



海洋開発ビジネス概論

改訂第2版

2022年3月

本教材は、平成 29 年度国土交通省委託事業「海洋開発技術者育成のための基盤整備業務」において作成されたものです。

なお、「改訂第 2 版」は 2021 年（令和 3 年）12 月時点で東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻 鈴木英之教授の監修の下、日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアムと一般財団法人エンジニアリング協会が改訂・情報更新をしたものです。

序

本教材「海洋開発ビジネス概論」は、平成 29 年度国土交通省委託事業「海洋開発技術者育成のための基盤整備業務」において作成されたものです。本事業においては、「海洋開発人材育成 カリキュラム・教材開発に関する検討委員会」（委員長 東京大学 鈴木英之教授）を設置して、整備すべき教材等に関する検討が行われました。本教材の具体的な内容については、同検討委員会の下に設置された「ビジネス概論ワーキンググループ」（座長 産業技術大学院大学 酒森潔教授）を中心に、検討・作成作業を行いました。

本教材は、海洋開発について初めて学ぶ文系および理系学生を対象に、学生の皆さんが海洋開発に関して興味を持ってもらうことと、プロジェクトの遂行にはプロジェクトマネジメントの手法等が活用されていることを理解してもらうことを目的として作成されました。

実際の海洋開発プロジェクトに携わった経験のない方には、海洋開発プロジェクトやプロジェクトマネジメントについて具体的にイメージすることは難しいと思われます。このため、本教材は 2 部構成をとっています。第 I 部は、海洋開発分野のプロジェクトの具体的なイメージを持ってもらうために、「海洋開発の特徴と事例編」として、プロジェクトの中で必要となる作業・手続きや海洋開発分野の工事等の内容をプロジェクト全体の流れに沿って紹介しています。第 II 部は、プロジェクトマネジメントに対する理解の促進を図るために、「プロジェクトマネジメント編」として、このような工事等を進めるにあたって必要となるプロジェクトマネジメントの具体的な手法等を説明しています。

プロジェクトマネジメントを参考程度に勉強する学生は、まず第 I 部の「海洋開発の特徴と事例編」で、海洋開発のプロジェクトとはどのようなものか触れていただき、その後第 II 部「プロジェクトマネジメント編」のアウトラインに触れることで、このような巨大プロジェクトを円滑に遂行するために必要となるプロジェクトマネジメントとはどのようなものであるかを感じていただきたいと思います。

一方、プロジェクトマネジメントを本格的に学ぶ学生は、第 I 部の「海洋開発の特徴と事例編」でプロジェクトの全体像を大まかに把握したうえで、第 II 部「プロジェクトマネジメント編」でプロジェクトマネジメントの具体的な手法を学び、プロジェクトマネジメントの役割に関して理解を深めていただきたいと思います。そのうえで、プロジェクトマネジメントの手法がどのように適用されているのかを想像しながら、改めて第 I 部に目をおしてもらいたいと思います。

本事業では、本教材のほか、「海洋開発産業概論」および「海洋開発工学概論」の作成を行っております。

海洋開発に関する基礎的知識を習得し、産業の全体像を掴むことを必要とする方は「海洋開発産業概論」、海洋資源開発および海洋再生可能エネルギー開発について、それぞれのプロセス、必要となる施設や機器の構造、構成するシステムについて技術的な側面から理解を深めたい方は「海洋開発工学概論」を併せて手に取って頂ければ幸いに存じます。

本教材作成にあたってご協力頂いた関係各位に心から謝意を表するとともに、本教材を通じて、学生の皆さんが海洋開発産業に関心を持ち、この分野に進むことのきっかけになることを心より期待します。

平成 30 年 3 月

海洋開発人材育成 カリキュラム・教材開発に関する検討委員会

第 I 部 海洋開発の特徴と事例編

改訂第 2 版

第 I 部 目次

1	序論	I -1
1.1	本編のねらい	I -1
1.2	本編の構成	I -1
2	海洋開発ビジネスの特徴	I -2
2.1	海洋開発ビジネスのプロジェクト	I -2
2.1.1	概要	I -2
2.1.2	海洋石油・天然ガス開発におけるリスク	I -4
2.1.3	海洋開発ビジネスの特徴	I -5
2.2	海洋石油・天然ガス開発の特徴	I -7
2.2.1	石油・天然ガス開発の流れ	I -7
2.2.2	石油・天然ガスの開発に関わる主な企業と役割	I -16
2.2.3	海洋石油・天然ガス開発の実態	I -18
2.2.4	石油・天然ガスの開発における陸上と海洋での作業の違い	I -20
2.3	海洋再生可能エネルギー（洋上風力発電）の特徴	I -24
2.3.1	洋上風力発電開発の流れ	I -24
2.3.2	洋上風力発電設備の実態	I -34
2.3.3	洋上風力発電開発における陸上と洋上での作業の違い	I -36
2.4	海洋関連法規	I -38
2.4.1	概要	I -38
2.4.2	海洋石油・天然ガス	I -40
2.4.3	海洋再生可能エネルギー（洋上風力発電）	I -44
3	海洋開発プロジェクトの事例	I -51
3.1	イクシス LNG プロジェクト	I -51
3.1.1	プロジェクトの概要	I -51
3.1.2	開発の歴史	I -54
3.1.3	施設概要	I -55
3.1.4	工事概要	I -57
3.1.5	環境影響評価	I -61
3.1.6	開発スケジュール	I -63
3.1.7	プロジェクトマネジメント（第 II 部）との関連	I -64
3.2	カンゲアンプロジェクト	I -67
3.2.1	プロジェクトの概要	I -67
3.2.2	開発の歴史	I -69

3.2.3	プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連.....	I -69
3.3	磐城沖ガス田.....	I -70
3.3.1	磐城沖ガス田の概要.....	I -70
3.3.2	磐城沖ガス田の開発.....	I -71
3.3.3	プラットフォーム撤去工事.....	I -79
3.3.4	プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連.....	I -85
3.4	福島復興浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業の建設工事.....	I -87
3.4.1	プロジェクトの概要.....	I -87
3.4.2	開発の歴史.....	I -89
3.4.3	工事概要.....	I -90
3.4.4	環境影響評価.....	I -93
3.4.5	プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連.....	I -94
3.5	浮体式洋上風力発電実証事業（五島沖）の建設工事.....	I -96
3.5.1	プロジェクトの概要.....	I -96
3.5.2	開発の歴史.....	I -97
3.5.3	工事概要.....	I -98
3.5.4	環境影響評価.....	I -100
3.5.5	プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連.....	I -101
4	FPSO 傭船契約とリスク管理.....	I -105
4.1	ブラジルのプロジェクト概要.....	I -105
4.2	大水深における石油開発.....	I -106
4.2.1	FPSO による大水深開発.....	I -106
4.2.2	開発・生産段階のリスク評価.....	I -108
4.3	FPSO の傭船契約.....	I -109
4.3.1	プロジェクト遂行上のリスクマネジメント.....	I -109
4.3.2	商務上のリスクマネジメント.....	I -113
4.3.3	プロジェクト管理.....	I -115
4.4	アライアンスの成果.....	I -117
5	付録（関連法規一覧）.....	I -119
5.1	海洋石油・天然ガスの関連法規一覧.....	I -119
5.2	風力発電関連の海外関連法規一覧.....	I -128
6	用語の解説.....	I -135
	索引.....	I -148

本教材で紹介している企業名・業務内容などは2021年12月末時点の情報に基づき記載している。

第1章 序論

1 序論

1.1 本編のねらい

海洋開発産業とひとことで言っても、その意味や範囲は使う人や使われ方によって大きく異なる。例えば海洋基本法では、海洋開発産業は海洋の開発・利用・保全等を担う産業と定義されていて、海洋資源開発、洋上発電、海洋空間利用、漁業・水産業、レジャー産業、旅客・貨物輸送業、海洋情報産業など、海洋に関係するありとあらゆる産業を内包する概念となっている。しかしながら、一般に「海洋開発産業」と言われると、洋上で風車が回っている姿やマグロの養殖を思い浮かべる人が多いだろう。

このように、「海洋開発産業」とは非常に多彩な意味を持つ言葉であることから、使用する前にその範囲を定義しておくことで、認識の相異の発生を防止することができる。本編では、海洋開発産業の範囲を、海底から石油や天然ガスを産出する産業や洋上風力発電に関連する産業に絞り、そのビジネスの特徴やプロジェクトの進め方などを紹介していく。また、これまで日本企業が関係した事例を紹介することで、プロジェクトの具体的なイメージを掴むことができるようにしている。なお、プロジェクトは、事業性の評価や資源量の評価に始まり、資源の生産に用いる設備や風車の開発、そして運転・保守と多岐にわたるが、全体をフォローすると膨大な分量となることから、第2章においては、開発作業における設計/調達/建造/据付に焦点を当てて概説している。

1.2 本編の構成

本編は第1章から第6章までで構成される。

まず、第1章「序論」において第I部全体のねらいを説明する。第2章では、海洋開発ビジネスの特徴、海洋石油・天然ガスや海洋再生可能エネルギー（洋上風力発電）のプロジェクト全体の流れについて紹介するとともに、海洋関連法規について概略を紹介する。第3章では、海洋石油・天然ガスおよび洋上風力発電のプロジェクトにおいてオーナーの立場で遂行した国内外での事例を紹介する。また、第4章では、石油・天然ガス開発で生産施設として使用されるFPSO（Floating Production, Storage and Offloading system）に関し、FPSOを備船する際の契約におけるリスク管理についてFPSO操業会社（コントラクター）の立場での事例を紹介する。第5章では、付録として関連法規の一覧を、第6章では、用語を解説している。

2 海洋開発ビジネスの特徴

2.1 海洋開発ビジネスのプロジェクト

2.1.1 概要

海洋開発ビジネスには、資源開発として、石油・天然ガス、メタンハイドレート、鉱物資源（熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース泥）等があり、再生可能エネルギー開発として、洋上風力発電、波力発電、潮流・海流発電、海洋温度差発電があり、その他に、水産資源開発がある。本編では、既に事業化されている「海洋石油・天然ガス」と「洋上風力発電」の開発を対象とし、海洋開発ビジネスにおいてプロジェクトを実施していく場合の全体のフローおよび各工程の概要と関連する基礎知識について説明し、国内および海外でのプロジェクトの事例を紹介する。なお、プロジェクトとは「定められた期間内に独自の目的を達成する仕事」と定義しており、その目的や実施方法はプロジェクトにより様々である。

海洋開発を行う際のプロジェクト全体の一般的なフローは、陸上において開発を行う場合と同じように、図2.1.1に示すような4つのフェーズに大別でき、①立上、②計画、③作業実施、④終結の流れになる。

石油・天然ガス開発においては、鉱業権の取得から生産を終了し生産施設を撤去・廃坑するまでのすべてのフェーズを1つの大きなプロジェクト（期間：15～50年）として捉えることもできるが、各フェーズにおける個々の作業、例えば作業実施フェーズでの建設作業（設計/調達/建造/据付）などについてもプロジェクト（期間：3～8年）と捉えることができ、いずれも同様な流れでプロジェクトが進められる。図2.1.1にプロジェクト全体の一般的なフローと、石油・天然ガス開発の一般的な流れと石油・天然ガス開発の開発期に実施される生産施設建設の一般的な流れを示す。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

プロジェクト全体の一般的なフロー



石油・天然ガス開発の一般的な流れ (期間：15～50年)



生産施設の設計/調達/建造/据付(EPCI)の一般的な流れ (期間：3～8年)



(*) F/S：フィージビリティスタディ

図 2.1.1 プロジェクト全体の一般的なフローと石油・天然ガス開発および生産施設の設計/調達/建造/据付の一般的な流れ

また、プロジェクト全体の一般的なフローと洋上風力発電開発の一般的な流れは、図 2.1.2 のようになる。

プロジェクト全体の一般的なフロー



洋上風力発電開発の一般的な流れ



図 2.1.2 プロジェクト全体の一般的なフローと洋上風力発電開発の一般的な流れ

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

プロジェクトの目的を達成するため、図 2.1.3 に示すようにオーナー（発注者）はコントラクター（元請け）に作業を発注することになる。設計/調達/建造/据付などの広範囲にわたる作業では、コントラクターからさらに機器メーカーや建設工事などの専門の協力会社に発注が行われる。

プロジェクトを遂行する上において、オーナー、コントラクター、協力会社はそれぞれに個別にプロジェクトチームを組織して、プロジェクトマネジメントを実施することとなる。

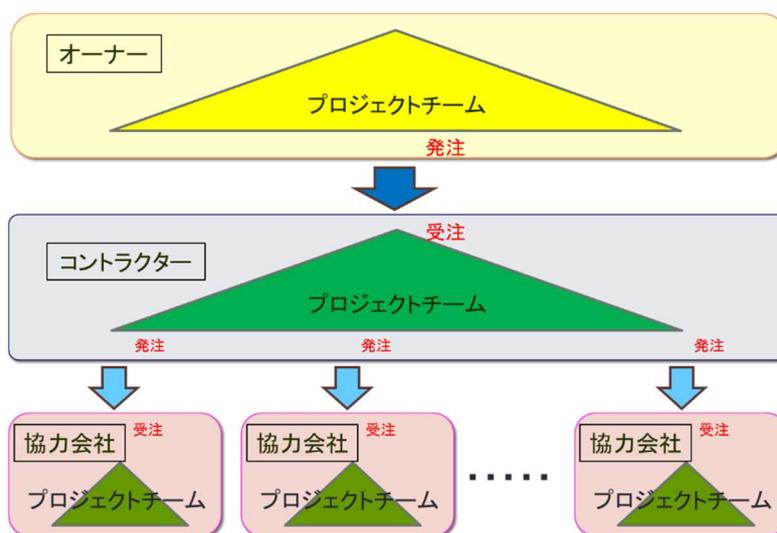


図 2.1.3 オーナー、コントラクター、協力会社の関係

2.1.2 海洋石油・天然ガス開発におけるリスク

海洋石油・天然ガス開発事業には、探鉱、開発、生産、輸送等の各段階において操業上の事故や災害等が発生するリスクや経済性に影響をおよぼすリスクなどいろいろな種類のリスクが複合的に絡み合って存在する。これらのリスクがどのようなもので、どのように管理・対応していくかを把握することが、海洋石油・天然ガス開発を遂行するうえでプロジェクトマネジメントが何かを理解する基本になる。

このように多種多様な種類の「リスク」のうち、以下が 3 大リスクといわれている。

- ① 探鉱段階における地質リスクや開発段階における可採埋蔵量や生産量の減少などの資源リスク
- ② 生産物の価格の予想外の変化と市況による予期せぬ販売量の低下などによる経済リスク、
- ③ 事業地のある国の政治的・社会的・経済的環境の激変による事業遂行障害などのカントリーリスク

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

また、3大リスク以外に以下のリスクが挙げられる。

- ④ 設計変更や市況の変動などによって開発所要資金が計画時より増大するなどの事業費増加のリスク
- ⑤ 生産設備が何らかの理由により予定日に完工しないことにより生産開始が遅延する完工リスク
- ⑥ 事業の契約当事者が倒産や債務不履行などにより、支払いが滞ったり停止されたりする信用リスク
- ⑦ 大水深や陸上までの離岸距離などの立地条件に適合するための技術リスク
- ⑧ 海象条件の変動や悪化などによる自然環境リスク

海洋石油・天然ガス開発は長期にわたる開発期間を必要とし、莫大な投資および運転資金がかかる。これらのリスクの管理・対応に失敗した場合、プロジェクトのみならず企業経営そのものへの影響は計り知れない、また開発の事業性は油価に左右される。

それゆえ、海洋石油・天然ガス開発におけるプロジェクトマネジメントとは、これら複合リスクを可能な限り軽減して最も効率的なコストでプロジェクトを実行することに他ならない。これは開発を推進する石油会社とそれを実現するために設備やサービスを提供するコントラクター両者に共通して言えることである。

2.1.3 海洋開発ビジネスの特徴

海洋開発ビジネスにおいては、陸上でのビジネスと以下の点で大きな違いがある。

(1) 海洋特有の規制

海洋開発の対象がどのような海域にあるかにより適用される規制が異なることから、適用される規制内容を十分把握する必要がある。

(2) 環境影響

海域環境の保全の面から、水やガス等に対する排出基準や油濁汚染に対する規制を守る必要がある。

また、海洋生物などの生態系を把握するための海洋調査を実施し、環境影響評価を取りまとめ、開発許可を取得する必要がある。

(3) 自然条件の考慮

海域の水深や海象などの自然条件により、開発コンセプトや設置できる構造物が異なることから、技術面・経済面を考慮した検討を行う必要がある。

また、設置海域の海流、潮流、波浪、風浪等の自然環境を充分調査し、設計条件を確立していくことが重要となる。海洋構造物がこれらの海洋特有の自然環境下に

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

設置されること考慮した構造物の強度設計や工事計画を実施していく必要がある。また、海洋構造物の動揺により生産設備の機器類の性能に影響を及ぼすことがあるので、これらを考慮した設備設計が必要となる。

(4) 人や資機材のサポート体制

海洋開発は、陸域から離れた海域での工事や運転が行われるため、そこへの作業員や資機材の輸送にはヘリコプターやサプライボート等を使用することになり、これらの活用方法・手配・契約等を検討する必要がある。

気象・海象条件により作業員や資機材の輸送に制約が生じることもある。

(5) 設備コストと人員

海洋開発において設置される洋上設備は、陸上設備と比べて耐久性や耐食性を向上させることではるかに高額なコストが生ずることがあり、また、洋上施設のスぺースや重量制限により定員数も厳しく制限されることがある。これらは経済性へ及ぼす影響が大きく、運用上の制約となることがある。

上記のように、海洋開発ビジネスは、陸上での開発と比べて、海洋特有の特徴から設計・施工・運転などの作業への影響を受けることにより、これらを考慮すると、開発規模が大きくなり、スケジュールも長期間にわたることが特徴である。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.2 海洋石油・天然ガス開発の特徴

海洋石油・天然ガス開発のプロジェクトでは、開発期のフェーズにおいて設計から調達、建造、据付、試運転までの作業を伴う。これらは設計（Engineering）、調達（Procurement）、建造（Construction）、据付（Installation）の頭文字をとって EPCI と呼ばれている。本節では、海洋石油・天然ガス開発の EPCI の各作業の概要を記載するとともに、陸上と海洋における作業の違いを以下に紹介する。

ここでは、オーナーとは石油・ガス開発会社のことで、石油・ガス開発を操業主体（オペレーター）として実施する会社を指す。また、コントラクターとはオーナーから探査作業、掘削作業、EPCI 作業等を請負う事業者のことである。

2.2.1 石油・天然ガス開発の流れ

海洋石油・天然ガスの探鉱から生産を終了するまでの流れは、鉱業権を取得する入札期、探鉱、経済性の検討を行う探鉱期、プロジェクトの事業化を評価する F/S（Feasibility Study）期、開発作業により生産施設を設計・建造・設置する開発期、生産を行い製品を販売する生産期、生産を終了し生産施設を廃坑・撤去する終結期に分けられる。なお、探鉱期で石油・天然ガスが発見された場合においても、F/S 期で経済性が見込めない場合は、F/S 期で鉱業権を放棄し開発中止となる。図 2.2.1 に海洋石油・天然ガス開発の探鉱から生産までの概要図を示す。また、図 2.2.2 に海洋石油・天然ガスの探鉱から廃坑・撤去までの流れを示す。

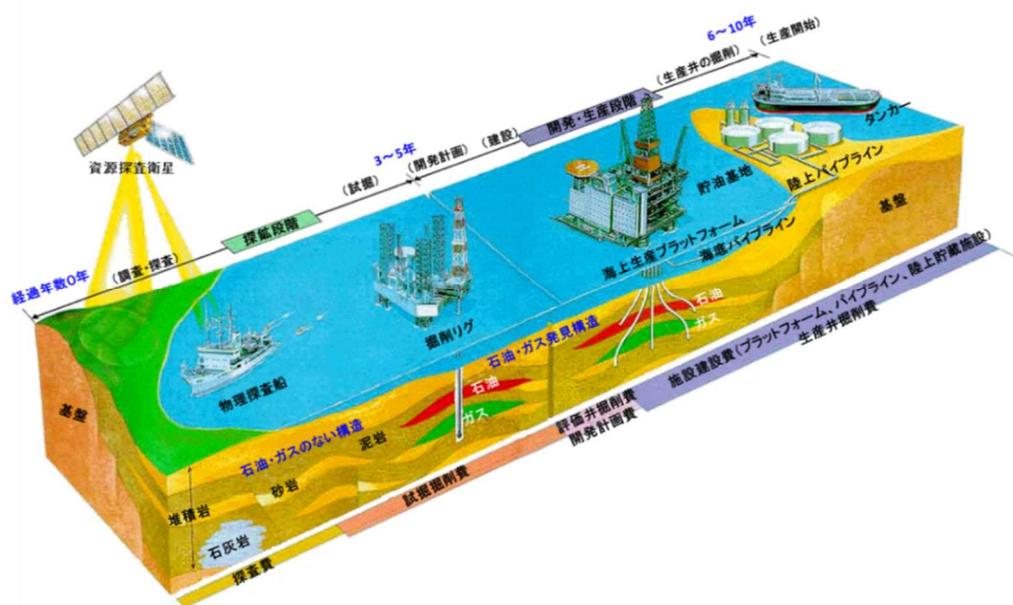
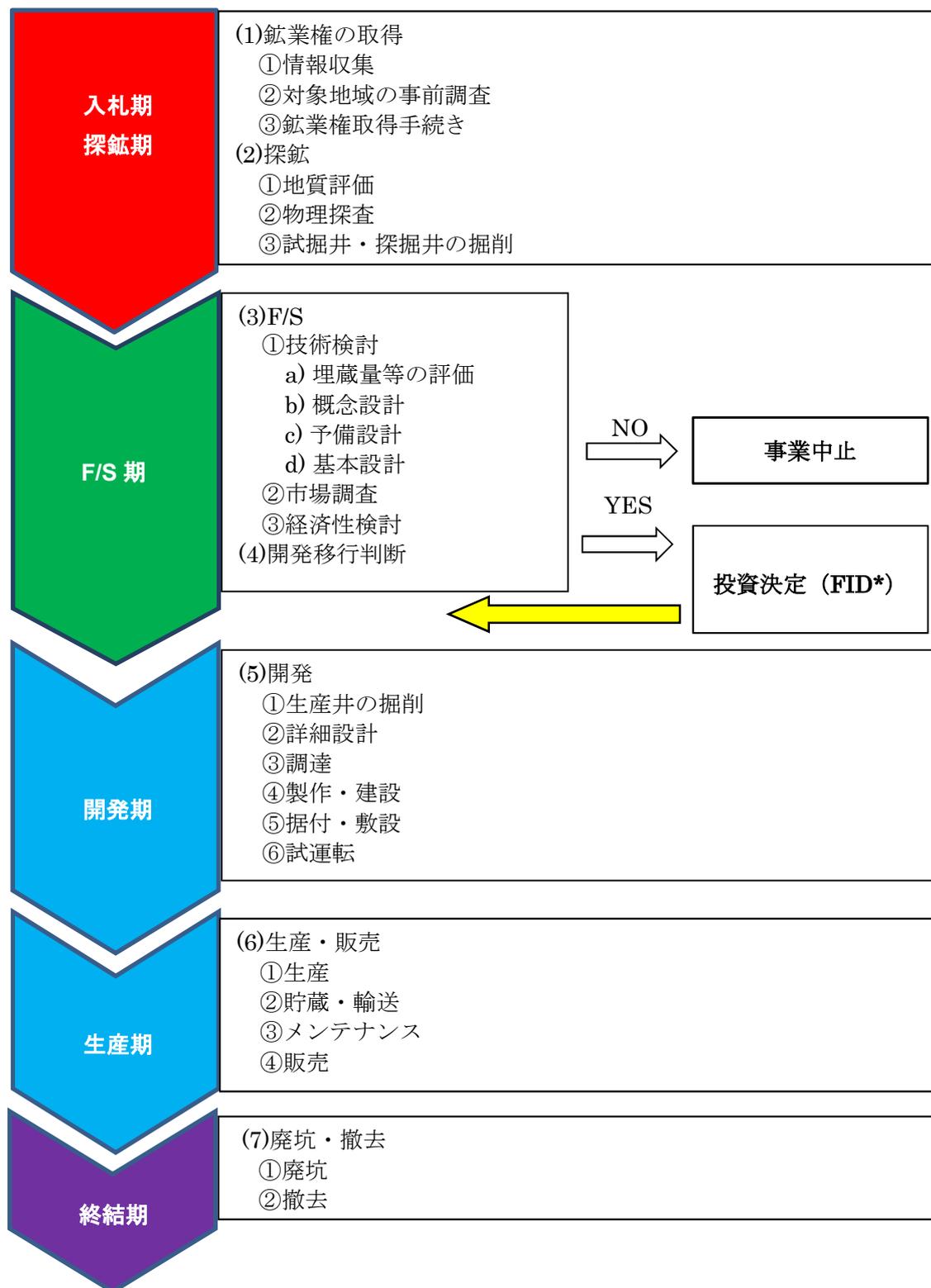


図 2.2.1 海洋石油・天然ガス開発の探鉱から生産までの概要図

（出典：石油技術協会ウェブサイト）

第2章 海洋開発ビジネスの特徴



(*)FID: Final Investment Decision

図 2.2.2 海洋石油・天然ガスの探鉱から廃坑・撤去までの流れ

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

(1) 鉱業権の取得

鉱業権の取得に関しては、以下の3ステップがあり、オーナーが実施する。

① 情報収集

- ・海洋石油・天然ガスの賦存する可能性が高い地域の鉱業権取得を目的として、各種情報を収集する。

② 対象地域の事前調査

- ・既存の探鉱資料等を基に、対象地域の価値を評価して、鉱業権取得交渉に関する基本方針の策定等を行う。
- ・資源国政府・国営石油会社や鉱業権保有者が所有する対象地域の資料やデータを取得あるいは借用し、事業性の評価を行う。

③ 鉱業権取得手続き

- ・鉱業権契約は、国によってリース契約、利権契約、生産物分与契約、請負契約など形態が異なる。
- ・鉱業権取得の形態は、資源国政府・国営石油会社との直接交渉や同政府・国営石油会社が実施する鉱業権入札に参加し、鉱業権契約の締結によって新規鉱業権を取得する方法と、既に鉱業権を保有している事業者から権益の譲渡を受ける方法がある。

(2) 探鉱

鉱業権の取得に続いて、鉱業権に基づく探鉱作業がある。この探鉱段階には以下の3ステップがあり、ほとんどの場合、物理探査や掘削作業はオーナーから物理探査会社や掘削会社等のコントラクターに発注して実施される。また、鉱業権の取得に際し、国によっては物理探査や試掘井の掘削などの作業量を義務付ける場合があり、義務に応じた作業量を実施していくことが必要となる。

① 地質評価

- ・周辺地域の地表地質調査やリモートセンシングデータ解析および周辺地域における物理探査データ・掘削データ・油ガス田データにより、石油・天然ガスの賦存ポテンシャルを評価する。

② 物理探査

- ・石油・天然ガスが胚胎する地下構造を調べるために、一般的には地震探査、特に最近では三次元地震探査を実施する。
- ・必要に応じて重力探査、磁力探査、電磁探査なども実施する。
- ・鉱業権取得に際して義務付けられている作業量の地震探査を実施する。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

③ 試掘井・探掘井の掘削

- ・新たに取得・解析された物理探査データを加え、地質評価の更新を行ったうえで、試掘位置と目標深度を定めてから試掘井を掘削する。
- ・鉱業権取得に際して義務付けられている作業量の掘削を実施する。
- ・試掘結果に応じて探掘井を掘削し、得られた各種探鉱データを基に埋蔵量を推定する。

(3) F/S

① 技術検討

探鉱の結果を基に、開発計画立案のための技術検討を行う。この技術評価は、プロジェクトの事業化の可能性を評価する F/S のベースとなるもので、この技術検討に基づき経済性評価が実施される。

a) 埋蔵量等の評価

推定された集油ガス構造に対する可採埋蔵量を評価し、技術面および経済性を考慮した年間生産量や生産プロファイルを定め、必要な生産井の本数を検討する。

b) 概念設計

オーナーはプロジェクト実行の可能性を検討するため、そのプロジェクトの目的・意図に沿った概略的な開発コンセプトを設定し、技術的・経済的妥当性を評価する概念設計を行う。

c) 予備設計

オーナーが、概念設計後に実現性を担保するため、あるいは実行の準備をすするために行われる設計のことで、概略的な開発コンセプトにおける各構成要素の技術仕様を確定するため、複数の構想や方式などを比較して最も経済的な案を選択する。この段階で設計される生産設備の安全や環境に及ぼす影響を評価する HAZID (Hazard Identification) が実施される(詳細については、「海洋開発産業概論」の 5.2.2 「リスク評価の手法」に概説しているので、参照のこと)。

一方、コントラクターの立場では基本設計の引き合いへの対応の一部として、EPCI 入札における見積、提案のために行うことがある。

d) 基本設計

生産設備の基本設計 (FEED : Front End Engineering and Design) は、ほとんどの場合、オーナーからコントラクターに発注して実施される。基本設計では、オーナーから提示される設計の基本ベースや要求仕様を満足するように全体構成・機能を展開して構成要素間の整合性を保証し、後続の詳細設計のた

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

めに構成要素に対する物理的・機能的な要求事項を規定する設計がコントラクターによって行われる。オーナーは、この基本設計の結果を踏まえ、開発作業における設計/調達/建造/据付の入札書の準備・作成も併せて発注することがある。

基本設計では HAZOP (HAZard and OPerability study) などの作業リスク評価が実施される (HAZOP については、「海洋開発産業概論」の 5.2.2 「リスク評価の手法」に概説しているので、参照のこと)。

② 市場調査

オーナーはプロジェクトによって製造される製品の需要実態、潜在需要、競争状況、流通経路、価格などを調査する。現在あるいは短期的に市場の動向を固定的に捉えるだけでなく、プロジェクトが事業化された後の市場の姿を予測することが重要である。また、生産設備の設計に基づき、環境や社会への影響について調査しその評価を行う。

③ 経済性検討

技術検討の結果を基に、開発計画を立案したうえで経済性の検討を行う。経済性の評価においては、開発費用の見積り、資金調達方法とその条件などが考慮される。

(4) 開発移行判断

経済性ありと評価した場合に、オーナーは開発に関する最終的な投資決定 (FID : Final Investment Decision) を行い、資源国政府・国営石油会社に対し必要な手続きを経て開発段階へ移行する。

経済性が見込めない場合は、その開発は中止となる。その他に事業化の可能性がないと判断される場合には、資源国政府・国営石油会社に対し必要な手続きを経て鉱業権を放棄する。

(5) 開発

開発には、以下の作業が実施され、プロジェクト全体の管理はオーナーが担当するが、実際の作業としては、下記①の生産井の掘削作業は掘削会社に、下記②から⑥の EPCI については一部またはすべてがコントラクターに発注される。

石油・天然ガス開発においては生産設備が複雑・大型化することから、EPCI の作業では、オーナーから直接受注したコントラクター (以下 EPCI コントラクター) は、さらに専門的な作業を、それぞれの専門業者である協力会社に発注することが多い。なお、EPCI 作業は多岐にわたることから、EPCI コントラクターにエンジニアリング会社、造船会社、FPSO 操業会社など、どの業種の会社を選ばれるかは、オーナーの方針によるところが大きい。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

① 生産井の掘削

- ・オーナーは開発計画に則り生産井を掘削する。生産井の掘削作業は掘削会社をコントラクターとして発注していく。

② 詳細設計

- ・基本設計で規定された要求仕様と設計基準条項に従って、その調達・建造および据付を行うための設計である。詳細設計は、コントラクターによって実施され、各種計算・引合仕様書作成・材料集計・工事図作成などが行われる。
- ・コントラクターは資材や機器を納入するベンダーからの技術データをチェックし製品の形状・寸法・特性・仕上げ・処理方法・組立方法などを決定していく。

③ 調達

- ・設計段階で決定した仕様に基づいてプロジェクト遂行に必要な機器・資材・役務などをベンダーから購入する業務に始まり、検査に合格した機器・資材を建造現場等に輸送・搬入するまでの一連の業務のことである。この業務はライセンスを必要とする機器など一部をオーナーが手配することもあるが、ほとんどの資材の調達はコントラクターによって行われる。
- ・この業務は、機能面から購買、発注品のスケジュール管理、品質管理、輸送に区分できる。

➤ 購買：

購買には、a)国内・国外の市場調査、b)ベンダーリストの整備、c)ベンダーやサブコントラクターの情報収集・分析、d)調達方針の決定、e)発注方式の決定、f)見積照会先の選定、g)引合書類の作成・発行、h)見積評価、i)交渉・折衝、j)発注または契約、k)検収、l)支払、などがある。

➤ 発注品のスケジュール管理：

発注品のスケジュール管理の対象業務は、a)見積照会・見積書受領、b)発注、c)仕様変更、d)図面の支給またはベンダーからの受領、e)製作、などとオーナーとコントラクター双方の調達に係わる作業がある。

➤ 品質管理：

調達業務で必要とする品質管理には、a)検査仕様書、b)検査要領書、c)検査申請書、d)検査成績書、e)検査証明書、f)検査終了書、などの書類が必要となる。

➤ 輸送：

プロジェクトに必要な資機材を製造者の工場等から建造現場まで輸送する業務である。輸送には陸上輸送、海上輸送、航空輸送があり、特

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

に、輸出入に関しては、法的規制や手続きが複雑となり、日数やコストもかかる。

④ 建造

- ・生産設備の建造は、施工計画（construction planning）や施工管理（construction supervision）のもと、ファブリケーション・ヤードや造船所等で実施される。
- ・施工計画では、a)現場組織の立案、b)工事数量の把握、c)工事発注、d)スケジュール、e)主要作業の施工要領、f)建設機械や船舶の使用、g)動員について計画される。
- ・施工管理では、a)スケジュール、b)資材、c)品質、d)労働衛生について管理が行われる。

⑤ 据付・敷設

- ・生産設備は対象となる石油・天然ガス田周辺に据付けられる。海洋石油・天然ガス開発プロジェクトでは、石油・天然ガス田からの生産を行う海底生産システム、生産処理を行う洋上生産システムや洋上貯蔵・出荷システム等の据付作業が実施される。また、石油や天然ガス輸送のための海底パイプラインの敷設工事が実施される。
- ・この据付・敷設作業においても、コントラクターは施工計画や施工管理を作成することが必要となる。この内容は、④建造のものと同様である。
- ・海上での作業はクレーン能力 1 万トン以上の大型作業船が用いられることもあり、世界で数隻しかないことや傭船費用が高額であることに加え、海上作業は気象と海象の影響を受けることから、季節的な配慮や高い精度の天候予測を導入した管理が重要となっている。
- ・据付作業で潜水での人的作業が困難な場合には、ROV（Remotely Operated Vehicle）を使用して作業を行い、人的に安全面を考慮することが重要である。

⑥ 試運転

- ・生産設備の試運転（commissioning）とは、生産設備の建設終了後に商業生産運転が開始されるまで実施されるもので、運転作業準備（配管洗浄、電気／計装関連機能テスト、充填物の充填、総合気密テスト等）、運転開始、設計条件に基づく最適運転条件の把握、性能保証運転、などの一連の試運転のことである。
- ・試運転に関しては、試運転のための組織編成、作業手順、工程、要領、などを立案する試運転計画が必要となる。
- ・図 2.2.3 に、上記作業を含む試運転役務の範囲を示す。なお、生産設備の性能に対する責任範囲については、プロジェクトの特徴やオーナーの企業方針、

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

あるいはプロセスライセンスを誰が所有しているかなどにより異なる。責任範囲が異なれば、コントラクターからオーナーへのプラントの引渡しのタイミングが変わることとなり、契約で明確な取り決めが行われる。よって、試運転をオーナー自ら行う場合とコントラクターが行う場合がある。

試運転の流れ	建設段階	運転作業準備段階	試運転段階	商業生産運転段階
遂行責任	コントラクターが実施		オーナーが実施	
オーナー	●			
	引渡し		引渡し	
コントラクター			●	
		コントラクターが実施		オーナーが実施

図 2.2.3 試運転役務の範囲

(6) 生産・販売

生産設備等が完成すると、石油・天然ガスの生産・メンテナンス、貯蔵・出荷（輸送）、販売となる。生産においては設備のメンテナンスも実施する。これらはオーナーが実施することが多いが、コントラクターが実施することもある。

① 生産

- ・生産された石油・天然ガスは、洋上の生産設備に運ばれ、不純物や水分を取り除き、輸送可能な状態に処理される。

② 貯蔵・輸送

- ・海洋開発の場合、生産設備によって輸送可能な状態に処理された石油・天然ガスは、生産設備が設置されている海域あるいは陸上に貯蔵される。この貯蔵場所や貯蔵方法については消費地までの輸送方法なども考慮して、技術的・経済的な評価から判断される。生産設備が設置されている海域と陸上との距離や海底地形などによって、パイプラインで陸上に輸送される場合と、タンカーで消費地まで輸送される場合に分かれる。
- ・石油をタンカーで輸送する場合は、生産現場に設置した FSO（Floating Storage and Offloading system）や FPSO のタンクに貯蔵される。
- ・天然ガスの場合、生産現場で一旦液化天然ガス（LNG）にする FLNG（Floating LNG system）を設置し、LNG 船へ出荷・輸送する新たな開発コンセプトが近年採用されているが、通常天然ガスは気体のままパイプラインで消費地あるいは陸上の LNG プラントまで輸送される。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

③ メンテナンス

- ・生産を開始した石油・天然ガスの生産設備の安定的稼働と生産効率を維持するため、設備の定期的なメンテナンスや保守管理が実施される。
- ・石油・天然ガスの生産は20年以上の長期にわたって行われることとなり、FPSOなどの浮遊式の洋上生産施設は船級協会の規則に準じ定期的なメンテナンスが実施される。一般商船やタンカーなどでは通常5年ごとにドックに入渠し定期的なメンテナンスや保守管理を行うことを義務付けられているが、FPSOなどの浮遊式の洋上生産施設の場合は、生産停止の期間を短縮するためドックに入渠せずに現場で保守管理が行えるよう船級協会からの承諾を取得することが多い。このためには、船級協会と十分な協議を行い、それに応じたメンテナンス計画を作成して準備しておく必要がある。これにより現地で船級協会の検査を受けることができるようになり、これにより現地で船級協会の検査を受けることができるようになり、プロジェクトの収益性を向上させることとなる。

④ 販売

- ・生産された石油・天然ガスは、消費国、消費地へ輸送されて販売される。

(7) 廃坑・撤去

石油・天然ガス田での生産能力の減退により、プロジェクトの経済性が悪化した場合には生産を終了する。生産終了後の生産設備による事故や環境汚染を防ぐため、生産井の廃坑や生産設備の撤去が行われる。これらの廃坑・撤去作業についても洋上での特別な作業が必要なことから、オーナーからコントラクターに作業が発注される。なお、廃坑・撤去の要件等については、鉱区を管轄している国の法律などによって大きく左右される。

① 廃坑

- ・生産井の廃坑では、まず泥水等を坑井内に送り込んで坑井を完全に抑圧する。
- ・その後、生産井から石油・天然ガスの漏洩が起らないように、坑井内に遮蔽プラグを設置し、その上にセメントを流し込んで、完璧な閉鎖を行う。

② 撤去

- ・生産設備については、設備内の十分なクリーニングを実施し、その後に設備等の解体を行う。
- ・解体された設備等については、廃棄物の処理ヤード等に運ばれ、さらに解体され処理業者等へ送られる。なお、一部の部材・構造物等は、関係者との合意のうえ、必要な処置を行ったうえで海底に残置されることもある。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.2.2 石油・天然ガスの開発に関わる主な企業と役割

海洋石油・天然ガス開発には、石油開発会社、物理探査会社、掘削会社、FPSO 操業会社、エンジニアリング会社、海運会社、造船会社、機器メーカーなどの企業関わっている。以下にこれらの主な企業と役割を紹介する。

(1) 石油開発会社

石油開発会社は、海洋石油・天然ガス資源について、賦存可能性および油・ガス田の広がり調査のための探鉱、生産井を掘削する開発、および生産井からの石油・天然ガス生産に関する、いわゆる上流開発事業を行っている。

石油開発会社には、資源国による国営石油会社と民間石油会社があり、国営石油会社として Saudi Aramco (サウジアラビア)、Petrobras (ブラジル)、Petronas (マレーシア) 等がある。民間石油会社として BP (英国)、Chevron (米国)、Exxon Mobil (米国)、Royal Dutch Shell (英国/オランダ)、Total (フランス) などの大手石油会社があり、「石油メジャー」と呼ばれている。

日本には民間石油会社として、株式会社 INPEX、石油資源開発株式会社 (JAPEX) 等がある。

(2) 物理探査会社

物理探査会社は、資源国政府や石油開発会社から物理探査業務を受注し、海洋石油・天然ガス資源の存在を調査する会社である。物理探査船等を用いて、地層や岩石が有する物理的特性を手掛かりに非破壊検査手法である物理探査を行う。物理探査船には探査データ収録装置と収録データを処理・解析するシステムが搭載されており、物理探査会社はこのような船舶を保有して調査活動を行っている。

物理探査会社の大手には、CGG (フランス)、PGS (Petroleum Geo Services、ノルウェー)、Schlumberger (旧 Western Geco、米国/英国) 等がある。

日本では石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)、海洋研究開発機構 (JAMSTEC)、日本海洋事業株式会社、株式会社地球科学総合研究所等が海洋における物理探査業務を手掛けている。

(3) 掘削会社

掘削会社はドリリングコントラクターとも呼ばれ、掘削リグを保有し、資源国政府や石油開発会社からの受注により海洋石油・天然ガス田の掘削作業を行っている。

掘削会社には、ENSCO (英国)、Noble Drilling (米国)、Transocean (スイス) 等があり、日本では日本海洋掘削株式会社 (JDC) が掘削作業を世界中で実施している。

(4) FPSO 操業会社

海洋石油・天然ガス田から陸上までの距離が長くパイプラインでの輸送が経済的

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

でない場合や、水深が深く固定式のプラットフォームが据付けられない場合に、浮体式の洋上生産施設が採用される。そのなかでも FPSO が採用されることが多く、オーナーの方針により FPSO 所有者や操業者が誰になるか異なる。

FPSO の場合、FPSO の所有・操業において、以下のような契約形態が採用されており、それによりオーナーとコントラクターの役割が異なる。

① FPSO チャーター契約：

FPSO 操業会社であるコントラクターが保有する FPSO/FSO を石油開発会社であるオーナーに貸出すサービスで、裸備船契約あるいはベアボートチャーター契約とも呼ばれている。この場合、運転オペレーション・保守点検まですべてのサービスをオーナーが行う。

② FPSO オペレーション&メンテナンス契約：

オーナーが所有する FPSO/FSO に乗組員を提供し、生産、貯蔵、積出といった一連の運転オペレーション及び保守点検を提供するサービスで、オペレーション&メンテナンス契約、その頭文字をとって O&M 契約とも呼ばれている。

③ FPSO リース契約：

FPSO コントラクターが所有する FPSO/FSO をオーナーに貸出し、運転オペレーション・保守点検まですべてのサービスをオーナーに提供するサービスで、定期備船契約あるいはタイムチャーター契約とも呼ばれている。第4章で紹介している FPSO の備船契約とリスク管理はこの契約をベースとした事例となっている。

FPSO の所有・操業においてブラジルの国営石油会社である Petrobras が圧倒的な実績を有しており、それに続く FPSO の所有・操業を行う会社として SBM Offshore（オランダ）、BW Offshore（ノルウェー）、三井海洋開発株式会社（MODEC）が FPSO 操業会社の3大コントラクターといわれている。また、元々 FPSO の EPC (Engineering, Procurement and Construction) コントラクターであるが、ビジネスモデルの変遷に応じて FPSO を所有し操業サービスへ事業を展開した経緯がある。

(5) エンジニアリング会社

エンジニアリング会社は石油開発会社からの発注により生産設備の FEED、EPCI、O&M (Operation & Maintenance) のビジネスを手掛けており、企業によって専門とする分野は多岐にわたっている。

海洋石油・天然ガス開発における生産設備などを扱うエンジニアリング会社としては、Technip（フランス）、Bechtel（米国）、Saipem（イタリア）等があり、日本では千代田化工建設株式会社、東洋エンジニアリング株式会社、日揮株式会社、

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

日鉄エンジニアリング株式会社等がある。これら日本のエンジニアリング企業は、海洋石油・天然ガス開発のサブシー生産システムから洋上の生産設備・出荷までの一貫した総合エンジニアリングを目指し、サブシー分野に実績のある海外のエンジニアリング企業との業務提携を進めている。

(6) 海運会社

海運会社は主にオフショア支援船と呼ばれるタグボート・サプライボート・作業船等を保有・運航しているほか、原油や LNG などの生産物の輸送を行うタンカーや LNG 船を保有・運航を手掛けている。

海運会社には、Teekay Offshore（バミューダ諸島）、A.P.Moller-Maersk（デンマーク）等があり、日本では日本郵船株式会社、株式会社商船三井、川崎汽船株式会社等がある。近年の傾向として日本の海運会社はその船舶管理能力を活かし FPSO の操業に進出したり、サブシー支援船を所有・運航したりし、日本以外の海洋石油・天然ガス開発に進出するなど事業領域を拡大している。

(7) 造船会社

造船会社は海洋石油・天然ガス開発においては、物理探査船の建造、FPSO などの生産設備の船体部分や上載設備のモジュールの建造などに関わっているほか、輸送に使用するタンカーや LNG 船などの建造を手掛けている。

造船会社には、Hyundai（韓国）、Samsung（韓国）、Daewoo（韓国）、Keppel Offshore & Marine（シンガポール）等があり、日本では三菱重工業株式会社、ジャパン マリンユナイテッド株式会社、川崎重工業株式会社、三井造船株式会社等がある。

(8) 機器メーカー

機器メーカーは製作した機器を組立者である造船会社やエンジニアリング会社に納入する役割を担っている。

海洋石油開発では様々な種類の機器を製造する多数のメーカーが存在する。その中で、海洋石油・天然ガス開発のひとつの特徴であるサブシー生産システムにおける海底坑口装置メーカーには、National Oilwell Varco（米国）、Aker Solutions（ノルウェー）、Cameron（米国）、FMC（米国）等がある。

2.2.3 海洋石油・天然ガス開発の実態

海洋石油・天然ガス開発は、メキシコ湾、北海、東・西アフリカ沖、ブラジル沖、東南アジア、オーストラリア周辺で実施されており、大水深での開発は図 2.2.4 に示すように計画されている。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

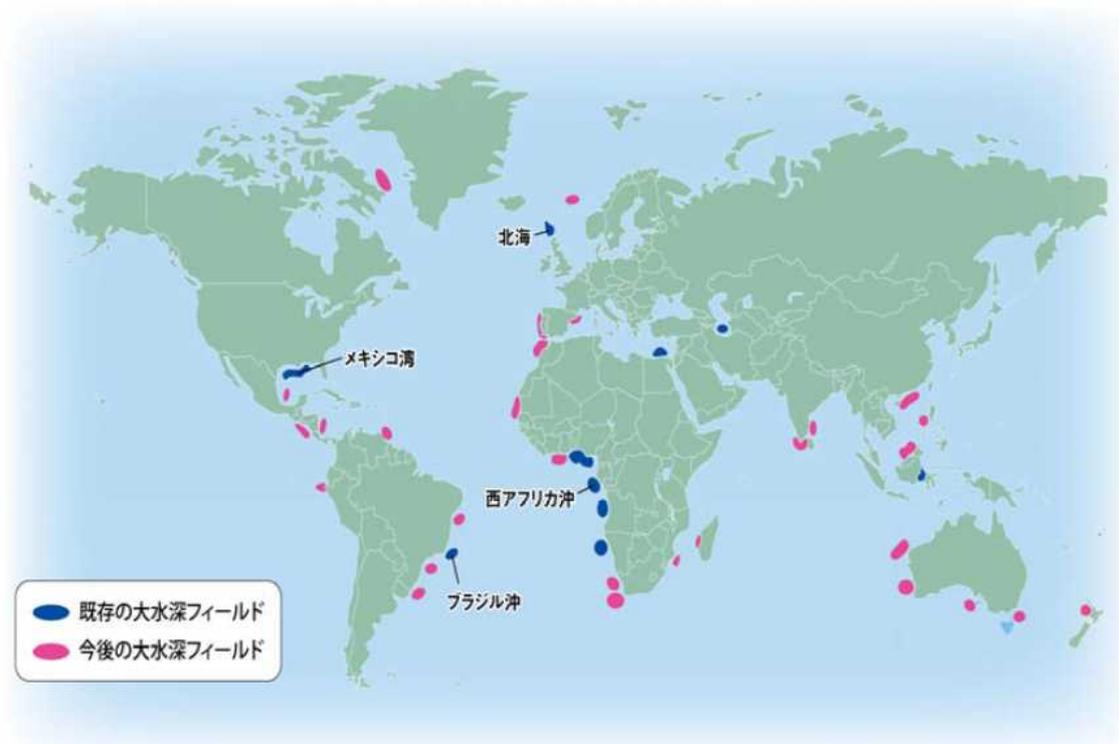


図 2.2.4 世界の大水深洋石油・天然ガス開発マップ
(出典：JOGMEC ウェブサイトより)

表 2.2.1 に、残存確認埋蔵量が 50 億バレル以上ある海洋油田の一覧を示す。北海油田はそれなりの規模があるが、残存確認埋蔵量が少なくなってきたため、この表には記載していない。アラビア湾やブラジル沖は残存確認埋蔵量が多い。

表 2.2.1 可採埋蔵量 50 億バレル以上の海洋油田

単位：百万バレル

順位	油田名	国名	生産物	発見年	確認埋蔵量 (当初)	残存埋蔵量 推定年	残存確認 埋蔵量	生産開始日
4	Safaniya	Saudi Arabia	Oil,gas	15-Apr-51	55,000	15-Aug-04	42,039	1-Jul-57
13	Zakum	UAE	Oil,gas,cond	15-Mar-64	24,480	15-Dec-05	17,214	1-Jul-82
17	Zuluf	Saudi Arabia	Oil,gas,cond	15-May-65	20,000	15-Mar-04	18,237	1-Jul-73
18	Manifa	Saudi Arabia	Oil,gas,cond	15-Nov-57	19,000	15-Nov-08	18,687	15-Feb-96
19	Berri	Saudi Arabia	Oil,gas,cond	15-Jul-64	18,000	15-Mar-04	14,938	1-Jul-67
22	Kashagan	Kazakhstan	Oil,gas	3-Jun-00	13,000	31-Dec-07	13,000	-
25	Marjan	Saudi Arabia	Oil,gas	15-May-67	10,000	15-Mar-04	9,256	1-Jul-73
27	Qatif	Saudi Arabia	Oil,gas,cond	15-Apr-45	9,400	15-Jan-04	8,615	15-Oct-46
31	Abu Sa'fah	Saudi Arabia	Oil,gas,cond	15-Jun-63	8,150	15-Oct-95	5,715	19-Jan-66
34	Azeri-Chirag-Guneshli	Azerbaijan	Oil,gas,cond	1-Jul-85	6,800	1-Mar-09	5,755	15-Nov-97
36	Lula	Brazil	Oil,gas	15-Oct-06	6,120	7-Feb-11	6,111	28-Oct-10
37	Franco	Brazil	Oil,gas	15-May-10	5,440	15-Sep-10	5,440	-
38	Libra	Brazil	Oil	15-Oct-10	5,000	15-May-11	5,000	-

(出典：JOGMEC 石油・天然ガスレビュー Vol.45 No.6、一部加工)

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.2.4 石油・天然ガスの開発における陸上と海洋での作業の違い

(1) 鉱業権の取得

海洋石油・天然ガス開発においては、海域の鉱業権が必要となるが、各国での鉱業法および関連法制をよく調査・理解したうえですべての作業を進めることが重要である。また特に海洋においては国内法以外にも「国連海洋法条約」（第I部 2.4.1「概要」参照）が関連する場合もあるので、これらも十分調査・理解しておく必要がある。

(2) 探鉱

探鉱作業として試掘前に地質調査や物理探査が必要となるが、海洋石油・天然ガス開発においては陸上のように地表調査や衛星画像での解析を実施することは困難であり、周辺陸域における地質調査や衛星画像での解析を実施したうえで物理探査船による調査、特に三次元地震探査を行うことが不可欠となっている。また、近年では海洋石油・天然ガス開発共に開発費用が多額となる大水深に開発が進んでおり、埋蔵量評価に際しては、他の手法に比べて信頼性が高い三次元地震探査が行われることが多い。

一方で、最近の探査技術は非常に向上しており、物理探査船に、最新の三次元反射法地震探査装置を搭載し、高分解能かつ広帯域（ブロードバンド）の三次元地震探査ができるようになっている。

物理探査には、重力探査、磁力探査、電磁探査、地震探査があり、我が国では物理探査船「資源」により、三次元地震探査が行われている。各物理探査手法については、「海洋開発工学概論 第I部 海洋資源開発編」の3章に詳しく記載されている。

試掘に関しては、陸上や沿岸域の場合は、陸域に陸上用掘削リグを設置し、ビットを先端に装着したドリルパイプを回転させながら地層や岩盤を砕いて掘削を行う。これに対して、沿岸域から離れた海域での掘削は、図 2.2.5 に示すように、固定式のジャッキアップ型、浮体式のセミサブマーシブル型やドリルシップ型の掘削リグを選択する。これら掘削リグは海洋での掘削に特有な施設である。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴



図 2.2.5 掘削リグの種類

(出典：日本海洋掘削(株) ウェブサイト)

(3) 開発

試掘等の探鉱段階を終えて、油ガス田開発の経済性があると判断された場合には、鉱業法上の必要な手続きを経て開発段階に移る。開発段階では、開発計画策定・生産井掘削・生産施設等の建設の作業がある。生産井掘削に関しては、(2)探鉱で記載している試掘と同様である。

計画段階では、コンセプト選定や概念設計において、陸上基地・プラットフォームの設置場所等を適切に選択することが重要であり、十分な期間が必要となる。

上記までの段階および生産施設の機能そのものに陸上と海上において違いはないが、それらの施設が設置される状況が異なる。陸上では地表に生産施設等が建設されるが、海洋の場合には、洋上に生産プラットフォームが設置され、その上に生産施設が搭載される。また洋上から陸上への油・ガスの輸送に関して、陸上施設にはない海底パイプラインや、タンカー輸送の関連施設としてタンカーへの給油を行う一点係留 (single point mooring) 等が追加され、それら施設の設計・建設が行われる。

海洋石油・天然ガス開発の生産プラットフォームは、図 2.2.6 に示すように、固定式と浮体式があり、浮体式には緊張係留式プラットフォーム (TLP : Tension Leg Platform) 型、Spar 型、セミサブマーシブル型、FPSO 型がある。FPSO の係留は通常 6~10 本のチェーンまたはワイヤーで構成される係留索で海底と係留され、係留索と FPSO の船体との接続はタレット (turret) 方式が代表的で、回転構造を持つ巨大なベアリング (bearing) を介して船体に接続されている。なお、FPSO には自走式と曳航式があり、最近では自走式が増えている。

海上工事では、海上での作業環境や作業船の手配などの影響を極力低減させるため、ほとんどのパーツをモジュール化して、陸上各所でモジュールを製作し、海上で各モジュールを統合するよう計画されている。海洋開発に採用される生産設備の

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

特徴として、生産設備上の作業場所が狭いため、モジュールを組み上げる際に、施工順や搬入順を念入りに計画されていることが挙げられる。

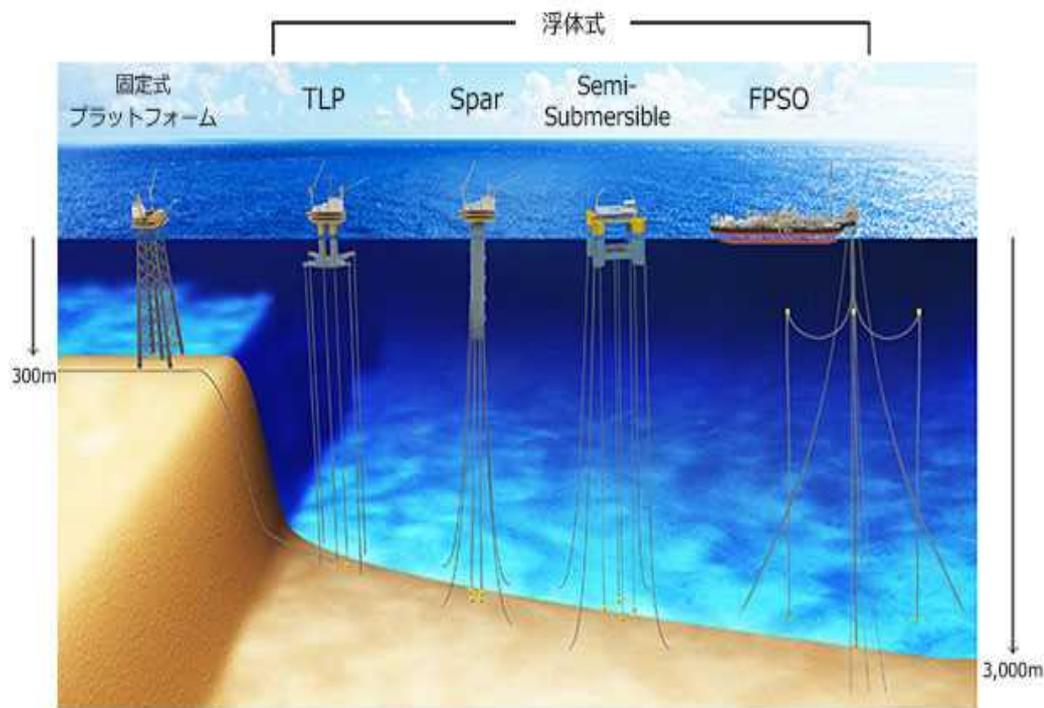


図 2.2.6 海洋石油・天然ガス開発の生産プラットフォームの種類

(出典：三井海洋開発(株) ウェブサイト)

(4) 生産・販売

海洋石油・天然ガスは、海上生産プラットフォーム上で石油、ガスに分離され、それぞれを海底パイプラインやタンカー等で陸上プラントや受入基地に輸送したうえで販売される。

(5) メンテナンスと保守

海洋石油・天然ガスの生産設備は海上に設置されている設備が多く、厳しい自然環境に曝されることが多い。設備が安定して稼動し続けるためには、メンテナンス・保守は欠かせない作業で、陸上より費用もかかる。日常点検、定期点検、定期修理等の保守管理計画を十分に検討して、メンテナンス・保守作業を実施することが重要である。

(6) その他

海洋石油・ガス開発では、(1)～(5)に述べたこと以外にも、以下の事項を考慮する必要がある。

- ・対象国から作業員や設備に関して、現地調達（ローカルコンテンツ）を要求

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

されることがある。国によりその要求内容やその比率は様々であるが、エンジニアリングを対象国内で実施せざるを得ないことや、対象国あるいはその企業によって製造された製品を採用することになることもあり、現地調達の要求を満たすことへの十分な配慮・対策が必要となる。

- 緊急時の対応としてヘリコプターやサプライボートを考慮しておくことが必要である。
- 設備等の据付は、季節により実施しやすい時期があるため、海象条件を精査し、工事時期、輸送時期を適切に計画する必要がある。
- 大規模開発プロジェクトは大型クレーン船などを投入していくことから、スケジュール遅延によるコスト増加のリスクが生じるため、インターフェースなどの現場作業の工程管理が重要である。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.3 海洋再生可能エネルギー（洋上風力発電）の特徴

海洋再生可能エネルギーのビジネスでは、海洋石油天然ガス開発と同様な開発の流れとなる。ここでは、実用化が進んでいる洋上風力発電について紹介する。本節では、開発の流れを示し、次に洋上と陸上の風力発電の違いを示す。

2.3.1 洋上風力発電開発の流れ

陸上、洋上に関わらず、風力発電開発の流れは基本的に同様である。国内での開発を対象とした洋上風力発電開発の流れを図 2.3.1 に示す。立地環境調査、気象・海象調査、基本設計、環境影響評価、実施設計、建設工事、事業開始、撤去とのステップを踏むが、以下に各ステップの概要を紹介する。これらの開発は発電事業者が中心となって実施する。

(1) 立地環境調査

洋上風力発電開発では、発電事業者がまず風車設置の候補地を選定する必要がある。その際には、対象海域の自然条件や社会条件を調査し、既存資料等から検討して候補海域を決定する。この調査は、調査会社や環境コンサルタント会社に発注することもある。

① 自然条件の調査

- ・気象関連では、発電特性に大きく影響する風況（風速・風向）、風車の運転に影響が懸念される台風や雷等について、検討海域周辺を調査する。
- ・海象関連では、風車設置に関係する海底地形・水深・海底土質、風車に作用する流体荷重や施工稼働日に関わる波浪・海潮流・津波・海水等について、検討海域周辺を調査する。
- ・その他として、検討海域周辺の海洋生物（海棲哺乳類・魚介類・鳥類など）も調査する。

② 社会条件の調査

- ・立地調査や建設工事等に関する関連法規（法律・許認可等）を調査する。
- ・発電した電力を既存の送電線に接続して、売電する際に必要となる系統連系を調査する。
- ・その他として、検討海域周辺の海域利用状況（国立公園指定海域・主要航路・漁業権区画等）を調査する。

③ 候補海域の選定

- ・検討海域周辺の自然条件や社会条件を考慮・検討して、洋上風力発電施設を

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

設置する候補海域を選定する。

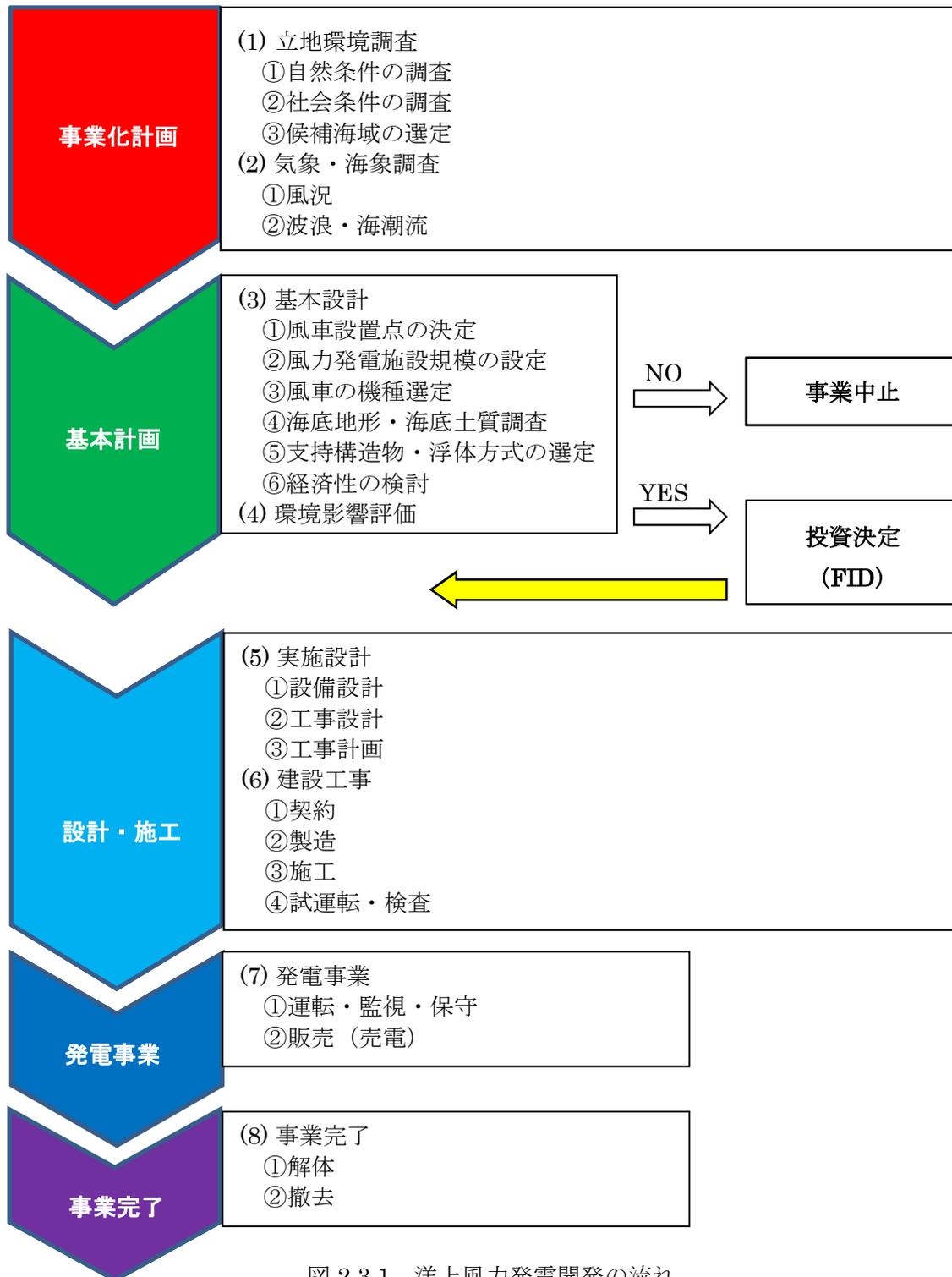


図 2.3.1 洋上風力発電開発の流れ

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

(2) 気象・海象調査

発電事業者は選定した候補海域において風況観測および波浪・海潮流観測を行う。調査は発電事業者から調査会社に発注することが多い。これらのデータは基本設計および実施設計に役立てるとともに、事業開始後の運転・保守（維持管理）に有用な情報となる。

① 風況

- ・ 候補海域に観測タワーを設置して、海上風況観測（風速・風向）を実施する。海上に観測タワーを設置することが困難な場合には、周辺の沿岸域で観測し、風車設置予定地点での風況を推測する場合もある。
- ・ 観測されたデータに基づき、風車性能を評価する際に必要となる数値を求める。場合により、気象シミュレーションに基づいたデータを利用する場合もある。

② 波浪・海潮流

- ・ 候補海域での波浪の性質や作用等の実態を把握し、工事や維持管理の計画立案に役立てるために、波浪（波高・周期・波向）を観測する。
- ・ 候補海域での流れ場の変化を把握するために、海潮流（流速・流向）を観測する。

(3) 基本設計

発電事業者は立地環境調査および気象・海象調査の結果や、利害関係者との協議等により、候補海域で風車導入を計画した場合の施設規模の設定、機種を選定、海底地形・土質調査、支持構造物・浮体形式の選定、経済性の検討に関する基本設計を実施する。発電事業者は基本設計を設計会社に発注することもある。

① 風車設置点の決定

- ・ 事前調査結果や海底ケーブルの経路・距離、系統連系する陸上変電所の位置・距離、海上交通とのすみ分け、漁業従事者の意見等を考慮して、経済性も含めて最適な風車設置位置を決定する。

② 風力発電施設規模の設定

- ・ 風車設置基数、総出力規模を想定し、概略の経済性を評価する。
- ・ これらに基づき、最適な風力発電施設規模を設定し、風車配置計画を立てる。

③ 風車の機種選定

- ・ 風車設置点や風力発電施設規模から、風車の仕様と諸元（定格出力、発電機形式、出力制御方式、ハブ高さ、ブレード直径等）を考慮して、風車の機種を選定する。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

④ 海底地形・海底土質調査

- ・着床式洋上風力発電では支持構造物の設置、浮体式洋上風力発電では浮体の係留、海底ケーブルの敷設経路に関して、海底地形や海底土質を把握する必要がある。
- ・海底地形は、候補海域における海図、海の基本図等の既往調査資料が活用できるが、音響測深装置による深淺測量による現地調査により、詳細な現時点での海底地形が分かる。
- ・土質調査は、設置予定海域における海底土質、地質構造、土質柱状図（ボーリングデータ）等の既存調査資料が活用できるが、海洋構造物の設置に関しては、現地での地質・土質調査により、実際の状況が分かる。
- ・これらの調査は、専門の調査会社に発注することが多い。

⑤ 支持構造物・浮体形式の選定

- ・海底地形・土質調査結果を踏まえて、候補海域における着床式洋上風力発電の支持構造物や浮体式洋上風力発電の浮体形式や係留方法を選定する。着床式洋上風力発電の支持構造物の形式を図 2.3.2 に、浮体式洋上風力発電の浮体形式や係留方法を図 2.3.3 に示す。

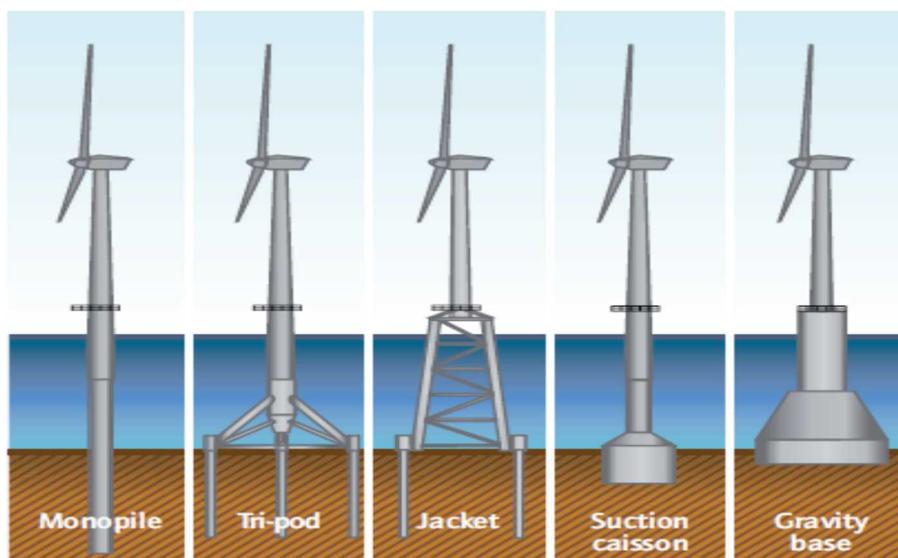


図 2.3.2 着床式洋上風力発電の支持構造物の形式

(出典：Wiser, R. et al. (2011), “Wind Energy” in O. Edenhofer et al. (eds), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Cambridge University Press, Cambridge and New York.)

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

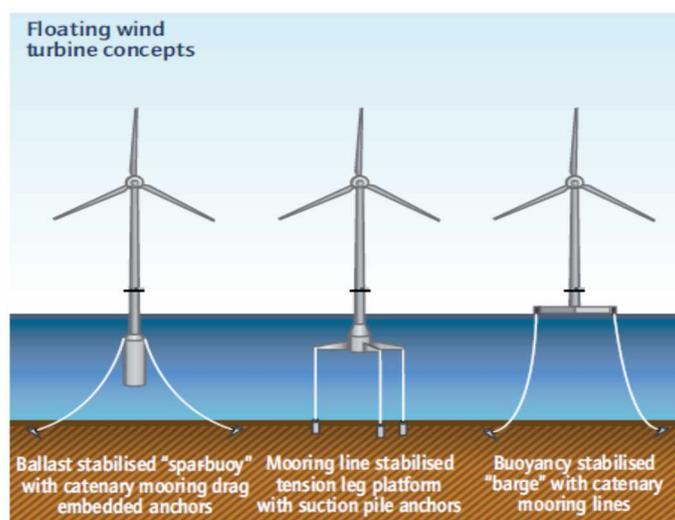


図 2.3.3 浮体式洋上風力発電の浮体形式や係留方法

(出典：Wiser, R. et al. (2011), “Wind Energy” in O. Edenhofer et al. (eds), IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Cambridge University Press, Cambridge and New York.)

⑥ 経済性の検討

- ・洋上風力発電システムの建設に必要なコストは、風車本体、電気設備、土木工事（海底地盤の造成、支持構造物等）、風車据付工事、電気工事の費用等から構成される。また、系統連系の状況によっては、別途、その地域の電力会社への工事費負担金が必要となる。
- ・運転保守に掛かる費用は、風車本体の点検費用、電気設備関係の点検費用、損害保険料、税金等がある。
- ・風力発電の経済性は、キャッシュフローにより詳細に検討する必要があるが、基本設計の段階では発電原価により概略の評価を行う。

(4) 環境影響評価

- ・我が国では、環境影響評価法が2021年10月に改正され、50,000kW以上の規模を有する風力発電事業においては、環境影響評価法に基づく環境影響評価（環境アセスメント）を発電事業者が実施することになっている。環境影響評価を環境コンサルタント等に発注した場合は、環境影響評価書等の報告書に発注先を記載する。
- ・環境影響評価法の手続きは図2.3.4に示すように、配慮書、方法書、準備書および評価書を作成して、風力発電事業において環境影響を考慮することになっている。
- ・風力発電の環境影響要因と要素を表2.3.1に示しているが、これらは陸上風力発電所を主体に考慮されている。洋上風力発電所に関しては、地域特性（環境要素）

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

を考慮し、参考項目の適切な絞り込みや重点化を図って環境影響要因を設定することが重要である。

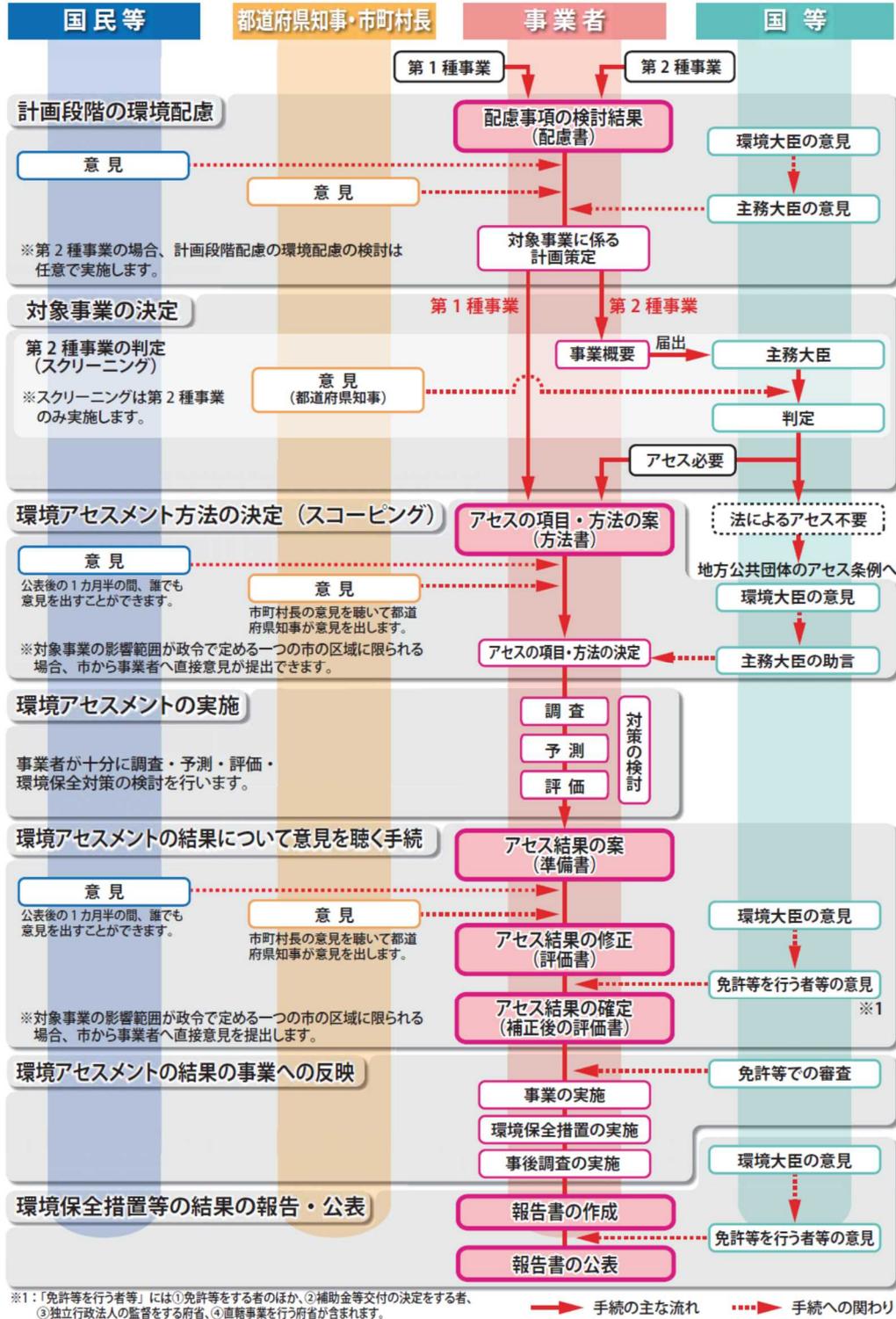


図 2.3.4 環境アセスメントの手続き
(出典：環境省「環境アセスメント制度のあらまし」パンフレット)

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

表 2.3.1 環境影響評価に係る参考項目の一覧（風力発電所）

環境要素の区分	影響要因の区分			風力発電所					
				工事の実施			土地又は工作物の存在及び供用		
				工事中用資材等の搬出入	建設機械の稼働	造成等の施工による一時的な影響	地形改変及び施設の存在	施設の稼働	
環境の自然的構成要素の良好な状態の保持を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	大気環境	大気質	窒素酸化物	○	○				
			粉じん等	○	○				
		騒音	騒音	○	○			○	
			振動	振動	○	○			
	水環境	水質	水の濁り		○	○			
		底質	有害物質		○				
	その他の環境	地形及び地質	重要な地形及び地質				○		
その他			風車の影					○	
生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	動物	重要な種及び注目すべき生息地（海域に生息するものを除く。）				○	○		
		海域に生息する動物				○	○		
		植物	重要な種及び重要な群落（海域に生育するものを除く。）				○	○	
	海域に生育する植物				○	○			
	生態系	地域を特徴づける生態系				○	○		
人と自然との豊かな触れ合いの確保を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	景観	主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観					○		
	人と自然との触れ合いの活動の場	主要な人と自然との触れ合いの活動の場		○			○		
環境への負荷の量の程度により予測及び評価されるべき環境要素	廃棄物等	産業廃棄物				○			
		残土				○			

※：○は取り上げられている参考項目

（出典：発電所の設置又は変更の工事の事業に係る計画段階配慮事項の選定並びに当該計画段階配慮事項に係る調査、予測及び評価の手法に関する指針、環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針並びに環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令の別表第五）

(5) 実施設計

洋上風力発電施設建設のために、発電事業者が主体に設備設計、工事設計および工事計画を作成する。発電事業者が発注し、設計会社や工事・施工会社が作成することもある。

① 設備設計

- ・風力発電システム仕様、規格摘要、環境条件、遠隔監視制御装置、表示盤仕様、安全装置等の設備について、国内の法的基準を満たすようにシステム設計を行う。それぞれの設備にかかる概要は、以下のとおりである。

a) 風力発電の電気設備：

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

電気事業法等の法規や基準を満たすように設計を行う。

b) 系統連系：

その地域の電力会社と相談のうえ対処する。海底ケーブルの敷設ルートは、海底地形・土質・水深等の自然条件や、船舶航行・漁業活動、自然公園指定地域等の社会条件を考慮して決定する。

- ・浮体式洋上風力発電設備のうち、風車を支持する工作物（タワー・浮体・係留）は船舶安全法に従って、設計を行う。

② 工事設計

- ・風力発電システムの電気工事は、電気事業法や建設業法等の法規や基準を満たすように設計を行う。
- ・土木・建築工事は、第I部 2.4.3(2)の「風力発電関連の国内関連法規」で示す様々な法規や基準を満たすように設計を行う。

③ 工事計画

- ・洋上風力発電設備の建設に関連する海底地盤整備、支持構造物の設置、風車の据え付け、海底の送電ケーブル、アレイケーブル、洋上変電所等の諸工事が工期内に支障なく、安全に行われるように工事計画、工事工程を立案・策定する。
- ・洋上風力発電設備の建設工事計画では、クレーン船・ケーブル敷設船・運搬船・自己昇降式作業台船（SEP：Self-Elevating Platform）等、各種の船舶を使用することになるので、これら船舶の利用計画も立案する必要がある。
- ・建設工事の母港となる港湾において様々な作業船、クレーン、資材置き場等の利用ができるように港湾管理者と利用岸壁の長さ・水深、ストックヤードのスペース、岸壁、荷捌き地等の地耐力確保等の協議を早目に終えておくことが重要である。
- ・工事の開始前には各種許認可（開発許可、建築確認申請、工事計画届等）があり、関係する法律により提出時期、取得までの期間が異なるため、工事工程に組み込んでおく必要がある。
- ・施設の撤去計画も併せて検討しておくことが必要である。

(6) 建設工事

発電事業者が工事等の契約手続きを工事・施工会社と結んだ後、土木工事、風車設置工事、電気工事の施工を行い、試運転・検査を行う。

① 契約

- ・契約には、建設から試運転・引渡しまでを規定した「建設請負契約書(通称 EPC 契約書)」と、事業期間を通じた「運転・保守、補修契約書(通称 O&M

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

契約書)」がある。

- ・費用の支払いや保険に関しても、建設請負契約書で考慮する必要がある。

② 製造

- ・洋上風力発電施設では、風車は風車メーカーが製造し、着床式の支持構造物、浮体式の浮体や係留装置は風車とは別のメーカーで製造される。
- ・風車、支持構造物、浮体、係留の各装置は各メーカーで製作され、最終的には、次の施工で総合的に組み立てられる。

③ 施工

- ・着床式洋上風力発電施設の場合には（図 2.3.2 参照）、基礎工事として、支持構造物を施工する。支持構造物の種類は設置地点の海底土質や水深等により、適したものを選択して施工する。必要に応じて、海底マウンドの形成工事を伴う場合がある。
- ・浮体式洋上風力発電施設の場合には（図 2.3.2 参照）、設置地点の水深や海底土質等により、浮体形式、係留方法・装置として、適したものを選択して施工する。
- ・風車本体の据付は、支持構造物や浮体にタワーを取り付け、その後に発電機や増速機が入っているナセル、ロータ（風車）の順に組み立てる。これらの組立てには、クレーン船や SEP 船が使われる。着床式の場合は洋上で組み立てる場合がほとんどであるが、浮体式の場合には、港で浮体に風車を組み立ててから設置地点に曳航して、係留する場合もある。
- ・洋上風力発電施設の電力系統は、洋上風力発電機から陸上変電所、または洋上風力発電機から洋上変電所を経由して陸上変電所に海底ケーブルが敷設され、その敷設には海底ケーブル敷設船を利用する。

④ 試運転・検査

- ・すべての工事完了の目処が付いたら、各設備が正常に作動し十分な性能を発揮するかの検査および試験を行う。
- ・試運転時の検査・試験項目は、電気設備関連や収集データ関連のものがある。

(7) 発電事業

風力発電施設の稼働後は、発電事業者が運転監視、電気設備および風車設備本体の保守点検を行う。

① 運転・監視・保守

- ・運転・監視・保守の方法には、以下のものがある。
 - a) 風速や風向に適合した風車の運転方法

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

- b) コンディション・モニタリング・システム（CMS）を重視した遠隔監視制御システムによる方法
 - c) 定期的に検査を行い、不具合が検出されたら修理を行う方法
 - d) 修理整備が主体で特に常時メンテナンスを行わない方法
- ・洋上風力発電施設までのアクセスは、離岸距離や風車設置基数等を考慮して、以下の方法がとられる。
- a) 港湾を基地とした作業船による方法
 - b) ヘリコプターの支援を受けた作業船による方法
 - c) 洋上宿泊設備（母船）を基地とした作業船による方法

② 販売（売電）

- ・風力発電事業者が発電した電力は、電力会社に販売（売電）され、さらに一般家庭や工場等に小売される。
- ・売電価格に関しては、電力会社と協議のうえ、決定する。
- ・場合により、電力会社が発電事業者を兼ねることがある。

(8) 事業完了

発電事業者は洋上風力発電施設を通常約20年間の稼働で計画しており、その後は機種の変換もしくは撤去が選択される。

撤去工事は専門の工事会社を実施する。

① 解体

- ・洋上風力発電施設の撤去に際し、風車・支持構造物・浮体・係留装置等を運搬しやすいように解体する。

② 撤去

- ・完全撤去の場合の作業は建設時の逆手順となる。
- ・完全撤去ではなく一部を海域に残置する場合には、漁業関係者等の周辺海域を利用する関係者との合意が必要となる。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.3.2 洋上風力発電設備の実態

洋上風力発電は1991年にデンマーク（Vindeby_Lolland）ではじめて建設されたのを皮切りに、イギリス、オランダ、ドイツ、ベルギー、スウェーデン等のヨーロッパ各国に多く展開されているほか、近年は、中国においても広まってきている。陸上風力発電において、風車が設置されていない設置適地が減少していることから、先進国を中心に、洋上へ進出するための技術開発が推進されている。

海外の洋上風力発電の主なファームを表2.3.2に示す。最近のファームは出力が3.0MW以上の風車で50基以上の大型ファームになっているがすべてが着床式である。

表 2.3.2 海外洋上風力発電の主なファーム

ファーム名	国名	基数 x 出力=総出力(MW)	稼動年
London Array	英国	175x3.6=630.0	2012
Gwynty Mor	英国	160x3.6=576.0	2015
Greater Gabbard	英国	140x3.6=504.0	2012
Bard Offshore 1	ドイツ	80x5.0=400.0	2013
Global Tech 1	ドイツ	80x5.0=400.0	2015
Anholt	デンマーク	111x3.6=399.6	2013
West of Duddon Sands	英国	108x3.6=388.8	2014
Walney 1,2	英国	102x3.6=367.2	2011,2012
Thorntonbank 1,2,3	ベルギー	(6x5.0)+(48x6.15)=325.2	2009,2012,2013
Sheringham Shoal	英国	88x3.6=316.8	2012
Bokum Riffgrund 1	ドイツ	78x4.0=312.0	2015
Thanet	英国	100x3.0=300.0	2010
Nortsee Ost	ドイツ	48x6.15=295.2	2015
Amrumbank West	ドイツ	80x3.6=288.0	2015
Butendiek	ドイツ	80x3.6=288.0	2015

日本の洋上風力発電設備は、図2.3.5に示すように、着床式が5箇所、浮体式が3箇所に設置実績がある。その主な仕様と風車メーカーを表2.3.3に示す。着床式のうち1-5, 1-6は、沿岸から離れた地域に設置されたもので、1-1と1-2以外は国産の風車である。2-4は環境省実証事業の終了後に、崎山沖に移動し実用化された風車である。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

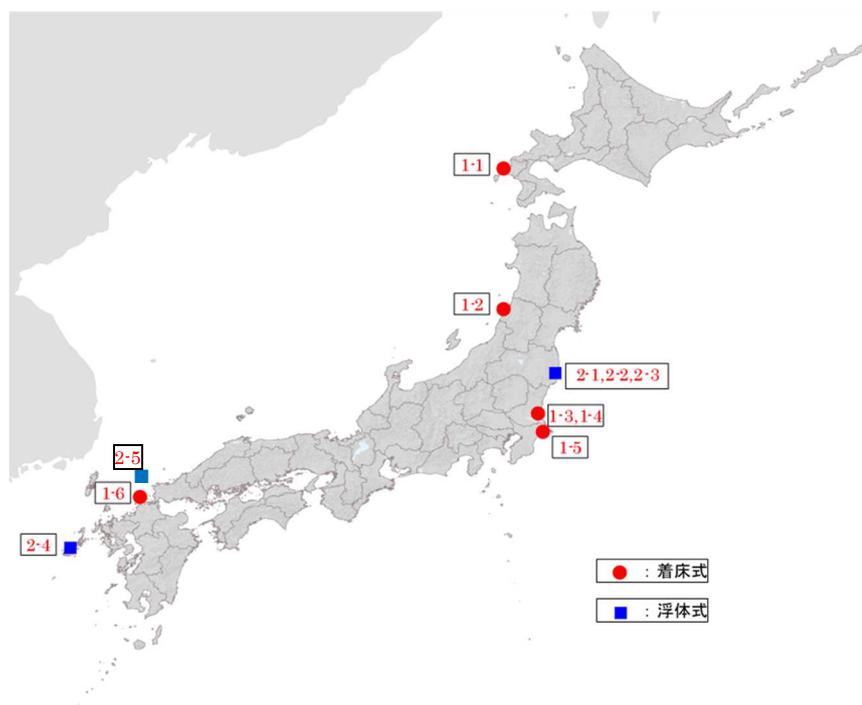


図 2.3.5 日本の洋上風力発電設備

表 2.3.3 日本の洋上風力発電設備仕様と風車メーカー

No.	稼動年月	設置者	設置場所	定格出力(kW)	基数	総出力(kW)	メーカー	用途	形式	備考
1-1	2003.12	せたな町	北海道 せたな町	600	2	1,200	Vestas	売電	着床式	
1-2	2004.01	JRE 酒田風力	山形県 酒田市	2,000	5	10,000	Vestas	売電	着床式	
1-3	2010.02	ウインドパワー	茨城県 神栖市	2,000	7	14,000	富士重工業	売電	着床式	
1-4	2013.02	ウインドパワー	茨城県 神栖市	2,000	8	16,000	日立製作所	売電	着床式	
1-5	2013.03	NEDO/ 東京電力	千葉県 銚子市	2,400	1	2,400	三菱重工業	試験	着床式	
1-6	2013.06	NEDO/ 電源開発	福岡県 北九州市	2,000	1	2,000	日本製鋼所	試験	着床式	
2-1	2013.12	丸紅	福島県 いわき市	2,000	1	2,000	日立製作所	試験	浮体式	2021.7 撤去済
2-2	2015.12	丸紅	福島県 いわき市	7,000	1	7,000	三菱重工業	試験	浮体式	2020.9 撤去済
2-3	2017.05	丸紅	福島県 いわき市	5,000	1	5,000	日立製作所	試験	浮体式	2021.7 撤去済
2-4	2016.02	五島フロー ティングウ インド	長崎県 五島市	2,000	1	2,000	日立製作所	売電	浮体式	
2-5	2019.5	NEDO	福岡県 北九州市	3,000	1	3,000	Aerodyn 社設計	試験	浮体式	

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.3.3 洋上風力発電開発における陸上と洋上での作業の違い

(1) 立地環境調査

陸上風力発電開発での立地環境調査は、調査対象域がほとんど陸域であり、既存資料や調査データが比較的整っている。

洋上風力発電開発では、海域での既存資料や調査データが限られていることが多いため、現地調査が行われることが多い。また、洋上風力発電開発では、地域関係者（特に漁業関係者）への事前説明を十分に実施することが重要である。

(2) 気象・海象調査

気象調査は、風力発電の性能を予測・評価するには欠かせない要素であるが、洋上風力発電の場合には、観測タワーの設置が陸上設置に比べてはるかに難しく、費用も高額になる。

また、海象調査は洋上風力発電の場合には必須の要素となる。海象調査結果は、波浪や海流や潮流などの流れによる支持構造物への流体力の評価や、工事作業やメンテナンス作業日の決定に活用される。

(3) 基本設計・実施設計

基本設計・実施設計の項目は、陸上風力発電と洋上風力発電ではプロセスはあまり変わらないが、洋上風力発電では、以下の点を考慮する必要がある。特に浮体式の場合には、浮体形式や係留方法が、着床式と大きく異なる。

- ・風車の機種選定： 塩害・湿度対策を考慮
- ・海底地形・土質調査： 支持構造物設置や浮体係留の地形・土質を考慮
- ・支持構造物・浮体方式の選定： 支持構造物設置や浮体係留の方法を考慮
- ・環境影響評価： 海域の動植物、漁業権、海上交通等を考慮

(4) 建設工事

陸上風力発電の建設工事では、工事現場への資機材運搬道路の確保、タワー設置基礎の整備、タワー・風車の設置、試運転の順に工事が進められ、タワー・風車の設置には、クレーンが利用され、組立てが行われる。

陸上から近いところに設置される着床式風力発電では、資機材運搬に通常の道路が使われることが多く、山間部に設置される陸上風力発電のように新たな道路建設が不要のことが多い。また、陸上から遠いところに設置される着床式や浮体式の風力発電では、船による資機材運搬が行われる。

着床式風力発電では、直接海底に基礎構造物が設置されるため、海底地盤の整備を行ってから基礎構造物が設置されるが、浮体式風力発電では、浮体構造物を係留装置で固定するので、両者には構造物の設置までの工程に違いが出てくる。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

洋上風車の設置には、着床式風力発電では SEP 船やクレーン船が利用されることが多い。浮体式風力発電ではクレーン船で浮体構造物にブレード・ナセル・タワーを洋上で設置する場合と、港等であらかじめ浮体構造物に設置してから設置海域に曳航する場合もある。

風車の設置後の送変電設備の設置、試運転、運転開始は、陸上でも洋上でも同様の作業が行われる。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.4 海洋関連法規

石油・天然ガスや再生可能エネルギーのビジネスを行う際には、関連法規を把握しておくことが不可欠である。石油・天然ガスの生産や再生可能エネルギーによる発電が陸域で実施されるか、海域で実施されるかで関連する法規類も異なってくる。そこで、海洋石油・天然ガスや海洋再生可能エネルギーのビジネスにおいて必要となる海洋関連法規について、その概要を紹介する。

2.4.1 概要

(1) 国際法規

海洋に関連する国際的な法規としては、国連海洋法条約やIMO条約がある。

① 国連海洋法条約（海洋法に関する国際連合条約）

国連海洋法条約は、海洋法に関する包括的・一般的な秩序の確立を目指して1994年11月16日に発効した条約である。この条約は、全17部320条の本文および9の附属書並びに第11部（深海底）の実施協定からなり、領海、接続水域、排他的経済水域、大陸棚、公海、深海底等の海洋に関する諸問題について包括的に規律しており、海洋に関する安定的な法的秩序の確立に資するものである。

② IMO条約

IMO（International Maritime Organization）は、船舶の安全および船舶からの海洋汚染の防止等、海事問題に関する国際協力を促進するための国連の専門機関として1958年に設立された。

IMOの主な活動は、船舶の安全、海洋汚染防止、海難事故発生時の適切な対応、被害者への補償、円滑な物流の確保などの様々な観点から、船舶の構造や設備などの安全基準、積載限度に係る技術要件、船舶からの油、有害物質、排ガス等の排出規制（地球温暖化対策を含む）等に関する条約、基準等の作成や改訂を随時行うことである。

IMOが定めた条約は、船の構造、救命設備、無線設備などの基準を定めた「1974年海上人命安全条約（SOLAS条約）」、貨物の積載限度に関する「1966年満載喫水線条約（LL条約）」、船舶の運航に起因する汚染防止のための「海洋汚染防止条約（MARPOL条約）」、国際航海に従事する船舶の入出港に関する手続きを簡易化する「国際海上交通簡易化条約（FAL条約）」等がある。

(2) 国際標準規格

ISO（International Organization for Standardization）、IEC（International Electrotechnical Commission）等の機関からは、国際的な規格が出されている。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

① ISO

ISO は、国家間の製品やサービスの交換を助けるために、標準化活動の発展を促進し、もって、知的、科学的、技術的、そして経済的活動における国家間協力を発展させること、を目的に 1946 年に設立された世界最大の任意国際標準規格の策定機関であり、海洋石油・ガス部門を含むほとんどすべての産業をカバーする工業規格を出版している。

② IEC

IEC は、電気および電子の技術分野における標準化に関するすべての問題の解決に向けた国際協力を促進し、および規格適合性評価の関連事項に関する国際協力を促進することによって国際理解を促進することを目的に 1906 年に設立された組織で、各種産業において電気系統に関する規格、仕様、ガイド、および解釈文書を発表している。海洋関連では、IEC 61400 シリーズ（風力発電システム）、IEC 62600 シリーズ（海洋エネルギー）などがある。

(3) 船級協会

船級協会では、掘削リグ、浮体式生産ユニット、およびオフショア支援船の設計、構造に影響を与える規則、基準、ガイドライン等を策定している。船級協会は非営利団体であるものの旗国政府による検査業務の代行業務を行う準公的な位置づけであり、IMO との強い関連性（条約・基準の策定側と検査の実施側の関係）もある。

ABS（American Bureau of Shipping：アメリカ）、BV（Bureau Veritas：フランス）、DNV（Det Norske Veritas：ノルウェー）、LR（Lloyds Register of Shipping：イギリス）、NK（日本海事協会）は、有力な船級協会であり、世界各国に事務所を擁している。

日本海事協会は、海洋開発関連では、鋼船規則として、「P 編 海洋構造物及び作業船等」、「PS 編 浮体式海洋石油・ガス生産、貯蔵、積出し設備」を制定している。また、洋上風力発電設備の認証にも対応している。

(4) その他

上記に示したものの他に、各国の政府や協会、学会等からも海洋関連の規格やガイドライン等が出されている。主な団体として以下のものがある。なお、日本におけるこのような規格としては、工業標準化法に基づく手続きを経て制定される JIS（日本工業規格）が有名である。

- ・ANSI（米国国家規格協会）
- ・API（米国石油協会）
- ・ASME（米国機械学会）

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

- ・ EPA (米国環境保護庁)
- ・ UK HSE (英国健康安全省)
- ・ IEEE (米国電子電気学会)
- ・ NORSOK (ノルウェー標準化協会)
- ・ O&G UK (英国オフショア石油工業会)
- ・ PSA (ノルウェー石油安全局)

2.4.2 海洋石油・天然ガス

(1) 海洋石油・天然ガス関連の海外関連法規・規則

① IMO 条約

IMO の概要は、2.4.1(1)②のとおりであり、以下に IMO の制定した海洋石油・天然ガス関連の主な条約等を紹介する。

a) 1974 年海上人命安全条約 (SOLAS 条約)

SOLAS 条約は、船舶の堪航性（航海に堪えること）および旅客や船員の安全を確保するために必要な船舶の構造、救命設備や航海道具などの技術基準について、国際的に統一された基準を定めるとともに、主管庁又は認定された団体による定期的な検査の実施、証書の発給、寄港国による監督（ポートステートコントロール）などの規定を定めたものである。

b) 海洋汚染防止条約 (MARPOL 条約)

MARPOL 条約は、船舶の航行に起因する環境汚染（油、有害液体物質、危険物、汚水、廃棄物および排ガス（エネルギー効率の改善含む。））を防止するため、構造設備等に関する基準を定めたものである。SOLAS 条約と同様、主管庁または認定された団体による定期的な検査の実施、証書の発給、寄港国による監督（ポートステートコントロール）などの規定が定められている。

c) IMO MODU Code

IMO 移動式海洋掘削装置に関する構造設備規則（IMO Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units, 2009）はオフショア掘削リグ建造仕様書で援用される基本的な参照文献のひとつである。本文書の目的は「移動式海洋掘削装置向けの設計基準、建造基準、およびその他の安全対策を推奨し、係留装置、作業員、環境へのリスクを最小限に抑える」ことである。

自国海域内で運用する MODU (Mobile Offshore Drilling Units) の基準策定にあたって各国の主管庁がガイドラインすることを狙いとしており、沿岸国が地域の状況に合わせてより低い基準を定めることを認めている。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2009年 MODU コードは表 2.4.1 のように 14 章構成で、建造素材、溶接プロセス、区画要件、機関、電気基準、防火、救命装置等をカバーしている。

表 2.4.1 IMO 移動式海洋掘削装置に関する構造設備規則(2009 年)

章	タイトル
第1章	General 総則
第2章	Construction, strength and materials 船体構造、強度及び材質
第3章	Subdivision, stability and freeboard 区画、復原性、乾舷
第4章	Machinery Installations for all types of units 機関設備
第5章	Electrical installations for all types of units 電気設備
第6章	Machinery and electrical installation in hazardous areas 危険区域における機関及び電気設備
第7章	Machinery and electrical installations for selfpropelled units 自航式ユニットの機関及び電気設備
第8章	Periodically unattended machinery spaces for all types of units 定期的に無人となる機関区域
第9章	Fire safety 防火
第10章	Life –saving appliances and equipment 救命設備
第11章	Radiocommunication and navigation 無線通信と航海用具
第12章	Lifting devices, personnel and pilot transfer 吊り上げ装置及び作業員・水先人乗下船等
第13章	Helicopter facilities ヘリコプター着船場所
第14章	Operations 操船要件

d) IMO OSV ガイドライン

IMO MSC (Maritime Safety Committee) は、2006 年 12 月に海上での作業を支援する OSV (Offshore Support Vessel) の設計と建造に関する非強制ガイドラインを採択した。このガイドラインは OSV の設計・建造仕様書で援用される基本的技術文書で、OSV 特有の設計特性および運航形態を認識しつつ、OSV とその乗組員の安全性向上の促進を目的として新造 OSV の設計および建造用に作成されたものである。

② ABS 規則

ABS は海洋生産ユニット、掘削リグ、支援船等に関する規則、基準およびガイドラインを規定した文書を発行している (詳細は 5 付録の表 5.1.1 参照)。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

③ BV 規則

BV は海洋生産ユニット、掘削リグ、支援船等の様々な側面に関する規則、基準、およびガイドラインを発行している（詳細は5付録の表5.1.2参照）。

④ DNV 規則

DNV は 2013 年に DNV と GL が合併し、DNV GL として海洋生産ユニット、掘削リグ、支援船等の規則およびガイドラインが発行された。その後 2021 年に社名から GL が外れ現行の DNV に社名変更となり、規則名称も変更されつつある（詳細は5付録の表5.1.3参照）。

⑤ ISO 規格

ISO の概要は、2.4.1(2)①のとおりであり、ISO 19900 シリーズ（石油及び天然ガス工業-海洋構造物）等がある。詳細は5付録の表5.1.4に海洋石油・天然ガス関連の主な規格等を紹介する。

⑥ API 規格

API は米国の石油および天然ガス産業を代表する国内業界団体で、1920 年代に創設され、業界統一標準規格およびガイドラインを策定するフォーラムを提供している。API は陸上および海洋石油・天然ガス産業向けに機器および運用規格を策定してきた。現在、API 規格と ISO 規格の統一化作業が進められている（詳細は5付録の表5.1.5参照）。

(2) 海洋石油・天然ガス関連の国内関連法規

国内では、海洋石油・天然ガスに特化した特別な法規はなく、鉱山保安法を中心とした法規がそのまま適用される。ただし、海上で行う工事等では、海洋独自の法規もある。

① 鉱山保安法

鉱山保安法は、鉱山労働者に対する危害を防止するとともに鉱害を防止し、鉱物資源の合理的開発を図ることを目的としている。鉱山保安法では、鉱山における危害・鉱害防止、鉱山労働者の安全、鉱山労働者に対する保安教育、保安統括責任者等の選任に関して、鉱業権者に各種自主検査および届出等を、鉱山労働者に保安に関する必要事項（安全確保・周辺環境の保全・鉱物資源の保護）の遵守を義務付けている。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

② 高圧ガス保安法

産業活動において広く利用されている高圧ガスは、その取扱いを誤った場合、事業所のみならず周辺地域に被害をもたらす恐れがある。このため、日本においては高圧ガス保安法により、圧縮ガスの場合、原則として1MPa以上の気体（圧縮アセチレンガス、液化ガスは0.2MPa以上）を高圧ガスと定義して、その製造、貯蔵、販売等に際して規制が行われている。

規制の内容は、a)施設・設備に対する技術基準の適合、b)事業者の保安体制に関する規定の整備、c)有資格者の配置が中心である。

③ 海上生産設備の廃棄に関する法規

海上生産設備の廃棄に関しては、「鉱業法」、「鉱山保安法」、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」で規制されている。

「鉱業法」では、鉱業を実施あるいは完了するうえでの施設と構造物の取り扱いに関しては特に決めていない。また、「鉱山保安法」に基づく「鉱山保安法施工規則」では、「特定施設の廃棄届」を産業保安監督部長に提出することになっている。「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」では、船舶等の投棄について、法令に定める廃棄海域へ所定の廃棄方法に従って廃棄する以外は、禁じられている。

④ その他の関連法規

その他の関連法規として、以下のものがある。

- ・「建築基準法」
- ・「電気事業法」
- ・「消防法」
- ・「大気汚染防止法」
- ・「水質汚濁防止法」
- ・「ボイラー及び圧力容器構造規則」
- ・「労働基準法」
- ・「労働安全衛生法」
- ・「海上交通安全法」
- ・「港則法」
- ・「航路標識法」
- ・「船舶安全法」
- ・「鋼船規則 P 編海洋構造物等」（日本海事協会）

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

2.4.3 海洋再生可能エネルギー（洋上風力発電）

地球温暖化、エネルギー資源の高騰・枯渇等により、世界的に再生可能エネルギーの導入が期待されており、欧米を中心に風力発電を中心とした再生可能エネルギーの実用化が着実に進められている。日本においても、特に再生可能エネルギーの固定価格買取制度である FIT (Feed in Tariff) が 2012 年に導入されて以来、再生可能エネルギーの導入が進展している。

海洋再生可能エネルギーでは、陸上の再生可能エネルギーとは、異なった関連法規を考慮する必要もある。

海洋再生可能エネルギーには、洋上風力発電、波力発電、潮流発電、海流発電、海洋温度差発電等があるが、本書では、欧州を中心に実用化が進んでおり、我が国でも開発・実証試験・実用化が進められている洋上風力発電に着目し、それに関する関連法規について、概要を紹介する。なお、洋上風力発電の洋上構造物には、着床式の支持構造と浮体式の支持構造があるが、これらに関連する法規は 2.4.2 の「海洋石油・天然ガス」に関する構造物に関連するものと概ね同じであり、そこに記載してあるので、ここでは割愛する。

(1) 風力発電関連の海外関連法規

洋上風車自体の標準規格は、主に IEC/TC88（風力発電システム専門委員）で策定されている。また、海洋石油・天然ガス事業に係る海洋構造物に関する標準は ISO/TC67/SC7（海洋構造物分科会）において策定されており、浮体式洋上風車に係る係留については、ここで策定された標準規格をベースに、IEC/TC88 にて検討されることとされている。一方、風車設置船については、船舶に係る標準を扱う ISO/TC8（船舶及び海洋技術専門委員会）の下に設けられた WG3（特殊海洋構造物及び支援船作業委員会）で作業が進められている。

① IEC 規格

風力発電技術の分野における標準化活動は、1988 年に IEC の中に風力発電技術の標準化を審議する技術委員会となる IEC/TC88 (Wind Energy Generation Systems) を設置して IEC61400 シリーズとして規格が作成されている（詳細は 5 付録の表 5.2.1 参照）。

風力発電システムの国際規格体系は、図 2.4.1 のようになっている。この中で、洋上風力の設計要件では、IEC61400-3 に洋上風車の規格が既定されており、浮体式洋上風車については規格化への作業中である。

IEC 規格は欧米における気象条件に基づく知見を背景に取りまとめた規格であるため、日本特有の気象条件（台風による突発的な強風時等）に基づいた環境条

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

件を設定する上で不都合な点がある。



図 2.4.1 IEC の風力発電システムの規格体系 (IEC61400 シリーズ)

海洋エネルギーの分野における標準化活動は、IEC の中に海洋エネルギー（波力、潮流、海洋温度差等のエネルギー発電）の標準化を審議する技術委員会となる IEC/TC114 (Marine Energy – Wave, tidal and other water current converters) において、IEC62600 シリーズとして国際規格が作成されている（詳細は 5 付録の表 5.2.2 参照）。

② ISO 規格

ISO/TC8 (Ships and marine technology) では、ISO29400 シリーズとして風車設置船についての規格の整備作業が進められている（詳細は 5 付録の表 5.2.3 参照）。

③ DNV 規則

DNV は 2013 年に DNV と GL が合併し、DNV GL として海洋生産ユニット、掘削リグ、支援船等の規則およびガイドラインが発行された。その後 2021 年に社名から GL が外れ現行の DNV に社名変更となり、規則名称も変更されつつある（詳細は 5 付録の表 5.2.4 参照）。

④ BV 規則

フランスの船級協会である BV は 1828 年に設立され、試験・検査・認証のグローバルリーダーとしての高品質なサービス提供を通じ、品質、健康・安全、環境保護、および社会的責任分野の課題に取り組む事業者をサポートしている。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

法規・規則への適合性確認にとどまらず、リスク低減、パフォーマンス向上、持続可能な発展の促進につなげる革新的なソリューションを提供している（詳細は5付録の表5.2.5参照）。

⑤ その他の基準およびガイドライン

海外における、洋上風力関連の主な基準およびガイドライン等として、主なものを表2.4.2に紹介する。

表2.4.2 その他の洋上風力システムの基準およびガイドライン

出版元	タイトル	発行日
American Bureau of Shipping (ABS)	Bottom-founded Offshore Wind Turbine Installations (Pub No. 176) 着床式洋上風力タービン設備	2015-10
American Bureau of Shipping (ABS)	Floating Offshore Wind Turbine Installations (Pub No. 195) 浮体式洋上風力タービン設備	2015-10
American Bureau of Shipping (ABS)	Wind Farm Support Vessels (Pub No. 200) ウィンドファーム支援船	2021-05
The Crown Estate	An Guide to an offshore wind farm 洋上ウィンドファームに関するガイド	2019-01

(2) 風力発電関連の国内関連法規

① 風力発電設備の法律の適用関係

洋上風力発電所の実証事業や実用化が進められる中で、風力発電の導入促進を図るため、風力発電設備に関する建築基準法上の審査基準と電気事業法上の技術基準の内容を整理し、2014年4月1日付けで、審査を電気事業法に一本化した。なお、浮体式洋上風力発電設備は、2012年7月31日より、建築基準法およびこれに基づく命令規定の適用除外となっている。このように、現在では、洋上風力発電の設備に対する法令の適用は、着床式洋上風力発電は電気事業法、浮体式洋上風力発電は電気事業法と船舶安全法に集約されており、図2.4.2に示すような法律の適用関係となっている。

すなわち、着床式洋上風力発電設備では、支持物（タワー）・ナセル・ブレード・電気設備ともに、電気事業法による規制を受ける。なお、陸上の風力発電設備も、着床式と同様に電気事業法による規制を受ける。

浮体式洋上風力発電設備は船舶に該当するため、タワー部分、船体部分（浮体）および係留部分については船舶安全法の規制を受け、ナセル・ブレード・電気設備は、電気事業法による規制を受ける。

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

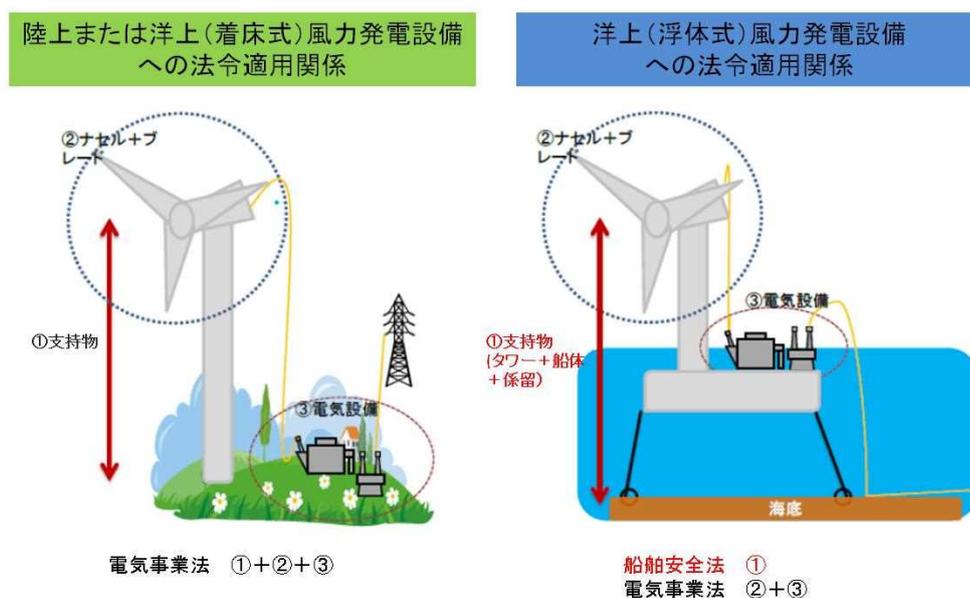


図 2.4.2 洋上風力発電設備（着床式／浮体式）の法律適用関係

② 国内関連法規

風力発電設備に関する基本的な法規は、前述のように、電気事業法と船舶安全法であるが、風力発電設備の導入にあたっては、立地関係、工事関係、環境関係等に関しても様々な法規制がある。以下にその概要を紹介する。なお、これらに関係する法律等には、各段階で同一の法規制が関連することもあるので、法規制の調査にあたっては、十分な検討が必要である。その他に、関係自治体の関連条例にも注意が必要である。

a) 電気関係

電気関係の法規やガイドラインには、前述の「電気事業法」以外に、以下のものがある。

- ・「電気設備に関する技術基準」
- ・「発電用風力設備に関する技術基準」
- ・「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」

b) 立地関係

風力発電設備の立地調査を実施するにあたって、立地候補地がどのような法規制の適用を受けるのかを把握する必要がある。可能性のある代表的な法規制には、以下のものがある。

- ・「自然公園法」
- ・「自然環境保全法」
- ・「環境影響評価法」

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

- ・「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」
- ・「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」
- ・「国土利用計画法」
- ・「公有水面埋立法」
- ・「港湾法」
- ・「海岸法」
- ・「河川法」
- ・「国有財産法」
- ・「都市緑地法」
- ・「生産緑地法」
- ・「文化財保護法」
- ・「農地法」
- ・「農業振興地域の整備に関する法律」
- ・「森林法」
- ・「砂防法」
- ・「地滑り等防止法」
- ・「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」
- ・「景観法」
- ・「都市計画法」
- ・「瀬戸内海環境保全特別措置法」
- ・「漁港漁場整備法」
- ・「水産資源保護法」
- ・「海洋水産資源開発促進法」
- ・「漁業法」
- ・「海上交通安全法」
- ・「港則法」
- ・「航路標識法」

c) 工事関係

風力発電設備の工事を実施するにあたって、許認可・届出等が必要となる法規制としては、以下のものがある。

- ・「航空法」
- ・「電波法」
- ・「道路法」
- ・「道路交通法」
- ・「消防法」
- ・「大気汚染防止法」

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

- ・「水質汚濁防止法」
- ・「振動規制法」
- ・「騒音規制法」
- ・「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」
- ・「労働基準法」
- ・「労働安全衛生法」
- ・「海上交通安全法」
- ・「港則法」
- ・「航路標識法」
- ・「船舶安全法」
- ・「排他的経済水域及び大陸棚の保全及び利用の促進のための低潮線の保全及び拠点施設の整備等に関する法律」
- ・「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」
- ・「水路業務法」

d) 環境関係

風力発電設備の建設工事や運用等に関連する環境関連の法規には、以下のものがある。

- ・「環境基本法」
- ・「環境影響評価法」
- ・「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」
- ・「瀬戸内海環境保全特別措置法」
- ・「振動規制法」
- ・「騒音規制法」

③ ガイドライン

洋上風力発電に関連するガイドラインとして、以下のものがある。

a) 着床式関係

- ・港湾における風力発電について－港湾の管理運営との共生のためのマニュアル ver.1、2012年6月、国土交通省海事局・環境省地球環境局
- ・着床式洋上風力発電導入ガイドブック（第一版）、2015年5月、NEDO

b) 浮体式関係

- ・浮体式洋上風力発電施設技術基準、2012年4月(2020年3月一部改正、損傷時復原性に関する要件を緩和できる規定の追加)、国土交通省海事局
- ・浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン、2012年7月、日本海事協会

第2章 海洋開発ビジネスの特徴

<参考資料>

- (1) 日本船用工業会,日本船舶技術研究組合. オフショア産業向け船用市場調査. 2011-03.
- (2) みずほ銀行. 海洋資源開発産業の現状と展望. みずほ産業調査 47. 2014 No.4
- (3) 日本船舶輸出組合,ジャパン・シップ・センター,日本船舶技術研究組合. オフショア浮体構造物に係る各種基準・規則等の概説. 2015-03.
- (4) 日本船舶海洋工学会,能力開発センター 教科書編纂委員会監修. 日本船舶海洋工学会船舶海洋工学シリーズ. 2012-03.
- (5) JOGMEC 編. 海洋工学ハンドブック第5版. 2010.
- (6) 原子力安全・保安院 電力安全課. 平成23年度 洋上風力発電に係る安全規制を中心とした動向調査 成果報告書. 2012-03.

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3 海洋開発プロジェクトの事例

海洋開発プロジェクトの事例として、海洋石油・天然ガスと浮体式洋上風力発電を紹介する。

海洋石油・天然ガスのプロジェクトでは、日本の石油開発会社が海外で開発に参画しているイクシス LNG (Liquified Natural Gas) プロジェクト (オーストラリア) とカンゲアンプロジェクト (インドネシア)、日本国内での磐城沖ガス田 (福島県沖) を事例として紹介する。また、洋上風力発電のプロジェクトの事例として、経済産業省の事業である福島復興浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業 (福島県沖) と環境省の事業である浮体式洋上風力発電事業 (長崎県五島沖) について紹介する。

なお、この第3章で紹介する事例は海洋石油・天然ガスおよび洋上風力発電のプロジェクトにおいてオーナーの立場で遂行した国内外での事例となっている。第4章には FPSO を備船する際の契約におけるリスク管理について FPSO 操業会社 (コントラクター) の立場での事例を紹介している。

3.1 イクシス LNG プロジェクト

3.1.1 プロジェクトの概要

イクシス LNG プロジェクトは、図 3.1.1 に示すように、オーストラリア連邦西オーストラリア州沖合約 200km に位置するイクシスガス・コンデンセート田より産出される天然ガスを、オーストラリア連邦北部準州のダーウィンに建設する陸上ガス液化プラントにて液化して、LNG、LPG (Liquified Petroleum Gas)、コンデンセート (ガス田から液体分として採取される原油の一種) を生産・出荷するプロジェクトで、2018年7月にガス生産が開始され、同年10月に LNG、コンデンセートが出荷開始、同年11月に LPG が出荷開始された。

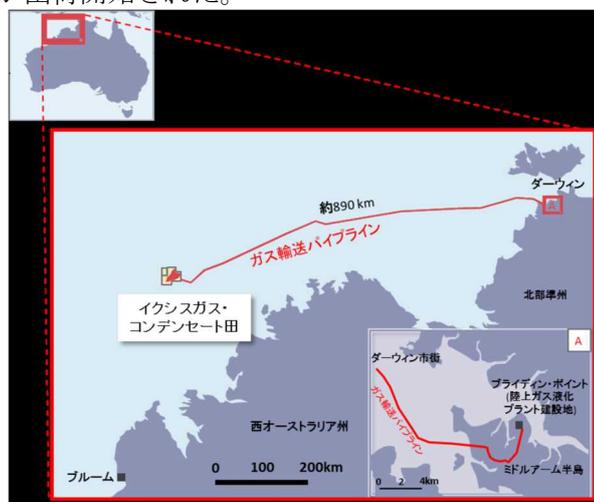


図 3.1.1 イクシス LNG プロジェクトの位置 (出典：(株)INPEX ウェブサイト)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

このプロジェクトは、株式会社 INPEX が操業主体（オペレーター）として開発作業も進めており、40年という長期にわたって稼働が見込まれる世界的にも大規模な LNG プロジェクトである。

プロジェクトの開発コンセプトを図 3.1.2 に示す。沖合では、開発井からの生産物は海底生産システムに集約され、その後フローライン、フレキシブルライザーを経て、半潜水式の沖合・生産処理施設である CPF（Central Processing Facility）に送られる。CPF にてガスとコンデンセートに分離処理され、コンデンセートは沖合生産・貯油出荷施設である FPSO（Floating Production, Storage & Offloading）に貯蔵し、出荷用タンカーで出荷する。一方ガスはガス輸送パイプラインを経て、陸上ガス液化プラントに輸送される。陸上施設は、陸上ガス液化プラントや陸上貯蔵施設で構成され、ダーウィン市街から湾をはさんだブライディン・ポイントに建設されている。



(a)プロジェクト全体図



(b)海底生産システム

図 3.1.2 イクシス LNG プロジェクトの開発コンセプト
(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

このプロジェクトの予定生産量を表 3.1.1 に、参加権益比率を表 3.1.2 に示す。また、主要な沖合生産施設の詳細設計・機器調達・建設工事（EPC：Engineering, Procurement, Construction）の請負企業は表 3.1.3 のとおりである。なお、生産された LNG の約 7 割が日本買主向けに仕向けられる。

表 3.1.1 イクシス LNG プロジェクトの生産能力

種類	予定生産量
LNG	年間 890 万トン (日本の LNG 年間総輸入量の 1 割強)
LPG	年間 165 万トン
コンデンセート	日量約 10 万バレル (ピーク時)

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

表 3.1.2 イクシス LNG プロジェクトの参加権益比率

企業	権益比率	企業	権益比率
INPEX	66.245%	大阪ガス	1.200%
TOTAL (仏)	26.000%	関西電力	1.200%
台湾中油 (CPC)	2.625%	JERA	0.735%
東京ガス	1.575%	東邦ガス	0.420%

(JERA：東京電力と中部電力のエネルギー事業の合併会社)

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

表 3.1.3 イクシス LNG プロジェクトの EPC 請負企業

上流事業	下流事業
<p>■海底生産システム： GE Oil & Gas (現 Baker Hughes) (米)</p> <p>■CPF： Samsung Heavy Industries (韓)</p> <p>■FPSO： Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (韓)</p> <p>■フローライン、フレキシブルライザーなどの接続作業等： McDermott (米)</p>	<p>■陸上 LNG プラント： 日揮、千代田化工、KBR 社(米)の企業連合</p> <p>■ガス輸送パイプライン： Saipem(伊)・三井物産・住友商事・メタルワン</p> <p>■ダーウィン湾内浚渫作業： Van Oord (蘭)</p> <p>■計装・制御システム： 横河電機 (上流施設も含む)</p>

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.1.2 開発の歴史

イクシス LNG プロジェクトの開発の歴史は、表 3.1.4 に示すとおりである。

表 3.1.4 イクシス LNG プロジェクトの開発の歴史(1/2)

年月	内容
1998年8月	公開入札を通じて WA-285-P 鉱区の採鉱権を取得
2000年～2001年	第一次掘削キャンペーンで試掘井 3 坑を掘削、ガス・コンデンセートの存在を確認
2001年	三次元地震探鉱データ取得
2003年～2004年	第二次掘削キャンペーン、試探掘井 3 坑を掘削
2007年	第三次掘削キャンペーン
2008年	LNG プラント建設予定地を北部準州・ダーウィンに決定
2009年	開発移行にあたっての基本設計、作業等を開始
2011年	連邦政府・北部準州からの承認、環境許認可の取得。 LNG 売買契約の締結
2012年1月	最終投資決定 (FID) を行い、本格的な開発作業に移行
	陸上と沖合の生産施設について、詳細設計・機器調達・建設工事を実施
2012年5月	ダーウィンにおけるガス液化プラントの起工式
2012年12月	プロジェクトファイナンス契約調印
2013年1月	韓国のコジエで CPF の起工式
2013年6月	韓国のオクポで FPSO の起工式
2014年2月	韓国のオクポで FPSO 船体の本格的組立作業開始
2014年4月	CPF の組立開始。シンガポールのヤードで掘削リグの改造開始
2014年6月	開発作業の作業進捗率 50%達成。 ガス輸送パイプラインの敷設作業開始
2014年7月	FPSO の進水
2014年8月	ダーウィン湾における浚渫作業完了
2014年11月	ダーウィン湾浅海部のパイプライン敷設完了
2015年2月	外洋部のパイプライン敷設開始。 ガス・コンデンセート田で生産井の掘削作業開始
2015年5月	CPF 及び FPSO の係留装置「アンカーパイル」の海底面取り付け開始
2015年6月	生産井接続装置「生産マニフォールド」海底面への設置作業開始
2015年9月	CPF の進水
2015年11月	ガス輸送パイプラインの敷設作業完了
2016年2月	陸上ガス液化プラントにおける LNG 用ドーム屋根のコンクリート打設工事完了。海底フローラインの敷設作業完了
2016年5月	CPF 及び FPSO の係留装置の設置作業完了。 FPSO の上載設備搭載完了
2016年9月	陸上ガス液化プラント建設用モジュールの搬入完了
2016年9月	沖合生産施設のメイン発電機の稼働開始
2016年11月	ガス輸送パイプラインの接続による送ガス準備完了

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

表 3.1.4 イクシス LNG プロジェクトの開発の歴史(2/2)

年月	内容
2017年1月	海底生産施設類の設置完了
2017年2月	CPFを「イクシスエクスプローラー」、FPSOを「イクシスベンチャー」と命名（韓国で命名式）
2017年5-6月	CPFがイクシスガス・コンデンセート田に到着、係留完了
2017年6月	陸上ガス液化プラント内にある中央管理施設の運用開始
2017年8月	FPSOがイクシスガス・コンデンセート田に到着、係留完了
2017年11月	コンバインドサイクル発電プラントの稼動開始
2018年7月	ガス生産開始
2018年10月	LNG、コンデンセートの出荷開始
2018年11月	LPGの出荷開始
2019年11月	累計100隻目のLNGカーゴ出荷
2019年12月	財務的完工の達成

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

3.1.3 施設概要

イクシス LNG プロジェクトの施設概要は、表 3.1.5 に示すとおりであり、その図を図 3.1.3 に示す。また、各施設についての概要を以下に示す。

表 3.1.5 イクシス LNG プロジェクトの施設概要

施設	内容
開発井（海底仕上げ）	Brewster 部層 30 坑、Plover 層 20 坑
ガス層深度	約 4,000m～4,500m
沖合生産施設	CPF、FPSO、SPS、ガス・輸送パイプライン、フローライン、フレキシブルライザーなど
海底パイプライン	42”パイプライン約 890km の敷設、最大水深 250m
陸上施設（ダーウィン）	LPG、LNG、コンデンセートを生産、貯蔵、出荷
陸上貯蔵施設	LNG タンク：2 × 165,000 m ³ C3（プロパン）タンク：1 × 85,000 m ³ C4（ブタン）タンク：1 × 60,000 m ³ コンデンセート：2 × 60,000 m ³

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

(1) 海底生産システム（図 3.1.3 (a)）

生産井から産出された生産物は、生産マニフォールド（複数の生産井を接続するための装置）に集められ、専用パイプであるフローライン、フレキシブルライザーを通じて CPF に送られる。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

(2) CPF (図 3.1.3 (b))

イクシスガス・コンデンセート田から産出された生産物をガスとコンデンセートに分離・処理を行う半潜水式の海上生産施設である。

日量最大 1,657 百万立方フィートのガスの処理が可能であり、大きさは約 130m×約 120m、総排水量は 14 万トンと、半潜水式の海上生産施設としては世界最大規模である。「イクシス エクスプローラー (Ichthys Explorer)」と命名。

(3) FPSO (図 3.1.3 (c))

CPF にて一次処理したコンデンセートを受け入れて貯蔵し、タンカーへ出荷する施設である。「イクシス ベンチャラー (Ichthys Venturer)」と命名。

長さ約 336m、幅約 59m と大型原油タンカーに匹敵する大きさで、100 万バレル超の原油貯蔵能力を持つ。貯蔵された日量 8.5 万バレル (ピーク時) のコンデンセートを出荷する。

(4) 陸上ガス液化プラント (図 3.1.3 (d))

パイプラインを通じて運ばれた天然ガスからコンデンセートと LPG を抽出し、残る天然ガスを冷却し、液化する施設である。陸上ガス液化プラントでは、LNG 年間 890 万トン、LPG 年間 165 万トンに加え、コンデンセートを出荷できる。



(a) 海底生産システム



(b) CPF



(c) FPSO



(d) 陸上ガス液化プラント

図 3.1.3 イクシス LNG プロジェクトの施設

(出典：(株)INPEX 提供)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.1.4 工事概要

(1) 海洋生産システム (図 3.1.4(a)～(d))

生産井掘削のための掘削リグ「ENSCO-5006」は、シンガポールでのリグのアップグレード作業を終えた後、イクシスガス・コンデンセート田に曳航され、2015年2月に生産井の掘削作業が開始された。イクシスガス・コンデンセート田では、今後さらに掘削リグ1基を追加で動員し、地下深度4,000～4,500mのガス・コンデンセート貯留層に対して合計50坑の生産井の掘削を行う予定である。

イクシスガス・コンデンセート田で生産された生産物を洋上の沖合生産・処理施設であるCPFに輸送するための専用パイプ（フレキシブル・ライザー管）等を支える構造物「ライザー・サポート・ストラクチャー（RSS）」がイクシスガス・コンデンセート田の海底面に2014年11月に設置された。総重量6,500トンのRSSの設置は、深海での作業に特化した専用船である「Aegir号」を動員して行われた。

生産坑井をコントロールするため海底の生産坑井頂部に設置される坑口装置（クリスマス・ツリー）が、製造元のスコットランドのアバディーンから西オーストラリアの資材基地に2014年11月に搬入された。

複数の生産井を接続するための装置である「生産マニフォールド」（重量435トン）の1基目が2015年6月に海底面に設置され、その後、生産マニフォールド計5基の設置作業を2017年1月に完了した。

(2) CPF (図 3.1.4(e)～(i))

半潜水式海上生産施設として世界最大規模のイクシスのCPFは、2013年1月より建造・建設に着手し、CPFの本格的な組み立て作業を建造地の韓国ゴジェにて2014年4月に開始した。CPFの上部に設置する大型トップサイドモジュールの初の据え付け作業を2015年4月に実施した。

CPFを現場海域に係留するための装置である「アンカーパイル」（長さ66m、重さ450トン以上）の海底面への取り付け作業を2015年5月より開始し、2016年5月に設置作業を完了した。

CPFの進水が2015年9月に建造地の韓国ゴジェにて実施され、その後、CPFの試運転作業や各種の確認作業が行われている。2017年4月に韓国から曳航され、5月にイクシスガス・コンデンセート田に到着し、2017年6月に係留作業を完了した。

(3) FPSO (図 3.1.4(f) (g) (j)～(l))

FPSOは2013年6月より建造・建設に着手し、2014年2月よりFPSO船体の本

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

格的な組み立て作業を建造地の韓国オクポにて開始した。FPSO の上部に設置する大型トップサイドモジュールの初の据え付け作業が 2015 年 4 月に開始され、2016 年 5 月にすべての上載設備の搭載を完了した。

FPSO を現場海域に係留するための装置である「アンカーパイル」（長さ 66m、重さ 450 トン以上）の海底面への取り付け作業を 2015 年 5 月より開始し、2016 年 5 月に設置作業が完了した。

FPSO は建造地の韓国オクポでの試運転作業や各種確認作業を経て、2017 年 7 月に韓国オクポから曳航され、8 月にイクシスガス・コンデンセート田に到着し、係留作業を完了した。

(4) 海底パイプライン（図 3.1.4(m)～(o)）

西オーストラリア州沖合に位置するイクシスガス・コンデンセート田とオーストラリア連邦北部準州の陸上ガス液化プラントを結ぶ総延長約 889km のガス輸送パイプライン（口径 42in）は、半潜水式のパイプライン敷設の専用船「SEMAC-1」を動員し、ダーウィン湾を起点に約 164km の浅海エリアでの敷設作業を 2014 年 6 月から 2014 年 12 月に実施した。

また、イクシスガス・コンデンセート田の洋上に位置する沖合生産・処理施設（CPF）までの残る約 718km のパイプラインの敷設は、深海でのパイプライン敷設作業に特化した最新鋭の専用船である「カストローネ」を別途動員し、敷設作業を 2015 年 2 月から 2015 年 11 月に実施した。

生産マニフォールドからフレキシブルライザー起点を結ぶ総延長 140km のパイプ「海底フローライン」の敷設作業を 2016 年 2 月に完了した。

(5) 陸上ガス液化（LNG）プラント（図 3.1.4(p)～(s)）

オーストラリア北部準州ダーウィン郊外に陸上 LNG プラントを建設。陸上 LNG プラント用のモジュールは、中国、フィリピン、タイの 4 つのモジュール製作ヤードから 2014 年 6 月より約 18 か月間にわたって、200 以上のモジュールが順次 LNG プラント建設作業現場に運び込まれ、LNG プラントの建設作業が進められ、2016 年 1 月にすべてのモジュールの搬入を完了した。

陸上 LNG プラント内の LNG 貯蔵タンク（高さ約 47m、容積 165,000m³）2 基については、鉄筋コンクリート製ドーム屋根工事が 2016 年 2 月に完了した。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例



(a)生産井の掘削リグ「ENSCO 5006」



(b)RSS の設置作業



(c)坑口装置の搬入



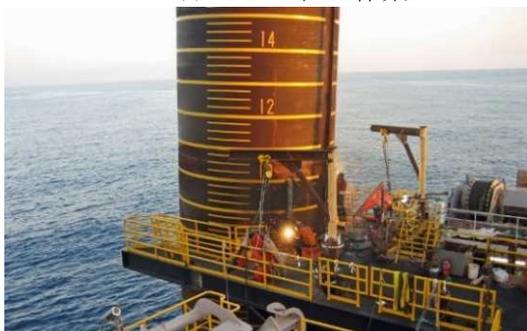
(d)生産井接続装置の海底面設置作業



(e)CPF の組立作業



(f)CPF・FPSO の大型モジュール据付



(g)CPF・FPSO の係留装置の海底面への取付



(h) CPF の進水

図 3.1.4 イクシス LNG プロジェクトの施設(1/3)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例



(i) CPF 用の係留装置



(j) FPSO 船体の組立作業



(k) FPSO のタレットの船内据え置き作業



(l) FPSO の上載設備搭載



(m) 深海専用パイプライン敷設船



(n) ガス輸送パイプラインの敷設作業



(o) 海底フローラインの敷設



(p) 陸上ガス液化プラント用モジュール搬入

図 3.1.4 イクシス LNG プロジェクトの施設(2/3)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例



(q)陸上ガス液化プラント用モジュール搬入 (r)陸上ガス液化プラント用モジュール搬入



(s) LNG タンク用ドーム屋根のコンクリート打設

図 3.1.4 イクシス LNG プロジェクトの施設(3/3)

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

3.1.5 環境影響評価

株式会社 INPEX は、関係するすべての人々の安全を確保し、健康を守り、地域と地球の環境保全に努めることを基本方針とし、これを「環境安全方針」として定めている。その実行を確かなものにするために、HSE (Health、Safety、Environment) マネジメントシステムに基づく HSE 管理として、表 3.1.6 に示す HSE の実施項目を推進している。なお、HSE については、「海洋開発産業概論」の 5.2.1 「HSE とは」に概説しているので、参照のこと。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

表 3.1.6 HSE での実施項目

<p>安全および健康管理 職場で働く誰もが皆、怪我をすることなく無事に家に帰れること、これが当社の安全管理の基本です。また、職場で働く誰もが業務の遂行により健康を害することがないように、疾病対策や衛生管理の整備に取り組んでいる。</p>	<p>セキュリティ・危機管理 最近のセキュリティ事情の悪化などを受け、海外のセキュリティ管理を強化している。また、各種の事故に備えるべく、緊急時対応計画を準備し、訓練を通じて対応力の強化に努めている。</p>
<p>プロセスセーフティ 火災、爆発、大規模漏洩といった重大事故や災害を防止するために、操業管理だけでなく、探鉱や施設の設計段階から安全について考慮をして、プロジェクトを進めている。</p>	<p>環境管理 環境や地域社会への影響を最小限にまで低減するために、プロジェクト実施前に環境・社会影響評価を実施するとともに、プロジェクトの実施中はその影響をモニタリングし、その結果を踏まえて環境管理を推進している。</p>

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

イクシス LNG プロジェクトでは、プロジェクトの推進が環境に与える影響について、海上生産施設、海底パイプライン、および陸上ガス液化プラント建設地（北部準州のダーウィン近郊）のそれぞれを対象に、オーストラリア連邦政府と北部準州政府が作成したガイドラインに沿って、数年にわたる環境影響調査を行い、その結果を環境影響評価報告書である EIS（Environmental Impact Statement）として取りまとめ、その報告書を 2010 年 4 月に両政府に対して提出している。一般公開（パブリックレビュー）を 2010 年 7 月～9 月に実施し、ダーウィンを中心とした様々なステークホルダー（利害関係者）から寄せられた意見を踏まえて EIS を再度提出し、2011 年 6 月までにオーストラリア連邦政府と北部準州政府から、EIS に基づきイクシス LNG プロジェクトの実施に対する承認（環境許認可）を得ている。図 3.1.5 に EIS 提出から環境承認までのフロー図を示す。



図 3.1.5 EIS 提出から環境承認までのフロー図

(出典：(株)INPEX 提供)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

イクシス LNG プロジェクトにおける環境への取り組みとして、EIS 以外では以下のことを実施している。

- ・ 環境および安全に対して最高レベルの配慮
- ・ 開発作業による周辺環境への影響の低減（水中発破→浚渫船での岩盤掘削、ダーウィン湾での建設時間を短縮、等）
- ・ 沖合／陸上施設におけるエネルギー効率最適化、フレア量の削減等による温室効果ガス排出量削減努力
- ・ 陸上施設、海上施設周辺の環境モニタリング
- ・ 排出した温室効果ガスのオフセット手段として植林、地下貯留、排出権取得等を検討中
- ・ 植林に関しては、そのノウハウ蓄積、リスク分析のためにオーストラリア南西部にて 645ha のアセスメントプロジェクトを実施中



(a)ダーウィン湾のサンゴ調査 (b) オーストラリア南西部での試験植林

図 3.1.6 環境への取り組み

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

3.1.6 開発スケジュール

イクシス LNG プロジェクトの開発スケジュールは表 3.1.4 に示されたとおりである。2018 年のコンデンセート・液化天然ガス（LNG）・液化石油ガス（LPG）の生産開始以降、順調に生産を継続している。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.1.7 プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連

イクシス LNG プロジェクトは、オーストラリア北部海域で展開されている大規模プロジェクトであるため、オペレーターとして全体の総合管理、ステークホルダー管理、コミュニケーション管理に重点を置いてプロジェクトを進めている。これらの重要管理の要素については、第Ⅱ部の 2.6「プロジェクトマネジメントの要素」に記載している 10 要素の一部であり、その他の要素としてスコープ、スケジュール、コストのコア 3 要素や資源、品質、リスク、調達といった補助的要素についてもイクシス LNG プロジェクトの遂行においてマネジメントが計画とおり適切に実施されているかの監視・確認が行われている。

また、オーストラリアは環境に厳しい国であるため、環境への十分な配慮が行われている。さらに、海底生産システム、沖合生産設備、陸上 LNG プラントでは高温・高圧・極低温などの各種流体を取り扱うため、安全に十分な配慮を行っている。

開発作業を遂行していくうえでの重点要素に関するプロジェクトマネジメントとの関連は以下のとおりである。

(1) 全体の総合管理

株式会社 INPEX はイクシス LNG プロジェクトの操業主体として、プロジェクトを機能的に遂行するための組織を形成し、統一した「プロジェクトマネジメント」の評価・管理手法を取り入れている。第Ⅱ部の 4 章「プロジェクトの立上げ」、5 章「プロジェクト計画」、6 章「プロジェクトの実行と監視」、7 章「プロジェクトの終結」に記載しているすべての段階において、操業主体としてプロジェクト全体の総合管理を行っている。

(2) ステークホルダー管理

株式会社 INPEX では、ステークホルダー（利害関係者）との関わりとして、主なステークホルダーとの双方向のコミュニケーションの機会を実施している（表 3.1.）。

表 3.1.7 ステークホルダーとの関わり

プロジェクトパートナー 公正かつ公平な態度でコンプライアンスを重視したプロジェクト運営を通じて、持続可能な社会の構築を共に目指す。	地域社会 丁寧な対話を通じ、良き企業市民として地域社会との共生を図ることを目指す。
コントラクター 日常の定期的なコミュニケーションを徹底し、安全・環境に最大限配慮した建設・操業に努める。	NGO 環境・人権・社会貢献など幅広い分野でネットワークを築き、社会・環境問題の解決に向けたパートナーシップの構築を目指す。
お客さま	従業員

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

お客様の成長・発展に貢献すべく、安定的かつ効率的なエネルギー供給を実践する。	グローバル企業としての様々な業務経験や多様性に富む人材交流を通じて、世界で活躍できる人材への成長の機会を提供する。
株主・投資家 透明性の高い情報開示に努めるとともに、エネルギーの安定供給を確保することで、株主・投資家の期待に応え、企業価値の向上を目指す。	産油・産ガス国 長期にわたる相互信頼関係を構築し、日本と産油・産ガス国との懸け橋となり、相互発展に貢献する。

(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

このステークホルダー管理については、第Ⅱ部の 4.3 「ステークホルダー分析」にプロジェクト立上げの段階において「プロジェクトに対して影響を与える人、あるいはプロジェクトから影響を受ける人」を特定し、「権力」と「関与度」で評価する手法などを紹介している。また、第Ⅱ部の 5.13 「ステークホルダーマネジメント計画」にプロジェクトを計画する段階において、「権力」と「関与度」の評価結果に基づく対応策構築について紹介している。

(3) コミュニケーション管理（地域との共生）

プロジェクトを遂行するうえで、チーム内外において様々な考え方をを持ったステークホルダーとのコミュニケーションが発生することから、会議の仕組み、連絡体制と連絡方法などを取り決めたコミュニケーション計画とその管理が求められる。また、事業活動を行う地域社会との信頼関係構築を重視し、信頼関係を構築するうえでは、事業を通じて地域社会の発展に貢献できるよう、ステークホルダーとのコミュニケーション（対話）が重要となっている。株式会社 INPEX では地域社会と操業会社双方にとって価値を創造する CSV（Creating Shared Value）の考えの下、地元のニーズに即した形で現地雇用の創出や能力開発、教育支援、環境保全など、地域社会が抱える社会課題の解決に向けた取組を実施している。

イクシス LNG プロジェクトでは、地域との共生として、以下のことに取り組んでいる。

① 環境負荷低減の取り組み

- ・ オーストラリア連邦政府および北部準州政府よりイクシス LNG プロジェクトの実施に対する承認（環境許認可）を 2011 年に取得
- ・ 開発作業による周辺環境への影響の低減や、排出した温室効果ガスのオフセット手段として、植林プロジェクトを継続的に実施
- ・ サバンナ火災管理プロジェクトの実施を検討

② 操業地域社会への支援活動

- ・ 操業地域社会とのコミュニケーションや先住民の方々との相互理解に努める

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

とともに、地元企業の活用や現地雇用に寄与

- ・「地元企業採用計画」や「先住民ビジネス戦略」を策定
- ・オーストラリアの先住民企業へ入札参加の機会を提供し、プロジェクトのサプライチェーンに取り込む努力

③ 人材育成

- ・チャールズ・ダーウィン大学の「オーストラリア北部石油・天然ガス研究センター」の設立のために出資
- ・石油・天然ガス関連の教育・職業訓練プログラムを提供するほか、研究施設を整備
- ・北部準州において成長するエネルギー産業を担う人材の育成に寄与

このコミュニケーション管理については、第Ⅱ部の 5.10「コミュニケーション計画」にプロジェクト計画段階においてプロジェクト内外で会議の仕組み、連絡体制と連絡方法などを取り決めたコミュニケーション計画書の作成について記載している。また、第Ⅱ部の 6.7「コミュニケーション管理」にプロジェクト実行段階において、プロジェクトチームの形成・育成を目的としたチームビルディングやコンフリクトマネジメント、プロジェクトメンバーのモチベーションを高めチーム力向上を目的とした「動機づけ理論」について紹介している。

3.2 カンゲアンプロジェクト

3.2.1 プロジェクトの概要

カンゲアンプロジェクトはインドネシア共和国の東ジャワ州東部沖合約150kmに位置し、鉱区面積は約4,500km²の油ガス田開発プロジェクトである。カンゲアン鉱区は、に示すように、メイン鉱区と4つの飛び地に分かれており、パゲルンガンガス田、スパンジャン油田、パゲルンガンウタラ油田、TSBガス田の開発生産が行われている。なお、スパンジャンとパゲルンガンウタラの2つの油田は小規模であったため、各々2～4年間で生産を休止している。

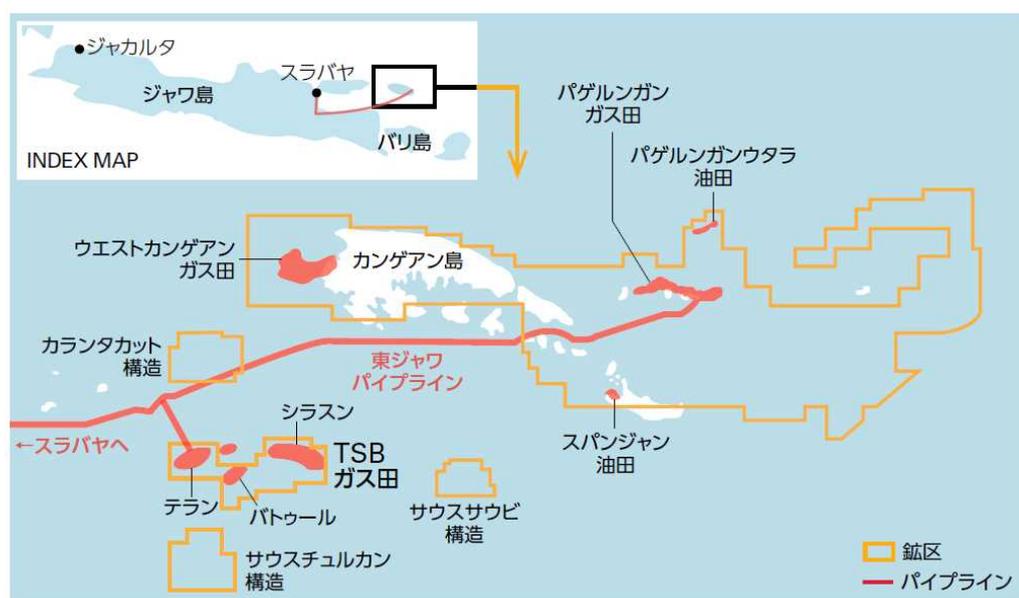


図 3.2.1 カンゲアン鉱区位置図

(出典：JAPEX 提供)

カンゲアン鉱区の主な油・ガス田の概要は以下のとおりである。

(1) パゲルンガンガス田

パゲルンガンガス田は1985年に発見されたガス田で、1994年に陸上での生産を開始し、1996年に洋上に掘削した生産井からの生産が開始されている。ガスは東ジャワパイプラインで、ジャワ島のスラバヤへ輸送されている。ガス生産のピークは、1998～2001年に3.5～4.5億ft³/日のガスを生産し、現時点ではガス生産量がピーク時から減退したものの、パゲルンガンガス田は依然として東ジャワ州の重要なガス生産基地である。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

(2) パゲルンガンウタラ油田

パゲルンガンウタラ油田は、バリ島の北 160km の海上に位置する水深 90m にある油田で、2011 年 1 月に 6,000 バレル/日で生産を開始した。

生産された原油は、図 3.2.2 に示す FPSO において処理・出荷されていたが、生産量の減退に伴い、現在は生産中止となっている。



図 3.2.2 パゲルンガンウタラ油田の FPSO
(出典：JAPEX 提供)

(3) TSB ガス田

TSB ガス田は、バリ島の北 90km の海域に位置する水深 90m にあるガス田で、テラン(Terang)・シラスン(Sirasun)・バトゥール(Batur)の 3 ガス田で構成される。2010 年 1 月にテランガス田の開発に着手し、2012 年 5 月に生産開始、水平坑の生産井 5 坑から平均 2 億 3000 万 ft³/日 (原油換算で約 42,000 バレル/日) の天然ガスを生産した。図 3.2.3 に海底生産システムと洋上生産施設である FPU (Floating Production Unit) を示す。

天然ガスは海底生産施設を経て FPU で処理後、東ジャワパイプラインを經由し、東ジャワ州スラバヤ近郊の電力会社や肥料工場へ販売している。

テランガス田の減退後、同 FPU を利用してシラスンとバトゥールの 2 ガス田からの生産が 2019 年 3 月開始され、現在も生産中である。

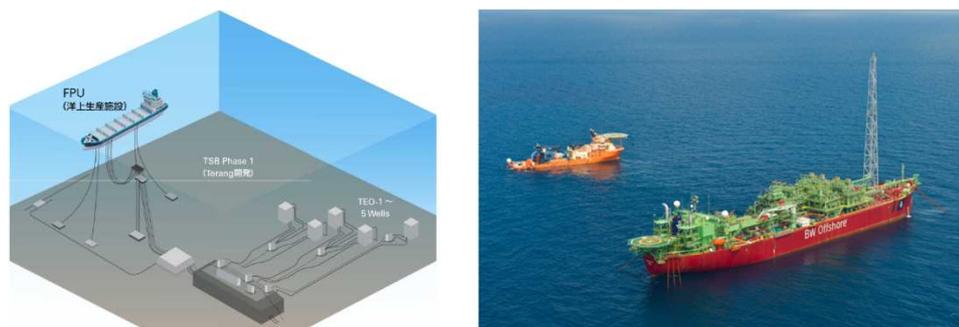


図 3.2.3 TSB ガス田海底生産システムと FPU
(出典：JAPEX 提供)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

(4) その他

ウエストカンゲアンガス田では開発の評価作業を進めている。

3.2.2 開発の歴史

カンゲアン鉱区プロジェクトの開発の歴史は、に示すとおりである。

表 3.2.1 カンゲアン鉱区プロジェクトの開発の歴史

年月	内容
1980年	前オペレーターの ARCO 社が鉱区取得
1980年	テランガス田発見
1985年	パゲルンガンガス田を発見
1994年	パゲルンガンガス田で生産開始
2007年4月	石油資源開発(株)と三菱商事(株)が資本参加
2011年1月	パゲルンガンウタラ油田で生産開始
2012年5月	テランガス田で生産開始
2019年3月	シラスン・バトゥールガス田生産開始
2019年5月	三菱商事(株)が撤退

(出典：JAPEX 提供)

3.2.3 プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連

カンゲアンの TSB ガス田は、インドネシア東部海域で生産が行われているプロジェクトであり、FPU をリースして生産が行われている。この種のリース契約では特に調達面で十分な検討が必要とされるので、リース条件等を明確にして対応されるのが一般的である。

インドネシア・カンゲアンプロジェクトでは、ガス田の開発および生産を担うオペレーターである Kangean Energy Indonesia Ltd. (略称：KEI) を通じ、地域社会との良好な関係構築のため、ガス田のあるパゲルンガン島やその周辺海域の島民に対し、さまざまな形で地域貢献に取り組んでいる。

具体的には、発電機の設置や電気供給施設の整備を行ったほか、給水塔や道路の建設、モスク改修などのインフラ整備、島民の住宅改修、学生・教師への教育・奨学金支援、スポーツ用品の支給、幼児への栄養補助食品の供給などの貢献活動を実施している。教育・健康・経済・環境・インフラの各方面からの支援を継続することで、地域コミュニティとのよりよい関係を築いている。

これら地域社会との良好な関係を構築していくことについては、第Ⅱ部の 5.13 「ステークホルダーマネジメント計画」に、ステークホルダーを特定していく手法やその評価について紹介している。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.3

3.3 磐城沖ガス田

ここでは、磐城沖ガス田の概要を示した後に、ガス田の開発、プラットフォームの撤去工事および撤去工事でのプロジェクトマネジメントとの関連について紹介する。

3.3.1 磐城沖ガス田の概要

磐城沖ガス田は、1971年に締結された帝国石油株式会社（現 株式会社 INPEX）と Esso Exploration Inc.の共同事業契約に基づき、1981年に開発が始まったガス田である。

帝国石油株式会社は全額出資の磐城沖石油開発株式会社を設立し、事業に係る権利、義務を同社に譲渡し、権益比率は磐城沖石油開発株式会社 50%、エッソ石油開発株式会社 35%、東日本石油開発株式会社 15%で、事業が進められた。

ガス田は図 3.3.1 に示すように、福島県檜葉町の沖合約 40km、水深 154m に位置した海洋天然ガス田で、1983年 5月～12月に海上プラットフォームを建設し、1984年 7月に生産が開始された。

構造は鋼製ジャケット式（8本脚、スカートパイル 16本）で、総重量は約 33,500 トン（トップサイド重量：5,500 トン、ジャケット重量：15,500 トン、パイル重量：12,500 トン）であった。操業は磐城沖石油開発株式会社が担当し、洋上施設はプラットフォーム 1基で、生産されたガスは海底パイプライン（外径 324mm×長さ 41km）で檜葉町の陸上生産基地のガス処理プラントに送られる。処理された天然ガスは全量を東京電力広野火力発電所に販売された。

しかし、ガス田の枯渇により 2007年 7月をもって 23年間に及ぶ生産操業を終了し、この間に生産された天然ガスは累計約 56 億 m³、コンデンセート（ガス田から液体分として採取される原油の一種）は累計約 7.1 万 kl に及んでいた。

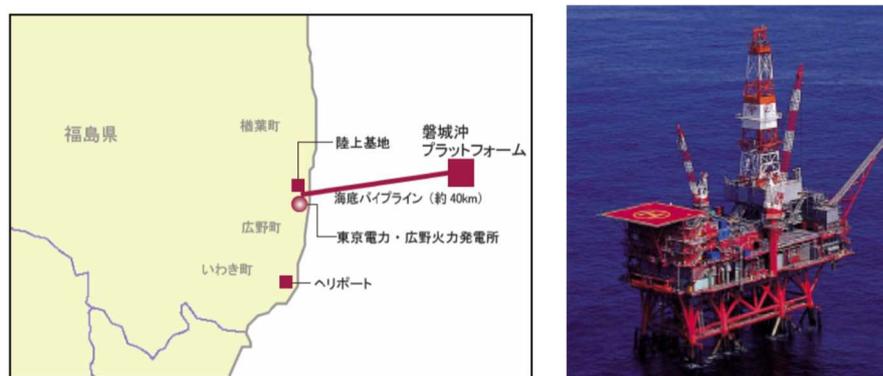


図 3.3.1 磐城沖ガス田プラットフォームの位置図と写真
(出典：(株)INPEX ウェブサイト)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.3.2 磐城沖ガス田の開発

(1) 海洋プラットフォーム

① 設計条件

プラットフォームの設計にあたり、波・風・地震等による影響を過去のこの海域での基礎データに基づき、設計条件として以下の条件を使用した。プラットフォームは、操業レベル地震（OLE：Operation Level Earthquake）に対しては操業に支障をきたす様な変形が起こらないように、また安全レベル地震（SLE：Safe Level Earthquake）に対しては人命および環境に影響与えないように設計された。

- ・波高 : 20m
- ・波周期 : 12sec :
- ・瞬間最大風速 : 62 m/sec
- ・地震 : 260gal(OLE)、400 gal (SLE)

② 構造と規模

プラットフォームはパイル、ジャケット、モジュールサポートフレーム、上載施設（掘削設備・生産設備・居住設備）で構成され、プラットフォーム全体図は図 3.3.2 に示すように、東京タワーと同程度の高さであった。

a) パイル

ジャケットの主脚 8 本を通して外径 1,829mm のメインパイル 8 本を約 96m 打込み、さらにスカートパイルスリーブを通して外径 2,134mm のスカートパイル 16 本を約 107m 打込んで、ジャケットが海底地盤に固定された。

b) ジャケット

8 本脚全溶接トラス・ラーメン鋼構造で、その上にモジュールサポートフレームを溶接で固定し、さらにその上にジュール化した上載施設（掘削設備・生産設備・居住設備）が搭載された。

c) プラットフォームの主要規模

プラットフォームの主要規模は表 3.3.1 に示すとおりである。

表 3.3.1 プラットフォームの主要規模

名称	規模	名称	規模
海底部	約 59m×78m	プラットフォーム	総重量 約 32,850 トン
デッキ面	約 31m×68m	パイル(24本)	10,850 トン
ジャケット主脚	外径 約 2m	ジャケット	14,000 トン
		モジュールサポートフレーム	1,050 トン
		生産・ユーティリティモジュール(6個)	2,780 トン
		居住棟・ヘリパッド	700 トン
		掘削装置	3,470 トン

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

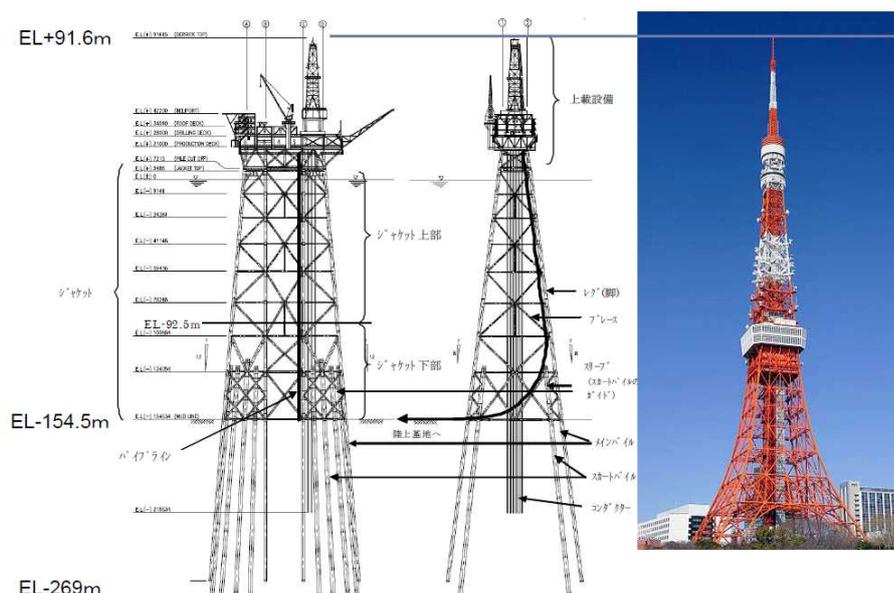


図 3.3.2 磐城沖ガス田のプラットフォームと東京タワー
(出典：エンジニアリング協会平成 26 年度 L2PM 実務習得コース
事例研究 I 磐城沖プラットフォーム撤去工事)

③ 設置工事

ジャケットとモジュールの輸送および設置工事は、オランダの Heerema Marine Contractors 社が行った。工事にはデリックバージ「Thor」号（総トン 27,000 トン、クレーンの吊り能力 2,000 トン）、進水台船「H-109」（長さ 183m、幅 47m、排水量 71,800 トン）を使用した。

北九州市若松の新日本製鐵株式会社（現 日鉄エンジニアリング株式会社）ヤードで製作した巨大なジャケットは、スキッドベース上を滑らせて進水船上に積込み、1983 年 5 月に太平洋岸を曳航して磐城沖現場に運んだ。これには 13,000HP と 12,000HP の 2 隻のタグボートを使用し、約 1,600km を約 6 日で曳航した。

進水台船が現場に到着後、ジャケットの固定を取り外し、台船は進水位置に誘導後、台船のバラスト調整を行い、ジャケットを自重で滑らせ進水した。水面に浮んだジャケットは、立起こし作業を行うべく、設置場所に待機しているデリックバージ（非動力の起重機船）に向かって曳航された。

立起こし作業はジャケットの主脚（8 本）、スカートバイルスリーブ（ジャケット下部にある）および浮力タンクに注水して行い、着底はジャケットの位置と方向を調整しながら行われた。

着底後、まず 8 本のメインパイルがジャケット主脚を通してスチームハンマーで約 96m 打込み、溶接でジャケットに固定された。その後、スカートパイルスリーブを通して 16 本のスカートパイルを水中ハンマーで、途中パイルを中継溶接す

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

ることなく連続的に約 107m まで打込み、スリーブ内に残したスカートパイプとスリーブの環状部がグラウトされ、ジャケットが固定された。

ジャケットが海底に固定された後、2,000 トンクレーンを用いて、ジャケット上にモジュールサポートフレーム・生産モジュール・居住棟・掘削モジュール・掘削檣等を順次搭載し、内装と機器のコミッショニングを行って、1984年2月にプラットフォームの設置作業を完了した。設置工事は台風の多い年に当たり、幾多の天候待機を含め輸送から完成までに約 10ヶ月を要した。

④ 腐食および保守管理

防食方法は、海面下では犠牲陽極法、飛末帯では重防食塗覆装がそれぞれ講じられた。保守管理の一環として、ジャケットに地震応力計を取り付け、これにより得られる地震データを解析して、構造各部の地震による荷重を計算できるように対応がなされた。

(2) 海底パイプライン

① 仕様

プラットフォームと陸上施設を繋ぐ海底パイプラインは、外径 324mm 肉厚 12.7mm のパイプを用い、パイプライン長は 41km であった。パイプには電気防食法と外面ポリエチレンコーティングの併用で防食対策を行い、浅海部（10km）にはコンクリートコーティングを施された。

② 敷設工事

パイプライン敷設工事は新日本製鐵株式会社のパイプ敷設船「第 2 くらしお」号を用いて行われた。パイプライン敷設工事は、ライザーパイプの設置・深海部の敷設・浅海部の敷設・海岸線の横断工事の 4 つに大別される。

a) ライザーパイプの設置

プラットフォーム上から J チューブを通して伸びているプリングワイヤーとパイプを敷設船上で継ぎ、船上からパイプを溶接しながら繰り出し、プラットフォーム上からワイヤーを引張り、パイプ端が J チューブ入口まで引っ張られたとき、入口付近の状況をダイパーチェックし、その後パイプが J チューブに通されプラットフォーム上に引揚げられた。

b) 深海部の敷設

チューブ内にパイプを設置後、敷設船によりパイプラインを海岸へ向けて敷設された。速度は 1 日約 2km で、船上で溶接接合、X 線検査、接合部塗覆装が行われた。この部分はパイプラインと底曳漁具の接触による相互の損傷を防ぐため、パイプは鋤型溝掘機により海底の V 字形溝内に埋設して設置された。これはパイプを海底に敷設後、パイプの下を丁度畠地を鋤ですくように V 字溝を

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

掘削し、パイプを溝内に落としていく方法であった。溝掘削機の牽引とコントロールは敷設船で行われた。

c) 浅海部の敷設

浅海部は海底地質が硬質で上記鋤型溝掘機の使用に適さなかったため、この部分のパイプは、グラブ船を用いてパイプ敷設前に海底に溝を掘削して、海底の溝内に埋設された。

d) 海岸線の横断工事

海底パイプラインの海岸横断部分は絶壁になっていたり、砂浜部分ではテトラポットが置いてあったりして、通常のパイプライン海岸線横断工法が難しく、また、沿岸は良い漁場でもあり、周辺海域への影響を最小限に押さえるとともに、工事期間の短縮を目的として、海岸線の横断には孤状錐進工法が採用された。これは、陸上に設置した掘削設備から離岸距離 600m 地点までのトータル距離 750m を傾斜・水平掘削し、海底部に出た掘削孔の先端から、海上の敷設船で溶接接合した 1,200m の長尺パイプを陸上の始点まで、掘削しながらドリルパイプで引込む工法であった。

引込んだパイプラインの海側の端とプラットフォームから伸びてきているパイプラインの端は、敷設船に引揚げて、溶接接合された後、再び海底溝内に戻して設置された。

パイプライン敷設工事は荒天候による待機があり完了までに5ヶ月を要した。

(3) 生産処理システム

生産処理システムは図 3.3.3 に示すように、プラットフォームと陸上生産基地に別れている。生産流体は以下に示すフローで処理・輸送・販売が行われた。

坑井より産出する流体（ガスと少量のコンデンセートと水）は、プロダクションセパレーターに入り、ガス、コンデンセートおよび水に分離される。ガスはグライコールドデハイドレーターで脱湿され、コンデンセートは hidrocarbon コアレッサーで微量の水分が除去される。このようにして処理されたガスとコンデンセートは、海底パイプライン入口のところで合流・混合し、一本のパイプラインで陸上へ輸送された。

陸上生産基地に2相流で送られてきたガスとコンデンセートは、パイプラインターミナルセパレーションバンク（スラグキャッチャー）に入り、ガスとコンデンセートに再分離され、分離されたガスは、高圧ロックアウトドラムに入り、ガス中に含まれる少量のコンデンセートを分離して、計量後、隣接する東京電力広野火力発電所に販売された。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

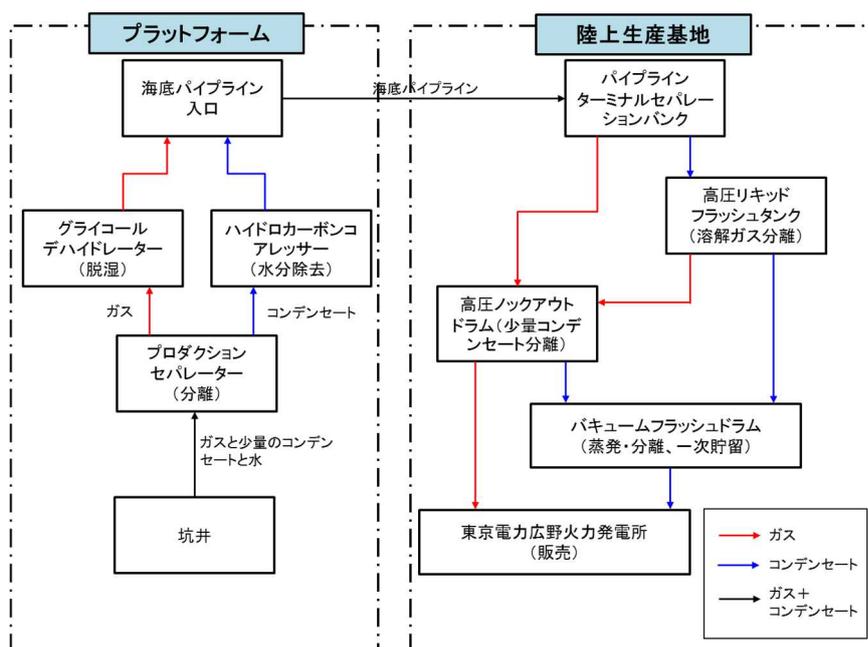


図 3.3.3 生産処理システムのフロー

セパレーションバンクより出るコンデンセートは、高圧リキッドフラッシュタンクに入り溶解ガスを分離し、溶解ガスはガス系に合流され、先の高圧ガスノックアウトドラムに入る。高圧リキッドフラッシュドラムと高圧ガスノックアウトドラムより出るコンデンセートは、バキュームフラッシュドラムに入り、さらに溶解ガスを蒸発・分離させ安定した状態でタンクに一時貯蔵後、計量してガスと同じく東京電力広野火力発電所に販売された。バキュームフラッシュドラムより出る低圧溶解ガスは、ベーパーコンプレッサーでプラント運転圧力まで昇圧され高圧ガス系に戻された。

プロダクションセパレーター、テストセパレーターおよびハイドロカーボンアレクサーより出る水は、ウォータースキマーに入り、ここで微量の油分を排出規準値以下まで除去してケーソンセパレーター(海中に降下されている大口径パイプ)に送られた。ケーソンセパレーターの下の口は海中で開いており、坑水はこれより海に放流した。ケーソン内に万一油が流入しても、その油はポンプで回収し、プレッシャードレーンサンプ経由で再び処理系に送られた。

(4) プラットフォーム生産施設

生産・ユーティリティ施設は、プロダクションデッキ上に設置されている 6 個のモジュールとその上の居住棟およびベントブームで構成された。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

① 生産・ユーティリティ施設

生産・ユーティリティ施設の仕様は以下のとおりである。

表 3.3.2 生産・ユーティリティ施設

名称	仕様
坑口装置・マニフォールド	24 坑分設置可能、最大使用圧力 350 kg/cm ² 、トータルフローボリューム計量装置・コロージョンインヒビター・メタノール圧入装置を装備、緊急遮断バルブが坑内海底下 50m 以深に 1 個と坑口に 2 個を装備
テストセパレーター	試ガスおよび坑井単独計量に仕様
3 相プロダクションセパレーター	2 系列、1.07 M Nm ³ /日-系列、最大使用圧力 152 kg/cm ²
グライコール脱湿装置	2 系列、1.07 M Nm ³ /日-系列、最大使用圧力 152 kg/cm ² 、グライコールコンタクター、グライコール/ガス熱交換器、グライコール再生装置より構成
ハイドロカーボンコンプレッサー	110 kl/日、最大使用圧力 152 kg/cm ²
ウォータースキマー	400 kl/日
ドレーンシステム	プロセス容器内のパージまたは洗浄等により排出される油と水は、高圧または低圧用ドレーンサンブに集められ、上記のハイドロカーボンコアレッサーまたはウォータースキマーへ送られて、前述の水処理システムにより処理。作業場に溜る雨水等は、デッキドレーンヘッダーに集められてケーソンセパレーターへ輸送
ベントシステム	高圧システム(2.14M Nm ³ /日)、低圧システム(2,680 Nm ³ /日)、ガスはベントスクラバーで液体を除去してベントブーム先端から放散
主発電装置	2 基、デュアルフューエルタービンエンジン、800 kW/基、1 基稼動、1 基予備、排熱はグライコール再生装置のホットオイルシステムの熱源に利用
非常用発電装置	ディーゼルエンジン駆動、450 kW
飲料水製造装置	2 基、蒸留式、1.1 kl/日-基
エアーコンプレッサー	計装用およびエンジン始動用、各 2 基

(出典：渡辺厚：磐城沖ガス田の開発について、石油技術協会誌, Vol. 50, No. 2, 1985 より)

② 緊急遮断開放施設

コントロールルームに装置の監視・制御パネルがあり、装置に異常が発生すると警報が発せられて、作業者は必要な操作を行い、装置は正常に戻されるが、さらに異常が進行した場合には、自動的に緊急遮断バルブが閉止するようになっている。また、火災や異常低圧等の場合には、ブローダウンバルブが開放され、装置内のガスはベントブームから放散されるようにしている。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

③ 消火施設

早期検知をすることにより小規模の火災に止め、大きな火災にならないようなシステムとし、設備は表 3.3.3 のものとなっている。

表 3.3.3 消火施設

名称	仕様
コントロールおよびアラーム	コントロールルームにマスターアラームパネルがあり、ここでプラットフォーム全域の火災およびガス検知をモニターし、必要なアラームを鳴らす。
検知システム	プラットフォーム全域にフュージブルプラグおよび温度上昇・炎・煙・ガスの検知器が設けられている。検知システムの主機能はアラームを出すことであるが、ハロンシステムについては、検知器は自動的にシステムを作動させ、また、フュージブルプラグについては自動的にウォータースプレイを作動させる。
消火水システム	ディーゼルエンジン駆動消火ポンプ 2 台、配管、ウォータースプレイシステム、フォームユニット、放水銃、消火栓からなる。消火ポンプは配管の圧力が下ると自動的に始動する。
ハロンシステム	発電機室やコントロールルーム等電気設備が主として置かれている区域に設けられ、煙・熱・炎・ガスを検知して自動的に作動する。
ポータブル消火器	室内外に備えてあり、ドライケミカルと炭酸ガスの種類がある。

(出典：渡辺厚：磐城沖ガス田の開発について、石油技術協会誌, Vol. 50, No. 2, 1985 より)

④ その他の施設

その他の施設は、居住棟(74 ベッド)、ヘリパッド、クレーン(60 トン)、救命施設(救命艇 2 隻、救命いかだ等)、船舶航行安全施設、通信施設で構成されている。

(5) 陸上施設

陸上生産基地は、パイプライン終点の海岸山林地約 30,000 m² を造成して建設された。パイプラインで輸送されてきた生産物（ガスとコンデンセート）は、パイプラインターミナルセパレーションバンクに入り、ガスとコンデンセートに分離後、12.3kg/cm²a のプラント運転圧力まで減圧され、それぞれの処理系統に入る。主要機器・装置は表 3.3.4 のとおりである。



出典：(株)INPEX 提供

図 3.3.4 磐城沖ガス田の陸上基地

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

表 3.3.4 陸上施設の主要機器・装置

名 称	仕 様
パイプラインターミナル セパレーションバンク	外径 900mm×長さ 40m×4 本×2 系列、 2.00M Nm ³ /日・2 系列、最大運転圧力 101kg/cm ²
高圧ガスノックアウトドラム	2.00M Nm ³ /日
高圧リキッドノックアウトドラム	86 l/min
バキュームフラッシュドラム	82 l/min、4,300 Nm ³ /日、 運転圧力 0.41~0.64 kg/cm ² a
ベーパーリサイクルコンプレッ サー	2 基、3 段圧縮、4,000 Nm ³ /日
コンデンセートタンク	500 kl 1 基
ベントスタック	2.00M Nm ³ /日
ガス、コンデンセート計量装置	各 2 系列
非常用発電装置	ディーゼルエンジン駆動、250 kW

(出典：渡辺厚：磐城沖ガス田の開発について、石油技術協会誌, Vol. 50, No. 2, 1985 より)

(6) 掘削施設と坑井

掘削施設は、プロダクションモジュール上のモジュール 8 (泥水ポンプ・泥水タンク・調泥剤倉庫)、モジュール 9 (掘削用発電装置・スイッチギアルーム) と掘削櫓等で構成されている。掘削施設の主要施設と坑井仕様は表 3.3.5 のとおりである。

表 3.3.5 掘削施設の主要施設と坑井仕様

名 称	仕 様
掘削櫓	耐震設計スタンダードタイプ、櫓高さ 45m、 面積 12m×12m
ドローワークス	ナショナル 110UE、モーターGE752R×2、 掘削能力 5,000m
発電機	4 基、GE カスタム 8,000×4、出力 814kW×4、 エンジンキャタピラ D399TA16 シリダー×4、 エンジン馬力 1,125HP×4
坑井用コンダクターロット	24 坑分
クレーン	60 トン 1 基、15 トン 1 基
掘削深度	2,500m~3,000m

(出典：渡辺厚：磐城沖ガス田の開発について、石油技術協会誌, Vol. 50, No. 2, 1985 より)

(7) 操業状況

海洋掘削生産施設は 1984 年 2 月に完成し、引き続き坑井掘削が始められた 7 月にはそれまでに掘られた 5 坑で生産を開始し、10 月には 10 坑目の掘削をしつつ、

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

平均 100 万 Nm³/日の生産を実施している。本ガス層は日本の「砂質」貯留岩としては比較的産出能力が高く、200 万 Nm³/日の生産が行われている。

3.3.3 プラットフォーム撤去工事

(1) 撤去工事の概要

本プラットフォームの撤去作業は、施主である磐城沖石油開発株式会社から新日鉄エンジニアリング株式会社（現 日鉄エンジニアリング株式会社）がコントラクターとして契約し、撤去作業の設計、施工、輸送、揚陸およびプロジェクト全体管理業務を担っている。

2004 年からプラットフォーム撤去の工法の検討に入り、クレーン船調達、事前工事、関係官庁との協議や調整を行い、撤去準備工事、撤去工事を実施して、2010 年 7 月に現地撤去工事を完了した。プラットフォーム撤去工事の工程を表 3.3.6 に示す。

表 3.3.6 プラットフォーム撤去工事の工程

作業項目	2004年 (平成16年)				2005年 (平成17年)				2006年 (平成18年)				2007年 (平成19年)				2008年 (平成20年)				2009年 (平成21年)				2010年 (平成22年)			
	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
生産操業																												
事前工事																												
撤去準備工事																												
撤去工事																												
官庁手続き																												
クレーン船調達																												
概念設計																												
基本設計																												
詳細設計																												

(出典：戸谷祐造，藤崎恭功：磐城沖プラットフォーム撤去の概要、石油技術協会誌，Vol. 77, No. 2, 2012.3)

(2) 撤去工事の体制

磐城沖ガス田プラットフォームの撤去工事体制を図 3.3.5 に示す。

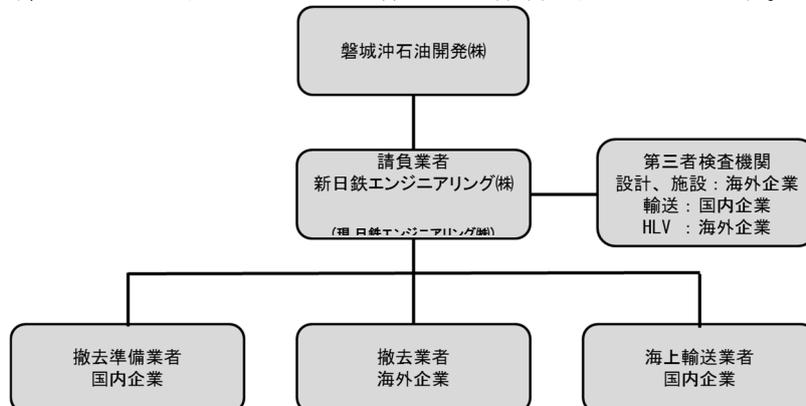


図 3.3.5 磐城沖ガス田プラットフォームの撤去工事実施体制

(出典：戸谷祐造，藤崎恭功：磐城沖プラットフォーム撤去の概要、石油技術協会誌，Vol. 77, No. 2, 2012.3)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

(3) 設計業務

撤去作業の設計業務は、表 3.3.6 に示すように、概念設計・基本設計・詳細設計の3ステップで実施された。

① 概念設計

数多くの撤去ケースについて、技術面／既存技術の適用性／社会的側面／環境影響および経済的な側面を考慮し、撤去コンセプトが検討された。

② 基本設計

工事の基礎的設計を行い、概算工事費用の算定／工事施工法の決定／詳細工事手順の決定／使用する資機材の調達などを実施する条件が検討された。

この段階ではクレーン船が未決定のため、吊り能力 2,000 トン超級のクレーン船を想定して検討された。

③ 詳細設計

実際の撤去作業を行うための手順／方法などを最終的に確立するために、基本設計にさまざまな側面から検討を加え、最終的な工事施工計画の要領が作成された。

なお、備船が決まったクレーン船の吊り能力とその対波浪応答性も考慮して検討された。

(4) クレーン船調達

クレーン船調達は、クレーン船の調査・入札交渉の2ステップで実施された。

① クレーン船の調査

2005年より、プラットフォーム撤去工事に使用する大型クレーン船（吊り能力2,000トン超級）の備船を目的とした調査を実施した。なお、当該海域の海象条件から工事期間が限定（5～8月）された。

東南アジア海域ではプラットフォーム撤去事例が極めて少ないため、プラットフォーム撤去の経験よりクレーン船による海洋工事の経験をより重視せざるを得ず、本撤去工事に適した能力と経験を有するクレーン船業者は数社しかなかった。

② クレーン船の入札交渉

クレーン船業者の決定は難航し、2009年と2010年の両年を工事対象とするように条件を変更して、3社に絞り込んだ。工事工程の検討から2010



出典：エンジニアリング協会平成26年度L2PM実務習得コース 事例研究I 磐城沖プラットフォーム撤去工事

図 3.3.6 クレーン船 (Sapura3000)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

年の工事として、磐城沖海域は波浪条件が厳しく、海上作業を行うには作業船の動揺特性が極めて重要との認識にあったので、各社のクレーン船の動揺特性を比較・評価し、最終的にマレーシアの SapuraAcergy Sdn. Bhd.社の大型クレーン船 Sapura3000 に決定した。この船は自動船位保持装置（DPS : Dynamic Positioning System）による位置保持ができ、2,700 トン吊能力の全旋回クレーン船であった（図 3.3.6）。

(5) 官庁手続き

プラットフォーム撤去工事の実施には、様々な法的要求事項があるため、以下に示す各関連省庁と多くの協議が行われた。

- ① 経済産業省（原子力安全・保安院、東北経済産業局）
 - ・プラットフォーム 撤去工法に関する事
 - ・鉱山施設の廃止などに関する事
 - ・操業停止以降の鉱業法上の鉱山の扱いに関する事、等
- ② 環境省（水・大気環境局）
 - ・撤去したジャケットの措置に関する事、等
- ③ 国土交通省（海事局、航空局、第二管区海上保安本部）
 - ・クレーン船の大型クレーンの航空障害灯および昼間障害標識に関する事
 - ・工事中の海上交通に関する事
 - ・工事中の重大事故に関する事
 - ・工事中の航路標識の扱いに関する事
 - ・工事中のヘリコプターのクレーン船への離発着に関する事
 - ・海上保安本部ヘリコプターによるクレーン船への緊急時出動依頼に関する事
 - ・工事終了後の測量に関する事、等
- ④ 厚生労働省（労働基準局、いわき労働基準監督署）
 - ・排他的経済水域（EEZ : Exclusive Economic Zone）における本作業に対する労働安全法および政府労災保険適用確認に関する事、等
- ⑤ その他
 - ・外国船籍の通関他入出手続き、外国人作業員のイミグレーションに関する事、等（小名浜港税関、福島入国管理局）
 - ・産業廃棄物輸送および処理申請に関する事、等（いわき市等）

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

(6) 事前工事

2007年7月の生産操業終了後、2008年8月までにプラットフォーム撤去工事に向けた以下の事前工事が実施された。

- ・生産井15坑の廃坑とコンダクター撤去
- ・生産設備洗浄（処理設備および配管類／タンク類）
- ・パイプライン管内の洗浄
- ・デリック上部の撤去（高さを60m以下に、航空障害等廃止）
- ・ガスコンプレッサー撤去
- ・海底パイプラインの切断想定部にラインプラグを設置
- ・風力発電機（21基）を設置、その運転状況とプラットフォームの状況を監視するシステムを設置
- ・居住区を閉鎖、無人プラットフォームへの立入を禁止して防護柵を設置

(7) 撤去準備工事

① 事前確認作業

撤去準備工事として、2009年4月～2010年3月までに、以下の事前調査、確認作業が実施された。

- ・現地状況調査
- ・ジャケット支柱（レグ）材の耐圧試験
- ・ジャケットレグ、杭内の残留ガス検知および置換作業
- ・ジャケット枝管（ブレース）材の充水検査
- ・プラットフォームクレーン整備および荷重試験
- ・アスベスト撤去

② 撤去準備作業

プラットフォーム自体に備わるクレーン設備を用いて、以下の撤去準備工事が行われた。洋上での作業効率を高めるために、作業員はプラットフォームの居住設備（LQ）に滞在して作業された。

大型クレーン船を用いた撤去工事を海象がよくなる2010年5月以降に行うように計画したことから、撤去準備作業を2009年12月半ばからの冬場の厳しい気象・海象時期で実施することとなったが、2010年3月末に無事に撤去準備作業が完了した。

- ・Life Lineの復旧作業（LQの再立上げ）
- ・モジュールの分離および仮固定作業
- ・撤去作業用冶具取付、吊金具復旧作業
- ・撤去作業用モジュール補強部材取付作業

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

・LQ等の閉止作業

(8) 撤去工事

プラットフォームの撤去工事には、7つのスラスタ（全回転スクリュー）によるDPSを有する大型クレーン船Sapura3000を使用して、以下の作業が実施された。撤去作業の概要図を図3.3.に、プラットフォーム撤去作業状況をに示す。

- ・ 上載構造物の吊上げ撤去（モジュール、MSF（Module Support Frame）等を16構造に分けて吊上げ）（①、②）
- ・ ジャケット部材の水中切断（水深92.5m位置で切断。下部は海底に残置、上部は横倒し状態で海底に残置）（③）
- ・ 杭の吊上げ撤去（④）
- ・ ケーソンセパレーターの吊上げ撤去（⑤）
- ・ 上部ジャケットの吊上げ、横移動、海底面上に仮置き（⑥）
- ・ 上部ジャケットの引き倒し（⑦）

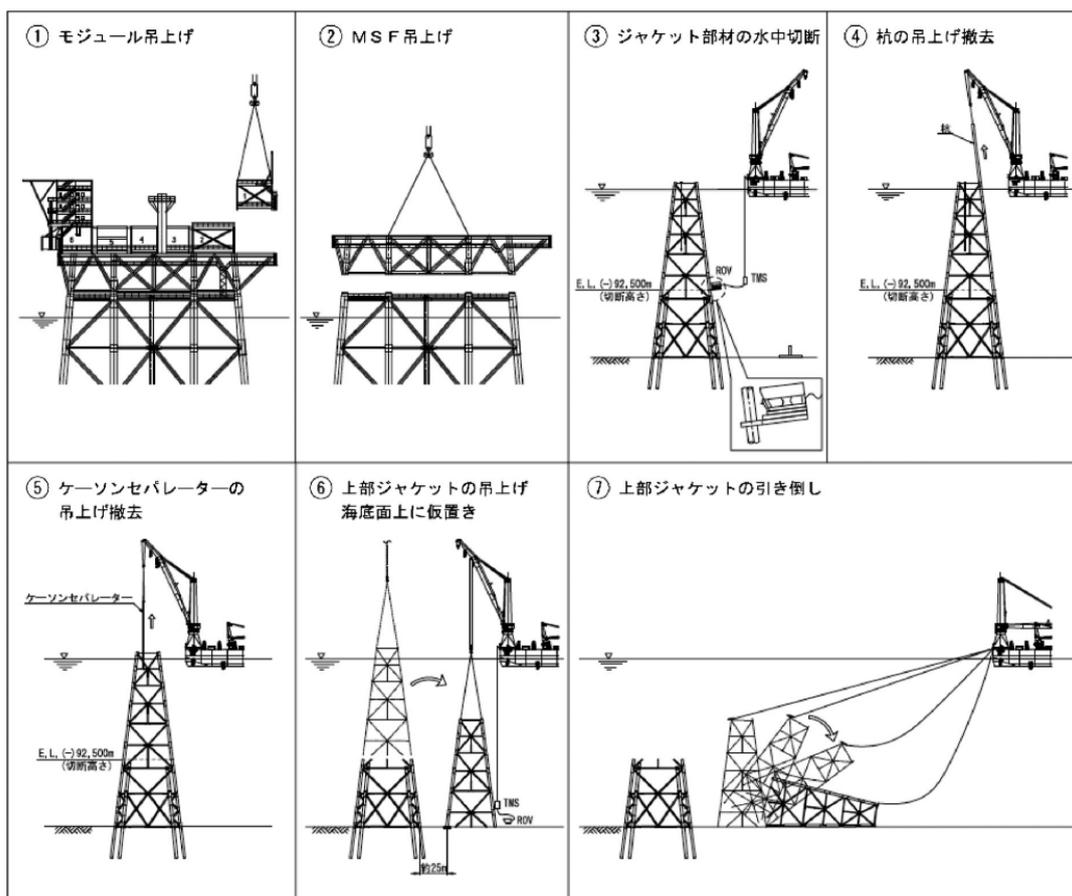


図 3.3.7 プラットフォーム撤去作業の概要図

(出典：戸谷祐造, 藤崎恭功：磐城沖プラットフォーム撤去の概要、石油技術協会誌, Vol. 77, No. 2, 2012.3)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例



(a) Sapura3000による撤去作業 (b)MSFの台船への積み込み (Module Support



Frame)



(c) DWC (気中切断試験) (Diamond Wire Cutter)

(d)AWJ (水槽での切断試験準備中) (Abrasive Water Jet)



(e) DWC気中載荷切断試験

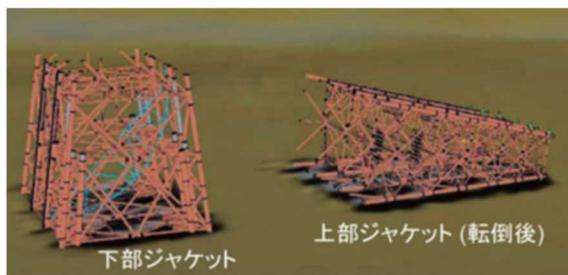


(f)ROV (Remotely Operated Vehicle) によるDWC切断装置のジャケット部座右への海中取付

第3章 海洋開発プロジェクトの事例



(g)杭撤去作業



(h)海底面のジャケット横倒し残置 (イメージ図)

プラットフォーム撤去作業状況

(出典：藤原弘一, 眞田達朗, 九納淳司, 山内雅也, 大久保寛, 藤崎恭功：磐城沖プラットフォーム撤去工事における技術検討～大型鋼製プラットフォーム（大水深重量ジャケット）撤去工事～、新日鉄エンジニアリング技報、Vol. 2, 2011)

(9) 輸送・揚陸作業

現地にて Sapura3000 により撤去された上載構造物と杭は 5 隻の台船で陸上ヤードまで輸送され、そこで解体業者による解体・スクラップ処理のため、2,200 トン起重機船等で陸揚げされ、2010 年 7 月に全撤去工事が無事完了した。

3.3.4 プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連

磐城沖ガス田プラットフォーム撤去工事に関してのプロジェクトマネジメントとの関連では、プロジェクトを受けたコントラクターは撤去工事を専門の協力会社に発注することにおいて、以下のように、リスク面に重点を置いて撤去工事が実施されている。

(1) 全般

磐城沖ガス田は福島県の太平洋岸に設置されたプラットフォームで生産が行われたガス田であり、この海域は外洋の厳しい海象条件に対応しなければならないところである。そのため、設計や施工等には海象条件を十分考慮して、プロジェクトを遂行する必要があったが、経済産業省を中心に検討委員会を設置し、各方面から十分な検討を行ってから撤去工事を実施したため、概ね予定どおりの行程で作業を完了している。このように、スケジュール管理は重要であるとともに、コスト管理にも影響する。これらの管理は、第Ⅱ部の 6.2「スケジュール管理」、6.3「コスト管理」に紹介している。

(2) 契約的リスク

撤去工事の体制は、図 3.3.5 に示したように、事業主である磐城沖石油開発株式会社から新日鉄エンジニアリング株式会社(現 日鉄エンジニアリング株式会社)を元

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

請けのコントラクターとして契約が行われているが、契約費の大半が発注費であること、海外契約が主体であること、工程は天候や海象次第であること等を考慮して、Day Rate 契約と Lump Sum 契約の組合せで対応することで、契約的リスクの低減を図っている。

(3) 社会的リスク

鉱山保安・環境・労働衛生等の許認可取得、海洋投棄原則禁止のロンドン条約の遵守、漁連・漁協対応等の地元同意に関して、官民での議論、前広な交渉で対応することで、社会的リスクの低減を図っている。

(4) 技術的リスク

撤去工事場所が太平洋沖合（沖合約 40km）・大水深（水深 154m）・好漁場であることによる地理的リスク、太平洋沖合であることによる悪海気象・強海流による自然的リスク、日本最大のプラットフォームであり、部材健全性・変更有無の確認等の構造物リスク、クレーン船の稼働率・クレーン船の動揺特性・輸送台船の作業性等によるクレーン作業に対するリスク、切断方法・ROV 切断・外洋での吊りや積込等による特殊作業リスクに関しての技術的リスクについては、事前の技術検証を十分行うことによるリスクの低減を図っている。

リスク管理に関しては、第Ⅱ部の 5.8「リスクマネジメント計画」、6.5「課題管理・リスク管理・問題管理」に紹介している。

磐城沖ガス田プラットフォーム撤去工事では、プロジェクトマネジメントの各手法を活用するとともに、上記のように各リスクに対する対策を実施し、また、スケジュール管理も十分に行っていたため、計画工期内に無事故、無災害で工事を完工している。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.4 福島復興浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業の建設工事

3.4.1 プロジェクトの概要

福島復興浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業（以下、「本事業」という）は、福島復興を目指した経済産業省からの受託事業として、丸紅株式会社（プロジェクトインテグレーター）、東京大学（テクニカルアドバイザー）をはじめ11社からなるコンソーシアム（表3.4.1）が、2011年から2021年度まで実施した実証研究事業である。事業実施場所は、図3.4.1に示すように、福島県広野町沖約20kmの海域であった。

表 3.4.1 コンソーシアムメンバーと役割

コンソーシアムメンバー	主な役割
丸紅株式会社 【プロジェクトインテグレーター】	事前協議・許認可，維持管理，漁業との共存
国立大学法人東京大学 【テクニカルアドバイザー】	観測予測技術，航行安全性，国民との科学・技術対話
三菱商事株式会社	系統連系協議，環境影響評価
三菱重工業株式会社	V字型セミサブ浮体（7MW）
ジャパン マリンユナイテッド株式会社	アドバンストスパー浮体，浮体サブステーション
三井造船株式会社 (現 三井 E&S 造船(株)会社)	コンパクトセミサブ浮体（2MW）
新日鐵住金株式会社 (現 日本製鉄株式会社)	高性能鋼材の開発
株式会社日立製作所	洋上変電所の開発
古河電気工業株式会社	大容量ライザーケーブルの開発
清水建設株式会社	海域調査，施工技術
みずほ情報総研株式会社	浮体式洋上風力発電に関する情報基盤整備

(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

本事業は、2011～2013年の第1期と2014～2015年の第2期に分かれている。

第1期事業では「2MW風車+コンパクトセミサブ浮体」と「浮体式洋上サブステーション」を建造し、浮体式洋上サブステーションには、世界初となる浮体式の変電所と観測タワーが設置された。観測タワーの風向計・風速計と甲板上のライダーにより気象データを、ミドルハル上部（図3.4.3参照）に設置した海象計、流速計により海象データを、甲板上の加速度計、GPS、ジャイロセンサー（角速度センサー）で動揺データを計測していた。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

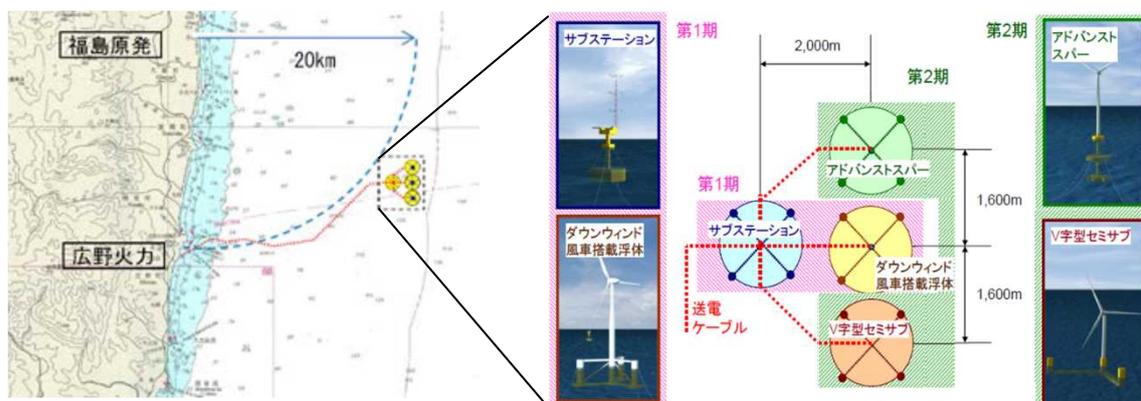


図 3.4.1 事業実施場所（福島沖）

(出典：日本海事協会 海洋再生可能エネルギーセミナー(2013.12.2))

第2期事業では「7MW 風車+V字型セミサブ浮体」と「5MW+アドバンストスパー浮体」を建造した。その施設概要を表 3.4.2 および図 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業の施設概要

	第1期		第2期	
施設の名称	浮体式洋上サブステーション、「ふくしま絆」	洋上風力発電設備、「ふくしま未来」	洋上風力発電設備、「ふくしま新風」	洋上風力発電設備、「ふくしま浜風」
事業時期	2013.11.11 運転	2013.11.11 運転	2015.12.26 運転	2017.5.12 運転
風力発電機メーカー	日立製作所(変電所)	日立製作所	三菱重工業	日立製作所
施設規模	容量 25MVA 電圧 66kV	2 MW (ダウンウインド型)	7 MW (油圧ドライブ型)	5 MW (ダウンウインド型)
定格出力×基数	—	2000 kW×1 基	7000 kW×1 基	5000 kW×1 基
ロータ径	—	80 m	167 m	126 m
ハブ高	—	65 m	105 m	86 m
水深	120 m	120 m	120 m	120 m
浮体形式	アドバンストスパー	コンパクトセミサブ	V字型セミサブ	アドバンストスパー
浮体メーカー	JMU	三井造船	三菱重工業	JMU
浮体高さ/喫水		32 m/	32 m/17m	48 m/33m
係留方式	4 条式カテナリー	6 条式カテナリー	8 条式カテナリー	6 条式カテナリー
離岸距離	18 km	20 km	20 km	20 km
備考	洋上変電所、 気象・海象観測 2021.8 撤去	2021.7 撤去	2020.9 撤去	2021.7 撤去

JMU：ジャパン マリンユナイテッド

第3章 海洋開発プロジェクトの事例



(a) 浮体式洋上サブステーション「ふくしま絆」 (b) 洋上風力発電設備「ふくしま未来」



(c) 洋上風力発電設備「ふくしま新風」 (d) 洋上風力発電設備「ふくしま浜風」

図 3.4.2 浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業の施設
(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

3.4.2 開発の歴史

浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業は、2011年に経済産業省からの受託事業として、表 3.4.1 に示す 11 社で始まり、表 3.4.3 に示すように、洋上サブステーション（変電所）と 3 基の浮体式洋上風力発電施設を設置し、実証試験が実施された。その後、2018 年度には「ふくしま新風」の実証試験の終了と撤去が決定され、2020 年度には残る 2 基の洋上風力発電設備と洋上サブステーションの撤去も決定され 2021 年度に終了した。

表 3.4.3 浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業の取組

年月	内容
2011 年	経済産業省の実証事業受託。
2013 年	海底ケーブル設置完了。
2013 年	洋上サブステーション設置完了。
2013 年	2MW 洋上風力発電設備設置完了、発電開始。
2015 年	7MW 洋上風力発電設備設置完了、発電開始。
2016 年	5MW 洋上風力発電設備設置完了、発電開始。
2021 年	事業終了

(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.4.3 工事概要

本事業の施工工事は、清水建設株式会社が全体取りまとめを担当し、風車を三菱重工業株式会社・株式会社日立製作所が、浮体を三菱重工業株式会社・ジャパン マリンユナイテッド株式会社・三井造船株式会社が、海底ケーブルを古河電気工業株式会社が担当して、設計・製作を実施した。

(1) 洋上サブステーション（ふくしま絆）（図 3.4.3）

洋上サブステーションの浮体（アドバンストスパー）は、ジャパン マリンユナイテッド株式会社（JMU）の横浜事業所磯子工場で製作し、横浜市南本牧ふ頭沖の仮係留場所に起重機船での吊曳航で移動し、その後 2013 年 7 月上旬に福島沖の実証研究実施海域（実証海域）まで曳船で 3 日間かけて曳航された。

福島沖の実証海域では、2013 年 6 月上旬から洋上サブステーションの係留アンカー・チェーンの設置、把駐力テストを行い、7 月上旬に設置が完了した。また、洋上サブステーションの浮体係留は 2013 年 8 月下旬に終了した。

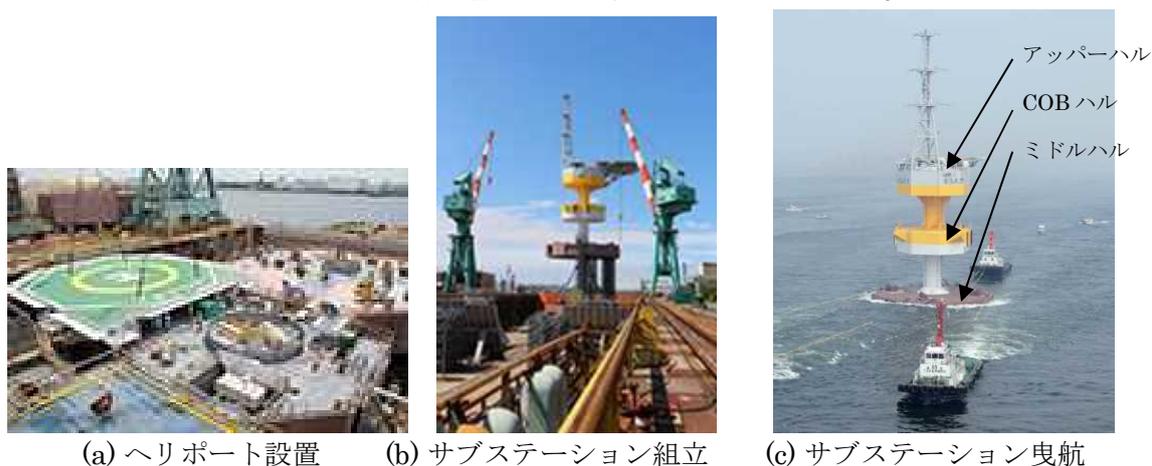


図 3.4.3 洋上サブステーションの施工状況
(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

(2) 2MW 洋上風力発電設備（ふくしま未来）（図 3.4.4）

2MW 洋上風力発電設備の浮体（コンパクトセミサブ）は、三井造船株式会社千葉事業所で製作し、2MW 風車（日立製作所製）を取り付けた状態で、市原港から小名浜港へ曳船で 2013 年 6 月末に 4 日間かけて曳航された。

小名浜港では、電気工事や電気系試験を実施し、8 月上旬に福島沖の実証海域まで曳船で曳航された。

福島沖の実証海域では、2013 年 5 月下旬から 7 月中旬まで 2MW 洋上風力発電設備の係留アンカー・チェーンの設置、把駐力テストを行った。その後に、ふくしま

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

未来を設置して11月14日に発電を開始した。



(a)浮体組立

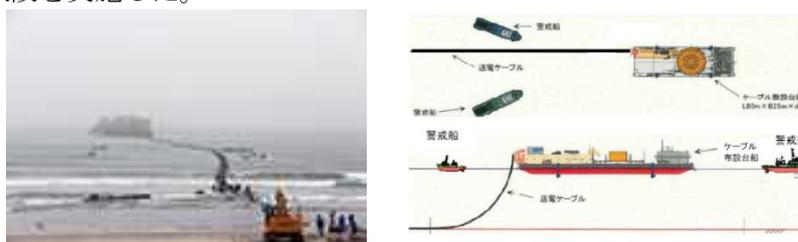
(b)風車組立

(c) 風力発電設備曳航

図 3.4.4 2MW 洋上風力発電設備の施工状況
(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

(3) 海底ケーブル (図 3.4.5)

陸上変電所のある福島県広野町の海岸にて、沖合のケーブル敷設船より海底ケーブルを海岸まで引き込み、その後、2013年6月上旬に実証海域に向けた海底ケーブルの敷設を実施した。



(a) 海岸まで引き込み

(b)ケーブル敷設状況図

図 3.4.5 海底ケーブルの施工状況
(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

(4) 7MW 洋上風力発電設備 (ふくしま新風) (図 3.4.6)

7MW 洋上風力発電設備の浮体 (V字型セミサブ) は、三菱重工業株式会社長崎造船所で製作し、浮体のみを長崎港から小名浜港へ曳船で2014年10月末に11日間かけて曳航された。

小名浜港では、7MW 風車搭載組立て用クレーンの搬入・組立てを2014年12月～2015年1月に行った後、風車 (三菱重工製) をV字型セミサブに取り付け、電気工事や電気系試験を実施し、2015年7月下旬に福島沖の実証海域まで曳船で2日間かけて曳航された。

福島沖の実証海域では、2014年6月中旬から7MW 洋上風力発電設備の係留アンカー・チェーンの設置、把駐力テストが7月下旬に完了した。

「ふくしま新風」は、2015年7月下旬から実証海域で係留作業を開始し、8月中旬に設置が完了した。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

「ふくしま新風」と「ふくしま絆」間の海底送電ケーブル（ライザーケーブル）の敷設・埋設作業は9月中旬に完了し、9月24日に受電し、12月26日に系統へ併入して発電を開始した。



図 3.4.6 7MW 洋上風力発電設備の施工状況
(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

(5) 5MW 洋上風力発電設備（ふくしま浜風）（図 3.4.7）

5MW 洋上風力発電設備の浮体（アドバンストスパー）は、ジャパン マリンユナイテッド株式会社が製作し、兵庫県淡路島洲本沖で 5MW 風車（日立製作所製）を取り付け、洲本沖から福島沖の実証海域へ曳船で 2016 年 7 月上旬に 9 日間かけて曳航した。「ふくしま浜風」は、2016 年 7 月上旬から実証海域で係留作業を開始し、7月中旬に設置を完了した。

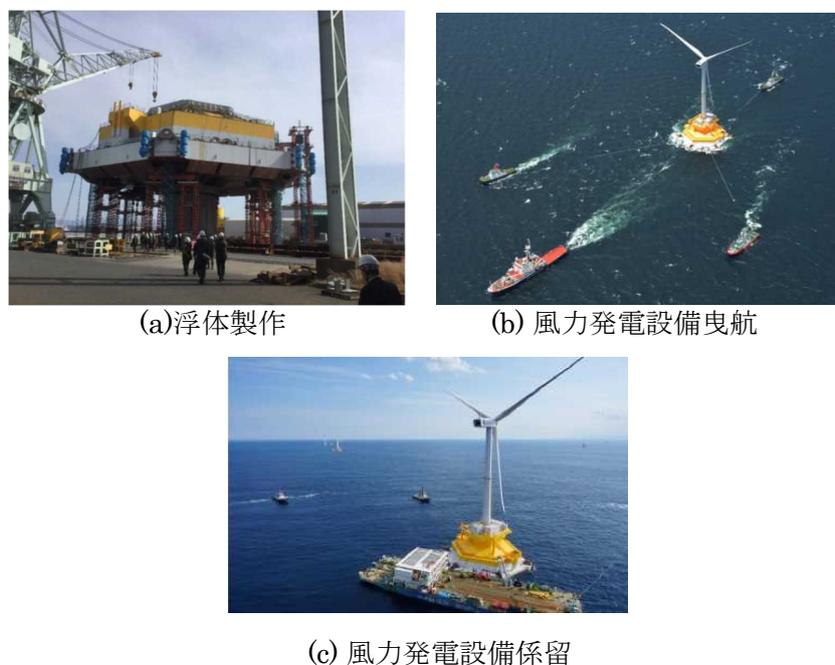


図 3.4.7 5MW 洋上風力発電設備の施工状況
(出典：福島洋上風力コンソーシアムウェブサイト)

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

なお、「ふくしま浜風」の設置は、経済産業省の継続事業である福島浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業（2016～2018年度）で進められ、浮体式洋上風力発電の実証研究とその後の実用化に向けた研究が進められている。

また、工事等の事業紹介動画が福島洋上コンソーシアムのHPに紹介されている（<http://www.fukushima-forward.jp/index.html> 参照）。

3.4.4 環境影響評価

本事業では、第1期事業分と第2期事業分に分けて、三菱商事が中心となり、福島洋上コンソーシアムメンバーで環境影響評価項目の選定、環境影響評価を実施した。第1期事業分は2MW風力発電機搭載の浮体式洋上風力発電設備1基の設置を対象としたもので、第2期事業分は7MW超大型風力発電機搭載の浮体式洋上風力発電設備2基の設置を対象としたものである。ただし、第2期事業分は、当初の7MW風車2基から、7MW風車1基と5MW風車1基に計画が変更された。

第1期事業分は2MW風車であるため、風力発電所において環境影響評価法の対象となる事業規模（出力10,000kW以上）には達していないが、浮体式洋上風力発電が実用化に向けた技術開発が始まったばかりであることを考慮して、環境影響評価方法書を作成し、それに沿った環境影響評価を実施した。

第2期事業分は当初計画では計14MWであったため、風力発電所において環境影響評価法の対象となる事業規模（出力10,000kW以上）に達しており、環境影響評価法の手続きに従って、環境影響評価を実施し、方法書、準備書、評価書が作成された。環境影響評価項目として選定した項目は、第1期事業分と第2期事業分ともに同じである。

環境影響評価項目として選定した項目を表3.4.4に示す。これらの項目は、環境影響評価法の風力発電所の標準項目を参考に、事業特性および立地場所の地域特性を勘案して選定された。

表 3.4.4 環境影響評価項目（福島沖）

環境要素の区分	環境影響評価項目
大気環境	騒音（水中騒音）
水環境	水の濁り
その他の環境	電波障害（漁業無線）
動物	海鳥類、海産哺乳類、魚介類、魚卵・稚仔、動物プランクトン
植物	植物プランクトン
景観	景観資源
廃棄物等	産業廃棄物

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

3.4.5 プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連

本事業は、2011年3月11日の東日本大震災を受けて、福島復興として経済産業省が取り組んでいる事業である。プロジェクトインテグレーターの丸紅株式会社が全体の総合管理、ステークホルダー管理、コミュニケーション管理、に重点を置いて、プロジェクトを進めた。

また、本事業は複数基の洋上風力発電の先駆けとなる実証事業であるため、環境影響評価も十分に行った。

実証事業を遂行していくうえでの重点要素に関するプロジェクトマネジメントとの関連は以下のとおりである。

(1) 全体の総合管理

丸紅株式会社は事業のプロジェクトインテグレーターとして、第Ⅱ部の4章「プロジェクトの立上げ」、5章「プロジェクトの計画」、6章「プロジェクトの実行と監視」に記載しているすべての段階において、プロジェクト全体の総合管理を行った。

(2) ステークホルダー管理

本事業は、福島県沖の海域で実施されたが、重要なステークホルダーは、地元漁業関係者である。丸紅株式会社を中心となり、「漁業協働委員会」「漁業との共存ワーキンググループ」等を設置し、事業内容や工事計画等を地道に説明することを重ね、地元の承諾を得て実証研究事業が進められることとなった。このように地元との共存を図りながら事業を進めていくことは、非常に重要な手段であり、今後我が国で海洋開発を実施していくためには、必要不可欠な項目である。

ステークホルダー管理に関しては、第Ⅱ部の4.3「ステークホルダー分析」、5.13「ステークホルダーマネジメント計画」に紹介している。

(3) コミュニケーション管理

本事業は、丸紅株式会社を中心となり11社（表3.4.1参照）がコンソーシアムを組んで事業を行っている。コンソーシアムでは、設計・工事等の各担当分野別に定期的な会合等を実施して、事業を進めており、概ね計画どおりに設計・工事等を終えて、運転に入っている。このように、多数の会社で遂行する事業においては、情報の共有が重要なアイテムとなる。

コミュニケーション管理に関しては、第Ⅱ部の5.10「コミュニケーション計画」、6.7「コミュニケーション管理」に紹介している。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

(4) リスク管理（海象条件）

実証事業を行った福島県の太平洋側は、外洋の厳しい海象条件にさらされる条件下にある。そのため、海象条件を十分考慮してプロジェクトを遂行する必要があり、設計・施工会社はこれらを考慮して事業を進めた。

リスク管理に関しては、第Ⅱ部の 5.8「リスクマネジメント計画」、6.5「課題管理・リスク管理・問題管理」に紹介している。

3.5 浮体式洋上風力発電実証事業（五島沖）の建設工事

3.5.1 プロジェクトの概要

浮体式洋上風力発電実証事業（五島沖）は、環境省からの受託事業として、戸田建設株式会社を代表者に、表 3.5.1 に示す 5 者が共同事業実施者として、2011～2015 年 度に実施した実証事業である。事業実施場所は図 3.5.1 に示すように、長崎県五島市 椛島沖約 2km の海域である。その施設概要を図 3.5.2 および表 3.5.2 に示す。

表 3.5.1 受託グループと役割

受託グループ	主な役割
戸田建設株式会社（代表）	計画、設計、浮体製作、施工、運転・管理
株式会社日立製作所	風車の設計・製作・施工・運転
芙蓉海洋開発株式会社 （現 海洋エンジニアリング）	気象・海象調査，環境影響評価
京都大学&九州大学	計画、設計
海上技術安全研究所	安全性評価



図 3.5.1 事業実施場所（五島沖）

（出典：宇都宮智昭, 佐藤郁, 白石崇, 乾悦郎, 石田茂資：浮体式洋上風力発電の実用化に向けて—五島市椛島における実証事業—, 土木学会論文集B3（海洋開発）, Vol. 70, No. 2, 2014. 他）



(a)小型試験機（とき） (b)実証機（はえんかぜ） (c)実証機と風況観測タワー

図 3.5.2 浮体式洋上風力発電装置

（出典：宇都宮智昭, 佐藤郁, 白石崇, 乾悦郎, 石田茂資：浮体式洋上風力発電の実用化に向けて—五島市椛島における実証事業—, 土木学会論文集B3（海洋開発）, Vol. 70, No. 2, 2014. 他）

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

表 3.5.2 浮体式洋上風力発電実証事業の施設概要

	小型試験機	浮体式風況観測タワー	実証機
名称	(非自航船) とき	(非自航船) とき	(非自航船) はえんかぜ
事業時期	稼動：2011～2013年	稼動：2013～2015年	稼動：2013年～
風車発電機メーカー	日立製作所	—	日立製作所
施設規模	100kW (ダウンウィンド型)	—	2 MW (ダウンウィンド型)
定格出力×基数	100kW×1基	—	2MW×1基
ロータ径	22m	—	80m
ハブ高	23.3m	—	56m
水深	約 100m	約 100m	約 100m
浮体形式	ハイブリットスパー型	ハイブリットスパー型	ハイブリットスパー型
浮体メーカー			
喫水	37.05m	37.05m	76m
係留方式	3点係留カテナリー方式 (鋼製チェーン)	3点係留カテナリー方式 (鋼製チェーン)	3点係留カテナリー方式 (鋼製チェーン)
離岸距離	約 1.7km	約 2.0km	約 1.7km
全長	71.35m	71.2m	172m
備考	—	小規模試験機を転用 観測装置：3次元超音 波式風向風力計等	現在は、五島市崎山沖 に移設し、商用運転中

3.5.2 開発の歴史

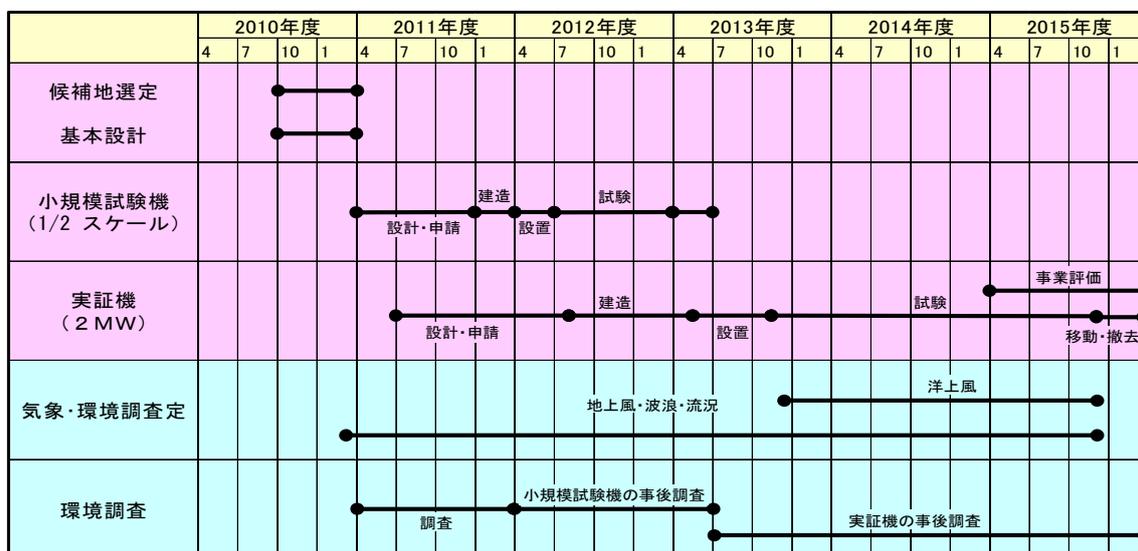
京都大学、戸田建設のグループが実施した浮体式洋上風力発電実証への取組は、表 3.5.3 に示すように、2007～2009 年の基礎実験に始まり、2010～2015 年の環境省実証事業、2016 年からの商用開始につながっている。世界的にも実証機の開発事例が少ない浮体式洋上風力発電において、本開発では、基礎実験での水槽実験（1/100 スケール、1/10 スケール）を経て、実海域実験（1/10 スケール、1/2 スケール、フルスケール）と少しずつ地道な開発研究のうえに成り立ち、商用化へと移行された。2016 年 4 月から五島市と五島フローティングウィンドパワー合同会社（戸田建設株式会社の 100%子会社）が、環境省実証事業の実証機を活用して、国内初となる浮体式洋上風力発電設備を実用化、運転を開始した。表 3.5.4 に、環境省実証事業のスケジュールを示す。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

表 3.5.3 浮体式洋上風力発電実証への取組

年月	内容
2007年	京都大学宇都宮准教授（現 九州大学）と戸田建設株式会社による共同研究開始。1/100 スケール 二次元水槽実験（京都大学）。
2008年	1/20 スケール 深海水槽実験（海上技術安全研究所）。
2009年	1/10 スケール 実海域実験（長崎県佐世保市）。
2010年	環境省の実証事業受託。
2011年	小規模試験機（1/2 スケール、100 kW）の設置。 系統連系した日本初の浮体式洋上風力発電施設。
2013年	実証機（2000 kW）の設置。 日本初となる商用スケールの浮体式洋上風力発電施設。
2015年	実証機を崎山沖へ移動。
2016年3月	環境省実証事業完了後、五島市による商用運転開始。

表 3.5.4 浮体式洋上風力発電実証事業のスケジュール



3.5.3 工事概要

図 3.5.3 に示すように、小規模試験機と同様に、実証機は浮体下部をプレキャスト PC 製、上部を鋼製とするハイブリッドスパー型の浮体に、ダウンウィンド型 2MW 風車を載せたものである。

実証機の施工状況を図 3.5.4 に示す。

浮体 PC 部（高さ 38m）は、小規模試験機と同様に福岡県北九州市のヒューム管工場で、直径 7.8m の円管を長さ 2m 毎 4 分割して製作され、蒸気による促成養生、脱型、気中養生を経て完成したコンクリート部材はトラック輸送で建造岸壁（長崎県松浦市）に運搬された。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

浮体鋼製部（高さ 54m）は、大阪府堺市の造船所で建造され、完成した上部浮体は台船等を利用して建造岸壁まで運搬された。

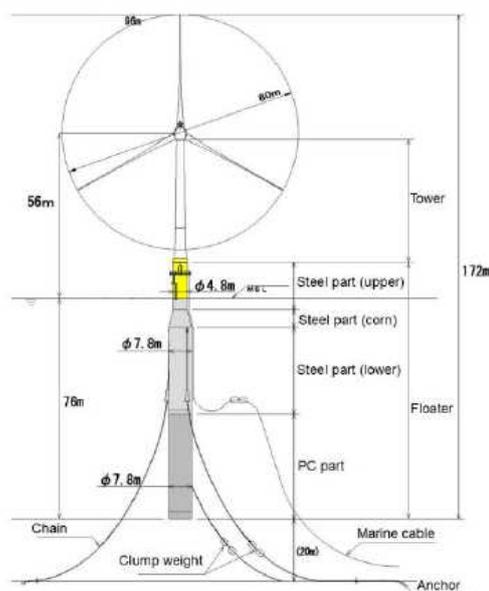
建造岸壁では運搬されたコンクリート部材が接合され、幅 2m の円筒部材が作成された。円筒部材を建起し、PC 鋼棒により接続して、横倒した状態で、下部浮体が完成した。PC 部建造が終了した段階で、上部浮体鋼製部を接続し、付属物を取り付けて、浮体部が完成した。

風車・タワー等は日立市等から海上輸送し、建造岸壁と五島市の福江岸壁に分けて運搬された。チェーンやアンカーも兵庫県姫路市等から福江岸壁に運搬された。

完成した浮体部は、福江市柁島北側の組立海域に曳航し、建起しが行われた。建起した浮体に固定バラストを投入し、浮体を安定させた後に、タワー・ナセル・ブレードを取付けて風車が完成した。

実証機設置海域（小規模試験機と同じ場所）に、仮係留チェーン 3 本を展張し、把駐力試験が実施された。その後に、組立海域で浮体の仮係留を排除し、実証海域にタグボート 2 隻で曳航し、設置済みの係留チェーンに本係留が行われた。

最後に、小規模試験機で利用した海底ケーブルを再接続して、実証機の設置が完了した。なお、小規模試験機は、風車を取り外して、風況タワーを取り付ける改造を行い、風況観測タワーに改造され、実証機近くに設置された。



（出典：宇都宮智昭, 佐藤郁, 白石崇, 乾悦郎, 石田茂資：浮体式洋上風力発電の実用化に向けて—五島市柁島における実証事業—、土木学会論文集B3（海洋開発）、Vol. 70, No. 2, 2014. 他）

図 3.5.3 実証機の構造概要

第3章 海洋開発プロジェクトの事例



(a)コンクリート部材の製造



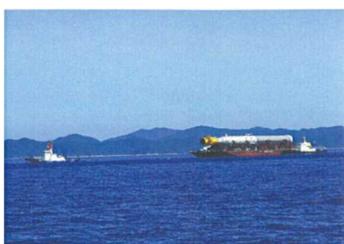
(b)下部浮体の建造



(c)浮体鋼製部の運搬



(d)浮体部の上部と下部の接続



(e)浮体部の組立海域への運搬



(f) 浮体部の建起し



(g)浮体に風車取付



(h)実証海域への曳航



(i) 実証機の本係留

図 3.5.4 実証機の施工状況

(出典：環境省：浮体式洋上風力発電実証事業パンフレット(実証機))

浮体式洋上風力発電実証事業（五島沖）は、以上の工事工程で施工を実施したが、施工計画策定や工事管理計画等も事前に十分検討して施工に取り掛かった。特に、現地海域作業では、前日に気象・海象を予測して、翌日に作業が可能な状況下を把握し、当日の早朝に再確認してから施工作业に取り掛かった。

3.5.4 環境影響評価

環境省の浮体式洋上風力発電実証事業では、風力発電設備の容量が実証機で 2MW であり、風力発電所において環境影響評価法の対象となる事業規模（出力 10,000kW 以上）には達していないが、環境省の事業であること、日本では初めての浮体式洋上風力発電実証事業であること、浮体式洋上風力発電を対象とした環境影響評価手法が

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

確立していないことから、先導的事例として、芙蓉海洋開発が中心となり、受託グループのメンバーで環境影響評価項目の選定、環境影響評価を実施した。

環境影響評価項目として選定した項目を表 3.5.5 に示す。環境影響評価法の対象項目にはあたらないが、浮体式洋上風力発電の実用化にあたっては、漁業との協調が重要な課題となること等から、漁業実態項目、魚集効果項目、浮体・係留設備影響項目について調査を実施された。

実証事業では、事前調査、稼働中調査、事後調査において、すべての項目において著しい環境影響は確認されなかった。

表 3.5.5 環境影響評価項目（五島沖）

環境要素の区分	環境影響評価項目
大気環境	騒音、低周波音、水中騒音
水環境	濁度、底質
その他の環境	海底地形
動物	鳥類、底生生物、魚介類、海棲生物
植物	海藻草類
生態系	重要種の生態との関連
景観	景観資源
その他	漁獲試験、漁場環境、蛸集状況、付着生物

3.5.5 プロジェクトマネジメント（第Ⅱ部）との関連

本事業は、我が国で始めて海上において浮体式風力発電を行った実証事業であるため、事業の代表者である戸田建設株式会社が全体の総合管理、ステークホルダー管理、コミュニケーション管理、スケジュール管理に重点を置いて、プロジェクトを進めた。

また、洋上風力発電の先駆けとなる実証事業であるため、環境影響評価も十分に行った。

実証事業を遂行していくうえでの重点要素に関するプロジェクトマネジメントとの関連は以下のとおりである。

(1) 全体の総合管理

戸田建設株式会社は事業の代表者として、第Ⅱ部の4章「プロジェクトの立上げ」、5章「プロジェクトの計画」、6章「プロジェクトの実行と監視」に記載しているすべての段階において、プロジェクト全体の総合管理を行った。

(2) ステークホルダー管理

本事業は、五島市栴島沖の海域で実施されたが、重要なステークホルダーは、地

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

元住民（漁業関係者が主体）である。事業関係者が事前の環境調査や工事の実施前に、地元住民への十分な説明会を実施して、地元住民にも実証事業の必要性を十分理解してもらったうえで、地元の合意を得てスムーズに事業が進められた。また、説明会には、事業関係者だけでなく、五島市の関係者も参加し、地元住民との橋渡しをした。このように、事業者だけでなく、地元関係者の協力を得ながら説明会等を行うことは、事業がスムーズに展開する一因となる。

ステークホルダー管理に関しては、第Ⅱ部の4.3「ステークホルダー分析」、5.13「ステークホルダーマネジメント計画」に紹介している。

(3) コミュニケーション管理

本事業では、地元調整・計画・設計・工事・運転等で新たな内容が多かった。そこで、代表者である戸田建設株式会社を始め、共同事業実施者4者と、その他多数の関連企業で、定期的な打合せ会議を実施して、情報等の意思疎通を良好にして、事業を進めた。その結果、概ね順調に事業が進められ、環境省事業を無事終えた。

また、専門家からなる検討委員会（委員長：木下健東京大学教授）で、総合的にご意見をいただき、事業に反映した。このように、新しい実証事業を遂行する際には、関係者の情報交換を十分行う必要があり、専門家による検討委員会での意見を反映することも必要となる。

コミュニケーション管理に関しては、第Ⅱ部の5.10「コミュニケーション計画」、6.7「コミュニケーション管理」に紹介している。

(4) スケジュール管理

本事業は、我が国で始めて海上において浮体式風力発電を行った実証事業プロジェクトであるため、スケジュール管理には十分な配慮を行って実施した。計画や設計段階では、スケジュールのキーとなるポイントを定め、定期的な打合せ会議を実施して、それらの確認を行いながら作業が進められた。また、工事においては、海象条件による作業が左右されることから、前日の夕方に毎日会議を開催し、スケジュール管理や翌日の作業内容の確認を行って、事業が進められた。

スケジュール管理に関しては、第Ⅱ部の5.5「スケジュール計画」、6.2「スケジュール管理」に紹介している。

(5) リスク管理（海象条件）

実証事業を行った五島市椛島沖の海域は、多島である五島列島にあり、周囲を標高の低い島々に囲まれているため、風は洋上風力に適した風が吹くが、波浪は比較的穏やかな海域であったため、装置の設置やメンテナンスの作業には、大きなリスク障壁とはならなかった。

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

リスク管理に関しては、第Ⅱ部の 5.8「リスクマネジメント計画」、6.5「課題管理・リスク管理・問題管理」に紹介している。

(6) 実用化への転用

環境省の実証事業で実施した浮体式洋上風力発電の風車は、2015年度の実証実験後に、五島市に譲渡され商用運転を開始し、実証事業が実用化事業に進展し、風力発電で得られた電力が売電されている。

<参考資料>

- (1) (株)INPEXのHP、<https://www.inpex.co.jp/ichthys/>、
<https://www.inpex.co.jp/ir/library/pdf/presentation/Presentation20120124-a.pdf>
- (2) (株)INPEX : Ichthys Gas Field Development Project EXECUTIVE SUMMARY Draft Environmental Impact Statement、
<https://www.inpex.com.au/media/wp5d4iay/draft-eis-executive-summary.pdf>
- (3) 鈴木郁雄 : Ichthys LNG プロジェクトについて、石油技術協会誌 Vol. 85, No. 2, 2020.3
- (4) アフマド ブニヤミン・ダルマンシア ダウド ユスフ・イルハス ハンドヨ・熊崎嘉人・田中啓誉 : パゲルンガン海洋ガス田及びTSB 海底ガス田の開発- フィールドライフを通じたHSE の重要性- (英文)、石油技術協会誌, Vol. 80, No. 6, 2015.11
- (5) 一丸裕二・井上久隆 : インドネシア, カングアン鉞区における探鉞開発、石油技術協会誌, Vol. 80, No. 1, 2015.1
- (6) 北村知之 : インドネシアにおけるガス開発井の掘削・仕上げ作業、石油技術協会誌, Vol. 77, No. 5, 2012.9
- (7) 渡辺厚 : 磐城沖ガス田の開発について、石油技術協会誌, Vol. 50, No. 2, 1985
- (8) 小室拓二 : 水深300mにおける海底仕上げ適用技術、石油技術協会誌, Vol. 59, No. 6, 1994.6
- (9) 藤原弘一, 眞田達朗, 九納淳司, 山内雅也, 大久保寛, 藤崎恭功 : 磐城沖プラットフォーム撤去工事における技術検討~大型鋼製プラットフォーム (大水深重量ジャケット) 撤去工事~, 新日鉄エンジニアリング技報、Vol. 2, 2011
- (10) 戸谷祐造, 藤崎恭功 : 磐城沖プラットフォーム撤去の概要、石油技術協会誌, Vol. 77, No. 2, 2012.3

第3章 海洋開発プロジェクトの事例

- (11) 福島洋上風力コンソーシアムHP、<http://www.fukushima-forward.jp/index.html>
- (12) 福田知史：福島復興・浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業（日本）、丸紅のHP、https://www.marubeni.com/jp/dbps_data/news/2012/120306.html
- (13) 経済産業省：福島沖浮体式洋上風力発電機設置実証事業方法書、2013年1月、
<http://www.fukushima-forward.jp/project01/reference/index.html>
- (14) 経済産業省：福島沖浮体式洋上超大型風力発電機設置実証事業 環境影響評価書、
2014年3月、<http://www.fukushima-forward.jp/project01/reference/index.html>
- (15) 宇都宮智昭, 佐藤郁, 白石崇, 乾悦郎, 石田茂資：浮体式洋上風力発電の実用化に向けて
－五島市杵島における実証事業－、土木学会論文集B3（海洋開発）, Vol. 70, No. 2,
2014.
- (16) 佐藤郁, 小林修, 宇都宮智昭, 白石崇：環境省浮体式洋上風力発電実証事業－実証機の施
工および現地設置について－、第 36 回風力エネルギー利用シンポジウム講演集、
P.217-220、2014.11
- (17) 環境省：浮体式洋上風力発電実証事業パンフレット（小規模試験機）
- (18) 環境省：浮体式洋上風力発電実証事業パンフレット（実証機）
- (19) 環境省：浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業、
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/fowt/after.html>

4 FPSO 傭船契約とリスク管理

海洋石油・天然ガス開発に用いられる FPSO について、FPSO を傭船する際のリスク管理の事例を紹介する。

FPSO による開発においては、FPSO の所有者や操業者が誰になるかについて事業実施者であるオーナーの裁量に従うこととなる。ここでは、ブラジルでのプレソルト開発において FPSO 操業会社であるコントラクターが FPSO チャーター契約（以下「傭船契約」という）を締結にするにあたって想定されるリスクを契約上で如何に回避していくかについて、その考え方やオーナーとの良好な関係を構築することの重要性などについてまとめたものを紹介する。FPSO の契約形態については、2.2.2 (4)「FPSO 操業会社」に記載しているので参照されたい。

なお、第3章には海洋石油・天然ガスおよび洋上風力発電のプロジェクトにおいてオーナーの立場で遂行した国内外での事例を紹介している。

4.1 ブラジルのプロジェクト概要

ブラジルの海洋石油・天然ガス開発は当初、ごく浅い海域に限定されていたが、近年は大水深でも行われるようになってきている。その中でも巨大埋蔵量が期待されているのはプレソルトという、海底地中の岩塩層のさらにその下にある原油層の開発である。プレソルト層とは炭酸塩からなる多孔質の岩石群のことである（図 4.1.1 参照）。

従来は岩塩層が厚い場合、探鉱が難しく本格開発がなかなか進まなかった。しかし技術進歩により地下構造の解明と埋蔵量の予測が進み特にブラジルでは本格的生産に至っている。

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理



図 4.1.1 ブラジル沖の油田の主要鉱区
(出典：石油・天然ガスレビュー 2016.9 Vol.50 No.5 JOGMEC、Petrobras HP)

4.2 大水深における石油開発

4.2.1 FPSO による大水深開発

ブラジル国営石油会社 Petrobras は 2007 年ブラジル南部海域 Santos 海盆のリオデジャネイロから沖合 250km 付近で、厚い岩塩層（ソルト）の下に巨大な油層（プレソルト層）を発見した。水深 2,000m、海底面下 1,000~2,000m の下に岩塩層がさらに 2,000m、その下に厚い油層が存在することが判った（図 4.1.1 参照）。

この未知の分野であるプレソルト層の巨大油田開発をするために Petrobras はいくつかのリスク軽減策を講じる必要があった。

一つは欧州の石油会社を開発コンソーシアムに招き開発資金を分担することであった。これにより自社の開発リスクは軽減されることになる。具体的にはブラジル旧宗主国ポルトガル Galp 社、南米市場を主要マーケットとしていたスペイン Repsol 社、天然ガスの海外展開を目指してきた英国 British Gas 社（現 Shell グループ）らが Petrobras と共同で事業を進めることになった。

もう一つのリスク軽減策と言えるのが、商業生産する際に採用する技術設備と契約形態の選択である。Petrobras は気象・海象条件、技術的観点の多様面での考察結果、FPSO を採用した（図 4.2.1 参照）。

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理

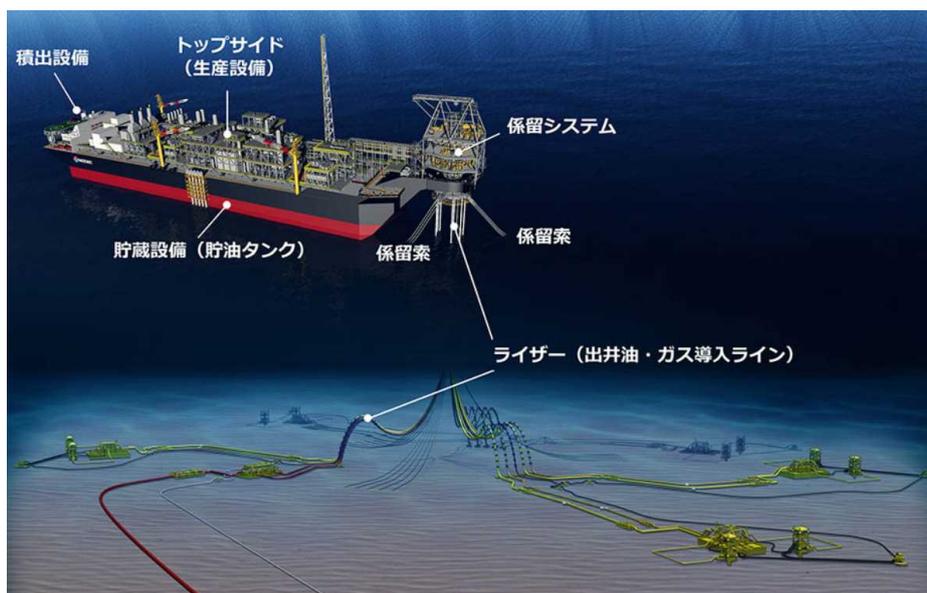


図 4.2.1 FPSO の概念図

(出典：三井海洋開発(株) ウェブサイト)

FPSO は大水深巨大油田開発として 20 年を超える長期生産に適した設備と評価されており、プレソルト開発において FPSO を採用したことによるメリットは、以下のとおりである。

- 1) 大水深開発の場合、着底式生産設備はコスト的、技術的に非現実的、これに対し浮体式生産設備により石油生産を可能とした。
- 2) 外洋で石油タンカーが直接 FPSO に横付けして FPSO タンクに貯油された原油を移送出荷できる。陸地から遠く離れていることから、陸まで原油パイプラインを敷設する必要がなく設備コストが軽減できた。
- 3) FPSO の場合は、係留装置を切り離すことで別の開発鉱区に移動することが可能である。一つの油田の生産が終了すれば、別の油田で再利用することが可能というメリットがある。
- 4) 現場工事が限定的でありまた設備は通常東南アジアなどで建造されることから現地工事を軽減し、工期管理がし易い。
- 5) FPSO は船舶の一種とみなされ、船籍、船級取得が確立され、船舶保険適用を受けられることから、金融資産としての価値が市場で安定評価されているため、プロジェクトファイナンス組成が可能である。このため Petrobras は自己資本投下を限定できるため事業採算を検討し易くなる。

また、Petrobras はプレソルト開発で FPSO の操業を行うコントラクター（以下、FPSO コントラクターと記す）から FPSO を備船しており、その関係（ビジネスモデル）は図 4.2.2 のとおりとなっている。

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理

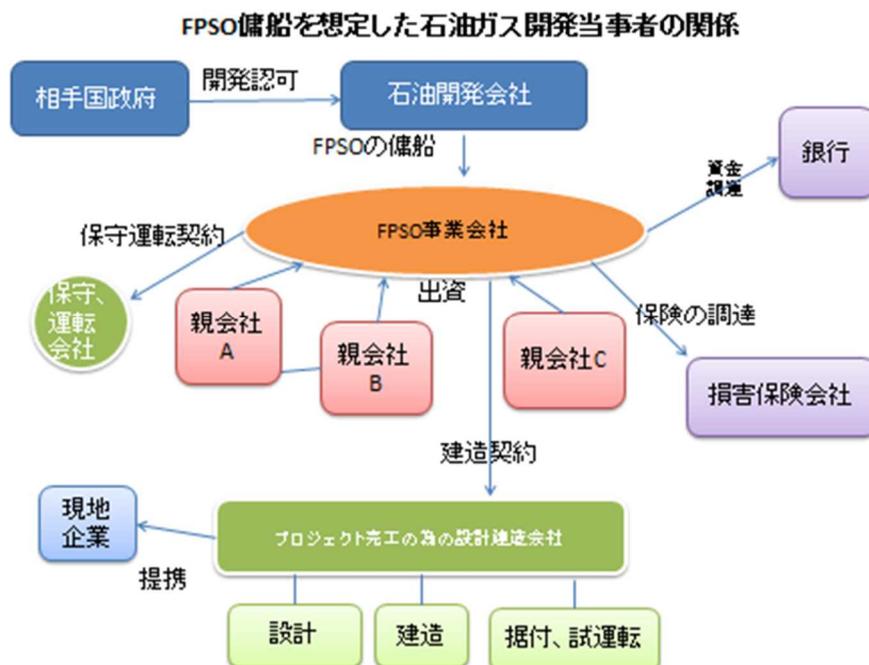


図 4.2.2 FPSO 備船を想定した石油ガス開発当事者の関係

4.2.2 開発・生産段階のリスク評価

開発初期は技術面で解決すべき課題が多かったため如何に技術課題を克服して生産を安定的に持続させるかは Petrobras にとり石油開発事業化への重要課題であり、そこで有力な FPSO コントラクター（オランダ SBM 社、日本 MODEC 社、ノルウェー BW Offshore 社等）に技術的事前照会を行いながら設備条件を固めていった。このステップがアライアンス方式の初期段階と捉えることができる。

ブラジルでは入札法に従って請負業者を選定する必要がある、これは備船契約形態においても同様である。

そのため、上記有力 FPSO コントラクターから入手した技術内容を参考にしながら最初のパイロット生産用 FPSO の入札が行われている。これが 2007 年のことである。

パイロット生産は、3～5 年の短期間の生産を行うことにより、埋蔵量や生産量を見極め、本格的 FPSO 導入の道筋をつけることを目的としたもので、比較的小規模の FPSO が使用される。

このパイロット生産の結果、最初のプレソルト油田として Tupi 油田は本格生産に移行することになり、パイロット生産に引き続き本格生産に向けた大型 FPSO の入札が行われた。本格生産は最低 20 年継続されるプログラムが組まれた。

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理

Petrobras は 20 年の長期間にわたる大規模生産を FPSO コントラクターに求める備船契約形態とし、プロジェクトの推進を決めた。つまり、石油会社（Petrobras）と FPSO コントラクターが 20 年間協力しあいながら、かつ相互の利益も追求しつつ石油生産の最大化という共通の目標を目指していく、というアライアンス方式を適用した。

巨大油田の開発はそれに見合う大型生産設備を投入し、石油の生産期間を最低 20 年間さらにそれを延長して生産期間を 30 年間維持することを要求されることもある。従ってこれを前提に商業生産を行い石油会社の事業採算を確定するためには、期日とおりの事業開始と安定的な生産が不可欠である。そのためには、信頼における FPSO コントラクターと長期にわたる契約を維持できる契約形態が必要である。そこでリスク軽減を目的とした備船形態の契約が準備された。

4.3 FPSO の備船契約

備船形態を判りやすく説明すると、運転手付きの特殊仕様自動車を特定の乗客相手に長期リースするような形態である。

Petrobras が自動車の乗客に相当、FPSO コントラクターが自動車のリース会社に当たることになる。自動車の仕様は乗客の意向を反映してテーラーメイドで決める。自動車はリース会社が保有する資産である。20 年間安全に動く自動車を運転手付きで乗客にサービス提供することを約束する。自動車は特殊仕様でありリース会社は相応の投資回収のため、特定の乗客が長期に使用することを前提に投資回収を行う。従って乗客はたとえ自動車を使わない時があっても、リース会社にリース料は支払わなければならない。

一方 20 年間自動車の故障に対する保守はリース会社が行う。もし運転や整備の不備で自動車が動かずサービスを提供できなければリース料は貰えない。備船契約は自動車のように単純な仕組みではないがコンセプトを判り易く言えば上記の様なものである。

Petrobras はプレソルト石油開発事業を成功させるため、リースを行う FPSO コントラクターに各種の契約条件を設定した。それらにはボーナスとペナルティーが結び付けられている。いわばアメとムチにより FPSO コントラクターに持続可能な契約条件を設定したのである。

以下に紹介するプロジェクト遂行上のリスクマネジメントと金融・税務・保険等の商務上のリスクマネジメントの事例については、備船契約における Petrobras からの要求事項に対するリスク評価を契約に反映したものとなっており、その手法については、第 II 部の 5 章「プロジェクトの計画」に記載している。

4.3.1 プロジェクト遂行上のリスクマネジメント

(1) FPSO の納期

FPSO の納期はプロジェクトにおいて石油会社と FPSO コントラクター双方にと

第4章 FPSO 傭船契約とリスク管理

り、最重要項目の一つである。FPSO の傭船契約では、「契約締結後 XXX 日の期日で現地に据え付ける」といった納期条件が要求されるが、仮にこの期日より早く納入すると短縮日数に対し一日 YY ドルのボーナスが事業者から FPSO コントラクターに支払われる。一方この期日が遅れると一日あたり ZZ ドルのペナルティーが要求される。石油会社にとっては期日とおりの石油生産開始、場合によっては期日以前に石油生産が開始できれば、事業採算が向上する。コントラクターにとってはボーナスを享受できれば追加収入になり採算向上、またペナルティーを支払うことになれば採算悪化、となるので懸命に納期短縮に努める。投入される設備コストが巨額でありボーナス、ペナルティーは設備コストを関数にして設定されることから、20 日、30 日と累積されれば FPSO コントラクターにとり、採算に大きく影響することになる。

(2) メンテナンスボーナス

自動車のケースでも長期間不具合なく安心して稼働させるためには、いわゆる車検の様な定期点検と保守・修繕が必要である、この期間は車検工場に入るため乗客は乗せられず休業とせざるを得なくなる。しかしこれは乗客にとっても安心して車に乗るために必要な作業である。

FPSO においても同様で、20 年間持続可能な運転のためには定期修理が不可欠である。そこで石油会社は年間例えば、15 日間の定期点検と保守・修繕を認める。この期間 FPSO は稼働せず石油生産は行われないが、それでも傭船料が支払われる契約条件が設定される。これをメンテナンス有給休業と呼んでいる。

石油会社に取り有給休業は少ないにこしたことはない。なぜなら有給休業が少なければ石油生産が増えるからである。そこで石油会社 Petrobras はあるフォーミュラによる ボーナス条件を設定する。即ち FPSO コントラクターが消費したメンテナンス用の有給休業日数が 15 日より短ければ短縮された日数分についてボーナスを支払う。先に説明した納期ボーナスの考え方と同様に石油会社にとって一日生産が止まることは大きな減収になるため、有給休業を短くする仕組みを働かせる。つまりボーナスを払ってでも生産を増やす方が石油会社としての事業採算の影響が大きいわけである。

一方 FPSO コントラクターはこのボーナスを確保するため、日頃から丁寧な運転に努める。それにより定期修理日数（有給休業）の削減を達成することにより、石油会社と FPSO コントラクターの間でメリットを享受できる。コントラクターは定期修理に数を短縮するほど加速度的に増えるボーナス収入を受け取ることとなる。

一方当然定期点検や保守・修繕が 15 日を超えた日数分の傭船料は支払われない。それ以外にも各種ペナルティーが設定されている。

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理

(3) 燃料消費量

FPSO を運転するためには発電用燃料（ディーゼル油や天然ガスなど）が必要となる。これを安定して安く供給できるかがプロジェクト全体のメリットとなる。そのため発電用燃料は石油会社が供給することとなるが、際限なく供給するわけではなく予め試算した消費量分だけを支給し、それを超えた分は FPSO コントラクターが有償で供給を受ける。場合によってはペナルティー価格を支払う様な設定が成される。この条件も FPSO コントラクターの効率良い運転に繋がるものである。

(4) 運転員の雇用費用

安定した設備の稼働には特殊技術を備えた運転員や保守点検員を FPSO コントラクターが 20 年間確保していくことが不可欠であり、そのための運転員や保守点検員との雇用契約が重要になる。特に給与が備船料の一部を構成することから重要な要素となる。誰しも 20 年間の運転員の給与を一定金額で約束できるものではない。特に海洋石油・天然ガス開発の運転員マーケットは海洋プロジェクトのマーケットに左右され給与水準が大きく影響を受けるため、将来給与水準が高くなった場合、FPSO コントラクターの持ち出しになる。そのため、FPSO コントラクターで積算すると、損をしないように、将来の値上がり分を想定して、かなり高めめの安全サイドの給与水準を前提に備船料に反映することになりかねない。このような不確定な金額をできるだけ避けるため、運転員の費用については第三国や当該国で公表されている石油ガス物価指数、運転員標準日当等を関数にして契約上でサービス料を調整できるようにしてある。従って物価が上がればサービス料も上がり逆に物価が下がればサービス料も下がることになり、これを調整金として FPSO コントラクターは石油会社に請求できる形態をとる。プロジェクトに対する不確定なコスト要因をできるだけ排除することで FPSO コントラクターの余計なリスクを軽減し、石油会社の余計なコストを排除し相互の経済性をよくすることに繋げている。

(5) 現地工事費

前述した運転員の雇用費用に類似したこととして現地工事がある。現地工事とは現場海域に到着した FPSO を海底油田のある所定の位置に係留して、井戸からのフローラインや計装ライン等を繋ぎこむ工事であり所定の特殊海洋工事船を利用する。特殊海洋工事船は一日の使用量が高額で且つ海洋開発産業マーケットの影響を受けやすく、また気象・海象条件で工事できる日が影響される。従って、もし FPSO コントラクターが数年後の完工時に発生するであろうそれらリスク要因を踏まえて契約する場合、それら変動要因をリスクとして費用に織り込み、相応の安全サイドの価格を設定するため、結果として高いリース料が算出される。FPSO は 20 年以上

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理

の長期にわたって、無入渠オペレーションとなるケースがあり、その場合はプロジェクト成功のためには長期メンテナンス計画の確立が極めて重要となる。石油会社は幅広く石油開発を行うため、特殊海洋工事船へのアクセスはコントラクターよりも有利であり、従って現地工事を石油会社の責任範囲にすることで、全体としての費用対効果を向上させている。

(6) 油濁リスク

さらにもう一点、FPSO コントラクターよりも石油会社がリスクを取った方が良いものがある。それは操業中の事故による油濁等の海洋汚染に対する賠償責任に関するものである。

FPSO を備船契約とする場合、FPSO は FPSO コントラクターの保有資産である。例えば FPSO に船舶が衝突したり FPSO そのものの事故で原油が漏れ出したりした場合、一義的には FPSO コントラクターの責任になる。しかし油濁事故で発生する費用はケースによっては計り知れないものがあり、このようなリスクを負って FPSO 事業を行うことはそもそも事業をやる企業の企業方針に関わるものである。そこで契約では FPSO コントラクターの有限責任を規定する。

では有限責任とはどのくらいの金額を指標にするか、FPSO は船舶関連の保険の対象となり第三者賠償責任保険の中で油濁事故の賠償も対象になる。海洋汚染損害が巨額になる場合が多いことから、保険会社も付保保険の上限を設定しており、一般的に8億ドルとも10億ドルともいわれている。映画化もされたメキシコ湾でのマコンド油田の事故では遥かにこれを上回る損害賠償金と罰金が発生している。

従って FPSO コントラクターの有限責任は保険金額の上限までが通例で、保険支払額上限を超えた賠償金が発生した場合、最終的な支払い義務が誰にあるかの如何に拘わらず FPSO コントラクターは免責され、それ以上の金額は石油会社が支払うのが通常の契約条件である。

以上のように、油濁による損害賠償が巨額、無限責任を負うことになれば、FPSO コントラクター自身倒産することとなり、そうなれば石油会社も FPSO 事業を続けられなくなる。また、そのような条件で入札を行えば商談そのものが成立しかねなくなり、それよりは石油会社がこのリスクを取ることで事業を成立させることが現実的という考え方になる。

なお、FPSO コントラクターの有限責任と言っても、FPSO コントラクターによる故意の不法行為は免責から除外されるのが常であり、法的判定が議論になるところである。

4.3.2 商務上のリスクマネジメント

20 年間という長期間の技術的並びにプロジェクト遂行上のプロジェクトマネジメントとしての事例を前述したが、これに不可分なものとして金融、税務、法務面における商務上のリスクマネジメントがある。

(1) 金融

FPSO の備船料は備船が開始した時点から石油会社が支払いを開始するのが通常である。即ち FPSO の建造が 2~3 年かかるとして、その間は石油会社から何ら支払いが得られない。一方 FPSO コントラクターは建造に当たり造船所や、機器メーカーに対し工事進捗に応じ、石油会社からの入金に先行して支払いが発生する。即ち FPSO 事業者としては、資金需要発生による支払いと石油会社からの入金の時期のずれを銀行借入れにより賄っていく必要がある（図 4.3.1）。

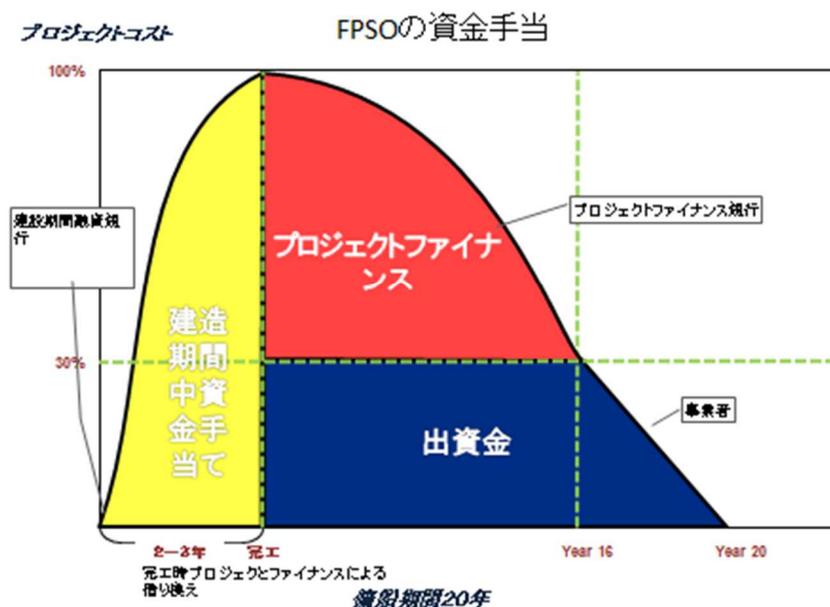


図 4.3.1 FPSO の資金手当

一方、第 I 部の 4.2.1 「FPSO による大水深開発」にて FPSO はプロジェクトファイナンス組成に適したビジネス形態を構成しやすいことを述べた。プロジェクトファイナンスとは銀行が事業者の与信ではなくプロジェクトの与信に対して融資を提供する形態である。プロジェクトファイナンス組成は事業者に取り、自己資本の投入を軽減し、事業経済性を高めることができるメリットがある。

そこで備船契約を締結する時点でプロジェクトファイナンスの契約を同時に締結

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理

することになる。プロジェクトファイナンスは FPSO の完工時点で一括全額貸出され、先に述べた建造期間の借入資金返済に充当される。一方プロジェクトファイナンスの返済は備船開始後石油会社から入金される備船料が充当される。

このように FPSO の建造時の資金手当からプロジェクトファイナンス完済まで長期間にわたり金融マネジメントが事業者の必要な役割となる。

Petrobras を含め石油会社の備船料支払いはほとんどが米ドル建てであるのに対し、工事業者への支払いは円やユーロ等複合通貨になる。ここに為替変動リスクとそれを避けるための通貨スワップが組み込まれる。

また石油会社からの入金は固定金額となるが、銀行融資の金利は変動金利が適用される。そのため金利変動リスクとそれを避けるため金利スワップの仕組みも組み込まれる。

FPSO の納期が変更となった場合や、FPSO の稼働が不十分で備船料収入がプロジェクトファイナンス返済に支障をきたすような場合等々、Petrobras との折衝と銀行との折衝をしながら滞りなく融資および返済を実行していく必要があるため、これを管理・調整する高度な経験が必要とする。

(2) 税務

納税は事業に関わるすべての事業者の義務であり責任である。備船事業に限らず、所定の税率を前提に備船契約を締結し採算を確定することで事業性を担保する。しかし事業が実施される 20 年もの間、途上国などでは税務体系の変更が行われることが想定され、また本邦の所得税率や税務ストラクチャーも変更となる可能性は否めない。このようなリスクを判断しながら、常に税務リスクを極小化するマネジメントが重要な事業者の役割である。このためには信頼の高い税務会計事務所および法律事務所の起用が不可欠である。

(3) 保険等

その他にも建造開始から備船終了まで建造保険 (CAR)、第三者損害賠償保険 (P&I)、FPSO 船体保険 (H&M)、不稼働保険 (LOH) 等、必要な保険を付保することが必要となる。また、FPSO の船籍、船級を取得する事、事業会社の年次事業計画、会計、税務申告を作成することなど、FPSO 備船事業特有のマネジメントの役割がある。

第4章 FPSO 備船契約とリスク管理

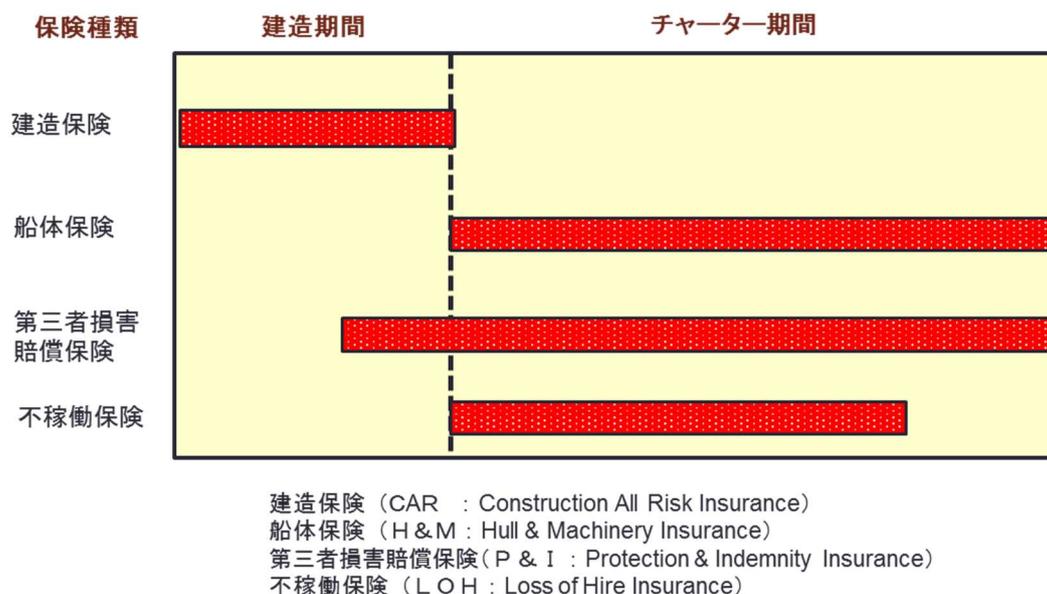


図 4.3.2 損害保険付保

4.3.3 プロジェクト管理

Day to Day のプロジェクト推進に当たり、建造期間中については FPSO コントラクター事務所や建造造船所に石油会社の専門家が在駐し、また稼働後は FPSO 上に石油会社監督官が乗船常駐することで石油会社とコントラクターが連携を計るのが通常である。また、FPSO コントラクターは単一企業として FPSO の建造、資産の保有、FPSO の運転保守というそれぞれ利益相反を伴う三つの柱からビジネスモデルを展開しており、オランダ SBM 社、日本 MODEC 社、ノルウェー BW Offshore 社はどこも共通したビジネスモデルを売りにして長年業界をリードしてきている。即ちその特徴として備船事業という目的に対し、自社で FPSO を建造し、自社で資産を保有し、自社で運転保守を行う上で、石油会社と良好な関係を維持し、FPSO コントラクターとして利益を確保していくことが FPSO コントラクターのノウハウであり且つプロジェクトマネジメントそのものである。

これら石油会社と FPSO コントラクターによるアライアンス的なプロジェクトマネジメントや、FPSO コントラクター内部に起こりうる問題への対処方法は、第 II 部の 3 章「プロジェクトを取りまく組織」、5.10「コミュニケーション計画」、6.7「コミュニケーション管理」に紹介している。

第4章 FPSO 傭船契約とリスク管理

(1) 入札、建造段階

FPSO コントラクターは通常、設計建造部門、運転保守部門、資産保有管理部門のそれぞれが、あたかも別会社のように採算を追求しつつ、一つの企業として成り立っている。(図 4.3.3)

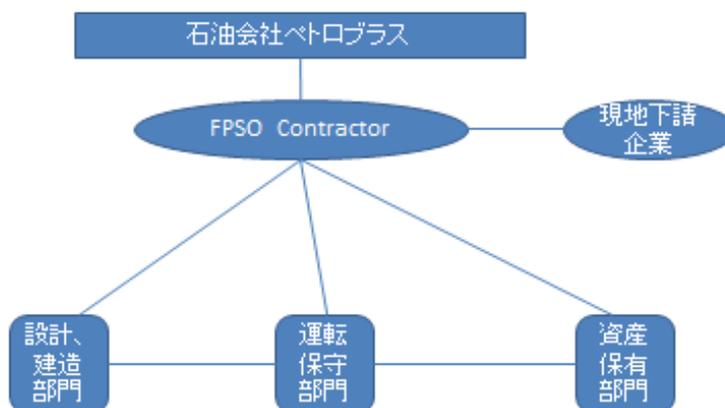


図 4.3.3 FPSO コントラクターの組織

前項で述べた石油会社と FPSO コントラクターとのアライアンスによる利益や損益がいったん確定した後、これを FPSO コントラクター内でだれが享受あるいは負担するかは上記部門の中で誰の責任所掌であったかということに帰結する。当然自身の部門の利益拡大、損失縮小に努めるのが企業人の常である。

これはまず入札段階から発生する事象である。案件を受注するためには入札で一番札を取り、競合に勝ち抜かなければならない。勝つためには競合先より 1 ドルでも安くしなければならない。応札価格は①設計・建設費用、②運転保守サービス費用、③契約のための法務等諸経費、④建造に当たり調達する金融費用、⑤20 年間の資産維持や資産保有に関わる費用、の合計で算出される。

合計金額を下げるためにどの部門が費用を圧縮するかそれぞれがコスト責任を持っている中で企業としてどう対応することがベストか、について調整・管理していくことが入札・建設段階におけるプロジェクトマネジメントとして重要である。

(2) 運転開始後の段階

次の段階としては稼働中における利益、損失の帰属の問題である。

例えば納入した回転機器に不具合が生じ、満足な運転ができず FPSO の稼働が下がり石油会社からペナルティーの適用を受けたとする。この原因が設計や建造を行った部門の責任なのか、あるいは不十分な保守や運転ミスによる運転保守部門の責任かが問題化する場合がある。また機械には納入後保証期間というものがありこ

第4章 FPSO 傭船契約とリスク管理

の期間を過ぎると建造瑕疵担保責任は免責になるため、例えば運転開始後 5 年目に機械が稼働しなくなるとか、性能が出なくなっても設計建設部門は責任を負わないため、資産保有部門と保守点検部門の間で責任の所在、改善費用負担につき問題化される場合がある。顧客たる Petrobras に対しては契約上の責任を果たしつつ、FPSO コントラクター内での責任所在を明確にしてプロジェクトを遂行することが他ならぬプロジェクトマネジメントである。このプロジェクトマネジメントがしっかりすれば次からの契約でも学習効果により、より良い設備を好条件で提供できることになる。

(3) 現地コントラクターとの関係

現地コントラクターとの関係において特にリスクマネジメントが必要になるのが途上国に良くある国産品の調達義務である。

ブラジルの場合では法律である一定の割合の現地工事、現地調達を行う義務がある。しかしこれら現地企業の起用による対 Petrobras への技術的、商務的責任は元請けとして FPSO コントラクターが負わなければならない。従って現地業者との密なる連絡、交渉、管理が極めて重要になり、さもなければ現地品の納期遅れで FPSO 全体の納期が遅れる、あるいは品質の悪さで全体の性能が出ないという大きな損害をきたすことになりかねない。このような損害を事前に予測し、損害を引き起こさないよう対策を講じ、損害を回避することがプロジェクトマネジメントのもう一つの大きな側面である。

(4) 具体的手法とメリット

コントラクターは入札前の見積り会議、建造期間の毎月進捗会議、稼働後の毎月運転保守問題解決会議等を開催し、プロジェクトマネジャーを中核にして、設計建造責任者、運転保守責任者、資産保有責任者が一堂に会しあらゆる問題解決に当たる。従って利益相反があっても経験値を活用して何らかの折り合いをつけるのが通常だが、どうしても解決を見いだせない場合は企業トップの経営判断にゆだねる場合もある。これらの積み重ねが、プロジェクトを成功裡に達成することになり、ひいては競争力を増し業界の第一人者として存在し続ける道となる。これは経験に基づいた大きなノウハウとなりそれ故極めて参入障壁が高いビジネスモデルと位置付けられる。

4.4 アライアンスの成果

大水深でかつ陸上からの距離が遠い巨大油・ガス田の海洋開発が促進されている今日、

第4章 FPSO 傭船契約とリスク管理

アライアンスという言葉は定着されずとも、石油会社が意図したアライアンス方式、即ち石油会社と施工業者が一体になり海洋石油・天然ガス開発を行う形態がいくつか定着している。これが海洋石油・天然ガス開発におけるプロジェクトマネジメントそのものとも言えるのである。

このような FPSO コントラクターとの傭船契約におけるアライアンスの手法が奏効して、Petrobras はプレソルトの日産量が 2012 年には 14 万バレルであったものが 2020 年には日産 210 万バレルと飛躍的に拡大する見通しを立てている。油価が昨今低迷（2017 年バレル当たり 50 ドル前後）しているのも拘わらずこれだけの増産を確実にできるのは FPSO コントラクターとのアライアンスに加え、それを踏まえた FPSO コントラクター内でのプロジェクトマネジメントの実施とその成果によるものと理解される。

<参考資料>

アライアンス方式

(1) https://www.jstage.jst.go.jp/article/japt1933/64/6/64_6_489/_pdf

(2) 多田祐一：世界各地の石油開発におけるアライアンス契約の適用と方向性

<https://www.japt.org/html/iinkai/seisan/seisan/strategy.html>

ブラジルプレソルトの歴史

(3) 金城秀樹：深海底に存在する岩塩下（プレソルト）大型油田の開発動向、(株)三井物産戦略研究所レポート 2013.10.15

https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/_icsFiles/afieldfile/2016/10/20/131015m_kinjo.pdf

(4) 伊原賢：大水深石油開発のトレンド：解説、JOCMEC 2014.6.11

https://oilgas-info.jogmec.go.jp/pdf/5/5275/1406_out_deepwater_trend.pdf

第5章 付録（関連法規一覧）

5 付録（関連法規一覧）

5.1 海洋石油・天然ガスの関連法規一覧

表 5.1.1 ABS の海洋石油・天然ガス関連の基準およびガイドライン

文書番号	タイトル	発行日
6	Mobile Offshore Drilling Units (2016) 移動式海洋掘削設備	2016-01
8	Single Point Moorings (2021) 一点係留	2021-01
29	Offshore Installations (2018) オフショア設備	2018-01
57	Classification of Drilling Systems 掘削システムの船級検査	2021-01
63	Facilities on Offshore Installations (2017) オフショア設備上の施設	2017-01
64	Subsea Pipeline Systems and Risers (2001) 海底パイプラインシステム及びライザー	2001-03
82	Floating Production Installations (2019) 浮体式生産設備	2019-01
90	Application of Fiber Rope for Offshore Mooring ファイバーロープのオフショア係留利用	2011-07
101	SafeHull Dynamic Loading Approach for FPSO Systems FPSO 設備の動的荷重アプローチ	2001-12
104	Spectral-Based Fatigue Analysis for Floating Offshore Structures 付帯構造のスペクトルベースの疲労解析	2005-05
105	Crew Habitability on Offshore Installations オフショア設備上の乗員の居住性	2015-12
106	Offshore LNG Terminals (2004) オフショア LNG ターミナル	2004-09
107	Liftboats (2016) 自己昇降式浮体台船	2016-01
115	Fatigue Assessment of Offshore Structures オフショア構造物の疲労評価	2003-08
120	Surveys Using Risk-Based Inspection for the Offshore Industry リスクベースの検査を使用したオフショア産業調査	2003-12
123	Subsea Riser Systems 海底ライザーシステム	2006-09
124	Dynamic Analysis Procedure for Self-Elevating Drilling Units 自己昇降式ユニットの動的解析手順	2014-02
126	Buckling and Ultimate Strength Assessment for Offshore Structures オフショア構造物の座屈及び極限強度評価	2004-08

第 5 章 付録（関連法規一覧）

第5章 付録（関連法規一覧）

155	Mobile Offshore Units Operating on Norwegian Continental Shelf, N-Notation ノルウェー大陸棚上の移動式オフショアユニットの運用（船級符合付記N）	2007-08
160	Mobile Offshore Units 移動式オフショアユニット	2008-07
168	Well Test Systems 坑井試験システム	2010-03
169	Floating Offshore Liquefied Gas Terminals 浮体式洋上液化ガスターミナル	2018-01
174	Certification of Existing Blowout Preventers and Associated Systems 現存防噴システム及び関連システムの認証	2010-12
184	Drillships (2016) ドリルシップ	2011-08
190	Crew Habitability on Mobile Offshore Drilling Units (MODUs) 移動式海洋掘削ユニット（MODU）の乗員の居住性	2012-09
193	Portable Accommodation Modules 可搬式居住モジュール	2019-08
194	Thruster-Assisted Mooring (TAM, TAM (Manual)) for Mobile Mooring Systems 移動式係留システム向けスラスタ補助係留（TAM、TAM（手動））	2013-01
205	Pre-Laid Position Mooring Systems 先行設置係留システム	2013-12
217	Life Extension Methodology for Floating Production Installations 浮体式生産設備での設備寿命延伸方法論	2017-04
227	Lay-Up and Reactivation of Mobile Offshore Drilling Units 移動式海洋掘削装置のレイアップと再活性化	2016-06
228	Design and Installation of Dynamically Installed Piles 動的貫入杭の設計と設備に関するガイダンスノート	2016-06

（出典：ABS のウェブサイトより）

表 5.1.2 BV の海洋石油・天然ガス関連の基準およびガイドライン

文書番号	タイトル	発行日
NR 445	Rules for the Classification of Offshore Units オフショアユニットの分類規則	2019-02
NR 534	Rules for the Classification of Self-Elevating Units ·Jack-ups and Liftboats 自己昇降式ユニットの船級検査規則	2016-12
NR 542	Classification of floating gas units 浮体式洋上ガスユニットの分類	2019-05
NR 551	Structural analysis of offshore surface units through full length finite element models 全長有限要素モデルによる海上ユニットの構造解析	2010-04

第5章 付録（関連法規一覧）

NR 568	Classification of offshore units - risk based approach オフショアユニットの分類－リスクベースのアプローチ	2011-07
NR 588	Offshore oil offloading - transfer arms オフショアオイルオフロード－搬送アーム	2012-11
NR 595	Classification of offshore handling systems (OHS) オフショアハンドリングシステムの分類	2014-08
NI 422	Type approval of non-destructive testing equipment dedicated to underwater inspection of offshore structures オフショア構造物の水中点検用非破壊試験機器の型式承認	1998-02
NI 423	Corrosion protection of steel offshore units and installation 鋼製オフショアユニット及び設備の防食	2006-05
NI 432	Certification of fibre ropes for deepwater offshore services 大水深オフショアサービス向けファイバーロープの認証	2018-12
NI 567	Risk based verification of floating offshore units 浮体式オフショアユニットのリスクベースの検証	2020-09
NI 593	Ship conversion into surface offshore units - redeployment of surface offshore units 船舶の船型オフショアユニットへの改造及び船型オフショア ユニットの再配置	2017-11
NI 615	Buckling assessment of plated structures 洋上装置のメッキ構造の座屈評価	2021-07
NI 629	Certification of offshore access systems 洋上アクセスシステムの認証	2016-05

(出典：BVのウェブサイトより)

表 5.1.3 DNV の海洋石油・天然ガス関連の基準およびガイドライン

文書番号	タイトル	発行日
DNV-OS-A101	Safety principles and arrangements 安全原則と配置	2019-07
DNV-OS-A201	Winterization for cold climate operations 寒冷環境下運用のための不凍化措置	2019-07
DNV-OS-B101	Metallic materials 金属材料	2021-07
DNV-OS-C101	Design of offshore steel structures, general – LRFD method オフショア鋼製構造物の設計、一般－LRFD 法	2019-07
DNV-OS-C102	Structural design of offshore ships オフショア船舶の構造設計	2021-07
DNV-OS-C103	Structural design of column 122tabilized units – LRFD method 半潜水式ユニットの構造設計－LRFD 法	2020-07
DNV-OS-C104	Structural design of self-elevating units - LRFD method 自己昇降式ユニットの構造設計－LRFD 法	2019-07
DNV-OS-C105	Structural design of TLPs - LRFD method TLP の構造設計－LRFD 法	2015-07

第5章 付録（関連法規一覧）

DNV-OS-C106	Structural design of deep draught floating units - LRFD method 深喫水浮体式ユニットの構造設計－LRFD 法	2015-07
DNV-OS-C201	Structural design of offshore units - WSD method オフショアユニットの構造設計－WSD 法	2017-07
DNV-OS-C301	Stability and watertight integrity 復原性と水密性	2020-07)
DNV-OS-C401	Fabrication and testing of offshore structures オフショア構造物の製造と試験	2021-07
DNV-OS-D101	Marine and machinery systems and equipment 船用及び機関システム並びに機器	2021-07
DNV-OS-D201	Electrical installations 電気設備	2021-07
DNV-OS-D202	Automation, safety and telecommunication systems 自動化、安全、電気通信システム	2019-07
DNV-OS-D203	Integrated software dependent systems (ISDS) ソフトウェア制御に依存する統合システム	2017-07
DNV-OS-D301	Fire protection 防火	2019-07
DNV-OS-E101	Drilling facilities 掘削装置	2021-07
DNV-OS-E201	Oil and gas processing systems 石油及びガス処理システム	2021-07
DNV-OS-E301	Position mooring 係留	2021-07
DNV-OS-E302	Offshore mooring chain オフショア係留鎖	2018-07
DNV-OS-E303	Offshore fibre ropes オフショアファイバーロープ	2018-07
DNV-OS-E304	Offshore mooring steel wire ropes オフショア係留鋼製ワイヤーロープ	2020-07
DNV-OS-E401	Helicopter decks ヘリコプターデッキ	2019-07
DNV-OS-E402	Diving Systems 潜水システム	2019-07
DNV-OS-E403	Offshore loading units オフショアローディング装置	2020-07
DNV-ST-E406	Design of Free Fall Lifeboats 自由降下式救命艇	2019-09
DNVGL-ST-C501	Composite Components 複合素材コンポーネント	2019-09
DNVGL-ST-C502	Offshore Concrete Structures オフショアコンクリート製構造物	2017-08
DNV-ST-F101	Submarine Pipeline Systems 海底パイプラインシステム	2021-08
DNV-ST-F201	Riser systems ライザーシステム	2020-01

第5章 付録（関連法規一覧）

DNV-ST-N001	Marine operations and marine warranty 海洋オペレーション及び保険	2018-09
DNV-ST-N002	Site specific assessment of mobile offshore units for marine warranty マリンワランティサーベイ用の可動式海洋装置評価	2016-11

（出典：DNVのウェブサイトより）

表 5.1.4 ISOの海洋石油・天然ガスの基準およびガイドライン

文書番号	タイトル	発行日
石油及び天然ガス工業－掘削及び生産機器		
ISO 10407	Drill stem design and operating limits ドリルステムの設計と動作限界	1993-12
ISO 10407-2	Part 2: Inspection and classification of used drill stem elements ロータリードリリングのドリルステム要素の検査と分類	2008-10
ISO 10423	Wellhead and Christmas tree equipment ウェルヘッドとクリスマスツリー装置	2009-12
ISO 10424-1	Part 1: Rotary drill stem elements ロータリードリルステム要素	2004-09
ISO 10424-2	Part 2: Threading and gauging of rotary shouldered thread connections ロータリーショルダーズレッド接続のねじ切りと計測	2007-11
ISO 13354	Shallow gas diverter equipment 浅水深ガス分留装置	2014-12
ISO 13533	Drill-through equipment ドリルスルー機器	2001-12
ISO 13534	Inspection, maintenance, repair and remanufacture of hoisting equipment 巻上げ装置の点検、保守、修理、再製造	2000-12
ISO 13535	Hoisting equipment 巻上げ装置	2000-12
ISO 13624-1	Part 1: Design and operation of marine drilling riser equipment Part 1: 海洋掘削ライザー装置の設計及び運用	2009-11
ISO/TR 13624-2	Part 2: Deepwater drilling riser methodologies, operations, and integrity technical report Part 2: 大水深掘削ライザー方法論、オペレーション、及び完全性技術レポート	2009-12
ISO 13625	Marine drilling riser couplings 海洋掘削ライザーカップリング	2002-12
ISO 13626	Drilling and well-servicing structures ドリリングとよく整備された構造	2003-11
ISO 17078-1	Side-pocket mandrels サイドポケットマンドレル	2004-12
ISO 17078-2	Flow-control devices for side-pocket mandrels サイドポケットマンドレル用の流量制御装置	2007-12

第5章 付録（関連法規一覧）

ISO 17078-3	Running tools, pulling tools and kick-over tools and latches for side-pocket mandrels サイドポケットマンドレル用のランニング工具、引張工具、キックオーバー工具とラッチ	2009-04
ISO 17078-4	Practices for side-pocket mandrels and related equipment サイドポケットマンドレルのための実習と関連機器	2010-04
石油及び天然ガス工業 – 海底生産システムの設計及び運用		
ISO 13628-1	General requirements and recommendations 一般要求事項と推奨事項	2005-11
ISO 13628-2	Unbonded flexible pipe systems for subsea and marine applications 海底及び海洋利用の非結合フレキシブルパイプシステム	2006-07
ISO 13628-3	Through flowline (TFL) system スルーフローラインシステム	2000-12
ISO 13628-4	Subsea wellhead and tree equipment 海底坑口とツリー機器	2010-12
ISO 13628-5	Subsea umbilicals 海底アンビリカル	2009-12
ISO 13628-6	Subsea production control systems 海底生産制御システム	2006-05
ISO 13628-7	Completion/workover riser systems ライザーシステムの完成/改修	2005-11
ISO 13628-8	Remotely Operated Vehicle (ROV) interfaces on subsea production systems 海底生産システムでの ROV インターフェース	2002-12
ISO 13628-9	Remotely Operated Tool (ROT) intervention systems ROT インターベンションシステム	2000-06
ISO 13628-10	Specification for bonded flexible pipe 結合したフレキシブルパイプの仕様	2005-10
ISO 13628-11	Flexible pipe systems for subsea and marine applications 海底及び海洋利用のフレキシブルパイプシステム	2007-09
ISO 13628-14	Subsea high integrity pressure protection systems (HIPPS) 海底用 HIPPS	(DIS)
ISO 13628-15	Subsea structures and manifolds 海底構造物とマニフォールド	2011-09
ISO 13628-16	Specification for flexible pipe ancillary equipment フレキシブルパイプ付属機器の仕様	(DIS)
ISO 13628-17	Guidelines for flexible pipe ancillary equipment フレキシブルパイプ付属機器のためのガイドライン	(DIS)
石油及び天然ガス工業 – オフショア構造物		
ISO 19900	General requirements for offshore structures オフショア構造物の一般要求事項	2019-06
ISO 19901-1	Metoccean design and operating considerations Metoccean 設計と運用上の留意事項	2015-10
ISO 19901-2	Seismic design procedures and criteria 耐震設計手順と基準	2017-11

第5章 付録（関連法規一覧）

ISO 19901-3	Topsides structure トップサイド構造物	2014-12
ISO 19901-4	Geotechnical and foundation design considerations 地質工学上及び基礎設計配慮	2016-07
ISO 19901-5	Weight control during engineering and construction エンジニアリング及び建造中の重量管理	2016-02
ISO 19901-6	Marine operations 海洋作業	2009-12
ISO 19901-7	Stationkeeping systems for floating offshore structures and mobile offshore units 浮体式オフショア構造物及び移動式オフショアユニットの船位保持システム	2013-05
ISO 19901-8	Marine soil investigations 海底土調査	2014-12
ISO 19902	Fixed steel offshore structures 着底式鋼製オフショア構造物	2020-11
ISO 19903	Concrete offshore structures 着床式コンクリートオフショア構造物	2019-08
ISO 19904-1	Floating offshore structures -- Part 1: Monohulls, semi-submersibles and spars 浮体式オフショア構造物—Part 1:モノハル、セミサブ及びスパー	2019-05
ISO 19905-1	Site-specific assessment of mobile offshore units -- Part 1: Jack-ups 移動式オフショアユニットのサイト特有の評価—Part 1: ジャッキアップ	2016-01
ISO/TR 19905-2	Site-specific assessment of mobile offshore units -- Part 2: Jack-ups commentary and detailed sample calculation 移動式オフショアユニットのサイト特有の評価—Part 2: ジャッキアップ解説と詳細サンプル算定	2012-12
ISO 19905-3	Site-specific assessment of mobile offshore units -- Part 3: Floating unit 移動式オフショアユニットのサイト特有の評価—Part 3: 浮体ユニット	2021-03
ISO 19906	Arctic offshore structures 北極海オフショア構造物	2019-07

※：発行年月で(DIS)は、Draft International Standard（国際規格案）であることを示す。
（出典：ISO のウェブサイトより）

表 5.1.5 API の海洋石油・天然ガス関連の基準およびガイドライン

文書番号	タイトル	発行日
API RP 2A -WSD 22nd Edition	Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms - Working Stress Design - Includes Supplement 2 着底式オフショアプラットフォームの計画、設計及び建造—使用応力設計—追補 2 を含む	2014-11
API Spec 2C 8th Edition	Offshore Pedestal-mounted Cranes オフショア柱脚上搭載クレーン	2020-10
API RP 2D 7th Edition	Operation and Maintenance of Offshore Cranes オフショアクレーンの運用及び保守	2014-12
API RP 2FPS 2nd Edition	Planning, Designing and Constructing Floating Production Systems 浮体式生産システムの計画、設計、建造	2011-10
API RP 2SK 4th Edition	Design and Analysis of Stationkeeping Systems for Floating Structures 浮体式構造物の船位保持システムの設計と解析	2018-04
API RP 2T 3rd Edition	Planning, Designing and Constructing Tension Leg Platforms TLP の計画、設計、建造	2010-07
API RP 4G 5th Edition	Operation, Inspection, Maintenance, and Repair of Drilling and Well Servicing Structures 掘削及び検層構造物の運用、点検、保守及び修理	2019-02
API RP 14C 8th Edition	Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms オフショア生産プラットフォーム向け基本的な水面上安全システムの解析、設計、据付け及び試験	2017-02
API RP 14E 5th Edition	Design and Installation of Offshore Products Platform Piping Systems オフショア生産プラットフォーム配管の設計及び据付け	2000-06
API RP 14F 6th Edition	Design, Installation, and Maintenance of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class 1, Division 1 and Division 2 Locations 未分類、Class 1 Division 1 及び Division 2 区域向け着底式及び浮体式オフショアプラットフォーム設備向け電気系統の設計、施工及び保守	2018-10
API RP 14G 4th Edition	Fire Prevention and Control on Fixed Open Type Offshore Production Platforms 固定開放型オフショア生産プラットフォーム上の防火及び消火	2007-04
API RP 14J 2nd Edition	Design and Hazards Analysis for Offshore Production Facilities オフショア生産設備向け設計及びハザード解析	2001-05
API RP 75 4th Edition	Development of a Safety and Environmental Management Program for Offshore Operations and Facilities (now mandatory by BSEE) オフショア作業及び設備の安全環境管理プログラムの	2019-12

第5章 付録（関連法規一覧）

	作成（現在 BSEE により義務化されている）	
API RP 500 3rd Edition	Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class1, Division 1 and Division 2 Class1, Division 1 及び Division 2 に分類された石油施設における電気設備向け区域分類	2012-12
API RP 505 2nd Edition	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class1, Zone 0, Zone 1 and Zone 2 Class1, Zone 0, Zone 1 及び Zone 2 に分類された石油施設における電気設備向け区域分類	2018-08
API Std 521 7th Edition	Pressure-relieving and Depressuring Systems 圧力除去及び圧抜きシステム	2020-06
API RP 582 3rd Edition	Welding Guidelines for the Chemical, Oil, and Gas Industries ケミカル、石油及びガス産業向け溶接ガイドライン	2016-05
API Std 607 7th Edition	Fire test for Quarter Turn Valves and Valves Equipped with Nonmetallic Seats 4分の1回転バルブ及び非金属製弁座を持つバルブの燃焼試験	2016-06

（出典：API のウェブサイトより）

5.2 風力発電関連の海外関連法規一覧

表 5.2.1 IEC の風力発電システムの基準およびガイドライン（IEC61400 シリーズ）

文書番号	タイトル	発行日
本体の設計要件		
IEC 61400-1 Edition4.0	Design requirements 大型風車の設計要件	2019-02
IEC 61400-2 Edition3.0	Small wind turbines 小型風車の設計要件	2013-12
IEC 61400-3 Edition1.0	Design requirements for offshore wind turbines 洋上風車の設計要件	2009-02
IEC 61400-3-1 Edition1.0	Design requirements for offshore wind turbines 着床式洋上風車の設計要件	2019-04
IEC/TS 61400-3-2 Edition1.0	Design requirements for floating offshore wind turbines 浮体式洋上風車の設計要件	2020-10
IEC 61400-101 Edition1.0	General requirements for wind turbine plants 風力発電プラントの一般要件	2015-10
部品の設計		
IEC 61400-4 Edition1.0	Design requirements for wind turbine gearboxes 風車ギアボックスの設計要件	2018-07
IEC 61400-5	Wind turbine blades	2020-06

第5章 付録（関連法規一覧）

Edition1.0	ブレードの設計要件	
IEC 61400-6 Edition1.0	Tower and foundation design requirements タワー及び基礎の設計要件	2020-04
IEC 61400-7 Edition1.0	Safety of wind turbines power converters 風車用パワーコンバータの安全要件	2014-12
IEC 60076-16 Edition2.0	Transformers for wind turbine applications 風車用変圧器	2018-09
性能評価		
IEC 61400-11 Edition3.0	Acoustic noise measurement techniques 騒音測定方法	2012-11
IEC 61400-12-1 Edition2.0	Power performance measurements of electricity producing wind turbines 発電用風車の性能試験方法	2017-03
IEC 61400-12-2 Edition1.0	Power performance of electricity-producing wind turbines based on nacelle anemometry ナセル風速計による風車の性能計測方法	2013-03
IEC 61400-13 Edition1.1	Measurement of mechanical loads 機械的荷重の計測方法	2021-12
IEC/TS 61400-14 Edition1.0	Declaration of apparent sound power level and tonality values 風車の音響パワーレベル及び純音性評価値の表 示	2005-03
IEC 61400-15 Edition1.0	Assessment of site specific wind conditions for wind power stations 風力発電所の風条件に関するサイトアセスメン ト	
IEC 61400-21 Edition2.0	Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines 系統連系風車の電力品質特性の測定・評価	2008-08
IEC 61400-21-1 Edition1.0	Measurement and assessment of electrical characteristics - Wind turbines 電気的特性の測定・評価－風力タービン	2019-05
IEC 61400-21-2 Edition1.0	Measurement and assessment of electrical characteristics - Wind power plants 電気的特性の測定・評価－風力発電プラント	
IEC 61400-23 Edition1.0	Full-scale structural testing of rotor blades 実翼構造強度試験	2014-04
IEC 61400-24 Edition2.0	Lightning protection 避雷	2019-07
IEC/TS 61400-26-1 Edition1.0	Availability for wind energy generating systems 風車利用稼働率評価	2019-05
IEC 61400-30 Edition1.0	Safety of Wind Turbine Generator Systems (WTGs) - General principles for design 風力発電システムの安全性－設計の一般原理	
IEC 61400-40 Edition1.0	Electromagnetic Compatibility (EMC) - Requirements and test methods 電磁環境適合性－要求事項及び試験方法	

第5章 付録（関連法規一覧）

互換性・その他		
IEC 61400-25-1 Edition2.0	Communications for monitoring and control of wind power plants - Overall description of principles and models 風力発電所の監視制御用通信（原理とモデル全般）	2017-07
IEC 61400-25-2 Edition2.0	Communications for monitoring and control of wind power plants - Information models 風力発電所の監視制御用通信（情報モデル）	2015-06
IEC 61400-25-3 Edition2.0	Communications for monitoring and control of wind power plants - Information exchange models 風力発電所の監視制御用通信（情報交換モデル）	2015-06
IEC 61400-25-4 Edition2.0	Communications for monitoring and control of wind power plants - Mapping to communication profile 風力発電所の監視制御用通信（XML ベースの通信プロファイルへのマッピング）	2016-11
IEC 61400-25-41 Edition1.0	Communications for monitoring and control of wind power plants - Mapping to communication profile based on IEC 62541 (OPC UA) 風力発電所の監視制御用通信（IEC 62541 に、基づく通信プロファイルへのマッピング）	
IEC 61400-25-5 Edition2.0	Communications for monitoring and control of wind power plants - Conformance testing 風力発電所の監視制御用通信（適合性試験）	2017-09
IEC 61400-25-6 Edition2.0	Communications for monitoring and control of wind power plants - Logical node classes and data classes for condition monitoring 風力発電所の監視制御用通信（状態監視用ロジカルノードクラス及びデータクラス）	2016-12
IEC 61400-27-1 Edition2.0	Electrical simulation models – Generic models 風力発電所の出力評価の電力シミュレーションモデル（汎用モデル）	2020 07
IEC 61400-27-2 Edition1.0	Electrical simulation models - Model validation 風力発電所の出力評価の電力シミュレーションモデル（モデル検証）	2020-07
用語		
IEC 60050-415 Edition1.0	International Electrotechnical Vocabulary - Part 415: Wind turbine generator systems 用語-風力発電システム	1999-04

※：発行年月でブランクは、未発行であることを示す。
（出典：IEC のウェブサイトより）

表 5.2.2 IEC の海洋エネルギーの基準およびガイドライン（IEC62600 シリーズ）

第5章 付録（関連法規一覧）

文書番号	タイトル	発行日
Marine energy - Wave, tidal and other water current converters		
IEC/TS 62600-1 Edition2.0	Vocabulary 用語	2020-06
IEC/TS 62600-2 Edition2.0	Marine energy systems - Design requirements for 海洋エネルギーシステム的设计要件	2019-10
IEC/TS 62600-10 Edition2.0	Assessment of mooring system for marine energy converters (MECs) 海洋エネルギー変換に関する係留システムの評価	2021-07
IEC/TS 62600-20 Edition1.0	Design and analysis of an ocean thermal energy conversion (OTEC) plant – general guideline 海洋温度差発電システムの設計解析のガイドライン	2019-06
IEC/TS 62600-30 Edition 1.0	Electrical power quality requirements 電力品質要件	2018-08
IEC/TS 62600-40 Edition1.0	Acoustic characterization of marine energy converters 海洋エネルギー変換の音響特性評価	2019-06
IEC/TS 62600-100 Edition1.0	Electricity producing wave energy converters - Power performance assessment 波力発電－電力性能評価	2012-08
IEC/TS 62600-101 Edition1.0	Wave energy resource assessment and characterization 波力エネルギー源の評価と特性	2015-06
IEC/TS 62600-102 Edition1.0	Wave energy converter power performance assessment at a second location using measured assessment data 測定評価データを使った2次的位置における波力発電性能評価	2016-08
IEC/TS 62600-103 Edition1.0	Guidelines for the early stage development of wave energy converters: Best practices & recommended procedures – Best practices and recommended procedures for the testing of pre-prototype devices 波力発電の初期開発段階でのガイドライン：プレプロトタイプデバイス試験用の最適演習と推奨手順	2018-07
IEC/TS 62600-200 Edition1.0	Electricity producing tidal energy converters - Power performance assessment 潮流発電－電力性能評価	2013-05
IEC/TS 62600-201 Edition1.0	Tidal energy resource assessment and characterization 潮流エネルギー源の評価と特性	2015-04
IEC/TS 62600-202 Edition1.0	Scale testing of tidal stream energy systems 潮流発電システムのスケールモデル試験	
IEC/TS	Electricity producing river energy converters -	2019-09

第5章 付録（関連法規一覧）

62600-300 Edition1.0	Power performance assessment 河川エネルギー変換での電力生産－電力性能評価	
IEC/TS 62600-301 Edition1.0	River energy resource assessment 河川エネルギー源の評価	2019-09

※：発行年月でブランクは、未発行であることを示す。
(出典：IECのウェブサイトより)

表 5.2.3 ISO29400 シリーズとして検討されている規格案

文書番号	タイトル	発行日
ISO 29400	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- Port and marine operations 洋上風力エネルギー—港湾及び海洋での作業	2020-05
ISO 29401	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- Emergency management 洋上風力エネルギー—緊急管理	
ISO 29402	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- Entry-level qualification 洋上風力エネルギー—作業員参加資格	
ISO 29403-1	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- Technical equipment – Zone Model 洋上風力エネルギー—関連機器—ゾーンモデル	
ISO 29404	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- Supply chain information flow 洋上風力エネルギー—サプライチェーン情報の流れ	2015-12
ISO 29405	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- work and living condition offshore 洋上風力エネルギー—洋上での作業・生活条件	
ISO 29406	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- personnel transfer systems 洋上風力エネルギー—作業員移送システム	
ISO 29409-x	Ships and marine technology -- Offshore wind energy -- Technical equipment – Collection and treatment of oil in waste water 洋上風力エネルギー—関連機器—油水分離器	

※：発行年月で空白は、未発行であることを示す。
(出典：ISO のウェブサイトより)

表 5.2.4 DNV の洋上風力システムの基準およびガイドライン

文書番号	タイトル	発行日
DNV-ST-0076	Design of electrical installations for wind turbines 風力タービン用電気設備の設計	2021-05
DNV-ST-0119	Floating wind turbine structures 浮体式風力タービン構造物	2021-06
DNV-ST-0126	Support Structures for Wind Turbines 風力タービン支持構造物	2021-12
DNV-ST-0145	Offshore Substations 洋上変電設備	2020-10
DNV-ST-0164	Tidal Turbines 潮汐タービン	2015-10
DNV-ST-0262	Lifetime extension of wind turbines 風力タービンの寿命延長	2016-03
DNV-ST-0376	Rotor blades for wind turbines 風力タービン用ローターブレード	2015-12

第5章 付録（関連法規一覧）

DNV-ST-0438	Control and protection systems for wind turbines 風力タービン用制御及び保護システム	2016-04
DNV-RU-PU -0512	Floating offshore wind turbine installations 浮体式風力タービンの設置	2021-07

（出典：DNV のウェブサイトより）

表 5.2.5 BV の洋上風力システムの基準およびガイドライン

文書番号	タイトル	発行日
NR 445	Rules for the Classification of Offshore Units オフショアユニットの分類規則	2019-02
NR 589	Wind farms service ships ウィンドファーム支援船	2018-12
NI 572	Classification and certification of floating offshore wind turbines 浮体式洋上風力タービンの船級検査と認定	2019-01
NI 603	Current and tidal turbines 潮流・潮汐流タービン	2015-05

（出典：BV のウェブサイトより）

6 用語の解説

API

American Petroleum Institute の略称で、米国石油協会のこと。

米国石油産業の共通の権益を促進することを目的とし 1919 年に設立された米国の中心的な石油業界団体であり、その研究成果、各種の作業規準、工業規格はいまや世界的な影響力を持っている。米国、カナダ、メキシコの主要石油会社約 300 社の法人会員、7,000 人の個人会員を擁し、その本拠をワシントンに置いている。その主な活動は (1) 各種規格・規準の設定普及、(2) 石油技術の研究・開発、(3) 石油事業に関する国家的関心事項に対する政府との協力、(4) 各種情報サービス、(5) 保健衛生・環境保全・保安対策、などと多岐にわたっている。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋)

CMS

Condition Monitoring System の略称で、運転・監視・保守のための状態監視システムのことである。風力発電の場合には、主軸・増速機（ギア・ベアリング）・発電機（ベアリング）の状況を遠隔監視制御している。

CPF

Central Processing Facility の略称で、沖合・生産処理施設のことで、沖合の油田・ガス田開発に用いられるプラットフォームの一種であり、地下から取り出した生産物を、洋上でガスと原油、水、

不純物などに分離し、出荷施設へと送り出す施設である。イクシスプロジェクトでは、半潜水式を採用している。

((株)INPEX ウェブサイトを参照)

Day Rate 契約 (day rate contract)

日割り作業料で作業を請負う契約のこと。

DPS

Dynamic Positioning System の略称で、自動船位保持装置、ダイナミック・ポジショニング・システムのこと。

従来のアンカーとチェーンによる機械的係留方式が困難な大水深の海域などにおいて、船または浮体式海洋掘削リグ（船型、半潜水型）を洋上の一定位置に保持するにあたり、船自体の持つ推進装置（スラスタ）を自動的に制御することにより、アンカーなしで船を定位置に保持するシステムである。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋)

EPC

Engineering, Procurement and Construction の略称で、設計・調達・建造のこと。

EPCI

Engineering, Procurement, Construction and Installation の略称で、建造工事、海洋石油・ガス生産設備を、設計から資材調達、建造、据付、試

第6章 用語の解説

運転まで一括して石油開発会社に提供するサービスのこと。

FEED

Front End Engineering Design の略称で、基本設計のことである。

FID

Final Investment Decision の略称で、石油開発会社において、開発に関する最終的な投資決定すること。

FIT

Feed-In Tariff の略称のこと。

我が国の「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」は、再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で買い取ることを国が約束する制度である。電力会社が買い取る費用の一部を電気の利用者から賦課金という形で集め、今はまだコストの高い再生可能エネルギーの導入を支えていくものである。この制度により、発電設備の高い建設コストなども回収の見通しが立ちやすくなり、より普及が進む。対象となる再生可能エネルギーは、太陽光・風力・地熱・水力・バイオマス発電の 5 種である。(資源エネルギー庁 HP より)

FLNG

Floating Liquefied Natural Gas の略称のこと。

広義には洋上における LNG の液化設備および再ガス化設備全般を指すが、狭義には洋上にて液化・貯蔵・出荷を行う LNG-FPSO (Floating Production,

Storage and Off-loading system) を指すこともある。LNG-FPSO では、LNG 貯蔵能力を有する船もしくはバージ上で、海洋ガス田から生産された天然ガスの不純物除去および液化を行い LNG を生産・貯蔵し、輸送用の LNG 船へ LNG を出荷する。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より抜粋)

FPSO

Floating Production, Storage and Offloading system の略称で、浮体式海洋石油・ガス生産貯蔵積出設備のことである。洋上で石油・ガスを生産し、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。

(MODEC ウェブサイトより抜粋)

FPU

Floating Production Unit の略称で、浮体式洋上生産施設のことである。

F/S

Feasibility Study のことで、新規事業などのプロジェクトの、事業化の可能性を調査すること。実行可能性、経済性などを調査する。調査・検討する内容は、事業の外部要因として政治、法制、規制、経済、技術動向、自然環境、社会環境といったマクロ環境、業界の動向、市場調査、競合状況も含まれる。

FSO

Floating Storage and Offloading system の略称で、浮体式海洋石油・ガス貯蔵積出設備のこと。

第6章 用語の解説

石油・ガスの生産を行なう設備を持たない、洋上での貯蔵・積出専用の設備。他のプラットフォームで生産した原油を貯蔵して出荷する。（MODEC ウェブサイト、JOGMEC 海洋工学ハンドブック 第6版より抜粋）

HAZID

HAZard IDentification の略称で、プラント設計などにおいて潜在的な危険性の洗い出しを行い、そのリスク（頻度と影響度）を評価し、必要な対策、改善案を検討すること。

HAZOP

HAZard and OPerability study の略称で、計画中あるいは既存のプロセスやオペレーションに対する組織的かつ体系的な審査のことである。作業員や装置にリスクをもたらしたり、あるいは効率的なオペレーションを阻害したりする可能性のある問題を特定し、評価する。

HSE

Health、Safety、Environment の略称で、事業活動に伴う労働安全衛生問題や環境問題を示す。これらの問題に系統的かつ効率的に対処してリスクをできる限り低減し、企業価値を高める取組みが HSE 活動であり、さらに、HSE に関する企業としての対応方針を示し、その活動を総合的・包括的に管理する仕組みが HSE-MS（HSE Management System）である。（アブダビ石油ウェブサイトより抜粋）

IEC

International Electrotechnical Commission の略称で、国際標準化機構のこと。

電気及び電子の技術分野における標準化に関するすべての問題の解決に向けた国際協力を促進し、及び規格適合性評価の関連事項に関する国際協力を促進することによって国際理解を促進することを目的に1906年に設立された組織のこと。

IMO

International Maritime Organization の略称で、国際海事機関のこと。

船舶の安全及び船舶からの海洋汚染の防止等、海事問題に関する国際協力を促進するための国連の専門機関として、1958年に設立された。

ISO

International Organization for Standardization の略称で、国際標準化機構のことである。スイスのジュネーブに本部を置く非政府機関で、主な活動は国際的に通用する規格を制定することである。ISO が制定した規格を ISO 規格といい、制定や改訂は日本を含む世界 165 か国（2014 年現在）の参加国の投票によって決まる。非常口のマーク（ISO7010）やカードのサイズ（ISO/IEC 7810）、ネジ（ISO 68）といった製品に対する ISO 規格を定める一方、組織の品質活動や環境活動を管理するためのマネジメントシステムについても ISO 規格が制定されている。（日本品質保証機構ウェブサイトを基に記述）

第6章 用語の解説

Lump Sum 契約 (lump sum contract)

商取引の契約形態の一つで、契約金額として約定された固定金額で契約上の義務を請負う契約のこと。

MODU

Mobile Offshore Drilling Units の略称で、移動式海洋掘削装置のことであり、海洋掘削リグ (offshore drilling rig) の正式な呼称である。

O&M

Operation & Maintenance の略称で、運転管理と保守管理のことである。

OSV

Offshore Support Vessel の略称で、オフショア支援船のことである。

ROV

Remotely Operated Vehicle の略称で、アンビリカルケーブルと呼ばれる通信、電力供給用のケーブルを介して、人間が母船上から遠隔操縦するタイプの水中ロボットのこと。水中カメラからの映像をリアルタイムで見ることができるので、生物調査や海底油田の作業ロボットなどに利用されている。電力が母船から供給されるので、行動時間に制限を受けることはないが、ケーブルは海中で大きな抵抗となるので、母船からあまり遠く離れて行動することができない。(日本水中ロボネットワークウェブサイトを基に記述)

RSS

Riser Support Structure の略称で、海

中部でライザーを保持するための着底式の構造物のこと。ライザーは RSS を挟んで浮体側と海底側それぞれにカテナリーを持つ 2 重カテナリー形状となる。

(Handbook on Design and Operation of Flexible Pipes Vol.1 を基に記述)

SEP 船

SEP とは Self-Elevating Platform の略称で、プラットフォーム (台船) と昇降用脚をもち、プラットフォームを海面上に上昇させてクレーン、杭打ち等の作業を行う自己昇降式作業台船のこと。プラットフォームを波浪の届かない高さまで上昇させて保持することにより、風や波浪による本船の動揺をなくし、高波浪海域での稼動を可能とし作業効率および施工精度を高めることができる。着床式洋上風力発電所の設置等に試用されている。(日本作業船協会 HP より)

アセスメント (assessment)

評価、査定、事前評価のことで、開発が環境に及ぼす影響の程度や範囲について、事前に予測・評価することを環境アセスメント (環境影響評価) という。

アライアンス方式 (alliance system)

アライアンス方式とは、石油会社とコントラクターおよびサービス会社等が、相互に協調・補完しあい両者が一体化して事業を効率的に進めることによりコスト削減を目指すもので、欧米の石油会社中心に発案された方式である。

請負契約 (contract agreement)

第6章 用語の解説

当事者の一方がある仕事を完成することを約束し、相手方がその仕事の結果に対して報酬を支払うことを約束する契約。日本では、民法第 632 条に規定されている契約の形態である。当事者と相手方の間に、指揮命令関係はない。請負会社の社員が請負会社のリーダーの指揮・命令下のもと、労働時間管理等を受けながら業務に従事する。リーダー等がない場合は、請負会社の社員は自己の裁量で業務を処理する。

ウィンドファーム (wind farm)

複数の風力発電装置からなる風力発電所のことで、ウィンドパークとも呼ばれる。(NEDO「着床式洋上風力発電導入ガイドブック第一版」付属資料-風力発電用語集より)

オーナー (owner)

プロジェクト遂行においてそれを企画し資金を出して実行する側の者、すなわちプロジェクト上の諸々の契約において発注する者をオーナーという。これに対し契約を受注する者(請負業者)をコントラクターという。石油・ガスの探鉱・開発においてはオペレーターがオーナーとなることがほとんどであるが、海洋開発で使用される FPSO の場合、FPSO 操業会社が FPSO を所有することがあり、その場合、FPSO 操業会社が FPSO 建設工事のオーナーとなることがある。

オペレーター (operator)

石油・ガスの探鉱・開発に関する石油契約において、契約当事者が複数の場合、

当事者間で共同操業協定を締結し、作業遂行に必要となるすべての事項について合意しておく必要があるが、その際実際の石油作業を実施・管理する当事者をオペレーターと呼ぶ。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋)

海洋温度差発電 (OTEC : Ocean Thermal Energy Conversion)

海水の表層と深層との温度差を利用して行う発電のこと。液体の作動流体は、ポンプにより蒸発器に送られ、表層の温かい海水で暖められ蒸気になる。その蒸気でタービンを回し発電機で発電し、タービンを出た蒸気は凝縮器に入り、深海から汲み上げられた冷たい海水で冷やされ、液体に戻る。温度差は摂氏 10~20 度で可能であり、この温度差は昼夜変化することが少なく、ベースロード電源となりうる。温度差発電、OTEC とも呼ばれる。(佐賀大学海洋エネルギー研究所 HP より一部抜粋他)

海洋基本法 (basic act on ocean policy)

我が国では、海洋政策の新たな制度的枠組みの構築のために 2007 年に施行された法律で、5 つの基本理念と 12 の基本的施策が示されている。海洋に関する施策についての基本的な方針、海洋に関して政府が総合的・計画的に講ずべき施策等は、海洋基本計画で規定されている。

海洋再生可能エネルギー (ocean renewable energy)

石炭、石油など将来枯渇が予測される化石燃料に対し、太陽、風力、水力、海

第6章 用語の解説

洋、バイオマスなど地球上で繰り返し生じる自然現象のなかから得られるエネルギーを総称的に再生可能エネルギーと呼び、特に、海上風、波浪、潮流、潮汐、海水温度差など、海洋で起きる自然現象から得られるエネルギーを海洋再生可能エネルギーと呼ぶ。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典「再生可能エネルギー」項参考に記述)

海流発電 (ocean current power generation)

海流発電は、海流の運動エネルギーをタービンの回転を介して電気エネルギーに変換する発電システムのこと。一般的にエネルギー変換装置として水車を用いる。海流は、太陽熱と偏西風などの風によって生じる海洋の大循環による流れで、地球の自転と地形によってほぼ一定方向に流れている。日本では黒潮を活用した実証研究が始まったところである。

(NEDO 再生可能エネルギー技術白書より)

可採埋蔵量 (recoverable reserves)

油・ガス田を実際に開発している場合、適切な技術・経済条件において、今後採集可能な油・ガスの量を可採埋蔵量という。これに対し、生産開始以前に存在していた油層、ガス層内の原油・ガスの総量を原始埋蔵量 (oil reserves in place) という。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋)

環境影響評価法 (environmental impact assessment act)

我が国では、道路、ダム事業など、環境に著しい影響を及ぼす恐れのある行為について、事前に環境への影響を十分調査、予測、評価して、その結果を公表して地域住民等の関係者の意見を聞き、環境配慮を行う手続の制度のことで、1997年に制定された。(EIC ネットの環境用語集より)

漁業権 (fishing right)

我が国の漁業法では、漁業権は「一定の水面において特定の漁業を一定の期間排他的に営む権利」とされている。漁業権は、物権的請求権の付与によりその法律上の権利の保護を強化することを目的として、民法上の物権に生ずるものと同様の法律効果を発生させることとしたものである。漁業権には、①定置漁業権、②区画漁業権、③共同漁業権、の3種類がある。(水産庁 HP より)

金融スワップ (interest rate swap)

金利スワップとは、金利を対象とする金融派生商品取引の一つで、同じ種類の通貨で異なる金利(固定金利と変動金利など)を取引の当事者間で交換する取引のことである。(SMBC 日興証券の HP より)

掘削リグ (drilling rig)

地下に眠る石油・天然ガスを採りだすための井戸を掘る装置で、ドリルパイプと呼ばれるパイプの先端に、ビットと呼ばれる硬質のドリルを装着し、パイプごと回転させることで地層や岩盤を砕いて行われる。海洋では水深によって、

第6章 用語の解説

ジャッキアップ型（甲板昇降型）、セミサブマーシブル型（半潜水型）、ドリルシップ型（浮遊型）がある。

（(株)INPEX ウェブサイトより）

系統連系（grid connection）

風力発電等の発電設備と電気事業者の商用電力系統と連系して負荷機器に電力を供給することである。（NEDO 着床式洋上風力発電導入ガイドブック第一版 付属資料・風力発電用語集より抜粋）

建造保険（CAR：Construction All Risk insurance）

建造中のプラントや船舶、造船資材などに偶然の事故により生じた損害または費用について補償する保険。

鉱業権（mining right）

石油、天然ガス、石炭、金属鉱物などの地下に存在する鉱物を探鉱・開発・生産し、生産物を取得・処分する権利のことである。鉱業権の詳細は、日本では鉱業法で規定されており、試掘権と探掘権の2種類がある。（JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋）

コスト管理（cost control）

プロジェクトコストを更新するためにプロジェクトの状況を監視し、コストベースラインの変更をマネジメントするプロセス。

固定価格買取制度（FIT：Feed in Tariff）

我が国の「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」は、再生可能エネルギー

で発電した電気を、電力会社が一定価格で買い取ることを国が約束する制度である。電力会社が買い取る費用の一部を電気の利用者から賦課金という形で集め、今はまだコストの高い再生可能エネルギーの導入を支えていくものである。この制度により、発電設備の高い建設コストなども回収の見通しが立ちやすくなり、より普及が進む。対象となる再生可能エネルギーは、太陽光・風力・地熱・水力・バイオマス発電の5種である。（資源エネルギー庁 HP より）

コンデンセート（condensate）

コンデンセートはもともと凝縮物という意味で、凝縮水を指すこともあるが、普通、地下に気体状で存在している炭化水素が地上で採取する際、凝縮した、極めて軽質な液体（油）をコンデンセート油、または単にコンデンセートという。一般に、コンデンセートを伴うガス田をコンデンセート・ガス田というが、ガス層の分類上は地下のガス層内で液体分の凝縮がある場合をガス・コンデンセート層と呼ぶ。（JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋）

コントラクター（contractor）

請負業者のことである。石油・ガスの探鉱・開発事業においては、掘削請負業者や物理探査請負業者などが活躍する。また、エンジニアリング会社や造船会社などが生産施設の建設工事の請負業者となる。（JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋）

第6章 用語の解説

サブコントラクター (sub contractor)

コントラクターからさらに下請けされる請負業者のことである。

サブシー生産システム (subsea production system)

狭義には海底仕上げ井とフローラインやマニホールドなどの海底設備で構成されるシステムであるが、一般的にはそれに生産処理・貯油・出荷の各設備を加えたものを総称していう。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋)

試掘井・探掘井 (wildcat / exploratory well)

石油の探鉱において、油層の存否並びにその位置および広がり、坑井を掘って油層に掘り当てないと認知できない。まだ知られていない油層を探し当てるために掘られる坑井を試掘井という。これにより新たに発見された油層の広がりなどを確かめ、油層の全体像を把握するための坑井掘削も探鉱作業であり、このような目的の坑井を探掘井といい、試掘井と探掘井とを総括して探鉱井と呼ぶ。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋)

資源量 (resources)

石油・天然ガス関連では、ある地域内に理論的に存在する石油・天然ガス資源の極限量あるいは将来の探鉱によって付加されると考えられる量を資源量と呼んでいる。未発見資源量、究極資源量および原始資源量などに大別される。前二者は可採量であり、後者は非可採量を含む

全量である。面積法、堆積物容積法、地化学的容積法、バレル/エーカー・フィート法、統計的方法などによって算出される。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より)

地震探査 (seismic exploration / seismic survey)

人工的に起こした弾性波を利用して地下構造を調べる技術で、物理探査の一つである。物理的性質の違う地層が重なっていると、その境界面で弾性波は光と同じように屈折・反射現象を起こす。地震探査には、屈折波を利用する屈折法と反射する波を利用する反射法地震探査がある。石油探鉱では主に反射法地震探査が利用されている。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より)

磁力探査 (magnetic survey)

陸上、海上および空中にて地磁気の原理を利用した磁力計を使用して地球磁場を測定し、地下の磁性体の分布を知る物理探査である。磁気探査ともいう。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より)

ジャイロセンサー (gyro sensor)

ジャイロセンサーは角速度センサーとも呼ばれ、回転角速度の測定を実現する慣性センサーの一種である。角速度とは、ある物体の角度が単位時間当たりどれだけ変化しているか、つまり物体が回転している速度を表す物理量である。

重力探査 (gravity survey)

第6章 用語の解説

地球が均質な完全な回転楕円体であると仮定すれば、地球上のあらゆる場所の重力値は理論値として決まる。しかし、地層による密度差、山塊など周辺地形や潮位変化の影響、地球内部の不均質さ等から観測値は理論値と異なる。この重力の偏差は地質構造とその岩石密度により定義される重力値であることから、陸域や海域において重力を測定することで地下密度構造を推定し鉱床の存在可能性を調査する探査法が重力探査である。（産業概論本文より）

ステークホルダー (stakeholder)

プロジェクトの意思決定、アクティビティ、成果に影響したり、影響されたり、あるいは自ら影響されることを感じる個人、グループ、または組織。

スラスタ (thruster)

スラスタは、当初は大型船の離岸/着岸のために開発された、船を横方向に動かすための装置で、そのためにサイドスラスタとも呼ばれる。舵とスクリューだけでは実現出来ない、または実現に困難が伴う場合に、船に横方向の動きを可能にする。船首に設置したスラスタをバウスラスタ、船尾に設置したスラスタをスターンスラスタと呼ぶ。

生産物分与契約 (production sharing contract)

一社または複数の石油・天然ガス開発会社が、産油国政府や国営石油会社から探鉱・開発のための作業を自身のコスト

負担で請負い、コストの回収分および報酬を生産物で受け取ることを内容とする契約。すなわち、探鉱・開発作業の結果、石油・天然ガスの生産に至った場合、コントラクターは負担した探鉱・開発コストを生産物の一部より回収し、さらに残余の生産物(原油・ガス)については、一定の配分比率に応じて産油国または国営石油会社と石油・天然ガス開発会社の間で配分する。これに対して、探鉱作業の失敗や生産量の減少等により期待した生産を実現することができない場合には、石油・天然ガス開発会社は投下した資金の全部または一部を回収できないこととなる。（(株)INPEX 天然ガス・石油用語集より抜粋）

生産プラットフォーム (production platform)

海洋開発において生産作業を実施するための土台となる海洋構造物類のことで、固定式と浮体式 (TLP型、Spar型、セミサブマーシブル型、FPSO型) がある。

船級協会 (classification society)

船級協会では、掘削リグ、浮体式生産ユニット、およびオフショア支援船の設計、構造に影響を与える規則、基準、ガイドライン等を策定して、船舶等に関連する設備の環境を保ち、航海等の安全を促進している。

船体保険 (H&M 保険 : Hull and Machinery insurance)

船体・機関の損失に対する保険がH&M保険である。

第6章 用語の解説

第三者損害賠償保険 (P&I 保険 : Protection and Indemnity insurance)

船舶所有者が、船舶の運航・使用・管理に伴い、船主に生じる法律上の賠償責任や費用を補償する保険である。

船舶を運航することによって生ずる船舶所有者、または運航者の費用及び責任に関する経済的な損失を填補する保険である。船体保険やその他の保険とともに P&I 保険に加入することにより、初めて完全に経済的損失をカバーできることになる。((株)INPEX 天然ガス・石油用語集)

タグボート (tugboat)

船舶や海上構造物を押したり引いたりするための船で、曳船、引船ともいう。大型船の接岸時や大型構造物を載せたバージ船(非動力)の曳航に使用される。

タレット (turret)

船体を鉛直軸周りに自由に回転させる機構。船体内部にタレットのあるインターナル(Internal)と外部にあるエクスターナル(External)型がある。タレットにチェーンなどを取り付けた係留を Turret Mooring という。(JOGMEC 海洋工学ハンドブック第6版より抜粋)

地表地質調査 (geological survey)

ある地域の地質を明らかにするために行われる調査。肉眼による地表の観察・各種のサンプリングを実施し、現場調査後に必要に応じてサンプル分析などを行う。((株)INPEX 天然ガス・石油用語集)

潮流発電 (tidal current power generation)

潮流の運動エネルギーを利用し、一般的には水車によって回転エネルギーに変換する発電方式のこと。潮流は、潮汐によって起こる水平方向の流れであり、潮の干満によってほぼ規則的に流れる。

(NEDO 再生可能エネルギー技術白書より)

通貨スワップ (currency swap)

通貨スワップとは、通貨を対象とする金融派生商品取引の一つで、異なる通貨間のキャッシュフローを交換する取引のことである。(SMBC 日興証券の HP より)

デリックバージ (derrick barge)

デッキ上にデリッククレーンを備え、ガントリー施設のない岸壁などでも自力で貨物の積み下ろしができる非動力の起重機船のこと。

天然ガス (natural gas)

天然に地下から産出し、地表条件では気状を成す物質。通常はメタンを主成分とする低級のパラフィン系炭化水素 (C_nH_{2n+2}) から成る可燃性天然ガスを指す。天然ガスの主成分はパラフィン系炭化水素で C_1 のメタンが最も多いが、油井ガス、コンデンセートを伴うガスあるいはガス井ガスのなかにも C の数の多いエタン、プロパン、ブタン、ペンタンなどを含むガスもある。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より)

第6章 用語の解説

電力系統 (electric power system)

発電所、変電所および負荷とこれらを結ぶ電線路からなり、発電電力を負荷に送る電力設備網のこと。(NEDO 着床式洋上風力発電導入ガイドブック第一版 付属資料・風力発電用語集より抜粋)

トップサイド (topsides)

掘削設備、生産設備、居住区、発電設備等を総称してトップサイド(上載設備)という。トップサイドは、一般にクレーン船によりデッキ構造上に搭載される。トップサイドの構造は全体を支える骨組と囲壁から構成され、内部に機械類・設備類がある。(海洋工学ハンドブック)

熱水鉱床 (sea-floor hydrothermal deposit)

熱水鉱床は、海底地下深部に浸透した海水がマグマ等により熱せられ、有用金属が溶解している「熱水」が海底に噴出し、周辺の海水によって冷却される過程で、銅、鉛、亜鉛、金、銀等の各種金属が含まれる硫化物として沈殿してできたもの。

一般に、海底熱水鉱床は、水深 1,000～3,000m の中央海嶺など海底が拡大する場所(海底拡大軸)やニュージーランド～フィジー、パプアニューギニア～マリアナ～日本に至る西太平洋の島弧-海溝系に分布し、世界で約 350 か所程度の徴候地が見つかっている。日本周辺海域では、沖縄トラフや伊豆・小笠原海域において、海底熱水鉱床の徴候が数多く確認

されており、日本周辺海域の海底熱水鉱床は、世界的にも比較的分布水深が浅く、開発に有利であるとされている。

(JOGMEC ウェブサイト 解説記事「海洋鉱物資源の概要 / マンガン団塊・海底熱水鉱床」をもとに記述)

排他的経済水域 (EEZ: Exclusive Economic Zone)

領海の外側に領海の基線から測って 200 海里までの距離内に設定される水域のことである。沿岸国は、排他的経済水域において、(1)上部水域、海底およびその下の生物・非生物資源の探査、開発、保存および管理のための主権的権利、並びにこの水域の経済的な探査と開発のための他の活動に関する主権的権利、(2)人工島、設備および構築物の設置と利用、海洋の科学的調査並びに海洋環境の保護と保全について条約で定める管轄権、(3)条約に定める他の権利、を行使する。

(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より)

バレル (barrel)

石油の単位。バレルは樽(たる)の意味で、石油の場合 1 バレル=42 ガロン(約 159 リットル)となる。これは近代石油産業が興った 19 世紀半ば頃、米国では輸送規格の一つとして一般的だった、42 ガロン詰めのにシン樽を石油の輸送容器に転用したのが始まりだと言われている。(株)INPEX 天然ガス・石油用語集を基に記述)

ビジネス (business)

第6章 用語の解説

ビジネスは広義の意味をもっており、一件あたりの商談・商取引・売買など（商売）を表したり、仕事・職業・業務などを表したり、商業活動や経済活動全般を表すものである。

品質管理 (quality control)

パフォーマンスを査定し、必要な変更を提案するために、品質アクティビティの実行結果を監視し記録する。

ファブリケーション・ヤード (fabrication yard)

組立て場所のことで、海洋構造物では、各モジュールの組み立てるには広大なスペースが必要となる。

不稼働保険 (LOH 保険 : Loss Of Hire insurance)

船舶が海難事故に遭遇し船体に損傷を被り、稼働不能となった場合に企業が被る経済的損失(不稼働損失)を補償する保険である。

物理探査 (geophysical exploration / geophysical prospecting)

地球の内部構造あるいは地下資源を直接接触することなく、それらの物理的な性質を手がかりとして間接的に探査する技術の総称のことである。掘削作業など対象物に直接触れて計測する場合の費用に比べ、安価で広域を調査することができる。

物理探査には、地震探査、重力探査、磁気探査などがある。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典を参考に作成)

物理探査船 (seismic/geophysical survey vessel)

海洋開発での物理探査に使用される調査船のことである。

プレソルト (pre-salt)

ブラジル沖合のエスピリトサント盆地、カンポス盆地、サントス盆地の大水深に存在する延長約1,000km、幅数100kmに及ぶ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・大深度の新プレイの呼称。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より)

フローライン (flowline)

油・ガス田において、採油井または採ガス井から第一段目のセパレータに至るまでの産出流体の流れるパイプラインのことで、油・ガスは坑口の圧力エネルギーにより圧送される。一般的に4インチから12インチ程度のパイプが用いられる。ギャザリングラインとも呼ばれる。

(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典、海洋工学ハンドブック第6版を基に記述)

プロジェクト (project)

独自のプロダクト、サービス、所産を創造するために実施される有期的な業務。

プロジェクトマネジメント (project management)

プロジェクトの要求事項を満たすために、知識、スキル、ツールと技法をプロジェクトのアクティビティへ提要すること。

第6章 用語の解説

具体的には、プロジェクトの制約条件であるコスト、資源、時間のバランスを常に考慮して、プロジェクトを遂行し、期待したアウトプットを得ることである。

ベンダー (vender)

製品の供給業者のことである。製造元から購入している業者の場合もあれば、製造業者を含めることもある。

埋蔵量 (reserves)

埋蔵量とは、貯留岩（油・ガス層）中に存在する石油・ガスの量をいい、埋蔵鉱量あるいは単に鉱量ともいう。

埋蔵量は、原始埋蔵量 (original oil (または gas) in place) と可採埋蔵量 (recoverable reserves) とに大別される。

原始埋蔵量とは、生産開始以前に存在していた油層、ガス層内の原油・ガスの総量を指す。一方、油・ガス田を実際に開発している場合、適切な技術・経済条件において、今後採収可能な油・ガスの量を可採埋蔵量という。また、可採埋蔵量とその計算時点までの累計生産量を合わせて究極可採埋蔵量 (ultimate recoverable reserves) または総可採埋蔵量 (total recoverable reserves) という。

(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より一部抜粋)

メタンハイドレート (methane hydrate)

非在来型天然ガス資源の一種で、水分子が水素結合により形成する籠状の格子の中にメタン分子を取り込んだ固体結晶のことで、燃える氷とも呼ばれる。

(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典よ

り)

モジュール (module)

システムの一部を構成するひとまとまりの機能を持った部品のことであり、海洋石油・ガス開発では、上載設備は掘削・生産等の機能別にまとめられたユニットとして製作されこのユニットをモジュールという。

洋上風力発電 (着床式・浮体式)

(offshore wind power generation)

洋上に風車を設置して発電する施設である。風車の支持構造物が海底に固定されている着床式と、風車のタワーが浮体構造物に固定されて浮体構造物を係留装置等で固定されている浮体式がある。

利権契約 (concession agreement)

石油利権契約に基づく石油探鉱・開発権のことである。(JOGMEC 石油・天然ガス用語辞典より)

リース契約 (lease contract)

船舶や機械などの高額な物品を利用者に代わってリース会社が購入し、利用者に一定期間有料で貸し出すことを内容とする契約のこと。

リスク (risk)

発生が不確実な事象または状態。もし発生した場合、一つ以上のプロジェクト目標にプラスあるいはマイナスの影響を及ぼす。

索引

索引

海洋開発ビジネス概論 第I部 索引 (50音順)

日本語	英語	ページ番号
API	American Petroleum Institute	41,43,133
CMS	Condition Monitoring System	34,133
CPF	Central Processing Facility	53,56,58,133
Day Rate 契約	Day Rate contract	87,133
DPS	Dynamic Positioning System	82,84,133
EPC	Engineering, Procurement and Construction	18,32,54,133
EPCI	Engineering, Procurement, Construction and Installation	8,11,18,133
FEED	Front End Engineering Design	11,18,135
FID	Final Investment Decision	9,12,26,135
FIT	Feed-In Tariff	45,135
FLNG	Floating Liquefied Natural Gas	15,135
FPSO	Floating Production, Storage and Offloading system	1,17,107,135
FPU	Floating Production Unit	69,135
F/S	Feasibility Study	4,8,11,135
FSO	Floating Storage and Offloading system	15,18,135
HAZID	HAZard IDentification	11,136
HAZOP	HAZard and OPerability study	12,136
HSE	Health, Safety and Environment	62,136
IEC	International Electrotechnical Commission	40,45,136
IMO	International Maritime Organization	39,41,42,136
ISO	International Organization for Standardization	40,43,46,136
Lump Sum 契約	Lump Sum contract	87,137
MODU	Mobile Offshore Drilling Units	41,42,84,137
O&M	Operation & Maintenance	18,32,137
OSV	Offshore Support Vessel	42,137
ROV	Remotely Operated Vehicle	14,87,137
RSS	Riser Support Structure	58,137
SEP 船	Self-Elevating Platform vessel	32,33,137

索引

アセスメント	assessment	29,30,64,137
アライアンス方式	alliance system	111,120,137
請負契約	contract agreement	10,32,33,137
ウィンドファーム	wind farm	88,138
オーナー	owner	1,5,8,107,138
オペレーター	operator	8,53,65,138
海洋温度差発電	Ocean Thermal Energy Conversion	3,45,138
海洋基本法	basic act on ocean policy	1,138
海洋再生可能エネルギー	ocean renewable energy	25,39,45,138
海流発電	ocean current power generation	3,45,139
可採埋蔵量	recoverable reserves	11,139
環境影響評価法	environmental impact assessment act	29,94,101,139
漁業権	fishing right	25,37,139
金利スワップ	interest rate swap	116,139
掘削リグ	drilling rig	17,21,40,139
系統連系	grid connection	25, 32,48,140
建造保険(CAR 保険)	Construction All Risk insurance	116,140
鉱業権	mining right	10,21,43,140
コスト管理	cost control	86,140
固定価格買取制度	Feed In Tariff	45,140
コンデンセート	condensate	52,58, 75,140
コントラクター	contractor	1,5,8,18,140
サブコントラクター	sub contractor	13,141
サブシー生産システム	subsea production system	19,141
試掘井・探掘井	wildcat / exploratory well	11,141
資源量	resources	1,141
地震探査	seismic exploration / seismic survey	10,21,141
磁力探査	magnetic survey	10,21,141
ジャイロセンサー	gyro sensor	88,141
重力探査	gravity survey	10,21,141
ステークホルダー	stake holder	63,95,103,142
スラスタ	thruster	83,142
生産物分与契約	production sharing contract	10,142
生産プラットフォーム	production platform	22,23,142
船級協会	classification society	16,40,142

索引

船体保険(H&M 保険)	Hull and Machinery insurance	116,142
第三者損害賠償保険(P&I 保険)	Protection and Indemnity insurance	116,143
タグボート	tugboat	18,73,100,143
タレット	turret	22,143
地表地質調査	geological survey	10,143
潮流発電	tidal current power generation	45,143
通貨スワップ	currency swap	116,143
デリックバージ	derrick barge	73,143
天然ガス	natural gas	1,3,8,41,143
電力系統	electric power system	33,144
トップサイド	topsides	58,59,71,144
熱水鉱床	sea-floor hydrothermal deposit	3,144
排他的経済水域	exclusive economic zone	39,82,144
バレル	barrel	29,30,64,137
ビジネス	bussiness	1,6,8,144
品質管理	quality control	13,145
ファブリケーション・ヤード	fabrication yard	14,145
不稼動保険(LOH 保険)	Loss Of Hire insurance	116,145
物理探査	geophysical exploration / geophysical prospecting	10,17,21,145
物理探査船	seismic/geophysical survey vessel	17,19,21,145
プレソルト	pre-salt	108,120,145
フローライン	flowline	53,113,145
プロジェクト	project	1,3,52,145
プロジェクトマネジメント	project management	5,65,86,145
ベンダー	vender	13,146
埋蔵量	reserve	11,20,107,146
メタンハイドレート	methane hydrate	3,146
モジュール	module	19,22,59,146
洋上風力発電(着床式・浮体式)	offshore wind power generation	1,25,28,146
利権契約	Concession Agreement	10,146
リース契約	lease contract	10,18,70,146
リスク	risk	5,87,107,146

海洋開発ビジネス概論 第 I 部 索引 (アルファベット音順)

英語	日本語	ページ番号
alliance system	アライアンス方式	111,120,137
American Petroleum Institute	API	41,43,134
assessment	アセスメント	29,30,64,137
barrel	バレル	29,30,64,137
basic act on ocean policy	海洋基本法	1,138
bussiness	ビジネス	1,6,8,144
Central Processing Facility	CPF	53,56,58,134
classification society	船級協会	16,40,142
concession agreement	利権契約	10,146
condensate	コンデンセート	52,58, 75,140
Condition Monitoring System	CMS	34,134
Construction All Risk insurance	建造保険(CAR 保険)	116,140
contract agreement	請負契約	10,32,33,137
contractor	コントラクター	1,5,8,18,140
cost control	コスト管理	86,140
currency swap	通貨スワップ	116,143
Day Rate contract	Day Rate 契約	87,134
derrick barge	デリックバージ	73,143
drilling rig	掘削リグ	17,21,40,139
Dynamic Positioning System	DPS	82,84,134
electric power system	電力系統	33,144
Engineering, Procurement and Construction	EPC	18,32,54,134
Engineering, Procurement, Construction and Installation	EPCI	8,11,18,134
environmental impact assessment act	環境影響評価法	29,95,101,139
exclusive economic zone	排他的経済水域	39,82,144
fabrication yard	ファブリケーション・ヤード	14,145
Feasibility Study	F/S	4,8,11,135
Feed-In Tariff	固定価格買取制度	45,140
Final Investment Decision	FID	9,12,26,135
fishing right	漁業権	25,37,139
Floating Liquefied Natural Gas	FLNG	15,135
Floating Production Unit	FPU	69,135

索引

Floating Production, Storage and Offloading system	FPSO	1,17,107,135
Floating Storage and Offloading system	FSO	15,18,135
flowline	フローライン	53,113,145
Front End Engineering Design	FEED	11,18,135
geological survey	地表地質調査	10,143
geophysical exploration / geophysical prospecting	物理探査	10,17,21,145
gravity survey	重力探査	10,21,141
grid connection	系統連系	25, 32,48,140
gyro sensor	ジャイロセンサー	88,141
HAZard IDentification	HAZID	11,136
HAZard and OPerability study	HAZOP	12,136
Health, Safety and Environment	HSE	62,136
Hull and Machinery insurance	船体保険(H&M 保険)	116,142
interest rate swap	金利スワップ	116,139
International Electrotechnical Commission	IEC	40,45,136
International Maritime Organization	IMO	39,41,42,136
International Organization for Standardization	ISO	40,43,46,136
lease contract	リース契約	10,18,70,146
Loss of Hire insurance	不稼動保険(LOH 保険)	116,145
lump sum contract	Lump Sum 契約	87,137
magnetic survey	磁力探査	10,21,141
methane hydrate	メタンハイドレート	3,146
mining right	鉱業権	10,21,43,140
Mobile Offshore Drilling Units	MODU	41,42,84,137
module	モジュール	19,22,59,146
natural gas	天然ガス	1,3,8,41,143
ocean current power generation	海流発電	3,45,139
ocean Renewable Energy	海洋再生可能エネルギー	25,39,45,138
Ocean Thermal Energy Conversion	海洋温度差発電	3,45,138
offshore wind power generation	洋上風力発電(着床式・浮体式)	1,25,28,146
Operation & Maintenance	O&M	18,32,137
Offshore Support Vessel	OSV	42,137
operator	オペレーター	8,53,65,138
owner	オーナー	1,5,8,107,138

索引

pre-salt	プレソルト	108,120,145
production platform	生産プラットフォーム	22,23,142
production sharing contract	生産物分与契約	10,142
project	プロジェクト	1,3,52,145
project management	プロジェクトマネジメント	5,65,86,145
Protection and Indemnity insurance	第三者損害賠償保険(P&I保険)	116,143
quality control	品質管理	13,145
recoverable reserves	可採埋蔵量	11,139
Remotely Operated Vehicle	ROV	14,87,137
reserve	埋蔵量	11,20,107,146
resources	資源量	1,141
Riser Support Structure	RSS	58,137
risk	リスク	5,88,107,146
sea-floor hydrothermal deposit	熱水鉱床	3,144
geophysical exploration / geophysical prospecting	地震探査	10,17,21,145
seismic/geophysical survey vessel	物理探査船	17,19,21,145
Self-Elevating Platform vessel	SEP 船	32,33,137
stake holder	ステークホルダー	63,95,103,142
sub contractor	サブコントラクター	13,141
subsea production system	サブシー生産システム	19,141
thruster	スラスタ	83,142
tidal current power generation	潮流発電	45,143
topsides	トップサイド	58,59,71,144
tugboat	タグボート	18,73,100,143
turret	タレット	22,143
vender	バンダー	13,146
wildcat / exploratory well	試掘井・探掘井	11,141
wind farm	ウィンドファーム	88,138

第Ⅱ部 プロジェクトマネジメント編

改訂第1版

第Ⅱ部 目次第Ⅱ部

1	序論	Ⅱ-1
1.1	本編のねらい	Ⅱ-1
1.2	本編で解説するプロジェクト活動の概要	Ⅱ-1
1.3	本編の構成	Ⅱ-4
2	プロジェクトマネジメントとは.....	Ⅱ-6
2.1	プロジェクトと定常業務.....	Ⅱ-6
2.2	プロジェクトとは.....	Ⅱ-7
2.3	プロジェクトとプロダクト	Ⅱ-9
2.4	プロジェクトのフェーズ.....	Ⅱ-10
2.5	プロジェクトマネジメントとは.....	Ⅱ-11
2.6	プロジェクトマネジメントの要素	Ⅱ-12
2.7	プロジェクトマネジメントの歴史	Ⅱ-14
2.7.1	プロジェクトのはじまり	Ⅱ-14
2.7.2	モダンプロジェクトマネジメント.....	Ⅱ-15
2.7.3	プロジェクトマネジメントの進化.....	Ⅱ-15
3	プロジェクトを取りまく組織	Ⅱ-17
3.1	ポートフォリオ・マネジメント.....	Ⅱ-17
3.2	プロジェクトの母体組織.....	Ⅱ-18
3.2.1	機能型組織	Ⅱ-18
3.2.2	プロジェクト型組織.....	Ⅱ-19
3.2.3	マトリックス型組織.....	Ⅱ-20
3.3	プログラム・マネジメント	Ⅱ-20
3.4	プロジェクト・マネジメント・オフィス	Ⅱ-21
3.5	プロジェクトマネジャーの資質と役割.....	Ⅱ-21
4	プロジェクトの立上げ	Ⅱ-23
4.1	プロジェクトの提案	Ⅱ-23
4.1.1	プロジェクトの誕生.....	Ⅱ-23
4.1.2	プロジェクトの提案.....	Ⅱ-23
4.2	プロジェクトの承認.....	Ⅱ-28
4.3	ステークホルダー分析	Ⅱ-29
5	プロジェクトの計画.....	Ⅱ-32

5.1	要求事項の収集	II-32
5.2	プロジェクトスコープ定義	II-34
5.2.1	プロジェクトスコープの種類	II-34
5.2.2	プロジェクトスコープ記述書	II-35
5.3	WBS の作成	II-36
5.3.1	WBS の構造	II-36
5.3.2	WBS の特徴	II-37
5.3.3	WBS の利用	II-38
5.4	作業の見積り	II-38
5.4.1	トップダウン見積り	II-38
5.4.2	ボトムアップ見積り	II-39
5.4.3	見積り技法	II-39
5.4.4	1点見積りと3点見積り	II-39
5.4.5	PERT (Program Evaluation and Review Technique)	II-40
5.5	スケジュールの作成	II-41
5.5.1	WBS とアクティビティの関係	II-42
5.5.2	アクティビティ間の依存関係	II-42
5.5.3	ネットワークダイヤグラム	II-44
5.5.4	ガントチャート	II-45
5.5.5	クリティカルパス法 (CPM : Critical Path Method)	II-46
5.5.6	プレシデンスダイヤグラムによるクリティカルパスとフロートの表現	II-47
5.5.7	フリーフロートとトータルフロート	II-49
5.5.8	クリティカルチェーン法	II-50
5.6	コスト計画	II-51
5.6.1	プロジェクトコストとは	II-51
5.6.2	コスト見積り	II-52
5.6.3	コスト集約とコストベースライン	II-52
5.6.4	コンティンジェンシー予備費とマネジメント予備費	II-52
5.7	スケジュールの調整	II-53
5.7.1	スケジュールの短縮技法	II-53
5.7.2	資源の最適化	II-55
5.8	リスクマネジメント計画	II-57
5.8.1	リスクマネジメント計画	II-58
5.8.2	リスク識別	II-59
5.8.3	リスクの分析	II-60
5.8.4	マイナスのリスクへの対応	II-60

5.8.5	プラスのリスクへの対応	II-61
5.8.6	コンティンジェンシー予備費	II-62
5.9	品質マネジメント計画	II-63
5.9.1	品質ポリシーの確認	II-63
5.9.2	品質保証と品質管理	II-63
5.9.3	近代的品質管理の提唱者	II-63
5.10	コミュニケーション計画	II-64
5.10.1	コミュニケーション計画の要素	II-65
5.10.2	コミュニケーションモデル	II-65
5.10.3	コミュニケーション技術	II-66
5.10.4	コミュニケーションチャネル	II-66
5.11	人的資源管理	II-66
5.11.1	必要な資源の要求	II-67
5.11.2	リソースヒストグラム	II-67
5.11.3	投入可能要員によるスケジュールの調整	II-68
5.11.4	要員のガントチャート	II-69
5.11.5	プロジェクト体制図	II-69
5.12	調達計画	II-70
5.12.1	物品の調達	II-71
5.12.2	人的資源の調達	II-72
5.12.3	調達のための契約方式	II-72
5.12.4	定額契約方式 (FPC: Fixed Price Contract)	II-72
5.12.5	タイム・アンド・マテリアル契約 (T&M: Time and Material)	II-73
5.12.6	実費償還契約 (CRC: Cost Reimbursable Contract)	II-73
5.12.7	日本における契約タイプ	II-74
5.13	ステークホルダーマネジメント計画	II-75
5.13.1	ステークホルダー登録簿の整備	II-75
5.13.2	ステークホルダー関与度の評価	II-76
5.14	プロジェクトベースラインの策定	II-77
5.14.1	スコープベースライン	II-77
5.14.2	スケジュールベースライン	II-78
5.14.3	コストベースライン	II-78
5.15	プロジェクト計画の承認	II-78
6	プロジェクトの実行と監視	II-80
6.1	スコープ管理	II-80
6.1.1	成果物スコープとプロジェクトスコープによる管理	II-80

6.1.2	スケジュールを基準にしたスコープ進捗管理.....	II-82
6.1.3	バーンダウンチャート	II-83
6.2	スケジュール管理.....	II-84
6.2.1	ガントチャートによるスケジュール管理.....	II-85
6.2.2	イナズマ線によるスケジュールの進捗管理	II-86
6.2.3	スケジュールの短縮策	II-86
6.2.4	その他のスケジュール短縮策	II-87
6.3	コスト管理	II-88
6.3.1	スケジュールを基準としたコスト管理	II-88
6.3.2	トレンドチャート	II-90
6.3.3	EVM (アーンドバリューマネジメント)	II-90
6.4	変更管理	II-98
6.4.1	変更管理の必要性	II-98
6.4.2	変更要求とは.....	II-98
6.4.3	変更管理.....	II-99
6.4.4	変更管理委員会 (CCB : Change Control Board)	II-102
6.4.5	構成管理としての変更管理.....	II-102
6.5	課題管理・リスク管理・問題管理.....	II-103
6.5.1	課題管理.....	II-104
6.5.2	リスク管理	II-105
6.5.3	問題管理.....	II-106
6.6	品質管理	II-108
6.6.1	実行時の品質管理とは	II-109
6.7	コミュニケーション管理.....	II-115
6.7.1	チームビルディング (チーム育成)	II-115
6.7.2	コンフリクトマネジメント.....	II-117
6.7.3	動機づけ理論.....	II-118
6.7.4	リーダーの権威.....	II-121
6.8	調達管理	II-122
6.8.1	調達関連文書.....	II-122
6.8.2	調達先の管理作業	II-122
7	プロジェクトの終結.....	II-124
7.1	プロジェクト終結とは	II-124
7.1.1	プロジェクト終結の基本パターン.....	II-124
7.1.2	受注プロジェクトの終結	II-125
7.1.3	一般的なプロジェクトの終了形態.....	II-125

7.2	プロジェクト完了判定基準.....	II-127
7.2.1	プロジェクト完了判定基準の作成.....	II-127
7.2.2	プロジェクト完了判定基準の合意.....	II-128
7.2.3	プロジェクト完了判定基準による検証.....	II-128
7.3	プロジェクト教訓の整備.....	II-129
7.3.1	プロジェクトの教訓.....	II-129
7.3.2	プロジェクト教訓会議.....	II-130
7.4	調達の終結.....	II-130
7.4.1	調達契約の終了手続き.....	II-130
7.4.2	調達先の評価.....	II-131
7.5	プロジェクトの終結後の整理.....	II-131
7.5.1	プロジェクトの評価.....	II-131
7.5.2	顧客満足度調査.....	II-132
7.5.3	要員の解放.....	II-133
7.5.4	プロジェクトアカウントのクローズ.....	II-133
8	用語の解説.....	II-134
	索引.....	II-145

1 序論

1.1 本編のねらい

企業がビジネスで勝ち抜くためには、その企業が持つ独自のビジョンに基づき様々な戦略を実施し成功させる必要がある。その戦略の実現のために「プロジェクト」が立ち上がり、限られた期間でその目的の達成に向けた活動が行われる。プロジェクトには独自の試みが伴うものであり、その目的に合わせて作業内容や進め方は異なっている。そこで、プロジェクトチームはプロジェクトの目的を正確に理解し、それに基づいた実行可能な計画を作成し、効率よくプロジェクトを終了させる必要がある。

プロジェクト特有の独自の目的を達成するために、作業を計画的に実施するには、プロジェクトマネジメントが重要な役割であることを、我々はこれまでの多くの経験から学んだ。そして、プロジェクトそのものの目的や進め方は異なっても、プロジェクトマネジメントには共通の作業が多く存在することが分かってきた。たとえば、プロジェクトには作業項目の定義、スケジュールの作成、コスト管理、品質管理、リスク管理、要員管理など、様々な共通作業が存在する。そして、これらの共通作業は、個々のプロジェクトには依存しないものとして、多くのプロジェクトの成功や失敗の経験をもとに体系化されてきた。

そこで本編では、海洋開発ビジネスに特化せず、どのようなプロジェクトにも活用できるプロジェクトマネジメントの基本的な考え方を体系的に解説する。プロジェクトマネジメントの体系は、特に1980年代に入って研究が進み、プロジェクトマネジメント協会（PMI：Project Management Institute）がPMBOK®ガイドにまとめ、日本プロジェクトマネジメント協会（PMAJ：Project Management Association Japan）ではP2M（Program & Project Management）という標準にまとめている。これらの体系化された標準をもとに、本編では経験の無い初心者にもわかるようにプロジェクトマネジメントを分かりやすく解説する。

1.2 本編で解説するプロジェクト活動の概要

プロジェクトとは「チームで決められた期間内にある目的を達成するための活動」であり、プロジェクトマネジメントはその活動が円滑に行われるよう計画を立て実行を管理することである。プロジェクトは一般に、(1)プロジェクトの開始→(2)プロジェクトの立上げ→(3)プロジェクトの計画→(4)プロジェクトの実行→(5)プロジェクトの終結という流れで実施される。以下この流れにしたがって、どのようなプロジェクト活動が行われるか要点を説明する。



図 1.2.1 プロジェクト活動の流れ

以下にこの図の流れにしたがって、どのようなプロジェクト活動が行われるか要点を説明する。

(1) プロジェクトの開始

プロジェクト活動は、プロジェクトオーナーによって承認され開始される。オーナーはその活動の成果を期待しプロジェクトに予算を与えることができる人でありスポンサーとも呼ばれる。オーナーの任命でそのプロジェクト実施の責任を持つのがプロジェクトマネジャーである。

(2) プロジェクトの立上げ

プロジェクトマネジャーは、プロジェクトの実施が承認されたら、最初にそのプロジェクトに関係する様々な人や組織についてその期待を十分に把握しておくことが重要であるとされる。このようなプロジェクトの関係者はステークホルダーと呼ばれ、プロジェクトの内外にいろいろな立場で存在する。

第1章 序論

(3) プロジェクトの計画

プロジェクトマネジャーは、プロジェクトの目的や関係者の期待を確認しながら、プロジェクトの成果物を定義する。さらに、その成果物を予定通りに完成させるためにプロジェクトが行うべき作業（これをスコープという）を確定する。スコープは漏れが無いように階層的に詳細化され WBS（Work Breakdown Structure）が作成される。行うべき作業が確定したら、それぞれの作業に必要な期間や依存関係などを見積り順番に並べスケジュールを作成する。さらに、作業に必要な要員や資源を算出しプロジェクトのコストを決定する。このスコープ、スケジュール、コストはプロジェクトの三大要素であり、プロジェクト管理の核となるものである。

さらに、プロジェクトの計画にはスコープ、スケジュール、コスト以外の補助的な管理要素についても検討する必要がある。補助的な管理要素としては、プロジェクトの品質をどのように確保するかを考える品質管理、プロジェクトのリスクを分析しながら事前の対応策を策定するリスク管理、要員をはじめとするプロジェクトの資源を管理する資源管理、プロジェクトメンバーの連絡体制や報告の方法を規定するコミュニケーション管理、外部から要員や品物を調達する調達管理、プロジェクト内外の関係者の期待を管理するステークホルダーマネジメントなどがある。また、プロジェクトの立上げ作業や終結作業、変更要求などを扱う統合的な管理も必要になる。

プロジェクト活動には、スコープ、スケジュール、コストといった3つの核となる要素を始め、さまざまな管理要素が複雑に関係しており、どれも管理をおろそかにすることはできない。最初に管理要素ごとに作成された計画はお互いに調整され、一つのプロジェクト計画が完成する。

(4) プロジェクトの実行

プロジェクトの実施に当たっては、プロジェクトマネジャーは、計画に従って各作業の開始を指示するとともに、作業の結果を確認し進捗の状況を監視しなければならない。このようなプロジェクト実行中の進捗管理は、プロジェクトが計画に従って進んでいることを管理するものと、予想外の事象に関して対応する作業に分けることができる。

前者の管理作業は作業予定に基づく管理であり、スコープ、スケジュール、コストの3要素を中心に、品質や資源の投入について計画と実績の乖離を監視し是正していく作業である。場合によっては計画そのものを変更する必要がある、その場合は変更管理のルールにしたがい、オーナーの承認を得て対応しなければならない。

後者の作業は計画時には予定していない様々の事象に対する対応であり、リスク管理、問題管理などとして実行される。リスク管理は将来顕在化するとプロジェクトに悪影響を及ぼすことが予測される項目に対して事前に対応策を実施するものである。

第1章 序論

また問題管理はすでに発生した、プロジェクトに対して悪い影響を与える項目に対する対応策を検討し実施することである。課題管理はリスクや問題のなかで特に注力して管理する必要のある管理である。

(5) プロジェクトの終結

どのようなプロジェクトも最終的には目的を達成し終結を迎える。終結とはスコープ、スケジュール、コストを始め、品質や、課題、リスク、問題などが目標を達成することである。これらの終結を確認するための目標値をプロジェクト完了基準として事前に定めておき、それにしたがって終結を判断する。完成した成果物を依頼者に引渡しプロジェクトは終結する。

終結にあたってはプロジェクトチームを解散するとともに、契約の終了やプロジェクトに関する終結の手続きを行う。また、プロジェクトで得たさまざま教訓を確認し、次のプロジェクトのために残しておくことも重要である。

1.3 本編の構成

本編は1.2「本編で解説するプロジェクト活動の概要」で述べたプロジェクト活動について第1章から第8章に分けて詳細に解説する。まず、第1章「序論」において第II部全体のねらいや目的を説明したのち、第2章でプロジェクトの定義やプロジェクトを取り巻く環境について共通理解する。その後、第3章から第7章まで単独のプロジェクトについてその立上げから、終結までプロジェクト・ライフサイクルに沿って、プロジェクトマネジメントに必要な管理要素や有効とされる理論や技法を解説する。最期の第8章に本編に記載されているプロジェクトマネジメントの用語をまとめて解説し、読者が本編を読みながら、必要に応じて用語の意味を参照できるようにしている。

第1章は、本編のねらいや章の構成を説明する。本編のねらいは、近年その必要性が問われているプロジェクトマネジメントについて、学習者が海洋開発ビジネスに特化せず、プロジェクトマネジメントについて基本を学習できるようにすることである。

第2章の「プロジェクトマネジメントとは」では、プロジェクトとは独自の目的をもって期間限定で行うものであることや、プロジェクトマネジメントとは経験や知識をそのプロジェクトに合わせて適用することであること、などプロジェクトに関する定義を理解する。そして、第3章でプロジェクトを生み出す組織や、プロジェクトを支援する組織などプロジェクトをとりまく環境を確認する。そして、これまでのプロジェクトマネジメントの歴史を知ることで、プロジェクトをその外から概観する。

第4章以降は典型的なプロジェクト活動について、時間の流れに沿って必要となる知識や手法を説明する。第4章で「プロジェクトの立上げ」第5章で「プロジェクト計画」第6章で「プロジェクトの実行と監視」、第7章で「プロジェクトの終結」を学習する。

第1章 序論

ここに記載したプロジェクトマネジメントの管理要素はどのようなプロジェクトにも有効となる、典型的なプロジェクトの実務慣行である。ただし、個々のプロジェクトの実施においてはそれぞれのプロジェクトにあわせて加工して実施することが重要である。本編を学習することで、海洋開発ビジネスにおける大規模なプロジェクトや、技術的な特徴を持ったプロジェクトだけではなく、どのようなプロジェクトにおいても必要となるプロジェクトマネジメントの要素を学することができる。



図 1.3.1 プロジェクトマネジメント編の構成

2 プロジェクトマネジメントとは

2.1 プロジェクトと定常業務

企業や団体などでは、業務の目的を効率よく達成するために組織を構成し様々な仕事を分担して実施する。その仕事は、反復を繰り返しながら継続的に実施する「定常業務」と、ある目的のためだけに組織され実行しその目的を達成したら消滅する「プロジェクト」に分類することができる。図 2.1.1 は企業の組織構造の例を示している。定常業務は営業部や製造部などの会社組織で日常行われる業務で、プロジェクトは部や課を超えてチームが編成され、ある目的のために行われる業務である。

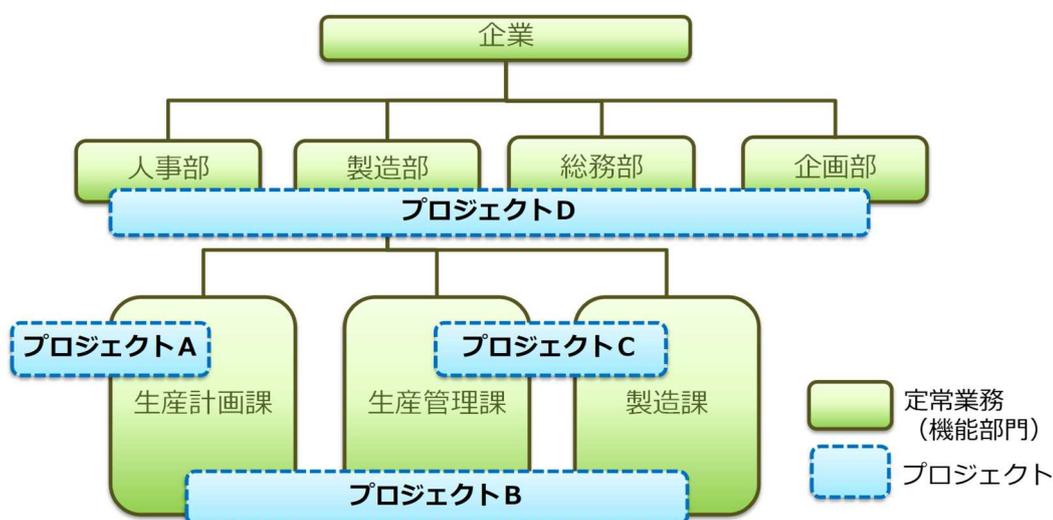


図 2.1.1 プロジェクトと定常業務

企業はその企業理念を達成するために戦略を立て、それを実現するために業務を行う。その業務を効率的に行うにはそれぞれの業務を専門に行う組織を作り役割を分担する。各組織は相互に連携を取りながらそれぞれの機能を発揮し、企業の戦略を実現していく。このように企業の戦略にもとづいてあらかじめ役割を分担し、企業の仕組みとしてそれぞれの組織が行う業務は「定常業務」と呼ばれる。

たとえば、人事部の仕事、総務部の仕事、あるいは営業部門の顧客対応業務など、企業活動の大半の仕事は定常業務として実施されている。通常定常業務には詳細な業務手順書が作成され、その手順書にしたがって進めることで効率よく業務が遂行できるように工夫されている。業務手順書は繰り返し実施される中で、見直され改善されて、さらに品質の高い業務手順が作られていく。このような仕組みは、戦略の方針変更などによって見直しが行われるまで継続的に実施されるものである。

このような定常業務に対して、現在の組織では対応できないような独自の業務が必要になった時、期間限定で一度だけ実施する作業を「プロジェクト」と呼ぶ。

第2章 プロジェクトマネジメントとは

プロジェクトの例としては、製造業の新製品開発業務、海洋開発業務を始め、大規模な装置や建物を構築するようなものが典型的なものとして挙げられるが、少人数でこれまでとは異なった提案活動を行ったり、一般家庭でも幼稚園のバザーの実施、あるいは家族で旅行に出かけたりする小規模なものもプロジェクトである。

そのほか、定常業務のチームは継続的に固定のメンバーで構成されることが多いが、プロジェクトではそのタイミングで初めて構成されたメンバーになることも多い。どちらも実行するには予算が必要であるが、定常業務は企業の戦略や中長期計画のもと計画的に準備された継続的な予算の中で実施される。プロジェクトも計画に基づいて予算が準備されることもあるが、必要に応じて緊急に実施しなければならないプロジェクトもあり、この場合は、予算を捻出する必要がある。したがってプロジェクトは権限のあるマネジメントによりその都度予算の使用の承認が必要になる。企業では、ビジネスの遂行においてある業務を行う必要が出来たとき、その目的や業務の種類によって、定常業務の中で継続的に実施するか、プロジェクト的に期間を決めて特別に実施するかを判断している。

このように、定常業務とプロジェクトはその特徴が相反する業務の進め方ではあるが、実社会の業務は明確に2つに分類されるのではなく、両者の中間の性質を持つ業務も多く存在する。

たとえば新製品開発は一般にはプロジェクトに分類されるが、ある分野の新製品を開発しているチームは毎回同じようなプロセスを繰り返し、プロジェクトでありながら定常業務的な要素も持っている。また、目的の達成のためには独自の進め方であるべきプロジェクト型の業務であっても、その品質や効率を高めるために、同種のプロジェクトについて共通の手順書や標準書を準備し定常業務的に進めることも多い。

逆に、完全な定常業務型の仕事をしている企業では、分割された業務の進め方では新しい動きに迅速に追従できないという課題が生れている。これらの課題を解決するために、定常業務であっても自ら考え独自の工夫を取り入れるというプロジェクト志向の考え方を奨励し、組織を外部の変化に迅速に対応させるために、いつでもプロジェクト型の業務を開始できるような組織体制にする企業もある。

このように、プロジェクトと定常業務はどちらが優れた業務の進めかたというわけではなく、目的にあわせてそれぞれの特徴を活かして実施されるものである。

2.2 プロジェクトとは

プロジェクトについてあらためてその定義を行うと、「プロジェクトとは定められた期間内に独自の目的を達成する仕事」と定義することができる。

プロジェクトは、企業や組織が通常の業務ではできないものを特定の目的として達成するために活動するものである。その活動は原則として1回限定であり、しかも淡々と

第2章 プロジェクトマネジメントとは

作業を行う業務というよりもこれまでにない努力や試み（endeavor）ともいえるような活動である。プロジェクト活動も通常は定常業務と同じように、企業や組織の戦略にしたがって、ある目的を持ち限られた予算や資源の制約の中で実施されるものである。ここでプロジェクトと定常業務の共通点や特徴について図で示すと次のようになる。

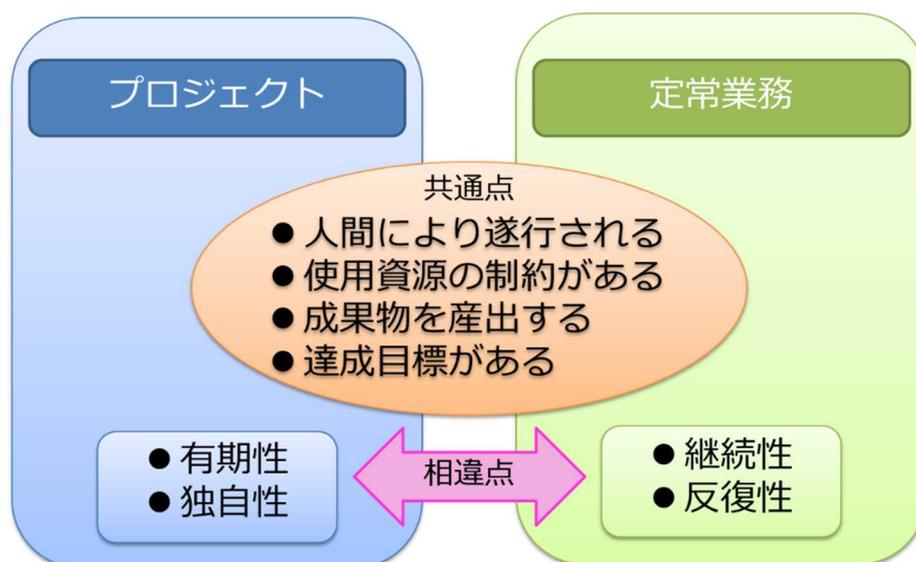


図 2.2.1 プロジェクトと定常業務の特徴

プロジェクトの最大の特徴は「有期性(temporary)」と「独自性(unique)」である。有期性とは、当初の予定には無いが必要に応じて開始され、かつ終了予定日があることで、独自性とは、これまで実施されたことが無い初めての試みということである。

有期性をさらに詳細に考えると2つのことを示している。一つ目は、プロジェクトは必要に応じて突然開始されるものだということである。長期的な戦略に基づいて実施される場合もあれば、ある日突然開始しなければならない場合もあるが、いずれにしてもあるタイミングで始まるということである。二つ目は、プロジェクトには終結があるということである。通常プロジェクトを開始するときにそのプロジェクトの終結の時期は決められている。その目標とする終結時期という制約のもとプロジェクトは実施される。

独自性は、プロジェクトはこれまで誰も行ったことが無いことを実施するということである。ただし、深海探査や宇宙開発など本当に未知の分野に挑むようなものだけでなく、チームにとっては初めての作業であるものや、これまでのプロジェクトとは微妙に違いがあるものなどもある。同じような作業を繰り返す場合でも、これまでとは違ったところがあり、それに注力しなければならないときはプロジェクトということができる。

このプロジェクトの大きな特徴である独自性すなわち、「これまでに行ったことの無

第2章 プロジェクトマネジメントとは

「何を行う」ということから、プロジェクト活動においては、まずそのプロジェクトで何を行うかを明確にする必要がある。さらに作業を洗い出し、スケジュールを作成するなど、プロジェクト全体を予測して計画を作成することが重要になってくる。プロジェクトで何を行うかということ、プロジェクトスコープあるいは単にスコープという。スコープをきちんと定義することはプロジェクトにとって重要なことである。

また、プロジェクトの三つめの特徴として「段階的詳細化(*progressive elaboration*)」があげられることもある。プロジェクトとは基本的に初めての試みであり、最初から詳細な作業内容が確定しているとは限らない。そこで、はじめは大枠で作業内容を定義しておき、その詳細は段階的にそれが明確になった時点で決めていくことになる。このように最初から詳細な作業内容を計画するのではなく、プロジェクトが進むにつれて段階的に作業内容を詳細化していくということもプロジェクトの特徴の一つといえる。

2.3 プロジェクトとプロダクト

プロジェクトはなんらかの成果物を完成させるものである。そして、プロジェクトによって完成されるものをプロダクト(成果物: *product*)と呼ぶ。図 2.3.1 はスカイツリー構築プロジェクトにおけるプロジェクトとプロダクトのイメージである。

2003年12月:「在京6社新タワー推進プロジェクト」発足

2006年3月:建設地確定

2006年11月:デザイン確定

2008年7月:着工

2009年8月100m
2009年11月200m
2009年2月300m
2010年7月400m
2010年12月500m
2011年3月600m

2012年12月:竣工

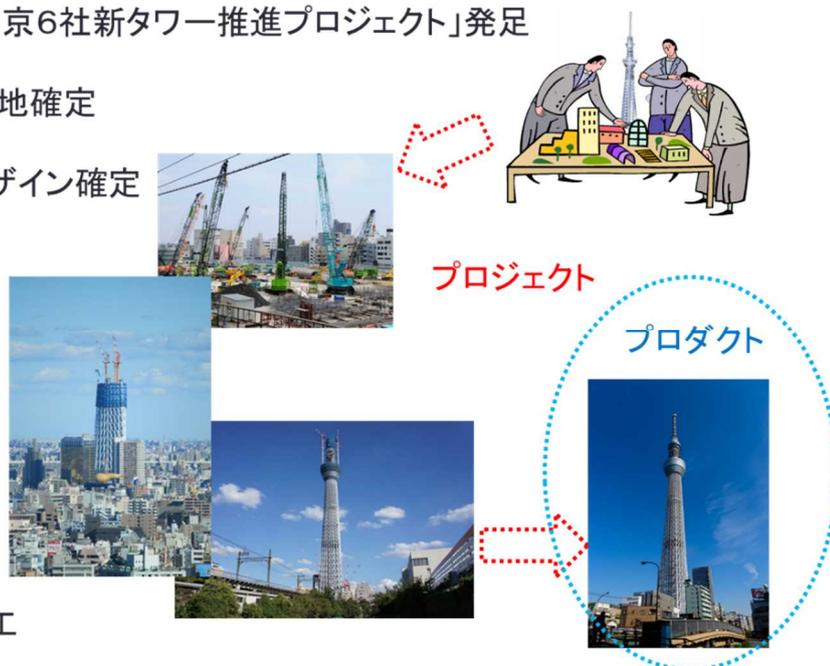


図 2.3.1 スカイツリー建設プロジェクトとプロダクト

一般に、プロダクトには、建物や製品など具体的に目に見える形のあるものもあれば、

第2章 プロジェクトマネジメントとは

深海調査、旅行、業務改善など具体的には見えないものも存在する。形が物理的に存在するものも、目に見えないサービスのようなものも、そのプロジェクトの成果として実現されるものはすべてプロダクトである。目に見えるプロダクトはその完成の状況が分かりやすいが、形で示せないプロダクトでも、その達成基準をきちんと作成し確認していくことでその完成を定義できる。

プロジェクトが実施されプロダクトが生成されたらプロジェクトは消滅し、そのプロダクトの活用が開始される。プロジェクトが開始されプロダクトを生み出し終了するまではプロジェクト・ライフサイクルという。どのようなプロジェクトにもプロジェクト・ライフサイクルがあり、それはプロダクトに影響を受けない一般的なところと、生成しようとしているプロダクトから大きく影響を受けるところもある。プロジェクトが開始され、そのプロダクトが完成し、さらにそのプロダクトが使われなくなるまでをプロダクト・ライフサイクルと呼ぶ。



図 2.3.2 プロジェクト・ライフサイクルとプロダクト・ライフサイクル

2.4 プロジェクトのフェーズ

定められた期間内に独自なものを作成するプロジェクトは、実施方法もさまざまである。しかし、どのようなプロジェクトにも共通のプロジェクトマネジメントプロセスが存在する。そして、プロジェクトマネジメントプロセスは「立上げ」、「計画」、「作業実施」、「終結」というように時間軸で区切られグループ化される。一般にこれらはフェーズなどと呼ばれ、計画作成や進捗管理に活用されている。

「立上げ」フェーズは、企業戦略や様々な要求によって複数のプロジェクト候補から一つのプロジェクトを選択し、その開始の準備を行うフェーズである。このフェーズの重要な目的は、プロジェクトの開始の承認を得ることである。プロジェクトは定常業務とは違い勝手に開始することは許されず、開始の権限を持つマネジメントの承認が必要である。承認を得るためには、そのプロジェクトのベネフィットやコスト、実行可能性など、プロジェクト全体の概要を見通すことが必要である。このように、プロジェクトの立上げフェーズは、プロジェクト候補から実施すべきプロジェクトを取り出し、実施可能な状況にするフェーズである。

第2章 プロジェクトマネジメントとは

立上げフェーズの前に「選択」フェーズが存在することもあるが、選択フェーズは、複数のプロジェクトから単独のプロジェクトを取り出すための業務であり、一般にはプロジェクトの範囲外と定義されることが多い。

「計画」フェーズはその名のとおりに、プロジェクトの実施計画を作成するところである。プロジェクトへの期待や要求をもとにこのプロジェクトで行う範囲（プロジェクトスコープ）を定義しスケジュールやコスト計画を作成する。さらにこの計画の実現のために必要な、リスク管理、品質管理、資源管理など補助的な管理要素についても検討し計画に組み込む。このフェーズではプロジェクトで行うべき各作業を正しく予測し、実現可能性のある計画を作ることが重要である。

「作業実施」フェーズは計画に基づいてプロジェクトを実施する期間である。実行中のプロジェクトの状況を正しく把握し、計画とのかい離が起きないようにリスクを管理し、かい離を発見した場合は、速やかな是正作業を行うことができるように管理しなければならない。特に予定にないような問題や課題が発生した場合の対応を速やかに行うことが重要である。

作業実施フェーズは、計画に従って作業を実施する「実行」フェーズと、その実施結果を監視し状況を判断してなんらかの対応を行う「監視」フェーズが交互、または同時に実施されるものであり、プロジェクトの実績を確認し必要な対応を行うフェーズである。

「終結」フェーズは、プロジェクトを終了させるプロセスから構成される。あらかじめ合意していたプロジェクトの完了基準を満たしているかを確認し、プロジェクトを終了させる。プロジェクトの終結にあたっては、そのプロジェクトの実施結果について評価するとともに、プロジェクトで得た知見を教訓として残しておくことも重要である。

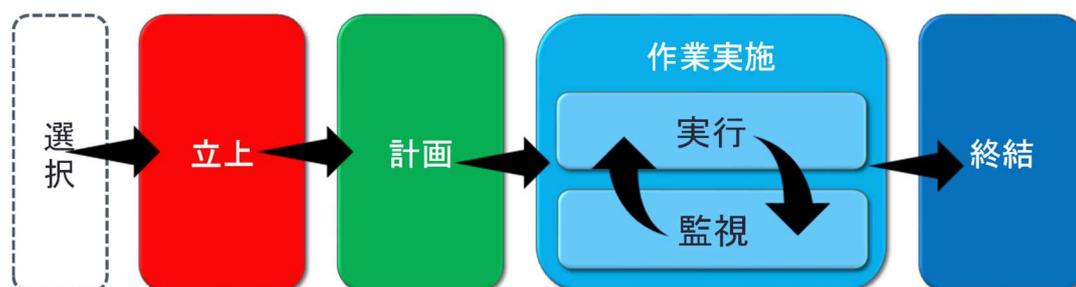


図 2.4.1 プロジェクトのフェーズ

2.5 プロジェクトマネジメントとは

プロジェクトマネジメントとは「プロジェクトマネジメント知識や個人の経験を、各

第2章 プロジェクトマネジメントとは

プロジェクトに適用すること」である。プロジェクトはそれぞれが異なったものであり、どのプロジェクトにも共通に適用できる手順や手法は存在しない。そこで、プロジェクトを正しく管理するには、様々な知識や経験をそのプロジェクトにうまくあてはめ適用することが必要となる。

プロジェクト管理の仕組みは多くの企業で標準化され、また教科書にもまとめられている。また個人や組織は様々なプロジェクトを経験し多くのプロジェクトマネジメントに関する知見を有している。しかし、プロジェクトというのは大なり小なりの独自性を持っており、教科書や過去の経験がそのまま有効ではないことも多い。したがって、優秀なプロジェクトマネジャーとは、教科書や経験に基づくノウハウをうまく今のプロジェクトの特徴に合わせて適用することができる人であるとも言われている。このようなプロジェクトに合わせたプロセスを考えるという、優秀なプロジェクトマネジャーの行動がプロジェクトマネジメントそのものである。

プロジェクトマネジメントとは、 知識や経験を個々のプロジェクト活動へ適用すること

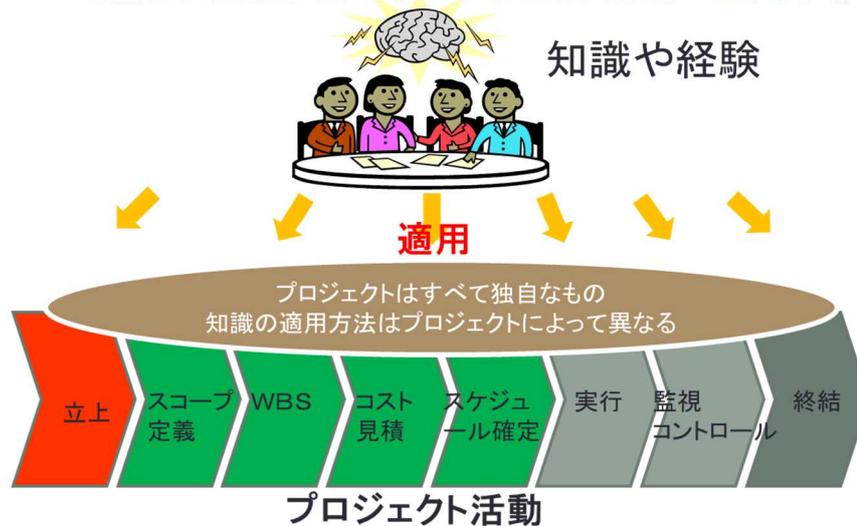


図 2.5.1 プロジェクトマネジメントとは

このほか、プロジェクトマネジメントとは「プロジェクトの目的を達成させるため計画を立て、その計画通りにプロジェクトが実施されるよう管理する」あるいは、「プロジェクトの重要な要素であるスコープ、スケジュール、コスト、品質、要員などの制約のバランスをとること」とも定義できる。

2.6 プロジェクトマネジメントの要素

プロジェクトマネジメントの管理要素は、スコープマネジメント、スケジュールマネ

第2章 プロジェクトマネジメントとは

マネジメント、コストマネジメントというコアとなる3要素、および資源マネジメント、品質マネジメント、リスクマネジメント、コミュニケーションマネジメント、調達マネジメント、ステークホルダーマネジメントなど6つの補助的要素、さらにプロジェクトを統合的にマネージする統合マネジメントを加え、合計10の要素に分解することができる。

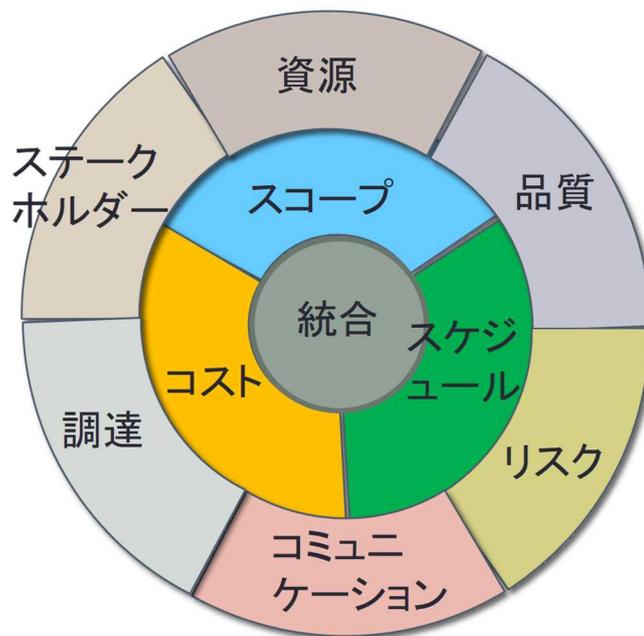


図 2.6.1 プロジェクトマネジメントの要素

どのようなプロジェクトにおいても必須であり、プロジェクトの実行管理のコアとなる要素は、スコープ、スケジュール、コストである。この3要素はプロジェクトにおける3大制約ともいわれ、お互いに強く影響しあっている。これら3つの要素のマネジメントが、どのようなプロジェクトにおいても必須の業務である。以下、それぞれのマネジメントについて説明する。

スコープマネジメントは、プロジェクトが何を行うかを管理することである。そのプロジェクトが提供するプロダクトを定義したものや、プロジェクト作業に含まれる作業要素を定義したものがある。プロジェクトスコープはプロジェクトの開始時点でプロジェクト実施者とプロジェクトのオーナーで明確に定義し同意しておくものである。

スケジュールマネジメントは、プロジェクト作業のスケジュールを作成し、プロジェクトをスケジュール通り進めるためのマネジメントを行うものである。プロジェクトスケジュールはプロジェクトスコープを詳細作業に分解して、それを順序関係や時間軸を考慮してスケジュールチャートに表したものである。

コストマネジメントは、プロジェクトのスコープやスケジュールから作業に必要なコ

第2章 プロジェクトマネジメントとは

コストを見積りプロジェクトのオーナーの承認を得、実行時にはそのコストを超えないようにプロジェクトを管理していくことである。

プロジェクトの管理要素には以上の3つのコアとなる要素以外に、資源マネジメント、品質マネジメント、リスクマネジメント、コミュニケーションマネジメント、調達マネジメント、ステークホルダーマネジメントなど6つの補助的要素がある。これらの補助的な管理要素についても計画を立ててその計画通りに進んでいるか常に監視し確認していくことが求められる。

2.7 プロジェクトマネジメントの歴史

人類にプロジェクトといえるような仕事が生れたのは紀元前にさかのぼり、プロジェクトの歴史は非常に古い。このような初期の段階のプロジェクトマネジメントはQCD(品質、コスト、納期)を中心とした管理業務であった。その後1950年ころからモダンプロジェクトマネジメントという考え方が生まれ、プロジェクトマネジメントを体系的に研究する団体が生まれてきた。代表的な団体としては今や世界のプロジェクトマネジメントの考え方をリードするPMI、日本的なプロジェクトマネジメントまとめたPMAJなどがある。2012年には初めてプロジェクトマネジメントの世界標準としてISO21500が発行された。

2.7.1 プロジェクトのはじまり

プロジェクトの定義は「定められた期間内に独自の目的を達成する仕事」であったが、このような営みは人類の始まりと同時に開始されたといえる。いまでもその痕跡が見られる例としてエジプトのピラミッドや日本の戦国時代の築城などがあげられる。このような大規模な建造物の構築は間違いなくプロジェクトといえるものである。

しかし、このような初期の時代においては、まだ現在のようない体系だったプロジェクトマネジメントの考え方は存在しておらず、成果物を効果的に確実にするための技術的な仕組が、それぞれの分野や地域で独自に考えられていた。たとえば、大規模なダム建造の工程表、植民地戦略の実施計画というようにそれぞれの目的を持った活動の一部としてのマネジメントであった。

このような初期の段階からプロジェクト活動の管理指標とされたものとしてQCDは有名である。QCDとは何か大きなものを完成させるときに、品質(Quality)の観点から作業や成果物の品質が目標内であるか、コスト(Cost)の観点からは実コストが予算に対してどうなっているか、納期(Delivery)の観点からプロジェクトが予定期間内で終了できるかといった3つの指標による管理活動である。この活動は古くから行われており、現在でもプロジェクト活動の重要な指標でもある。初期のプロジェクト

第2章 プロジェクトマネジメントとは

トは QCD をはじめとする定められた管理指標を定義し実施されるものであった。

2.7.2 モダンプロジェクトマネジメント

その後プロジェクトマネジメントの発展の転機となったのは、アメリカの軍事関連のプロジェクトであるとも言われている。1950 年台に軍事活動においてプロジェクトマネジメントの手法や技法の研究が盛んに行われた。たとえばミサイルの弾道計算のために PERT (Program Evaluation and Review Technique : 5.4.5 「PERT」で詳細説明) 技法が生み出され、各種ロジスティクスの効率化のためにスケジューリング技法が研究された。このような軍事目的のために研究されたプロジェクトマネジメントの技法は、そのうちに民間にも伝わり、民間プロジェクトもこの影響を受けるようになった。たとえば、デュポン社は軍事活動のスケジューリング論から、いち早くクリティカルパス技法を取り入れた。

このような軍事プロジェクトから生まれたプロジェクト管理の技法は、民間企業において発達し「モダンプロジェクトマネジメント」とも呼ばれるようになった。モダンプロジェクトマネジメントは、それまで QCD のようなプロジェクト作業の管理が主体であったのに対して、スコープ、スケジュール、コストを始め、品質、要員、リスク、調達などのプロジェクト管理要素をバランスよく管理し、最終的に顧客満足度を高めることを目標としたところに特徴がある。

さらに、モダンプロジェクトの発展をけん引したのが、アメリカで誕生した非営利団体である PMI (Project Management Institute) である。PMI は軍事や政府、民間のプロジェクトマネジメントの有識者が集まった非営利団体であるが、自分たちのプロジェクトマネジメント経験を体系化して PMBOK® (Project Management Body of Knowledge) ガイドにまとめた。PMBOK® ガイドがまとめられたことで、プロジェクトマネジメントの体系が完成し、世界中でモダンプロジェクトマネジメントが浸透し始めた。

2.7.3 プロジェクトマネジメントの進化

現在、世界中のあらゆるところで多くのプロジェクトが実施されている。しかもプロジェクトは独自の成果物を生み出すものであり、それぞれ進め方が異なるものである。そのような中で、プロジェクトマネジメントには共通点が多いというコンセプトに基づき、業界を超えたプロジェクトマネジメントの標準化が進められている。

その中でも、先にあげた PMI は 2016 年現在、世界に 60 万人もの会員を有する団体となり、プロジェクトマネジメントプロセスの標準化をけん引している。PMI 以外にも世界的にはヨーロッパに本拠地を置く、IPMA (International Project Management Association)、イギリスの商務局が作成し定着化を進めている Prince2 (PRjects IN

第2章 プロジェクトマネジメントとは

Controlled Environments²⁾など多くのプロジェクトマネジメントの団体があり、標準化やプロセスの体系化が進められている。

日本においては、最初に石油などの大規模プラント系の産業で PMBOK®ガイドを導入した。その後、1990年代になって IT 産業が台頭するようになり、さらにプロジェクトマネジメント技術の発展と拡大の牽引力となった。そして 1998年には PMI 東京支部(現在日本支部)が設立された。

この他の日本のプロジェクトマネジメントを推進する団体としては、1999年に発足したプロジェクトマネジメント学会と、1999年に通商産業省(現経済産業省)の委託により発足した PMAJ(日本プロジェクトマネジメント協会)がある。PMAJは財団法人エンジニアリング振興協会(現一般財団法人エンジニアリング協会)が中心になって P2M(プログラム・プロジェクト・マネジメント)という標準を発行している。P2Mは日本発信型のプロジェクトマネジメントの体系であり、その名とおり、プログラムレベルまでプロジェクトマネジャーの業務の範囲を広げ、プロジェクトのベネフィットなども管理項目としている。さらに 2012年には ISO(International Organization for Standardization: 国際標準化機構)から初めてプロジェクトマネジメントの国際標準である ISO21500も発行され、国際標準化が着々と進められている。

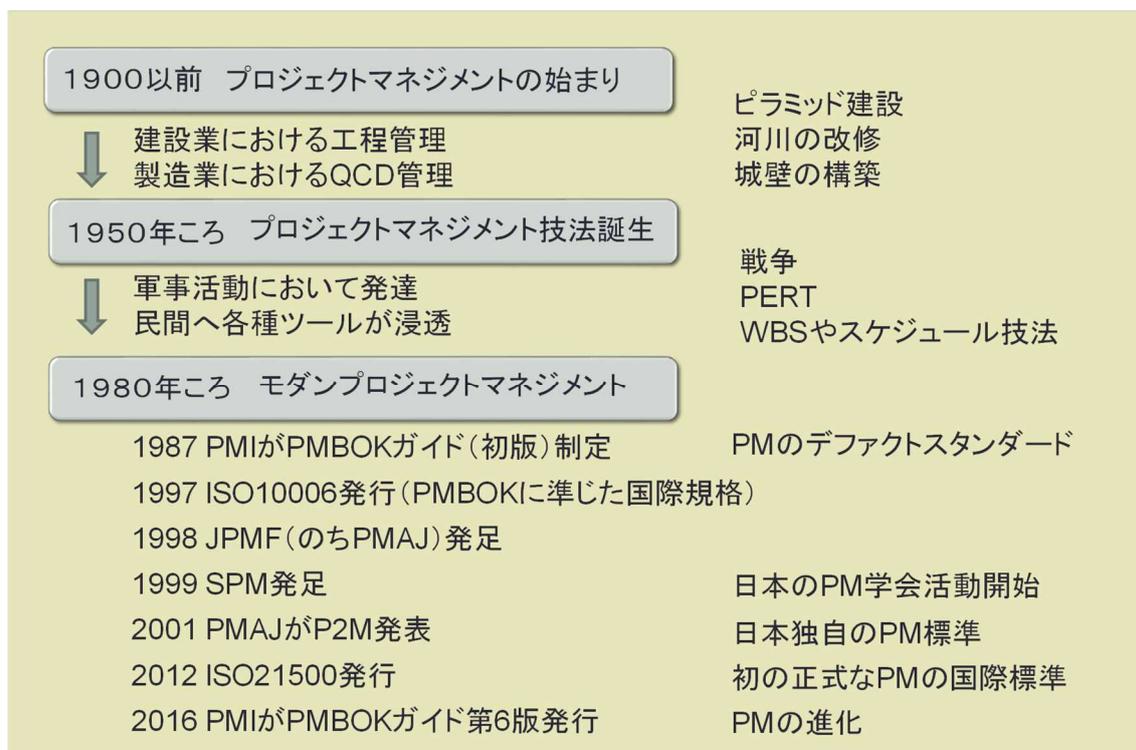


図 2.7.1 プロジェクトマネジメントの歴史

3 プロジェクトを取りまく組織

3.1 ポートフォリオ・マネジメント

企業や組織ではそのミッションやビジョンを明確にして、それに沿った経営戦略を立て目的に向かって進んでいる。さらに、その戦略を実現するために効率の良い組織を作り、緊急の案件にタイムリーに対応するためにプロジェクトを立上げたりもする。このように、組織においてプロジェクトや定常業務を統括的に戦略に基づいて考え、組織レベルで管理することをポートフォリオ・マネジメントという。さらに、プロジェクトについてのみその選択から終了後の評価まで統括することは、プロジェクト・ポートフォリオ・マネジメントと呼ばれている。

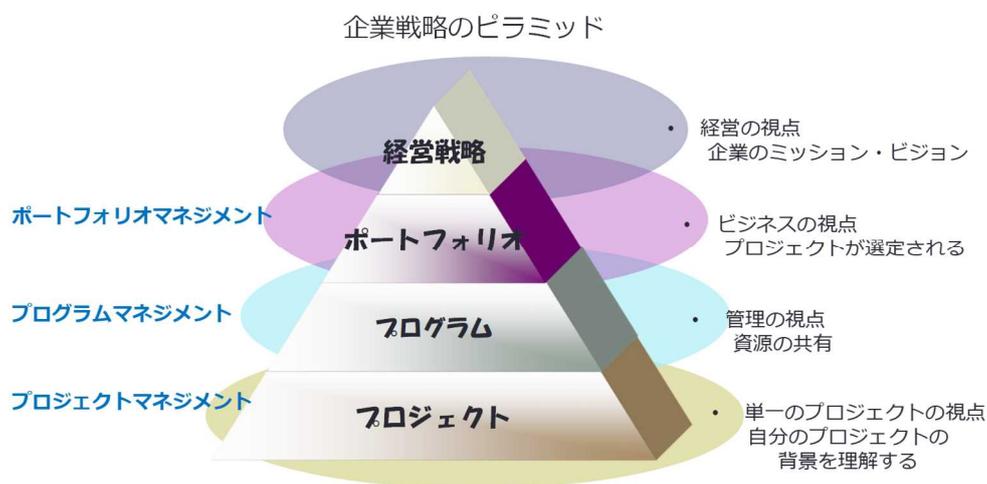


図 3.1.1 経営戦略とポートフォリオ・プログラム・プロジェクト

ポートフォリオ・マネジメントは、企業の全プロジェクトについて管理するものであるが、その内容はプロジェクトを3つのステージに分けて考えられる。

その第1は、プロジェクトを選択するステージである。この段階は、多くのプロジェクト候補を比較し企業としてどのプロジェクトを実施すべきか考える時間である。プロジェクト候補には企業の戦略により発生するものや、中には法律の改正などで強制的に実施が必要なもの、また、戦略とまでいかななくても業務の実施部門からの改善要求からプロジェクトに発展したものなどが含まれる。このような様々な特徴のあるプロジェクト候補から、企業にとって意義のあるプロジェクトを選択する作業がポートフォリオ・マネジメントのステージ1での役割である。

ポートフォリオ・マネジメントの2番目のステージは、現在実施中の企業のすべてのプロジェクトの実行を統括的に管理することである。その企業において、現在実施中のプロジェクトの状況を把握し、必要であれば企業としての対応策を実施する。

第3章 プロジェクト取りまく組織

ポートフォリオ・マネジメントの3番目のステージは、企業における終了したプロジェクトの分析や資料保管である。ポートフォリオ・マネジメントでは、終了したプロジェクトについて、その実績資料を収集し、統計的な解析を加えプロジェクトの結果を評価する。通常は、個々に異なるプロジェクトを公平に評価するには、企業で統一したプロジェクトの管理基準や管理方法を定める必要がある。評価資料をもとに戦略の見直しや新たな戦略の構想立案などを行うこともポートフォリオ・マネジメントである。

このようにポートフォリオ・マネジメントは、プロジェクトの選択・立上げから、完了し評価するまでのすべてのサイクルを網羅し、統括的な進捗の状況やプロジェクトを超えた判断を行うことである。企業レベルで行うことが一般的ではあるが、事業部などのレベルで行われることもある。

ポートフォリオ・マネジメントは企業戦略と深く結びつくものであるが、単純に企業全体のプロジェクトを集めたものと定義され、企業におけるプロジェクトを取り巻く環境としてポートフォリオ・プログラム・プロジェクトという階層で示されることが多い。

3.2 プロジェクトの母体組織

プロジェクトはそのプロジェクトを生み出した母体組織の組織構造に大きな影響を受ける。その母体組織の種類によって、「機能型」「プロジェクト型」「マトリックス型」に分類することができる。機能型は、1つあるいは複数の機能部門の中で独立したプロジェクトが実施される場合の組織形態である。これに対して、プロジェクト型はプロジェクトを行うための専門の組織が存在し、その組織の中でプロジェクトが形成され実施される組織形態である。そして、機能型とプロジェクト型の間形の形がマトリックス型である。以下にそれぞれの組織の特徴を説明する。

3.2.1 機能型組織

機能型組織は、組織の各機能部門の中でプロジェクトが組織される。場合によっては複数の組織からメンバーが集められプロジェクトが形成されることもある。日常の企業活動が機能部門でのみ実行されており、プロジェクト型の不定期な業務はあまり発生しない企業では、プロジェクトの実施が必要になったとき、機能部門から要員が集められる。この形のプロジェクトの特徴は、プロジェクトにプロジェクトマネジャーが存在せず、機能部門長がプロジェクトマネジャーの代わりに意思決定を行うところである。メンバーは個々の機能部門に所属しているので、所属する組織の中での自己のキャリアなどが明確でありモチベーションを維持できるとされている。一方で、プロジェクトマネジャーが存在しないことや、所属メンバーはそれぞれの機能部門の部門長の指示を受けることもあり、プロジェクトとしての活動力は弱いとされる。

第3章 プロジェクト取りまく組織

図 3.2.1 は財務部、総務部、製造部からメンバーが集められて構成された機能型プロジェクトの例である。プロジェクトの意思決定を行うプロジェクトマネージャーが存在せず、プロジェクトの意思決定は財務部、総務部、製造部の責任者が行う。

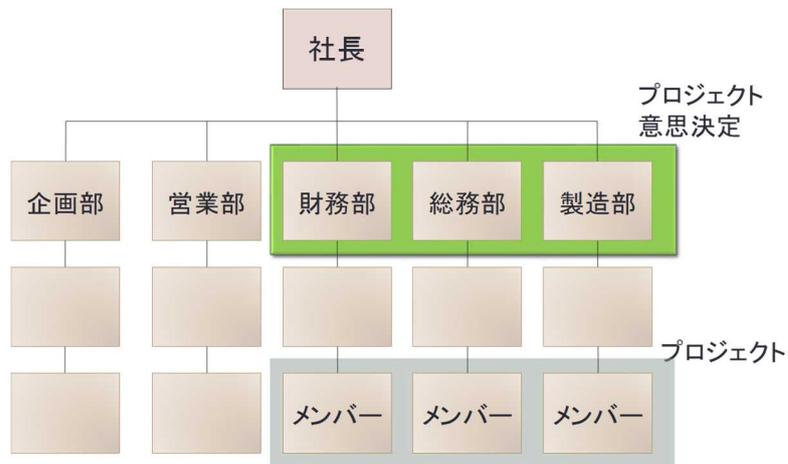


図 3.2.1 機能型組織

3.2.2 プロジェクト型組織

プロジェクト型の業務が大半を占める様な組織では、プロジェクトを効率よく立上げ実施するために、プロジェクト型専用の組織をあらかじめ作っておくことが多い。このような場合、プロジェクトはその組織の中に設置され、特定のプロジェクトの専任要員が実施する。プロジェクトマネージャーの権限は強く、組織としての指揮命令機能も確立されている。プロジェクトとしては効率的で良い体系といえるが、メンバーは自分の今後のキャリアが見えずモチベーションに影響するとされる。

図 3.2.2 はプロジェクト型組織の例である。プロジェクト専任組織の中に複数のプロジェクトが存在し、プロジェクトの指揮命令系統も統一されている。

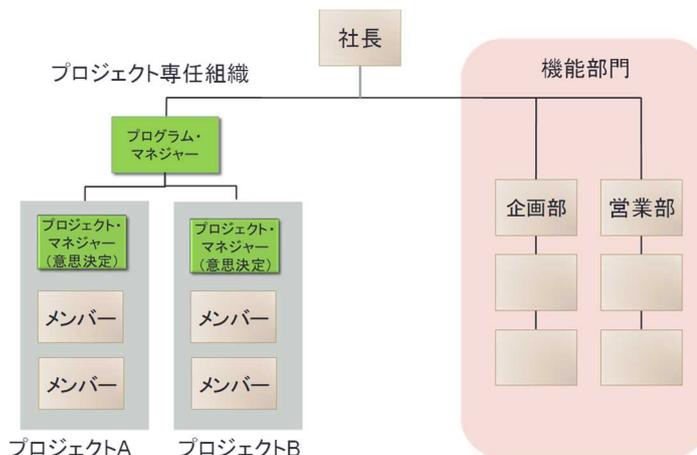


図 3.2.2 プロジェクト型組織

3.2.3 マトリックス型組織

マトリックス型組織とはチームメンバーの所属が複数の部門にまたがったプロジェクト組織で、機能型組織とプロジェクト型組織の両方の特性を持つ。機能型組織との違いはプロジェクトマネジャーが存在するところにある、メンバーはプロジェクトマネジャーと機能部門の所属長2人の指揮命令に従わなければならない。そのため、メンバーのモチベーションの維持が難しいという特徴がある。プロジェクトマネジャーが専任で参加しプロジェクト型組織に近い権威を持つ組織構造を強いマトリックス型、プロジェクトマネジャーの権威が弱く機能型組織に近い組織構造を弱いマトリックス型と呼ぶ。

図3.2.3はマトリックス型組織の例である。プロジェクトメンバーは営業部、財務部、総務部に所属したまま、プロジェクト活動を行う。プロジェクトには企画部からプロジェクトマネジャーが投入され、プロジェクトの意思決定を行う。プロジェクトマネジャーや各メンバーが強く所属組織の影響を受ける場合は弱いマトリックス型、所属組織から独立してプロジェクトに専念するときは強いマトリックス型ということになる。

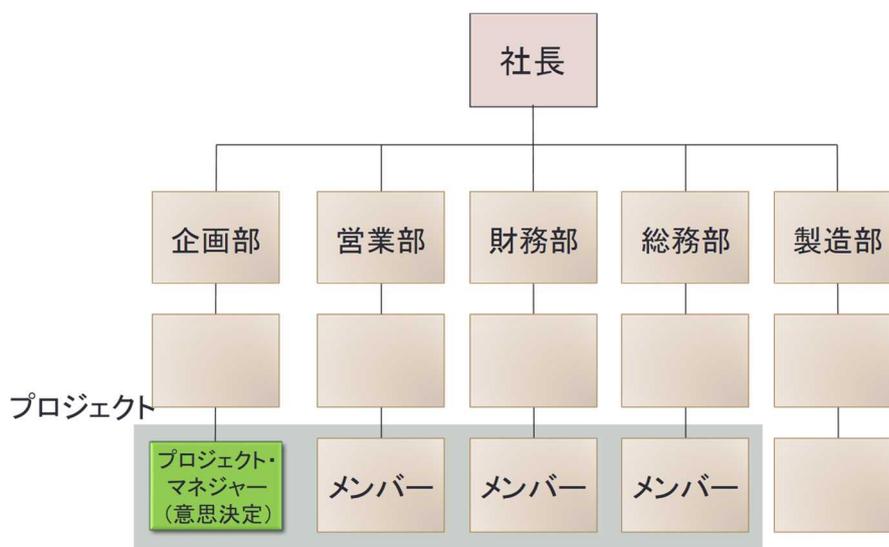


図 3.2.3 マトリックス型組織

3.3 プログラム・マネジメント

管理方法や目標が同じ複数のプロジェクトを総括して管理することをプログラム・マネジメントという。プログラム・マネジメントは、プロジェクトが終了してもそのベネフィットを管理し、場合によっては定常業務も含むことがある。ポートフォリオ・マネジメントとの違いは、ポートフォリオはお互いに資源を共有することが無いなど、関係しないプロジェクトもすべて含めて管理するところにある。

第3章 プロジェクト取りまく組織

このようにプログラム・マネジメントは、複数の資源を共有するプロジェクトを管理するもので、プロジェクトが終了しても継続的に実施される場合がある。この場合、プロジェクトの費用対効果やベネフィットの確認を含め定常業務とプロジェクトを統括して管理する場合もある。複数のサブプロジェクトを統括的に管理する大規模プロジェクトも、考え方によってはプログラム・マネジメントと呼ぶこともできる。

3.4 プロジェクト・マネジメント・オフィス

PMO (Project Management Office) は複数のプロジェクトを統括して支援するスタッフ組織である。ポートフォリオマネジャーの下に存在する「**全社 PMO**」や、「**部門 PMO**」、プログラムマネジャーの下に組織されるいわゆる「**プログラム・マネジメント・オフィス**」などいろいろな形態がある。

PMO は企業などのプロジェクトの実行を支援する組織として存在する。PMO の機能としては、プロジェクトの支援、標準化、品質管理、パフォーマンス評価、プロジェクトマネジャー育成、プロジェクトマネジメントを支援するシステムや手順の提供、リスクマネジメントなどさまざまである。これらの機能の中で、プロジェクトの品質管理を行う PMO が最も多く、プロジェクトのフェーズごとに品質ゲート等と呼ばれるチェックポイントを設け、その時点の成果物の品質を確認することが行われている。PMO は、このほかプロジェクトの実施の手順を統一したものにする標準化や、プロジェクトの終了時に、企業や組織で統一したパフォーマンス基準を満たしているかを評価することもある。

PMO はプロジェクト単位、プログラム単位、企業単位など様々な階層で設置されるが、企業単位で設置され、ポートフォリオ・マネジメントを支援するものは、**戦略的 PMO** などと呼ばれている。戦略的 PMO は、企業全体の戦略を支援する全社的 PMO、事業部などの社内組織の一部で戦略や部門業務を支援する部門 PMO などとその支援範囲が階層化されていることもある。

PMO 自身は利益を生み出さないコストセンターとして存在するため、その成果を評価し、PMO の存在価値を高めることが課題とされている。

3.5 プロジェクトマネジャーの資質と役割

プロジェクトマネジャーに必要な資質は、人間力、プロジェクトマネジメント知識、実践力と言われている。その役割はプロジェクトを計画通りに完成させることであるが、そのためにプロジェクトマネジメント知識を、それぞれの業務に依存したプロジェクト活動に適用する能力が求められる。資質は**コンピテンシー (Competency)** とも呼ばれている。

第3章 プロジェクト取りまく組織

プロジェクトマネジャーに必要な人間力には、マネジメント力、コミュニケーション力、指導力、状況把握力、リーダーシップなどが含まれている。これらの資質はプロジェクトの実施に限らず、企業や組織を率いるマネジメントに共通に必要な能力である。プロジェクトの特性である独自の目的を持つという意味では、通常のマネジメント力に加え、さらに臨時に召集されたプロジェクトチームを率いるマネジメント力が求められる。

2つ目の資質であるプロジェクトマネジメント知識は、多くのプロジェクトに共通のプロジェクトマネジメントプロセスの知識である。PMIの発行したPMBOK®ガイドや、PMAJが発行しているP2Mなどは、まさにこのプロジェクトマネジメントプロセスの知識体系である。したがって、これらのガイドラインの理解が、プロジェクトマネジメントの知識体系の理解となる。

3つ目の実践力は、プロジェクトマネジメントの知識や、経験などを、今実施しているプロジェクトにうまく適用できる能力である。テキストに書いてあるような知識を丸暗記しているだけではだめで、その知識を実践力として発揮することが大切とされている。

これらプロジェクトマネジャーに必要とされる人間力、プロジェクトマネジメント知識、実践力はお互いに絡み合いながらプロジェクトマネジャーの資質を形成している。



図 3.5.1 プロジェクトマネジャーの資質

4 プロジェクトの立上げ

4.1 プロジェクトの提案

4.1.1 プロジェクトの誕生

プロジェクトは、その定義でも学習したように不定期の業務である。企業や組織においては定常業務のほかにプロジェクトの候補が存在し、その中から実施するプロジェクトが選択され実施される。企業で実施するすべてのプロジェクトについて、実施候補からの選定、実施中の監視、実施後の評価などを、企業戦略の視点で管理することが、ポートフォリオ・マネジメントと呼ばれていることは3.1「ポートフォリオ・マネジメント」で学んだ。ここでは、ポートフォリオ・マネジメントの機能の一つであるプロジェクトの選択について解説する。

企業の中にプロジェクトが生れる理由としては、市場の需要、組織のニーズ、顧客の要求、技術的進歩、法的要求、生態系への影響、社会のニーズなどがあるとされている。これらの要因からプロジェクトの実施が必要と判断した場合、それがプロジェクトの実施候補になる。実施候補の扱いについては、業種や企業によって違いはあるが、5から10年の中長期計画などで実施すべきプロジェクトを予定し、各年度の実施計画を立てるときに個別のプロジェクトの実施を提案し承認するという方法が一般的である

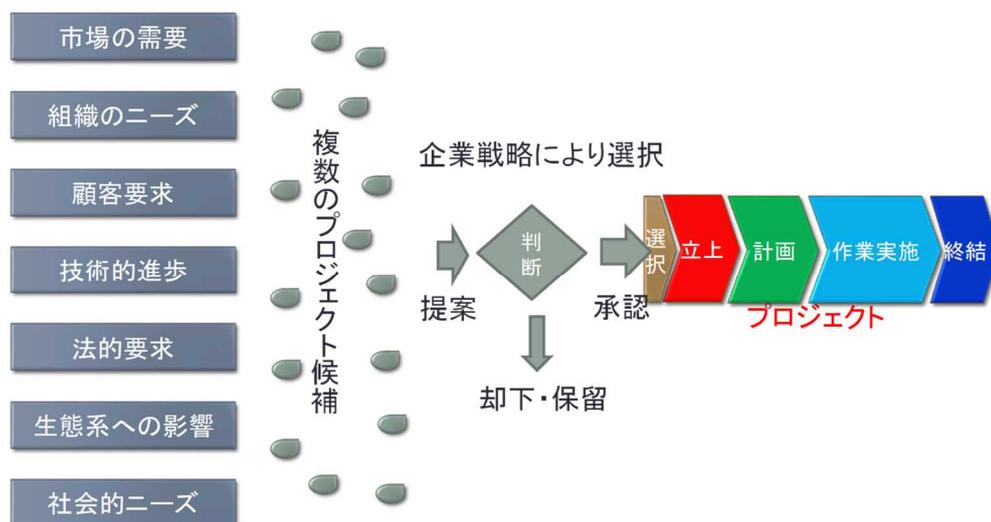


図 4.1.1 プロジェクトの誕生

4.1.2 プロジェクトの提案

このようにプロジェクトは、企業の戦略や中長期計画、その他の緊急要求などを

第4章 プロジェクトの立上げ

踏まえ、幾つかの候補から選択され実施されるものである。その際、プロジェクトの多くは、そのプロジェクトの実施部門や責任者がプロジェクト実施を提案し、実施の権限を持つマネジメントによって承認されることで実施が確定されることが多い。プロジェクトの実施を他の企業に依頼する場合は、発注者側の提案依頼に応じて受注者が提案を行う形となるが、社内のプロジェクトにおいても実施部門が実施の許可を得るような社内稟議が実施されることもある。

この場合、そのプロジェクトを実施すべきかどうかという判断する方法として、財務的な投資効果を評価する方法や、財務以外の定性的な評価項目も合わせて評価する方法がある。どのような評価方法であっても、プロジェクト開始の予測値による判断であり、予測の精度が重要になる。また、利益と戦略性など比較できないような値を比べるため、その計算方法も判断結果に大きな影響を与える。その企業の戦略に合った客観的な評価ができるような仕組みを作ることが重要である。

提案書そのものの記述方法は業界により異なるものであるが、財務的投資評価方法や定性的評価方法は一般的な共通のものである。財務的投資評価方法の例としては、投資効果 (ROI) 法や回収期間 (PBP) 法があり、定性的評価方法の例としてはバブルチャートや得点モデルなどがある。それぞれの手法について以下に解説する。

(1) 投資効果 (ROI : Return On Investment) 法

投資効果 (ROI) 法はそのプロジェクトの投資額に対してどれだけの利益があるかを比較し判断する方法である。当然 ROI の高いプロジェクトが優先され実行される。投資額とは開発投資額、運用管理費、資産維持費、ユーザ支援費用など、利益としては経費削減効果、ビジネス利益、新規ビジネス創出可能性などがある。ただし、この方法は投資に対する利益の比率なので、プロジェクトの大きさについては別に検討する必要がある。

The diagram shows the ROI formula:
$$\text{ROI (投資効果)} = \frac{\text{利益}}{\text{投資コスト}} \times 100(\%)$$
 A callout box for '利益' (Benefit) lists: 経費削減効果, ビジネス利益拡大, 新規ビジネス創出. A callout box for '投資コスト' (Investment Cost) lists: 開発投資(プロジェクト), 運用管理費, ハード等資産維持, エンドユーザ支援費用.

図 4.1.2 投資効果法

第4章 プロジェクトの立上げ

(2) 回収期間 (PBP: Pay Back Period) 法

回収期間法は初期投資額がその後何年間で回収できるか計算する方法である。毎年の回収額は、その年の収入から支出を引いた利益を使う。この方法は算出方法が単純でわかりやすいが、適正な回収期間を設定する必要がある。短い回収期間では実際に回収することが難しいことがあり、あまり長期の回収期間を設定すると、その間に予測外のことが発生したり、貨幣価値が変化したりする不確定要素が発生しやすくなる。通常2、3年、長くても5年の短期間で回収ができるものに適用される。

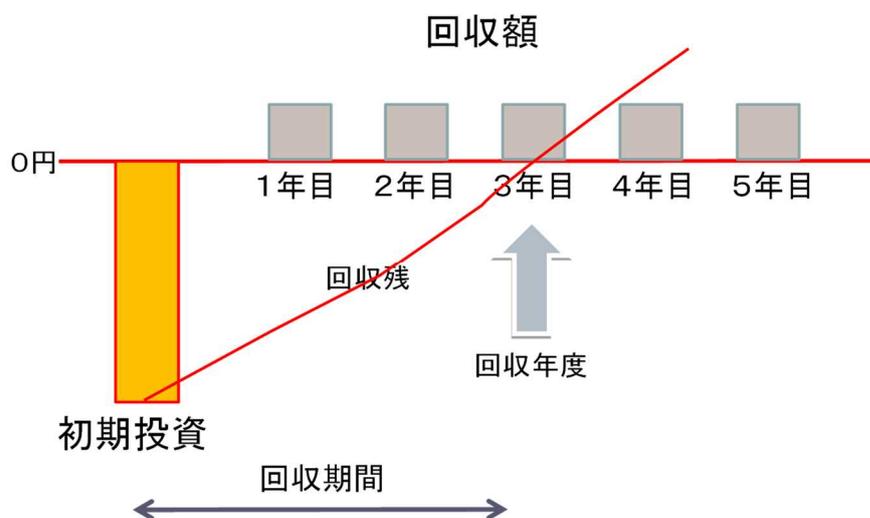


図 4.1.3 回収期間法

プロジェクトを請負で受注する場合、請け負った企業はプロジェクトの成果物を納品することで対価を得る。プロジェクト終了後、ただちにそのプロジェクトの対価を得ることができるので、回収期間0年のケースと考えることもできる。

(3) 割引キャッシュフロー (DCF : Discounted Cash Flow)法

DCF 法は将来の収支額を、現在の貨幣価値に想定金利により割引 (Discount) して、収支を比較する方法である。将来受け取る収入や支出等の将来価値 (FV: Feature Value)を 割引率 (金利) R で現在価値 (PV: Present Value)に割り戻して収支を比較する。この方法は金利上昇が激しい時期や、回収に期間がかかるような場合に優れた方法といえる。図4.1.4は現在価値と将来価値の考え方を図で示したものである。通常の預金計算では現在の預金額に対して金利が R の場合の n 年後の受取り金を $FV = PV(1+R)^n$ と計算する。この逆の考えで将来受け取る金額が分かっている場合の現在価値は $PV = FV / (1+R)^n$ と計算できる。

第4章 プロジェクトの立上げ

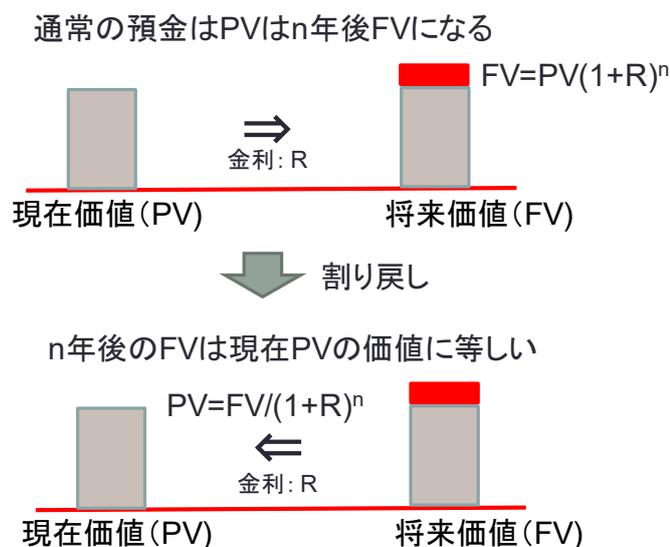


図 4.1.4 現在価値と将来価値の考え方

この考え方を使って、将来受け取る金額をすべて現在価値に換算して考える方法が DCF 法である。図 4.1.5 にそのイメージ図を示す。

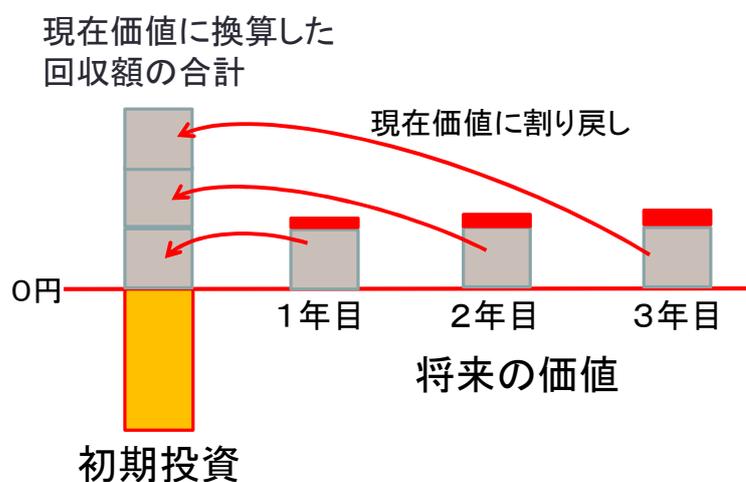


図 4.1.5 DCF 法の考え方

考え方のポイントは、すべての収支を現在価値 (PV) に換算するところである。すべての収支を現在価値に換算して初期投資も含めて相殺した額を NPV (Net Present Value) と呼び、NPV がプラスになれば、このプロジェクトは利益があることになる。また NPV の高い投資を優先して実行するなどの経営判断にも使用できる。

ただし、想定した割引率で割り戻すので、その設定によって現在価値に換算したときの PV の値は大きく変動する。特に市場金利が高く割引率も高くなるときは、

第4章 プロジェクトの立上げ

PV の値が小さくなり、結果として NPV の値も小さくなる。市場金利に連動して割引率が高くなると、将来価値は低い現在価値に換算され、逆に金利が小さく物価が安定している場合は将来価値と現在価値の差は少なくなる。

投資額と将来の見込み額が分かっているとき、割引率の違いで NPV が変化することが分かったが、割引率を変化させて計算してみると、ある割引率の時 NPV が 0 になる割引率がある。この時の割引率を内部収益率 (IRR : Internal Rate of Return) とよび、IRR の高い低いでプロジェクトの実施を判断することが可能である。IRR は言い換えると、その投資の利益率とも言え、もし IRR が銀行金利より低い場合はプロジェクトに投資するより、銀行に預けたほうが得することになる。企業においては、プロジェクトの企画時にそのプロジェクトの IRR を計算し、たとえば 10% 以上であれば実施可能などのルールを決めてプロジェクトの開始を管理することが行われている。

(4) バブルチャート

バブルチャートは、投資案件について 3 つの評価指標を比較して、視覚的に分かりやすく表示する手法である。たとえば、プロジェクトのリスクを X 軸、IRR (収益率) を Y 軸、規模をバブルの大きさに表したバブルチャートは図 4.1.6 のようになる。

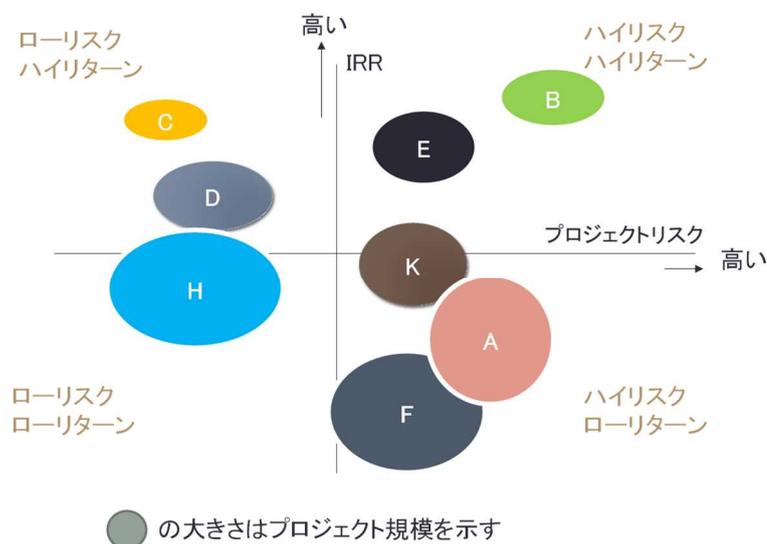


図 4.1.6 バブルチャート

このバブルチャートから、ローリスクハイリターンプロジェクト C は実行すべきであるが、プロジェクトの規模はあまり大きくないので、ある程度の規模がありリスクの少ない H も実施すべきであるというようなことが判断できる。また、B はハイリスクであるが利益も大きいので実行すべきプロジェクト候補とするというよ

第4章 プロジェクトの立上げ

うなことも検討できる。

ポートフォリオ・マネジメントを支援するソフトウェアはこのようなバブルチャート作成機能を持っており、プロジェクトの実行を視覚的に判断できるようなものが多い。

(5) 得点モデル法

プロジェクトの実行を判断する方法として、得点モデル法がある。この方法は、プロジェクトの複数の評価項目を得点化し、その項目のポイントに重みづけをして算出したスコアにより、プロジェクトの実行の判断を行うものである。

プロジェクト名	コスト	収益 (IRR)	戦略性	緊急度	実行可能性	スコア	判定
A	200	10%	5	3	1	12	×
B	100	10%	4	2	5	21	○
C	80	5%	5	2	2	18	×
D	100	18%	2	3	3	23	○

$$\text{スコア} = \text{収益} \times 100 + \text{戦略性} \times 3 + \text{緊急性} \times 2 + \text{実行可能性} - \text{コスト} / 10$$

図 4.1.7 得点モデル法の例

この図では4つのプロジェクトの指標を基に提示された計算式でスコアを計算すると、プロジェクトDが最優先で実施するプロジェクトと判断することができる。

この方法は、バブルチャートのように視覚的に分かりやすいものではないが、評価項目が多い場合や定性的な評価指標から客観的に実施プロジェクトを判断したい場合などに有効である。また、評価項目に重みづけをすることで、企業の考え方をプロジェクト選択に反映できる利点があるが、逆に重みづけのパラメータに判断者の主観が入りやすい欠点もある。

4.2 プロジェクトの承認

プロジェクトの企画が提案されたら、会社戦略や予算の権限を持ったマネジメントやそのチームによって企画が精査され、実施の判断が行われる。承認された企画は直ぐに実施されるものもあれば、場合によっては中長期戦略の中に計画されるものもある。

このようなプロジェクトの実施の承認について記載された文章は「プロジェクト憲章」と呼ばれ、プロジェクトを実施する認可証書としてプロジェクトマネジャーに与えられるものである。プロジェクト憲章にはプロジェクトの実施を指示するために必要な項目が網羅されているが、プロジェクトの起案時にはまだ詳細が決まらず、概要レベルの内

第4章 プロジェクトの立上げ

容に留まるものもある。ただし、そのプロジェクトの実施するために必要な最低限の項目や、プロジェクトマネジャーとその権限、許可する者の肩書きやサイン（印鑑）は明確でなければならない。プロジェクト憲章の記載項目の例を次の図 4.2.1 に示す。

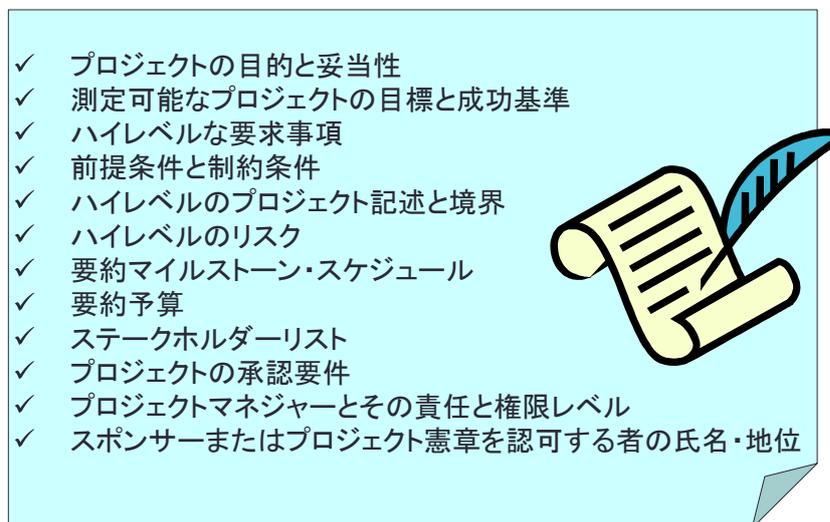


図 4.2.1 プロジェクト憲章記載項目の例

プロジェクト憲章は、過去にはプロジェクトの実施権限を持つオーナーが作成しプロジェクトマネジャーに渡すものとされていたが、実際はプロジェクトの実施チームが企画書や起案書という形で作成し、実施権限を持つオーナーが承認をすることが多い。そのような意味からも、実務の世界ではプロジェクト憲章とは呼ばずに、企画書、稟議書、草案などと呼ばれていることが多い。また、プロジェクトの実施を受注企業が請負う場合などは、契約書が、受注企業にとってのプロジェクト憲章ということが言える。

プロジェクト憲章は、プロジェクトにとって最初の公式文書であり、プロジェクトの開始を宣言する文書である。

4.3 ステークホルダー分析

プロジェクトの関係者、言い換えると「プロジェクトに対して影響を与える人、あるいはプロジェクトから影響を受ける人」をステークホルダーという。プロジェクトが開始すると同時に、ステークホルダーの分析を行い、重要なステークホルダーに対する対応戦略を策定し実施していく必要がある。

ステークホルダーにはプロジェクトチームやプロジェクトマネジャーを始め、すべてのプロジェクトに関係する人や、場合によっては組織が含まれる。これらの関係者はプ

第4章 プロジェクトの立上げ

プロジェクトに対して様々な、相反する期待や思いを持っている。したがって、プロジェクトの開始時点で、そのプロジェクトにとって重要なステークホルダーをリストアップし、どのような思いをもっているかを調査することが重要である。図 4.3.1 はプロジェクトに関係する様々なステークホルダーのイメージ図である。

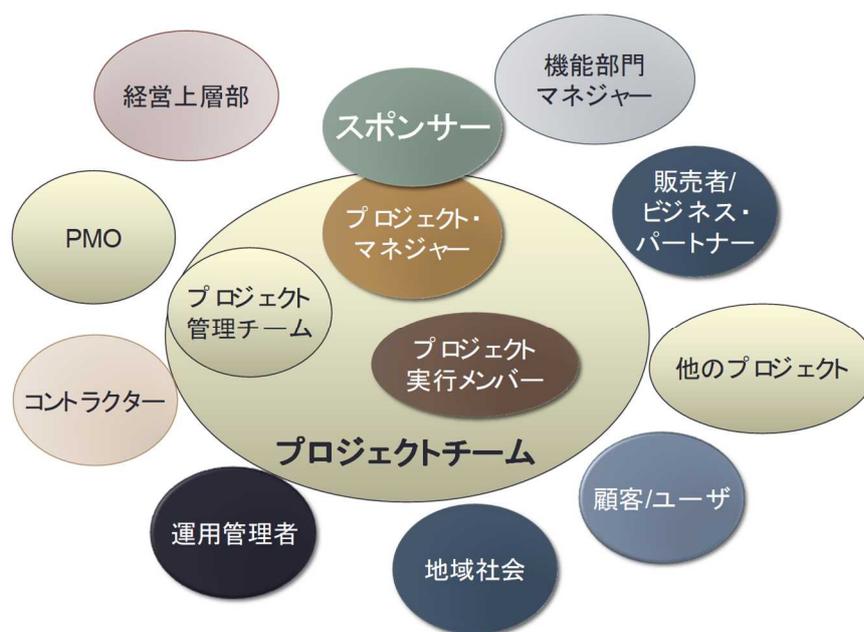


図 4.3.1 ステークホルダーの例

ステークホルダーを特定したら、それぞれのステークホルダーの思いを分析しプロジェクト計画にどのように反映するか検討する。重要なことは、ステークホルダーはプロジェクトマネジャーの管理下ではないということである。また、ステークホルダーは相反する期待を持っている。したがって、ステークホルダーをマネージしようとするのではなく、ステークホルダーの持つプロジェクトに対する期待をマネージするつもりで臨むことが重要なのである。プロジェクトに対する要求がステークホルダー間で食い違うこともあるが、プロジェクトマネジメント立場でバランスを保ちながら最適な判断をしなければならない。

多くのステークホルダーに対応するために、ステークホルダーの分析によく利用される方法として、ステークホルダー評価グリッドがある。この方法は、ステークホルダーの「権力」と「関心度」、「権力」と「関与度」あるいは「関与度」と「影響度」などを x 軸と y 軸にとったグリッドを作って、個々のステークホルダーがどの象限に当てはまるか考え分析する方法である。

たとえば、プロジェクトに対する「権力」と「関与度」をグリッドに表したステークホルダー評価グリッドの例を図 4.3.2 に示す。この例では権力と関与度の両方が強いプロ

第4章 プロジェクトの立上げ

プロジェクトパートナーに、その人がどのようなことを考えているかを十分に調査し注意深く対応していく必要がある。そして、権力が強く関与度が低いスポンサー投資家には常に良好な関係を築いておき何か起きたときには支援してもらえる体制を作っておくことが求められる。また権力は弱く関与度が強いステークホルダーには常に情報提供を心がけるべきである。さらに、権力も関与度も弱いステークホルダーにはプロジェクトメンバーの最小の工数で対応する。

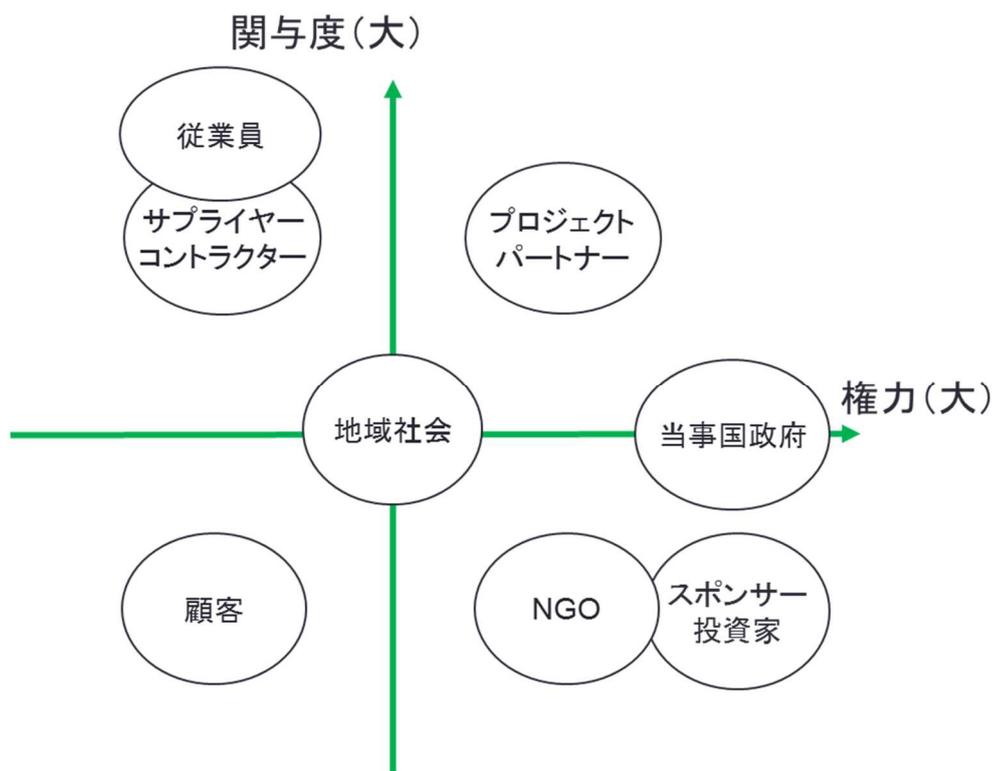


図 4.3.2 ステークホルダー評価グリッドの例

ステークホルダーを分析するにあたっては、権力や関心度の大きさとは別に、プロジェクトに対して好意的であるか、反対の立場であるのか、あるいは中立なのかも重要な分析指標である。それぞれのステークホルダーが、現在どのような考えであるかを調査し、プロジェクト実施において目標とするレベルを決めて、それに向かった対応策を考えることが重要である。

たとえば、プロジェクトに対して反対の立場のステークホルダーに対して、好意的になってもらえるように積極的な方策をとるのか、少なくとも中立の立場になってもらえるように対応するのかをきちんと計画をたてて実施する。

ステークホルダーマネジメントの最終的な目的は、ステークホルダーと良い関係を築き、プロジェクトに対する支援を得ることである。

5 プロジェクトの計画

5.1 要求事項の収集

プロジェクトとはこれまでに誰も行ったことの無いことを行うものである。したがって、プロジェクト開始時に、まずこのプロジェクトで何を行うかを明確にしなければならない。そのためには、第1に、プロジェクトに関与するステークホルダーが、プロジェクトに対してどのような期待を持っているかを調査し収集する必要がある。このようなステークホルダーのプロジェクトへの期待や要求を調査し、プロジェクトで行うべきことを整理することを要求事項の収集という。

要求事項の収集の汎用的な手法として、インタビュー、ブレインストーミング、デルファイ法、プロトタイピング、マインドマップなどが広く知られている。さらに、要求を持つ人間の気持ちに焦点を当てた技法として、デザイン思考、ユーザエクスペリエンス (UX) デザイン、ペルソナなどが近年研究されてきた。要求事項の収集を効果的に行うためにも、それぞれ技法の特徴を理解し目的にあった効率の良い使い方をすべきである。以下、それぞれのツールや技法について説明する。

(1) インタビュー

インタビューは、対象となる専門家や関係者に、あらかじめ準備した質問をしながら、徐々にその人の真の思いを引き出す手法である。事前に用意した質問だけでなく、インタビューの流れの中で関連した質問を追加していくことで、より幅広い視点での意見を収集することができる。

(2) ブレインストーミング

要求事項の収集に限らず、多くの場面で利用される手法である。この手法は参加しているメンバーが自由に意見を述べ合うことで、様々な意見を収集しアイデアを創出することが期待できる。ただし、チームの中に地位の高い人や自己の意見を強く主張する人がいるとその人の意見に引っ張られるという欠陥もある。

(3) デルファイ法

専門家を集めて意見を収集する方法の一つである。ただし、専門家はお互いに一カ所に集まることは無く遠隔で参加する。進行役が参加している専門家からメールなどで個別に意見を収集し、それをまとめて参加している専門家に配布するということを繰り返しながら参加者の意見をまとめていく方法である。特定の専門家の意見に引きずられることなく、参加者全員が平等の立場で議論に参加できるが、お互いの参加者の本心が分かりにくく、進行役の進め方に結論が左右される可能性がある。

第5章 プロジェクトの計画

(4) プロトタイピング

プロトタイピングは、最終的な成果物のイメージを完成形に近い模型を作って検証し、仕様の確認をしていく開発手法の一つである。IT 業界のシステム開発など、早い段階でも稼働後のイメージを作成しやすい分野で行われているが、最近では 3 次元プリンターなどの技術の進化などにより、建設業界や自動車業界などにおいてもその導入が進んでいる。

(5) マインドマップ

個人が表現したいテーマについて、まずそれを紙や PC ソフトウェアの画面の真ん中に記入し、関連するキーワードを放射状に記述しながら次々に発想を広げていく手法である。個人やチームで発想を言葉で話すだけでなく、放射状あるいはツリー構造で考え方をまとめながら整理していくことで、議論やまとめをより深く広く展開することができる。

(6) デザイン思考

デザイン思考とは、デザイン・コンサルティングファームの「IDEO(アイデオ)社」が提唱した、「新しい何か」をデザインする技法のことである。プロトタイプ的アプローチで試行錯誤を繰り返しながら、対象者の要求を真に必要とされる要求としてまとめていく。新製品のアイデアを構想するときや、イノベーションの創出を狙う場合に利用すると効果があるとされている。

(7) ユーザエクスペリエンスデザイン

ユーザエクスペリエンス (UX) は ISO 9241-210 では「製品、システム、サービスを使用した、あるいは使用を予期したことに起因する人の知覚 (認知) や反応」と定義されている。ユーザエクスペリエンスデザインは、ある製品やシステムをユーザが使うと考えたときに得られるエクスペリエンス (経験: ユーザが獲得できるもの) や満足などを考えながら設計を行うというものである。単にユーザの口からこのようなものが欲しいということを要求とするのではなく、その裏に隠れたエクスペリエンスや満足は何か考えをまとめる手法である。

(8) ペルソナ設計

ペルソナとはプロジェクトに対する要求をまとめるにあたって、その成果物を利用する人材像を想定した架空の人物のことである。具体的な人物像の行動をシミュレーションしながら製品の要求事項を整理していくことで、要求事項を洗練させていくことができる。不特定多数の利用者が使用する製品の開発や、人間中心のデザインを考えるようなプロジェクトにおいて、近年利用が広がっている。

5.2 プロジェクトスコープ定義

ユーザの要求事項が収集され、プロジェクトに対するステークホルダーの要求が明確になったら、プロジェクトの期間や原資を考慮して、このプロジェクトの作業範囲を明確にする必要がある。これをスコープ定義と呼び、まとめられたプロジェクトスコープはプロジェクトスコープ記述書に記載される。

プロジェクトスコープを定義するには、5.1「要求事項の収集」で示したようにまずプロジェクトに対する要求事項を整理し、その後プロジェクトスコープ定義によりプロジェクトチームが実施する内容をまとめるという流れが一般的である。しかしこの2つのステップに明確な前後関係があるのではなく、相互に確認しあいながら繰り返されるものである。プロジェクトによっては、要求を出す側とその要求を実現する側が明確に分かれておらず、プロジェクトチーム自ら要求を整理しプロジェクトスコープを確定することもある。

スコープ定義においても、要求事項の収集で使用する、インタビュー、ブレインストーミング、デルファイ法、プロトタイピング、マインドマップなどが良く使用されている。さらに、デザイン思考、ユーザエクスペリエンスデザイン、ペルソナなどのツールも、スコープ定義において要求事項を確実にプロジェクトへ展開する技法として重要である。

5.2.1 プロジェクトスコープの種類

プロジェクトスコープは、プロジェクトで完成させる成果物を定義する「成果物スコープ」と、プロジェクト期間中に実施する作業をまとめた、狭義の「プロジェクトスコープ」に分けることができる。

(1) 成果物スコープ

成果物スコープとは、プロジェクトが作り出す成果物を定義したものである。その表現方法は業界や成果物の種類によって決まった形が存在する。たとえば、家を建てるプロジェクトでは、成果物スコープとは家の設計図であり正面図や平面図などで表現する。プロジェクトの成果物の恩恵を受けようとしているステークホルダーにとっては、プロジェクトに対する要望がどこまで反映されているか成果物スコープを確認することになる。また、要求事項に対する変更依頼もこの成果物スコープを基準に行われることになる。

(2) プロジェクトスコープ

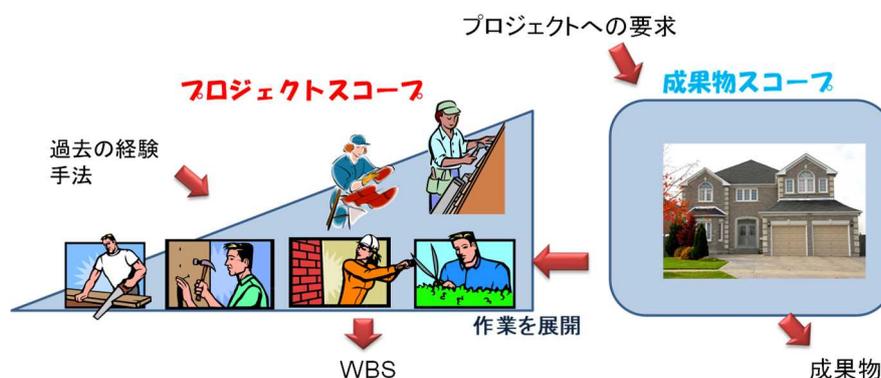
プロジェクトスコープとは、プロジェクトが何を行うかということを確認するものである。成果物スコープがプロジェクトのアウトプットとして利用者に提供するものを示すのに対して、プロジェクトスコープはプロジェクトチームが行うべき作業に焦点をあてている。すなわち、このプロジェクトの作業範囲ということも言える。プロジェクトスコープを示すことで、このプロジェクトに含まれるものと含

第5章 プロジェクトの計画

まれでないものが明確になりプロジェクト計画を作成することが可能になる。

プロジェクトには、その成果物スコープを要素成果物に展開したものをプロジェクトスコープと定義するものもあれば、成果物スコープを構築するための作業をまとめ直したものをプロジェクトスコープと呼ぶものも存在する。前者をプロダクト指向、後者はプロセス指向のプロジェクトスコープという。たとえば、新車の開発プロジェクトにおいて、スコープを車体、駆動装置、エンジン、シート、外装などと部分に分けて作業を展開するのはプロダクト指向であり、コンセプト設計、試作、設計、部品調達、組立、テスト、検証など製作工程にあわせて分けて考えるのはプロセス指向である。

いずれの方法にしても、プロジェクトで行うことが、もれなく重複なく定義されることが重要である。



(*) WBS : Work Breakdown Structure

図 5.2.1 成果物スコープとプロジェクトスコープ

5.2.2 プロジェクトスコープ記述書

プロジェクトの目的やステークホルダーの要求、さらにそのプロジェクトの実現性などを考慮して、プロジェクトスコープが確定される。確定したプロジェクトスコープを文書としてまとめたものを、「プロジェクトスコープ記述書」という。プロジェクトスコープ記述書の記載項目には以下のようなものが考えられる。

- プロジェクトの目標
- 成果物スコープ記述書
- プロジェクトに対する要求事項
- プロジェクトの境界
- プロジェクトの要素成果物
- 成果物受入れ基準
- プロジェクト制約条件

第5章 プロジェクトの計画

- プロジェクト前提条件

一般にプロジェクトスコープ記述書は、プロジェクトが開始された直後にプロジェクト計画フェーズの中で作成されるものである。しかし、プロジェクトによっては、プロジェクト開始前に十分な企画構想が検討され、プロジェクトスコープはかなり明確になっているものもある。いずれにしても、プロジェクト計画策定の中でプロジェクトを実行するためのスケジュールやコストなどの制約や要求を考慮しながら、最終的な調整が行われる。さらにプロジェクトによっては、最初にスケジュールと予算が確定し、その計画が承認された後のフェーズで、プロジェクトチームや利用部門を巻き込んで、スコープが検討されるものも存在する。

プロジェクトスコープが確定されるタイミングはプロジェクトによって異なるものではあるが、確定されたら WBS (Work Breakdown Structure) として展開されさらに詳細化される。

5.3 WBS の作成

WBS (Work Breakdown Structure) とはプロジェクトスコープを階層的に展開したものである。その目的はプロジェクトを詳細な作業に分割することで、個々の作業内容を明確にしてスケジュールの作成やプロジェクトコストの見積りや実績把握などの管理をより正確に行うことである。また、個々の作業で責任者を明確にする、または作業ごとの完了基準を定義することで、プロジェクトの進捗の管理をより緻密に行うことも WBS の目的の一つといえる。

5.3.1 WBS の構造

WBS では展開された個々の作業をタスクと呼ぶ。最上位のレベル1のタスクがプロジェクトそのものであり、プロジェクトをレベル2、レベル3と階層的に展開していく。あるレベル以下のタスクをまとめて会計的な集約処理を行うものをコントロールアカウント、複数のタスクをまとめたタスクをサマリータスクと呼ぶ。また、これ以上詳細に展開して管理する必要の無い最下位層のタスクをワークパッケージという。ワークパッケージの中には、計画作成のために大きなくくりで止めておく計画パッケージも存在する。

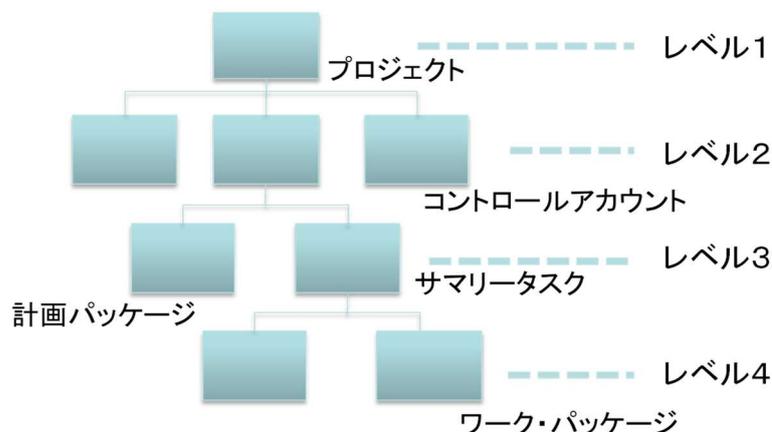


図 5.3.1 WBS の構造

5.3.2 WBS の特徴

WBS の特徴には、100%ルール、プロダクト指向、段階的詳細化などがある。以下にそれぞれ説明する。

(1) 100%ルール

100%ルールとは WBS を展開するとき、過不足なく展開することを意味している。一つのタスクが複数のタスクに展開されるとき、展開される親のタスクはサマリータスクと呼ばれる。展開した子タスクのコストやタスク内容をサマリータスクに集めたとき、過不足なく最初のサマリータスクにならなければならない。

(2) プロダクト指向

WBS で定義した各タスクはそれぞれプロダクト（成果物）を持つ必要があるというルールをプロダクト指向という。複数のタスクを順番に実施することで何か一つの成果物が完成するということを表現してはならないということである。タスクによっては物理的な成果物を構築しないものもあるが、プロダクト指向においては、その場合でも、タスクごとに達成基準を明確にしなければならない。

(3) 段階的詳細化

WBS の3つの特徴は段階的詳細化である。段階的詳細化はプロジェクトの特徴の一つとしても説明されているが、それを実現する有力な技法が WBS といえる。段階的詳細化とはその名前のおり、タスクの展開を一度に行わず、まだ詳細が確定できないものは大きなサマリータスクレベルで止めておき、詳細が確定したところで漸次展開していくというものである。詳細のタスクに展開できない部分も大きなくりのタスクは定義するので、プロジェクト全体のタスクやコストなどは変化させずにプロジェクト計画を確定することが可能である。

第5章 プロジェクトの計画

プロジェクトの立上げ時はハイレベルのプロジェクトスコープレベルが検討され、計画作成時にも不要な詳細のタスクではなく計画パッケージでスムーズな作業を行えることも段階的詳細化のメリットである。

5.3.3 WBS の利用

WBS の階層の深さについて特に規定はないが、プロジェクト管理を容易に行うには3～5段階くらいが適切とされている。あまり階層が深いと管理対象が多くなりすぎるので、その場合はあるかたまりでいくつかのサブシステムに分けて、なるべくシンプルにすることが望まれている。また1ワークパッケージの長さはプロジェクト全体のサイズにもよるが、プロジェクトの進捗管理会議を行う間隔を標準とするのが良いとされる。たとえば、週次に進捗を管理しているのであれば、1人1週間（5日）くらいをワークパッケージの大きさとするのが適切である。

業界によっては WBS のタスクをそのままスケジュール管理のタスクとして、WBS とガントチャート（5.5.4 「ガントチャート」参照）を組み合わせたとようなチャートで管理することも行われているが、WBS はあくまでもプロジェクトスコープを展開するもので、それでスケジュールを表すものではないということが一般的である。

5.4 作業の見積り

プロジェクトは繰り返すものではなく、独自のものを構築するものであるため、まず各作業の工数や期間をできるだけ正確に見積る必要がある。見積りにおいては WBS の階層構造が効果的である。プロジェクトの規模をプロジェクト全体の成果物から見積ることができる場合は、見積ったもの総工数 WBS を使って各作業に展開し、作業ごとに見積りの妥当性を確認する。これをトップダウン見積りという。

逆に最初に WBS の最階層であるワークパッケージを個々に見積ると、WBS を使って上位タスクにまとめながら全体の見積りに集約することが可能である。これはボトムアップ見積りという。

5.4.1 トップダウン見積り

トップダウン見積りとはその名のとおり、プロジェクトの工数や期間をプロジェクト全体から見積る方法である。その方法には大きく成果物スコープから進める方法と、プロジェクトスコープから見積る方法がある。成果物スコープから見積りを進める方法は、プロジェクトの作業内容は考えずに最終的に作成する成果物の規模からプロジェクト作業の全体を見積る方法である。詳細な成果物の設計ができていれば見積りはより容易であり、見積り精度を高くすることができる。プロジェクトスコープから

第5章 プロジェクトの計画

見積る方法は、WBS の上位タスクから見積る方法である。プロジェクトスコープや概要レベルの WBS が存在していれば、ハイレベルのタスクや計画パッケージを見積ることが可能である。

トップダウン見積りの特徴は、プロジェクトの詳細が決まってない早い段階で見積れることや見積りのためのコストはあまりかからないという点である。欠点としては個別の作業ごとには見積りを行わないので見積りの精度が低くなるというところである。

5.4.2 ボトムアップ見積り

ボトムアップ見積りはトップダウン見積りとは逆向きに、WBS の最下位層であるワークパッケージで見積ったものを上位のタスクに集約していく方法である。この方法は WBS によって作業内容が明確になっているタスクから見積るので、より正確な見積りが可能であるが、見積るべきタスクが増えるので見積りそのものの作業負荷がかかることや、正確な WBS が無いと見積もることができないという欠点も持っている。また、ボトムアップ見積りを行うには、ワークパッケージが定義されている必要がある。

5.4.3 見積り技法

トップダウン見積りやボトムアップ見積りを行うときの見積り技法としては、類推見積りと係数見積りなどがある。

類推見積りはこれから行おうとしているプロジェクトと同様なプロジェクトの事例を参考に、今回のプロジェクト規模を見積る方法である。プロジェクトスコープや詳細の WBS が出来ていないときに使われる方法であり、見積り精度は低いが高価で見積ることが可能である。プロジェクトの初期に主にトップダウン見積りで使用される。

係数見積りは、過去のプロジェクトの実績結果から集積されている指標をもとに、プロジェクトの規模を見積る係数見積り方法である。たとえば、家を建てる時に過去の実績で一坪当たりの建築費が分かっているとき、新しく建築する家の坪数から建築費を見積ることなどがその例である。

5.4.4 1点見積りと3点見積り

見積りはこれから起きることに対するものであり、実績がその通りになるとは限らず、バラツキが発生する。図 5.4.1 は見積りのバラツキを表した図である。A のようなタイプの作業は平均値を中心にあまり横に広がっていない、すなわち見積り通りに完了する確率が高いことを示している。逆に B のタイプの業務は実際には早く終わったり、逆に時間を要したりして見積り通りにならない確率が高いということになる。ど

第5章 プロジェクトの計画

のくらいバラツキが大きいかを示す指標としては標準偏差 (σ) が使われている。 σ とは分散しているそれぞれの点と平均値の距離の二乗を足してその平均値の平方根を取ったものである。 σ が小さいほどバラツキが小さく、実際の結果をヒストグラムにすると山が細く上がった状況を示し、 σ が大きいほどバラツキが大きく実績のヒストグラムは低い山となり広がった形となる。

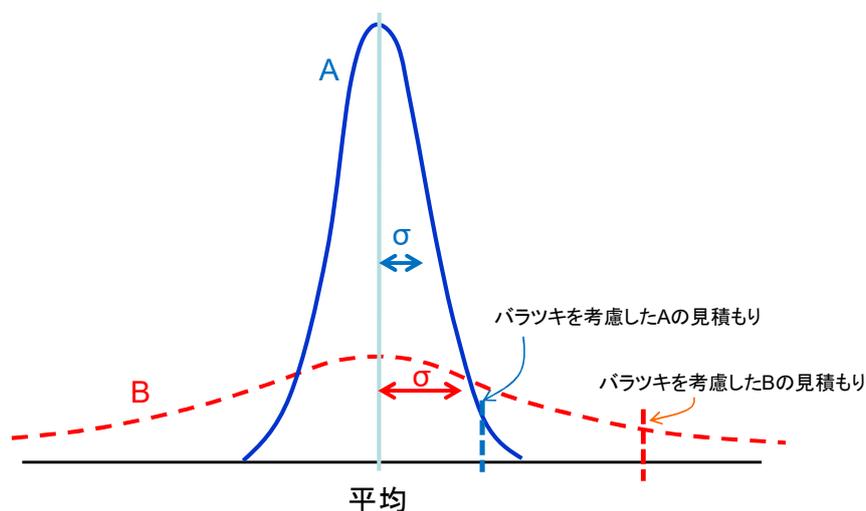


図 5.4.1 見積りのバラツキと標準偏差

通常見積り値を1点のみ示す場合は、バラツキを考慮して見積った数字にバッファを持たせて示すことになる。この時見積るべき作業のバラツキが大きいほど大きなバッファが必要になり、見積り結果が大きくなってしまう。

これを改善する方法として見積り値を、楽観値、最可能値、悲観値の3つの数字で示す方法が考えられている。一つの数字で見積る方法を1点見積り、3つの数字で見積る方法を3点見積りと呼ぶ。3点見積りはより正確に見積った状況を表現することができるが、複数の作業が絡むと扱いが複雑になるので、通常プロジェクトでは1点見積りを使用するが多い。

5.4.5 PERT (Program Evaluation and Review Technique)

PERT 見積りは3点見積りの一つである。3点見積りと同様に楽観値、最可能値、悲観値の3つの数字で見積りを表すが、平均値の計算を(楽観値+最可能値 \times 4+悲観値) \div 6で計算するところが異なっている。また PERT の標準偏差は(悲観値-楽観値) \div 6と簡易的な計算式が使われている。PERT 手法を使うことで、複数の作業の組合せのプロジェクトにおいて、バラツキを考慮した見積りをより正確に行うことができる。

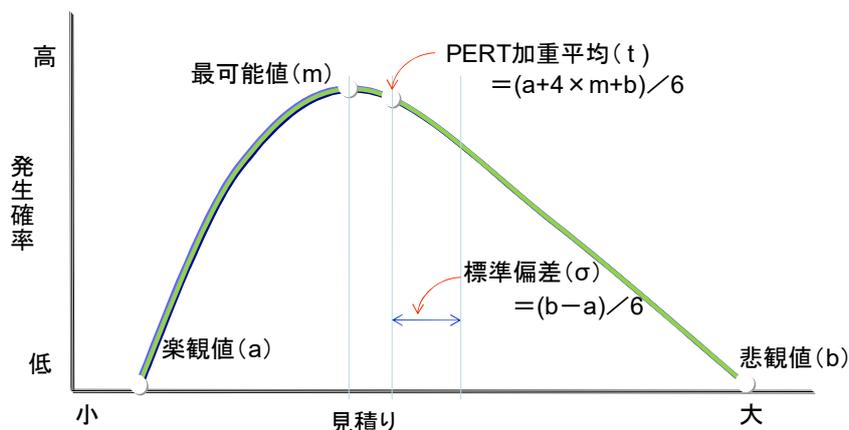


図 5.4.2 PERT 見積り

5.5 スケジュールの作成

プロジェクトのスコープが確定し WBS によってワークパッケージまで展開されたら、さらにワークパッケージをアクティビティに展開する。アクティビティは作業の順序関係をつけてスケジュールチャートを作成するための最小要素である。アクティビティ単位でその実施に必要な資源や期間、さらにアクティビティ間の依存関係が定義し、アクティビティを並べることによって、プロジェクト全体のスケジュールを作成することが可能である。

アクティビティ間の依存関係を表現することができるスケジュールとしては、プレジデンスダイアグラムやアローダイアグラムが広く使われている。これらのダイアグラムでスケジュールを表示することで、プロジェクトのクリティカルパスや余裕を計算することも可能である。このアクティビティ間の依存関係を表すためのスケジュール表記方法とあわせて、同時期の作業の負荷や必要な資源の要求が分かりやすいスケジュール作成方法としてガントチャート (5.5.4 「ガントチャート」参照) が知られている。ガントチャートは時間軸の上にアクティビティの開始と終了をバーチャートで示したものである。

ガントチャート上には、アクティビティの始まりと終わりを示すバーチャートとともに、プロジェクトの進捗の節目や目標とする通過点を示すマイルストーンを表示することもある。

詳細は、6.2.1 「ガントチャートによるスケジュール管理」、6.2.2 「イナズマ線によるスケジュール管理」を参照のこと。

5.5.1 WBSとアクティビティの関係

WBSは順序を表すものではなく、スコープをワークパッケージまで展開したものである。スケジュールを作成するためにはワークパッケージをさらにアクティビティに分割する必要がある。アクティビティごとに順序関係や必要なリソースを考慮しながら開始時間と終了時間を決め時間軸上に並べたものがスケジュールである。業界によってはワークパッケージをアクティビティレベルまで展開してワークパッケージを並べスケジュールを作成することもある。

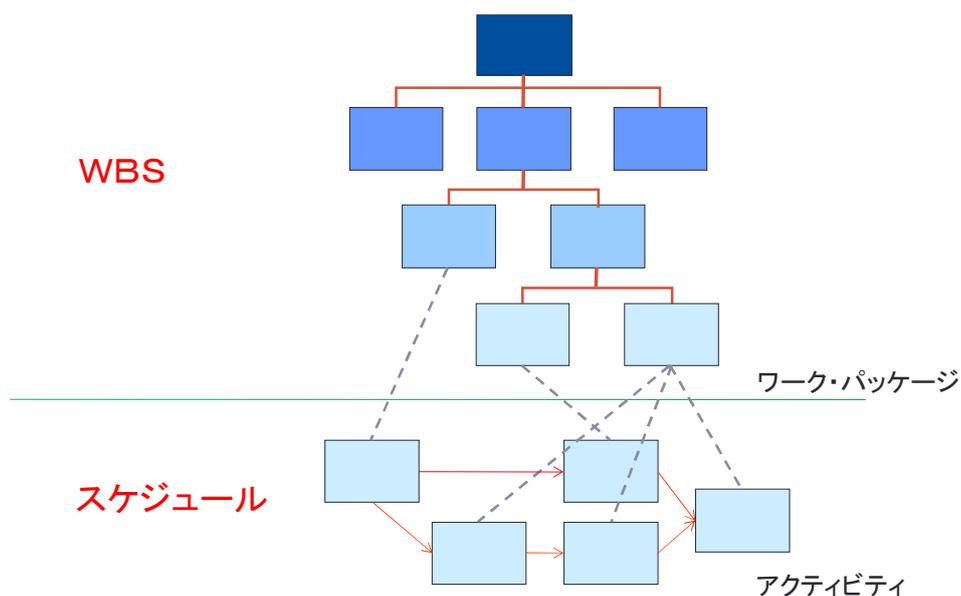


図 5.5.1 ワークパッケージとアクティビティ

5.5.2 アクティビティ間の依存関係

アクティビティ間にはお互いに依存関係が存在することがある。これはアクティビティの所要期間とともにスケジュールを作成するときの必要項目である。依存関係には強制依存関係と任意依存関係が存在する。さらにそれらはプロジェクトの内部依存関係と外部依存関係に分けることもできる。

強制依存関係はハードロジックとも呼ばれ、2つのアクティビティの間にある必ず守らなければならない関係のことである。たとえば建物を建てるには土台を先に作る必要があるなど、あるアクティビティを実施するには他のアクティビティが終了しなければならないなどがその例である。任意依存関係はソフトロジックまたは優先ロジックと呼ばれ、本来2つのアクティビティの間に依存関係は無いが、そのアクティビティを実施する要員の不足や必要な資源の競合などで、任意にどちらかのアクティ

第5章 プロジェクトの計画

ビティを優先して行うような依存関係である。任意依存関係はスケジュールチャート上では強制依存関係と同じように順序関係を付けて表現する。

内部依存関係はプロジェクト内のアクティビティ間の依存関係であり、外部依存関係はプロジェクトの外のアクティビティやイベントとの依存関係である。内部依存関係、外部依存関係それぞれに任意依存関係と強制依存関係が存在する。

さらにアクティビティ間には論理的依存関係が存在する。論理的依存関係とは強制依存関係、任意依存関係、内部依存関係、外部依存関係には関係なく、2つのアクティビティの順序関係を示す方法である。論理的依存関係にはFS（終了-開始）、SS（開始-開始）、SF（開始-終了）、FF（終了-終了）の4パターンが存在する。これらを図で示すと次のようになる。



図 5.5.2 アクティビティの論理的依存関係

さらにこの4つの論理的依存関係にそれぞれ、リードとラグが存在する。リードとは依存関係のあるアクティビティの開始や終了を待たずに、ある期間前倒して開始できる期間のことである。また、ラグとは依存関係のある2つのアクティビティの関係に間を持たせなければならない期間のことである。

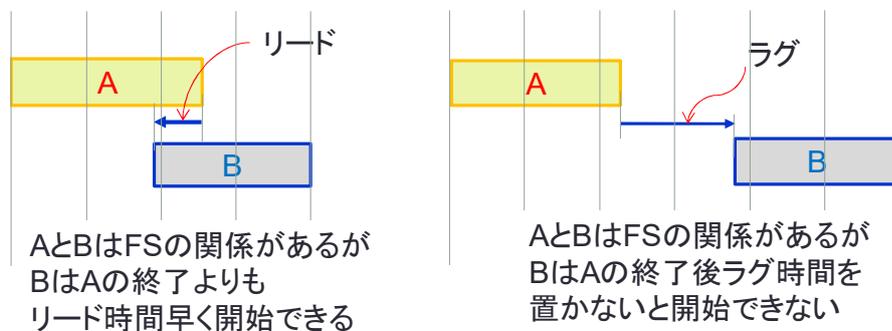


図 5.5.3 リードとラグ

5.5.3 ネットワークダイヤグラム

アクティビティの依存関係と見積った所要期間を考慮しながら、プロジェクトの開始から終了までアクティビティを並べたものがプロジェクトスケジュールである。プロジェクトスケジュールを表現する方法として、ネットワークダイヤグラムがある。ネットワークダイヤグラムはスケジュールを矢印とノードで表現する方法であるが、アクティビティをノードで表すプレシデンスダイヤグラムと、アクティビティをアロー（矢印）で表すアローダイヤグラムが存在する。

(1) プレシデンスダイヤグラム

プレシデンスダイヤグラムはアクティビティを四角形で表し、その順序関係を矢印で表したものである。アクティビティがネットワークダイヤグラムのノードで表されるので AON (Activity On Node) とも呼ばれている。プレシデンスダイヤグラムは矢印によって4つの論理的依存関係を自由に表現することができるので、順序関係重視したプロジェクトスケジュールを表現するに優れている。ただし、同一時期に稼働しているアクティビティが分かりにくいので、リソースを管理することには向いていない。

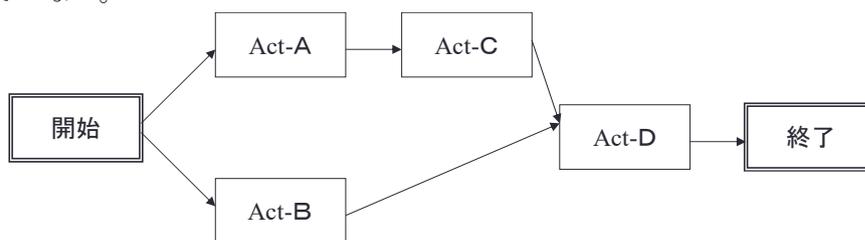


図 5.5.4 プレシデンスダイヤグラム

(2) アローダイヤグラム

アローダイヤグラムはネットワークダイヤグラムの矢印（アロー）でアクティビティを表す表記方法である。この表記方法ではネットワークダイヤグラムのノードはアクティビティの接続点を表す。アローでアクティビティを示すので AOA (Activity On Arrow) とも呼ばれている。アクティビティの順序関係を表すことはできるが、アローがアクティビティを示しているため、4つの論理的依存関係のうち FS の関係しか表現できない。

ただし、時間軸上にアローの長さでアクティビティの長さを示したり、アクティビティを表現しないダミーアローを使って論理関係をうまく表したりすることで、依存関係を表現しながら、同じ時間帯の作業負荷も把握できるような使い方も可能である。

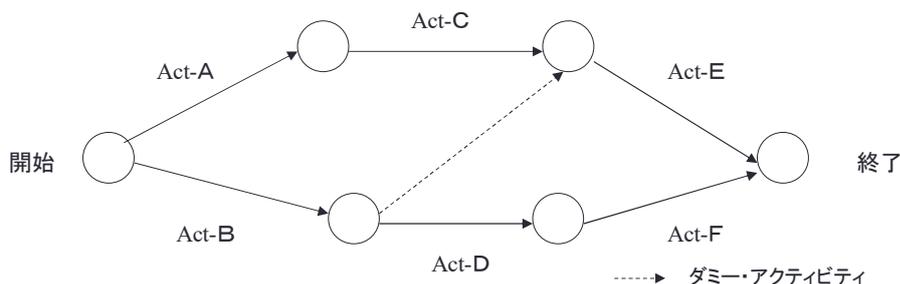


図 5.5.5 アローダイヤグラム

5.5.4 ガントチャート

スケジュールを表現する方法としてアクティビティの開始と終了を時間軸上に表現する方法がガントチャートである。ガントチャートの特徴は、時間軸が明確になっているためある時期の負荷や必要な資源を把握することができることである。したがって、ある時期のコストを計算したり、必要な要員を検討したりする時に有効な表記方法である。また、表形式の WBS と組み合わせて作成することも容易であり、WBS とスケジュールを組み合わせた管理が容易となる。

一方、ガントチャートの弱点は各アクティビティ間の依存関係が分かりにくいことである。ただし、最近はガントチャート上に矢印で順序関係を作成したり、アクティビティの順序関係を考慮したソフトウェアを使うことで、解消されてきている。

ガントチャートと同様に時間軸上にアクティビティを表示できるチャートとしてマイルストーンチャートがある。マイルストーンとはプロジェクトの進捗の目印となるイベントやポイントのことである。出荷予定日などのように、日程が変更できないようなマイルストーンもあるし、プロトタイプ完成のように他のアクティビティに依存して時期が変動するようなマイルストーンも存在する。また、マイルストーンは作業期間が0のアクティビティとも考えることができる。この場合作業期間や作業のコストは発生しないが、他のアクティビティと論理的な依存関係を持つことも可能である。

一般にマイルストーンチャートはガントチャートと同じスケジュールチャートに記載され、プロジェクトの進捗管理に活用されている。

第5章 プロジェクトの計画

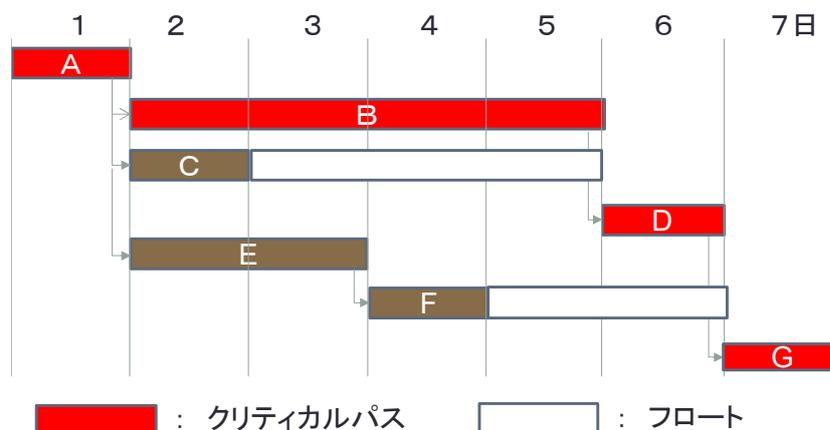


図 5.5.7 クリティカルパスとフロート

5.5.6 プレシデンスダイアグラムによるクリティカルパスとフロートの表現

クリティカルパスやフロートに関して、ガントチャートを使うと時間軸上で視覚的に理解しやすいが、プレシデンスダイアグラムを使用することによりさらに厳密に表現することができる。プレシデンスダイアグラムでは、各アクティビティの最早開始日、最早終了日、最遅開始日、最遅終了日を以下のように表現する。

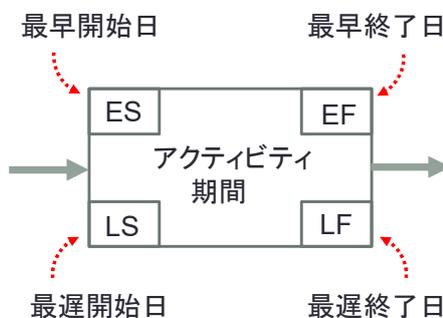


図 5.5.8 アクティビティの開始日、終了日の表現

プロジェクトのクリティカルパスを見つけるには、まずフォワードパスを行う。フォワードパスは、プロジェクトのアクティビティがすべて最早開始日で作業を開始するという前提で、プロジェクトの開始から終了に向かって進める。順序関係を考慮しながら各アクティビティの最早開始日と最早終了日を算出していくと、最も遅いアクティビティの最早終了日がプロジェクトを最も早く終了できる日となる。

第5章 プロジェクトの計画

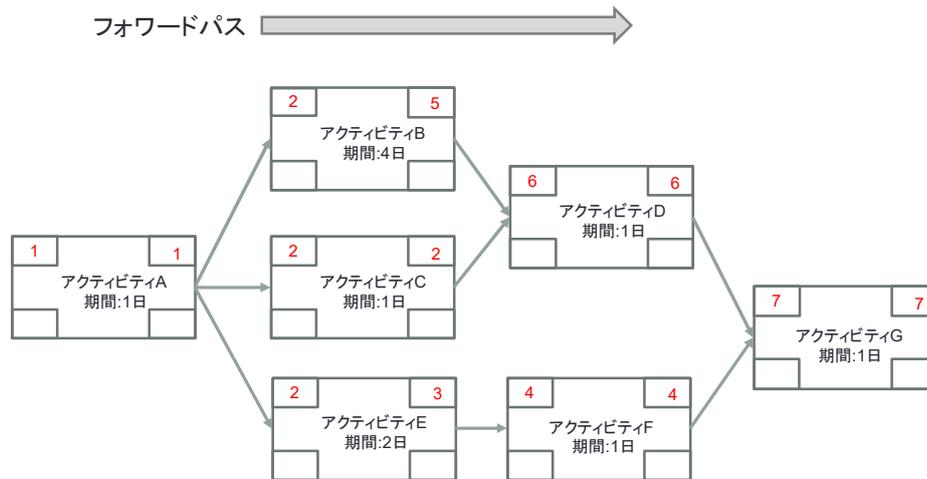


図 5.5.9 フォワードパス

次にこのプロジェクトをその最早終了日までに終わらせるとした時、各アクティビティがどれだけゆっくり開始できるか、すなわちアクティビティごとの最遅終了日と最遅開始日を算出する。この作業はプロジェクトの終了時から開始時に向かって逆向きに進めるので、バックワードパスと呼ばれている。まず、最後のアクティビティの最早終了日を最遅終了日に移し、そこからプロジェクトの開始方向に向かって、各アクティビティの最遅終了日、最遅開始日を順次算出する。この作業をバックワードパスという。

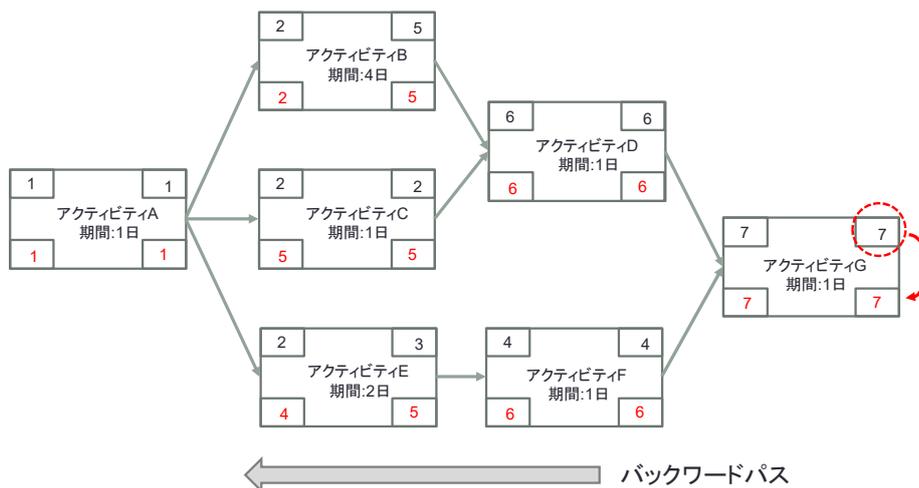


図 5.5.10 バックワードパス

こうして、フォワードパスとバックワードパスを行って、すべてのアクティビティの最早開始日、最早終了日、最遅開始日、最遅終了日が計算できたら、同じアクティビティにおいて最早開始日と最遅開始日の差が、そのアクティビティの余裕期間すな

第5章 プロジェクトの計画

わちフロートを表わす。最早開始日最遅開始日が同じアクティビティをつないだルートがクリティカルパスである。

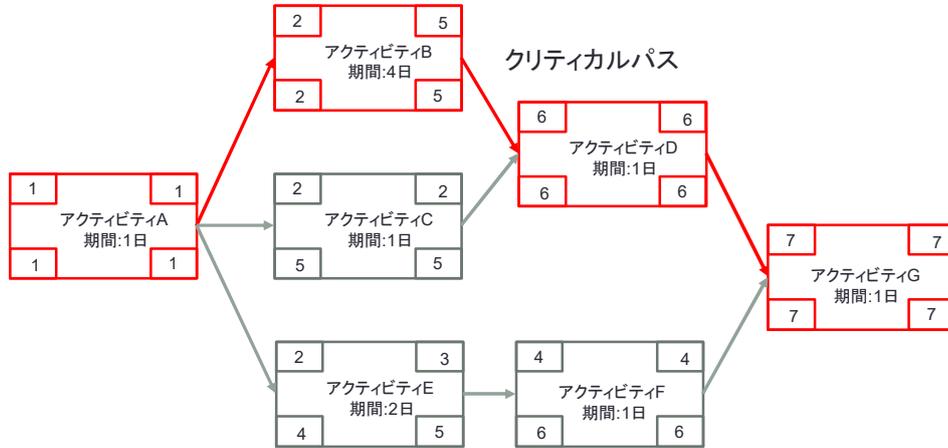


図 5.5.11 PDM で表現したクリティカルパス

5.5.7 フリーフロートとトータルフロート

アクティビティの余裕をフロートと呼ぶが、フロートにはトータルフロートとフリーフロートが存在する。トータルフロートは後続のアクティビティが最遅開始日まで待てる場合の余裕を表し、フリーフロートは後続のアクティビティが最早開始日から開始したとしても発生する余裕である。

図 5.5.11 のプロジェクトではアクティビティ C がトータルフロート 3 日、フリーフロート 3 日を持ち、アクティビティ E がトータルフロート 2 日、アクティビティ F がトータルフロート 2 日、フリーフロート 2 日を持っている。以下にトータルフロートとフリーフロートの定義について説明する。

(1) トータルフロート

プロジェクト全体の終了期間を遅らせない範囲で、あるタスクを遅らせることができる期間をいう。後続が最遅開始日まで開始を待つ場合の余裕期間ということも言える。アクティビティの最早開始日と最遅開始日の差、あるいは最早終了日と最遅終了日の差とも同じである。

(2) フリーフロート

後続タスクの開始を遅らせない範囲で、あるタスクの開始日を遅らせることができる期間をいう。後続が最早開始日に処理を始めても余裕がある期間でもある。通常アクティビティが合流するところでクリティカルパスではないアクティビティが持っている。

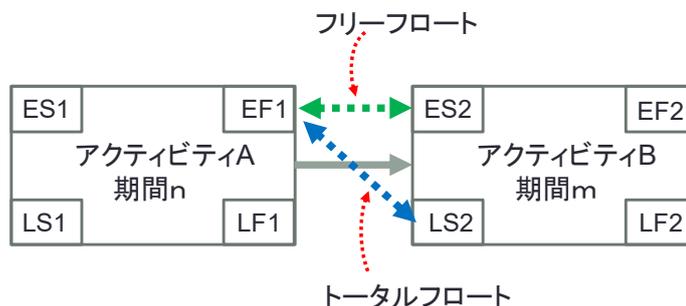


図 5.5.12 トータルフロートとフリーフロート

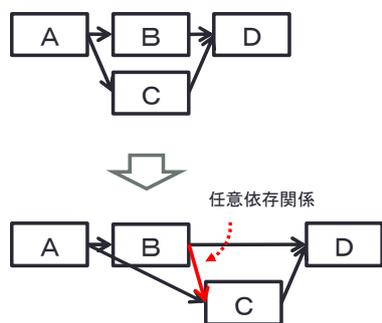
5.5.8 クリティカルチェーン法

クリティカルパス法はプロジェクトに投入できる資源が充分にあり、かつアクティビティが見積り通りに終了するという前提でスケジュールを議論しているが、現実には資源が不足したり、アクティビティが見積り通りに終了できないことも多い。このような状況を加味して、資源の制約条件やボトルネックの考え方をとり入れたスケジューリング技法がクリティカルチェーン法 (CCM: Critical Chain Method) である。

この方法は、イスラエル出身のエリヤフ・ゴールドラット博士が提唱した制約条件の理論 (TOC: Theory Of Constraints) を、プロジェクトマネジメントに適用したものである。制約条件の理論は工場の生産管理手法として研究された理論で、工程内のボトルネックとなっている部分を重点的に改善することによって、全体の生産性を高めるという考え方である。各アクティビティを改善 (部分最適) しても、ボトルネックが改善されなければ全体としての生産性は変わらず、全体の生産性を向上 (全体最適) させるためにはボトルネックに注目する必要があることを説くものである。

プロジェクトスケジューリングへの応用方法は、具体的には、資源の不足や競合が発生したときアクティビティに任意依存関係をつけること、スケジュールのバッファを連続するアクティビティの最後のアクティビティに持たせることでボトルネックの解消を行うという方法が適用されている。合流する地点のアクティビティが持つバッファを合流バッファ、プロジェクトの最後のアクティビティが持つバッファをプロジェクトバッファという。

① 資源の制約を加味した依存関係



② バッファの持ち方

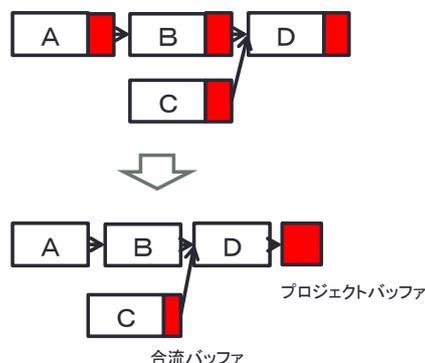


図 5.5.13 クリティカルチェーン法

5.6 コスト計画

プロジェクトに必要な総コストは、WBSを作成しワークパッケージごとの予測コストを集約することで算出される。さらにアクティビティ単位でコストが予測できれば、アクティビティの開始日と終了日から、期間ごとに必要なコストを算出することができる。

特に、プロジェクトコストの予実管理をするためには、ワークパッケージごとのコストの予実を管理するだけでなく、時間軸に並べたアクティビティ単位の予実管理も必要である。一般に予算の管理は、ある期間の使用予定と実績の比較ではなくプロジェクト開始から本日までという累積値で予定と実績を比較することで、より厳格なコスト管理が可能である。このコストの使用計画を累積値で表したものはコストベースラインと呼ばれる。

5.6.1 プロジェクトコストとは

プロジェクトとは与えられた予算を使って成果物を創出する作業であり、その成果物がなんらかの利益を生み出すものであっても、プロジェクト活動では収入と支出を管理することは無い。通常このような組織はコストセンターと呼ばれ、企業においては営業活動を行わない間接部門や支援部門などがその例である。また、プロジェクトの予算は許可された総額が決められており、基本的にプロジェクト期間中に変化するものではない。また、プロジェクト活動においては、スコープやスケジュールといった様々な管理要素の変化がコストの実績に大きく影響を及ぼす。

したがって、プロジェクト管理の中でコスト管理は非常に重要であり、スコープ管理、スケジュール管理と並び、3大管理要素、あるいは3大制約の一つとされている。プロジェクト計画策定においては、必要なコストを正しく見積りリスクを想定した予

第5章 プロジェクトの計画

備費なども含めて計画に組み入れておくことが必要である。

5.6.2 コスト見積り

コストの見積りについては 5.4「作業の見積り」で詳細を説明している。WBS を使用しワークパッケージや計画パッケージ毎に見積ったコストを集約することでプロジェクト全体のコストの管理が可能である。また、コントロールアカウントという単位でプロジェクトコストを管理することも行われる。

所要期間の見積りと同様にプロジェクトコストについても実績のばらつきがあり、予定通りのコストに収まらないことも考えられる。そのようなことを考慮しながらプロジェクトコストを見積るとともに、必要な予備費も組み込むことが必要である。また、各種管理費用、品質コスト、リスク対応のコストなども必要に応じて見積り計画に組み込む必要がある。

5.6.3 コスト集約とコストベースライン

コストは WBS を使用して、コントロールアカウントやプロジェクト全体のコストに集約できる。これらはプロジェクトスコープの分類によるコスト集約といえることができる。一方プロジェクトの実行中は期間単位のコストの予実管理も必要になり、アクティビティ単位の見積りを期間で集約し期間での予実の管理が行われる。コストをスコープとスケジュールで集約して管理するということになりスコープ、スケジュール、コストの3大制約の管理とも呼ばれている。

コストをアクティビティ単位で期間別に集約し、その累積値をプロジェクトのライフサイクルで示したものをコストベースラインと呼ぶ。コストベースラインはプロジェクトの進捗に合わせてコスト管理を行う基準であり、プロジェクト計画の確定にあたりプロジェクトオーナーにより承認されなければならない。コストベースラインはその形から S 字カーブとも呼ばれている。

5.6.4 コンティンジェンシー予備費とマネジメント予備費

コスト計画はアクティビティ単位に見積ったものを集約してコストベースラインにすることが目的であるが、プロジェクト全体に潜むリスクや問題発生時の対応のために予備費を準備しておく必要がある。

予備費のうちプロジェクトマネジャーが持ち自由に利用できるものをコンティンジェンシー予備、プロジェクト組織の外にありプロジェクトオーナーが管理している予備費をマネジメント予備費と呼ぶ。どちらもプロジェクトの実行中に予定外のコストが必要になった時に使用されるものであり、不確定要素が強いプロジェクトほど多

第5章 プロジェクトの計画

く必要である。

プロジェクトの実行中にコンティンジェンシー予備が不足してきた場合は、コンティンジェンシー予備費の変更要求を作成し、変更管理プロセスに従ってコストの変更を行う。図 5.6.1 はプロジェクトコスト管理に使用する指標をイメージ化したものである。

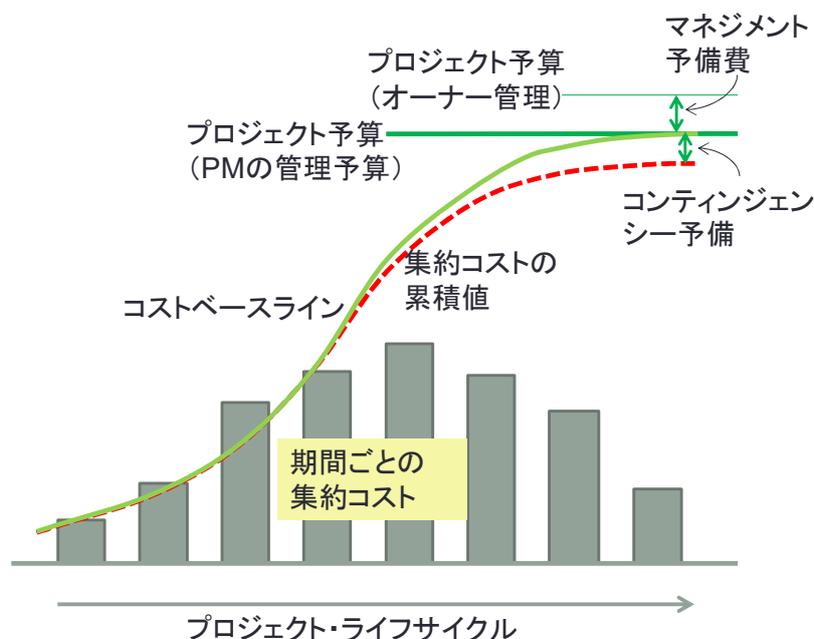


図 5.6.1 コストベースラインと予備費

5.7 スケジュールの調整

プロジェクトのスケジュールを作成し、アクティビティごとの資源やコストの要求が明確になったところで、資源の可用度やコストなどからプロジェクト期間や必要な要員の調整を行う。プロジェクト計画の作成において、まずアクティビティの所要期間と依存関係で作成したスケジュールではプロジェクトの終了が期待よりの長くなってしまふことがある。また、特定の要員や資源の作業負荷のバランスが偏ってしまうこともある。このような時は、アクティビティの順序を再確認したり、フロートを利用して作業のバランスを調整したりする。ここでは、調整の例としてスケジュールの短縮方法と平準化の方法について説明する。

5.7.1 スケジュールの短縮技法

個々のアクティビティの依存関係や所要期間をもとにスケジュールを短縮する技法として、「ファストトラッキング」と「クラッシング」がある。

第5章 プロジェクトの計画

ファストトラッキングは、他のアクティビティと依存関係のあるアクティビティを依存関係のある部分と依存関係の無い部分に分割することで、一部を並行して実施可能とすることでクリティカルパスを短縮する方法である。アクティビティ間の「リード」に似ているが、リードは依存関係を保ったまま後続の開始を早めて一部を並行に実施するのに対して、ファストトラッキングはアクティビティを分割して依存関係を付け直す方法である。分割の方法には、先行アクティビティを分割して後続アクティビティが依存する部分を先に実施することで後続アクティビティの開始を早める方法と、後続アクティビティを分割し、先行アクティビティと依存関係の無い部分を先行アクティビティと並行して実施する方法がある。

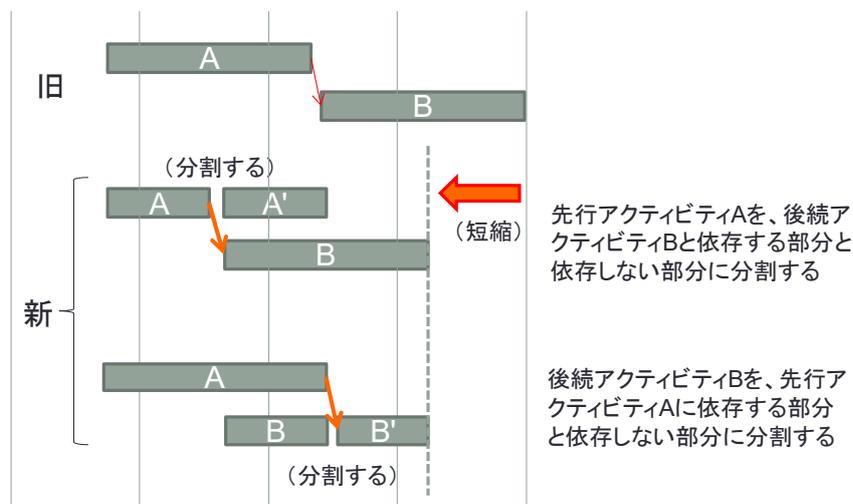


図 5.7.1 ファストトラッキング

もう一つのスケジュール短縮の方法であるクラッシングは、タスクに資源を投入し期間を短縮する方法である。これにはプロジェクトの外部からアクティビティにリソースを投入して期間を短縮する方法と、プロジェクト内部で並行して稼働しているフロートを持ったアクティビティの資源の一部を、短縮したいアクティビティに回すことで所要期間を短縮する方法がある。資源を削ったアクティビティは所要期間が伸びることになるが、フロートの範囲内に抑えれば、プロジェクト全体の期間を短縮できる。

ファストトラッキングもクラッシングもクリティカルパス上のアクティビティに対して行うものである。理論的にはプロジェクト全体の作業工数は増加しないが、並行作業を行うことや一つのアクティビティの要員を増加することになるのでオーバーヘッドに起因するコストの上昇が考えられる。また、どちらの技法も、プロジェクト計画を作成する段階でも使用されるし、プロジェクトの実施中に遅れたプロジェクトの解消策としても利用される方法である。

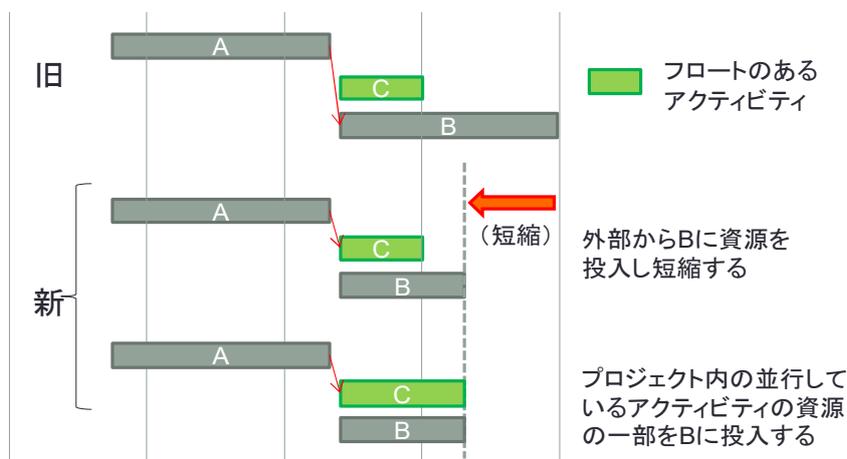


図 5.7.2 クラッシング

5.7.2 資源の最適化

アクティビティの依存関係を優先してスケジュールを作成すると、一時期に特定の資源の負荷が高くなったり、資源が不足したりするところがある。このようなスケジュールをできるだけ資源を有効に活用するように調整する方法として「資源平準化」と「資源円滑化」の考え方がある。

(1) 資源平準化

資源平準化は、同じ時期に使用できる資源の制約がある場合にその制約を考慮しながらスケジュールを作成する方法である。プロジェクトのある時期に複数のアクティビティから投入可能な要員数以上の要求がある場合、まずクリティカルパス上のアクティビティから先に要員を割り振り、それからフロートのあるアクティビティにフロートを考慮しながら要員を割り振っていく。場合によってはクリティカルパスの作業に十分な要員を確保できなかつたり、クリティカルパスでは無いアクティビティに要員が確保できず期間が長くなり、そのアクティビティがクリティカルパスになってしまったりすることもある。このような場合はクリティカルパスが長くなってしまふことが考えられる。

資源平準化の例を以下に示す。当初の計画では一時期に投入できる資源の限度を超えているので、限度になるようにアクティビティAとGを後にずらしたものである。この結果、プロジェクトの終了は伸びるが、最大投入可能数以下のスケジュールができた。なお、この調整を行った結果クリティカルパスが(B, C) - D - EであったのがA - Gになっている。このように資源平準化は資源の制約を加味して、クリティカルパスが変化することもある。

第5章 プロジェクトの計画

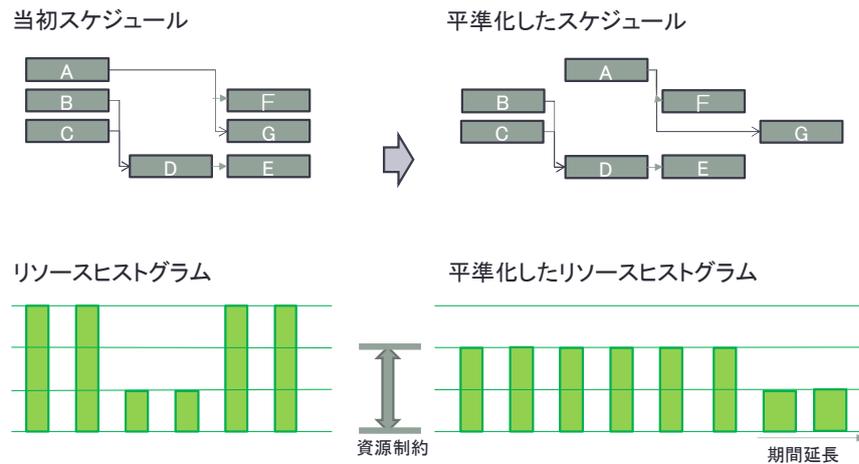


図 5.7.3 資源平準化

(2) 資源円滑化

資源円滑化は資源の制約を考慮しながら、プロジェクト期間は変化させずに資源の投入を円滑化する方法である。フロートを持ち時間に余裕のあるアクティビティを前後にずらすことで同時期の資源の負荷を減らす。この方法はクリティカルパス上のアクティビティは変更しないので、クリティカルパスは長くなることは無い。また、プロジェクト全体の資源に余裕がある時は、個々のアクティビティの投入資源量を増やすこと（クラッシングと呼ぶ）でそのアクティビティの時間を短縮することも合わせて行う

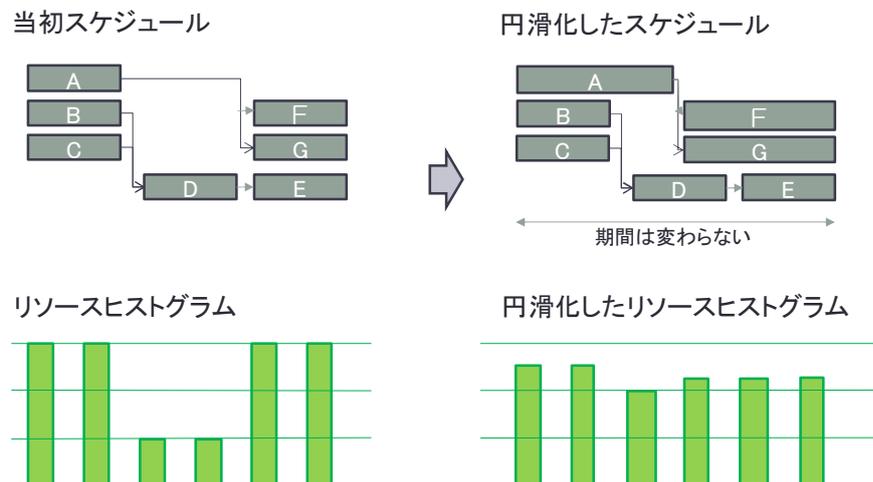


図 5.7.4 資源円滑化

5.8 リスクマネジメント計画

リスクとは、将来顕在化しプロジェクトに影響を与えるかもしれない事象である。リスクには、将来プロジェクトにとって良いことをもたらす可能性があるプラスのリスクと、プロジェクトに悪い影響を及ぼす可能性のあるマイナスのリスクが存在する。このような将来顕在化して影響を及ぼす可能性のある事象を特定して、事前に対応策をとることがリスクマネジメントである。事象が起きる前に対応策として実施することをプロアクティブな対応、事象が起きたのち迅速にその対応に当たることをリアクティブな対応と言う。

プロアクティブな動き

- 将来を予測して、「こと」が起きる前に手を打つこと

リスク管理



虫歯になる前に毎日歯を磨く

リアクティブな動き

- 「こと」が起きたことを素早く検知し対応すること

問題管理



虫歯になったら素早い対処が必要

図 5.8.1 プロアクティブな動きとリアクティブな動き

プロジェクト管理においてもリスクマネジメントの重要性が見直されている。一般的なリスクマネジメントの流れは、「リスク識別」「リスク分析」「リスク対応」の三段ステップとされているが、プロジェクトマネジメントにおいても、この三つを中核としてプロジェクトに必要な「リスクマネジメント計画」や「リスクの監視・コントロール」というプロセスを追加している。

「リスク識別」とはリスクの候補を探して、リスク登録簿という一覧表を作成することである。その一覧表をもとに「リスク分析」ではリスクの重要度を考える。すべてのリスクに対応することはコストや時間を考えると現実的ではないので、重要なリスクを優先する必要がある。「リスク対応」では優先順位の高いリスクから対応策を考える。対応策とはリスクが顕在化する前になんらかの手を打つものであり、リスク対応計画といわれることもある。プロジェクトにおけるリスク管理の特徴の一つに、まず「リスクマネジメント計画」の中でリスクマネジメントサイクルを一度実施するということがあ

第5章 プロジェクトの計画

る。ここでリスクの対応計画を策定すれば、それをプロジェクト計画の中に組み込むことができ、予算の確保やスケジュールへの見直しを行うことも可能である。そして、プロジェクトの実施中は、リスクの監視コントロールで、新たなリスクの登録と対応策を実施したリスクのその後の状況を追跡調査する。

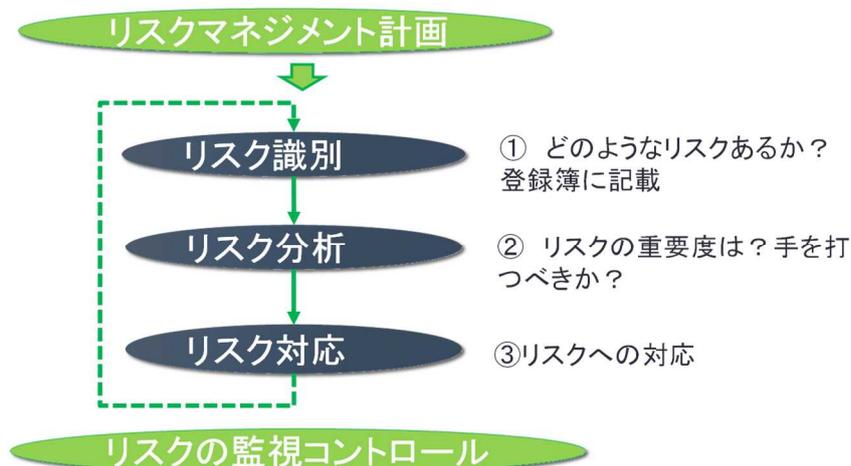


図 5.8.2 リスクマネジメントサイクル

リスクにはそのリスクが起こる可能性のある原因が存在する。これはリスク要因あるいはリスクの原因などとも呼ばれており、その要因が将来なんらかの問題を引き起こす可能性がある場合それをリスクという。リスクを引き起こすきっかけはリスクトリガーとも呼ばれている。たとえば、建物が低地に立っているというのがリスクの要因であり、将来大雨による洪水が発生し、家が浸水して損害が発生するかもしれないというのがリスクである。また大雨がリスクのトリガーということになる。

また、リスクは、企業や業界あるいは行っている業務によって、リスク許容度というものがある。許容度とはその企業や業務によって許容されるリスクのレベルであり、それぞれ異なるものである。企業にはリスクに対してどのような態度で臨むかというリスクポリシーが存在する場合もある。プロジェクトにおいては、それぞれの業界や企業の考え方を基本として、そのプロジェクトのリスク方針を定める必要がある。

以下、プロジェクトの計画時に行うべきリスクマネジメントについて説明する。

5.8.1 リスクマネジメント計画

リスクマネジメントは定常業務においても常に繰り返されているが、プロジェクトにおいても考慮されるべきものである。プロジェクトとは有期性があり独自の目的を持つ試みであり、初めての経験ということでリスクを把握することが難しい。したがって、プロジェクト開始時にリスクを十分に把握してプロジェクト計画に反映すること

第5章 プロジェクトの計画

が重要である。プロジェクト計画策定時の中でも、特に WBS やスケジュールがほぼ確定した段階は、プロジェクトが詳細な作業まで展開されておりリスクが見つげやすく、その対応策をプロジェクト計画の中に組み込むことも容易である。また、この段階でリスク対応策を取らない場合リスクに対しては、コンティンジェンシー予備費(5.8.6 参照)として計画コストの中に組み込むことも可能である。

5.8.2 リスク識別

リスクマネジメントにおいては、まずリスクに気が付くことが重要である。リスクの可能性のあるものはすべて一旦リスク登録簿に記録することが重要である。このようにまずリスクに気が付いてリスクを登録簿に記録することをリスク識別またはリスク特定という。

リスク識別を行う方法としては、ブレインストーミング、チェックリスト、専門家へのインタビューなどが考えられる。ブレインストーミングは参加者が自由に意見を出し合う会議であり、内容をあまり絞り込まず幅広い発想でアイデアを集めることに優れている。チェックリストは過去に同様のプロジェクトを実施した経験をもとに、専門家やサポートチームによりプロジェクトで起こりそうなリスクを一覧表にしたものである。このチェックリストを使って確認することで、これから実行しようとするプロジェクトに潜むリスクの発見が容易となるものである。専門家へのインタビューは、そのプロジェクトと同様の経験を持つ専門家や、技術的な知見のある専門家にインタビューをすることで、リスクを見つけ出す方法である。

リスク登録簿のイメージは以下のとおりである。リスク登録簿はこの後のリスクの分析やリスク対応においても継続して使用され、その状況が記録される。また新たなリスクや対応状況の変化などを逐次更新する。

登録内容				分析項目				対応状況			
リスク番号	内容	登録日	登録者	発生確率	影響度	重要度	緊急度	対応策	責任者	期限	ステータス
1	インフルエンザが発生しプロジェクトが遅延する	11/21	山田	3	5	15	大	全員予防接種	山田	12/31	完了
								予備人員増加	佐藤	1/5	未

図 5.8.3 リスク登録簿の例

5.8.3 リスクの分析

リスクの分析とはリスク登録簿に記載されたリスクについて、その優先度を確定することである。限られた資源を有効に使い必要なリスクに対して十分な対応が行えるようにリスクの重要度を考慮して対応すべきリスクを判断する。

最もよく行われている方法は、リスク毎にその発生確率(Probability)と影響度(Impact)を数値化し、その積の大きさの順に重要と判断する方法である。この方法は発生確率・影響度マトリックス (PI マトリックスとも呼ばれている) を使用しても簡易的に判断することができる。以下に発生確率・影響度マトリックスの例を示す。

発生確率 \ 影響度	1 (20%以下)	2 (20%~40%)	3 (40%~60%)	4 (60%~80%)	5 (80%~100%)
5(大きな影響がある)	中	中	大	大	大
4(かなり影響がある)	中	中	中	大	大
3(影響がある)	小	中	中	中	大
2(影響が少しある)	小	小	中	中	中
1(影響はほとんどない)	小	小	小	中	中

図 5.8.4 発生確率・影響度マトリックス

リスクの優先度を決定するには上記のように発生確率と影響度により適正な判断が可能であるが、一般的にはリスクの発生確率や、影響度を数値化することは難しく、無理に数値化することで逆に正しい優先度判断に支障が出る場合も考えられる。そこで、リスクを識別したらチームの合意あるいはプロジェクトマネジャーの判断で、そのリスクが重要かそうでないかを決めてしまう方法も行われている。またリスクの優先度を見るにあたって、そのリスク対応の優先度も重要な検討事項である。緊急に対応が必要なリスクに対しては優先して対応が必要な場合もある。

5.8.4 マイナスのリスクへの対応

リスクの対応はリスク対応策を検討し、リスクが顕在化する前に対応策を実施しリスクに対応することである。マイナスのリスクの対応策は「回避」「転嫁」「軽減」「受容」に分類することができる。一つのリスクの対応策として4種類すべてが必要というのではなく、取られた対応策はこの4つのどれかに分類できるということである。

(1) 回避

リスクの回避とは、リスク要因を排除してリスクを顕在化させない方法である。リスク要因にはこれから発生するものもあれば、すでに存在しているが今後リスクの顕在化の原因になるものもある。このリスク要因を取り除く、あるいは今後リス

第5章 プロジェクトの計画

ク要因を生み出さないようにすることがリスクの回避である、プロジェクトにおいてはプロジェクトそのものを実施しないということが究極の回避策である。

(2) 転嫁

転嫁とはプロジェクトで予想される損失を他の第三者に肩代わりしてもらうことである。予想される損害に対して保険をかけることが転嫁の代表的な例であるが、第三者に丸投げするというような契約も転嫁の例である。

(3) 軽減

軽減はそのリスクの発生確率を抑えるか、発生した場合の被害を少なくすることである。リスク対応策としては最も利用される対応策である。リスクは軽減策を講じることで、一般的には解消することは無いが、その重要度は下がることになる。軽減策を講じた結果もある程度重要なリスクが残っていることも考えられるので、対応策をとったのちもリスク一覧表に残し、他のリスクとともにリスク管理対象としていく必要がある。

(4) 受容

受容とはリスクに対して何もしないということである。なにもしない理由は大きく2つに分類することができる。一つは、単にリスクの発生確率が低いとか発生しても影響は小さいなど、重要性の低いリスクに対しては何もしないということである。もう一つは、重要と判断され対応策を実施したいが、良い対応策が無い、あるいは対応策を行う十分な予算が無いなどの理由で対応策を取らないことである。

5.8.5 プラスのリスクへの対応

プラスのリスクに対しては、リスクが顕在化する前になんらかの準備策を実施してそのリスクの恩恵を十分に享受できるようにすべきである。プラスのリスクに対する対応策は「共有」「活用」「強化」「受容」の4種類に分類することができる。通常はマイナスのリスクに対する対応策が中心で、プラスのリスクについてはあまり議論されないが、プロジェクトにおいて好機をうまく掴みプロジェクトの成功に寄与することも重要である。

(1) 共有

共有とはプラスのリスクの存在に気が付いたら、そのリスクの恩恵を第三者と共有する様に働きかけることである。大きな事業案件などを複数の会社が企業連合体を結成して受注することや、利益の見込まれる業務をパートナーに紹介し共同で実施することなどがある。

第5章 プロジェクトの計画

(2) 活用

活用とはその良い結果を生みそうなプラスのリスクが存在する業務を積極的に実施してそのリスクを逃さず恩恵を受けることである。

(3) 強化

強化はプラスのリスクが予想される場合、そのリスクがさらに大きくなるような対応策を実施することである。リスクの発生確率を高めるか、発生したときのプラスの効果を最大にする対応策が考えられる。ある製品で非常に高い売り上げが期待できるような好機がおとずれると予想したときは、企業のさらなる売上げ向上を求めて、同じ製品を作る工場の拡大を図ることなどがこの例である。

(4) 受容

受容はマイナスのリスク対応策の受容と同じで、そのリスクに対して特になにもしないということである。リスクにプラスの効果があまりない場合や、大きなプラスの効果が期待できてもコストや要員の制約で対応できない場合など、特に対応しないという解決方法が典型的な受容である。

5.8.6 コンティンジェンシー予備

リスクマネジメント計画の中であえて対応策を取らなかったリスクが、プロジェクト実施中に顕在化する可能性がある。また、計画段階では予測できない新たなリスクが識別される可能性もある。このような新たなリスクに対して必要となる予備の時間や費用をコンティンジェンシー予備という。

コンティンジェンシー予備を決めるには、計画段階のリスクマネジメントの結果が大きく影響する。リスクマネジメント計画において十分な対応策を取った場合は、残ったリスクが少ないのでコンティンジェンシー予備を多くとる必要は無い。しかし、対応策が必要であるにもかかわらず受容したリスクが多いときは、プロジェクト全体として重大なリスクが顕在化する可能性が高くなり、実行中に対応策を取るためのコンティンジェンシー予備を多く準備する必要がある。

このように、リスクマネジメント計画で準備したコンティンジェンシー予備は実行中に使用するためのものであるが、実行状況によっては予想以上に使用され残りの予備時間や予備費用が少なくなることもある。コンティンジェンシー予備を増加するためには、スケジュールやコスト計画に対する変更要求を提出してプロジェクトオーナーの承認を得ることが必要である。

第5章 プロジェクトの計画

5.9 品質マネジメント計画

プロジェクトにおける品質管理は品質保証と品質管理に区分される。品質保証は品質を作りこむプロセスに着目するもので、品質管理は作成された成果物が基準を満たしているかを管理するものである。これらは製造業における量産活動において、生産プロセスの改善と製品の品質管理の継続的改善活動として統計学を活用しながら確立されてきたものである。

プロジェクト活動は独自のものを作る繰り返しのない作業ということもあり、繰り返し生産型の成果物の品質管理の技法をそのまま活用することは難しいが、基本的考え方は大いに参考になり取り入れるべきものである。

5.9.1 品質ポリシーの確認

企業では、通常品質に対する取り組みの姿勢を品質ポリシーとして定めている。プロジェクト活動においても所属する企業の品質ポリシーを確認して、その方針を順守しながらプロジェクトの特徴を考慮した品質ポリシーの策定を行う。品質ポリシーの内容としては次のような項目がある。

- 品質目標の設定
- 品質ポリシーの周知徹底
- 品質管理活動への全員参加
- 品質目標やメトリクスの定期的見直し
- 品質ポリシーの見直し

5.9.2 品質保証と品質管理

品質保証とは品質を作りこむプロセスを改善することで、成果物の品質を高めることを目標としている。成果物の品質が悪化しないように、プロジェクト作業工程から品質を落とすことになる要因を取り除く作業ともいえる。品質監査は、品質保証が正しく行われているかを第三者が確認するものであり、品質保証のレベルを維持するために必要なものである。

品質管理とは、各プロセスの成果物が品質目標を満たしているかを管理するものである。毎回異なるプロジェクトにどのような品質管理指標（品質メトリクス）で、目標値はどうするかということについて、過去の同様のプロジェクトなどを参考にして計画段階で十分に検討することが重要である。品質メトリクスとその目標値について、それがプロジェクトの目標値と確定したものを品質ベースラインと呼ぶこともある。

5.9.3 近代的品質管理の提唱者

近代的な品質管理の方法や考え方は製造業を中心に1960年から70年代に確立

第5章 プロジェクトの計画

された。その啓蒙に重要な役割を果たし、品質管理の考え方を定着させた学者として、クロスビー、ジュラン、デミングの3人が存在する。クロスビーは「無欠陥の実践」「検査よりも予防」という考えを提唱し、ジュランは、「使用適合性」と「品質と等級の違い」を提唱した。デミングは、シューハートが提唱したPDCAサイクルを発展させたことで有名である。これらの学者の提唱した考え方について以下解説する。

(1) クロスビー(Philip B. Crosby)

クロスビーの提唱した考え方の一つ目は「無欠陥 (Zero Defect)」ということである。欠陥が発生することを良しとせず、失敗を見込んだ甘い目標値の設定にならないように明確な基準や目標値を定めた。

クロスビーはさらに「検査よりも予防」ということを提唱している。生産工程のプロセスの品質保証に重きを置き、検査をして不良品を取り除くという考え方は良くないとした。検査により見つかった不良の改良のための損失は企業の売り上げの20～30%にも及ぶとしている。

(2) ジュラン (Joseph M. Juran)

ジュランの提唱した考え方の一つは「使用適合性」である。品質とはユーザが使用して満足する度合いだとして、ユーザが満足しない品質は真の品質とは呼べないとした。企業がどんなに多くの機能を提供しても、利用する人に使われなければ意味がなく、真の品質はユーザが使用し満足することであるとしている。

ジュランはさらに「品質と等級は異なるものである」と提唱している。等級とは同一の用途を有し、技術的特性が異なるものに与えられる区分のことであり、低品質は問題であるが、低等級は必ずしも悪いというわけではない。

(3) デミング (E. Edward Demming)

デミングは品質改善においては経営者の参画が不可欠であるとした。品質の作りこみは現場の作業者ではなく、経営者が責任と実行力を持ち、継続的改善に取り組む必要があるとしている。

また、デミングは、計画 (Plan) → 実行 (Do) → 確認 (Check) → 是正 (Act) というPDCAサイクルを実行することで品質改善を継続することを世に広めたことでも有名である。PDCAはシューハートが提案したものをジュランが発展させた。これは現在のTQM (Total Quality Management) やTQC (Total Quality Control) という考え方で企業に浸透している。

5.10 コミュニケーション計画

プロジェクト活動はチームで行うものであり、プロジェクト内外の様々な考え方を持ったステークホルダー間のコミュニケーションが発生する。したがって、プロジェク

第5章 プロジェクトの計画

トにおいてはプロジェクトメンバーも含むステークホルダー間の、効率の良いコミュニケーションの仕組みが必要である。

5.10.1 コミュニケーション計画の要素

プロジェクトマネジメントにおけるコミュニケーション計画とは、まずプロジェクト内外の連絡体制を決めることである。たとえば、プロジェクトチームの会議の仕組み、連絡方法、報告方法などがある。そこで、まずプロジェクトにおいてどのような会議を予定して、それぞれの会議がどのようなタイミングで開催され、誰が参加し何を話すかなどを取り決めコミュニケーション計画書に明記する。さらにプロジェクトチーム内の連絡方法について、メールはどのような形か、会議の議事録はどのような形式でまとめるかなどを決める。プロジェクトのステークホルダーに対する報告も、どのような情報を誰に伝えるかということも、計画の中できちんと記述しておくことも重要である。

注意すべきことは、効率の良いコミュニケーションを心がけることである。報告書の作成にメンバーの負荷がかかり、自分に関係の無い会議に多くの時間を費やせねばならない状況は、プロジェクトの進捗に逆効果である。階層的な会議体や、効率の良い報告体系を考慮しながらコミュニケーション計画を作成する必要がある。

5.10.2 コミュニケーションモデル

プロジェクト内のコミュニケーションや情報交換については、コミュニケーションの要素を考慮する必要がある。特に送り手、メッセージ、受け手はコミュニケーションの3要素とも呼ばれ、コミュニケーションモデルの基本となっている。

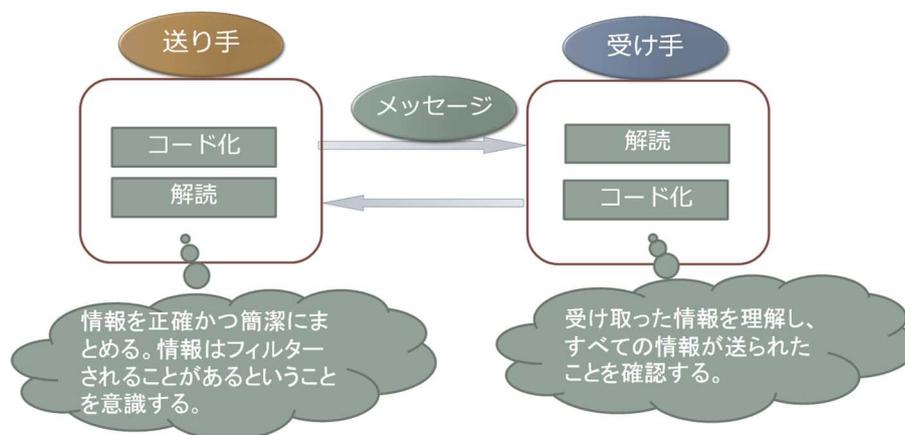


図 5.10.1 コミュニケーションモデル

第5章 プロジェクトの計画

5.10.3 コミュニケーション技術

チーム内でのコミュニケーションは、できるだけ一カ所に集まり、顔を合わせた会議が最も良い方法とされているが、中には物理的に集まることが難しい場合もある。そのような場合でも、最近の情報技術などを駆使して、できるだけチーム内の意志の伝達をスムーズに行うことが求められる。

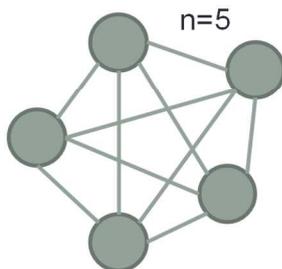
コミュニケーション技術としては次のようなものがあげられる。

- － 会議の開催頻度、場所、形式
- － 文書回覧方法
- － 電子メールによる報告内容と頻度、送信範囲
- － グループウェアによる情報の活用方法

5.10.4 コミュニケーションチャンネル

プロジェクト内の人と人のコミュニケーションは、参加する人の数の二乗に比例して複雑になっていく。これはコミュニケーションチャンネルと呼ばれ、チャンネルの数＝参加人数×(参加人数－1)÷2であらわすことができる。すなわち、プロジェクトチームは人数が増えるほどコミュニケーションの視点からは効率が落ちることになり、できるだけ独立した少人数のチームに分割するほうが効率的だとされる。

コミュニケーションチャンネル
 $=n(n-1)/2$
 $=5*(5-1)/2$
 $=10$



コミュニケーションチャンネルの数は参加者の数に対し指数関数的に増加

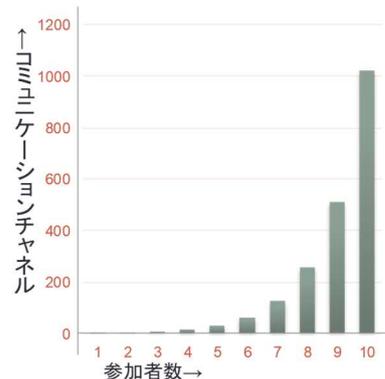


図 5.10.2 コミュニケーションチャンネルの数

5.11 人的資源管理

プロジェクトを実施するためには資源が必要である。資源の種類には建物、施設、会

第5章 プロジェクトの計画

議室、インフラ設備、材料、生産設備、工具、要員など様々なものがある。この中でも要員はその管理面やコスト面でもプロジェクトに及ぼす影響が大きく、重要な資源といえることができる。したがって資源管理は「人的資源管理」と呼ばれることもある。

人的資源について、一般的にはプロジェクトマネジャーは自分の好きな要員を指名することは難しく、プロジェクトの要員は組織の要員管理者によって選定されることが多い。プロジェクトマネジャーはプロジェクト計画の早い段階で、必要な要員の能力を定義し、組織の要員管理者に要求する。そしてほぼ確定した要員を詳細な作業計画にあてはめて、プロジェクトの計画を確定するとともに、必要であれば要員管理者と交渉を行う。

5.11.1 必要な資源の要求

プロジェクトにとって必要な資源はプロジェクトの開始前に見積り、プロジェクトの実行可能性を判断する必要がある。プロジェクトの企画構想フェーズにおいて、必要な資源の種類と必要になる時期、必要な量を算出し、それらが調達可能か可能性を検討する。各資源が使える可能性を判断した結果については、その資源の利用にかかるコストも算出しプロジェクト憲章や企画書などで、プロジェクトのオーナーの確認を得る。

その後、プロジェクトの詳細を計画する中で、プロジェクトスコープをWBSで展開し、さらにアクティビティを定義出来たらアクティビティごとに必要な資源の確認と要求を厳密に行う。アクティビティ単位で必要な資源を見積ることで、資源やそれを調達する資金の必要な時期が算出される。

資源の種類により、予算を準備すればいつでも準備できるものや、制約があり予定通りに準備することが難しいものもある。それぞれの資源によって、その調達計画を作成する必要がある。プロジェクトの人的資源である要員の確保については、この段階で社内のリソースを管理する責任者へ、必要な時期、能力、人数などを要求する。人的資源が社内で確保できない場合は、社外からの調達も検討し調達計画を作成する。人的資源以外の資材や設備などの多くも社外からの調達が必要であるので、あわせて必要な資源についての調達計画としてまとめる。

5.11.2 リソースヒストグラム

人的資源についてプロジェクト・ライフサイクルに沿って必要な要求量を算出し、ヒストグラムにしたものをリソースヒストグラムという。多くのプロジェクトが人的資源にコストの大半が使用されることが多いので、人的資源の確保に必要なコストがほとんどプロジェクトコストに等しいことになる。プロジェクトに必要な要員はプロジェクトの開始直後は少なく、徐々に増加し、プロジェクトの後半はまた少しずつ減っていく傾向がある。それをグラフにしたリソースヒストグラムは真ん中が高くなった

第5章 プロジェクトの計画

分布になり、その要員コストをプロジェクトの開始から累積したグラフを作ると、それはS字カーブを描く。このS字カーブはコストベースラインとも呼ばれプロジェクト実施の上で重要なコスト管理基準となる。

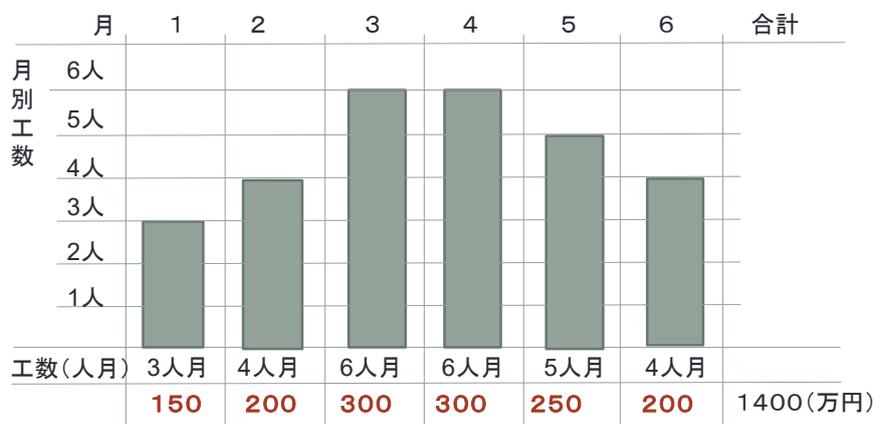


図 5.11.1 リソースヒストグラム

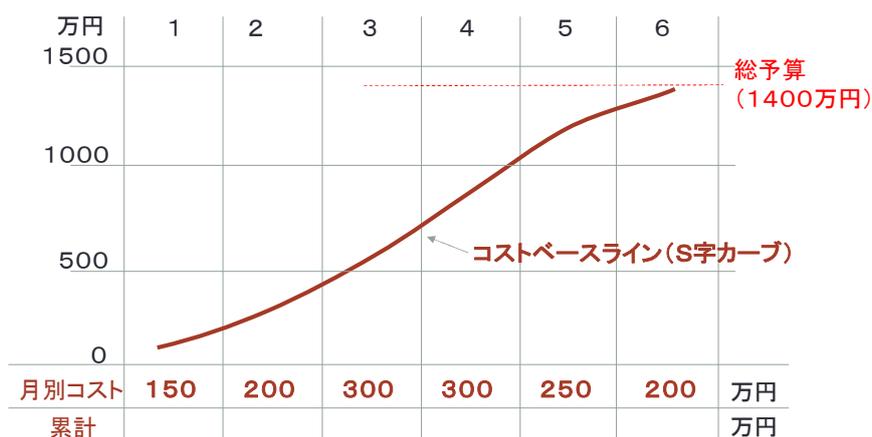


図 5.11.2 コストベースライン

リソースヒストグラムはプロジェクトの全要員で作成することもあるが、業務の種類や能力別に分けて作成することもある。

5.11.3 投入可能要員によるスケジュールの調整

資源の平準化や円滑化は 2.7.2 「モダンプロジェクトマネジメント」でスケジュールの調整技法の一つとして説明している。資源の不足は人的資源で起こる場合が多く、投入できる要員数がスケジュールの調整に重要な役割をもっている。資源平準化や資源円滑化を考えながら、どのような要員を投入すべきかを判断する必要がある。

第5章 プロジェクトの計画

5.11.4 要員のガントチャート

プロジェクトの要員別のスケジュールを作成して、人の視点でプロジェクト活動を追いかけることで、気が付きにくい資源の不足や問題点を把握しやすくなる。通常のガントチャートは先にアクティビティありきで、アクティビティに要員を割り振るという考え方であるが、要員のガントチャートは横軸に要員を記載し、要員がいつプロジェクトに投入され、いつどのアクティビティを実施するかを分かるようにしたものである。要員の休暇や研修などの情報や、場合によっては要員のコストなども記載することで、プロジェクトマネジャーの要員管理にも活用できるものである。

また、プロジェクトの資源である要員からみた活動予定であるので、これを「資源カレンダー」ということもある。要員がいつからいつまで何をしているか視覚的に把握できるので、プロジェクト活動の品質を高めることが可能である。

以下に要員のガントチャートの例を示す。

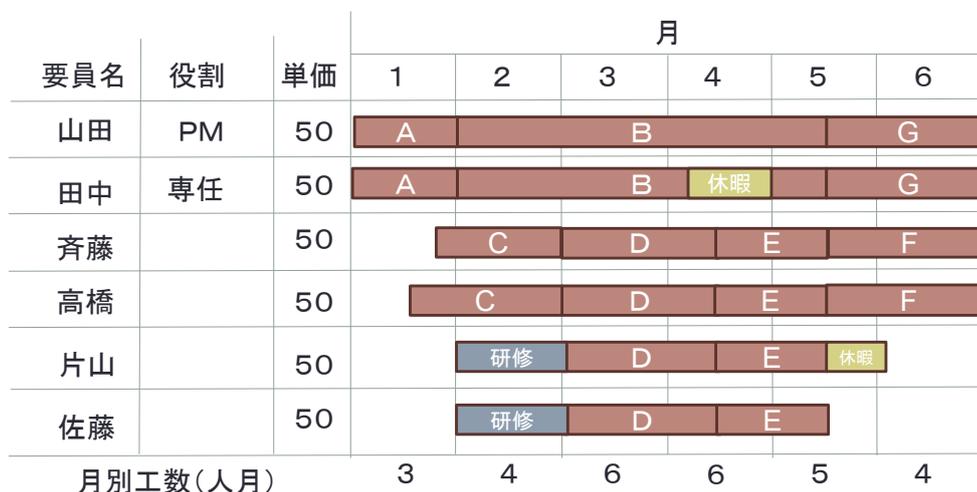


図 5.11.3 要員のガントチャート

5.11.5 プロジェクト体制図

プロジェクトの要員が確定したところで、プロジェクトの組織図を作成し、メンバーの担当や業務報告の流れなどを明示しておく。これにより、プロジェクトメンバーの一覧と個々の役割が明確になる。

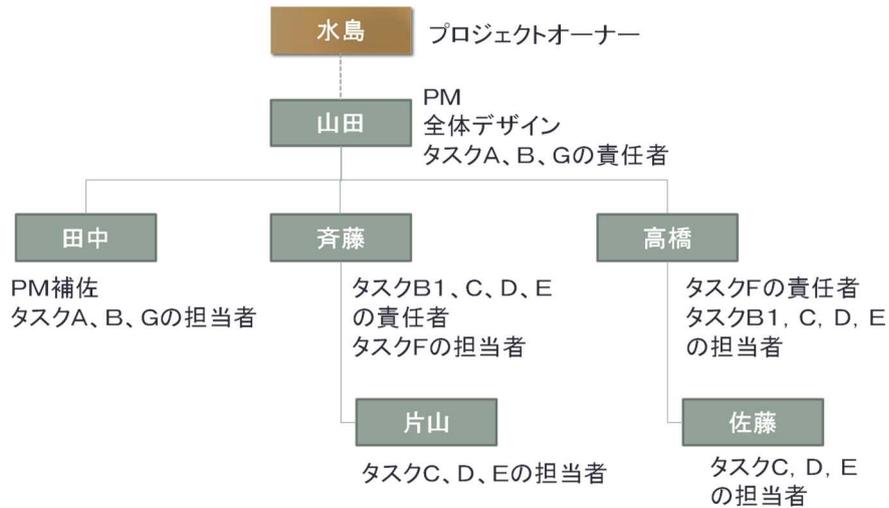


図 5.11.4 プロジェクトの体制図

5.12 調達計画

プロジェクトにおける調達には発注者の視点と受注者の視点での考え方がある。特に、日本においてはプロジェクトを元請けとして受注して、さらに別の会社に発注するという両面の業務の管理が必要なプロジェクトも少なくない。図 5.12.1 は受発注により 3 階層のプロジェクト体制が発生している現状をイメージ化したものである。この図の中心に位置する元請けの立場でプロジェクトを実施するプロジェクトマネジャーは、発注側の調達プロセスも受注側の調達プロセスも実施することになる。ただし、発注側の立場でも受注側の立場でも調達作業そのものは一つであり、そのプロセスも一つである。したがって本書は調達を発注者側の視点で解説する。プロジェクトマネジャーは自己のプロジェクトを考える場合、発注側と受注側の視点を考慮して実施してほしい。



図 5.12.1 三階層のプロジェクトマネジメント

第5章 プロジェクトの計画

プロジェクトにおいては、プロジェクトの実施に必要な資源を外部から調達する必要がある。調達はプロジェクトのスケジュールに沿ってタイムリーに行われなければならない。調達には部品や資材となる物品の調達、人の作業を伴う成果物の調達、人の作業そのものを依頼する人的資源の調達などがあり、それぞれの分野に関する法律や業界の慣習、契約方法にしたがって実施される。契約は大きなお金が動き、企業間の関係など様々な利権や思惑が潜んでいるので、一般には企業の調達専門の部署が契約や取り決めを作成するが、プロジェクトマネジャーは契約の履行に責任を負うので契約内容に関して完全に理解しておく必要がある。

プロジェクト計画を策定するにあたり、プロジェクトマネジャーはプロジェクトに必要な資材や人員をどのように調達すべきか、内外製分析を行う。そして、調達が必要と判断すれば、プロジェクトのどの時期にどのような資材が必要かを分析して調達マネジメント計画書を作成する。

5.12.1 物品の調達

物品の調達には大きく、買取、リース、レンタルがあるが、調達すべき物品の種類や目的によって使い分けられる。

(1) 買取

買取は、成果物の構成部品として使用される資材や、プロジェクト実施中に使用される紙やインクなどの消耗品の調達を中心に行われる。売買契約によって物品の所有権が移転されるタイプの契約が多い。固定資産として管理する必要のある物品の場合は、法律に従って減価償却の対象となるものもあり、企業の資産管理の仕組みの中で管理される。

(2) リース

プロジェクトは期間限定の業務なので、物品を固定資産として持つのは費用的にもプロジェクト終了後の管理を考えるとふさわしくない。そこで、比較的長期間利用する機器類は賃貸契約で借用するものである。途中で解約することはできないが、比較的安価に利用することが可能である。所有権はリース会社にあり、リース料は経費扱いで固定資産としての管理は不要である。海洋構造物等の大型資材やモジュールなどの高額な機器、情報機器などの技術進歩が速い機器に対して利用される。

(3) レンタル

リースよりも比較的短い期間で賃貸契約を結んで、機器類を借用する仕組みである。リースと比べると割高であるが、中途解約が可能であるので緊急時の利用や、長期に利用する予定の無い機器などの調達に利用される。

第5章 プロジェクトの計画

5.12.2 人的資源の調達

プロジェクトにおいては、人的資源の確保や管理がプロジェクトマネジメントの視点からも重要な要素になる。人的資源の調達には、社内から調達（内製）する場合と、外部に依頼する（外製）場合がある。どちらになるかは、そのプロジェクトにおける戦略や内部要員の可用度などに依存する。また、内製であっても、企業内の違う部署から要員を調達する場合は、外製に準じた費用の部門間振替が行われる場合もある。

また、発注者が要求する独自の成果物をプロジェクト活動を通じて完成させる必要がある場合も、契約形式はその成果物の購入契約として締結する方法も存在しており、このような場合、プロジェクト管理は法的な制約に十分注意して実施する必要がある。

5.12.3 調達のための契約方式

北米での調達の種類は、大きく定額契約、タイム・アンド・マテリアル契約、実費償還契約に分類することができ、それぞれインセンティブやアワードを加味した細かい取り決めの契約が存在する。また、日本の契約の種類は、請負契約、工数支援（準委任）契約、派遣契約に分類できる。日本では、定額契約である請負契約の形をとるものも多く、また派遣という独自の雇用形態も存在する。派遣契約は労働者派遣法によって労働者が保護されるなど制約がある。これらの契約や契約した要員の管理方法には、国家間の法律や慣習の違いなどがあるので、プロジェクトマネジャーはこれらの契約の種類や管理方法についても理解しておく必要がある。

5.12.4 定額契約方式（FPC: Fixed Price Contract）

定額契約方式は、受注者の作業や納品する成果物に対して、あらかじめ契約で定めた一定額を支払う方式である。受注者は契約書に定められた納品物を収めることにより、契約金額を受け取ることができる。この契約方式は、一般には発注者のリスクが小さく、受注者のリスクが大きい。発注者のコストが増加することは無いが、受注者はプロジェクトが予想通りに進まない場合、自社でのコスト負担が発生する可能性がある。逆に、受注者は少ないコストで実施できれば、プラスのリスクである大きな利益を得られることをモチベーションとしてプロジェクトを実施する。

(1) 完全定額契約（FFP: Fixed Firm Price）

完全定額契約は、日本でいえば請負契約に相当するものであり、契約で合意した納品物が提供されたら固定の金額が支払われるタイプである。

(2) 経済価値調整付き定額契約（FP-EPA: Fixed Price Economic Price Adjustment）

為替変動や国のインフレなどの価格価値の変化に応じて支払額が変動する契約方

第5章 プロジェクトの計画

式である。受注者にとっては完全定額契約よりは経済変動の変化に対応できる契約である。

(3) 定額インセンティブフィー契約 (FPIF: Fixed Price Incentive Fee)

契約時に定額と成果に応じたインセンティブの条件を決めて置き、その条件を満たせばインセンティブが付く契約方式である。定額を最低限にしておくことで、受注者はある程度の成果を出さないとコストを回収できないというリスクもある。発注者にとっては、定額部分について支払う必要があるのでそこが大きいとリスクになる。

5.12.5 タイム・アンド・マテリアル契約 (T&M: Time and Material)

納入者の要員の単価をあらかじめ決めておき、その要員の稼働した期間によって支払い額を決定する方法である。作業工数の上限をあらかじめ決めておく方法と、作業内容を決めておきどれだけの作業を行うかは受注者に任される方法がある。前者は発注者のリスクが少なく、後者は受注者のリスクが少なくなる。この方法は単価の中にコストと受注者の利益が含まれており、定額契約と実費償還契約の中間に位置づけられる。このタイプの契約方式は、作業の成果物のレベルを事前に定義できない、コンサルティングなどの契約に利用されている。

5.12.6 実費償還契約 (CRC: Cost Reimbursable Contract)

実費償還契約は、発注者は受注者が実際にかかった費用に利益を加えて支払う形の契約方式である。プロジェクトの納期や品質についての基準をあらかじめ取り決めておき、実際のコスト以外はその基準にしたがって、インセンティブやボーナスを支払う形の契約が多い。この方法の契約方式は、かかった費用が保証されるので受注者にとってはリスクが低く、発注者にとってリスクが高い契約といえる。

(1) コスト・プラス・インセンティブ・フィー契約 (CPIF: Cost Plus Incentive Fee contract)

コスト・プラス・インセンティブ・フィー契約は、プロジェクトで実際にかかったコストに、契約で取り決めたインセンティブを支払う契約方式である。インセンティブを支払う実績の基準値としては、納期の達成、品質指標の達成、ユーザ満足度指標の達成などがある。

(2) コスト・プラス・アワード・フィー契約 (CPAF: Cost Plus Award Fee contract)

コスト・プラス・アワード・フィー契約はプロジェクトで実際にかかったコストに報奨金を加算して支払う契約である。CPIFと似ているが、報奨金は事前に契約し

第5章 プロジェクトの計画

た基準ではなく、発注者が独自に決定するものである。

(3) コスト・プラス・フィックス・フィー契約 (CPFF: Cost Plus Fixed Fee contract)

コスト・プラス・フィックス・フィー契約はプロジェクトで実際にかかったコストにあらかじめ契約で取り決めた、定額を加算して支払う方式である。

(4) コスト・プラス・パーセンテージ・コスト契約 (CPPC: Cost Plus Percentage of Cost)

コスト・プラス・パーセンテージ・コスト契約は、プロジェクトで実際にかかったコストに、そのコストを基準とした一定の割合で算出した金額を支払う方式である。これは受注者にとってはリスクが少なく、発注者にとってリスクの高い契約である。

5.12.7 日本における契約タイプ

日本における要員調達の契約方式には、大きく「請負契約」「準委任契約」「派遣契約」の3種類の契約方法がある。それぞれの契約タイプによって費用の支払いや、要員の管理方法、成果物の帰属などが規定されているので、プロジェクトマネジャーは契約の仕組みについて充分理解しておくことが求められる。

請負契約は、受注者が完成責任を持つタイプである。このタイプの契約では、受注者は完成したものを納品すればよいので、その途中での発注者側の介入(指揮命令)は原則として行う事ができない。

準委任契約は、基本的には請負契約と同じあるが成果物責任がない。工数支援契約などと呼ばれる専門家を派遣する契約は通常準委任契約であるので、発注者の指揮命令権が無いことに注意しなければならない。

派遣契約は、厚生労働省の許可を受けた派遣業者と契約をして要員を派遣してもらう方式である。派遣先(発注者)は自社の社員と同じように指揮命令をすることができるが、労働者の権利を守るための「労働者派遣事業の適正な運営の確保および派遣労働者の保護等に関する法律(労働者派遣法)」により、労働条件や派遣期間などについて細かな規定があるのでそれに基づいた管理が必要である。

これらの契約の違いに関してのプロジェクトマネジメントの考慮点は、発注先に対する指揮命令権や、成果物の帰属である。請負や準委任契約の場合、自社の社員と同じような管理はできないため、報告体系や成果物の帰属など契約で確認しておく必要がある。

第5章 プロジェクトの計画

契約タイプ	成果物責任	発注側の指揮命令	成果物の帰属	瑕疵担保責任	派遣法の適用
請負	有り	無し	受注者	有り	無し
準委任	無し	無し	受注者	無し	無し
派遣	無し	有り	発注者	無し	有り

* 成果物の帰属や瑕疵担保責任は契約書の記載が優先される

図 5.12.2 日本の契約タイプの特徴

5.13 ステークホルダーマネジメント計画

ステークホルダーとはプロジェクト活動に影響を与える人、あるいはプロジェクトから影響を受ける人のことである。プロジェクト内外の多くの人々がステークホルダーになりうる。どのようなステークホルダーが存在し、プロジェクトに対してどのような思いを持っているかについては、すでにプロジェクトの立上げで分析し対応策を考えている。

プロジェクト計画の策定段階においても、引き続きステークホルダーに対する対応策を検討し、ステークホルダー対応戦略をプロジェクト計画に反映しなければならない。特に、WBS やスケジュールが完成した段階では、プロジェクトの詳細なアクティビティを確認しながら、新たなステークホルダーに気が付かないか、ステークホルダーの対応策は十分かなどを分析する。そして、ステークホルダーについて十分に理解したうえで、ステークホルダーが満足できるようなプロジェクト計画を立てる必要がある。

ステークホルダーマネジメントで重要なことは、プロジェクトにネガティブなステークホルダーに対する対応である。このようなステークホルダーに対しては無理にその考え方を変えようとするのではなく、プロジェクト活動の中で、徐々に状況を確認しながら心を動かすことを心掛けなければならない。ステークホルダーマネジメントの目的は、最終的にはステークホルダーに満足してもらうとともに、プロジェクトに対する支援や合意をとりつけることである。ステークホルダーに対する対応がプロジェクトの成功に大きく影響を与えたと考えられている。

5.13.1 ステークホルダー登録簿の整備

ステークホルダーマネジメント計画にあたっては、整備されたステークホルダー登録簿が重要である。プロジェクトの立上げ段階からステークホルダー特定やステークホルダー分析が行われ、さらに対応戦略が策定されているはずであるが、この段階においてもステークホルダー特定や分析は必要不可欠である。分析の結果はステークホルダー登録簿に記述し、プロジェクトチームとして対応に漏れの無いようにしなければならない。

5.13.2 ステークホルダー関与度の評価

ステークホルダー登録簿とステークホルダー評価グリッドを使って、関与度の強いステークホルダーを探し出し、それぞれの関与度を確認する。ステークホルダーの関与度は以下の様に分類できる。

- 不認識 プロジェクトとプロジェクトが及ぼす影響に無頓着である
- 抵抗 プロジェクトからの影響を認識し変化に抵抗している。
- 中立 プロジェクトを認識しているが、指示も抵抗もしない。
- 支持 プロジェクトからの影響を認識して、変化を支持する。
- 指導 プロジェクトの影響を認識し、確実にプロジェクトを成功させるために積極的に関与する。

これらの関与度のタイプで、「抵抗」が最も良くないとされており、できるだけ中立か支持に持っていくことが重要である。しかし、ステークホルダーによってはプロジェクトマネージャーがマネージできるレベルではないことが多い。そのような場合、直接指揮命令をしてステークホルダーの考えを変えさせるのは難しいが、それぞれのステークホルダーがどのような思いでプロジェクトに期待をしているのかを理解してステークホルダーに対応するのは重要なことである。

また、ステークホルダーの関与度について、現在のステークホルダーの状況とこれから目標とするステークホルダーの関与度を図 5.13.1 のような表を使って表すとチーム共同で認識合わせが可能である。この表現方法は現在の姿とあるべき姿の違いが認識でき、必要な対応策を策定するときの大きなヒントになる。

ステークホルダー	不認識	抵抗	中立	支持	指導
ステークホルダ1		C		D	
ステークホルダ2	C			D	
ステークホルダ3		C	D		

C:現在 D:将来の目標位置

図 5.13.1 ステークホルダー関与度マトリクス

5.14 プロジェクトベースラインの策定

プロジェクト活動では、承認されたプロジェクト計画をベースラインと呼ぶ。ベースラインはプロジェクトの進捗を管理するときの基準となる重要な計画線である。プロジェクトマネジメントの3大要素はスコープ、スケジュール、コストであり、特にこの3つの要素に関してのベースラインが重要である。ベースラインは一旦承認されたものなので、それを変更するには、プロジェクトのオーナーを巻き込んだ変更管理の仕組みの中で正式に行う必要がある。

スコープベースラインは、プロジェクトスコープ記述書に書かれた内容である。またプロジェクトスコープはWBSに展開されるものであり、WBSがスコープベースラインの詳細を表している。

スケジュールベースラインとはプロジェクトのスケジュールのことである。マスタースケジュールを作成している場合はそれがベースラインである。

コストベースラインは、コストの使用予定を時間の経過にあわせて集約したものをいう。通常その月（週）の使用予定のコストをベースラインにせず、その月（週）までのコストの累計値を使用する。

5.14.1 スコープベースライン

スコープベースラインとは、承認されたプロジェクトスコープである。プロジェクトスコープはプロジェクトスコープと成果物スコープに分けることができるが、スコープベースラインも、この2つに分けて考えることもある。特に成果物スコープはプロジェクトの完成イメージを表わしており、プロジェクトの成果物の利用者にとってイメージできる形なので、変更管理はこの成果物スコープを対象とすることが多い。

しかし、成果物スコープ以外のプロジェクトスコープもスコープベースラインであり変更管理の対象である。プロジェクトスコープを展開したものがWBSであり、WBSの各タスク説明をした書類も含め、これらのすべてがスコープベースラインとして扱われる。

これらのプロジェクトスコープに対する変更は、あらかじめ定められた変更管理システムを通じて、プロジェクトオーナーの承認のもと厳密に行う必要がある。特に成果物スコープは、プロジェクトに対するステークホルダーの要求を実現するものであり、変更要求の対象になることが多い。プロジェクトスコープについてはWBSの作業内容の変更要求や作業の順番を入れ替える程度の変更要求であれば、プロジェクトマネージャーの裁量で行うこともある。しかしコストの増加やスケジュール遅延などプロジェクト全体に影響するような変更については、変更管理のシステムのもと厳密な変更管理が必要である。

成果物スコープが、管理されずに際限なく広がってしまうことをスコープクリープ

第5章 プロジェクトの計画

と呼び、変更管理をきちんと行うことで、スコープクリープを起こさないようにしなければならない。

5.14.2 スケジュールベースライン

スケジュールベースラインは承認されたプロジェクトスケジュールである。プロジェクト計画の中で、プロジェクトスコープからアクティビティに展開しスケジュールを作成するが、コストや要員の視点から調整を加え、最終的な承認を受けたものがスケジュールベースラインである。

スケジュールベースラインは、プロジェクトの様々な活動のベースになるものであり、大きなくくりで作成したものをマスタースケジュールと呼ばれている。業界によっては、WBS も組み合わせて工程表、大日程計画表などと呼ぶこともある。

5.14.3 コストベースライン

プロジェクトにおけるコストの使用予定を、プロジェクト・ライフサイクルにわたって累積値で示したものがコストベースラインである。コストベースラインと実績コストを比較することで、プロジェクトのコストの実績が計画に従って進んでいるかを確認することが可能である。コストベースラインは、スコープとスケジュールが決定された時点で算出され、実現可能性が確認される。プロジェクトの総費用の観点や、期間別に予算割り当ての限度がある場合は、期間ごとの予算要求が可能かという観点で評価され、問題があればスコープやスケジュールの見直しが行われ調整される。

コストベースラインは、プロジェクト実行時のコスト使用量の基準となるものであるが、プロジェクトにおいて、通常はスコープやスケジュールの変化が原因でコストに変化が生れることが多く、他の2つのベースラインと合わせて管理しなければならない。

5.15 プロジェクト計画の承認

プロジェクト計画書は、プロジェクトのベースラインを記述した本体と、それ以外の要素について記述した補助的計画書から構成される。補助的計画書には、スコープマネジメント計画書、スケジュールマネジメント計画書、コストマネジメント計画書、品質マネジメント計画書、リスクマネジメント計画書などがある。これらの管理要素別の計画書は、完成のつどプロジェクトマネジメント計画書の本体に統合する。

プロジェクト計画書には記載しないが、計画段階で作成しなければならない資料を、プロジェクト文書と呼んで区別することもある。プロジェクト文書としては、スケジュールチャート、体制図、リスク登録簿、問題管理表、課題管理表などプロジェクトの実施

第5章 プロジェクトの計画

中にプロジェクト管理のために更新される文書が含まれる。

作成した、プロジェクト計画書は、プロジェクトの戦略を立て予算に責任を持つプロジェクトオーナーによって承認され、プロジェクトの実行が開始される。

6 プロジェクトの実行と監視

6.1 スコープ管理

プロジェクトのスコープ管理とは、スコープがどれだけ完了しているかを確認し、必要な対応策を講じることである。スコープの完了を確認するには、成果物スコープがどれだけ完成しているかを見る方法と、プロジェクトスコープすなわち WBS の各タスクがどれだけ終了しているかを確認する方法がある。

また、スコープの完了を確認するにあたって、最終目標に対してどこまで進んでいるか確認する方法と、スケジュールを基準に現在までの目標に対して実績がどれだけ進んでいるかを確認する方法がある。

プロジェクトの中には、開始当初は最終的なスコープの決定が難しく、しかもプロジェクトの実施中にスコープがこまめに变化するタイプがある。このようなプロジェクトでは、プロトタイプを作成して最終のイメージを確定することが効果的なので、短いタイムボックスを繰り返しながら、だんだんと最終成果物を確定していく方式が取られる。

6.1.1 成果物スコープとプロジェクトスコープによる管理

プロジェクトの進捗状況を管理する方法として、もっとも視覚的、あるいは物理的に分かりやすい方法は成果物の完成状況を確認する方法である。たとえばビルを建築するプロジェクトにおいては、現在建物の高さが何階までできているかを確認することで、プロジェクトの進捗が具体的に把握できる。このような形の進捗管理は、成果物を数えることができたり、長さを計測できたりするようなプロジェクトに対して適しており、成果物が目に見えなかったり、異なるタイプの成果物が組み合わさっているようなプロジェクトの進捗を管理するには注意が必要である。また、作業の大変さは考慮されないので単純な成果物の完成度ではプロジェクトの作業量が見えないこともある。このようなプロジェクトは目に見える成果物の完成度の他にも作業の状況を把握できる仕組みを考える必要がある。

次の図 6.1.1 は塔を立てるプロジェクトの進捗の様子を成果物で確認する例である。

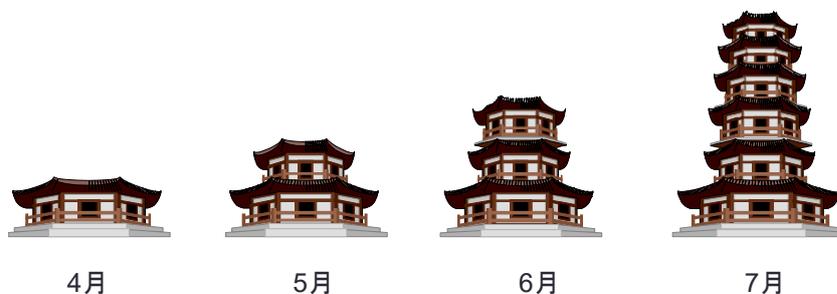


図 6.1.1 成果物スコープを視覚で管理する例

第6章 プロジェクトの実行と監視

また、プロジェクト全体ではなく、その一部で同じような成果物を複数作成するような場合でも、その工程のみを成果物の完成状況で管理することは可能である。たとえば建築物に窓枠をはめていくという工程があったとすると、窓枠を全部で何枚はめる必要があるのに対して現在何枚完成しているかということで進捗が管理できる。

しかし、たくさんの異なった成果物の組み合わせで最終成果物を完成させるような場合、成果物スコープでのプロジェクト進捗が判断しにくいこともある。たとえばビルを建設するプロジェクトにおいて建物の外形ができてから内装を行ったり、配線を行ったりという作業があるとき、どの作業の進捗で建物全体の完成を示すか判断が難しい。

このような場合は、成果物スコープではなくプロジェクトスコープで進捗を図ることで、正確なスコープ管理を行うことができる場合がある。プロジェクトスコープはワークパッケージという単位に展開されているので、ワークパッケージの完了を確認していくことでプロジェクトの進捗を管理することができる。

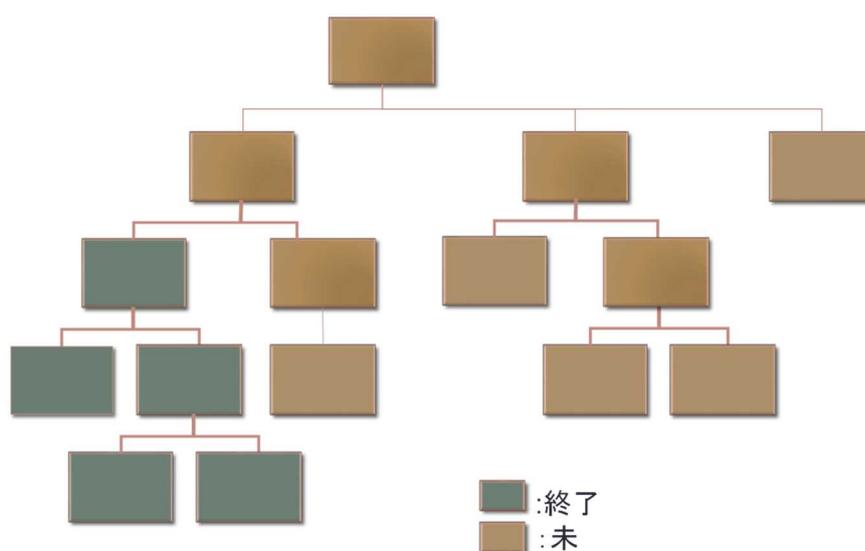


図 6.1.2 WBS による進捗管理

このように階層型で表示する WBS は視覚的に分かりやすいが、資料の保守や表示できるデータ量が限られるため、実務では表にして管理されることが多い。次の図 6.1.3 は WBS を表計算ソフトで作成し、各アクティビティのスケジュール、コスト、スコープについて、予定と実績を比較するものである。

第6章 プロジェクトの実行と監視

AS of 7/18

WBS 番号	作業名	作業 内容	先行 タスク	責任者	予定			実績			
					開始	終了	コスト	開始	終了	コスト	進捗%
1	A	XX		佐藤	7/1	7/10	100	7/1	7/9	90	100
2	B	YY	1	田中	7/11	7/20	200	7/10	7/15	180	100
3	C	ZZ	2	齋藤	7/21	7/25	50	7/16		30	90
4	D	AA	1	佐藤	7/11	7/27	200	7/11		80	50
5	E	BB	3,4	齋藤	7/28	7/30	30				
6	F	CC	5	齋藤	7/31	8/5	200				
7	G	DD	1	吉田	7/11	7/25	150	7/11		100	75
8	H	EE	7	吉田	7/26	7/30	50				

図 6.1.3 表計算ソフトによる進捗状況の監視

6.1.2 スケジュールを基準にしたスコープ進捗管理

プロジェクトのスコープに対しての実績管理だけでは、成果物が全体に対してどれだけ完成しているかということもわかって、現在の状況が予定のスケジュールに対して進んでいるのか遅れているのかという判断は難しい。そこで、スコープの進捗状況をプロジェクトのスケジュールを基準にして、どれだけのスコープが完了していなければならないかということに對しどれだけ完了しているかというを管理する方法がある。

たとえば図 6.1.4 は、7月8日というスケジュールの基準日において、予定した作業がどれだけ終了しているかどうかを把握する表である。この図ではタスク 2 は 7月8日までに終了すべきであるのに対して 70%の進捗、タスク 5 も 7月8日に終わる予定なのに 90%の進捗であることを示している。

タスク	作業実績		As of 7月8日		
	開始予定	終了予定	開始実績	終了実績	完了%
タスク1	7月1日	7月8日	7月2日	7月8日	100%
タスク2	7月1日	7月8日	7月1日		70%
タスク3	7月1日	7月5日	7月1日	7月5日	100%
タスク4	7月6日	7月8日	7月6日	7月8日	100%
タスク5	7月6日	7月8日	7月6日		90%
タスク6	7月9日	7月12日			
タスク7	7月1日	7月4日	7月1日	7月3日	100%
タスク8	7月5日	7月12日	7月4日		40%

図 6.1.4 作業の実績管理例

第6章 プロジェクトの実行と監視

スコープの進捗予定を数値化して計画しておき、ある時点の予定した数値に対して実績が何パーセント完了しているかという方法が良く使われている。この場合のスコープの進捗予定は成果物スコープで示すことも、プロジェクトスコープで示すこともある。たとえば30階建てのビルを建設するプロジェクトでは本日までに20階まで完成予定であったのに対して18階までしか建築できていない場合は $18/20=90\%$ の進捗であるといえる。

また、成果物が数えられるような場合は完成数予定と実績をグラフにして管理することができ、より分かりやすい進捗管理が可能となる。たとえば図6.1.5は作成する成果物を40件完成すれば完了という計画に対して6日現在目標18件に対して22件の完了であるということをグラフで示したものである。

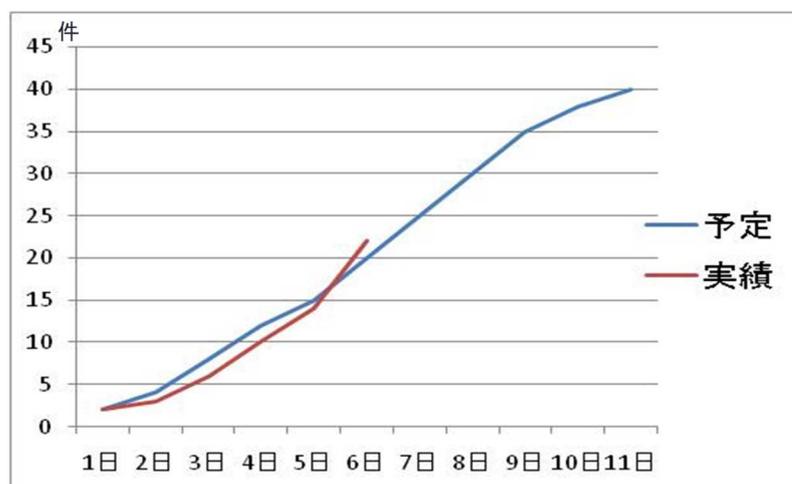


図 6.1.5 スコープの完成数と実績のグラフ

このように一般的にスコープの進捗を管理するという事は、スケジュールを基準としてどれだけ完成しているか、あるいはどれだけ作業が終了しているかという視点で評価していくことである。

6.1.3 バーンダウンチャート

バーンダウンチャートはプロジェクトで実施すべき作業の大きさをポイント化して、作業が完了するごとにその作業分のポイントを引いた数値をグラフで示す方法である。近年スコープがはっきりしないタイプの業務を、数名のチームでタイムボックス（スプリントという）を設定しプロトタイプを作りながらプロジェクトを進める手法が、IT分野に始まり製造業にも広がってきている。このようなタイプの仕事の進めかたを標準化したのが、スクラム手法である。バーンダウンチャートはスクラム手法での進捗

第6章 プロジェクトの実行と監視

管理によく利用されている。目標線はプロジェクトが修了する時点で残存予定ポイントが0になるような右下がりの線で表され、実績をこの線の上に記入する。実績は予定の線よりも早く残存ポイント0になることもあれば0に届かないままプロジェクトを終了することもある。バーンダウンチャートを良く使うスクラムなどでは頻繁にスコープの変更が行われるため、プロダクトバックログは目標となる線が途中で増加したり減少したりすることも多い。

バーンダウンチャートにはプロダクトバックログを管理するためのプロダクトバーンダウンチャートとスプリントごとに実施するバックログを管理するスプリントバーンダウンチャートがある。スプリントとは1週間とか2週間の短い期間のことで、スプリントごとに作成したバックログをスプリントバックログという。スプリントバックログは基本的には変更しない。

次の図6.1.6はプロダクトバックログを6つのスプリントに分けて実施する例である。ここではバックログはストーリーポイントというプロジェクトで行う機能の大きさを表した指標を使用している。プロジェクト開始時に500ストーリーポイントの機能があってそれを6回のスプリントで完成させる計画である。スプリント3が終わったところでバックログが350ストーリーポイント残っているという予定に対して、実績は380残っている状態を表している。

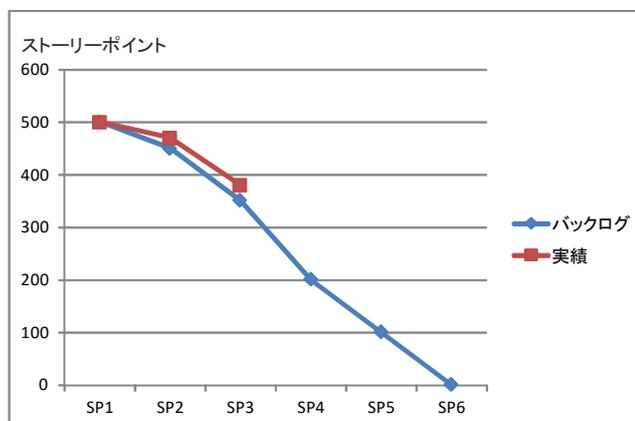


図 6.1.6 プロダクトバーンダウンチャート

6.2 スケジュール管理

スケジュールの管理は、予定したスケジュール通りにプロジェクトが進んでいるかを見るものである。その方法としては、規準となるスコープに対して実績が早く終わったか遅れたかを管理する方法と、規準となるスケジュールに対してスコープがどれだけ終

第6章 プロジェクトの実行と監視

了しているかを見る方法がある。後者の方法はスコープの完了度で表現するので、スコープの進捗管理ともいえるが、スケジュールの進捗管理として使用されることもある。

前者のスコープに着目する方法は、まずプロジェクトのキーとなるイベントすなわちマイルストーンを定めておきその通過が予定よりどれだけ進んでいるか、あるいは遅れているかを表示することで進捗を管理するものである。これらを表現する方法としては、プロジェクトの計画をガントチャートなどの時間軸のあるスケジュールチャート上に作成し、プロジェクトの実施時に予定と実績の作業期間を図示する方法が一般的である。さらにこの図に作業別の進捗の進み遅れが視覚的に良くわかるイナズマ線などを組みわせることで、プロジェクトの状況をより分かりやすく図示する方法もある。

プロジェクトのスケジュールの遅れを回復するためには、計画作成の時にもスケジュール短縮法として使用したファストトラッキングやクラッシングが利用される。

6.2.1 ガントチャートによるスケジュール管理

スケジュールの管理には時間軸上に予定と実績を表現できるガントチャートを使うと便利である。ガントチャートは時間軸を引いたチャート上に、各アクティビティを開始日と終了日が分かる横棒グラフで記入したものである。横棒グラフは予定と実績を記入することで、そのアクティビティの進捗の遅れや進みが明確に表現できる。

図 6.2.1 にガントチャートによるスケジュール管理の例を示す。この図は作業の予定と終了を WBS とともに記載し、さらにそれを右側にガントチャートで視覚的に表現したものである。予定と実績を書いた左半分の WBS 部分だけでもプロジェクトの管理は可能であるが、右側にこのような予定と実績のガントチャートを作成すれば視覚的により分かりやすくなる。青の横棒で示す予定の作業期間に対して黄色い横棒が実績を示している。黄色の実績が青よりも右にあれば作業は遅れているといえる。

このガントチャートの中で実績の横棒グラフの最後に、赤の▽マークがついているものがあるが、これはそのアクティビティが完了したことを意味する。

WBS 番号	作業名	作業 内容	先行 タスク	責任者	予定			実績			1		2		3		4		5		6	
					開始	終了	コスト	開始	終了	コスト	進捗	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前
1	A	XX		山田	1/1	1/31	100	1/15	2/14	100	100											
2	B1	YY		斉藤	2/1	2/28	50	1/15	1/31	50	100											
3	B2	ZZ	1,2	山田	2/1	5/14	350	2/15		150	60											
4	C	AA	1	斉藤	2/1	2/28	100															
5	D	BB	4	斉藤	3/1	4/14	300	2/1	3/15	300	100											
6	E	JJ	5	斉藤	4/15	5/14	200	3/15		100	50											
7	F	KK	3,6	高橋	5/15	6/30	150															
8	G	UU	3,6	山田	5/15	6/30	150															

図 6.2.1 ガントチャート

第6章 プロジェクトの実行と監視

6.2.2 イナズマ線によるスケジュールの進捗管理

ガントチャートと組み合わせてプロジェクトの進捗を分かりやすく標示する方法として「イナズマ線」がある。イナズマ線はプロジェクトの進捗をガントチャート上に記載し、ガントチャートの予定と実績の関係をより見やすくしたものである。

以下に、ガントチャート上にイナズマ線を作成する方法について解説する。

- ① 予定と実績を表したガントチャートを準備する
- ② ガントチャート上の報告日の位置に縦に線を引く。（本日線）
- ③ 予定の横棒グラフ上の各作業の進捗率で案分した位置にマークを付ける。
 - * 報告日より前に終了予定で、すでに終了した作業（進捗100%）はマークを本日線上に付ける。
 - * 報告日より後に開始予定で、本日現在開始前の作業（進捗0%）はマークを本日線上に付ける。
- ④ 上からマークを折れ線で結ぶ。（イナズマ線の完成）

イナズマ線は、本日の縦の線に対してイナズマが右に膨らんでいるのは進んでいる作業、本日の縦の線に対して、イナズマが左に膨らんでいるのは遅れている作業を表す。過去の報告のイナズマ線も残しておく、状況の変化や傾向が分かりやすい。

次の図 6.2.2 はガントチャートにイナズマ線を作成した例である。作業 C が大きく遅れて E は予定より早く進んでいることが一目で分かる。

WBS 番号	作業名	作業 内容	先行 タスク	責任者	予定			実績			1		2		3		4		5		6	
					開始	終了	コスト	開始	終了	コスト	進捗	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前
1	A	XX		山田	1/1	1/31	100	1/15	2/14	100	100											
2	B1	YY		斉藤	2/1	2/28	50	1/15	1/31	50	100											
3	B2	ZZ	1,2	山田	2/1	5/14	350	2/15		150	60											
4	C	AA	1	斉藤	2/1	2/28	100															
5	D	BB	4	斉藤	3/1	4/14	300	2/1	3/15	300	100											
6	E	JJ	5	斉藤	4/15	5/14	200	3/15		100	50											
7	F	KK	3,6	高橋	5/15	6/30	150															
8	G	UU	3,6	山田	5/15	6/30	150															

図 6.2.2 イナズマ線の例

6.2.3 スケジュールの短縮策

典型的なプロジェクトのスケジュール管理は、プロジェクトが予定より遅れているか、進んでいるかを把握し、遅れているまたは遅れる可能性がある場合に対応策を取ることである。遅れを取り戻すための対応策は過去の作業に対して取ることはできな

第6章 プロジェクトの実行と監視

いので、現在稼働中の作業あるいは、未来の作業に対して作業期間を短縮する方策を考えなければならない。この時に使用される手法としては、計画時にも使用したファストトラッキングと、クラッシングがある。(5.7.1「スケジュールの短縮技法」参照)

ファストトラッキングは2つの順序関係のあるアクティビティのうちの一つを、もう一つのアクティビティを作業と順序関係の無い部分とある部分に分割する方法である。こうすることで順序関係の無い部分は並行に処理でき、クリティカルパスを短縮することができるが、一時期にアクティビティを重ねて実行するため手戻りが起きたり、重複作業による要員の増員が必要になったりする場合がある。

またクラッシングはクリティカルパス上のアクティビティへの投入資源を強化し作業期間を短縮する方法である。この方法はプロジェクト内で並行して稼働しているアクティビティに余裕があればそこから資源を回すことができるが、プロジェクト内に余裕が無い場合は外部からの資源の調達が必要になる場合もある。

これらの手法はプロジェクト計画を策定するときにも使用されるが、実行時においても有効な技法である。ただし、すでにプロジェクトの予算や期間も決まっており、限られた資源で最適な方法を考える必要がある。

6.2.4 その他のスケジュール短縮策

アクティビティの順序関係や資源の配分を変えるスケジュール短縮技法では遅れの回復が見込めない場合は、抜本的な解決方法を考える必要がある。

スケジュールの遅れに対してコストを増加して対応するというのも一つの解決方法である。この場合は、3大プロジェクトベースラインの一つである、コストベースラインを変更するということになる。この方法は、プロジェクトに外部から予定以外の資材を投入することであり、コストを犠牲にしてもスケジュールを優先しなければならない場合にとられる方策である。

スケジュールを順守するもう一つの方法は、スコープを変更することである。この方法は、プロジェクトを予定通りの期間で終了させるために、予定していたプロジェクトスコープの一部を削る方法である。どうしても作業期間が間に合わない場合や、追加コストの投入が難しい場合の最後の手段ともいえる。削った部分はプロジェクト終了後のフォローと実施したり、別のプロジェクトとして実施したりする。この方法はスコープを犠牲にしてもスケジュールを優先させたい場合にとられる方策となる。

さらに、スケジュールの遅れを是正するには、その根本的な原因を追究して解決することも必要である。たとえば、技術的な問題が発生し作業が遅れている場合は専門家を投入し解決を図り、業務プロセスに無駄があり作業が遅れる場合はプロセスの改善を図り、コミュニケーションに課題がある場合はコミュニケーションの円滑化を図る必要がある。このような解決に向けた作業には、プロジェクトマネジメントの範疇

第6章 プロジェクトの実行と監視

を超えたものであることもあるが、各作業を円滑に行われるようにプロジェクトマネジメントの視点で最適な対応策を考える必要がある。

6.3 コスト管理

コスト管理は、プロジェクトの実施において、割り当てられた予算をどのように使っているか把握し、プロジェクト活動を予算の面で支援することである。

プロジェクトコストには、プロジェクト要員の調達コスト、物品の仕入れコスト、資材のレンタルコスト、その他様々な種類のものがある。これらのコストはそのプロジェクトだけに使用される直接原価と、企業の設備費、光熱費、間接部門の人件費など、複数のプロジェクトで分担する間接コストに分けることができる。直接コストは支払いを行うときにアカウントコードを使用することで集約できる。アカウントコードは通常WBSの各タスクに対して付けられており、WBSの予実を管理することでコスト管理も可能となる。これに対して、複数のプロジェクトで共用する間接コストは、一旦企業などでまとめて支出された後、適正なルールでプロジェクトに対して割り振られる。

コスト管理の最終的な目的はプロジェクトコストが総予算を超えないように管理することである。しかし、総予算に対して現在いくら使っているかという指標だけでは、コストの状況は正しく判断できない。スケジュールを基準にある時点までにいくら使う予定で、実際はいくら使っているかを見れば、その時点でのコストの使い過ぎは把握できる。さらに、それだけでは必ずしもプロジェクトの状況を正しく判断できないこともある。たとえば、ある時点でコストは予定より使い過ぎていても、スケジュールが予定以上に進んでおりプロジェクトとしては問題ないこともある。したがって、プロジェクトにおいてはコスト管理だけでなく、スコープやスケジュールも合わせて判断することが求められる。

このようなスコープ、スケジュール、コストを同時に管理する技法としてトレンドチャートやEVM(アーンドバリューマネジメント)がある。トレンドチャートは6.3.2「トレンドチャート」で、EVMは6.3.3「EVM」で詳細に説明する。

6.3.1 スケジュールを基準としたコスト管理

コスト管理の最も単純な方法は、月や週という期間別にコストの使用予定と実績を表に記述し、その差分を確認する方法である。コストは予定額を使いきらない場合は繰り越しできることから、期間ごとのコストの予定と実績だけでなく開始してからの累積で管理されることが多い。

第6章 プロジェクトの実行と監視

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	総使用
予定	30	50	70	80	90	70	60	450
予定累積	30	80	150	230	320	390	450	
実績	20	40	60	90				210
実績累積	20	60	120	210				

図 6.3.1 コスト管理の例

さらにこれをグラフにすると視覚的に分かりやすくなる。プロジェクトでは一般的に開始当初のコスト使用は少なく、プロジェクトの進捗に従ってだんだん多くなり、プロジェクト終了に向けてまただんだんと少なくなるという傾向がある。従ってその累積値はS字カーブを描くことが多い。この累積値のS字カーブはコストベースラインとも呼ばれている。

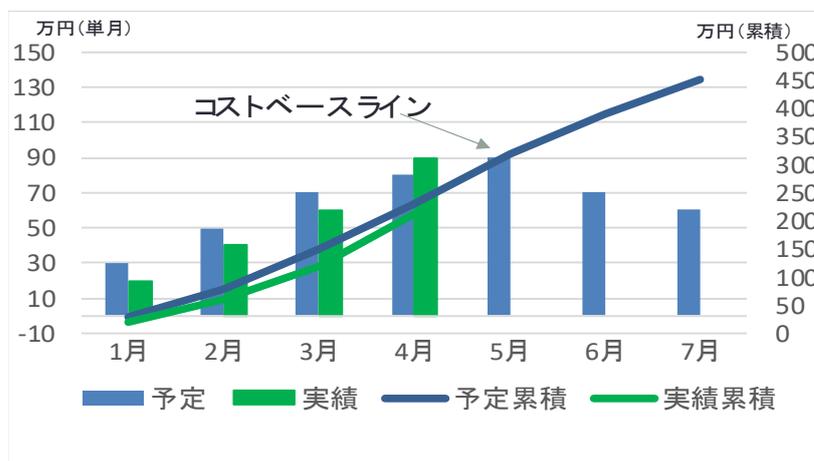


図 6.3.2 グラフによるコスト管理の例

コストの使用状況の監視は、プロジェクトのある時点のコスト使用予定に対して実績がどうであるかを見るのが最も単純であるが、この方法の欠点はプロジェクトの完成度であるスコープを考慮できていないことである。コストの使用予定より実績が多くても、それ以上にスコープを達成していればそれは悪いことではない。逆に、コストの使用予定より実績が少なくても、ほとんどスコープが完了できていないようであれば問題である。

このように、コストの状況はスケジュールに対してだけでなく、スコープに対してもかけたコストに対する完成量を確認する必要がある。スコープとスケジュールとコストについてお互いの関係を確認し総合的に判断することで、プロジェクトの正しい進捗が把握でき対応策を講じることができるのである。

6.3.2 トレンドチャート

スコープ、スケジュール、コストを総合的に管理する手法としてトレンドチャートがある。このグラフは、X軸にスケジュール、Y軸にコスト使用率を記載したものである。まず、計画が確定した段階で、予定スケジュールと予定コストの線を引く。

次にコスト実績のグラフを作成していく。コスト実績のグラフでもマイルストーンを記述しマークしておく。最後に、予定のマイルストーンから実績のマイルストーンにむけて矢印を引くとトレンドチャートが完成する。矢印が左を向くほどスケジュールが進んでおり、矢印が下向きになるほどコストの余りが多い（コストの使用効率がよい）ということになる。このように、トレンドチャートは、一定の間隔で明確なマイルストーンを設定できるプロジェクトにおいて、スコープとコストとスケジュールを同時に管理できる進捗管理チャートである。

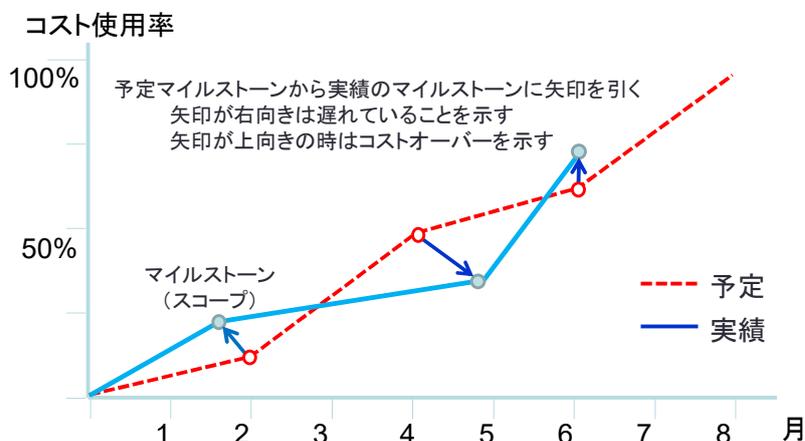


図 6.3.3 トレンドチャート

6.3.3 EVM (アーンドバリューマネジメント)

スコープ、スケジュール、コストを同時に監視して進捗状況が把握できるツールとして、アーンドバリューマネジメント (EVM : Earned Value Management) がある。この手法の考え方を以下に示す。

まず、EVMを使わないとしたとき、図 6.3.4 のように、スケジュールに対してスコープがどれだけ終了しているか、あるいはスケジュールに対してコストがどれだけ使用されているかを分けて管理する必要がある。この2つのグラフでは4月時点で予定より完成度は高く、コストは低く抑えられていることを示している。

第6章 プロジェクトの実行と監視

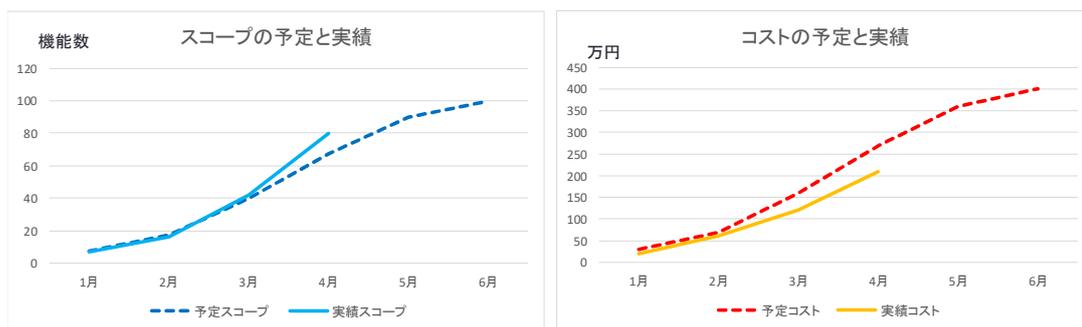


図 6.3.4 コストとスコープそれぞれの進捗管理グラフ

ここで、この2つのチャートを融合して1つのチャートでスコープ、スケジュール、コストを表すことを考える。そのためにはスコープの予定線とコストの予定線が重なるように、スコープかコストの目標値を調整すればよい。

図 6.3.5 の左の図は、コストの進捗のグラフを左目盛に、スコープの進捗のグラフを右目盛りで作成したものである。この図において2つのスコープとコストの目標値を重ねられないか考えてみよう。スコープの進捗は完成時を100%として表しているのので、これを完成時400に合わせれば同じ目標グラフになる。そうすれば右の図のように緑色の破線で示した1本の予定線でスケジュールに対するコスト、スコープの進捗管理を行うことができる。

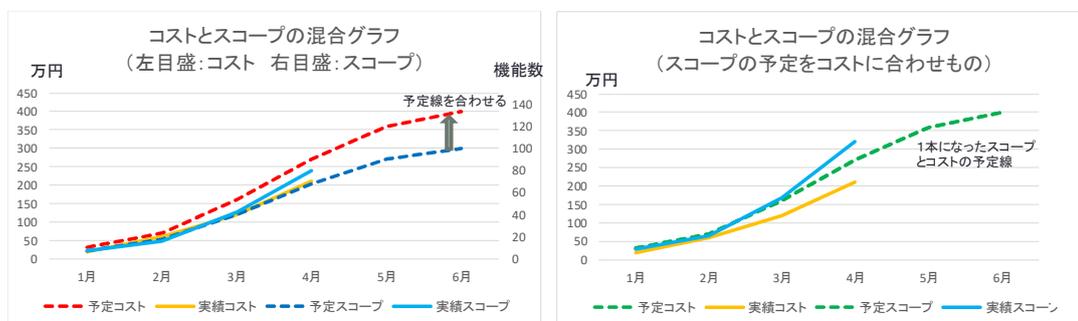


図 6.3.5 コストとスコープの混合グラフ

この考え方を基本に考えられたのが EVM である。EVM ではスコープの達成度をコストと同じ指標にするために、作業の価値を各作業に予定していたコストと定義している。こうすることで、各作業の完了の目標線がコスト使用予定線と同じ値となり、1つのグラフで3つの要素を比較できるようになった。

(1) EVM の定義

アーンドバリューマネジメントはプロジェクトのスコープの完成度、コストの使

第6章 プロジェクトの実行と監視

いて、現在 PV が 22、AC が 25、EV が 30 を示しており、完成予定 22 に対して 30 の作業が完成し、コストは 25 と予定よりも使っているが出来高（終了した作業にかける予定だったコスト）30 に対して少ないコストで済んでいる。

(2) EVM のパフォーマンス分析指標

EVM の基本は PV、AC、EV の 3 つの値であるが、さらに、これらの値をもとに、プロジェクトの状態を分かりやすく表した分析指標を計算することができる。その分析指標の中でもっとも使用されているのが、CV、CPI、SV、SPI の 4 つの指標である。これらは、それぞれ以下のように計算される。

- CV (Cost Variance) コスト差異
CV=EV-AC
完成した作業の予定コストから実績コストを引いたもので、節約できたコストを意味する。
- CPI (Cost Performance Index) コスト効率指数
CPI=EV/AC
完成した作業の予定コストを実績コストで割ったもので、作業の生産性(予定の何倍の効率があったか)を示す。
- SV (Schedule Variance) スケジュール差異
SV=EV-PV
完成した作業の予定コストから、やる予定だった作業の予定コストを引いたもので、予定よりどれだけ作業が進んでいるかを示す。
- SPI (Schedule Performance Index) スケジュール効率指数
SPI=EV/PV
完成した作業の予定コストを、やる予定だった作業の予定コストで割ったもので、予定に対して何パーセント進んでいるかという指標である。

(3) プロジェクトの予測を表す指標

EVM のもう一つの優れた機能として、プロジェクトの完了予測を数値で客観的に表すことができるということがあげられる。その指標として、今後必要コスト (ETC: Estimate to Complete) があるが、ETC には考え方によっていくつかの計算方法がある。基本的なパターンのひとつは、今後の残った作業は予定したコストで進むという考え方で、 $ETC=BAC-EV$ で計算できる。もう一つは、今後もこれまでの生産性が維持されるという考え方で、 $ETC=(BAC-EV)/CPI$ で計算する。このほか、いろいろな対策を打つときの ETC はそれぞれ計算方法が異なる。

ETC が決まれば、完成時予測コスト EAC (Estimate At Complete) は、 $EAC=AC+ETC$ で計算できる。また完成時に当初予定とどれだけ差がでるかを示す

第6章 プロジェクトの実行と監視

完成時差異は、 $VAC=BAC-EAC$ と計算できる。

- ETC (Estimate to Complete) 今後必要予測コスト (計算値)
これまでの効率は特殊なものでこれからは予定の効率で進むとするとき
 $ETC=BAC-EV$
これまでの効率が今後も継続すると考えられるとき
 $ETC=(BAC-EV)/CPI$
これからは新たな方法で進めるとき
 $ETC=$ (新たな予測コスト)
- EAC (Estimate At Completion) 完成予測コスト (計算値)
 $EAC=AC+ETC$
- VAC (Variance at Completion) 完成時差異 (計算値)
 $VAC=BAC-EAC$

(4) EVM 指標の収集方法

EVM を実施するためには、PV、AC、EV の 3 つの指標を、期間ごとに収集する必要がある。ここではその指標の収集方法として、一般的にプロジェクトのスケジュール管理で用いられているガントチャートを使う方法を紹介する。

① PV の収集方法

PV はプロジェクトの予定コストの累積値である。プロジェクトの計画が確定した時点でこの予定コストも確定する。計測の方法は、ガントチャートなど時間軸を持つスケジュールチャートにアクティビティを並べ、各アクティビティに必要なコストを時間単位で集約して累積値として表すことで得る事ができる。PV の値はコストベースラインということも言える。EVM ではこの値は予定コストであると同時に予定した出来高を表す数字でもある。

② AC の収集方法

AC はプロジェクトに実際にかかったコストである。その収集方法にはいくつかの方法がある。プロジェクトにおいて各アクティビティ別に厳密にかかったコストを収集している場合は、単純にその値を月や週などの時間軸の単位で累積していけば収集できる。アクティビティ別のコストを厳密に収集していないようなプロジェクトにおいては、企業の会計システムなどからそのプロジェクトとして計上されたコストを使用することも可能である。ただしこの場合は各アクティビティの予定コストを集約したものが会計システムで得られるプロジェクトコストと比較できるものでなければならない。

また、コストの大半が人件費となるプロジェクトも多く、その場合非常に簡単なコストの扱い方として、投入した要員の工数から原価を計算したり、工数そのものをコストの代わりに使用したりすることもある。

第6章 プロジェクトの実行と監視

さらに、請負契約で発注した場合などは、実コストの把握ができないので、定額の請負金額を期間に案分して計上することも可能である。

③ EVの収集方法

EVMでの出来高EVの考え方は、終了したアクティビティの予定コストを出来高として計上するというものである。したがってプロジェクトのコストはアクティビティ単位で計画しておく必要がある。終了したアクティビティはその予定コストを計上すればよいが、仕掛中のアクティビティについて出来高をいくら計上するかについては次のようなルールがある。

- **パーセント法**：各アクティビティの作業の進捗率をパーセントで把握し、予定コストのうちそのパーセント分を計上する方法。
- **0-100法**：各アクティビティが開始しただけでは計上せず、終了したらその予定コストを計上する方法。
- **50-100法**：各アクティビティが開始した時点でそのコストの50%を出来高として計上し、そのアクティビティが終了した時点で残りの50%を計上する方法。
- **マイルストーン法**：アクティビティの中に、幾つかのマイルストーンとそのマイルストーンの到達で何%計上するかを前もって決めておく方法。

(5) ガントチャートによるEVMの指標計算例

図6.3.7はアーンドバリューの具体的な例である。このプロジェクトはA、B、C、D、E、Fの6つの作業から成り立っており、ガントチャートを利用して実績管理をしている。ガントチャートの上段のバーが各作業の予定期間を表し、その中に記入されている数字が予定コストである。下段のバーは作業の実績期間を示し、中に記載された数字はその作業を行うのに使用された実績コストである。現時点の予定では、作業Aが終了し、BとDが実行中のはずである。しかし、実績はAとDが終了、Eが実行中となっている。

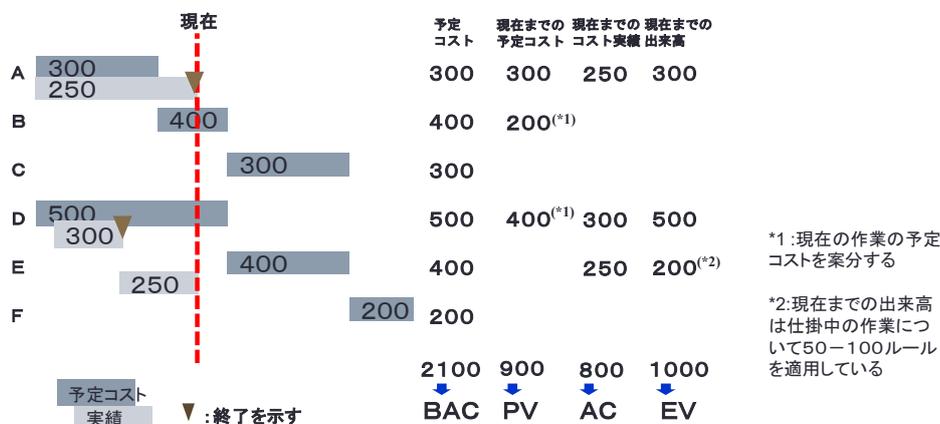


図 6.3.7 WBSによるアーンドバリュー計上方法

第6章 プロジェクトの実行と監視

現在までの予定コスト PV は終了予定であった A の 300 と実行中の予定である B、D の現在までの予定コストを案分して求めた 200 と 400 を集計して 900 と計算できる。現在までの実績コスト AC は、A、D、E にそれぞれ 250、300、250 と計上されているので、合計 800 となる。そして、現在までの出来高 EV は、終了した A と D の予定コスト 300 と 500、および仕掛中の E は予定コストの半分の 200 を計上し合計 1000 と計算できる。仕掛中の作業の出来高は、ここでは 50-100 ルールを適用し作業の開始で予定コストの半分を計上し、終了すれば残りの半分を計上する方法を適用している。

(6) EVM 指標のまとめ

EVM で良く使われる管理指標を一つのグラフに表すと図 6.3.8 のようになる。プロジェクトの予定コスト PV は S 字カーブを描き、プロジェクト終了予定時の PV は完成時の総予算 BAC を表している。コスト差異 CV は報告時点の EV から AC を引いた値、スケジュール差異 SV は EV から PV を引いた値である。どちらもプラスが良いことを表している。

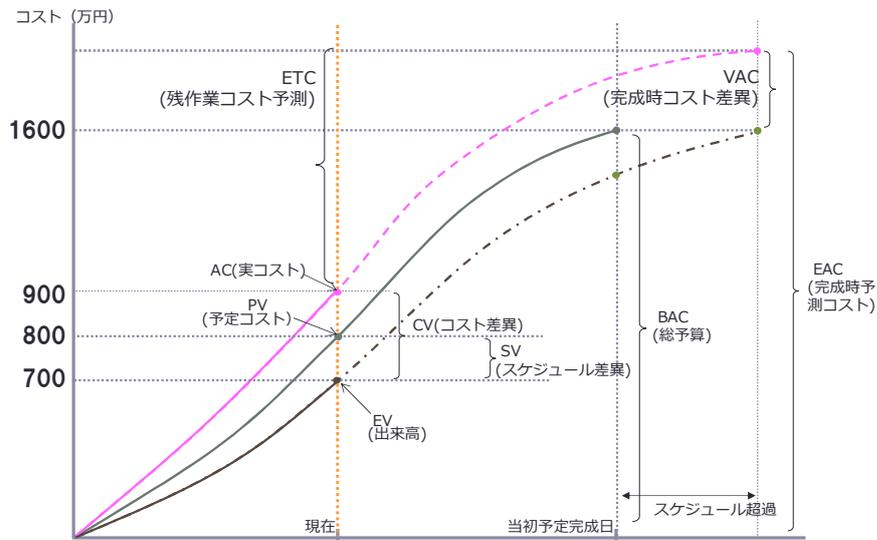


図 6.3.8 EVM 指標のまとめ

あとは、ETC はこのままいくとあとどれだけコストが必要かという値で、今後は予定通りのパフォーマンスで実行される場合、 $ETC = BAC - EV$ で表される。またこれまでの作業効率が最後まで継続するときは、 $ETC = (BAC - EV) / CPI$ となる。ETC が計算できれば完成時コスト $EAC = AC + ETC$ で計算できる。

図 6.3.8 で具体的に考えてみよう。現在の予定コスト PV=800 万円に対して実コスト AC は 900 万円、出来高 EV は 700 万円を示している。したがってコスト差異 CV=-200 万円となり、コストが 200 万円オーバーしていることを表している。さらに

第6章 プロジェクトの実行と監視

スケジュール差異 $SV = -100$ 万円であり予定の完成が 100 遅れていることを示している。総コストは 1600 の予定で、現在までの出来高 $EV = 700$ 万円であるから、残作業は $1600 - 700 = 900$ 万円となる。これは予定した作業のパフォーマンスができればコスト 900 で可能な作業なので残作業コスト予測 $ETC = 900$ 万円となる。これまでに使用した実コストは $AC = 900$ 万円なので場合完成時の予測コスト $EAC = 900 + 900 = 1800$ 万円となる。今後の作業パフォーマンスがこれまでパフォーマンス ($CPI = 700/900 = 0.78$) を継続するとすれば、900 万円の残作業を行うには残作業予測コスト $ETC = 900/0.78 = 1157$ 万円となり、完成時予測コスト $EAC = 900 + 1157 = 2057$ 万円と計算できる。

(7) EVM を利用する上での注意点

EVM はプロジェクトの進捗管理のツールとして、スコープ、スケジュール、コストを総合的に管理できることから、非常に優れたものではあるが、いくつか注意すべきところもあるので、その特性を十分に理解して活用しなければならない。

注意点の主なものとして、以下のものがある。

- ① EVM はスケジュールの進捗を作業の予定コストを積算する方式のため、クリティカルパスを考慮することができない。たとえば、クリティカルパス上の作業が遅れていても、クリティカルパスではない作業を早めに終わると、EV の値が良く見えてしまう。
- ② プロジェクト開始時や終了時の作業数が少ないと、進捗の指数があまり進まなかったり、明確な差異が現れなかったりすることがある。プロジェクト開始時や終了時は EVM の指標だけでなく、他の管理指標も利用する必要がある。
- ③ AC の値がタイムリーに取得することができないプロジェクトも存在する。コストは原価管理処理が終了し翌月になって集計されたり、プロジェクト毎のコストを把握できていなかったりする場合もある。ただし、プロジェクト毎に要員の投入数をコストの代わりに利用したり、簡易的な方法でコストを計上したりすることも行われている。
- ④ 仕掛作業の完了について、どこまで完了コストに組み込むか基準が不明確である。仕掛中の作業の EV の計上の方法について、プロジェクト計画できちんと確認しておく必要がある。
- ⑤ 請負企業が EVM で管理するとき、発注者に対してコストが見えてしまう問題がある。このような場合は、請負契約で発注した場合の発注者の視点ではコストは契約で同意したコストをプロジェクト期間で案分して計上したり、支払月にまとめて計上したりする方法もある。

6.4 変更管理

プロジェクトマネジメントの基本は、スコープ、スケジュール、コストのベースライン（承認された計画値）を守るように監視し対応策を打つことである。対応策としては、できるだけベースラインに近づけるような修正措置や予防措置を実施することもある。場合によってはベースラインを変更することも必要になる。ただし、いったん決定し承認されたベースラインは安易に変更することはできない。このような状況下で必要な変更は直ちに行い、不必要な変更はできるだけ行わないようにする仕組みが変更管理である。

変更管理は、変更要求を受け付け承認するかしないかを管理することが基本であるが、会社間の契約に基づいてプロジェクトを実行する場合は、契約の変更が必要になることもある。また、変更管理には単にプロジェクト実施中の変更作業を監視する変更管理作業も存在する。これは一旦作成したプロジェクトの成果物を、必要に応じて変更する場合プロジェクト全体に影響がないようにきちんとした仕組みのもとで行うものである。

ベースラインの変更を伴う変更管理は、変更管理委員会（CCB: Change Control Board）と呼ばれるベースラインに対する責任や権限を持つチームによって承認される。

6.4.1 変更管理の必要性

プロジェクトの基本的な考え方は、計画を立てそれに従ってプロジェクトを進めることである。しかし、最初に立てた計画の変更が必要になることもある。そこで、不必要な変更は排除し、必要な変更を受け入れる仕組みが重要になる。この仕組みが変更管理である。

プロジェクト管理においては一旦承認されたことを変更したい場合、必ず変更要求を起票することを徹底する必要がある。計画が変更されると、スコープ、コスト、スケジュール、品質、プロジェクトチームの組織など、様々なものに影響が及ぶ。プロジェクトマネージャーは、一旦計画されたスコープ、スケジュール、コスト、品質などが計画どおりに維持できるようプロジェクトを進める必要がある。

変更が管理されず、変更が際限なく実施されることはスコープクリープと呼ばれ避けるべきこととされている。不必要な変更要求はきちんと排除し、必要な変更を受け入れられるような変更管理の仕組みと体制が重要となる。

6.4.2 変更要求とは

次の図 6.4.1 は変更要求のイメージである。プロジェクトは常に予定と実績を対比しながら実施されるが、実績がベースラインよりかい離れた、あるいはかい離が予測される場合に、その解決を求めて変更要求が起票される。変更要求に基づき解決案を考

第6章 プロジェクトの実行と監視

えなければならないが、解決策には是正作業や予防処置によって実績をベースラインに戻そうとするものと、計画されたベースラインそのものを変更してしまうものとに分けられる。前者の場合は変更管理の承認プロセスは必要なく、その問題の重要度により、プロジェクトマネジャーが解決案の実施の可否を判断し実施しなければならない。後者の場合は計画を変える必要があり、変更管理プロセスによって承認された場合に実施される。

このように変更要求の中には、是正、予防、修正などの、プロジェクトマネジャーの判断ですぐに行うべきものと、変更管理プロセスにより承認を得てベースラインを変更するものがある。

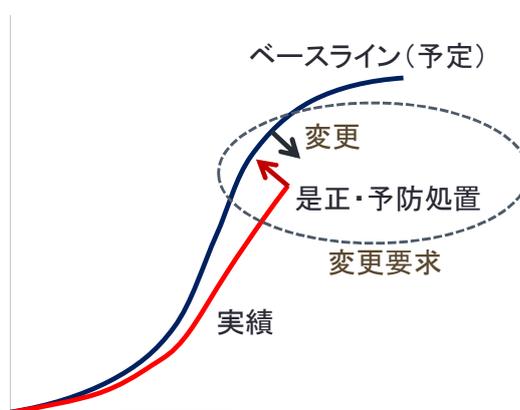


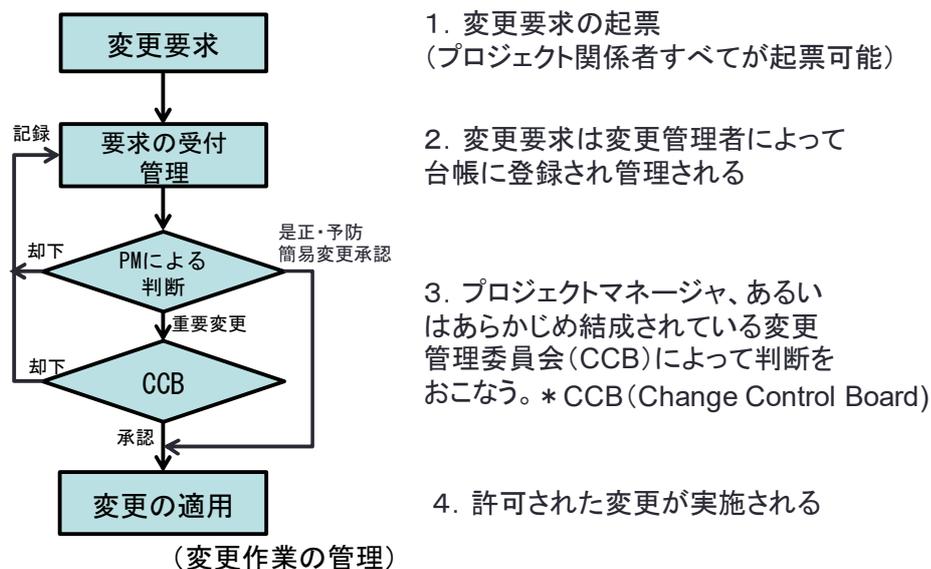
図 6.4.1 変更要求のイメージ

6.4.3 変更管理

変更管理プロセスは、必要な変更を効率よく処理して不要な変更は安易に行わないために、変更要求の起票から変更が実施されるまでの処理をまとめたものである。

(1) 変更管理プロセス

変更管理の考え方についてそのイメージを図 6.4.2 に示す。



1. 変更要求の起票
(プロジェクト関係者すべてが起票可能)

2. 変更要求は変更管理者によって
台帳に登録され管理される

3. プロジェクトマネージャ、あるいはあらかじめ結成されている変更管理委員会(CCB)によって判断をおこなう。* CCB(Change Control Board)

4. 許可された変更が実施される

図 6.4.2 変更管理の考え方

(2) 変更管理手順の事例

次に変更管理手順の具体例を示す。

まず、変更要求票をその変更の要求者が記載する。変更要求票は、変更管理担当者によって台帳に登録され、変更管理番号が発番される。変更管理者は、その変更を行うとしたときの技術的なアセスメントを、変更実施者あるいは変更内容が分かる技術者に依頼する。CCB は変更要求者の記載した変更を行う必要性と、変更実施者が検討した実施の可能性などを考慮し、変更の是非を決定する。

変更が却下されたら、変更管理者は変更管理台帳に記載し変更要求者にも伝える。変更要求が承認された場合でも直ぐに実施すべきものと一旦変更実施待ちになるものとに分類する。どちらにしても、実施担当者によって実施の計画が作られる。そして、適切な実施可能時期に、実施担当者により変更作業が行われる。

最終的に、変更要求者が結果を確認して、変更管理者によってこの変更のクローズ作業が行われる。

第6章 プロジェクトの実行と監視

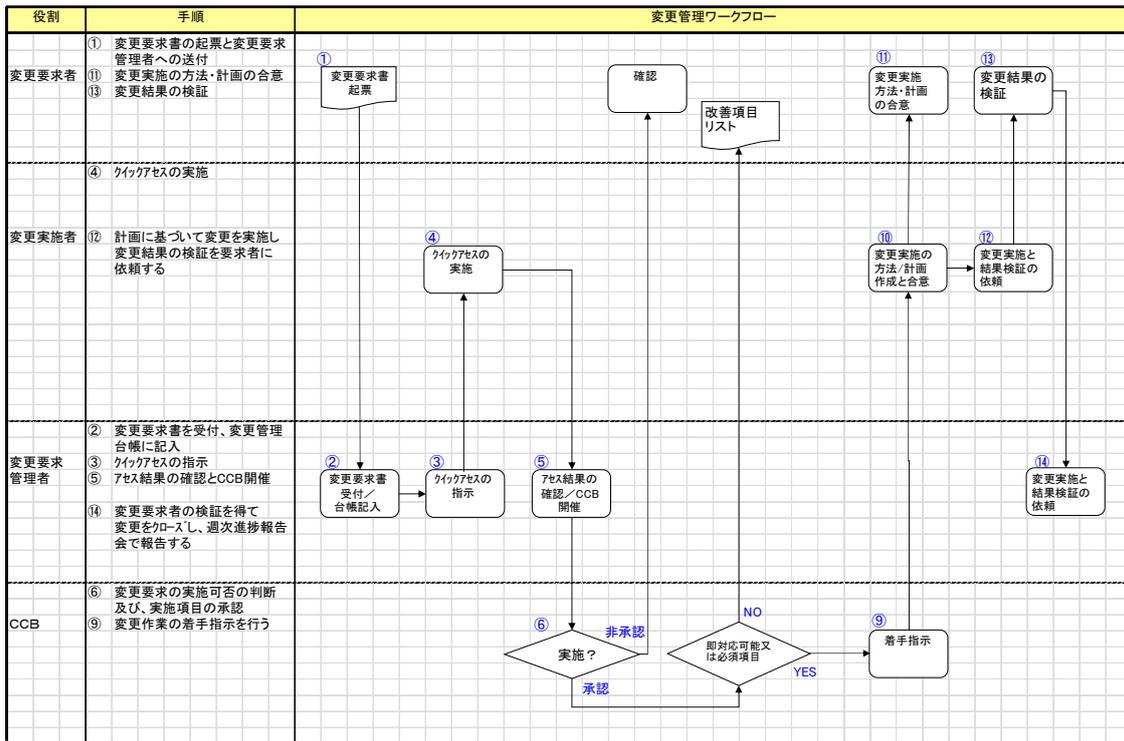


図 6.4.3 変更管理手順の事例

(3) 変更管理台帳の例

変更管理で使用される変更管理台帳の例を図 6.4.4 に示す。ここには要求内容と要求に対する対応案が併記され、CCB において、この表や変更要求表の記載をもとに変更の可否を判断する。変更管理台帳は、すべての変更要求を一元で管理するためのものである。台帳の 1 行が変更要求票 1 枚に相当し、変更管理担当者が責任を持って、タイムリーに台帳の更新を行う必要がある。

記載内容は、変更要求票の各項目になる。図 6.4.4 では、簡単に変更要求番号、関連サブシステム、変更要求名称(タイトル)、詳細内容、対応策、要求日、完了日、要求者などが例として書かれているが、変更管理責任者(あるいはプロジェクトマネージャー)が必要に応じて考える。

最近はデータベースや、エクセルなどで管理することが多いので、変更要求票を使わずに、この台帳の各行に直接記載することも行われている。その場合は、記載項目(列)の数が増えても、必要な項目のみ抽出して管理したり、印刷したりできる。

ここに紹介する変更要求票や変更管理台帳は、紙で作業を行うときのイメージなので、これらの基本を理解したうえで、プロジェクトで使用するツールにあった管理項目や手順を考える必要がある。

第6章 プロジェクトの実行と監視

変更管理台帳											
変更要求番号	変更要求者				変更分析者				変更管理者		
	対象	要求内容	要求者	希望日	分析内容	対応案	分析責任者	分析日	CCB開催日	CCB判断	備考

図 6.4.4 変更管理台帳の例

6.4.4 変更管理委員会（CCB：Change Control Board）

変更管理委員会（CCB）とは、変更要求を審査しマネジメントの視点や技術的な視点で承認できるか判断する委員会である。基本的に CCB はプロジェクトチームの外にあり、プロジェクトのコストやスケジュールなどに対するの権限を持つ組織である。技術的な変更の可能性やコストの増加などについてプロジェクト内の専門家の意見も取り入れながら判断する。技術的な検討や実現可能性など判断をする際、プロジェクトチームだけでなく外部の専門家に意見を聞くこともある。技術的な判断に対してアドバイスする専門家チームは変更諮問委員会（CAB：Change Advisory Board）と呼ばれ、CCB とともに変更管理プロセスの重要な役割を担う。

変更管理委員会の役割は、プロジェクト活動において不要な変更を安易に行わないようにすることと、そうすることによって必要な変更はタイムリーに実施できるようにすることである。そのため、変更要求が起票されるたびに実施されるものではなく、定期的に複数の変更要求をまとめて総合的に行われることが多い。このような場合、緊急の変更要求に対してはプロジェクトチームにおいて判断し実施できるような仕組みも必要である。

6.4.5 構成管理としての変更管理

変更管理プロセスには大きく、計画で確定したベースラインの変更を承認する変更管理プロセスと、システムの構成を変更するプロセスを管理する変更管理プロセスが存在する。前者は、CCB による変更承認を行うプロセスであるのに対し、後者はベースラインに対する変更ではなく、プロジェクトの成果物の構成を変更するものである。したがって後者は、CCB などによるマネジメントの承認の有る無しにかかわらず、プロジェクト作業中に中間成果物や最終成果物の構成を変更することを管理するものである。

第6章 プロジェクトの実行と監視

このような構成管理としての変更管理により、たとえば設計図と完成物の整合性を保証することができ、成果物の品質を高めることができる。また、チームによるプロジェクト活動の統制をとり、安易な構成変更によってプロジェクト全体の活動に影響を与えることを防ぐこともできる。

このような変更作業の管理を行うためには、プロジェクト活動における構成管理が正しく行われる必要がある。プロジェクト活動中に作成されるすべての成果物の構成情報を正しく記録し、たとえばドキュメント類のバージョン管理や、完成物の品番管理、設計変更プロセスなど、プロジェクトの特徴に合わせた管理活動が必要である。

一般に、変更の承認を行う変更管理プロセスは、最終的に構成変更を行う変更管理プロセスと統合されたプロセスになることが多い。このプロセスは、ベースラインの変更が承認されてプロジェクトの構成品が変更されるまでを管理するものであり、図 6.4.5 にその概要を示す。構成管理プロセスには、変更承認プロセスを伴わず、障害対応の修正活動などの結果実施されるものもある。

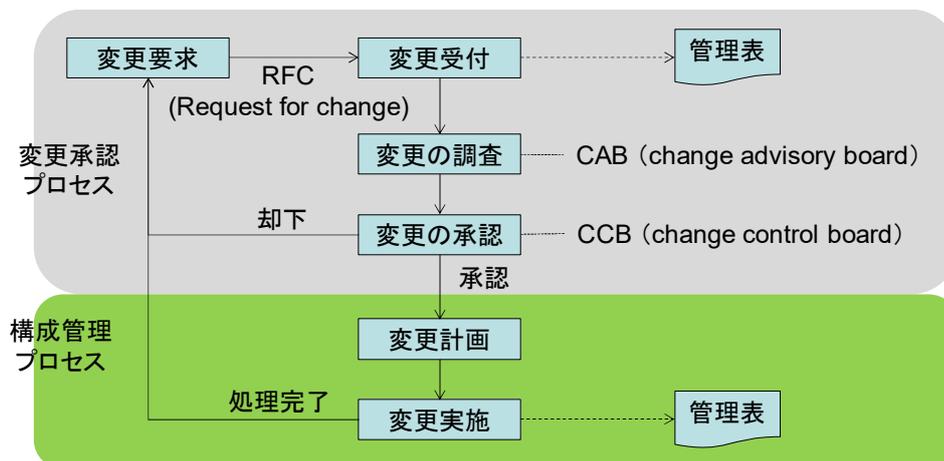


図 6.4.5 承認プロセス構成管理プロセスの統合

6.5 課題管理・リスク管理・問題管理

プロジェクトはスコープ、スケジュール、コストなどについて計画にしたがって管理を行うものである。しかしプロジェクトには計画にない現象も管理する必要がある。その主な項目として課題管理、リスク管理、問題管理がある、これらに共通していることは、事前に計画できるものではなくプロジェクトの実施中に突然現れるということである。

課題管理は、プロジェクト実行中に重点的に進捗を管理すべき事項を挙げたものである。リスク管理や問題管理と区別が難しい場合もあるが、リスクや問題の中で特に難しく重要なものを課題と定義する。課題と問題を区別せずに使用しているところもあるが、

第6章 プロジェクトの実行と監視

厳密には課題にはリスクなど問題ではないものも含まれる。

問題管理はその名の通り、プロジェクトで発生した問題（プロジェクトに不都合を及ぼす事象）を管理するものである。問題管理には、プロジェクト実行中に気が付いた問題を管理するもの以外に、ある特別な工程に絞って、その中で発見した障害を管理する障害管理的なものもある。この場合、前者は課題管理と同じように扱われ、後者は品質管理として実行されることもある。

リスク管理は、まだ問題とはなっていないが将来問題になる（悪い影響を与える）可能性がある事項について管理するものである。現在まだ起きていないということがポイントであり、それ以外の管理要素は課題管理や問題管理と同じものである。リスク管理は、リスク識別、分析、対応計画の3ステップが繰り返し実施される。

プロジェクトによっては課題管理、リスク管理、問題管理の3つを分けずに図 6.5.1 のように一覧表で管理する場合もある。

登録 No	課題・リスク・問題	内容	登録者	責任者	登録日	予定	完了日	備考

図 6.5.1 課題管理、リスク管理、問題管理を一つの図で表すもの

6.5.1 課題管理

プロジェクトの実行中に、プロジェクトマネージャーや関連するチームメンバーが、意識してその解決を図る必要のある事象を課題という。課題は、問題やリスクと厳密な区別は行われずに両者を含めることもある。一般に課題には、プロジェクト全体に良い事象をもたらすもの、あるいは悪い事象を回避するためのものが存在する。

課題管理において重要なことは、その課題の解決責任者と解決予定日を明確にして、重要度や緊急度を考慮しながら計画的に実施することである。課題管理をうまく回していくためには、解決が難しいものやあまりその成果が望めないものは、こまめにクローズすることも必要である。

第6章 プロジェクトの実行と監視

課題管理表								
No	発生日	内容	優先度	区分	対応策	担当	期限	状況
1	2016/12/8	円高により資材の仕入れが高騰	中	調達	調達先の変更、あるいは予備費の使用	XXX	2017/1/15	未着手
2	2016/12/9	一部の部品に欠陥が見つかった	高	品質	すべての部品を再チェックを行う	YYY	2016/12/10	完了
3	2016/12/10	組み立て工程で複数の要員が風邪で休暇	低	人的資源	品質管理部から要員を投入	ZZZ	2016/12/10	着手

図 6.5.2 課題管理表

6.5.2 リスク管理

リスク管理は 5.8「リスクマネジメント計画」のリスク管理計画において説明しているが、その基本は、リスク識別、リスク分析、リスク対応計画を繰り返すことである。プロジェクトの実行中に新たなリスクを発見した場合は、まずリスク管理表（リスク登録簿ともいう）に登録し、続いてリスク管理会議など定期的にリスク管理表全体を分析してリスクの優先度を定める。その際、先に分析済みのリスクも状況が変わっている可能性があり、原則として全リスクを見直す必要がある。そして優先度が高いとされたリスクに対して対応計画を実施する。これらの作業はリスクが顕在化する前に行うものであるというのがポイントである。リスクが顕在化してしまったら問題管理の対象となる。

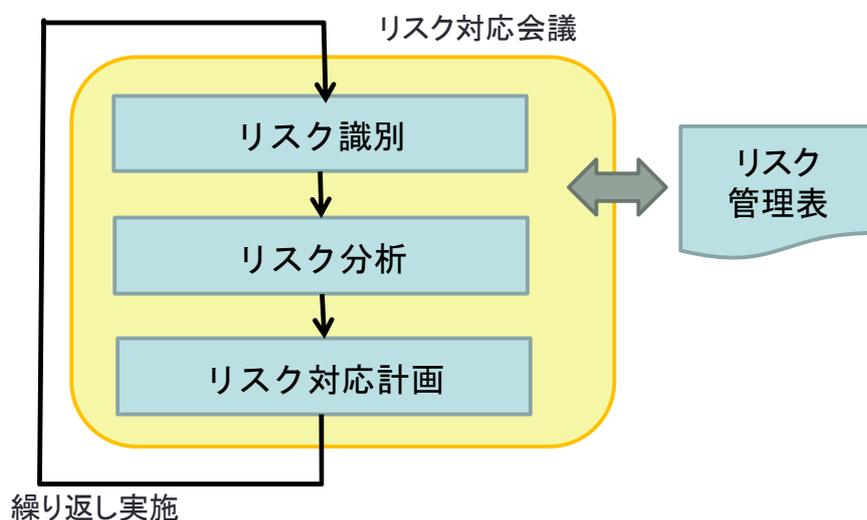


図 6.5.3 実行時のリスク管理

これらのリスク管理プロセスを実施する際にリスク管理表が重要な役割をする。リスクの登録から対応策を打ってリスクが解消するまでを、その進捗も含め管理表で管

第6章 プロジェクトの実行と監視

理する。

また、運用モードでのリスク管理は、このようなサイクルをどのタイミングで行うのかも重要なことである。通常は定例のプロジェクト会議の中でリスク管理を行うが、プロジェクトによっては必要に応じて別にリスク管理会議を開催することもある。

No	登録日	内容	発生確率	影響度	重要度	緊急度	区分	対応策	担当	期限	状況
1	2016/12/16	台風の影響で業者からの納品が遅れる可能性がある	3	4	高	高	調達	事前に余裕を持って調達する(回避)	XXX	2017/12/17	済
2	2016/12/17	コスト削減が要求される可能性がある	2	5	中	低	コスト	コンティンジェンシー予備の残高を確認し、不足であればコスト変更要求を提出する(回避)	YYY	2016/12/10	着手
3	2016/12/17	インフルエンザの流行で作業員がフックする可能性がある	3	3	低	中	人的資源	予防接種をおこなう(削減)	ZZZ	2016/12/10	着手

図 6.5.4 リスク管理表の例

また、実行時のリスク対応策は事前に計画されたものではないので、その予算はコンティンジェンシー予備費を使うことになる。コンティンジェンシー予備費の残額については常に監視しておき、不足が予想されたなら、コスト増加の変更要求を起票し予算を確保しておく必要がある。また、コンティンジェンシー予備費が不足した場合、プロジェクトのオーナーが持っているマネジメント予備費を使用する場合がある。

6.5.3 問題管理

問題管理とは、プロジェクトメンバー、調達先企業責任者、ユーザなどから提起された問題を取り上げ、内容を分析・評価し、対策を考えてそれを実行し、結果を追跡するプロセスである。

(1) 問題とは

問題管理が対象とする問題とはプロジェクトに不都合を与える事象のことであり、次のようなものが考えられる。

- ① リスクが顕在化したもの
- ② 成果物の欠陥や不良
- ③ 仕様や設計書の不整合
- ④ プロジェクトの実行の妨げになる事象

プロジェクトの実行中には、あらゆるところで問題が発生し提起される。それぞれの問題を、登録し、分析し、対応策をとり、その結果を確認するといった一連の

第6章 プロジェクトの実行と監視

プロセスを正しく行う手順を定めその手順通りに作業を進めることが必要である。問題に対する作業は当初予定されていない作業量となることが多いので、コスト、スケジュール、スコープの観点からも適正な対応が必要になる。

(2) 問題管理手順とは

問題管理の基本的な手順は次のようになる。

① 問題の提起

問題の発生に気が付いたメンバーが、問題の登録票を使って問題を提起する。わかる範囲で、影響の大きさや提案する対応策、希望する問題対応期限なども記載する。

② 問題の評価

続いて、問題対応者が、提起された問題の信ぴょう性や、重要度、あるいは計画変更したほうが良いか、さらに責任者を誰にするかなどを調査検討する。

③ 問題対応策と実施

重要な問題、緊急度が高いと判断された問題に対して、担当者を決め対応策の策定と、その実施を行う。問題対応策の実施に時間がかかる場合は、途中の進捗状況を報告するような仕組みが望ましい。

④ 問題の分析と横展開

問題対応で重要なことは、対応策を実施してその事象に対する問題は修復しても、発生した問題についてさらに分析し、同様の問題の未然防止や、根本的な原因の追究を行う事が重要である。

(3) 問題管理手順の事例

図 6.5.5 は、問題管理手順の事例である。

まず、問題を発見した人が、「問題報告書」を起票し、問題管理者に送る。問題管理者は直ちに問題管理表に問題を登録し問題管理番号を発番する。問題管理者は問題判別者に問題のアセスメントを依頼する。問題判別者のアセスメント結果をもとに、問題管理者あるいはプロジェクトマネジャーが対応すべき問題であるか判断する。対応すべき問題であれば問題対応の実施者が、問題対応計画を作成し、その計画にしたがって問題の修復を行う。対応が終った問題は、問題の提起者によって問題解決の確認が取れ次第問題管理表のステータスを解決にする。

このような一連の流れによって処理される問題は、定期的に進捗管理会議などで報告する。

第6章 プロジェクトの実行と監視

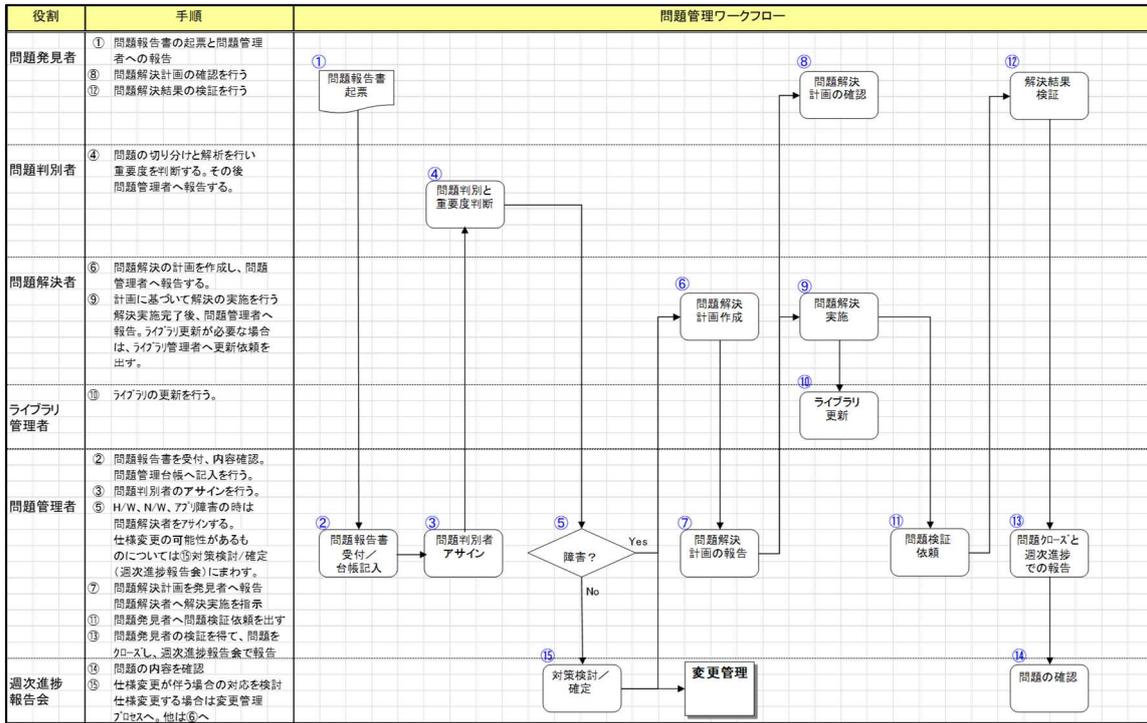


図 6.5.5 問題管理プロセスの例

6.6 品質管理

品質管理とは、計画フェーズで決めた品質管理基準に対して達成度合いを調査し、必要であれば是正、予防措置を実施する一連の管理作業のことである。

品質の測定・評価はアクティビティの終了検定とは異なるものであり、品質を確認するだけのアクティビティも存在する。品質を確認するタイミングとしては、フェーズの終了時が多く、品質基準の達成はフェーズの終了条件の一つとしても使用される。また品質の確認は、プロジェクトチーム内に専任チームを設置して行うこともあればプロジェクト外部の専門チームで行うこともある。PMOのような組織がある場合は、企業全体での標準的な品質管理基準を設置し、個別のプロジェクトの品質を管理する場合もある。

品質の分析は、製造業をはじめとして多くの業界で古くから行われてきたが、その分析のツールとしてQC7つ道具がよく使われている。この手法は1980年代に日本で開発されたもので、統計学の専門知識を持っていなくても、品質管理の分析手法を簡単に使えるようにしたもので、プロジェクトマネジメントにおいても品質管理に有効なツールである。

第6章 プロジェクトの実行と監視

6.6.1 実行時の品質管理とは

実行時の品質管理とは、プロジェクトの実行時に、プロジェクト品質管理計画に基づいて、成果物の品質達成度合いを測定・評価して、達成度合いが悪いときには是正、予防措置を実施する一連の管理作業のことである。その活動は大きく品質保証と品質管理に分けることができる。品質保証は品質を作りこむためのプロセスをより良いものにするための活動である。繰り返し生産を行うような定常業務型であれば、作業結果をプロセスにフィードバックしプロセスの改善へ結び付けることができる。しかし、プロジェクトは1回限りの作業であるので、フィードバックは同類の次のプロジェクトに対して行われることが多い。プロジェクト終了時に集められた教訓などは、プロジェクトマネジャーの次の業務に引き継がれたり、企業の複数のプロジェクトの支援を行うPMO組織に対して、プロジェクト標準の策定へのヒントとして引き渡されたりする。また、品質監査は品質保証が正しく行われているかを監査するツールである。

品質管理は、プロジェクトの作業結果、成果物が基準値以内に収まっているかを検査し、収まっていないものを排除することで品質を高めるものである。品質管理はプロジェクトの終結時はもちろん、実行中の主要な要素成果物の完成ごとにも実施されるものである。

(1) 品質管理の基本ステップ

品質管理の基本的な実施ステップは次のとおりである。これらの作業は品質基準を満たしているかを確認する作業と、品質上の問題点がなにかを分析し対応策を考える作業から構成される。

- 品質レベルの測定
- ↓
- 品質レベルの評価
- ↓
- 品質課題の識別
- ↓
- 品質レベルの修正措置

(2) 品質分析のツール

品質分析の方法は、便利で効果的なツールや技法がいろいろと研究されている。これらは長く製造業などで統計的手法として発達してきたものであり、工場などで製品を量産しているところに適している。独自のものを一度だけ作成するというプロジェクトマネジメントには必ずしもそのまま適用できるものではない。しかし、その考え方や手法には、多くの分析者のノウハウが組み込まれており、プロジェクト

第6章 プロジェクトの実行と監視

ト活動に取り入れることができるものも多い。特にQC7つ道具は、統計学的な専門知識を必要とせず、誰でも容易に分析活動を行うことができる手法として知られており、プロジェクト活動においても活用可能なものである。

QC7つ道具とは、古くから研究され実施されてきた統計的分析手法を、1980年代の日本の製造業で使いやすく整理したものである。当初考えられたものは特性要因図、管理図、ヒストグラム、パレート図、散布図、チェックシート、層別の7つであったが、その後ランチャートとフローチャートなども追加されている。

プロジェクト管理には、これらの7つ道具以外にも、基本的なデータの集計やグラフ作成の能力も必要である。

以下QC7つ道具を順に説明する。

① 特性要因図

特性要因図は、ある特性（結果や問題）に対してその要因（原因）となる事象を、カテゴリ別に分類し樹木図的に記述する方法である。図6.6.1に示すように魚の骨のような形をしていることから「魚の骨図」とも呼ばれている。物事の結果に対して、その原因をチームなどで整理し、議論するときに有効な手法である。

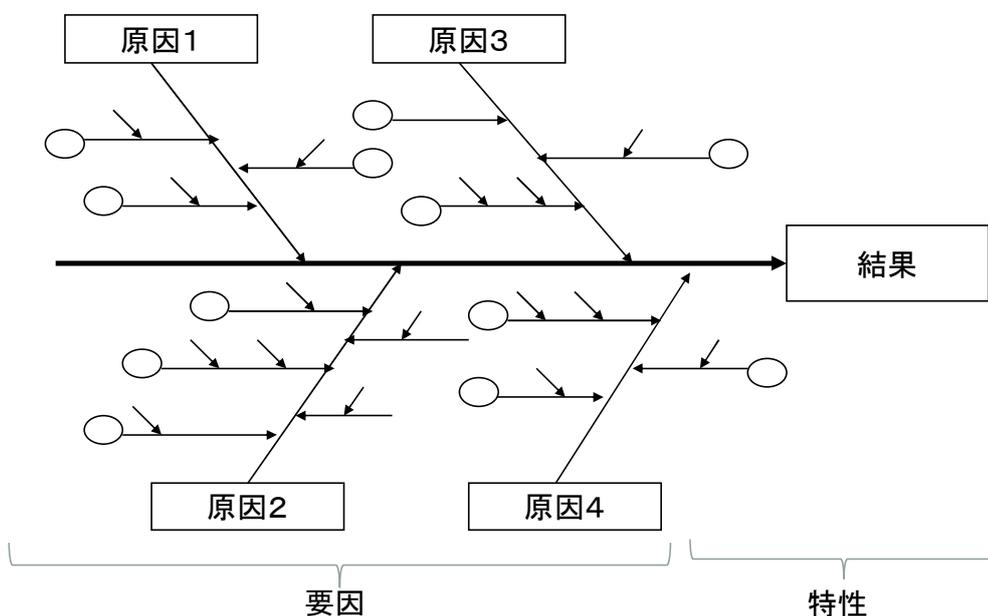


図 6.6.1 特性要因図

② 管理図

管理図は、データを継続的に測定し折れ線グラフで表示するものである。基準値 (CL : Center Line) を中心に上方管理限界線 (UCL : Upper Control limit) と下

第6章 プロジェクトの実行と監視

方管理限界線 (LCL: Lower Control Limit)を引き、測定値がその中に納まっているか、あるいは値に偏りはないかなどを確認する。他のツールのほとんどが作業の結果を分析するのに対して、特性要因図は傾向や将来予測ができるツールである。管理図の計測値の位置やグラフの形から、アウト (管理限界を超えた値)、連 (値が片側に連続して続くこと)、傾向 (値が連続して上昇あるいは下降すること)、周期性など様々な分析を行うことができる。

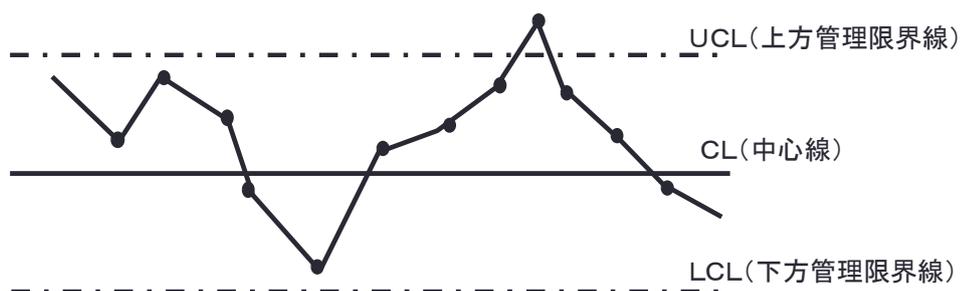


図 6.6.2 管理図

③ ヒストグラム

ヒストグラムは、度数分布表ともいい、ある範囲に入っているデータの個数を棒グラフで表すものである。グラフの形については統計学的に数多く研究されており、測定物の特徴や問題のパターンによっていろいろな傾向があることが研究されている。

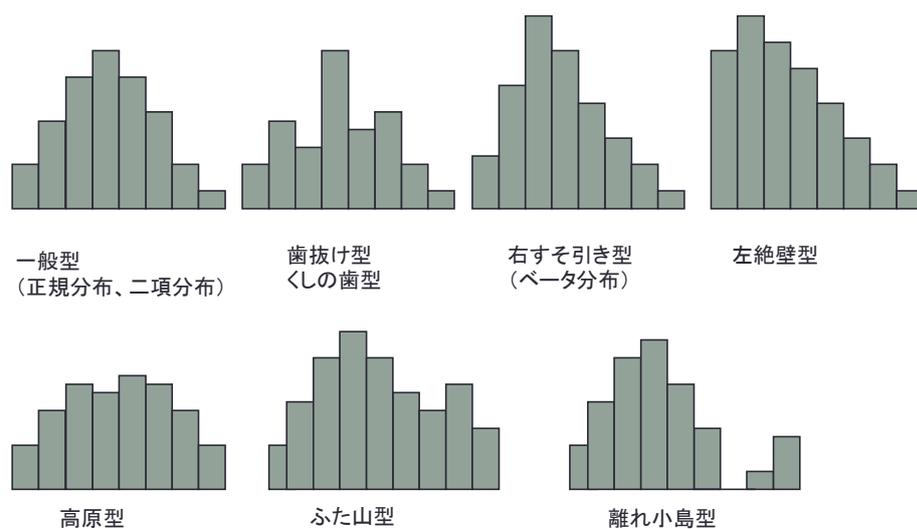


図 6.6.3 ヒストグラム

第6章 プロジェクトの実行と監視

④ パレート図

パレート図は、問題などの原因別に数を集計して多い順に棒グラフで並べ、同じグラフ上にその累積値の全体に対する割合を折れ線グラフで記述したものである。物事を重点指向でとらえるのに有効な手法である。パレート図の代わりに現在は度数の多いものから並べて円グラフにしたものが良く利用されている。図6.6.4はA、X、Bの3つの事象に対して対応すれば全体の80%を解決することができるということを表している。

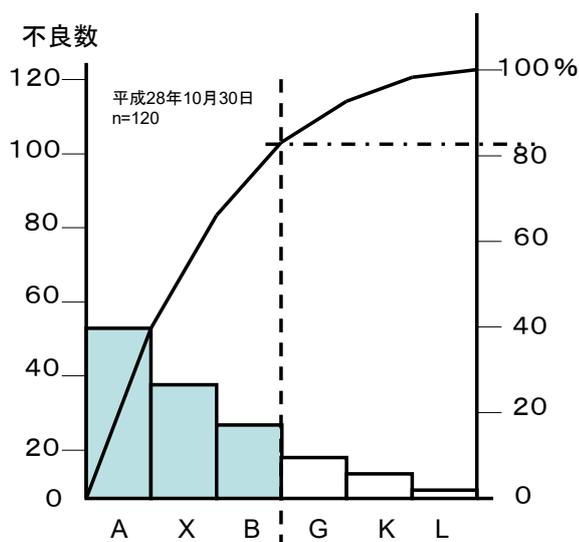


図 6.6.4 パレート図

⑤ 散布図

散布図は2つのペアとなる数字をx軸とy軸の二次元にプロットしたもので相関図ともいう。プロットした点の集まりの形が細く右上がりになると2つの数字に正の相関があり、右下がりになると負の相関がある。相関の形を統計学的に一次式やn次式で近似することも可能である。

ヒストグラムでの例

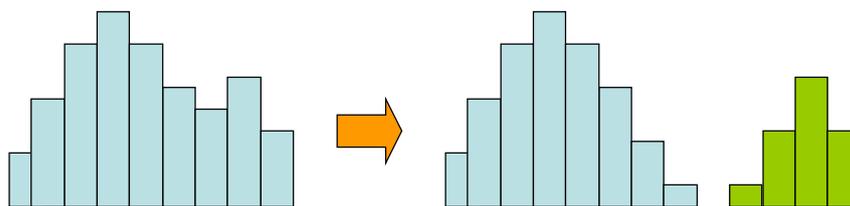


図 6.6.7 ヒストグラムでの層別の例

⑧ ランチャート

ランチャートとは、時系列的に計測した値を折れ線グラフでプロットしていくものである。管理図の一種とも言えるが、基準線や管理限界線はなく、計測値の時系列的な変化や季節トレンドなどが表現できるグラフである。図 6.6.8 は障害の報告件数を月ごとに表示したもので、3月と12月に多いという傾向があることがわかる。

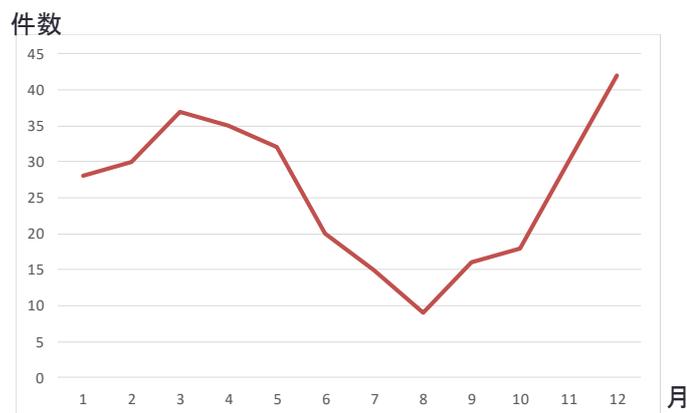


図 6.6.8 ランチャートの例

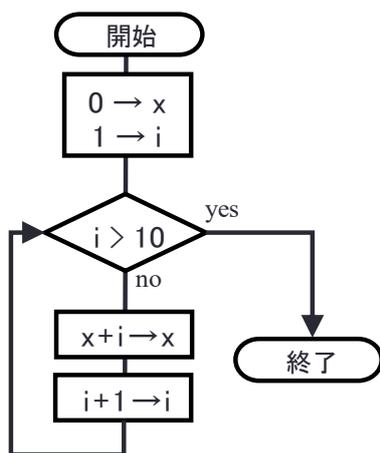
⑨ フローチャート

フローチャートは「システムにおける一つ以上のプロセスのインプット、プロセス、アクションおよびアウトプットを図の形式で表現したもの」と定義され情報処理の分野で使われてきたものであるが、プロセスマップとも呼ばれ業務手順を表すことにも広く応用されるようになった。(S) サプライヤー、(I) インプット、(P) プロセス、(O) アウトプット、(C) 顧客というバリューチェーンを示すS I P O Cモデルと組み合わせて全体的なプロセスの順序を表現するのに使われている。

第6章 プロジェクトの実行と監視

四角とか丸などのシンプルな図形と矢印で手順や処理を記述するものであるが、処理を四角で表し、判断と分岐はひし形で表すなど図形の使い方のルールを守ることで、チームメンバーが同じチャートを理解し議論できるという特徴がある。

システム・フローチャートの例



プロセス・フローチャートの例

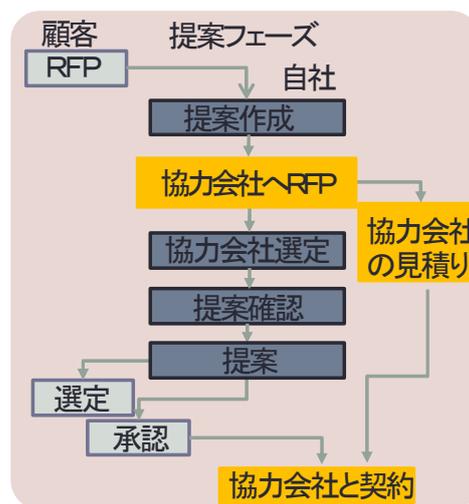


図 6.6.9 フローチャートの例

6.7 コミュニケーション管理

コミュニケーション管理の基本は、プロジェクトチーム内の連絡体制や文書標準、さらに基本的な会議体の取り決めである。これらはプロジェクト計画の一部として計画され、プロジェクトの実行の際は計画にしたがって実施されるものである。実行時に計画した方法では不具合がある場合は、変更管理の手続きにのっとりコミュニケーション計画を変更することも必要である。

実行時のコミュニケーション管理では、計画に従った実行や監視だけでなく、プロジェクトマネジメントと人間力を生かした、チームビルディング、コンフリクトマネジメント、動機づけ理論（マズロー、ハーツバーグ、デミング）なども求められる。

ここでは、後者の人間力を活かしたコミュニケーションに必要な項目について解説する。

6.7.1 チームビルディング（チーム育成）

プロジェクトはいろいろなバックグラウンドの要員がチームを作って一つの目標に向かうものである。したがってそのチーム作りはプロジェクトマネジャーの重要な職務といえる。プロジェクトマネジャーにとってチームビルディングに必要な能力とし

第6章 プロジェクトの実行と監視

では、人間関係のスキル、チーム形成活動、行動規範、表彰やトレーニングなどがある。

(1) 人間関係のスキル

人間関係のスキルは、プロジェクトマネジメントに必要な、リーダーシップ、チーム育成、動機づけ、コミュニケーション、影響力、意思決定、政治的活動と文化への認識、交渉、信頼関係の構築、コーチングなどが考えられる。チームメンバーの感情や行動を理解するなどにより、プロジェクト内の連携を良くすることが求められる。

(2) チーム形成活動

チーム形成活動は、チームが効率よく作業できるように育てていく活動である。チーム形成を表現するモデルとしてタックマンモデルが有名である。このモデルでは、成立期－動乱期－安定期－遂行期－解散期と進んでいく。

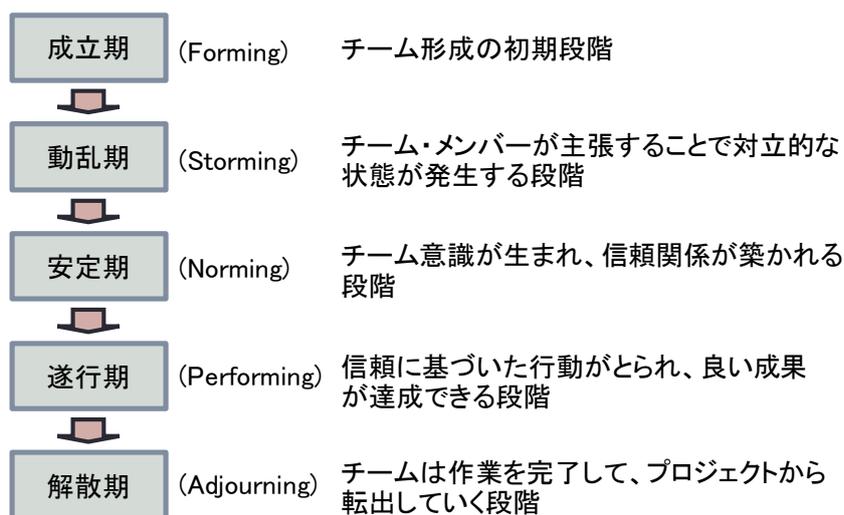


図 6.7.1 タックマンモデル

成立期は、チームが集まった初期段階で、チームが顔を合わせプロジェクトの内容と各個人の役割を確認する段階である。この段階ではメンバーはまだ協力的ではなく、個々に独立している。

動乱期は、チームメンバーがプロジェクトの作業に取り組みを始める時期である。まだ、お互いに対立し協力性も生まれていない。メンバーが異なる考えを受け入れないとチーム環境が悪くなり生産性も落ちることになる。

安定期になると、チームメンバーが一緒に仕事をすることに慣れ、チームのために自らの習慣や行動を調整したりすることで、チームメンバー間に徐々に信頼関係

第6章 プロジェクトの実行と監視

が築かれていく。

遂行期は、チームメンバーが信頼に基づいた行動をとり、チームが良く組織されたグループとして機能する時期である。この時期が最も良い成果が達成できる段階といえる。

解散期は、作業を完了しチームメンバーがプロジェクトから転出していく時期である。プロジェクトの完了にあわせ、チームメンバーがプロジェクトから離任していく。

(3) 行動規範

行動規範は、チームメンバーに対して容認できる行動や期待する行動を規定したものである。プロジェクトメンバーはこの規範を順守する必要がある。行動規範はプロジェクト憲章ともいえるが、プロジェクトマネジメントではプロジェクト憲章をプロジェクトの開始許可証という意味で使用している。

(4) 表彰やトレーニング

プロジェクトチーム形成には、チームメンバーに対して表彰やトレーニングを行い、個人のモチベーションや能力を高めることが重要である。ただし、企業やその地域の文化・風習などを十分考慮する必要がある。また、トレーニングは必ずしもそのプロジェクトに必要な知識でなくても、報奨としてメンバーに与えるものという考えもある。

6.7.2 コンフリクトマネジメント

コンフリクトマネジメントとはチームメンバー同士、あるいはチームと外部の誰かとコンフリクトが起きた場合、両者がどちらも満足できる(Win Win)対応を考えるものである。対応は、撤退や回避、鎮静や適応、妥協や和解、強制や指示、協力や問題解決に分類することができる。

撤退や回避は、どちらか一方が完全に議論から撤退する解決策である。対立を避けるために意に反してそれを避けるということであり、対立を避けたほうも避けられた方も満足しない解決策である。

鎮静や適応は、その対立が重要ではない、あるいは他の対立が解決している部分を強調して、その対立を残したままにすることである。これも根本的な解決はできておらず、両者が満足しない形といえる。

妥協や和解は、当事者が話しあい、お互いに譲歩した解決策を作成する方法である。かつては、妥協というのはいあまり良い解決方法とは説明されていなかったが、最近はある程度両者が満足できる解決法とされている。

強制や指示は、どちらかが強い権力を持っていて強制する解決法である。企業にお

第6章 プロジェクトの実行と監視

いては上司の指示や顧客の要請はこのタイプの解決方法になることがある。対応を急ぐものに対しては必要な解決方法ともいえる。ただし、これは典型的な Win-Lose の解決策である。

協力や問題解決は、両者で意見を出し合っ解決策を導くものである。異なる観点からの意見を取り込む態度や、協調性のある姿勢が求められる。これが最も良い Win-Win の解決策とも言われている。

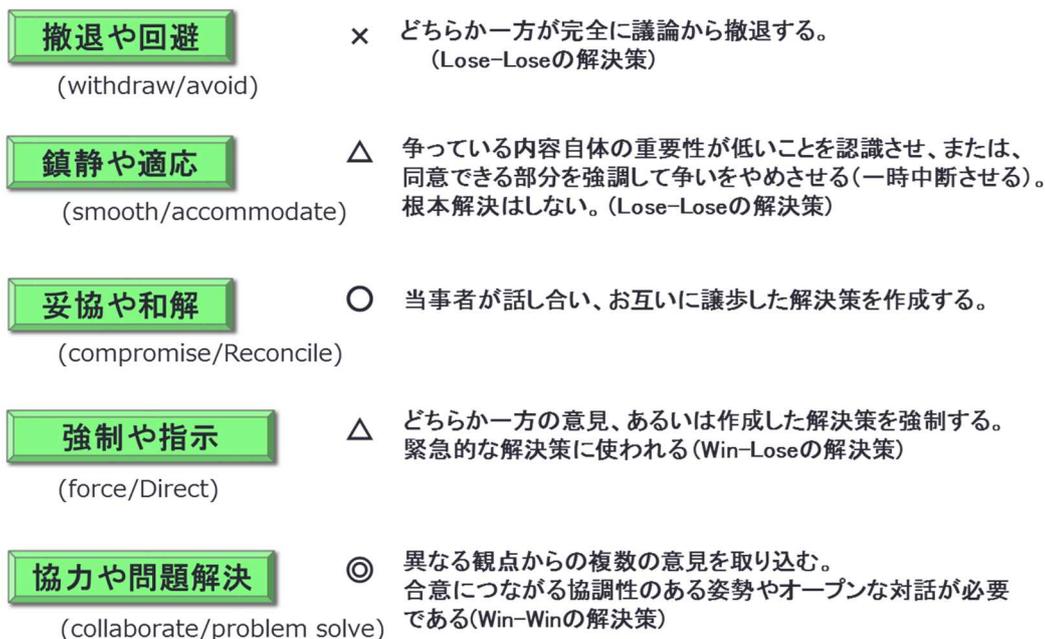


図 6.7.2 コンフリクトマネジメント

6.7.3 動機づけ理論

プロジェクトの実行において、メンバーのモチベーションを高め、チーム力を向上させることが求められる。そのためにはメンバーの心理的な欲求と、外部への行動目標を一致させることが必要であり、そのように仕向けることを動機づけという。

動機づけ理論は多くの心理学者やチームによって研究されており、マズローの欲求 5 段階説、ハーツバーグの衛星理論、マクレガーの XY 理論などが有名である。プロジェクトマネジャーはこのような理論について理解し、メンバーの意欲を高めプロジェクトチームのパフォーマンスを上げることが求められる。

(1) マズローの欲求 5 段階説

マズローの欲求 5 段階説は人の動機づけに関して、その人の置かれた立場によって 5 段階の欲求によって人のモチベーションが高まるとするものである。チームメン

第6章 プロジェクトの実行と監視

バーの士気を高めるには、それぞれの個人の段階に合わせた対応が必要とされる。

欲求5段階は以下のように説明されている。

人はまず生理的な欲求として、生命維持のための食欲や性欲、睡眠欲のために働くようにする。生理的欲求が満たされると、着るもの、住居など安全と治安に対する欲求のために活動する。安全の欲求が満たされると、どこかの組織に所属したいという社会的な欲求が芽生えてくる。さらに社会的欲求が満たされると、尊敬されたという自尊心の充足に対する欲求が生まれる。そして最後は自己実現に対する欲求によって達成感を得るようになる。



図 6.7.3 マズローの欲求5段階説

(2) ハーツバーグの衛生理論

ハーツバーグは、人の動機づけには衛生要因と動議づけ要因があるという説を唱えた。

衛生要因は、作業環境において、それがあっても満足感を感じないが、無いと不満足になるものである。たとえば、給与、処遇、環境、対人関係がこれにあたる。

動機要因は、普段無かったものがあるとき現れて満足感につながる要因である。たとえば、成長・向上する機会を与えられた、達成を認められた、高度で難しい仕事を任されたなどがある。

プロジェクトメンバーのモチベーション維持・向上のためにこの理論を活用することができる。

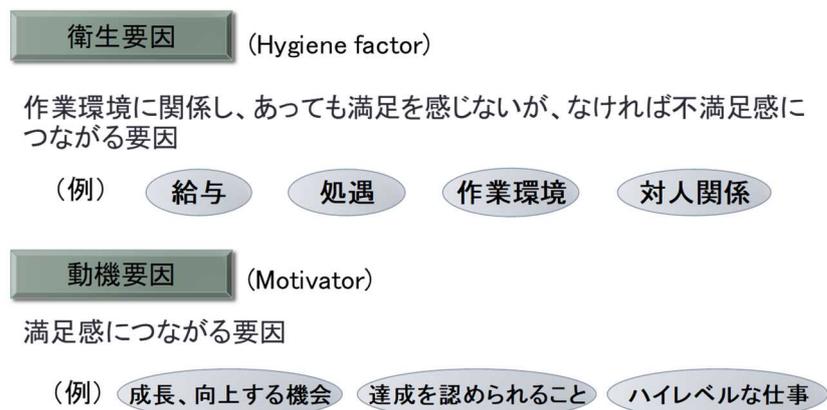


図 6.7.4 ハーツバーグの衛生理論

(3) ブルームの期待理論

ブルームの期待理論は、目標の達成期待度によってモチベーションが変化することを説明している。目標がどこまでやればよいかの限界値が明確で、どうすればよいのかの戦略が必要充分であり、達成した目標の成果が魅力的であれば、その目標に向かって動機づけされる。

期待目標は 2 段階あり、まず、目標を達成することが非常に魅力のあるものである場合、モチベーションが生まれる。そして第 2 段階目として、その目標値が戦略によって実現可能であると思ったとき、さらにモチベーションが高くなるというものである。

まず、魅力ある目標でないと人は動かず、そのうちにその目標が達成できそうもないと思うと目標を追いかけるのをやめてしまうという考え方である。

二段階期待

1 目標 (Goal) を実現することによって、魅力ある成果 (Reward) を期待

まず目標が明確でその成果に魅力があることで動機付けされる。
例: 全国大会優勝

2 戦略 (Efforts) によって、目標 (Goal) の実現を期待

次に、その目標を実現できる手段や戦略があり、実現の可能性が明確になることで、第2段階の動機付けになる。
例: トレーニングや地区大会の勝利で全国大会も夢ではないと感じる。

図 6.7.5 ブルームの期待理論

第6章 プロジェクトの実行と監視

(4) マクレガーのXY理論

マクレガーのXY理論は、人々は仕事が嫌いだから常に監視が必要という考え方と、人は環境さえ与えれば自ら進んで働くという考え方があり、それぞれを使い分ける必要があるというものである。

人は本来怠け者なので、モチベーションを維持するには常に監視し指導する必要があるという考え方がX理論である。それに対して、人は環境がよければ自ら自立的、創造的に仕事をこなすというのがY理論である。

基本的にはY理論でマネージすべきとされているが、場合によってはこの2つの理論をうまく使い分けることも必要である。

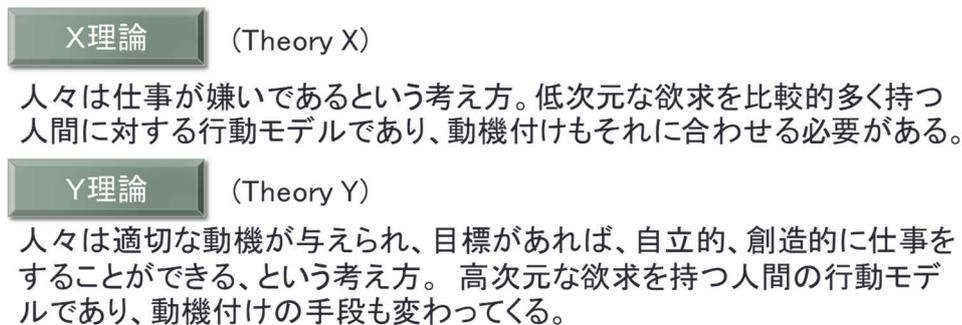


図 6.7.6 マクレガーのXY理論

6.7.4 リーダーの権威

リーダーの権威とはチームメンバーに対して同意、服従を促す能力や威力、関係のことである。権威を上手に使う事でメンバーのモチベーションを高めチームワーク形成の向上が可能になる。

リーダーの権威の種類としては、報酬を与える権利、罰を与える権利、専門的権威、合法的権威、後ろ盾による権威などがある。この中で合法的権威とは、必ずしも法律では無く、企業の役職やプロジェクトにおける役割によってその権威を得られる。後ろ盾による権威は、尊敬され信頼されている人が支援してくれるということによる権威である。

報酬を与える権威 (Reward power)

期待以上の良い仕事を行った場合に報酬を与える。

罰を与える権威 (Punishment power)

期待した成果をあげなかった場合に、罰を与える。

専門的権威 (Expert power)

専門的な知識や専門家としての能力が備わっている人、オーソリティー

合法的権威 (Legitimate power)

役職、役割によって発生する。

後ろ盾による権威 (Referent power)

尊敬の念と好感を持っている人が支援してくれると、人は従う。

図 6.7.7 リーダーの権威

6.8 調達管理

調達の仕組みは欧米と日本では違いがある。欧米の調達方式は、定額契約、実費償還契約、タイム&マテリアル契約に分類できる。日本における契約方式は、請負、准委任、派遣などであるが、それぞれの契約の特徴を理解して調達管理を行うことが重要である。これらの仕組みについては 5.12 「調達計画」で詳しく説明している。

プロジェクトの実行段階では、プロジェクトマネジャーはこれらの契約形態について十分に理解して、契約の履行を行う必要がある。

6.8.1 調達関連文書

プロジェクトマネジャーがプロジェクト実施中に参照すべき調達文書は、契約書や SOW (Statement of Work) である。これ以外にも、調達先を選定する際に使用した、入札招請書 (IFB : Invitation For Bid)、情報提供依頼書 (RFI : Request For Information)、提案依頼書 (RFP : Requirement For Proposal)、見積依頼書 (RFQ : Request For Quotation)、交渉招請書 (IFN : Invitation For Negotiation) が参照される。この中には、契約の種類によって使われる文書、使われない文書がある。

6.8.2 調達先の管理作業

契約により調達されプロジェクトメンバーとして稼働している要員について、契約のタイプにより指揮命令の権限がある場合や権限が無い場合があることに注意する必

第6章 プロジェクトの実行と監視

要がある。

変更要求が承認された場合プロジェクトマネジャーは、プロジェクトメンバーに対して作業指示を行うが、変更作業が納入者に影響する場合は、契約にしたがって納入業者の代表者に指示することになる。

工数支援型の契約の場合、作業の完了報告を受けその内容の承認を行うことで、契約事項に基づき、購入者が所持している決済システムによって支払いが行われる。通常、プロジェクトチームは納入者の活動実績や納品情報を購買システムに伝えるだけで、後の実際の支払い処理は購買システムで行われる。

契約に基づいて、プロジェクトの実施中に調達先に対して検査や監査を行う場合もある。この場合は、契約に基づき約束したプロダクトのパフォーマンスを合意済みの事項と照らし合わせ、納入者の作業のプロセスや成果物に不具合が無いかを検査する。

7 プロジェクトの終結

7.1 プロジェクト終結とは

プロジェクトとは期間限定で独自の目的を実施することであり、必ず終結を迎えるものである。そして、終結においては「最終プロダクト、サービス、所産の移管」が最大のテーマとなる。たとえば、家を建てるプロジェクトであれば、家が完成し施主に引き渡した時点でプロジェクトは終結する。移管の形は単に製品を世に出すだけで済むものから、既存で利用しているものからプロジェクトで作成した成果物に乗り換えるための複雑な作業を伴うものもある。

また、プロジェクトを顧客から受注して実施している場合は、最終的な納品と発注者である顧客による検収が行われるものもある。また、大規模な成果物を作成するプロジェクトにおいては、発注者側が独立して検収することが難しい場合もあり、このような場合は受注者側も一緒になってプロジェクトの完成を確認し、その確認を持って発注者側の検収とする場合もある。

7.1.1 プロジェクト終結の基本パターン

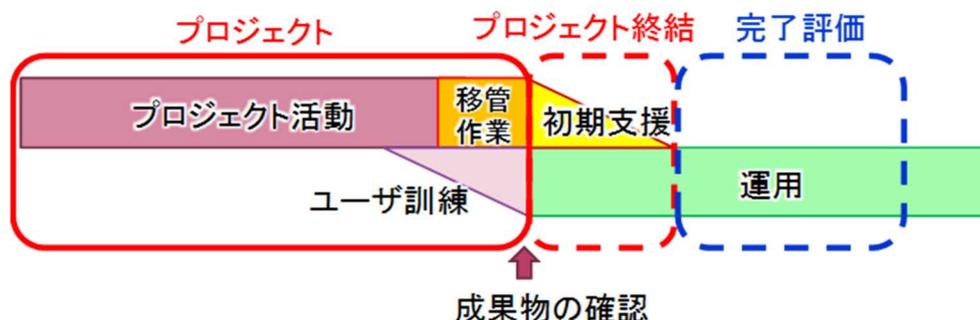


図 7.1.1 プロジェクトの終結のイメージ

この図は、プロジェクトの成果物を、プロジェクトチームでは無い別のチームが受け入れる移行作業のイメージ図である。移行作業をプロジェクトの内部の作業に含めるか、プロジェクトの外の作業とするかが明確でないことも多く、どこまでをプロジェクトの業務とするか事前のスキームの定義と合意が重要となる。

また、プロジェクトの終了を明確にするためには「プロジェクト完了基準」が重要になる。完了基準にもいろいろなパターンがあるが、まずはプロジェクトチームとして成果物が完成したことを宣言できる基準、その成果物を利用者が検収して完成を確

第7章 プロジェクトの終結

認する基準、さらにはその成果物を本運用させるための移管作業の完成を定義する基準、最終的には移管も終了し作成した成果物が順調に稼働できていることを確認する基準などである。プロジェクトの種類や業界の習慣などによって、この基準の作り方は異なる。

図7.1.1では、成果物を作成し移管作業が終了するまでをプロジェクトの範囲として、この段階で成果物の確認を行っている。プロジェクトの終了の前から運用チームも習熟や成果物の確認のためにプロジェクトに参加し、移管作業終了後はプロジェクトチームも初期支援として移行の完了を支援する。

こうして、成果物が無事に本運用になった段階で、プロジェクト活動全体の評価を行うが、この評価はプロジェクトチーム以外の担当者で行われることもある。

7.1.2 受注プロジェクトの終結

顧客から受注して実施したプロジェクトにおいては、顧客によるプロジェクトの成果物の最終承認が正式なプロジェクトの終了となる。通常はプロジェクトの成果物を受け取る顧客側で要求通りのものが完成しているかを確認する。このために実施する顧客の確認作業は検収と呼ばれている。成果物が複雑であったり規模が大きかったりする場合は、顧客独自の受入れ検収は行わずに、プロジェクト作業の一環として顧客と受注側が共同で成果物の完成評価を行うこともある。このような場合は、事前に成果物の完成基準を作成しておき、その基準を満たすことがプロジェクトの完成と同時に顧客側の検収の承認とする。

プロジェクトの終結時にプロジェクトマネジャーはプロジェクト完了報告書を作成する。また、完了報告書には、顧客へ提出するものと自社内での報告に使うものがある。

7.1.3 一般的なプロジェクトの終了形態

一般的に、プロジェクトの終了形態には、プロジェクト業務がそのまま定常業務になってしまう「付加」、他のプロジェクトに吸収される「統合」、予算などが不足してプロジェクトを止める「欠乏」、プロジェクトの成果物を完成させてプロジェクトを解散する「消滅」の4つがある。プロジェクトは有期性のものなので、この中では消滅が最も良い終了形態とされている。

第7章 プロジェクトの終結

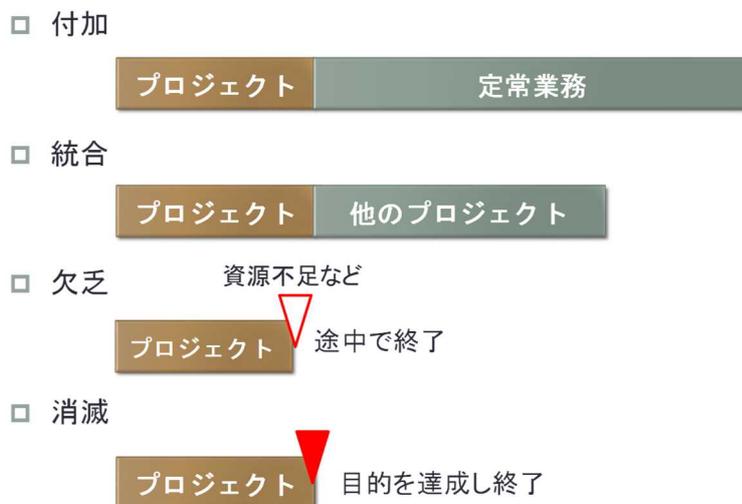


図 7.1.2 プロジェクト終了の形態

(1) 付加

付加とは、プロジェクトが終了できずそのまま定常業務として残ってしまう形である。通常のプロジェクトが完了し、その後定常業務に引き渡されるというのではなく、プロジェクトの完了が無くプロジェクト作業がそのまま定常業務になってしまうものである。プロジェクトの完了基準が明確でなかったり、予定したスコープが達成できない場合にこのような形となる可能性がある。

(2) 統合

統合とは、プロジェクトがそのまま他のプロジェクトに吸収され、そのプロジェクトの一部として継続することである。当初予定のプロジェクトとしては完了できず、次のプロジェクトでそのスコープの達成を試みる。プロジェクトの途中でスコープの大幅な見直しが行われたりするときこのような終結となることがある。当初のプロジェクトとしては予定通り目標を達成できてない終わり方といえる。

(3) 欠乏

欠乏とは、プロジェクトの予算や人員などの資源が不足して、プロジェクトとしては未完成のまま中断してしまうことである。資源の欠乏は当初の見積りが正しくなかったというよりも、環境の変化によってそのプロジェクトを維持することが難しくなったことによる。この場合は、プロジェクトとしては正式に終了し、要員も解放される。

第7章 プロジェクトの終結

(4) 消滅

消滅とはその名の通り、プロジェクトそのものが消えてなくなることであるが、目標を達成しプロジェクトの完了基準を満たしての終了であり、プロジェクトとしては最もよい終結の方法とされている。

7.2 プロジェクト完了判定基準

プロジェクトの達成目標や作業範囲はプロジェクトスコープ記述書やプロジェクト憲章に記載されている。さらに、プロジェクトスコープ記述書やプロジェクト検証ではプロジェクト実行中に、具体的な指標を示しプロジェクト完了の条件を示している。この完了判定基準が満たされているかを確認してプロジェクト終結の判断をする。このような完了基準は、プロジェクトの各フェーズの終了基準の集大成ともいえる。そのため各フェーズの終了基準を満たしていれば、最終フェーズの終了基準がプロジェクトの完了判定基準となることもある。

大規模なプロジェクトは、プロジェクトの完了判定基準を満たすとともに、完了判定会議などにおいて、プロジェクトオーナーの承認を必要とするものが多い。プロジェクトの種類によっては、成果物の完成後、既存の環境からその成果物へ切り替える作業をとまなうものがあり、そのような場合は切り替え作業の前に、完了判定会議を開催し切り替えの承認を得ることもある。その場合も完了判定基準を満たしていることが承認の判断基準となる。

7.2.1 プロジェクト完了判定基準の作成

プロジェクト完了判定基準は、基本的にはプロジェクト計画書に基づき作成するものである。計画した成果物の完成基準は大きく成果物スコープとプロジェクトスコープに分類して考えることができる。成果物スコープは計画書で約束したプロジェクトの作成物である。作成物を要求するオーナーやユーザが存在するプロジェクトは、プロジェクトの要件定義において約束したものを判定基準として記載する。また、仕様や要求を出すステークホルダーが明確に存在せず、プロジェクトチームで製品仕様を決めて実施するプロジェクトにおいては、チームでプロジェクトの要求事項をまとめたものからプロジェクトの完了要件を整理する。

また、完了基準として WBS やアクティビティの完了を定義することもある。この場合すべての WBS やアクティビティを取り上げることもあるが、プロジェクトの完成を確認できる後半のアクティビティに絞って完了確認項目とすることもある。

完了判定基準は、上記に説明したスコープの達成が中心であるが、その他にも品質はあらかじめ考えた基準を満たしていたか、顧客満足度は基準以上であったかなど補

第7章 プロジェクトの終結

足的な項目も追加し達成の基準とする。

また、プロジェクト計画書で合意した事項だけでなく、その後の変更管理プロセスを経て変更された内容も完了判定基準に組み込む必要がある。

評価項目	評価基準	担当	基準値	結果	評価日	評価	備考
1. 品質の達成度	重要度1障害の残存件数	A	0件				重要度1:機能しないと業務不可能 重要度2:業務不可能であるが、代替案がある 重要度3:多少の制約はあるが、使用可能で業務に支障が無い
	重要度2障害の残存件数	A	TBD				
	重要度3障害の残存件数	B	TBD				
	品質基準未達件数	A	0件				
2. 成果物の達成度	チェック項目達成度	H	100%				別添チェックリストあり
	機能達成度	H	100%				仕様書に記載された機能
	変更要求対応残	K	TBD				最終変更会議での承認済のもの
3. 書類の充実度	仕様書の完成	C	100%				顧客承認を100%とする
	設計書の完成	C	100%				プロジェクト計画書で定義
	移行計画書の完成	C	100%				

図 7.2.1 プロジェクト完了判定基準の例

7.2.2 プロジェクト完了判定基準の合意

プロジェクト完了判定基準は、プロジェクト計画書の一部として計画完成時に作成し同意しておくべきものである。プロジェクト計画書作成の中で主要なステークホルダーやプロジェクトオーナーとは、プロジェクトの要件とプロジェクト完了判定基準について合意する。さらに、その後の変更要求なども加味して、少なくとも最終テストの前までに作成しておくことが重要である。この判定基準は最終テストや受け入れテスト項目作成時に参照する必要がある。最終テストの確認項目は完了判定基準のかなりをカバーすることになる。

7.2.3 プロジェクト完了判定基準による検証

(1) 検証作業

プロジェクトの最終段階になると、完了判定基準の基準値の達成をひとつひとつ確認しチェックしていく。これらの作業は一気に行うのではなく、完了確認会議までの間に終わったものから順に評価する。

(2) プロジェクト完了判定会議

プロジェクトが予定したものを作成し終了しても良いという判定会議が最後に行われる。これはそのプロジェクトが完了し成果物をオーナーに引き渡す前に行われるべきである。この判定会議にはプロジェクトによっていろいろなタイプのものがある。たとえば、会議という形式をとらずに、プロジェクトの発注者やスポンサー

第7章 プロジェクトの終結

による受け入れ検収によってプロジェクトの終了を確認する場合もある。また、プロジェクトにより作成した成果物で、これまでの古い成果物を置き換えることもある。そのようなプロジェクトにおいては、終了判定会議は2回に分けて行われることもある。その一つは、新しい成果物が出来上がって古いものと置き換えてよいかという判断を行う会議であり、もう一つはその後置き換えた後に正しく置き換えられているかという判断を行う会議である。通常は前者の会議が主要なステークホルダーを呼んで行う重要な会議であり、後者は入れ替え作業が終わった短い時間で行うもので、プロジェクトチームに一任されていることが多い。

(3) 条件付きの承認

プロジェクトの完了判定会議までに完了基準の一部が達成できなかった場合、条件付きで完了を承認されることもある。条件とはプロジェクトでさまざまであるが、通常はプロジェクトの移行作業開始時までには解決することを条件とする場合、あるいは成果物の運用開始後期間を決めて解決することを条件とするなどがある。

7.3 プロジェクト教訓の整備

プロジェクトの終了時に、そのプロジェクトで得たノウハウや行動法則を「教訓」としてまとめておく。プロジェクトは有期性のもので、原則として繰り返しのないものであるが、会社においては同じようなプロジェクトが繰り返し行われることが多い。またプロジェクトマネジャーや参加メンバーは、複数の別のプロジェクトを実施することになる。その時過去のプロジェクトのノウハウが活用できるよう、そのプロジェクトで得た知見を教訓としてまとめておくべきである。プロジェクト活動にはマニュアル化できない多くの暗黙的なノウハウもあるので、特にこの部分を別のプロジェクトで共有できるようにする。

教訓をまとめたものはナレッジデータベースとも呼ばれ、プロジェクト終結時の重要な作成物の一つとなっている。

7.3.1 プロジェクトの教訓

教訓として残すものは、プロジェクト活動の成果すべてにおいて考えることができる。教訓というと、失敗事例や苦い思いをした悪い例を考えることが多いが、あることを行った結果うまくいったというような良い事例も多く残しておくべきである。

たとえば、プロジェクトを短縮するために外部から要員を多く投入してクラッシングを行ったが、結局コストが大きく増加してしまい必ずしもプロジェクトとしては良いことでなかったという教訓は失敗事例である。新人の作業の後に必ずベテランがレビューするようなプロセスを考えたことで、トラブルの減少はもとより、新人が大き

第7章 プロジェクトの終結

く成長し新人教育にも貢献したというのは良い事例の教訓である。

ナレッジデータベースにするときは、なにか教訓となるイベントのみをランダムに保管するのではなく、プロジェクトの開始から終了までのプロジェクト成果物を網羅的に整理し、その中に教訓としてケースをちりばめるという方法もある。新しいプロジェクトの実施参考の手順書としてはこのようなナレッジデータベースが存在するとプロジェクト活動がスムーズに進む。

7.3.2 プロジェクト教訓会議

教訓会議は、プロジェクト終了後に行われる反省会である。成果物が本運用されて安定したころの早い段階で行う必要がある。教訓会議では、プロジェクト活動中の様々な実績資料や教訓としてまとめたものをもとに、プロジェクトの関係者が集まり話し合う。この話し合いで、さらに新たな教訓が生まれ、すでにまとめられていた教訓をより良いものに改良することができる。またこの教訓会議を持ってプロジェクトの終結のけじめとすることもある。

7.4 調達の終結

プロジェクトで外部調達をしている場合、調達先である調達先との最終の契約の完了処理が必要になる。プロジェクトの途中で調達先との契約が終了する場合はプロジェクト活動の中で契約終了の作業を行うが、調達先の関与が大きい場合は、プロジェクトの終結を確認したのち、調達先との契約を終了するケースもある。

調達先との契約の終了手続きは定められた手順で行われるが、契約終了時にその調達先の評価を行い、組織の資産として蓄積していくことも大切である。

一般的にこれらの作業は、購買部門が行うが、その要請に応じてプロジェクトマネージャーが評価データを提供する。

7.4.1 調達契約の終了手続き

調達先との契約終了の流れは概ね以下の通りである。

- 納品物の受領
- 納品物に関する品質確認
- 納品物の検収
- 納品承認
- 支払いシステムへの引き渡し

これらの作業は契約形態によって行うべき内容が異なる。たとえば工数支援型の契約であれば、納品物の検収ではなく作業時間の確認が行われる。

第7章 プロジェクトの終結

また、企業においては調達契約に関する業務は、購買部門でまとめて行っていることが多く、プロジェクトマネジャーとしては、調達に関する証跡資料を購買部門に引き渡すことが主な業務になる。

7.4.2 調達先の評価

調達契約が終了したら、その調達先の評価を行う。その評価をもとに次のプロジェクトの調達先選定や、プロジェクト実施中の調達管理のチェックリストに反映する。評価項目は概ね次のような項目であるが、一般にはこれらの項目は企業などで標準化されているものである。

- 要求管理能力
- スケジュール管理能力
- 開発環境
- 品質管理能力
- 構成品目の管理能力
- 変更管理能力
- 技術支援
- コミュニケーション能力

7.5 プロジェクトの終結後の整理

プロジェクトが終結したのちにプロジェクトマネジャーが行うべきことがある。企業においては、プロジェクトのパフォーマンス評価のために、それぞれのプロジェクトの評価指標を統一し、各プロジェクトからの報告を義務付けていることもある。受注プロジェクトの場合は顧客の満足度が大きな評価要素になることもあり、プロジェクトの終了後は顧客満足度調査を行うこともある。

また、企業のプロジェクトにおいて、プロジェクトマネジャーが、最終的に行うべきこととして特に重要なことは、プロジェクト要員の解放とプロジェクトアカウントコードのクローズである。

7.5.1 プロジェクトの評価

プロジェクトが終了したのち、そのプロジェクトの評価を行う。これは組織としてプロジェクトの各種指標を集め、そのプロジェクトを評価するとともに次のプロジェクトの計画にも役に立てるためのものである。したがって、指標は組織として共通の基準で作成され、基本的にはプロジェクトを横断的に見るプロジェクト・マネジメン

第7章 プロジェクトの終結

ト・オフィスや組織内の品質管理部隊が評価を行う。また、これらの指標は、プロジェクトの上位組織のプログラム・マネジメントや、さらに企業レベルのポートフォリオ・マネジメントの中に集約される。プログラムやポートフォリオ・マネジメントでは、プロジェクトの管理の対象外とされたプロジェクトの価値やベネフィットを、管理指標として収集しなければならないこともある。

プロジェクトの評価計画書あるいは、評価報告書の項目としては、プロジェクト評価目的の設定、評価指標の作成・更新ルール、評価情報の収集方法、分析のための情報加工、評価結果、評価情報のナレッジ化と蓄積などが考えられる。

このようなプロジェクトの評価はプロジェクトが終了したのちに行われるもので、プロジェクトチームは解散しているが、プロジェクト活動中に集められる情報についてはプロジェクトマネジメントの一環として収集しておくものである。

7.5.2 顧客満足度調査

受注プロジェクトにおいては、プロジェクト終了時に、顧客満足度などの調査を行う。受注プロジェクトの評価指標として最も重要なものは顧客満足度である。顧客満足度調査はプロジェクト終了後、顧客に対してプロジェクトマネジャーやプロジェクトメンバーのサービスの質や、提供価格、成果物の品質や満足度、トラブル発生時などの対応方法などについて、評価を受けるものである。プロジェクトマネジャー自身がプロジェクト終了後に行うこともあるが、会社としての厳正さを求めるために、プロジェクト関係者とは別の担当者が調査を行うこともある。

調査結果は、たとえば他のプロジェクトの平均値と該当プロジェクトを比較するなど、集計結果を分析して提示する。各プロジェクトマネジャーやメンバーは結果を真摯に受け止め、次のプロジェクトに活かすことを考え、会社としては次の企業戦略を策定する材料にする。営業部門にとっても顧客戦略を考えるときの強力な参考情報となる。

● 質問項目の例(5段階評価)

- ✓ PM
- ✓ チームメンバー
- ✓ 会社の対応
- ✓ 価格
- ✓ 納期
- ✓ 成果物
- ✓ 品質
- ✓ 生産性
- ✓ 障害対応
- ✓ 稼働後の支援

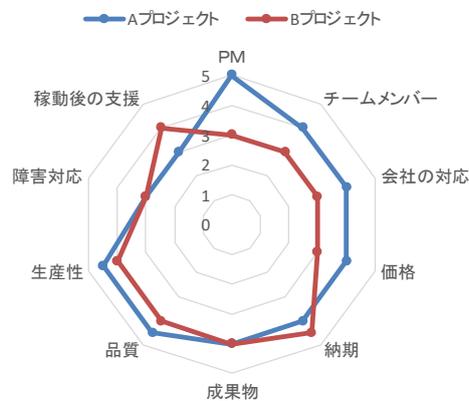


図 7.5.1 顧客満足度調査の例

第7章 プロジェクトの終結

7.5.3 要員の解放

プロジェクトを終了するときの、プロジェクトマネジャーの重要な仕事の一つに、プロジェクトチームメンバーの解放がある。プロジェクト開始時のチーム編成においては、プロジェクトマネジャーは必要なスキルの要員をリソースマネジャーに要求するだけで、実際の要員の人選やプロジェクトへの投入時期を決める権限が無い場合が多いが、プロジェクトからの解放はプロジェクトマネジャーが計画的に行う必要がある。

プロジェクトチームメンバーの解放は、プロジェクトの状況、メンバーの専門性、コストの使用状況、契約、他のプロジェクトからの要望、メンバーのプライベートな事情など様々な要因を総合的に判断する必要がある。プロジェクトの終了時期になって無計画に行うのではなく、要員の解放計画にしたがって行わなければならない。

XXプロジェクト要員計画												2016/8/10	
氏名	所属	担当	コスト	投入計画								備考	
				4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月		12月
山田	第1開発部	PM	120										4月まで Aプロジェクト
岡田	第1開発部	設計	100										6月雇用
佐藤	第2開発部	サブリーダー	80										11月リリース
高橋	第2開発部		80										10月リリース
鈴木	第2開発部		80										10月リリース
石毛	協力会社	YYサブリーダー	70										発注の遅れ 5月から

リリース計画

図 7.5.2 要員の解放計画の例

7.5.4 プロジェクトアカウントのクローズ

通常、プロジェクトのコスト管理のためにプロジェクト毎に勘定科目コードが付与されて、プロジェクトにかかった直接経費は、このコードを使って仕訳される。プロジェクトで発生したすべてのコストは、このコードに集計される。

プロジェクトの終了時には、このプロジェクトアカウントコードをクローズ、すなわち使用できなくすることで、今後このプロジェクトコードでコストを発生させないようにする。

通常はプロジェクトにかかる交通費の精算などに1ヶ月ほど要する場合が多いので、プロジェクトの完了宣言がなされた後、2か月ほどでコードをクローズする必要がある。コードのクローズで、プロジェクトのコストが確定し、コスト面を含めたプロジェクトの実績評価が可能になる。

8 用語の解説

AC (Actual Cost)

実コストのこと。所定の期間においてアクティビティの作業実行時に実際にかかったコスト。

CCB (Change Control Board)

変更管理委員会のこと。プロジェクトに対する変更をレビュー、評価、承認、保留、または却下し、その決定を記録伝達することに責任を持つ認可されたグループ。

EV (Earned Value)

アーンドバリュー、出来高ともいう。その作業に計上された予算で表す遂行作業量。

P2M (Program & Project Management for enterprise innovation)

プログラム&プロジェクトマネジメント標準ガイドブック：日本の特性と強みを盛り込んだ日本で開発された初めての総合的プロジェクトマネジメント標準知識体系書。PMAJが発行している。

PBP (Pay Back Period)

回収期間のこと。財務的投資効果を評価する方法。どれくらいの期間で元が取れるかの指標。

PMAJ (Project Management Association of Japan)

特定非営利活動法人日本プロジェクトマネジメント協会：日本において、プロジェクトマネジメント資格の認定、講習の

実施、プロジェクトマネジメント (PM) に関する知識の普及を行う団体。日本でのプログラム&プロジェクトマネジメント標準ガイドブック (P2M) の発行を行い、P2M 資格試験を主催している。

PMBOK®ガイド (a guide to the Project Management BOdy of Knowledge)

PMBOK とは、アメリカの非営利団体 PMI (Project Management Institute) が策定した、モダンプロジェクトマネジメントの知識体系。「A Guide to the Project Management Body of Knowledge」という書籍にまとめられており、事実上の標準として世界中で広く受け入れられている。

PMI (Project Management Institute)

プロジェクトマネジメントの手法や用語などの標準の策定、プロジェクトマネジメントに関する資格試験の運営などを行っている非営利団体。1969年に設立された団体で、本部は米ペンシルバニア州フィラデルフィアに置かれている。日本には、一般社団法人 PMI 日本支部 (PMI Japan Chapter) が置かれている。PMBOK ガイドの発行、資格試験 PMP を主催している。

PMO (Project Management Office)

プロジェクト・マネジメント・オフィス：プロジェクトに関連するガバナンス・プロセスを標準化し、資源、方法論、ツールと技法の共有を促進する組織。

第8章 用語の解説

PV (Planned Value)

プランドバリューのこと。予定作業に割り当てられた承認済の予算。時系列的な予算の使用計画ともいえる。

QCD (Quality Cost Delivery)

QCDとは、“Quality”（品質）、“Cost”（費用）、“Delivery”（納期）の頭文字を繋いだもの。様々な業界で業務の目標達成を示す指標として利用されている。

ROI (Return On Investment)

財務的投資効果を評価する方法。投資した資本に対して得られる利益の割合。対象から得られた利益を投資額で割ったもの。一般的には割合の値に100を乗じてパーセンテージとして表すことが多い。

WBS (Work Breakdown Structure)

ワーク・ブレイクダウン・ストラクチャー：プロジェクト目標を達せし、必要な成果物を作成するために、プロジェクトチームが実行する作業の全範囲を階層的に要素分解したもの。プロジェクトマネジメントで計画を立てる際に用いられる手法の一つで、プロジェクト全体を細かい作業に分割した構成図。「作業分割構成」「作業分解図」などとも呼ばれる。

アーンドバリューマネジメント (earned value management)

プロジェクトのパフォーマンスと進捗を評価するために、スコープ、スケジュール、および資源の測定値を結びつける方法論。

アローダイヤグラム (arrow diagram method)

アローダイヤグラムは、PERT (Program Evaluation and Review Technique)で使われる日程計画のためのネットワーク図で、複数の作業が複雑に込み入っている場合に用いられる。各作業の最速日程と最遅日程を見積り、最速日程と最遅日程が同じとなる経路をクリティカル・パス (critical path) といい、これを重点管理することによって日程の遅れを解消する手法で、各作業の進捗管理にも活用できる。アクティビティをアローで表すのでAOAともいわれている。

イナズマ線 (progress lines)

ガントチャート上に表したアクティビティに実績の位置をポイントし、そのポイントを線でつないで稲妻のような進捗管理グラフを作成する技法。すでに完了したアクティビティや、進捗日以降に開始されるアクティビティは関知しない。

インタビュー (interview)

ステークホルダーと会話して、必要な情報を引き出す、公式または非公式な手法。

請負契約 (contract agreement)

当事者の一方がある仕事を完成することを約束し、相手方がその仕事の結果に対して報酬を支払うことを約束する契約。日本においては、民法第632条に規定されている契約の形態である。当事者と相手方の間に、指揮命令関係はない。請負会社の社員が請負会社のリーダーの指揮・命令のもと、労働時間管理等を受けながら業

第8章 用語の解説

務に従事する。リーダー等がない場合は、請負会社の社員は自己の裁量で業務を処理する。

課題管理 (issue management)

課題とは既に顕在化している解決すべき事象を表などにまとめ管理すること。

完全定額契約 (FFP : Firm-Fixed-Price contract)

納入者側のコストにかかわらず、購入者が納入者に決まった額(契約時に取り決めた額)を支払う定額契約の一形態。

ガントチャート (gantt chart)

縦軸にアクティビティをリストアップし、横軸に日付を示したスケジュール情報のバーチャートでアクティビティを表示したもの。時間軸上にあるので同時期の作業の負荷や資源の要求は良く把握できるが、アクティビティ間の順序関係が分からないという欠陥がある。

機能型組織 (function-oriented organization)

営業・システム開発・支援などを部門ごとに分ける組織体系、プロジェクト組織と対照的な組織。プロジェクトのために特別なグループを割り当てるわけではないため、プロジェクトそれぞれの独立性が弱いですが、各々の部門で専門性の高い人材を育成することができる。

クラッシング (crashing)

資源を追加投入してコストの増大を最小限に抑えながらスケジュールの所要期

間を短縮する技法。

クリティカルパス (critical path method)

プロジェクトの最短所要時間。アクティビティのパスのもっとも長い所要期間。ネットワーク・モデル内で論理ネットワーク・パスにおけるスケジュールの柔軟性を測定するために用いる手法。

クロスビー (Crosby)

品質管理の専門家。無欠陥(zero defect)を提唱した。

係数見積り (parametric estimating)

「パラメトリック見積り」ともいう。過去のデータやプロジェクトのパラメータに基づいてコストや所要期間を算出するためにアルゴリズムを使う見積技法。

コストベースライン (cost baseline)

時間軸ベースのプロジェクト予算が承認された版で、マネジメント予算を除いたもの。正式の変更管理手順を経た変更が可能で、実際の結果に対して比較基準として使用される。

コスト管理 (cost control)

プロジェクトコストを更新するためにプロジェクトの状況を監視し、コストベースラインの変更をマネジメントするプロセス。

コスト集約 (cost aggregation)

プロジェクトの WBS 内の指定されたレベルまたは、指定されたコスト・コントロール・アカウントで、様々なワークパッ

第8章 用語の解説

ケージに関連する会レベルのコスト見積りを集計すること。

コミュニケーションチャネル

(communication channels)

コミュニケーションの経路のこと。メンバーが増えると等比級数的に増えていき、より複雑になる。

コミュニケーションモデル

(communication models)

プロジェクトのコミュニケーション・プロセスを遂行する方法についての説明、例示、または図表。

コミュニケーション技術

(communication technology)

プロジェクト・ステークホルダーの間で情報を伝達するためのツール、システムやコンピューター・プログラム。

コンティンジェンシー予備

(contingency reserve)

特定されているが、受容されたリスクに対し、発生したとき使用する予備の時間や予算。計画時に、コストやスケジュールのベースライン内に含まれる。

コントロールアカウント (Control

Account)

スコープ、予算、実コスト、スケジュールなどを統合し、かつ、パフォーマンス測定を行うためにアーンドバリューと比較する、マネジメント上のコントロールを行う単位。

コンピテンシー (competency)

高い成果を上げる行動の様式や特性。再現性がある。

コンフリクトマネジメント (conflict management)

対立的な状況を解決に向けて対処、コントロール、およびガイドすること。

財務的投資効果 (financial investment)

財務指標を用いての投資対効果。

実費償還契約 (cost-reimbursable contract)

購入者が納入者の実コストに加えて納入者の利益となるフィーを支払う契約の一種である。納入者がスケジュール目標や総コストのような設定したプロジェクト目標を達成するか、または、目標を上回った場合、納入者が購入者からインセンティブやボーナスの支払いを受け取るインセンティブ条項を伴いことが多い。

ジュラン (Juran)

品質管理の専門家。使い手の真のニーズを満たした製品を作るべきという使用適合性理論や、等級が低くても受け入れられることがあるが品質が悪いと通常は受け入れられないという品質と等級の違い、を提唱した。

準委任契約 (quasi-mandate contract)

当事者の一方が相手方に対して一定の業務を委託する契約。企業などが外部の企業や個人に対して業務を委託する場合に締結するもので、受託者は自分の責任・管

第8章 用語の解説

理のもとで業務を行う。

使用適合性 (fitness-for-use)

ステークホルダーや顧客の期待どおり、またはそれを上回る結果が得られること。

スコープ (scope)

プロジェクトが提供するプロダクト、サービス、所産の総称。プロジェクトスコープとプロダクト(成果物)・スコープがある。

スコープクリープ (scope creep)

時期、コスト、および資源を調整することなく、プロダクトまたはプロジェクトのスコープが際限なく拡大すること。

ステークホルダー (stakeholder)

プロジェクトの意思決定、アクティビティ、成果に影響したり、影響されたり、あるいは自ら影響されることを感じる個人、グループ、または組織。

ステークホルダー特定 (identify stakeholders)

プロジェクトの決定、活動、あるいは成果に影響をあたえるか影響を受ける個人、グループ、あるいは組織を特定し、プロジェクトの成功に対する利害、関与、相互依存、影響および潜在的影響力に関する適切な情報を分析し文書化するプロセス。

ステークホルダー分析 (stakeholder analysis)

定量的情報および定性的情報を系統的に収集分析し、プロジェクトの期間を通じ

て誰の関心を考慮すべきかを定める技法。

成果物スコープ (product scope)

プロダクト、サービス、所産を特徴づける特性や機能。

全社 PMO (Project Management Office)

プロジェクトチーム支援、コンサルティング、基準・手法の開発・維持、トレーニング実施、プロジェクトマネージャーアサイン等を行う。

戦略 (strategy)

ビジョンを達成するための方策。

戦略的 PMO (strategic PMO)

プロジェクトの現状をプロジェクトポートフォリオに反映させ、プロジェクトの優先順位付けや取捨選択など、トップマネジメントが適切な判断をするための情報提供をする役割を担うものも増えてきている。プロジェクトが生み出す成果物のポートフォリオ(プロダクトポートフォリオ)だけでなく、プロジェクトの進捗状況を加味したプロジェクトの価値を評価してポートフォリオとし統治していく。

対応計画 (plan risk responses)

プロジェクト目標に対する好機を高め、脅威を減少させるための選択肢と方策を策定するプロセス。

タイム・アンド・マテリアル (T&M 契約) (Time and Material contract)

契約形態のひとつで、実費償還契約と定額契約の両方の側面を持つ。T&M 契約は、

第8章 用語の解説

契約成立時に契約の総額が決まらず、再現が不明確という点で、実費償還と類似点がある。したがって、T&M契約は、実費償還の取り決めと同様に契約額が増大する。一方、定額契約との類似点もある。例えば、購入者と納入者が、上級エンジニアの単価について合意する場合、両方の間で単価が事前に決まる。

タスク (task)

WBSにおいて、アクティビティをもう一段階落としたもの、最小単位の作業や課題。

チームビルディング (team building)

数のメンバーが個々の能力を最大限に発揮しつつ一丸となって進んでいく、効果的な組織づくりや、チームをまとめる手法。

定常業務 (operation)

企業などの組織で企業活動を繰り返し継続的に実施する業務。

デミング (Deming)

品質管理の専門家。品質コストの85%はマネジメントの問題と提唱した。シューハートが提唱したPDCAを広めたことでも有名。

デルファイ法 (delphi method)

課題について専門家の同意を得る方法として使用される情報収集技法のひとつ。当該事項の専門家は匿名で参加し、進行役は課題に関係するプロジェクトの重要なポイントについて専門家の見解を求める質問状を使う。提出された回答を集約し、

さらなる見解を得るために専門家に再配布する。このプロセスを数回繰り返すことによって同意を得る。この技法はデータの偏りを少なくするもので、結論に関して特定の人から不当な影響を受けることがない。

統合 (integration)

プロジェクトの資源が、組織の他の分野や他のプロジェクトに割り当てられること。

得点モデル (scoring model)

利益測定法に分類される他のプロジェクト選定手法。見込み利益、製品やサービスの市場性、などの使用する基準を決定する。重み付け得点モデルでは、基準の重要性に基づいて、基準の一つ一つに重みを割り当てる。

トップダウン見積り (top-down estimating)

「類推見積り」ともいう。類似のアクティビティやプロジェクトにおける過去のデータを使って、アクティビティやプロジェクトの所要期間またはコストを見積もる技法。

内外製分析 (make-or-buy-decisions)

特定の作業についてプロジェクトチームによる遂行が最適か、あるいは外部ソースから購入すべきかを判断するために用いる一般的なマネジメント技法。

人間力 (interpersonal skill)

人間関係のスキル。

第8章 用語の解説

ハーツバーグ (Herzberg)

二要因理論(動機付け・衛生理論)の提唱者。

バーンダウンチャート (burn-down chart)

バックログの残量を視覚化するチャート。

派遣契約 (dispatch contract)

派遣元が雇用する労働者を派遣先に派遣し、派遣先の上司の指揮命令下、時間管理等のもとに派遣労働者が労働する形態。

バックログ (backlog)

残務、積み残し、受注残、未処理のもの。最近のスクラムなどの開発では行うべき作業全体を示すために使われている。

バブルチャート (bubble chart)

散布図を構成するデータに加えて、それに関係するもう一つの量的なデータを加え、円の大きさを表すグラフ

ビジョン (vision)

目標、方向性。

品質監査 (quality audit)

プロジェクト活動が組織およびプロジェクトの方針、プロセス、手順にしたがっているかどうかを第三者が体系的にレビューを行うもの。少し要約すると「プロジェクト活動が手順にしたがっているかどうかチェックすること。

品質管理 (quality control)

パフォーマンスを査定し、必要な変更を提案するために、品質アクティビティの実行結果を監視し記録する。

品質保証 (quality assurance)

適切な品質標準と運用基準の適用を確実に行うために、寢室の要求事項と品質コントロール測定結果を監査する。

品質メトリクス (quality metrics)

様々な視点から定量的に評価すること。

ファストトラッキング (fast tracking)

通常は順番に実施されるアクティビティやフェーズを平行して遂行するスケジュール短縮技法。

ブレインストーミング (brainstorming)

一般的なデータ収集、および発想技法のひとつ。チームメンバーまたは当該分野専門家などのグループが、リスク、アイデア、または、課題解決策の特定に用いることができる。

プレシデンスダイアグラム

(Precedence Diagramming Method)

PDM : スケジュール・モデルを構築するための技法のひとつで、アクティビティ・ノードで表記したもの。アクティビティを実施する順序を示すいくつかの論理的順序関係を示す図式にて関連付けられている。アクティビティ・オン・ノード (AON : Activity-on-Node)ともいわれる。

プログラム (program)

調和のとれた方法でマネジメントする、

第8章 用語の解説

プロジェクト、サブプログラム、およびプログラム・アクティビティのグループ。プロジェクトの個別的なマネジメントでは得ることのできないベネフィットが得られる。

プログラム・マネジメント (program management)

プログラムの要求事項を満たすために、知識、スキル、ツールおよび技法をプログラムへ適用し、プロジェクトを個別にマネジメントすることからは得られないベネフィットやコントロールが得られる。

プロジェクト (project)

独自のプロダクト、サービス、所産を創造するために実施される有期的な業務。

プロジェクトスコープ (project scope)

スコープとは、プロジェクトが提供するプロダクト、サービス、所産の総体。規定された特性や機能をもつプロダクト、サービス、所産を生み出すために実行する作業。

プロジェクトスコープ記述書 (project scope statement)

プロジェクトのスコープ、主要な成果物、前提条件や製薬条件などを記述した文書。

プロジェクト・ライフサイクル (project life cycle)

プロジェクトの立ち上げから終結に至るまで、プロジェクトが経験する一連のフェーズ。

プロジェクト型組織 (project organization)

優先順位の設定、資源の使用、プロジェクトに任命された要員に対する作業の指揮に関して、プロジェクトマネジャーがすべての権限を有する組織形態。特定のプロジェクト専門のチームを作り、各々のプロジェクトで独立して事業が動かされる。プロジェクト内のマネジメントはプロジェクトマネジャーが責任を持って行う。各プロジェクトメンバーは定まったポジションはなく、プロジェクトが終了すれば別のプロジェクトに所属する。

プロジェクト憲章 (project charter)

プロジェクトの存在を公式に認可する文書。プロジェクトのイニシエーターまたはスポンサーが発行する。プロジェクト憲章により、プロジェクトマネジャーは母体組織の資源をプロジェクト・アクティビティのために使用する権限を得る。

プロジェクトポートフォリオ (project portfolio)

企業内のプロジェクトについて戦略を立て管理する業務。ポートフォリオ・マネジメントが企業全体の戦略策定を行うのに対して、プロジェクトに対してのみ対応する。単純に企業が持っているプロジェクト全体を示すこともある。

プロジェクトマネジメント (project management)

プロジェクトの要求事項を満たすために、知識、スキル、ツールと技法をプロジェクトのアクティビティへ提要すること。

第8章 用語の解説

プロジェクトマネジメントプロセス

(project management process)

プロジェクトマネジメントのインプット、ツール、技法およびアウトプットを論理的にグループ分けしたもの。プロジェクトマネジメントプロセスは、立ち上げ、計画、実行、監視・コントロール、および最終からなる。プロジェクトフェースとは異なる。

プロダクト (product)

生産され、定量化可能で、それ自身でサイ異臭生産物あるいはその構成要素の生産物となる人工品。プロダクトを表す別の用語として物資と物品がある。所産と対比。成果物も同様。

プロダクト・ライフサイクル (product life cycle)

概念から納品、成長、成熟、そして撤退に至るプロダクトの進展を表現する一連のフェーズ。

平準化 (resource leveling)

資源平準化: 資源の需要と供給のバランスを保つ目的で、資源の制約条件に基づき開始日と終了日を調整する技法。

ベースライン (baseline)

作業プロダクトの承認済み版。公式な変更管理手順を踏んでのみ変更可能であり、比較基準として使用される。

変更管理 (change control)

プロジェクトに関連する文書、成果物、またはベースラインへの変更を特定、文書

化、承認、または却下するプロセス。

ポートフォリオ・マネジメント

(portfolio management)

戦略的な目標を達成するためにグループとしてマネジメントされるプロジェクト、プログラム、サブポートフォリオ、および業務の集り。

ボトムアップ見積り (bottom-up estimating)

WBSの下位レベル構成要素単位の見積りを集計してプロジェクトの所要期間やコストを見積もる技法。

マインドマップ (mind map)

考えを絵で整理する表現方法です。従来とは全く違うノート術・発想術のことである。1枚の紙の上に、表現したい概念(テーマ)をキーワードやイメージで中央に描き、そこから放射状に連想するキーワードやイメージを繋げていき、発想を広げていく。

マズロー (Maslow)

欲求5段階説の提唱者。

マトリックス型組織 (matrix organization)

優先順位を設定したりプロジェクトに任命されたた要員へ作業指揮をしたりするために、プロジェクトマネジャーと機能部門マネジャーが責任を共有する組織構造。

ミッション (mission)

理念。

第8章 用語の解説

無欠陥 (zero defect)

クロスビーが提唱した。欠陥の無いものを最初から正しく作るべき、検査より予防: 予防コストは欠陥を是正するコストに比較するとはるかに少ない という考え方。

モダンプロジェクトマネジメント (modern project management)

従来型の、「QCD」(品質・コスト・納期)の3つに着目したマネジメント手法と区別する際には、特に「モダンプロジェクトマネジメント」と呼ばれる。モダンプロジェクトマネジメントとは、チームに与えられた目標を達成するために、人材・資金・設備・物資・スケジュールなどをバランスよく調整し、全体の進捗状況を管理する手法である。

要求事項 (requirement)

明示されている、通常暗黙のうちに了解されている、または義務として要求されているニーズ。

リース (lease)

利用期間は長期間。物件はリースした方で管理する。

リスク (risk)

発生が不確実な事象または状態。もし発生した場合、一つ以上のプロジェクト目標にプラスあるいはマイナスの影響を及ぼす。

リスク登録簿 (risk register)

リスクの分析と対応計画の結果を記録する文書。

リスク識別(リスク特定) (identify risks)

どのリスクがプロジェクトに影響を与えるかを見定め、その特性を文書化するプロセス。

リスク対応 (risk response)

プロジェクト目標に対する好機を高め、脅威を減少させるための選択肢と方策を策定する。

リスク分析 (perform risk analysis)

特定したリスクがプロジェクト目標全体に与える影響を分析するプロセス。

リソースヒストグラム (resource histogram)

資源ヒストグラム ともいう。一定の期間に予定されている資源の作業時間を示すバーチャート。比較の目的で資源の可用性を線で示すこともある。プロジェクトの進捗に伴い、資源の実働時間をバーチャートで示し、退避することもある。

レンタル (rental)

利用期間は一般的に短～長期間であり中途解約可能。物件はレンタル元が管理し、故障時には代替機が提供される。

<参考資料>

1. PMBOK®ガイド第5版、 PMI (Project Management Institute)
2. 改訂3版P2Mプログラム&プロジェクトマネジメント標準ガイドブック、
日本プロジェクトマネジメント協会
3. PMPパーフェクトマスター、伊熊昭等・海部雅之・鈴木安而著、評言社
4. プロジェクトの概念、神沼靖子(監修)、日本プロジェクトマネジメント協会

索引

索引

海洋開発ビジネス概論 第II部 索引 (50音順)

日本語	英語	ページ番号
AC	Actual Cost	92,134
CCB	Change Control Board	102,134
EV	Earned Value	90, 92,134
P2M	Program & Project Management for enterprise innovation	1, 16, 22,134
PBP	Pay Back Period	25,134
PMAJ	Project Management Association of Japan	1, 14,16,134
PMBOK®ガイド	a guide to the Project Management BOdy of Knowledge	1, 15,22,134
PMI	Project Management Institute	1, 14,21,134
PMO	Project Management Office	21,108,109,134
PV	Planned Value	25, 26, 92, 94,135
QCD	Quality Cost Delivery	14,15,135
ROI	Return On Investment	24,135
WBS	Work Breakdown Structure	3,36,37,38,135
アーンドバリューマネジメント	earned value management	88, 90, 91,135
アローダイヤグラム	arrow diagram method	41, 44,135
イナズマ線	progress lines	85, 86,135
インタビュー	interview	32,34,59,135
請負契約	contract agreement	72,74,95,97,135
課題管理	issue management	4, 78,103,104,136
完全定額契約	FFP : Firm-Fixed-Price contract	72,136
ガントチャート	gantt chart	38, 45, 68, 85,136
機能型組織	function-oriented organization	18,20,136
クラッシング	crashing	54,56,85,87,136
クリティカルパス	critical path method	41, 46,49,87,136
クロスビー	Crosby	63, 64,136
係数見積り	parametric estimating	39,136
コストベースライン	cost baseline	52,67,78,89,136
コスト管理	cost control	1, 51, 88,133,136

索引

コスト集約	cost aggregation	52,136
コミュニケーションチャネル	communication channels	66,137
コミュニケーションモデル	communication models	65,137
コミュニケーション技術	communication technology	65,137
コンティンジェンシー予備	contingency reserve	52, 62,106,137
コントロールアカウント	control account	36, 52,137
コンピテンシー	competency	21,137
コンフリクトマネジメント	conflict management	115,117,137
財務的投資効果	financial investment	134,135,137
実費償還契約	cost-reimbursable contract	72,73,122,137
ジュラン	Juran	63, 64,137
準委任契約	quasi-mandate contract	74,137
使用適合性	fitness-for-use	63, 64,138
スコープ	scope	34,51,77,80,138
スコープクリープ	scope creep	77,78, 98,138
ステークホルダー	stakeholder	12,29,34,75,138
ステークホルダー特定	identify stakeholders	75,138
ステークホルダー分析	stakeholder analysis	29,75,138
成果物スコープ	product scope	34,77, 80,127,138
全社 PMO	Project Management Office	31,138
戦略	strategy	1, 6,17,21,28,138
戦略的 PMO	strategic PMO	21,138
対応計画	pan risk responses	57,105,107,138
タイム・アンド・マテリアル (T&M 契約)	Time and Material contract	72,73,138
タスク	task	36,37,49,77,139
チームビルディング	team building	115,139
定常業務	operation	6,17,20,58,139
デミング	Deming	63,64,115,139
デルファイ法	delphi method	32,34,139
統合	integration	12,102,126,139
得点モデル	scoring model	24,28,139
トップダウン見積り	top-down estimating	38,39,139
内外製分析	make-or-buy-decisions	71,139
人間力	interpersonal skill	21,22,115,139
ハーツバーグ	Herzberg	115,118,119,140

索引

バーンダウンチャート	burn-down chart	83,140
派遣契約	dispatch contract	72,74,140
バックログ	backlog	84,140
バブルチャート	bubble chart	24,27,140
ビジョン	vision	1,17,140
品質監査	quality audit	63,109,140
品質管理	quality control	1,11,63,118,140
品質保証	quality assurance	62,63,109,140
品質メトリクス	quality metrics	63,140
ファストトラッキング	fast tracking	53,54,85,87,140
ブレインストーミング	brainstorming	32,34,59,140
プレシデンスダイアグラム	precedence diagramming method	42,44,140
プログラム	program	16,18,21,140
プログラム・マネジメント	program management	20,21,141
プロジェクト	project	1-4,7,141
プロジェクトスコープ	project scope	11, 34, 35,77,141
プロジェクトスコープ記述書	project scope statement	35,77,127,141
プロジェクト・ライフサイクル	project life cycle	4,10, 67,78,141
プロジェクト型組織	project organization	19,20,141
プロジェクト憲章	project chapter	29,67,117,127,141
プロジェクトポートフォリオ	project portfolio	17,141
プロジェクトマネジメント	project management	1, 6,11,12,15,141
プロジェクトマネジメントプロセス	project management process	10,15,22,142
プロダクト	product	9,35,37,84,142
プロダクト・ライフサイクル	product life cycle	10,142
平準化	resource leveling	53,55,68,142
ベースライン	baseline	52,77,78,98,142
変更管理	change control	3, 53,77, 98,142
ポートフォリオ・マネジメント	portfolio management	17,23,28,132,142
ボトムアップ見積り	bottom-up estimating	38, 39,142
マインドマップ	mind map	32,33,34,142
マズロー	Maslow	115,118,142
マトリックス型組織	matrix organization	20,142
ミッション	mission	17,142
無欠陥	zero defect	63,143

索引

モダンプロジェクトマネジメント	modern project management	14,15,68,143
要求事項	requirement	32,33,34,127,143
リース	lease	71,143
リスク	risk	1,15,56,103,143
リスク登録簿	risk register	57,59,78,105,143
リスク識別(リスク特定)	identify risks	57,59,104,105,143
リスク対応	risk response	53,57,60,105,143
リスク分析	perform risk analysis	57,105,143
リソースヒストグラム	resource histogram	67,68,143
レンタル	rental	71,88,143

索引

海洋開発ビジネス概論 第II部 索引 (アルファベット音順)

英語	日本語	ページ番号
a guide to the Project Management BODy of Knowledge	PMBOK®ガイド	1,15,22,134
Actual Cost	AC	92,134
arrow diagram method	アローダイアグラム	41,44,135
backlog	バックログ	84,140
baseline	ベースライン	52,77,78,98,142
bottom-up estimating	ボトムアップ見積り	38,39,142
brainstorming	ブレインストーミング	32,34,59,140
bubble chart	バブルチャート	24,27,140
burn-down chart	バーンダウンチャート	83,140
change control	変更管理	3,53,77, 98,142
Change Control Board	CCB	102,134
communication channels	コミュニケーションチャネル	66,137
communication models	コミュニケーションモデル	65,137
communication technology	コミュニケーション技術	65,137
competency	コンピテンシー	21,137
conflict management	コンフリクトマネジメント	115,117,137
contingency reserve	コンティンジェンシー予備	52, 62,106,137
control account	コントロールアカウント	36,52,137
contract agreement	請負契約	52,136
cost control	コスト管理	1,51,88,133,136
cost aggregation	コスト集約	1,51,88,133,136
cost baseline	コストベースライン	52,67,78,89,136
cost-reimbursable contract	実費償還契約	72,73,122,137
crashing	クラッシング	54,56,85,87,136
critical path method	クリティカルパス	41,46,49,87,136
Crosby	クロスビー	63,64,136
delphi method	デルファイ法	32,34,139
Deming	デミング	63,64,115,139
dispatch contract	派遣契約	72,74,140
Earned Value	EV	90,92,134
earned value management	アーンドバリューマネジメント	88,90,91,135
fast tracking	ファストトラッキング	53,54,85,87,140
FFP : Firm-Fixed-Price contract	完全定額契約	72,136

索引

financial investment	財務的投資効果	134,135,137
fitness-for use	使用適合性	63,64,138
function-oriented organization	機能型組織	18,20,136
gantt chart	ガントチャート	38,45,68,85,136
Herzberg	ハーツバーグ	115,118,119,140
identify risks	リスク識別(リスク特定)	57,59,104,105,143
identify stakeholders	ステークホルダー特定	75,138
integration	統合	12,102,126,139
interpersonal skill	人間力	21,22,115,139
interview	インタビュー	32,34,59,135
issue management	課題管理	4,78,103,104,136
Juran	ジュラン	63, 64,137
lease	リース	71,143
make-or-buy-decisions	内外製分析	71,139
Maslow	マズロー	115,118,142
matrix organization	マトリックス型組織	20,142
mind map	マインドマップ	32,33,34,142
mission	ミッション	17,142
modern project management	モダンプロジェクトマネジメント	14,15,68,143
operation	定常業務	6,17,20,58,139
parametric estimating	係数見積り	39,136
Pay Back Period	PBP	25,134
perform risk analysis	リスク分析	57,105,143
plan risk responses	対応計画	57,105,107,138
Planned Value	PV	25,26,92,94,135
portfolio management	ポートフォリオ・マネジメント	17,23,28,132,142
precedence diagramming method	プレシデンスダイヤグラム	42,44,140
product	プロダクト	9,35,37,84,142
product life cycle	プロダクト・ライフサイクル	10,142
product scope	成果物スコープ	34,77, 80,127,138
program	プログラム	16,18,21,140
Program & Project Management for enterprise innovation	P2M	1,16,22,134
program Management	プログラム・マネジメント	20,21,141
progress lines	イナズマ線	85,86,135
project	プロジェクト	1-4,7,141

索引

project chapter	プロジェクト憲章	29, 67, 117, 127, 141
project life cycle	プロジェクト・ライフサイクル	4, 10, 67, 78, 141
project management	プロジェクトマネジメント	1, 6, 11, 12, 15, 141
Project Management Association of Japan	PMAJ	1, 14, 16, 134
Project Management Institute	PMI	1, 14, 21, 134
Project Management Office	全社 PMO	31, 138
Project Management Office	PMO	21, 108, 109, 134
project management process	プロジェクトマネジメントプロセス	10, 15, 22, 142
project organization	プロジェクト型組織	19, 20, 141
project portfolio	プロジェクトポートフォリオ	17, 141
project scope	プロジェクトスコープ	11, 34, 35, 77, 141
project scope statement	プロジェクトスコープ記述書	35, 77, 127, 141
quality assurance	品質保証	62, 63, 109, 140
quality audit	品質監査	63, 109, 140
quality control	品質管理	1, 11, 63, 118, 140
quality cost delivery	QCD	14, 15, 135
quality metrics	品質メトリクス	63, 140
quasi-mandate contract	準委任契約	74, 137
rental	レンタル	71, 88, 143
requirement	要求事項	32, 33, 34, 127, 143
resource histogram	リソースヒストグラム	67, 68, 143
resource leveling	平準化	53, 55, 68, 142
Return On Investment	ROI	24, 135
risk	リスク	1, 15, 56, 103, 143
risk register	リスク登録簿	57, 59, 78, 105, 143
risk response	リスク対応	53, 57, 60, 105, 143
scope	スコープ	34, 51, 77, 80, 138
scope creep	スコープクリープ	77, 78, 98, 138
scoring model	得点モデル	24, 28, 139
stakeholder	ステークホルダー	12, 29, 34, 75, 138
stakeholder analysis	ステークホルダー分析	29, 75, 138
strategic PMO	戦略的 PMO	21, 138
strategy	戦略	1, 6, 17, 21, 28, 138
task	タスク	36, 37, 49, 77, 139
team building	チームビルディング	115, 139

索引

Time and Material contract	タイム・アンド・マテリアル (T&M 契約)	72,73,138
top-down estimating	トップダウン見積り	38,39,139
vision	ビジョン	1,17,140
Work Breakdown Structure	WBS	3,36,37 38,135
zero defect	無欠陥	63,143

海洋開発ビジネス概論 改訂第1版 執筆者一覧

【執筆者】

第Ⅰ部 海洋開発の特徴と事例編

一般財団法人エンジニアリング協会

第Ⅱ部 プロジェクトマネジメント編

酒森 潔 (公立大学法人首都大学東京 産業技術大学院大学 産業技術研究科
情報アーキテクチャ専攻 教授)

平成 29 年度 海洋開発人材育成 カリキュラム・教材開発に関する検討委員会
ビジネス概論ワーキンググループ メンバー一覧 (順不同)

【座長】

酒森 潔 (公立大学法人首都大学東京 産業技術大学院大学 産業技術研究科
情報アーキテクチャ専攻 教授)

【メンバー】

外岡 誠 (国際石油開発帝石株式会社 技術本部 開発技術ユニット 施設グループ
コーディネーター) 平成 29 年 8 月まで

稲井 康文 (国際石油開発帝石株式会社 技術本部 開発技術ユニット 施設グループ
マネージャー) 平成 29 年 9 月から

河合 展夫 (株式会社地球科学総合研究所 代表取締役社長)

岸本 直彦 (日揮株式会社 プロジェクトマネジメント本部 プロジェクト部モジュールグループ
グループリーダー)

上田 真司 (日本海洋掘削株式会社 人材育成推進室長)

横田 浩明 (三井造船株式会社 企画本部 海洋事業推進部長)

※所属、肩書は 2017 年 12 月時点

平成 29 年度 海洋開発人材育成 カリキュラム・教材開発に関する検討委員会委員一覧（順不同）

【委員長】

鈴木 英之（国立大学法人東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻 教授）

【委員】

佐藤 時幸（国立大学法人秋田大学 副学長（国際戦略担当）、国際資源学研究科長、
国際資源学部長）

藤久保昌彦（国立大学法人大阪大学 大学院工学研究科 地球総合工学専攻 船舶海洋工学部門
教授）

古川 芳孝（国立大学法人九州大学 大学院工学研究院 海洋システム工学部門 教授）

中島 喜之（株式会社 IHI 社会基盤・海洋事業領域 F-LNG SBU 副SBU長）

中野 豊久（川崎汽船株式会社 執行役員 技術グループ長）平成 29 年 7 月まで

佐々木丈一（川崎汽船株式会社 理事 先端技術グループ長）平成 29 年 8 月から

脇山 典広（川崎重工業株式会社 船舶海洋カンパニー 技術本部海洋設計部 基幹職）

三輪 正弘（国際石油開発帝石株式会社 技術本部開発技術ユニット ジェネラルマネージャー）

関本 恒浩（五洋建設株式会社 執行役員 技術研究所担当）

栗島 裕治（ジャパンマリンユナイテッド株式会社 海洋・エンジニアリング事業本部
海洋エンジニアリングプロジェクト部 部長）

川越 美一（株式会社商船三井 常務執行役員）

常盤 安弘（新日鉄住金エンジニアリング株式会社 海洋事業部 プロジェクト部長）

清水 正巳（大成建設株式会社 土木本部土木技術部部長（技術担当） 兼海洋技術室 室長）

河合 展夫（株式会社地球科学総合研究所 代表取締役社長）

荻谷 俊行（千代田化工建設株式会社 執行役員 成長戦略本部 本部長代行）

西川 正夫（東亜建設工業株式会社 土木事業本部 理事）

勝間 寛（東洋エンジニアリング株式会社 資源エネルギー事業本部 事業本部長代行 兼
資源プロジェクト本部長）

岸本 直彦（日揮株式会社 プロジェクトマネジメント本部 プロジェクト部モジュールグループ
グループリーダー）

上田 真司（日本海洋掘削株式会社 人材育成推進室長）

吉田 泰三（日本郵船株式会社 工務グループ グループ長）

坪川 毅彦（三井海洋開発株式会社 常務執行役員）

横田 浩明（三井造船株式会社 企画本部 海洋事業推進部長）

小松 正夫（三菱重工業株式会社 インダストリー&社会基盤ドメイン 船舶・海洋事業部
船舶・海洋技術部 主幹技師）

※所属、肩書は 2017 年 12 月時点