,150 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>
Mud Storage Tank	330 m <sup>3</sup>	840 m <sup>3</sup>			
Bulk Mud/Cement	180 m <sup>3</sup>	450 m <sup>3</sup>		70 m <sup>3</sup>	
Anti-Heeling	有	有	500 m <sup>3</sup>		
<b>DRILLING EQUIPMENT</b>					
Derrick	450MT		450MT Lifting Height 27m	Huisman MPT, 820MT	450MT x 42m high Lifting Height 34m
Topdrive	450MT		NOV 450MT		NA
Drawworks / Subsea Winch	450MT				AHC, 450MT
Rotary Table	37.5"		49.5"		
Motion Compensator	有				
Riser Tensioner	4 x dual x 160kips				
Iron Roughneck	1set		NOV ARN200		
Mud Pump	2 x 1600hp		3 x 1600hp, 5000psi	2sets, 5,000psi	3 x 2,280hp, 5000psi
Mud Treatment	2-Shaker, 1-Degasser		Subcontracted		
<b>CRANAGE</b>					
Subsea Crane #1	AHC 250MTx12m @1500mSW		AHC 140MT@2500mSW	AHC 250MT@3000mSW	AHC 400MT@2700mSW
Subsea Crane #2				60MT	AHC 100MT@2700mSW
Deck Crane	10t x 3				1x13t, 2x7t
<b>WELL CONTROL SYSTEM</b>					
SSBOP	18-3/4", 10K, 4-Ram + 1-Annular		18-3/4"10K 4Ram 1Ann		
WO Riser	9-5/8" CSG Riser (客先手配)				
LWRP (WCP+EDP)	有				
Lubricator System	有				
<b>POWER &amp; PROPULSION</b>					
Main Generator	6 x 3.5MW	6 x 4.0MW	6sets 14.4MW in total	26.4MW in total	6sets 19.3MW in total
Emergency Generator	1 x 500kW	1 x 500kW	1 x 500kW		1 x 350kW
Propulsion	2 x 3.5MW, CPP	2 x 4.0MW, CPP	2 x 3.0MW Azimuth	2 x 6.0MW CPP	1 x 4.0MW Azimuth
Retractable Thruster (Azimuth)	1 x 2.0MW, CPP	1 x 2.0MW, CPP	1 x 1.5MW	2 x 2.0MW	1 x 1.5MW, Retractable
Tunnel Thruster	2 x 2.0MW	2 x 2.0MW	2 x 1.5MW, 1 x 660kW	Bow 2 x 2.2MW Aft 3 x 3.0MW	2 x 1.9MW

## 7.4 電力需要チェック

Case 1、Case 2について、仮設定した主要目をもとに、各作業モードでの使用電力を概算推定し、発電機の必要能力を概略検討した。検討した結果として、Case 1、Case 2で仮設定した発電機台数と発電能力であれば、DP3 (2 Generator fail)を含む各作業モードでの電力需要に対応可能であると思われる。

表 7.4.1 各作業モードでの使用電力概算推定 (Case 1)

	Drilling	Storm Standby (Intact)	Storm Standby 2 Gen fail (DP3)	Ocean Going
Propulsion	4.5MW	9.3MW	8.6MW	4.3MW
Drilling	8.2MW	0.6MW	0.5MW	0.1MW
Ship Service	5.7MW	5.6MW	4.0MW	5.6MW
<b>Total Demand</b>	<b>18.4MW</b>	<b>15.6MW</b>	<b>13.1MW</b>	<b>10.0MW</b>
Running Generator	6sets	6sets	4sets	4sets
Generator Capacity /set	3.5MW	3.5MW	3.5MW	3.5MW
<b>Total Supply Capacity</b>	<b>21.0MW</b>	<b>21.0MW</b>	<b>14.0MW</b>	<b>14.0MW</b>
<b>Generator Load Capacity</b>	<b>87.6%</b>	<b>74.3%</b>	<b>93.6%</b>	<b>71.4%</b>

表 7.4.2 各作業モードでの使用電力概算推定 (Case 2)

	Drilling	Storm Standby (Intact)	Storm Standby 2 Gen fail (DP3)	Ocean Going
Propulsion	5.3MW	10.9MW	10.4MW	5.9MW
Drilling	8.2MW	0.6MW	0.5MW	0.1MW
Ship Service	5.7MW	5.6MW	4.0MW	5.6MW
<b>Total Demand</b>	<b>19.2MW</b>	<b>17.2MW</b>	<b>14.9MW</b>	<b>11.6MW</b>
Running Generator	6sets	6sets	4sets	4sets
Generator Capacity /set	4.0MW	4.0MW	4.0MW	4.0MW
<b>Total Supply Capacity</b>	<b>24.0MW</b>	<b>24.0MW</b>	<b>16.0MW</b>	<b>16.0MW</b>
<b>Generator Load Capacity</b>	<b>80,0%</b>	<b>71.7%</b>	<b>93.1%</b>	<b>72.5%</b>

## 7.5 デッキレイアウト

開発対象とする多目的の海洋掘削作業船は種々の作業に使用されるため、必要となるThird Party設備や資材を、各作業モードに合わせて船上に搭載できるスペースを確保する必要がある。

そこで、Top Hole Drilling, Well Test及びWorkoverの各作業モードにおけるThird Party設備や資材の搭載配置を検討し、図7.5.1～図7.5.3に示す。

Case 1、Case 2のいずれのケースも、各作業モードで必要になるThird Party設備や資材をデッキに搭載するスペースを確保することは可能と思われる。

## 7.6 Trim & Stability

Case 1及びCase 2の軽荷重量・重心、積載貨物の重量・重心を概略推定し、掘削作業時及び航海時のトリム調整の可能性とスタビリティのラフチェックを行った。

Case 2については、トリムスタビリティに問題はないが、Case 1についてはトリム調整のためのBallast積載量が確保しにくいのとGMが小さいため、コンセプト設計をCase 1に近い船体サイズで行う場合には、事前にトリムスタビリティをよく確認しておく必要がある。

☒ 7.5.1 Deck Layout Plan (Top Hole Drilling using SSID and RMR)

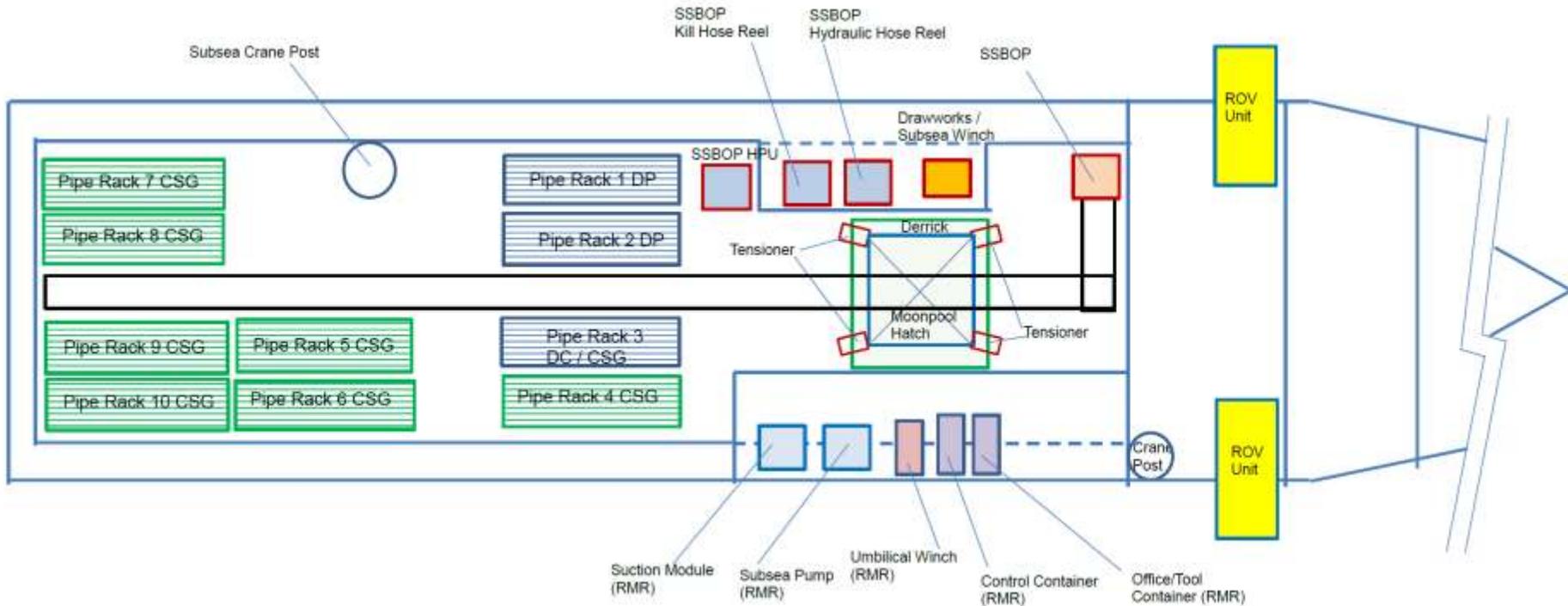


図 7.5.2 Deck Layout Plan (Well Test)

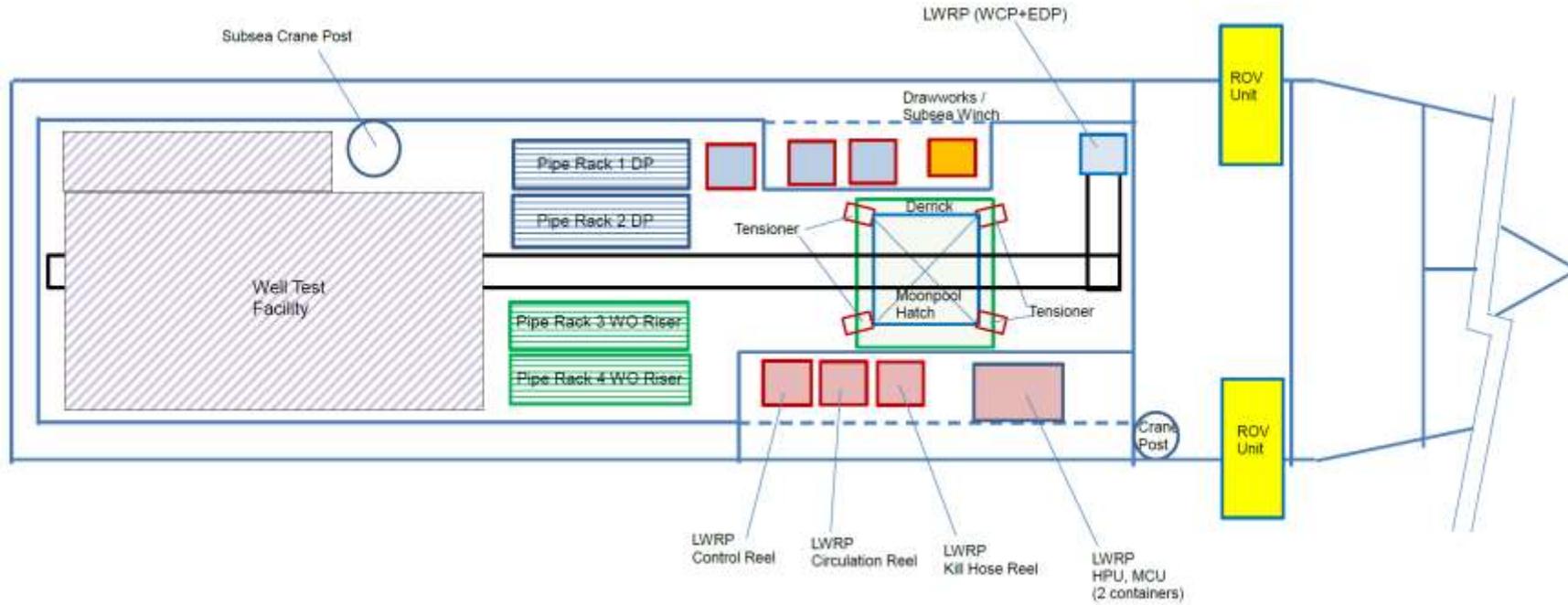
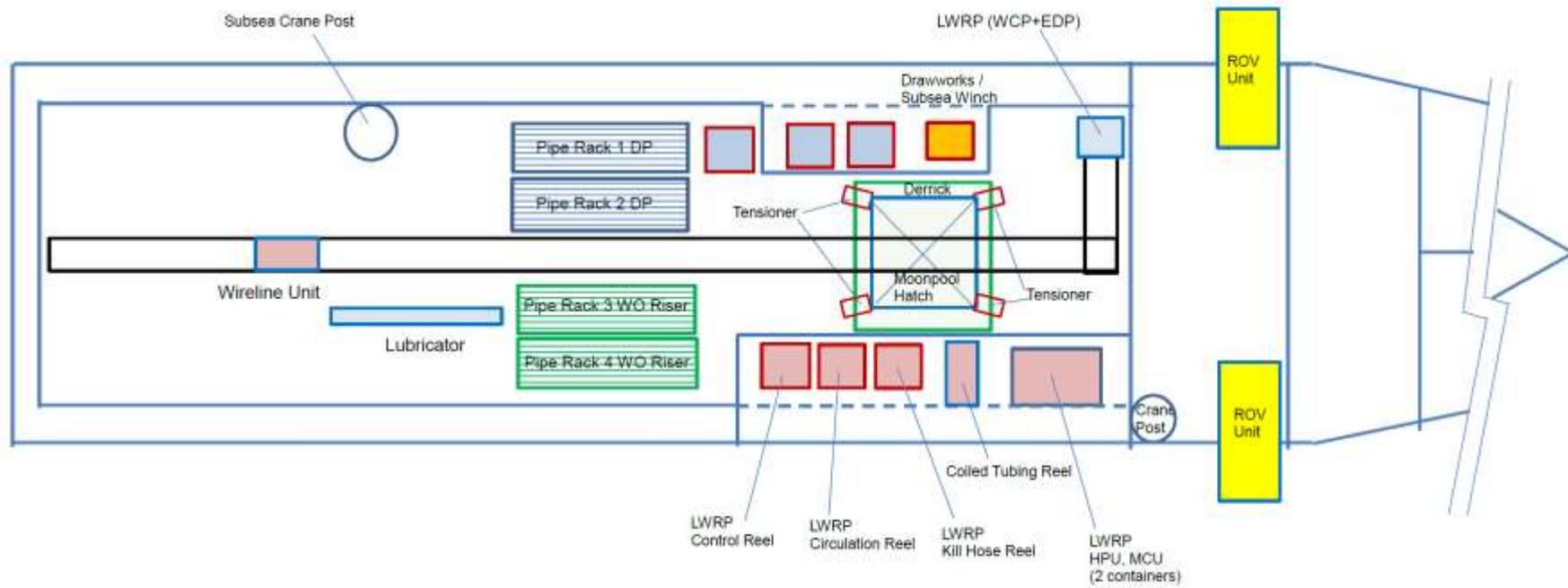


図 7.5.3 Deck Layout Plan (Riser Based Workover)



## 8. 海洋掘削作業船のレイアウト検討

海洋掘削作業船のコンセプト設計を2019年度に実施するための準備として、仮設定した船体サイズにもとづいた船体レイアウトイメージを検討し、図8.1～図8.2に示す。レイアウト検討にあたり、考慮した点を以下に示す。

- Deck Towerは、Hook Load変動によるトリム変動がないよう、Midshipに配置
- Moon PoolもMidshipに配置
- Main Deckスペースを広く確保するため、Pipe RackはすべてDeck Towerの後方に配置
- 大型のSubsea CraneをDeck Tower後方のMain Deck Spaceに配置。同Main Deck Spaceの右舷には、走行型のPipe Handling Craneを配置
- SSBOPやLWRPの格納位置は、Deck Towerの前方とし、格納位置の近傍にSubsea WorkshopやPOD Maintenance Roomを配置
- SSID, LWRPやRMR用のUmbilical / Hose ReelやControl ContainerなどはDeck Tower横のDeck House屋上に設置することを想定
- ROV 2基の搭載スペースを居住区下のMain Deck両舷に設けた。
- Anti-Heeling Tankのスペースを居住区下のMain Deck区画に設けた。
- 居住区はThird Deckから上方に4層を想定。
- 居住区のThird DeckにGalley、Mess、Provision Storeを配置。食糧は居住区後方のOpen DeckからProvision Storeに搬入する想定とした。
- Life Boat、Rescue Boatも居住区Third Deckの舷側に配置。
- BridgeやDP Control Roomは居住区最上層を想定。

図8.1 船体レイアウトイメージ (Profile)

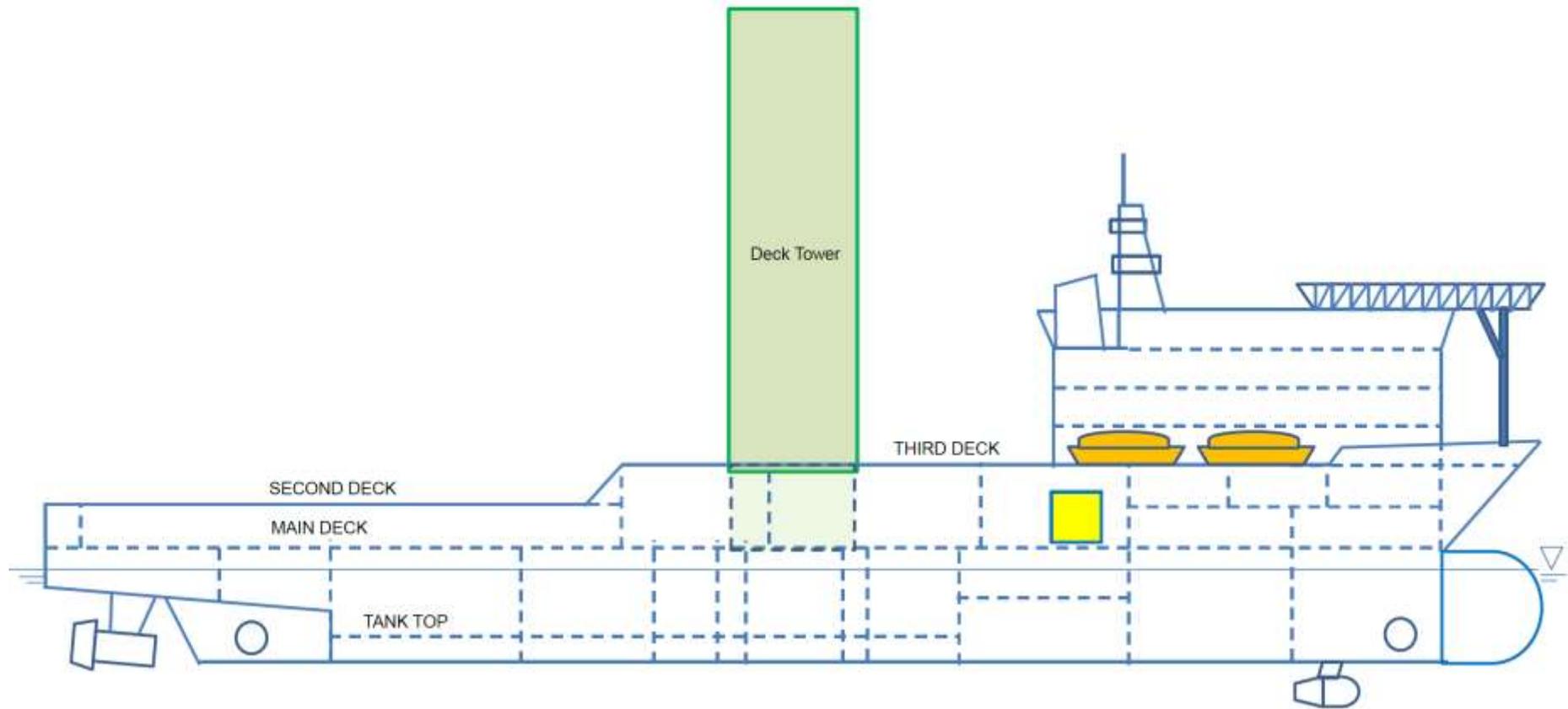
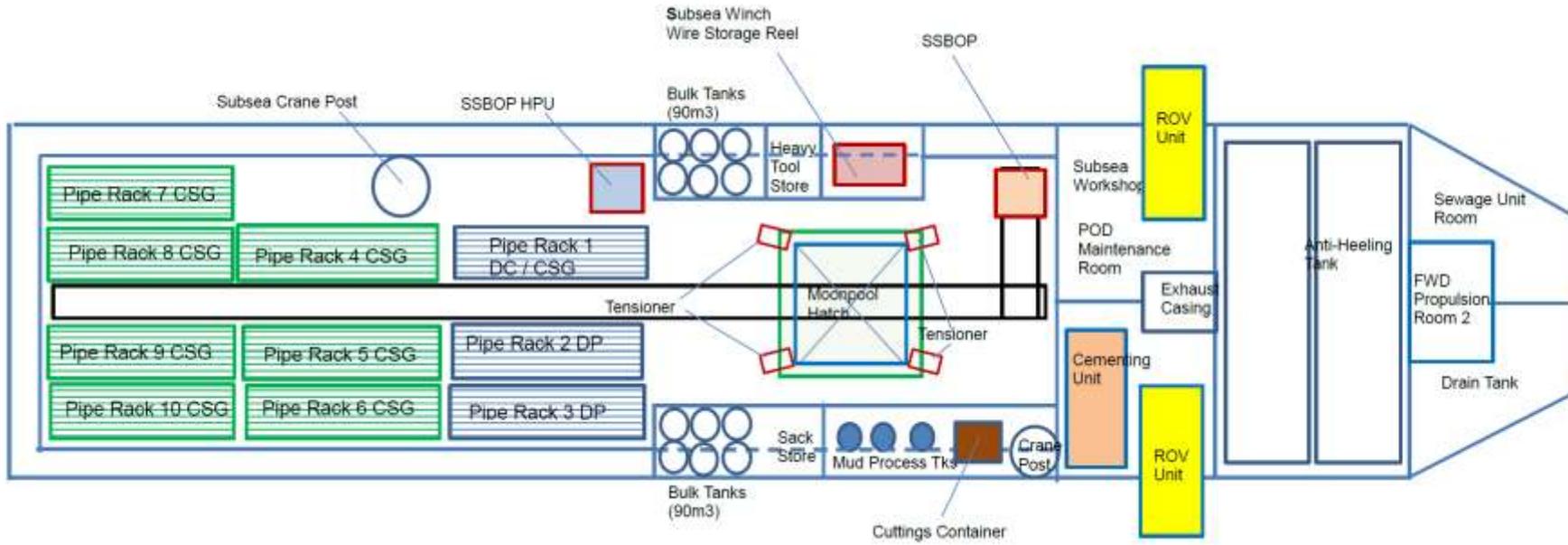


図8.2 船体レイアウトイメージ (Main Deck Plan)



## 9. 海洋掘削作業船の概算船価レベルの検討

仮設定した船体主要目にもとづき建造船価を大概算で検討した（概算精度 +/- 50%）。この結果から、建造船価は大略300億円のレベルにあると思われる。従来のセミサブリグやドリルシップの建造船価レベル（500億円～600億円）を大幅に下回ることから、Top Hole Drilling、Workover、P&Aなどの海洋掘削作業に用いる船として、船価的にも魅力あるコンセプトである感触が得られた。

また、仮設定した船体主要目に匹敵するクラスのWell Intervention Vessel実績船の船価について、下記の公表値があり、これと比較しても、上記船価レベルはマーケットプライスレベルに近いと考えられる。

- Norshore Atlantic (Loa 115.4m x B 28m) 245mil USD : CIMC Company News, 2014-05
- Norshore Pacific (Loa 156.6m x B 28m) 293mil USD : Norshore Company Presentation, 2014-07  
(note) Norshore Pacificの価格はCAPEX値であり、Norshore社の建造経費を含んでいる。

ちなみに、Singapore (Sembcorp Marine) でHelix社が建造したWell Intervention Semisub Rigの契約船価は一番船が385.5mil USD、二番線が346mil USD (Sembcorp Marine Press Release, 2012) である。

なお、建造船価については2019年度に実施するコンセプト設計に併せて改めて概算を行い、開発コンセプトの経済性を評価する予定である。