

パッケージ型インフラ輸出の促進に向けて
～建設技術者が果たすべき役割～

2014年4月30日

土木学会エネルギー委員会 エネルギーインフラ輸出促進小委員会
プロジェクトマネジメント検討ワーキンググループ(WG1)

目次

はじめに	1
第1章 エネルギーインフラ輸出に関する取組み	4
1.1 パッケージ型インフラ輸出の必要性	4
(1) 国際事業に必要な競争力の形成	4
(2) 建設産業の事業環境変化と国際市場展開	4
(3) パッケージ型インフラ輸出の必要性と課題	5
1.2 パッケージ型インフラプロジェクトと成りうる事業	8
第2章 パッケージ型インフラプロジェクトへの具体的取組み方法	9
2.1 リスク管理能力の向上	9
2.2 リスクレベルの分類とレベル毎の対応方針	9
(1) 計画段階 (Feasibility Study 段階) において想定されるリスク	9
(2) 入札段階において想定されるリスク	11
(3) 契約・資材調達に係わるリスク	11
(4) 建設段階において想定されるリスク	13
(5) 完成物引き渡しの段階で想定されるリスク	13
(6) O&M (Operation & Maintenance) の段階で想定されるリスク	14
2.3 リスク発生頻度	14
2.4 リスク影響度	14
2.5 福島原子力発電所の事故について	15
第3章 プロジェクト執行形態に関する分析	17
3.1 諸外国の執行形態	17
(1) フランスの執行形態	17
(2) 米国の執行形態	18
(3) 韓国の執行形態	18
3.2 我が国の国内原子力開発における執行形態	20
3.3 パッケージ型インフラ輸出に向けた執行形態	21
おわりに	23

別表：海外原子力開発に係わるリスク分析表

はじめに

政府が2010年6月18に閣議決定した「新成長戦略」では「アジア諸国の経済成長に伴う地球環境への負荷を軽減し、日本の技術・経験をアジアの持続可能な成長のエンジンとして活用する。具体的には、新幹線・都市交通、水、エネルギーなどのインフラ整備支援や、環境共生型都市の開発支援に官民あげて取り組む。同時に、土木・建築等で高度な技術を有する日本企業のビジネス機会も拡大する」として、我が国が将来目指すべきビジョンが示された。同時にその実現方策として「パッケージ型インフラ海外展開」が示され、官民連携のオールジャパン体制で海外展開を推進し、2020年までに19.7兆円の市場規模を目指すことも示された。

土木学会エネルギー委員会は、このような動きに対応し、「エネルギーインフラ輸出小委員会（以下、『小委員会』と云う）」の設置検討に入った。小委員会設置の目的はパッケージ型インフラ輸出の柱として期待されるエネルギーインフラプロジェクトの海外展開の具体策と土木技術者の担うべき役割を明らかにすることであった。小委員会は2010年10月に設置され、2010年11月24日に第1回が開催された。小委員会は、エネルギーインフラプロジェクトの内、推進上最も難度が高い原子力発電プロジェクトを主検討課題とし、マネジメント上の諸課題を整理・分析するワーキンググループ（WG1）と、国内技術基準類の適用に関する諸課題を整理・分析するワーキンググループ（WG2）の2つのワーキンググループによって構成され、各ワーキンググループは並行して活動を行うこととなった。

WG1で最初に議論されたことは、原子力発電プロジェクトのパッケージ型輸出にはプロジェクトの企画段階から運営・維持管理段階に至る全フェーズにおける全体のリスク分析が必須条件となるということであった。

リスク対応の観点からみて、最も適切な分野の者がプロジェクト遂行の主体となる。これがプロジェクトマネジメントの大前提といってよい。インフラプロジェクトは、建設過程のリスクに加え、自然／社会事象といった広範囲なリスクに対応しなければならない。どの国においてもインフラプロジェクトに於いて土木技術者が中心的役割を担っているのはこういった理由による。

我が国のインフラプロジェクトも同じ論理をもって進められている。しかし、化学プラント、火力発電や原子力発電プロジェクト等は異なった状態となっている。これらのプロジェクトでは機電系技術者が主体となって推進する構造になっており、土木技術者は補助的立場でプロジェクトに参画する構造となっている。機電系のコストの占める割合が大きいからというのがその理由とされている。コストの占める割合で主導権を決めるといったシステムは、プロジェクトの成否を決めるリスク対応力といった観点からみると大きな問題を抱えていることになる。

インフラプロジェクト輸出の推進には、原点に戻り、リスク対応力の観点から、十分な経験と調整能力を有する者が必要となる。問題は現状の土木技術者がその役割を果たせるかということである。まず考えなければならないことは、土木技術者自身のパラダイム（意識の枠組み）の変更であり、マネジメント能力の拡大・向上である。日本の企業が海外で実施する火力発電所のプロジェクトにおいては、土木技術者が統括的な立場で

プロジェクトを推進する事例もある。しかし、他国と比較すると、日本の土木技術者は、マネジメント技術といった点で大きく遅れをとっていることは、国際事業展開の現状を見れば明らかであり、特にリスクマネジメント能力が低い。更に、建築分野と一線を画すといったことも影響し、他国の技術者と比較すると思考の幅も狭い。つまり、現状の日本の「土木技術者」は「Civil Engineer」としての能力範囲をカバーしきれていないということである。

こういった実態を踏まえ、WG1では、敢えて土木技術者という言葉を用いず、インフラ輸出プロジェクトの推進に必要な「新たな技術者像」として「建設技術者：Civil Engineer」という表現を用いることにした。

活動開始から約3ヶ月過ぎた段階で、原子力発電プロジェクト遂行に関するリスク分析表が概ね完成していたが、2011年3月11日に東日本大震災が発生し福島第一原子力発電所の事故が起きた。小委員会の委員の多くが、震災や原子力発電所事故に対応しなければならない立場にあり、2011年3月から9月までの約半年間、小委員会の活動は実質的に休止状態となった。

その間、活動内容そのものについて再検討が必要ではないかという意見が小委員会から提示され、WG1の活動再開にあたって以下のような議論が行われた。

- 原子力発電所の事故を受け、オールジャパン体制（政府、電力企業、重電メーカー、建設企業等）での海外展開は難しくなっている。しかし、原子力発電所に限らず、国際建設市場においてはBOT等の契約形態のもとで“パッケージ型インフラ輸出”が基本形となりつつある。
- 日本のインフラ輸出に対し、市場国からは“要素技術のレベルは高いが、パッケージ型でプロジェクト遂行をしてくれるのか”といった意見が聞かれる。総合的なマネジメント技術を備えた技術者が不足していることは事実であり、この点が、“パッケージ型インフラ輸出”における国際競争力の低さの原因になっていると考えられる。我が国の産業界は“パッケージ型インフラ輸出”ができる形になっていない。
- “パッケージ型インフラ輸出”を行うための組織体制構築や、意思決定に資するリスク分析手法等に関するスタディについては、継続して行ってゆく必要がある。WG1は活動目標を踏襲し“パッケージ型インフラ輸出”の促進における、契約、設計、建設、などの諸問題についての解決策の提言をすべき。
- 福島第一原発の事故においては根本的要因として津波対策の不備があり、立地やシビアアクシデントに対する多重防護対策について建設技術者が主体的に関与する体制となっておらず、結果的にその責務を果たすことができなかつたと理解すべきである。
- 立地問題を含めた事故の総括は、原子力発電所の輸出先政府・国民や、わが国の国民から最も問われるところとなる。この総括が、今後我が国の原子力発電所の輸出を促進するとした場合の必須事項となり、建設技術者もこれらを社会へ積極的に発信していかなければならない。

こういった議論を踏まえ、WG1は2011年10月から活動を再開した。福島第一原発事故は立地や自然災害を含めた全体のリスクマネジメントが十分でなかったことを示す事例であると言わざるを得ない。さらに言えば、本来それを担うべき建設技術者

の意識が低かったことも反省材料であるといえる。こういったことを繰り返さないための解決策は建設技術者のリスクマネジメント能力向上とプロジェクトへの主体的参画であり、これはパッケージ輸出の促進策と同じ方向性を持つことになると考えられる。同時に、原子力輸出を主眼とした検討を行うことが他の発電方式も含めたエネルギーインフラ建設プロジェクトにも適用可能になるとも考えられる。政権交代後の2013年6月14日には「日本再興戦略-JAPAN is BACK-」が閣議決定され、原子力発電所を含むインフラ輸出の促進方針が改めて打ち出された。本報告書はその実現のために必要な施策について、市場の状況、対応すべきリスク、執行形態などといった観点から分析を行い、提案を試みるものである。

本報告書はパッケージ型インフラ輸出の実現方策を探ると同時に、新しい「建設技術者」像を提示するものでもある。

第1章 エネルギーインフラ輸出に関する取組み

1.1 パッケージ型インフラ輸出の必要性

(1) 国際事業に必要な競争力の形成

1990年代初頭のバブル経済終焉以来、我が国の建設投資は減少し続けている。バブル経済時のピークには約84兆円あった建設投資額は、2010年度には約41兆円（内、政府による建設投資額は約16.6兆円）となった。

こういった事業環境の変化を受け、2005年頃から大手建設企業が相次いで国際市場の大型案件に取り組み始めたが、その大半が多額の損失を出す結果となり、経営方針の抜本的見直しが求められる状況に陥っている。これまで、国内建設投資額が減少すると国際市場へと動き、損失、撤退といったパターンを繰り返してきた。

我が国の建設産業の本格的な国際市場展開は、第二次世界大戦後の賠償工事が一段落した1960年代後半より始まった。以後、事業量を急速に拡大し80年代初頭には1兆円レベルに達していた。この時代、国内市場は「建設冬の時代」の最中であり、国外展開を事業低迷の打開策として取組むという背景があった。だが、この当時、欧米先進国でも1兆円相当の国外事業量を行っている国は稀であった。問題は、その後の経緯であり、我が国の建設産業の国際市場での事業量は、今日に至るまで30年間近くも1兆円レベルから離陸できていないことである。

1990年代初頭、EU（欧州連合）構想が現実化するに従い、欧州先進国の建設産業は思い切った国際市場での事業量拡大政策を取り始め、2000年代に入って急速な成長を遂げている。現在では、1社で国際事業量が1兆円を超える企業がいくつも存在する。欧州先進国の建設産業だけでなく、韓国の建設産業等の国際展開を分析すると、自国の産業構造改革と国際展開を同軸で捉えていることが分かる。欧州諸国ではEU構想の実現に向けて、経済活動の阻害要因撤廃を目指して、各国の持つ法令・法規が様々な角度から見直が行われた。社会資本整備事業分野に於いても同様な取組みが行われ、開発権プロジェクト等、民間主導の事業環境が形成されていった。韓国では1997年の国家財政危機を契機に、政府が民間企業に社会基盤整備を推進させる方策を打ち出した。いずれの場合も民間企業のプロジェクト企画力・計画力、創造力を高める結果となり、この力が国際市場での事業推進力、競争力となった。

(2) 建設産業の事業環境変化と国際市場展開

図-1に示す様に、我が国の国民1人当りの国内総生産；GDP per Capita が1万ドルを超え、国連等の区分による高所得国の仲間入りをしたのは1980年初頭、バブル経済の発生前である。我が国は先進国となってから既に30年近くが経過していることになる。欧米先進諸国に見られるように、先進国の範疇に入った国は、産業発展のための社会基盤整備が充足して行き、建設投資は所定の量を保持したまま徐々に減少して行くパターンとなる。これを「先進国型建設投資」とすれば、発展途上の国々の建設投資は「途上国型建設投資」ということができ

途上国型建設産業から先進国型建設産業への移行

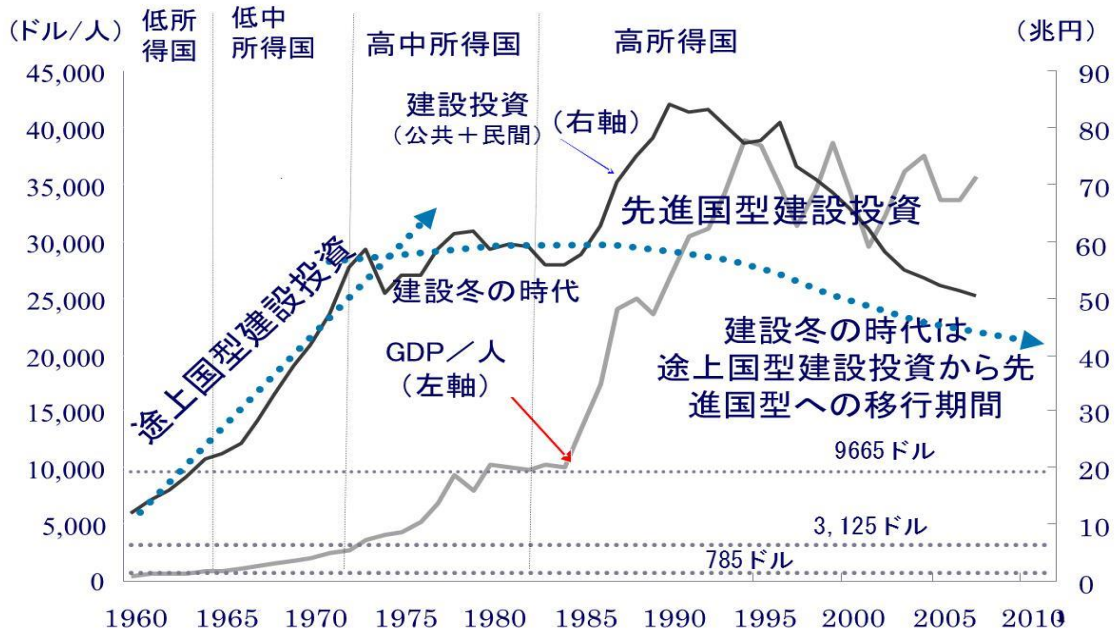


図-1. 建設産業の事業環境の変化

る。

我が国の建設産業が抱える根本的問題は、「途上国型の建設産業システム」のまま先進国化した産業環境に対応していることであるといつてよい。現在、10年間で200兆円の防災関連の公共投資が必要とする国土強靱化政策が論じられている。しかし、現状の執行システムに関する議論が伴わなければ、公的発注機関と建設産業に対する国民の信頼は更に遠のく結果になると思われる。

国際事業展開に関して云えば、先進国の産業でありながら途上国型の産業形態で市場展開を図ろうとしていることであり、国際競争力の不足の根本的理由はこの点にあると考えなければならない。

(3) パッケージ型インフラ輸出の必要性和課題

途上国は近年、急速な経済発展を遂げており、2000年以降、その動きは加速している。ADBによればアジアでは2010年から2020年の間に8兆ドルの投資を必要としており、計画済の運輸・エネルギーインフラを整備するためにはさらに約2900億ドルが必要であるとされている。2010年に策定された国土交通省の成長戦略（以下「成長戦略」）においても、「この新たな成長市場は今後の主戦場であり、他国企業に対して競争できる体制を整え、成長の果実を取り込む仕組みを作ることは喫緊の課題である」と述べ、「海外受注高を2020年までの合計で10兆円以上とする」という目標設定を行っている。

これまで、途上国におけるインフラプロジェクトの執行形態は、ODAプロジェクトに代表されるように、設計施工分離型が主体であった。しかし、近年は設計・施工一括契約、EPC契約、更にはBOT契約など開発権型プロジェクトによる事業推進を求めるようになってきている。2000年代に入り、途上国の経済発展の速度が加速し、設計・施工分離型のインフラ整備推進では要求スピードに適合出来なくなっている。新たな執行形態の増加の原因はこの点にある。

こういった状況を踏まえ、成長戦略では「製品の輸出にとどまらず、的確な状

況分析の上でリスクテイクが可能な案件については、建設から管理運営までパッケージでの事業展開も行う等、世界市場で大きなプレゼンスを発揮している姿を目指す」と述べ、パッケージ型インフラ輸出の必要性を指摘している。政権交代後の2013年6月14日に閣議決定された「日本再興戦略-JAPAN is BACK-」においてこの方針は強化され、「2020年に30兆円（現状10兆円）のインフラシステムの受注を実現」という目標を掲げ、実現の具体策としてJBICの海外展開支援融資ファシリティの活用などの方策が打ち出されている。

近年、途上国においてパッケージ型のインフラ整備が求められるようになっていく背景には、経済発展スピードの他にも以下の理由を挙げることができる。

- ・ 品質や安全性の確保のためにはプロジェクトリスクの全体像を把握することが重要になる
 - ・ 高度化・複雑化した技術を要する大型プロジェクトにおいて、設計・施工・運営・維持管理といったプロジェクトのフェーズごとに実施主体が交代する執行形態では、発注者がプロジェクトリスクを一貫してマネジメントする能力が求められる。途上国の発注組織には人材が不足している
 - ・ 途上国は、プロジェクトを一貫して遂行できる事業組織と共に業務を行うことによって、高度なプロジェクト遂行の力を持った人材の育成を望んでいる
- プロジェクトに内在するリスクの総量は一定であり、これを適切に配分することが重要となる。しかし、リスクマネジメントの基本は、当該リスクに対し最も高い対応力を持った者がそのリスクテイクをすることである。すなわち、プロジェクトマネジメントにおいては、根幹リスクに対し最も高い対応力を持った者が主導権を取る執行形態が必要と云うことになる。

プロジェクト毎にリスクを適切に配分できる執行形態が検討され、最終的に工事請負、設計・施工一括(DB: Design-Build)、EPC(Engineering, Procurement, Construction)、BTO(Build Transfer Operate)、BOT(Build Operate Transfer)、BOO(Build Own Operate)等といった具体的な契約方式が選定されることとなる。設計・建設のみの参画となるDBやEPCは部分的なパッケージと捉えられる。また建設した施設を保有し、運営・維持管理まで行うBOTやBOOはトータルなパッケージであり、近年増加してきていることから、その需要の大きさがうかがわれる。

だが、我が国ではプラント関連プロジェクトを手掛けるエンジニアリング企業以外にパッケージ型インフラプロジェクト事業に対応できる企業がほとんどない状態にある。

戦後の国内におけるインフラプロジェクトは、建設省(現国土交通省)や鉄道、電力企業等の発注機関が主導権を持ち、設計、施工、機器納入といった各フェーズをコンサルタント、建設企業、メーカー等の建設関連企業に分担させる遂行形態を取ってきた。こう云った環境の下で建設関連企業はそれぞれの事業領域における技術力を高め、世界に誇れる技術を開発してきた。しかし、プロジェクトの企画や計画、そして総合的なマネジメントは発注者が担う形態が堅持されてきた。つまり、我が国のインフラプロジェクトは、発注者と建設関連企業が役割を分担し、機能を統合する形態で遂行されていると云うことである。

建設関連企業には最先端技術は備わっているものの、パッケージ型インフラプロジェクトを推進出来る技術力(企画力)とマネジメント能力が不足している原因はプロジェクトの執行形態にあると見てよい。

1.2 パッケージ型インフラプロジェクトと成りうる事業

1990年代頃から英、米、独、仏、豪といった先進諸国では、庁舎・病院・刑務所等の公共建築、道路・空港・港湾・鉄道等の交通関連インフラ、電力・ガス等のエネルギー関連インフラ、上下水道関連インフラ、通信関連インフラ、廃棄物処理関連インフラ、地域開発等、多様な分野において民間資金を活用したプロジェクトが行われている。こういった事業においては民間企業が企画・資金調達から設計、施工、運営・維持管理段階まで関与することとなる。先進諸国における建設関連企業は国内市場においてこういったプロジェクトに参画する機会を得て、パッケージでインフラプロジェクトを推進出来る技術力とマネジメント能力を培い、これを以て途上国のインフラプロジェクトに参画していると捉えられる。

一方、我が国の国内市場においても近年になって PPP/PFI の推進が課題として挙げられるようになり、成長戦略においても「国土交通省関連の PPP/PFI 事業費について 2020 年までの合計で新たに 2 兆円実施する」という数値目標が設定された。しかしながら現状では病院・公営住宅・官舎といった建築案件や公園、駐車場、港湾施設といったものが中心で、道路等の大型土木案件は極めて少ない。海外の BOT プロジェクト等を実施した経験のある一部の企業を除けば、我が国の建設関連企業がインフラプロジェクトを推進出来る技術力とマネジメント能力を向上させる機会はほとんどなかったものと考えられる。

こういった現状を踏まえると、パッケージ型インフラ輸出の実現に向け、短期的には国内発注機関と建設関連企業が連携した事業推進体制の構築が必要となると考えられるが、国土交通省などの公的発注機関が直接海外のプロジェクトの受注者となることはない。参画するとすれば、新しい組織を構築する必要がある。一方、民間発注機関による事業展開であれば現在国内で行われている体制をベースに検討することが可能であり、実現性は高いものとなる。

対象となる事業は先進諸国の例を見ればあらゆる種類の事業となるが、短期的には我が国の最先端技術の国際的評価が高い分野であるエネルギー関連インフラ、鉄道インフラ、水資源関連インフラといった事業範囲が有望と考えられる。特に、エネルギー分野や鉄道分野は我が国においても早い時期に民間セクターに移管され、民間発注機関が事業主体となる形が既に定着している。

さて、パッケージ型インフラプロジェクトの推進にあたっては、プロジェクト全体のリスクを俯瞰した上でのリスクマネジメントが重要なことを指摘した。また、わが国の建設産業においては、パッケージ型インフラプロジェクトを推進出来る技術力(企画力)とリスクマネジメント能力は充分備わっていないことを示した。

近年、東欧、中近東、東南アジア諸国において原子力発電所建設の動きが加速している。我が国もベトナムやトルコ等の国々から建設支援の要請を受けていた

が、福島第一発電所の事故が発生し、現在もその対応に追われている。支援要請国からの話が白紙に戻った訳ではないが、今後どのように動くかを推察することは極めて難しい状態であることは間違いない。

しかしながら、エネルギーインフラ輸出において、原子力発電所輸出プロジェクトが最も難度が高いものとなる。原子力発電所の建設・運転のプロセスには長期の工事期間、巨額のプロジェクト費用、安全対策、などに関して他エネルギーインフラよりも格段にリスク総量が大きいのものとなるからである。こういった観点から、本研究では、最もリスクマネジメントのレベルの高い原子力発電所建設プロジェクトに焦点を当て、パッケージ型インフラプロジェクトへの取組み方法について探究することとした。

第2章 パッケージ型インフラプロジェクトへの具体的取組み方法

2.1 リスク管理能力の向上

我が国の建設関連企業に於いて最も重要視しなければならない問題は、リスク管理能力の向上である。海外原子力開発を今後の我が国のエネルギーインフラ輸出のターゲットとして考える場合、計画段階から調査、設計、契約、施工、オペレーション&メンテナンスに至るまで、各フェーズで考えられるリスクは多岐の分野に渡り、それぞれの因果関係は非常に複雑になる。このため、各リスクに対する責任箇所、リスクの大きさ、対応策については、入念に精査しておかなければならない。また、計画時点で予見不可能な潜在リスクも大きく、極力想定されるリスクを全て事前に洗い出しておき、契約面でヘッジしておくことが肝要である。

本章では、海外原子力開発に係わるリスク分析表（巻末の別表）を作成し、プロジェクト開発段階を、①計画段階（F/S～基本設計段階）、②入札段階、③契約段階、④建設段階（建設準備～詳細設計～建設段階）、⑤現地への移転の段階（人材育成）、⑥安全審査・検査段階、⑦O&M 段階の主要七段階に区分し、各段階においてクリティカルとなるリスクを洗い出し、その具体的な対応策について検討する。

2.2 リスクレベルの分類とレベル毎の対応方針

(1) 計画段階（Feasibility Study 段階）において想定されるリスク

計画段階で想定される主なリスクとしては、需要想定に係わるリスク、電源開発計画に係わるリスク、電力系統分析・最適ユニット計画に係わるリスク、売電計画に関わるリスク、原子力関係の法令、規格・基準の整備計画・整備実施に係わるリスク、立地安全性・地質に係わるリスク、炉型選定に係わるリスク、燃料計画および使用済み燃料及び放射性廃棄物処理計画に係わるリスク、環境アセス取得に係わるリスクなどがある。

発展途上国における電力需要の想定は、事業者にとって計画段階のリスクの根幹をなす重要なものであり、プロジェクトの経済性に直結する。人口増加率、人口の年齢別分布、一人あたり GDP などの経済成長率、エネルギー価格、エネルギー消費動向などの指標が影響してくるが、政策や投資環境、地域別産業育成方策などを慎重に見極めていく必要がある。また、電力需要は日々の変動と季節的な変動があるが、特に注意を払うべきは日変動であり、都市が発展・成熟するにつれ、需要カーブが変動する（夕刻ピークから昼需要のピーク尖鋭化）。また最近では、再生可能エネルギー開発促進の観点から、風力、太陽光などの出力変動の大きい電源が電力系統内に導入されており、これら不安定電源のバックアップのため、火力や広域融通電力を含む、最も効率的な電源構成が変化する。これら全てを踏まえた上で需要想定を行う必要がある。

電源開発計画については、上記需要動向にマッチする供給力を確保する計画であるが、基本的に原子力はベース電源、その主な代替電源は火力であることから、LNG、石油、石炭など燃料費の価格動向が大きな影響要因となる。仮に

長期間安定したベース需要が存在するのであれば、極力、原子力を活かすことが最も経済的¹⁾になる。当該国政府に原子力開発計画策定能力が十分でない場合、需給変動により計画が遅延するリスクが生じるため、そこは注意しなければならない。

炉型選定のリスクについては、3.11 の福島第一原子力の事件事例を見ても、適切な炉型選定（BWR Mark-I を採用）と対策の必要性が、あらためて重要であることが明らかになった。福島の場合、Mark-I の炉型の持つ独特のスペックおよびシステム構成が事故後に制御不能のリスクに陥った一つの大きな要因とされている²⁾が、予期しないシビアアクシデントについて、メーカー保証範囲、保険のカバー範囲、アクシデントの事例の蓄積と分析を十分に行った上で、最適な炉を選定しなければならない。

計画段階において実施するリファレンス設計段階で想定されるリスクとしては、地盤条件で不連続部など不適切な地盤上に炉を設置するリスク（基準不適合となるリスク）、主機プラントとの荷重条件の整合性のリスク、技術基準の不適合のリスク、耐震設計のリスク、津波高さ想定 of リスク、浸水対策のリスク、シビアアクシデントを踏まえた非常用電源・代替系統確保に係わるリスクなどがあり、リスクが及ぼす影響度の大きさでは、最大となり得るものである。

福島第一原子力の事故原因については、被災設備の詳しい現地調査が現状において困難であるため、未だ重要な課題として残されているが、設計基準を大きく上回る津波が発生し、全交流電源および直流電源、海水ポンプ系の機能が喪失した結果、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却または反応度の制御ができない状態となり、その結果、炉心の著しい損傷および水素爆発に至る過酷事故（シビアアクシデント）が発生した。

国会事故調や政府事故調では、シビアアクシデント対策の対象が内部事象（運転上のミスなど）に限定され、外部事象（地震、津波など）、人為的事象（テロ等）を対象外とし、長時間の全交流電源喪失を想定していなかったことを大きな問題点として指摘している。また、シビアアクシデント対策が規制対象とされず、事業者の自主対策とされたため、対策の実効性が乏しくなったとしている。

建設計画の策定に際しては、設置許可・安全審査のプロセスの予測がリスクとして大きく、建設工程の精度はこれに係わってくる。既導入国の事例を参考に、契約書に相手国政府の責任として明記していくアクションが重要になる。また、福島事故の反省を踏まえ、独立性と専門性の高い規制機関である原子力規制委員会・原子力規制庁が新たに設置されたが、このような現地国の規制側体制整備が求められる。

発注国における入札図書作成段階においては、IAEA Technical Report Services No.275（「Bid Invitation Specifications for Nuclear Power Plants, A Guide Book」）に基づき、入札図書を整備する必要があるが、標準的な国際契

¹⁾但し、事故対策費用や核燃料サイクル費用を含む発電原価では、コンベンショナルな火力と同等になる可能性が指摘されている（「コスト等検証委員会報告書」～2011.12.19 エネルギー環境会議）。

²⁾例えば、圧力抑制プールや格納容器容量が小さい、設計上耐えられる圧力が低い、非常用冷却系システムの裕度が低い、制御棒の挿入方法が加圧水型（PWR）と異なり、圧力容器下部から挿入するため貫通部が多い、など。

約約款である FIDIC や、JICA、World Bank などの各ドナーの調達ガイドラインおよび発注者の仕様書との内容整合性を見る必要があり、入札図書に必要な項目の抜け・落ちがないかどうかチェックが不可欠である。

(2) 入札段階において想定されるリスク

入札段階で応札者が特に注意を払うべきリスクは、カントリーリスクである。その主な内容には、政情不安（暴動、戦争、ストライキなど）、政権交代などによる諸制度の変更や発注者側担当者の交代、極度のインフレ、デノミネーションなども含め、通貨の大幅な変動による混乱、住民などによる工事に対する反対運動・妨害など、その国独自の国内法や大統領令などの変更などがある。

現地の法・基準改正のリスク、許認可取得に係わるリスク、為替変動のリスクは、非常に予測しづらいため、通常は発注者が責任を取る場合が多いと思われるが、我が国の企業が海外進出する場合には、政府保証や政府間交渉、現地専門家によるアドバイスが不可欠である。

また、現地の技術基準が国際スタンダードの内容と乖離している可能性もある。この場合には、当該国の基準と国際汎用基準との比較から、Standard Criteria を作成し、適用基準を明確化することが必要になる。例えば、米国 NRC（The Nuclear Regulatory Commission）基準、IAEA 基準と日本の原子力規制委員会の基準とを比較した場合、大きな相違点としては、日本の基準が決定論的手法を採用しているのに対して、NRC や IAEA では決定論と確率論を併用している点が挙げられる。このため、原子力技術移転先の国が仮に IAEA 基準に従う場合、確率論的評価が必須となる。

昨今の日本企業の現地展開において発生している暴動・事故などの情報を考慮すると、治安の悪化や労働市場のリスクも無視できない要因である。現地企業との良好なパートナーシップや、相手国政府による警備体制強化を要請することも望まれるところである。

いずれにせよ、発注者が定める TOR（Terms of Reference；業務指示書）を熟読し、業務の範囲や条件などを詳細に確認したうえで、必要であれば発注者側にクラリフィケーションという形で問い合わせることが肝要である。

(3) 契約・資材調達に係わるリスク

一般に、プラントプロジェクトでは、迅速性や経済性といった観点から、受注者側の技術力と経験を最大限に活用するターンキー契約（Turn Key Contract）が採用されている。ターンキー契約とは、受注者が当該プロジェクトの設計及び機器調達、建設に対し、全面的に責任を負う契約であり、工事遂行に伴い発生するリスクは受注者側が負うことを基本としている。この契約形態の基盤は、総価一式請負契約（Lump Sum Contract）であり、原則的に追加費用や工期延伸は認められないことになる。このため、応札者は想定されるリスクを事前に全て洗い出し、契約協議の場で責任負担の範囲を明確にするといった対策が必要となるが、ターンキー契約は、プロジェクト遂行に伴い発生するリスクが受注者側にとって対応可能な範囲（Manageable Range）にあると

ということが前提となって成立する契約と考えるべきものである。

ターンキー契約に関しては、FIDIC(国際コンサルティングエンジニア協会)の作成した EPC (Engineering, Procurement, Construction) 契約約款を採用し、JICA 等の国際的資金提供者による調達ガイドラインに準拠する合理的な契約条件が組み込まれているといったものは良いが、発注者によっては当該国独特の法律・基準等を組み込み片務性が強い内容としてしまうケースがある。

(注；FIDIC の EPC 契約約款 (シルバースタック) に関する留意点については後述する。)

契約・資材調達に係わる主なリスクとしては、片務条項 (発注者側優位)、契約書類優先順位、仕様書 (規格・基準) の内容、物価変動、為替、天災・自然条件、遅延損害賠償責任、当該国の法令変更、瑕疵担保、紛争解決関連、代案の取り扱い、労働許可発給、事務所登録等があり、入札から契約締結までに長期間を要する場合等のリスクも考えなければならない。

EPC 契約においては、契約後に受注者が設計を開始し、その後、工事計画認可、原子炉設置許可申請等の許認可プロセスを踏むといったケースが考えられるが、これらのプロセスで条件変更が発生する可能性が高く、受注者にとって大きなリスクとなる。FIDIC シルバーに準じた契約を行うと、発注者仕様が明確でない状態で総価一式請負契約を交わすことになり、EPC コントラクターが極めて大きなリスクを負うことになる。このようなリスク状況を是正するために、最近の原子力プロジェクトでは、EPC 契約後に許認可や設計の進展に応じて EPC 価格を段階的に決定することが可能な約款である英国建設契約約款 (New Engineering Contract) を採用しようという動きも見受けられる。

いずれにしても、EPC 契約では発注者側がどこまで必要プロセスを行っているか、概念設計 (Conceptual Design) や設計指針等の内容を確認することが必須条件となる。

その他、最も注意を払うべきものは、片務条項に係わるリスクであろう。契約上の権利と義務について条項を精査する必要があることは言うまでもない。円借款事業では、JICA を通じて片務契約条項の変更を要求することも可能だが、契約調印後に契約条項を変更することは極めて困難なものとなる。特に、民間事業においては片務契約条項が織り込まれている場合が多く、十分な注意が必要となる。

なお、リスクヘッジの方法として貿易保険の利用があるが、現状の貿易保険では追加費用請求 (クレーム) などによる債務は仲裁判決等により確定債権とされない限り適用とならない。(注:2012 年に紛争(裁定)委員会:DAB(Dispute Adjudication Board) の判決で確定債権となった場合も貿易保険でカバーするという改定がなされた。但し、発注者が DAB の判決を不服として仲裁に進んだ場合は仲裁判決を待たなければならない)。

又、貿易保険では、言うまでもなく、現地調達となる労務や機械等に関するリスクはカバーされない³。

資材調達に関しては、当該国で入手できるもの、輸入により対応するものを、

³ 「国際展開推進プロジェクト小委員会報告書」 (2011 年 8 月土木学会建設マネジメント委員会)

所要の品質を確保できるか否かの観点などから仕分けし、免税措置を受けられるものについては申請を行う必要がある。建設機械や仮設資機材を輸入する場合には、再輸出条件（Re-export Conditions）等の工事終了後の取り扱いまで視野に入れておく必要がある。

主機メーカーが主体となりターンキースキームでプロジェクトを進める場合、自然リスクを取り扱う土木の分野の不確実性が最も大きくなる。このため、リスクに応じた責任分担を明確に定めることが必要になる。つまり、メーカー、ゼネコンなど参画者の単純な出資比率と、負担するリスクの大きさに不整合が生じるため、発注者・受注者との間でリスクヘッジについて慎重に講じておく必要がある。

(4) 建設段階において想定されるリスク

建設段階で想定される主なリスクを列挙すると次のようになる。

条件変更に伴う追加費用の発生や工期延伸、支払い遅延、為替変動リスク、海外送金、下請業者との契約、指定下請業者（Nominated Subcontractors）、現地労働者との争議、自然条件、不可抗力事項の発生、材料調達、用地確保、工事中断、保留金解除、瑕疵担保、資機材再輸出、地下埋設物、JV 構成に係わるリスク、税制度変更、紛争解決の遅れ、工事保険など保険回収。

留意すべきは発注者、或いは発注者側のコンサルタント等の過剰な干渉である。本来、EPC 契約は性能発注が基盤であり、発注者側が示すべき範囲は性能要求事項までであるのだが、設計方法や施工方法まで干渉してくる場合が多い。能力の乏しい者ほど干渉したがる傾向があり、追加費用と工期延伸を認めない総価一式請負契約においては、発注者の干渉によって多大なリスクが発生する可能性が高い。

FIDIC の EPC 契約約款（シルバースタック）にも、こういった干渉を排除する条項は明記されていない。

FIDIC シルバースタック（EPC 契約約款）における天災などの取扱については、Unforeseeable Difficulties（予想不可能な困難事象）と Exceptional Events（例外的な事象：工事関係者のコントロール能力を超える事象）とに明確に区分しており、法・基準の改正（Adjustment for Changes in Legislation）を除き、基本的に前者を請負責任としている。よって、これらの予測できない事象について、できる限り事前に想定しておき、リスクヘッジの方法について確認しておく必要がある。そのためには事前の調査・検討のために、必要な期間と予算を確保しておかなければならない。

(5) 完成物引き渡しの段階で想定されるリスク

発注者に完成物を引き渡す段階で想定される主なリスクとしては、現地運転要員雇用、トレーニング・プログラムに関する育成・能力開発に係わるリスクがある。運転・維持管理（O&M ; Operation and Maintenance）人材の雇用については、極力、建設時やコミショニング時における作業員やオペレーターの中から選出させ、OJT を施す中で事前にプロジェクトの意義、目的を十分に

理解させておくことが重要である。

また、原子力の場合、運転期間が約 40 年と長期間にわたるため、国内でも設置している訓練センターを現地にも置くことが望ましい。トレーニング・プログラムについては、主機メーカーから契約図書の一部として推奨プログラムが提供されるが、なるべく国内で培った生の運転ノウハウや実績を伝授し、当該国との間で信頼関係を築くことが必要と思われる。

(6) O&M (Operation & Maintenance) の段階で想定されるリスク

O&M 中に想定される主なリスクとしては、発電出力に係わる操業リスク、人件費や燃料費の高騰リスク、計画外停止の長期化リスク、使用済み燃料の貯蔵と搬出のリスク、運転資金の調達リスク、料金回収リスクなどがある。

米国エンロン社が開発したインド・マハラシュトラ州のダボール火力（最大 220 万 kW）においては、プロジェクト開発～建設～1999 年の操業開始まで至ったが、当初融資に応じるとした世界銀行が経済性リスクから融資を撤回したこと、売電価格（PPA）の協議において最終的に確定した売電料金が当初想定 of 採算を確保できるレベルに至らなかったこと、また、州電力庁（MSEB）が経営破綻したことなどから、やむなくエンロンはプロジェクトを撤退のうえ、資産を売却している⁴。カントリーリスク、公営電力の財務状況のリスクや、運転資金の調達リスクに関連する事例である。

その他、原子力特有の O&M に関連する法令では、関連法基準改正のリスクや、原子力損害賠償法の整備に関するリスク、また、燃料関連で調達遅延リスク、核燃料サイクルシステムの未整備リスクなどがある。

2.3 リスク発生頻度

前述したプロジェクトの各フェーズのリスクについては、概ね発生確率が想定されるため、別表「海外原子力開発に係わるリスク分析表」において、非常に低い確率（1 点）から、非常に高い確率（5 点）まで定性的に 5 段階で評価し、比較することとした。

2.4 リスク影響度

各フェーズにおいて想定されるリスクを非常に小さいレベル（1 点）から、巨大なもの（最大 5 点）まで、5 段階評価を行った。

発生確率が非常に低い影響度の甚大なものについては、今回の 3.11 の福島第一原子力の事故が挙げられる。ただし、一言で想定外リスクと捉えずに、連動地震や巨大津波、非常用発電機の設置箇所、炉の選定など、事象を詳細に分類して、今後のプロジェクトの検証に役立てていくことが必要である。

これらの指標を元に、リスクの発生頻度と影響度、考えられる対策について、概念図で示したものを図-2 に示す。

⁴「海外電力 44-3（2002-03）」、海外電力調査会

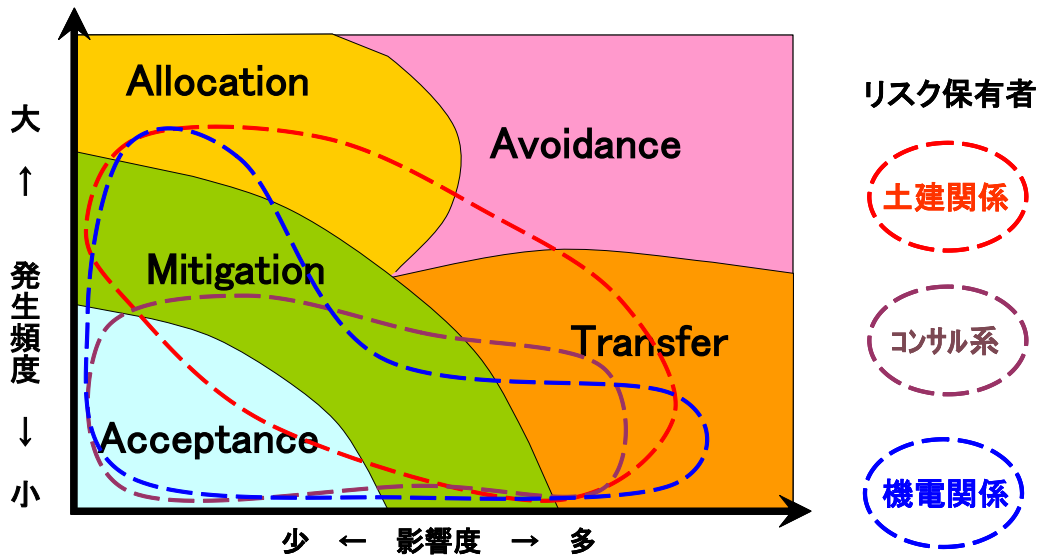


図-2 海外原子力開発におけるリスクの発生頻度と影響度の関係

- ・ 上図においては、発生頻度が高く、影響度の甚大なリスク（Avoidance のエリア）については、基本的に政府間の大きな枠組みで負担することで、プロジェクト関係者への責任を極小化する契約にもっていくことが必須である。一部、自然リスク起因の不可抗力が残り、責任の一部を事業者が負担せざるを得ない状況も発生する可能性がある。
- ・ その中で、影響度がやや小さなレベルについては、プレイヤー間でアロケーションをすることが可能（Allocation）であるし、大きなレベルについては、当該国や事業者に移転（Transfer）することを考えていかななくてはならない。
- ・ 各プレイヤー間で協働でリスクを最小化する Mitigation については、知恵の絞りどころである。
- ・ 当然のことながら、Acceptance の範疇になるリスクについては、契約で事前に明確に責任を明らかにしておく必要がある。

2.5 福島原子力発電所の事故について

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）に伴い、東京電力福島第一原子力発電所では、全交流電源喪失による炉心溶融（メルトダウン）と水素爆発を伴う過酷事故（シビアアクシデント）により、大量の放射性物質の飛散と汚染水の海洋流出が発生した。国際原子力事象評価尺度（INES）では、旧ソ連のチェルノブイリ事故と同じレベル7（深刻な事故）と判定された。

この事故を調査し、原因究明や対応の検証を行い、さらには事故発生 배경を分析することは、今後の原子力政策を見直す上で極めて重要なことであるが、残念ながら、現在も事故炉周辺は放射線レベルが高く、詳細な調査は不可能になっている。このため、事故原因の究明は、今後も取り組むべき課題として残されている⁵。

⁵ 「Issue Brief No.756 福島第一原発事故と4つの事故調査委員会」（2012.8.23、経済産業調査室・課）

例えば、東日本大震災で発生した福島第一原子力発電所の事故に関しても、別表のリスク分析表を用いて、実態分析が可能と考える。表中の地震・津波関連リスクに関する箇所を着色し、水色箇所を機電系分野、黄色箇所を建設系分野に関するものとして色分けをした。建設系部門の着色部が多いことから、建設系部門が主体となって発電所全体で対処すべきリスク対応が不足していたと評価できる。建設系分野が関係するリスクは発電所の安全の根幹に関わることは明らかであり、今後は建設系の技術者がプロジェクトを主導する体制構築が重要になってくるものと考えられる。

福島第一原子力発電所の事故災害を教訓として、原子力規制委員会は 2013 年 7 月 8 日に発電用原子炉に関する新規制基準を施行した。本基準は、耐震・耐津波対策の大幅な強化、火山や竜巻等の自然外部事象に対する安全性評価の追加、航空機テロ対策、シビアアクシデント対策としてのフィルタベント設置の義務づけ、など国際的に見ても厳しい要求事項で構成されている。このような基準を踏まえて、先に述べた「(2)入札段階において想定されるリスク」における当該国基準、特に、安全対策への対応を図ることが必要である。

表-1 4つの事故調査委員会

	国会	政府	民間	東電
委員会名	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会	福島原発事故独立検証委員会	福島原子力事故調査委員会
委員長	黒川 清（元日本学術会議会長）	畑村洋太郎（東大名誉教授）	北澤宏一（前科学技術振興機構理事長）	山崎雅男（前東電副社長）
調査方針	事故および事故による被害の原因、事故対応、原子力政策の調査検証と、それらを踏まえての提言。	事故及び事故による被害の原因の究明と被害の拡大防止及び同種事故の再発防止等の政策提言。	真実（truth）、独立（Independence）、世界（humanity）をモットーとして、政府と東電の責任を検証。	事故原因を究明し、原子力発電所の安全性向上に寄与するため、必要な対策を提案する。
報告書提出	2012.7.5	2012.7.23	2012.2.27	2012.6.20

第3章 プロジェクト執行形態に関する分析

本章では我が国の建設産業がパッケージ型のエネルギーインフラ輸出を行う際に必要になってくる問題を整理する。

我が国では国内事業において、発注会社側にインハウスエンジニアが存在することが通常であり、設計などのリスクは発注者側が取り、土木は数量精算契約、機電関係はデザインビルド契約とするのが通常の形態である。また、竣工後の運転や保守管理は、発注者側の責任で、インハウスエンジニアが実施している。

先に述べたとおり、パッケージ型のエネルギーインフラ輸出に取り組むには、EPC 契約、そして BOT 契約や BOO 契約に基づくプロジェクト遂行形態といった段階が考えられる。いずれにしてもパッケージ型としては、コントラクター側が相当のリスクを取ることを考えねばならない。

以降、パッケージ型執行形態に対応できるフォーメーションを整理し、プロジェクトファイナンス上の問題点にも触れる。

3.1 諸外国の執行形態

(1) フランスの執行形態

フランスにおける電力事業は、2004 年以前は国有企業であった EDF (Electricite de France : フランス電力公社) が発注者となり、フラマトム (Framatome) 社が 1970 年代から 80 年代にかけて年間数基のペースで PWR58 基、6,560 万 kW を独占的に受注してきた。

80 年代後半以降は電力需要の伸びが鈍化したことにより事業再編が行われ、2001 年 1 月にフラマトム社は独シーメンス社の原子力部門と統合し、フラマトム ANP 社 (Framatome ANP) と改称した。また、同年 9 月には国際競争力強化を目的とした持株会社アレバ社 (AREVA) が創設され、フラマトム ANP 社はアレバ社の傘下に入り、アレバ NP 社 (AREVA NP) として原子力部門を担うこととなった。

アレバ社の傘下には、国家機関である CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives : 原子力庁) の子会社としてウラン採掘から原子燃料製造、再処理等を行ってきたコジェマ社 (COGEMA) が改称したアレバ NC 社 (AREVA NC) も置かれ、アレバ社は送配電設備部門のアレバ T&D 社 (AREVA T&D) などを含めた世界最大の原子力複合企業となっている。近年では原子力だけでなく太陽光発電等も事業領域としている。

このように、国家主導で成立した組織が主導する形で国際展開を図っているのがフランスのエネルギーインフラ輸出の特徴である。例えば、アレバ社はフィンランドのオルキルオト (Olkiluoto) 原発 3 号機をターンキー契約で受注した。大手建設企業であるブイグ社 (Bouygues Construction) がサブコントラクターとして参画し、コストプラスフィー契約で事業を遂行している。欧州加圧水型炉 (EPR) の初の建設事例であることや出力 160 万 kW、約 30 億ユーロの大型事業であり、建設企業にとってはリスクを限定しないと参画が難しい

ためこのような形態となっているものと考えられる。実際に当該プロジェクトでは 5 年以上の工事遅延と 27 億ユーロの予算超過が発生しており、発注者である TVO (TeollisuudenVoimaOyj：フィンランド産業電力) とアレバ社の間で紛争となっている。

このようにフランスのエネルギーインフラ輸出は国家主導で成立した組織が元請となってリスクも取る形で主導し、大手建設企業が遂行する形態であるが、この形態においては、元請となる組織に極めて高いリスク管理能力が要求されることとなる。

参考文献

一般財団法人高度情報科学技術研究機構：フランスの電気事業および原子力産業

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=14-05-02-06

一般財団法人高度情報科学技術研究機構：フィンランドの原子力発電所建設計画

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=14-05-05-03

(2) 米国の執行形態

米国には GE (General Electric) や WH (Westinghouse Electric) に代表される世界的原子力プラントメーカーがあるが、注目すべきは原子力を始めとした電力関連プラントのプロジェクトに関しては建設企業がより大きな役割を担っていることである。例えばベクテル社 (Bechtel Corporation) は 60 年間で 150 基、7,400 万 kW の設計・施工・運営実績があり、米国内における原子力プラントの 88% は同社のエンジニアリング/建設サービスによるものとなっている。同社だけでなく、例えばブラウン&ルーツ社 (Brown & Root) が 1973 年に South Texas Nuclear Generating Station の設計・施工を元請受注する歴史をもつなど、大手建設企業がリーダーと成って事業を遂行する形態が米国の原子力開発の特徴であるといえる。

こういった形態をとる理由はプロジェクトに関わるリスク認識にある。米国では、機器部門の扱うリスクよりも、地質、地形、地下条件、自然条件、或いは環境関連といったリスクの方がプロジェクトの遂行や完成したプラントに与えるインパクトが大きく、致命的要因を含んでいると認識しているということである。インパクトの大きい、致命的なリスクを担当する者がリーダー的役割を果たすという形態が必要であり、シビル部門が中心となったプロジェクト遂行形態をとる。

リスクマネジメントの観点からプラントプロジェクトの遂行形態を決めるといった考え方は当然の事であり、米国に限らず、他の国々でも同様な方法をとっている。我が国ではプロジェクトコスト比率からリーダー的役割を果たす者を決めるといったやり方を踏襲しているが、これは世界的にみると珍しい形態であり、何よりもリスクマネジメントに関する認識といった観点からすると、大きな問題を抱えていることになる。

(3) 韓国の執行形態

韓国電力（KEPCO）が率いる韓国企業連合（KEPCO、斗山重工業、現代建設、三星物産、韓国水力原子力 KHNP、韓国電力技術 KOPEC など）が UAE 原発 4 基を 2009 年 12 月に受注した。本件は設計・施工・運転を含む原子力発電の一括パッケージであり、海外での原子炉建設経験が無い韓国がフランス勢、日米勢を抑えて受注したことは大きな衝撃であった。

韓国の受注成功は李明博大統領が主導する外交・政治力が大きな要因であると報じられているが、それに加えて、韓国政府・知識経済部（日本の経産省に相当）とその傘下の国営企業である KEPCO が強力なリーダーシップを発揮し、そのもとで協力企業が密接に連携して受注活動を行ったことも大きく貢献したとの声強い。

韓国国内における原子炉建設の契約形態は、一括契約ではなく分割契約が基本であり、発注者である KHNP と各企業が事業（工事）分野毎に個別契約を行う。この方式は日本国内の契約形態と同様である。一方、UAE のケースでは、韓国国内の方式とは異なり、相手国と KEPCO が主契約を結び、KEPCO が予め募集・選定して入札に参加した各企業が事業（工事）分野別に KEPCO と個別契約を結ぶという形になっている。

この契約形態のもとでは、KEPCO は主契約者としてプロジェクト全体管理、事業者との交渉、各事業（工事）分野の調整などの責任を負うものと推定され、協力企業の役割、責任、負うべきリスクの範囲は韓国国内の原子炉建設とほぼ同様となる体制となっていると考えられる。すなわち、韓国の原子力輸出への取組みには、韓国知識経済部、KEPCO が強力なリーダーシップを発揮することにより、今まで韓国国内で培ってきた KEPCO と各企業の強固な協力体制がそのまま海外原子力へも生かせるという強みがある。韓国の執行形態は国家電力が主導し、建設企業、機器メーカー等がコンソーシアムを組み遂行する形態であるといえる。

2009 年には古里原子力発電所のある釜山郊外に KEPCO が中心となり韓国原子力大学院大学（KEPCO International Nuclear Graduate School (KINGS)）が設立された。韓国原子力大学院大学（KINGS）では、将来的な原子力需要と必要技術者数の増加を見込み、リーダーとなる技術者養成を目的として、2012 年 3 月から韓国電力等の国内原子力関係技術者 32 名、UAE、ベトナム、マレーシア、インドネシア、タイ、ケニア、南アフリカから計 22 名の技術者を受け入れている。これも、将来的な原子力輸出促進に向けた戦略的活動の一環であると捉えられる。

我が国が韓国との国際競争力に対抗するためには、原子力輸出に対する日本国政府、経産省のリーダーシップ、電力会社の主体的な関与を強力に推進する必要がある。

注目すべきは韓国原子力大学院大学（KINGS）の教育プログラムの内容である。2013 年 5 月、本ワーキンググループの主査はこの KINGS 大学から要請を受け、プロジェクトマネジメントの講義を行った。KINGS 大学の教育プログラムの中にプロジェクトマネジメントに関する必須科目が組み込まれており、

リスクマネジメントに関する教員を米国から招聘している。

参考文献

社団法人日本電機工業会：韓国のインフラ輸出全般の取組み 報告書、2010年10月、
https://www.jema-net.or.jp/jema/data/201010korea_infra.pdf。

一般社団法人日本原子力産業協会：躍進するアジアの原子力：韓国の原子力開発、2010年4月12日、
http://www.jaif.or.jp/ja/asia/korea/korea_data.pdf。

3.2 我が国の国内原子力開発における執行形態

我が国における原子力開発の初期段階は、米国からの技術導入の側面が強かった。例えば、1971年に東京電力初の営業運転が開始された福島第一原発1号機においては、GEなど主機メーカーへのプラント一括発注（フルターンキー）とし、主要建屋建築工事についても、大手建設企業がGE子会社（GETSCO）より下請受注する形態をとった。

その後、2号機から6号機に関しては、主機メーカーとしてGEだけでなく東芝、日立といった国内企業へも発注していると同時に、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋、サービス建屋といった主要建屋等の建築工事については大手建設企業（JV含）に元請発注している。また、敷地造成、冷却水路、港湾物揚場、原石山骨材プラント、バッチャープラント、防波堤といった土木工事（主に準備工事）は個別に準大手クラスの建設企業と元請契約する形となっている。

運転開始が約10年後の1982年になる福島第二原発や1985年運転開始の柏崎刈羽原発においても、基本的には福島第一原発の2号機以降と同様である。主要建屋、主要土木工事毎に工区を設定し、大手・準大手クラスの建設企業と元請契約をしている。また、購買・工事を分割化し、工事発注ロットは徐々に小工区化していった。このように、我が国の原子力開発の進展とともに電力企業にノウハウが蓄積され、マネジメント業務を内部生産化するようになったプロセスが見て取れる。

なお、福島第一、第二、柏崎刈羽の主要土木建築工事のほとんどが、特命随契約の形で発注されている。開発地点への影響を考慮し、競争発注を促進するよりも、本契約前に予報発注（請負者への発注の内示）することで、主機メーカーを含めて、発注者、受注者による設計・施工合理化の協働検討を推進してきたという経緯がある。韓国のKEPCOのように、電力企業が強力なリーダーシップを発揮するというよりも、主機メーカーや建設関連企業と協働体制を構築し、現在で言うところのパートナーシップ型に近いプロジェクト執行形態であったものと捉えられる。リスクが多いため、契約では割り切れない部分があったことから、こういった執行形態が構築され、これまで続けてきたものと考えられる。

このような分割発注と個々の請負先に対する協業体制を主軸とする執行形態は、電力会社にそれぞれの専門分野における経験豊かなインハウスエンジニアが存在し、多種多様なリスクやそれに対する責任も担ったうえで、工種間の調

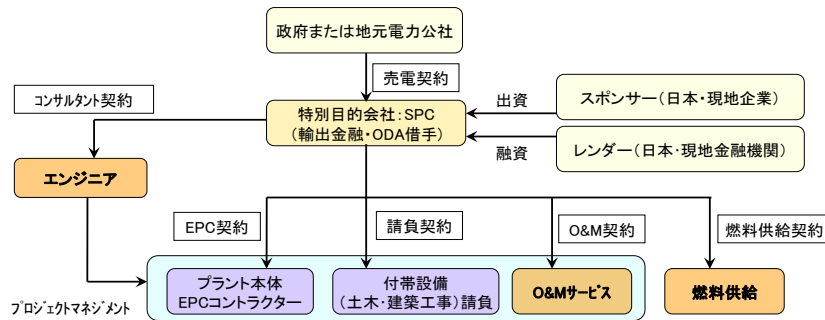
整などを前面に立って実施してきたことから成立できたものと考えられる。

3.3 パッケージ型インフラ輸出に向けた執行形態

これまで述べてきた世界的な市場動向や、我が国における原子力開発の歴史とプロジェクト執行形態を踏まえ、日本企業によるエネルギーインフラ輸出を進める際に、どのような形態が最も実現性が高いかについて検討する。

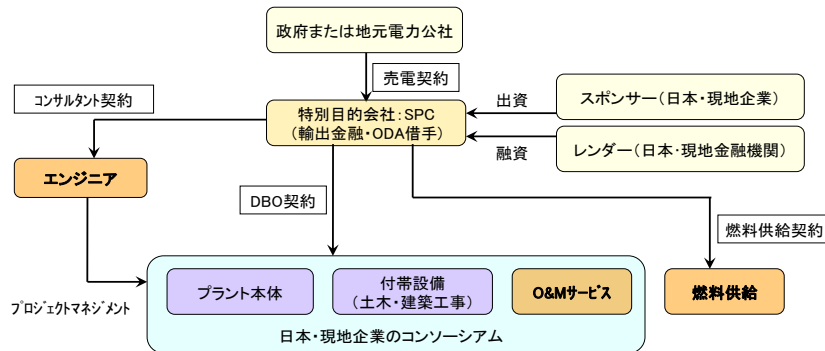
基本的な執行形態としては、図-3のようなスキームがあり、原子力未経験国において想定される事業執行形態もこのような形になるものと考えられる。この中で建設技術者は土木・建築工事請負だけでなく、全体を主導する役割を担うことが重要となる。例えば、図-3におけるオーナー側のエンジニアは、プロジェクト全体をマネジメントする重要な役割を担うことから、電力企業などに所属する建設経験豊富なエンジニアが受託することが望ましい。また電力企業が出資者になる場合は、オーナーの立場から特別目的会社に技術者を派遣し、プロジェクトの進捗に貢献していくケースもありうる。なお、新興国における原子力開発事業では、SPCによる料金回収が困難になるケースが考えられ、その場合は当該国政府からの支援や保証、あるいは世銀などのドナーからの保証が執行形態に付け加わることが想定される。

原子力未経験国において想定されるスキーム（１）



- 原子力の場合、プラント本体部分にはJBICなどの輸出金融、付帯設備（ほぼ土木構造物）にODAを適用。輸出金融の部分は不確定であるが、エンジニア雇用が課せられると想定される。
- その点では火力ODA案件と建設ODA案件同様のスキームと考えられる。
- 上記の業務にO&Mサービス（UAEの事例）が組み込まれる可能性もある。
- 契約約款としては、FIDICシルバー（EPC部分）とレッドブック（付帯設備）

原子力未経験国において想定されるスキーム（２）



- DBO（Design, Build and Operate Projects）の契約約款としては、FIDICゴールド
- FIDICゴールドはエンジニアの雇用を義務付けていないが、スキーム（１）同様課せられるものと想定
- BOTあるいはBOOを想定
- 原子力発電に伴うすべてのリスクを負うことは難しいため事前のリスク配分が重要

図-3 原子力未経験国において想定される事業執行形態

新興国からのニーズに対応するためには、第1章で述べたように建設から管理運営までをパッケージで受注できる組織の構築が必要となってくる。フランスではアレバ社に代表される国策原子力複合企業、米国ではベクテル社に代表される建設企業、韓国では KEPCO のような国営電力企業がその役割を担ってきた。

最近では、政府のパッケージ輸出戦略や、電力企業・主機メーカー等が出資する国際原子力開発株式会社とは別の動きの中で、主機メーカーが原子力輸出契約を獲得する事例も出てきている。これらの事例はパッケージ型輸出というよりも主機メーカーによる発電プラント工事の受注を意図したものである。

3.2 で述べたとおり、我が国の原子力開発は電力企業を中心となって主機メーカーや建設関連企業と協働体制を構築し、パートナーシップ型に近いプロジェクト執行形態をとってきた。主機メーカーや建設関連企業は専門領域においてそれぞれの能力を発揮するという体制であり、建設工事から運営・維持管理までの全体を一貫してマネジメントするノウハウは電力企業に蓄積されている。

これまでの国内における原子力開発の執行形態を考慮すれば、国内主機メーカーが途上国政府の求めるような建設工事から運営・維持管理まで含めたトータルパッケージを提供することは難しい。トータルパッケージの提供のため、例えば、国内主機メーカーが米ベクテル等の原子力発電所の経験豊富な建設企業と連携する、あるいは仏アレバ等の原子力複合企業と連携するといった体制も考えられる。しかしながら、我が国で培われた先進的な安全対策も含めた基準類、安全技術および安全文化も含めた一貫した技術の提供といった観点からも、オールジャパン体制がより望ましい。また、輸出入の許可取得事務から建設・維持管理に至る一貫したパッケージを提供することを特に途上国政府が望んでいるという状況もある。こういった要請に応えるためには、国内電力企業が主体となった体制が適していると考えられる。

原子力発電所の安全確保において最も重要となるサイト選定や施設のレイアウト、地震・風水害等の自然災害対策は主として建設技術者の担当である。また、自然災害リスク対処への重要性は福島第一原子力発電所事故の起因事象が津波であったことから明らかである。このように、プロジェクトにおいて最も不確定な自然条件に伴うリスクを取り扱うのは建設技術者である。また、事故後の福島第一原子力発電所における目下最大の課題は汚染水の処理や将来の廃炉対策であり、これらの課題解決のために主として建設技術者が日夜従事している。このようなことから、国内電力企業が主体となった体制が構築される場合は、特に電力企業の建設技術者の主導的な参画が求められる。

仮に国内での経験に近いパートナーシップ型の執行形態になった場合でも、リスクと責任の所在を明確にした上で、国際商習慣に基づく業務遂行の原則を堅持する必要がある。

おわりに

2013年6月14日に「日本再興戦略-JAPAN is BACK-」が閣議決定され、エネルギーインフラ輸出を促進する方針が改めて打ち出された。その中ではトップセールスの実行、官民連携体制の強化、経済協力の戦略的な活用、公的ファイナンススキームの充実といった施策が打ち出されたが、それよりもさらに重要なのはオールジャパン体制におけるフォーメーションの構築である。

本論でも述べた通り途上国はパッケージ型でのインフラ提供を求める傾向となっており、その要請に応えるためにはプロジェクト全体のリスクマネジメント能力が必須となる。考えなければならないことは、誰がプロジェクト全体のリスクマネジメントを行うかということである。米国を始めとした諸外国の実態、本ワーキンググループが作成したリスク分析表に示す項目の対応等を考えれば、建設技術者が主体性をもってプロジェクトに関わることが重要となることがわかる。我が国においても、インフラ輸出を契機として建設技術者の役割を根本から考える時期に来ている。

現在、原子力発電所などのエネルギーインフラ輸出に関わる組織としては電力企業、商社、主機メーカー、建設企業などが挙げられる。商社は、技術力といった面でプロジェクトリーダーとして途上国からの要請に応えることは難しい。主機メーカーは機器に関する技術力を有するが、パッケージ型輸出に対応できるリスクマネジメント能力を具備しているとは言い難い。建設企業は多くの建設技術者を有するものの、その能力は施工段階に特化しており、企画から運営・維持管理までを行う事業の経験がない。こう考えると、電力企業を除いた商社、主機メーカー、建設企業がコンソーシアムを組んだとしてもパッケージ型のエネルギーインフラ輸出は極めて難しいといえる。

我が国の原子力発電事業において、企画から運営・維持管理までの全体を一貫してマネジメントしてきたのは電力企業であり、コーディネーターとしてのノウハウも蓄積されている。パッケージ型のエネルギーインフラ輸出推進には電力企業の主体的参画と、電力企業内部における建設技術者のプレゼンス向上が必要であり、電力企業の建設技術者の持つ能力を最大限活用することがエネルギーインフラ輸出のためには必須となってくる。また同時に、こういった能力をもつ技術者の養成も今後重要となってくる。

現在、原発事故の当事者である東京電力をはじめとする電力企業は、積極的に原子力発電所のインフラ輸出を打ち出していく事業環境にない。よってパッケージ型の原子力発電所輸出という命題を遂行するためには、政府が主体となって、電力企業の持つノウハウを生かせる方策の立案が求められている。これを実現するため、建設技術者の意識改革が不可欠となる。

本論でも述べたとおり、フランスや米国といった原子力先進国のみならず、韓国においても国内産業を総動員したフォーメーションを構築し、国策としてパッケージ型のエネルギーインフラ輸出に取り組んでいる。我が国がエネルギーインフラ輸出を国策としている以上、早急に体制構築に取り組まなければならない。土木学会も国の機関と連携し体制構築や技術者養成に積極的に取り組む必要がある。

2014年4月30日

土木学会エネルギー委員会 エネルギーインフラ輸出促進小委員会

プロジェクトマネジメント検討ワーキンググループ(WG1)

大友 敬三(小委員会委員長)

草柳 俊二(WG1 主査)

秋山 隆(WG1 委員)

久保田 博(WG1 委員)

白谷 章(WG1 委員)

田畑 喜彦(WG1 委員)

徳弘 健二(WG1 委員)

野口 俊介(WG1 委員)

山岡 暁(WG1 委員)

上野 成三(WG1 幹事)

五艘 隆志(WG1 幹事)

橋内 宏至(WG1 幹事)

(五十音順)

別表 海外原子力開発に係わるリスク分析表

政府:当該国政府
 運営会社:発電所運営会社
 電力コンサル:コンサルタント(電力系含む)

機電:EPC機械電気
 土木建築:EPC土木建築
 系統運営会社:送電系統運営会社

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所		想定される事象・リスク				対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
		メイン	具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
1	【Feasibility Study段階】									
11	<電源開発計画>									
110101	電力需給分析	政府	○需給想定の見誤りにより、各種電源計画が変更となる。マスタープランの相違が生じる。	運営会社	3	2	Ac,Mit	定期的に需要想定を見直し、マスタープランを修正。		当該国政府に需要想定、マスタープラン作成の能力があることが前提。
			○需要変動により流通設備の設備容量が不足するリスク	系統運営者	2	2	Ac,Mit	需要想定の変動を受けて、定期的に系統計画を修正。		当該国政府、系統会社に系統解析等系統計画に必要な解析技術が有ることが前提。
110201	原子力開発計画	政府	○需給の変動等により原子力開発計画が遅延するリスク	運営会社	3	2	Ac,Mit	状況に応じて原子力計画を修正		当該国政府に原子力開発計画策定能力があることが前提。
110301	電力系統分析・最適ユニット出力分析	政府、電力コンサル	○ユニット出力が不適切で、計画外停止の際に系統信頼度と与える影響が大きくなる	政府、運営会社	2	2	Ac,Mit	他の電源も含めてユニット構成・開発計画を見直す。系統信頼度(LOLP)計算を綿密に行う。		当該国政府に系統信頼解析等の分析能力が有ることが前提。
110401	炉型選定	政府、電力コンサル	○炉型固定により発注先が限定されるリスク(調達硬直化)	運営会社	3	3	Ac,Mit	炉型を事前に決定せず、テンダーを掛ける。	テンダー時の仕様書に炉型の指定を織り込まない	
			○予期しないトラブルが発生する炉型を選定するリスク	運営会社	1	4	Ac,Tr	メーカー保証、保険。事例の蓄積と炉型の判断材料を標準化。	想定外の事由において免責事項を設定。	予期しないトラブルの想定が困難。保険の設定等でコストが増加する。
			○FS業務での想定した炉型に対するリファレンス設計の精度不足	運営会社、電力コンサル	3	3	Mit	EPSステージでの追加調査、追加設計検討。外部照査の実施。	設計業務仕様書の前提条件を明確にする。	
12	<組織インフラ整備関係>									
120101	IAEA(No. NG-G-3.1)のマイルストーンドキュメント19項目の整備	政府、電力コンサル	○項目不整備、整備の遅れによる開発着手遅延	政府	3	1	Ac	原子力先進国による支援の実施		MOC協定国(日本)の積極的な支援
				運営会社	3	4	Mit	インフラ整備の状況モニターを継続する		
120201	開発スケジュールの検討	政府、電力コンサル	○開発スケジュール承認手続き等の遅延が発生し、着手等の計画に変更が生じる	運営会社	2	1	Ac			
120301	PA計画の策定	政府	○原子力導入反対運動が盛り上がり、開発が滞る	政府、運営会社	4	4	Mit	日本など他国の実施事例を参考にして対応に当たる。合意形成のための各種説明会を実施する。		原子力PR、立地推進政策の整備。関連事項に関するMOC協定国(日本)の積極的な支援
120401	原子力関係の法令、規格基準の整備計画・実施	政府、電力コンサル	○法令、規格基準の整備の遅れ(法令等の抜け、不足分の対応)による着手の遅延	政府、運営会社	2	2	Ac,Mit	原子力先進国による支援の実施。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
				運営会社	2	3	Mit	インフラ整備の状況モニターを継続。		
			○審査項目が合理的に設定されなかった、ポイントがズレていることによる開発工程への影響	運営会社	2	2	Ac,Mit	規制組織に対して審査項目の合理性確保の要請。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
				機電・土木建築	2	4	Mit	審査の遅れによる工程への影響に関する契約上の取り扱いの明確化。	契約時、契約条件に取り扱いを明記する。	
120501	規制側の体制組織・人員確保計画・実施	政府	○規制側体制構築の遅れによる開発着手の遅れ	政府、運営会社	2	2	Ac,Mit	原子力先進国による支援の実施。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
			○規制体制の機能不全、計画人員不足による許認可工程(工事工程中)の遅延	政府	2	2	Ac,Mit	原子力先進国による支援の実施。人員育成の強化、迅速化。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
				運営会社	2	4	Mit,Tr	許認可の遅延による工程の遅れに起因する損失を明確化し、補償を求める。	PPA契約に保証条項を明記する。	
				電力コンサル、機電・土木	2	4	Mit	許認可手続きの遅れに伴う工程の遅れに関する契約上の取り扱いの明確化。	契約時、契約条件に取り扱いを明記する。	

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
120601	電力側(開発側)の組織体制・人員育成計画・実施	電力コンサル	○必要人員を集める見通しが立たない	運営会社	2	4	Mit,Tr	雇用条件見直しによる人材確保。フォーリンにより補強する。		専門的な高等教育を受けた人材の存在が前提。
			○人材育成が計画通り進まず運営管理が滞る	運営会社	3	3	Mit	育成計画の見直し。日本国内における事前の研修で人材を育成。コアメンバーを選定して特別研修の実施。		人材育成プログラムに対するMOC協定国(日本)の積極的な支援
			○人材育成受入れ国(組織)の不足による育成計画の未達、新規導入国であることから初期段階での要員増の見込み違いが発生	運営会社	3	3	Mit	ドナーを通じた受入れ国への働きかけ。事前に人材育成受け入れ国(組織)を複数確保。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
120701	燃料計画	政府、電力コンサル	○燃料調達の見込みがたらず、開発計画に何らかの影響(計画放棄、遅延、修正など)が発生	政府、運営会社	2	4	Mit,Tr	ソースを限定せずにリスクを分散する。備蓄計画も調達計画に加味する。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
			○世界的な需要による燃料不足・確保に課題が発生	政府、運営会社	2	4	Mit,Tr	当該国政府、ドナー側政府、運営会社などでリスク分担する体制を作る。複数の燃料供給国とのチャンネルを構築する。燃料備蓄体制を構築する。価格上昇のコストをPPAに反映する。		燃料調達体制に関して、産出国、導入国と未導入国との協議機関の設置
120801	使用済み燃料及び放射性廃棄物処理計画	政府、電力コンサル	○使用済み燃料及び放射性廃棄物処理計画が策定できずに開発計画に何らかの影響(計画放棄、遅延、修正など)が発生	政府、運営会社	3	3	Mit	原子力先進国に支援を仰ぐ		MOC協定国(日本)の積極的な支援
			○使用済み燃料及び放射性廃棄物処理のトラブルリスク	政府、運営会社	1	5	Tr	保険機能の強化。		保険適用条件等の整備。それによるコスト増。
			○処理場立地確保、処理インフラ整備不足により処理が滞る	政府、運営会社	2	4	Tr	廃棄物処理を海外委託する。中間貯蔵を行う。複数の処理場を確保する。		原子力先進国の協力。複数の処理先の確保。それによるコスト増。
13	<サイト評価・環境影響調査>									
130101	調査の実施(工学面:気象、海象、地質・地盤、地震)	政府、電力コンサル	○ローカル調査会社の能力不足により、指定の調査若しくは精度の高い調査が出来ない	電力コンサル	3	3	Mit	日本など、経験豊富な他国のコンサルの補強を行うとともに、それらのコンサルタントにより調査管理、当該国コンサルのキャンパシティ・ビルディングを行う。ローカル調査会社の能力を事前調査。複数の調査会社を選定。		ローカルへの技術移転、資材移転。
			○調査機材の不足により、調査工程の遅延が発生	電力コンサル	3	3	Mit	現地調達可能な資機材の事前チェックを実施。調達不可能な物は国外より調査機材の調達を行う。調達手間等を考慮して余裕のある調査計画を立てる。		機材持込時の関税免除など条件整備。
			○安全上重要な調査が不足する	運営会社、機電、土木建築	1	4	Mit	日本など高度な技術力を有する信頼できるコンサルタントを雇用し、合理的な調査計画を立てさせる。調査項目の多重チェックを実施して、調査内容が不足している場合はEPC段階で追加調査を行う。建設中に不確定要因が出てきた場合は設計照査を行う。	L/A条件としてコンサルタント雇用を織り込む。	要件を満たすコンサルタントの存在。コンサルタント雇用、追加調査などによるコスト増。
			○評価レベル、評価基準、コストの調整が必要(取れない)	政府、運営会社、電力コンサル	3	3	Mit	関係者(相手政府、電力コンサル、ドナーなど)で評価内容(基準、手法とレベル)とコストの最適化が図れるように検討する。場合によってはコストの増額を図る。		適用する立地評価基準の合理性(ゴールデンスペックにならないように)を原子力先進国が提示する

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所		想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
		メイン	具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類				
			○地元住民、NGO等による調査反対が発生し調査が出来ない	政府、運営会社	4	4	Mit	日本など他国の実施事例を参考に対応に当たる。合意形成のための各種説明会を実施する。		原子力PR、立地推進政策の整備	
				電力コンサル	4	2	Al	調査実施の責任は当該国政府にあることを契約に明示。	実施主体および調査区域のセキュリティはオーナー側の責任である旨を明確化する。		
			○調査工程の遅延による本体の着手が遅れる	政府、運営会社	3	2	Mit	実績のある調査会社を複数社選定。定期的に進捗をモニターし、早期に改善策を採る。本体工事工程を見直す。			
				電力コンサル	3	4	Mit	定期的に進捗をモニターし、早期に改善策を採る。コンサル側の瑕疵範囲を明確にして、契約に反映。	コンサルの瑕疵とならないよう契約に反映。	調査実施主体(調査リスクテーカー)の確定。	
130201	調査結果の評価(立地安全性評価:地震動、地表面断層、異常気象、火山、雷、竜巻、熱帯性サイクロン、洪水、津波、斜面安定、地表面の陥没・沈下・隆起、液状化、他)(IAEA基準NS-R-3他) (設計条件:火山、気象的特徴、波浪推算、温排水拡散、洪水、流向・流速、基礎地盤、周辺地盤、その他)	政府、電力コンサル	○評価委員会(外部・内部)の公平性、透明性確保に課題が発生	政府、運営会社、電力コンサル	2	2	Ac.Mit	評価ボード等の設置 国際機関による第3者査定を導入 評価委員会の委員構成、決議方法をルール化		MOC協定国(日本)の積極的な支援。原子力安全審査体制、外部裁定機関の設置が出来る環境。	
			○現地調査の精度不足による評価結果の相違が発生し、安全性の確保が困難となるリスク	政府、運営会社	2	5	Mit,Tr	日本など高度な技術力を有する信頼できるコンサルタントを雇用して評価を行う。見直しや交渉の機会づくり。 調査期間中の精度チェック、見直しをこまめに行う。 問題が発生した後は、原子炉停止、保険の適用。	L/A条件としてコンサルタ ント雇用を織り込む。	MOC協定国(日本)の事例・ 情報提供。経験のあるコンサル タントの雇用。保険設定。それ によるコスト増。	
130301	社会環境影響調査の実施 (大気質、水質、廃棄物、騒音・ 振動、地盤沈下、悪臭、自然環 境(保護区、生態系及び生物 相)、住民移転、生活・生計、文 化遺産、景観、労働環境、工事 中の影響、事故対策、モニタリ ング、その他)(JBIC環境チェッ クリスト) (相手国側の責任とし、受注側 はコメントのみ)	政府、電力コンサル	○社会環境NPOによる調査反対運動が発生	政府、運営会社	4	4	Mit	日本など他国の実施事例を参考にし て対応に当たる。合意形成のための各種 説明会を実施する。		原子力PR、立地推進政策の 整備	
				電力コンサル	4	2	Al	調査実施の責任は、当該国政府にある ことを契約に明示。	実施主体および調査区域 のセキュリティはオー ナー側の責任である旨を 明確化する。		
			○重要な調査項目の見落としリスク	政府、運営会社	2	3	Mit	日本など高度な技術力を有する信頼で きるコンサルタントを雇用し、合理的な 調査計画を立てさせる。 当該国環境関連法に精通したローカル コンサルタントを活用し、事前に必要調 査項目のチェックを行う。 評価時点でも追加調査の必要性が出た ら実施する。	L/A条件としてコンサルタ ント雇用を織り込む。	MOC協定国(日本)の事例・ 情報提供。経験のあるコンサル タントの雇用。保険設定。それ によるコスト増。	
130401	EIAレポート(自然環境および社会環境影響) (相手国側の責任とし、受注側 はコメントのみ)	政府、電力コンサル	○社会・自然環境に多大な影響を与える事象(希少種の存在、自然保護区指定の有無、移転住民(特に少数民族の有無)問題)が明確になるとともに、十分なミティゲーション方案が立案できなく、調査結果がステークホルダーに受け入れられない	政府、運営会社、ステイクホルダー	2	4	Tr	Pre-FS、事前調査段階での社会環境の 調査精度を上げて適地を検討する。 合意形成、PA活動の継続、補償、対策 案の見直し。 代替地への移行。		環境影響評価手法および環 境対策の基準化。立地対策 政策の確立。外部裁定機関 の設置	

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
130501	サイト評価(建設可能性の確認)	政府、電力コンサル	○調査の結果、フィージビリティ(適正な建設費)が確保できないことが判明、事業性、採算性の見誤りリスク	政府、運営会社	2	4	Mit,Tr	Pre-FS、事前調査段階での立地条件の調査精度を上げ、コストアップ要因が少ないサイトを選定する。コストダウン方策を検討する。O&Mコストの上昇防止策を検討する。PPA条件の見直しを行う。ファイナンス条件の見直しを行う。代替地への移行。		売電単価増。 PPA交渉における政府の理解と承認
14	<リファレンス設計>									
1401	当該国の設計に関する規格・基準(材料試験規格も含めて)整備									
140101	・当該国の設計規格・基準の調査・確認	電力コンサル	○当該国に適した規格・基準の整備不足	電力コンサル	3	2	Mit	綿密な事前調査を実施。不足である規格基準の明確化。必要な規制、基準の整備。国際的基準からの補充。		
140102	・適用可能な国際もしくは日本規格・基準の提供、確定	電力コンサル	○当該国基準と国際的汎用基準に不整合が生じる	政府、運営会社、電力コンサル	4	3	Mit	当該国と国際的汎用基準との比較からStandard Criteriaを作成し適用基準を明確化する。当該国政府、発注者と事前調整を行う。		日本の規格・基準の国際化標準化。
			○整備した規格・基準に対して、当該国の担当官庁との調整が難航するリスク	電力コンサル	2	3	Mit	交渉の積み重ね。担当官庁の意向調査。規格・基準の修正、調整のための第三者機関の設置。		外部裁定機関の設置
			○当該国における関連規格・基準の改正リスク	電力コンサル	3	3	Mit	担当官庁の規格・基準改正動向の情報収集。当該プロジェクト契約期間中は変更基準の対象から除外するよう政府と交渉。契約時の技術仕様にて明記する。	FS委託契約、EPC契約時の技術仕様にて除外事項を明記する。	
140201	設計条件・設計荷重の設定(基礎岩盤深さ、岩石・岩盤物性、敷地境界、潮位、外気温、風向風速、降水量、冷却水温度、地震、波浪、雷、竜巻、熱帯性サイクロン、斜面安定、地表面の陥没・沈下・隆起、液状化、荷重、他)	電力コンサル	○現地調査結果の精度不足・評価不足による不適切な設計条件、荷重(過大・過小)の設定	電力コンサル	3	3	Mit	調査期間中に精度を入念にチェックする。場合によっては追加調査を実施。ばらつき、誤差を考慮して設計条件を設定。既導入国の事例を参考にして条件を設定。		MOC協定国(日本)の事例・情報提供。経験のあるコンサルタントの雇用。保険設定。それによるコスト増。
			○考慮すべき主要な荷重の抜け	電力コンサル	2	4	Mit	既導入国の事例を参考にして荷重設定。主要荷重項目の多重チェック。EPC段階で再チェックのうえ、抜け落ちを修正する。設計照査を実施する。		MOC協定国(日本)の事例・情報提供。経験のあるコンサルタントの雇用。保険設定。それによるコスト増。
140301	炉心位置・地盤レベル主要建物、冷却水取水設備等の主要設備の配置	電力コンサル	○地盤条件の急変部、外部事象の影響に対する考慮不足により不適切な地盤の上もしくは位置に炉心を設置するリスク(基準不適合となるリスク)	政府、運営会社	1	5	Mit,Tr	Pre-FS、事前調査段階での調査精度を上げ、地盤条件の見逃しを無くす。電力コンサルと密に連携すると同時にバックチェックの実施、状況によっては原子炉停止、地点放棄、保険適用。		
				電力コンサル	1	4	Mit	Pre-FS、事前調査段階での調査精度を上げ、地盤条件の見逃しを無くす。既導入国の同様な事例を参考にして、未然防止策、チェック項目のマニュアル化を図る。		MOC協定国(日本)の事例・情報提供。経験のあるコンサルタントの雇用。保険設定。それによるコスト増。
			○取放水設備の線形・位置が不適切なことによる温排水拡散領域の拡大に伴う環境・社会影響の増大リスク	運営会社	2	4	Mit	取放水口位置の変更等、温排水対策工の実施。		
				ステイクホルダー	2	4	Tr	補償による解決。		立地補償政策の整備。

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
				電力コンサル	2	3	Mit	既導入国の同様な事例を参考にして、未然防止策、チェック項目のマニュアル化を図る。		経験のあるコンサルタントの雇用。
			○所要敷地面積の不足により効率的な配置ができない	政府、運営会社	2	2	Ac,Mit	追加敷地の確保。		
140401	原子炉主要系統の設計	電力コンサル	○設計条件の精度不足、評価基準の不備・不足により設計が遅延する	電力コンサル	1	3	Mit	既導入国の同様な事例を参考にすることにより、作業の迅速化を図る。基準の明確化を関係者に図る。設計条件の精査、設計作業にマンパワーを追加する。設計の遅れに関する責任所属を明確にする。		MOC協定国(日本)の事例・情報提供。経験のあるコンサルタントの雇用。
140501	主要建屋内の機器配置	電力コンサル	○設計条件の精度不足、評価基準の不備・不足により機器配置設計が遅延する	電力コンサル	1	3	Mit	既導入国の同様な事例を参考にすることにより、作業の迅速化を図る。基準の明確化を関係者に図る。設計条件の精査、設計作業にマンパワーを追加する。設計の遅れに関する責任所属を明確にする。		MOC協定国(日本)の事例・情報提供。経験のあるコンサルタントの雇用。
140601	主要建屋内の構造検討、建設工法の選定、土工量の算出	電力コンサル	○設計条件の精度不足、評価基準の不備・不足により土木・建築設計が遅延する	運営会社、電力コンサル	3	3	Mit	既導入国の同様な事例を参考にすることにより、作業の迅速化を図る。基準の明確化を関係者に図る。設計条件の精査、設計作業にマンパワーを追加する。設計の遅れに関する責任所属を明確にする。		MOC協定国(日本)の事例・情報提供。経験のあるコンサルタントの雇用。
			○ローカルの技術的問題から適切な建設工法が選択できない	土木建築	4	3	Mit,Al	フォーリンカンパニーによる補強を行う。		経験のあるフォーリンカンパニーの存在
				電力コンサル	4	2	Mit,Al	ローカルカンパニーの実績を分析し、フォーリンの補強などを念頭に置きながら、施工計画・設計を検討する。		
			○地形測量の精度が低く、正確な工事数量(土工量等)の計算が出来ない	電力コンサル、土木建築	3	3	Mit	フォーリンコンサルによる現地コンサルへの測量指導、結果チェック。EPC入札段階でEPCコントラクターと電力コンサルで地形測量を行い相互確認を行う。	EPC入札時に条件を明確化する。	
			○メーカー提供情報の不足による設計精度不足	政府、運営会社、電力コンサル	3	3	Mit	発注者・当該国政府を通じて、メーカーに情報提供の依頼を行う。既導入国の同様な事例を参考にすることにより、メーカーとの情報共有強化。		メーカーのデータ提供
140701	建設計画の策定、建設工期	電力コンサル	○施工方法や歩掛が不明なため、建設計画、工期の精度が下がる	電力コンサル	3	3	Mit	事前に当該国の他工事の類似工種の歩掛の調査を行う。		
			○設置許可・安全審査の手順が不明確なため、建設工程の精度が低い	運営会社、電力コンサル	2	2	Mit,Al	政府に安全審査体制、手順の明確化を要望するとともに、政府支援を行う。既導入国の事例を参考に工程の精度を行う。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
				機電、土木建築	2	3	Mit	工程変更の可能性を契約で明確にする。		
			○タイトなスケジュールが策定されることにより、実際の工事工程を守ることが困難となる	運営会社、電力コンサル	3	2	AC	適切な工程管理の実施(通常管理)。		

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項	
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類				
				機電・土木建築		3	5	Mit,Tr	周辺インフラ整備の遅延を見込んだ計画策定を行う。 オーナーに対する工程延長に関するクレームレターの提出。 可能な範囲に保険を適用する。	契約時に工程条件に関して交渉を行う。	EPC側で保険の設定ができることが前提。
140801	リファレンス設計	電力コンサル	○オーナーの要望・仕様並びに前提条件が不明、調整に時間を要してリファレンス設計作業が進まない	電力コンサル		2	2	Ac,Mit	既存の発電所の仕様を例示して、オーナーと協議して要望仕様を早期に明確化する。		経験のあるコンサルタントの雇用。
			○リファレンス設計の前提条件(仕様設定条件)が、実際と相違して詳細設計段階での大幅な変更(コストアップ)が発生	機電、土木建築		2	4	Mit	入札、契約時にバリエーション(設計変更)に関する協議の条項を明確にする。		
				政府、運営会社、電力コンサル		2	4	Mit	仕様条件に関しては他面チェックを行い、バリエーション(設計変更)の発生余地を確認する。		経験のあるコンサルタントの雇用。
			○メーカー提供情報の不足による土木建築構造物の設計精度不足	政府、運営会社、電力コンサル		3	3	Mit	発注者・当該国政府を通じて、メーカーに情報提供の依頼を行う。 既導入国の同様な事例を参考にする。 メーカーとの情報共有強化。		メーカーによるデータ提供。 経験のあるコンサルタントの雇用。
15	<財務分析>										
150101	財務計画の立案	政府、運営会社、電力コンサル	○運営会社の出資構成の決定が遅れる	運営会社		2	2	Ac,Mit	政府による指導、調整		当該政府の調整力
			○ファイナンス(ODA、輸出金融、民間融資など)が手続き等により遅延、それによる工事契約の遅れが発生	政府、運営会社		3	3	Mit	政府、ドナー間による手続き工程の確認。		融資手続きの簡素化
150201	コスト評価、財務評価	政府、運営会社、電力コンサル	○IRRがターゲットレートより低い	運営会社		2	3	Ac,Mit	建設コスト、O&Mコストを抑制する方策を検討する、PPAを有利な条件となるよう交渉する。		
			○ターゲットタリフ(電気料金)・ハードルレートの妥当性が不明確	運営会社		2	2	Ac,Mit	PPA条件を明確にする。ハードルレートの基本となる国債利率、設定利益率を明確にする。 特にO&M費用(人件費、燃料費やメンテナンス資材など)のエスカレーションの扱いについて明確にする。 (通常IRR計算ではイン플레이ション、エスカレーションは考慮しないため。)		
16	<入札図書作成>										
160101	IAEA Technical Reports Series No.275に基づいた入札図書記載項目の設定	政府、運営会社、電力コンサル	○FIDIC、JICA、JBICガイドライン等の契約約款類との不整合の発生、必要な記載項目が抜け落ちるリスク	運営会社、電力コンサル、機電、土木建築		2	2	Ac,Mit	IAEAのガイドライン(主に技術仕様に関するもの)の位置づけを明確にして、契約約款とのデマケを計画して入札図書に必要な項目の抜けを防ぐ。		経験のあるコンサルタントの雇用。そのコンサルによるテンダードキュメントの作成。
160201	入札図書作成(購入仕様書の作成)	政府、運営会社、電力コンサル	○仕様項目の不足、不適切な仕様の記載により、契約調整にトラブルが発生するリスク	機電、土木建築 運営会社、電力コンサル		3 3	2 4	Ac,Mit Mit	入札時に確認・交渉を行う。 既導入国の仕様書を分析し、綿密な事前検討をオーナーと実施する。	入札図書の適正性のチェック。	原子力開発経験のあるコンサルタントの雇用。
			○オーナーの事業資金確保の証明がされていない	運営会社、機電、土木		3	4		与信力の証明書の提出。		契約約款への織り込み。
			○不適切な調達方式の記載	機電、土木建築		3	4	Mit	入札時に確認・交渉を行う。適切な調達方式に関する提案ができる環境づくり。	入札図書の適正性のチェック。交渉権を明示する様要望。	外部裁定機関の設置。

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
				運営会社、電力コンサル	3	2	Ac,Mit	同様な事例の蓄積、参照。		原子力開発経験、海外経験のあるコンサルタントの雇用。
			○不適切な入札期間の設定	機電、土木建築	3	4	Mit	入札時に確認・交渉を行う。入札期間に対する提案ができる環境づくり。	入札図書の適正性のチェック。交渉権を明示する様要望。	外部裁定機関の設置。
				運営会社、電力コンサル	3	2	Ac,Mit	同様な事例の蓄積、参照。		原子力開発経験、海外経験のあるコンサルタントの雇用。
			○不明確な入札手順	機電、土木建築	3	4	Mit	入札時に確認・交渉を行う。入札手順に対する要望ができる環境づくり。	入札図書の適正性のチェック。交渉権を明示する様要望。	外部裁定機関の設置。
				運営会社、電力コンサル	3	2	Ac,Mit	同様な事例の蓄積、参照。		原子力開発経験、海外経験のあるコンサルタントの雇用。
			○契約の片務性	機電、土木建築	3	4	Mit	入札時に確認・交渉を行う。是正措置が提案できる環境づくり。	入札図書の適正性のチェック。交渉権を明示する様要望。	外部裁定機関の設置。
				運営会社、電力コンサル	3	2	Ac,Mit	同様な事例の蓄積、参照。		原子力開発経験、海外経験のあるコンサルタントの雇用。
			○不適切な入札評価基準	機電、土木建築	3	4	Mit	入札時に確認・交渉を行う。是正措置が提案できる環境づくり。	入札図書の適正性のチェック。交渉権を明示する様要望。	外部裁定機関の設置。
				運営会社、電力コンサル	3	2	Ac,Mit	同様な事例の蓄積、参照。		原子力開発経験、海外経験のあるコンサルタントの雇用。
			○不適切な入札設計図面	機電、土木建築	3	4	Mit	入札時に確認・交渉を行う。是正措置が提案できる環境づくり。	入札図書の適正性のチェック。交渉権を明示する様要望。	外部裁定機関の設置。
				運営会社、電力コンサル	3	2	Ac,Mit	同様な事例の蓄積、参照。		原子力開発経験、海外経験のあるコンサルタントの雇用。
2	【入札段階】									
2101	カントリーリスク分析	機電・土木建								
210101	・政治		○役人、政治家等から賄賂を請求されるリスク	機電、土木建築	2	2	Mit	対応策を協議し、賄賂を回避。		
			○政治体制の急変	運営会社（フォーリンの場合）、機電・土木建築	2	5	Tr	日本政府保証、貿易保険。政府間交渉に委ねる。		日本政府の理解、承認、貿易保険整備。
				電力コンサル	2	2	Ac			
			○共産主義国に対するリスク	運営会社（フォーリンの場合）、機電・土木建築	2	5	Tr	相手国政府からの特例付与及び事業保証。（日本政府の助力が必要）		当該国政府保証の実現。
				電力コンサル	2	2	Ac			

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
210102	・治安		○治安の悪化(テロリスト、盗賊の出没)、犯罪増加によりプロジェクト運営に支障をきたすリスク	機電、土木建築 運営会社	1 2	3 3	Mit Tr	工事期間中の相手国政府による警備体制の強化。ガードマンの雇用。 相手国政府による警備体制の強化。ガードマンの雇用。	可能性あり 可能性あり	当該政府の治安確保に対する協力。 当該政府の治安確保に対する協力。
			○共産党政権と地方自治体による二重統治リスク	運営会社(フォーリンの場合)	1	3	Mit	相手国政府に事業窓口の一本化を要望。政府間交渉に委ねる。		日本政府の交渉支援が必要。
210103	・行政		○地方分権化、中央集権化、行政改革等行政組織急変による混乱リスク	運営会社(フォーリンの場合)	2	3	Mit	当該政府への課題是正要求。政府保証。政府間交渉に委ねる。	可能性あり	当該国政府の理解が必要。日本政府の対応が必要
				機電・土木建築	1	2	Ac			
210104	・法令(含、規制、税金、送金)		○還付VAT(付加価値税)の未払い	機電、土木建築	1	3	Mit	契約に還付条件を明示。政府のサポートを取り付ける。		日本政府の交渉支援が必要。
			○度重なる国内法令の改訂・変更	運営会社(フォーリンの場合)	3	4	Mit	法令変更により被るコストを極力料金変更項目とする。	法令変更により被るコストを極力料金変更項目とする。	契約約款への明文化。
				機電、土木建築	1	3	Ac,Mit	契約に「法令改訂、変更時の取り扱い」を明示。	法令変更により被るコストを極力料金変更項目とする。	契約約款への明文化。
			○外資規制による参入制約	運営会社(フォーリン)	3	3	Ac,Mit	与信力の高い当該国パートナーの参加要請		
210105	・経済		○インフレ・デフレリスク(工事契約中)	機電・土木建築	3	4	Mit	契約に、エスカレ条項の適用を明示。	契約に、エスカレ条項の適用を明示。	契約約款への明文化。
			○為替変動の可能性(工事契約中)	機電、土木建築	3	3	Mit	円貨ベースの契約または、米ドルベックの契約を結ぶ。為替予約の採用。	円貨ベースの契約または、米ドルベックの契約を結ぶ。為替予約の採用。	契約約款への明文化。
			○外貨準備高が不足、及びデフォルトの可能性	政府、運営会社	2	5	Tr	相手国政府の事業保証。貿易保険の適用。		貿易保険の整備。
210106	・技術基準		○使用する基準が当該国基準で汎用基準でない	機電、土木建築	4	4	Mit	当該国と国際的汎用基準との比較からStandard Criteriaを作成し、適用基準を明確化しよう働きかける。当該国政府、発注者と事前の調整を行う。		日本の規格基準の国際化。
			○準拠技術基準の改正リスク	運営会社	3	3	Mit	担当官庁の規格・基準改正動向の情報収集。当該プロジェクト契約期間中は変更基準の対象から除外するよう政府と交渉。契約時の技術使用に明記する。	FS委託契約、EPC契約時の技術仕様除外事項を明記する。	
210107	・労働(現地JV企業)		○現地会社の施工技術・財務体制が脆弱	機電、土木建築	3	3	Mit	事前調査により実績ある業者を複数社選定し、能力不足の場合は日本などのフォーリン企業の関与を図る。	契約にフォーリン雇用の条項を織り込む。	ワーキングビザ発給の優遇政策。
			○労働組合による紛争が頻発、労働市場・条件の急変が発生	機電、土木建築	2	3	Mit	労働環境の整備に関するインセンティブを提示。現地の専門家によるアドバイスの活用。		労基法の合理的な運用が前提。
210108	・政府保証(現地政府及び日本政府)		○政府保証PPA若しくは政府保証債がつかないまたは撤回されるリスク	運営会社(フォーリンの場合)	2	3	Mit	日本政府と相手国政府の間で、L/A段階までに合意内容を明確にし、リスク回避につとめる。	PPA契約に保証条項を明記する。	政府(日本、当該国)の理解と承認。
210109	・保証限度&期間		○原設計並びに設計変更箇所の保証限度、期間の変更、保証限度、期間が不当に長い	機電、土木建築	2	3	Mit	標準的な国際契約約款を参考のうえ契約に妥当な内容を明示。	契約に妥当な内容を明示。	

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
210110	・契約言語		○英語以外の契約言語を採用した場合の誤解釈リスク	運営会社、電力コンサル、機電・土木建築	3	3	Mt	使用言語(英語)の規定を契約約款に織り込む。技術系通訳の雇用。ローカル弁護士雇用。	使用言語規定	双方の英語能力。
210111	・支払い		○支払条件を明確されていない若しくは見落とし等。(査定、通貨、エスカレーションの取り扱い等)	機電・土木建築	3	4	Mit	契約に支払い条件を明示。契約時物価スライド条項を入れる。条件をチェックする。	契約書に支払い条件を明示する。	
			○不払いリスク、ODAが事業支払いに直結しないリスク	機電・土木建築	3	5	Tr	相手国政府の事業保証。貿易保険適用。建設費の不払いに対応するために保険を掛ける。		日本政府の貿易保険などの設定やその他の保険設定が出来ることが前提。
210112	・保険		○当該国の保険会社による保証以外は認められていないことリスク	機電・土木建築	2	4	Mit	条件変更を交渉		
			○瑕疵担保、保険支払いの遅延リスク	運営会社	2	3	Mit	契約条件の事前確認の明確化	可能性あり。	
				機電・土木建築	3	4	Tr	訴訟		
		○オーナー側の購入保険の内容を公示しないリスク	機電・土木建築	3	3	Mit	契約に条件を明示。			
2102	入札書類作成	機電・土木建								
210201	・P/Q(事前資格審査)		○入札業者の技術力評価の見誤りリスク	運営会社	2	3	Mt	適切な入札業者情報の入手		
				機電、土木建築	1	3	Ac.Mit	事前交渉による是正。		
			○実情に合わない経験の要求(会社及び技術者)	機電、土木建築	3	3	Mit	事前交渉による是正。		
210202	・基本書類		○施主からの提供資料が不十分な場合の予備費の算定	機電、土木建築	3	4	Mit, Tr	予備費を増大。契約に条件付け。	契約書に明示。	
			○基本書類の準備ミス	機電、土木建築	2	4	Mit	多重チェック 質疑の徹底		
210203	・技術プロポーザル		○VEIに対し、施主が判断できない、若しくは誤評価するリスク	機電、土木建築	4	4	Mit	第三者機関を入れた協議。質疑の徹底。		
			○技術プロポーザル要求事項の見誤り	機電、土木建築	3	3	Mit	多重チェック 質疑の徹底		
210204	・価格プロポーザル		○開封後の施主からの減額要請	機電、土木建築	4	4	Mit	スペックダウン、スコープアウトを要求。		
			○価格プロポーザルの誤評価リスク	運営会社	2	3	Mt	適切な価格調査の実施		精度の高い価格情報の有無
				機電、土木建築	2	4	Mit	多重チェック 質疑の徹底		
			○価格プロポーザル要求事項の見誤り	機電、土木建築	2	4	Mit	多重チェック 質疑の徹底		
3	【契約段階】									
3101	EPCアグリーメント交渉(契約条件の確認・交渉他)	運営会社、電力コンサル、機電・土								
310101	・EPC会社の体制		○責任の所在が不明確なリスク、EPC責任範囲の見誤り	機電、土木建築	2	4	Mit	JV協定書における契約条件の明記		
			○コンサルの権限が明確でないリスク	電力コンサル	2	3	Mit	契約に明示	EPC契約約款に明記。	L/AIにおいてコンサル契約条項が織り込まれている方が、責任が明確になる。
				機電、土木建築	2	4	Mit	契約に明示	EPC契約約款に明記。	

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項	
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類				
			○欧米系コンサルに対する対応体制をとる必要が発生	機電、土木建築		3	3	Mit	オーナーとのL/Aなどにおいて日系コンサルを雇用するよう織り込む		L/Aにおいてコンサル雇用条件(特に日系)が織り込まれていることが前提。
310102	・支払の条件・保証		○オーナー、コンサルタントによる支払い査定 の遅延及び減額査定。	機電、土木建築		4	4	Mit	契約に明示 契約管理部門の強化、クレーム	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○IPC(出来高支払証明書)の発給からオーナーによる支払いまでの期間が不当に長い。	機電、土木建築		4	4	Mit	契約に妥当な条件を明示 ドナーからの圧力、DAB、仲裁の導入	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○通貨、期限、期間、設計変更、追加工事の 取り扱いが明確でないリスク、支払条件の見誤り	機電、土木建築		3	4	Mit	契約に明示	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○施主のキャッシュフローの悪化	機電、土木建築		3	4	Mit	ペイメント・ボンドの設定。貿易保険の適用		ペイメント・ボンドの発行が可能であることが前提
3102	契約	運営会社、電力コンサル、機									
310201	・工期遅延金		○工期遅延金の額が不当に高い	機電、土木建築		2	3	Mit	契約に妥当な金額を明示。	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○工期遅延理由の査定方法、工期遅延確定 方法が不明確、査定が公平に行われないリスク	機電、土木建築		3	3	Mit	契約に工期遅延の判断方法について明示。 工程管理専門コンサルの導入。DAB、 仲裁の導入。クレーム発行。予備費の計上。	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
310202	・物価変動		○物価変動の条項が無い、もしくは、条項があ っても金額算出方法(算定の際の基準指標 など)が明確でないリスク	機電、土木建築		3	3	Mit	契約に明示。 エスカレ費を計上。	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
310203	・変更条項		○工期延長の不合意	機電、土木建築		4	4	Mit	及び契約条件に明記、紛争委員会の活用	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○追加支払の不合意	機電、土木建築		4	4	Mit	工程管理専門コンサルの導入 DAB、仲裁の導入	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
310204	・受注者側の損害賠償責任		○瑕疵担保責任期間(保証期間)が不当に長い	機電、土木建築		2	2	Ac.Mit	契約に明示	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○責任上限を定めていないリスク	機電、土木建築		2	4	Mit	契約に上限設定を明示	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○受注者側の損害賠償責任の上限の見誤り	機電、土木建築		2	4	Mit	契約に明示	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○賠償責任を直接損害のみに限定できない リスク	機電、土木建築		2	4	Mit	契約に明示	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
310205	・仲裁条項		○DAB(紛争仲裁委員会)の設置に関し、施 主に有利な条項に書き換えられている	機電、土木建築		2	2	Ac.Mit	契約に明示	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
			○当事国での仲裁を要求するリスク、シンガ ポール等少なくとも対等な立場で国での仲裁 が出来できないリスク	機電、土木建築		2	2	Ac.Mit	契約に明示	契約約款に条件を明記。	DABの設置・活用
4	【建設段階】										
41	<建設準備>										
410101	用地取得	政府、運営会社	○用地取得遅延・引渡遅延	運営会社		4	2	Mit,Al	開発の契約等で、用地取得は当該国政府の役割とする。	契約書に条件を明記。	
				機電、土木建築		4	4	Mit,Tr	当該国政府若しくは運営会社の責任として契約に明示する。本件を着工条件とすることを契約に明示する。	契約書に条件を明記。	当該国政府・当局が本当に実行できるか担保できない。
410201	移転補償(移転先用地取得および補償計画含む)	政府、運営会社	○移転補償協定締結の遅延	運営会社		3	3	Mit	開発の契約等で、立地課題は当該国政府の役割とする。	契約書に当該国の責任を明記。	

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所		想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
		メイン	具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類				
				運営会社、機電、土木建築		3	2	Mit	入札時に協定交渉状況を確認する。当該国政府の責任として契約に明示する。本件を着工条件とすることを契約に明示する。	契約書に当該国の責任を明記。	当該国政府・当局が本当に実行できるか担保できない。
410301	漁業補償	政府、運営会社	○漁業補償協定締結の遅延	運営会社		3	3	Mit	開発の契約等で、立地課題は当該国政府の役割とする	契約書に当該国の責任を明記。	
				運営会社、機電、土木建築		3	2	Mit	入札時に協定交渉状況を確認する。当該国政府の責任として契約に明示する。本件を着工条件とすることを契約に明示する。	契約書に当該国の責任を明記。	当該国政府・当局が本当に実行できるか担保できない。
42	<設計業務>										
420101	サイト調査(必要に応じて地盤調査、環境調査等)	土木建築	○サイト調査の誤差・バラツキ	機電、土木建築		3	4	Mit	サイト調査の立会多重チェックの実施		
			○FS調査項目の補完調査実施時に必要項目の抜けが生じるリスク	機電、土木建築		2	3	Mit	FSの内容の吟味。それに基づき計画を検討し、項目を多重チェック。		
420201	風洞試験(放射物拡散評価)	機電	○環境条件(風速、風向き等)の調査・評価不	機電、土木建築		3	3	Ac,Mit	多重チェックの実施		
			○風洞試験の誤差・バラツキ	機電、土木建築		3	3	Ac,Mit	多重チェックの実施		
4203	サイトプロットプラン										
420301	・概念設計	機電	○設計条件の不足、評価基準の不備・不足	機電		2	3		EPCコントラクターの判断で追加検討を実施。		
			○概念設計の誤設計	機電		1	3	Mit,Tr	多重チェック		
420302	・基本設計	機電	○設計条件の不足、評価基準の不備・不足	機電		2	4	Mit,Tr	EPCコントラクターの判断で追加検討を実施。		
			○基本設計の誤設計	機電		1	5	Mit,Tr	多重チェックの実施。検収を通らない場合もしくは工事計画認可が通らなかった場合、設計を修正。瑕疵、不具合に対する保険の設定。		保険が設定できることが前提。
420303	・炉心位置決定、サイトプロットプラン	機電	○設計条件の不足、評価基準の不備・不足	機電		2	4	Mit,Tr	EPCコントラクターの判断で追加検討を実施		
			○炉心位置決定、サイトプロットプランの誤判断	機電、土木建築		2	5	Mit,Tr	多重チェック。検収を通らない場合もしくは工事計画認可が通らなかった場合、設計を修正。瑕疵、不具合に対する保険の設定。		保険が設定できることが前提。
420304	・地盤安定解析	土木建築	○設計条件の不足、評価基準の不備・不足、モデリングの不適合	土木建築		2	2	Mit	組織横断の連絡・調整多重チェックの実施		
			○地盤安定解析の誤解析	土木建築		1	3	Mit	組織横断の連絡・調整多重チェックの実施		
4204	試掘坑(必要に応じて)	土木建築	○試掘坑の亘長不足、精度とコストとの兼ね合いが取れない	土木建築		2	4	Mit	組織横断の連絡・調整多重チェックの実施		
4205	建築設計	土木建築									
420501	・リファレンス設計からの変更要求確認、変更方針策定		○変更の誤解	土木建築		3	4	Mit	契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性。
			○誰が決定するのかまた費用負担が明確でないリスク	土木建築		3	4	Mit	契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性。
420502	・概念設計(予備動解析含む)		○概念設計の誤設計	土木建築		2	4	Mit	組織横断の連絡・調整多重チェックの実施		
420503	・地震動評価		○地震動評価の誤評価	土木建築		2	4	Mit	組織横断の連絡・調整多重チェックの実施		

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の 可能性	対応策を実施するための 前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク 発生確 率	リスク 影響度	リスク 対策分 類			
420504	・基本計画		○基本計画の誤計画	土木建築	1	4	Mit	組織横断の連絡・調整 多重チェックの実施		
420505	・基本設計(工事認可申請図 書含む)		○設計条件の不足、設計基準の不備・不足	土木建築	1	4	Mit	組織横断の連絡・調整 多重チェックの実施		
			○認可機関(役所)が明確でない	機電、土木 建築	4	4	Mit	契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性。
			○基本設計の誤設計	機電、土木 建築	1	4	Mit	組織横断の連絡・調整 多重チェックの実施		
			○設計承認の遅延	機電、土木 建築	4	4	Mit	契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性。
420506	・詳細設計		○詳細設計の誤設計(構造計算ミス、作図ミ スなど)	機電、土木 建築	2	4	Mit	組織横断の連絡・調整 多重チェックの実施		
			○設計条件の不足、設計基準の不備・不足	機電、土木 建築	1	4	Mit	組織横断の連絡・調整 多重チェックの実施		
			○設計承認の遅延	機電、土木 建築	4	4	Mit	契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性。
420601	システム設計	機電	○システム設計の前提条件が明確にならな い。	機電	2	3	Mit	既導入設備を参考にすると共に、運営 会社との協議を通じて、運転・制御の要 求事項の分析を行う。		既導入国の支援
			○システムの立ち上げ・実施でトラブルが起 きる。	機電	2	4	Mit	立ち上げテストでトラブル要因を洗い出 し、設計変更を行う。		既導入国の支援
420701	機器配置図(G/A)	機電	○配置条件が不明確で配置決定が出来ない	機電	2	3	Mit	既導入設備を参考にすると共に、運営 会社との協議を通じて、機器配置の要 求事項の分析を行う。		
420801	コンポジット設計・調整(3Dモデ ル)	機電	○設計条件が不明確で配管、系統のルート 設計に不整合が生じる	機電	2	3	Mit	既導入設備を参考にすると共に機器配 置の情報を逐次収集し設計を見直す。		
420901	プラント詳細設計	機電	○設計条件の不足、評価基準の不備・不足な どによりプラント設計に不備が出る	機電	1	5	Mit,Tr	既導入設備を参考にすると共に、NRC の標準設計認証を得ている炉を参考に してプラント設計を進める。 結果責任については保険を適用する。		既導入国の支援。保険が設 定できることが前提。
421001	モジュール設計	機電	○設計条件の不足、評価基準の不備・不足な どによりモジュール設計に不備が出る	機電	1	5	Mit,Tr	既導入設備を参考にすると共に、標準 設計認証を得ている炉のモジュールを 参考にして設計を進める。		既導入国の支援。保険が設 定できることが前提。
4211	サイト、インフラ工事設計(付帯 設備、仮設等)	土木建築								
421101	・キャンプ		○労働人数の未確定	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		
			○キャンプ環境の見誤り	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		
421102	・生コンプラント		○敷地不足	土木建築	2	2	Ac,Mit	事前調査の徹底		
			○コンクリート必要供給量の誤認	土木建築	2	3	Ac,Mit	入念な施工計画の立案		
			○材料供給の見誤り	土木建築	2	2	Ac,Mit	入念な施工計画の立案		
421103	・サイト内道路		○施工計画の未確定、施工計画の変更	土木建築	2	2	Ac,Mit	優秀な技術者の配置		
			○通行車両規模の誤認(必要幅員の間違い)	土木建築	2	3	Ac,Mit	入念な施工計画の立案		
421104	・工事用港湾		○潮位・波浪データの不足	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		
			○搬入物が未確定、入港船舶の規模が未確 定	土木建築	2	3	Ac,Mit	入念な施工計画の立案		
			○関税手続きの誤算	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		
			○施工計画の変更	土木建築	3	3	Ac,Mit	優秀な技術者の配置		
421105	・その他仮設		○必要仮設の抜け落ち	土木建築	2	3	Ac,Mit	優秀な技術者の配置		
			○施工計画の変更	土木建築	2	3	Ac,Mit	優秀な技術者の配置		
			○設計条件の不足	土木建築	2	2	Ac,Mit	優秀な技術者の配置		
4212	土木工事設計	土木建築								
421201	・港湾	土木建築	○潮位・波浪データの不足等設計条件不備	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
421202	・敷地造成	土木建築	○入港船舶の規模が想定外	土木建築	2	3	Ac.Mit	事前調査の徹底		
			○関税手続きの誤算	土木建築	2	3	Ac.Mit	事前調査の徹底		
			○港湾設計の誤設計	土木建築	2	4	Mit	優秀な技術者の配置		
421203	・止水壁	土木建築	○地形測量の誤計測	土木建築	1	4	Mit	優秀な技術者の配置		
			○敷地造成計画の誤計画	土木建築	1	4	Mit	優秀な技術者の配置		
			○地下水位、土圧、岩圧等の設計条件不備	土木建築	2	4	Mit	事前調査の徹底		
421204	・本館基礎掘削	土木建築	○設計基準の不足・不整備	土木建築	3	4	Mit	事前調査の徹底		
			○止水壁設計の誤設計	土木建築	1	3	Ac.Mit	優秀な技術者の配置		
			○基礎条件の不足	土木建築	1	4	Mit	優秀な技術者の配置		
43	<プロキュアメント・コンストラクション>									
4301	現地法令詳細調査	機電、土木建								
430101	・建設関連法令		○建設関連法令の変更	機電、土木建築	2	4	Mit	契約に取り扱いを明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
430102	・雇用・労働基準		○雇用・労働基準の不整備、解釈の違い、変更	機電、土木建築	2	3	Mit	事前に確認 変更時の取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
430103	・環境基準		○環境基準の不整備、解釈の違い、変更	機電、土木建築	2	3	Mit	事前に確認 変更時の取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
430104	・安全基準		○安全基準の不整備、解釈の違い、変更	機電、土木建築	2	3	Mit	事前に確認 変更時の取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
430105	・技術基準		○技術基準の不整備、解釈の違い、変更	機電、土木建築	2	3	Mit	事前に確認 変更時の取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
430106	・通関		○通関制度の不整備、解釈の違い、変更	機電、土木建築	2	3	Mit	事前に確認 変更時の取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
430107	・税金		○税金制度の不整備、解釈の違い、変更	機電、土木建築	2	2	Mit	事前に確認 変更時の取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
430108	・保証&保険		○保証&保険制度の不整備、解釈の違い、変更	運営会社、機電、土木建築	2	3	Mit	事前に確認 変更時の取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官庁の施行の実現性
4302	作業員の確保	機電、土木建								
430201	・コア職員の派遣(ビザ所得)		○コア職員の認可遅延	機電、土木建築	2	4	Mit	事前調査の徹底		
430202	・現地コア職員の雇用		○現地コア職員の能力見誤り	機電、土木建築	2	4	Mit	事前調査の徹底		
			○現地作業員とのコミュニケーション問題	機電、土木建築	2	2	Ac			
430203	・現地コア職員の定着		○現地コア職員労働市場の逼迫	機電、土木建築	4	4	Mit	事前調査の徹底 第3国職員の導入 人材育成研修の導入		
			○経験を積んだ現地職員の転職	機電、土木建築	3	4	Mit	事前調査の徹底 インセンティブの導入		
430204	・現地作業員の雇用		○現地作業員の能力見誤り	機電、土木建築	3	3	Mit	事前調査の徹底		
430205	・現地作業員のキャパシティ・ビルディング		○現地作業員のやる気欠如	機電、土木建築	3	3	Mit	事前調査の徹底 人材育成研修の導入		
430206	・現地作業員の定着		○現地作業員労働市場の逼迫	機電、土木建築	4	4	Mit	事前調査の徹底 第3国作業員の導入 人材育成研修の導入		
			○経験を積んだ現地作業員の転職	機電、土木建築	3	4	Mit	事前調査の徹底 インセンティブの導入		
4303	プラント・バルク品調達・作成	機電								
430301	・材料調達(工場拠点)		○材料調達の遅れ	機電	2	2	Ac			

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
430302	・作成図、施工図、作成(工場拠点)		○作成図、施工図の製作の遅れ	機電	3	2	Al,Mit	追加マンパワーの投入		
430303	・バルク品調達(工場拠点)		○バルク品の調達遅れ、製作遅れ	機電	2	3	Ac	緻密な工程管理などプロジェクトマネジメントの実施。		クリティカル・パス・メソッド等プロジェクトマネジメント技術の導入。
430304	・据え付け(現地)		○プラント・バルク品の設計変更要求が発生	機電	3	3	Mit	現地での修正作業		
			○税関トラブルの発生	機電	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		当該国政府との間で最恵遇国待遇など待遇条件を締結。
			○搬入時の損傷、盗難	機電	2	3	Ac,Mit	現地での補修作業。警備強化。		
			○据え付け寸法、測量ミス(芯出しミスなど)	機電	2	3	Mit	現地での修正作業		
4304	主要機器調達・作成	機電								
430401	・原子炉圧力容器(RPV)材料調達(工場拠点)		○材料調達の遅れ	機電	2	4	Mit	緻密な調達管理などプロジェクトマネジメントの実施。		クリティカル・パス・メソッド等プロジェクトマネジメント技術の導入。
430402	・RPV作成(工場拠点)		○作成能力オーバーによる製作工程の遅れ	機電	2	3	Mit	リアクター製作所の能力増強		製作所の能力増強
430403	・現地据え付け(現地)		○寸法ミスなどの作成ミス	機電	1	4	Mit	検尺の多重チェック		
			○主要機器の設計変更要求が発生する	機電	1	4	Mit	事前調査の徹底。現地での修正作業。		
			○税関トラブルの発生	機電	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		
			○搬入時の損傷、盗難	機電	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		当該国政府との間で最恵遇国待遇など待遇条件を締結。
			○据え付け寸法、測量ミス(芯出しミスなど)	機電	2	3	Mit	現地での修正作業		
4305	モジュール製作	機電								
430501	・材料調達(工場拠点)		○材料調達の遅れ	機電	2	2	Ac,Mit	緻密な調達管理などプロジェクトマネジメントの実施。		クリティカル・パス・メソッドなプロジェクトマネジメント技術の導入
430502	・制作設計(工場拠点)		○作成図、施工図の製作の遅れ	機電	3	2	Al,Mit	追加マンパワーの投入		
430503	・製作/組み立て/輸送(工場拠点)		○製作工程の遅れ	機電	2	3	Ac	緻密な工程管理などプロジェクトマネジメントの実施。		クリティカル・パス・メソッド等プロジェクトマネジメント技術の導入。
			○搬入の遅れ	機電	2	4		緻密な工程管理などプロジェクトマネジメントの実施。		クリティカル・パス・メソッド等プロジェクトマネジメント技術の導入。
4306	サイト、インフラ工事(付帯設備、仮設等)(現地)	土木建築								
430601	・キャンプ設置		治安の確保・費用	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査 ガードマンの雇用		
43060101	>衛生環境の確保(飲料水・汚水処理)		○食中毒、伝染病の発生	土木建築	3	2	Ac,Mit	衛生管理の徹底		
430602	・工事電力の確保									
43060201	>安定した電力供給		○電圧の変動による機械故障	土木建築	2	1	Ac,Mit	発電機等代替策の準備		
43060202	>停電対策		○停電の頻発による工事遅延	土木建築	2	3	Ac,Mit	発電機等代替策の準備		
430603	・サイト内道路工事									
43060301	>造成、舗装、運用		○天候不順	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底		
43060302	>生コンプラント設置、運		○資材の安定確保	土木建築	3	3	Ac,Mit	事前調査の徹底		
43060303	>工所用港湾資材搬入、造成、構築		○港湾労働者確保	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底		
			○税関の質の確保	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底		
43060304	>その他仮設設置、運用		○急遽の仮設追加に設置が遅れる	土木建築	2	2	Ac,Mit	入念な施工計画の立案		
430604	・仮設資機材調達(輸入・運									
43060401	>書類・手続き・関係官庁		○事務手続きの遅延による工事の遅れ	土木建築	2	2	Ac,Mit	入念な計画及び実施		
43060402	>関税・その他諸経費		○想定外の出費による原価の増加	土木建築	3	2	Ac,Mit	入念な計画及び実施		
43060403	>廃棄・譲渡・再輸出		○法令違反、関税トラブル	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底		

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
4307	土木工事(現地)	土木建築								
430701	・建屋周辺工事									
43070101	＞敷地造成		○想定外の現地地盤状況	土木建築	2	4	Ac,Mit	サイト調査の立会 設計条件の把握		
			○土捨場、土取場の変更	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○想定外の地下埋設物の出現	土木建築	4	3	Mit,Al	取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性
			○想定外の遺跡の出現	土木建築	2	3	Ac,Mit	取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性
43070102	＞資材調達・搬入		○調達資材の品不足	土木建築	2	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○現地業者の能力不足	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画、実施 人材育成研修の実施		
43070103	＞止水壁(連壁、グラウンド アンカー)構築		○想定外の現地地盤状況	土木建築	2	4	Ac,Mit	サイト調査の立会 設計条件の把握		
43070104	＞建屋基礎掘削		○想定外の現地地盤状況	土木建築	2	4	Ac,Mit	サイト調査の立会 設計条件の把握		
			○騒音、振動規制の変更	土木建築	2	2	Ac,Mit	取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性
430702	・港湾工事(防波堤工事等含 む)									
43070201	＞資材調達・搬入		○調達資材の品不足	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査及び入念な計画、実施		
			○現地業者の能力不足	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画、実施 人材育成研修の実施		
43070202	＞掘削、浚渫		○土捨場の変更	土木建築	2	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○工事機械の能力不足	土木建築	2	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○想定外の海象条件	土木建築	2	4	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
43070203	＞構造物構築(部材作成、 キャストイング、据え付け 等)		○想定外の海象条件	土木建築	2	4	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○作業員の能力不足	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画、実施 人材育成研修の実施		
430703	・取水放水路工事									
43070301	＞資材調達・搬入		○調達資材の品不足	土木建築	3	3	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○現地業者の能力不足	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画、実施 人材育成研修の実施		
43070302	＞掘削		○土捨場の変更	土木建築	2	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○工事機械の能力不足	土木建築	2	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
			○想定外の現地地盤状況	土木建築	3	2	Ac,Mit	サイト調査の立会 設計条件の把握		

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の 可能性	対応策を実施するための 前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク 発生確 率	リスク 影響度	リスク 対策分 類			
			○想定外の地下埋設物の出現	土木建築	4	3	Mit,AI	取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性
			○想定外の遺跡の出現	土木建築	2	4	Ac,Mit	取り扱いを契約に明示	可能	契約施行当事者及び関係官 庁の施行の実現性
43070303	>構造物構築(部材作成、 キャストイング、据え付け 等)		○作業員の能力不足	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画、実施 人材育成研修の実施		
4308	建築工事(現地)	土木建築								
430801	・原子炉建屋本館建築工事									
43080101	>資材調達・搬入		○調達資材の品不足	土木建築	2	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画及び実施		
43080102	>建屋構築(型枠工事、鉄 筋組、鉄骨工事、キャスト ィング等)		○作業員の能力不足	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査の徹底 入念な計画、実施 人材育成研修の実施		
430802	・タービン建屋等建築工事							事前調査及び入念な計画、実施		
43080201	>資材調達・搬入		○調達資材の品不足	土木建築	2	3	Ac,Mit	事前調査及び入念な計画、実施		
43080202	>建屋構築(型枠工事、鉄 筋組、鉄骨工事、キャスト ィング等)		○作業員の能力不足	土木建築	3	2	Ac,Mit	事前調査及び入念な計画、実施		
5	(コンサルタント・サービス)									
5101	体制構築									
510101	・国際人材確保(人選・CV作 成)	電力コンサル	○海外原子力コンサルタント可能な人材不足 (海外での経験不足)	電力コンサル	4	4	Mit,AI	電力会社・原電を中心として国内人材を 対象とした教育(海外における設計、プロ ジェクト管理、語学他)を行い、海外原子 力コンサル人材へと育成転換を図る。		コンサルタント間のアライア ンス。人材プールの構築。
510102	・ローカルコンサル選定	電力コンサル	○能力・経験不足	電力コンサル	4	3	Mit,AI	フォーリンコンサル(日本)によるキャパ シティ・ビルディング		人材育成プログラムの構築。
5106	契約管理									
510601	・工程管理	電力コンサル、機 電・土木建築	○工程遅延のリスク	運営会社 機電、土木 建築 電力コンサル	2 2 2	2 4 3	Ac Mit Ac,Mit	工事遅延保証金の没収。 リソースの集中投入。 同様な事例の蓄積。事例分析と改善結 果の内部開示。		クリティカル・パス・メソッドな ど管理ツールの導入 経験、ノウハウの保持
510602	・竣工・完了検査	電力コンサル、機 電・土木建築	○瑕疵のリスク	機電、土木 電力コンサル	2 2	4 3	Mit Mit	品質管理体制を確立する 同種事例の蓄積。事例分析と改善結果 の内部開示。		ISO、TQMの導入 経験、ノウハウの保持
			○検査能力不足による瑕疵の見逃しリスク	運営会社 電力コンサル	2 2	4 4	Mit Mit	能力の高いエンジニアを雇用する 同様な事例の蓄積。事例分析と改善結 果の内部開示。検査機能の増強。		原子力開発経験のあるコンサル タントの雇用 経験、ノウハウの保持
510603	・クレーム処理	電力コンサル、機 電・土木建築	○クレーム処理の不整合リスク	運営会社、 電力コンサル、 機電、 土木建築	3	4	Mit	仲裁委員会の活用。同様な事例の蓄 積。事例分析と改善結果の内部開示。		仲裁委員会の設置。経験、ノ ウハウの保持。
			○施主側の法律家との、契約条件の解釈の 相違(工程促進及び支払い減額)	機電、土木 建築	3	3	Mit	法律事務所の活用、DABの活用		仲裁委員会の設置。経験、ノ ウハウの保持。
			○クレーム担当(施工、コンサルト共)の能力 不足によるクレーム処理の停滞	運営会社、 土木建築 電力コンサル	3 3	3 4	Mit Mit	担当者の交代。仲裁委員会の活用 同様な事例の蓄積。事例分析と改善結 果の内部開示。		原子力開発経験のあるコンサル の雇用。仲裁委員会設置。 経験、ノウハウの保持

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
6	【人材育成】									
610101	発電所スタッフ人材雇用	運営会社	○人材の不足	運営会社	2	3	Mit	他発電所人材の活用。雇用条件の見直しによる確保		当該政府による人材確保努力
610201	スタッフトレーニングセンター設置	運営会社	○トレーニングプログラム準備の遅延	運営会社	2	3	Mit	他発電所教育プログラムの活用。原子力先進国による支援の実施		MOC協定国(日本)の積極的な支援
			○センター設置の遅延	運営会社	2	3	Mit	原子力先進国による支援の実施		MOC協定国(日本)の積極的な支援
610301	スタッフトレーニング	運営会社	○業務の習得不足	運営会社	2	3	Mit	プログラムの見直し		MOC協定国(日本)の積極的な支援
610401	オペレーター人材雇用	運営会社、機電	○人材の不足	運営会社	2	3	Mit	雇用条件の見直しにより確保		MOC協定国(日本)の積極的な支援
610501	オペレータートレーニングセンター設置	運営会社、機電	○センター設置の遅延	運営会社	2	3	Mit	原子力先進国による支援の実施		MOC協定国(日本)の積極的な支援
			○トレーニングプログラム準備の遅延	運営会社	2	3	Mit	原子力先進国による支援の実施		MOC協定国(日本)の積極的な支援
610601	オペレータートレーニング	運営会社、機電	○業務の習得不足	運営会社	2	3	Mit	プログラムの見直し		MOC協定国(日本)の積極的な支援
7	【審査・検査関係】									
710101	安全審査・設置許可工事認可申請・承認	政府、運営会社、機電・土木建築	○審査員の人員・能力不足、審査システムの未整備による審査の遅延に伴う着工程、着工工程の遅れ	運営会社	2	4	Mit,Tr	当該国政府に対し審査手続きのマニュアル化など明確化、簡素化を要請する。許認可の遅れによる工程遅延に伴い発生する損失の明確化し、補償を求める。		適用する立地評価基準の合理性(ゴールデンスペックにならないように)を原子力先進国が提示する。MOC協定国(日本)の積極的な支援。JICAの技術協力。
				電力コンサル、機電・土木建築	2	4	Mit	許認可手続きの遅れに伴う工程遅延に関する契約上の取り扱いの明確化。	契約条項に織り込む。	
				○審査・検査技術力不足による安全性確保リスク	政府、運営会社	2	2	Ac,Mit	原子力先進国による審査員のキャパシティビルディング実施	
710201	コミッションング・テスト	政府、運営会社、電力コンサル、機電	○テストに不合格になった場合の対応コスト増	機電・土木建築	1	5	Tr	設計・施工・製造・据付・試験運転、等各段階における適切な品質管理、確認試験の実施および実施体制の構築。コミッションング計画の検討。損害保険への加入。		保険の設定が前提。工事工程の長期化。コスト増
				運営会社	1	3	Tr	コミッションング計画の検討(特にオペレーション部分)。損害賠償請求。		
8	【O&M】									
810101	オペレーション	運営会社	○人件費高騰リスク	運営会社	3	3	Mit	PPAIに人材費高等の場合の補正条項を織り込む。若しくは事後に改訂の交渉を行う。		
			○労働争議リスク	運営会社	3	3	Mit	きめ細かな労使交渉の実施。雇用条件の見直し。現地専門コンサルタントの雇用。		当該政府の法整備。バックアップが必要
810201	法令遵守	政府、運営会社	○原子力関連法、電気事業規制法等関係法令の変更リスク	運営会社	2	3	Mt	事業者免許、売電契約において改訂、変更時の取り扱いを明示。担当官庁の動向の情報収集。対応協議。		
			○原倍法の整備がされていないリスク	政府、運営会社、ステークホルダー	2	5	Tr	既導入国の支援を受けて、原子力損害賠償法の整備を行う。		MOC協定国(日本)の積極的な支援。

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所 メイン	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
			具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			
810301	売電契約(PPA)締結	政府、運営会社	○PPA条件が悪いリスク(固定費払い分、可変費分のバランスが悪い、現地通貨適用など)	運営会社(フォーリンの場合)	3	4	Mit	財務分析の中であらゆる角度から感度分析を行い、リスク精査のうえ交渉を行う。固定費相当を回収し、かつ最小運転保証を確保。	同左	契約への明文化。
			○PPA不履行(支払い遅延、料金未回収など)リスク	運営会社(フォーリンの場合)	2	4	Mit	民事裁判、送電停止等の対抗措置を執る。政府による調整。		当該政府の法整備。バックアップが必要。
			○O&M資材価格、人件費、燃料価格が上昇するリスク	運営会社(フォーリンの場合) 政府、運営会社、ステークホルダー	4 4	4 4	Mit,Al Mit,Al	PPA改訂の交渉を行う。PPAに補正条項を織り込む。 政府保証、運営会社のコスト吸収努力、料金転嫁など関係者間で適切なリスクシェアを行う。	極力電気料金に連動する売電契約とする。	契約への明文化。
810401	燃料搬入	政府、運営会社	○燃料調達の遅延	運営会社	2	4	Mit	ロジスティックの整備を図る。原子力先進国の支援を受けて、調達協調体制をとる。		MOC協定国(日本)の積極的な支援。
			○燃料高騰	運営会社	3	4	Mit	PPA改訂の交渉を行う。原子力開発国の支援を得て、調達協調体制をとる。複数の燃料供給国とのチャンネルを構築する。燃料備蓄体制を構築する。		MOC協定国(日本)の積極的な支援
810501	使用済み燃料貯蔵・搬出	政府、運営会社	○燃料搬出の遅延、使用済み燃料プールが貯蔵限度に達するリスク	運営会社	2	4	Mit	核燃料サイクルシステムの早期構築。中間貯蔵施設の整備。廃棄物処理の海外委託。場合によっては発電所運転停止を行う。		MOC協定国(日本)の積極的な支援。
810601	計画メンテナンス	運営会社、機電	○メンテナンス資材調達の遅延	運営会社	2	3	Ac,Mit	バックアップパーツの準備。		
			○メンテナンス協力会社の能力不足	運営会社	4	3	Mit,Al	フォーリンの補強。ローカルメーカーへの技術移転、人材育成。		ローカルメーカーへの技術移転。
810701	計画外メンテナンス	運営会社、機電	○大地震・津波発生など不可抗力による計画外停止の発生	運営会社	1	5	Tr	天災による発電所停止被害に対する損害保険の構築。		保険の設定が前提。
			○計画外停止の長期化	運営会社	1	5	Mit	早期の運転再開へのメンテナンス体制、審査体制の整備。		計画外停止に対応できる体制の整備(運営会社、メンテナンス会社、審査側含めて)が必要。
810801	資金調達	政府、運営会社	○有利な融資条件が受けられないリスク(ODA対象外であるので)	運営会社	3	4	Mit	他のODA案件とパッケージにして実質的な金利を下げる。		ドナー側の支援、理解。当該国政府の理解が必要。
			○融資条件が変更されるリスク	運営会社	1	3	Mit	国内外の銀行への働きかけ。社債格付け上げへの取組。		
810901	ローン返済	運営会社	○金利上昇リスク	運営会社	3	3	Mit	PPAへのコスト転嫁条項を織り込む。		
			○為替変動リスク(外貨建て債務の場合)	運営会社	3	4	Mit	ドナーと融資条件変更交渉を行う。可能な限り為替ヘッジを行う。		
811001	税処理	運営会社	○法人税法が変更になるリスク	運営会社	2	3	Mit	PPAに料金転嫁項目として織り込む。		
811101	本国送金(外資IPPの場合)	運営会社	○為替リスク	運営会社(フォーリンの場合)	3	3	Mit	為替ヘッジを行う。		
			○送金手数料が高騰するリスク	運営会社(フォーリンの場合)	3	2	Mit	PPAの改訂交渉を行う。		

コード	原子力開発実施項目	実施責任箇所	想定される事象・リスク					対応策	契約における対応の可能性	対応策を実施するための前提条件、障害となる事項
		メイン	具体的内容	リスク所属	リスク発生確率	リスク影響度	リスク対策分類			

凡例

<p>【リスク発生確率】</p> <p>非常に低い：1 低い：2 普通：3 高い：4 非常に高い：5</p>	<p>【リスク影響度】</p> <p>非常に小さい：1 小さい：2 普通：3 大きい：4 非常に大きい：5</p>	<p>【リスク対策分類】</p> <p>NA: 対策案無し。 Ac: 受容(特段の対策案を立てない。対策案を立ててコストを掛けるより受容した方が合理的。) Mit: 何らかの対策を立てて影響度、発生確率を低減する。 Al: 責任を分散し、主体毎に発生するリスクの発生回数を分担する。 Tr: 影響度を改善するにはコストが掛かりすぎるので、保険会社など別主体にリスクをとってもらおう。 Av: プロジェクト放棄、地点を移すなど、当該プロジェクトを根本的に見直す。</p>
--	---	--

<p>【マスキング箇所(着色箇所)について】</p> <p>地震・津波関連リスクに関する箇所を着色</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水色・・・機電系分野 ・黄色・・・建設系分野
--