

オフショア産業向け船用市場調査

2011年3月

社団法人 日本船用工業会
財団法人 日本船舶技術研究協会

はじめに

(社)日本船用工業会では、我が国造船業・船用工業の振興に資するために、ボートレースの交付金による日本財団からの助成金を受けて「造船関連海外情報収集及び海外業務協力」事業を実施しております。その一環としてジェットロ関係海外事務所を拠点として、海外の海事情報収集を行い、収集した情報の有効活用を図るため各種報告書を作成しております。

本書は、(社)日本船用工業会と日本貿易振興機構(ジェットロ)が共同で運営しているジェットロ・シンガポールセンター船用機械部(村岡英一所員)が、海洋における石油・天然ガス開発の現況並びに海洋構造物及び海洋構造物の運用に不可欠なオフショア作業船についての建造現況、技術課題及び船用製品導入の可能性を調査したものです。

本書が、関係者の皆様の参考になりましたら幸いです。

ジェットロ・シンガポール・センター船用機械部
ディレクター 村岡 英一

目 次

1. 世界のオフショア産業の概況	1
1.1 オフショア産業の歴史	1
1.2 オフショア石油ガス開発産業の概要	4
1.3 海洋における石油及び天然ガス開発の主要企業	6
1.4 石油ガス開発企業	6
1.5 試掘企業	8
1.6 生産プラットフォーム運営会社	8
1.7 最近の傾向	11
1.7.1 大水深	11
1.7.2 ブラジルのプレソルト	11
1.7.3 メキシコ湾下部第三系地層	12
1.7.4 西オーストラリア州、ストランデッドガス田 (Stranded Gas)	12
1.7.5 非在来型ガス	13
2. 海洋構造物・オフショア作業船の建造の推移と需要の見通し	15
2.1 海洋構造物・オフショア作業船の種類	15
2.1.1 掘削リグ	15
2.1.2 オフショア生産システム	18
2.1.3 オフショア作業船	27
2.2 海洋構造物・オフショア作業船の建造推移と見通し	36
2.2.1 掘削リグ	36
2.2.2 浮体式生産設備	40
2.2.3 オフショア作業船	47
2.3 主要建造企業とその設備増強計画について	49
2.3.1 ケッペルオフショア&マリン	49
2.3.2 セムコープマリン	51
2.3.3 現代重工	53
2.3.4 サムスン重工	54
2.3.5 大宇造船海洋エンジニアリング	56

2.3.6	STX コーポレーション	57
2.3.7	CIMC ラッフルズオフショア	60
2.3.8	COSCO 造船グループ	61
2.3.9	中国船舶重工集团公司 (CSIC)	62
2.3.10	中国船舶工業集团公司 (CSSC)	64
2.3.11	Technip	65
2.3.12	McDermott	66
2.3.13	Kellogg Brown & Root	68
2.3.14	Gulf Island Fabrication	69
2.3.15	Bergen Yard	69
2.3.16	Heerema	70
2.3.17	OSX Brazil	71
2.4	エンジニアリング会社、海洋構造物設計会社	72
2.5	海洋における石油及び天然ガス開発に係る	
	海洋構造物及び支援船建造技術	73
2.5.1	海洋石油掘削概説	73
2.5.2	海洋石油開発・生産概説	74
2.5.3	大水深開発技術の動向	75
2.5.4	大水深開発技術の技術課題	77
2.5.5	海洋構造物建造技術について	81
3.	海洋構造物・オフショア作業船で主に使用されている	
	設備・機器の概要	84
3.1	海洋構造物で使用されている主な設備・機器	84
3.1.1	掘削機器	84
3.1.2	浮体式生産構造物(件)の機器類	90
3.3	オフショア作業船で使用されている主な設備・機器	99
4.	海洋構造物・オフショア作業船への我が国船用機器導入可能性	101
4.1	海洋構造物に対する船用機器の潜在需要	101
4.2	オフショア作業船に対する船用機器の潜在需要	107

5. 東南アジア主要国およびメキシコにおけるオフショア産業支援策	108
5.1 シンガポール	108
5.2 マレーシア	109
5.3 インドネシア	110
5.4 タイ	111
5.5 フィリピン	112
5.6 ベトナム	112
5.7 ブラジル	113

別 添

1. 主なオフショア油ガス田のリスト	117
2. 石油ガス開発企業の主な試掘開発案件	135
3. 主な試掘企業の概要	147
4. 主な生産プラットフォーム運営会社の概要	163
5. 主なエンジニアリング・設計会社の概要	183

1. 世界のオフショア産業の概況

1.1 オフショア産業の歴史

海底での石油・ガス資源の探鉱は 1800 年末頃に始まったが、海洋（オフショア）での石油ガス生産は、1940 年頃からである。オフショア開発用の掘削船の建造は 1956 年のことで、セミサブ（半潜水型）リグは 1964 年である。1980 年代の、オフショア石油ガス開発での「大水深」というと 800 フィート（約 243 メートル）程度をさしていた。今日では 1500 フィート（457.2 メートル）は浅い水深とされ、1500 から 7000 フィート（2133.6 メートル）が大水深、7000 フィート以上は超大水深とされる。¹

1960 年代には 100 万バレル/日程度で始まったオフショア石油生産は、2005 年には 2,500 万バレル/日となり、世界の原油生産の 3 分の 1 を占めるまでになった。これまで、オフショアでの原油生産は落ち込むことなく、年々伸びている。

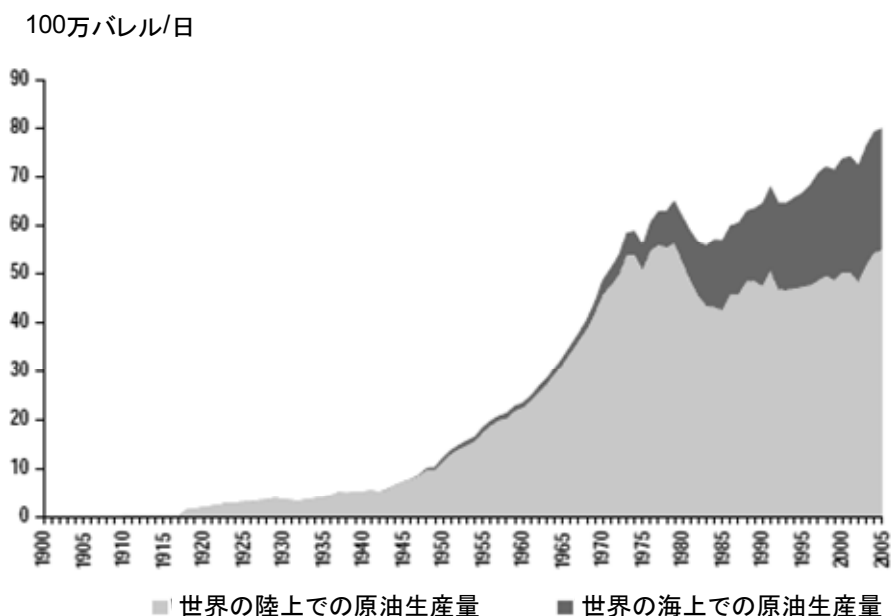


図 1-1 陸上、海洋での原油生産量の推移

出所：Oil & Gas Journal March 2007

また、図 1-2 に示すとおり、1980 年代に大水深で石油ガス田が発見されてから、1990 年代後半からはその量が大きくなっていることがわかる。

¹ Oil and Gas Journal March 2007 Exploration Trend show continued promise in world's offshore basins

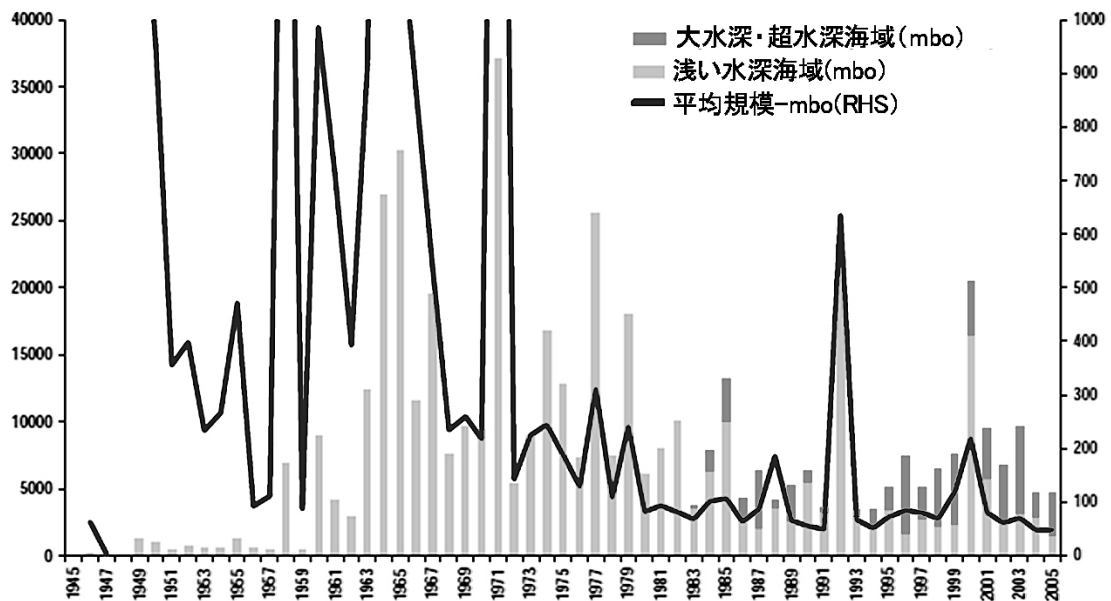


図 1-2 石油ガス田の発見の推移と石油ガス田の平均規模

出所：Oil & Gas Journal March 2007

これは、1990年代に、技術革新とコスト削減によりオフショア石油開発は急速に大水深海域へ進展したためである。従来は、メキシコ湾とブラジル沖で、シェルとペトロブラスが競うように大水深海域での開発をリードしてきたが、北海と北大西洋、西アフリカでも多くの石油開発プロジェクトが進展しつつある。東南アジアは、これらの地域と比べてフィールド数は少ないが、水深 1,000m 級の開発も行われている（図 1-3 世界の大水深石油ガス分布参照）。

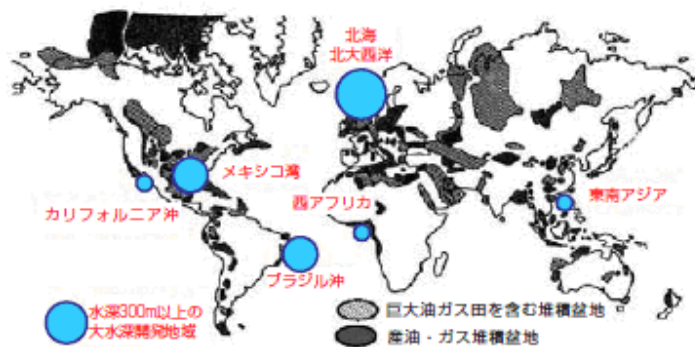


図 1-3 世界の大水深石油ガス田分布

出所：「海洋石油開発の動向について」（独）海洋研究開発機構 2006

オフショア石油開発システムの設置水深の推移は図 1-4 のとおりである。水深 1,000m を超える海域には、SPS、FPSO/FSO、TLP、及び、SPAR が多く使われている。（これらの海洋構造物の説明は、2.1 海洋構造物・オフショア作業船の種類を参照。）SPAR は最も新しい浮体式生産システムであり、建造コストが低く、プラットフォーム上の坑井改修が可能のため、急速な伸びを示すようになった。

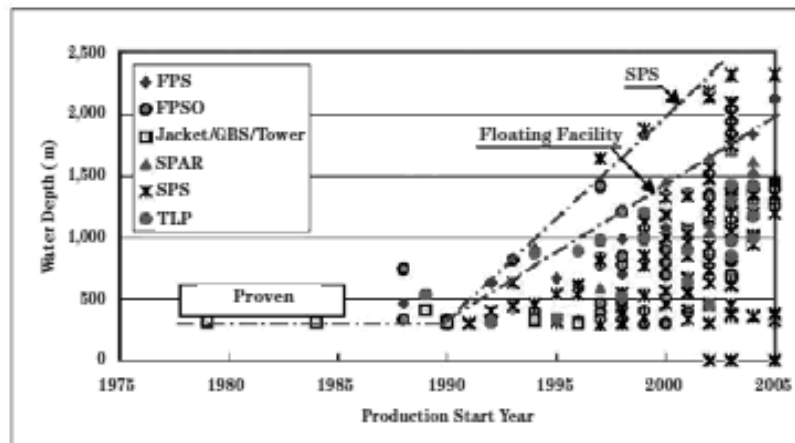


図 1-4 オフショア石油開発システム設置水深の推移

出所：「海洋石油開発の動向について」（独）海洋研究開発機構 2006

また、2007 年時点の記録では、掘削最大水深記録は 3054 メートル、海底仕上げ最大水深記録は 2747 メートル、洋上生産設備最大水深記録は 2414 メートルとなっている。

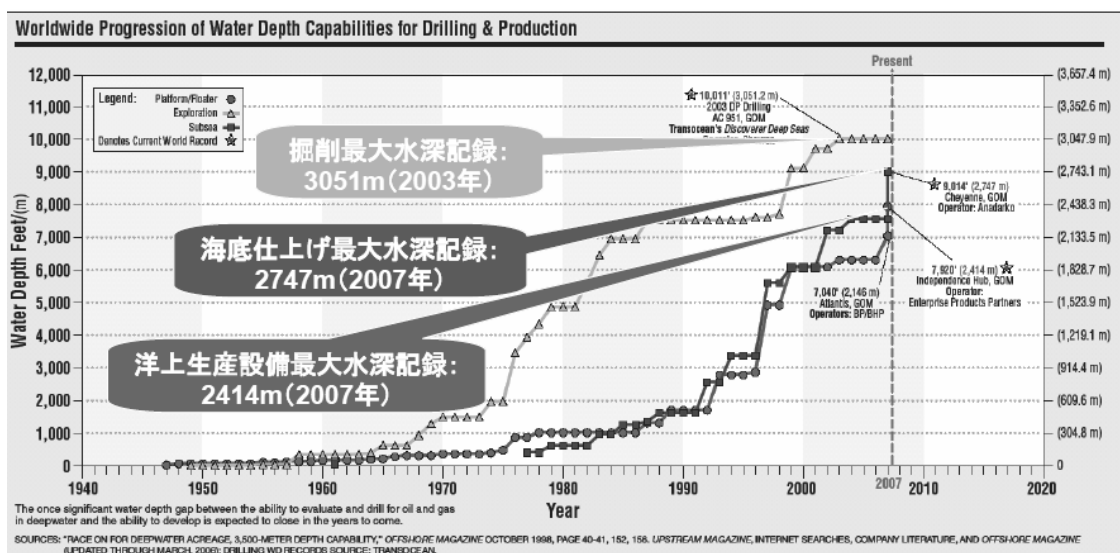


図 1-5 海洋石油開発における大水深記録

出所：「最近の大水深掘削技術」石油技術協会平成 20 年度講演会資料

今日、地上で新たに発見される石油ガス田は非従来型（後述）を除き減っており、近年発見された大型の石油ガス田は海底がほとんどで、しかも大水深である。

主なオフショア石油ガス田のリストは別添1「主なオフショア石油ガス田のリスト」のとおり。

1.2 オフショア石油ガス開発産業の概要

さて、オフショア石油ガス開発産業とは、言うまでもなく、海底に埋蔵される石油や天然ガスを探鉱、掘削し、石油やガスを海面まで持ち上げ海上に敷設された生産貯蔵設備で精製したり、海底パイプラインで地上の生産貯蔵設備まで輸送したりする一連の業務に関わる産業である。この一連の業務にはさまざまなプロセスがあるが、その流れを大まかに示すと以下のとおりとなる。

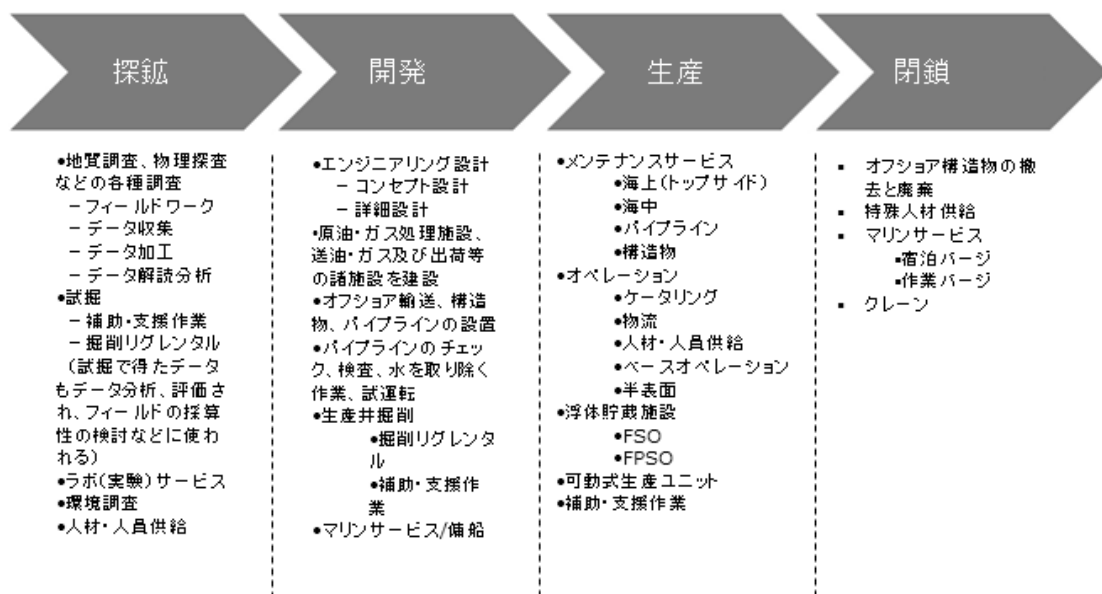


図 1-6 オフショア石油ガス開発産業の分野

出所：インタビュー、デスクリサーチより作成

こうした業務にはさまざまな企業が関与するが、主な分野は、次のとおりである。

- 石油ガス開発企業：石油ガス田の開発を行う企業。
- エンジニアリング会社：石油ガス田の開発に関わるプロジェクトは多岐にわたるため、エンジニアリング会社といってもさまざまな分野に渡る。開発段階で、開発システムの設計、施工などを行う会社、開発の中でも海底システムに特化している会社など得意分野は企業によって異なる。
- 海洋構造物設計会社：海洋リグや最先端の TLP, SPAR などは、設計デザインが特許となっている場合があり、これらの設計を行っているのは、欧米企業が多い。

- 海洋構造物建造会社：掘削に使われる海洋リグ、海洋での生産・貯蔵に使われるオフショア生産設備などの建造を行う。シンガポールではリグの建造や FPSO や FSO の既存のタンカーからの改造が多い。韓国の造船所は全ての分野に進出しているが特に掘削船は韓国が強い。中国の造船所も参入してきている。FPSO や FSO に搭載される精製プラントを含む、建造は、欧米企業が多い。また、船殻を必要としない TLP, SPAR などは、造船所ではなく「建造ヤード」と呼ばれるドックを持たないヤードで建造されることが多い。エンジニアリング会社が自ら建造ヤードを持って建造する場合もある。
- 地質調査会社：石油ガス開発の前に、埋蔵量の有無などを調べる。
- 試掘会社（掘削コントラクター）：試掘用の掘削リグを所有し、掘削を行う。
- 生産プラットフォーム運営会社：海洋での石油ガス生産に必要な海洋構造物（FPSO, TLP, SPAR など）を所有、運営する会社。

以上を図式化してみると図 1-7 のとおり。

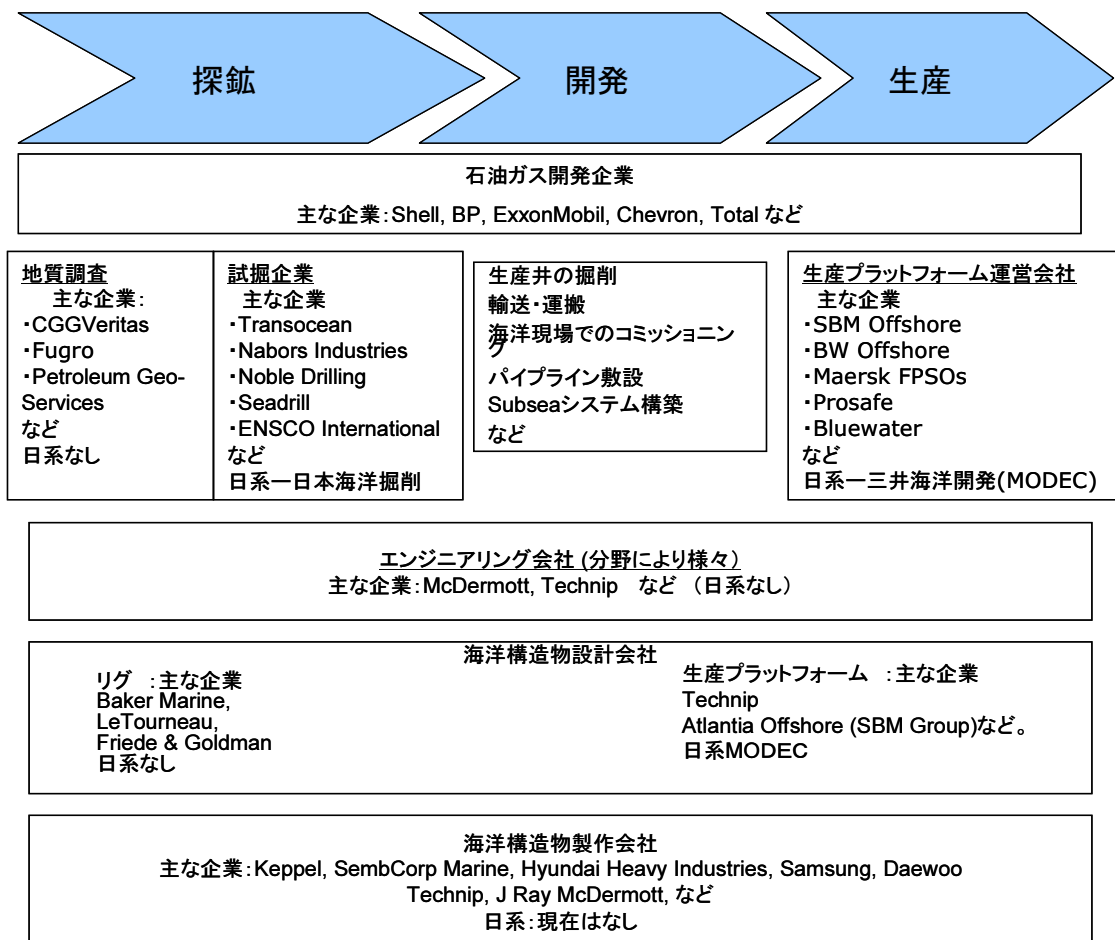


図 1-7 オフショア石油ガス開発産業に関わる主な企業分類

出所：インタビュー、デスクリサーチより作成

1.3 海洋における石油及び天然ガス開発の主要企業

海洋における石油ガス開発には様々な分野の多くの企業が関与するが、石油ガス開発企業の中核は、いわゆる「メジャー」と呼ばれる Shell, BP, Exxon Mobil, Chevron, Total や、独立系と呼ばれる企業規模の小さい会社などがある。発展途上国の場合、国営企業が自国内の石油ガス田の開発を一手に担っていることもある。

1.4 石油ガス開発企業

石油ガス開発企業（オペレーターとも呼ばれる）のうち、総資産のトップ 10 社は以下のとおりである。

表 1-1 石油ガス開発企業総資産トップ 10 社

Company	Total Asset	Total Revenue	Worldwide Oil Production	Worldwide Natural Gas Production	Worldwide Oil Reserves	Worldwide Natural Gas Reserves
	Million \$		Million bbl	Bcf	Million bbl	Bcf
	2009	2009	2009	2009	2009	2009
Royal Dutch Shell	292,181.0	278,188.0	577.1	2,324.1	4,031.0	49,055.0
OAQ Gazprom	275,986.1	94,215.6	230.7	16,297.4	NA	171,176.0
BP PLC	235,968.0	246,138.0	925.3	3,097.0	5,658.0	40,388.0
ExxonMobil Corp.	233,323.0	310,586.0	725.0	2,383.0		34,442.0
Petroleo Brasileiro SA	200,270.0	91,869.0	770.7	0.9	10,302.0	13,039.0
Total SA	184,041.0	156,431.0	552.6	2,121.7	5,689.0	26,318.0
PetroChina Co., Ltd	176,143.2	149,221.9	844.0	2,112.0	11,263.0	63,244.0
ENI	167,215.7	117,517.9	367.6	1,596.5	3,463.0	17,850.0
Chevron Corp.	164,621.0	171,636.0	674.0	1,821.0		26,049.0
ConocoPhillips	152,588.0	152,840.0	341.0	1,906.0		18,965.0

出所：Oil & Gas Journal Sep 6, 2010 より作成

註：上記数字にはオンショアも含まれる

このうち、Petro China はオンショアのみである²。Petro China 以外のトップ 9 社の試掘開発案件は別添 2 「石油ガス開発企業の主な試掘開発案件」のとおり。

1.5 試掘企業

掘削リグ、掘削船などを所有、運営する試掘企業（掘削コントラクターともいわれ、英語では **Drilling Contractor**）が、石油ガス田の権益を持つオペレーターから依頼を受け、試掘を行う。業界紙の **Rig Zone** のウェブサイトに掲載されたリグデータによると、所有リグの数の業界トップ 7 社は以下のとおりである。

表 1-2 主な掘削コントラクター：リグ所有数

	Jackup	Drillship	Semisub	Drill Barge	Inland Barge	Platform Rig	Tender	Submersible	Total
Transocean	66	23	50	0	2	0	0	0	141
Nabors Industries	16	0	0	0	6	53	0	0	75
Noble Drilling	43	10	14	0	0	2	0	2	71
Seadrill	21	6	10	0	0	0	17	0	54
ENSCO International	41	0	8	1	0	0	0	0	50
KCA Deutag Drilling	3	0	0	0	0	39	7	0	49
Diamond Offshore	13	1	32	0	0	0	0	0	46

出所：Rigzone ウェブサイトデータより作成

これら 7 社の概要は別添 3 「主な試掘企業の概要」のとおりである。

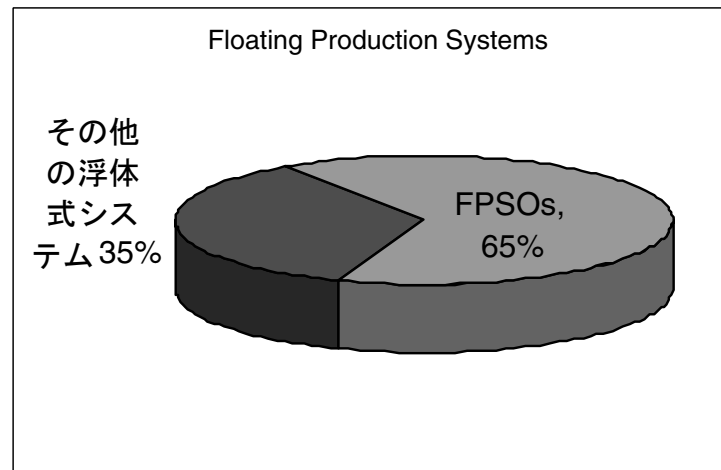
1.6 生産プラットフォーム運営会社

オフショア石油ガス田の開発・生産には、生産プラットフォームが使われる。生産プラットフォームも開発システムも固定式生産システムと浮遊式生産システムの 2 つに大別される。

² 中国でのオフショア開発は別の国営企業 CNOOC が担っている。

浮体式システム（Floating System）の中では、FPSO が使われることが最も多く、全体の 65% を占める。TLP（Tension Leg Platform）、SPAR は新しいタイプで、世界でもそれぞれ 20～30 しかない。Offshore Technology 誌の 2010 年 8 月号によると、世界で 186 隻の FPSO がリストされている。

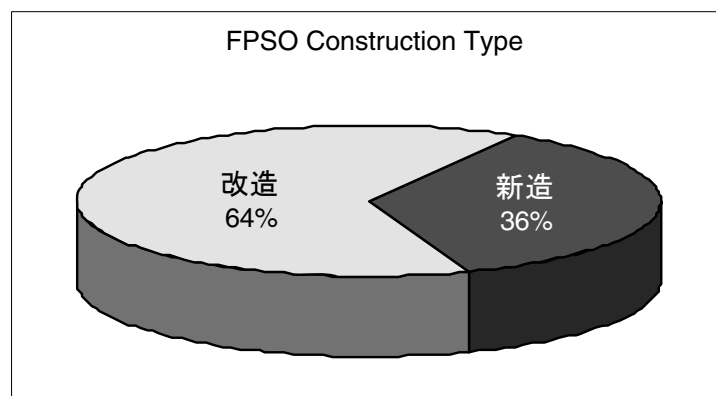
図 1-8 浮体式システムの内訳



出所：Offshore Technology 誌 2010 年 8 月号

FPSO は、タンカーなどを改造する場合と、新しく建造する場合があるが、改造のほうが納期が早いなどの理由で、改造のほうが多くなっている。

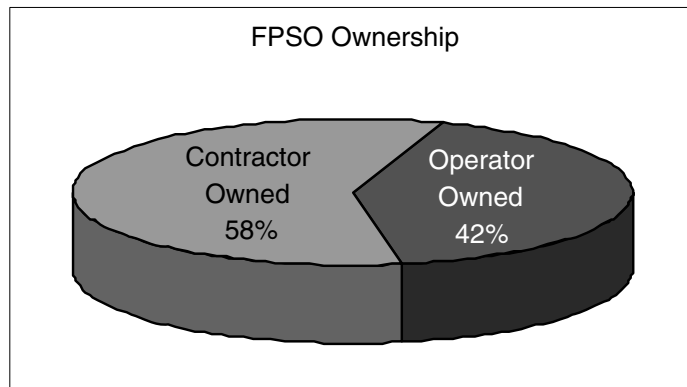
図 1-9 FPSO の建設方法の内訳



出所：Offshore Technology 誌 2010 年 8 月号

また、浮体式システムの運営は、石油ガス田開発会社（オペレーター）が浮体式システムを所有あるいはリースして自ら運営する場合と、浮体式システムを所有する会社が、運営まで行う場合とあり、FPSO の場合でみると、後者が全体の 58% となっている。

図 1-10 FPSO の所有タイプ



出所：Offshore Technology 誌 2010 年 8 月号

業界関係者へのインタビューによると、代表的な浮体式システムの所有・運営会社は以下のとおりである。

- SBM Offshore
- BW Offshore（子会社の APL）
- Maersk FPSOs
- Prosafe
- Bluewater
- MODEC（三井海上開発）

これらの会社の概要は別添 4 「主な生産プラットフォーム運営会社の概要」のとおり。

1.7 最近の傾向

1.7.1 大水深

前述のように最近の傾向として顕著なものは大水深開発である。大水深開発は 1970 年代に始まったが、特に 1990 年代、技術革新とコスト削減により海洋石油開発は急速に拡大した。

1.1 に記述したとおり、現在、アフリカ、南アメリカをはじめ、世界各地で大水深のプロジェクトが進展中である。

なお、「大水深」は 1000 フィート（約 300 メートル）以上、「超大水深」が 7000 フィート（約 2100 メートル）以上である。

1.7.2 ブラジルのプレソルト

もう 1 つ、大水深開発で最近注目を浴びているものが、ブラジルの開発である。ブラジルでは国営石油ガス開発会社のペトロブラスが、2007 年にサントス盆地で Tupi 石油ガス田を発見したのを皮切りに、プレソルト³で相次いで石油ガス田を発見している。

サントス海盆下のプレソルト層では、相次いで探鉱井の掘削が行われており、桁外れに分厚いペイ・ゾーン⁴が多くの場所に存在することが判明している。しかし、これらの探鉱プロジェクトの大半は、試掘井と同じような速い掘削速度で進められているとはいえ、2012 年以前にその成果を見られることはないと思われる。というのは、プレソルトの開発や生産は既にカザフスタンのテンギス油田などで行われており、硫化水素の除去や炭酸塩岩の油層圧力の維持など難しい点はあるものの、技術面では確立しているが、ブラジル沖合のプレソルトは水深、掘削深度ともに深く、開発は困難が予想され、ばく大なコストがかかると考えられるからである。また、本格的な開発には多数の開発井が必要となる。プレソルト層の油田の多くは、いくつかの開発段階を経て試掘用 FPSO を使って生産を開始することになると思われる。こうした油田は、Tupi、Guara、Azulao、Iara、Jupiter など数多くある。

現時点での控え目な推定でも、ブラジルのプレソルト層には石油換算で 300 億バレル相当の可採埋蔵量があると推定されているが、この地域全体の埋蔵量は 800 億バレルに達するとも言われている。ブラジル海域における従来の開発では専用の浮体式生産設備が好んで使われているが、現在は FPSO 組立ヤードが不足気味となっており、今後は改造型の設備が使われる割合が増え、またホスト FPSO にタイ・バックした海中インフラがより多く使われることになると思われる。

これらの発見油田は極端に高温・高圧のものはほとんどないが、埋蔵資源が位置する深度そのものは、既存の海中機器や押圧式（プッシュ・ドリリング）掘削技術の限界を試すものとなるであろう。従来からプロジェクトを実施してきたこともあり、広範な水深域での経験を有するペトロブラスは、今後も深海オペレータとして注目すべき存在であり続け

³ プレソルトとは、「下部白亜系岩塩層直下の炭酸塩岩を貯留岩とする大水深・大深度の新たな探鉱対象層」で、硫化水素の除去や炭酸塩岩の油層圧力の維持など難しいとされる。

⁴ 油層または経済的に炭化水素を生産することができる油層

るであろう。ペトロブラスは、今年初めから 2015 年にかけて 1000 億ドルを超える予算支出を行うと宣言している。

Tupi 油田は現在開発中で 2010 年後半に生産開始が予定されているが、ここでの試掘用 FPSO のパフォーマンスは特に目を離せないものの一つとなる⁵。

1.7.3 メキシコ湾下部第三系地層

メキシコ湾は、世界でも最も成熟した炭化水素海盆の一つである。ここでは広範な地域にわたり既にインフラが存在するが、それらの資産がすぐにでも利用できることは強みである。また一方では既存インフラの一部は、今後三年の段階で取り替える必要があり、ビジネス・チャンスが見込める。オフショア石油ガス産業調査会社の Infield 社の試算では、メキシコ湾内で操業しているプラットフォームの 41%は設置後 25 年を超えており、これらの施設とそれに繋がるパイプライン網は総点検を必要としている。

現在進行中および今後計画されている深海プロジェクトの大半は、下部第三系地層に位置しており、生産に漕ぎ着けるためには石油ガス開発会社（オペレータ）は様々な取り組みを組み合わせる必要に迫られることが考えられる。

また、メキシコ湾では Macondo 油田事故の影響が今後注目される。これは、2010 年 4 月に BP の Macondo 油田で試掘中のリグが爆発炎上しその後水没、海底の油井から原油を汲み上げるパイプが破損し、そこから大量の原油が流出したもので、これを受け、米国政府は深海油田の開発凍結措置を実施していたが、その後 10 月に解除した。安全対策の強化として、米国政府は深海油田を掘削する際の原油流出防止装置（Blowout Preventer : BOP）の機能強化を義務付けたほか、認証手続きを厳格化した。また事故がおきた際の原油の最大流出量の試算提出などを求める新たな安全基準を導入した。エクソン・モービル、シェブロン、コノコ・フィリップス、ロイヤルダッチ・シェルの石油メジャー 4 社はこれを受け、新基準に沿った BOP の共同開発に着手した。業界関係者へのインタビューによると、こうした安全対策強化は米国から、さらに欧州には広がる可能性が高いが、アジアなどの途上国では 2011 年 1 月現在、動きはまだないとのことである。しかし、長期的にはこうした安全対策強化が世界的に広がる可能性がある。

1.7.4 西オーストラリア州、ストランデッド石油ガス田⁶ (Stranded Gas)

オーストラリアの主要オペレータは、エクソン・モービル、シェブロン、シェルおよびウッドサイドである。経済成長により資源需要が高まる南アジア、東アジア、中国とオーストラリアは地理的に近いため、オーストラリアでの開発ニーズは高い。

今後稼働が計画されている大規模 LNG プラントプロジェクトとしては、バローアイランド周辺を基地とする Gordon プロジェクトがあり、シェブロン、エクソン・モービルおよびシェルによるコンソーシアムによって開発が進行中である。これらのプロジェクトは、2014 年に国内市場向けに生産を開始することが予定されている。Browse 海盆のシェル

⁵ Floating Production Market Update Report to 2014, Infield, 2010

⁶ 経済的、地理的な理由から事業化が進んでいない中小規模のガス田のこと

の Prelude 油田開発では、世界初の FLNG による開発が決まり、Shell は Technip とサムスン重工に建造を発注した⁷。

オーストラリアのガス埋蔵量の 50% 近くがストランデッドガスであるとも言われており、今後もストランデッドガス開発の技術革新と FLNG のような新しい開発手法のニーズが見込まれる。⁸

1.7.5 非在来型ガス⁹

非在来型の炭化水素鉱床は、世界における潜在的エネルギー供給量のかなりの部分を占めると考えられている。従来、こうした鉱床は、開発コストの高さ、効率の悪さ、環境に対する潜在的影響といった理由により開発対象からは外されてきた。しかし、近年の技術的進歩のおかげで、非在来型資源の開発にもスポットライトが当てられるようになっている。特に、北アメリカ地域は、シェール・ガス、炭層メタンおよびタイト・ガス（密封ガス）などの非在来型ガス鉱床の開発に関してはパイオニア的な役割を担っている。現在、世界各国も非在来型ガス開発において自国がどのような役割を担えるかについて検討を続けるなか、それが従来型の海洋石油ガス産業に与える広範な影響についても真剣に検討する必要があるといえる。

(1) シェールガス

石油産業と同様に、ガス産業も世界規模のガス生産量を拡大させるために探鉱・開発活動の場を海洋へと移してきている。しかし、一方、シェール・ガス¹⁰の開発も急激な高まりを見せており、陸上の非在来ガス鉱床に対する関心が再び盛り上がりつつある。

シェール・ガス開発は主に北アメリカでまず増加した。独立系のオペレータが先導したが、国際エネルギーメジャー各社が、2009 年以後、相次いでこれらの企業を買収し、欧州、中国など世界各地で探鉱作業に乗り出した。ドイツでのエクソン・モービル、ポーランドでのコノコ・フィリップスの動きがそれを示している。日本でも、三菱商事がカナダ Penn West Energy Trust のシェールガス開発プロジェクトへの参画を 2010 年 8 月に発表した。

こうした「シェール・ガス現象」の結果、北アメリカでの国内ガス供給量は急激な増加を見せている。この増加と、世界的なガス需要の減少（世界的な景気停滞の結果）が相俟って、ガス余りの状況が生まれており、それによりガス価格も下げ方向への圧力が強まっ

⁷ Floating Production Market Update Report to 2014, Infield, 2010

⁸ オーストラリア科学技術庁 2008 年 6 月

⁹ 通常の油田・ガス田以外から生産される天然ガス。すでに一部では商業生産が行われているもの（タイトサンドガス、炭層メタン、バイオマスガス、シェールガス）および今後商業生産が期待されるもの（メタン・ハイドレート、地球深層ガスなど）を含む。従来から石油産業にある技術では採掘できないものも多く、今後の技術開発に負うところが大きい。

¹⁰ 地中の岩盤層に含まれる天然ガス。埋蔵地域は世界中に分散している。技術革新によってこれまで採掘できなかったシェールガスの開発が可能となり、米国では 2000 年に入って商業生産が本格化。世界のエネルギー地図を塗り替える需給構造の大変換が起きた。

ている。こうしたガス価格の動向は短期的には大きく変わることはないと見られており、そうした状況から、海洋および陸上でのプロジェクトの多くに対して影響を及ぼす可能性が高くなると考えられる。

(2) 炭層メタン

もうひとつの非在来型ガス開発の対象である炭層メタン¹¹鉱床も、オフショアガス開発産業に影響を与えると見られている。北アメリカ以外では、炭層メタン鉱床の開発方法についてもっとも商業的に利用可能なアイデアを持っているのはオーストラリアであり、ここでは炭層ガス (coal seam gas、CSG) と呼ばれている。クィーンズランド州ではいくつもの鉱床を商業化することを目的とした多くの LNG 液化プロジェクトが提案されている。しかし、こうした大型プロジェクトの多くはまだ単に提案段階にとどまっており、提案されている最終的な規模の大きさからみれば、依然として先駆的なプロジェクトの域を出ない (プロジェクトの例としては、GLNG、クィーンズランド・カーチス LNG、フィッシャーマンズ・ランディングなど)。こうした状況のなか、比較的低水準で推移している最近のガス価格がこのまま続くとした場合、上記のような CBM (炭層メタン) プロジェクトの費用は実行可能性が低いと考えられる可能性がある。その一方で、これらのプロジェクトが将来的に継続されるならば、陸上でのガス開発の一つの代替案となり、さらに海洋での在来型ガス開発にも影響を与えるとともに、オーストラリア北西大陸棚や東チモールとの協同開発地区などのより遠隔地の費用もかかる困難なオフショアガス開発プロジェクトにもきわめて大きなインパクトを与える結果になると思われる。

¹¹石炭化の過程で生成されたメタンガスが石炭層中に貯留されたもの

2. 海洋構造物・オフショア作業船の建造の推移と需要の見通し

2.1 海洋構造物・オフショア作業船の種類

2.1.1 掘削リグ

海洋における掘削リグは着底式と浮遊式に大別される。いずれもある地点で一定期間掘削した後、別の掘削現場へ移動することから、英語では MODU (Mobile Offshore Drilling Unit) と呼称されている。ジャッキアップリグとサブマーシブルリグは着底式で、セミサブリグとドリルシップ（船型リグ）は浮遊式である。着底式掘削リグは、比較的浅い海域に用いられる。ジャッキアップ式掘削リグの最大稼働水深は、190メートルと言われている。ジャッキアップ式は、一般に3脚のレグでハルを支える構造となっていることから、120メートル以深で稼働可能なリグは少ない。下図に示したサブマーシブル式掘削リグは浅海域用であり、水深が数メートル程度の海域で利用される。サブマーシブル式掘削リグは現在ほとんど使われておらず、専門誌 RigZone のデータベースでは世界に6基しかなく、いずれも稼働していない。

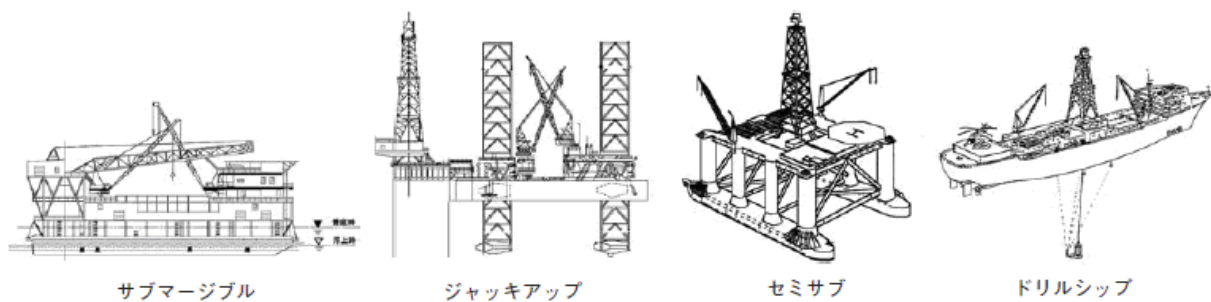


図 2-1 各種掘削リグ

出所：「海洋石油開発の動向について」平成17年度海洋研究開発機構研究報告

(1) ジャッキアップ

ジャッキアップ・リグは、移動式海洋掘削装置の一種で、掘削場所に曳航された後、三脚あるいは四脚の「足」を海底まで下ろして固定し、船体部を海面上に持ち上げて作業を行う。足を海底に固定させるため、安定しているが、水深の深い場所には適さない¹²。ジャッキアップの稼働限界水深は、昇降装置の改良、使用鋼材の高張力化などにより少しずつ増大はしているが、他型式との経済比較により、現在では90～100メートルが限界となっている。¹³

¹² Naturalgas.org ウェブサイト

¹³ JOGMEC ウェブサイト

写真 HAKURYU-10 ジャッキアップ型リグ



出所：日本海洋掘削ウェブサイト

(2) セミサブマーシブル・リグ（セミサブ・リグ、半潜水型海洋掘削装置）

移動式海洋掘削装置の一種であり、セミサブ海洋掘削装置と呼ばれる。この型式は、ローハル（またはワーディング）、コラム、ブレースおよび掘削装置などを搭載したデッキより成っている。移動時には、ローハルにより浮上し、曳航時の抵抗を少なくする。稼働時には、ローハルのバラスト・タンクに注水しコラム部まで喫水を沈めた半潜水の状態になり、波の影響を受けにくい。この型式の特徴は、比較的大水深においても稼働可能であることと、動揺特性に優れており、気象・海象の厳しい海域でも高い稼働率を持つことであり、北海、アラスカなどではセミサブ・リグが主流となっている。セミサブの稼働水深は位置保持装置により、アンカーを用いた係留方式では約 500 メートル といわれており、それ以上の水深では DPS（自動船位保持）方式が用いられる。現在、DPS 方式を用いたセミサブ・リグの最大稼働水深は 3,000 メートル である¹⁴。

写真 NAGA 1（旧「第三白竜」）セミサブ型リグ



出所：日本海洋掘削ウェブサイト

¹⁴ JOGMEC ウェブサイト

(3) 掘削船

掘削船はその言葉のとおり、掘削のために建造された船である。通常の大型の外航船にはない機器で掘削船に搭載されているものは、掘削装置とデッキの中央にあるデリック（油井やぐら）である。また、掘削船には船殻を突き破る「穴」（ムーンプールとも呼ばれる）があり、これは掘削機を船から水中に入れるためのものである。掘削機はライザーを使って、掘削井につなげられる。掘削船は、大水深、超大水深での掘削に使われることが多いが、そうした場所は波もあらい。そのため、電気モーターつき **DPS** を装備し、どの方向にでも進むことができるようにしている。これらのモーターは船のコンピューターシステムに統合され、衛星位置情報技術とセンサーを用いて、常に船が掘削井の真上にとどまるようにしている¹⁵。自動船位保持方式の掘削装置の大部分は掘削船で占められている。掘削船はセミサブマーシブルに比べ、建造コストが小さい、曳航抵抗が少なく移動性に優れている、バリエブル・ロードが大きいなどの特徴を持つが、半面、波浪中の動揺特性が悪く、厳しい気象・海象条件下では稼働率が悪化する。そのため北海やアラスカなどではセミサブマーシブルが使用される例が多い。¹⁶

写真 掘削船



出所：RigZone ウェブサイト

¹⁵ Naturalgas.org ウェブサイト

¹⁶ Weblio ウェブサイト

2.1.2 オフショア生産システム

オフショア生産システムにも固定式と浮体式があるが、水深 10,000 フィートで掘削されるようになると、従来の固定式オフショア・プラットフォームは最先端の大水深生産設備に取って代わられつつある。¹⁷

(1) 固定式（着底式）¹⁸

「固定式プラットフォーム」（FP）は、作業員の宿泊設備などのスペースを設けるために上に甲板（デッキ）を載せたジャケット（海底に打ち込まれたパイプで支えられる管状のスチール製部材からなる背の高い垂直な構造）、掘削リグおよび生産施設から構成される。固定式プラットフォームは、水深 1,500 フィートまでの水域に設置される場合に採算がとれる。

「コンプライアント・タワー」（CT）は、幅の狭いフレキシブルなタワーと、掘削および生産活動のための従来型のデッキを支えることができるパイプ式基礎から形成される。固定式プラットフォームとは異なり、水平方向に大きく撓むことによって大きな横方向荷重に耐えることができるコンプライアント・タワーは、水深 1,000 フィートから 2,000 フィートの水域で使われるのが一般的である。

「緊張係留式プラットフォーム」（TLP）は、パイプで固定されたテンプレートで海底につながれた垂直の張力がかかった複数の索（tendons）で位置を保持される浮体式構造物からなる。張力がかかった索によって、TLP は広範な水深域で垂直方向の動きを最小限に抑えながら稼働することができる。4,000 フィート近い水深にも配備されて問題なく稼働している大型の TLP も存在する。

TLP は、1980 年代に導入されて以来、最も成功をおさめ、また最も多く採用されている生産方法のひとつである。ただし近年では、特に水深が 1500 フィートを超える地域にある油田ではスパーやセミサブの生産システムのほうがオペレータの選択する生産方式となっており、TLP が使われることは少なくなっている。¹⁹

「ミニ緊張係留式プラットフォーム」（ミニ TLP）は、比較的安価に建造できる浮体式のミニ緊張係留式プラットフォームで、従来型の大水深生産システムを使って生産するのが経済的でより小規模な大水深鉱床の生産のために開発されたものである。また、ミニ TLP は、より大規模な大水深での発見鉱床のためのユーティリティ用、サテライト用あるいは早期生産用のプラットフォームとして使うことも可能である。世界初のミニ TLP は、1998 年にメキシコ湾に設置された。

¹⁷ American Petroleum Institute

¹⁸ American Petroleum Institute

¹⁹ Floating Production Market Update Report to 2014, Infield, 2010

(2) 浮体式²⁰

「スパー・プラットフォーム」(SPAR)は、上部にデッキを載せた1本の大口径の垂直型円筒構造である。スパーは、標準的な固定式プラットフォーム・トップサイド(掘削および生産用の機器を備えた甲板)、3種類のライザー(生産、掘削および積出用)ならびに6-12本の索で海底に固定されてピンと張ったカテナリー(懸垂)システムで係留される船体からなる。スパーは、現在では最大水深3,000フィートまでの水域で使用されているが、既存の技術でも水深7,500フィートまで稼働水域を延ばすことは可能である。

「セミサブ設備による浮体式生産システム」(Floating Production System : FPS)は、掘削および生産用の機器類を装備したセミサブ設備からなる。位置の固定には、ワイヤ・ロープとチェーンで固定するか、さもなければ回転する推進装置を使って動的に船位を保持することもできる。海底坑井からの生産物は、プラットフォームの動きを吸収するように設計された生産ライザーを通して甲板部へと運ばれる。FPSは超大水深でも使うことができる。

「海中システム」(Subsea System : SS)は、単一の海中坑井からの生産物を近隣のプラットフォーム、FPSまたはTLPへ送るものから、複数の構成からの生産物を遠距離の生産施設にマニホールドとパイプラインを介して送るものまでその種類は多岐にわたる。こうしたシステムは現在、水深が5,000フィートを超える水域で使用されている。

「浮体式生産貯蔵積出システム」(FPSO)は、洋上に係留される大型のタンカー形式の船舶からなる。FPSOは、近隣の海底坑井からの生産物を処理・積み込み、貯蔵しておいた石油を定期的に小型の定期往復タンカーに積み出すように設計されている。定期往復タンカーは積み出した石油をさらなる処理のために陸上の施設へ運び込む。FPSOは、パイプライン・インフラを備えていない遠隔地の大水深水域に位置する経済的採算性が限界領域にあるような油田での使用に好適である。

²⁰ American Petroleum Institute

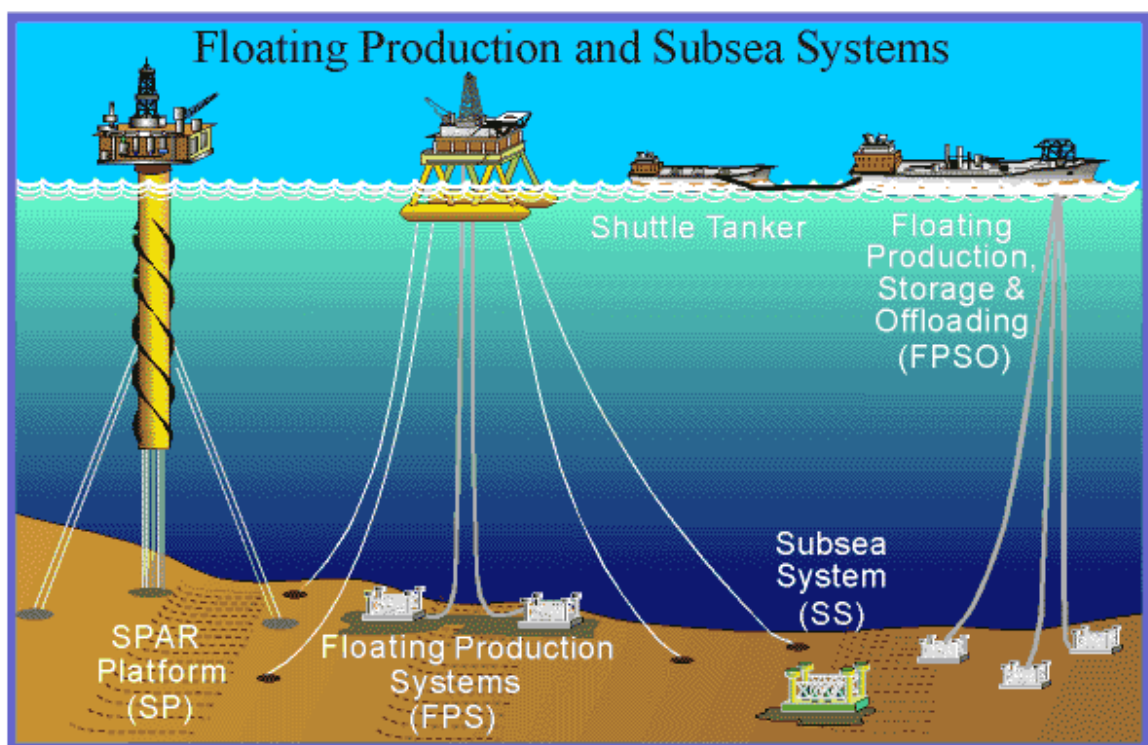
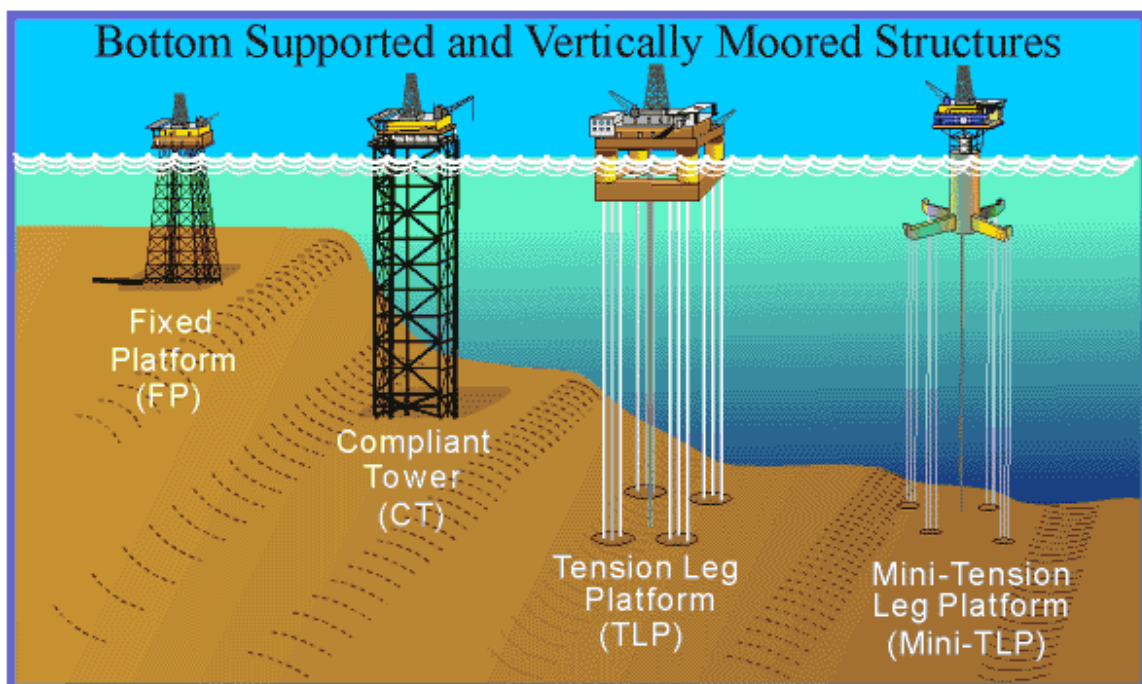


図 2-2 オフショア石油ガス開発システムの種類

出所：American Petroleum Institute

(3) オフショア生産システム詳細説明

前述のうち、浮体式システムの FPSO、セミサブ、SPAR 及び固定式でも比較的水深の深い場所でも対応できる TLP について詳しく説明する。

①FPSO

FPSO (Floating Production, Storage and Offloading system: 浮体式生産貯蔵積出システム) は、洋上で生産した原油を設備内のタンクに貯蔵して、直接輸送タンカーへの積出を行う設備である。FPSO は浮体式の海洋石油・ガス生産設備の 6 割以上を占める最も一般的な生産設備で、現在世界で約 150 基の FPSO が稼動している。²¹

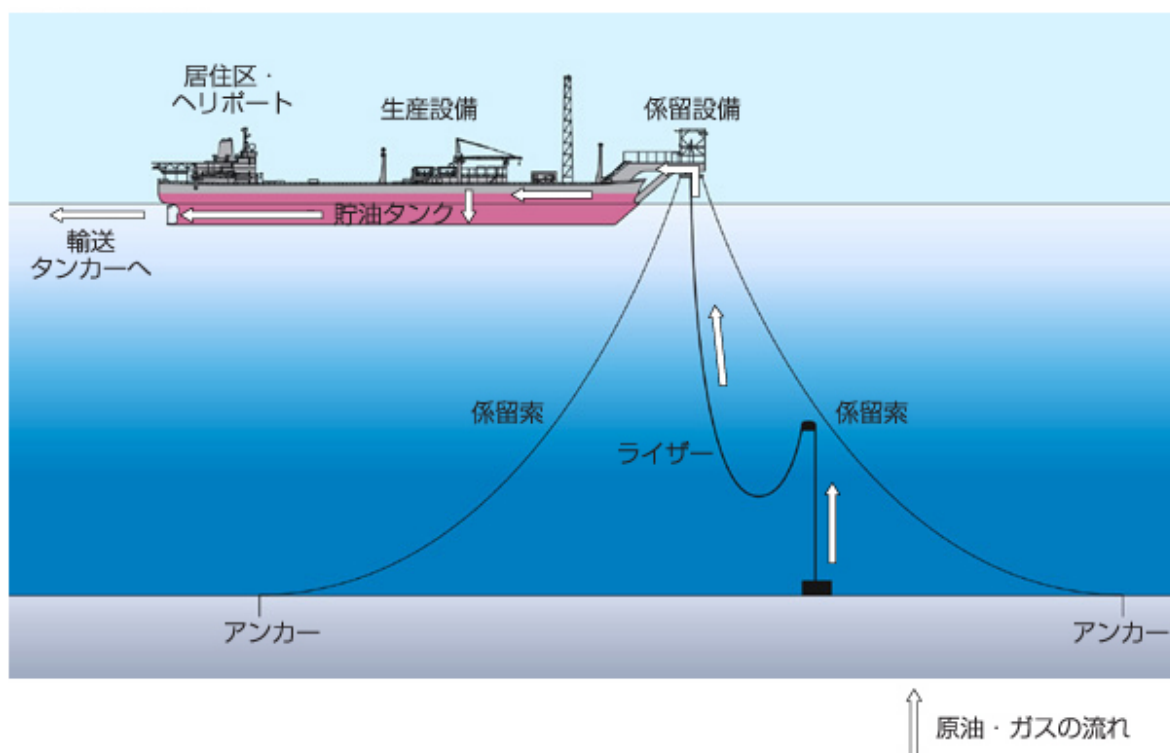


図 2-3 FPSO の概念図

出所：三井海上開発 (MODEC) ウェブサイト

²¹ 三井海上開発 (MODEC) web site

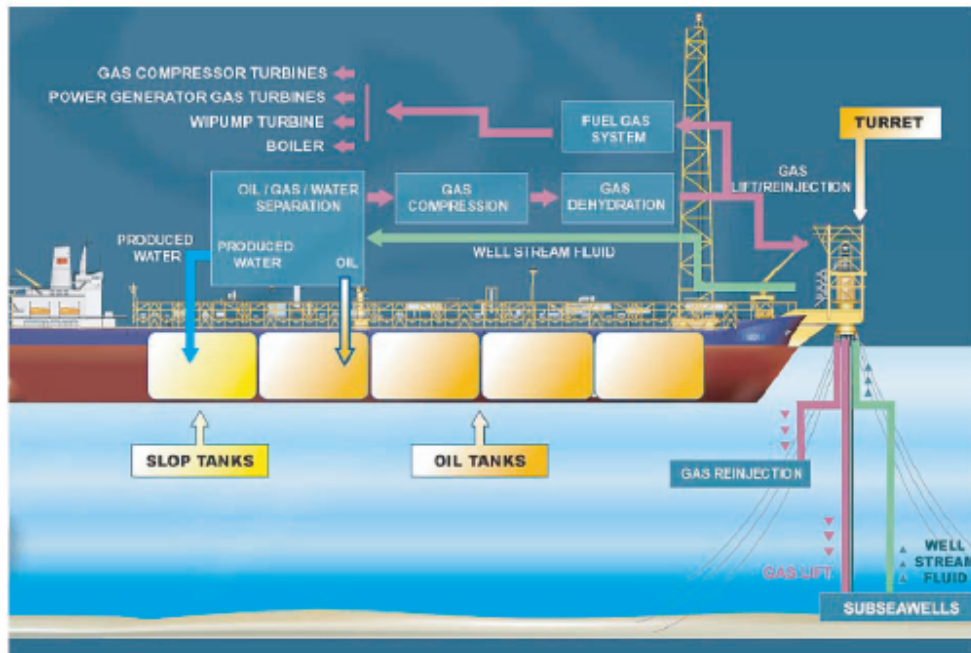


図 2- 4 FPSO の概念図

出所：「水深 2,000m を超えた生産井一油・ガス田開発の進歩」JOGMEC 2006 年 9 月

FPSO は、坑井からの生産物を処理するだけでなく、定期往復タンカーへの積み込みに先立ち一時的に貯蔵しておくことができる。船舶型設備の利点の一つとしては、比較的広いデッキスペースが確保できることがある。また、貯蔵施設も大きくとることができる（最大 200 万バレルまで）。FPSO は、世界中で一般的に見られる海上生産方法の一つであるが、メキシコ湾や中東およびカスピ海ではその姿はほとんど見られないのが特徴的である。

FPSO は、油田での稼働期間が終了すると他のプロジェクトでの再使用に回すことができるという利点がある。ただし、FPSO では坑井へ直接はアクセスできないため、必ずしもあらゆる油田に適しているとはいえない。FPSO は比較的穏やかな海域でも波の方向には敏感であるため、より安価な多点係留システムですませられる西アフリカのようなごく静穏な環境を除いて、タレットやスイブル・システムなどの使用が必須となる。最新のスイブル設計では最大限 100 本のライザーを収容でき、また過酷な環境における信頼性も立証されている。

坑井へ直接アクセスが行えないことが FPSO の短所の一つであると言われるのは、使用中の海底坑井を改修する際に高価な掘削リグを借り上げる必要があり、それだけ保守費用が高くつくからである。

②セミサブによる浮体式生産システム

セミサブは、トラス構造（三角形を基本にした構造）やラーメン構造（四角形を基本にした構造）の構造物の下部が半分海面下に沈み込んでいる半潜水式の浮体構造物である。浮体構造物の上に掘削リグや石油・ガス生産設備を搭載して使用する。セミサブは、中に掘

削機器を組み込むことができ、大きなデッキスペースを持つとともに、数多くのライザーを簡単に収容することが可能で、かつ運動性能も優れている。ただし、貯蔵能力については限られた容量あるいはゼロのものもあり、坑井へのアクセスの容易さとデッキの積載能力などについても限られた性能しか有していない。セミサブは、基本的には水面下で大型のポンツーンによって支持される浮体式船舶である。デッキ部分（水面からかなり高い位置にある）は何本かのスチール製の支柱を介してポンツーンと接続されている。セミサブの大きな利点の一つは、ほぼどのような水深でも操業可能なことである。こうした設計上の特性により、波の動きに同調して上下に自由に動くことができる。また、セミサブは海面で切断したときの構造物の断面積が船型（箱型）の構造物に比べて小さいため、波や潮流による上下動や水平移動の応力が少なく、悪天候の海象条件でも安定した状態を確保することができる。

セミサブはほとんどの場合、6本から12本の錨鎖で海底に係留され、水面上での位置の保持はコンピュータ制御によって行われる。セミサブに特有の短所としては、ウェット・ツリーにしか接続できないことである。そのため、生産設備、安全装置および制御機器がすべて、プラットフォーム構造体の内部にあるのではなく、そこからかなり離れた場所である海底に配置されていることである。

セミサブの特徴のひとつとして、設置場所に強固に固定されておらず、また水深にも左右されないため、設備としての転用が容易に行えることがある。セミサブの場合は、装備の改良などのために波止場に戻すことや、必要とあれば重量物起重機を使わずともドライ・ドック（乾ドック）に入れて作業を行うことが可能である。また、そうした作業のためにトップサイドをはずす必要もない。

セミサブの浮体式生産システムは、従来から世界中の海洋油田開発で広範囲に採用されてきている。なかでもより小型のセミサブ浮体式生産システムの多くは、掘削用のセミサブから改造されたものである。セミサブは、従来からも、海底坑井と組み合わせることで、さまざまな水深と環境での小規模もしくは中規模の油田の商業的開発に使用されてきている実績がある。

セミサブは実質的にどのような水深においても稼働できるため、非常に広範な生産環境での使用が可能となる。セミサブに特有のもうひとつの利点は、必要となる資本支出がFPSOに比べて少なく済むことである。沖合での設置に際してもあまり場所をとらずに簡単に行えるため、他のタイプのプラットフォームほどは、沖合の遠隔地での重量物起重機による揚重作業を必要とせず、またそうした設備を使って接続や組み立て作業を行わなくてすむ。

セミサブの主たる用途は、掘削リグを搭載して海底石油ガス田の掘削作業を行うことである。この場合、一つの鉞区の掘削が終了すると別の鉞区に移動して掘削作業を行う。一方で近年では石油ガス田のある海域にセミサブに係留して海洋石油・ガス生産設備として転用されるケースも増えてきている。この場合、揺れの少ないセミサブの特徴を利用して、海底の抗井を制御するウェルヘッド（Well Head）と呼ばれる坑口装置（水道の蛇口のような機能）を海面上に設置するためのプラットフォームとして主に使用される。石油・ガス生産設備用のセミサブは、固定式プラットフォームの使用が困難な大水深海域（水深1,000メートル超）での使用に適している。坑口装置を海面上に設置することに

より、1,000メートル超の深海油田でも陸上油田と同じ手法で抗井の管理とメンテナンスを容易に行なうことが出来る。セミサブは貯油設備を持たないため、貯蔵積出機能を有する FSO と併用したり、パイプラインに接続して原油・ガスの積出を行う。現在ブラジルや北海を中心に約 40 基のセミサブ式の生産設備が稼動している²²。セミサブリグからの改造が多い（全体の 90%）²³

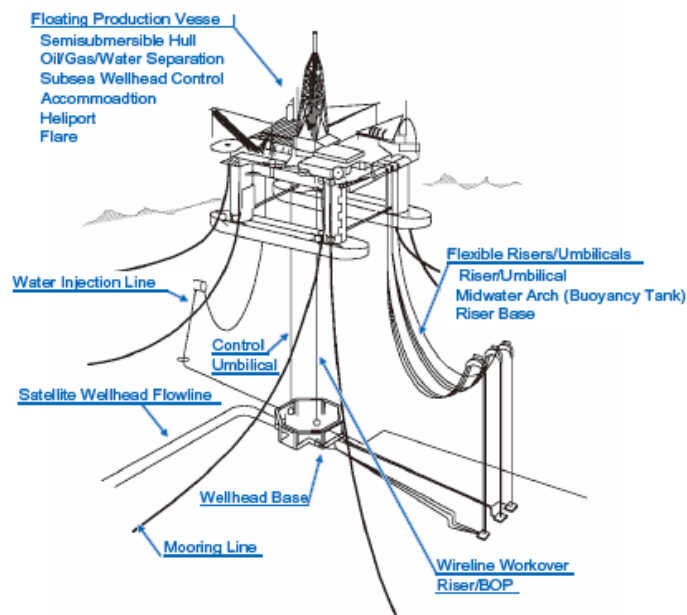


図 2-5 セミサブの FPS 概念図

出所：水深 2,000m を超えた生産井—油・ガス田開発の進歩 JOGMEC2006 年 9 月

③SPAR（スパー）

スパーとは、喫水の深い浮体式ケーソンのことで、非常に大型のブイ（浮標）にも似た中空の円筒形の構造を持つ。スパーは、胴体部、係留部、甲板部およびライザー部の 4 つの主要なシステムから構成される。²⁴

スパーはその中に掘削機器を収容でき、掘削または生産、あるいはその両方に利用することができる。坑井へのアクセスも良好で、従来型のスチール製ライザーも使え、水深の深い地域でも操業できる。しかし、貯蔵能力には限界があり、デッキの積載能力もあまり高くなく、海中に降ろせるライザーの本数も限定される。さらに、過酷な環境での操業を念頭において設計されていない。

スパーは、TLP と同様に海底に係留されるが、TLP が上下方向に張力を持たせた繫索を持つのに対し、どちらかと言えば在来型の係留索が使われる。SPAR では、構造体の

²² MODEC Web site

²³ JOGMEC 水深 2,000m を超えた生産井—油・ガス田開発の進歩

²⁴ Azur Offshore Ltd 資料

質量の大半が海底面に載るため、本質的に TLP よりも安定していることから、係留に依存しなくても自らの姿勢を直立させておくことができる。また、スパーは、水平方向にも動くことができ、メインのプラットフォームの位置からかなり離れた海底の坑井の上に自らの位置を合わせることができる。

大水深および超大水深にプラットフォームを設置する場合、TLP よりもスパーのほうが好まれるという傾向がある。過去 10 年の傾向をみても、性能が同レベルであればスパーのほうが TLP よりも安価につくため、多くのオペレータがスパーのほうを選択している。スパーが使用されるのは、ほぼこれらの水深水域に限られるが、それは鋼鉄の必要量が TLP と比べて少なくて済むため、より大きな利益幅を享受できるからである。また、スパーは浮体式生産プラットフォームとしては最も安全性が高い構造のひとつであるとも考えられている。²⁵ 構造体の安定性が確保されることから、主甲板での「ドライ・ツリー」の使用が可能となる。²⁶

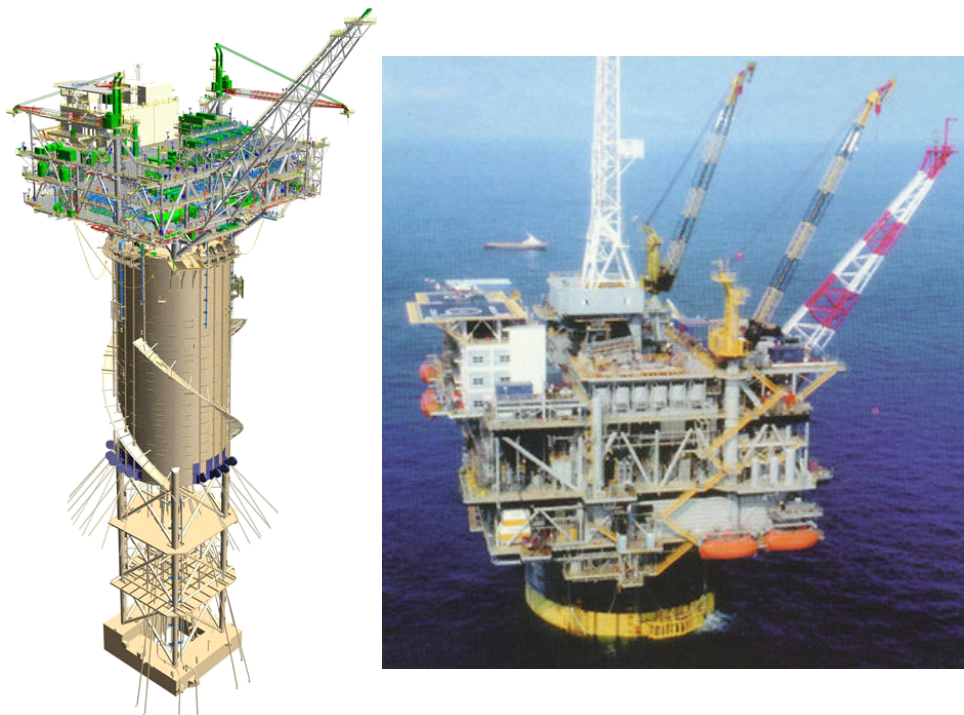


図 2-6 SPAR 写真 SPAR (The Genesis Spar Platform)

出所：Cronus Technology ウェブサイト

出所；Offshore Technology ウェブサイト²⁷

²⁵ Infield Floating Production Platform Report 2010

²⁶ Azur Offshore Ltd 資料

²⁷ Offshore-technology.com ウェブサイト

④TLP

TLP (Tension Leg Platform: 緊張係留式プラットフォーム) は、強制的に半潜水させた浮体構造物と海底に打設した基礎杭とをテンドンと呼ばれる鋼管で接続し、強制浮力によって生じる緊張力 (Tension) を利用して係留される洋上プラットフォームである。TLP の浮体構造物は、作業台となる上部構造物、浮力体となる下部構造物及び両構造物を連結するコラム (Column) と呼ばれる 1 本ないしは複数の支柱で構成され、下部構造物の外側に張り出した部分でテンドン (Tendon) と接続される。TLP の上甲板に備えられる施設 (処理施設、パイプライン、海上ツリーなど) ならびにほとんどの日常業務については、従来型の固定式プラットフォームの場合と変わらない。

浮体構造物には常時垂直方向に対して 1,000 トン超の強い力がかかるため、TLP は水平・垂直方向への動揺が小さな範囲にとどまり、台風等の悪天候の海象条件でも安定した状態を確保することができる。

TLP は 1980 年代から使用されるようになった大水深海域の開発に適した海洋石油・ガス生産設備である。現在メキシコ湾を中心に世界で約 20 基の TLP が稼働している。²⁸

TLP は、掘削施設を備えている場合も多く、坑井へのアクセスも良く、さらに在来型のスチール製ライザーを使えるという利点もあるが、その設計には高い費用がかかり、また貯蔵施設を持たないこと、稼働可能な水深やデッキ積載量について制限があるという短所がある。TLP の裏にある概念は、浮力を持つプラットフォームを、自由に動けるようにする代わりに、何本かの高張力鋼管索を使って海底に据え付けたテンプレートに繋ぎ固定するものである。TLP では、係留繫索にかかる張力による作用のために積載量に対して敏感であり、そのため、通常は貯蔵設備として使うことは出来ない。

「拡張型緊張係留式プラットフォーム (ETLP)」と呼ばれる設計も導入されているが、プラットフォームの固定に必要な鋼鉄の量や重量が非常に多くなるため、商品市況が高い時期には他の設計方式と比べて、そのコストパフォーマンスが疑問視されるようになっている。

²⁸ 三井海洋開発 (MODEC) ウェブサイト

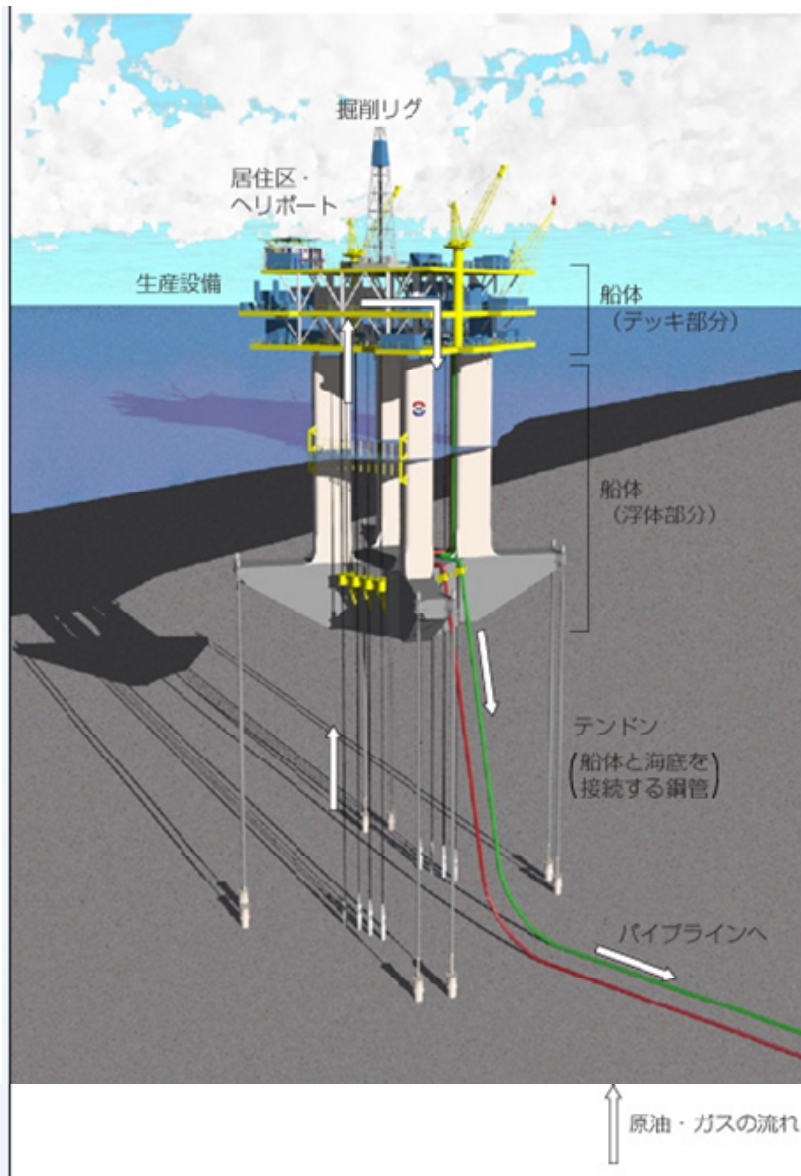


図 2-7 TLP の概念

出所：三井海洋開発 (MODEC) ウェブサイト

2.1.3 オフショア作業船

海洋石油・ガス市場ではオフショアにおけるインフラストラクチャーの設置および保守のために多くの船舶設備を投入する必要がある。それぞれ専門的な業務を行うために必要な設備を備えた多くの種類の作業船がある。これを構成するものとしては、パイプ敷設船、建設支援船 (重量物起重船)、マルチ・サービス船、潜水支援船、パイプ埋設/溝掘船、重量物運搬船、および補給船などである。これらの船舶が必要とされる作業は様々で、また 1 つで複数の作業をこなすこともあるし、1 つの作業で複数のタイプの船舶を必要とす

ることもある。そのため、船舶の「供給」と「市場」を1対1で対比できないことに留意する必要がある。下記は調査会社 Infield 社のレポートで使用されている分類である。

表 2- 1 オフショア作業船のタイプと用途

タイプ (供給サイド)

タイプ	タイプ(英語)	概要
宿泊設備船	Accommodation Vessel (AC)	オフショア設備の設置、開発に際して必要な人員に対する宿泊を提供する船。バージ、セミサブ、通常の船舶と同じ形状のこともある
建設支援船(重量物起重船)	Construction Vessel (CV) (Or Heavy Lift Vessel)	様々な水深で複数の役割を果たすことができるように設計されている。主として、オフショアでの建設作業、構造物の持ち上げ、パイプの敷設などにも使われる。大型のクレーンを備えている。
潜水支援船	Diving Support Vessel (DSV)	検査・修繕・メンテナンスや、プラットフォームの設置、撤去などの際に必要となる潜水業務のための船で、ROV その他の特殊な機器を備える。
高機能アンカーハンドリングサプライ船	High End Anchor Handling Tug Suply Vessel (High End AHTS)	通常の AHTS のうち、10,000bhp で、掘削機を船から水中に入れるための穴(ムーンプール)を備えているもの。
重量物運搬船	Heavy Transport Vessel (HT)	オフショア構造物のトップサイド、モジュールや、リグ、バージなどの重量物を運搬するための船。
パイプ敷設船	Pipelay Vessel (LAY)	パイプの敷設を主な目的として建造された船で、バージ、船舶の形状のものがある。パイプ敷設方法(S-Lay, J-Lay など)により能力や搭載されるリールやタワーが異なる。
多目的支援船	Multipurpose Support Vessel (MSV)	潜水支援、海中作業支援などの複数の業務に使用され、クレーン、ROV、ダイナミックポジショニングシステムなどを備えた船。AHTS を改造してクレーンを備えたりすることもある。
パイプ埋設/溝掘船	Pipe Burial & Trenching Vessel (PBT)	海中のパイプラインを保護するために(特に浅瀬の場合)パイプラインをカバーする作業を行う船。
坑井刺激介入船	Well Stimulation/Intervention Vessel (WS)	坑井刺激とは、坑井内から坑井周辺の採取層に人為的に変化を起こさせ、生産能力の向上を図ること。坑井介入は、地上から坑井内に機器を降下して行うあらゆる種類の坑井作業の総称 ²⁹ 。こうした作業に使われるのが坑井刺激介入船で、海中作業用の様々な機器が搭載されている。

²⁹石油開発時報 No. 157 (08.05)

用途の種類（需要サイド）

検査・修繕・メンテナンス	Inspection, Repair and Maintenance (IRM)
ライン設置	Line Install
パイプ埋設/溝堀	Pipe Burial & Trenching (PBT)
プラットフォーム設置	Platform Install
プラットフォーム撤去	Platform Removal
一点係留	Single Point Mooring (SPM)
海中設置	Subsea Install

出所：Specialist Vessels Market Report to 2014, Infield, 2010 より作成

このうち特に重要性が高いと考えられるパイプ敷設船、建設支援船（重量物起重船）、多機能船について概要を説明する。

(1) パイプ敷設船³⁰

海底にパイプを敷設する方法としては主に、S-Lay 方式、J-Lay 方式および Tow-in 方式の 3 つがあり、パイプ敷設船を使って行われる。

① Tow-In 方式によるパイプラインの設置

Tow-in（けん引、曳航の意味）による設置では、その名前が示すとおり、パイプは浮揚モジュールによって水中に吊り下げられ、1 隻または 2 隻のタグボートによって設置予定地へけん引されていく。現場に到着すると、浮揚モジュールを外すか、あるいはパイプ中に注水してパイプをゆっくりと海底へと沈めていく。

³⁰ Rigzone ウェブサイト



写真 水上曳航（surface tow）によるパイプラインの設置

出所：Rigzone ウェブサイト

②S-Lay 方式によるパイプラインの設置

S-lay 方式でパイプラインを設置する場合、敷設船が前進するにつれてパイプは船体から水中に緩やかに繰り出されていく。船尾から水中に入ったパイプは、海底の「着地点」もしくは最終的な海底の設置位置に到達するまでは、下向きに湾曲したままになる。船上でさらにパイプが溶接でつなげられ、それが水中へ繰り出されていくと、一つながりのパイプは水中で「S 字」形に撓んだ状態になる。

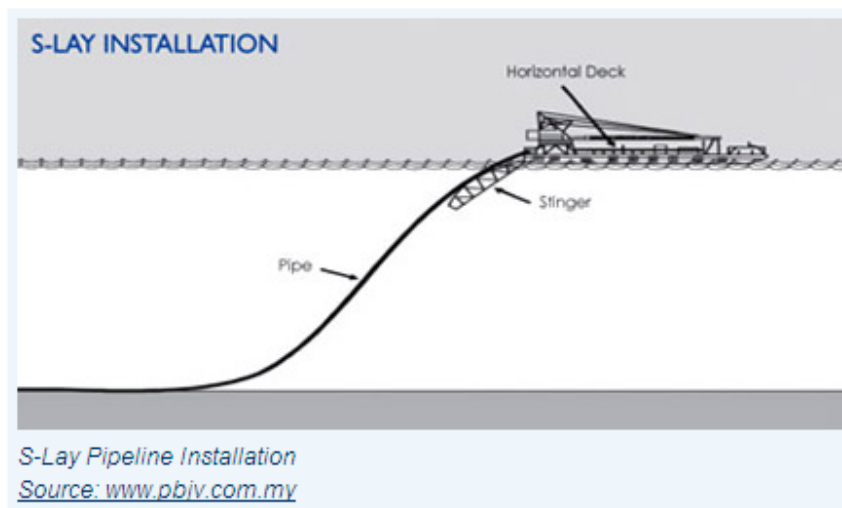
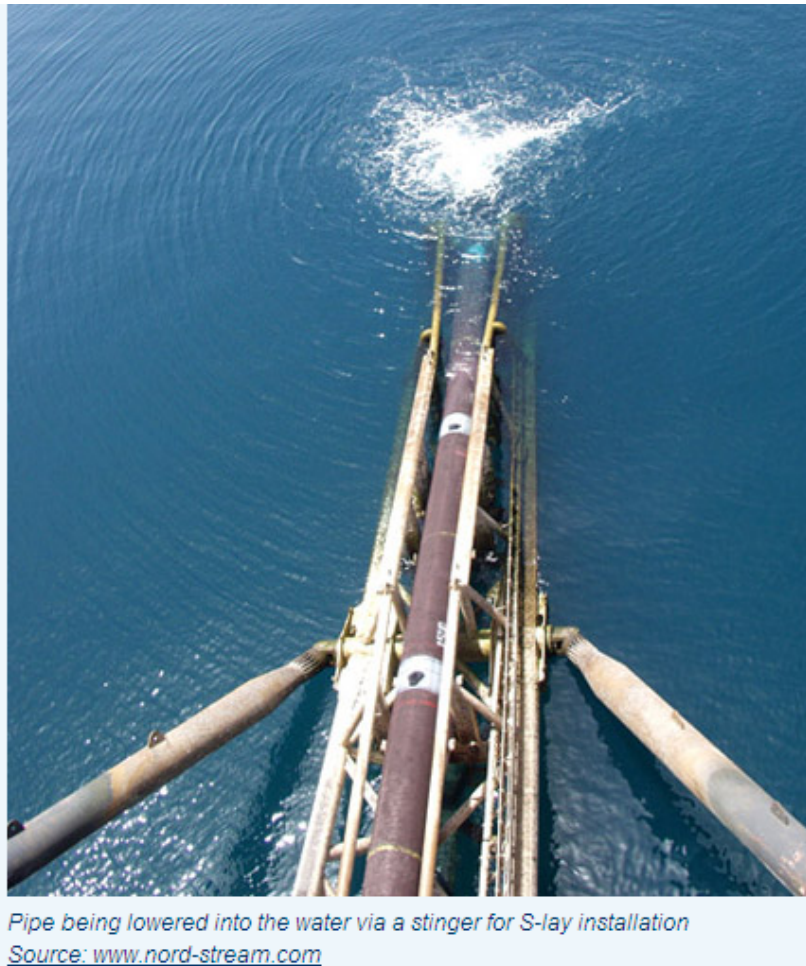


図 2- 8 S-Lay 式 パイプ敷設

出所：Rigzone ウェブサイト

敷設船の船尾には、繰り出されるパイプを支えかつ水中のパイプの湾曲度を制御するためのスティングーと呼ばれる長さ 300 フィート（91 メートル）ほどの構造物が付設されている。パイプ敷設用バージのなかには、水深に応じてスティングーの長さを調節できるようになっているものもある。



Pipe being lowered into the water via a stinger for S-lay installation
Source: www.nord-stream.com

写真 S-lay 方式でスティングーの上を水中へ送り出されるパイプ

出所：Rigzone ウェブサイト

S-lay 方式での作業中は、パイプに適度な張力を持たせておく必要がある。パイプが座屈しないように、テンション・ローラーや推進力を調節して張力を維持する。S-lay 方式では、水深 6,500 フィート（1,981 メートル）まではパイプを敷設でき、また、1 日に敷設できるパイプ延長は 4 マイル（6 キロメートル）に達する。

③J-Lay 方式によるパイプラインの設置

S-lay 方式による敷設で支障となっていた点が改良された J-lay 方式では、水中に送り込むパイプラインの角度をほぼ垂直に近づけてあるため、パイプにかかる応力が少なくなっている。パイプは船上に設けられた背の高いタワーから吊り下げるようにして水中へ差し込まれる。湾曲が 2 箇所で見られる S-lay 方式と異なり、J-lay 方式では、水中のパイプラインは横から見ると「J 字」形を保つようになる。

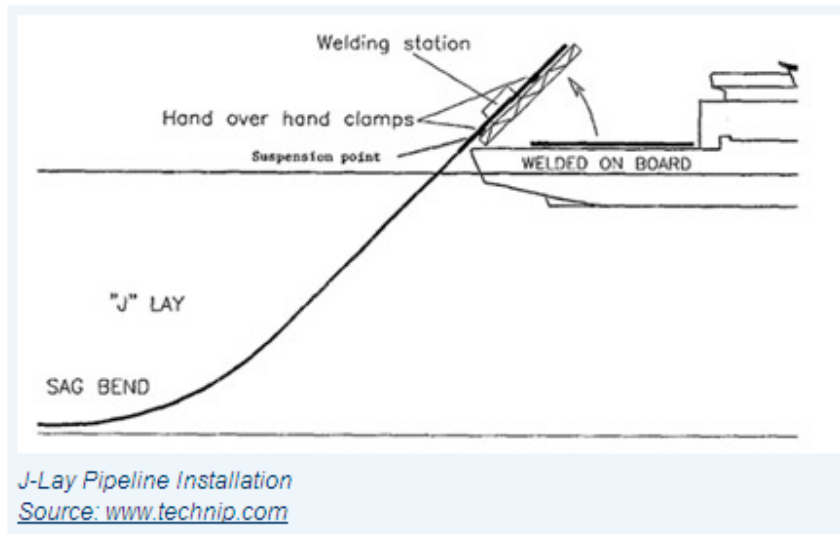
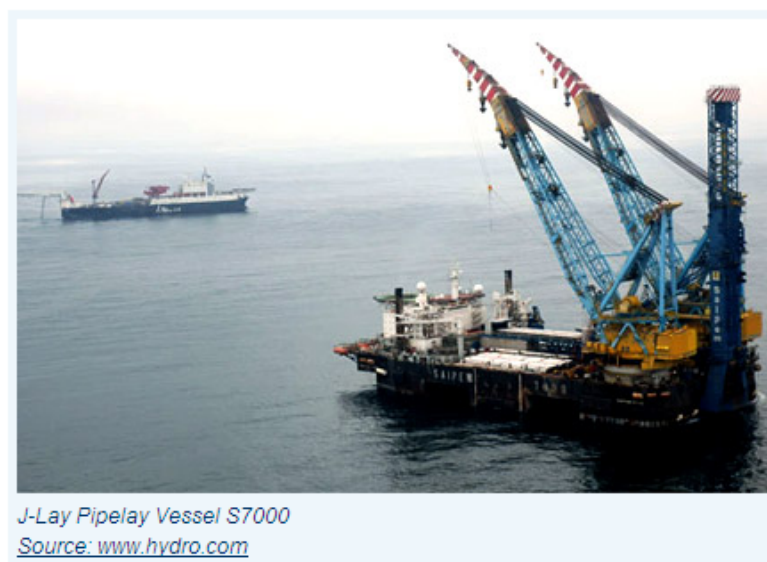


図 2- 9 J-Lay 式パイプ敷設

出所：Rigzone ウェブサイト

パイプにかかる応力が軽減されたことで、J-Lay 方式はより水深の大きい水域でもパイプラインを敷設できる。また、J-Lay 方式で敷設されるパイプラインは、S-lay 方式で敷設されるもの比べて、より大きな動きや水面下の潮流などにも耐えることができる。

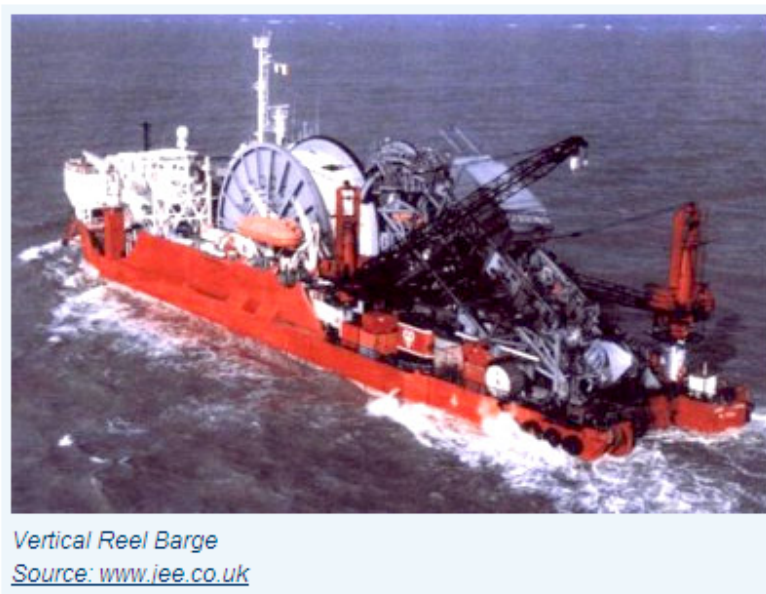


写真：J-Lay 方式のパイプ敷設船 S7000

出所：Rigzone ウェブサイト

こうしたパイプ敷設業務に使われるパイプ敷設船には主に 3 種類ある。まず、J-lay 方式や S-lay 方式のバージがある。溶接ステーションと揚重用クレーンを船体上に備えており、40 または 80 フィート（12 または 24 メートル）のパイプの溶接を風や水に影響されない閉鎖環境で行うことができる。この種のバージでは、パイプは 1 度に 1 セクションずつアセンブリー・ライン方式で敷設される。

一方、リール式バージは、パイプを巻き付けるための垂直または水平方向のリールを有している。リール式バージは、小径のパイプやフレキシブル・パイプの設置に使用される。水平リールのは S-lay 方式でパイプ敷設を行うが、垂直リールのバージは S-lay 方式と J-lay 方式のどちらでもパイプラインを設置することができる。



写真：垂直リールを備えたバージ

出所：Rigzone ウェブサイト

リール式バージを使用する場合、設置コストを下げるために、パイプの各セクション同士の溶接は陸上で行われる。リールに巻き取られたパイプは、リールごとドックで船に積み込まれ、設置現場でリールから送り出されて敷設される。リールからすべてのパイプが送り出されるとバージは、再び岸壁へ戻って別のリールを積み込むか、あるいは一部のバージはクレーンを備えており、輸送船が運んでくる新しいリールを受け取り、空のリールを戻すことで時間や経費の節約を図っているものもある。

(2) 建設支援船（重量物起重船）³¹

海洋での様々な建設に使われる船で、合計揚重能力が何百トンにも達するクレーン大型クレーンを備え、非常に重量の大きいものを扱うため、重量物起重船（Heavy Lift Ship）、あるいはクレーン船とも呼ばれる。これらの船舶は超重量貨物を簡単に吊り上げ、また最大 100 メートル超の長尺貨物を主甲板上に載せて運ぶこともできる。箱型をした船倉は、手を加えて複数の甲板に変えることもできる。この種の船は、オフショア石油ガス開発プロジェクトに使う貨物や機器を丸ごと運搬するのに適した船舶である。

「重量物起重船」は、重量物または大型貨物の運搬用にも使われる。完全組立式プラントおよび／もしくは機器の一括またはモジュラー方式による運搬の需要が拡大するなか、その需要を満たすのがこれらの船舶である。重量物起重船の大半は、多岐にわたる貨物を扱える自立型の船舶である。この種の船は、構台（ガントリー）や伸縮式の補助クレーンを装備に加えて、従来型のロールオン・ロールオフ用の積込み／陸揚げに対応させることもできるし、また、水上で積み下ろしを可能にするために半潜水能力を持たせることもできる。なかには、複数車輪と自走能力を加えて陸上も移動可能にして、貨物の製造地から最終目的地までの運搬を 1 台でこなせる運搬装置に改造しているオペレータもいる。

「heavy lift ship」という用語は曖昧である。ある定義では、heavy lift ship とは、屋根のない広いデッキを水面下かなり深くまで沈ませ、その上に別の船舶を移動させてきて、甲板上に設えられたドライドック様の構造物の上にその船舶を載せることができるように設計された外航船のことを指している。そして、バラスト・タンクから水をポンプで排出することによって甲板が水面上に浮かび上がり、ちょうど浮体式ドライドックのように他船舶を甲板上に載せることができ、さらに、そのままの状態でも目的地まで運搬することができる。この種の船舶は、より正確にはフロートオン・フロートオフ（FLO-FLO）船とも呼ばれることがある。

また別の定義によれば、heavy-lift ship は、重く嵩張る物体を積み下ろしできるように特別に設計された船舶であると定義される。典型的なものとしては、1 回に 100 トンを超える重量を揚重できるようなブームを持つものが想定されている。このような船の場合は、「クレーン船」とも呼ばれる。「クレーン船」の任務は、海上や、あるいは積み下ろし設備が皆無か不十分な港などで非自立型の貨物船からコンテナその他の特大の貨物を荷揚げすることである。

石油・ガス産業からの需要の拡大にともない、この種の船の受注数は増加している。これらの船舶では、1 基 800 トンを超えるクレーンを使ったリフトオン・リフトオフ方式による重量物の運搬や陸揚げに使用されている。

³¹ Globalsecurity ウェブサイト



写真：建設支援船

出所：Nautic Expo ウェブサイト

(3) 多目的支援船

多目的支援船は、複数の役割を果たすために、「接続すればすぐ使えるような (plug and play)」機器を備えた設計となっているのが一般的である。これらの支援船が行う業務としては、海上救助活動の支援、タンカー支援、曳航、油田支援ならびにデッキ貨物や「液体」貨物からリグや生産プラットフォームの陸揚げなどがある。また、石油ガス田でのスタンバイ作業用の装備を設けることもできる。

石油・ガス産業向けには、主として補給や一般的な支援、建設支援、保守支援、および水中パイプラインの点検などを行う。また、2 次的な役割としては、プラットフォームでの消火作業や冷却作業、汚染防止のための油処理剤の散布作業、ならびにスタンバイ作業や救助活動などが含まれる。潜水支援船の機能を備えていることもある。

「緊急支援・坑井改修船」(FSIV) は、作業員運搬／補給用の高速船である。この船は、石油産業のために重量物を運搬するばかりでなく、海上における消防船や救助船としても活動する。

「多目的補給船」[MPSV] は、油田における非常に多岐にわたる保守業務が確実に遂行されるようにするための汎用船である。これらの船が提供する機能としては、自動船位保持、防火活動、深層海洋における作業、プラットフォーム用ヘリコプター、機器・人員の大量運搬能力などといったものがある。

「潜水支援船」は、職業ダイバーによるプロジェクトを支援する船舶である。こうした潜水支援船の需要が生まれたのは、業界の歴史によれば、石油生産プラットフォームが北海やメキシコ湾で見られるようになった 1960 年代および 1970 年代である。海洋での石油・ガスの生産計画の数が増加するにつれて、船舶オーナーやオペレータ各社は、潜水活動とそのシステム機器のためにデッキ上の貴重なスペースを使わせることに次第に関心を持つようになり、これが移動式石油掘削プラットフォーム、バージなどから潜水作業を行うという初期の傾向の発端となった。「潜水支援」船の機能としては、まず、トランスポ

ンダや多方向推進器を使って潮流や風の大きさを把握しながら潜水場所で行う動的船位保持がある。次に、加圧下での窒素による麻酔作用を回避するために船内に設置されている飽和潜水システムがある。釣鐘形潜水器は、この飽和システムと、遠隔作業機（ROV）その他の重量作業機器などのシステムによって支援される作業現場のダイバーとの間を結ぶ橋渡しの役割を果たすものである。

2.2 海洋構造物・オフショア作業船の建造推移と見通し

2.2.1 掘削リグ

(1) 建造推移と見通し

2005 年以降、エネルギー企業各社がより収益性の高い潜在石油ガス田を求めて水深の深い地域へ関心を向けていったが、海洋掘削業界は大水深用および超大水深用リグに従来十分な投資を行ってこなかったため、需要に応えることができなかった。また海洋掘削業界が石油ガス探査のための十分な掘削機器を持っていなかったため、本来できたはずの深海権益の探査や評価作業が大幅に制約されることとなった。リグを奪い合う激しい競争が起き、その結果、最も性能の高いリグのデイ・レート（1日の借り賃）は、数年の間にほぼ垂直の軌跡を描いて 1 日 150 万米ドルから数年のうちに 600 万米ドル／日へと跳ね上がったのである。このような需要の急激な高まりを招いた主な要因は、2002 年にはバレル当り 26 米ドルが 2008 年には 100 米ドル／バレルに達した石油価格の高騰であった。

どの点から見ても、2004 年以後は、リグへの投資を行う環境としては完璧な条件を備えていたと言える。資産獲得競争は激しさを増していたし、石油価格は絶え間なく上昇し続けており、融資も簡単に利用可能であった。実際、2008 年後半までは、リグ保有数の拡大の唯一ともいえる阻害要因は、造船所の建造能力が不足していたことだけであった。そうした状況のなか、石油ガス開発会社がこぞって新規のリグを発注しており、また、リグオペレータも建造すればすぐにでも稼働先が見つかるとの投機的観測のもと建造を続けていた。ところが、そうした急速な伸びは、特に超大水深用リグでは必要であったにしろ、2008 年後半に市場を揺るがせた急激な経済的下降の影響を他では考えられないほどまともに受けてしまったのである。

実際、この新規リグの狂乱的な建造ブームの只中に、世界経済はメルト・ダウンへと突入していった。海洋石油産業を襲ったその後の連鎖反応は、2 重の意味で業界を傷め付けた。まず、融資資金へのアクセスが干上がり、それに伴い、オペレータ各社も自らの抱えるプロジェクトのための資金調達に苦しむこととなった。第 2 に、世界経済の収縮は、エネルギー需要の急激な減少を意味し、石油価格も 2008 年夏の 147 米ドルから、2009 年 1 月には 35 米ドルへと暴落した。こうした悪条件により、多くの石油会社はそれまでの資本支出の契約を見直すこととなり、その結果、2009 年にはあちこちの会社でサプライチェーン・マネジメントとより積極的なコスト交渉が広く見られるようになった。この結果、2009 年を通してあらゆる種類のデイ・レートや稼働率が 2008 年のピークから急速に下がった。

2010 年に入ってから、メキシコ湾の事故とそれに続く米国の深海油田の開発凍結措置で、掘削業界はピンチに陥り、ナスダック上場のシーホーク・ドリリングは破綻、米連邦破産法 11 条の適用を申請するに至った。しかし、2010 年後半からは新興国を中心と

する景気の急速な回復、年末からは中東情勢の悪化、さらには日本の原発事故による原発離れの可能性などの要因もあり、油価は 2011 年 3 月 23 日現在、1 バレル 100 ドルを超えている。オペレータ各社も自信を回復させ、2010 年の探鉱・生産の資本支出も従来予想された水準を上回るようになってきている。こうした上向き傾向を裏付ける兆候が次第に形をとって現われ始めている。

(2) 建造国・建造量

ここでは、海洋掘削リグのうち、ジャッキアップ、セミサブ、掘削船について分析する。

① ジャッキアップ

専門誌 Rigzone のデータベースに掲載されているジャッキアップ式のリグは建造中のものを含み、2010 年 12 月現在、523 基あり、そのうち 158 基が米国建造、153 基がシンガポール建造となっており、この 2 カ国で 60%を占める。また、米国建造のものは 1980 年代が 75 基とピークを向かえ、2000 年代には 20 基建造されているが、シンガポールよりも少ない。シンガポールでは、2000 年代に 56 基と建造数がピークとなっている。ジャッキアップ式リグの建造拠点が米国からシンガポールに移っていることがわかる。その他建造数が増えている国は、中国、アラブ首長国連邦などである。

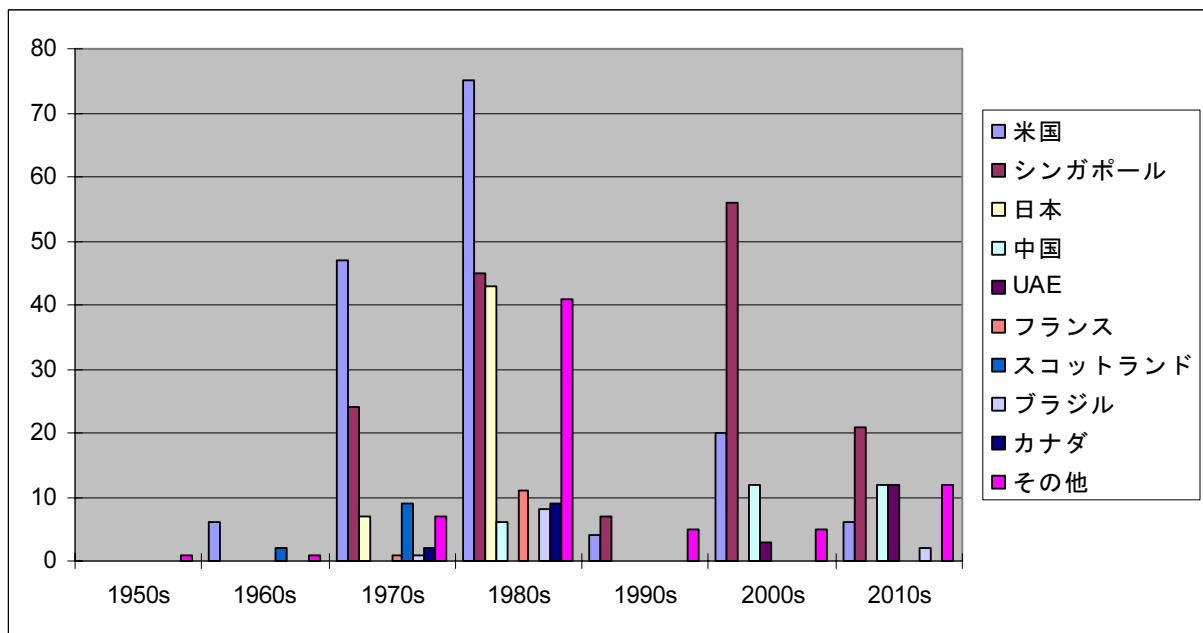


図 2-100 ジャッキアップ・リグの年代別建造国

出所：RigZone データベースを元に作成

表 2-2 ジャッキアップ・リグの年代別建造国

建造国	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s	2010s	合計
米国		6	47	75	4	20	6	158
シンガポール			24	45	7	56	21	153
日本			7	43				50
中国				6		12	12	30
UAE						3	12	15
フランス			1	11				12
スコットランド		2	9					11
ブラジル			1	8			2	11
カナダ			2	9				11
その他	1	1	7	41	5	5	12	72

出所：RigZone データベースを元に作成

②セミサブ・リグ

専門誌 Rigzone のデータベースに掲載されているセミサブ式のリグは建造中のものを含み、2010年12月現在、222基あり、ジャッキアップ式と同様、米国が最も多くシンガポールが第2位となっている。しかし、ジャッキアップ式は米国とシンガポールで全体の60%を占めていたが、セミサブの場合は両国の合計シェアは全体の31%で、韓国や日本も健闘している。年代別にみると、米国建造のセミサブ・リグは1970年代に建造されたものが最も多く、これに対してシンガポールでは2000年以降が多い。韓国では1980年代から建造されており、2000年以降も建造している。日本では1980年代に14基建造されて以降は、ほとんど建造されていない。また、2000年以降、中国での建造が伸びている。

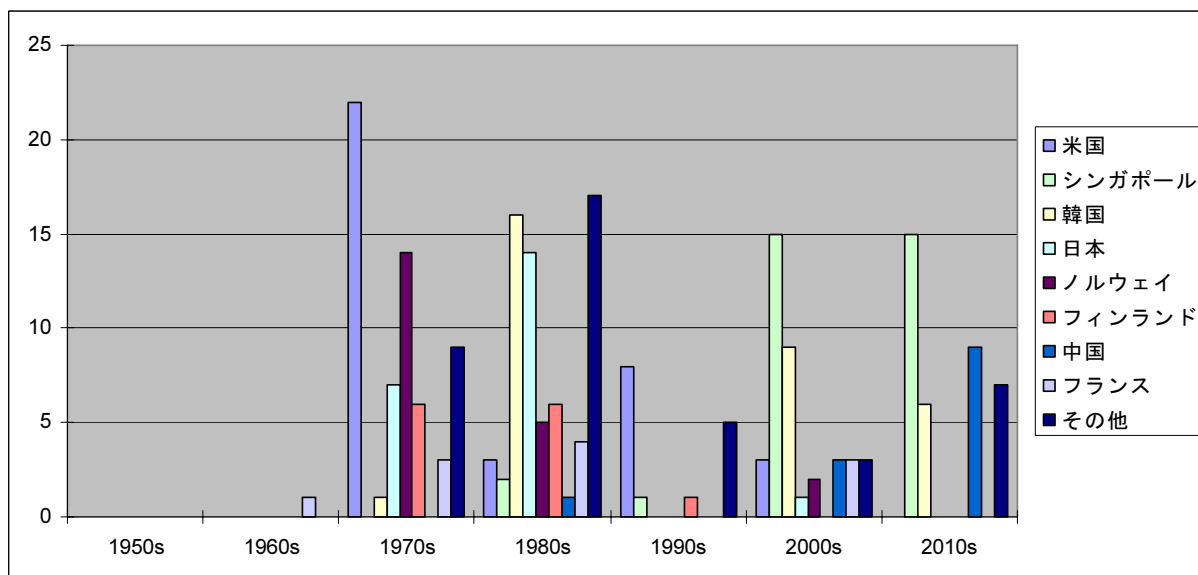


図 2- 111 セミサブ・リグの年代別建造国

出所：RigZone データベースを元に作成

表 2- 3 セミサブ・リグの年代別建造国

建造国	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s	2010s	合計
米国			22	3	8	3		36
シンガポール				2	1	15	15	33
韓国			1	16		9	6	32
日本			7	14		1		22
ノルウェイ			14	5		2		21
フィンランド			6	6	1			13
中国				1		3	9	13
フランス		1	3	4		3		11
その他	0	0	9	17	5	3	7	41

出所：RigZone データベースを元に作成

③掘削船

専門誌 Rigzone のデータベースによると、掘削船は建造中のものを含め、2010 年 12 月現在で 91 隻あり、その 64%は韓国で建造されており、韓国が圧倒的に多い。日本でも 1970 年代、80 年代に建造されていたが、それ以降は建造されていない。「その他」に含まれる 2010 年代の 2 隻は中国での建造によるもので、1 隻は韓国の STX Corporation の大連造船所で、もう 1 隻は COSCO 造船の大連ヤードで建造中である。

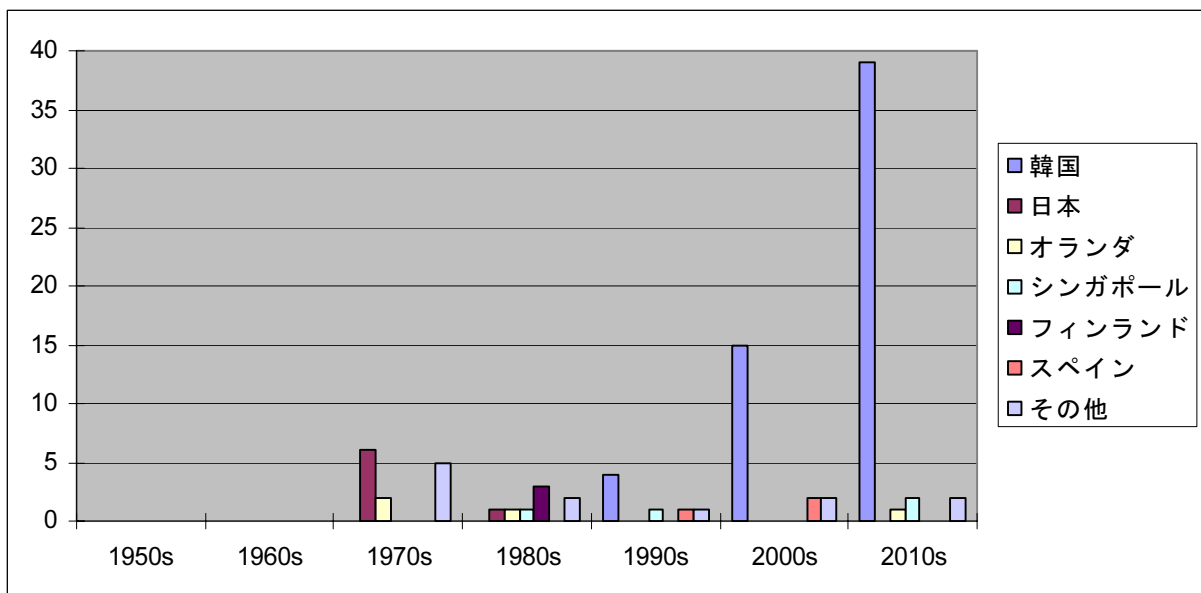


図 2- 122 掘削船の年代別建造国

出所：RigZone データベースを元に作成

表 2-4 掘削船の年代別建造国

建造国	1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s	2010s	合計
韓国					4	15	39	58
日本			6	1				7
オランダ			2	1			1	4
シンガポール				1	1		2	4
フィンランド				3				3
スペイン					1	2		3
その他	0	0	5	2	1	2	2	12

出所：RigZone データベースを元に作成

(3) 建造需要

① 建造についての見通し

過去 5 年間の建造ブームにもかかわらず、リグの新規建造入札は依然として続いている。業界で注目している新規建造は、ペトロブラスによる 28 基のブラジル製リグの入札である。入札は何度か延期された後、ようやく 2011 年 2 月に最初の 7 基（掘削船）が、現代重工が出資する Estaleiro Atlântico Sul（EAS）ヤードが合計 46 億 3,700 万米ドルで受注した。最初の掘削船は 2015 年から稼動する予定である³²。

わずか 5 年間という比較的短い期間に掘削市場は 180 度の方向転換を経験してきた。2006 年時点で最初に予想された利用可能設備の払底は、今や多くの部門で供給過剰の状態に陥っている。この下降傾向が最も早く感じられたのは、チャーター期間が比較的小さくかつ掘削業務運営のために債券ベースの資金調達が一般的で、そのため 2009 年の実績がまともに逆風を受けたのは浅海域リグ市場であった。大水深部門も同様にマイナスの影響を受けたが、その回復力は速かった。しかし、新規建造分や現行チャーター分が今後 2 年間で市場に入ってくることを考えれば、この市場にも将来への見通しが利かない状況は依然として残っている。とは言うものの、探鉱活動の基本的な推進要因は、しっかりと根付いており、また、石油価格の高止まり、堅調なエネルギー需要そして資本市場の流動性の高さを背景にしたこの分野でのますます勢いづく活動によって、掘削業界の各市場は堅調に推移するものと思われる。

2.2.2 浮体式生産設備

(1) 建造推移と見通し

金融危機後の経済的混乱や石油価格の乱高下があったにもかかわらず、浮体式生産設備の市場は依然として堅調な活気を呈している。2009 年には資本支出の落ち込みが見られたが、2010 年から 2014 年までは安定した成長が予想される。

浮体式生産設備の設置台数の歴史的な推移状況を見てみると、それが各地域固有の環境およびインフラ面の特性や推進要因によって影響されていることがわかる。当初、浮体式プラットフォームは、パイプラインその他の必要なインフラが十分でないために従来の固

³² 11 February 2011 AE Brazil Newswire

定式生産プラットフォームでは莫大な費用がかかる地域での、石油の貯蔵用に採用されていたものである。こうした設備がはじめに設置されたのは、主に中東、西アフリカおよび東南アジアの浅海域で、その設備もほとんどが船舶改造型設備が一般的であった。生産施設を備えた最初の浮体式プラットフォームの **Poleng FPSO** バージがインドネシアの沖合に設置されたのは、1978年になってのことである。

この時期以降、浮体式生産設備市場は、様々な技術やプラットフォームが様々な地域で覇を競うように登場したことによって世界的規模で一大成長を遂げた。

今日でもアジア地域では依然として数多くの浮体式生産設備が設置されている。アジア地域には、炭化水素の輸送に必要な付帯サービス付きのインフラを備えていない遠隔地の油田が数多く存在している。そうした地域のそれぞれに長いパイプラインを引くことは費用的にも不可能であるため、浮体式の貯蔵・積出施設（FSO）が必要となるのである。それとは対照的に、開発の進んだ海盆である米国領域内のメキシコ湾における浮体式生産設備市場は、大きく異なる。米国領域内のメキシコ湾では過去長年にわたり生産が継続的に行われており、何千本ものパイプラインが沖合のプラットフォームと陸上ターミナルを縦横に結んでいる。この高度に発展したパイプラインシステムは、米国領内のメキシコ湾の大深度プレイで生産を活発に行っているオペレータ各社によって利用されている。これは、米国の浮体式生産設備では、生産物をポンプによりパイプラインを介して陸上へ輸送するに先立って、原油を（貯蔵庫に貯蔵せずに）生産および処理するのが一般的であることを表している。実際、この地域で貯蔵と積出の施設を持つプラットフォームとして配備されているのは、ペトロブラスの **BW Pioneer FPSO** のみである。このように、米国においては、浮体式生産設備市場を推進する第一の要因は、大水深であり、設置設備は通常は生産と処理を行い、貯蔵を行う必要はない。

開発が進んだもう一つの海盆である北海では、浮体式生産設備の多様性がさらに進んでいる。ただし、スパー式プラットフォームは少ない。

（2） 建造国・建造量

世界的な供給能力という観点から見た場合、東アジアおよび東南アジアは、浮体式プラットフォーム市場では一大供給地域となっている。これらの地域、特に韓国とシンガポールは、世界的な基準から見ても最大級かつ最も生産性の高い造船ならびに建造ヤードを有する。特に、シンガポールの造船所、なかでもセムコープマリン社のジュロン造船所やケッペルグループのケッペル造船所などは、施設の面積や新規建造トン数という点では比較的小規模な造船所であるにもかかわらず、かなり多くの件数の **FPSO** 改造工事を受注する実力を持っている。また、こうした **FPSO** の新造により注力している造船所の大部分は、韓国ならびに近年力をつけてきている中国の大規模造船所である。

浮体式プラットフォームの船体とトップサイドを供給できる造船所は、より大規模で装備の充実した造船所および建造ヤードに限られることから、オペレータおよびリース各社の発注戦略は、固定式プラットフォームの場合とはかなり異なる。その理由の一つは、浮体構造のサイズが従来のもより大きくなってきているという事情もある。比較的小規模で経験も少ないヤードでも建造できる固定構造のジャケットとは異なり、浮体式設備の船体部分の建造にはより広い作業面積、通常はドライ・ドックが必要になるが、そうした施

設は簡単かつ安価に建設できるものではない。これがこの市場への新規参入をより難しいものにする要因となっており、相対的に経済力が弱くまた経験の少ない国が市場参入することは難しい。その結果、供給ベースの集中化をもたらしている。こうした供給ベースの寡占化は、浮体式構造の建造段階に付随する諸リスクを考慮すると、その傾向はさらに進むものと考えられる。というのは、オペレータとリース各社は、船舶設備の引渡しが遅れた場合、それが予算で想定した範囲内であるにせよ適切な基準内であるにせよ、損害を蒙ることになるからである。したがって、より豊富な経験を持つヤードに建造を発注してリスクを最小限に抑えることになる。

多くの国、特に西アフリカの国々では、現地調達率（ローカル・コンテンツ）をより高めて地元の企業により多く建造に参加させようとする動きが進みつつある。しかし、そうした企業は経験や能力といった面で必要とされる条件を十分に満たしていないケースが多く、オペレータが浮体式生産設備の建造を外国の造船所に発注する状況は現在も依然として続いている。2006年10月13日に発布されたナイジェリア現地調達局の指令では、「すべてのFPSO発注契約はトップサイドの結合をナイジェリア国内で実施することを条件に入札を行うこと。FPSOのトップサイドのモジュールの組み付けについては、少なくとも総トン数の50%はナイジェリア国内で行わなければならない」と定められている。しかし、ナイジェリアのこの指令では、「すべてのコンクリート製バージおよびコンクリート製の浮体式プラットフォームは国内で建造すること」と定めているが、船体をコンクリートを使って建造しない限り、浮体式構造の船体部についての契約方法に関しては特に制限を課していない。現実には、こうした規則はオペレータ、そしてナイジェリアの組み立て請負業者にとっても厳密に遵守することが極めて難しいものであり、そのため、FPSOのトップサイドの組み付けは2006年以降も依然として海外の造船所で行われているのが実状である。たとえば、2009年第1四半期に生産開始に漕ぎ着けたAkpo FPSOの建造契約は、Technip社と現代重工のコンソーシアムが落札しているが、この浮体式構造の船体部は、韓国・木浦（モッポ）にある現代重工の造船所で建造されたものであり、一方、トップサイドの建造と組み付けは韓国の蔚山（ウルサン）で行われている。実際には、（プロジェクト開発全体に対して）延べ約1500万時間にものぼるエンジニアリングと建造作業がナイジェリア国内で行われたにもかかわらず、作業全体の大部分は韓国内で完成されたものである。Akpo FPSOのオーナーであるトタル社は、従来から自社の浮体式生産設備の建造契約を現代重工に発注しており、Usan FPSOも16億米ドルで現代重工が受注している。

浮体式プラットフォームはこのように建造できる国・ヤードが限られており、どの地域のオペレータやリース会社の発注においてもアジアの造船・建造ヤードが中心的な役割を果たしている。ただし、その例外は中東とカスピ海で、これらの地域では、小型の浮体式プラットフォームのほとんどがルーマニアのAker Tulcea社とBraila社ならびにロシアのAstrakhanskyi Korabel社によって建造されている。また、ブラジルでも現地調達の引き上げを狙い、国内での建造能力を高めている。

浮体式プラットフォームの建造に関して言えば、アフリカ、アジア、オセアニア太平洋諸国、ヨーロッパ、中南米、そしてある程度までは北アメリカも含めてすべて、東アジアと東南アジアに依存している。アジアの造船所、特に、中国の造船所は、他の建造能力を

持つ地域にドライ・ドックや受注余力が無いために、浮体式プラットフォームの船殻の建造契約を受注することが多くなっている。これは言い換えれば、浮体式プラットフォームのトップサイドは、設置対象となる国で建造されていることを意味し、それだけ現地調達率の引き上げに貢献していることになる。しかし、一部の地域では、依然として浮体式プラットフォームのトップサイドを建造するために必要なインフラや能力が十分でないところもあり、そのような場合は、トップサイドに加えて船体部の契約についても海外の造船所が請け負う。こうした状況は西アフリカ地域において顕著に見られ、この地域で稼働するプラットフォームの建造作業のほとんどはアジアの造船所で行われているのが実状である。

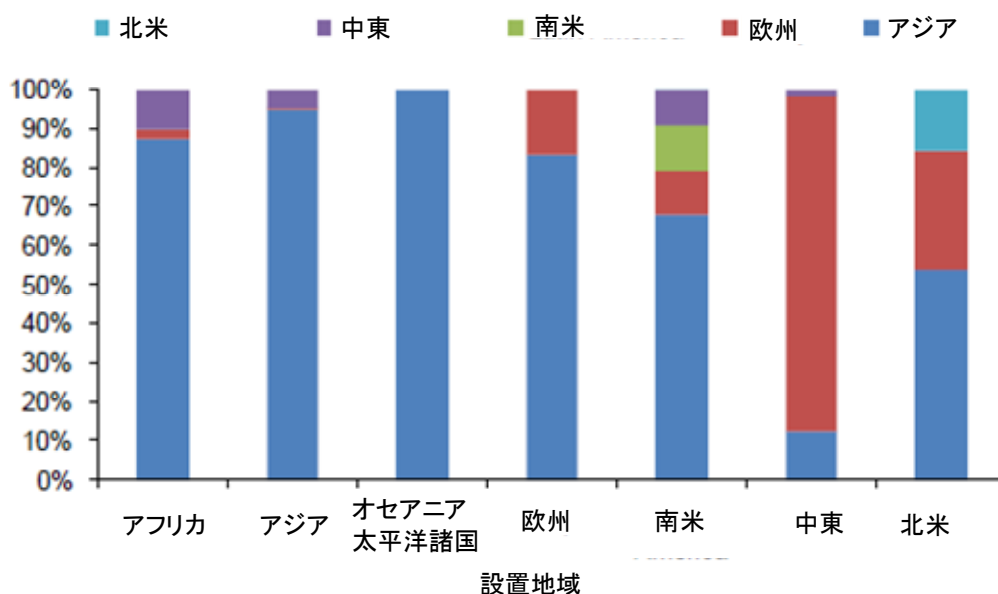


図 2- 133 浮体式設備に関する地域間の供給依存関係

出所：Floating Production Market Update Report to 2014, Infield, 2010

なお、リグと異なり、オフショア生産プラットフォームについては建造国のデータをまとめたものがない。オフショア生産プラットフォームのオペレーターは、所有するプラットフォームのデータをウェブサイトなどで公開しており、搭載されている設備の情報は掲載されているが、建造国、建造ヤードが掲載されていることは少ない。なお、前述のように、一般的にタンカーなど FPSO への改造はシンガポールが多く、FPSO などをゼロから建造するのは韓国が多い。また、SPAR や TLP などのように船殻を必要としないプラットフォーム、またトップサイドに組み込まれる、機器などが入ったモジュールは、欧州のエンジニアリング会社の建造ヤードで建造されることも多いようである。Offshore Technology Magazine の 2010 年に発表しているデータでも、全ての生産プラットフォームについての情報が網羅されているわけではないが、参考までに分析結果を下記のとおり記す。

FPSO

Offshore Technology Magazine の 2010 年のデータによると、稼動中、建設中、改造中の FPSO は、稼動していないものを含み 186 隻のリストが発表されている。このうち改造船か、新造かが判明しないものもあったが、情報が判明している範囲では、タンカーなどから改造された FPSO104 隻のうち、36 隻はケッペル、25 隻はセムマリングループのジュロン造船（18 隻）あるいはセンバワン造船（7 隻）が占める。次いで多いのはドバイの Drydocks World（8 隻）、中国の Cosco グループ（5 隻）で、シンガポール勢が圧倒的に多いことがわかる。また、新造船のうち情報が判明した 59 隻についてみると、船殻（ハル）の建造はサムソン重工の 12 隻、現代重工の 8 隻、大連造船の 4 隻がトップ 3 社で、その他は欧州、日本、シンガポール、中国、観光の造船所がそれぞれ 1~3 隻づつとなっており、船殻の建造は分散化しているといえる。トップサイドの建造には多くの企業が関わるので、分析が難しいが、現代重工が 6 隻で単独では最も多い。その他には欧州のアーケル、米国大手の McDermott の名前が挙がっているほか、Sevan Marine, MODEC などの FPSO オペレーターの名前も見られる。FPSO オペレーターが自社技術で設計は行い、建造の監督を行いながら実際の建造そのものは各国の造船所や建造ヤードに委託しているものと思われる。

表 2- 5 FPSO の改造・新造船ヤード

改造		新造船（ハル）	
造船所	件数	造船所	件数
Keppel	36	サムスン重工	12
Jurong (SembCorp Marine 子会社)	18	現代重工	8
Drydocks World Dubai	8	大連造船	4
Sembawang (SembCorp Marine 子会社)	7	上海外高桥	3
COSCO	5	CIMC Raffels	3
MMHE	3	大宇造船	2
その他	27	Harland & Wolff	2
合計	104	石川島播磨	3
		青島北海造船	2
		Keppel	2
		日立造船	2
		その他	16
		合計	59

出所：Offshore Technology Magazine データより作成

SPAR

Offshore Technology Magazine のデータによると、SPAR は 19 基しかなく、建造ヤードは、ハル、トップサイド双方とも、マレーシアの MMHE が 1 基建造している以外は、欧米系のエンジニアリング会社が建造している。

表 2- 6 SPAR の建造ヤード

ハル		トップサイド		組み立て	
J.Ray McDermott	9	Technip	13	Technip	11
Gulf Island Fabrication	4	J.Ray McDermott	3	Technip/ Kiewit	1
Gulf Marine Fabricators	2	Gulf Island Fabricators	2	J Ray McDermott	3
Malaysia Marine & Heavy Engineering (MMHE)	1	Malaysia Marine & Heavy Engineering (MMHE)	1	Gulf Island Fabricators	2
KBR	1			Malaysia Marine & Heavy Engineering (MMHE)	1
Aker	1			Litton Ingalls Shipbuilding (USA)	1
Kiewitt Offshore	1				

出所：Offshore Technology Magazine データより作成

TLP

Offshore Technology Magazine のデータによると、TLP は 24 基しかなく、建造ヤードは、ハル、トップサイド双方とも、欧米系のエンジニアリング会社と韓国勢、及びケッペルグループも一部建造している。

表 2- 7 TLP の建造ヤード

ハル		トップサイド		アセンブリー	
J. Ray McDermott	6	Belleli Offshore	5	Heerema	8
Gulf Island Fabricators	3	サムスン重工	5	Gulf Marine Fabricators	4
サムスン重工	2	大宇造船	3	J. Ray McDermott	3
Kiewit Offshore Services	2	Gulf Island Fabricators	2	Aker Gulf Marine	2
Heerema	2	Keppel FELS	2	サムスン重工	2
Gulf Marine	2	Dragados Offshore	1	Keppel FELS	1
Omega Natchiq	1	Highland Fabricators Far	1	不明	4
McDermott Scotland Ltd.	1	J. Ray McDermott	1		
Keppel Brafels	1	Keppel Amfels	1		
Keppel FELS	1	Keppel Brafels	1		
Aker Stord	1	Signal International	1		
Aker Gulf Marine	1	不明	1		
不明	1				

出所：Offshore Technology Magazine データより作成

(3) 建造需要

タイプ別の分析

浮体式生産プラットフォームの多くは、4つの設計概念、即ちセミサブ、船舶型 FPSO、TLP（緊張係留式プラットフォーム）³³およびスパーのいずれかである。各設計概念はそれぞれ固有の長所と短所を持っており、その選択基準は、坑井の数、生産対象物が液体かガスか、あるいはその両方などといった油田の条件によって決められる。

セミサブは、その中に掘削機器を組み込むことができ、また、大きなデッキスペースを持てるとともに、数多くのライザーを容易に収容することが可能であり、かつ動きに対する反応にも優れているが、貯蔵能力や坑井へのアクセスの容易さなどについては限られた性能しか有していない。

逆に、FPSO の場合は、大きな貯蔵容量と広いデッキ空間を確保でき、一つの油田での稼働期間が終了した後も簡単に他のプロジェクトへ流用することができる。ただし、坑井へ直接にアクセスすることはできない。

FPSO は比較的穏やかな海域であっても波の方向には敏感である。そのため、より安価な多点係留システムで済ませられる西アフリカなどのような極めて静穏な環境以外では、タレットやスイブル・システムなどの使用が必須となる。最新のスイブル設計では最大限 100 本までのライザーを収容することができ、また過酷な環境における信頼性も立証されている。

TLP は、掘削施設を持つこともでき、坑井に対するアクセスも良好で、従来型のスチール製ライザーを使用することができるが、その設計にはコストがかかり、石油の貯蔵設備を持たず、使用可能な水深やデッキ積載量に制限があるという弱点がある。

SPAR も掘削機器を収容でき、坑井へのアクセスも良好で、従来型のスチール製ライザーも使え、水深の深い地域でも操業できる。しかし、貯蔵能力には限界があり、デッキの積載能力もあまり高くなく、収容可能なライザーの本数も限定される。さらに、過酷な環境での操業を念頭において設計されていない。

その他の浮体式設備には、上記以外のすべての浮体式生産設備、たとえば、FPS バージやその他の船舶式およびセミサブ浮体式設備が含まれる。

浮体式生産システムは、その台数と建造支出額の面で過去 10 年の間は着実な伸びを見せている。過去 5 年に限って言うと、大水深および超大水深油田の開発が増加したことを受けて、この面での成長率は従来にも増してさらに加速している。

浮体式プラットフォームの設置の推移状況は、各地域が持つ固有の環境的およびインフラ面の特性や水深要因によって決まってくる。浮体式プラットフォーム設置の主要推進要因についてはすでに前述のとおりで、当初は浮体式プラットフォームは、パイプラインその他の必要なインフラが不十分なために従来からの固定生産プラットフォームを使って極めて高額な費用がかかる地域での石油の貯蔵用に採用されていたが、現在では、その使われ方はより多様化してきている。

³³ 前述のように TLP は厳密には浮体式ではないとされている。

今後の傾向としては、米国領内のメキシコ湾を除き、FPSO は今後も世界中で最も好まれる浮体式生産システムであり続けると思われる。FPSO の設置数は今後 5 年間を見ても全般的には増加し続けると予想される。また、2010 年から 2014 年の間に設置されるプラットフォーム全体のなかで FPSO の占める割合は 60%にのぼるとも予想されている。

2.2.3 オフショア作業船³⁴

(1) 建造推移と見通し³⁵

前述のようにオフショア作業船には様々なタイプ、また用途があり、それぞれの船舶設備の機能によって、複数の用途に活用できる、いわば流動的な資産である。つまり、世界のオフショア作業船市場は、需要側の条件に対応するために提供されるさまざまな性能やサービスによって非常に多様なものとなっている。この市場を構成するものとしては、2.1.3 の表 2-1 のとおりである。この種の船舶の供給市場は高機能船と低価格船に二極化している。高機能市場の船舶設備は、より複雑、大規模かつ高額なデイ・レートを要するものとして位置付けられたプロジェクト向けであり、一方、低価格帯の船舶設備のほうは、過去数年間にわたって市場の低迷に苦しんでおり、一部では収入を得るために従来よりもさらに不利な契約条件を受け入れざるを得ない状況にある。

この市場で供給量が多いのは、パイプ敷設船と建設支援船（重量物起重船）で、これらの設備は一般的にデイ・レートも他の船よりも高く、オフショア石油ガス開発には不可欠であると見なされている。また、震探契約分野への参入などに見られるように、専用船オペレータが種類の異なるサービスを満遍なく提供することを目指して事業の多角化をはかるなか、最近では多機能船舶資産（深海潜水船（DSV）／マルチ・サービス船（MSV））がかなりの伸びをみせている。

現在のところ、この市場における供給量の中で最大のシェアを占めているのは、パイプ敷設船である。パイプ敷設船については今後も増加は見込めるものの、長期的に見た場合、多機能船や潜水支援船としても利用可能な設計の船舶の供給量が増えると考えられる。

多機能型の船舶数が次第に増えてきていることは、広範囲の作業をこなせる設備資産が従来以上に求められていることを反映したものである。船舶オペレータ各社は、複数の市場をまたいで使用可能なより用途の広い設備資産を提供しようと心がけるようになってきている。

オフショア作業船は、既存船の改造、新造船の 2 通りがあるが、新規建造量を見ると、2000 年以降、オフショア石油・ガス産業の拡大及び地域的広がりを見せるなか、船主や船舶オペレーターによる船隊拡充が顕著になった。石油ガス田のオペレーターから提示される船舶のデイ・レートも上昇し、船主や船舶オペレーターの投資意欲が高まった。

³⁴本稿で対象としているオフショア作業船は、Infield 社の Offshore Specialist Vessel レポートに基づくもので、通常の AHTS やバージなどの付加価値の低い船舶は含まれていない。

³⁵ Specialist Vessels Market Update Report to 2014, Infield, 2010

しかし、今後の動向としては、この新造船市場についてはあまり大きな伸びは期待できない。融資資金へのアクセスにも厳しい条件が付けられるなど簡単ではなく、また内部資金で新造船を建造できるオフショア作業船オペレータもほとんどいないことがその背景である。

(2) 建造国・建造量

オフショア作業船の建造国、建造量に関するデータは存在しない。専門誌の **Offshore Technology Magazine** が、2009年11月にパイプ敷設船、2010年11月に重量物起重船などの世界で稼働している船舶のリスト、オーナー、オペレーター、仕様の一覧表を公表しているが、そこには建造国や建造ヤードは記されていない。また、オペレーターのウェブサイトに掲載されている所有船隊の仕様書にも、建造国や建造ヤードは掲載されていない。浮体式生産設備と同様、重要なのは船舶に搭載される機器や大型クレーンであると考えられていると思われる。

デスクリサーチから判明した建造国は、パイプ敷設船で113隻中16隻、重量物起重船で72隻中8隻でその内訳は以下のとおりである。

表 2-8 パイプ敷設船、重量物起重船の建造国

パイプ敷設船		重量物起重船	
オランダ	8	日本	2
ノルウェー	3	シンガポール	2
ノルウェー/ポーランド	1	韓国	1
スペイン	1	イタリア	1
英国	1	スウェーデン	1
韓国	1	フィンランド	1
日本	1	不明	64
不明	97	合計	72
合計	113		

出所：Offshore Technology Magazine および各社ウェブサイトなどより作成

なお、日本による建造3隻は、三井造船によるもので、1978年に建造されている。

(3) 建造需要

前述のように、オフショア作業船は多様な種類の船が多様な作業に対応しており、船舶別に需要を見ることは難しい。用途別の需要は、必要とされる隻日で計ることができる。

従来から最も旺盛な需要が見られているのは北アメリカ地域である。2014年までの期間にアジアおよびアフリカでもかなりの需要増が見られるとも予想される。

2.3 主要建造企業とその設備増強計画について

シンガポール

2.3.1 ケッペルオフショア&マリン

ケッペル・グループは、シンガポールに本拠を置き、世界 35 カ国に事業を展開している。主な事業は造船・オフショア関連、エネルギー・インフラ関連、不動産、通信などである。

ケッペルグループの造船・オフショア部門を管轄するのが、ケッペルオフショア&マリン（Keppel O&M）で、2002年5月にケッペル FELS とケッペル日立造船（99年1月に日立造船シンガポールとケッペル造船所とが合併）を統合して設立された。

シンガポール国内には、造船のケッペル造船、リグ建造のケッペル FELS、小型の特殊船建造のケッペル・シングマリンがある。ケッペル造船は、本部機能を有する Tuas Yard、Benoi Yard 及び Gul Yard の3ヤードを有する。Tuas Yard はタンカーの FPSO 及び FPO への改造を得意とするが、掘削船、セミサブ、多目的支援船などの建造にも実績がある。Benoi Yard は旧日立造船シンガポールであり、アジアにおける LNG、LPG の修繕拠点であるほか、多様な船種の修繕、改良、大型化、改造などを行っている。Gul Yard は中・小型船の修繕、改造、新造を行っている。

また、世界 20 カ所の造船所ネットワークを持ち、そのうち、オフショア石油ガス開発に関連しているのは、次のとおり。

表 2-8 Keppel O&M のオフショア関連造船所、設計会社

オフショア関連

Keppel AmFELS Inc	米国	オフショア・リグ建造・修繕 元々は、Marathon LeTourneay の造船所として設立されたが、1985年に米国企業に売却され、その後1991年に Keppel FELS に売却された。ジャッキアップリグ、セミサブ、掘削バージなどの建造、及び改造・改修も行う。
Keppel FELS Brazil SA	ブラジル	オフショア・リグ建造・修繕 Keppel FELS Brasil は、南米で最も大きな造船所の1つ。2000年に Keppel O&M の100%子会社として設立した。リオデジャネイロに立地。他社に先駆けてブラジルに進出した造船所として、ブラジルの政府系石油会社ペトロbras社とは良好な関係を持っている。2010年2月には、ペトロbrasとシェブロンが共同運営するオフショア油田向けの P-61 テンションレグ・ウェルヘッド・プラットフォーム (TLWP) を受注した。

Keppel Verolme BV	オランダ	ジャッキアップリグ、セミサブの建造、FPSO 改造、新造船、修繕 1957 年に設立されたオランダの造船所。2002 年に Keppel O&M が買収し、Keppel Verolme となった。スコットランドとノルウェーのオフショア油田に近いオランダのロッテルダムに立地。欧州でも最大級のドックを持つ。
Keppel Norway AS	ノルウェー	オフショア・リグ建造・修繕 オフショア石油ガス開発、海洋関連向けに掘削技術と自動化、電気関連の研究開発、ソリューション提供、エンジニアリングサービス、建造を行う。西ノルウェーに建造ヤードも持つ。
Caspian Shipyard Company	アゼルバイジャン	オフショア・リグ建造 Caspian Shipyard Company はアゼルバイジャンで最初の国際的なリグの建造、修理、修繕ヤード。1997 年に Keppel FELS とアゼルバイジャンの国営石油会社の合弁により設立された。
Keppel Kazakhstan LLP	カザフスタン	2003 年にカザフスタンで操業する石油ガス大手企業向けのビジネスのために設立。オフショアモジュール、構造物、掘削ユニットの設計、建造、改造、修繕、およびタグボートやサプライボートなどの建造を行う。カザフスタンの Aktau 港の隣接地に立地する。
Bintang Offshore	インドネシア	モジュールブロック建造 インドネシアのビンタン島（シンガポールからフェリーで 1 時間程度）に立地するオフショア構造物のモジュールブロックを建造するヤード。2006 年に設立された。鉄鋼構造物の建造と艀装を行う。
Flora Tec LLC	米国	McDermott との合弁会社で、大水深の石油ガス生産設備の設計などを行う。2005 年に設立された。

特殊船建造

Keppel Nantong Shipyard	中国	オフショア支援船とタグボートの建造とエンジニアリングを行う
Keppel Singmarine Brasil	ブラジル	2010年にブラジルの Santa Catarina の Navegantes にある Estaleiro TWB 造船を TWB グループから買収し、Keppel Singmarine Brasil と社名を変更した。Keppel OM の子会社でオフショア産業向け特殊船など建造の Keppel Singmarine が経営する。AHTS 船、プラットフォームサプライ船などを建造するほか、オフショア構造物のモジュール建造設備も備える。

拡張計画

ケッペルオフショア&マリングループでは、ブラジルの海洋資源開発向け船舶需要の獲得に向けて、ブラジルの海運会社 TWB グループの造船所「エスタレイロ TWB シップヤード」の買収を 2010 年 4 月に発表した。同社はこれに先立つ 3 月にも、アゼルバイジャンに同国国営石油会社（SOCAR）など 2 社との合弁で新造船所を設立することを発表した。

(1) SOCAR-Keppel Shipyard

アゼルバイジャンの Keppel O&M とアゼルバイジャン国営石油会社 SOCAR との合弁による SOCAR Keppel Shipyard の建設が 2010 年 3 月に開始した。2、3 年かけて完成される予定。オフショアサポート船、タンカーの建造、船舶修繕や改造を行う。

(2) Keppel Singmarine Brasil

2010 年にブラジルの Santa Catarina の Navegantes にある Estaleiro TWB 造船を TWB グループから買収し、Keppel Singmarine Brasil と社名を変更した。Keppel OM の子会社でオフショア産業向け特殊船など建造の Keppel Singmarine が経営する。AHTS 船、プラットフォームサプライ船などを建造するほか、オフショア構造物のモジュール建造設備も備える。

2.3.2 セムコープマリン

政府系企業セムコープグループの海洋部門子会社。シンガポール国内に 5 ヶ所の造船所（ジュロン造船所、センバワン造船所、ジュロン SML 造船所、PPL 造船所、SMOE）を持つ。1963 年に石川島播磨とシンガポール経済開発庁の合弁事業として設立されたジュロン造船所が、1968 年に英国海軍の跡地に設立されたセンバワン造船所を 1997 年に買収。その後政府系企業の再編のためセムコープグループが設立され、その傘下海洋事業を管轄するセムコープ・マリンを持ち株式会社とする現在の組織となった。

シンガポール国内のグループ造船所の概要は以下のとおり。

(1) ジュロン造船所

小さな湾を隔てて隣接する **Tanjong Kling** と **Pulau Samulun** に造船所がある。**Tanjong Kling** はオフショア関連が多く、ジャッキアップリグ、セミサブ海洋掘削装置などを建造。**Pulau Samulun** では主に修繕を行っている。それぞれ2つの乾ドックを持つ。

(2) センバワン造船所

英国海軍の跡地を引き継ぎ 1968 年に設立された。修繕が多くシンガポール北部に立地。年間 220 隻、35 ヶ国の船舶を修繕する。タンカー、LPG ガスキャリア、クルーズ船、バルク船、リグ、オフショア船など大型船を含め様々なタイプの船舶を修繕することができる。特に LNG キャリア、旅客船、ケミカルタンカー、LNG ガスキャリア、軍艦などの難しい修繕を得意とすることで知られている。

(3) ジュロン SML

1988 年に当時上場していたセンバワン・マリタイム社の船舶修繕部門として発祥し、1994 年に **SML Pte Ltd** として設立された。グループ企業の所有船舶を修繕していた。1999 年にセムコープ・マリンのグループ会社となった。セムコープ・マリングループ内の再編で、**SML** は、ジュロン **SML** と合併し、現在のジュロン **SML** となった。10,000DWT、長さ 126 メートルまでの船舶修繕を得意とする。

(4) PPL 造船所

1970 年代から操業している。元はタグボートの建造や船舶チャーターに従事していたが、1980 年代にリグ建造ブームが始まるとリグ建造に参入。その後一時は修繕や建造を行っていたが、現在はリグ設計、建設に特化している。シンガポール西部に立地。

(5) SMOE

シンガポール北部に立地。石油ガス産業向けのオフショア生産プラットフォームなどを建造している。

また、オフショア石油ガス開発に関連する海外の関連造船所は次のとおり。

(1) **Karimun Sembawang Shipyard** (インドネシア)

SembCorp Marine の 100% 子会社。シンガポールから南西に 40km にある **Karimun** 島の 30.7 ヘクタールの土地に立地。鉄鋼の加工、ブロックの建造、多目的船、宿泊施設船などを建造する。

(2) **PT SMOE Indonesia** (インドネシア)

Batam 島の 52 ヘクタールの土地に立地。石油ガス産業向けのオフショア生産プラットフォームなどを建造する **SOME** の子会社。

(3) **Sembcorp-Sabine Shipyard Inc.** (米国)

テキサス州に立地。2005 年に米国の **Sabine Industries** を買収して子会社化した。メキシコ湾に近い。リグの建造、修繕、改造、その他のオフショア開発向け鉄鋼構造物の建造などを行っている。

(4) **Mac Laren Shipyard** (ブラジル)

2008 年にブラジルのオフショアの石油ガス関連プロジェクト向けの造船事業を共同で実施することで提携した。

拡張計画

(1) シンガポール

セムコープマリンは 2009 年 11 月、シンガポール最西部のトゥアス地区に巨大総合造船・修理施設を建設する計画を発表した。206 ヘクタールの用地を 3 期に分けて 12 年間で開発する。第 1 期は 73.3 ヘクタールで 7 億 5000 万シンガポールドルを投資、12 月に着工して 2013 年の完成を見込む。第一期工事の完成時にはジュロン造船所の Pulau Samulun ヤードを移転する。その後 2024 年までかけて開発し、他の造船所も徐々に移転する計画である。全工程が完成すればドックの能力は載貨総トン数で年間 308 万 DWT と、現在の 190 万 DWT から 62% 増える。第一期の用地は現在の 20 ヘクタールから 3 倍増、ドライドックの能力は 155 万 DWT と 4 倍増、埠頭の長さは 3.5 倍の 3408 メートルに延長し、VLCC が 4 隻入渠できるようになる。第 1、第 2 フェーズは修繕を中心に行い、第 3 フェーズでジュロン造船所の Tanjong Kling ヤードが移転したら、リグなどのオフショア関連も行う可能性もある。新施設は新技術を駆使した統合設備で効率を高め、能力を拡大する。生産性は 15-20% 高まる見込み。2010 年 6 月に新造船所の建設を開始した。

(2) Estaleiro Jurong Aracruz (ブラジル)

2010 年 2 月にはブラジル中南部エスピリサント州アラクルスに 100% 出資の新造船所を建設し、ブラジルの海洋資源開発市場への参入を強化すると発表した。2011 年中に稼動する予定で、完成後には、掘削船、セミサブリグの建造、FPSO の組み立て、トップサイドモジュールの建造、またリグや船舶の修繕、改造などを行う。

(3) Sembmarine Kakinada Ltd (インド)

2009 年にはインドのカキナダ港と合弁で、船舶・オフショアの合弁会社「Sembmarine Kakinada Ltd (SKL)」をアンドラプラデシュ州に設立することで合意した。

韓国

2.3.3 現代重工

1972 年に設立された大手財閥現代グループの会社で、造船、オフショア&エンジニアリング、産業用プラント&エンジニアリング、エンジン&機械、電気電子システム、グリーンエネルギー、建設機械の 7 つの事業部門に分かれる。世界最大の造船所で、造船市場の 15% を占める。オフショア&エンジニアリング部門は現代重工のオフショアビジネスは 1976 年にサウジアラビア向けに 89 基のジャケット、デッキ構造物を建造したのが始まり。造船部門とも協力し、オフショア石油ガス業界向けにエンジニアリング、調達、建造、据付 (EPIC) を提供している。各種建造物の建造だけでなく、ジャケット、トップサイドデッキ、モジュールなどの組み立ても行う。大水深向けの FPSO, FSO, TLP, SPAR にも対応している。現在重工全体では、韓国国内にドライドック 9 ヶ所を持つ。

表 2-9 現代重工のドック

乾ドック	長さ (m)	幅 (m)	深さ (m)	クレーン	最大建造能力
No. 1	390 165	80 47	12.7 12.7	1 x 1290T ゴライアス 2 x 450T ゴライアス	500,000 DWT
No. 2	500	80	12.7	2 x 40T ジブ 2 x 30T ジブ	700,000 DWT
No. 3	672	92	13.4	1 x 1290T ゴライアス 2 x 450T ゴライアス 1 x 150T ジブ 1 x 80T ジブ 2 x 30T ジブ 1 x 20T ジブ	1,000,000 DWT
No. 4	380	65	12.7	2 x 350T ジブ	400,000 DWT
No. 5	380	65	12	1 x 200T ジブ 1 x 150T ジブ 1 x 80T ジブ	400,000 DWT
No. 6	265	43	12	1 x 200T ジブ	150,000 DWT
No. 7	170	25	11	1 x 150T ジブ 1 x 20T ジブ	15,000 DWT
No. 8	460	70	12.7	1 x 900T ゴライアス	500,000 DWT
No. 9	460	70	12.7	1 x 900T ゴライアス	500,000 DWT
No. 10 (群山)	700	115	18	1 x 1650T ゴライアス 1 x 40T ジブ	1,300,000 DWT

出典：現代重工ウェブサイト

造船部門で建造する船は VLCC、コンテナ船、バラ積み船、Ro-Ro 船、軍艦など。また造船子会社として 1975 年に設立した Hyundai Mipo Dockyard Co., Ltd があり、プロダクトタンカー、Ro-Ro 船、コンテナ船、バルク船、掘削船、ケーブル敷設船、パイプ敷設船、FPSO などを建造している。1996 年に新造船に参入して以来、各種船舶を 500 隻以上建造してきた。現在では中型船の世界的大手となっている。ベトナムに、ベトナム国営造船所と合弁で 1999 年に設立した現在ビナシン造船がある。

オフショア&エンジニアリング部門は韓国の釜山港に 229 エーカーの建造ヤードを持つ。

拡張計画

2010 年 3 月に韓国の群山に新しい工場を開設。造船と風力タービンの製造工場で、造船所は 180 万平方メートルの広さを持ち、年間造船能力は 24 隻。130 万 DWT のドライドックと 1650 トンのゴライアスクレーンがある。

また、オフショア開発がブームとなっているブラジルでは、新設の造船所、OSX Brail に対して技術供与を行うことで合意している。また、現代重工は OSX Brazil の株式 10% も取得している。

2.3.4 サムスン重工

サムスン重工は 1974 年に設立され、造船・オフショア部門、エンジニアリング・建設部門、発電・コントロールシステム部門、風力発電部門、技術開発部門から成る。総従業員数は 2010 年 3 月末現在 12760 人である。サムスン重工は、掘削船、大型コンテナ船、LNG キャリア、FPSO などのハイテク船舶分野では世界有数の会社で、LNG-FPSO、LNG-FSRU や破氷コンテナ船などの新技術を駆使した造船でも知られる。オフショア関連では、掘削船、FPSO の新造船で世界最大の建造隻数を誇る他、固定式プラットフォーム、TLP なども建造。トップサイドの設計と建造技術も有する。また、世界で最大のセミサブリグを建造した。LNG-FPSO はサムソン重工が世界で始めて開発したもので、ロイヤルダッチシェル向けに向こう 15 年間、LNG-FPSO を供給することになっている。韓国国内には、巨済に造船所がある。

表 2- 10 巨済造船所の概要

分野	造船	オフショア&鉄鋼構造物
建造能力	5,400,000 GT/yr	160,000 mt/yr
製品	原油タンカー	オフショアプラットフォーム
	コンテナ船	掘削船, FPSO, FLNG トップサイド,
	クルーズ船、フェリー	TLP, セミサブリグ
	ガスカリア	マテリアルハンドリング機器
	(LNG,LPG)	海水淡水化プラント
	FPSO, 掘削船等	
建造実績 (2009)	造船 : 61 隻	オフショア&プラント: 12 ユニット

出所：サムスン重工ウェブサイト

表 2- 11 巨済造船所の設備

分野	長さ x 幅	クレーン	最大揚げ能力
Dock No. 1	283m x 46m	200t LLCX1 120t LLCX2	440 トン
Dock No. 2	390m x 65m	600t GCX2	1200 トン
Dock No. 3	640m x 97.5m	450t GCX2 200t LLCX1 250t LLCX1	1350 トン
G1 Dock (浮き)	270m x 52m	3000/3600t 浮きクレーン	3600 トン
G2 Dock (浮き)	400m x 55m		
G3 Dock (浮き)	400m x 70m		

出所：サムスン重工ウェブサイト

海外には中国の浙江省寧波と山東省榮成市に建造子会社があり、寧波では主に造船、解撤、鑄造、鉄鋼構造物の建造、建設機械の製造などを、榮成では主に船舶用ブロックを建造している。また、サムスン重工は、オフショア開発が進むブラジルにも進出している。ブラジル北東の Pernambuco 州には合弁の Atlantico Sul 造船所に 10% 出資している。Atlantico Sul 造船所は、ブラジルの大手コングロマリットの Camargo Corrêa 社、ブラジルの大手建設エンジニアリング企業 Queiroz Galvão と、造船・オフショア分野専門の投資会社 PJMR が 2005 年に合意して設立したもので、当初、サムスンが技術供与を行い、その後、2008 年に同社の株式 10% を買収し、株主となった。Atlantico Sul 造船では、50 万 DWT までの規模の船舶、セミサブ式のオフショアプラットフォーム、FPSO, TLP, SPAR などを建造する。また船舶やオフショアプラットフォームの修繕も行う。ヤードの面積は 162 万平方メートル。



図 2-13 Atlantico Sul 造船所

出所：Atlantico Sul 造船所ウェブサイト

2.3.5 大宇造船海洋エンジニアリング

大宇造船海洋エンジニアリング（DSME）は、大宇重工から 2000 年に分離独立して設立された。DSME は現在、造船、船舶修繕、及びプラント建設に従事している。韓国国内の造船所は、巨済島の Okpo に立地する。

造船では、LNGC, LPGC, コンテナ船、FPSO, リグ、掘削船、オフショア掘削プラットフォームなどを建造。特に LNG キャリア分野では世界をリードしている。

海外では、中国の山東省煙台市に 2005 年に設立した造船所の DSME 山東と、ルーマニアに 1997 年に合弁で設立した大宇マンガリア重工（Daewoo Mangalia Heavy Industries S.A. -DMHI）がある。DSME 山東は総面積は 1 平方キロメートルで、オフショア掘削プラットフォームと船舶ブロックを主に生産している。

拡張計画

(1) ロシア

DMHI は、黒海付近で有数の造船、船舶改造、修繕ヤードである。また、大宇はロシアの United Shipbuilding Corp (USC) と合弁で、ウラジオストックの近郊の Bolshoy Kamen に、新 Zvezda 造船所を設立する計画を進めている。2010 年 6 月に合意した。両者は既に 2009 年に Zvezda 造船所を近代化する合意をしていた。新造船所は 2012 年に完成する予定である。既存の造船所は軍艦の建造と修繕を行っているが、新造船所では、Shtokman, Yamal とサハリンのオフショア石油ガス田で使う LNG キャリア、浮体プラント、掘削船などを建造する。大宇造船は現在、ロシアの国営船舶研究所と共同で、Shtokman の大規模油田向けのアイスクラスの LNG キャリアの開発を行っている。

(2) アンゴラ

DSME はまた、大水深オフショア石油ガス開発が活発化する西アフリカ市場を視野に入れ、アンゴラの Porto Amboim Estaleiros Navais Limitada 造船所に出資し、30% の株式を取得する。Porto Amboim Estaleiros Navais Limitada 造船所は現在、アンゴラの国営石油会社の傘下企業でアンゴラの石油ガス田のコンセッションを独占している Sonangol Holdings の子会社だが、2012 年までに新たな埠頭、2,000 トンのクレーンなどに投資をする予定。DSME とオランダの SBM オフショアと Sonagol Holdings 併せて 1 億米ドル程度を投資する計画。

(3) 南アフリカ

DSME はまた、南アフリカの大統領の甥 Khulubuse Zuma が所有する海運会社 Impinda Group の株式 49% を取得することで、2010 年 7 月に合意した。Zuma が所有する別の会社は 2010 年 6 月にコンゴから Albert 湖のブロック 1 と 2 の石油探査権を取得している。

(4) オマーン

中東では、オマーンドライドックカンパニーが Duqm に建設中の造船所の 10 年間の運営委託を受注した。新造船所は 2011 年に完成予定で、ULCC サイズの 2 つのドライドック (410 m×95 m、410 m×80 m) を備える。

(5) ブラジル

DSME もオフショア開発が進むブラジルへの進出を計画している。2009 年 7 月に、ブラジルの造船所に 20% の出資を計画していると報道された。その後、出資が実現したかどうかは報じられていない。しかし、ブラジルのエネルギー・インフラ・建設エンジニアリング大手の Odebrecht、土木建設大手の OAS、建設会社の UTC Engenharia のコンソーシアムがブラジル北東部の Bahia に建設中の第規模造船所に、技術パートナーとして参画していると報じられている³⁶。

³⁶ 9 July 2010 Upstream

2.3.6 STX コーポレーション

STX コーポレーションは、双竜重工（Ssangyong Heavy Industries）の名称で、ディーゼルエンジンや産業機械メーカー、石油ガス産業への投資、船舶管理会社として1976年に設立された。2001年に現在のSTX Corporationに名称が変更された。STXグループは今日、造船・機械部門、海運・貿易部門、プラント・建設部門、エネルギー部門の4つの事業に従事している。

このうち造船・機械部門は、STXグループの売り上げの61%を占める重要な部門で、STX オフショア&造船、STX エンジン、STX 重工、STX メタル、STX ヨーロッパ、STX 大連の6つの子会社から成る。2008年には欧州の老舗造船所、Aker ヤードを買収、グループ会社となり、商業船、クルーズ船からオフショアプラント、軍艦まで全ての船舶分野に対応できる世界唯一の企業グループとなった。2009年12月現在、グループ全体で18の造船所を持つ。

表 2- 12

分野	造船所名	国	会社名
商船	Brattvaag shipyard	ノルウェー	STX Norway Offshore AS
	Florø shipyard	ノルウェー	STX Norway Florø AS
クルーズ、フェリー	Helsinki shipyard	フィンランド	STX Finland Oy
	Lorient shipyard	フランス	STX France Lorient SAS
	Rauma shipyard	フィンランド	STX Finland Oy
	St. Nazaire shipyard	フランス	STX France SA
	Turku shipyard	フィンランド	STX Finland Oy
オフショア	Aukra shipyard	ノルウェー	STX Norway Offshore AS
	Bralia shipyard	ルーマニア	STX OSV
	Brevik shipyard	ノルウェー	STX Norway Offshore AS
	Busan shipyard	韓国	STX Shipbuilding Co Ltd
	Dalian shipyard	中国	STX (Dalian) Shipbuilding Co Ltd
	Jinhae shipyard	韓国	STX Shipbuilding Co Ltd
	Langsten shipyard	ノルウェー	STX Norway Offshore AS
	Niteroi shipyard ³⁷	ブラジル	STX Brazil Offshore SA
	Søviknes shipyard	ノルウェー	STX Norway Offshore AS
	Tulcea shipyard	ルーマニア	STX OSV
	Vung Tau shipyard	ベトナム	STX Vietnam Offshore Ltd

Source: STX ウェブサイト、報道などより作成

³⁷ STX が Aker AS を買収する以前、Niteroi ヤードは Aker Promar（Aker とブラジルのパートナー Promar の合弁会社）が運営していたため、古い資料では Promar ヤードと称されていることもある。（ロイター 2007年1月27日）

*STX OSV – STX Europe の子会社。

また、STX 造船・機械部門の 6 つの子会社は以下のとおりである。

(1) STX オフショア&造船

STX オフショア&造船は 1967 年に Dong Yang 造船として設立され、973 年に社名を Daedong Shipbuilding と変更。2001 年に STX Corporation に買収され、STX Shipbuilding Co Ltd となった後、2009 年に現在の STX Offshore & Shipbuilding Co. Ltd となった。LNG キャリア、大型コンテナ船、VLCC、オフショアなどを建造している。造船所は韓国の鎮海と釜山にある。鎮海では主に VLCC や LNG キャリアなどを建造し、釜山では LPG キャリア、プロダクトタンカー、特殊船を建造している。

(2) STX エンジン

STX エンジンは 1976 年に設立され、中速のエンジンを製造しており、韓国の国内市場シェア 70%を占める。エンジンの用途は軍需、船舶、機関車、発電などである。

(3) STX 重工

STX 重工は、エンジン、造船、セメント、環境、発電、鉄鋼、プロセスプラント、水処理など幅広い事業を行っている。造船とオフショアに関連しているのは、エンジン部門と造船部門で、これらの部門で大型ディーゼルエンジン、デッキハウス、鉄鋼構造物の建造、船殻のブロックなどを生産している。大型ディーゼルエンジン製造では、Man B&W と技術提携している。

(4) STX メタル

ディーゼルエンジンの中核部品と原材料の製造を行う。

(5) STX ヨーロッパ

STX グループは、2008 年に欧州の老舗造船所 Aker 造船を買収して名称を STX ヨーロッパに変更した。クルーズ船、フェリー、商船、オフショアプラント、特殊船を建造している。STX ヨーロッパは、フィンランド、フランス、ノルウェーに合計 6 つの造船所を持ち、さらに子会社の STX OSV ホールディングスを通じて 9 つの造船所（ノルウェー 5 ヶ所、ルーマニア 2 ヶ所、ブラジル 1 ヶ所、ベトナム 1 ヶ所）を持つ。STX OSV はシンガポールで上場しており、主にオフショア向け特殊船や LNG を動力としたフェリー、海軍や海上保安部向けの特殊線、特殊機能のついた破冰船、漁船などを建造している。

(6) STX 大連

中国の大連に設立した造船所。世界最大のドライドックが 5km の埠頭に建設されている。鉄鋼の加工工場も併設し、年間加工能力は 100 万トン。バラ積み船、カーキャリア、タンカーの建造と、原料の鋳造、鍛造、エンジンやエンジン部品、及び固定式及び浮体式のオフショア構造物の建造工場がある。

拡張計画

2010 年 5 月に、ブラジルの船舶海運分野の投資会社 PJMR Empreendimentos Ltda (PJMR) と合弁で、1 億米ドルを投じる新造船所をブラジルの Pernambuco に建造することで合意した。造船所の建設は 2011 年に開始し、2013 年に完成する予定だが、完成を待たずに一部のヤードで 2012 年から建造を開始する。建設コストの 75%は、ブラ

ジルの産業支援ファンドによるもので、残りの 25%は STX OSV が 50.5%出資し、PJMR が 49.5%を出資する。

ブラジル以外では、STX OSV は 5000 万米ドルを投じて、ルーマニアとベトナムの造船所の改良を行う。ルーマニアは船殻建造だけでなく、オフショアプラットフォームの建造にも従事できるようにする。またブラジルの造船所も大型船に対応できるように拡張する。

中国

2.3.7 CIMC ラッフルズオフショア

CIMC Raffles は、1977 年に Shandong Yantai 造船として設立された。その後 1994 年にシンガポールの Yantai Raffles Shipyard と合併で Yantai Putai 造船所を設立。さらに 2 年後の 1996 年には Yantai Taisun 造船所を設立した。Yantai Raffles 造船 という名称で、シンガポールに本社をおき中国の造船所で操業していたが、2008 年にコンテナ、トレーラー、タンク製造の China International Marine Container (Group) Ltd (CIMC) に買収され、名称が CIMC Raffles Offshore (Singapore) Limited となった。CIMC の主要株主は中国海運最大手で造船部門も持つ COSCO と、国営海運会社の China Merchant Marine Holdings である。

CIMC ラッフルズは、セミサブリグ、ジャッキアップリグ、支援船、パイプ敷設船など、オフショア石油ガス開発向けの船舶や構造物を製造している。また、設計から建造、コミッションングまでの幅広いサービスを提供している。現在、山東省の Yantai 地区に 3 つの造船所 (Yantai, Haiyang – 2008 年に買収, Longkou – 2009 年に買収) に持つ。

3 つの造船所に保有する設備は、30 万トンのドライドック、2 万トンの揚げ能力のガントリークレーンなどである。

表 2- 13 CIMC ラッフルズの設備

ドライドック	L 380m×W 120m ×D 14m
屋根つきドライドック	L 205m×W 45m×D 8.3m
大水深バース	L 530m×W 20m×D 18m
クレーン	20,000 トンクレーン
	1,900 トン Pedestal Crane
セミサブ進水バース	2 万トン揚げ能力の 2 本の進水バース Defu 1 (60m×35m×8m) Defu 2 (111m×67m×8m) .
ジャッキアップレグ建造ヤード	

出所：CIMC Raffles ウェブサイトより作成



写真：セミサブ進水バース



写真：ドライドック

現在、CIMC ラッフルズは、セミサブリグプラットフォームの建造ヤードとしては世界第3位（受注残ベース）である。

2.3.8 COSCO 造船グループ

中国有数の造船所グループで、大手海運 COSCO グループの傘下。1988年に Nantong Zhong Yuan Shipyard として設立された。2001年に組織改革され、COSCO Shipyard と名前を変えた。大連（遼寧省）、南通（江蘇省）、舟山（浙江省）、広東省、上海、連雲港（江蘇省）に造船所を持つ。グループ全体の造船所総面積は 425 万平方メートル。新造船、船舶修繕、改造、またシンガポールのセムコープマリンからの技術提供を受け、FPSO や半潜水式海洋構造物などの改造や修繕も行っている。

表 2- 14 COSCO Shipyard Group の造船所一覧

COSCO 大連造船	浮きドック×2 (180,000 dwt and 300,000 dwt) ドライドック×1 (80,000 dwt) 埠頭×14 (total 3.7 km) ワークショップ×10 (total 143,418 sq m) 船台×2 (265m×114m and 269m×100m) 建造能力 560,000 dwt
COSCO 連雲港造船	浮きドック×1 (80,000 dwt) 埠頭×3 (total 660 m) ワークショップ×4 (total 22,809 sq m) 建造能力 80,000 dwt
COSCO 南通造船	浮きドック×2 (80,000 dwt and 150,000 dwt) 埠頭×4 (total 968 km) ワークショップ×11 (total 33,419 sq m) 船台×1 (214m×35m) 建造能力 230,000 dwt

COSCO 鳥東造船	ドライドック×1 (200,000 dwt) 埠頭×1 (total 400 m) 船台×1 (350m×110m) 建造能力 200,000 dwt
COSCO 上海造船	浮きドック×1 (35,000 dwt) 埠頭×2 (total 280 m) ワークショップ×11 (total 4,759 sq m) 建造能力 35,000 dwt
COSCO 船山造船	ドライドック×3 (80,000 dwt, 230,000 dwt and 400,000 dwt) 埠頭×7 (total 1,742 m) ワークショップ×13 (total 253,664 sqm) 船台×2 (250m×45m and 250m×45m) 建造能力 710,000 dwt
COSCO 広東造船	浮きドック×2 (80,000 dwt and 150,000 dwt) 埠頭×6 (total 1,195m) ワークショップ×9 (total 38,454 sq m) 船台×2 (125.7m×35m, 435m×40m and 435m× 40m) 建造能力 230,000 dwt

出所：COSCO 造船ウェブサイト

このうち、大連、南通、広東、船山、連雲港の造船所には、シンガポールのオフショア
リグ、プラットフォーム大手のセムコープマリンが出資しており、FPSO、オフショアプ
ラットフォームなど石油ガス開発向け船舶／海洋構造物の建造も行っている。また、
COSCO 鳥東造船は後述するように、2011 年完成予定だが、オフショアプラットフォーム
の建造も行う計画である。

拡張計画

COSCO 造船は、2008 年、江蘇省鳥東市投資会社と合弁で、船舶修繕、改造、オフシ
ョアプラットフォーム建造の合弁会社、COSCO 鳥東造船を設立することで合意した。新
造船所は 2011 年に完成する予定である。

2.3.9 中国船舶重工集团公司 (CSIC)

中国船舶重工集团公司 (China Shipbuilding Industry Corporation) は 1999 年に設
立された国営造船所で、中国最大規模の造船・修繕グループ。46 の事業子会社、28 の研
究開発機関を傘下に持つ。総従業員数は 14 万人、傘下には造船所、ディーゼルエンジン
メーカーが含まれる。傘下の主な造船所としては、

- ・大連船舶重工業集团有限公司 (Dalian Shipbuilding Industry Co., Ltd) 、
- ・渤海船舶重工業集团有限责任公司 (Bohai Shipbuilding Heavy Industry Co., Ltd) 、
- ・武昌船舶重工業集团有限责任公司 (Wuchang Shipbuilding Industry Co., Ltd) 、

・山海关船舶重工有限責任公司 (Shanhaiguan Shipbuilding Industry Co., Ltd) 、
・青島北海船舶重工有限責任公司 (Qingdao Beihai Shipbuilding Heavy Industry Co., Ltd.)
がある。

(1) 大連船舶重工業集団有限公司

大連船舶重工業は、国内最大規模の造船所で、現在は 2 つの建造ヤード、工場、及びオフショア構造物の建造ヤードも準備中であり、総面積は 340 万平方メートル、総従業員は 15,000 人である。VLCC、大型ケミカルタンカー、大型コンテナ船、大型 Ro-Ro 船、FPSO、セミサブリグ、ジャッキアップリグなどの建造能力を持つ。

(2) 渤海船舶重工業集団責任有限公司

1954 年に設立された造船所で、総面積は 360 万平方メートル、総従業員数は 10,000 人。40 万 DWT までの船舶の建造が可能で、年間建造能力は 200 万 DWT に上る。

(3) 武昌船舶重工業集団有限責任公司

1934 年に設立された造船所。軍艦、商船から海洋構造物まで手がける。子会社に、2006 年に設立した青島武昌重工業がある。青島武昌重工業では、リグやオフショア構造物の船殻を建造している。また、同社はオフショアエンジニアリング大手の McDermott と合弁で、Qingdao McDermott Wuchuan Offshore Engineering Company Ltd を設立した。

(4) 山海关船舶重工有限責任公司

1972 年に設立された造船所で、総面積は 216 万平方メートル (136 万平方メートルが陸地で 80 万平方メートルが海上) 主な事業は船舶修繕、造船、改造、船用部品製造で、これまでにタンカー、リグ、バルク船、貨物船、Ro-Ro 船、コンテナ船、冷蔵船、鉄鉱石運搬船、浮きクレーン、救助船、支援船、ケミカルタンカー、特殊船、オフショア構造物などを建造してきた。新たな 73 万 5,000 平方メートルの造船所を建築中。新造船所は 430m×96m×13m のドライドックを備え、埠頭長さは 882.5 メートル、600 トンのガントリークレーン 2 基、32 トン、25 トンのクレーンを備える。



図 2- 14 山海关船舶重工有限責任公司の新造船所

出所：山海关船舶重工有限責任公司ウェブサイト

(5) 青島北海船舶重工有限責任公司

1898 年に設立された古い造船所で、造船、修繕、改造、オフショア構造物の建造と修理、GRP ボートの設計と建造などを手がけている。総面積は 330 ヘクタールで、2 つのドライドック（50 万 DWT と 30 万 DWT）、2 つの修繕用ドライドック（30 万 DWT と 15 万 DWT）、及び浮きドック 1 つ（10 万 DWT）を備える。

2009 年に海西湾に新たな修繕ヤードを開設した。18 万トンのバルク船に対応可能。

拡張計画

傘下の武昌船舶重工業集団有限責任公司がオフショアエンジニアリング大手の McDermott と合弁で、Qingdao McDermott Wuchuan Offshore Engineering Company Ltd を設立。オフショア構造物のトップサイドを建造する。

2.3.10 中国船舶工業集团公司（CSSC）

中国船舶工業集团公司（China State Shipbuilding Corporation）は 1999 年に設立された国営企業で、傘下には造船所、修繕ヤード、研究設計機関、船用機械メーカーなど約 60 社を抱える。このうち造船子会社は 14 社あり、軍艦から LNG キャリア、VLCC、ケミカルタンカー、Ro-Ro 船、大型コンテナ船、LPG キャリア、オフショア石油ガス開発向けの海洋構造物など様々な造船/海洋構造物を建造している。海洋構造物を建造している子会社は主に、上海外高橋造船有限公司（Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co., Ltd）、上海船厂船舶有限公司（Shanghai Shipyard Co., Ltd）で、また建造中の広州の Longxue Shipbuilding Base でも、造船、修繕と共に海洋構造物の建造も行う予定である。

(1) 上海外高橋造船有限公司 (Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co., Ltd)

1999年に設立された造船所で、総面積は500万平方メートル。年間700万DWTを建造する。FPSOやセミサブリグなどの海洋構造物も手がける。オフショア部門の雇用人数は250人。

子会社に上海江南長興造船有限責任公司 (Shanghai Jiangnan-Changxing Shipbuilding Company Limited)、上海外高橋造船海洋工程有限公司 (Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding & Offshore Co Ltd)、上海欣業船舶海洋工程设计有限責任公司 (Shanghai Xin Ye Marine Design Co Ltd)がある。上海外高橋造船海洋工程有限公司はオフショア構造物に特化した設備で、現在建設中。総面積100万平方メートル。完成時には、年間2基のセミサブリグ、2基のジャッキアップリグ、1000のブロック、宿泊モジュール50個の建造が可能なヤードとなる。2002年に設立された上海外高橋造船海洋工程有限公司は、貨物船やVLCCなどの船舶から、セミサブリグやFPSO、掘削プラットフォームなどのオフショア海洋物の設計を行う。

(2) 上海船厂船舶有限公司 (Shanghai Shipyard Co., Ltd)

1962年に設立された。10万トンまでの船台、8万トン、3万5,000トンの浮きドックそれぞれ1つ、修繕用の浮きドック2つ(10万トン、4万トン)を持つ。造船、修繕、海洋構造物の建造を行う。

拡張計画

前述のとおり、上海外高橋造船有限公司がオフショア構造物に特化したヤードを設立中である。また、広州にもLongxue Shipbuilding Baseを設立中である。こちらは造船、修繕、オフショア構造物の建造など幅広い業務を行う。総面積は510万平方メートルで、商船建造地区、修繕地区、特殊船建造地区、海洋エンジニアリング地区の4つに分けられる。このうち海洋エンジニアリング地区は50万平方メートルを占め、南中国では最大の海洋エンジニアリングヤードとなる。

欧米

2.3.11 Technip

石油ガス業界向けのエンジニアリング、技術、プロジェクトマネジメント会社の大手。パリに上場。世界の48カ国で操業し、23,000人を雇用している。2009年の売り上げは65億ユーロ、営業収益は6億7,700ユーロに上る。海中エンジニアリング、オフショアエンジニアリング、陸上(オンショア)エンジニアリングの3つの事業で、Technipグループの売り上げの97%を占める。海中エンジニアリング部門では水深3000メートル以上の水圧、温度環境で作動できる機器の開発を行っている。オフショア部門では、オフショアプラットフォームの設置時間短縮技術、新たなプラットフォームモデルなどを開発している。石油ガス開発産業向けに、エンジニアリング、調達、建設、プロジェクトマネジメントまでの一連のサービスを提供、また、オフショア開発では、ジャケットなどの固定式プラットフォーム、FPSO、トップサイドの建造も行っている。オフショア生産プ

ラットフォームの SPAR などの技術では特許も有している。特に、メキシコ湾で稼働している SPAR15 基のうち 12 基は Technip が設置したもので、13 基目を建造中である。

Technip の最新の SPAR や TLP などのトップサイドの建造の中心となっているのはフィンランドの Pori の建造ヤードである。そのほか、フレキシブルパイプやアンビリカルの建造工場をブラジル、フランス、ナイジェリア、英国、米国の 5 ヶ所に持つ。さらに 2010 年 11 月には、マレーシア国営石油会社ペトロナス子会社の MISC との合弁で新たなフレキシブルパイプの生産拠点を開設した。Technip の生産拠点の立地は以下の表・地図のとおり。

表 2- 15 Technip の建造ヤード/生産拠点

建造ヤード	国	敷地面積
Pori	フィンランド	50 万平方メートル
Vitoria	ブラジル	50 万平方メートル
Le Trait	フランス	16 万平方メートル
Rumuolumeni	ナイジェリア	16 万平方メートル
Newcastle	英国	NA
Panama City	米国	NA
Tanjung Langsat	マレーシア	NA

出所：Infield、及び Technip ウェブサイトより作成

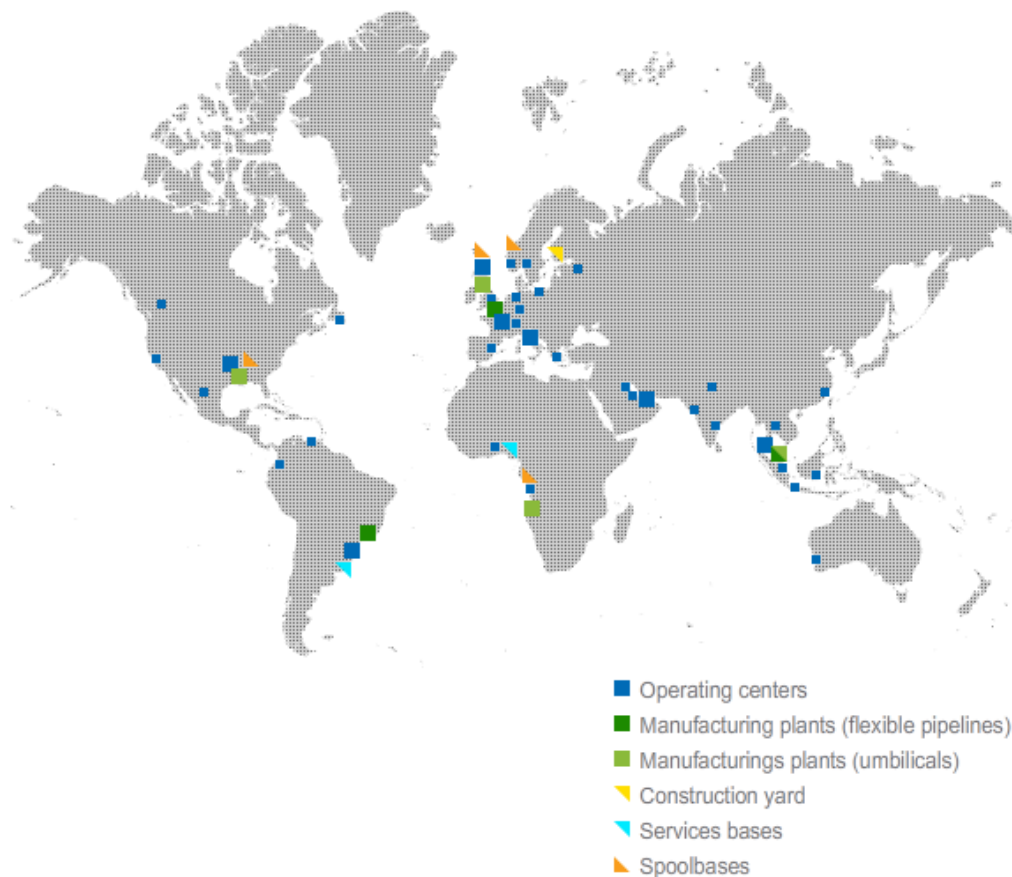


図 2- 15 Technip の拠点

出所：Technip ウェブサイト

拡張計画

前述のように、2010年11月、Technipはマレーシアにフレキシブルパイプ工場を開設した。さらに、2011年1月にはブラジルのAngra dos Reisでフレキシブルパイプの生産拠点を設立することを発表した。建設は2011年に開始し、総投資額は3000万ユーロに達する見込み。

2.3.12 McDermott

石油ガス、電力、など幅広い分野を手がける総合エンジニアリング会社。オフショア石油ガス産業向けの建造は、子会社のJ. Ray McDermottが行う。オフショア生産設備の設計、エンジニアリング、建造、設置、海底パイプライン、海中エンジニアリングシステムなど、オフショア石油ガス開発の幅広い分野で事業を行っている。従業員数は総勢16,000人。パイプ敷設船も持ち、海底パイプラインや海中エンジニアリング機器、海上設備の設置なども行う。

McDermottの建造ヤードは北米、アジア、中東、カスピ海に、建造中のものも併せて合計7カ所ある。

表 2- 16 McDermott 建造ヤード

ヤード名	場所	面積 (エーカー)	最大 ジャケット (トン)	最大 デッキ (トン)
Batam	Batam Lisland Indonesia	200+	17,000	18,000
Jebel Ali	Dubai, UAE	150	6,000	16'000
Morgan City	Morgan City, LA	300+	26,000	25,000
Altamira ¹	Tampico, Mexico	100	N/A	N/A
Baku ²	Baku, Azerbaijan	-	-	16,000
Baitono ³	Tub-Karagansky Bay, Kazakhstan	49	N/A	N/A
Qungdao	JV FPSO Facility at Qingdao, China -plans to establish a new 111-acre fabrication facility			

註：

¹ 最初のプロジェクトを 2008 年第 1 市半期に開始

² アゼルバイジャン国営石油会社 SOCAR の設備の一部を利用

³ 2008 年第 3 四半期に設備を設立

出所：2008 年 10 月、McDermott Caspian Contractors Inc.

拡張計画

現在建設中は、カザフスタンに建造ヤード、中国の FPSO の合弁会社がある³⁸。カザフスタンでは 2008 年に国営ガス会社 JSC NC KazMunaiGas の子会社 TenizService LLP と、建造ヤードを建設、運営することで基本合意した。ヤードは、TenizService LLP が埋め立てる 20 ヘクタールの土地に建設される³⁹。McDermott はエンジニアリング、建設、建造設備を提供し、ヤード設備を調達、カザフ人を雇用、育成する。建造ヤードの名称は Bautino ヤード⁴⁰。2011 年に完成予定である⁴¹。

中国では 2008 年 6 月に、中国国営の中国船舶重工集团公司 (CSIC) と合弁で、Qingdao McDermott Wuchuan Offshore Engineering Company Ltd を設立することで合意した。青島の 111 エーカーの土地に建設する。McDermott と CSIC 傘下の武昌船舶重工集団有限責任会社が折半出資する。McDermott Wuchuan Offshore Engineering は、CSIC グループの青島武昌重工や渤海船舶の隣接地に立地する。オフ

³⁸ McDermott Annual Report 2009

³⁹ Kazinform National Company 2008 年 9 月 10 日

⁴⁰ Offshore Technology Magazine 2008 年 9 月 10 日

⁴¹ McDermott Caspian Contractors 資料 2009 年 10 月

ショア生産プラットフォームのトップサイドの建造や、船殻とトップサイド及びその他の機器の組み立てを行う。⁴²

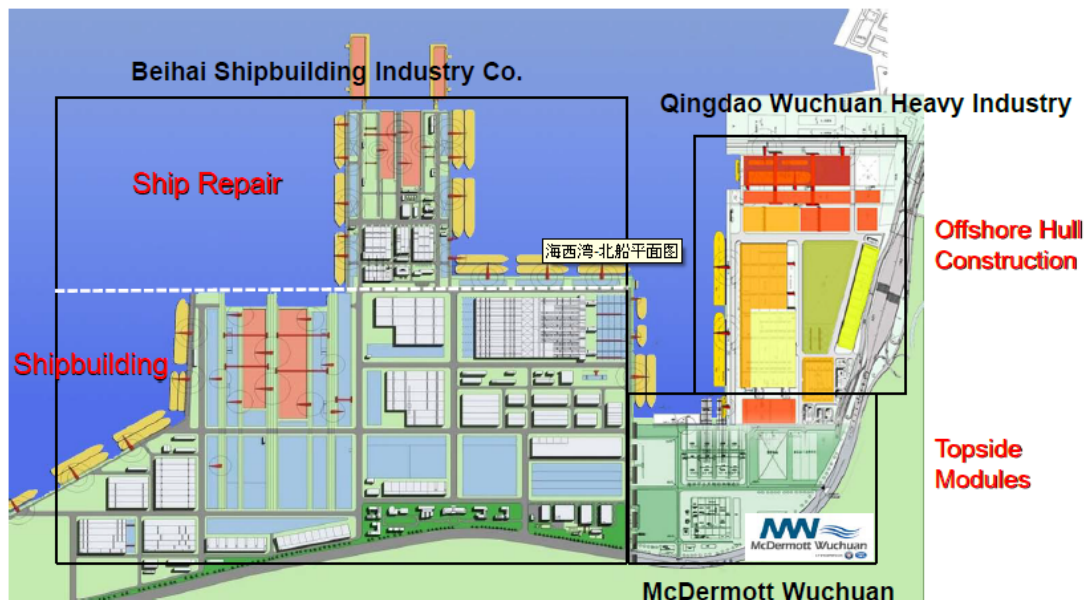


図 2-16 McDermott Wuchuan Offshore Engineering の立地場所

出所：2010年10月 McDermott International 資料

2.3.13 Kellogg Brown & Root

Kellogg Brown & Root はテキサスに本社を置き、世界で4万人を雇用するエンジニアリング大手。石油ガスの上流、下流分野でのインフラ、鉱業、発電、防衛など幅広い分野で事業を行う。石油ガス産業向けに固定式プラットフォーム、浮体式システム、LNG システム、構造物建造のプロジェクトマネジメント、エンジニアリングサービスを提供している。耐台風、地震設計にも強い。メキシコ湾、米国西海岸、トリニダード、サハリンなどのプロジェクトで実績がある。

主なオフショア関連の子会社は以下のとおり。

(1) Energo Engineering

石油ガス産業向けに固定式プラットフォーム、浮体式システム、LNG システム、構造物建造のプロジェクトマネジメント、エンジニアリングサービスを提供している。耐台風、地震設計にも強い。メキシコ湾、米国西海岸、トリニダード、サハリンなどのプロジェクトで実績がある。

(2) Granherne

Graheme は 1984 年に設立されたエンジニアリング会社で、陸上、オフショア、大水深の石油ガス開発向けに初期フェーズエンジニアリングのコンサルティングサービスを行う。

⁴² Rigzone 2008年6月17日

(3) GVA

GVA はスウェーデンに本社をおく。1970 年代に設立され、当初は造船所を所有し、GVA 型セミサブを開発、建造していた。造船所は 1989 年に閉鎖され、設計・コンサルティング会社として存続している。20 カ国で 100 以上のプロジェクトに従事した経験を持ち、セミサブ、その他の浮体式生産設備などを設計する。

2.3.14 Gulf Island Fabrication

Gulf Island Fabrication は石油ガス開発、海洋産業向けの特種な鉄鋼構造物や船舶を建造している。NSDAQ 上場企業。ルイジアナ州に 2 カ所、テキサス州 4 カ所の建造ヤードを持つ。

表 2- 17 Gulf Island Fabricatoin の造船所の総面積

	ルイジアナ	テキサス	合計
総面積 (エーカー)	630	372	1002
開発面積 (エーカー)	283	372	655
屋根付工場 (平方フィート)	406,000	333,000	739,000

出所：Gulf Island Fabrication ウェブサイト

拡張計画

2,700 万米ドルを投じて、造船所を拡張中。

2.3.15 Bergen Yard

ベルゲングループはノルウェーのベルゲンに本社を置く。BMV, Kimek, Halsnøy 及び Hanøytangen の 4 つの造船所から成っていたベルゲンヤードホールディングスが 19 社のオフショア海洋関連企業を買収、再編して、ベルゲングループとなった。2008 年にはオスロ株式市場に上場。従業員数は 1,900 人。造船所としての歴史は 100 年以上に上る。

現在は、造船部門、海洋サービス部門、オフショア部門、技術部門の 4 つに分かれている。造船部門の子会社は、次の 3 つである。

表 2- 18 ベルゲングループの造船・オフショア子会社

造船部門	
Bergen Group Fosen	ノルウェー。1918 年に設立。オフショア、地質調査、Ro-Ro 船、クルーズ船などの新造船、改造、修繕を行う。
Bergen Group BMV AS	ノルウェー。Bergen Mekaniske Verksted の社名で 2002 年に設立された。地質調査船、その他の特殊船などをオフショア石油ガス開発産業向けに建造している。
Bergen Group Shipdesign AS	ノルウェー。2009 年に設立された船舶設計会社。Bergen グループの 2 つの造船所と協力して、船舶の設計から試運転まで行う。

オフショア部門	
Bergen Group Rosenberg AS	ノルウェー。オフショア構造物の建造、EPCIC（エンジニアリング、調達、建造、据付、試運転）プロジェクトに従事する。
Bergen Group Hanøytangen AS	ノルウェー。世界でも有数の大型ドライドックを備え（125m×125m×17m）、大型のオフショアプロジェクト向けに、リグや船舶の修繕を行う。
Bergen Group Kimek Offshore AS	ノルウェー。2000年設立。石油ガス産業、特に北極に近いバレント海のプロジェクト（修繕など）を扱う。

出所：ベルゲングループウェブサイト、報道などより作成

拡張計画

オフショア部門の子会社、Bergen Group Hanøytangen AS（ノルウェー）に1億5,000万NOKを投じ、欧州で最も優れたオフショアプラットフォームの修繕、改造センターにする計画である。Bergen Hanoytangen はこれにより、より大型のリグやモバイルユニット、浮体式プラットフォーム、ROV、潜水船、建設船の修繕ができるようになる。新たな水深20メートルの埠頭の建設が2008年9月に開始した。2009年6月の報道によると、向こう2年間で埠頭をもう1カ所建設する計画もある。この改良工事には3年から5年を要する予定。⁴³

2.3.16 Heerema

Heerema グループは、オフショア石油ガスプロジェクト向きに各種施設を設計、建造、輸送、設置などを行う。本社はスイスのジェノバとオランダのハーグにある。60年以上にわたり、北海、メキシコ湾、西アフリカ、アジア、ブラジルで石油ガス会社にサービスを提供してきた。

Heerema Group は、オフショア設備の輸送、設置、撤去を行う Heerema Marine Contractors と、オフショア設備を建造する Heerema Fabrication Group に分かれる。建造ヤード・工場はオランダ、英国、ポーランドにあり、従業員は1000人。2009年にポーランドに建造工場を稼働させており、現在のところ拡張の情報はない。

表 2- 19 Heerema グループの建造ヤード

ヤード名	国	概要
Heerema Zwijndrecht B.V	オランダ	面積 14 万 5,000 平方メートル。2 つの大きな組み立て工場、配管工場、屋根付の吹きつけ、塗装工場がある。オフショア開発向けのプラットフォーム、ジャケット、モジュールを建造。

⁴³ 2009年6月1日 Oil and Gas Field

ヤード名	国	概要
Heerema Vlissingen B.V.	オランダ	面積 20 万平方メートル。組み立て工場、配管工場、屋根付の吹きつけ、塗装工場がある。オフショア石油ガス産業の生産設備向けの鉄鋼構造物の設計、建造、設置、試運転などを行う。
Heerema Hartlepool Ltd	英国	面積 97,000 平方メートル。2 つの組み立て工場、屋根付の吹きつけ、塗装工場がある。トップサイド、掘削設備、デッキ、モジュール、FPSO の生産設備、ジャケット、海底マニフォールドなどを建造。
HFG Polska SP.z o.o	ポーランド	面積 6,775 平方メートル。小型の配管、鉄鋼構造物など建造。2009 年に稼動した。

出所：Heerema ウェブサイトより作成

2.3.17 OSX Brazil

OSX ブラジルはブラジルの投資会社 EBX グループが 2009 年に設立した会社で、ブラジル証券取引所に二部上場している。

OSX ブラジルには造船部門、リース部門、サービス部門がある。造船部門は、リオデジャネイロ近郊の Acu に造船所を建設中である。生産プラットフォーム、掘削リグ、その他船舶の造船、組み立てなどを行う計画で 2012 年に稼動予定。2011 年 2 月に、環境庁から暫定ライセンスを取得したところである。現代重工から技術供与を受けており、現代重工が造船所の建設、開発、オペレーション、人材育成などでノウハウを提供する。現代重工は OSX ブラジルの株主にもなっている。

Acu 造船所では年間 18 万トンの建造能力の工場、さらに将来的には年間 22 万トンの鉄鋼を加工できる工場も増設する計画。敷地は十分あり、ニーズによっては年間 46 万トンまで拡張することも可能である。

OSX グループではリオデジャネイロの南の Biguacu にも建造ヤードをつくることを検討中である。



図 2- 145 OSX ブラジルの建設中/検討中造船所の立地

出所：OSX ウェブサイト

2.4 エンジニアリング会社、海洋構造物設計会社

オフショア石油ガス開発プロジェクトを実行するにはさまざまなエンジニアリングが必要となる。また、海洋構造物の設計を行う会社がある。エンジニアリングや設計を行う会社の中には設計専門のところ、両方を行うところ、エンジニアリングのみの会社などさまざまあるが、その多くは欧米系企業である。主なエンジニアリング・設計会社の概要は別添6 主なエンジニアリング・設計会社の概要のとおり。企業によってはエンジニアリングのみ、設計のみ、あるいはその両方に携わっている場合もあるようで、エンジニアリング会社と海洋構造物設計会社の明確な分類は現在のところ調査しきれていない。

2.5 海洋における石油及び天然ガス開発に係る海洋構造物及び支援船建造技術

2.5.1 海洋石油掘削概説

海洋における掘削リグは着底式と浮遊式に大別される。生産システムとは異なり、いずれもある地点で一定期間掘削した後、別の掘削現場へ移動することから、英語では MODU (Mobile Offshore Drilling Unit) と呼称されている。ジャッキアップリグとサブマージブルリグは着底式で、セミサブリグとドリルシップ (船型リグ) は浮遊式である。着底式掘削リグは、比較的浅い海域に用いられる。ジャッキアップ式掘削リグの最大稼動水深は、190m とされている。ジャッキアップ式は、一般に 3 脚のレグでハルを支える構造となっていることから、120m 以深で稼動可能なリグは少ない。下図に示したサブマージブル式掘削リグは浅海域用であり、水深が数 m 程度の海域で利用される。⁴⁴

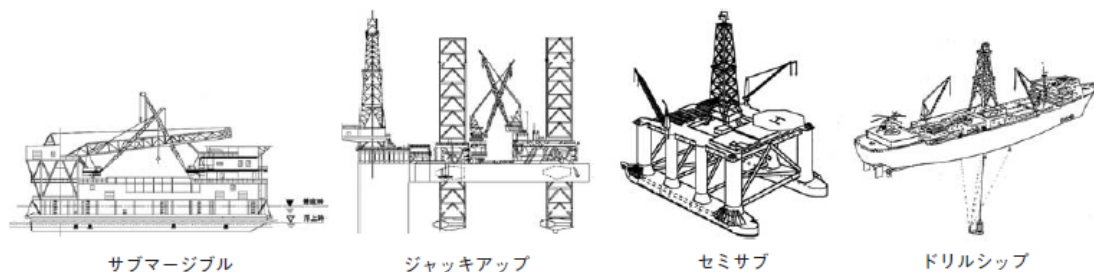


図 2 - 1 6 石油掘削リグ

出所：「海洋石油開発の動向について」平成 17 年度海洋研究開発機構研究報告会 JAMSTEC2006

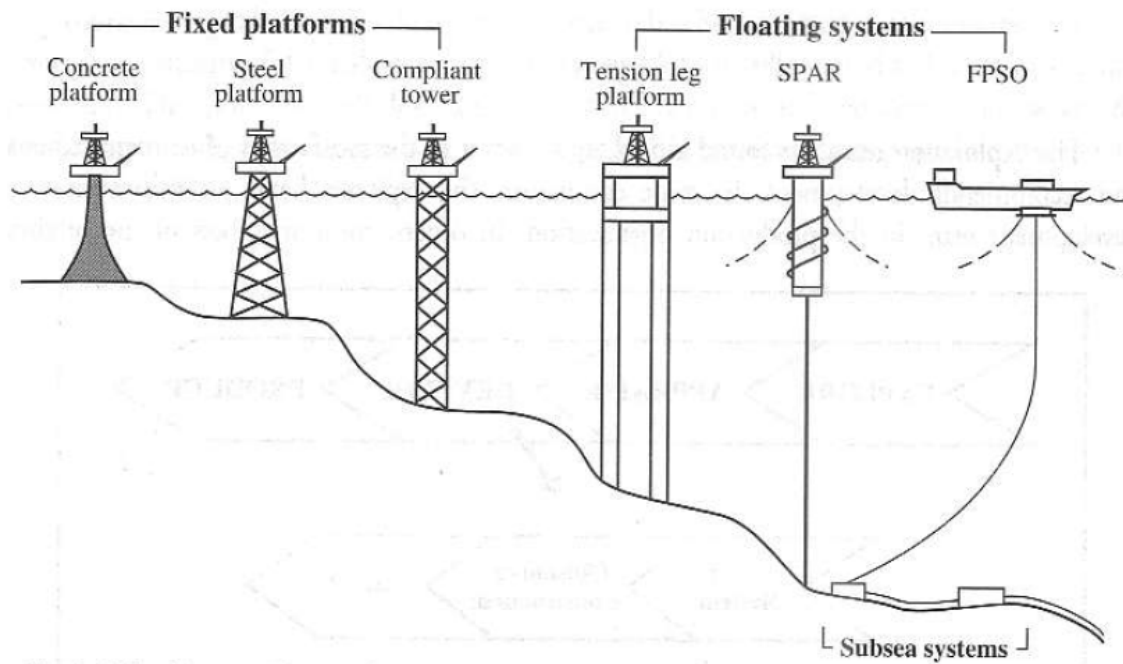
⁴⁴海洋石油開発の動向について

平成 17 年度海洋研究開発機構研究報告会 JAMSTEC2006

2.5.2 海洋石油開発・生産概説⁴⁵

海底設置型のシステムは大水深開発は適せず、大水深開発に適用されてきたシステムは、ほとんどが浮遊式である。FPS⁴⁶や FPSO および SPAR⁴⁷などの浮遊式生産システムの係留には、ワイヤロープ、チェーン、ポリエステルロープなどが用いられる。材料費が安く、設置が容易で、水深が増加しても構造物のコストはほとんど変わらず、係留索鎖のコスト増加も小さい。

図 2-17 オフショア石油ガスの開発システムのオプション



出所：Deepwater Petroleum Exploration and Production, PennWell Corporation, 2003

上記図の TLP, TLP, FPSO, Spars についての説明は、別添の” Deepwater Petroleum Exploration and Production”⁴⁸からの抜粋参照のこと。

⁴⁵特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 水深 2,000m を超えた生産井一油・ガス田開発の進歩 (JOGMEC 2006 年)。

⁴⁶ Floating Production System (半潜水型浮遊生産システム) セミサブを用いた浮遊式生産システム

⁴⁷ 直立円筒型海洋石油ガス生産システム。動揺が小さく、掘削、ワークオーバーリグを搭載できる。

⁴⁸ Deepwater Petroleum Exploration & Production – Non-technical guide, PennWell Corporation, 2003

2.5.3 大水深開発技術の動向⁴⁹

1) 探査技術

3D 探査法の発達により、試掘成功率が 2D の 20%程度に対し 30-50%に向上。最大では 70-90%とも。3D のデータの精度と情報量の工場は、探査船の測位技術の向上、ストリーマー曳航能力の向上、コンピューターの情報処理能力の向上によって可能となった。

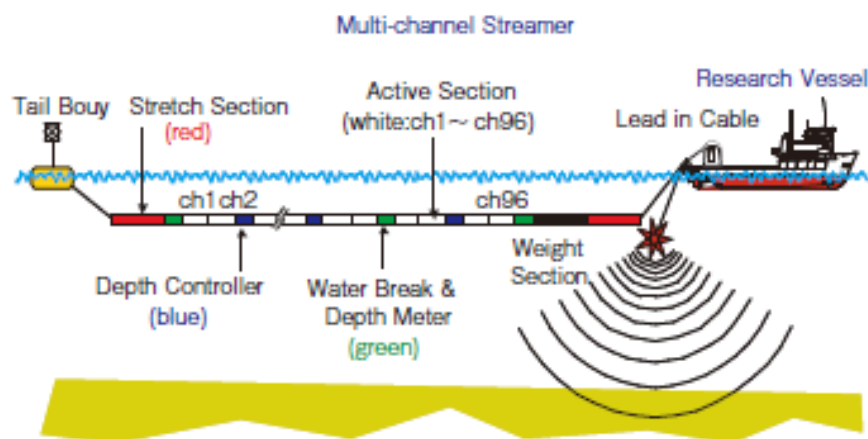


図 2-18 3次元探査法

2) 掘削技術

代表的な革新は、水平掘削（horizontal drilling）と大偏距掘削（Extended Reach Drilling）。水平坑井により生産性と回収率がアップ。垂直坑井分程度にまで減少できる例もあり、油層が薄く埋蔵量が小さい油田の開発も可能となった。水平坑井は、垂直坑井に比べて油層内での接触面積が大きいいため、1坑井当たりの生産性は垂直坑井の 20 倍程度といわれている。

大偏距掘削は、一つの場所から大偏距掘削は、一つの場所から広い範囲の油層に到達することを可能にし、生産処理用のプラットフォームの数を減らし、隣接フィールドの開発を可能にした。

⁴⁹ 特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 水深 2,000m を超えた生産井—油・ガス田開発の進歩（JOGMEC 2006 年）。

原文は <http://oilgas-info.jogmec.go.jp/report.pl?area=%E3%82%B0%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB&baitai=2&field=&freeword=%E3%82%A2%E3%83%8A%E3%83%AA%E3%82%B7%E3%82%B9&frommonth=&fromyear=&tomonth=&toyear=&page=2&sort=field&sortidx=0> よりダウンロード可能。

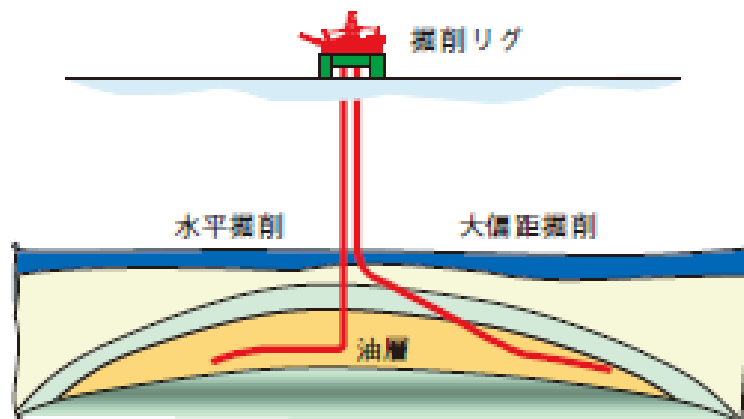


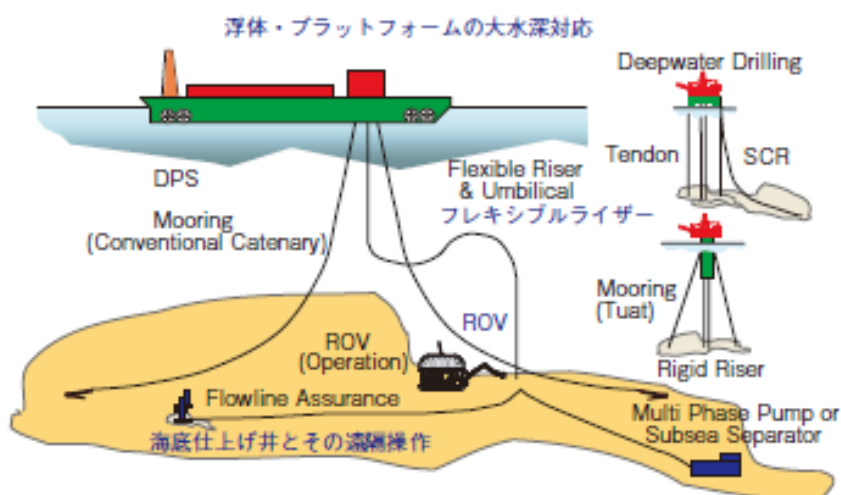
図 2-19 水平掘削と大偏距掘削

また、MWD (Measurement While Drilling) の小型化と検知能力の向上により、ビットの制御が向上した。掘削方向を自由に変えて正確な掘削が可能となり、薄い油層から効率的に生産できるようになった。

3) 開発技術

開発技術の要は、石油やガスを生産するプラットフォームの大水深対応、フレキシブルライザーおよび海底仕上げ井とその遠隔操作、さらに海中作業用の ROV (Remotely Operated Vehicle) 等で大水深ではこれらの曳航・輸送・設置工事は重要な技術である。

図 2-20 大水深開発に必要な技術



出所：特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 水深 2,000m を超えた生産井—油・ガス田開発の進歩 (JOGMEC 2006 年)

今後の動向

3000m を超えた深海に石油ガスがあると考える人は少なく、フロンティアとされてきた極地、寒冷地の開発が注目される。

2.5.4 大水深開発技術の技術課題⁵⁰

JOGMEC の資料「深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 掘削分野の技術革新—水深 3,000m を克服」には、大水深開発の技術課題としては次が挙げられる

- 地層圧力と地層破壊圧力の関係
 - 地層温度および海水温度の影響
 - 大水深の浅部地層の特徴
 - 水深そのものの影響
 - リモートエリアであること
 - 掘削コストへの影響
- (詳細は原文⁵¹参照)

これらの課題に対してなされている技術開発については以下のとおり。

- MPD (managed pressure drilling)
- ケーシング計画 →ライザーレス掘削⁵²、Logging While Drilling, Pressure While Drilling などが関連

⁵⁰ 特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 掘削分野の技術革新—水深 3,000m を克服。JOGMEC 2006 年 9 月

原文は <http://oilgas-info.jogmec.go.jp/report.pl?area=%E3%82%B0%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB&baitai=2&field=&freeword=%E3%82%A2%E3%83%8A%E3%83%AA%E3%82%B7%E3%82%B9&frommonth=&fromyear=&tomonth=&toyear=&page=2&sort=field&sortidx=0> よりダウンロード可能。

⁵¹ 特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 掘削分野の技術革新—水深 3,000m を克服。

⁵²ライザーレス掘削は、二重比重（デュアルグラディエント）掘削システムに対して提案された最初のコンセプトで、海底上部の海水による水頭圧と坑内のアニュラス圧力を等しく制御するため、海底にマッドリフトポンプを使用するものである。これは裸坑部のオーバーバランスを維持するため、海底下には比重を高めた泥水を使う。

<http://www.weblio.jp/content/%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%82%B6%E3%83%BC%E3%83%AC%E3%82%B9%E6%8E%98%E5%89%8A>

- ジオハザード (geo-hazard) 対策 → シャローガス、シャローウォーターフロー、天然メタンハイドレート層などの浅部トラブル層を避ける。検地できない、避けられない場合の対策
 - パイロットホールの掘削
 - LWD/PWD ツールを用いたトラブル層の検知
 - ライザーレス掘削での加重泥水の使用
 - 特別な設計の海底坑口装置 (異常高压層や出水層中でのケーシングセメンチング)
- サブシー機器
 - サブシーウェルヘッドシステム⁵³
 - サブシーBOP スタック⁵⁴
 - ライザーパイプ⁵⁵
 - ライザーテンショナ⁵⁶
 - サブシーBOP コントロールシステム⁵⁷
 - ROV⁵⁸
- 掘削リグ上の掘削機器
 - 大型化・大容量化／機械化・自動化に集約
- 掘削リグの位置保持
 - ダイナミックポジショニングシステム (DPS) が主流だが、アンカー係留も有効なオプション

⁵³ 通常の坑口装置とは、坑井の地上部分をコントロールするために、ケーシング頭部に取り付けられる装置をいう。坑口装置は、図に示されるように、ケーシング・ヘッド、ケーシング・スプール、チュービング・スプール、クリスマス・ツリーなどから構成されている。最近、水深の大きな海域でドリル・シップやセミサブマーシブル・リグを使用して海洋掘削を行う場合は、坑口装置を海底面に設置する。海底坑口装置 (subsea wellhead assembly) と呼ばれている。

⁵⁴ 浮遊式掘削リグ (セミサブ型掘削リグやドリルシップ) では、数種類の BOP (防噴装置) を組み合わせて一体化させた形でサブシーウェルヘッドの真上に接続する。この一体化させた BOP 軍をサブシーBOP スタックという。

⁵⁵ サブシーBOP スタックから掘削リグまで連結されている大径のパイプをさす。

⁵⁶ ライザーパイプの自重、ライザーパイプ内の泥水の重量、潮流などによる外力に見合った上向き力でライザーパイプを吊り上げる機器

⁵⁷ サブシーBOP スタックを制御するための装置。電気信号や流体圧力を介して BOP 及び各種バルブ BOP の種類の 1 つで 9-5/8 “または 13-3/8” サイズのケーシングパイプを切断できるように開発された特殊なものの。一般的なシアラム BOP はドリルパイプの切断に限定される

⁵⁸ Remotely Operated Vehicle = 船上・陸上から遠隔操作される 水中ロボット

- 安全管理、環境保全
 対策：ハードウェアに長い冗長性を持たせる、危険作業から人間を遠ざける（ドリルフロアのパイプハンドリングの機械化、自動化）、体系的なリスク管理
- 作業時間短縮に関する技術
 直接の大水深掘削技術とは限らないが作業時間の短縮を目指す技術としては、次のものがある。
 - デュアルアクティビティ（dual activity）
 - ウェルヘッド関連ツール
 - 生産試験・坑井仕上げ関連技術：
 （詳細は原文⁵⁹参照）

これらの技術課題について、JOGMEC 以外の関連資料は次のとおり。

Managed Pressure Drilling に関する資料

- 掘削技術の進歩：Managed Pressure Drilling（MPD）（JOGMEC）⁶⁰
- Managed Pressure Drilling – A new way of looking at drilling hydraulics...
 ...Overcoming conventional drilling challenges⁶¹（SPE⁶² Foundation）
- Managed pressure drilling techniques and tools⁶³（Texas A&M University）
- Managed pressure drilling and successful applications（OSEA 2010 Conference）

ライザーレス掘削に関する資料

ライザーレス掘削

- Riserless Drilling - Applications of and Innovative Drilling Method and Tools（Offshore Technology Conference 2005）⁶⁴

⁵⁹ 特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 掘削分野の技術革新—水深 3,000m を克服。

⁶⁰ 掘削技術の進歩：Managed Pressure Drilling JOGMEC http://oilgas-info.jogmec.go.jp/report_pdf.pl?pdf=0903_out_managed_pressure_drilling.pdf&id=2530

⁶¹ <http://www.spe.no/stavanger/doc/Past%20Events/SPE%20DL%20Managed%20Pressure%20Drilling%20Don%20Hannegan.pdf>

⁶² Society of Petroleum Engineers

⁶³ <http://repository.tamu.edu/handle/1969.1/3884>

⁶⁴ http://nautilusoffshore.com/docs/Riserless_Drilling.pdf

- Riserless drilling with casing: GOM well design model requires change for deepwater drilling⁶⁵ (Drilling Contractor 2009)

Logging While Drilling に関する資料

- How Does Logging-While-Drilling (LWD) Work (Rigzone) ⁶⁶

ROV に関する資料

- A Little ROV goes a long way ⁶⁷ (Petromin Magazine 2010)
- ROVs Proving Their Worth⁶⁸ (Offshore Technology 2010)

その他の大水深開発技術の課題

また、JOGMEC の資料に掲載された課題以外に、次のような課題と技術開発も他の文献で紹介されている。

- Robot Run Rig (Robot-run, subsea rig developing, May 26, 2010) ⁶⁹
- Microhole Technology (Pennwell Corporation, 2005) ⁷⁰
- Modular Rig (Compact, lightweight modular rigs offer, built-in flexibility, cost savings up to 40%, Drilling Contractor 2006) ⁷¹
- Zero discharge riserless Drilling (Zero discharge riserless drilling – alternative to pumping and dumping, Offshore Technology Conference 2005) ⁷²
- Aluminium alloy Risers (SPE/IADC Drilling Conference, 23-25 February 2005, Amsterdam, Netherlands) ⁷³
- Riser integrity monitoring system (Review and Evaluation of Riser Integrity Monitoring Systems and Data Processing Methods, Deep Offshore Technology 2006) ⁷⁴

⁶⁵ <http://www.successful-energy.com/July09-RiserlessDWC.pdf>

⁶⁶ http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=297&c_id=1

⁶⁷ www.petromin.safan.com/mag/pmayjune10/t50.pdf

⁶⁸ <http://www.offshore-technology.com/features/feature89023/>

⁶⁹ <http://www.greeningofoil.com/post/Robot-run-subsea-rig-developing.aspx>

⁷⁰ <http://www.netl.doe.gov/technologies/oil-gas/publications/EP/Microhole/OGJ50010-019.pdf>

⁷¹ <http://www.iadc.org/dcpi/dc-septoct06/Sept06-polaris.pdf>

⁷² <http://e-book.lib.sjtu.edu.cn/otc-2005/pdfs/otc17671.pdf>

⁷³ <http://www.onepetro.org/mslib/servlet/onepetropreview?id=00092559&soc=SPE>

⁷⁴ <http://www.2hoffshore.com/documents/papers/pap3008.pdf>

- Arctic SPAR (Engineering the future for polar regions, 1 Aug 2010 Offshore Technology Magazine) ⁷⁵
- Enhanced Vertical Deepwater Tree-EVAT (FMC Technologies Earns Spotlight On New Technology Award For Its Enhanced Vertical Deepwater Tree, 11 May 2008 Oil and Gas Online, etc) ⁷⁶
- Shale Gas Drilling (Shale Gas Drilling Techniques Revolutionize Oil Shale Drilling, 5 October 2010, Rigzone)⁷⁷
- Torpedo piles as an alternative mooring anchor system (Study Underway Into Torpedo Piles Application Offshore Brazil, September 28, 2010, Rigzone) ⁷⁸
- Sevan Stabilized Platform (World's first circular ultra-deepwater drilling rig delivered with DNV, 2 Dec 2009) ⁷⁹, (The SSP A New Class of Hull for the Oil Industry⁸⁰)
- ドリルパイプの軽量化 (大水深掘削に活躍する TenarisNKK Tubes 先進のドリルパイプ、時期不明) ⁸¹

2.5.5 海洋構造物建造技術について

海洋構造物建造技術にての書籍、文献は少ない。基礎的な建造技術は” Construction of Marine and Offshore Structures”⁸² (Gerwick, Ben C.) に掲載されている。

また、リグの建造については、Keppel の技術が Petromin Magazine に紹介されている。技術資料の”Rig Solutions in the Era of Difficult Oil”⁸³及び Driving Solutions for New Horizons”⁸⁴を参照のこと。

⁷⁵ <http://www.offshore-mag.com/index/article-display/0506568838/articles/offshore/volume-70/Issue-8/Arctic/Engineering-the-future-for-polar-regions.html>

⁷⁶ <http://www.oilandgasonline.com/article.mvc/FMC-Technologies-Earns-Spotlight-On-New-0001?VNETCOOKIE=NO>

⁷⁷ http://www.rigzone.com/news/article.asp?a_id=99693

⁷⁸ http://www.rigzone.com/news/article.asp?a_id=99090

⁷⁹ www.dnv.com/searchresult/index.asp?query=sevan

⁸⁰ <http://otc.nfmf.no/public/news/2251.pdf>

⁸¹ www.tenaris.com/files/multimedia/4294.doc

⁸²

⁸³ Petromin Magazine May/June 2009

⁸⁴ Petromin Magazine July/Aug 2009

表 2-21 技術資料リスト

脚注	資料	添付ファイル名
6	「海洋石油開発の動向について」平成17年度海洋研究開発機構研究報告会 JAMSTEC2006	海洋石油開発の動向について
7	特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 水深 2,000m を超えた生産井—油・ガス田開発の進歩 (JOGMEC 2006 年)	水深 2,000m を超えた生産井
10	Deepwater Petroleum Exploration and Production, PennWell Corporation, 2003	Deepwater Chapter 3 Exploring the Deepwater Deepwater Chapter 4 Drilling and Completing Wells Deepwater Chapter 5 Development Systems Deepwater Chapter 6 Fixed Structures Deepwater Chapter 7 Floating Production Systems Deepwater Chapter 8 Subsea Systems
11	特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業 掘削分野の技術革新—水深 3,000m を克服	掘削分野の技術革新 水深 3000m を克服
22	掘削技術の進歩： Managed Pressure Drilling (MPD) (JOGMEC)	掘削技術の進歩 Managed Pressure Drilling
23	Managed Pressure Drilling – A new way of looking at drilling hydraulics... ...Overcoming conventional drilling challenges	Managed pressure drilling www.spe.no
25	Managed pressure drilling techniques and tools	managed pressure drilling 2006 http repository.tamu.edu
26	Managed pressure drilling and successful applications	Managed pressure drilling and successful applications
26	Riserless Drilling - Applications of and Innovative Drilling Method and Tools	Riseless drilling - application of an innovative drilling method and tools

脚注	資料	添付ファイル名
27	Riserless drilling with casing: GOM well design model requires change for deepwater drilling	Riseless drilling with casing
28	How Does Logging-While-Drilling (LWD) Work	How Does Logging-While-Drilling (LWD) Work
29	A Little ROV goes a long way	A Little ROV goes a long way
30	ROVs Proving Their Worth	ROVs Proving Their Worth
31	Robot Run Rig	Robot Run Rig
32	Microhole Technology	Microhole Technology
33	Modular Rig	Modular Rig
34	Zero discharge riserless Drilling	Zero discharge riserless drilling
35	Aluminium alloy Risers	Aluminum alloy riser
36	Riser integrity monitoring system	Riser integrity monitoring system
37	Arctic SPAR	Arctic SPAR by Technip
38	Enhanced Vertical Deepwater Tree-EVAT	Enhanced Vertical Deepwater Tree (EVDT)
39	Shale Gas Drilling	Shale Gas Drilling Techniques Revolutionize Oil Shale Drilling
40	Torpedo piles as an alternative mooring anchor system	Torpedo Piles Application Offshore Brazil
41	Sevan Stabilized Platform (World's first circular ultra-deepwater drilling rig delivered with DNV, 2 Dec 2009)	World's first circular ultra-deepwater drilling rig delivered with DNV
42	The SSP A New Class of Hull for the Oil Industry	The SSP A New Class of Hull for the Oil Industry
43	ドリルパイプの軽量化	ドリルパイプ軽量化が課題
44	Construction of Marine and Offshore Structures	Construction of Marine and Offshore Structures
45	Rig Solutions in the Era of Difficult Oil	Rig Solutions in the Era of Difficult Oil
46	Driving Solutions for New Horizons	Driving Solutions for New Horizons