

令和4年度原子力産業基盤強化事業
(原子力産業基盤を支えるサプライヤーの状況整理と事業継続施策案の構築
(BWR))

事業報告書

2023年3月

東芝エネルギーシステムズ株式会社
日立GEニュークリア・エナジー株式会社

目次

1. 事業目的	1
1.1 事業の目的	1
1.1.1 原子力発電プラントのサプライチェーン	1
1.1.2 国内BWRサプライチェーンの課題	2
1.1.3 本事業の目指すゴール	2
1.2 事業計画	3
1.2.1 事業内容	3
1.2.2 事業体制	4
1.2.3 事業工程	5
 2. 実施内容	 7
2.1 国内外の事例調査（ベンチマーク）	7
2.1.1 検討内容	7
2.1.2 実施要領	7
2.1.3 調査対象	7
2.1.4 調査結果	9
2.1.5 国内適用に対する課題	39
2.1.6 考察	39
2.2 対応すべき機器のリスト化と、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針の検討	40
2.2.1 検討内容	40
2.2.2 実施要領	40
2.2.3 東芝 ESS/日立 GE で共有している機器・サプライヤー情報	40
2.2.4 検討範囲の考え方	42
2.2.5 追加検討案件の選別フロー	42
2.2.6 案件の分類方法	44
2.2.7 追加検討対象案件の分類分け結果	46
2.2.8 ATENAガイドラインに示される対応策の例（参考）	50
2.2.9 分類別の対応方針（実事例／想定事例）	50
2.2.10 現状の主要な課題	58
2.2.11 主要な対応方針（ATENA ガイドラインの対応策に加え）	58
2.2.12 電気品・計装品の製造中止・保守撤退について	59
2.2.13 一次サプライヤー（OM 社）のリレーの状況と対応	60

2.3	対応すべき国内BWRサプライヤー維持に必要な具体的な体制・施策案の構築	61
2.3.1	検討内容	61
2.3.2	実施要領	61
2.3.3	分類別の具体的な施策案（実事例より）	61
2.3.4	主要な具体的な施策案	94
2.3.5	CGDの有効活用と活用促進の具体的提言	96
2.3.6	予備品の有効活用について	100
2.4	検討を通じての考察	102
3.	結論(まとめ)	105

1. 事業目的

1.1 事業の目的

2021 年 10 月に閣議決定された第 6 次エネルギー基本計画に記載された「2030 年に原子力電源比率 20%～22%」、2020 年 10 月に我が国が宣言した「2050 年にカーボンニュートラル」を達成するためには、既設原子力発電所の再稼働（特に再稼働ができていない BWR）が必須である。一方で、福島第一原子力発電所の事故以来 10 年以上が経過して、発電所運転に伴う受注案件が激減している原子力産業界を支えるサプライヤーにとっては事業継続が厳しい状況にある。

そこで、原子力産業界を支えるサプライヤーが事業継続できるための施策を、BWR プラントメーカーが共同で検討し、具体策案を構築する。

1.1.1 原子力発電プラントのサプライチェーン

原子力発電プラントは約 1000 万点に上る部品から構成されると言われており、発電所を運営する事業者はほぼ全ての部品をサプライヤーから調達することで賄っている。また、これらのサプライヤーは、更にその部品の素材や部材のサプライヤー、加工や検査を行うサプライヤー等を抱えており、原子力発電プラントは膨大な数のサプライヤーとその連鎖（＝サプライチェーン）に支えられて成り立っている。サプライチェーンから提供されるのは、部品を始めとした所謂 SSC（STRUCTURE, SYSTEM AND COMPONENT）と呼ばれるハードウェアだけでなく、SSC の保守・点検を行うサービスや、SSC を設計・構築するエンジニアリングやコンストラクション、更には原子力発電プラント全体の EPC

（ENGINEERING, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION）を統括するプロジェクト管理などと言ったソフトウェアの部分も広く含まれる。

巨大なサプライチェーンに支えられて成立しているのは原子力発電プラントだけでなく、火力発電プラントや上下水道システムなど他にも比較的多く例を挙げることができるが、原子力発電プラントに関わるサプライヤーやその製品には一般に求められる要件の他、以下のような特殊な要件を求められる特徴がある。

<求められる特殊要件>

- ・原子力安全に関する規制要求に対応できる製品やサービスの提供
- ・社会への説明責任を果たすために必要な品質管理に対応できる製品やサービスの提供
- ・放射線環境下でも機能する製品や、放射線管理下でも実施できるサービスの提供

サプライヤーにとって、このような特殊要件は自らの存在価値を高める要素になる反面、要件を満足するような事業活動が続けることは重荷にもなり、サプライチェーンから離脱する切っ掛けにもなりやすい。また、このような要件を満たすサプライヤーが離脱した場合に、代替となるサプライヤーを開拓することの難しさに繋がることにもなる。従っ

て、原子力発電プラントのサプライチェーンを検討する上では、このような特殊な要件について配慮することが重要となる。

1.1.2 国内BWRサプライチェーンの課題

原子力発電プラントのサプライチェーンを維持活動は、原子力発電の黎明期から継続して行われていることで、現在に始まったことではない。例えば、電気・計装品の改廃や、企業の倒産などは以前から発生しており、その都度後継機器の開発や代替サプライヤーの選定などで対応していた。このようなサプライチェーンのいわゆる「新陳代謝」が正常に機能していたのは、原子力発電事業が持続的に運営され、サプライチェーンを構成する企業の経営が成り立つような経済と物の流れが円滑に回り、技術・技能がしっかり伝承されていたからに他ならない。この状況が2011年を境に一変することになる。

わが国の原子力発電プラントは2011年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故に伴って、全てのプラントが一旦運転を停止した。その後、原子力安全に対する新規規制基準が導入され、これまでに21基の早期廃炉が決定、27基が審査を申請、さらに6基は未だ申請されていない状況である。2023年1月現在、10基が運転可能な状況にあるものの、過半が長期停止中であり、原子力の機器供給、工事、運転保守を行うサプライチェーンにおいては、新規規制適合のための安全対策工事の受注はあるものの、運転保守に関わる部門、新設事業に関わる部門においては、事業継続に関する見通しが不透明な状況が続いている。特に、現存する33基のうちPWRは16基中10基が再稼働したが、BWRの再稼働は0基であり、原子力発電所の稼働がないBWRプラントの保守・運転に関わる企業は先行きに不安を感じている。更に、原子力発電プラントの新規建設に至っては、先行きが全く見通すことができず、建設技術に関わるサプライチェーンが維持されているか否かも確認することが困難な状況となっている。

原子力発電プラントは巨大なサプライチェーンによって支えられていることから、原子力発電プラントの安定的な運営のため、布いては原子力エネルギーの長期的な利用のためには、このサプライチェーンをしっかりと維持して行くことが肝要となる。そのためにはサプライチェーンを構成するサプライヤーには、様々な理由によって製品やサービスの供給を継続できなくなってしまうリスクがあることを理解し、それぞれの理由に応じてリスクが顕在化した場合の影響が最小となるように、あるいはリスクが顕在化しないように、最終的には潜在リスクが最小となるように対処していくことが求められる。

1.1.3 本事業の目指すゴール

ここまで述べてきたような原子力発電プラントにおけるサプライチェーンの重要性や特殊性に鑑みて、原子力発電事業に関わるメンバーで構成される原子力エネルギー協議会（以下「ATENA」と記す）において、原子力発電事業者が機器の製造中止等による原子力発電所の信頼性及び運転継続性に対して与える影響を回避することを目的として「製造中

止品管理ガイドライン」がまとめられている。当該ガイドラインは、製造中止品の管理方法（＝製造中止品情報の収集方法）だけでなく、サプライチェーンを維持するための対応策や緩和策についても網羅的に整理されているが、基本的には事業者の観点で実施すべきプロセスがまとめられているものである。本事業では、当該ガイドラインを参考にしながら以下の検討プロセスを踏まえた上でBWRプラントメーカーの観点の下、自らが抱えるサプライヤーが事業継続できるための具体的な施策案を策定することを目指す。

<検討プロセス>

- (1) 国内外における原子力プラントのサプライチェーン維持に向けた施策のベンチマーク
- (2) 国内BWRサプライチェーンで実際に顕在化している事案を要因別に分類し、(1)のベンチマーク結果も加味した上で、対応方針を立案
- (3) 重要度の高い事案に対して、(2)の方針を基に具体的な施策案を立案

1.2 事業計画

1.2.1 事業内容

(1)国内外の事例調査（ベンチマーク）

原子力産業のサプライチェーン維持を目的とした国内外の取組み（情報共有・施策実行等）に関する事例調査を行い、国内BWRのサプライチェーンへの適用可否や、適用する場合の課題等について検討する。

(2)対応すべき機器のリスト化と、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針の検討

撤退サプライヤーの理由・形態や製造中止品の機種の特徴などからカテゴリーを分類し、カテゴリー別に対応方法のパターンを検討する。

・申請者が現状認識している製造中止関連情報を整理したリストのブラッシュアップと、撤退・製造中止の要因分類

・分類された要因に対する対応方針の検討／策定（(1)の調査結果の取り込み、(3)の体制・施策案への展開）

(3)対応すべき国内BWRサプライヤー維持に必要な具体的な体制・施策案の構築

(2)の検討で抽出された対応方針について具体的な体制・施策案を検討し、実施に向けて必要な準備や課題を整理する。ATENAが策定した製造中止品ガイドラインに示されている基本的な対応方針や緩和策の他、電気事業者相互あるいは更にプラントメーカーも加わって実施するような対策についても検討を行う。

また、具体例として一次冷却材再循環（PLR）ポンプおよび弁を例として、代表サプライヤーにサプライヤー維持に向けた検討（課題抽出、対応案等）を発注する。

1.2.2 事業体制

本事業の実施体制を図 1.2.2-1 に示す。実施体制は大きく二つの組織から構成される。一つは図 1.2.2-1 の左部分の破線で囲まれる本事業の実施内容を遂行する「実施機関」、もう一つは同図の右部分の緑色の矩形で示される「外部有識者委員会」である。「外部有識者委員会」は「実施機関」で調査・検討した内容をレビューし、その実施内容が有益で実効的なものとなるよう指摘・助言する機能を持つ。それぞれの組織の詳細を以下に示す。

(1) 実施機関

プロジェクトリーダー（幹事会社）は東芝エネルギーシステムズ株式会社（以下「東芝ESS」と記す）とし、プロジェクトの進捗管理、全体取り纏めを実施する。実施機関は東芝ESSと日立GEニュークリア・エナジー株式会社（以下「日立GE」と記す）の二社とし、（１）．国内外の事例調査（ベンチマーク）、（２）．対応すべき機器をリスト化し、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針を検討、（３）．対応すべき国内BWRサプライヤー維持に必要な体制案を含む代表機器及びサプライヤーの具体的な施策案の構築をそれぞれ分担の上実施した。

(2) 外部有識者委員会

外部有識者委員会は以下３名の有識者を委員として招聘し構成した。

<委員１>

機関名： 東京大学
所属： 大学院工学系研究科 原子力専攻原子炉工学講座
役職： 教授
氏名： 岡本 孝司 殿

<委員２>

機関名： 東京工業大学
所属： 科学技術創成研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所
役職： 特任教授
氏名： 奈良林 直 殿

<委員３>

機関名： 東北大学
所属： 原子炉廃止措置基盤研究センター
役職： 客員教授
氏名： 青木 孝行 殿

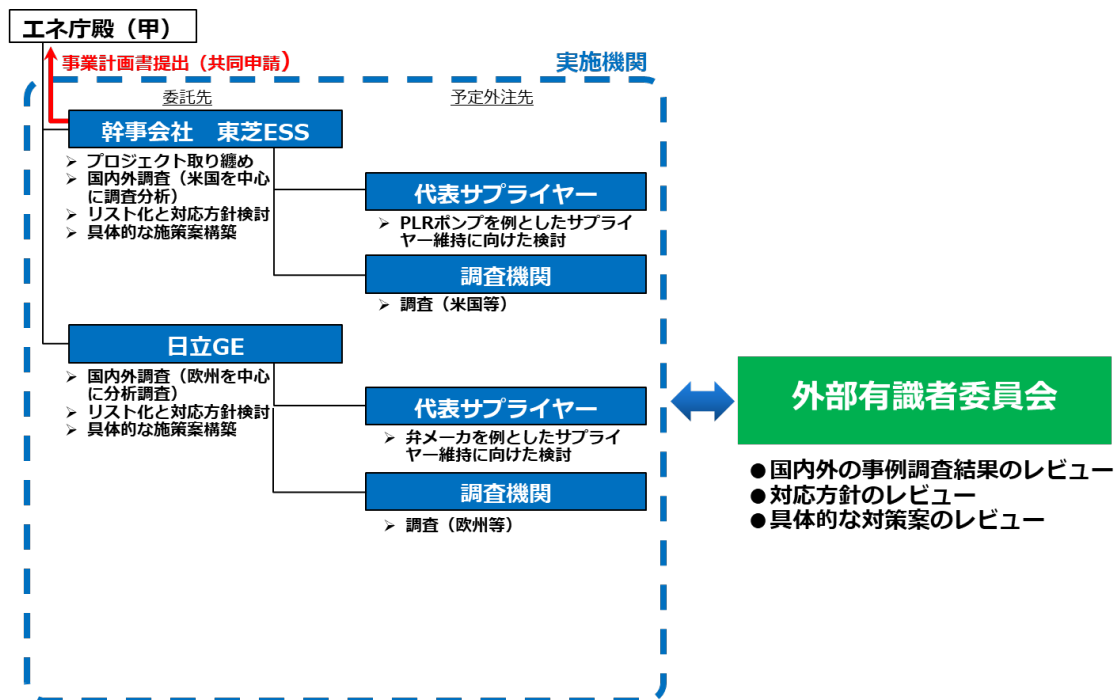


図 1. 2. 2-1 実施体制

1. 2. 3 事業工程

本事業の実施スケジュール（ES）を図 1. 2. 3-1 に示す。

						2023		
	8	9	10	11	12	1	2	3
0. 主要マイルストーン METI 有識者	▼検討の進め方説明 (8/10)	契約期間 (2022.9.B~2023.3.E) ▼契約 (9/9)		11/25 ▼進捗報告(1)		2/1 ▼進捗報告(2)		3/9 最終報告会▼ 完了処理▼
1. 国内外の事例調査(ベンチマーク) 東芝ESS: 米国等、国内外事例 日立GE: 欧州等、海外事例		▼JANUSへの発注 (9/M)		11/22 ▼JANUSからの中間報告	JANUSからの最終報告	検収 (2/24) ▼		
2. 対応すべき機器をリスト化し、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針を検討 東芝ESS/日立GEで分担		リストのブラシアップ 分類整理		対応方針検討 中間まとめへ	(必要に応じ追加検討)			
3. 対応すべき国内BWR サプライヤー維持に必要な体制案を含む代表機器及びサプライヤーの具体的な施策案を構築 東芝ESS: PLRポンプ (EBJ) 日立GE: 弁 (岡野V、平田V)		▼サプライヤーへの発注 (9/M) サプライヤーからの中間報告 (10/M~11/M)		中間まとめへ		サプライヤーからの最終報告▼		
4. 報告書作成提				中間まとめ		最終報告会 (事業報告書DRAFT版提出) ▼ 報告書まとめ		3/9 事業報告書提出▼

図 1.2.3-1 実施スケジュール (ES)

2. 実施内容

2.1 国内外の事例調査（ベンチマーク）

2.1.1 検討内容

公開情報に基づき、原子力産業のサプライチェーン維持を目的とした国内外の取組み（情報共有・施策実行等）に関する事例調査を行い、国内 BWR のサプライチェーンへの適用可否や、適用する場合の課題等について検討する。事例調査は海外が主となる見込みだが、国内に関する事例も調査対象とする。

2.1.2 調査項目及び実施要領

調査項目については、「a. 原子力産業の歴史」で各国がどのように原子力産業及びサプライチェーンを発展させてきたのかを把握し、「b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状と見通し」で各国の今の状況や課題を整理、「c. 原子力に対する官・民・学での政策や施策」で課題を踏まえた上での各国の取り組み状況をまとめ、さらに「d. 原子力に対する民意」で民意が原子力サプライチェーンに与える影響を調査する。

調査項目及び実施要領を表 2.1.2-1 に示す。

表 2.1.2-1 調査項目及び実施要領

調査項目	実施要領
a. 原子力産業の歴史	各国の原子力産業の歴史を調査し、それぞれの国がどのように原子力産業を発展させ、サプライチェーンを構築してきたのかを把握する。
b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状	各国の原子力発電所の運転延長や新設に対する動向を踏まえた上で、各国でのサプライチェーンに対する状況や課題を整理する。
c. 原子力に対する官・民・学での政策や施策	各国でのサプライチェーンの状況を踏まえた上で、政府機関・民間企業・学術団体はどのような政策や施策を行っているのかを把握する。
d. 原子力に対する民意	原子力及び原子力サプライチェーンに対する民意を調査し、民意が原子力サプライチェーンに与える影響を調査する。

2.1.3 調査対象

調査対象国の選定にあたっては、原子力発電所を有し原子力産業及びサプライチェーンを構築してきた国として、米州から米国・カナダ、アジア地域から韓国・中国・日本を選定

し、さらに世界全体の原子力産業及びサプライチェーンの状況把握のため、国際機関についても調査対象とした。また、欧州の国からフィンランド、スウェーデン、フランス、イギリスを選定し、さらに欧州全体の原子力産業及びサプライチェーンの状況把握のため、欧州共通機関についても調査対象とした。米州、アジア地域等の調査対象国及びその選定理由を表 2.1.3-1 に、欧州について表 2.1.3-2 に示す。

表 2.1.3-1 調査対象国及び選定理由（米州、アジア地域、国際機関）

地域	国	選定理由
米州	米国	商用原子力発電所を 100 基以上建設してきた経験を有し、世界で最も原子力産業を発展させてきた歴史を有するため。
	カナダ	独自に原子力産業を発展させてきており、近年の新技术に対する取り組みも注目されるため。
アジア地域	韓国	UAE に原子力発電所を建設した実績を誇り、自国のみならず他国への展開や輸出への取り組みが注目されるため。
	中国	近年急速に自国内での原子力発電所の建設を進めており、さらに他国への展開についても注目されるため。
	日本	他国と比較した上での我が国の状況や取り組み状況を把握するため。
共通	(国際機関)	世界全体の原子力産業やサプライチェーンの実態を把握するため。

表 2.1.3-2 調査対象国及び選定理由（欧州）

地域	国	選定理由
欧州	フィンランド	国内に BWR2 基を含む原子炉 5 基を所有しており、さらに最新の炉は 2022 年 3 月に送電網に接続される等、原子力産業の動向が注目されるため。
	スウェーデン	国内に BWR4 基を含む原子炉 6 基を所有しており、原子力産業やサプライチェーンの動向が注目されるため。
	フランス	現在国内に運転可能な原子炉を 56 基保有しており、欧州で最も原子力産業を発展させてきているため。
	イギリス	独自に原子力産業を発展させてきた歴史を有し、最近も原子力の新設計画が議論されるなど、その動向が注目されるため。
	（欧州共通機関）	欧州全体で原子力産業を支援する取り組みや、研究開発が実施されており、その動向を把握するため。

2.1.4 調査結果

国ごとに、原子力産業の歴史、原子力産業とサプライチェーンの現状と見通し、原子力に対する官・民・学での政策や施策、原子力に対する民意について、調査結果を示す。

なお、表 2.1.4-1 に、原子力産業の歴史、原子力産業とサプライチェーンの現状と見通し、原子力に対する民意に関する調査結果をまとめた。また、表 2.1.4-2 にサプライチェーンに関する事例調査結果を整理した。

（a）米国の事例

a. 原子力産業の歴史

第二次世界大戦後、冷戦による旧ソ連との核開発レースの高まりにより、原子力の民間利用を縮小する戦略をとってきたが、1954 年に原子力法が改正され、初めて幅広い原子力の平和利用が認められた。

1960 年代から 70 年代には包括的エネルギー政策である「Project independence」の中で原子力発電の推進が盛り込まれ、基幹電源の一翼を担う地位を占めたが、1979 年の TMI 原

原子力発電所事故を契機に、原子力に対する不信の高まりや安全規制の強化によるコスト増等の理由により、新規原子力発電所の建設は行われなくなった。

ただし、新規建設はなかったものの、稼働率の向上や既存原子力の出力増加等により、原子力による発電電力量は増大した。

2000 年代に入り、既存の原子炉の老朽化に対応することや地球温暖化対策・エネルギーの安全保障の観点により、多くの新規建設計画が持ち上がり、原子力ルネサンスと呼ばれる新規建設計画のブームが起きた。

しかし、シェールガスの値段が低下し、収益性が高くなり、既設炉で早期閉鎖を表明するプラントが相次ぐとともに、複数あった新規建設計画も現在では 1 プロジェクト（Vogtle-3/4 での AP1000 の建設）で建設が実施されるのみとなった。

一方で、対中露に対する原子力主導権回復戦略として、DOE は 2010 年代後半から米国における新型炉の開発を強化するようになり、複数の新型炉設計や新型炉の建設計画が持ち上がっている。

b. 原子力産業とサプライチェーンの現状と見通し

1979 年の TMI 原子力発電所事故以降、長期にわたり、原子力発電所の新設が行なわれなかった結果、原子炉容器等の主要機器の製造能力を喪失し、日韓等からの輸入に依存している一方で、既設炉市場を背景に燃料やポンプ、バルブ等については国内にサプライチェーンを維持している。

エネルギー政策上の原子力の価値に加え、自国のサプライチェーンや技術の現状を踏まえ、産業政策の観点から新設炉型を決定し、R&D やサプライチェーン支援に動いている。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

①DOE の GAIN プログラムによる革新炉ディレクトリの発行

実施主体 : DOE

施策タイプ : 業務合理化/海外展開支援

事例の概要 :

本プログラムは、オバマ政権が 2015 年、民間の原子力技術開発（特に革新炉開発）を促進するために立ち上げたもので、民間企業、とりわけベンチャー企業を支援対象として、技術・規制・資金面での包括的な支援を提供するものである。

DOE/GAIN プログラムでは、その取り組みの一環として、革新炉の開発メーカーと革新炉に関連するサプライヤーをまとめたディレクトリを作成し、一定期間ごとにその内容を更新している。

事例の効果・評価

最新版（2021 年 7 月 1 日発行）のディレクトリには、27 社の開発企業（DEVELOPER）、48 社のサプライヤーが掲載されており、各社の技術を国内外の業界関係者にアピールする機

会が与えられている。さらに政府機関である DOE が発行しているということが、一つのアピール材料となっていることが想定される。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本においては岸田政権が「海外で進む次世代革新炉の開発に、高い製造能力を持つ日本企業の参画」を掲げているが、具体的にどんな日本企業がどのような技術を持っているのかということがまとめられた資料はなく、日本企業がアピールする機会は乏しい状況である。革新炉ディレクトリの日本版を作成すれば、海外に日本企業の存在や技術力をアピールできるのみならず、日本企業間の横の連携もディレクトリを通して活発になることが予想される。

②DOE のクリーンエネルギーサプライチェーン強化計画

実施主体：DOE

施策タイプ：状況把握

事例の概要：

米エネルギー省 (DOE) は 2022 年 2 月、米国内でのクリーンエネルギー移行におけるサプライチェーン強化に関する戦略を公表した。原子力エネルギーに関する報告書では、軽水炉や非軽水炉の燃料、機器類の原材料 (金属材料)、機器類の製造技術について、米国内でのサプライヤーの存在、個々の技術のニーズ、米国サプライヤーのコスト競争力等が検討され、国内製造能力の必要性について評価している。機器類の製造技術 (鋳造技術を含む) については①大規模機器と②その他の機器に分類され評価が行われ、①大規模機器については米国内に主要なサプライヤーは存在しないものの、将来的に大規模機器の製造能力は不要である、また他の先進的製造技術が活用される可能性があるため、国内製造能力の必要性については「MAYBE (必要かもしれない)」と判断された。また、②その他の機器については米国内に主要なサプライヤーが存在するため、国内製造能力の必要性については「NO ACTION」と判断された。

事例の効果・評価

軽水炉や非軽水炉の燃料、機器類の原材料 (金属材料)、機器類の製造技術について、米国内でのサプライヤーの存在、個々の技術のニーズ、米国サプライヤーのコスト競争力等が検討され、国内製造能力の必要性について評価しており、既設炉の維持や革新炉 (非軽水炉を含む) の開発の観点で有益な情報を提供しているものと判断できる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

サプライチェーンの維持のため、実際のサプライチェーンの状況を把握するような「強化計画」の策定は極めて重要で、日本においても必要であると思われる。日本にこの「強化計画」を導入すれば、必要なサプライチェーンの強化・支援策が効果的に実施されることが期待できる。

③発電所の在庫管理システム（RAPID）

実施主体：Curtiss Wright 社

施策タイプ：業務合理化

事例の概要：

RAPID（The Readily Accessible Parts Inventory Database）サービスは、電気事業者が発電所（原子力、火力、水力、その他再エネ）において使用している機器やペーパーの在庫を管理するためのツールである。RAPID の会員はオンライン上で自らが必要とする機器を検索し、見積依頼を出すことができる。なお、機器やスペアパーツのサプライヤーも RAPID の会員になることで、自社の在庫品を RAPID 上に掲載することができる。

事例の効果・評価

個社の具体的な事例として、米国電力事業者である Duke 社が運営する Oconee 原子力発電所（B&W-PWR）では、定期検査時に至急で必要となった機器を RAPID 上で迅速に調達することができ、定検期間の延長を防ぐことができたことが報告されている。Oconee 原子力発電所の担当者は「RAPID のデータベースは容易に使用でき、在庫情報も正確であり、他の RAPID 会員との協力関係は素晴らしく、タイムリーである」と評価している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

システムの導入のためには、複数の会社の協力や在庫状況の把握、資機材の輸送や発注処理の方法といった、導入のためにクリアすべき項目は多くあると思われる。導入の際には、米国の事例を参考にどのように複数会社間で連携してシステムを構築していくのかを検証し、問題点を整理した上で導入を図っていくことが必要であると考えられる。

④デディケーション（一般汎用品グレードの原子力グレードへの格上げ）サービス

実施主体：Curtiss Wright 社

施策タイプ：技術支援/代替措置

事例の概要：

一般汎用品グレードの機器について、米国の原子力品質保証基準である 10 CFR Part 50 Appendix B 及び ASME NQA-1※に準拠して原子力グレードに格上げするための CGD（Commercial Grade Dedication）サービスを実施している。CW 社は、これまでに 5 万点以上に及ぶアイテムのデディケーションを実施した経験があり、これらの経験をもとに、数千にも及ぶデディケーション計画書、認証計画書、及び試験報告書を有しているとしている。CW 社のホームページ上では、認証済みパーツの一覧が製造者別、パーツ種類別で公表されており、必要資機材の検索にも役立っている。

事例の効果・評価

CGD は、原子力品質基準に適合していないサプライヤーからの調達を余儀なくされた米国原子力産業界において一般的に使用されており、原子力発電所の建設や維持に欠かせない原子力グレードの資機材を安定供給させる上で重要な役割を果たしているといえる。EPRI

は安全系の CGD に関するガイドライン (EPRI 3002002982) を用意しており、規制機関である NRC も EPRI 3002002982 をエンドースする Reg. Guide 1.164 や CGD に関する検査手順書 (IP43004) を用意し、CGD を受け入れるための準備を整えている。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本においても、日本電機工業会 (JEMA) が「一般産業用工業品採用ガイドライン」を 2022 年 10 月に発行する等、原子力施設向けに製造されていない汎用品の原子力施設における活用の動きが見られものの、依然として CGD は一般的であるとは言えず、原子力特有の品質保証が原子力関連サプライヤーにとっての負担や、原子力事業における大きなコスト要因となっていることが考えられる。原子力サプライヤーが事業を撤退する中で、CGD による一般汎用品の原子力プラントでの活用が選択肢の 1 つとなる可能性があると考えられる。米国における CGD の事例を参考にしつつ、JEMA の制定したガイドラインを足掛かりに、今後日本で CGD を広く導入していくことは、調達品の確保やコストの面から日本の原子力産業に大きなメリットをもたらすことが期待される。

⑤ 廃止品の交換データベース (OIRD)

実施主体 : Curtiss Wright 社

施策タイプ : 代替措置

事例の概要 :

生産停止された廃止品への対応として、廃止品の交換データベースである OIRD (Obsolete Item Replacement Database) があり、OIRD では廃止品に関するデータベースの他、廃止品の代替品に関するデータベースとなっている。OIRD は、ユーザーに対する廃止品の代替品を検索する手段を提供するのみならず、サプライヤーに対してもユーザー側のニーズに関する情報を提供しており、ユーザーとサプライヤーの双方に対して、新たな廃止品に関する問題の解決策となっている。

事例の効果・評価

OIRD は米国原子力産業界において幅広く利用されており、ユーザーが抱える廃止品問題に対するコスト効果・評価的な解決策を提供するサービスとして機能している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本では、OIRD のようなサービスは確認されていないが、廃止品の問題に対するアプローチ手法は様々な方法があると考えられる。OIRD のようなデータベースは廃止品に対する解決策の一つとして大いに参考になると思われる。廃止品となる資機材の把握、廃止品に対する代替品の調達品の確保は今後必ず必要になると思われ、OIRD のようなデータベースの導入は一定の役割を果たすであろうことが予想される。

⑥ POMS 活用による資機材の Obsolescence (旧式化) への対応 (実施主体 : Westing House)

実施主体 : Westing House 社

施策タイプ:技術支援/業務合理化/代替措置

事例の概要:

米原子力プラントメーカーである Westinghouse は、原子力発電所で活用されているが既に販売中止となって購入できなくなってしまう Obsolescence（旧式化）となってしまう資機材に関する問題を解決する POMS（Proactive Obsolescence Management System）というシステムを開発している。POMS は、世界中の原子力発電所から資機材の在庫状況やメンテナンスに関する情報を収集し、同時にサプライヤーも旧式化した部品の状況やスペアパーツの供給可否の情報を更新できるようになっている。POMS を活用することで、旧式化に関する問題の早期発見や資機材メーカーのサプライチェーン構造の把握といったことが可能になっている。

事例の効果・評価

POMS は 2005 年に開発されて以来、米国や英国、スペイン、スウェーデンといった世界中の約 160 基以上の原子力発電所で活用され、それらの発電所が収集したデータから毎年 2 万以上のサプライヤーとコンタクトを取り、旧式化の課題と潜在的な解決策を特定している。世界中の発電事業者は、POMS を参照することで旧式化した機器の交換を効率的に実施することができるようになっている。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本の原子力発電所も POMS に加入すれば一定の効果は得られると思われるが、他国で用いられている資機材と同じような資機材が日本でも用いられているのか、資機材の管理方法は他国と日本で違いはないのかといった検討が必要になると思われる。場合によっては、日本国内のみでの POMS のようなデータベースを構築することも一つの対策として考えられる。

⑦South Texas Project における予備品整備（実施主体：STP Nuclear Operating Co）

実施主体：STP Nuclear Operating Co

施策タイプ：業務合理化

事例の概要:

1・2 号機合わせて 1 億ドル以上の予備品を有しており、ポンプ、モーターなども一式で所有している。予備品の保有基準は安全・発電継続等の観点から設備の重要度（高、中、低）を決め、重要度が高または中の設備については、予備品が必要と判断している。また、設備台数の 25%を原則として所有するようにしている。予備品の基準については、INPO や EPRI のガイドライン「NP 6408 : Guidelines for Establishing, Maintaining and Extending the Shelf Life Capability of Limited Life Items」も参考にしている。

また、予備品の調達に関しては、各発電所（米国内）の在庫品リストを収録したデータベース（RAPID）を参照して、入手する場合もある。

事例の効果・評価

米国の高い稼働率は、OLMによるところが大きく、OLM活用のためには、適切な予備品の準備が必要と考える。予備品の保有基準については、国内においても、参考となる。

⑧米国原子力事業者団体 USA によるサプライチェーンに関する協力

実施主体：USA (Utilities Service Alliance) 米国原子力事業者団体である USA は、米国内の小規模原子力事業者 8 社（9 サイト）により構成されている民間団体

施策タイプ：業務合理化

事例の概要：

USA におけるサプライチェーンに関する取り組みとして、「Supplier Partners」というサプライヤーの登録制度がある。この制度は、メンバー各社と登録されたサプライヤーの間で win-win の関係性（情報共有や予備品の融通）を構築することを目的としている。2022 年 10 月時点で 46 社のサプライヤーが登録されている。登録されているサプライヤーは、Supplier Fairs と呼ばれるメンバー企業の発電所における展示会への出展や USA 主催の年次サプライヤーイベントへの参加が可能となる。また USA ではサプライヤーのパフォーマンスの評価やメンバー間での評価結果の共有を目的としたサプライチェーンモニタリングツールを開発している。

事例の効果・評価

USA は 1996 年に設立され、メンバー企業の競争力強化に寄与してきている。USA の取り組みの中でも「Supplier Partners」の制度は USA における取組の重要な部分であり、USA の成功において大きな貢献要因となっている。また、最近では、2021 年 12 月に韓国水力原子力発電会社 (KHNP) が USA と協定関係を締結し、KHNP や韓国の原子力サプライヤーがメンバー企業との協力関係を推進していくこととなっている。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本においては、原子力関連企業によって組織されている「日本原子力産業協会」でメンバー会社間での情報共有がされているが、「Supplier Partners」のようなサプライヤーに特化したような取り組みまでは実施されていない。日本でも既存の組織である原産協会を活用する等して、「Supplier Partners」のようなサプライヤー企業のための新たな枠組みを設ければ、サプライヤー企業間の情報共有や協力体制の構築に役目を果たすことが考えられる。

⑨NUPIC による品質保証監査、デディケーションの支援

実施主体：NUPIC (Nuclear Procurement Issues Corporation)

原子力調達問題委員会（民間団体）

施策タイプ：業務合理化/代替措置

事例の概要：

NUPIC は原子力サプライヤーに対して第三者的に品質保証に係る検査を実施しており、サ

プライヤーが NRC の品質保証規則 (10CFR Part 50 Appendix B) の要求事項を満たしているかを監査で確認する。原子力サプライヤーは通常、原子力関連資機材の提供先である各原子力事業者から品質保証に係る監査を受ける必要があり、複数の顧客がいる場合、同様の監査を各事業者毎に実施する必要がある。しかし、NUPIC の監査を受け合格することで、原子力サプライヤーは各事業者からの監査を省略することができる。NUPIC は、このようにして原子力資機材のサプライヤー及び原子力事業者双方のコスト軽減を実現させることを NUPIC のミッションとしている。さらに、デディケーション（一般汎用品グレードの原子力グレードへの格上げ）の検査も実施しており、年に約 20 件程度の検査を実施している。

事例の効果・評価

NUPIC は、30 年以上にわたり原子力事業者サプライヤーとサプライヤーの双方に対して、品質保証監査に係る人的リソースやコストの削減に貢献している他、パフォーマンスの改善にも寄与している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

NUPIC のように監査を効率化することができれば、顧客である電気事業者及びプラントメーカーとサプライヤーの双方に大きなメリットがあると考えられる。細かい監査基準等を各社でそろえる必要があるが、NUPIC のような仕組みを日本でも導入できれば業務を大幅に効率化でき、人材確保の面でも有益であると考えられる。

⑩ANS によるバイヤーズガイドの発行（実施主体：ANS 米国原子力学会）

実施主体：ANS 米国原子力学会

施策タイプ：業務合理化/代替措置

事例の概要：

1969 年から原子力分野の製品及びサービスについて米国内外の 600 以上の企業を掲載したバイヤーズガイドを発行している。バイヤーズガイドは ANS が毎月発行している Nuclear News という刊行物の別冊という位置づけで毎年 4 月前後のタイミングで発行されている。バイヤーズガイドは①原子力機器、材料、サービスのディレクトリと②サプライヤーのディレクトリで構成されており、①は 470 種類に分類された原子力機器、材料、サービスごとに、当該品を提供するサプライヤー名が記載されている。②はサプライヤー一覧が米国内企業、米国外企業別にアルファベット順に記載されている。

事例の効果・評価

ANS のバイヤーズガイドは 1969 年より 50 年以上にわたり発行されており、米国を代表する原子力分野でのサプライヤーリストとなっている。掲載されている 600 以上の企業に対しては営業機会が提供されており、資機材を調達するバイヤーに対しては効率的かつ効果・評価的にサプライヤーを検索する手段として機能しているといえる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本においても原産協会より「バイヤーズガイド」が英語で発行され、海外顧客向けに日

本の原子力関連企業が紹介されているが 60 社の情報に限定される。日本国内の原子力サプライヤーの裾野の維持・拡大、海外展開の足掛かりとして、日本国内のサプライヤーを幅広く紹介する冊子の作成は有用であると考えられる。

d. 原子力に対する民意

米国では 2018 年以降、過半数の国民が原子力発電を支持しており、次世代原子力エネルギーへの研究開発予算の増額や新型炉への移行に賛成している。このような民意を背景に、米国政府も既設炉の運転継続支援や革新炉開発促進に関する政策を切れ目なくタイムリーに打ち出すことが可能になっていると捉えることができる。

川崎市が TMI 発電所の関係者に実施したヒアリング調査報告書によると、「市民には放射性物質への正しい理解をしてもらうための対話集会を頻繁に行った。公の関係者には、特に徹底した情報開示を行い、NRC からお墨付きには、5 年の歳月をかけた。また、行政からの教育において、我々への理解を深める努力をしてくれたおかげで、放射性物質への正しい理解をする市民が増えた。」とまとめられている。

(b) カナダの事例

a. 原子力産業の歴史

カナダは第二次世界大戦中に米英と共同で原爆開発計画（マンハッタン計画）に参加していたが、やがてこれを離脱し、原子力の平和利用を目指した。

1952 年、開発・設計を目的とした政府出資によるカナダ原子力公社（AECL: Atomic Energy of Canada Ltd.）が設立され、本格的な CANDU 商用炉の開発が進められ、1970 年代から 1980 年代にかけて次々と Ontario 州を中心に CANDU 炉の営業運転を開始した。

1993 年以降原子力発電所の新設計画は存在しないが、既設炉の運転期間を延長することで 2060 年代まで原子力を活用していくことが計画されている。

CANDU 炉は海外にも輸出されており、韓国、中国、インド、アルゼンチン、ルーマニア、パキスタンといった国で導入実績がある。

b. 原子力産業とサプライチェーンの現状と見通し

カナダ国内では 76,000 人（40%以上は 40 歳以下）が原子力産業に従事しており、その生産額は 170 億カナダドル（約 1 兆 7850 億円）に及ぶとされている。2012 年の調査では、原子力産業従事者は 60,000 人であったため、2019 年までの 7 年程度で 16,000 人増加したこととなる。増加の背景には、DARLINGTON 原子力発電所の改修工事や新型炉の研究が寄与していると CNA（カナダ原子力協会）会長の JOHN GORMAN 氏は述べている。

カナダは SMR にも注力し、SMR を将来の低炭素社会の中でカナダ国内の小規模コミュニティや重工業に活力を与えるきっかけにしている。一方で、カナダ原子力産業界のリスクとして国内での大型炉の新設案件が存在しないことが挙げられている。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

①OCNI の加盟メンバーのための取り組み

実施主体：OCNI カナダの原子力産業機構 (Organization of Canadian Nuclear Industries)

施策タイプ：技術支援/人材支援/海外展開支援/状況把握

事例の概要：

OCNI の加盟企業に対して、政府機関との直接的なコミュニケーション、世界中の原子力発電所への紹介、サプライヤー間の情報交換の場を提供している。他にも原子力に関する知識を深め、サプライヤーや電力会社からの最新情報を入手できるサプライヤーデーイベントやビジネス開発セミナー、OCNI タウンホール等のイベントを開催して、加盟企業間で技術力を高める取り組みがされている。さらに OCNI メンバーには、OCNI トレードショーに出展する資格が与えられる他、OCNI オンラインディレクトリに掲載され、OCNI が各企業の広報や営業活動に寄与している。

事例の効果・評価

OCNI には、カナダを中心に 200 以上のサプライヤーが加盟しており、OCNI が開催する各種のサプライヤーに対するイベントは、加盟メンバーの情報収集や、加盟メンバー間の交流を行う場として大きく機能しているといえる。また OCNI は、2022 年 1 月 12 日に発表された「カナダ原子力産業の高度な製造ロードマップ」に沿った進捗状況を監督するために招集された、サプライヤー、公益企業、研究機関、大学、政府機関等、カナダの原子力産業の代表者からなる業界団体であるカナダ原子力先進製造業連合 (CAMiNA : Canadian Advanced Manufacturing in Nuclear Alliance) に組織し、カナダの原子力産業における先端製造技術の利用拡大に貢献している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本においても原子力関連企業で構成される日本原子力産業協会が組織されており、カナダにおける OCNI に相当する役割を果たしている。ただし、原産協会ではサプライヤーデーイベントといったサプライヤーに特化したイベントまでは企画されておらず、今後サプライヤーに対する情報提供や、サプライヤー間の情報交換の場を作り出す上で OCNI の取り組みは参考になると思われる。

②CANDU Owners Group のサプライヤー参加者プログラム (SPP)

実施主体：COG (CANDU Owners Group)

施策タイプ：技術支援/人材支援/海外展開支援/状況把握

事例の概要：

COG では、サプライヤー参加者プログラム（SPP）を通じて、CANDU サプライヤーに事業者とサプライヤー間の情報交換、訓練、交流の機会を提供している。また SPP では、CANDU サプライチェーン全体を強化し、偽造部品の防止と特定、良好事例及び経験の共有 といった共有プログラムの機会を提供している。

COG には、世界中の全ての CANDU 事業者の他、29 社のサプライヤーが参加し、CANDU に関する様々な情報が共有される場となっている。SPP は隔月で開催されており、エンジニアリング、建設、工具、機器、サイバーセキュリティ、廃棄物管理、廃炉、研究開発支援、放射線防護といった様々な分野のサプライヤーが参加している。

事例の効果・評価

SPP は、実際に OPG 社の Darlington 原子力発電所の改修や Bruce Power 社の主要機器の交換といった、COG メンバーの重要プロジェクトで統合的な役割を果たしているとされている。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本であれば原産協会のような団体が主催してサプライヤーに特化したイベントを定期的に開催すれば、日本国内における原子力事業の情報交換や人材交流がより活発になることが予想される。

d. 原子力に対する民意

カナダの調査会社である ABACUS DATA 社は、CNA（カナダ原子力協会）の依頼で 2021 年 1 月 29 日から 2 月 3 日にかけてカナダ国民の気候変動に対する意識や政府の対応に関する調査を実施した。「カナダは電源として原子力技術をもっと活用するべきである」という設問に対し、「強くそう思う」の回答は 14%、「そう思う」は 20%、「ややそう思う」は 19%と、肯定的な回答が合計 53%であったこと、また、「原子力なしでは 2050 年温室効果ガス排出実質ゼロを達成することは不可能なため、カナダは新しい原子力技術の開発及び創出に資金拠出をするべきである。」が 40%であったことなど、比較的原子力に肯定的な調査結果が得られた。

(c) 韓国の事例

a. 原子力産業の歴史

1957 年に IAEA 加盟国となり、平和的原子力活動を開始した。

1982 年、電気事業は国有化された（韓国電力公社（KEPCO））。これは韓国政府が、長期的な電源開発や原子力発電の促進などを一元的に行う必要性を認識していたことが背景にある。

80 年代以降には原子力発電所の国産化のための技術力向上が進められた。System 80 を改良した OPR1000 (PWR) や System 80+ (130 万 kW 級 PWR) をベースにした APR1400 (140 万 kW 級 PWR) も開発し、国内で建設・営業運転されている。

韓国では 2022 年 12 月時点で 25 基の原子力プラントが稼働しており、2021 年末の実績では韓国国内の電力の 27.4%を供給した。また現在 3 基が建設中となっており、2022 年 3 月に選出された尹錫悦大統領による新政権は、原子力技術の輸出を促進し、カーボンニュートラルの目標を達成するために、国内の原子力産業への投資を強化することを公約している。

b. 原子力産業とサプライチェーンの現状と見通し

1985 年、韓国政府は、原子力産業の合理化及び国有化のため、国内の原子力関連組織の役割及び責任を明確に分担し、技術的自立戦略を実行することを決定した。

- KHNP：原子力発電所の建設・運転を含むプロジェクト管理全体を担う。
- 韓国電力技術 (KEPCO E&C)：建築物のエンジニアリングに関する主要な責任を担う。
- 韓国原子力燃料 (KEPCO NF)：核燃料の供給を担う。
- 韓国原子力安全技術院 (KINS)：原子力規制機関である原子力安全委員会 (NSSC) への技術支援を行う。
- 斗山重工業建設 (DHI)：重工業建設機器及び機械の供給を担う。

韓国の輸出プログラムの一例として、アラブ首長国連邦 (UAE) における Barakah 原子力発電所 (APR1400) 建設プロジェクトでは、韓国電力公社 (KEPCO) をプライムコントラクターとして、一部を除いて、韓国内のサプライヤーが活用され、このような製造能力を国内のみならず海外プロジェクトでも発揮することで、サプライチェーンの強化、韓国内の産業の育成を図っている。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

①海外需要家向け原子力機器輸出支援システム (K-NEXT)

実施主体：韓国原子力協会 (KNA)

施策タイプ：海外展開支援

事例の概要：

原子力サプライヤーに対する海外輸出支援のためのツールとして、海外の需要家向けに韓国サプライヤーを紹介するサイト (K-NEXT) を運営している。K-NEXT では、韓国原子力産業界の全般的な説明のほかに、KEPCO、KHNP といった原子力主要企業の動画付きの説明や全 115 社のサプライヤーディレクトリが用意されている。サイト内の情報は、海外の閲覧者を想定し、全て英語で記載されている。このほか、KOREA NUCLEAR BULLETIN として定期的に韓国原子力産業界に関するニュースを配信している。

事例の効果・評価

K-NEXT のカタログページには、Team Korea を構成する主要企業の概要・実績に関する説明や、ベアリング、弁、空調設備といった主要部品・機器の仕様、適合規格、供給者、主要顧客等の情報が整理されており、原子力プラントの建設から保全・検査といった幅広いサービスが提供可能であることを海外顧客に対して分かりやすく説明する重要なツールとして機能し、韓国サプライヤーによる海外市場へのプロモーション活動支援に大いに貢献していると考えられる。成果として、2022 年 8 月 25 日に韓国水力原子力会社 (KHNP) は、エジプトの El Dabaa 原子力発電所 (VVER-1200) のタービン建屋を含む建設及び資機材供給を受注、また同年 10 月 31 日には、ポーランド ZE PAK 社、Polska Grupa Energetyczna (PGE) 及び韓国 KHNP の 3 社が、「韓国の APR1400 技術に基づく原子力発電所建設計画を共同で作成する」ことに合意した。さらに KHNP は現在、チェコ共和国の Dukovany 地方における原子力プラントの追加建設プロジェクトに入札している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

K-NEXT のように日本の原子力サプライヤーを海外需要家にアピールする機会の創出は、日本の原子力産業の海外展開のためには必須になってくると思われる。

②韓国国内サプライヤー向け原子力輸出支援システム (K-NEISS)

実施主体：韓国原子力協会 (KNA)

施策タイプ：海外展開支援

事例の概要：

原子力サプライヤーに対する海外輸出支援のためのツールとして、韓国内のサプライヤー向けに海外での入札情報等の海外輸出に必要な情報を紹介するサイト (K-NEISS) を運営している。K-NEISS は韓国内のサプライヤー向けに海外での入札情報等の海外輸出に必要な情報を紹介しているが、情報は韓国語のみの提供であり、詳細情報はアカウント登録したもののみが閲覧可能となっている。

事例の効果・評価

K-NEISS は、国別の政治経済・社会文化、市場動向、法令・制度、規格・基準、入札制度といった市場環境に関する情報や海外市場進出支援、ベンダー登録・海外認証支援といった国内サプライヤーの活動支援に関する情報が整理されており、国内サプライヤーの海外市場における競争力向上及び入札情報へのアクセス強化に大いに貢献していると考えられる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

他国における社会情勢や規格・基準、入札制度といった情報の不足は、海外展開を行う上で避けられない課題であると考えられるが、そういった情報を一括で提供するような仕組みはリソースの限られる原子力サプライヤーに大きなメリットをもたらすことが予想される。

d. 原子力に対する民意

韓国原子力学会は、18 歳以上の国民 1000 人を対象に原子力発電に関する意識調査として原子力利用の賛否や原子力の安全性の認識等について調査を行っている。2021 年 9 月の調査では、原子力発電を賛成と答えた割合が 72.1%、原子力発電が電源構成に占める比率を今後も維持・拡大するべきとの回答は 69.9%、原子力発電は安全であると回答した割合は 72.3%等、原子力発電に対する賛成意見が高い。

(d) 中国の事例

a. 原子力産業の歴史

1970 年初頭に上海地区においてエネルギー及び電力不足の問題が発生し、当時の周恩来総理が「華東地区は石炭や石油が不足しており、エネルギー問題を解決するためには、原子力を発展させるべきである」と指摘し、原子力開発のきっかけとなった。

1986 年のチェルノブイリ原子力発電所事故をきっかけに、香港では大亜湾原子力発電所の建設中止を求める反原発デモが行われたが、当時の鄧小平主席は、中国中央政府の決定は変わらないと指摘する一方で、国際基準に沿った建設と厳しい安全監督の実施を要求した。

国内で設計・建設された秦山原子力発電所が 1991 年 12 月に中国で初の運転開始した原発となった。国産化率は 70%超であった。

原子力発電設備の輸出第一号は、パキスタンのチャシュマ 1 号機で、1993 年に着工後、2000 年には営業運転が開始された。

福島第一原子力発電所の事故により中国国内の原子力発電所の運転や建設計画は一時的に中断したが、結果的に中国における原子力発電設備の安全性の向上や検査の拡充をもたらす機運となった。

b. 原子力産業とサプライチェーンの現状と見通し

- ・中国は原子力発電所の建設を推進すると同時に、原子力発電設備の国産化率の向上にも力を入れている。2021 年 12 月に発電開始した世界初のペブルベッド型高温ガス炉である華能石島湾高温ガス炉の国産化率は 93.4%を達成している。
- ・原子力発電所を建設・運営する複数の国有企業の基、原子力発電プラントの設計・エンジニアリング、建設・施工、機器サプライヤー等夫々複数社おり、充実した EPC 体制を構築している。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

①「一帯一路」戦略に基づく原子力国際展開の構想（実施主体：政府機関）

実施主体：政府期間

施策タイプ：海外展開支援

事例の概要：

「一帯一路」とは、中国国家主席・習近平氏が2013年秋に提唱した中国が主導するアジア、ヨーロッパ、アフリカ大陸にまたがる経済圏構想である。「一帯一路」は、中国の原子力発電の海外進出の「道しるべ」を明確に示しており、計画によると、2030年までに「一帯一路」沿線国に合計1.15億kWhに及ぶ107基の原子力発電所を新設する予定であり、これらは中国以外の世界の原子力発電市場の81.4%を占めるとされている。「一帯一路」サミット期間中、中国核工業集团公司（CNNC）はアルゼンチン原子力発電会社とAtucha3、4号機の建設に関する総契約を締結し、中国広核集団（CGN）はチェコエネルギーグループ、ルーマニア国立原子力発電会社、フランス電力グループと協力協定を締結した。

事例の効果・評価

2015年以降、タイ、サウジアラビア、パキスタン、英国、ロシア、アルゼンチンと中国製原発の輸出に向けた開発・建設・運転に係わる協定を締結し、パキスタンではチャシュマ3号機が商業運転を開始している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

日本が中国と同様の取り組みをすることは現実的ではないが、日本が今後海外プロジェクトへの参画を目指す上で中国の動向を把握する必要がある。

②CNNC 統一入札・集中調達プラットフォーム

実施主体：中国核工業集団（CNNC）

施策タイプ：業務合理化

事例の概要：

CNNCは、サプライチェーン企業向けにCNNC統一入札・集中調達プラットフォームの運営を行っている。現在、電子調達プラットフォームには10万社近いサプライヤーと、1万人近い入札評価専門家が登録されている。この統一入札・集中調達プラットフォームでは、3つのサブ情報システムである電子調達プラットフォーム（ECP）、電子ショッピングモール（EMP）、サプライヤー管理（SRM）の構築が完了し、調達プロセス全体の標準化とデジタル化を進めることで、オープンで透明性の高い効率的な調達活動を推進、集中購買電子商取引の効率的な実施を確保し、調達サービスの継続的改善と調達規模の拡大を推進したとされている。また、サプライヤーのライフサイクル管理の強化、サプライヤー管理情報の完全共有と効率の良い業務連携の実現は、グループ全体のサプライヤー資源の探索・育成・管理能力を向上させた。

CNNCは、原子力サプライチェーンを中心に、集中調達、入札代行、委託調達、余剰物資の処理、サプライチェーンファイナンス、科学技術成果の応用、カーボン追跡管理、情報システム研究開発など、複数のバリューサービスを提供しており、顧客が調達とサプライチェーン管理応用における問題点を解決する支援を行っている。

事例の効果・評価

2019年6月に運用が開始され、2022年8月時点で1,000を超える企業の約7,000人の

調達管理及び調達実施担当者が、この電子調達プラットフォームを通じて 9 万件以上の調達プロジェクトを完了し、累積取引額は 3,000 億人民元（約 6 兆円）以上に及ぶとされている。現在、電子調達プラットフォームには 10 万社近いサプライヤーと、1 万人近い入札評価専門家が登録されている。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

サプライヤーのためのプラットフォームの整備は、案件情報の把握や一元管理、効率的な調達活動を行う上で有用であると考えられる。調達活動の際には煩雑な契約処理等が生じ、そこにリソースが割かれてしまうことが想像されるが、効率的な調達活動を可能にするプラットフォームが構築できれば、より効率的に事業が行えると考えられる。

d. 原子力に対する民意

2011 年に発表された「原子力発電所周辺住民の核不安（原子力に対する不安）に関する研究」によると、原子力に対する公衆の不安は、健康被害への影響や核廃棄物処理等の一般的な不安から緊張・恐怖を伴うものまで存在しており、原子力事故の影響により原子力に対する否定的な感情が長く続くことがあるとの指摘がある一方で、国全体で原子力発電の開発への支持度は、原子力発電所立地地域での支持度より圧倒的に高いことが判明した。

(e) 日本の事例

a. 原子力産業の歴史

1955 年に原子力基本法が制定され、1963 年には現 JAEA の動力試験炉 JPDR が初めて発電を行った。

初の商用原子力発電所は、英国から導入された GCR で、東海発電所で 1966 年に営業運転を開始した。

日本原電を含む電力各社は今後の改良・大型化が期待できるといった理由から軽水炉の建設計画を進め、1960 年代以降、三菱重工と米 Westinghouse (WH) 社、東芝・日立と GE 社が技術提携し、それぞれ PWR、BWR の技術導入を進め、1970 年以降、日立グループと GE 社、WH 社及び三菱グループ、GE 社と東芝グループが建設し発電所が営業運転を開始した。日本はその後も準国産エネルギーである原子力の活用を進め、2011 年までに建設し営業運転を開始した発電炉は合計 60 基にのぼる。

しかし、2011 年 3 月の東日本大震災及び福島第一原子力発電所事故の発生に伴い、国内の原子炉は一時全基が運転を停止し、建設中の原子炉は中断を余儀なくされる事態に陥った。震災発生前に営業運転が可能であった炉は 55 基あったが、震災以降に 22 基が廃炉を決定、再稼働した炉は 10 基にとどまり、23 基は新規規制基準の審査が完了していない、または地元自治体と合意が得られていないため再稼働には至っていない（2022 年 12 月時点）。

b. 原子力産業とサプライチェーンの現状と見通し

原子力関連技術を有するサプライヤーは、安全対策工事で事業を維持しているものの、将来の事業見通しが立たない状況で要素技術を持つ一次、二次サプライヤー等の撤退が相次いでいる。一方、日本国内には震災までに蓄積された関連技術を有する原子力産業サプライチェーンが依然として存在していることも示されており、このような状況の中でこの高い技術力を有するサプライチェーンを維持することが課題となっている。

本年 11 月に開催された国の革新炉ワーキンググループにおいて、原子力サプライチェーンを維持するための以下 3 つの支援例が記載されている。

- (1) 必要な人材・スキルを特定した上での、戦略的な原子力人材育成・確保策
- (2) サプライチェーンの細部に踏み込んだ、供給途絶対策や事業承継支援
- (3) より多くの事業機会を確保するための、海外 PJ への参画支援

さらに原子力サプライチェーン支援をきめ細かく実施していくための枠組みとして、産業界、教育・研究機関、官公庁が連携した「原子力サプライチェーンプラットフォーム (NSCP)」といった案も示された。

日本原子力産業協会 (JAIF) における取組としては、2020 年 7 月、海外向けに原産協会会員各社の業務内容やコンタクト先を英文で紹介する「Nuclear Energy Buyers Guide in Japan 2020-21 (JAIF バイヤーズガイド)」を発刊、2022 年 7 月には「原子力サプライチェーンの維持・強化に向けた提言について」を公表し、課題（早期再稼働、新增設・リプレースの早期検討及び事業者が投資できる事業環境整備、革新炉開発支援、機器・部品輸出）とそれぞれに対する提言を示している。

日本電機工業会 (JEMA) の取組としては、2022 年 10 月に原子力における「一般産業用工業品採用ガイドライン」を公表した。原子力産業の技術維持が困難となっている状況の中で、設備・部品等の安定供給のためのサプライチェーン断絶を回避することが原子力産業にとっての課題となっている。そのような課題に対応するための方策の一つとして、原子力施設向けに設計・開発・製造されていない工業品の利用が挙げられる。本ガイドラインでは、品管規則及び JEAC4111-2021「原子力安全のためのマネジメントシステム規程」にて要求される一般産業用工業品を採用するための管理方法について、要求事項を満たすために購入者がとることのできる手段を示すことを目的としている。なお本ガイドラインは、米国電力研究所 (EPRI) が作成した報告書を参考文献としている。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

①原子力事業撤退企業の部品の内製化や他社への事業移管

実施主体：プラントメーカー

施策タイプ：業務合理化

事例の概要：

原子力産業協会（JAIF）の調査によると、福島第一原子力発電所事故のあった 2011 年以降、国内で約 20 のメーカーが原子力部品の製造事業から撤退したとされている。三菱重工は、撤退した企業から設計図面を受け取り、部品や工具の内製化に着手していると報じられている。

サプライヤー企業間において、原子力事業を縮小・撤退する企業から他の企業に技術や事業権を移行する動きも見られる。

原子力用バルブを製造する平田バルブ工業は、2004 年にイーグル工業から原子力用ベローシール弁の設計製作の技術供与を受けた他、2022 年 10 月にはさらに同社から金属ダイヤフラム弁の既納弁を対象外とした新規弁に関する事業権を譲り受けたことを発表している。

事例の効果・評価

電気新聞では、こうした部品や材料調達のめどは立ちつつあるが、内製化や製造元の変更時は、一から品質を検証する必要があり、製造場所の変更で、部品のコストが高まる懸念もあるとしている。事業移管の例は、今後原子力事業から撤退するメーカーもある一方で、原子力事業を存続させ、平田バルブのように他社の撤退を機に事業を拡大させることもできることを示しているといえる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

原子力事業継続のためには、撤退したサプライヤーの穴埋めをする必要があり、具体的に内製化、他社への移管、一般汎用品のデディケーションによる代替（CGD）等を考える必要がある。個別の製品ごとに詳細な精査は当然必要であるが、一般汎用品による代替が可能であればコストやリソースの面から CGD が有用であることが考えられる。いずれにせよ、サプライヤーの事業撤退に備え、サプライヤー企業の事業環境の状況や継続性の把握、撤退時の代替措置を考慮することは必要であると考えられる。

②国内全府省庁に関する調達情報サイト「調達ポータル」（他産業のサプライチェーン強化に関する取り組み）

実施主体：政府機関

施策タイプ：代替措置

事例の概要：

「調達ポータル」は、日本政府が運営する、国内全府省庁の物品・役務等の資格情報、入札情報、契約情報等を一元的に検索、閲覧できるシステムである。調達ポータルから統一参加資格申請・調達情報提供サイト及び政府電子調達システム（GEPS）を利用することで、統一参加資格取得～契約・請求までをワンストップで行うことができるとされている。

原子力産業と同様、政府方針の影響を大きく受け、高い技術力と品質管理が求められる防衛産業においても、防衛省に関する調達情報、事業者情報がこの調達ポータルを介して閲覧できるようになっている。

事例の効果・評価

本システムを利用することで、調達情報を収集しやすくなり、さらに契約の流れをスムーズに行うことができ、業務が大幅に効率化されているといえる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

主要な発注元となる電力会社及びプラントメーカーが共同で「調達ポータル」のようなシステムを構築できれば、調達業務を効率化することが可能になると思われる。一方、発注仕様に発注元のノウハウが含まれる場合は、一元管理に課題がある。

d. 原子力に対する民意

日本原子力文化財団の2021年度実施の世論調査によると、原子力は「必要」と思う程度の安定化（反対も期待もなし、気候変動問題に関連して若年層では寛容化の傾向有）、「不安感」の減少（震災前と同程度の関心離れ）、「福島事故」の関心低下（事故と一連の対応を忘却しつつある）の傾向が示されている。

また、2022年8月のGX会議での岸田首相発言（次世代革新炉の開発・建設の検討指示等）後の各報道機関の世論調査では、再稼動については、概ね肯定的、運転期間延長についても概ね肯定的である一方、新設・増設については、報道機関によって、多数回答が肯定的か慎重かに分かれた結果となっている。

(f) 国際機関の事例

a. 原子力産業の歴史（報告事項無し）

b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状と見通し（報告事項無し）

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

①OECD/NEAによる、原子力サプライチェーンワークショップ

実施主体：OECD/NEA 経済協力機構

施策タイプ：業務合理化

事例の概要：

OECD / NEA は、原子力サプライチェーンマネジメントに関するワークショップを2018年11月5日及び6日の2日間にわたって実施し、国際的な原子力サプライチェーンの課題について議論した。主なトピックは以下である。

- ・グローバルな原子力サプライチェーンの抱える課題
- ・偽造、不正、疑惑のある製品(CFSIs)
- ・偽造サプライチェーンにおける安全文化の早期統合
- ・機器の適合性確認と商用品認定にかかる規制方法
- ・グローバルな原子力サプライチェーンの国際規制活動 等

事例の効果・評価

参加者からの意見として、このようなワークショップによって規制当局と産業界が交流し情報共有することに意義があるとする評価が得られている。今後の開催についても、さらに具体的なトピックでの議論や、サプライヤーによるプレゼンテーションを増やすといった要望があり、ニーズは存在すると見込まれる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

原子力サプライチェーンの抱える課題や今後の展望について、規制機関、事業者、サプライヤーで共通認識を持つことは有用である。そのために、本事例のように発表、議論、人脈形成ができるワークショップは有用と考えられる。より有用な場とするため、ワークショップ統括としての提言を示すなど、ワークショップの目的または成果を明確にしたうえで取り組むことが望ましい。

②WNAによる、世界原子力サプライチェーンの2040年見通し

実施主体：WNA（世界原子力協会）

施策タイプ：業務合理化

事例の概要：

世界原子力協会（WNA）は、2020年9月に「世界原子力サプライチェーンの2040年見通し報告書」を公開した。今後20年における原子力発電所とサプライチェーンにとっての市場性や課題について考察しまとめている。今後、サプライチェーンを維持・強化するための提言もされており、サプライチェーンの課題として、産業の国際化が挙げられている。原子力関連品の輸出は、地政学的リスクによって差し止められる場合もあるが、国内のみで原子力サプライチェーンを維持できる国はほとんどなく、品質管理や輸出規制を合理化することで国際的な協力関係を強めるほか、必要に応じて現地での製造能力を確保することが推奨されるとしている。また、長期的なサプライチェーン維持のためには、原子力政策の今後の方向性が明確にされることが望ましいとされた。

事例の効果・評価

世界全体の原子力産業に関する情報を整理しているため、事業者やサプライヤーが市場を把握するために活用できる有用な図書であるといえる。各地域の原子力産業の規模、主要なプレイヤー、主要なプロジェクトなどを把握することで、各サプライヤーが事業環境を予測することを容易にする。また、サプライヤー間で情報や課題を共有することで、業界内のコミュニケーションが円滑になり、協調が容易になることが期待される。事業者においても、情報が公開されることによって、より適切なサプライヤーにコンタクトできる可能性が広がる。

また、国外展開においても、進出しようとするサプライヤーが、現地の事業者やベンダーについて把握することができ、適切なマッチングに貢献すると期待される。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察

国内のサプライヤーが海外市場を把握または予想するために有用であり、経営戦略および営業活動を支援することができると見込まれる。ただし、本図書が日本国内の状況も整理しているため、あらためて国内版を作成するかは、ニーズ調査などで確認する必要がある。

d. 原子力に対する民意（報告事項無し）

(g) フィンランドの事例

a. 原子力産業の歴史

1950年代半ば「アトムズ・フォー・ピース」計画開始され、原子力法が1957年10月、原子力令1958年3月に制定された。国内エネルギー資源の乏しいフィンランドは、1940年代後半から、国内エネルギー供給を増やし、エネルギー（ガスと電力）の直接輸入と化石燃料の間接輸入による国家の依存度を下げるという戦略的目標を掲げ、水力、火力、原子力の各エネルギープラントへの大規模な投資が行われてきたが、未だエネルギー政策の目標には届いていない。フィンランド政府が行った試算（2017年当時）によると、現在のエネルギープロジェクトがすべて成功した場合には、10年でエネルギー輸入依存度を50%まで削減できるとしている。

1970年代後半から80年代前半にかけて、石油代替エネルギーとして原子力開発を進め、2022年12月時点で2つのサイト（Loviisa, Olkiluoto）に4基、合計出力286万kWの原子力発電所が運転中である。

なお、フィンランドの電力システムは北欧の電力システムの一部であり、デンマーク、ノルウェー、スウェーデンのシステムに接続されている。さらに、ロシアからフィンランドへの直流接続があり、系統間の接続が可能で、国境を越えた電力取引が可能である。

b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状と見通し

フィンランド国内には、原子力プラントメーカーは存在せず、部品メーカーや機器メーカーが存在する。原子力産業は40年以上の歴史があり、発電所の運転と定期検査に携わる企業を中心とするサプライチェーンが存在している。多くの企業は発電所建設時から関係を有する近隣の中小企業で、原子力発電所が地域社会と共存していくことに貢献している。また、経験を有した信頼できる企業が近隣・国内に存在する事は非常に重要とされており、発電事業者は、サプライヤ企業の研修・長期契約等で良好な関係を維持できるよう努めている。一方、原子力分野から撤退する企業もある。チェルノブイリや福島第一原子力発電所事故は、サプライヤの原子力事業からの大きな撤退要因となったが、中小企業では高齢化や吸収合併も要因に挙げられる。特に2000年代以降に新設プロジェクトが途絶えた10年超のブランクの影響が大きく、Olkiluoto-3号機の建設工事の大幅な遅れの原因となった。フィンランドでも原子力の役割が再認識されており、前向きな原子力政策が進められる見通しであ

る。原子力サプライチェーンの企業もその政府方針を評価している。しかし、ロシアによるウクライナ侵攻を機に、Hanhikivi 新設プロジェクトが 2022 年 5 月に中止となり、今後の新設プロジェクトの見通しは立っていない。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

① サプライチェーンディレクトリの作成

実施主体：FinNuclear(フィンランドの原子力関連企業の産業団体)(民間団体)

施策タイプ：業務合理化/海外展開支援

事例の概要：

FinNuclear は、フィンランドにおける原子力関連企業のリストが体系的に管理されているサプライチェーンディレクトリを作成し HP 上で公開を行っている。

「設計及びエンジニアリング」、「サイト活動」といったカテゴリや、企業名、キーワードでフィンランド内の企業が検索できる。それぞれの企業の概要や業務領域に加え、原子力発電所への納入実績や保有している認証も閲覧できる。

事例の効果・評価：

2022 年 11 月時点で 67 社が登録されており、各企業が国内外に自社アピール機会を提供している。さらに、各サプライヤが体系的にまとめられており、フィンランド国内外の発電事業社及び機器メーカーに対しサプライヤを効率的に検索する手段を提供している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

日本国内のサプライヤの検索、海外展開のための日本企業の海外での紹介という面で、サプライチェーンディレクトリは日本で同様の取り組みをした際にも一定の効果があると思われる。既に原産協会が「バイヤーズガイド」を発行しているが、各企業を Web 上で検索し、閲覧できるディレクトリは海外に対する日本企業のアピールの機会としてより効果を発揮するものと思われる。フィンランド以外にも米国や韓国での同様の取り組みを参考にすれば、より有用なディレクトリが作成されることが期待される。

② 関連産業交流・展示会

実施主体：Expomark(民間団体)

施策タイプ：業務合理化/海外展開支援

事例の概要：

フィンランドにおけるビジネス関連の見本市やイベントを開催し、様々な産業分野の発展を目指している民間団体である。エネルギー関連では ENERGIA を 2 年に一度フィンランドの Tampere で開催しており、フィンランド内最大級のエネルギー関連の交流・展示会となっている。投資プロジェクトからプラントの運用・保守に至るまで、エネルギー生産と技術、及び産業等に関する持続可能なソリューションが ENERGIA で紹介されている。

事例の効果・評価：

ENERGIA 2022 は、10 月 25 日から 27 日の 3 日間にわたって開催され、約 280 社のエネルギー関連企業がブースを出展した。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

日本国内においても様々なビジネス関連見本市やイベントが開催されているが、エネルギーや原子力に特化したイベントの開催は原子力関連企業間の交流をより高める効果があると考えられる。ただし、日本国内における原子力市場は限られており本 ENERGIA のイベントのように他のエネルギー関連ビジネスと合わせて開催することも一つの手段であると思われる

d. 原子力に対する民意

2010 年の世論調査によると、フィンランド人の 48%が原子力に対して肯定的な見方をしており、否定的な見方をしているのは 17%となっている。2014 年の世論調査では、41%が原子力発電に肯定的であり、24%が否定的であると報告されている。2022 年 5 月の世論調査によると、回答者の 60%が原子力について肯定的な意見を持っており (34%は完全に肯定的、26%はおおむね肯定的)、11%は否定的であると報告されている。

(h) スウェーデンの事例

a. 原子力産業の歴史

スウェーデンの原子力プログラムは、1947 年開始された。

最初の実験炉は、1954 年に初臨界。続く 2 つの実験炉が 1960 年代初頭に運転を開始した。最初の実験炉 (重水炉：PHWR、熱出力 80MW) の建設は 1957 年に開始され、1964 年に運転開始。また、続く原子力発電所は 1972 年に運転開始。1974 年から 1985 年にかけて 11 基の原子炉が運転を開始。これらの新しいプラントの内 8 基が ASEA-Atom 社が設計した BWR で、残りの 3 基は Westinghouse 社が設計した 3 ループの PWR である。

TMI 事故、チェルノブイリ原子力発電所事故以降、原子力発電に対する国民の支持は低下し、規制強化、原子力発電所の段階的な廃止等が行われてきた。

2022 年時点で、Forsmark で 3 基、Ringhals で 2 基、Oskarshamn で 1 基、合計 6 基の原子力発電所を運転。これらの原子力発電所は 2040 年までの、60 年間運転が計画されている。(スウェーデンでは原子力発電所の公式の運転期限は現時点では存在していない)

2022 年 10 月に発足した新政権は、環境法に基づく新規サイトでの原子炉の建設の禁止、10 基以上の同時稼働の禁止に関する条項を撤廃し、新規原子力発電所の許認可手続きを最優先に扱うことに関する規則を同法に導入しようとしている。さらに、政治家の恣意的な原子力発電所の停止を防ぐためのルールを導入や、閉鎖した再稼働の禁止を撤廃するとしている。

b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状と見通し

スウェーデンの原子力分野でサービスを提供するベンダーは、ほぼ数社に集中しており、近年、認定された技術プロジェクトやサービスに関する入札に参加する企業の数が増加している。この原因は、ベンダー等が一極に集中していることに加え、同国内の原子力発電所の更新や、隣国のフィンランドでの原子力発電所の建設プロジェクトによる需要の増加に伴うリソース不足によるものと考えられている。と考えられている。なお、同国では、認可取得者に対して請負業者の品質及び能力を確認することが要求されており、当該の業者の業務に対する責任は全て事業者が負うことが義務付けられている。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

①原子力関連研究に対する研究開発資金の評価及び資金支援

実施主体：SSM(スウェーデン放射線安全庁)(政府機関)

施策タイプ：人材支援

事例の概要：

SSM は、大学における基礎研究及び応用研究、並びに原子力に関する能力向上のための研究開発サービスを提供する企業に対して資金支援を行っている。SSM は、スウェーデン政府により、EU の指令、条約、および IAEA の基準に準拠すべく、原子力技術分野における国の能力を維持するために必要な研究開発資金を評価することが求められている。当該の評価により、SSM は、原子炉物理学、熱水力学、核データ、過酷事故、核不拡散、核化学の分野における研究開発資金の増額の必要性があるとしている。

事例の効果・評価：

SSM からの資金提供もあり、スウェーデン国内唯一の原子力工学修士プログラムである TNEEM プログラムがスウェーデン王立工科大学に 2007 年に開設された。

TNEEM プログラムは、欧州原子力工学修士プログラム (EMINE) やイタリアのミラノ工科大学、フランスのグルノーブル理工科大学、中国の清華大学といった大学からも参加できるようになっており、国際連携を進めている。TNEEM プログラムにより年間約 25 名の学生が卒業している。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

原子力産業の継続のための人材の確保は極めて重要であり、必要に応じて政府機関の支援も受けて、原子力関連人材を創出する必要性があると思われる。スウェーデンでの事例も参考に、長期的にどのような人材や能力が必要なのかを把握し、持続的に原子力関連人材を確保していくことは、日本の原子力産業に長期的なメリットをもたらすと考えられる。

②原子力技術開発センターANITA

実施主体：Uppsala 大学(学術団体)

施策タイプ：技術支援/人材支援

事例の概要：

Uppsala 大学は 2022 年 1 月、原子力技術に関する新しい能力センターである ANITA（“Academic-Industrial Nuclear Technology Initiative to Achieve a Future Sustainable Energy Supply”）を主体として運営することを発表。ANITA は、スウェーデンにおける SMR 導入のための知識ベースの戦略開発を支援することを目的とし、2022 年から 2026 年までの間、持続可能なエネルギーシステムの領域で活動を行う。当センターには、学術界、企業、公共部門が資金を拠出しており、資金総額は 8,149 万スウェーデンクローナ。Uppsala 大学が中心となり、官・民・学が共同で研究を実施する。

事例の効果・評価：

ANITA は 2022 年に設立され、今後その効果が表れると考えられるが、2022 年 9 月に発足した新政権は積極的な原子力利用に向けた政策を進めようとしており、この中で ANITA の活動の成果が活用されることが考えられる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

スウェーデンでは、2023 年 2 月時点で新たなサイトでの原子炉の建設の禁止や、同時に運転できる原子炉の数の制限が撤廃される方針となっており、原子力の積極利用に政策が転換されている。ANITA に関する取り組みもスウェーデンにおける原子力利用を促進する動きの一つであり、SMR の導入に向けて規制や法的な側面からも検討が進められている。

日本においても、2022 年に震災以降初めて原子力の新設が議論されるなど原子力の積極利用に政策が転換されようとしているが、ANITA のような官・民・学が一体となった取り組みは見られず、SMR を含む「革新炉」に関する議論も始まったばかりである。今後国内における SMR 等革新炉の導入のためには、関係するステークホルダーの連携が必要で、スウェーデンの ANITA の取り組みはその上で一つの参考になると思われる。

d. 原子力に対する民意

2022 年 3 月の調査では、回答者の 56%が原子力発電所の利用を継続し、必要に応じ新設することを望んでいることが確認された。この結果は、2 月の 52%、前年 10 月の 46%と比較して統計的に優位に増加。一方、同調査では 28%が原子力発電の利用を継続するものの新設は認めないとし、10%が政治判断により原子力発電の利用をやめるべきだと考えていることを確認。また、「原子力が温室効果ガスの削減の長期目標（climate goal）を達成するためのツールとなり得るか。」という質問については、67%が「なり得る」と考えており、こちらも 2021 年 5 月の調査結果（57%）から増加した。

(i) フランスの事例

a. 原子力産業の歴史

フランスの原子力発電計画は、1945 年にフランスで原子力技術を開発するための原子力庁（CEA）の設立と同時に開始され、1946 年 4 月フランス電力公社（EDF）を設立した。1960 年代後半から、電源多様化を進める中で、さまざまな炉型を持つ原子力発電に転換。（PWR：1967 年ベルギーと共同で送電網接続、重水型原子炉：1967 年送電網接続、GCR：1969 年から 1972 年の間に複数運転開始、高速増殖炉：1973 年送電網接続）その後、PWR を主に開発・導入を進めたが、1990 年代の N4 シリーズ（1450MWe）の原子炉の建設から EPR 建設までの空白期間に技能が広範に喪失し、EPR 設計の複雑さ・不適切なガバナンスによって建設が監督も加わり、Flamanville-3 の建設が大幅に遅延（2007 年 12 月建設開始後、2012 年に予定されていた完成は 2023 年にずれ込む見通しである。2004 年当初の予想費用 32 億ユーロを大幅に超過し、完成時の推定費用は 127 億ユーロになると発表（2022 年 EDF）されている）。

AREVA は、2011 年以降、大幅な EPR 建設遅延による損失などの影響を受けて、慢性的な経営危機に陥り、フランス政府と EDF が支援して AREVA の経営再建計画の一環として再編実施。これにより原子炉事業を担う AREVA NP は社名を Framatome に改変した。

b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状と見通し

フランスの国内企業は、さまざまな合併や買収、事業の変更などによってアップグレードし、フランスの原子力発電所プロジェクトのサプライチェーンを構築してきた。サプライチェーンは、建設工事を除けば、各役割が一社によって占められている。

フランス国内の原子力開発への強い取り組みは、世界の原子力発電事業の一翼を担う全ての国内原子力企業の誕生と発展を可能にする原動力となった。フランスのケースから得られる最も重要な証拠は、国の支援が地元企業の原子力事業への参入に基本的な推進力を与えるということである。したがって、原子力ルネサンスが計画されている国からの参入は、原子力事業への新規参入を促進する可能性が高い。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

① 原子力産業支援のための取り組み

実施主体：環境連帯移行省、経済財務省、及び原子力部門戦略委員会（CSFN）（政府機関）

施策タイプ：技術支援/人材支援

事例の概要：

フランス政府は、2019 年 1 月に、CSFN が部門別協定の形で政府に提示した 4 つの分野（①雇用と能力・訓練、②原子力産業のデジタル改革、③研究開発と環境保護的方向への転換、④国際戦略）で戦略的協定を締結。2021 年 4 月にこの戦略的協定は改正され、原子力の知識・技能習得向けの新たな原子力専門職大学（UMN）の創設、中小企業のための部門内の連帯の強化、および部門内の競争や連携の強化等が盛り込まれた。

フランス政府は、2020 年 9 月には、原子力産業へ総額 4.7 億ユーロの支援を表明し、全

4 回の募集で原子力産業のデジタル化や原子力技能人材の強化等の事業に 4.89 億ユーロの支援を決定した。さらに 2021 年 10 月には、政府と EDF が半額出資し、「フランス原子力基金」(総額 2 億ユーロ)を設立。2023 年初頭までにエンジニアリングや機械加工等の重要なノウハウを保持する原子力サプライヤに対し、当該基金から出資予定である。

事例の効果・評価：

フランス政府による取り組みは、支援が開始されたところであり、まだ具体的な効果は確認できていないが、フランス政府はこれまでも原子力産業を主導し、支援してきた歴史を有し、今回の支援もフランス原子力産業に大きな影響を与えることが予想される。政府によるこのような支援は、国策としての原子力の在り方を大きく左右するものと思われる。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

フランスにおける政府が主導する原子力産業に対する支援は、国の事情や状況も異なるため日本にそのまま導入できるものではないが、政府と原子力産業の関りについての参考になる。その意味で、フランス政府の原子力政策の在り方を精査し、必要に応じて似た政策を取り入れることも一つの手段と考える。

②原子力機器の品質向上のための取り組み (EXCELL 計画)

実施主体：EDF(民間企業)

施策タイプ：技術支援/人材支援

事例の概要：

EXCELL 計画では、機器製造基準や人材の訓練と資格認定などを担当する上級職員が計画の遂行を監督するとともに、EDF 会長兼 CEO に経過を直接報告する。2020-2021 年の間に 1 億ユーロが投じられ、具体的には、以下の 3 つの重要項目に基づいて進めるとしている。

- (1) 製造機器の品質向上
- (2) 人材の能力向上
- (3) 大規模原子力プロジェクトの管理体制を強化

事例の効果・評価：

現時点で具体的な成果は報告されていないが、EDF における人材能力の向上や機器の品質の向上に一定の効果を発揮していると思われる。1 億ユーロの資金も投入されており、相応の効果が期待されている。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

製造機器の品質向上や、人材の能力向上、プロジェクト管理体制の強化は、日本においても絶えず取り組みが実施されているが、数多くの原子力プラントを抱える EDF での実際の取り組みは、日本の事業者にも参考になる。

d. 原子力に対する民意

フランスでは、原子力発電に対する国民の支持は常に強い。国民は原子力発電所の問題

をよく理解しており、その結果、原子力に対する抵抗感も薄れている。原子炉は常に安全に運転されているが、フランス人は依然として原子力活動にリスクがあることを心配している。55%が原子力の過酷事故のリスクは高いと考えているが、一方で規制当局を信頼している。

フランス原子力庁が 2015 年 11 月世論調査を実施。フランスでは原子力に対する誇りと信頼のレベルが依然として高く、ほとんどのフランス人（67%）がエネルギー自立のために原子力は不可欠だと考えていることが示されている。しかし、「環境に対するダメージが少ないエネルギー源の一つ」と考えているのは、わずか 30%である。原子力を最も安価な電力源のひとつと考える人の数は減少している（2015 年は 43%、2011 年は 56%）。科学者の信頼性は依然として高く（80%）、大半の人（59%）は、科学者が放射性廃棄物の管理に持続可能な解決策を見出すと信じている（59%）。放射性廃棄物を管理するための持続可能な解決策を見つけると信じている（59 %）。

(j) イギリスの事例

a. 原子力産業の歴史

マグノックス炉（～1960 年代：2015 以降全廃炉）、改良型ガス冷却炉（1960 年代～1980 年代：合計 14 基建設され、2022 年現在 8 基運転中）の開発、導入が進められ、1990 年代に PWR を導入。しかし、1995 年に行われた原子力政策見直しの結果、後続 PWR 計画が中止された。その後、2000 年代に北海ガス田の生産量が減少したことが契機となり、英国政府はエネルギー政策を見直し、既設のマグノックス炉・AGR のリブレース推進のため、一般設計評価（GDA）制度が制定された（2006 年）。GDA は当初 UK EPR、AP1000、ACR-1000、ESBWR の 4 炉型について審査が開始されたが、ACR-1000 及び ESBWR は序盤で撤退し、AP1000 は暫定承認を得た段階で活動を中断（2014 年に再開）。

UK EPR は 2012 年 12 月に審査を完了し、EDF Energy は Hinkley Point C のサイト認可を取得。また、EDF Energy は、Sizewell C の原子力サイト認可と開発同意の申請を 2020 年春に提出。

日立製作所は Horizon を 2012 年に買収し、UK ABWR の GDA 審査を開始。UK ABWR の GDA 審査は 2017 年 12 月完了。Horizon は、2020 年代前半の初号機運転開始を目指していたが、2019 年 1 月に Wylfa Newydd の新規建設計画を凍結し、2021 年 1 月に開発同意申請を撤回。

東芝は、Moorside サイトに発電所を建設する計画を進めていた NuGen を 2014 年 6 月に買収し、WH 社の AP1000 の GDA 申請の最終承認に向けた活動を 2014 年 9 月に再開。AP1000 の GDA 審査は 2017 年 3 月 30 日に完了したが、NuGen の株式の売却を決定し、最終的に NuGen を売却せずに解散。これにより、Moorside の計画も中止となった。

b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状と見通し

SMR 及び AMR 各炉型に対して英国サプライチェーンが機器を供給できる割合は、SMR では 30%程度、AMR ではせいぜい 20%程度。全ての革新炉に渡って英国サプライチェーンのニーズがあるが、原子炉压力容器、先端材料からなる機器や高温耐性の弁、制御棒、燃料を製造する国内施設が必要とされている。

現在の英国サプライチェーンは廃棄物管理に焦点を当てており、新規建設に比べると革新の度合いが少ない。革新炉の注文は何年も先になるであろうことから、中小企業が早期製造に関与することへの障壁が存在する。

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

① 原子力サプライチェーン支援プログラム、Fit For Nuclear

実施主体：AMRC (Sheffield 大学の研究機関)

施策タイプ：技術支援/人材支援/業務合理化

事例の概要：

AMRC (Advanced Manufacturing Research Centre) は、Fit For Nuclear (F4N) プログラムという独自のサービスを提供しており、英国企業が原子力サプライチェーンの中で事業を実施する支援を行っている。F4N は、原子力発電所の建設や運転、廃炉に関わる様々なサプライチェーン上のメーカーが参画し、原子力事業を実施する上での支援が提供されている。既に 1,000 社以上がオンラインでの F4N アセスメントを完了し、ほとんどの企業が F4N による継続的な支援を受けている。

事例の効果・評価：

F4N は、プログラムに参加した企業における原子力及びその他分野における新規契約の獲得に約 15 億ポンド（約 2475 億円）相当の貢献をし、2000 人以上の雇用を創出または維持させたとしている。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

AMRC による F4N の取り組みは、イギリスのサプライヤーが原子力事業を行うための支援を行っており、サプライヤーにとっては原子力事業を実施するための大きな原動力になっている。日本で同様の原子力事業に特化した支援は確認されていないが、中小企業のサプライヤーも多い中、F4N のような継続的な支援は日本でも一定の効果を発揮することが予想される。日本のサプライヤーの状況を把握した上で、必要とされる技術支援、人材支援を実施することは、日本の原子力サプライチェーンを維持・強化する大きな役目を果たすことが期待される。

d. 原子力に対する民意

2021 年に調査(2022 年公表)された国民の意識調査によると、英国において原子力が信頼性できるエネルギー源であると回答した割合は 48%（強く賛成、少し賛成）であった。一方反対と回答した割合は 9%に留まった。英国において原子力発電は気候変動に効果的と回答した割合は 43%、これに反対と回答した割合は 11%であった。英国において原子力発電は安

価なエネルギー源と回答した割合は 33%、これに反対と回答した割合は 12%。英国において原子力発電は安全なエネルギー源と回答した割合は 29%、これに反対と回答した割合は 25%であった。

原子力発電への賛否については、37%が賛成（強く賛成 13%、賛成 24%）で、反対 14%（強く反対 6%、反対 8%）を上回る。

(k) 欧州共通機関の事例

a. 原子力産業の歴史（報告事項無し）

b. 原子力産業及びサプライチェーンの現状と見通し（報告事項無し）

c. 原子力に関する官・民・学での政策や施策

① サプライチェーン最適化ワーキンググループ

実施主体：FORATOM(欧州原子力産業の業界団体)(民間団体)

施策タイプ：技術支援

事例の概要：

FORATOM は、サプライチェーンを最適化するための課題と現在の産業界慣行を調査するために、サプライチェーン最適化ワーキンググループ(SCOWG)を組織した。SCOWG は 2019 年にこれらの調査を行い、欧州共通の調和のとれた方法による原子力施設での高品質な一般汎用品の活用拡大が原子力産業の安全性、競争力、供給力をさらに高める手段であることを概説する報告書「欧州原子力サプライチェーンの最適化－原子力施設における高品質の一般汎用品活用に向けて」を 2020 年 6 月に公表している。FORATOM は、この報告書の所見と推奨事項に基づき、欧州原子力施設安全基準イニシアチブ(ENISS)と協同で、原子力施設での高品質の一般汎用品を受け入れるための共通方法論などを含む欧州共通のガイドライン「原子力施設の安全機能をサポートする高品質な一般汎用品グレード品目の調達のための品質保証ガイドライン」を作成し 2022 年 5 月に公表した。

事例の効果・評価：

原子力施設での一般汎用品活用に関して、欧州共通の方法を示したガイドラインが開発されたことで、今後 FORATOM に参加する欧州事業者はこのガイドラインを参照することが期待される。その結果として、欧州内で原子力施設での一般汎用品の活用が活発化され、原子力産業の安全性、競争力、供給力が強化されることが期待される。

日本に同様の取り組みを導入した際の考察：

日本においても、日本電機工業会(JEMA)が「一般産業用工業品採用ガイドライン」を 2022 年 10 月に発行する等、汎用品の原子力施設における活用の動きが見られる。米国では 1980 年代後半から CGD が活用されているが、欧州では CGD に関しては比較的新しい取り組みで

ある。海外における CGD に関する取り組みは、日本での CGD の活用で参考になるのみならず、日本企業が今後海外プロジェクトへ参加するにあたって認識しなければならない事項の一つであると思われる。FORATOM のような取り組みを注視しつつ、日本企業が海外でも事業展開しやすいような国内規則の制定やガイダンスの整備が期待される。

d. 原子力に対する民意（報告事項無し）

2.1.5 国内適用に対する課題

海外の各国において、サプライヤー情報の発信、スペアパーツの在庫情報管理、デディケーションサービス、廃止品の交換データベース、旧式化した資機材に関する発電所内の在庫状況やサプライヤーからの供給可否のデータベース、サプライヤー間の情報共有や予備品融通制度、本質保証監査の一元化、輸出支援システム、集中調達プラットフォーム、サプライチェーンワークショップ等、ユーザー、プラントメーカー、サプライヤー夫々がメリットを有する仕組み、活動がなされていることがわかった。

国内においては、事業者及びプラントメーカーによる情報共有の枠組みはあるものの、他国のような原子力発電に係るサプライチェーンを支えるシステムティックな枠組は構築できていない状況と考えられる。必要に応じて、海外事例を国内に導入することは有効と考えられるが、導入にあたっては、国情の違い、法規規制制度の違い、これまでの調達の仕組み等を踏まえた慎重な議論が必要と考える。

2.1.6 考察

今後、国内のサプライチェーン維持のためにも、他国のような各種情報共有、部品供給等の活動を円滑に進められる体制、枠組整備の必要性等について協議していくことが望ましいと考えられる。

2.2 対応すべき機器のリスト化と、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針の検討

2.2.1 検討内容

撤退サプライヤーの理由・形態や製造中止品の機種の特徴などからカテゴリーを分類し、カテゴリー別に対応方法のパターンを検討する。

- ・認識している製造中止関連情報のブラッシュアップと、撤退・製造中止の要因分類整理
- ・分類された要因に対する対応方針の検討／策定

2.2.2 実施要領

東芝ESS、日立GEで共有している機器・サプライヤー情報について、追加検討の必要な案件を抽出、要因分類別に整理し、対応方針を検討する。

2.2.3 東芝ESS、日立GEで共有している機器・サプライヤー情報

母集団となる両社で共有している機器・サプライヤー情報について確認を行った。全 48 件の情報となり、この中から追加検討の必要な案件を抽出することとした。両社で共有している機器・サプライヤー情報のリストを表 2.2.3-1 に示す。

表 2.2.3-1 東芝ESS、日立GEで共有している機器・サプライヤー情報

数	関連 メーカー	機種	製造中止品情報	
			品名・サービス名	製造メーカー
1	東芝ESS 日立GE	ポンプ	原子炉冷却材浄化系ポンプ（キャンドポンプ）ステータ、ロータ	A社／B社
2	東芝ESS 日立GE	ポンプ	ホウ酸水注入系ポンプ（高出力ブランチポンプ）	A社
3	日立GE	フィルター	タービン潤滑油系、EH油系潤滑油フィルター	C社
4	東芝ESS	検出器	エリア放射線モニタ半導体検出器	D社
5	東芝ESS 日立GE	ポンプ	原子炉再循環ポンプ回転体（ポンプシャフト、インペラ、カップリング）	E社
6	東芝ESS 日立GE	ポンプ	原子炉再循環ポンプ用アセンブリ向け技術指導員（レベル3、SVクラス）	F社
7	日立GE	計器	SGTSトレイン湿度計検出器	G社
8	日立GE	EDG	非常用ディーゼル発電設備機関（原子力向け）	H社
9	東芝ESS 日立GE	弁	AC系バタフライ弁 ゴムライナー型（BRL型）	I社
10	東芝ESS 日立GE	弁	直流駆動電動弁駆動部	J社／K社
11	東芝ESS 日立GE	弁	海水系バタフライ弁駆動部	L社／J社
12	東芝ESS 日立GE	弁	逃し安全弁他リミットスイッチ（一部RHR系等もあり）	M社／N社／O社
13	東芝ESS 日立GE	弁	逃し安全弁用LVDT（差動トランス）	M社／P社
14	東芝ESS 日立GE	ポンプ	EH油制御油ポンプ	Q社
15	東芝ESS 日立GE	水処理	CLW、FPC F/D向けステンレスエレメント	R社
16	東芝ESS 日立GE	RW設備	RW設備全般の機器・部品及びサービス	E社
17	東芝ESS 日立GE	弁	主タービンEH油電磁切替弁（MSV、ISV、IV、CV、BPVの急速作動用、テスト用、リセット、ロックアウト、オーバーリップ、マスタートリップ用）	S社
18	東芝ESS 日立GE	弁	ゴムライニングバタフライ弁 BS-S型、BS-SL型 100A～800A	L社
19	東芝ESS 日立GE	弁	バタフライ弁	L社
20	東芝ESS 日立GE	ポンプ	原子炉再循環ポンプ水中軸受、ケーシングカバー金属Oリング	E社／T社
21	東芝ESS 日立GE	弁	バタフライ弁駆動部二次減速機	L社
22	東芝ESS 日立GE	弁	海水系青銅弁	U社
23	東芝ESS	検出器	CRスクラム位置検出ブロープ用リードスイッチ	V社
24	日立GE	検出器	制御棒位置検出器リードスイッチ	V社
25	日立GE	検出器	分離検出ブロープ用リードスイッチ	V社
26	東芝ESS 日立GE	水処理	中空糸フィルタ（CF、RW、CRD、PLR）	W社
27	東芝ESS 日立GE	FCS EDG	X社原子力事業	X社
28	東芝ESS 日立GE	弁	EH油系弁	X社
29	東芝ESS 日立GE	弁	AHB 型電磁弁のコイル	I社／Y社
30	東芝ESS 日立GE	ポンプ	原子炉再循環ポンプメカニカルシール	E社／Z社
31	東芝ESS 日立GE	ポンプ	原子炉冷却材浄化系ポンプ（キャンドポンプ） シャフトスリーブ、ベアリング	A社
32	東芝ESS	計器	伝送器	D社
33	東芝ESS	計器	水位伝送器	AA社
34	東芝ESS 日立GE	弁	電磁弁	AA社
35	東芝ESS 日立GE	コントロールパネル	EH油コントロールパネル/テストパネル用FD 表示ユニット	BB社
36	東芝ESS 日立GE	コントロールパネル	EH油コントロールパネル/テストパネル用FD 表示ユニット	BB社
37	東芝ESS 日立GE	コントロールパネル	EH油コントロールパネル/テストパネル用FD 表示ユニット	BB社
38	東芝ESS 日立GE	コントロールパネル	EH油コントロールパネル/テストパネル用FD 表示ユニット	BB社
39	東芝ESS 日立GE	計器	タービン監視計器 タコドライバ	CC社
40	東芝ESS 日立GE	計器	タービン監視計器トランスデューサ	CC社
41	日立GE	水処理	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器、フィルターエレメント	DD社
42	日立GE	水処理	燃料プール冷却浄化系ろ過脱塩器、フィルターエレメント	DD社
43	日立GE	熱交換器	燃料プール冷却浄化系熱交換器、基礎ボルト、テンプレート、スライディングプレート	DD社
44	東芝ESS	サーボモータ	RIP下部取扱装置 ガイドスクリュウ用ACサーボモーターアンプ	EE社
45	東芝ESS	サーボモータ	RIP下部取扱装置 ACサーボモータ	D社
46	東芝ESS	制御機器	RIP下部取扱装置 制御機器、検出器類、電気品、空気系当機器	D社
47	日立GE	検出器	HCUレベルスイッチ用リードスイッチ、リードスイッチ組立品	V社
48	東芝ESS	検出器	HCUレベルスイッチ用リードスイッチ、リードスイッチ組立品	V社

2.2.4 検討範囲の考え方

製造中止品対応は従来から発生しており、対応してきている。従来、需要のある分野では、製品・部品の改廃等に対し、代替機種を準備し、事業者と調整の上、プラントの保全計画として、劣化更新、リプレース等で対応してきた。

しかしながら 3.11 震災以降、既設 BWR プラントが 10 年以上運転停止、新增設の予定も定まらず、定期的なメンテナンス作業や製品製作の機会が見通せず、サプライヤーによっては経営判断として事業撤退、技術継承ができないといった、従来の方策では対応しきれない事例が発生している。

本事業では、従来からの方策に加え、現時点で新たに検討する必要がある事例に着目し、検討を進めていくこととした。

2.2.5 追加検討案件の選別フロー

「2.2.4 検討範囲の考え方」に基づき、追加検討案件を抽出するための選別フローを作成した。この選別フローにより、母集団となる機器・サプライヤー情報（48 件）から、追加検討が必要な案件（16 件）を抽出した。選別フローを図 2.2.5-1 に示す。

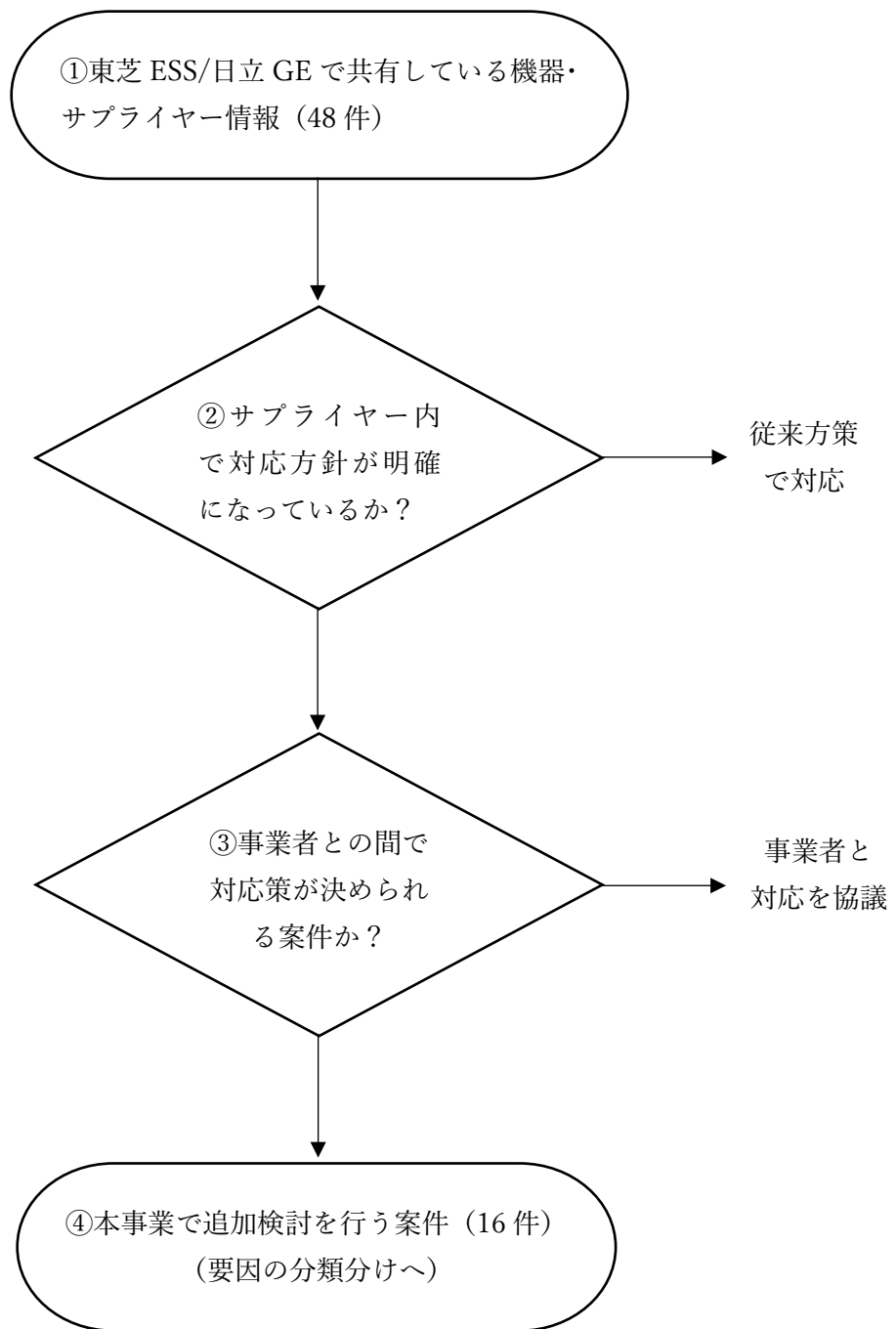


図 2.2.5-1 追加検討案件の選別フロー

2.2.6 案件の分類方法

追加検討が必要な案件を要因別に分類するために、製品供給・サービス提供不可に繋がる想定要因について段階的な形で整理し、種類を定義した。想定要因の種類構成を図 2.2.6-1 に示す。

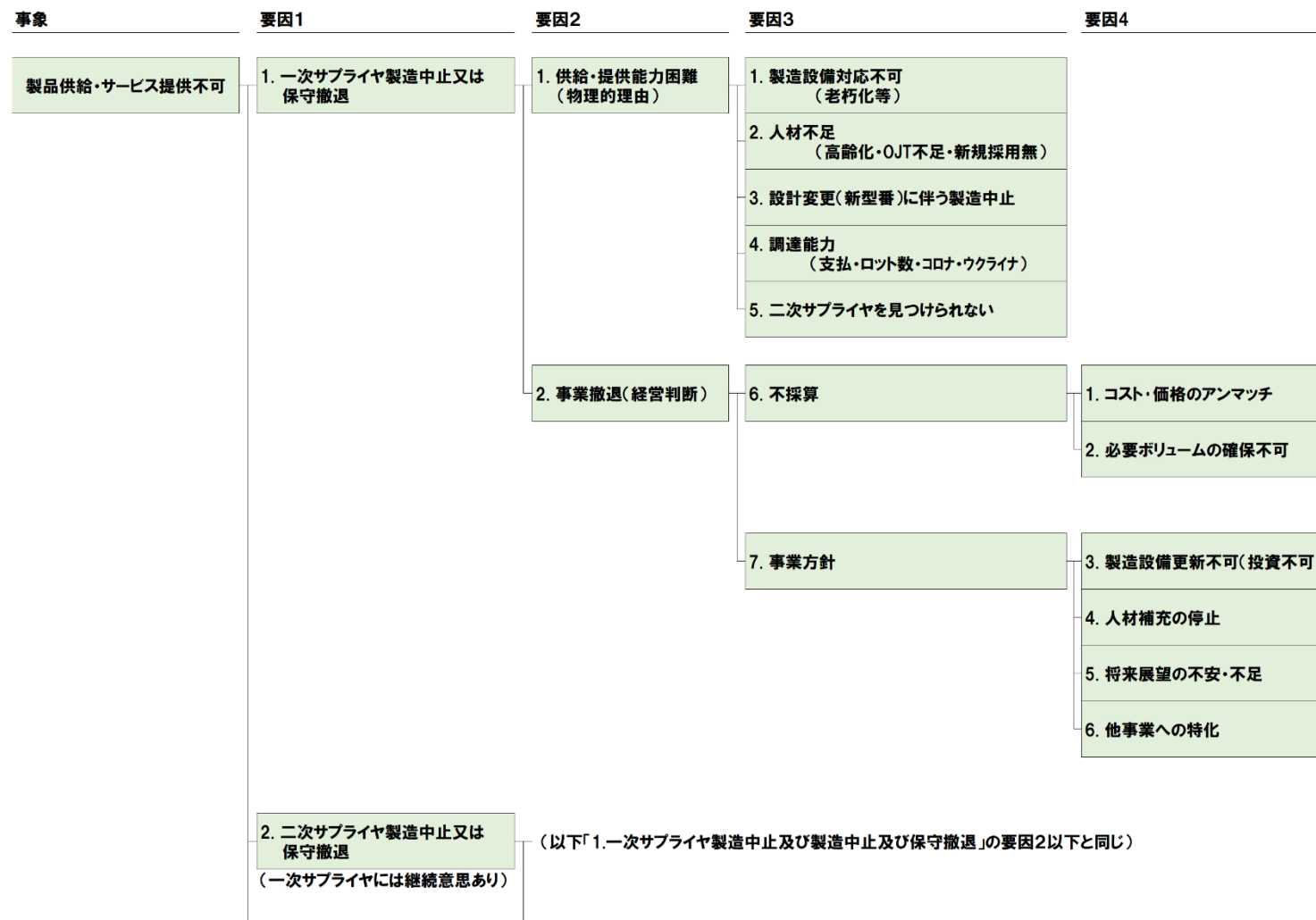


図 2.2.6-1 想定要因の種類構成

2.2.7 追加検討対象案件の分類分け結果

「2.2.5 追加検討案件の選別フロー」にて抽出された追加検討案件（16 件）について、「2.2.6 案件の分類方法」で定義した想定要因の種類構成に基づき、分類分けを実施した。分類分けの結果を表 2.2.7-1、集約結果を表 2.2.7-2 に示す。

表 2.2.7-1 追加検討対象案件の分類分け結果（1 / 2）

数	① 東京ESS/日立/GET 共有している 機器・サプライヤー情 報	② サプライヤー内で対応 方針が明確になって いるか ・対応可能：Y ・対応不可：N	③ 事業者との間で対応 策が決められる案件 か？ ・決められる：Y ・決められず：N	④ 本事業で追加検討 を行う案件 ②：N ③：N ＝●	機種	製造中止品情報		事例の分類（事象：製品供給・サービス提供不可）											
								要因1		要因2		要因3		要因4					
								要因1-1	要因1-2	要因2-1	要因2-2	要因3-1		要因3-2	要因4-1		要因4-2		
						品名・サービス名	製造メーカ	1. 一次サプライヤ製造 中止又は保守撤退	2. 二次サプライヤ製造 中止又は保守撤退	1. 供給・提供能力困難 (物理的理由)	2. 事業撤退 (経営判断)	1. 設備対応不可 (老朽化等) 2. 人材不足 (高齢化・OJT不足・新規採用無) 3. 設計変更（新設備）に伴う製造中止 4. 調達能力 (支払・ロット数・30分・割引き) 5. 二次サプライヤ見つからない		6. 不採算 7. 事業方針	1. コスト・価格のアンマッチ 2. 必要ボリュームの確保不可		3. 設備更新不可（投資不可） 4. 人材補充の停止 5. 将来展望の不安・不足 6. 他事業への特化		事例の分類要因纏め
1	■	N	N	●	ポンプ	原子炉冷却材浄化系ポン プ（キャンドポンプ） ステータ、ロータ	A社／B社		2		2		7		5	2-2-7-5 将来展望の不安・不足			
2	■	N	N	●	ポンプ	ホウ酸水注入系ポンプ (高出力ブランチヤポン プ)	A社	1		1	(2)	2	(6)	(2)	0	1-1-2-0 人材不足（高齢化・ OJT不足・新規採用 無） 1-2-6-2 必要ボリュームの確保 不可			
3	■	N	N	●	ポンプ	原子炉再循環ポンプ 回転体(ポンプシャフト、イ ンペラ、カップリング)	E社		2		2		7		6	2-2-7-6 他事業への特化			
4	■	N	N	●	ポンプ	原子炉再循環ポンプ用ア センブリ向け技術指導員 (レベル3 SVクラス)	F社	1		1		2				1-1-2-0 人材不足（高齢化・ OJT不足・新規採用 無）			
5	■	N	N	●	EDG	非常用ディーゼル発電設 備機関（原子力向け）	H社	1			2		7		5	1-2-7-5 将来展望の不安・不足			
6	■	N	N	●	弁	AC系バタフライ弁 ゴムライナー型(BRL型)	I社		2		2		6	2		2-2-6-2 必要ボリュームの確保 不可			
7	■	N	N	●	弁	速し安全弁他リミットスイッ チ（一部RHR系等もあ り）	M社／N社／ O社		2		2		7		5	2-2-7-5 将来展望の不安・不足			
8	■	N	N	●	弁	速し安全弁用LVDT (差動トランス)	M社／P社		2 (3)		2		6	2		2-2-6-2 必要ボリュームの確保 不可			

表 2.2.7-1 追加検討対象案件の分類分け結果（2 / 2）

数	① 東京ESS/日立GET 共有している 機器・サプライヤー情 報	② サプライヤー内で対応 方針が明確になって いるか ・対応可能：Y ・対応不可：N	③ 事業者との間で対応 策が決められる案件 か？ ・決められる：Y ・決められず：N	④ 本事業で追加検討 を行う案件 ②：N ③：N ＝●	機種	製造中止品情報		事例の分類（事象：製品供給・サービス提供不可）								
								要因1		要因2		要因3		要因4		
								要因1-1	要因1-2	要因2-1	要因2-2	要因3-1	要因3-2	要因4-1	要因4-2	
						品名・サービス名	製造メーカ	1.一次サプライヤ製造 中止又は保守撤退	2.二次サプライヤ製造 中止又は保守撤退	1. 供給・提供能力困難 (物理的理由)	2. 事業撤退 (経営判断)	1. 設備対応不可 (老朽化等) 2. 人材不足 (高齢化・OJT不足・新規採用無) 3. 設計変更（新設備）に伴う製造中止 4. 調達能力 (支払・ロット数・追加・クオリティ) 5. 二次サプライヤ見つからない	6. 不採算 7. 事業方針	1. コスト・価格のアンマッチ 2. 必要ボリュームの確保不可	3. 設備更新不可（投資不可） 4. 人材補充の停止 5. 将来展望の不安・不足 6. 他事業への特化	事例の分類要因纏め
9	■	N	N	●	水処理	CUW,FPC F/D向けステ ンレスエレメント	R社		2		2		6	2	5	2-2-6-2 必要ボリュームの確保 不可
10	■	Y N	－ N	●	ポンプ	原子炉再循環ポンプ水中 軸受、ケーシングカバー金 属Oリング他	E社／T社		2	1		4				2-1-4-0 調達能力（支払・ロット 数・追加・クオリティ）
11	■	N	N	●	弁	AHB 型電磁弁のコイル	I社／Y社		2		2		6	2		2-2-6-2 必要ボリュームの確保 不可
12	■	N	N	●	ポンプ	原子炉再循環ポンプメカニ カルシール	E社／Z社		2	1		2				2-1-2-0 人材不足（高齢化・ OJT不足・新規採用 無）
13	■	N	N	●	ポンプ	原子炉冷却材浄化系ポン プ（キャンドポンプ） シャフトスリーブ、ベアリング	A社		2	1		2				2-1-2-0 人材不足（高齢化・ OJT不足・新規採用 無）
14	■	N	N	●	水処理	原子炉冷却材浄化系ろ 過脱塩器、フィルターエレメ ント	DD社	1			2		7		4	1-2-7-4 人材補充の停止
15	■	N	N	●	水処理	燃料プール冷却浄化系ろ 過脱塩器、フィルターエレメ ント	DD社	1			2		7		4	1-2-7-4 人材補充の停止
16	■	N	N	●	熱交換器	燃料プール冷却浄化系熱 交換器、基礎ボルト、テン プレート、スライディングブ レート	DD社	1			2		7		4	1-2-7-4 人材補充の停止

表 2.2.7-2 追加検討対象案件の分類分け結果（集約版）

品名・サービス名	製造メーカ	分類				
原子炉冷却材浄化系ポンプ (キャンドポンプ) ステータ, ロータ	A社／B社	2-2-7-5	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	将来展望の不安・不足
ホウ酸水注入系ポンプ (高出力プランジヤポンプ)	A社	1-1-2	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	供給・提供能力困難 (物理的理由)		人材不足（高齢化・OJT不足・新規採用無）
		1-2-6-2	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	不採算	必要ボリュームの確保不可
原子炉再循環ポンプ 回転体(ポンプシャフト, インペラ, カップリング)	E社	2-2-7-6	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	他事業への特化
原子炉再循環ポンプ用アセンブリ向け技術指導員（レベル3 SVクラス）	F社	1-1-2	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	供給・提供能力困難 (物理的理由)		人材不足（高齢化・OJT不足・新規採用無）
非常用ディーゼル発電設備機関（原子力向け）	H社	1-2-7-5	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	将来展望の不安・不足
AC系バタフライ弁 ゴムライナー型(BRL型)	I社	2-2-6-2	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	不採算	必要ボリュームの確保不可
逃し安全弁他リミットスイッチ（一部RHR系等もあり）	M社／N社／O社	2-2-7-5	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	将来展望の不安・不足
逃し安全弁用LVDT (差動トランス)	M社／P社	2-2-6-2	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	不採算	必要ボリュームの確保不可
CUW, FPC F/D向けステンレスエレメント	R社	2-2-6-2	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	不採算	必要ボリュームの確保不可
原子炉再循環ポンプ水中軸受、ケーシングカバー金属Oリング他	E社／T社	2-2-6-2	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	不採算	必要ボリュームの確保不可
AHB 型電磁弁のコイル	I社／Y社	2-1-2	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	供給・提供能力困難 (物理的理由)		人材不足（高齢化・OJT不足・新規採用無）
原子炉再循環ポンプメカニカルシール	E社／Z社	2-1-2	二次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	供給・提供能力困難 (物理的理由)		人材不足（高齢化・OJT不足・新規採用無）
原子炉冷却材浄化系ポンプ（キャンドポンプ）シャフトスリーブ、ベアリング	A社	1-2-7-4	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	人材補充の停止
原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器、フィルターエレメント	DD社	1-2-7-4	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	人材補充の停止
燃料プール冷却浄化系ろ過脱塩器、フィルターエレメント	DD社	1-2-7-4	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	人材補充の停止
燃料プール冷却浄化系熱交換器 基礎ボルト、テンプレート、スライディングプレート	DD社	1-2-7-4	一次サブライヤ製造中止 又は保守撤退	事業撤退（経営判断）	事業方針	人材補充の停止

2.2.8 A T E N Aガイドラインに示される対応策の例（参考）

分類別の対応方針を検討するにあたって、A T E N Aのガイドラインに示される対応策の例を確認した。これらの情報も参考にして分類分けの対応方針の策定を行う。

- 1) 市中在庫品等の確保
- 2) 特別生産
- 3) 設備更新／修理
- 4) 他の機器部品の活用
- 5) リバースエンジニアリング
- 6) 設計変更を伴う設備更新
- 7) 保守サービス契約
- 8) 影響の緩和策

2.2.9 分類別の対応方針（実事例／想定事例）

「2.2.7 追加検討対象案件の分類分け結果」での集約結果を基に、分類別の対応方針を検討した。実事例から示された分類については現実的に対応実施している事例なども参考として対応方針を策定した。また実事例でから抽出されなかった分類についても、想定事例として対応方針を策定した。

また、対応方針の策定にあたっては、現実的に製品供給・サービス提供不可事象が発生した場合の対処策と、問題となる事象を発生させないような長期的視点も含めた予防策の二つの観点での内容とした。

各分類項目応じて検討した対応方針について、整理結果を表 2.2.9-1、表 2.2.9-2、代表的な事例の詳細を表 2.2.9-3、表 2.2.9-4、表 2.2.9-5 に示す。

表 2.2.9-1 分類別の対応方針（実事例より）（1／2）

事例の分類		課題	ATENAの対応策例	対応方針
1-1-2	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	人材不足（高齢化・OJT不足・新規採用無）	BWRプラントが10年以上停止しており、一次サプライヤーによるメンテナンス機会が減少していること、今後の点検計画が明確になっていないことから、新人技術指導員を採用してもOJTによる実務経験を積む機会がなくなっており、技術の向上および維持が困難な状況となる。 技能の維持・向上の機会が点検作業のOJTの場合がなく、点検作業がないと技術継承できない。 業務体系が中長期での業務量が把握できるような形になっていない。 募集対し原子力業界に積極的に応募してくれる人材が不足している。	7) 保守サービス契約
				（対処策） ・継承人員補充/教育・訓練/新規人員補充を行える機会創出、仕組み構築等を検討 ・現場OJT以外での技術継承可能な仕組みの検討 （予防策） ・長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討 ・原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討
1-2-6-2	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	必要ボリュームの確保不可	BWRプラント新設が明確でない中、又は、プラント数減少によるマーケット縮小により、一次サプライヤーでの機器の製作機会が少なく、事業継続できない状況となる。（他業種でもニーズが無い。） 受注量、売上減少、採算性から経営判断による受注辞退。	7) 保守サービス契約
				（対処策） ・検証機・実機品の製作支援/訓練施設への導入の機会創出、仕組み構築等を検討 ・代替サプライヤーの発掘 ・海外市場を含めた事業機会の創出 （予防策） ・長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討
1-2-7-4	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	人材補充の停止	一次サプライヤーの受注機会が減少、今後将来の受注計画も明確でないことから、新規人材の雇用ができず、技術継承が困難な状況となる。	長期的な保全計画のプラントメーカー、サプライヤー及び関係協力会社との共有
				（対処策） ・継承人員補充/教育・訓練（OJT）/新規人員補充に繋がる将来計画・機会の可視化 （予防策） ・原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討
1-2-7-5	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	将来展望の不安・不足	BWRプラントが10年以上停止、再稼働、新設も明確でない中、一次サプライヤーが原子力事業から撤退する状況となる。 サプライヤー不在となり、新規製作が不可となる。	長期的な保全計画のプラントメーカー、サプライヤー及び関係協力会社との共有
				（対処策） ・左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の可視化 ・代替サプライヤーの発掘 （予防策） ・原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討 ・長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討
2-1-2	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	人材不足（高齢化・OJT不足・新規採用無）	二次サプライヤーの受注機会が減少していること、今後の受注計画も明確になっていないことから、製造機会もなく、OJTによる実務経験を積む機会がなくなっており、技術継承が困難な状況となっている。 業務体系が中長期での業務量が把握できるような形になっていない。 募集対し原子力業界に積極的に応募してくれる人材が不足している。	7) 保守サービス契約
				（対処策） ・継承人員補充/教育・訓練（OJT）/新規人員補充を行える機会創出、仕組み構築等を検討 （予防策） ・長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討 ・原子力の将来展望の明確化

表 2.2.9-1 分類別の対応方針（実事例より）（2／2）

事例の分類			課題	ATENAの対応策例	対応方針
2-1-4	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	調達能力（支払・ロット数・コナ・ククレイ）	二次サプライヤーからの支払条件や受注最低ロット数の受注条件、納期（リードタイム）が調達要求とマッチせず容易に購入できない。調達後は使用までに長期間保管を含めた対応等も必要になる。新型コロナウイルスの影響による物流停止、ウクライナ侵攻影響による材料調達不調、価格高騰により容易に購入できない。	1) 市中在庫品等の確保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング	（対処策） ・状況に合わせて、左記ATENA対応例から選択もしくは組み合わせ等にて対応
					（予防策） ・予備品保有の仕組み構築の検討 （その他、国内外事例調査結果の取り込み）
2-2-6-2	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	必要ボリュームの確保不可	二次サプライヤーが受注量、売上減少、採算性からの経営判断により受注辞退し、必要な製品を購入できない状況となる。 尚、原子力特有の品質要求が負担になることも経営判断の要因の一つとなっている。	7) 保守サービス契約	（対処策） ・検証機・実機品の製作支援/訓練施設への導入の機会創出、仕組み構築等を検討 ・海外市場を含めた事業機会の創出
					（予防策） ・長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討 ・原子力特有の品質要求緩和による負担軽減
2-2-7-5	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	将来展望の不安・不足	BWRプラントが10年以上停止、再稼働、新設も明確でない中、二次サプライヤーが原子力事業から撤退する状況となる。 サプライヤー不在となり、新規製作が不可となる。 尚、原子力特有の品質要求が負担になることも経営判断の要因の一つとなっている。	1) 市中在庫品等の確保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング 長期的な保全計画のプラントメーカー、サプライヤー及び関係協力会社との共有	（対処策） ・左記ATENAの対応策の取り込み ・代替サプライヤーの発掘
					（予防策） ・原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討 ・長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討 ・原子力特有の品質要求緩和による負担軽減
2-2-7-6	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	他事業への特化	二次サプライヤーが原子力関連品目の発注量減少、不明確な将来展望等により、原子力以外の事業に特化し、原子力事業から撤退する。 尚、原子力特有の品質要求が負担になることも経営判断の要因の一つとなっている。	1) 市中在庫品等の確保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング	（対処策） ・左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の可視化 ・代替サプライヤーの発掘
					（予防策） ・原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討 ・原子力特有の品質要求緩和による負担軽減

表 2.2.9-2 分類別の対応方針（想定事例より）（1 / 2）

事例の分類		課題	ATENAの対応策例	対応方針
1-1-1	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	製造設備対応不可（老朽化等）	一次サプライヤーの製造設備が老朽化等により使用できない状況となっており、製品の新規製作が不可となっている。	3) 設備更新 修理（プラント） （対処策） 製造設備老朽化更新機会の創出 計画的に代替品への更新にて対応（製造可能な後継機種、代替品の供給） （予防策） 投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討
1-1-3	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	設計変更（新型番）に伴う製造中止	一次サプライヤーにて製品の設計変更（新型番への切り替え）に伴い、旧型番の製品が購入できない。	6) 設計変更を伴う設備更新（プラント） （対処策） 計画的に設計変更を伴う設備更新にて対応 多少の設計変更にも対応可能な設備設計 （予防策） —
1-1-4	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	調達能力（支払・ロット数・コア・ウライ）	一次サプライヤーからの支払条件や受注最低ロット数の受注条件、納期（リードタイム）が調達要求とマッチせず容易に購入できない状況となる。調達後は使用までに長期間保管を含めた対応等が必要になる。 新型コロナウイルスの影響による物流停止、ウクライナ侵攻影響による材料調達不調、価格高騰により容易に購入できない状況となる。	1) 市中在庫品等の確保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング （対処策） 状況に合わせて、左記ATENA対応例から選択もしくは組み合わせ等にて対応 （予防策） ・予備品保有の仕組み構築の検討 （その他、国内外事例調査結果の取り込み）
1-1-5	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	二次サプライヤーを見つけない	必要な部品・製品を供給可能な二次サプライヤーが見つからず、一次サプライヤーで製品の新規製作が不可となる。	（ATENA 対応策以外の方策が必要） （対処策） 原子力要求仕様の緩和 サプライヤー・プラントメーカーの共同開発 （予防策） —
1-2-6-1	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	コスト・価格のアンマッチ	一次サプライヤーが製品コストと受注価格がアンマッチしており、採算性からの経営により受注辞退し、製品購入できない状況となる。	1) 市中在庫品等の確保/2) 特別生産/CGD の適応/4) 安価な機器部品の活用 （対処策） 状況に合わせて、左記ATENA対応例から選択もしくは組み合わせ等にて対応 海外市場を含めた事業機会の創出 （予防策） —
1-2-7-3	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	製造設備更新不可（投資不可）	一次サプライヤーが受注量、売上減少、採算性からの経営判断により、製造設備を更新する投資を行わず、製品の新規製作が不可となる。	長期的な保全計画のプラントメーカー、サプライヤー及び関係協力会社との共有 7) 保守サービス契約 （対処策） 左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の可視化（製造設備更新に繋がるもの） （予防策） 投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討
1-2-7-6	一次サプライヤー製造中止又は保守撤退	他事業への特化	一次サプライヤーが原子力関連品目の発注量減少、不明確な将来展望等に伴いより、原子力以外の事業に特化し、原子力事業から撤退する。	長期的な保全計画のプラントメーカー、サプライヤー及び関係協力会社との共有 （対処策） 左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の可視化 代替サプライヤーの発掘 （予防策） 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討

表 2.2.9-2 分類別の対応方針（想定事例より）（2 / 2）

事例の分類			課題	ATENAの対応策例	対応方針
2-1-1	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	製造設備対応不可（老朽化等）	二次サプライヤーの製造設備が老朽化等により使用できない状況となっており、製品の新規製作が不可、製品購入ができない状況となる。	3) 設備更新 修理（プラント）	（対処策） 製造設備老朽化更新機会の創出 計画的に代替品への更新にて対応（製造可能な後継機種、代替品の供給）
					（予防策） 投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築の検討
2-1-3	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	設計変更（新型番）に伴う製造中止	二次サプライヤーにて製品の設計変更（新型番への切り替え）に伴い、旧型番の製品が購入できない状況となる。	6) 設計変更を伴う設備更新（プラント）	（対処策） 計画的に設計変更を伴う設備更新にて対応
					（予防策） —
2-1-5	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	三次サプライヤーを見つけれられない	必要な部品・製品を供給可能な三次サプライヤーが見つからず、二次サプライヤーで製品の新規製作が不可、製品購入ができない状況となる。	（ATENA 対応策以外の方策が必要）	（対処策） サプライヤー・プラントメーカーの共同開発
					（予防策） —
2-2-6-1	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	コスト・価格のアンマッチ	二次サプライヤーが製品コストと受注価格がアンマッチしており、採算性からの経営判断により受注辞退し、製品購入できない状況となる。	1) 市中在庫品等の確保/2) 特別生産/CGD の適応/4) 安価な機器部品の活用	（対処策） 状況に合わせて、左記ATENA対応例から選択もしくは組み合わせ等にて対応
					（予防策） —
2-2-7-3	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	製造設備更新不可（投資不可）	二次サプライヤーが受注量、売上減少、採算性からの経営判断により、製造設備を更新する投資を行わず、製品の新規製作が不可となる。	長期的な保全計画のプラントメーカー、サプライヤー及び関係協力会社との共有 7) 保守サービス契約	（対処策） 左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の可視化（製造設備更新に繋がるもの）
					（予防策） 投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討
2-2-7-4	二次サプライヤー製造中止又は保守撤退	人材補充の停止	二次サプライヤーの受注機会が減少、将来の受注計画も明確でないことから、新規人材の雇用ができず、技術継承が困難な状況となる。	長期的な保全計画のプラントメーカー、サプライヤー及び関係協力会社との共有	（対処策） 継承人員補充/教育・訓練（OJT）/新規人員補充に繋がる将来計画・機会の可視化
					（予防策） 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討

表 2.2.9-3 「人材不足（高齢化・OJT 不足等）」の具体的な事例紹介

対象機器	原子炉冷却材循環ポンプ（PLR ポンプ）：E B J 社
現状	ポンプ保守点検時の技術指導員（SV）の維持が困難
課題	PLR ポンプは BWR 向け特有のポンプであり、このポンプの保守点検を行えるサプライヤーは唯一 E B J 社のみである。このポンプの技術指導員の維持・育成は実機の保守点検を通じた OJT によって行われていたが、BWR プラントの再稼働が遅れており、定期的な保守点検が途絶えた状況では SV を維持・育成することが困難。
課題解決に向けた関係者の願い・思い	【サプライヤーの願い】 ・SV 人材維持可能な頻度でポンプ点検の機会を与えて欲しい。 ・人員確保のため、上記機会は確実に予見性のあるものにして欲しい。 【プラントメーカーの思い】 ・当該ポンプの保守点検が唯一可能な E B J 社の SV 人材維持に協力したい。 ・既納ポンプの本格点検機会を有効活用できる仕組みを作りたい。
この事例での対応方針	①既に確定している貴重な本格点検機会の有効活用 ②実機本格点検による OJT の代替となる VR や訓練設備の活用 ③長期保守契約などによる計画的な本格点検機会の創出 ⇒本事例の対策案については 3 章で具体的な検討を行う。

表 2.2.9-4 「二次/三次サプライヤーの製品供給困難」の具体的な事例紹介

対象機器	主蒸気逃がし安全弁の LVDT（差動トランス）：岡野バルブ/二次サプライヤー
現状	岡野バルブ二次サプライヤーの外注メーカーの製造中止
課題	●二次サプライヤーより外注しているコイル製造メーカーより高齢化等により製品供給できないとの連絡を受け代替手段の検討を進めてきたが、最終的に二次サプライヤーにより代替コイルを開発する方針となった。
課題解決に向けた関係者の願い・思い	●新規コイル開発は約1年と想定。 ●現在、10台分のコイル在庫を保有しており定期交換品ではなく新設の予定もないことから当面の問題とはならない見込み。
この事例での対応方針	①代替コイルの開発 ②当面は、保管中のコイル在庫を利用して対応を継続する。

表 2. 2. 9-5 「二次/三次サプライヤーの製品供給困難)」の具体的な事例紹介

対象機器	AHB 型電磁弁のコイル：平田バルブ工業/二次サプライヤー
現状	AHB 型電磁弁のコイルの調達困難
課題	●平田バルブ工業の二次サプライヤーより外注している、AHB 電磁弁用のコイルの製造を中止するとの申請がきている。 ●二次サプライヤー経由で製造延期、受注最終受付延期を申し入れしているが調整がついていない。
課題解決に向けた関係者の願い・思い	●二次サプライヤーより外注しているコイルを平田バルブ工場予備在庫として取得する。 ●その間に代替サプライヤーを見つける。
この事例での対応方針	①当面の対応として二次サプライヤーより外注しているコイルを平田バルブ工場予備在庫として保有して、保全の対応を実施する。 ②代替ベンダー・機種・エンスケは今後の検討になる。 ③方針が見え次第対応を確認する。

2.2.10 現状の主要な課題

実事例において、サプライヤーで製品供給・サービス提供不可に繋がる要因を整理した結果、以下の主要な課題があることを把握した。

- メンテナンス、新規製作機会の減少、技術力維持が困難
- 受注量等、必要ボリュームが確保できず、採算性成立せず撤退
- 原子力事業への将来展望の不安・不足により、撤退
- 原子力特有の品質要求が負担との理由で撤退

また、一次サプライヤーは、従来からのプラントメーカーとの繋がりもあり、維持する方向で検討する姿勢もあるが、二次サプライヤーは採算性、事業方針等の経営判断にて撤退する傾向が多いことも把握した。

2.2.11 主要な対応方針（ATENA ガイドラインの対応策に加え）

「2.2.10 現状の主要な課題」の課題に対する主要な対応方針を以下に示す。具体的な施策を検討していくこととした。

既に課題の発生したサプライヤーに対する対処策としては、以下の方針で具体的な施策を検討していくこととした。

- ATENA ガイドラインに示される対応策の取り込み（在庫品等の確保、特別生産、他の機器部品の活用、リバーズエンジニアリング等）
- 人員補充、教育・訓練等を行える機会の創出、仕組み構築
- 代替サプライヤーの発掘

また、長期的な視点を含めた課題を発生させない予防策としては、以下の方針で具体的な施策を検討していくこととした。

- 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築
- 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討
- 原子力特有の品質要求緩和による負担軽減
- 予備品確保の仕組み検討

2.2.12 電気品・計装品の製造中止・保守撤退について

(1) 電気品・計装品の製造・保守の動向

電気品・計装品は、日進月歩の技術革新が進んでおり、製品陳腐化の更新を繰り返している。そのため、頻繁に部品の更新が必要であり、製品の世代交代が激化している。

また、アナログ製品のデジタル化による世代交代も促進している。

(2) 電気品・計装品の製造中止・保守撤退の動向

電気品・計装品の一次サプライヤーは、比較的大きな企業が多く、製造中止・保守撤退の兆候は、あまりない。

ただし、二次サプライヤーについては、製造・保守の撤退の兆候が出始めている。

また、電気・計装品のサプライヤーは、製品の世代交代による追加投資への対応に苦慮している。

(3) 電気品・計装品の製造・保守の現状の課題

現在、電気品・計装品の製造・保守の課題には、以下があげられる。

- 世界中のインシデントによる製造納期の長納期化（遅延）
- 世界のサプライヤーの自然災害（火災/洪水/竜巻）
- ウクライナ戦争（部品の調達問題・輸送問題）
- コロナ問題（中国コナによる製造・輸送遅延他）

(4) 電気品・計装品の製造・保守の課題の対策

製品（部品）の定期的な更新を提案して、順次、更新していく。電気品・計装品の定期的な更新を提案する場合は、以下の確認が必要である。

- 新規品への更新（製品・部品単位）における互換性の確認
- アナログ製品のデジタル製品への更新における互換性の確認

(5) 製造納期の長納期化（遅延）の対策

電気品・計装品の製造納期の長納期化（遅延）を対策する場合は、以下の確認が必要である。

- できる限り早期の発注（短期）
- 製品（部品）の予備品化（中期）
- 原子力製品仕様の緩和等による短納期化（中長期）
 - ・CGD化（Commercial Grade Dedication）
 - ・原子力品質管理製品（部品）の一般管理製品化

2.2.13 一次サプライヤー（OM 社）のリレーの状況と対応

OM 社のリレーについて生産中止の案内があり、OM 社と調整中である。OM 社へのヒアリングの結果、需要数が少なく採算上問題のある製品について順次廃止をしていく方針である。

今回（2022 年 3 月リリース）の生産中止対象は対象型式の中のメーカ標準品が大半となる。特殊仕様品については、ほとんどが生産の継続となっており、制御盤の製作には影響しない。

OM 社のラストオーダー期限は、2023 年 3 月となっており、受注量が膨大になった場合には、対応出来ない可能性がある。（受注停止、納期長期化 等）

昨今の部材需給逼迫による長納期化の影響も踏まえ購入予定品については、早期発注を推奨する。

(1) 過去納入した制御盤の保守対応

過去納入した制御盤の保守対応については、以下があげられる。

- 生産中止予定のリレーを使用している場合には、ラストオーダーで必要数を確保
- 既に生産中止となっているリレーを使用している場合には代替品を選定
- 構造互換性ならびに配線互換性に課題ある際には調整しつつ対応

(2) 今後製作する制御盤の対応

今後製作する制御盤については、継続して採用できる型式のリレーを採用する。



2.3 対応すべき国内BWRサプライヤー維持に必要な具体的な体制・施策案の構築

2.3.1 検討内容

「2.2 対応すべき機器のリスト化と、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針の検討の検討」で抽出された対応方針について、具体的な体制・施策案を検討し、実施に向けて必要な準備や課題を整理する。原子力エネルギー協議会（ATENA）が策定した製造中止品ガイドライン*に示されている基本的な対応方針や緩和策に対する具体的な施策案の構築を行う。

一次冷却材再循環（PLR）ポンプおよび弁を代表例として、代表サプライヤーにサプライヤー維持に向けた検討（課題抽出、対応案等）を検討頂くものとする。

2.3.2 実施要領

「2.2 対応すべき機器のリスト化と、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針の検討の検討」にて抽出された事例分類及び対応方針に対して施策案を検討する。PLR ポンプ、弁の事例で具体策を検討し、「2.1 国内外の事例調査（ベンチマーク）」の結果も参考に施策案の構築を行う。

2.3.3 分類別の具体的な施策案（実事例より）

「2.2 対応すべき機器のリスト化と、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針の検討の検討」にて抽出された事例分類及び対応方針に対し、実事例から抽出された各分類項目に対し、事例に基づく具体的な施策案の検討を行った。

施策案の検討にあたっては、「2.2 対応すべき機器のリスト化と、機器とサプライヤー毎に考えられる対応方針の検討の検討」で策定した対応方針と同様、現実的に製品供給・サービス提供不可事象が発生した場合の対処策と、問題となる事象を発生させないような長期的視点も含めた予防策の二つの観点での内容とした。

各分類項目に応じた具体的な施策案について、整理結果を表 2.3.3-1 に示す。

また、一次冷却材再循環（PLR）ポンプおよび弁を代表例として、代表サプライヤーにサプライヤー維持に向けた検討（課題抽出、施策案等）について事例で記載する。

表 2.3.3-1 分類別の具体的な施策案（実事例より）（1／2）

事例の分類			ATENAの対応策例	対応方針	具体的な施策案
1-1-2	一次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	人材不足（高齢化・ OJT不足・新規採用 無）	7) 保守サービス契約	（対処策） 継承人員補充/教育・訓練/新規人員補充を行える機会 創出、仕組み構築等を検討 現場OJT以外での技術継承可能な仕組みの検討	・作業機会を補う訓練機会の創出（訓練設備、VR等） （特にシール部が勘合する機器同士の据付など失敗が許されない作業や、目視確認不可な作業において、訓練設備や VRを通して習熟を図る） ・上記を実施するための資金面でのサポート
				（予防策） 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構 築の検討 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけ の検討	・長期保守契約や確度の高い業務計画に基づく計画的な人材補充・育成 ・サプライヤーへの原子力状況説明会をプラントメーカーが開催、将来展望の理解活動 ・サプライヤーへのアンケートによる撤退リスクの検知・対処策の先行検討
1-2-6-2	一次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	必要ボリュームの確 保不可	7) 保守サービス契約	（対処策） 検証機・実機品の製作支援/訓練施設への導入の機 会創出、仕組み構築等を検討 代替サプライヤーの発掘 海外市場を含めた事業機会の創出	・設計/製造/品証/工程管理/工場作業員/現場指導員を継続的に業務を行う機会の創出 ・上記を実施するための資金面でのサポート ・代替サプライヤーの選定、必要により設備改造案の提示 ・国内市場に加え海外市場を含める事で供給可能な物量を増やし事業機会を創出
				（予防策） 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構 築の検討	・長期保守契約や確度の高い業務計画の共有にて長期的な業務量を明確化
1-2-7-4	一次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	人材補充の停止	長期的な保全計画の プラントメーカー、 サプライヤー及び関 係協力会社との共有	（対処策） 継承人員補充/教育・訓練（OJT）/新規人員補充に 繋がる将来計画・機会の可視化	・作業機会を補う訓練機会の創出（訓練設備、VR等） （特にシール部が勘合する機器同士の据付など失敗が許されない作業や、目視確認不可な作業において、訓練設備や VRを通して習熟を図る） ・上記を実施するための資金面でのサポート
				（予防策） 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけ の検討	・長期保守契約や確度の高い業務計画に基づく計画的な人材補充・育成 ・サプライヤーへの原子力状況説明会をプラントメーカーが開催し将来展望の理解活動 ・サプライヤーへのアンケートによる撤退リスクの検知・対処策の先行検討
1-2-7-5	一次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	将来展望の不安・不 足	1) 市中在庫品等の確 保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング	（対処策） 左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の 可視化 代替サプライヤーの発掘	・特別生産による予備品の確保（製造期限を切られた設備に対して予備品の生産をプラントメーカーが要請） ・他プラントからの部品の融通（同型式を保有している他プラント設備から製造中止となった部品を融通） ・代替サプライヤーによる生産継続（撤退するメーカーから設備情報を取得し同業他社で生産継続） ・3Dプリンタ活用による代替調達手段の確保
				（予防策） 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけ の検討 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構 築の検討	・サプライヤーへの原子力状況説明会をプラントメーカーが開催し将来展望の理解活動 ・サプライヤーへのアンケートによる撤退リスクの検知・対処策の先行検討 ・長期保守契約や確度の高い業務計画の共有にて長期的な業務量を明確化

PLRポンプ関連

表 2.3.3-1 分類別の具体的な施策案（実事例より）（2／2）

事例の分類			ATENAの対応策例	対応方針	具体的な施策案
2-1-2	二次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	人材不足（高齢化・ OJT不足・新規採用 無）	7) 保守サービス契約	（対処策） 継承人員補充/教育・訓練（OJT）/新規人員補充を 行える機会創出、仕組み構築等を検討	・一次サプライヤーだけではなく二次サプライヤーまで含めた人材補充・育成実施
				（予防策） 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構 築の検討	・長期保守契約や確度の高い業務計画に基づく計画的な人材補充・育成 ・サプライヤーへの原子力状況説明会をプラントメーカーが開催し将来の展望の理解活動 ・サプライヤーへのアンケートによる撤退リスクの検知・対処策の先行検討
2-1-4	二次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	調達能力（支払・ ロット数・コア・クワイ ナ）	1) 市中在庫品等の確 保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング	（対処策） 状況に合わせて、左記ATENA対応例から選択もしく は組み合わせ等にて対応	・特別生産による予備品の確保（製造期限を切られた設備に対して予備品の生産を要請） ・他プラントからの部品の融通（同型式を保有している他プラント設備から製造中止となった部品を融通） ・代替サプライヤーによる生産継続（撤退するメーカーから設備情報を取得し同業他社で生産継続） ・3Dプリンタ活用による代替調達手段の確保
				（予防策） 予備品保有の仕組み構築の検討 （その他、国内外事例調査結果の取り込み）	・予備品保有情報の共有と融通 ・プラント運用面での付加価値を持たせる等、他の効果も加えた予備品の保有検討 ・共同予備品保有の枠組み適用検討/海外の既存の枠組みの利用検討
2-2-6-2	二次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	必要ボリュームの確 保不可	7) 保守サービス契約	（対処策） 検証機・実機品の製作支援/訓練施設への導入の機 会創出、仕組み構築等を検討 海外市場を含めた事業機会の創出	・代替サプライヤーによる生産継続のための受注計画明確化 ・原子力環境特有の検証試験の資金援助 ・国内市場に加え海外市場を含める事で供給可能な物量を増やし事業機会を創出
				（予防策） 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構 築の検討 原子力特有の品質要求緩和による負荷軽減	・長期保守契約や確度の高い業務計画の共有にて長期的な業務量を明確化 ・一般産業品の適用範囲拡大、原子力特有の品質要求緩和策の適用検討
2-2-7-5	二次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	将来展望の不安・不 足	1) 市中在庫品等の確 保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング	（対処策） 左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の 可視化 代替サプライヤーの発掘	・特別生産による予備品の確保（製造期限を切られた設備に対して予備品の生産を要請） ・他プラントからの部品の融通（同型式を保有している他プラント設備から製造中止となった部品を融通） ・代替サプライヤーによる生産継続（撤退するメーカーから設備情報を取得し同業他社で生産継続） ・3Dプリンタ活用による代替調達手段の確保
				（予防策） 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけ の検討 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構 築の検討 原子力特有の品質要求緩和による負荷軽減	・一次サプライヤーに中長期の原子力需要を提示し、二次サプライヤーまで共有 ・一次サプライヤーへのアンケートによる二次サプライヤーの撤退リスクの検知・対処策の先行検討 ・長期保守契約や確度の高い業務計画の共有にて長期的な業務量を明確化 ・一般産業品の適用範囲拡大、原子力特有の品質要求緩和策の適用検討
2-2-7-6	二次サプライヤー 製造中止又は保守 撤退	他事業への特化	1) 市中在庫品等の確 保/2) 特別生産 /4) 他の機器部品の活用 /5) リバースエンジニアリング	（対処策） 左記ATENAの対応策の取り込み、将来計画・機会の 可視化 代替サプライヤーの発掘	・サプライヤーの撤退表明の早期検知 ・特別生産による予備品の確保（製造期限を切られた設備に対して予備品の生産を要請） ・他プラントからの部品の融通（同型式を保有している他プラント設備から製造中止となった部品を融通） ・代替サプライヤーによる生産継続（撤退するメーカーから設備情報を取得し同業他社で生産継続） ・3Dプリンタの活用による代替調達手段の確保
				（予防策） 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけ の検討 原子力特有の品質要求緩和による負荷軽減	・一次サプライヤーに中長期の原子力需要を提示し、二次サプライヤーまで共有 ・一次サプライヤーへのアンケートによる二次サプライヤーの撤退リスクの検知・対処策の先行検討 ・一般産業品の適用範囲拡大、原子力特有の品質要求緩和策の適用検討

PLRポンプ関連

弁関連

にヒューマンエラーによる不適合発生にもつながる可能性があるため、技量維持・向上のために実務経験を補完する施策が必要となる。

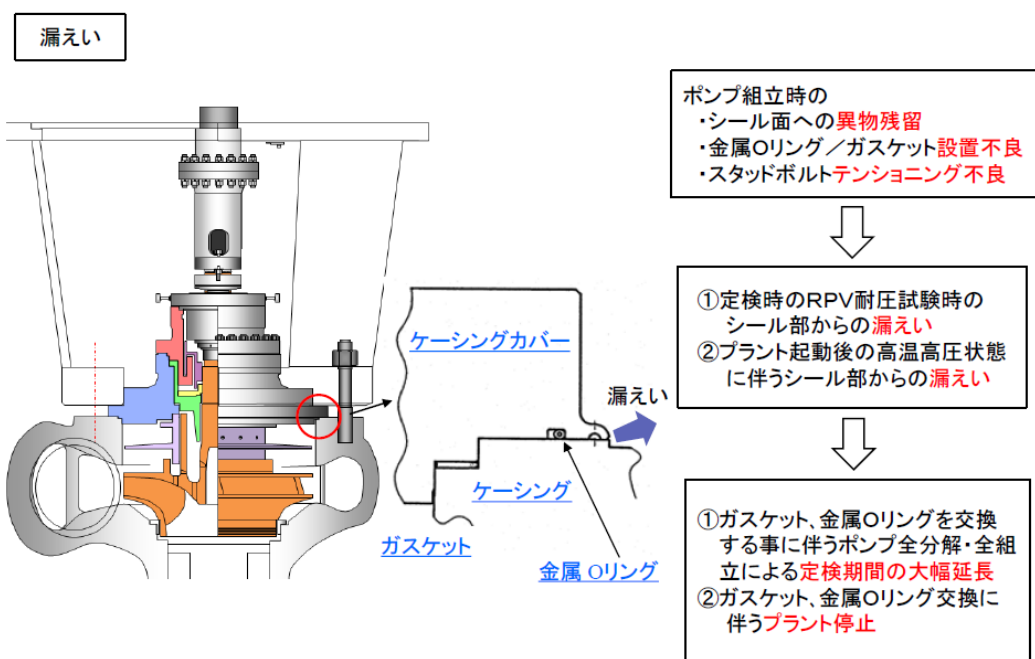


図 2. 3. 3-2 経験不足に伴い想定される不適合事例（漏えい）

② 施策案

①に記載した課題に対する施策案として、直近に予定されている実機点検機会を利用した実務訓練に加えて、訓練設備等を組み合わせた OJT を策定した。特に、シール部が勘合する機器同士の据付など失敗が許されない作業や、目視確認が不可な作業において、訓練設備および VR を通して習熟する。

また、上記と併せて予防策としてサプライヤーでの事業継続性の確認および技術指導員の技量維持の観点から、将来の PLR ポンプ点検の需要見込みを調整することも有効であると考えられる。

イ) 訓練設備での簡易点検実技訓練

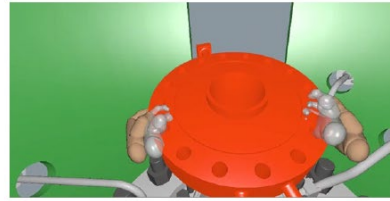
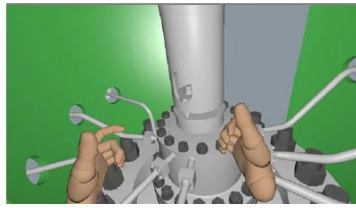
既存の PLR ポンプ模擬設備を活用し、簡易点検工事（メカシール脱着および分解組立、点検・手入れ）の実技訓練を実施する。

ロ) 工場での簡易点検（メカニカルシール組立のみ）実技訓練

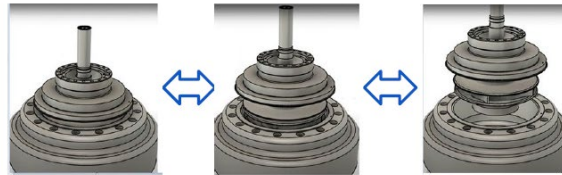
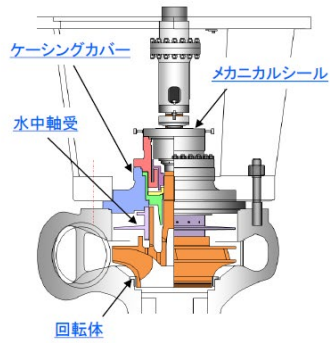
基礎能力育成期間の技術指導員に対し、メーカ工場等で社内訓練用のメカニカルシールを使用して、分解組立および点検・手入れの実習を実施する。

ハ) VR による現場体験

現場の環境を再現した VR システムや 360° カメラのデータを活用した AR システムにより、訓練センターでは経験できない現場へのアクセス方法や目視確認が困難となる作業環境の情報を習得する。イメージは図 2.3.3-2 を参照のこと。



メカニカルシール分解点検作業



回転体／ケーシングカバー分解点検作業

図 2. 3. 3-3 VR を活用した点検訓練（イメージ）

(b) 金属 O リング

① 状況および課題

東日本大震災以降に PLR ポンプの本格点検機会が減少したことにより、金属 O リング（図 2.3.3-4 参照）の製作機会も減少した結果、サプライヤー AX 社より受注最低ロット数および長期保管所掌外の受注条件が提示されている。

PLR ポンプの金属 O リングは、ポンプの本格点検において、ケーシングカバーを取り外した際には必ず交換が必要となる部品であるが、ポンプ 1 台につき 1 個の使用に対してサプライヤー提示の受注最低ロット数が多く、点検で使用するまでに長期保管する金属 O リングが出て来る状況である。

なお、代替サプライヤーの検討についても大手シール材メーカー複数社から辞退されており、見通しが立っていない状況である。

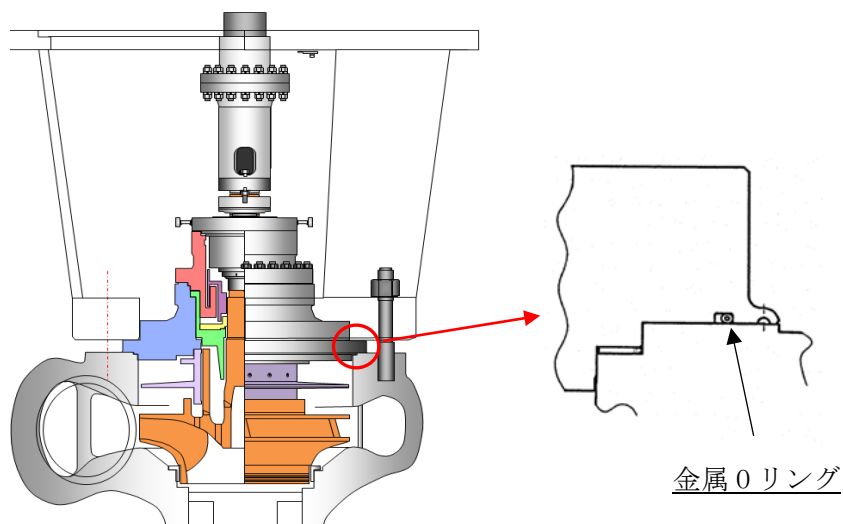


図 2.3.3-4 金属 O リング概要

② 施策案

①に記載した課題に対する施策案として、受注最低ロット数を満たすための PLR ポンプ点検計画に基づいた将来見込みの調整、および想定される長期保管については、未使用の金属 0 リングに対する補修を検討することを策定した。

また、上記と併せて予防策として中長期の原子力需要を一次サプライヤーに提示し、さらに二次サプライヤーまで共有すること、および、一次サプライヤーへのアンケートによる二次サプライヤーの撤退リスクの検知・対処策の先行検討が有効であると考え

る。

イ) 金属 0 リングの将来の需要見込みの調整

サプライヤー提示の受注最低ロット数を満たすために PLR ポンプ点検計画に基づいた将来の需要見込みを調整する。

ロ) 長期保管対策の検討

納入後に想定される長期保管に伴い、未使用の金属 0 リングの保管方法について検討する。

(c) 回転体

① 状況

PLR ポンプ回転体は通常点検時交換する部品ではないが、特殊な製造技術が適用される部品であり、技術・技能維持の観点から継続的な生産が必要である。しかしながら、原子力業界を取り巻く状況変化の影響を受け、今後の製造機会が見通せない状況となっている。

特に回転体主軸材料メーカ BX 社は、今後の供給継続に対して、経営判断が必要となる見込みである。

なお、代替の主軸材料メーカについては、これまでに要件を満たすベンダーが無く、現状では見通しが立っていない状況である。

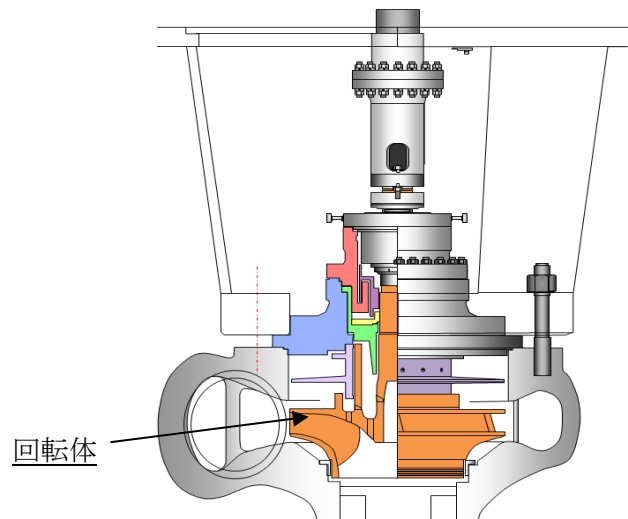


図 2.3.3-4 PLR ポンプ回転体概要

② 施策案

①に記載した課題に対する施策案として、メーカー BX 社との継続調整および要求仕様の緩和を検討することを策定した。

また、上記と併せて予防策として中長期の原子力需要を一次サプライヤーに提示し、さらに二次サプライヤーまで共有すること、さらに一次サプライヤーへのアンケートによる二次サプライヤーの撤退リスクの検知・対処策の先行検討が有効であると考え

イ) 既存メーカー BX 社との継続調整

新規回転体の将来の需要見込みを調整し、需要見込みが出た段階で、改めて供給継続の可否を検討する。

ロ) 要求仕様の緩和検討

原子力として特別に要求している仕様について、技術的な範囲での緩和の可否を検討する。

添付資料 1 PLR ポンプ技術指導員の在籍状況

国内における全てのPLRポンプの販売及びメンテナンス業務（部品手配及び技術指導員の派遣）はEBJが行っており、2000年には27名の技術指導員が在籍していたが、離職や定年退職により徐々に人数は減り、2014年には東北地方太平洋沖地震を機に低迷する原子力事業から人材が離れる動きが加速し、現在、EBJに在籍するPLRポンプ技術指導員は5名、その内訳は指導員2名・雇用延長者2名・兼任者1名の5名体制である。PLRポンプ点検では、ポンプ分解点検（本格点検）に4名、メカニカルシール分解点検（簡易点検）に2名の技術指導員を派遣していることから、現在の在籍人数は本格点検1件に対応可能な人数を辛うじて確保している状況である。

また、在籍指導員の平均年齢は55歳を超え、高年齢化が進んでおり、新たな人材の採用が行なわれない場合は、現有の在籍者も順次定年退職を迎え、2024年には在籍者2名となり、これにより4名を派遣する本格点検には2023年12月末をもって、技術指導員の派遣ができなくなる見通しである。（図2.3.3-5参照）

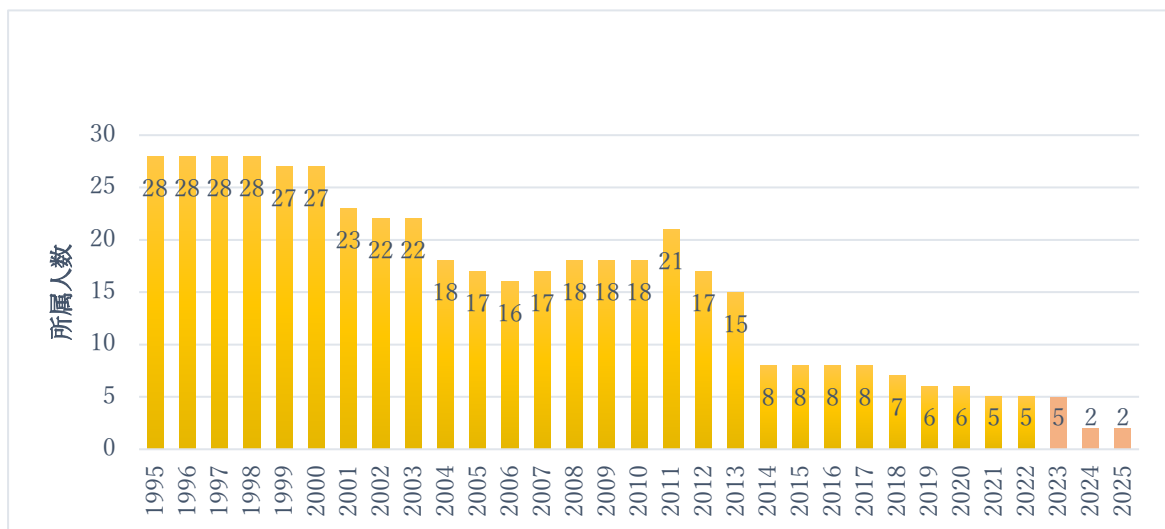


図 2.3.3-5 PLR ポンプ技術指導員人数推移

添付資料2 従来の PLR ポンプ技術指導員育成プログラム

プラントの点検工事に派遣される技術指導員は、メーカーの製造部門で経験を重ね、そこで習得した技術を基に、現地で機器の分解組立を指導するのが一般的である。一方で、PLRポンプはBWRプラントのみに使用される特殊なポンプであることから、技術指導員は、実プラントの点検業務での実務経験を重ねることで人材の維持、技術の継承が行なわれてきた。

PLRポンプ技術指導員を派遣する EBJ では、技術指導員の実務経験回数と習熟度によって技能レベルを3段階に分け、レベルごとに対応できる工事内容を定めており、現行の技術指導員育成モデルの実行には簡易点検工事が年間3回程度、本格点検工事が年1回程度の頻度で実施が必要となる（図2.3.3-6参照）

一方で、現在では実務機会の減少により、現行の指導員育成モデルの基準を満たす実務機会を確保することが困難な状況にあるため、直近で予定されている実機点検機会と併せて実務経験を補完する訓練等の施策が必要となる。

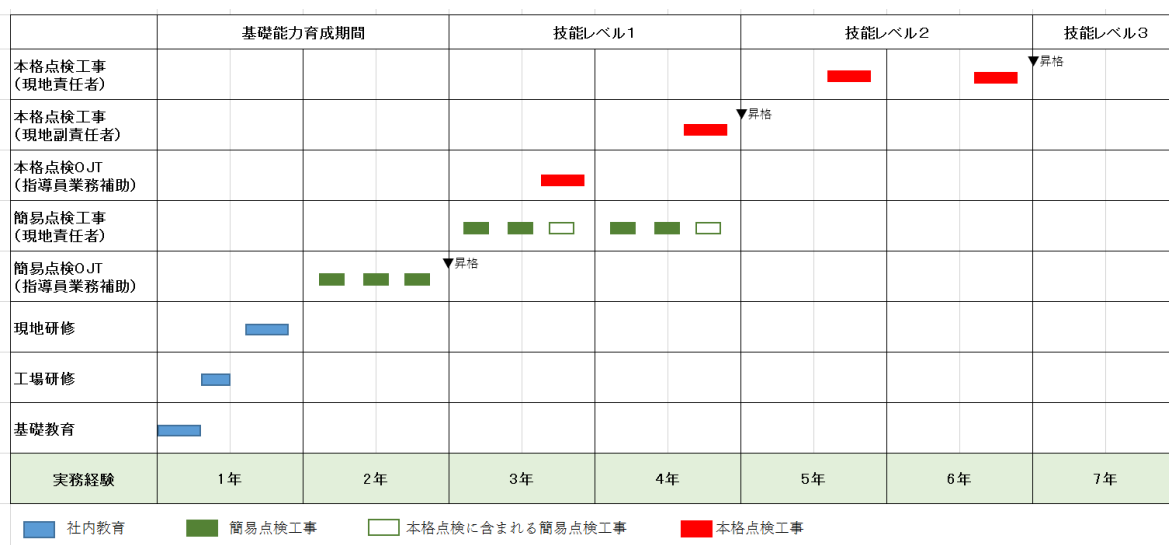


図 2.3.3-6 PLR ポンプ技術指導員育成モデル（現行）

技能レベル1

実務経験が1年以上で簡易点検工事3件程度の実務経験を有し、技能レベル2を有す指導員の指導監督の下、メカニカルシール交換工事（簡易点検工事）の技術指導を行う技術力と指導力を有す。

技能レベル2

実務経験が3年以上であり、技能レベル1の経験が2年以上あること。

メカニカルシール交換工事（簡易点検工事）において、全ての作業項目で技術指導、構造説明を行う知識を有し、技能レベル1を指導監督できる共に、技能レベル3を有す指導員の指導監督の下、ポンプ全分解工事（本格点検工事）において、技術指導を行う技術力と指導力を有す。

技能レベル3

実務経験が5年以上であり、技能レベル2の経験が2年以上あること。

ポンプ全分解工事（本格点検工事）において、全ての作業項目で技術指導、構造説明を行う知識を有し、技量レベル1・2を指導監督できる。

(2) 弁の事例（岡野バルブ製造、平田バルブ工業）

BWRの機器サプライヤーにおいて、福島第一原子力発電所の事故以来10年以上が経過して、BWRの運転に伴う受注案件が激減しており、特に原子力向け特注品を製作するサプライヤーにとっては事業継続が厳しい状況にある。

サプライヤー維持に向けた検討を行うにあたっては、原子力向け特注品を製作するサプライヤーの実情に合わせた検討を行う必要がある。そのため、BWRの弁を代表機器としてサプライヤー維持に向けた検討を行うこととした。

BWRの主要な系統に設置される重要弁を製作・納入し、更に納入実績が豊富な弁サプライヤーを選定要件とし、岡野バルブ製造および平田バルブ工業を選定した。複数のサプライヤーを対象とした理由は、弁の駆動方式の違いによる構成部品や材料の調達方法（自社製造/外部調達）がサプライヤー毎に異なるためである。

(a) 岡野バルブ製造

岡野バルブ製造株式会社は、BWRの工事計画認可申請に係る重要度の高い系統に設置される主蒸気逃がし安全弁を製作する国内唯一のサプライヤーである。また、主蒸気逃がし安全弁以外にもBWR向けに多数の電動弁の製作・納入実績があり（表 2.3.2-1 参照）、多くの部品供給業者との繋がりを有している。今回主蒸気逃がし安全弁や電動弁等の重要弁を代表機器としたサプライヤー維持に向けた現実的な課題抽出、対策の検討は、岡野バルブ製造株式会社にしかできないと判断して選定した。

表 2.3.2-1 納入実績表（岡野バルブ）

弁種	プラント	納入実績
主蒸気逃がし安全弁	全 BWR プラント	最大 18 台納入／1 プラント (炉形式、出力で台数相違)、
電動弁	日立納入プラント：全 14 基 ・フルプラント：7 基 ・原子炉側：2 基 ・タービン側：5 基	約 200 台／1 プラント (原子炉建屋+タービン建屋)

(b) 平田バルブ工業

平田バルブ工業株式会社は、BWRの工事計画認可申請に係る重要度の高い系統に設置される不活性ガス系隔離弁（空気作動式バタフライ弁）を製作する国内唯一のサプライヤーである。また、不活性ガス系隔離弁（空気作動式バタフライ弁）以外にもBWR向けに多数の空気作動弁やプロセス電磁弁の製作・納入実績があり（表 2.3.2-2 参照）、多くの部品供給業者との繋がりを有している。今回不活性ガス系隔離弁、空気作動弁やプロセス電磁弁等を代表機器としたサプライヤー維持に向けた現実的な課題抽出、対策の検討

は、平田バルブ工業株式会社にしかできないものとして選定した。

表 2.3.2-2 納入実績表（平田バルブ）

弁種	プラント	納入実績
不活性ガス系隔離弁	日立納入プラント：全 9 基 ・フルプラント：7 基 ・原子炉側：2 基	約 8 台納入／1 プラント
空気作動弁	日立納入プラント：全 14 基 ・フルプラント：7 基 ・原子炉側：2 基 ・タービン側：5 基	約 100 台／1 プラント (原子炉建屋+タービン建屋)
プロセス電磁弁	日立納入プラント：全 9 基 ・フルプラント：7 基 ・原子炉側：2 基	約 40 台／1 プラント

(2) 調査方法

BWRの機器サプライヤーにおける、現状の懸念事項を整理した上で、抽出された課題の緊急度と重大度から対策優先度を評価する。BWRの機器サプライヤーの懸念事項を網羅的に抽出するため表 2.3.2-3 の項目に従い洗い出しを行った。

表 2.3.2-3 BWRの機器サプライヤーにおける現状の懸念事項の調査項目

No.	調査項目	調査例
1	経営資源	人材 設備 資金
2	原子力規制	法令要求 新規制要求
3	バルブ製造（技術）	製品開発 維持・継承・育成
4	バルブ製造（調達）	材料 機器・部品
5	バルブ製造（製造）	内作 維持・継承・育成
6	バルブメンテナンス	維持・継承・育成 人材確保 機器・部品

2.3.3 サプライヤー維持に向けた検討（課題抽出、施策案等）

(1) BWRの機器サプライヤーにおける懸念事項

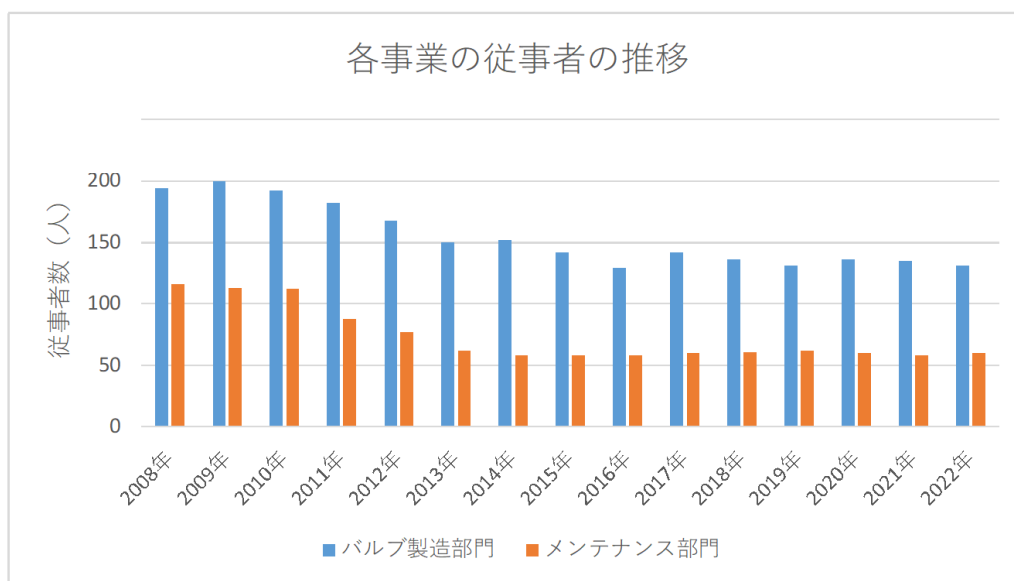
(a) 岡野バルブ製造の事例

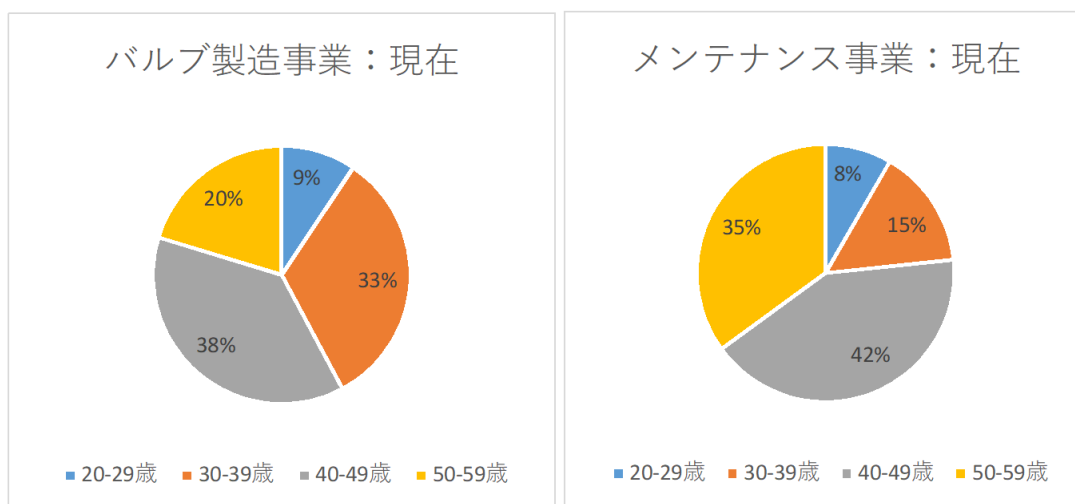
経営資源に関する懸念事項

東日本大震災以降、原子力発電所（BWR）の再稼働計画、新規プラント建設計画について不確定な状況が続いており、原子力関連の受注案件が減少していることもあり、一定の生産量、工事量を確保できておらず、新たな人材を確保できない状況が続いている。岡野バルブ製造における原子力関連事業（バルブ製造、バルブメンテナンス）従事者の推移および原子力関連における各事業の年齢構成を図 2.3.3-1 に示す。

原子力関連事業（バルブ製造部門、バルブメンテナンス部門）における従事者は減少傾向にあり、バルブ製造部門においては 2011 年度比の約 65%、バルブメンテナンス部門においては 2011 年度比の約 50%にまで減少している。また、新規人材の確保が滞っていたこともあり、20 歳代については各事業共に 10%程度に留まっている。更に、バルブメンテナンス業務に従事している社員は、50 歳以上が約 35%を占めており、逆に 20 歳代は 10%未満であることから、今後、退職による熟年技能者が不足することが予想される。また、製造業務に関しては鋳鋼作業、溶接作業等、作業環境が悪い分野に関しては、就職先として敬遠される傾向にあり、新規人材の確保が難しい状況である。新たな人材の確保ができない状況が長引くと、技術の継承に加え操業自体にも影響を及ぼすことが懸念される。

図 2.3.3-1 岡野バルブ製造の従事者員数の推移および従事者年齢構成





原子力製品に特化した製造設備、試験・検査設備に関しては、受注案件の減少に伴い稼働が低下（停止）しているものがあり、設置後数十年が経過し、経年劣化が確認されているものもあるが、今後の原子力関連の受注見通しが不透明な状況であるため、設備の点検・修理の目途が立っていない。このため、既存の設備は老朽化が進み故障のリスクも高まっており、生産工程に影響を及ぼすことが潜在的な懸念事項として挙げられる。また、次期プラント向け主要弁については、既存のサイズを超える可能性があり、現有の設備では対応できない可能性も考えられる。対象となる設備を表 2.3.3-1 に示す。

表 2.3.3-1 岡野バルブ製造の原子力に特化した製造設備、試験・検査設備

バルブ製造設備	・ 鋳鋼設備 ・ 熱処理設備 ・ 溶接設備
試験・検査設備	・ 放射線試験設備 ・ 電磁弁試験設備 ・ 自力式減圧弁試験設備 ・ 流量試験設備 ・ 弁座摩耗試験設備

原子力規制に関する懸念事項

原子力製品については、一般産業向け製品と比べ、法令要求を満足していることを証明するための図書、記録類が多く、作成に時間を要している。また、図書、記録類の保管期限も長く、保管要領、場所にも苦慮している状況である。特に、原子力向け製品の図書、記録類の中には、放射線透過試験時に使用するフィルムのように、一般産業向けでは取り入れられているデジタルフィルムが採用できない等があり、設備の統一、更新の弊害となっている。

バルブ製造（技術）に関する懸念事項

原子力製品においては実績が重視される傾向にあるが、製品開発の経緯や過去トラブル事例を含め技術を有している人材が減少してきている。これまで、技術の継承に関しては、プラント稼働、新設案件を主体とした OJT での取り組みを行ってきたが、プラント停止期間が長期化することで、原子力特有の弁に関して技術を有した人材の退職等により技術の継承が滞る懸念がある。なお、原子力特有の弁種を表 2.3.3-3 に示す。

表 2. 3. 3-3 岡野バルブ製造の原子力特有弁

原子力特有弁	弁の特徴
主蒸気逃がし安全弁	原子炉冷却材圧力バウンダリの過度の圧力上昇を抑えるため、主蒸気配管水平部に設置されている重要弁
VGL 電磁弁	弁グランド部漏洩処理系（VGL:Valve Gland Leakage, 弁グランド部からの漏洩する放射性流体を配管系にて系外への放出を防止する系統）に設置される電磁弁
フローレギュレータ	PLR ポンプのメカニカルシールパージラインに設置される、高差圧、低流量制御を目的とした流量調整器

バルブ製造（調達）に関する懸念事項

原子力プラント（BWR）の長期停止に伴う発注量減少により、採算性等の理由から既存機器サプライヤーの原子力からの撤退、製造中止が確認されている状況である。原子力特有の要求、品質管理を求められる材料に関しても、同様の状況である。

今後、プラント再稼働を考慮すると早急に代替製品の開発、検証が必要な状況であるが、現状では代替サプライヤーの選定や機器の開発へ投資することが出来ず、また、先行きが見えない原子力産業へ新たに参入しようとする企業は少なく、生産体制の維持に懸念がある。

現時点で、岡野バルブ製造として BWR プラントへの納入品（東芝納入プラント、日立納入プラントそれぞれ含む）の内、既に製造中止、または近々製造中止の意向である旨の連絡を受けている機器類が多数ある。

バルブ製造（製造）に関する懸念事項

原子力機器製造においては、製品の特殊性から製造においても対象製品に特化した技術が必要である。原子力製品に関しては作業マニュアルを設けているものの、マニュアルでは表現できない部分（勘どころ）もあり、場合によっては引退したOBの応援をお願いしている状況であるが、このような対応がいつまで継続できるか懸念がある。

バルブメンテナンスに関する懸念事項

バルブメンテナンス業務に従事している社員は、50歳以上が約35%を占めており、逆に20歳代は10%未満であることから、今後、工事量が増加した際、退職による熟年技能者が不足する懸念がある。また、自社の研修施設を活用した技術の継承を図っているが、研修施設では補えない部分もあり、メンテナンス技術の維持、継承に懸念がある。

また、原子力製品のメンテナンスに特化した機器、治工具類については、既に十年近く保管されたままのものもあり、経年的な劣化が確認されているが、今後の見通しが不透明な状況のため、機器、治工具類の点検・修理の目途が立っていない状況である。このため、定期的な状態の確認が出来ておらず、突発の工事対応に対応できない懸念がある。

(b) 平田バルブ工業の事例

経営資源に関する懸念事項

平田バルブ工業の東日本大震災前後の売上高と従事者員数の推移および従事者年齢構成を図 2.3.3-5 に示す。

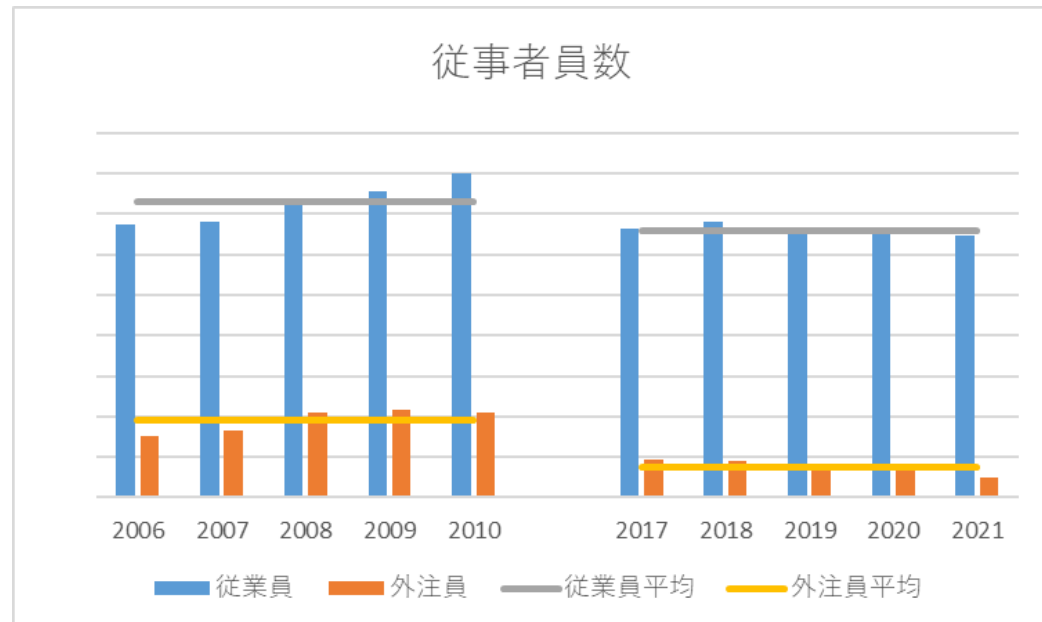
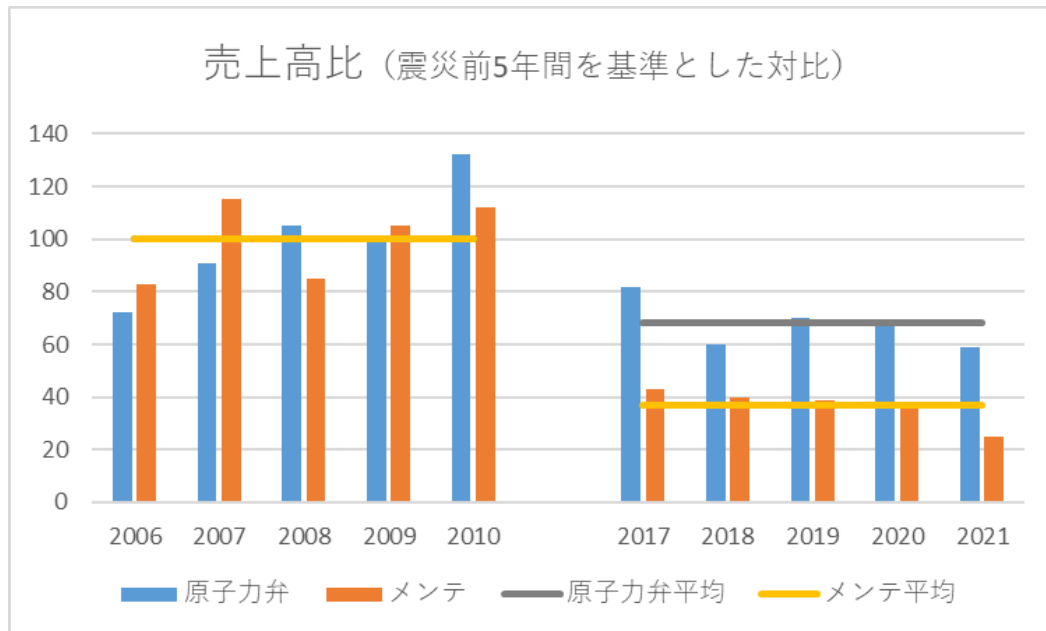
平田バルブ工業は、原子力発電所及び関連設備へのバルブ製造供給とそれらのメンテナンスをコア事業としており、現状として、原子力発電所の長期運転停止並びに新設計画の停滞等の複合的要因により、大震災前の 5 年間で現在から遡り近年 5 年間の売上げ比較では、近年は-44%に落ち込んでおり、内訳としてはバルブ事業で-32%、メンテナンス事業で-63%である。

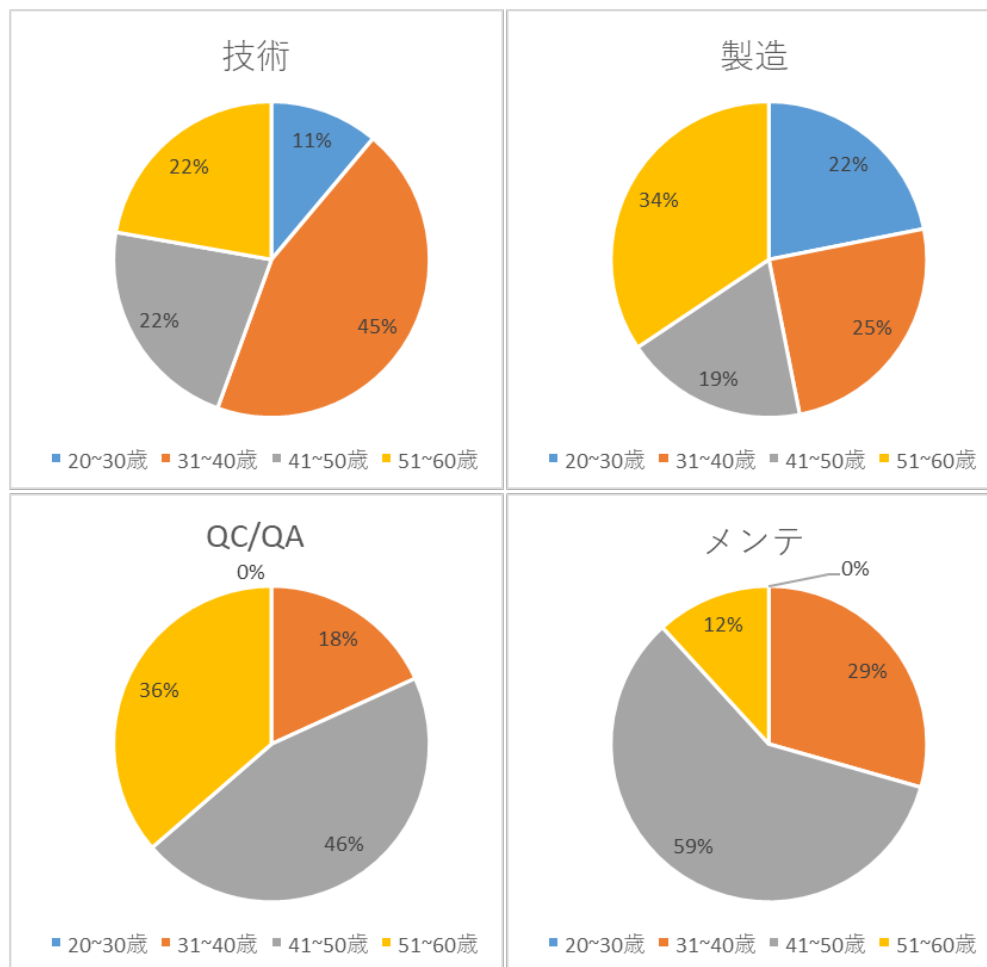
一方、従業員数にあつては、9%の減員となった。また、メンテナンス事業では、協力会社からの常駐員が、-60%の減員となっている。人員に関しては、バルブ事業では減員補充による人員確保を試みるも、原子力産業の停滞に伴い就業先として魅力が薄れている傾向にあり、更に中小企業は待遇面からも敬遠される傾向にあるため、応募者が非常に少ないか、年度によっては皆無であることも珍しくない状況である。メンテナンス事業では、受注案件の激減により員を抱える余力はなく、増員確保は困難な状況におかれている。また、人材の年齢構成からみると、ベテラン人材の高年齢層化が進んでおり、10 年先では多くの定年退職者が存在し、その次の直近世代でも同等の対象者が控えている状況である。

調達先、協力会社（以下、外注先という）も同様に、原子力関連の受注の機会が激減しており、原子力対応の体制を維持出来ないか、又は維持する必要性を持たないという外注先が多くあり、原子力離れの傾向にある。また、メンテナンス事業における協力会社（派遣元）では、雇員の常駐を解除されることにより、従業員を原子力以外の作業に従事させることに対応を余儀なくされ、現在ではその基盤下で営業を定着化していることもあり、原子力事業に回帰させることの難しさも懸念としてある。

設備面では、原子力用として特化された設備はなく、全事業用設備としての維持・更新を行っているため、懸念は現状ない。

図 2. 3. 3-5 平田バルブ工業の売上高と従事者員数の推移および従事者年齢構成





原子力規制に関する懸念事項

設備・機器等には法的規制を含め、従来から原子力特有の要求事例および、福島第一原子力発電所事故に伴って付加された新規制事項の一例として表 2. 3. 3-5 に示すものがあり、原子力設備・機器に対する要求がより厳しい条件へと変遷している状況にある。現状としては供給体制を弁サプライヤー並びにその外注先にて維持できているが、さらに厳しい条件へと変遷した場合、対応可能な外注先及び対象品がさらに限定され、将来的には対象製品等の調達が不可となることも懸念される。

表 2.3.3-5 原子力特有の要求事例

従来からの 原子力特有 の要求事例	・材料等の年度指定（必ずしも最新年度にあらず） ・記録類の要求が多く、提出量が多い ・記録フォーマットへの個別要求がある ・鍛錬成形比、素材ミルシート提出 ・力量評価書（サプライヤー担当者）の提出 ・計測機器トレーサビリティの提出（事前提出含む） ・耐放射線性を有する材料、機器の確保
新規制要求 の一例	・耐震条件の引き上げ（6G→20G） ・耐環境性の引き上げ（これまで 66℃の場所も 100℃、171℃に変更） ・事故時条件の追加（シビアアクシデント環境条件） ・耐水性要求の追加（水没しても性能維持の要求）

バルブ製造（技術）に関する懸念事項

新規制要求事項を除けば設計並びに製造の技術としては成熟しているものであり、いわゆる習熟製品として需要に応えられているため、バルブ製造における技術的な懸念事項はない。今後、革新型原子炉で新たな型式もしくは既存製品の改良ニーズがある場合には、積極的に対応する方針としており、原子力用機器の新規開発について前向きな姿勢である。

バルブ設計技術の維持・継承面においては、原子力分野に従事する場合、他産業技術者と比較して、原子力用製品の設計・技術に必要な基礎知識、応用知識を始めとして、客先毎の要求仕様の理解が必要であり、又過去の不適合事象の経験・知識も必要となるため、育成には業務経験を通した長期のスパンが必要となる。しかし、原子力産業の需要停滞により設計・製造の機会が少なく、人材育成において技術の維持・継承を困難にしている。

対策として、ベテラン技術者が個人のノウハウを可能な限り文章化して残すことに努めているが、限界があり、OJT の機会が少ないことが懸念事項として顕在化兆候がある状態である。

バルブ製造（調達）に関する懸念事項

外注先には、原子力用を主要事業としているところは殆ど存在せず、また、中小企業も多くあり、原子力特有の要求事項に対応できない場合も珍しくはない。加えて事業採算性の観点から原子力用以外を主体とする方針転換により、原子力特有の対応や供給継続を辞退（拒否）に向かう外注先もある状況である。特に調達の機会が少なり、さらには今後の需要予測も見通せないため、外注先への継続協力の要請も理解が得られず苦慮する実

態がある。直近事例として、AHB 電磁弁コイルの供給停止があるが、これは、受注量の大幅減少により安定供給に責任が持てなくなることと、結果として事業継続が困難となることからの経営判断である。なお、外注先には平田バルブ工業独自に認定制度を採用しており、仮に撤退となった場合に同品質の代替外注先を一から再選定するにはコストインパクトも去ることながら、新たに原子力認定対象として受諾するところが無いのが実情である。

機器・部品の調達面では、上記の通り原子力仕様を受入れる外注先が限定されるが為に代替サプライヤーの開拓も難しく、値上げ・長納期等の要求があれば認めざるを得ない状態となっている。

材料の調達面では、原子力産業の長期停滞により、原子力向けバルブ材料の生産は激減し、一般向け主体の生産体制に移行済みである。材料サプライヤーにあっては弁サプライヤーより規模の大きい企業も多くあり、対等な折衝が難しく、サプライチェーン維持にはプラントメカ等によるアプローチも必要な状況である。特に鋳鋼材サプライヤーからは、人材不足により原子力事業へ人材投入する余裕がないことや、原子力管理の負担が大きく生産性が低い（特に全面 RT 要求）ことから、原子力産業分野からの撤退の意向があり、鋳鋼材のサプライヤーに限られる状況であるため重大な懸念事項となっている。

バルブ製造（製造）に関する懸念事項

製造技術の維持・継承において、製造基準・要領書には表現できない作業ノウハウ（神経を尖らせて加工する箇所等）があり、主に OJT にて維持・継承しているため、原子力産業の需要停滞による原子力用バルブの製造機会減少により、製造上の問題発生に繋がる懸念がある。検査関係においても、原子力特有の要求仕様、規定、要領のみならず、検査者としての経験で目が鍛えられている部分があり、機会が継続しないことで、その目が失われていく懸念がある。

また、一例であるが外注にて加工しているゴムライニングや弁棒加工に関しては外注先が撤退した場合、内作への取り込みは不可能であるため、潜在的な懸念事項として挙げられる。

懸念事項とは異なるが、平田バルブ工業では、他社製造中止品の技術移管を積極的に受け入れている実績がある。技術移管の形態としては様々な例があり、以下記述する。

- ・ AZ 社との技術移管については、移管対象弁について全て同時に技術移管を実施する方式としたため、双方の労力をかなり要する作業となった。また、一部部品の供給は AZ 社に残したままとするなど、技術的に保持したい箇所については移管せず、その他は移管したという例である。
- ・ BZ 社との技術移管については、移管対象弁のリストのみ共有・合意しておき、顧客から問合せがあった場合に都度、その対象弁に対して技術移管を行う方法としている。

- ・CZ 社との技術移管については、直接のやり取りではなく、プラントメーカー主導にて必要な情報を移管し、代替品の共有を可能にする方式としている。C 社においてはノウハウを含むため、製造中止になるがすべての情報の開示はできないという主張があり、プラントメーカーが間に入ることで、技術移管を受け入れてもらい平田バルブ製として供給する方式とした。

バルブメンテナンスに関する懸念事項

技術の維持・継承面では、長期の稼働停止に伴い、メンテナンス関連に従事する機会が少なくなっている状態ではあるが、バルブ自体のメンテナンス技術に関しては、研修施設で習得が可能であり、平田バルブ工業においても自社でメンテナンス研修施設を保有している。ただし、原子力特有の現地作業環境（放射線管理区域下）を加味したメンテナンスには経験が必要と考える。

メンテナンスに必要な部品や治具の面では、調達に関する項と同様で現状維持が難しくなることが潜在的な懸念事項として挙げられる。

人材確保の面では、傭員の派遣元（協力会社）では、メンテナンス作業の激減により原子力設備作業員の維持が出来なくなっていることから、協力体制の構築には長期間を要すると考えており、重大な懸念事項として挙げられる。

(2) BWRの機器サプライヤーにおける課題のまとめ

前項の弁サプライヤーの懸念事項より、表 2.3.3-6 に示す課題を抽出した。それぞれの課題について緊急度および重大度より対策優先度として評価した。

代表 2 つの弁サプライヤーに対し調査した結果、保有設備や調達先の違いにより幅広い課題を抽出することができた。まず、バルブ設計、製造、メンテナンスの全ての事業分野に関して、受注量減による人材不足や技術継承の機会不足が共通の課題として抽出された。設備老朽化については、平田バルブ工業においては原子力事業以外の分野でも共通して使用しているため懸念点はなかったが、岡野バルブ製造では、原子力製品に特化した設備があり、受注の見通しが不透明なため更新の目途が立たない課題が挙げられた。原子力特有の対応による負担として記録類の多さについて両サプライヤー共に言及があり、自社で放射線透過試験（RT）を実施している岡野バルブ製造からは具体的にフィルムの共通化についての課題が挙げられた。材料調達については自社で鋳鋼設備をもつ岡野バルブ製造からは設備老朽化等の懸念が挙げられ、鋳鋼材を外部調達している平田バルブ工業からは、外注先の原子力分野からの撤退の懸念があり製品供給困難となる重大な課題として報告があった。機器調達においては原子力離れによる調達困難となっていることが両サプライヤーの共通の課題として抽出された。

表 2.3.3-6 BWRの機器サプライヤーにおける課題 (1/2)

No.	課題	概要	緊急度 ※1	重大度 ※2	優先度 ※3
1	人材不足 (高齢化、 確保難)	受注量減により新規人材の確保が滞っていたこともあり、人材の高齢化が顕在化しており、退職による熟年技能者が不足することが予想される。今後、BWR 再稼働にあたり、新規人材を獲得しようにも就業先として魅力が薄れているため難しい状況である。 また、外注先においても協力体制の維持が困難になっており、外部からの人員補充も見込めない状況である。	3	3	9
2	育成・技術継承の 機会不足	製造基準・要領書には表現できない作業ノウハウ（神経を尖らせて加工する箇所、検査者としての目等）があり、主に OJT にて維持・継承しているが、受注量減により技術継承が滞る。サプライヤーによっては自社研修設備だけでは補えない部分がある。	2	3	6

表 2.3.3-6 BWRの機器サプライヤーにおける課題(2/2)

No.	課題	概要	緊急度 ※1	重大度 ※2	優先度 ※3
3	設備 老朽化	サプライヤーによっては原子力用に特化した設備を持っており、受注見通しが不透明な状況であるため、設備の点検・修理の目途が立っていない。故障リスクが高まることで生産工程に影響を及ぼす可能性がある。	1	2	2
4	原子力特有 の対応による負担	放射線透過試験時にデジタルフィルムが採用できないことにより設備の統一、更新の弊害となっている。原子力設備・機器に対する技術的な要求がより厳しい条件へと変遷しており、記録の提出・管理が多く、対応可能な外注先及び対象品が限定され、調達性に影響が波及している。	2	2	4
5	調達困難 (材料)	サプライヤーによっては自社で鋳鋼設備を持っておらず、鋳鋼材サプライヤーからは、原子力事業へ人材投入する余裕がないことや、原子力管理の負担が大きく生産性が低い（特に全面 RT 要求）ことから、原子力産業分野からの撤退の意向があり、材料調達困難による供給不可もしくは長納期化・コストアップとなる。	3	3	9
6	調達困難 (機器)	発注量減少により、採算性等の理由から既存機器サプライヤーの原子力からの撤退、製造中止が確認されており、一方、先行きが見えない原子力産業へ新たに参入しようとする企業や原子力認定対象として受諾する企業がないため、代替サプライヤーの開拓が難しく、長納期化・コストアップの要求があれば認めざるを得ない状態となっている。製造中止品に対しては、早急に代替製品の開発、検証が必要な状況であるが、現状では代替サプライヤーの選定や機器の開発へ投資することが出来ず（投資回収計画の見通しがたたないため）生産体制の維持に懸念がある。	3	3	9

※1 緊急度：既に顕在化している課題を 3、顕在化兆候のある課題を 2、将来的な課題を 1 として評価した。

※2 重大度：製品供給やサービス提供が不可能となる課題を 3、納期やコストに関わる課題を 2、製品供給やサービス提供には関わらない課題を 1 として評価とした。

※3 優先度：優先度＝緊急度×重大度とした。

(3) BWRの機器サプライヤー維持に向けた施策案

前項の課題に対し、サプライチェーン維持に向けた具体的な施策案を表 2.3.3-7 に提案する。サプライヤー内で実施可能な施策、サプライチェーン内で実施可能な施策、国の主導が必要な施策のいずれかをそれぞれの課題に対して検討した。

なお、全ての課題の根本原因は受注量の減少であるため、早期再稼働、プラント新設により発注量を増やすことや、再稼働時期や定検時期のロードマップの明示などが最大の対策となるが、その他に有効と考えられる施策案を挙げた。

表 2.3.3-7 サプライチェーン維持に向けた具体的な施策案(1/3)

No.	課題	施策案
1	人材不足 (高齢化、 確保難)	<u>サプライヤー内で実施可能な施策案</u> ・ DX を活用した省人化 ・ 人材の最適配置、計画的な人材採用 ・ 業務ローテーションによる少人数でも対応可能な経験の機会増強 <u>サプライチェーン内で実施可能な施策案</u> ・ 定検期間の重複を避け、期間ごとの必要人員の偏りをなくす ・ 代表メーカーへの弁検集約による効率化 ・ 診断装置活用による省人化、点検物量低減 ・ サプライチェーン内での流動的な人材移動 <u>必要な施策案</u> ・ DX を活用した省人化の取り組みに対する支援 ・ 診断装置活用による省人化の奨励、開発支援 ・ 原子力産業分野の現地作業員に対する直接的な賃金支援による人員増強（ガソリン価格支援の例のように）
2	育成・技術 継承の機会 不足	<u>サプライヤー内で実施可能な施策案</u> ・ マニュアルでは残せない部分に対して、仮想現実（VR）を活用した育成・研修プログラムの開発・充実 <u>サプライチェーン内で実施可能な施策案</u> ・ サプライチェーン内での流動的な人材移動 ・ 技術交流会やナレッジシェアリングの実施 ・ 予備品としての定期購入による OJT の機会創出 ・ 技術伝承ハンドブックの刊行 <u>必要な施策案</u> ・ プラント全体を模擬した研修設備の設置や廃炉プラントを活用した研修設備の設置等、原子力産業に携わる企業が合同で活用できる設備の開設

表 2.3.3-7 サプライチェーン維持に向けた具体的な施策案(2/3)

No.	課題	施策案
3	設備老朽化	<u>サプライヤー内で実施可能な施策案</u> ・ 新型炉納入品や新規開発品の国プロ補助提案に合わせて試験設備や製造設備の更新を含め支援提案 <u>サプライチェーン内で実施可能な施策案</u> － <u>必要な施策案</u> ・ 設備更新支援（新型炉納入品や新規開発品の補助に合わせて試験設備や製造設備の更新を支援）
4	原子力特有の対応による負担	<u>サプライヤー内で実施可能な施策案</u> ・ DX 等の省力化 <u>サプライチェーン内で実施可能な施策案</u> ・ 設計仕様の見直しによる、過剰要求仕様の引き下げ ・ 過剰な記録の提出は不要とし、サプライヤー内保管にて対応してもらう ・ RT フィルムの例のように記録類の規定について一般産業品と管理共通化を認可(JSME による認可) <u>必要な施策案</u> ・ RT フィルムの例のように記録類の規定について一般産業品と管理共通化を奨励
5	調達困難(材料)	<u>サプライヤー内で実施可能な施策案</u> ・ 鍛鋼材の利用検討 <u>サプライチェーン内で実施可能な施策案</u> ・ 鋳鋼材サプライヤーに対し、継続対応の申し入れ ・ 全面 RT 要求について設計仕様の見直しによる要求仕様引き下げ ・ RT 設備、補修技量を充足に整えた原子力用鋳鋼材を供給できる共同体（既存サプライヤーの協力）の設立と運営実現による安定供給 <u>必要な施策案</u> ・ 原子力用鋳鋼材を供給できる共同体の設立の支援

表 2.3.3-7 サプライチェーン維持に向けた具体的な施策案(3/3)

No.	課題	施策案
6	調達困難 (機器)	<u>サプライヤー内で実施可能な施策案</u> ・代替品開発についての支援 ・一般産業品の原子力転用（第3者に支援いただき、自社にて検証試験を実施） <u>サプライチェーン内で実施可能な施策案</u> ・機器サプライヤーに対し、継続対応の申し入れ ・製造中止品の移管先の選定 ・予備品としての定期購入による受注量確保 <u>必要な施策案</u> ・代替品開発費用支援 ・一般産業品の原子力転用に係る検証費用支援 ・一般産業品の原子力転用に係る検証結果の取り纏め、データベース化（データベースにある機器として他サプライヤーも発注しやすい環境の整備／当該の供給機器サプライヤーとしては間口が広がることで、供給継続がしやすくなる）

2.3.4 主要な具体的な施策案

実事例から抽出された事例分類に対し、具体的な施策案の検討を行った。また、一次冷却材再循環（PLR）ポンプおよび弁を代表例として、代表サプライヤーにサプライヤー維持に向けた検討（課題抽出、施策案等）を行った。これらの結果を集約した結果、以下の主要な施策案を行うことで、サプライチェーン維持に繋げていくものと考えられる。

(1) 人材不足（高齢化・OJT不足・新規採用無）、人材補充の停止への対応

BWRプラントが10年以上停止している最中、定期的な点検作業等の業務が途絶えていたこともあり、サプライヤーにとっては、作業員の高齢化や技術継承を行う機会が乏しく、人材不足に繋がる状況が発生している。これらに対応する以下の主要な施策を行うことが必要と考えられる。

a. 作業機会を補う訓練機会を創出

訓練設備の設置や、仮想現実（VR）等を活用することで、作業機会を補う訓練機会を創出し、技術継承を促進する。

b. 長期保守契約や確度の高い業務計画の提示

長期保守契約や確度の高い業務計画をサプライヤーに提示することで、将来の需要や業務量を明確化することで計画的な人材補充・育成が図れるようにする。

c. サプライヤーに対する原子力の将来性に関する理解活動

原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけとして、サプライヤーに対し、原子力の将来像（政府方針、新增設の見通し等）を説明する等、理解活動が行われることで、計画的な人材補充・育成が図れるようにする。

(2) サプライヤー撤退リスクへの対応

新增設案件や既設プラントのメンテナンス、リプレース等の計画が明確にならない中、サプライヤーによっては事業継続に必要なボリュームの業務が確保できないといった理由や、原子力関連品目の発注量減少、不明確な将来展望等により、原子力事業からの撤退する事例が発生している。このようなサプライヤーの撤退にあたっては、今後のプラント運営に支障が発生しないよう、以下の代替手段や予防策の検討を行っていくことが必要と考えられる。

d. 特別生産による予備品の確保／他プラントからの部品の融通

撤退前にサプライヤーに特別に生産を依頼する事にて予備品を確保、もしくは廃炉プラントなど、他プラントから部品などを融通する事にて予備品を確保する。

e. 代替サプライヤーによる生産継続

撤退するサプライヤーから設備情報を取得し、代替サプライヤーを選定し、生産継続を図れるようにする。

f. 3Dプリンタの活用による代替調達手段確保

代替サプライヤーによる生産継続の他、3Dプリンタを活用する事にて、撤退するサプライヤーにて供給していた部品等について、代替調達手段を確保する。

g. 一般産業品の採用範囲拡大（CGD（Commercial Grade Dedication）の活用）

原子力特有の品質要求が負担となり、サプライヤーが原子力事業から撤退するケース見られている。一般産業品を適用拡大することで、サプライヤーの負担軽減が図れることや、一般産業品としての生産量が確保できることから、安定した供給体制を維持しやすくなること、更にはサプライヤーの選択範囲も広がることとなり、サプライヤー撤退リスクが軽減できる可能性がある。今後これらの適用を検討していくべきものと考えられる。

h. 予備品保有の仕組み構築検討

単にサプライヤー撤退に備えた予備品確保という流れに加えて、効果的な予備品保有の仕組みを構築することで、サプライヤーにとって定期的な予備品供給の機会が得られることや先行きの業務計画が明確になることで、サプライヤー撤退リスクが軽減できる可能性があり、今後これらの適用を検討していくべきものと考えられる。

上記のように、サプライヤー維持のための各施策を記載したが、この内、一般産業品の採用範囲拡大（CGDの活用）と予備品保有の仕組み構築については、大きな効果が望める可能性もあり、2.3.5、2.3.6にて詳細を記載する。

2.3.5 CGD の有効活用と活用促進の具体的提言

主要な具体的施策案として、原子力製品に対して一般産業用工業品を原子力仕様品にグレードアップする制度（CGD）の採用を挙げている。ここでは、以下に示すように CGD について、一般社団法人 日本電機工業会（JEMA）の「一般産業用工業品採用のガイドライン」に沿って、現実的な対応プロセスについて考察し、検討した。

（１）一般産業用工業品を採用するまでの全体プロセス

国内では、「一般産業用工業品採用のガイドライン（2022 年 10 月 1 日）（以下、CGD ガイドラインと称す）」が「一般財団法人 日本電機工業会（JEMA）」より制定されている。

CGD ガイドラインでは、一般産業用工業品を採用するまでの全体プロセスが、図 2.3.5-1 に示されている。

この全体プロセスでは、以下の 5 つの方法が示されており、それぞれの方法毎に具体的な手順（標準フロー）も解説されている。

- 方法 1：評価試験・検査・分析手法
- 方法 2：供給者管理要領調査手法
- 方法 3：供給者プロセス立会調査手法
- 方法 4：実績評価手法
- 方法 5：2 つ以上の方法の組合せ

国内で CGD を適用していくためには、顧客・採用者・供給者の中で、上記の適切な方法を検討していくとともに、方法を採用するための費用対効果も踏まえて、最適な方法を検討していく必要がある。

（２）顧客・採用者及び供給者との関係

前項の全体プロセスの方法 1～方法 3 については、採用のための検証が、採用者及び供給者へ大きな負担となり、採用者と供給者は、その採用に躊躇する可能性がある。

また、方法 1～方法 3 は、採用者と供給者に対して多分に費用の分担が大きくなる可能性が高い。

一方で、全体プロセスの中で、方法 4（実績評価）は、採用が容易な可能性が高いとともに、採用者と供給者に対して多分に費用の分担が、さほど大きくならない可能性が高い。

以下に原子力品供給における顧客、採用者及び供給者との関係を示す。

（図 2.3.5-2 と 2.3.5-3 による。）

今後は、これらの方法について、適切な方法を検討していきたい。

本件は、バルブメーカーの具体的な施策案においても「一般産業品の原子力転用に係る検

証費用支援」ということで提案されている。

顧客・プラントメーカー・サプライヤーが協力しながら、国内での適切な CGD の仕組みを検討していく必要がある。

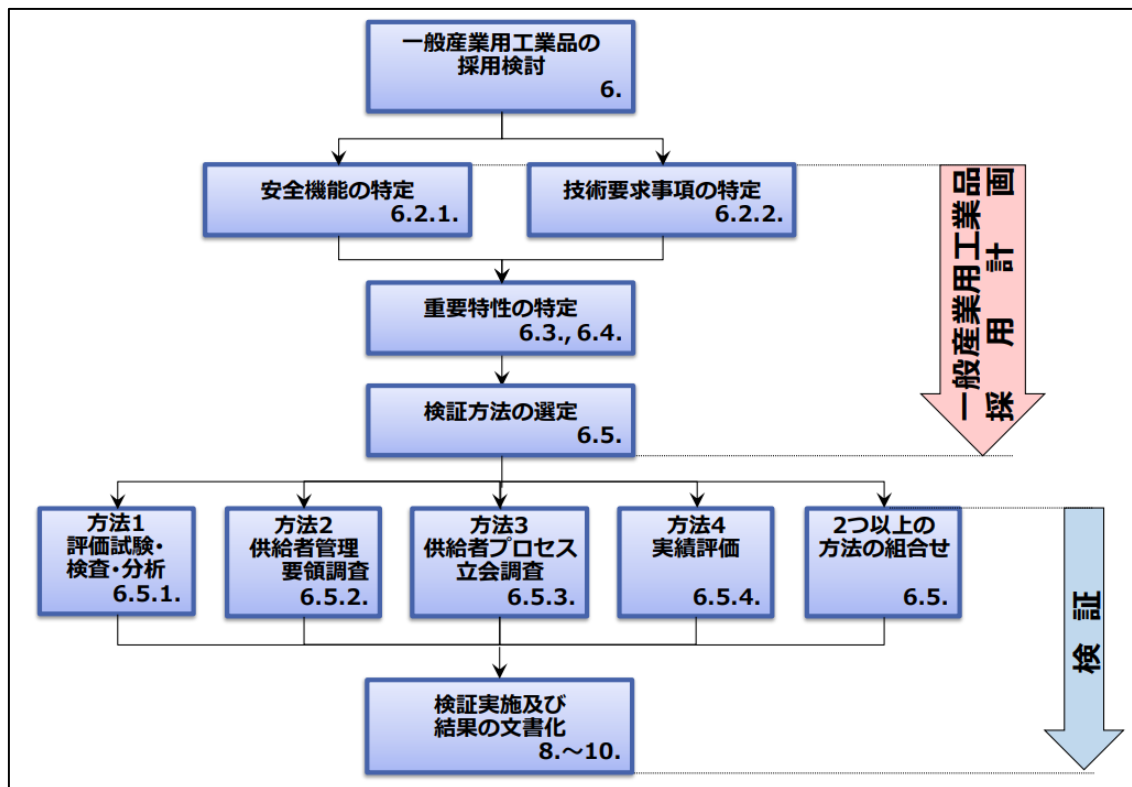


図 2.3.5-1 一般産業用工業品を採用するまでの全体プロセス

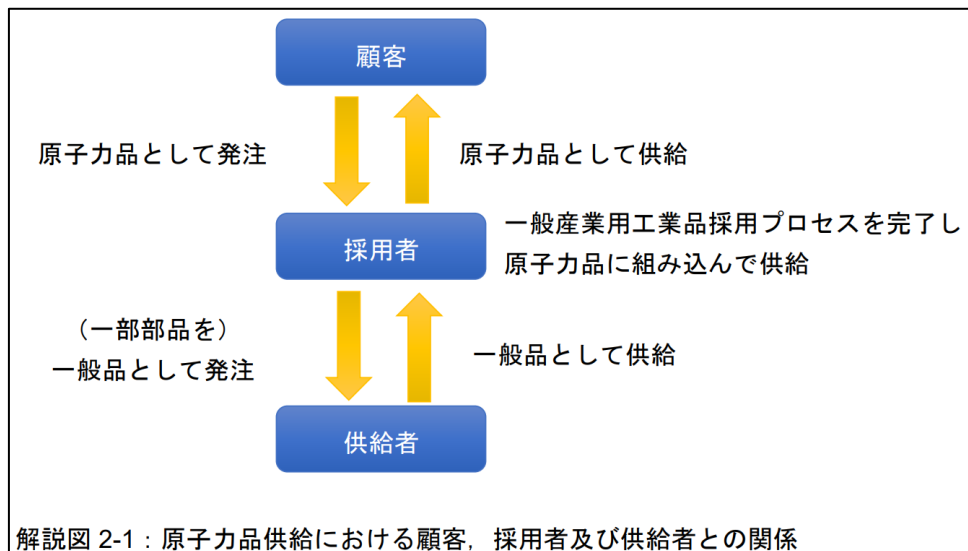


図 2.3.5-2 原子力品供給における顧客、採用者及び供給者との関係

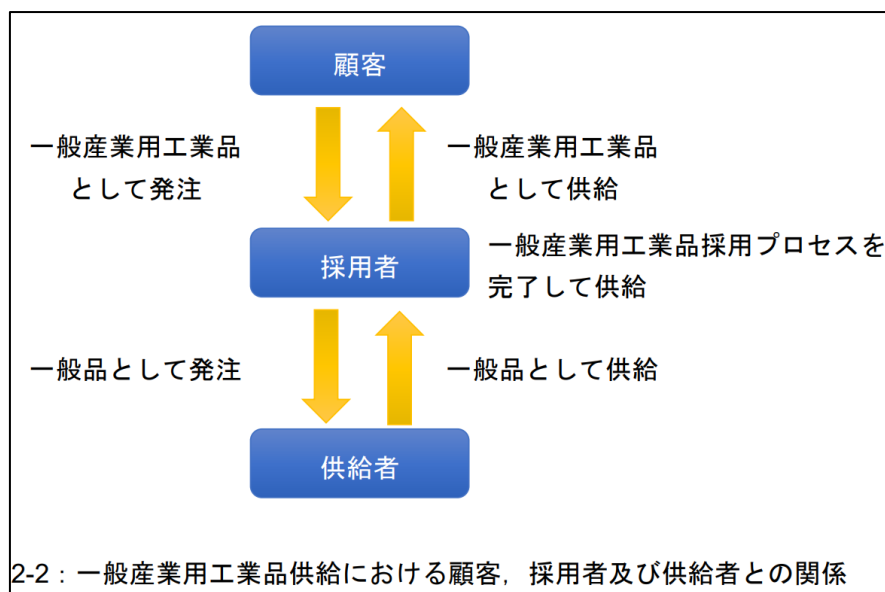


図 2.3.5-3 一般産業品供給における顧客、採用者及び供給者との関係

- (3) バルブメーカーからは、CGD 採用に期待している等の施策が提言されていることより、試験的な運用（試運用）についての検討を開始したい。
- 以下に、JEMA の CGD ガイドラインから CGD 採用のためのプロセスの具体例を示す。
 (図 2.3.5-4 方法 4（実績評価）の標準フロー)

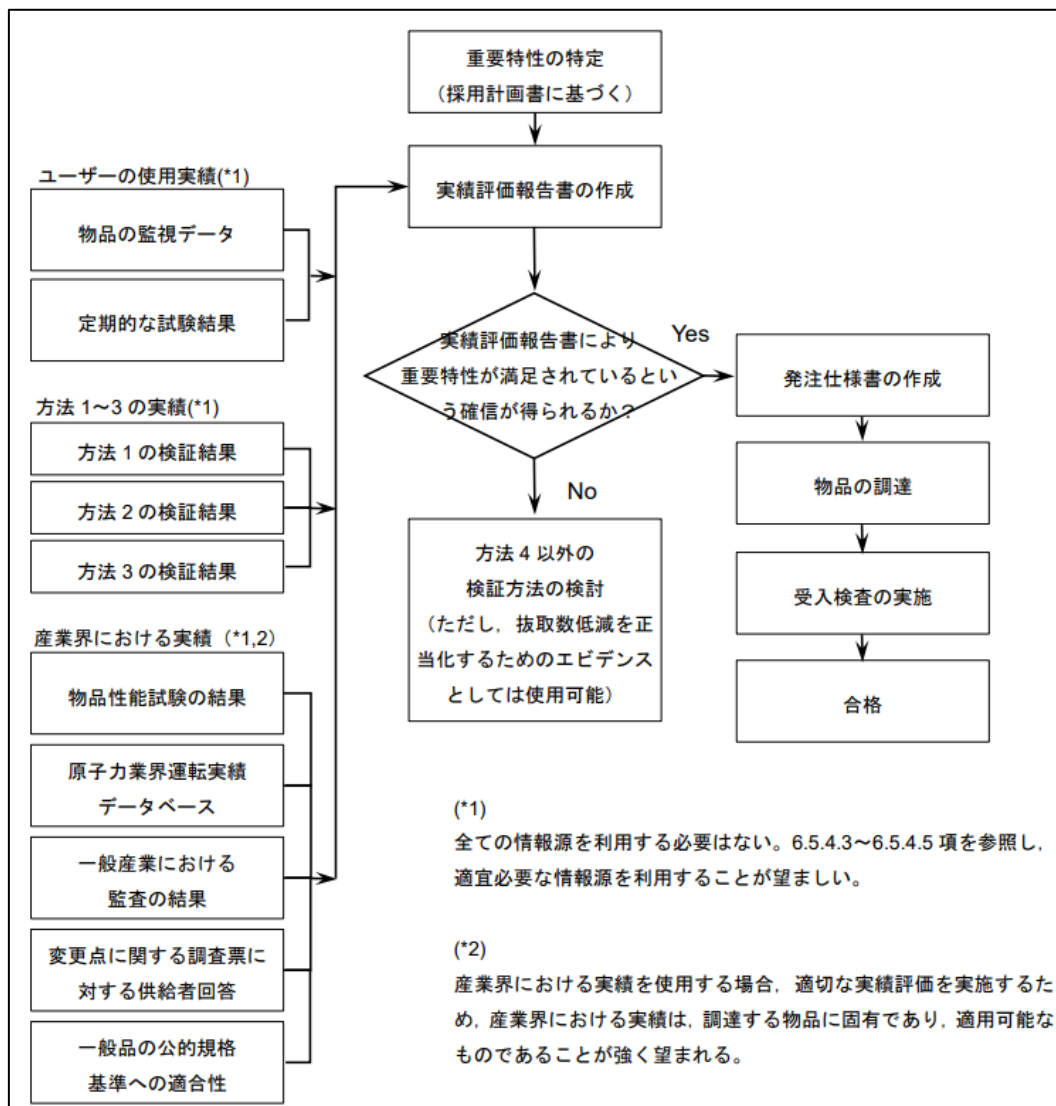


図 2.3.5-4 方法 4（実績評価）の標準フロー

(4) これらを踏まえて、CGD 採用のための費用負担が低減でき、採用者及び供給者の採用を容易にする方法の適用を検討する。

CGD 採用のために試験・検証・認証等が必要になり、そのために、採用者及び供給者に費用の負担が発生する場合は、電力・採用者及び供給者の共同により、検証費用等の分担の方法を検討する。

2.3.6 予備品の有効活用について

主要な具体的施策案として、予備品保有の仕組み構築を挙げている。原子力製品に対して機器の調達が困難になることを想定して、予備品としての定期購入による受注量確保はサプライヤーにとって望ましい状況となるが、予備品を有効活用するための仕組みを構築する事にて更に効果的なものにできる可能性がある。

ここでは、「サプライヤー」と「原子力発電プラント運用」の各々の観点から予備品の有効活用における課題を踏まえて、その対策について検討する。

(1) サプライヤーの根本的な課題

- ①現在の一次サプライヤーの根本的な課題には、再稼働が少ない中で受注量が減少している。
- ②二次以下のサプライヤーの撤退及び代替メーカの発掘が困難で、機器・部品の調達が困難となっている。
- ③機器を製造する上での部品の調達のリードタイムが長期化しており、顧客にご迷惑を掛けている。

(2) サプライヤーの根本的な対策

受注量を一定の期間確保するためにも「予備品としての定期購入による受注量確保」を検討する。

- ①機器・部品の調達が困難な中での対策として予備品の確保を提案している。
- ②調達リードタイムの長期化の対策としても予備品の確保が効果的である。

(3) 発電プラント運用における課題

- ①既に保有している予備品の有効活用。
- ②予備品の購入には比較的大きな投資が必要なケースもあることから、予備品を所持するメリットが万一のトラブル対応のためだけでは投資に踏み切る判断が難しい。
- ③個々のプラントで網羅的に予備品を所持することは投資面での負担が大きく、予備品の保管場所も課題となる。

(4) 発電プラント運用における対策

①予備品保有情報の共有と融通：

予備品保有情報を共有し、必要に応じて融通し合える枠組みの構築を検討

②プラント運用面での付加価値を持たせる等、他の効果も加えた予備品の保有検討：

予備品入替方式による定検短縮、運転中の予備品点検による作業負荷平準化等、運用面での付加価値を含めた予備品保有の仕組み検討

③共同予備品保有の枠組み適用検討／海外の既存の枠組みの利用検討：

海外事例で見られるようなシステムティックな枠組みの国内適用もしくは海外の既存枠組みへの参加等について、必要性等の検討

2.4 検討を通じての考察

2.3.4で「主要な具体的な施策案」を列挙したが、これらの施策案について考察する。

まず、実事例に対する要因では、BWR プラントが10年以上停止によるメンテナンス機会喪失、新設プラント計画が明確でない中、サプライヤーでの人材育成や機器の製作機会が少なく、事業継続が困難となっていることが直接的な課題となっている。そのため、これらのケースに対する「対処策」としては、不足している「機会」を創出することが根本的なものとなるが、明確な再稼働や新設が見えておらず再稼働後も暫くはプラント数が大幅に減少している BWR プラントに携わっているサプライヤーに対しては、訓練設備やVR（仮想現実）を用いた疑似的な「機会」を活用することや、数少ない実機での製造・サービスの「機会」を最大限に活用できるよう、タイミングを合わせた人材雇用や育成プランを計画的に行っていくことが重要となる。

一方、原子力の将来展望への不安や、不採算といった理由で経営判断としての撤退に繋がっている要因もあり、併行して改善していくこともサプライヤー維持の観点として重要と考えられる。撤退の判断に至ったサプライヤーの中には、事業判断をする上で十分な情報量が得られていない状況で「不明確＝リスク」として結論を出さざるを得なかった企業も少なくなかったのではないかと推測される。今後、同様な理由によって必要以上の撤退が繰り返されないようにするためには、サプライヤーに対して現在の状況や今後の見通し（予見性）をしっかりと提示することが重要となる。今後の見通しを示す上で最も効果的な手段は「長期保守契約」等の将来的なビジネスに直結する取り決めに締結することであるが、そのレベルの取り決めまでできなくとも、説明会等を開催して原子力事業の動向を共有するだけでもサプライヤーが不安に駆られず、より正しい判断を行う一助になるものと考えられる。

上記のような情報共有を通じたサプライヤーへの将来計画や機会といった予見性の提示についてはプラントメカ、サプライヤーとして対処できる施策を進めていくが、国からの原子力の将来展望に対する前向きな情報発信が、経営判断に影響するような事例も見られており、今後も継続的に情報発信があることが望ましいと考えられる。

次に、サプライチェーンの維持、引いてはサプライチェーンリスクが原子力発電プラントの運用へ与える影響を緩和・低減するためには、現存のサプライヤーを維持する観点だけでなく、万一そのサプライヤーからの製品やサービスの提供が受けられなくなった場合でも、代替サプライヤーの選定が容易にできる環境を整備しておくことや、その提供停止が直ちに原子力発電プラントの運用に影響を与えないような措置を予め講じておくことも重要と考えられる。

前者の「代替サプライヤーの選定が容易にできる環境整備」に対してはCGDによる一般産業品の適用拡大が有効と考えられる。今回実施した「2.1 国内外の事例調査」でも挙げた米国 Curtiss Wight 社のデディケーションサービスに該当する仕組みが日本国内でも一

一般的に普及すれば、これまで代替候補として扱うことのできなかったサプライヤーや製品がその選択肢に入れることができるようになり、サプライチェーンのレジリエンス強化に繋げることができる。CGDについては、近年、一般社団法人 日本電機工業会（JEMA）によってガイドラインが制定され、日本国内での適用に向けた準備が整いつつある。

後者の「原子力発電プラントの運用に影響を与えないような措置」に対しては「予備品化」の施策が有効と考えられる。予備品が確保されていれば、当該製品が供給されなくなった場合でもその予備品を使うことで当座の対応が可能となり、原子力発電プラントの運用への影響が時間的に緩和される。また、予備品化することでサプライヤーに当該設備の製造機会が創出され、経営面での収益が発生するだけでなく、技術力の維持・継承、人材の育成に繋がるため、影響緩和だけでなくサプライヤー撤退リスクの低減にも寄与することが期待できる。予備品化の施策を進める上ではサプライヤーの意見も取り入れることでより高い効果が期待できるものと考えられる。

尚、予備品化に当たっては、通常の保守・点検において使われる頻度の高い部品に関しては比較的容易に実現できる見込みがあるが、通常の保守・点検では使わず、当該設備の故障や外的要因で損傷した場合のみ必要となるものについては、予備品化のために大きな投資をすることがためられる場合が多い。そのようなケースにおいては、その設備を予備品化することで別のメリットが得られる工夫ができると投資に対する難易度を下げることができる。例えば、プラントの定検時に機器そのものや大型部品を予備品と一式入替える方式でメンテナンスを行うことによって定検期間が短縮できるメリットを享受することができるし、現在検討中であるプラント運転中の設備点検（OLM：On Line Maintenance）を予備品との入替え方式で実現することができれば、定検期間の短縮だけでなく保守・点検作業の負荷平準化や OLM 期間の短縮を含めたメリットを得ることが期待できる。このようなプラント運用に副次的な付加価値をもたらす予備品化を検討し、実現することができれば、対象となる機器・部品の範囲が広まり、サプライチェーンリスクに対する原子力プラントへの影響緩和が促進され、サプライヤーの撤退ポテンシャル低減にも大きく寄与すると考えられる。

ここまで、実機に代わる疑似的な機会創出を始め CGD や予備品化など幾つかの対処策・予防策について考察したが、これらの施策を実行する上でサプライヤーにおいても経済的な負担が発生することは明らかである。一方、経営面で撤退を検討せざるを得ないような状況にあるサプライヤーにとって、追加の投資をしてまで原子力事業に踏みとどまる判断をすることは難しく、このような構図がサプライヤー撤退の誘因（Contributing Cause）になっているものと考えられる。そのため、施策の実行に当たっては、これらの経済的負担に対する手当についても合わせて考慮する必要がある。一般にプラントメーカーとサプライヤーの契約関係においては、サプライヤーの資産となる部分へのプラントメーカーからの手当は難しく、この部分への手当は何らかの外部出資による「支援」の形で取られること

が望ましい。今後は上記で考察した幾つかの施策案とこれらの支援の効果的な組み合わせを検討し、原子力発電プラントを支えるサプライヤーが事業継続できる仕組みを整備していくことが重要である。

3 結論（まとめ）

本事業において、2.1 項では原子力産業のサプライチェーン維持を目的とした国内外の取組みに関する事例調査を行い、国内 BWR のサプライチェーンへの適用可否や、適用する場合の課題等について検討した。その結果、海外の各国において、サプライヤー情報の発信、スペアパーツの在庫情報管理、デディケーションサービス等、ユーザー、プラントメーカー、サプライヤー夫々がメリットを有する仕組み、活動がなされていることが分かり、今後、国内のサプライチェーン維持のためにも、他国のような各種情報共有、部品供給等の活動を円滑に進められる体制、枠組整備について協議していく必要性が確認できた。

2.2 項ではサプライヤーの撤退理由・形態や製造中止品の機種の特徴などからカテゴリーを分類し、カテゴリー別に対応方法のパターンを検討した。その結果、ATENA ガイドラインの対応策に加え、以下の「対処策」「予防策」が抽出できた。

<対処策>

- ATENA ガイドラインに示される対応策の取り込み（在庫品等の確保、特別生産、他の機器部品の活用、リバースエンジニアリング等）
- 人員補充、教育・訓練等を行える機会の創出、仕組み構築
- 代替サプライヤーの発掘

<予防策>

- 長期保守契約等、継続的な業務機会創出、仕組み構築
- 原子力に対する投資意欲への転換に繋がる働きかけの検討
- 原子力特有の品質要求緩和による負担軽減
- 予備品確保の仕組み検討

2.3 項～2.4 項では 2.2 項で抽出した対応方針について、PLR ポンプと弁を事例に挙げながら具体的な体制・施策案を検討し、実施に向けて必要な準備や課題を整理した。その結果、以下の具体的な施策案を抽出した。

<人材不足（高齢化・OJT 不足・新規採用無）、人材補充の停止への施策案>

- 作業機会を補う訓練機会を創出
- 長期保守契約や確度の高い業務計画の提示
- サプライヤーに対する原子力の将来性に関する理解活動

<サプライヤー撤退リスクへの施策案>

- 特別生産による予備品の確保／他プラントからの部品の融通
- 代替サプライヤーによる生産継続
- 3D プリンタの活用による代替調達手段確保

- 一般産業品の採用範囲拡大（CGD（Commercial Grade Dedication）の活用）
- 予備品保有の仕組み構築検討

これらの施策案の中で、「CGD」と「予備品化」については現状のサプライチェーン維持だけでなく、万一サプライヤーが撤退した際に代替サプライヤーの選択肢が広がることや、プラント運用への影響が緩和できるメリットがあること、更に「予備品化」には定検短縮や合理的な OLM の実現などの付加価値に繋がることも期待できることから有望な手段と考えられ、今後も検討を継続する必要がある。

最後に、これらの施策案の実行に当たっては、サプライヤーに発生する経済的負担への「支援」についても配慮する必要があり、施策案と支援の効果的な組み合わせを検討し、原子力発電プラントを支えるサプライヤーが事業継続できる仕組みを整備していくことが重要である。

－ 以 上 －