

令和3年度 原子力の利用状況等に関する調査 (国内外の原子力産業に関する調査)

報告書

2022年3月

一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

目次

第1章 国内原子力産業	
1.1 機器・サービス別に見た原子力産業の構造	3
1.2 企業の業績と戦略	8
1.3 日本の原子力産業の特徴	172
第2章 海外原子力産業	
2.1 国別政策・産業動向	
(1) 米国	179
(2) 英国	203
(3) フランス	220
(4) ドイツ	238
(5) 韓国	248
(6) カナダ	261
(7) ロシア	275
(8) 中国	283
2.2 国際原子力産業サプライチェーン	295
2.3 企業の業績と戦略	301
2.4 国際原子力産業のサプライチェーン分析	422
第3章 日本の原子力産業基盤強化に向けた課題	429

はじめに

本報告書は、（一財）日本エネルギー経済研究所が経済産業省より受託して実施した「令和3年度原子力産業基盤強化事業（国内外の原子力産業に関する調査）」に関する最終報告書である。

本調査の目的と実施内容は以下の通り。

目的：近年の原子力産業における事業環境の変化、及び今後の展望を踏まえ、原子力産業の基盤を支える優れた技術を有する企業への可能な支援策を検討するとともに、原子力産業の維持・強化に関わる政策立案への貢献を目指す。

全体像：

（１）国内原子力産業の分析・調査

- ①対象企業の選定
 - ・ 原子力産業マップ
- ②産業界の現状
 - ・ 近年の事業環境を踏まえた経営戦略
 - ・ 供給途絶の可能性及び対策
 - ・ 技術と人材の維持・継承

（２）海外原子力産業の分析・調査

- ①対象国の選定
 - ・ 原子力開発・利用動向、国際エネルギー情勢
- ②原子力政策動向
 - ・ 規制動向
 - ・ 技術開発支援
 - ・ サプライチェーン支援等

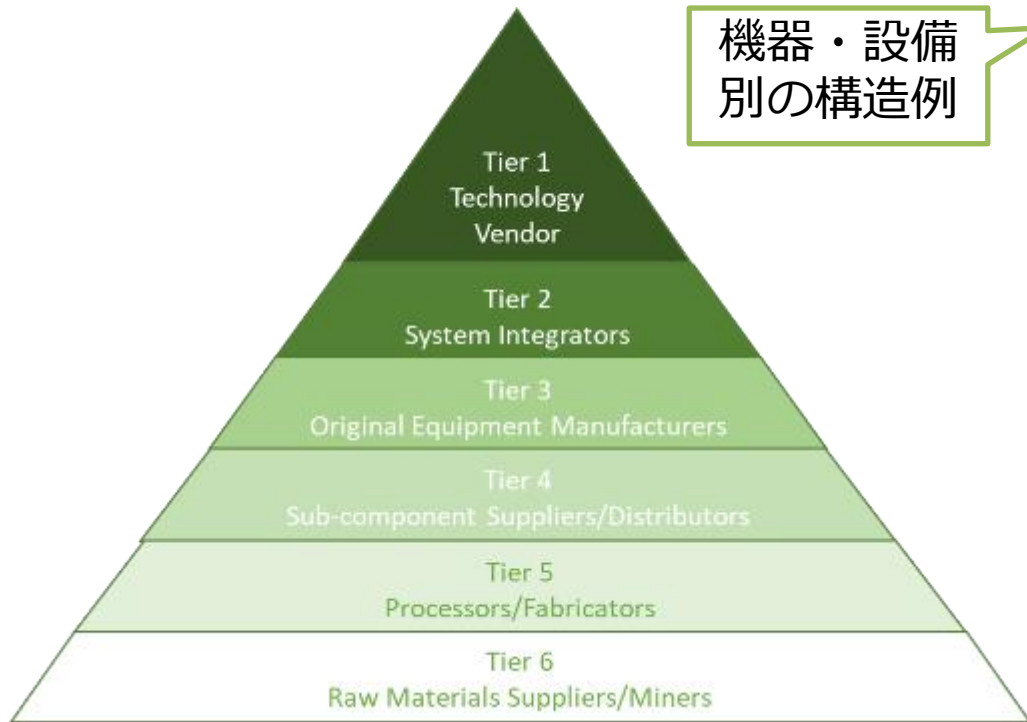
（３）日本の原子力産業基盤強化に向けた課題

- ・ 主要な機器・サービス別国内外企業の比較
- ・ 国内企業の優位性、課題等
- ・ 競争力強化や課題克服に必要な施策

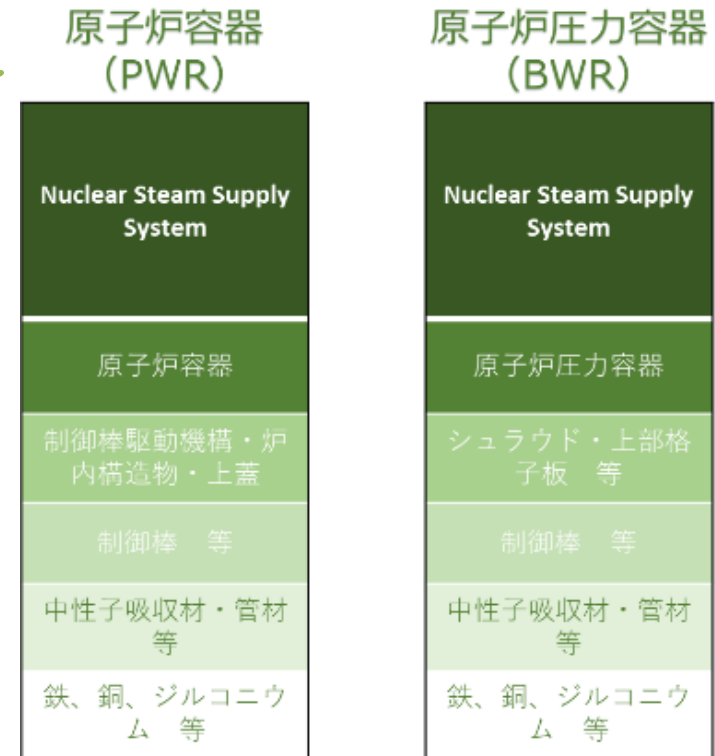
1. 国内原子力産業

1-1. 機器・サービス別に見た原子力産業界の構造 (1) 原子力サプライチェーンの構造

図表1-1 サプライチェーン構造図（全体）



図表1-2 サプライチェーン構造図（原子炉容器）



- Tier 1: オペレータとEPC契約し、原子炉系統をはじめとするプラントの主幹系統を構築する。炉型概念設計者でもあることが多い。
 Tier 2: EPC契約者のもとで原子炉系統など主幹系統の主要設備を供給。Tier 1のEPC契約者が内製することが多いが例外もある。
 Tier 3: 主要設備の構成品をOEM(*)が供給。これもTier 1のEPC契約者が同時にOEMとなっている場合が多く、設備リブレース市場ではこのようなベンダー兼OEM間での競争が繰り広げられている。
 Tier 4: 管類・タンク類の胴体部分・チューブ類・鋼線など、Tier 3の構成品の素材となる部品を供給。多くは原子力専門ではない。
 Tier 5: 合金、鋼板、特殊鋼など部品の鋼材を供給。
 Tier 6: 鋼材や部材の原料を供給。

(*) OEM Original Equipment Manufacturer

出所) World Nuclear Association, “The world Nuclear Supply Chain; Outlook 2040” より作成

1. 国内原子力産業

1-1. 機器・サービス別に見た原子力産業界の構造 (1) 原子力サプライチェーンの構造

機器・設備別のサプライチェーン構造例（続き）

図表1-3 サプライチェーン構造図
(燃料集合体、PWR/BWR)

Nuclear Steam Supply System	
燃料集合体	
燃料棒	支持構造物
ペレット、スプリング、被覆管 等	支持格子板、上部ノズル 等
二酸化ウラン、六フッ化ウラン、ジルカロイ 等	ステンレス鋼、特殊合金 等
ウラン鉱、ジルコニウム 等	鉄、銅、ニッケル 等

図表1-4 サプライチェーン構造図（原子炉冷却系の循環設備/原子炉冷却系再循環設備、BWR）

Nuclear Steam Supply System	
燃料集合体	
燃料棒	支持構造物
ペレット、スプリング、被覆管 等	支持格子板、上部ノズル 等
二酸化ウラン、六フッ化ウラン、ジルカロイ 等	ステンレス鋼、特殊合金 等
ウラン鉱、ジルコニウム 等	鉄、銅、ニッケル 等

1. 国内原子力産業

1-1. 機器・サービス別に見た原子力産業界の構造

(1) 原子力サプライチェーンの構造

機器・設備別のサプライチェーン構造例（続き）

図表1-5 サプライチェーン構造図（非常用ガス処理設備/可燃性ガス濃度制御設備、BWR）

Nuclear Steam Supply System			
非常用ガス処理設備/可燃性ガス濃度制御設備			
再結合器	乾燥装置	プロア	...
タンク、ファン、フィルター 等	加熱装置、ファン 等	ディスク 等	...
水素酸素触媒、ステンレス鋼 等	ステンレス鋼、電熱線 等	ステンレス鋼 等	...
鉄、銅 等	鉄、銅 等	鉄、銅 等	...

図表1-6 サプライチェーン構造図（原子炉冷却材補給設備、BWR）

Nuclear Steam Supply System			
原子炉冷却系補給設備			
サプレッションプール	原子炉隔離時冷却系ポンプ	ストレーナ	...
タンク、配管 等	インペラ、フライホイール、シール 等	ディスク 等	...
ステンレス鋼、特殊鋼 等	ステンレス鋼、シール材 等	ステンレス鋼、繊維質 等	...
鉄、銅、チタン 等	鉄、銅 等	鉄、繊維 等	...

1. 国内原子力産業

1-1. 機器・サービス別に見た原子力産業界の構造 (1) 原子力サプライチェーンの構造

機器・設備別のサプライチェーン構造例（続き）

図表1-7 サプライチェーン構造図
(一次主冷却系、PWR)

Nuclear Steam Supply System			
一次主冷却系統			
一次冷却系ポンプ	加圧器	加圧器安全弁	...
インペラ、フライホイール、シール 等	加圧器タンク、ヒータ、支持体 等	弁棒、ばね 等	...
ステンレス鋼、シール材 等	ステンレス鋼、電熱線 等	ステンレス鋼 等	...
鉄、銅、チタン 等	鉄、銅 等	鉄、銅 等	...

図表1-8 サプライチェーン構造図
(蒸気発生器、PWR)

Nuclear Steam Supply System		
蒸気発生器		
細管（組立品）	上部胴/下部胴	...
細管（部材）	鋼材	...
管材合金	ステンレス鋼	...
鉄、ニッケル 等	鉄、ニッケル 等	...

1. 国内原子力産業

1-1. 機器・サービス別に見た原子力産業界の構造

(1) 原子力サプライチェーンの構造

機器・設備別のサプライチェーン構造例（続き）

図表1-9 サプライチェーン構造図
(化学体積制御設備、PWR)

Nuclear Steam Supply System			
化学体積制御設備			
充てんポンプ	再生熱交換器	冷却材脱塩塔	...
インペラ、フライホイール、シール 等	タンク、チューブ、仕切板 等	入口弁、フィルタ 等	...
ステンレス鋼、シール材 等	ステンレス鋼、特殊鋼 等	ステンレス鋼、イオン交換樹脂 等	...
鉄、銅、チタン 等	鉄、銅 等	鉄、樹脂 等	...

図表1-10 サプライチェーン構造図
(主蒸気設備、PWR)

Nuclear Steam Supply System			
主蒸気設備			
復水ポンプ	高圧給水加熱器	主蒸気隔離弁	...
インペラ、フライホイール、シール 等	タンク、チューブ、仕切板 等	弁棒、アクチュエータ 等	...
ステンレス鋼、シール材 等	ステンレス鋼、特殊鋼 等	ステンレス鋼 等	...
鉄、銅、チタン 等	鉄、銅 等	鉄、銅 等	...

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(0)調査対象企業の選定結果

国内原子力産業動向及びサプライチェーンの分析・調査にあたっては、原子力事業を有する国内企業数百社より30～50社選定し、調査対象とすることとした。選定方法は以下の通り。

(1)原子力事業を有する国内企業の選定及び事業内容の整理

(1-1) (一社) 日本原子力産業協会の会員企業リスト(*1)から自治体、公益財団法人、国立研究開発法人、民間業界団体等を除いた民間企業229社を選択。

(*1)2021年11月時点で382社。* 2022年3月2日現在で386社

(1-2)上記229社について、企業ウェブサイトより原子力分野の主な製品・サービス等をピックアップし、「機器・設備」「技術ソフトウェア・サービス」「材料・消耗品」「プロジェクト管理」の4分野別に整理。

(2)調査対象企業の選定

(2-1) 電気事業者及びプラントベンダーの課長級以上の技術系社員（複数）に、上記229社の中から30～50社程度の選定を依頼。

(2-2) それぞれの選定結果を集計し、サプライチェーン構造及び技術分野も考慮した上で47社を調査対象として選定。

調査対象企業一覧を次ページに、その企業のサプライチェーン構造図上の位置例を次々ページに示す。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(0)調査対象企業の選定結果

調査対象として選定された企業は以下の通り。

図表1-11 調査対象企業

No	企業名	分類
1	三菱重工業(株)	ベンダー
2	東芝エネルギーシステムズ(株)	ベンダー
3	日立GEニュークリア・エナジー	ベンダー
4	(株)日立製作所	Tier 1/2
5	(株)IHI	Tier 2/3
6	三菱電機(株)	Tier 3/4
7	三菱原子燃料(株)	燃料
8	原子燃料工業(株)	燃料
9	MHI NESエンジニアリング(株)	設計・解析：全般
10	日本核燃料開発(株)	燃料：解析
11	MHI 原子力研究開発(株)	燃料：解析
12	(株)IHI原動機	Tier 2/3
13	MHI NUSEC(株)	Tier 3/4
14	(株)神戸製鋼所	Tier 2/3
15	ウツエバルブサービス(株)	Tier 3/4：弁
16	岡野バルブ製造(株)	Tier 3/4：弁
17	(株)TVE	Tier 3/4：弁
18	平田バルブ工業(株)	Tier 3/4：弁
19	(株)フジキン	Tier 3/4：弁
20	日機装(株)	Tier 3/4：ポンプ
21	日本製鋼所M&E(株)	Tier 3/4/5：圧力容器部品
22	日本ギア工業(株)	Tier 3/4：モータ等
23	(株)島津製作所	Tier 3/4：モータ等
24	富士電機(株)	Tier 3/4：マニプレータ等

No	企業名	分類
25	オルガノ(株)	Tier 3/4/5：ろ過装置等
26	木村化工機(株)	Tier 3/4/5：化学装置等
27	新日本空調(株)	Tier 3/4：大型ダンパ
28	住友電気工業(株)	Tier 3/4/5：電装品
29	(株)スギノマシン	Tier 3/4：保守機器
30	(株)原子力エンジニアリング	解析：炉心・安全等
31	(株)テプコシステムズ	解析：炉心・安全等
32	東電設計(株)	解析：プラント応答等
33	(株)NESI	解析：核設計・熱流動等
34	(株)ダイヤコンサルタント	解析：地震・津波等
35	千代田化工建設(株)	解析：耐震・疲労等
36	日揮(株)	保守：化学・廃棄物処理等
37	(株)クリハラント	Tier 3/4：空調機器等
38	(株)上組	工事：全般
39	ニチアス(株)	Tier 5：断熱材・シール材
40	(株)IHI検査計測	検査：全般
41	非破壊検査(株)	検査：全般
42	原燃輸送(株)	輸送：燃料・廃棄物等
43	大同特殊鋼(株)	Tier 5：鋼材・合金
44	日立金属(株)	Tier 4/5：鋼材・合金
45	日本製鉄(株)	Tier 5：鋼材・合金
46	三菱マテリアル(株)	Tier 4/5：各種材料
47	JFEスチール(株)	Tier 4/5：鋼材・合金

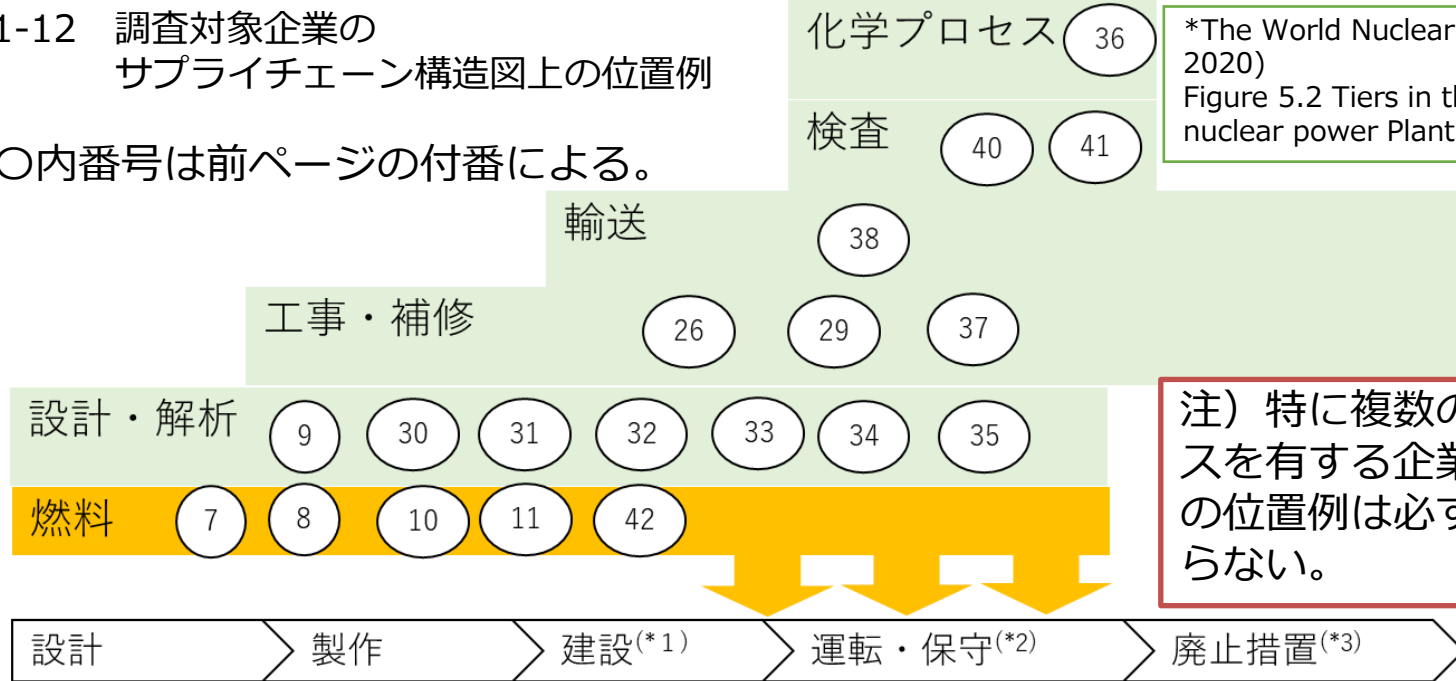
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(0) サプライチェーン構造における調査対象企業の位置例

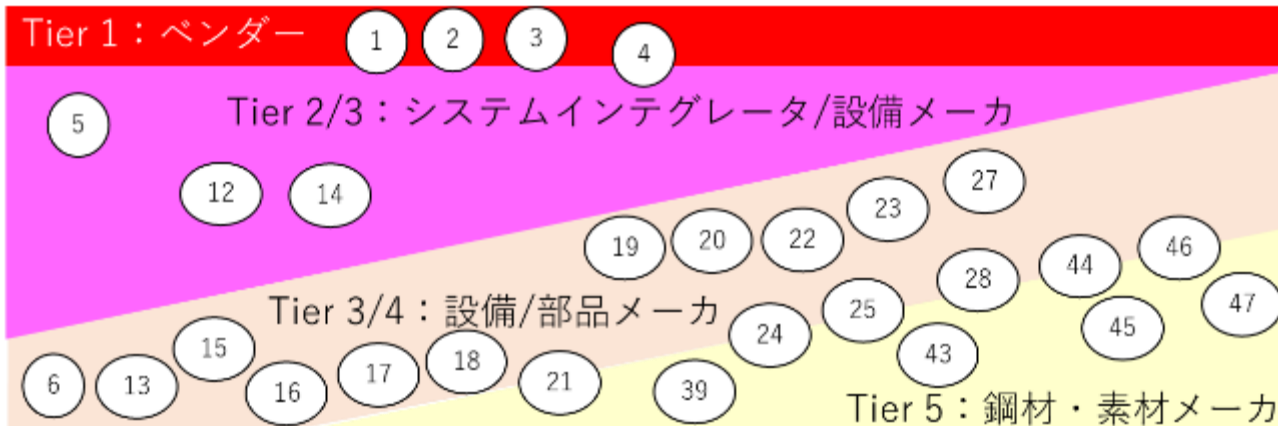
図表1-12 調査対象企業の
サプライチェーン構造図上の位置例

注：○内番号は前ページの付番による。



*The World Nuclear Supply Chain (WNA, 2020)
Figure 5.2 Tiers in the supply chain for a nuclear power Plantを参考に作成

注) 特に複数の製品・サービスを有する企業について、この位置例は必ずしも当てはまらない。



(*1) 建設工事のうち、土木建築工事およびそれに関連する設計は主にゼネコンが実施

(*2) 運転中及び廃止措置中の保守は主に電気事業者子会社の所掌

(*3) 廃止措置は電気事業者主導で、工事・保守・化学プロセスなどに従事するエンジニアリング企業が工事を実施
(*4) Tier 1～5の区分は以下の文献による。

Figure 5.2: Tiers in the supply chain for a nuclear power plant, The World Nuclear Supply Chain, WNA (2020)

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(1) 三菱重工業-概要

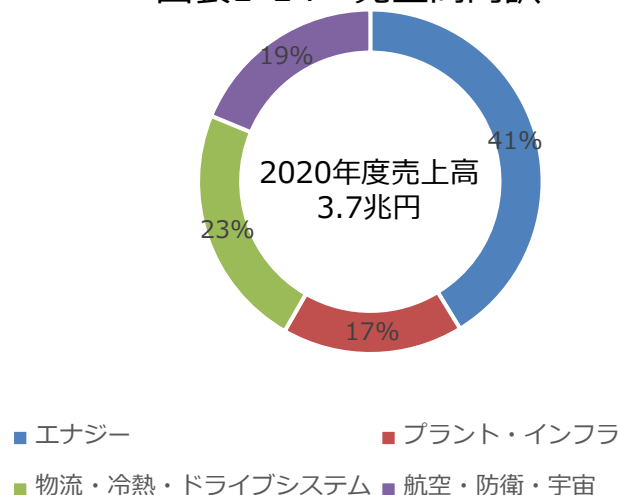
1884年創立。従業員数は約8万人（2021年3月時点、連結）。

事業分野は発電プラントなどの社会インフラ、船舶、航空機などの輸送機器、大型ロケットなどの宇宙機器に至るまで多岐にわたる。

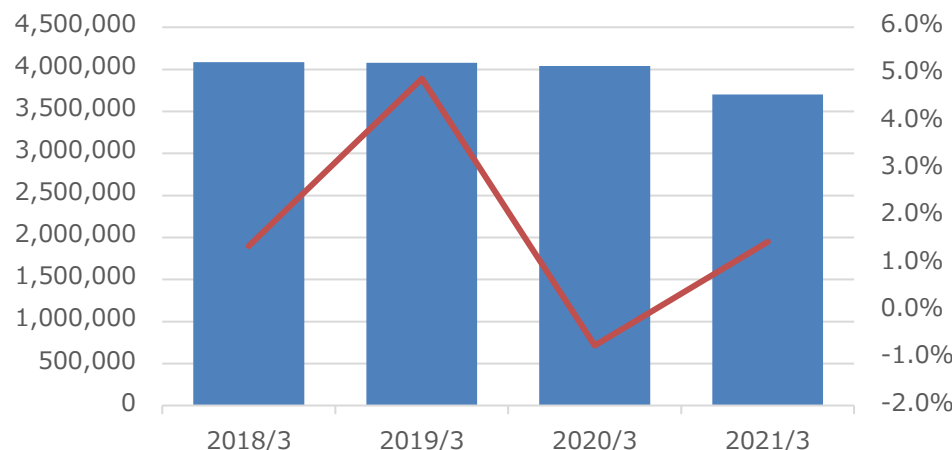
図表1-13 セグメント情報

報告セグメント	内容
エネルギー	火力発電システム(GTCC、スチームパワー)、原子力発電システム(軽水炉、原子燃料サイクル・新分野)、風力発電システム、航空機用エンジン、コンプレッサ、環境プラント、船用機械
プラント・インフラ	製鉄機械、船舶、エンジニアリング、環境設備、機械システム
物流・冷熱・ドライブシステム	物流機器、ターボチャージャ、エンジン、冷熱製品、カーエアコン
航空・防衛・宇宙	民間航空機、防衛航空機、飛しょう体、艦艇、特殊車両、特殊機械(魚雷)、宇宙機器

図表1-14 売上高内訳



単位：百万円 図表1-15 売上高・事業利益率推移



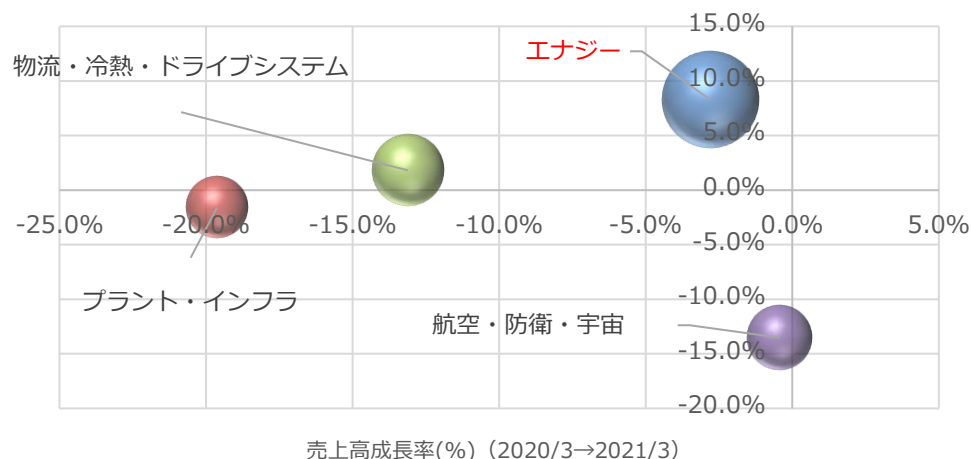
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

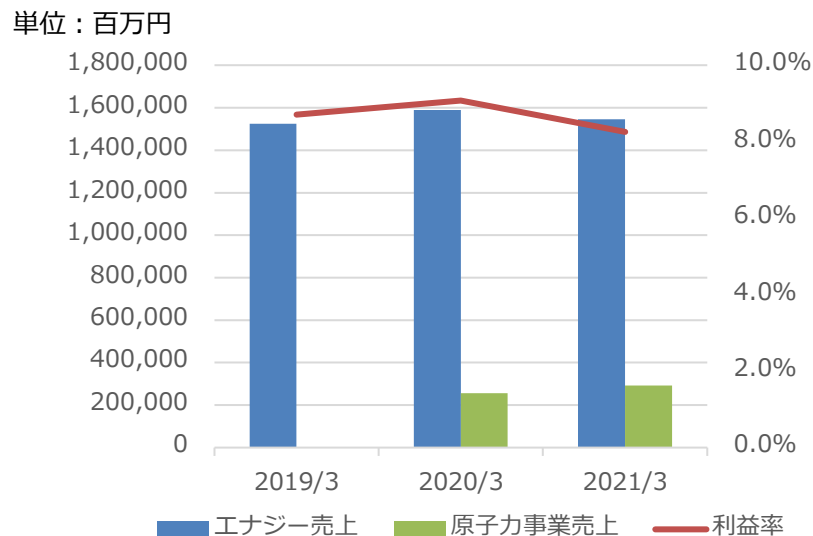
(1)三菱重工業-原子力事業概要

- 国内で唯一のPWRプラントメーカー、国内24基の建設実績有り、海外向けに主要機器の多数の納入実績有り
- プラントの建設・保全・BWR含む再稼働・特重工事対応から廃止措置対応（福島対応含む）、燃料サイクル、中間貯蔵（キャスク）、次世代炉や高速炉など幅広い事業領域で事業展開
- 原子燃料の開発・設計・製造・販売はグループ会社である三菱原子燃料株式会社が担当
- PWR/BWRともに、再稼働実現に向け、許認可対応支援、安全対策工事、特重設置等を推進
- 60年運転を見据え 大型保全工事(蒸気発生器取替、炉内構造物取替、中央制御盤取替等)を計画的に実施
- 六ヶ所再処理工場(RRP)、MOX燃料加工工場(J-MOX)の早期竣工に向け、主幹会社として工事推進中
- 世界最高水準の安全性を実現する次世代軽水炉を開発・実用化、更に将来の多様化する社会ニーズに応じた将来炉（小型炉、高温ガス炉、高速炉他）、核融合炉の開発にも挑戦

図表1-16 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-17 エナジーセグメント売上高・利益率



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(1) 三菱重工業-製品群

図表1-18 製品群一覧

主要設備	ポンプ類
原子炉容器	一次系システムポンプ
蒸気発生器	二次系システムポンプ
1次冷却材ポンプ	循環水ポンプ
加圧器	ロボットメカトロ製品
1次冷却材管	防爆プラント巡回点検ロボット (EX ROVR)
炉内構造物	防爆無人搬送車
制御棒駆動装置	原子炉容器補修ロボット
炉心及び燃料	災害対応・消防ロボット
高圧タービン/低圧タービン	応用製品
	感染症対策用陰圧テント (Me-CAS)
	防爆型板厚モニタリングシステム

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(1)三菱重工業-サプライチェーン全社方針

当社グループは、製品の品質や信頼性の向上に常に努力を重ねているが、製品の性能・納期の問題や製品に起因する安全上の問題が生じうる可能性がある。また、仕様変更や工程遅延等に起因するコスト悪化、材料・部品等の調達や工事に伴う予期しない問題の発生、納期遅延や性能未達等による顧客からの損害賠償請求や契約解除、顧客の財務状況の悪化等の問題が生じる可能性がある。

サプライヤーとの間でも製品・サービスなどに起因して、同様の問題が発生する可能性がある。また、特定の材料・部品のサプライヤーと取引不能となった場合に代替調達先の手配ができないことにより、生産活動や顧客への製品・サービスの提供等に影響が生じるおそれがある。

当社グループでは、これらのリスクに対して、各種規則の制定・運用、事業リスクマネジメント体制の整備・強化、個別案件の事前審議や受注後のモニタリング、プロジェクト遂行責任者や事業部長クラスへの教育の実施、製品安全に関する講座の継続的な開催等を行うとともに、過去に生じた大口赤字案件については、その原因や対策を総括するとともに、社内教育に反映するなど、再発防止に努めている。

出所) 三菱重工業 2020年度有価証券報告書 P15～

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(1)三菱重工業-革新型炉

- ・革新技術を採用した次世代軽水炉を2030年代半ばに実用化、その技術を展開し、多様化する社会ニーズに応じて小型炉、高温ガス炉、高速炉等を開発・実用化
- ・国際PJ ITERに積極的に参画し、核融合炉の実現にも挑戦

図表1-19 革新型炉開発状況

	内容	実績
次世代軽水炉	高い経済性に加え、革新技術を採用した世界最高水準の安全性を実現する次世代軽水炉の開発を推進 (2030年代半ばの実用化を目標)	国内PWR24基の設計・建設
小型軽水炉	将来の多様化する社会ニーズに応える小型軽水炉（発電用／船用搭載）の開発を推進中 原子炉容器内に蒸気発生器等を内蔵する一体型原子炉の採用、パッシブ安全システム採用等の特徴あり	原子力船「むつ」 一体型モジュール炉(IMR)の開発・概念設計 (～2011)
高温ガス炉	水素製造に必要な熱源(900℃以上の高温核熱)を供給する高温ガス炉を開発、大量かつ安定的な水素製造を実現し、鉄鋼業界をはじめとした産業界の脱炭素化に貢献	JAEAの高温工学試験研究炉(HTTR)建設PJの幹事会社
高速炉	国際協力(日仏/日米協力等)含め開発推進中 2007年に三菱FBRシステムズ株式会社を設立し、概念設計・安全性向上検討等に取り組む	回転プラグ（常陽）、中間熱交換器（常陽） 炉心上部機構（常陽）、原子炉容器（もんじゅ） 炉内構造物（もんじゅ）、蒸発器（もんじゅ）
マイクロ炉	災害地/僻地/離島等へのエネルギー供給も可能とするポータブル原子炉を検討	—
核融合	世界に先駆け国際核融合実験炉ITER向けトロイダル磁場コイル、ダイバータ等の主要機器の設計・製造を通じて核融合炉の実現に貢献。 核融合実現に向け必要な研究開発等にも積極的に参画	プラズマ真空容器（JAEA他） プラズマ対向機器（JAEA他） ペレット入射装置（JAEA） トリチウム取扱い装置(JAEA) トロイダル磁場コイル(ITER)

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(1)三菱重工業-海外展開

図表1-20 海外展開実績

対象国	対象製品
アメリカ	原子炉容器上蓋×15 蒸気発生器×6 加圧器×1 ウォータージェットピーニング×2
ベルギー	蒸気発生器×10
メキシコ	蒸気タービン×2
ブラジル	原子炉容器上蓋×1
スウェーデン	原子炉容器上蓋×3 加圧器管台取替工事×1
フランス	蒸気発生器×15
フィンランド	原子炉容器×1
スペイン	蒸気タービン×1
台湾	蒸気タービン×2
スロベニア	蒸気タービン×1
韓国	原子炉容器上蓋×3
中国	原子炉容器×3 蒸気タービン×6 一次系冷却水ポンプ×8

海外展開戦略

米国US-APWRのDCD審査中断以降、海外案件のEPCは手掛けていない。
取替用SG等の設備・部品・サービスの受注活動は継続するとともに、SMRをはじめとした革新型炉・国際核融合炉に参加。

図表1-21 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength ・開発・設計・製造・建設・保守まで一貫して対応可能 ・燃料製造、再処理施設、高速炉等、原子燃料サイクル全般を網羅 ・豊富なコンポーネント納入実績	Weakness -
外部環境	Opportunity ・脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大 ・安全対策工事需要拡大	Threat ・政策リスク ・他の電源との競争

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

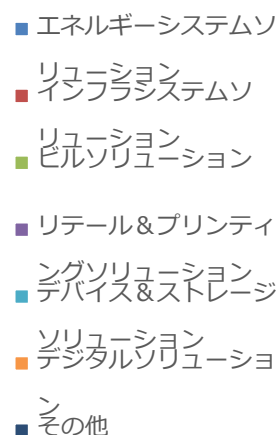
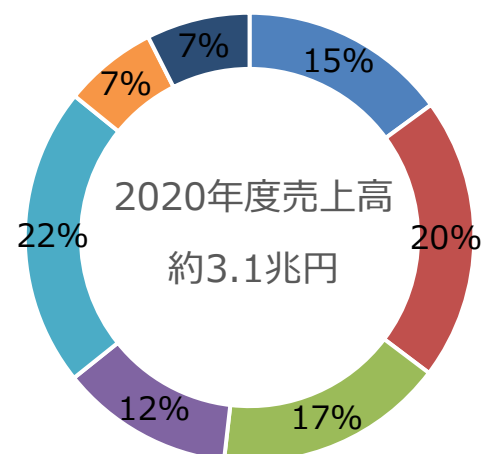
(2)東芝-概要

1873年創立。従業員数は約11万7,300人（2021年3月時点、連結）。
 “Resilience for Growth”-インフラサービスカンパニーへ-を掲げ、インフラや電子デバイスなど約20の分野で事業展開。
 東芝グループを2分割とする「戦略的再編」議案は2022年3月、臨時株主総会で否決された。

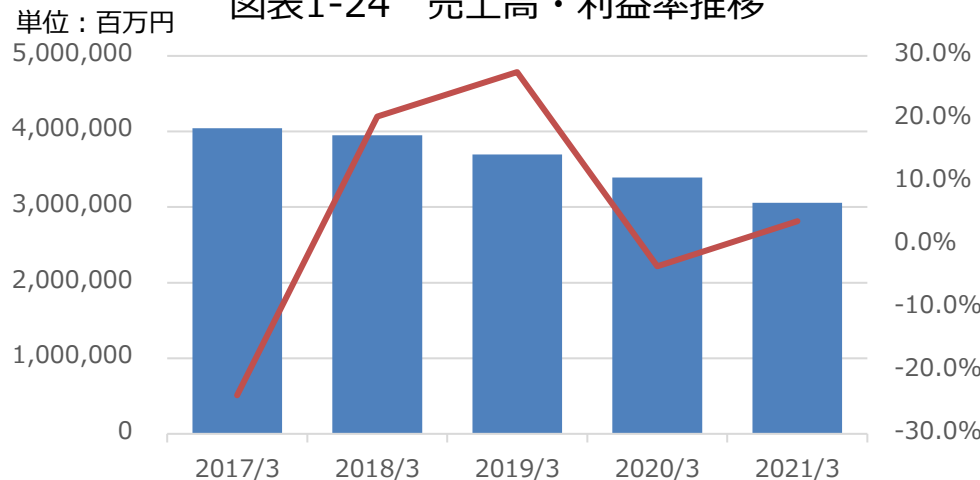
図表1-22 セグメント情報

報告セグメント	内容
エネルギーシステムソリューション	発電システム（原子力、火力、再生可能エネルギー）、発電事業（再生可能エネルギー）、送配電システム、VPP、水素エネルギーシステム、エネルギーデジタルサービス 等
インフラシステムソリューション	上下水道システム、受変電システム、道路システム、通信・放送システム 等
ビルソリューション	エレベータ、エスカレータ、ビルファシリティ、電設資材、照明、エアコン、冷凍・冷蔵機器等
リテール&プリンティングソリューション	POSシステム、複合機、オートIDシステム、インクジェットヘッド
ストレージ&デバイスソリューション	ディスクリット、システムLSI、ストレージプロダクト、半導体製造装置 等
デジタルソリューション	業務ソリューション、IoT、AI・アナリティクス、ICT基盤 等

図表1-23 売上高内訳



図表1-24 売上高・利益率推移



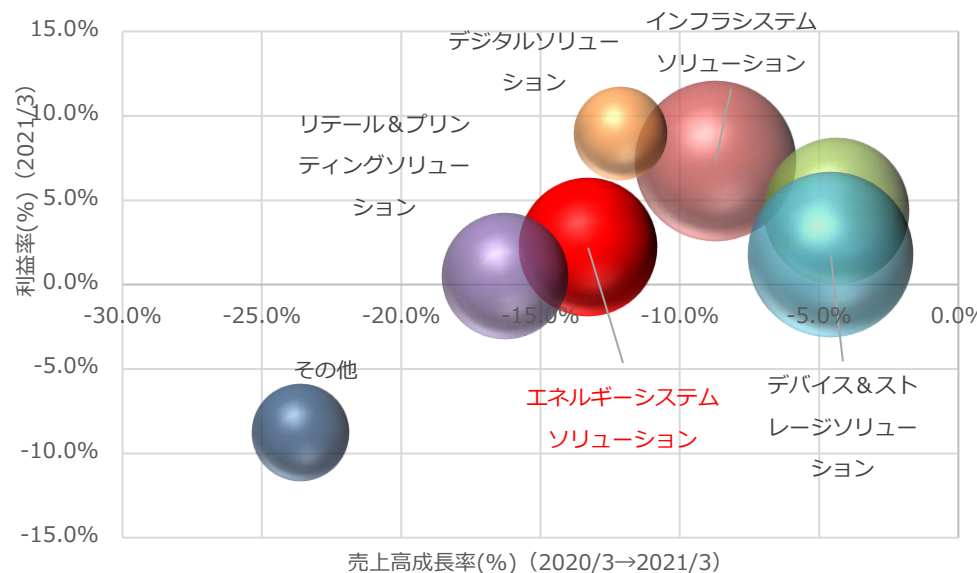
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(2)東芝-原子力事業概要

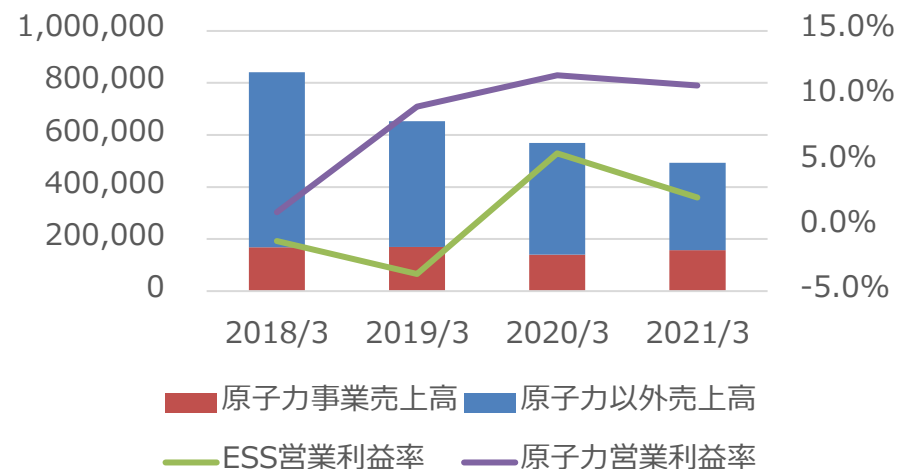
- 原子炉ベンダー（BWR）及びNSSS系システム・インテグレータ
- 原子力を重要事業と位置づけ、国内事業については、福島対応、原子力発電所再稼働、メンテナンス、六ヶ所再処理工場竣工を中心に事業を継続
- 2040年以降も原子力の発電比率20~22%を維持していくには60年運転の達成だけでなく新設も必要と考え、新設ニーズに備えて安全性と経済性を向上した原子力プラントの開発を継続

図表1-25 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-26 東芝ESS業績推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (2)東芝-製品群

図表1-27 製品群一覧

エンジニアリング	燃料サイクル
廃棄物処理技術	使用済燃料溶解液中の不溶解残さを除去する、清澄機
総合デジタル運転監視システム＜A-PODIA＞	再処理工場の最終工程、ウラン・プルトニウム混合脱硝設備
プラントの稼働状況を適切に把握し、異常を早期発見する監視・検査技術	放射性廃棄物を減容・安定化する、低レベル廃棄物処理設備
プラントの維持と機能保全に欠かせない補修・補強技術	再処理工場の全体を見守る、中央監視制御設備
長期のプラント稼働を実現するための予防技術	フランスのナトリウム冷却高速炉「ASTRID」向けの機器開発に参画
機器のリフレッシュや性能向上に効果的な取替・更新技術	ナトリウムを冷却するための電磁ポンプ
廃止措置	
信頼性の高い、使用済燃料中間貯蔵用金属キャスク	
原子炉解体に向けた調査・計画のためのサンプリングツール	
作業員の被ばく低減のため、原子炉解体前の除染	
廃棄物の発生が少ない切断技術	
ホットスポットを可視化できる、ガンマカメラ	
微量な放射能を測定できる、クリアランスレベル測定装置	

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(2)東芝-サプライチェーン

電力事業のプラント案件では、当社が当社グループ内に機能を持たない所掌に関して、パートナー企業と責任を分担するコンソーシアムを組成し、設計・エンジニアリング、調達、建設工事を一括して、固定価格で受注することがあります。

(中略) 等部門の主要事業の一つである原子力事業においては、テロ対策や大規模自然災害への安全対策の要請が高くなり、各国政府の安全基準の変更が相次いで実施されたことに加え、原子力発電所の新規建設機会が長期間存在していなかった地域における案件や最新鋭の施設の建設においてはベンチマーク可能な案件が存在しないこと等により、コストが当初の見積りと比較して予想外に増大したり、工程が予想外に長期化する案件が発生しました。

(P27 2) エネルギーシステムソリューション部門の事業環境)

当社グループの事業活動には、部品、材料等が適時、適切に納入されることが必要ですが、**部品、材料等の一部については、その特殊性から外注先が限定されているものや外注先の切替えが困難なものがあります。**部品、材料等の供給遅延が生じた場合には、必要な部品、材料等が不足する可能性又は購入のための費用が増加する可能性があります。

また、当社グループが競争力のある製品を市場に供給するためには、競争力のある価格で部品、材料を購入するとともに、外注先を含めたサプライチェーンの最適化が必要ですが、昨今の材料価格、人件費の高騰や為替変動により、必要な部品、材料などの購入費用が増加する可能性があります。

(P32 1) 資材等調達)

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(2)東芝-革新型炉

- ・ 常陽、もんじゅ、HTTRにおいて設計及び設備製造・施工実績あり
- ・ シビアアクシデントを考慮した、安全性に優れた次世代炉・新型炉の開発
- ・ 核融合炉国際協力にも参画

図表1-28 革新型炉開発状況

革新炉	内容	実績
革新的大型安全炉 iB1350	事故時の緊急避難や長期移住を不要にする安全コンセプトで過酷事故時でも、格納容器のベントが不要 二重円筒格納容器、静的安全系の採用により7日間のグレースピリオドを達成 航空機落下対策を施した格納容器建屋内に静的安全系を収納し、特重施設を合理化、高い経済性も実現可能	-
超小型炉MovelluX (Mobile-Very-small reactor for Local Utility in X-mark)	事故時には減速材物性に基づく自律的な炉停止機能により人的操作なしで自然に炉停止・除熱可能 ヒートパイプを採用し動的機器を排除 固体減速材によりシステムを低圧化 700℃程度の熱を供給し、熱供給・水素製造など多目的利用も	-
小型高速炉 4 S (Super-Safe, Small & Simple)	空気の自然循環を活用した炉心冷却機能により信頼性・安全性向上 炉内機器に静的機器を適用し、メンテナンス性も軽減 長期間（最長30年）燃料交換が不要な仕組み	-
高温ガス炉HTGR (High Temperature Gas Reactor)	燃料溶融せず、水素・水蒸気爆発が起こらない パッシブな自然循環による崩壊熱除去システムにより事故時の温度変化が緩慢 熱は海水淡水化・水素製造・化学プラント向け蒸気供給など多目的に利用可能 蓄熱技術との組み合わせにより再生可能電源の出力変動を吸収も可能	JAEA高温工学試験研究炉(HTTR)の設計、建設
核融合	日欧共同プロジェクト「JT-60SA」への貢献 国際協力プロジェクト「ITER」計画への貢献	JT-60SAの真空容器 ITER向けTFコイル、遠隔保守装置の製造

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (2)東芝-海外展開

図表1-29 海外展開実績

対象国	対象製品
アメリカ合衆国	◎タービン系×2 蒸気乾燥器×1 レーザーピーニング×1
メキシコ	使用済燃料プール水位計×2
スウェーデン	蒸気乾燥器×1 湿分分離器×1
フランス	発電機巻替×10
フィンランド	移動式炉心内計装系×2
スペイン	移動式炉心内計装系×1
台湾	◎原子炉系×2
UAE	タービン系×4

◎：主設計者として参画

タービン発電機をAP-1000（米国）やAPR-1400（UAE）向けに納入の実績があり、UAEでの建設時には現地に技術者を派遣。

炉内構造物（制御棒駆動機構、シュラウド、ドライヤー等）など強みのある分野で引き続き受注機会を探る。

出所）東芝 ウェブサイト

海外展開戦略

2017年「海外原子力事業リスクの遮断」宣言以来、海外案件のEPCは考えず設備の受注・製造を手掛ける。
革新型炉研究開発(*)や核融合分野では海外案件にも参加。

(*)IAEA ARIS（革新型炉情報データベース）によるMovelluXの位置づけ
2030年代の実用化を目指す。

図表1-30 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength - 豊富な建設・運転支援実績で培われた技術 - デジタルなど他分野での実績・ノウハウも活用可能	Weakness - 国内で長く途絶えた新設実績と長期停止による仕事の減少 - 会社分割による技術・ノウハウの途絶
外部環境	Opportunity - 脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大（特に海外） - 安全対策工事需要拡大	Threat - 政策リスク - 他の電源との競争

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(3)日立GEニュークリア・エナジー(4)日立製作所-概要

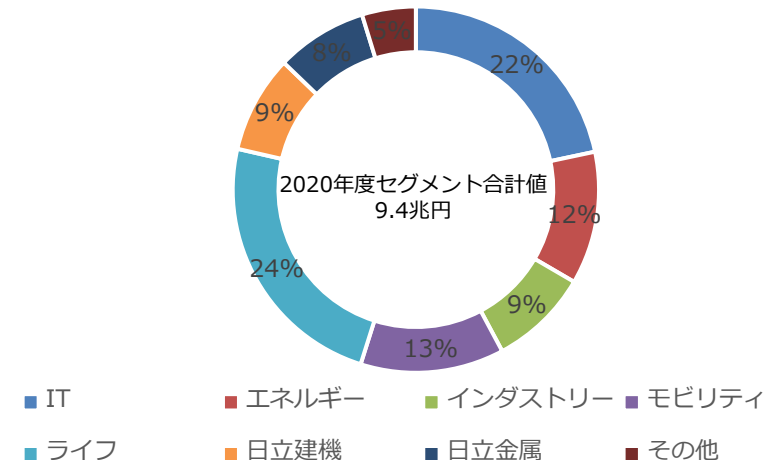
日立製作所の子会社。2007年設立。従業員数は約1,500人。

事業分野は発電用軽水型原子炉施設、高速炉施設、原子燃料サイクル関連施設およびその他関連製品の設計、製造、販売、据付及び保守。

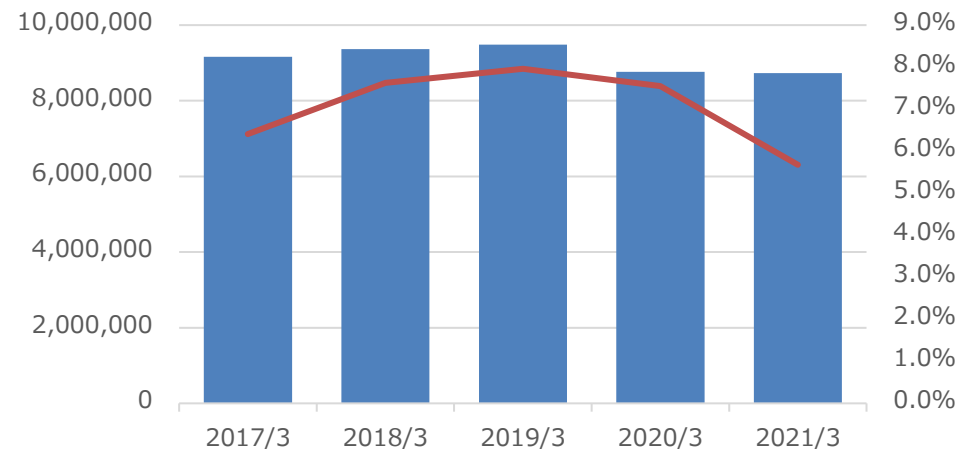
図表1-31 セグメント情報

報告セグメント(日立)	内容
IT	デジタルソリューション、ITプロダクツ
エネルギー	エネルギーソリューション（原子力、再生可能エネルギー、火力、パワーグリッド） ※日立GE所属セグメント
インダストリー	産業・流通ソリューション、水・環境ソリューション、産業用機器
モビリティ	ビルシステム、鉄道システム
ライフ	生活・エコシステム、計測分析システム、オートモティブシステム

図表1-32 売上高内訳



単位：百万円 図表1-33 売上高・調整後営業利益率推移



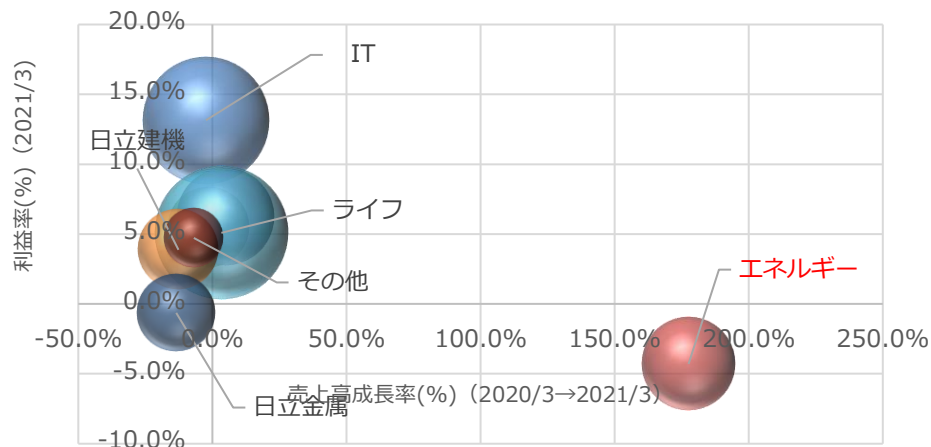
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(3)日立GEニュークリア・エナジー(4)日立製作所-原子力事業概要

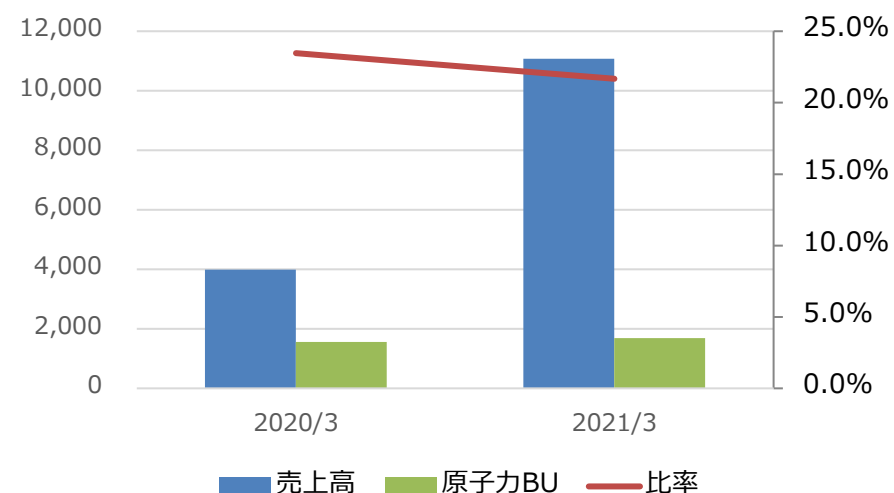
- 原子炉ベンダー（BWR）。BWRやプラント用主要機器を国内外に展開。
- 原子燃料関係はGEとの協業でグローバル・ニュークリア・フュエル（GNF）にて実施。
- 原子力燃料フロントエンドから廃棄物・バックエンドまで、一貫した事業を進める。
- 建設分野においてはABWRの継続的な製造、建設実績を持ち、標準化を推進。
- メンテナンス分野ではGE日立（GEH）とのシナジーで稼働率90%以上の設備利用率向上を目標とする。
- バックエンド分野においては使用済燃料貯蔵に関する許認可、中間貯蔵、再処理に関与。
- 海外においてはSMR（BWRX-300）のGEHとの共同開発、定検短縮、出力向上、状態監視開発を進める。
- 長期的には国内外における小型炉を含めた新規建設需要も視野に入れ、事業戦略を立てている。

図表1-34 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-35 「エネルギー」売上高(セグメント変更後)

単位：億円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(3)日立GEニュークリア・エナジー(4)日立製作所-製品群

図表1-36 製品群一覧

燃料サイクル	廃止措置・廃棄物処理
フッ化物揮発法	インドラム式セメント混練固化システム
燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化分別技術	連続式モルタル充填固化システム
予防保全	低レベル放射性廃棄物搬出検査装置
高度予防保全技術（ウォータジェットピーニング（WJP））	原子力発電施設の廃止措置段階における化学除染技術
高度予防保全技術（超小型水中ロボット（ROV））	使用済制御棒切断技術
高度予防保全技術（RPV及び配管へのISI適応）	建設管理の高度化
HOP（Hydrazine Oxalic Acid Potassium Permanganate）法	先進型統合CAEシステム
ポンプの遠隔監視診断	
機器の劣化監視モデル	
プラント建設体制	
原子力設備の計画・設計・製作・据付、試運転、保守	

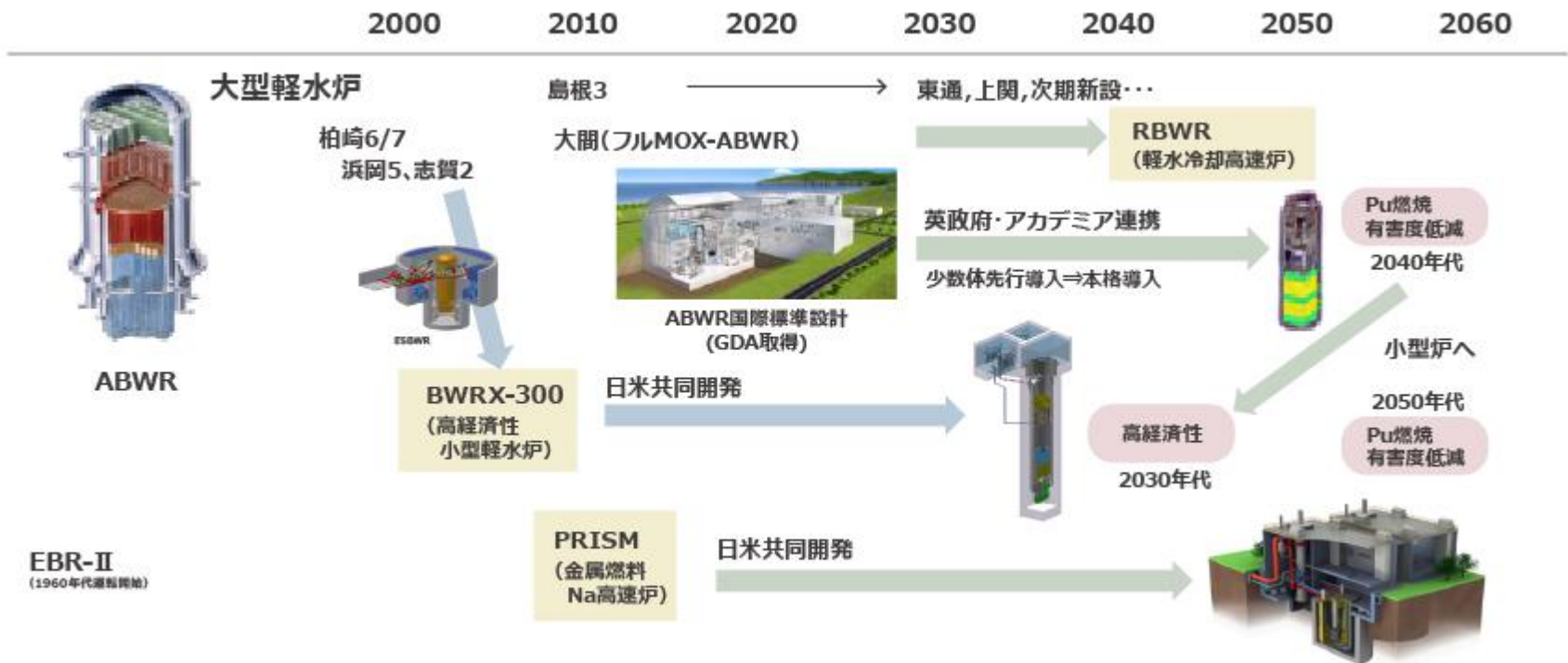
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(3)日立GEニュークリア・エナジー(4)日立製作所-革新型炉

BWR建設経験と燃料サイクル技術を元に、初期投資リスク低減、長期的な安定電源、放射能有害度低減を実現する新型炉として、高経済性小型軽水炉BWRX-300、軽水冷却高速炉RBWR、金属燃料Na高速炉PRISMの3つの炉型をオープンイノベーションで国際共同開発している。

図表1-37 日立GEの革新型炉開発ロードマップ



Copyright 2018 GE Hitachi Nuclear Energy - Americas, LLC - All Rights Reserved

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(3)日立GEニュークリア・エナジー(4)日立製作所-海外展開

図表1-38 海外展開実績

対象国	対象製品
アメリカ合衆国	原子炉圧力容器 原子炉再循環系統及び配管 残留熱除去系統及び配管
インド	チャンネルボックス
韓国	発電機×4
スイス	炉内構造物
台湾	原子炉格納容器 使用済燃料貯蔵ラック×2 主要原子炉機器 放射性廃棄物処理施設 水処理システム
中国	タービン 発電機 復水器 湿分分離加熱器 原子炉再循環ポンプ用モータ
パキスタン	タービン 発電機
ロシア	配管破断検出装置

海外展開戦略

日立・GEグループとして、2020年の英国 Wylfa Newyddプロジェクトからの撤退以来、海外案件のEPCは狙っていない。SMR等革新型炉の概念検討や要素技術開発は維持しており、国際協力も推進。条件は、メーカーとして投資回収可能なプロジェクトであること。

図表1-39 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength ・フロントエンドから廃止措置までの一連のソリューションを提供 ・日立との協業 ・PWRサービスも展開	Weakness ・原子力が属するパワーセグメントの売上高減少 ・パワー内で原子力の占める割合微小
外部環境	Opportunity ・脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大 ・開発する革新炉が採用されつつある	Threat ・政策リスク ・他の電源との競争

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (5)IHI-概要

1853年創業、1889年設立。従業員数は29,149人（2021年3月時点、連結）。
経営理念は「技術をもって社会の発展に貢献する」「人材こそが最大かつ唯一の財産である」。社会基盤・産業システム・資源エネルギー関連など幅広い事業を国内外で展開。

図表1-40 セグメント情報

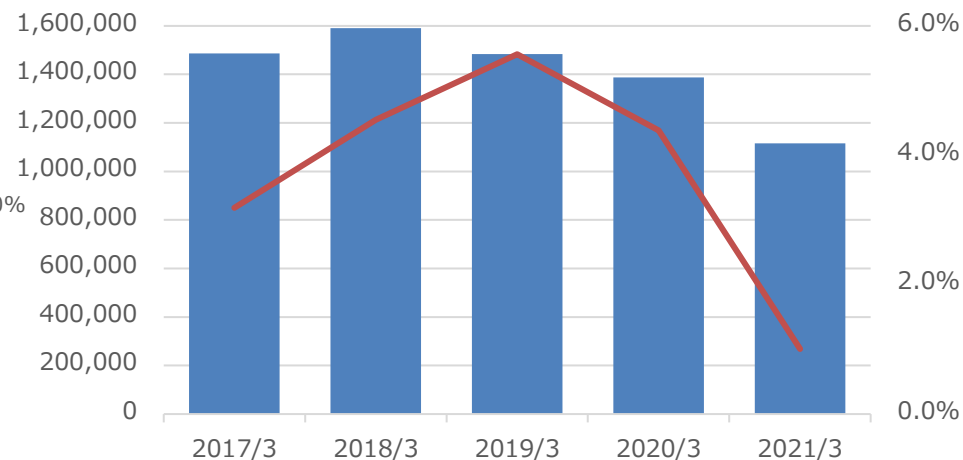
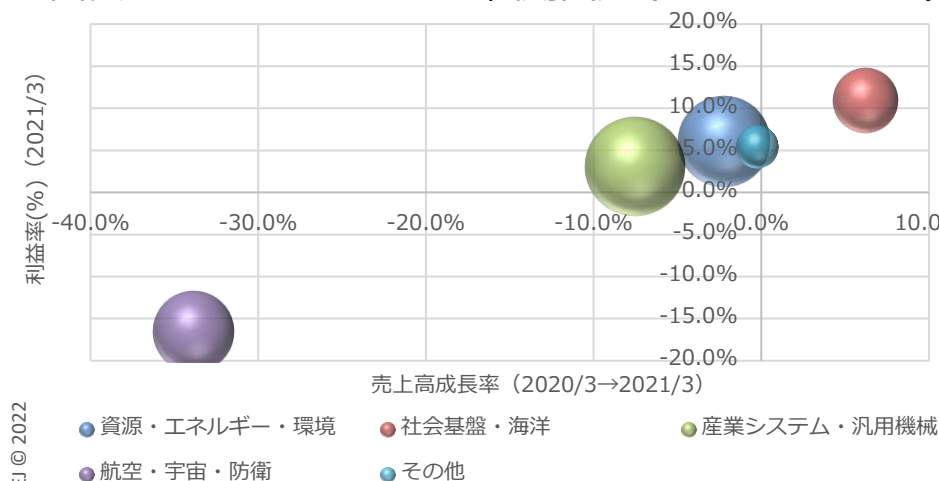
報告セグメント	主要製品
資源・エネルギー・環境	発電用ボイラ、原子力機器、貯蔵プラント（LNG/LPG）、天然ガスパロセス設備、ガスタービン発電設備、ガスエンジンなど
社会基盤・海洋	橋梁、交通システム、パーキングシステム、シールド掘進機、医療プラント、浮体式LNG設備、農業機械など
産業システム・汎用機械	物流システム、運搬機械、製鉄機械、産業機械、車両過給機、圧縮機、船用過給機、小型ディーゼルエンジンなど
航空・宇宙・防衛	ジェットエンジン、ロケットシステム、防衛機器など

出所) IHI グループビジョン

図表1-41 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）

単位：百万円

図表1-42 連結売上高・営業利益率推移



出所) IHI ウェブサイト及び有価証券報告書

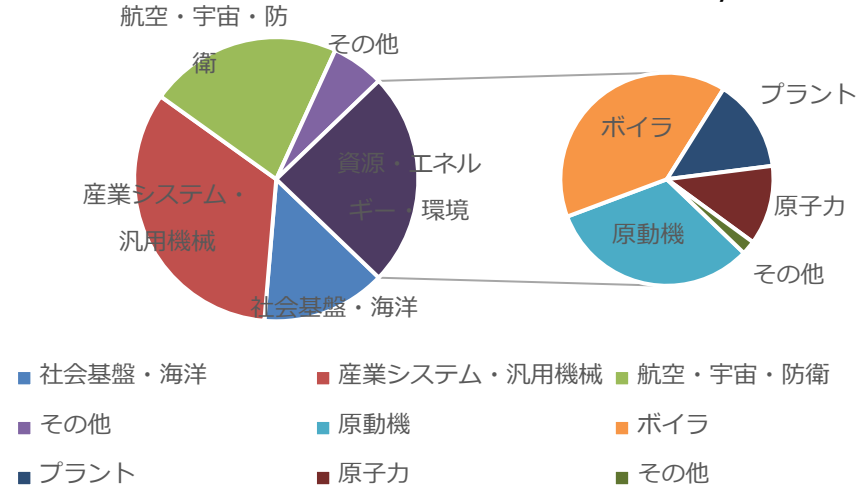
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(5)IHI-原子力事業概要

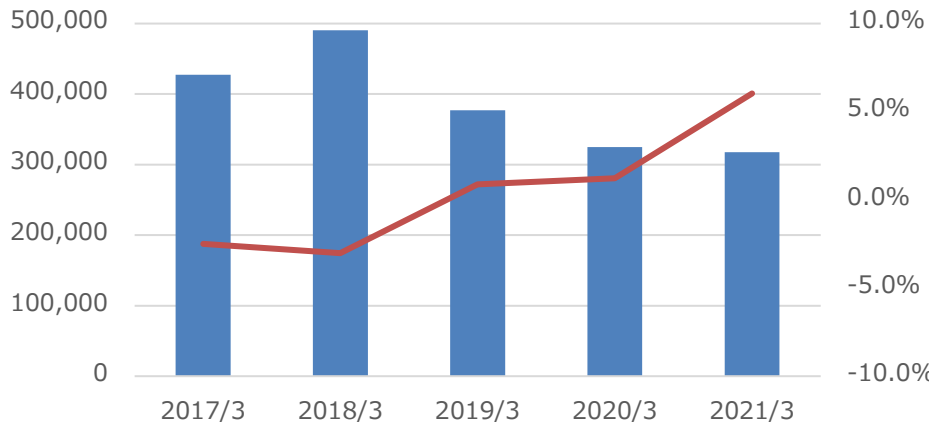
- 原子力事業を含むセグメントは「資源・エネルギー・環境」。
- 同セグメントの対連結比売上は28.5%、同セグメント内で原子力事業の売上は10.3%。
- 原子力事業の売上は連結全体の2.9%。
- 売上高最大セグメントは「産業システム・汎用機械」、利益率最高セグメントは「社会基盤・海洋」。

図表1-43 連結売上高内訳 (2021/3)



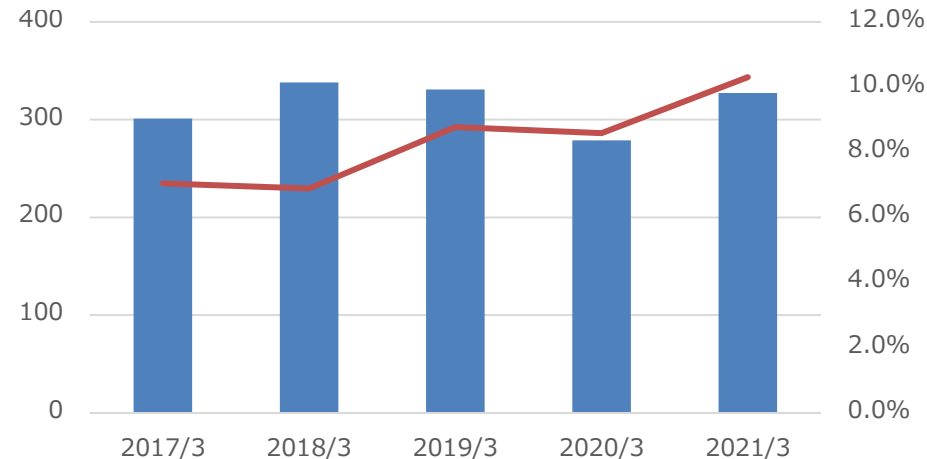
図表1-44 資源・エネルギー・環境事業売上高及び利益率推移

単位：百万円



図表1-45 原子力売上高及びセグメント内比率推移

単位：億円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

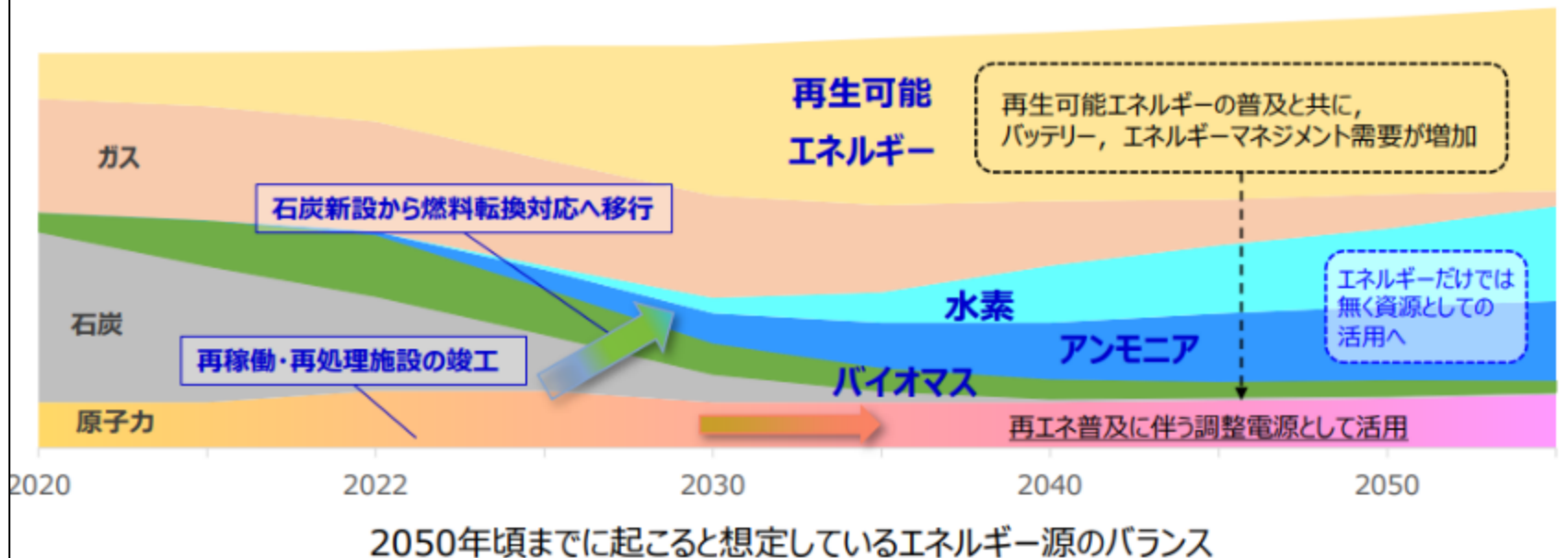
(5)IHI- (参考) 経営戦略

図表1-46 IHIにおけるカーボンソリューションの展開状況

2050年 カーボンニュートラルの実現に向けたシナリオ

- 水素・アンモニア利用，再生可能エネルギー利用を中心とする社会へと移行することを想定
- アンモニアの燃料利用に注目。アンモニアサプライチェーン全体のカーボンニュートラル化を目指す（製造・流通システムが実用済，既存発電設備での利用が可能，CO₂削減への即効性）
- CCS，CO₂有価物化にも取り組み，炭化水素主体の社会からのスムーズな移行をけん引

CCS : Carbon dioxide Capture and Storage



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

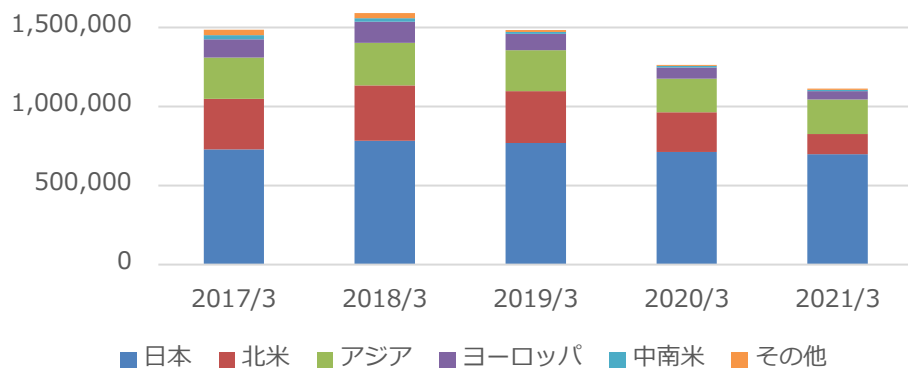
(5)IHI-地域別海外展開

- 国内売上が依然として連結売上高の半分弱を占めるが、直近ではアジアのプレゼンスが拡大。
- 資源・エネルギー・環境セグメントにおいてはアジアのシェアが比較的大きく、対照的に北米は少ない。
- 原子力分野ではウェスティングハウス社のPWR向け機器供給について検討中。
- 2021年5月、NuScale社に出資決定。

出所) 2021/5/27 IHI PR

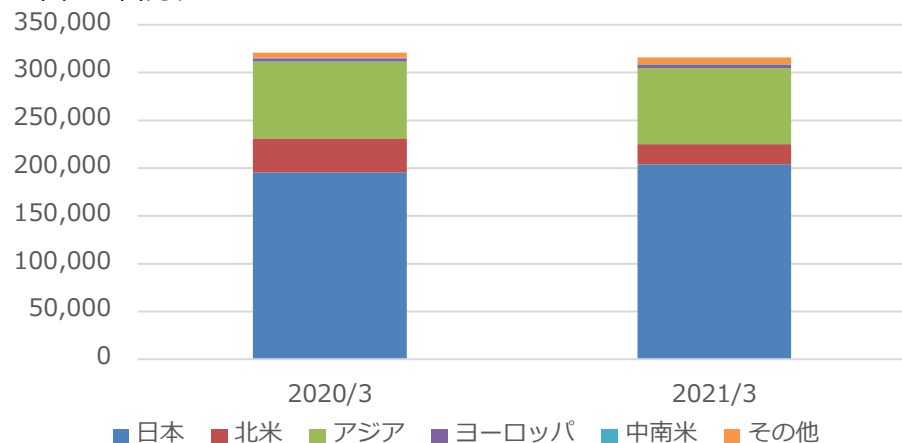
図表1-47 地域別売上高推移（連結）

単位：百万円
2,000,000



図表1-48 地域別売上高推移（資源・エネルギー・環境）

単位：百万円
350,000



<参考：資材調達に係る事業リスク>

当社グループはキーとなる主要部品を自社グループ内で製造するよう努めている一方で、複数のグループ外調達先より原材料・部品・サービスの供給を受けています。主要な原材料・部品の市況動向については日頃から情報収集して安定調達に努めるとともに、**調達先の品質・納期等の管理を徹底し、特定の調達先への過度の集中・依存をさけるべく調達先の分散化等を進め**、リスクの低減に取り組んでいます。しかしながら、**原油・資機材価格等の急激な変動、特殊鋼などの需給バランスの変化や国際情勢の急変に加え、新型コロナウイルス感染拡大に伴う当社グループのサプライチェーン途絶等の問題**が生じた場合、コストアップ、品質管理上の問題、納期遅延等の問題が生じる可能性があり、その結果として業績の悪化を招く可能性があります。

出所) IHI 有価証券報告書 (2021/3)

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(5)IHI-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

BWR・PWR原子カプランド向け原子炉格納容器
 BWR原子カプランド向け原子炉圧力容器
 PWR原子カプランド向け鋼製モジュール
 原子力配管/配管モジュール
 高レベル廃液ガラス固化設備
 返還廃棄物受入・貯蔵設備

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

材料技術
 数理工学技術
 熱流体・燃焼技術
 機械システム・ロボティクス
 ICT
 振動・構造技術
 "回転機械・レシプロエンジン技術"

プロジェクト管理（EPC）

-

注）高温工学試験研究炉（HTTR）に中間熱交換器の納入実績あり（1994年、東芝受注部分を担当）

1. 国内原子力産業

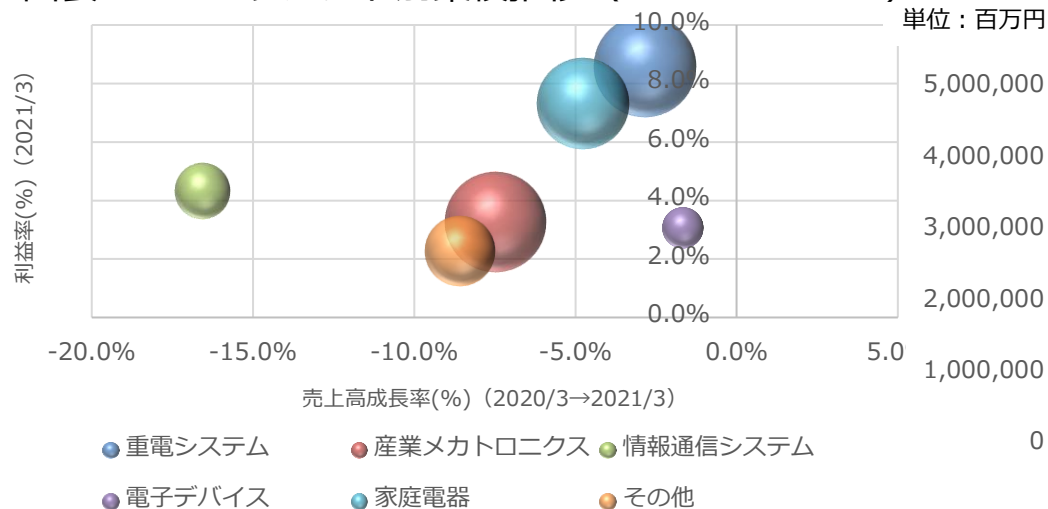
1-2. 企業の業績と戦略 (6)三菱電機-概要

1921年創立。従業員数は約14.5万人（2021年3月時点）。創立以来「ものづくり」を基盤とし、重電システム、産業メカトロニクス、情報通信システム、電子デバイス、家庭電器などの製造・販売を行う。

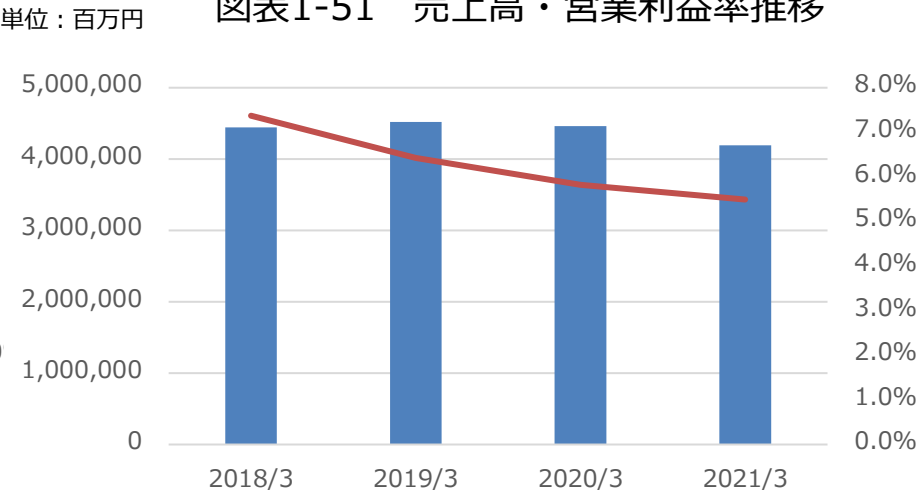
図表1-49 セグメント情報

報告セグメント	内容
重電システム	社会システム事業、電力・産業システム事業、ビルシステム事業
産業メカトロニクス	FAシステム事業、自動車機器事業
情報通信システム	インフォメーションシステム事業、電子システム事業
電子デバイス	半導体・デバイス事業
家庭電器	リビング・デジタルメディア事業
その他	資材調達・物流・不動産・広告宣伝・金融等のサービス、その他

図表1-50 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-51 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(6)三菱電機-原子力事業

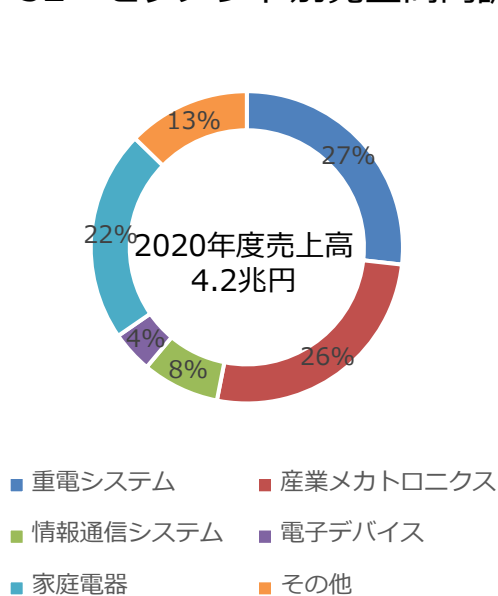
- ・原子力事業は重電システムのセグメントで行われている。
- ・重電システムは総売上高の約30%を占める。
- ・セグメント内の内訳は確認できない。
- ・原子力プラント用電機品を多種供給し、プラントの基本計画から設計・製作・建設、メンテナンスに至るまで、万全の体制を整えている。

原子力産業に深い関連があると考えられる技術の一例：小型原子炉SMR-160の共同開発

三菱電機は、米国Holtec International社が進める小型モジュール炉”SMR(Small Modular Reactor)-160”の開発に参画し、計装制御システムの設備設計を担当している。

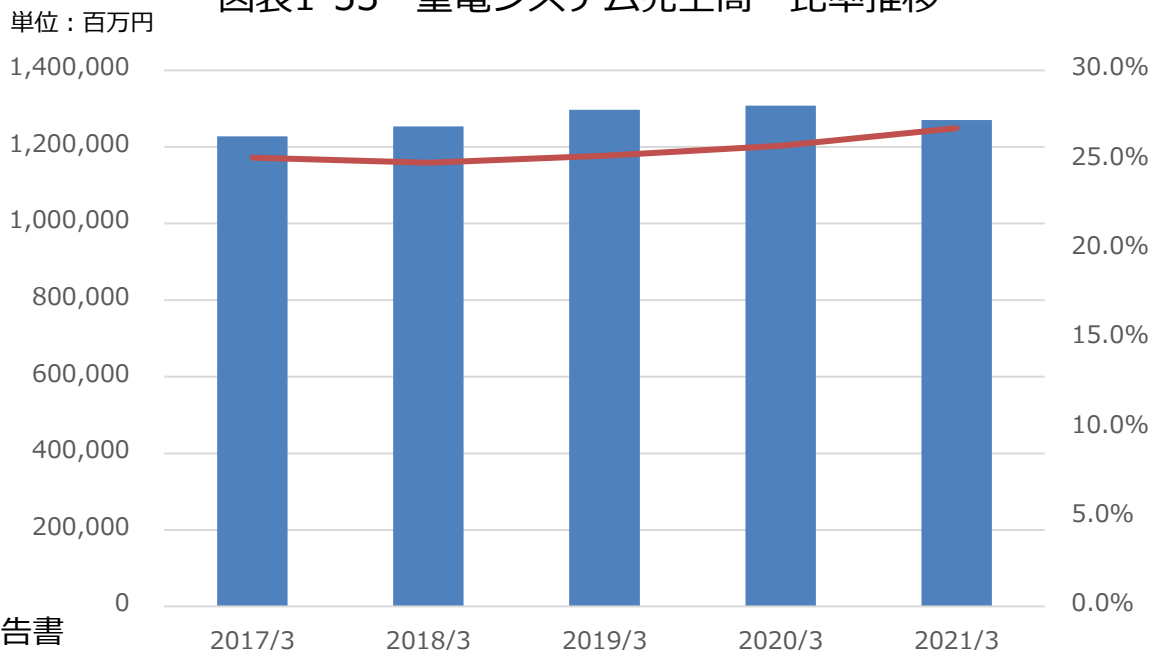
出所) 三菱電機ウェブサイト

図表1-52 セグメント別売上高内訳



出所) 三菱電機 ウェブサイト及び有価証券報告書

図表1-53 重電システム売上高・比率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(6)三菱電機-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

(原子炉格納容器)

- ・ RCPモーター
- ・ 制御棒駆動コイル
- ・ 加圧器ヒーター
- ・ 電気および光ペネトレーション
- ・ 炉内外核計装用検出器
- ・ 炉内計装装置駆動装置

(原子炉建屋)

- ・ 非常用ディーゼル発電機及び制御盤
- ・ 制御棒駆動用電源装置
- ・ 安全系補機電動機
- ・ 原子炉トリップ遮断器盤
- ・ 制御棒駆動装置

(原子炉補助建屋)

- ・ 中央制御盤
- ・ デジタル原子炉安全保護装置/制御装置
- ・ 1-2次系制御監視装置
- ・ 放射線監視装置
- ・ 核計装装置
- ・ メタルクラッドスイッチギヤ
- ・ パワーセンタ

(原子炉補助建屋つづき)

- ・ コントロールセンタ
- ・ 無停電電源装置
- ・ MV/LVスイッチギヤ

(タービン建屋)

- ・ タービン発電機/励磁機
- ・ 大型補機電動機
- ・ 発電機自動電圧調整装置および系統安定化装置
- ・ 発電機主回路接続装置
- ・ 発電機負荷開閉装置

(屋外)

- ・ 主要変圧器(主、起動、所内、予備)
- ・ ガス絶縁開閉装置
- ・ 循環水ポンプモーター

(その他)

- ・ ページング通信設備
- ・ ノイズモニター
- ・ ITV
- ・ 小型モーター
- ・ エレベータ
- ・ 照明 など

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理 (EPC)

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(7)三菱原子燃料-概要

三菱重工業（株）のグループ企業。1971年設立。

事業分野はPWR用ウラン燃料の開発・設計、製造、販売、輸送の他、Framatome社製造のBWR用ウラン燃料の販売、輸送及び炉心構成品等関連製品の開発・設計、製造、販売等。2009年4月、総合原子燃料事業会社として新発足。

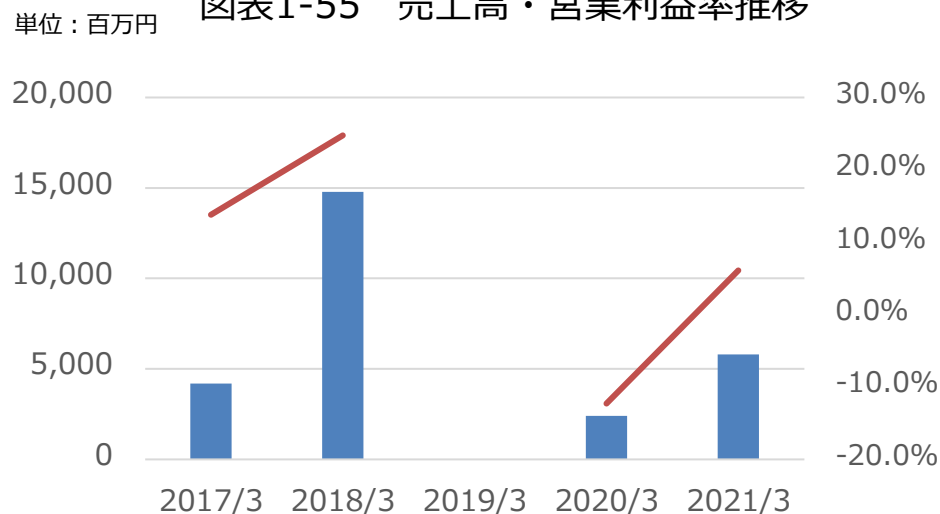
* 発足当時の株主比率は三菱重工35%、三菱マテリアル30%、AREVA（現Framatome）30%、三菱商事5%

2016年、株主体制変更。変更後の比率は三菱重工95%、Framatome5%

図表1-54 製品群一覧

製品	概要
PWR燃料	東海工場で製造、販売。
BWR燃料	Framatome社製10×10燃料（ATRIUM）を国内で販売。
炉心構成品	制御棒クラスタ（PWR）、バーナブルポイズン（PWR・BWR）を製造、組み立て、販売。

図表1-55 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(7)三菱原子燃料-技術

PWR用燃料の設計・製造の他、燃料機械設計・解析コードの開発、燃料管理手法の開発等も行っている。

図表1-56 (例) ダイレクトマーキングを活用した原子燃料棒管理の取り組み

出所) 株式会社マーストークンソリューション
Flags Vol.62 2010年6月

自動認識の世界をより身近に

Flags

vol.62

2010-06

ダイレクトマーキングを活用した 原子燃料棒管理の取り組み (三菱原子燃料株式会社様の事例紹介)

私たちの生活に欠かせない電力。日本ではその総発電電力量の約 1/3 は原子力発電でまかなわれています。原子力発電の現場では、より安心、そして安定したエネルギー供給を目指し、日夜徹底した安全第一の管理が施されています。

今回、原子燃料供給の最大手である三菱原子燃料株式会社様のご協力を得て、実際に行われているダイレクトマーキングシステムを活用した「原子燃料棒の管理」をご紹介します。

三菱原子燃料株式会社様のご紹介

茨城県日立市東海村。

ここに、昭和46年から、原子燃料の設計・製造に取り組む三菱原子燃料株式会社があります。人々が安心して暮らせる豊かな社会を築くために、安定したエネルギー資源を確保する原子力の利用は欠かせません。

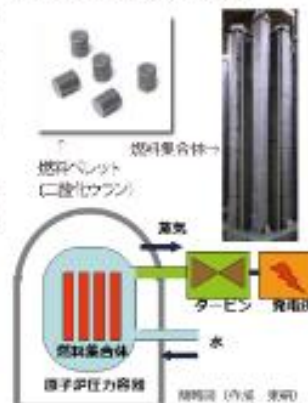
工場では、安全を第一に高品質で経済性の高い原子燃料の製造をされています。



2次元コードリーダー TFIR-3171

TFIR-3171は、様々な条件下でも多数の対応ができるマウントレンズ方式と最新の画像処理機能を搭載し、配置カメラと高速プロセッサにより、ワークを止めずに安定した読み取りが可能になりました。

重量は従来比約8%、サイズは従来比約4%の小型・軽量化を実現し、設置スペースを狭くしません。新開発のV型モードを利用すると、最適な読み取り条件を本体が自動で選択して読み取ります。IOBASE-Tインタフェース標準搭載です。



燃料棒およそ180〜200本が集まって、燃料集合体1体となります。原子力の圧力容器内には120〜200本前後の燃料集合体が装備されています。

燃料棒の円周上にバーコードをマーキングしたのです。

もう可能性もあり、自動化が難しい状況にありました。そこで、金属に直接バーコードをマーキングする方法に取られました。どの回転方向に位置しても読めるように、燃料棒の円周上にバーコードをマーキングしたのです。



施設は日立市東海村にある三菱原子燃料株式会社です。

情報システム室の鈴木主任によると、



施設は日立市東海村にある三菱原子燃料株式会社です。

情報システム室の鈴木主任によると、

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(7)三菱原子燃料-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

PWR燃料
BWR燃料
炉心構成品

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

炉心設計・燃料挙動解析(*)

プロジェクト管理（EPC）

-

(*)三菱原子燃料（株）ウェブサイトには事業として紹介されていないが、民間規格の検討会議や学会等での研究報告、日本原子力学会核燃料部会の運営小委員会や専門委員会等に同社メンバーが参画していることから、事業として有していると判断した。

例）日本電気協会原子力規格委員会 第 23 回 取替炉心安全性評価検討会

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(8)原子燃料工業-概要

1972年設立。2022年現在は東芝エネルギーシステムズ（株）の100%子会社。
従業員数は約610人(*)（2022年1月現在）。

図表1-57 製品群一覧

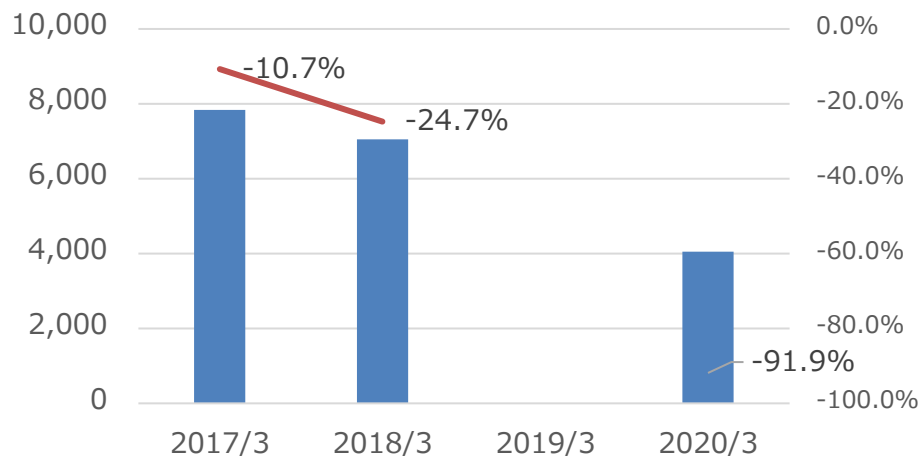
製品	概要
原子燃料製造	熊取事業所：PWR燃料、284tU/年、東海事業所：BWR燃料、250tU/年
原子燃料関連	燃料の設計・開発：燃料挙動解析、燃料集合体構造解析、熱水力試験等 炉心管理：燃焼度解析等 国内MOX燃料関連エンジニアリング：JMOXへの協力
エンジニアリング関連	燃料検査：外観検査等 非破壊検査装置開発及び検査業務、プラント保全技術 各種システム開発：原子燃料計量管理、会計整理、水質管理システム等 社会インフラ/システム診断サービス
バックエンド関連	廃炉関連技術：ウランリカバリー等 使用済燃料マネジメント：長期保管技術等 廃棄物処理・処分技術：ウラン廃棄物処分前処理、クリアランス関連技術等

* 募集要項・エントリー・インターンシップ案内あり

マイナビにも案内あり

図表1-58 売上高・営業利益率推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(8)原子燃料工業-施設の状況

図表1-59 各事業所の状況

年	熊取事業所	東海事業所
2014	新規制基準に基づく核燃料物質加工事業変更許可申請	新規制基準に基づく核燃料物質加工事業変更許可申請
2017		同、事業変更認可
2018	同、事業変更許可 第1次設備工事認可（設工認）申請	第1次～第3次設工認可 使用前検査申請 原子力規制の検査制度見直しに伴う保安規定変更認可申請
2020	原子力規制の検査制度見直しに伴う保安規定変更認可申請 第4次設工認申請	
2021		保安規定変更認可（第5次）申請

2022年2月現在、熊取・東海両事業所とも設工認審査中。

出所）原子力規制委員会＞核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(8)原子燃料工業-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 PWR/BWR燃料 HTTR向け燃料（初装荷・取替）	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス 燃料の設計・開発 炉心管理 国内MOX燃料関連エンジニアリング燃料検査 非破壊検査装置開発及び検査業務 プラント保全サービス 発電所関連エンジニアリングシステム開発 廃炉関連技術 使用済燃料マネジメント 廃棄物処理・処分技術	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(9) MHI NSエンジニアリング-概要

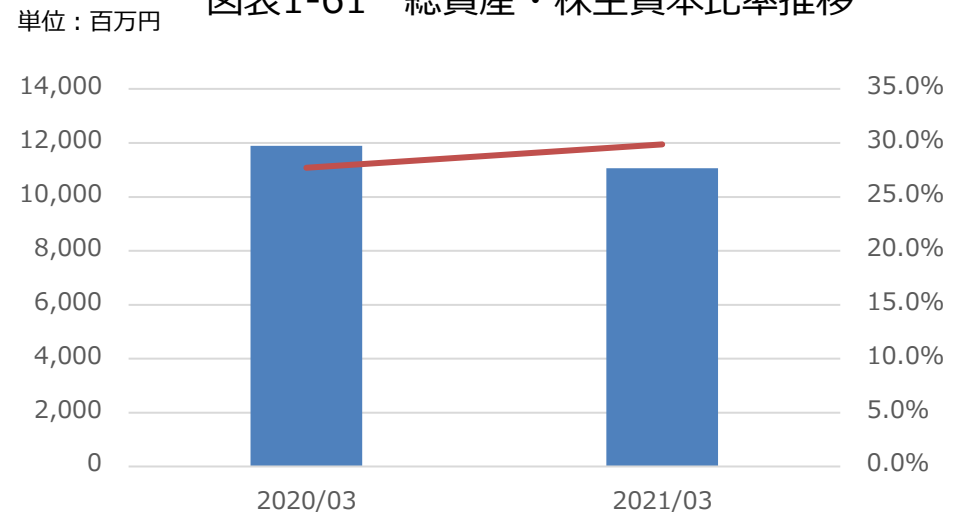
1961年に設立された神菱エンジニアリング株式会社を前身とする企業で、2019年から現在の名称に。

原子力や核燃料サイクル、その他エネルギー関連プラントに関する開発・設計のほか、船舶、建設機械、宇宙機器などの機械装置なども扱う。

図表1-60 セグメント情報

報告セグメント	内容
炉心・放射線技術部	明確な説明を確認できず
原子炉制御安全技術部	
構造技術部	
プラント設計部	
機器設備設計部	
検査技術部	
原子力情報・技術統括部	
電気制御技術部	
油圧ショベル技術部	
システム制御技術部	
車両技術部	

図表1-61 総資産・株主資本比率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(9) MHI NSエンジニアリング-原子力事業概要

- ・ ほぼ全ての技術部が原子力事業に関与していると考えられる。
- ・ 部門別の売上高などは確認できない。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(9) MHI NSエンジニアリング-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

原子力機器設計
原子力装置設計
炉心設計
原子力配管設計
機器配置設計
系統設計
空調設備設計
電気計装設計技術
処理・処分技術

材料・消耗品

原子燃料設計

技術・ソフトウェア・サービス

非破壊試験データ分析・評価
品質保証計画および品質保証データの管理
原子力機器・配管の安全性解析
原子炉の安全性解析
放射線解析
三菱原子力緊急時対応システム (MEASURES)
緊急時対策支援システム (ERSS)

プロジェクト管理 (EPC)

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(10)日本核燃料開発-概要

1972年創立。従業員数は約60人（2021年4月時点）。

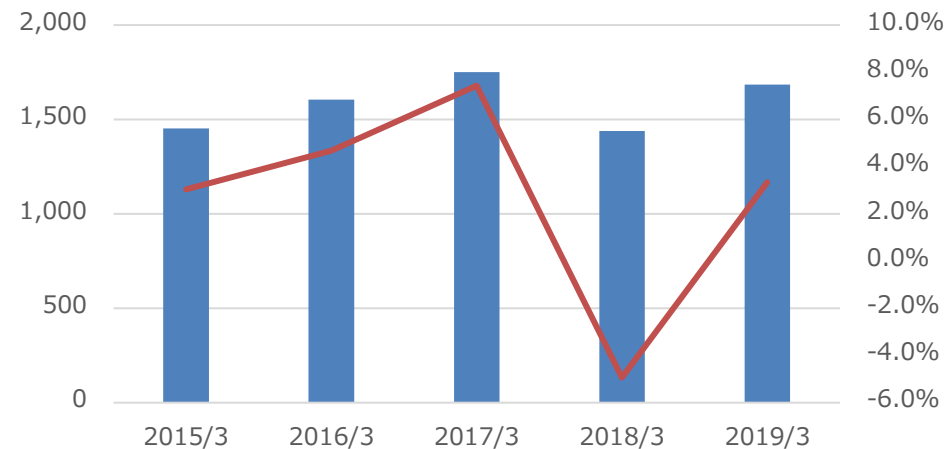
原子力発電所で使われる核燃料や、原子炉を構成する材料等の研究・開発を行う。

図表1-62 製品群一覧

製品	概要
核燃料の研究、開発	原子力発電所で使用される燃料の信頼性および経済性向上を目的として、さらに壊れにくく、長期間使用できる燃料の研究開発を精力的に進めている。
使用済核燃料の検査、試験技術の開発	信頼性の高い照射材データを提供している。
原子炉等で照射された材料の特性研究	原子力発電所の信頼性、安全性を評価するためのデータを取得し、より安全性の高い原子力発電所の実現に向けて努力している。
放射性核種の分析	使用済燃料や放射能を有する物質に含まれる放射性核種を、放射線測定装置や質量分析装置を使い、分析している。
放射性物質輸送容器による輸送に関する事業	照射された核燃料や金属材料で数多くの輸送実績がある。

図表1-63 売上高・営業利益率推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(10)日本核燃料開発-概要

日本核燃料開発の強み：

- ✓ 原子力発電所で使われる核燃料や、原子炉を構成する材料等の研究・開発のために、放射能を帯びた核燃料や材料を取り扱ったり、検査したりする試験技術の開発もしている。
- ✓ これらの業務について優れた成果を上げている。

原子力発電所設備・機器のさらなる安全性向上に貢献：

- ✓ 通常運転時とは異なる過酷な条件下での材料評価を通じて、種々の対策の妥当性、安全性を確認するデータを提供している。
- ✓ ウランや制御棒部材を使って過酷事故の模擬実験を実施し、得られた結果でシビアアクシデント解析コードのデータベースを拡充することにより、事故解析の精度向上に役立てている。
- ✓ 通常運転時に、より安定した性能を有する改良燃料の評価研究を進めている。
- ✓ 原子力発電所の運転期間延長のために、金属材料や電気ケーブルなどについて、長時間の放射線照射による特性変化や特性変化メカニズム解明の研究を進めている。さらに、規格・基準作りに必要なデータを取得し、提供している。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(10)日本核燃料開発-主な原子力事業製品・技術

機器・設備	材料・消耗品
-	-
技術・ソフトウェア・サービス 核燃料の研究、開発 使用済燃料の検査、試験技術の開発 原子炉等で照射された材料の特性研究 放射性核種の分析 放射性物質輸送容器による輸送に関する事業 種々の対策の妥当性、安全性を確認するデータを提供 事故解析の精度向上 改良燃料の評価研究 放射線照射による特性変化や特性変化メカニズム解明の研究 長期保管時の材料劣化評価 デブリ性状評価 保管設備候補材料の健全性評価 放射能分析 照射済み燃料・材料の輸送 材料試験の技術（ステンレス鋼、Ni基合金、低合金鋼、ジルカロイ被覆管、セラミックス等の試験）	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

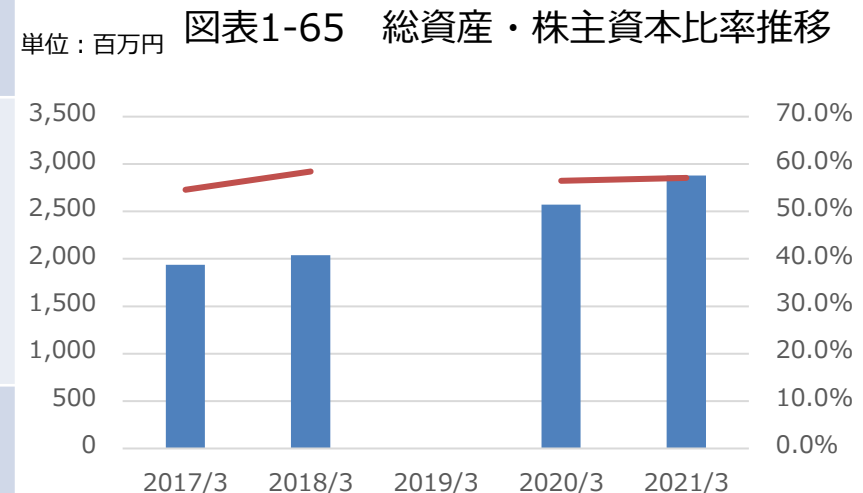
(11) MHI 原子力研究開発-概要

1990年4月創立。従業員数は約80人。

MHI 原子力研究開発株式会社（NDC）は、原子力発電設備・機器を供給している三菱重工（MHI）グループの一員として原子力利用に積極的に貢献すると共に地域に密着し、安全確保を最優先にして研究開発業務を展開している。

図表1-64 製品群一覧

製品	概要
原子力発電プラント関連技術の研究開発・試験	原子炉容器のサーベイランス試験 活性炭フィルター性能確認試験 原子炉水質管理技術の高度化研究 亜鉛注入の防食機構検討
原子燃料の安全性・信頼性向上に関する研究開発	照射後試験・照射挙動評価 燃料ペレット製造技術の開発 燃料材料の研究開発 燃料集合体および構成部材の流動特性に関する研究開発 燃料集合体および構成部材の機械特性に関する研究開発
原子燃料サイクル・バックエンド関連技術の研究開発・試験	事故由来廃棄物の放射能評価 使用済み燃料乾式貯蔵時の長期健全性確認 化学・放射化学分析の活用 原子力施設廃止措置に向けた取り組み 放射化学分析技術の品質管理 放射化学分析技術の開発
放射性物質の輸送関連業務	照射後試験燃料・照射材料の輸送



出所) MHI原子力研究開発 ウェブサイト及び決算公告

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(11) MHI 原子力研究開発-概要

MHI原子力研究開発の強み：

- ✓ 三菱重工グループの一員として、原子力発電所で使用される原子燃料・原子炉機器材料、発生する廃棄物の処理・処分等に関し、安全性・信頼性の向上を目指した各種研究開発・試験を担っている。
- ✓ 原子力技術の高度化と研究開発に邁進し、新分野への取り組みを従来以上に積極的に対応して行くことを計画。

取得認証：環境省認証「エコアクション21」（2005年5月30日取得、2021年6月28日更新）

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(11) MHI 原子力研究開発-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

原子力発電プラント関連技術の研究開発・試験
原子燃料の安全性・信頼性向上に関する研究開発
原子燃料サイクル・バックエンド関連技術の研究開発・試験
放射性物質の輸送関連業務

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(12) I H I 原動機-概要

2003年設立。

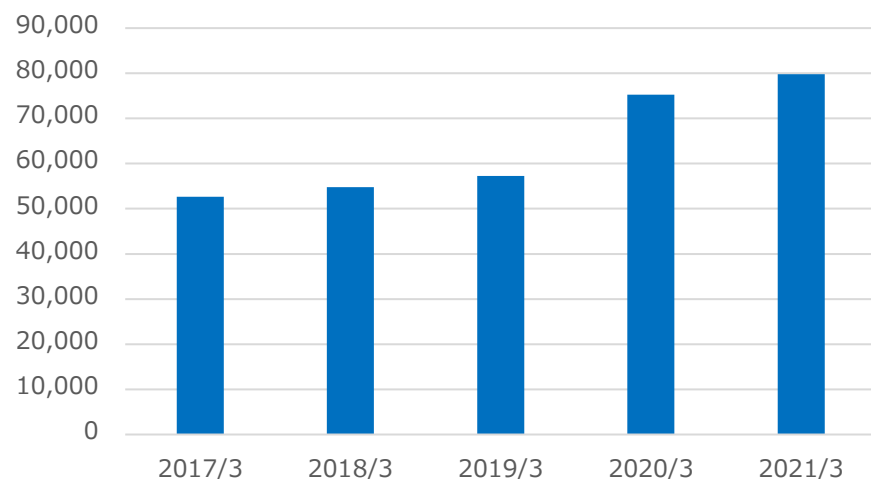
エンジン、ガスタービン、推進装置、発電装置、燃料噴射関連機器などを取り扱っている。
太田工場、新潟内燃機工場、新潟ガスタービン工場、新潟鋳造工場、相生事業所の各工場・事業所に生産センターがある。

図表1-66 セグメント情報

報告セグメント	内容
船用事業部	大型原動機、システム設計など
陸用事業部	プラント建設、プラントエンジニアリング、制御・電気技術など
技術センター	エンジン、ガスタービン、電装製品、Z型推進装置など
生産センター	レシプロエンジン、ガスタービン製造、鍛造品など

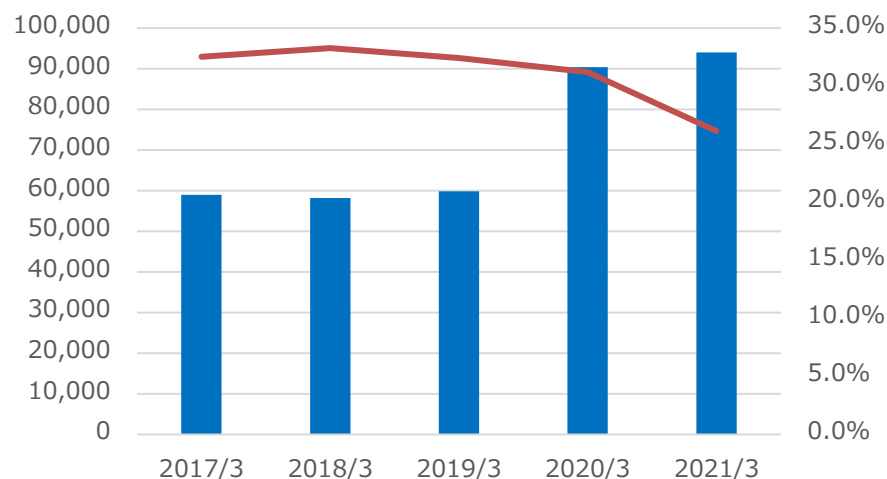
図表1-67 売上高推移

単位：百万円



図表1-68 総資産・株主資本比率推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(12) I H I 原動機-原子力事業概要

- ・原子力担当事業部は「メンテナンス工事部（原子力グループ）」他。
- ・事業部別や製品種別の売上高といった情報は開示されていない。
- ・ウェブサイトにおいて、特に原子力事業に関する言及は確認できない。数あるエンジン・タービン事業の一分野と位置付けられているものと思われる。

常用発電装置 ガスタービン：ニイガタソーラーシリーズ

ニイガタソーラーガスタービンは、中型産業用ガスタービン市場で世界トップクラスの実績を誇る米国ソーラー社製ガスタービンをパッケージングしたガスコージェネレーションシステムです。

ソーラー社独自のシステムによりNOxの大幅低減、高効率によりCO₂削減を実現し環境ニーズにもお応えします。

ニイガタソーラーシリーズは、新潟ガスタービン工場でパッケージ設計・生産・試運転までの一貫生産により、お客様に信頼できる製品をお届けして行きます。

出所) IHI原動機ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(12) I H I 原動機-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

- ・ 非常用発電装置 ディーゼルエンジン ニイガタディーゼルHXシリーズ
- ・ 非常用発電装置 ガスタービン ニイガタ ガスタービン CNTシリーズ
- ・ ポンプ駆動用 ディーゼルエンジン ニイガタディーゼル HXシリーズ
- ・ ポンプ駆動用 ガスタービン ニイガタガスタービン CNTシリーズ
- ・ 集中監視システム NESTY
- ・ 発電監視装置 EDEN® PLⅢSYSTEM

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(13)MHI NUSEC-概要

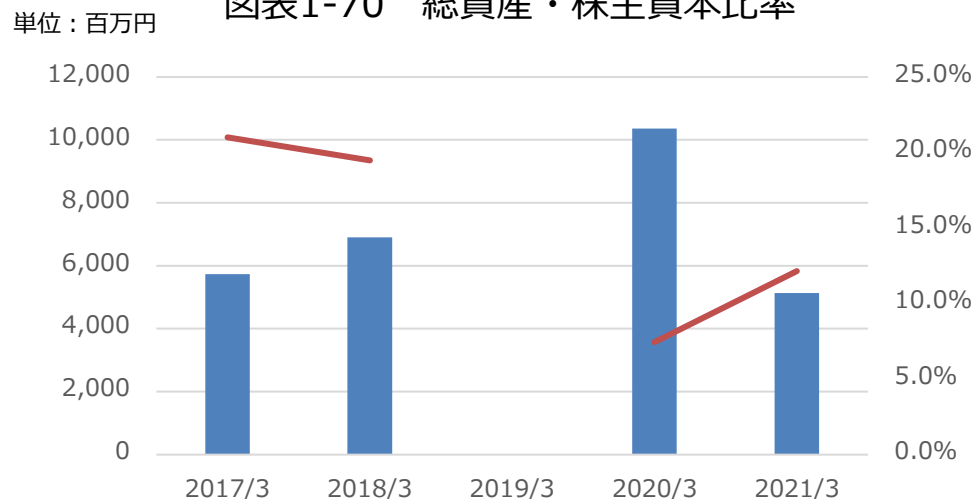
1978年8月創立。従業員数は約297人（2021年10月現在）。

MHI NUSEC株式会社（略称：NUSECニューセック）は創設以来、三菱重工業株式会社グループの一員として、原子力発電プラントの定期検査工事、保守・改造工事及び放射線管理、品質管理などを行い、三菱重工業株式会社の原子力部門をサポートしている。

図表1-69 製品群一覧

製品	概要
洗浄・除染	いろいろな方法で汚れたものをきれいに洗浄している。
点検・検査・計測	各種センサーを搭載した自走ロボット等で色々な場所の検査・点検を行う。
放射線防護	被ばく低減に関する技術を提案する。
工事支援	工事進捗の効率化に関する技術を提案する。
定期検査用治工具	定期検査を効率的に進める各種治工具を紹介する。

図表1-70 総資産・株主資本比率



出所) MHI NUSEC ウェブサイト及び決算公告

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(13)MHI NUSEC-概要

次の加圧水型原子力発電プラント（PWR）に於ける工事の実績あり。

図表1-71 MHI NUSEC工事实績

電力会社名	プラント名
関西電力	大飯発電所
	美浜発電所
	高浜発電所
日本原子力発電	敦賀発電所
九州電力	玄海発電所
	川内発電所
四国電力	伊方発電所
北海道電力	泊発電所

取得認証：神戸環境マネジメントシステム（KEMS)登録証

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(13)MHI NUSEC-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

主給水フローノズル洗浄装置
改良型RVフランジシート面レーザ点検装置
金属球充填ジャケット式遮へいシステム可搬式局所排気装置
(K-NAP II A)
小型局所排気装置 (S-NAP)
視覚線量警報器
RV検査・保守治具
TCコノシールシート点検・保守用治具キャビティシール関連
治具
SGハンドホール用遮へいプラグ

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

ブラスト除染技術
CJ (キャビテーションジェット) 技術
3Dレーザー計測技術
NUSEC-ADAMS (スキャンデータの一元管理システム)
タブレットPCの現場活用
一次系関連工事計画・施工
二次系関連工事計画
放射線管理関連業務

プロジェクト管理 (EPC)

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

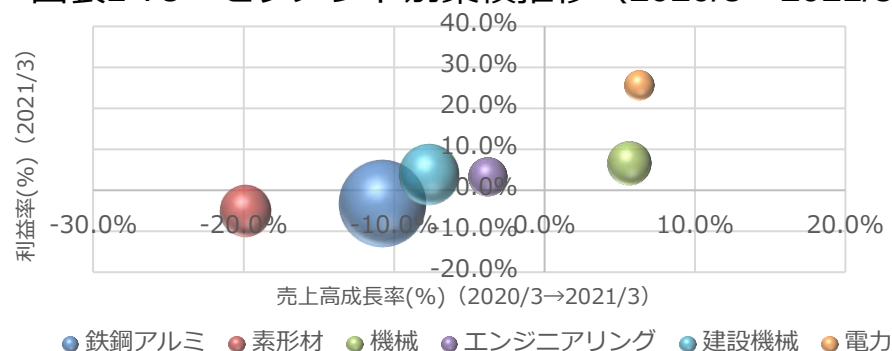
(14)神戸製鋼所-概要

1905年創立。従業員数は約4万人（2021年3月時点）。
鉄鋼アルミ・素形材・溶接からなる素材系事業、産業機械・エンジニアリング・建設機械
からなる機械系事業、及び電力事業といった多様な事業を営む。

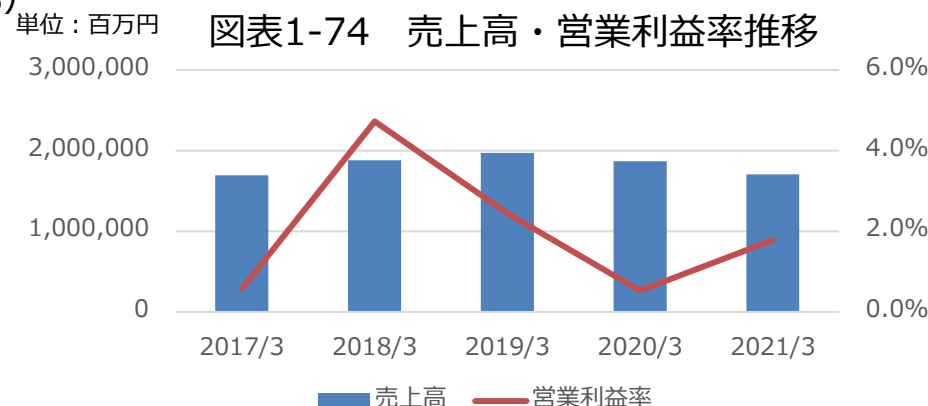
図表1-72 セグメント情報

セグメント	内容
鉄鋼アルミ	条鋼、鋼板、アルミ圧延品、鋼片、鋳物用銑、製鋼用銑、スラグ製品、建材、各種特殊鋼製品、各種鋼線
素形材	鋳鍛鋼品、アルミニウム合金及びマグネシウム合金鋳鍛造品、チタン及びチタン合金、アルミニウム合金鋳造品及び加工品、アルミ押出材及び加工品、銅圧延品、鉄粉
溶接	溶接材料、溶接ロボット、溶接電源、各種溶接ロボットシステム、溶接関連試験・分析・コンサルティング業
機械	エナジー・化学関連機器、原子力関連機器、タイヤ・ゴム機械、樹脂機械、超高压装置、真空成膜装置、金属加工機械、各種圧縮機、冷凍機、ヒートポンプ、各種プラント、各種内燃機関
エンジニアリング	各種プラント（還元鉄、ペレタイジング、石油化学、原子力関連、水処理、廃棄物処理等）、土木工事、新交通システム、化学・食品関連機器
建設機械	油圧ショベル、ミニショベル、ホイールローダ、クローラークレーン、ラフテレーンクレーン、作業船
電力	電力供給

図表1-73 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-74 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

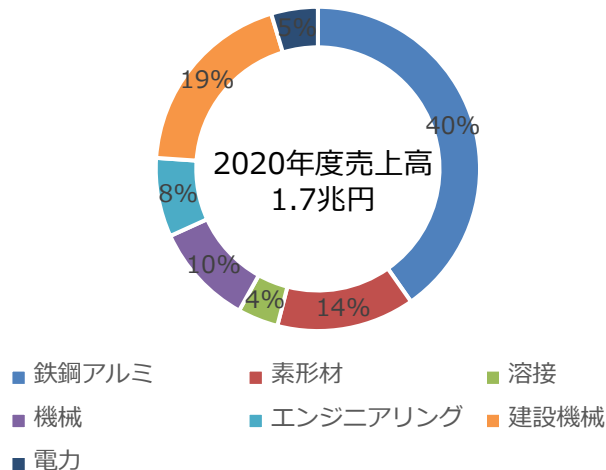
1-2. 企業の業績と戦略

(14)神戸製鋼所-原子力事業概要

- ・原子力事業は機械及びエンジニアリングのセグメントで行われている。
- ・機械及びエンジニアリングはそれぞれ総売上高の約10%を占める。
- ・セグメント内の内訳は確認できない。
- ・総合素材メーカーとして材料・加工技術など幅広い技術開発力を背景に、素材から機器・システム、プラント・施設建設にいたるまで独自の製品・技術で原子力産業に貢献。

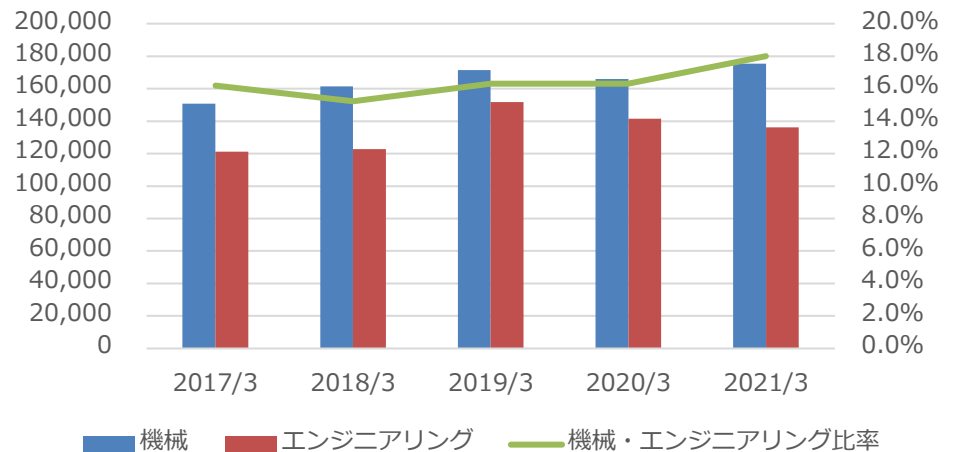
原子力産業に深い関連があると考えられる技術の一例：世界最大級水圧プレスと独自開発の特殊鍛造技術
 神戸製鋼グループは、自社製作による世界最大級の13,000トンの大型水圧プレスを利用して、独自に開発した特殊鍛造技術を駆使し、原子炉容器用部材をはじめ蒸気発生器用コニカルパーツ、チューブ・シートなどを製造しています。また、最新の取鍋精錬技術を組み合わせた製鋼技術と厳しい品質管理のもとに、優れた靱性や内部品質をもつ鍛造品を製造しています。
 出所) 神戸製鋼所ウェブサイト

図表1-75 セグメント別売上高内訳



図表1-76 機械・エンジニアリング 売上高比率推移

単位：百万円



出所) 神戸製鋼所 ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(14)神戸製鋼所-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

- ・核燃料輸送・貯蔵キャスク
- ・PWR交換用上蓋
- ・湿分分離加熱器
- ・給水加熱器
- ・ステンレス鋼管
- ・タービンブレード材・チタン製冷却管
- ・原子炉機器用厚鋼板
- ・照射機器向けビームライン用高速チョッパー、低速チョッパー、T0チョッパー等
- ・ドラム缶搬出検査設備
- ・雰囲気制御グローブボックス設備
- ・原子炉容器部材・蒸気発生器用コニカルパーツ・蒸気発生器チューブシート
- ・大強度陽子加速器施設（J-PARC）中性子分光器

技術・ソフトウェア・サービス

- ・液体及び固体廃棄物の減容・安定化・貯蔵技術

材料・消耗品

- ・中性子遮へい材 kobesh
- ・濃縮ボロン含有アルミ板
- ・溶接材料
- ・高分解能NMRマグネット
- ・各種超電導線
- ・ジャイロトロン用マグネット

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(15)ウツエバルブサービス-概要

60



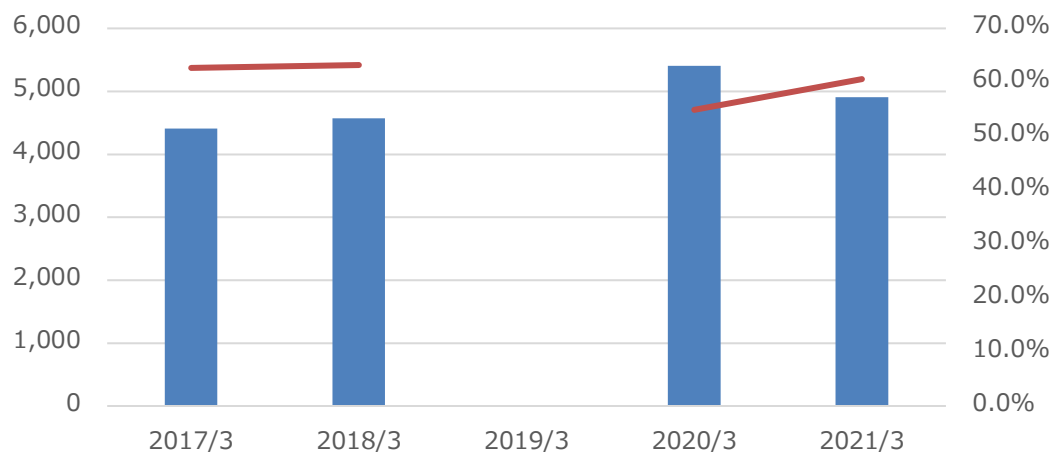
1969年設立のバルブメンテナンス会社。資本金8,300万円。社員数153名。
ウツエバルブ株式会社のメンテナンス部門を分離し、1969年バルブサービス株式会社として
発足。本社、東京営業所その他、泊・東通・女川・柏崎刈羽・福島・浜通に事業所を有する。

事業内容

- 原子力および火力発電所、石油化学プラント等のバルブ、管およびこれに関する機械、計測設備のメンテナンス工事ならびにバルブ等の製品及び部品の販売
- 土木建設業

図表1-77 総資産・株主資本比率推移

単位：百万円



事業部別の売上高といった情報は開示されていない。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(15) ウツエバルブサービス-原子力事業概要

原子力担当事業部署は明示されていないものの、泊・東通・女川・柏崎刈羽の各事業所は原子力発電所構内にあり、福島及び浜通の各事業所は福島第一・第二原子力発電所に近い楢葉町内にあることから、原子力事業に注力していることが伺える。

福島復興のためにできること

東日本大震災以降、原子力発電所の厳しい放射線管理実績を地元企業として福島復興のために取り組んでおります。

除染事業として公共施設・一般家屋の除染工事や従事者への放射線防護教育と個人線量管理、モニタリング事業として廃棄物仮置場管理や町内の定点環境測定を i p a d のクラウド環境によるリアルタイム測定報告化やガンマカメラによる視覚化測定を提案し、採用されています。また、新たな挑戦として、工事現場や各種イベント等の交通誘導警備、産業／一般廃棄物収集運搬業を通じて福島の復興を支え続けていきます。

出所) ウツエバルブサービス ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(15) ウツエバルブサービス-技術

HCU改造弁：バルブメンテナンスの観点から生まれた改造弁

BWRプラントにおいて従来ご好評をいただいております制御棒駆動水圧系HCU改造弁に続いて、ABWRプラント向けとしてクラス1250の制御棒駆動水圧系HCU改造弁をウツエバルブ株式会社との共同研究により開発いたしました。

クラス1250HCU改造弁は、すでにBWRプラントで実績のあるクラス900HCU改造弁のメリットを引き継ぎながら、ABWRプラントでの高圧条件下

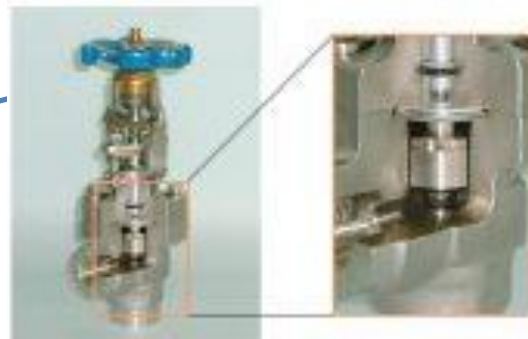
(max18.63MPa/66℃/温水)における操作性の改善を図ることを目的として開発いたしました。

検証試験データによりますと、改造弁の操作トルクは既設弁の操作トルクに対して約62%低減しております。

なお、クラス1250HCU改造弁は従来のHCU改造弁と同様に上回り部品（弁体を除く）を交換することによって改造弁に変更することができます。また、ボディを含む改造弁一式の供給も可能です。

引用元) ウツエバルブサービス ウェブサイト

図表1-78 HCU改造弁



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(15) ウツエバルブサービス-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 HCU改造弁	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス - 放射線量モニタリング - ドローンによる航空撮影 - バルブメンテナンス - 原子炉系統（原子炉浄化系、主蒸気系、燃料プール冷却浄化系） - タービン系統（主蒸気系、給・復水系、ヒータードレン・ベント系、オフガス系、抽気系） - 原子炉/タービン補機冷却系、廃棄物処理系、過熱蒸気/過熱蒸気戻系、補給水系 など - AO弁診断システム - 廃棄物収集運搬業務 - 福島復興事業	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

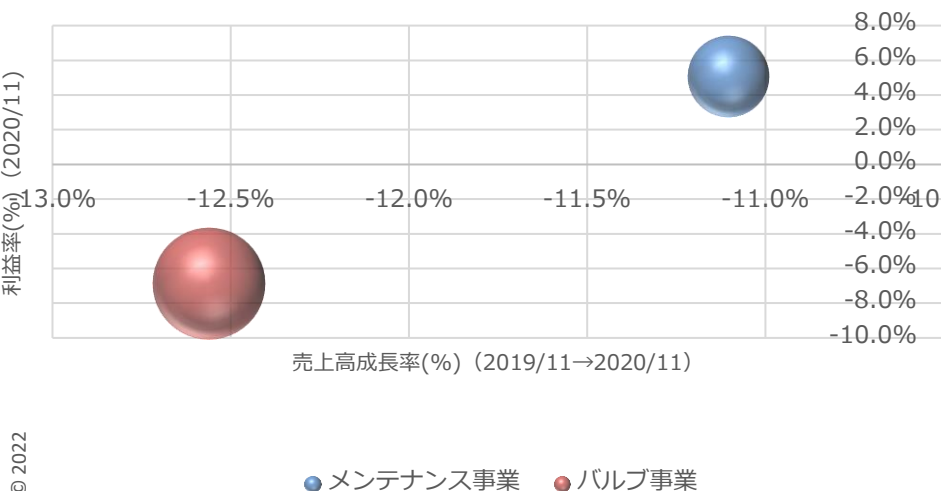
(16)岡野バルブ製造-概要

1936年設立。従業員数は連結364名、単体192名(2021年11月現在)。
発電所向けの原子力弁・一般弁の製造・販売や定期検査を主体としたバルブメンテナンスサービスを手掛ける。

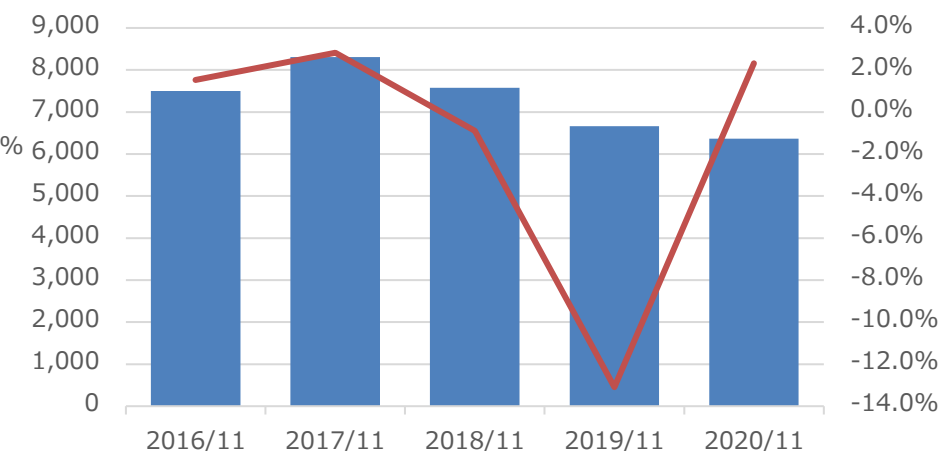
図表1-79 セグメント情報

報告セグメント	内容
メンテナンス事業	定期検査を主体としたバルブメンテナンス
バルブ事業	主に発電所向け原子力弁・一般弁等を製造・販売

図表1-80 セグメント別業績推移 (2019/11→2020/11)



単位：百万円 図表1-81 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

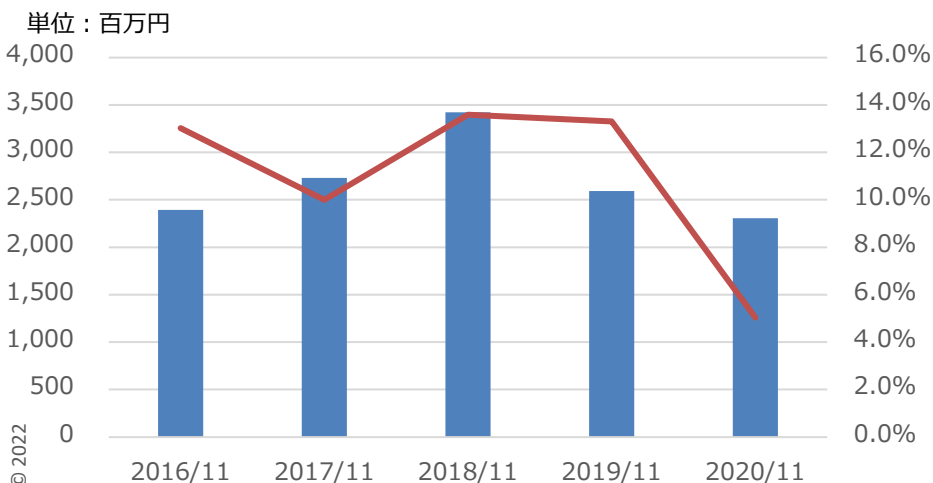
(16)岡野バルブ製造-原子力事業概要

- ・原子力事業はバルブ事業とメンテナンス事業に所属する。
- ・メンテナンス事業の方が、バルブ事業より利益率は高い傾向にある。
- ・バルブ事業の売上は過去五年で大きな変化はないものの、利益率は一貫して低下傾向にある。

原子力産業に深い関連がある技術の一例：SRV（主蒸気逃し安全弁）

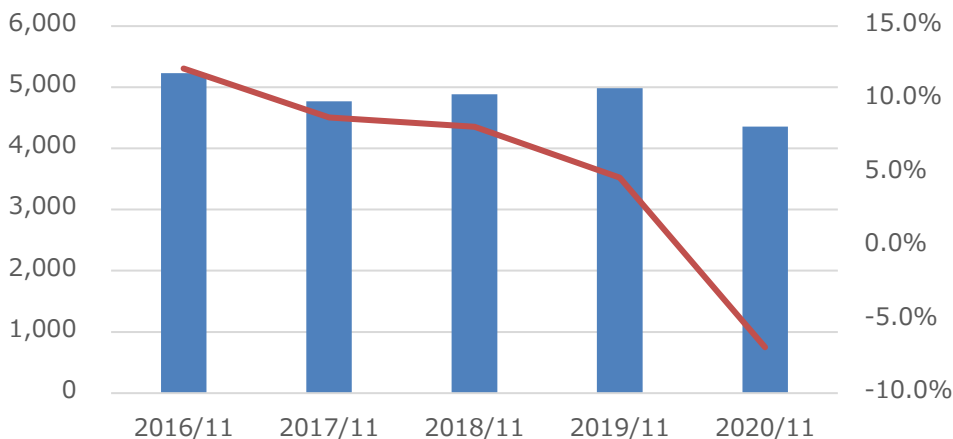
SRVは原子炉圧力の過度の上昇を防ぐ為に設置され、原子力発電所における重要弁主となるスプリングに加え補助作動装置も備えており、外力により強制的に弁開作動も可能な構造
出所）岡野バルブ製造ウェブサイト

図表1-82 メンテナンス事業売上高・利益率推移



出所）岡野バルブ ウェブサイト及び有価証券報告書

単位：百万円 図表1-83 バルブ事業売上高・利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(16)岡野バルブ製造-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

玉形弁（グローブ弁）
逆止弁（チェック弁）
安全弁・逃し弁
ねじ締め逆止弁
ドレン弁
ライニング弁
NAC弁
調整弁
膨張黒鉛シールリング
安全弁アダプター
ノズルクリーナー

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス メンテナンス

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (17) T V E -概要

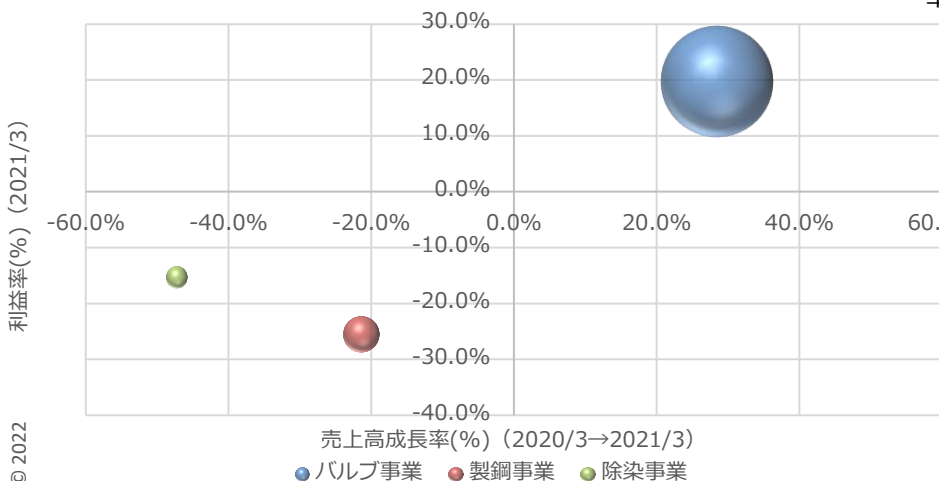
1922年創立。従業員数は約328人（2021年9月末時点）。
各種バルブの製造販売及びメンテナンス、各種鋳鋼製品の製造販売を行う。

図表1-84 セグメント情報

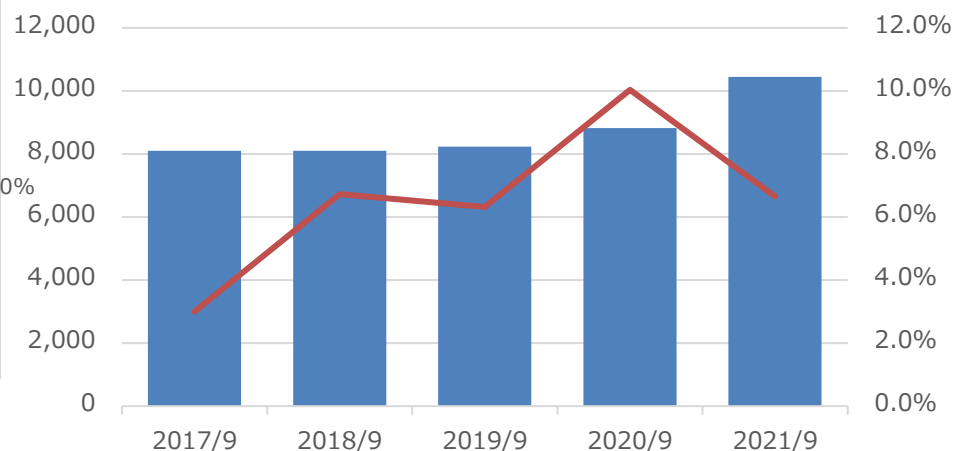
報告セグメント	内容
バルブ事業	お客様に安心して使用して頂くためニーズを聞き取り高品質・高性能な高温高压域一般弁と安全弁などのバルブを製作し、国内外の電力プラントを中心に石油化学関係プラントなどへ納入。また過酷な環境下で使用されるバルブの損傷を未然に防ぐ予防保全に絶大な力を発揮するバルブ診断機器、豊富な知識・経験を持つ技術者による技術サポート、バルブメンテナンスサービス、シンガポール現地法人によるバルブ製品、部品の販売およびメンテナンスを展開し、国内外問わずValve Life Cycle Managementを実現していく。
除染事業	東日本大震災の影響による福島地域の再生に取り組むべく、除染事業への参画、減容化施設等での放射線管理業務、福島第一発電所内での管理業務、設備管理業務へ取り組んでいる。今後は減容化施設での管理業務等にも参画して事業領域を拡大し、原子炉廃止措置事業へ本格的に参入していく。

図表1-85 セグメント別業績推移（2020/9→2021/9）

単位：百万円



図表1-86 売上高・利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (17) T V E -概要

TVEの強み

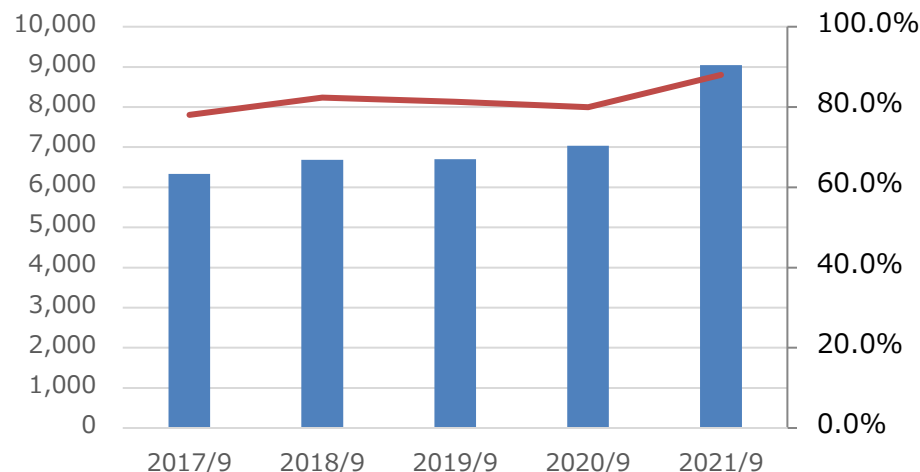
- ✓ 2016年2月に株式会社キッツと相互に主要技術、製品の得意分野を活かした連携に関する資本業務提携契約を締結。特に高圧弁分野ではすでに両社連携にて電力・石油精製プラントへ国内外の納入実績あり。
- ✓ 国内最大級の試験設備を活用し、耐圧試験・気密試験・安全弁等の蒸気試験を受託する「TEST LABO」を立ち上げ。
- ✓ 廃炉事業に向けて子会社を新たに設立。資源エネルギー庁より、「原子力産業基盤強化事業補助金」に係る間接補助事業者の採択を取得。

納入実績

敦賀1号、美浜1号、玄海1号、中国秦山原発1号、中国三門1号

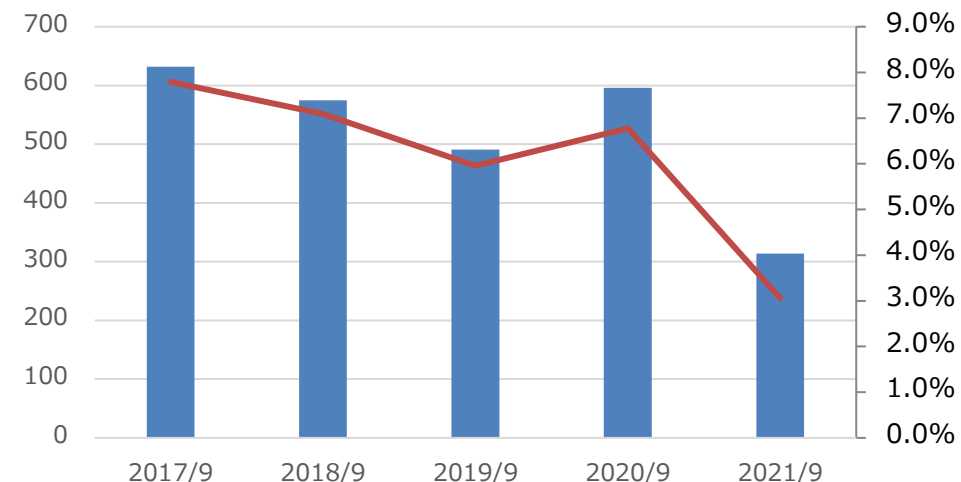
図表1-87 バルブ事業売上高・比率推移

単位：百万円



図表1-88 除染事業売上高・比率推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(17) T V E -主な原子力事業製品・技術

機器・設備

低中圧ウェッジゲート弁、高圧ウェッジゲート弁
 開放形安全弁、密閉形逃し弁
 加圧器安全弁、真空逃し弁
 主蒸気安全弁、湿分分離加熱器逃し弁
 クロスアラウンド管安全弁、低中圧小口径玉形弁
 低中圧大口径玉形弁、低中圧スイング式逆止弁
 中圧リフト式逆止弁、低中圧チルチング逆止弁
 抽気逆止弁、低中差圧用ニードル弁
 燃料移送管仕切弁、主蒸気隔離弁
 主蒸気逆止弁、安全注入系逆止弁

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(18)平田バルブ工業-概要

1937年創立。従業員数は131人（2021年3月）。
浜岡（発電所構内）女川（発電所構内）青森の3か所に事業所を有する他、新潟事業場において高圧ガス設備試験・製造認定を取得している。2014年、柏崎事業所閉所。

図表1-89 セグメント情報

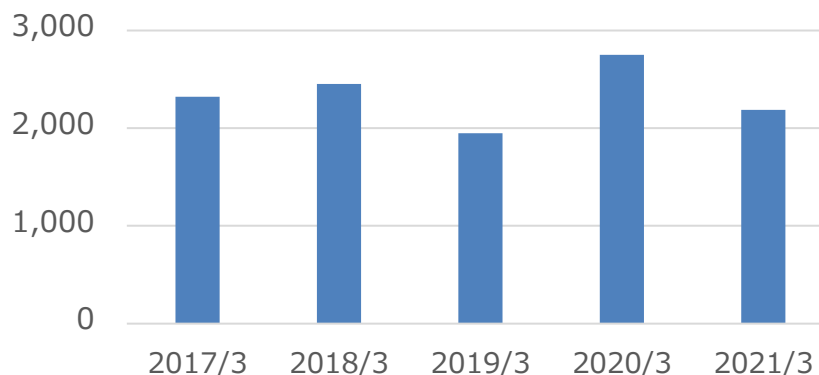
事業	内容
バルブ	玉形弁・三方玉形弁・ニードル弁・仕切弁・逆止弁・コック・プラグ弁・ボール弁・三方ボール弁・バタフライ弁・ベローシール弁・吐出弁・Y型ストレーナ・フロークラス・安全弁 その他特殊弁
メンテナンス	長期にわたって安全に使用可能なようにアフターサービスにも注力。現地でのサービスを迅速に提供するため、浜岡・女川・青森の原子力発電所またはその関連施設に隣接した地域に設けられた当事務所からの緊急対応、定期点検、保守点検、更には改修工事に至るまで、メンテナンス及びその関連業務に係る幅広いサービスを可能としている。新潟への工場持込み修理、LNG等の各種エネルギー関連プラントへの出張修理、技術指導等も実施。
研修	新潟に研修施設を設け、顧客要望に応じた研修プログラムを用意している。研修は工場見学・机上での弁の構造とメンテナンスの基礎知識講座に加え、実際に各種バルブを分解・手入れ・再組立するといった現場実習を体験し、より深くバルブを理解することが可能。
機械加工等	新潟事業所にバルブを生産するための各種機械加工設備を保有しており、これらの設備を使用して部品加工のみの注文にも応じている。各種産業機械装置、射出成形機等の実績あり。溶接設備及び非破壊検査設備もある。

社是

使う立場になって
使いやすい親切な
高度のよいバルブを作り
社会に奉仕する

図表1-90 売上高推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(18)平田バルブ工業-技術

- バルブ関連をはじめとした多くの認証・特許を有する。

<特許>

ハーフナット装置

粉体用ドアバルブ

バルブ修理治具及びその修理方法

仕切弁（粉粒体用）

極低温用フランジ継手の漏洩防止装置

極低温用小口径止め弁（樹脂弁体）

弁補強器具及び方法

図表1-91 取得済認証

各種認証取得	適用範囲
高圧ガス設備試験・製造認定事業所：新潟事業場	仕切弁、玉型弁、逆止弁、コック、プラグ弁、ボール弁、バタフライ弁、安全弁、調整弁、その他の弁の各種について材料、使用温度範囲、設計圧力等で認定取得。
ISO9001認証取得	バルブの製造・販売及び付帯サービス
ISO14001認証取得	バルブの製造・販売及び付帯サービス
一般建設業 管工事業・機械器具設置工事業の許可	神奈川県知事許可 般－29 第74814号 管工事業／機械器具設置工事業
解体工事業取得	静岡県知事(登29)第833号
N K 船級取得	船用低温弁及びサービス
B V 船級取得	船用低温弁及びサービス

出所) 平田バルブ工業 技術・特許／各種認証取得

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(18)平田バルブ工業-原子力製品

図表1-92 バルブ 基本製作範囲

弁 種	玉形弁・三方玉形弁・ニードル弁・仕切弁・逆止弁・コック・プラグ弁・ボール弁・ 三方ボール弁・バタフライ弁・ベローシール弁・吐出弁・ Y型ストレーナ・ フローグラス・安全弁 その他
操作型式	手動・空気操作・電動操作・電磁弁 その他
圧力クラス	クラス150LB～2500LB・JIS10K～63K・PN PN20～ PN100 (弁種により異なる)
接 続	フランジ形(F)・差込溶接型(SW)・突合わせ溶接型(BW) その他
口 径	6 A～1500 A・1/8 B～60 B (弁種により異なる)
材 質	炭素鋼・ステンレス合金鋼・チタン・銅合金・鋳鉄 そ その他
用 途	原子力プラント用・火力発電プラント用・地熱発電プラ ント用・ LNG基地用・LNG船用・装置産業プラント用（酸素、 窒素、石油、化学、食品など）・ 宇宙ロケット液体水素燃焼装置用・その他産業用

赤文字：原子力用途

設計・製作過程において他産業
用と技術・品質面において区別
管理。

主にBWRの原子炉系、補助系、
廃棄物処理系、タービン系全て
に関わる。

再処理施設でも特化した範囲は
無く、全ての設備に関わる。
原子力向け仕様は他産業とは区
別管理されており、原子力向け
技術の他産業への転用は事業性
が成立しない。

出所) 平田バルブ工業 製品のご紹介

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(18) 平田バルブ工業-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

原子力固有の技術・機能・品質要求に応えるバルブを設計・製作

Ex. 過酷事故対応製品の開発 <メタルシート型バタフライ隔離弁、事故時作動電磁弁等>

材料・消耗品

原子力固有の品質要求に応える材料・部品を供給

技術・サービス・メンテナンス

研修（独自の研修設備により自社・ユーザ技術者の教育を実施）

機械加工（原子力特有の技術を以て各種サービスを提供）

保守点検（自社製品の製造及びメンテ履歴のデータ構築に基づく情報管理）

プロジェクト管理（EPC）

確立されたQAシステムに則りプロジェクトを管理し遂行（自社のみならずサプライヤーの品質管理・指導を実施）

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(19)フジキン-概要

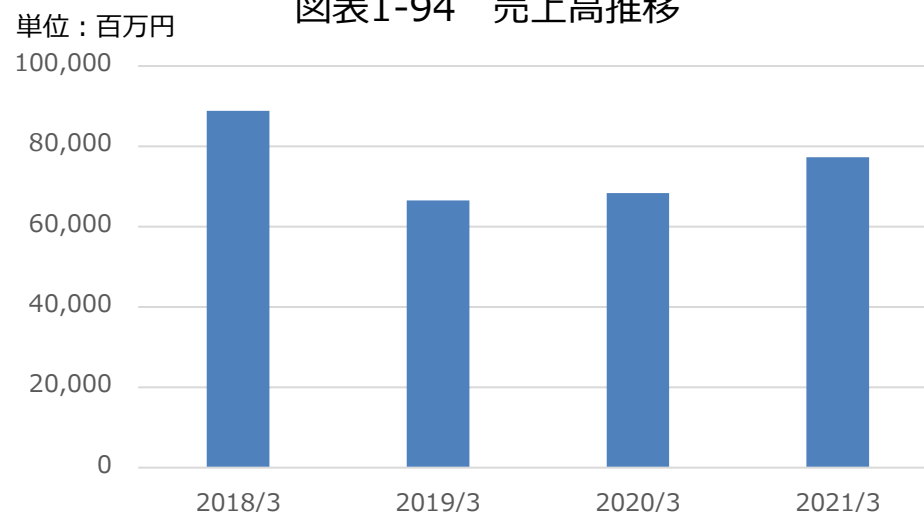
1930年創業、1954年設立。グループ従業員数は4,973人（2021年3月）。特殊バルブ事業から派生した精密流体制御システム等最新技術を幅広い産業に展開し、ライフサイエンス分野にも進出。米国・ドイツ・中国等にも事業展開。

図表1-93 製品群一覧

事業	内容
バルブ	グローブバルブ・アングルバルブ・マニホールド/ゲージバルブ・ホールバルブ・プラグバルブ・ダイヤフラムバルブ・ピンチバルブ・チャッキバルブ・リリーフバルブ等
継手	2圧縮リング方式継手・リング式継手・溶着式継手・溶接式継手・コーン&スレッド式継手・メタルガスケット式継手・可変式継手等
システム	フローコントロールシステム(FCS®)・マスフローコントローラ・集積化ガスシステム(IGS®)・コンプレッサー/ポンプ・静止型ミキサー・シールテープ自動巻付機・水分発生装置・PFA溶着機等
その他	フィルター・UFL(超高压水素ガス適合)・漏洩検査液・工具・ヘルスケア・健康管理等

製品群の製造・販売と併せて、顧客対象の説明会・講習会、現地メンテナンス、製品貸出サービス等のサポートも実施。メンバー制の“Club FUJIKIN”ではメンバー対象に製品カタログ、取扱説明書、高圧ガス保安法法令参照システム等を配布。

図表1-94 売上高推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(19)フジキン-原子力製品情報

原子力発電所用計装バルブ機器

高度な技術と装置を要する原子力発電所では、計装用のバルブ機器を多数使用していただき、超低温分野では、核融合・電力貯蔵・核磁気断層装置等の超伝導システムの液化ガスのコントロールなどにも、超精密ながれ(流体)制御システム機器が採用されています。フジキンの技術は、エネルギー開発にも大きく貢献しています。

出所) フジキン ウェブサイト

図表1-95 “ミニ”コントロールバルブMINUCON®



フジキン なんでも挑戦、海の底から宇宙の果てまでお任せ

2018/10/5 日本原子力産業協会インタビュー記事

フジキンは原子力発電所へもバルブを提供している。計装用バルブ機器のほか、超低温分野では核融合、電力貯蔵、核磁気断層装置などの超伝導システムの液化ガスのコントロールなどにも超精密ながれ(流体)制御システムが採用されている。高度な技術と専門性が求められるため、電力会社や大学の研究室、専門家と共同開発をする。計装機器の下には必ずバルブをつけるという決まりがある。圧力・流量を測る機器の下には制御バルブがあり、国内54基の原子炉にフジキン製が使われている。

出所) フジキン 公式ウェブサイト、日本原子力産業協会

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(19)フジキン-海外展開

英語のウェブサイトでは、主力製品の各種バルブの技術仕様を詳細に説明。
 注) 原子力仕様もそれ以外の分野の製品も含まれている。

図表1-96 英文による製品情報



中国語・韓国語・
ロシア語のカタログ
も

1. Manual Valves					
1-1. Globe Valves					
Catalogues (PDF)	Model No.	Maximum Nominal Sizes	Cleanliness	Flow Rate	Materials
Needle Valves					
New Value Series Brass 1MPa Needle Stop Valves Japanese	DS-11	15A	*	Low	C
Brass/Bronze Needle Valves Japanese	DH-12 DUE-12 BH-21	100A	*	Low	B, C
Ring Joints & Miniature Valves Japanese	RV-6	12 12×10A	*	Low	C
Female Threaded Needle Stop Valves Economy Type Japanese	UH-13 DH-11	10A	*	Low	S, C
New Value Series Stainless Steel 3MPa Needle Stop Valves Japanese	US-13P	15A	Class 2	Low	S
Stainless Steel Needle Valves, Average./Small./Minute Adjustments UN-14M Japanese	UN-14M	8A 6.35	Class 2	Low	S
Brass Stop Valves Bulkhead Type English	PDS PDWVP	15A 12.7 12	*	Low	C
FINE series PURE Standard series English 中国語 한국어 Japanese	FUN FUE FUH	10A 12.7	Complete	Low	S
Minute Flow Control Valves Cv 0.004 Type Japanese	PUN UN	6.35	Class 2	Low	S, C

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(19)フジキン-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

各種バルブ
パワフルロック(認定対応) UJUN, UJU(超高压水素ガス
適合) 製品
ブッシング
ソケット
ニップル

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス
メンテナンス・サポート

プロジェクト管理 (EPC)

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (20)日機装-概要

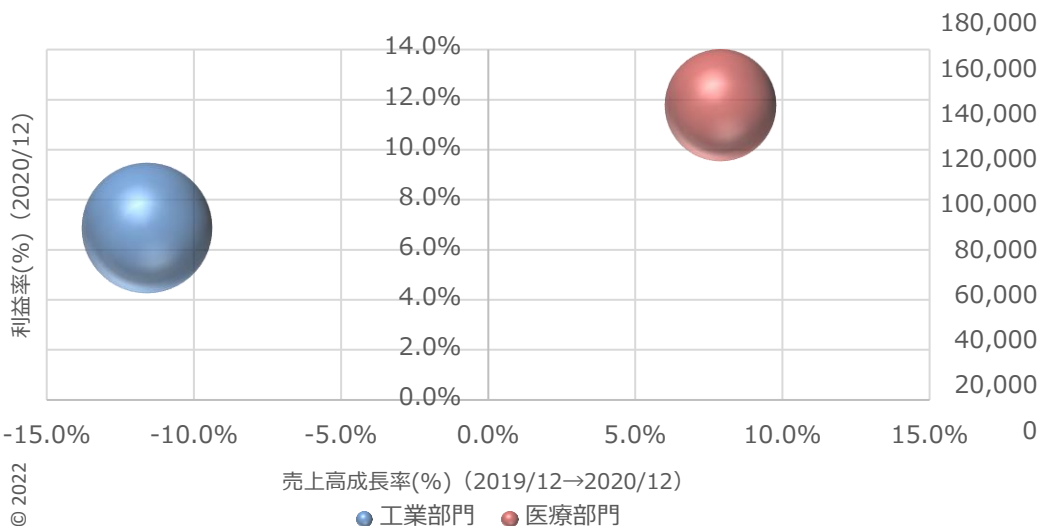
1953年創立。従業員数は約2038人。

発電プラントから、スマートフォンなどに使われる電子デバイス部品、食品・製紙・医薬に技術を提供している。

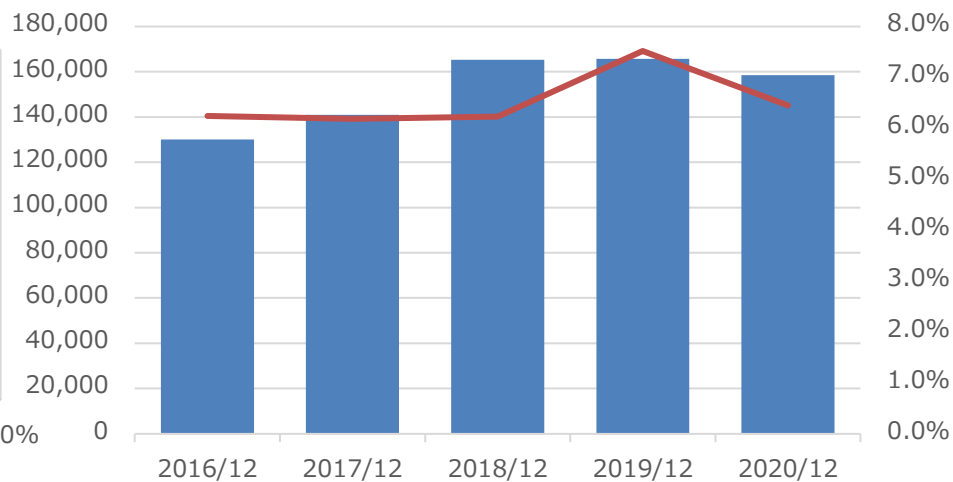
図表1-97 セグメント情報

報告セグメント	内容
インダストリアル事業 (精密機器事業)	発電プラント向け水質調整装置 ・火力・原子力等の発電所向け試料採取装置 ・薬液注入装置 ・放射線モニタリング装置 ・上記装置類を組み合わせたシステム製品

図表1-98 セグメント別業績推移 (2019/12→2020/12) 単位：百万円



図表1-99 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (20)日機装-概要

日機装の強み

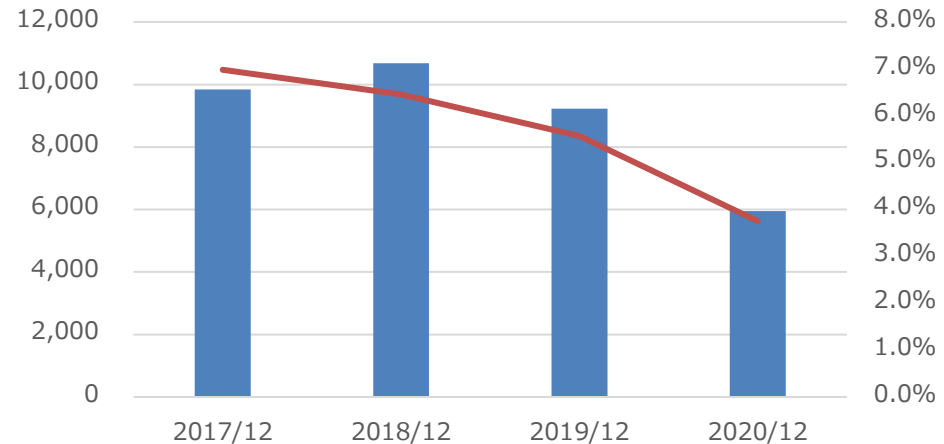
- ✓ 1953年に国内初のボイラ缶水処理システムを開発して以来、日機装の水質調整装置は、国内外の発電所に多数採用されている。近年、世界的に発電プラントが高経年化する傾向にあり、プラント長寿命化対策として、プラントの水質管理がより重要視されている。水質調整装置は、プラントの安全性、経済性、信頼性を向上させる装置として、発電プラントに必要不可欠な存在となっている。

取得認証他

- ✓ 設計から製作、試運転まで一貫した総合エンジニアリングサービスを提供。装置を製作している東村山製作所はISO9001、ISO14001を取得済み。
- ✓ 東村山製作所他で航空宇宙分野の品質認証AS9100 Rev.Dを取得済み。

図表1-100 インダストリアル(精密機器事業)売上・比率推移

単位：百万円



一般財団法人 一樹工業技術奨励会

- ✓ 国内外の大学・研究機関等を対象とした工業技術に関する発明・考案・研究開発を助成し、日本の工業技術の基盤強化の一端を担っている。
- ✓ 総助成額 200～300万円/年
出所) 日機装ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(20)日機装-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

試料採取装置、薬液・酸素注入装置、復水検塩装置、酸素ガス計、水素ガス濃度計、露点計、自動減圧装置、サンプルクーラー、空気操作弁（AO弁）、電気式カチオン交換器、脱ガス装置（酸電気伝導率計前処理装置）、恒温装置、電気伝導率計、pH計、溶存水素計、溶存酸素計、低濃度残留塩素計、低濃度ナトリウム計、オンライン・イオンクロマト装置、キャンドモータポンプ（ノンシールポンプ）

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

英語のウェブサイトで製品仕様を詳細に紹介、お問い合わせフォーム・資料請求フォームも充実している。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

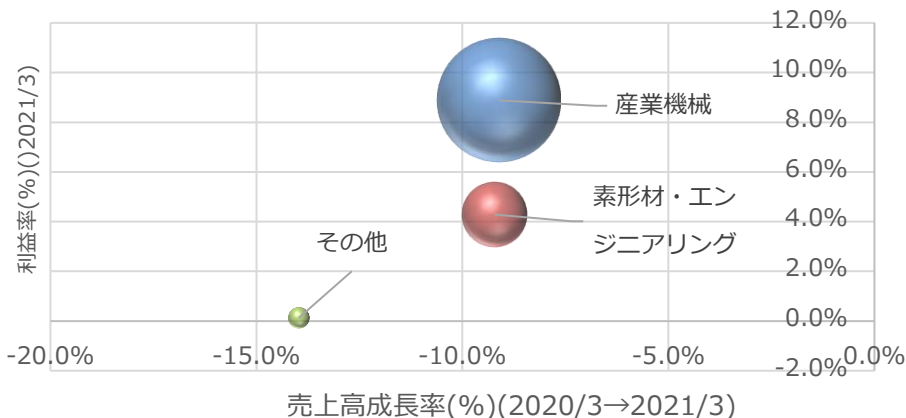
(21)日本製鋼所M&E-概要

- ・ 1907年創業、1950年会社設立。従業員数は5,442名（2021年3月、連結）。
- ・ 「独創技術で変化を創り出し社会の発展に貢献する企業」をビジョンに、各種産業を支える基盤素材・産業機械等幅広い製品・サービスを国内外で展開。2020年、日本製鋼所M&Eを子会社として設立。

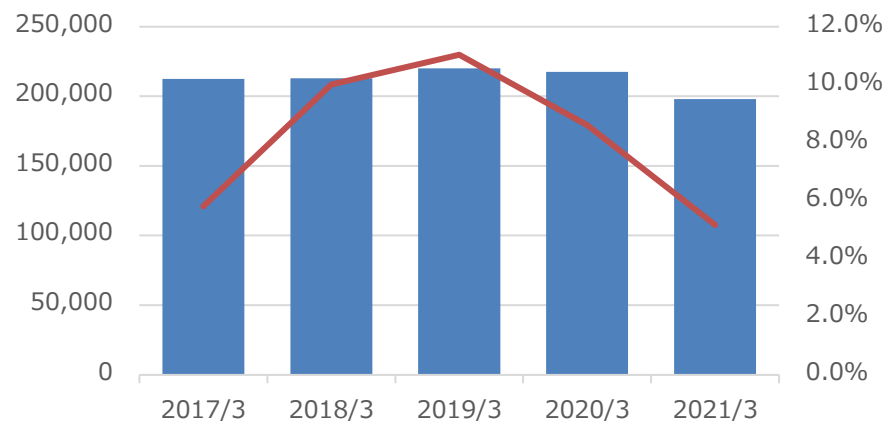
図表1-101 セグメント情報

報告セグメント	主要な製品・サービス
素形材・エンジニアリング事業	鍛造鋼品：発電用部材、原子力関連部材、製鉄用部材、金型素材、機能性材料等 クラッド鋼板・鋼管：クラッド鋼板、クラッド鋼管、その他極厚鋼板等 エンジニアリングサービス：プラント・インフラ鋼構造物、非破壊検査・分析検査サービス等、水素蓄圧機・水素吸蔵合金タンク
産業機械事業	樹脂製造・加工機械：造粒機、二軸混練押出機、フィルム・シート製造装置等 成形機：プラスチック射出成形機、マグネシウム射出成形機、中空成形機等 その他産業機械：電子部品・ディスプレイ製造関連機器（レーザーアニール装置等）、鉄道用連結器・緩衝器、防衛関連機器等
その他事業	新規事業創出： 航空機部材、高機能結晶などの光通信分野向け各種機能材料、水素ステーション用蓄圧器、水素吸蔵合金を用いたMHタンク等グリーンエネルギー分野の事業化・事業拡大等

図表1-102 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3) 単位：百万円



図表1-103 連結売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(21)日本製鋼所M&E-概要

(株)日本製鋼所の素形材・エネルギー事業、風力発電機器保守サービス事業等を統合し、同社の子会社として2020年設立。従業員数は1,450人。

図表1-104 部門一覧 (1/2)

部門	主要製品・サービス	部門	主要製品・サービス
鍛造鋼	火力・水力・原子力発電機用部材（各種ロータシャフト、ケーシング、ランナー等） 原子炉圧力容器用部材（シェル、ヘッド、配管等） ガスタービン・超電導発電機用部材（ディスク等高合金鋼、超合金鋼） 鉄鋼設備用部材（ハウジング、コラム、大ベル、熱・冷間補強ロール等） 各種産業用部材（ピニオン軸、タイヤ、大型ベアリング材、プレス部品等） 情報関連用材料（低熱膨張材料等） 海洋構造物用部材（TLP用部材、ウェルヘッド等） 金型素材（低高合金鋼、工具鋼等） 長大橋用部品（支承、タワーリンク、ケーブルバンド、サドル等） 土木鉱山機械部材	鋼板	各種クラッド鋼板（ステンレス、高合金、非鉄等） 原子炉圧力容器用鋼板 ボイラー用鋼板 高張力鋼板 極厚炭素鋼板等
溶接組立	各種圧力容器、熱交換器（石油精製、石油化学用） クラッド鋼管 核燃サイクル用機器（キャスク、各種タンク等） 各種溶接構造物（タンク、煙突等） パイプ用フィッティング 非鉄機器（アルミ、銅材）	新エネルギー・水素関連	エネルギー貯蔵用MH（水素吸蔵合金）システム 水素ステーション向け鋼製蓄圧器

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(21)日本製鋼所M&E-概要

(前ページからの続き)

図表1-105 部門一覧 (2/2)

部門	主要製品・サービス	部門	主要製品・サービス
保守・点検サービス	石油精製・石油化学プラント 火力・原子力発電設備 環境関連施設 風力発電設備 鍛圧機械、ハンドリング機械 非破壊検査／UT、MT、PT、RT、ET、VT、ST他 試験調査 機器の破壊事故調査、供用適正評価、レプリカ法他 分析調査 鉄鋼金属分析、環境分析他 材料試験 一般材料試験、疲労試験、クリープ試験、破壊靱性試験他	機械加工	鋳鍛鋼品、溶接構造物の機械加工、仕上組立 各種産業機械部品の機械加工、組立 加工専用機、特殊加工装置の設計・製作 工作機械のNCレトロフィット、改造 工作機械、一般産業機械のオーバーホール、メンテナンス NCプログラム作成、ツーリングの設計、製作、機械加工技術に関するコンサルティング
認定・許可	特定建設業 許可番号／知事（特一3）胆第02025号 許可年月日／令和3年12月7日 業種／土木一式工事業、建築一式工事業、とび・土木・コンクリート工事業 電気工事業、管工事業、タイル・れんが・ブロック工事業 鋼構造物工事業、塗装工事業、舗装工事業、機械器具設置工事業、造園工事業、水道施設工事業、板金工事業、解体工事業 ASME／U、U2、U3、NPT ISO／9001、14001、17025 OSHMS	その他	労働者派遣事業

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(21)日本製鋼所M&E-海外展開

- 連結ベースで日本国内の売上が半分弱を占めるが、近年では中国が増加傾向。
- 英語ウェブサイトで「発電用一体型ロータシャフト」「原子力圧力容器用シェルフランジ」「火力発電用タービンケーシング」「製鉄用鍛鋼部材」「高合金鋼・ステンレス鋼・Ni基超合金」等を紹介。

Shell Flanges for Nuclear Reactor Pressure Vessel

...

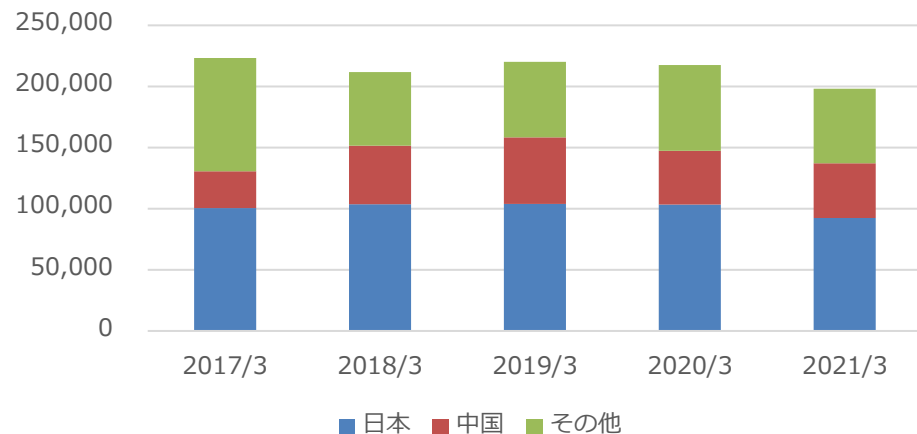
JSW M&E has the technology to manufacture components from high-quality, ultra-large steel ingots meeting these requirements. JSW M&E has the largest production facilities in the world, including two 14,000-ton presses, and uses special forging techniques. Furthermore, with an advanced heat treatment techniques and high-precision machine processing, JSW M&E has been supplying complex monoblock forgings which enable reduction of welds or other joints in the fabrication.

... 図表1-106 原子力圧力容器シェルフランジ 単位：百万円



出所) 日本製鋼所M&E Products & Technologies

図表1-107 地域別売上高推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(21)日本製鋼所M&E-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

発電用一体型ロータシャフト
原子炉圧力容器用シェルフランジ

材料・消耗品

特殊素材・構造用鋼
産業機械用部材・鋳鋼品・鍛鋼部材
発電所向け製缶・鉄骨構造品
クラッド製品

技術・ソフトウェア・サービス

メンテナンス
設計・解析
総合建設
検査・調査

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

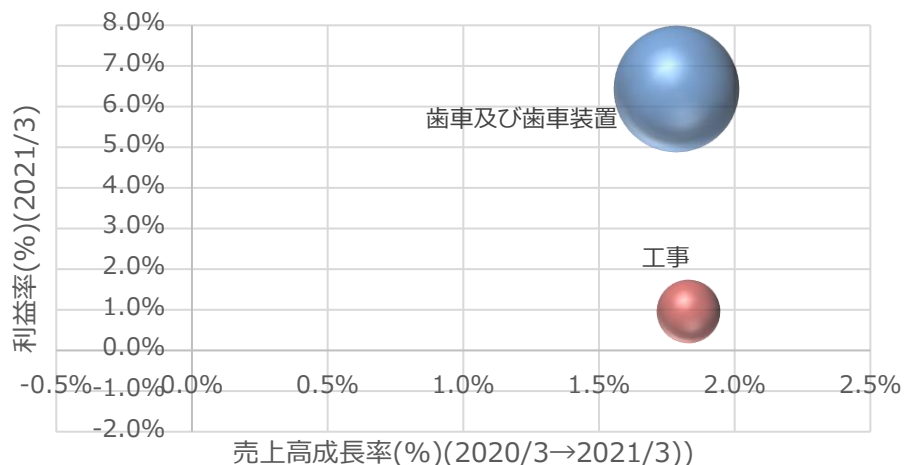
(22)日本ギア工業-概要

1938年創立（現社名への変更は1954年）。従業員数は340人（2021年3月時点）。バルブ・アクチュエータ、ジャッキ、その他増減速機並びに自動車用歯車、建設機械用歯車、その他各種歯車の製造、販売、メンテナンスなどを行う。

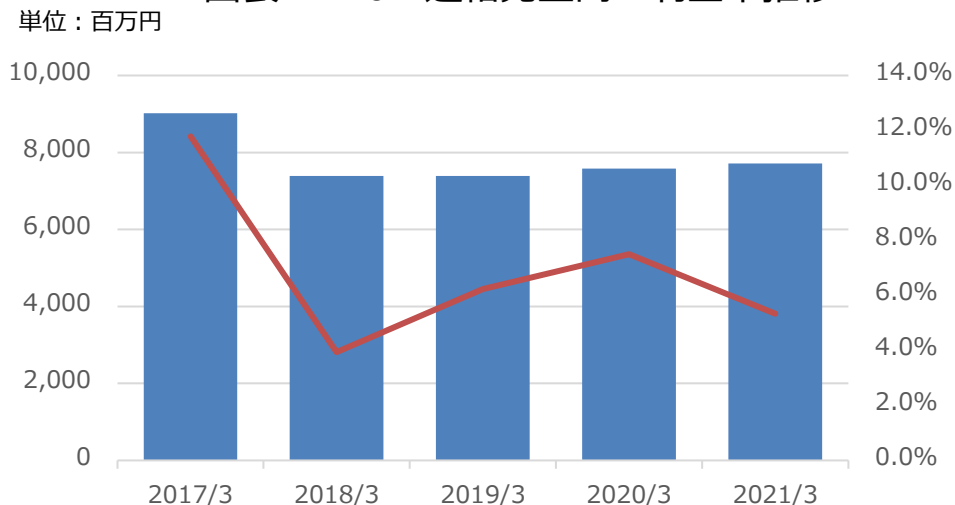
図表1-108 セグメント情報

報告セグメント	内容
歯車及び歯車装置事業	バルブ・アクチュエータ、ジャッキ、ミキサー、その他増減速機、自動車用歯車、建設機械用歯車、鉄道・船舶用歯車、その他各種歯車
工事業	バルブ・アクチュエータ、ジャッキ、ミキサー、その他増減速機とこれらに付帯するメンテナンス等

図表1-109 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-110 連結売上高・利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(22)日本ギア工業-原子力事業概要

- ・ 原子力事業は歯車及び歯車装置事業、工事事業の双方で行われている。
- ・ 歯車及び歯車装置事業は総売上高の約80%を占める。
- ・ 日本の原子力発電所のバルブアクチュエータに於いては90%以上のシェアを占めている。

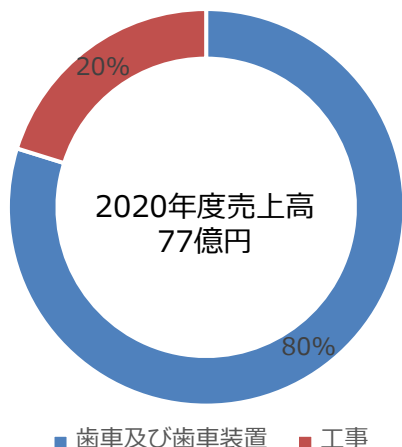
原子力産業に深い関連があると考えられる技術の一例：バルブアクチュエータ

火力・原子力発電所をはじめとした基幹産業の各分野において、数多くの実績をもつバルブアクチュエータ。強力な素材、高精度な加工、余裕度の高い設計と各種保護機構により、優れた性能を長期間維持。

火力、原子力発電所の各種弁(低圧、中圧、高圧、調整弁、復水器逆洗弁) ポンプ出入口弁内に流れる水、蒸気、燃料、海水等の流量制御用。

出所) 日本ギア工業ウェブサイト

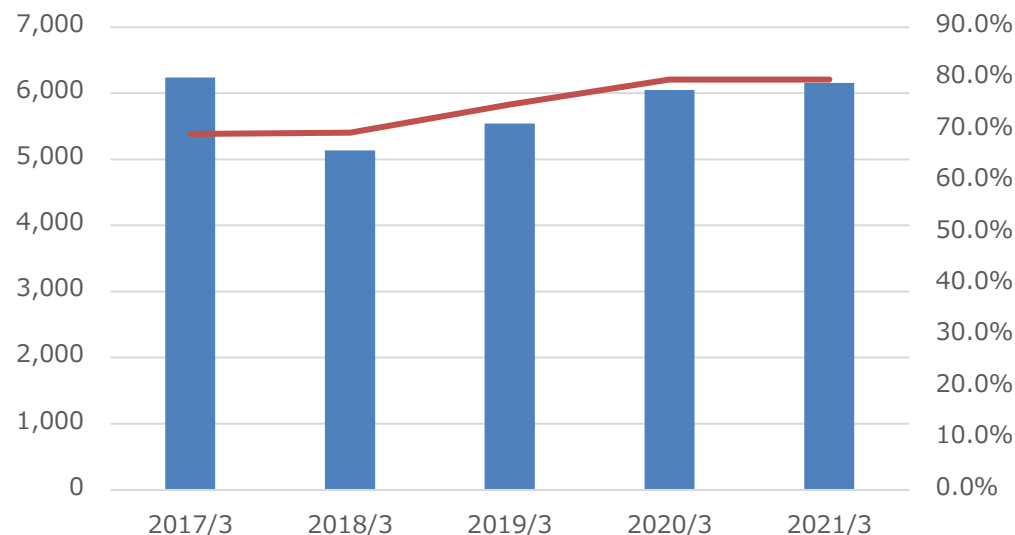
図表1-111 セグメント別売上高内訳



出所) 日本ギア工業 ウェブサイト及び有価証券報告書

単位：百万円

図表1-112 歯車及び歯車装置関係売上高・比率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(22)日本ギア工業-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

- ・バルブアクチュエータ
- ・原子力向けモータ

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

- ・バルブアクチュエータ診断
- ・電動弁運転中診断
- ・メンテナンスサービス

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(23)島津製作所-概要

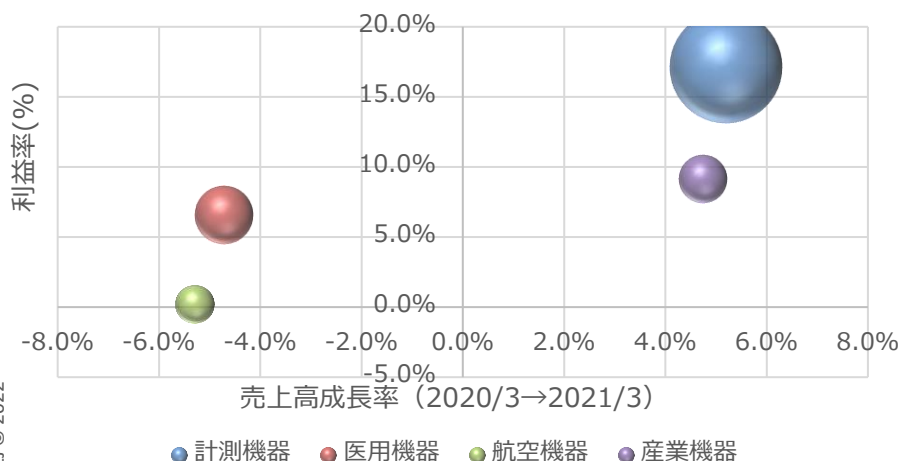
1875年創業、1917年設立。従業員数は約13,308人（2021年3月時点、連結）。社是は「科学技術で社会に貢献する」、経営理念は「人と地球の健康」への願いを実現する。主力の計測機器事業から近年では医用・航空機器にも展開。

図表1-113 セグメント情報

報告セグメント	内容
計測機器	高性能な分析機器を提供し、医薬・食品・素材を始め様々な分野で研究や技術開発・品質管理を支援。
医用機器	的確な診断を支援する医用機器を提供し、人の健康の維持・向上に貢献。
産業機器	高性能なキーコンポーネントで最先端のモノづくりを支援し、産業の発展に貢献。 *主力製品のターボ分子ポンプはこのセグメントの製品。
航空機器	最先端の搭載機器を提供し、「安全、快適、負担軽減」に貢献。

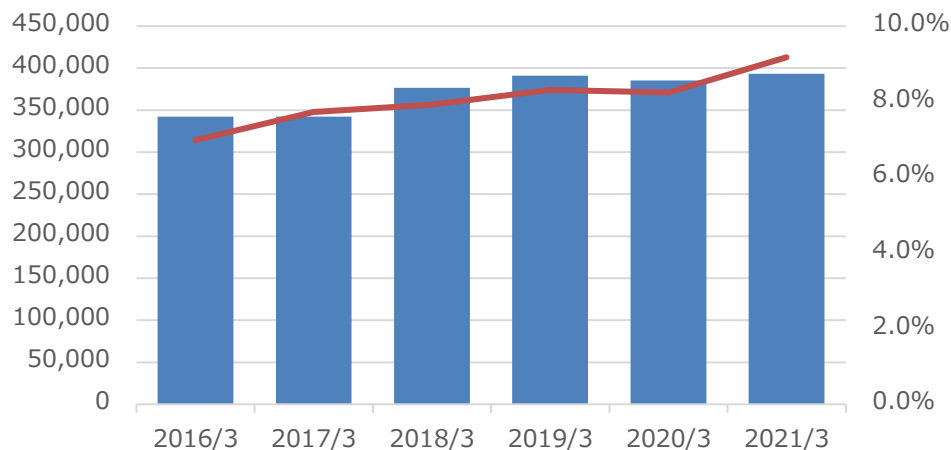
出所) 島津 統合報告書2021

図表1-114 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



出所) 島津製作所 ウェブサイト及び有価証券報告書

単位：百万円 図表1-115 連結売上高・利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(23)島津製作所-原子力事業概要

- 原子力事業を含むセグメントは不明であるが、原子力関連施設への製品・サービスのセグメントは「計測機器」「産業機器」に含まれる。

適用先や納入先が原子力発電所・原子力研究機関等である主な製品群：

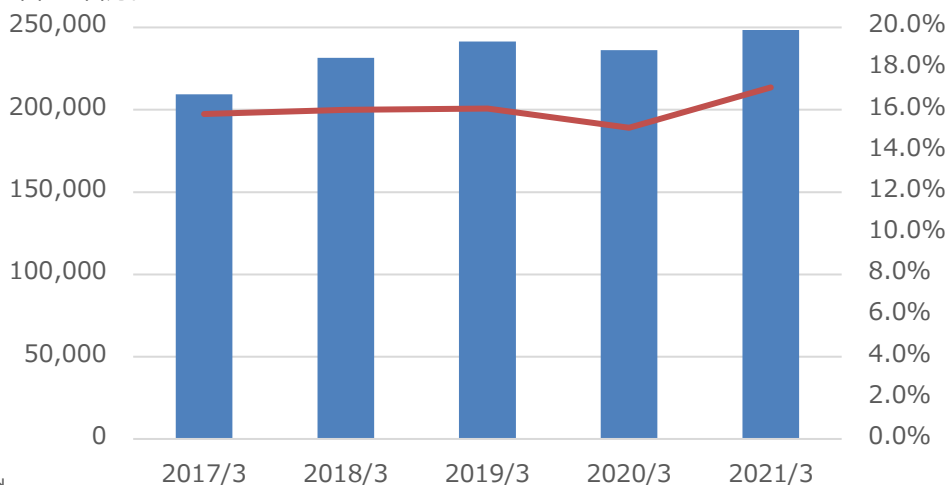
＜計測機器＞「全有機体炭素計」「高速液体クロマトグラフ質量分析計」「光学分析装置（分光光度計等）」「質量分析装置」

＜産業機器＞「大型電動バルブアクチュエータ」「非破壊検査機器」

- 計測機器事業の営業利益率は全社平均より顕著に高い。

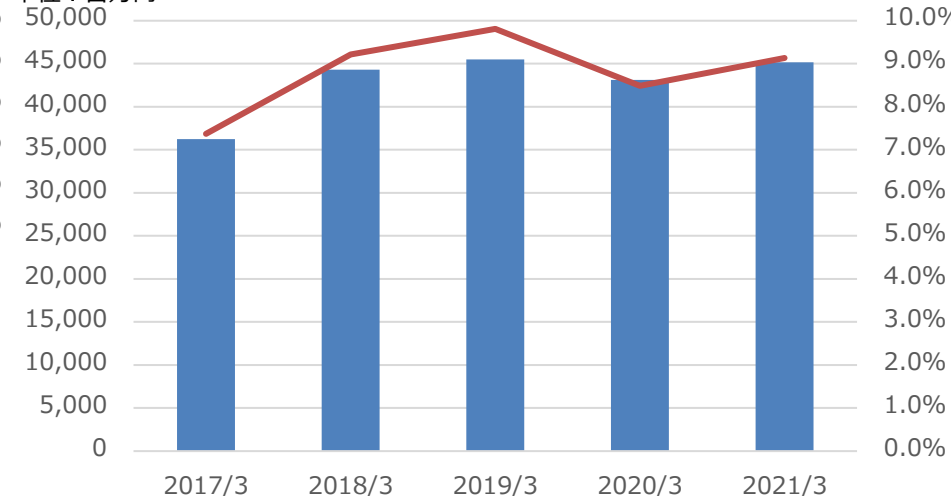
図表1-116 計測機器事業 売上高及び利益率推移

単位：百万円



図表1-117 産業機器事業 売上高及び利益率推移

単位：百万円



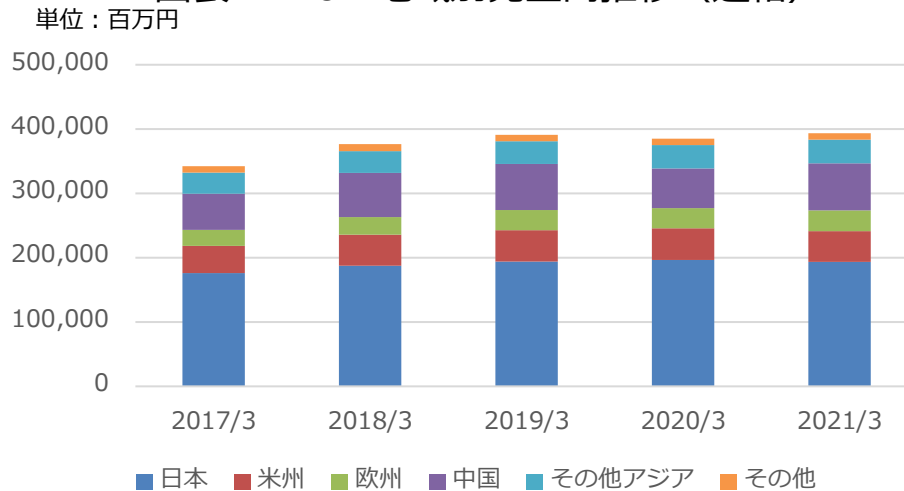
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

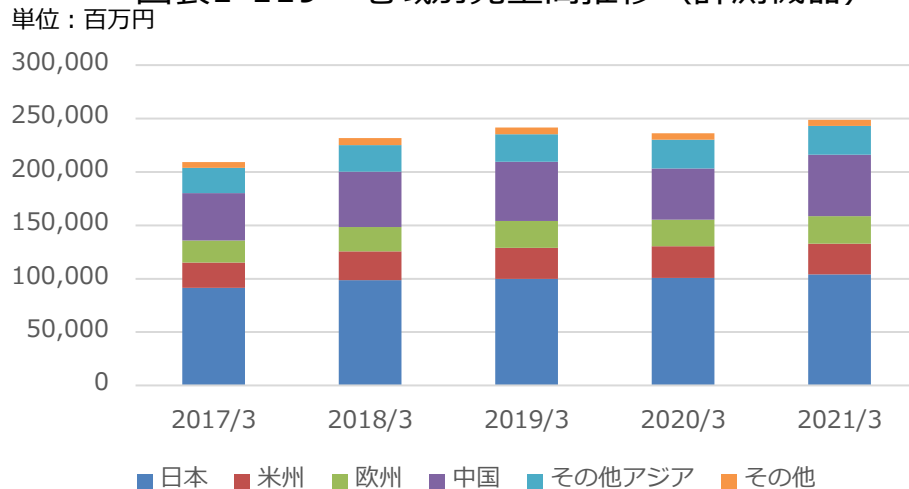
(23) 島津製作所-地域別海外展開

- 国内売上が依然として連結売上高の半分弱を占めるが、直近5年では中国及び欧州向け売上高成長が顕著。
- 計測機器事業では中国、産業機器事業では欧州及び中国での売上高成長が顕著。

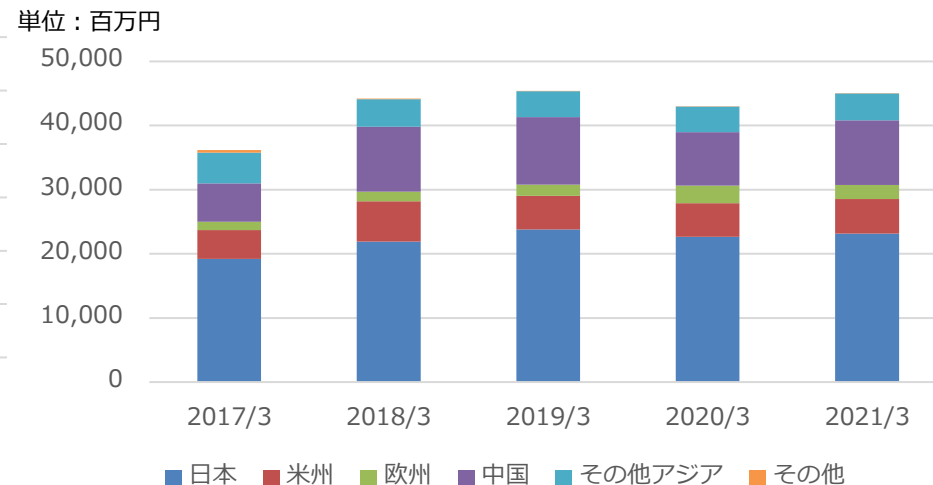
図表1-118 地域別売上高推移（連結）



図表1-119 地域別売上高推移（計測機器）



図表1-120 地域別売上高推移（産業機器）



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(23) 島津製作所-カーボンニュートラルへの取組

図表1-121 グリーン成長戦略 カーボンニュートラル関連の島津製品

	洋上風力	燃料 アンモニア	水素	自動車・ 蓄電池	半導体・ 情報通信	食料・ 農林水産	カーボン リサイクル	資源循環
LC			●			●	●	
GC		●	●			●	●	●
GCMS						●	●	●
UV							●	
FTIR				●			●	
EDX			●				●	
SPM / 顕微鏡				●	●			●
X線CT				●	●			●
EPMA					●			
ICP				●				●
TOC / TN		●				●	●	
ガス分析計		●	●					
超音波光探傷装置	●		●					
粉体・粒度分布計			●	●				
熱分析計			●					
試験機	●			●				
高速度ビデオカメラ				●				
水分計								●
光反応評価装置							●	
ターボ分子ポンプ					●			
リークディテクタ			●	●				
バランスングマシン				●				
焼成炉				●				
スパッタリング装置				●				
ガラスワインダ	●							

出所) 島津製作所ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(23)島津製作所-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

高速液体クロマトグラフ質量分析計

全有機体炭素計

バルブアクチュエータ

真空装置

高真空排気セット

ターボ分子ポンプ

溶融プラスチック移送用ギヤポンプ

液送ポンプ

リークディテクタ

動釣合試験機（バルancingマシン）

非破壊検査機器

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

材料試験技術

プロジェクト管理（EPC）

-

原子力事業分野への適用にあたっては、標準仕様外で特注対応となるケースが多い。
→技術・技能の維持・継承が重要。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

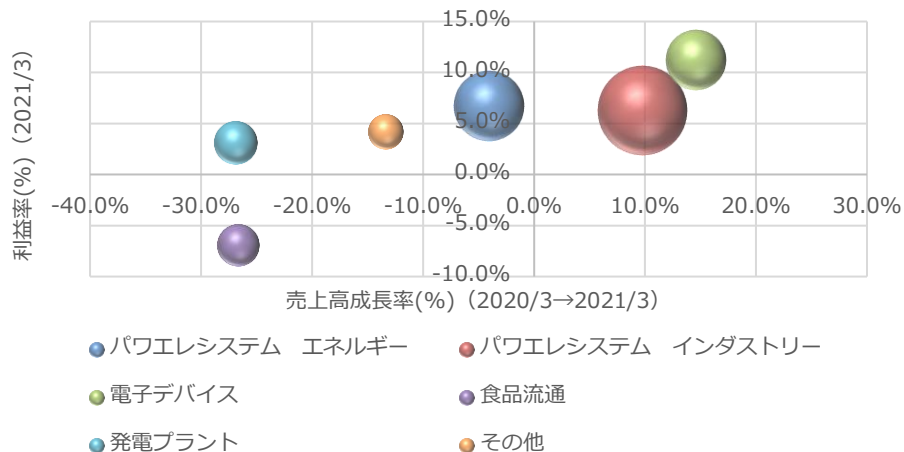
(24)富士電機-概要

1923年、富士電機製造株式会社として設立。従業員数27,593人（2021年3月時点）。機器製造、エンジニアリングサービス、最適制御技術、IoTを扱う。

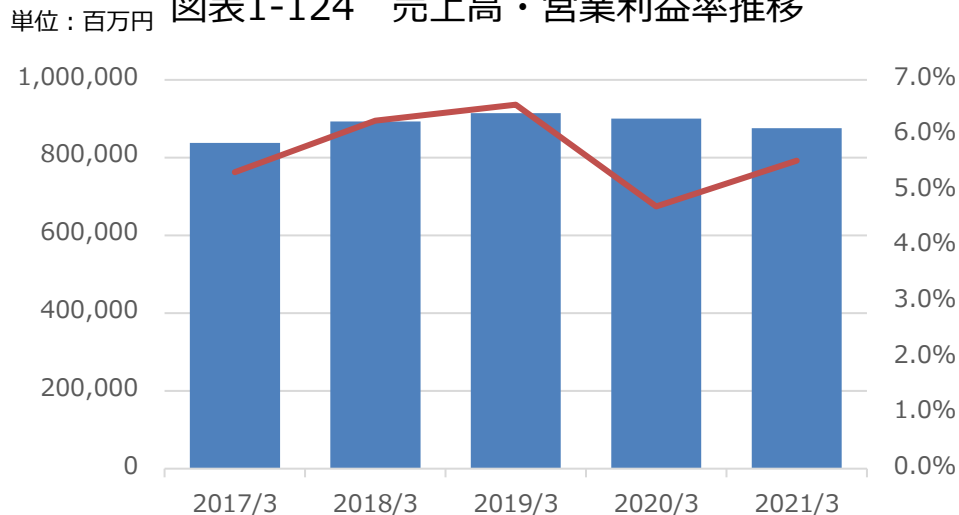
図表1-122 セグメント情報

報告セグメント	内容
パワエレシシステム エネルギー	エネルギーマネジメント(変電設備、エネルギーマネジメントシステム、スマートメータ)、施設・電源システム(無停電電源装置、電気盤)、器具(受配電・制御機器)
パワエレシシステム インダストリー	オートメーション、社会ソリューション、設備工事、ITソリューション
電子デバイス	半導体、ディスク媒体
食品流通	自販機、店舗流通
発電プラント	再生可能・新エネルギー、火力発電、原子力関連設備
その他	不動産業、保険代理業、旅行業、金融サービス、印刷・情報サービス、人材派遣サービス

図表1-123 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-124 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(24)富士電機-原子力事業概要

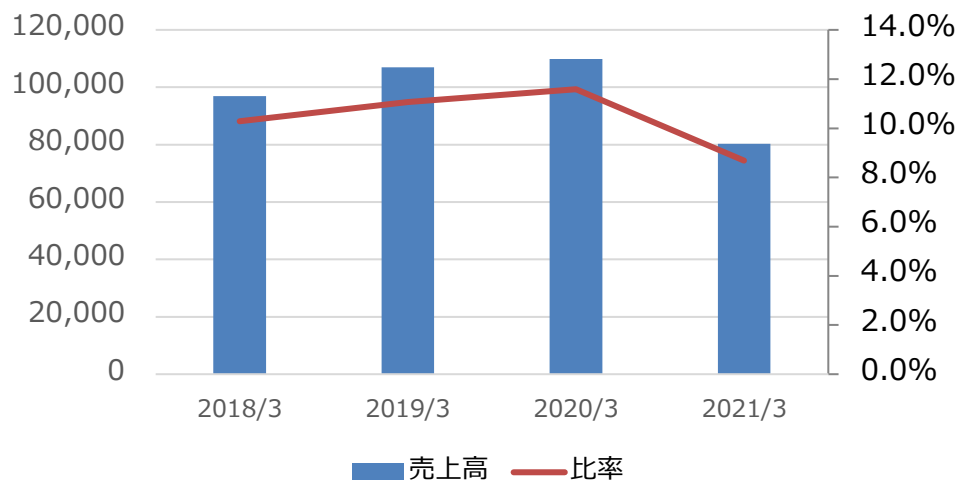
95



- ・ 原子力事業は発電プラント事業に分類される。
- ・ 発電プラント事業は総売上高の約10%を占めるが、直近ではやや下がっている。

図表1-125 「発電プラント」売上高及び全社の中の比率推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (24)富士電機-技術

出所) 富士電機ウェブサイト

原子力事業における三つのコア技術

・遠隔ハンドリング

1. 各研究炉や開発炉で、燃料取扱・貯蔵設備一式を納入。
2. 各研究炉や開発炉の燃料取扱・貯蔵設備で完全遠隔自動運転を実現。
3. 原子炉本体を対象とした遠隔解体システムの実証試験を実施。
4. MOX燃料製造において燃料ペレット製造(仕上加工検査)に係る種々の設備を供給可能。

・放射性廃棄物処理

1. 各研究炉や開発炉で、廃棄物処理設備を納入。
2. 廃イオン交換樹脂などに対する独自の減容安定化処理技術も所有。
3. ニーズに応じてこれらの設備を最適エンジニアリングで提供。

・高温ガス炉を中心とした原子炉工学

1. 日本原子力研究開発機構に協力して日本で初めての高温ガス炉「HTTR」の炉心設計、安全解析などを実施。
2. HTTRの炉内構造物、燃料取扱設備を供給。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(24)富士電機-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

遠隔解体技術試験装置
炉内サンプリング装置
炉内検査用マニプレータ
液体廃棄物処理設備
遠隔切断装置
臨界実験装置
核融合炉関係機器

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

遠隔解体部分確証試験
原子炉遠隔解体、先進固化技術（ジオポリマー）
“SIAL®”

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

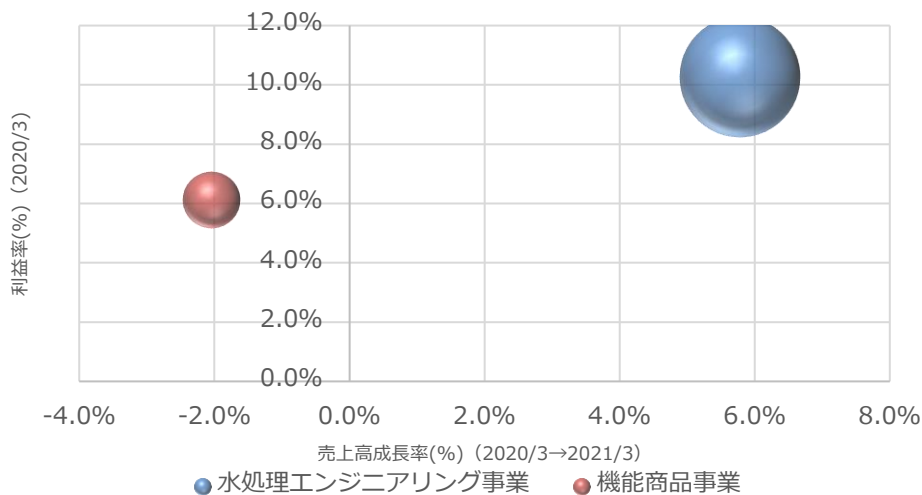
1-2. 企業の業績と戦略 (25)オルガノ-概要

1946年設立。従業員数1,072人（2021年3月時点）。
最先端の水処理技術を有し、各種プラントなどを扱う。

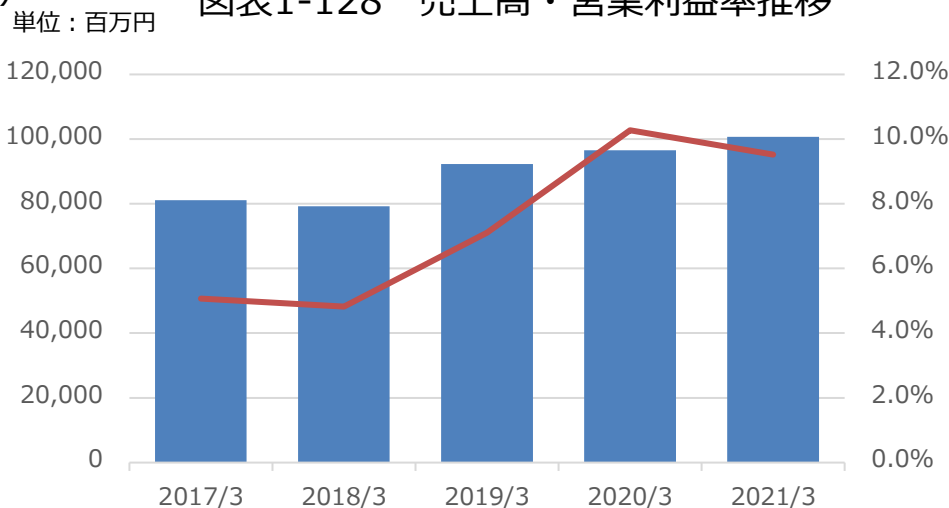
図表1-126 セグメント情報

報告セグメント	内容
水処理エンジニアリング事業	純水・超純水製造設備、用水処理設備、排水処理・排水回収設備、有価物回収設備、プロセス関連設備、消耗品交換、メンテナンス、運転管理、改造工事、水処理加工受託、包括メンテナンス契約
機能商品事業	RO水処理薬品、排水処理薬品、冷却水処理薬品、洗浄薬品、ボイラ水処理薬品、純粋・超純水製造装置、浄水フィルタ、食品素材、食品添加剤

図表1-127 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-128 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(25)オルガノ-原子力事業概要

- ・原子力事業が属するセグメントは明示されていない。
- ・公式資料では原子力事業との関連性について詳細な言及はないが、原子力を含めた大型発電施設では様々な用途で水を必要とすることから、同社の水処理技術は幅広く活用可能と考えられる。
- ・また、原子力発電所向けの製品として、原子炉冷却材系ろ過脱塩装置、燃料プール浄化系ろ過脱塩装置、廃棄物浄化系設備（樹脂、膜）、化学体積制御系樹脂、があげられている。

強みとする技術：水処理エンジニアリング

- ・従来からオルガノグループは、生活と産業が必要とするきれいな水を提供すること、排水を浄化して環境に戻すことを主力事業としてまいりました。例えば、半導体産業が求める極めて純度の高い超純水を作る装置、各種産業が必要とする用水を供給する装置、生活や工場から出されるさまざまな排水をきれいにする装置、これらの技術は長い経験と開発の研鑽から、世界のトップレベルに到達しています。
- ・オルガノグループが水の処理を通して培ってきた技術と経験は、水の中に含まれる不純物をいかに効率よく除去するかに集中しています。この技術と経験を応用すれば、排水をきれいにして再利用できるようにし、水不足に苦しむ人たちを救うお手伝いができます。また、水の中に含まれる希少金属を回収すれば、資源問題への一助となります。

出所) オルガノ ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(25)オルガノ-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩装置
 燃料プール浄化系ろ過脱塩装置
 復水脱塩装置（CD、コンデミ）
 復水ろ過装置（CF、復水フィルター）
 碍子洗浄用補給水処理装置
 クラゲ処理装置
 高機能複床式純水装置・ストラタSGX
 高純度向けEDI（EDI-XP）

材料・消耗品

廃棄物浄化系設備（樹脂、膜）
 化学体積制御系樹脂、膜
 固定子冷却材浄化系樹脂（塔）
 スライム抑制剤・オルガードTシリーズ
 冷温水系向け防食処理・オルガードCシリーズ
 固形処理剤・オルガードパックシリーズ
 防食・スケール防止剤・オルガフィルムシリーズ
 復水検塩装置用カチオン樹脂
 油吸着剤・オイルキャッチャー
 消泡剤・オルデフォームFCシリーズ

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(26)木村化工機-概要

101



1924年創業。従業員数は377人（2021年3月時点）。

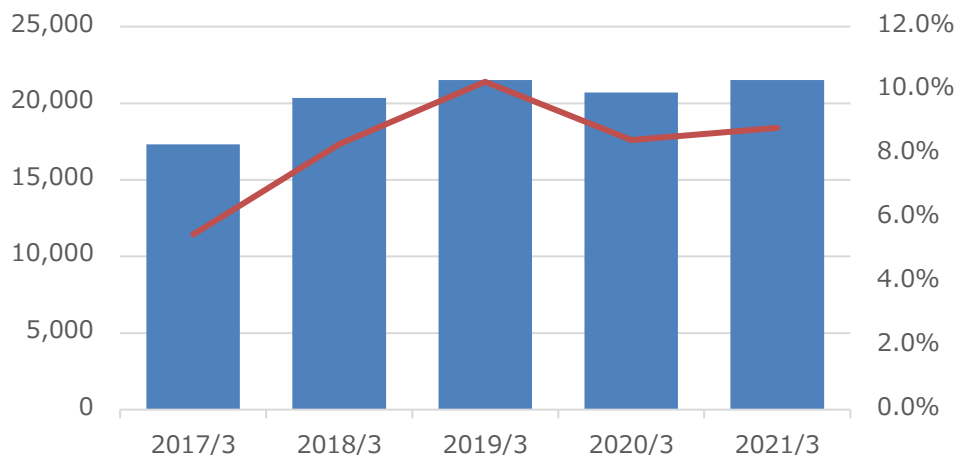
化学プラントの設備・機器の建設工事およびメンテナンスや、エネルギー・環境関連機器の開発・設計・製造・据付・試運転・メンテナンスなどを行う。

図表1-129 セグメント情報

報告セグメント	内容
エンジニアリング事業	蒸発濃縮装置、晶析装置、蒸留装置、真空発生装置、多目的濾過乾燥装置などの化学装置のほか、各種プラントやその機器の設計・製作・工事
化工機事業	プラント設備・機器の建設工事（土木建築、据付、配管、電気計装、保温・保冷等）、およびメンテナンス
エネルギー・環境事業	原子力周辺機器、核燃料再処理機器、使用済燃料検査装置、放射性廃棄物処理設備、MOX燃料製造設備、輸送容器、照射装置、放射線遮蔽設備・装備、新エネルギー技術を含むエネルギー全般および環境問題への対応技術を駆使した装置、設備

図表1-130 連結売上高・利益率推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(26)木村化工機-原子力事業概要

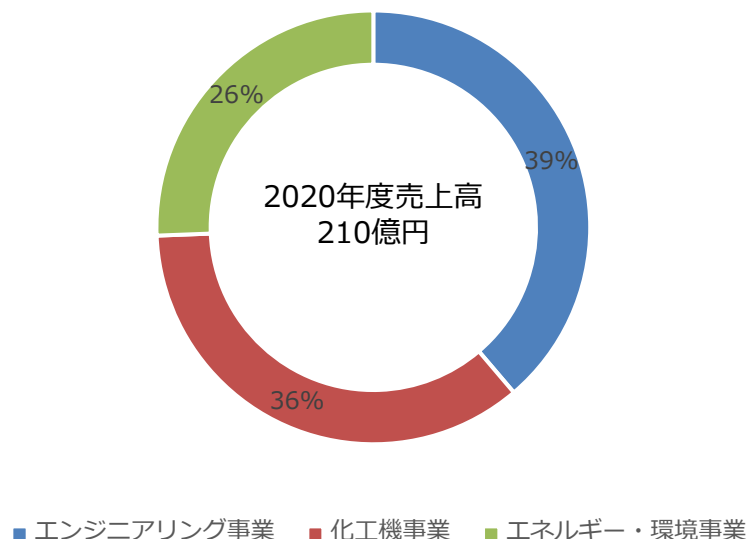
- 原子力事業は連結総売上高の約25%を占める「エネルギー・環境事業」に分類される。
- 化学プラント技術を生かした原子力関連設備や、鉛技術・樹脂技術を生かした放射線遮蔽装置、豊富な原子力分野における経験を活かしたMOX燃料製造設備などを扱っている。
- 福島第一原子力発電所サイトのデブリ取り出しなど廃炉エンジニアリングにも参画。

地球に優しい新エネルギー技術・環境への対応技術を駆使

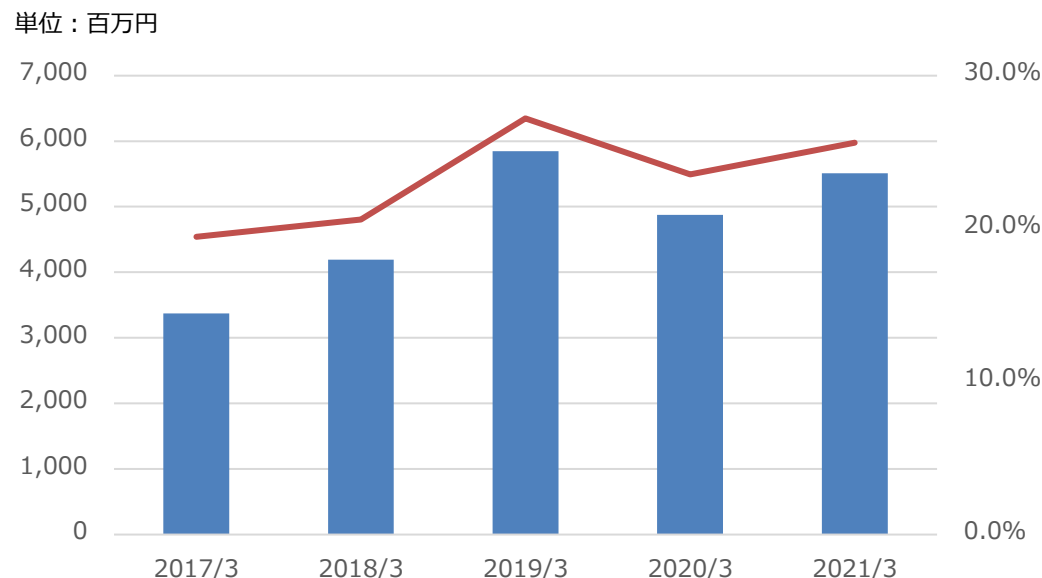
当社の創業以来の鉛技術、樹脂加工草創期からの樹脂技術を応用した各種遮蔽設備、ホットセル、使用済燃料輸送容器、長年蓄積されて来た化学プラント技術を生かした原子力発電所等の液体、気体、固体廃棄物処理設備や再処理工場用各種設備、更に豊富な原子力分野に於ける経験と実績が進化し、結実したMOX燃料製造設備などの原子力事業を遂行しております。

出所) 木村化工機> 事業内容> エネルギー・環境事業部

図表1-131 セグメント別売上高内訳



図表1-132 エネルギー・環境事業売上高・比率推移



出所) 木村化工機 ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(26)木村化工機-技術

出所) 木村化工機ウェブサイト

- ・使用済燃料輸送容器

日本原子力研究開発機構・大洗研究所に設置されている材料試験炉（JMTR）の使用済燃料を米国に輸送するための輸送容器です。また、トリガ燃料用のバスケットを使用することにより、トリガ燃料を輸送することもできます。同様の輸送容器は、京都大学複合原子力科学研究所、立教大学原子力研究所、（株）東芝原子力技術研究所、BNFLにも納入されています。

- ・MOX燃料製造設備

MOX燃料は非常に高比重で微粉による飛散性が高く、また流動性の悪い粉末ですが、その設備内への粉末滞留、飛散を極限まで減少させる工夫を行っています。また、作業員の被曝低減のために、運転は全て遠隔自動化を図っています。

- ・廃棄物減容設備

原子力発電所で発生する使用済HEPAフィルタ(金枠付)の、圧縮減容を行う設備で、200Lドラム缶に自動充填できます。写真に示す設備は、三菱重工業(株)殿と共同開発したものです。この他に小型ベイラ（200Lドラム缶に集められたプラスチック、ウェス等を圧縮・減容）も取りそろえています。

弊社固有技術を適用した製品例）ホットセル

放射性物質を取り扱うために十分な遮へいを施した設備です。 インナーボックスを組み込むことにより、気密を持たせています。

遮へい壁の外側からマニプレータ等の遠隔操作器具により、自由かつ安全に放射性物質を取り扱うことができます。

遮へい材としては鉛、鉄等を使用しており、取扱線量に応じて設計・製作することができます。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(26)木村化工機-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

輸送容器（キャスク）
 燃料 SHIPPING 検査装置
 MOX 燃料製造設備
 ホットセル
 ほう酸回収装置
 大型ベイラ（使用済み HEPA フィルタの減容装置）
 照射装置
 フィルター容器
 遮蔽体
 グローブボックス
 ダブルドアシステム関連機器
 堆積物除去装置
 電極式大型電気ボイラ
 クライオスタット上蓋（JT60SA 向け機器）
 平板槽
 円管槽
 ダストサンプラ
 医療用洗浄装置
 遮蔽ハッチ

材料・消耗品

フロッグマンシステム（全身スーツ、半身スー
 ツ）

技術・ソフトウェア・サービス

-

放射線管理区域内各種メンテナンス・工事

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(27)新日本空調-概要

1969年、東洋キヤリア工業株式会社の工事事業部を分離独立する形で設立。

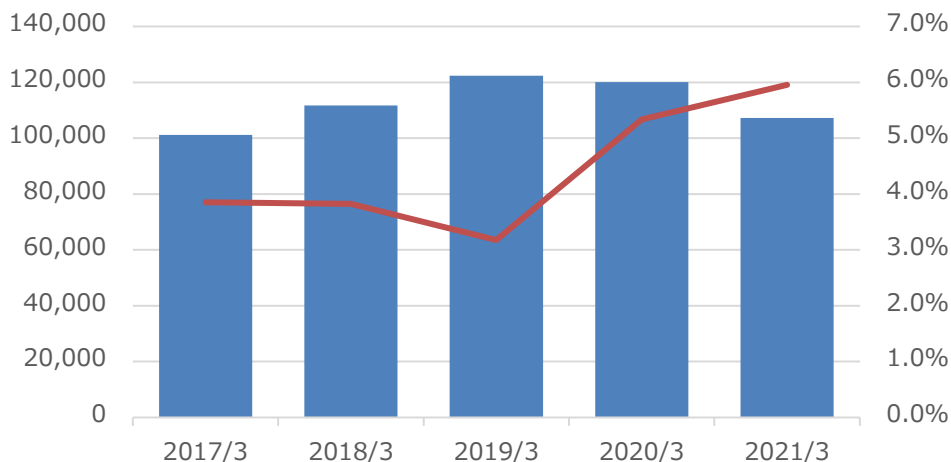
従業員数1,578人（2021年3月時点、連結）。

独自のエンジニアリングシステムで、空気・水・熱から電気設備まで、空調に関する全ての要素を扱う。近年では環境・エネルギー分野に広く浸透する省エネ技術に注力しており、省エネ補助金制度を活用する企業への支援も行う。

図表1-133 セグメント情報

報告セグメント	内容
設備工事事業	空気調和、冷暖房、換気、環境保全、温湿度調整、除塵、除菌、給排水、衛生設備、電気設備等の設計、管理並びに工事請負

単位：百万円 図表1-134 売上高・営業利益率推移



品質確保の一環として、サプライチェーンとの連携も強化。
 例) 建設キャリアアップシステム (CCUS) 登録状況 登録率79% (2020年度実績) →90%へ (2021年度目標)
 出所) 新日本空調ウェブサイト> 新たな顧客価値の創造

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(27)新日本空調-原子力事業概要

- セグメントは「設備工事事業」の一つしかなく、そのなかに原子力事業が含まれる。
- 完工高（売上高）に占める原子力施設設備工事の割合は減少傾向にあり、2021年3月期には6.7%となっている。

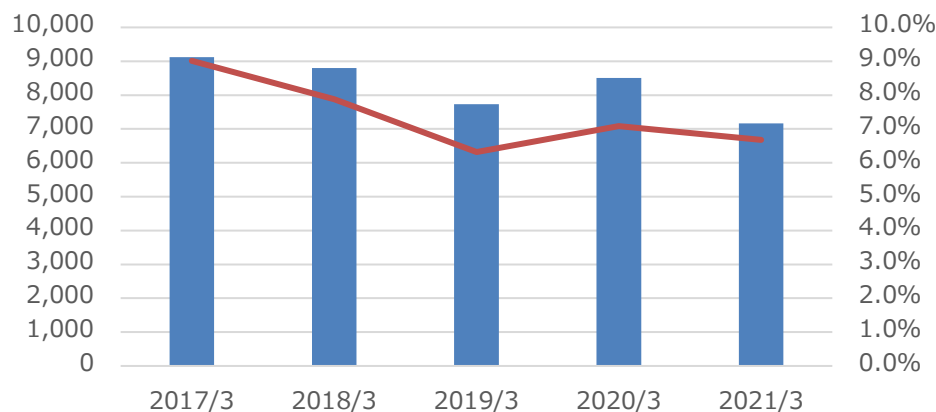
原子力空調

新日本空調（株）は、昭和32年に日本原子力研究所殿のJRR-1原子炉棟の換気空調設備工事に携わって以来、今日までBWR型原子力発電所、高速増殖炉、新型転換炉、再処理施設、ウラン濃縮施設、ならびに廃棄物処理施設を含む、あらゆる原子力関連施設の設計・施工・保守・改修まで、日本を代表するリーディングカンパニーとして対応しています。

出所）新日本空調ウェブサイト

図表1-135 原子力施設設備工事の完工高および比率

単位：百万円



出所）新日本空調 ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(27)新日本空調-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

3時間耐火・防火ダンパ
 連結式空気浄化装置 (A.C.T R A I N)
 原子力施設向け耐震強化型冷凍機 (ターボ/スクリュー型)
 浸水防止ダンパ (ジャバツ S h u t)
 ダクト点検システム (ダクト点検・観察ロボット)
 大風量除湿機 (D R Y . P O W E R)
 ドレンレス冷房ユニット (シャワークーラー/オアシスタワー)
 挟まれ防止機構付き点検扉
 超高性能縦型ルーバ (レインキャプチャー) (原子力)
 「可搬式抗菌フィルターユニット」及び「自立型感染防止フード」

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

電解水を用いたマスク洗浄システム
 凍結濃縮システム (FREECIS)

プロジェクト管理 (EPC)

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

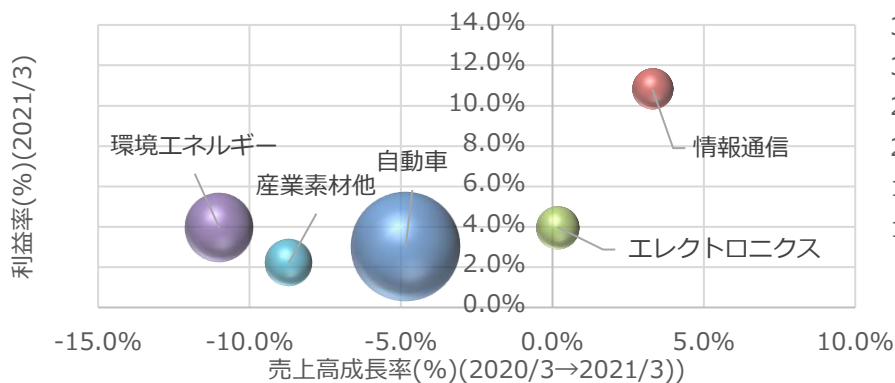
(28)住友電気工業-概要

1897年創立。従業員数は286,784人（2021年3月時点、連結）。自動車事業が売上全体の約半数を占め、通信インフラでも大手である。

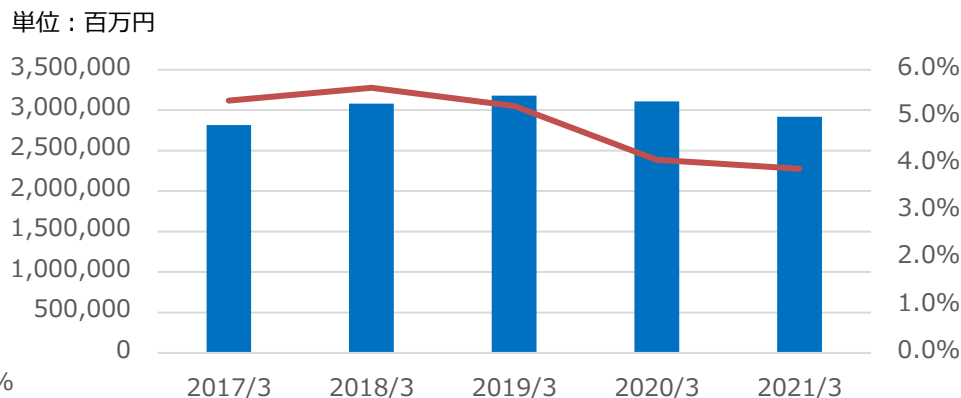
図表1-136 セグメント情報

報告セグメント	内容
自動車	ワイヤーハーネス、自動車電装部品等の製造・販売を行っている。
情報通信	光ファイバ・ケーブル、通信用ケーブル・機器、光融着接続機、光・電子デバイス製品、アクセス系ネットワーク機器等の製造・販売を行っている。
エレクトロニクス	電子ワイヤー、フレキシブルプリント回路、電子線照射製品、ふっ素樹脂製品、テクノアソシエの製造・販売を行っている。
環境エネルギー	導電製品、送配電用電線・ケーブル・機器・工事、住友電設、日新電機、巻線他の製造・販売を行っている。
産業素材他	PC鋼材、精密ばね用鋼線、スチールコード、超硬工具、ダイヤ・CBN工具、レーザ用光学部品、焼結部品、アライドマテリアルの製造・販売を行っている。

図表1-137 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-138 売上高・営業利益率推移



出所) 住友電気工業 ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(28)住友電気工業-原子力事業概要

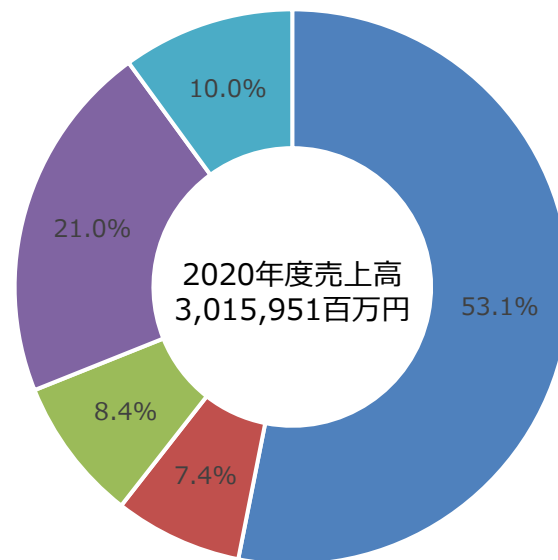
- 1972 年に古河電気工業株式会社との折半出資会社として原子燃料工業株式会社（以下、原燃工）を設立。高度な技術力で高品質の原子燃料を国内の原子力発電所に安定的に供給してきた。原燃工は、PWR（加圧水型原子炉）/BWR（沸騰水型原子炉）二種類の軽水炉燃料を製造できる国内唯一の総合原子燃料加工メーカーであった。
- 2018年まで保有していた原子燃料工業株式会社の株式（発行済株式の 24%）を株式会社東芝の子会社である東芝エネルギーシステムズ株式会社に保有全株式を譲渡した。

図表1-139 セグメント別売上内訳(2021/3)

原子力産業に深い関連がある技術の一例：特殊移動用キャブタイヤケーブル

キャブタイヤケーブルとは、過酷な作業現場で用いられる、耐摩耗・耐衝撃・耐水性・耐熱性・柔軟性に優れた、主に移動用として使用されるケーブル。火力発電所、原子力発電所など、延焼防止措置が必要な場合、高難燃使用の特殊仕様ケーブルもある。

出所) 住友電気工業ウェブサイト



■ 自動車 ■ 情報通信 ■ エレクトロニクス ■ 環境エネルギー ■ 産業素材他

出所) 住友電気工業 ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(28)住友電気工業-主な原子力事業製品・技術

110



機器・設備

キャブタイヤケーブル
マグネットワイヤー
光伝送装置
超電導マグネット/コイル

材料・消耗品

PC鋼材・高強度せん断補強筋
ばね用鋼線
線材（銅・アルミニウム）
熱収縮チューブ・耐熱チューブ・耐熱テープ

焼結機械部品

EV直流充放電器用コネクタ付ケーブル
（SEVD™-V3）
革新的ビスマス系超電導線（DI-BSCCO）

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(29)スギノマシン-概要

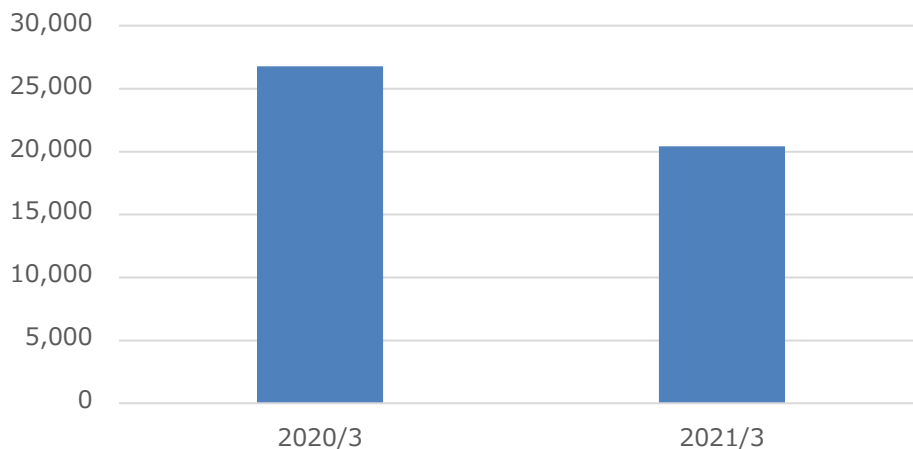
1956年設立。グループ従業員数は1,460名（2021年3月時点）。資本金約23.2億円。
富山に本社・主要工場を置く産業機械メーカー。

米国、メキシコ、フランス、ドイツ、中国、タイ、シンガポール、インドネシア、インドに関連会社を有する。

事業内容

高圧ジェット洗浄装置、超高压水切断装置、原子力発電所検査保守用機器、湿式・乾式微粒化装置、ドリリングユニット、タッピングユニット、マシニングセンタ、拡管工具・装置、抜管装置、鏡面仕上工具、バイオマスナノファイバー、産業用ロボット等の開発・設計、製造、販売

単位：百万円 図表1-140 売上高推移(単体)



* 事業部別の売上高は開示されていない。

出所) スギノマシン ウェブサイト及び決算公告

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(29)スギノマシン-原子力事業概要

明示的な原子力担当事業部は公開情報には記述がないが、原子力発電所向けに保守機器、解体装置等を納入した実績はある。

原子力事業にも適用実績のある、または適用可能な技術（例）は以下の通り。

図表1-141 原子力関連技術

水中7軸同時制御型多関節ロボット	水中環境での使用が可能な7軸同時制御ロボット
発電所保全検査用駆動装置	原子力発電所内主要設備の健全性を検査、確認するために、傷やひび割れの探傷を遠隔、自動で検査する駆動装置
高圧水遠隔除染装置	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所の災害現場における放射線汚染環境の改善を目的とした高圧水を用いる遠隔除染装置
原子力発電所用保守機器「減容装置」	原子力発電所内で使用された制御棒、チャンネルボックスなどの廃棄物の減容に使われる切断装置
原子力発電所用保守機器「ウォータージェットピーニング装置」	原子炉内構造物の溶接部分に発生する応力腐食割れを事前に防ぐため、水中で800気圧の水流で気泡を発生させ、気泡がはじける衝撃圧で対象部を押し延ばし応力改善を図るウォータージェットピーニング装置

ウォータージェット工法は、材質を問わず
熱影響なく加工可能

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(29)スギノマシン-技術

富山県のWeb情報マガジンにも掲載された。

図表1-142 Webマガジン掲載事例

TONIO Web Magazine
Web情報マガジン

夢をつかむ！チャンスをつかむ！成功をつかむ！
富山の企業人を元気にする情報満載！！

TOP 特集 中小企業ITソリューション 未来を創るアントレプレナーたちの挑戦
イノベーションが産む金の潮 世界をリードするアジア経済交流 オーダーメイドの企業支援

TOP > イノベーションが産む金の潮 > 第32回 株式会社スギノマシン

研究開発により誕生した新技術・新製品に秘められたイノベーションと、その原動力を探る！
第32回 株式会社スギノマシン
CNFの製法開発・用途開発に努め
ビジネスチャンス拡大に取り組む



主に紙の原料となるパルプ等の植物繊維に由来するセルロース。木のほかに野菜や果物、稲わらなどに含まれるそのセルロースをほぐした、直径数nm～数十nm（nm：ナノメートル／1nm＝10億分の1m）、長さμm（μm：マイクロメートル／1μm＝100万分の1m（0.001mm））の極めて微細な繊維状の物質をセルロースナノファイバー（cellulose nanofiber／以下CNF）と呼ぶ。CNFは「鉄鋼の5分の1の軽さで、5倍の強度」といわれられており、その研究や用途開発は2000年代に入って活発になり、車のボディ等さまざまな構造物等への応用が期待されている。

今回取材にうかがった（株）スギノマシンの杉野岳副社長は、「もっと多様に使われるようになるでしょう。カーボンファイバーの普及初期もゴルフクラブや釣り竿など限られた使用でしたが、今や航空機や自動車など、多くの用途で使われています。CNFは天然由来で生体にも優しいので、化粧品や医療医薬などでの開発も進んでいます」と夢を語る。

今号の「産学官deイノベーション」では、富山県内の産学官金15機関の代表者で構成される「とやまナノテクコネクティブ推進協議会（総合調整機関：総機構）」のもと、文部科学省の「地域イノベーション戦略支援プログラム」の採択（2014年7月）を受けて進めた「とやまナノテクコネクティブ次世代ものづくり創出プログラム（以下とやまナノテククラスターと略す）」におけるCNFに関する技術開発を掲載。その中でも、スギノマシンが富山県工業技術センターと行った共同研究や同社が国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「中堅・中小企業への精選研究開発促進事業」の採択を受けて富山県立大学と連携して進めた、CNFの用途開発に向けた研究開発の概要を紹介する。まずは本誌に入る前に、「ウォータージェットのスギノマシン」がCNFの研究や用途開発に取り組むようになった経緯から繰（ひもと）く。

（注：富山県工業技術センターは、2018年4月、富山県産業技術研究開発センターに改組。以下同）

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(29)スギノマシン-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 水中7軸同時制御型多関節ロボット 発電所保全検査用駆動装置 高圧水遠隔除染装置 原子力発電所用保守機器「減容装置」 原子力発電所用保守機器「ウォータージェットピーニング装置」	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス -	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

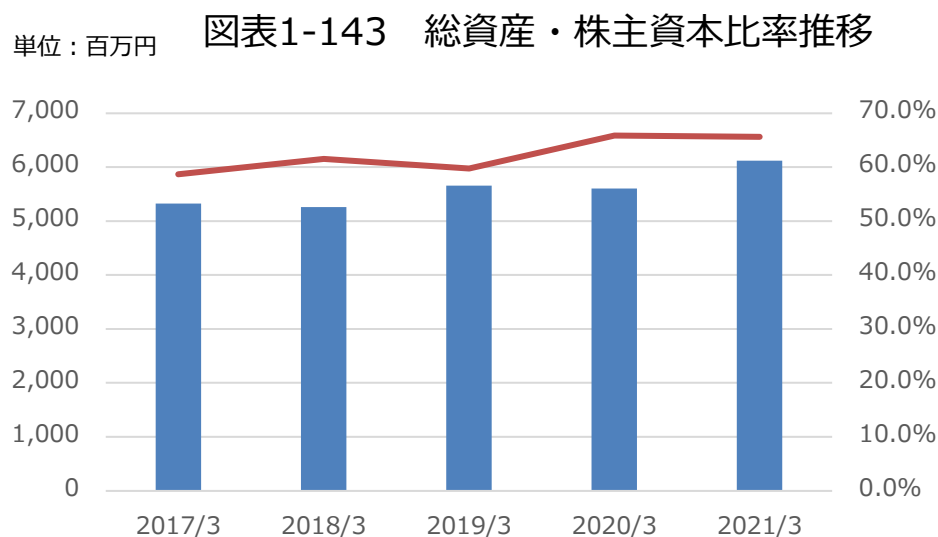
(30)原子力エンジニアリング-概要

115



設立年：1985年。資本金：1億円。従業員数：264名（2021年3月）。出資比率：関西電力：56% 原子燃料工業：44%

原子力発電所の「総合エンジニアリング会社」であり、建設から廃止措置を行うだけでなく、原子力発電所の安全な運転のために必要な検査機器やソフトウェアの開発を行い、エネルギーの安全供給を支えている。



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(30)原子力エンジニアリング-原子力事業概要

- 原子力発電所の建設・運転、廃止に係るエンジニアリング（核設計や構造解析、リスク評価、プラント応答解析、各種ソフトウェア開発、非破壊検査や保全に係る技術開発と実用化、建設や廃止に係るプロジェクトプランニングや各種評価等）を取り扱う。
- 事業部別や製品種別の売上高といった情報は開示されていない。

炉心管理

原子力発電プラントでは約1年間の運転サイクルの間、原子炉内の燃料を取替えることなく熱を発生させ発電を行っています。この間に原子炉内でどのような発熱分布をして、どれだけ燃料が消費されるか、さらに何らかの外乱が加わり発熱分布が変化しても、安全性が損なわれないかなどをあらかじめ予測しておくことは原子力の安全上、非常に重要です。

そこで当社では、炉心設計と呼ばれる燃料の交換時期に応じた適切な燃料配置の検討などを実施しています。またその設計が正しいことを確認するために、原子炉起動時および運転中に実際に原子炉の安全パラメータを測定しています。炉心管理とは、このような炉心の設計・検査から、運転中の安全性の監視、確認など、炉心の設計、検査、監視、確認業務全般を指します。

出所) 原子力エンジニアリング ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(30)原子力エンジニアリング-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 -	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス 炉心管理 確率論的リスク評価(PRA) 蒸気発生器伝熱管検査 超音波検査システム等の研究開発 再使用燃料外観・内挿物検査 発電所設備の経年対策、民間基準策定 保全技術高度化 運転訓練用フルスコープシミュレータの開発 運転状態管理システムの開発 解体（廃止措置）検討評価 施設建設（新規プラント建設等）の検討	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(31) テプコシステムズ-概要

設立年：1977年。資本金：3.5億円。従業員数：910名（2020年4月1日）。
電力の発電から送電、販売に至るすべての工程で重要なミッションを担っているシステムの開発・保守や原子力エンジニアリングサービスを通して、電気事業を支えている。

図表1-144 事業一覧

事業項目	内容
電力業務システムの開発・保守	東京電力の業務革新システム化の推進に関わる支援や顧客第一線現場からのニーズ反映を積極的に実施すると共に、柔軟にシステムを構築するための研究成果を活用した基盤作りを行っています。また、一方では、事業環境の変化、技術革新、法制度改変などによる、構築したシステムへの改良にも柔軟に対応しており、ライフラインとして重要な電力事業の継続性を確保するため、日々高い使命感をもって対応しています。
原子力エンジニアリング	東京電力の所有する原子力プラントの、炉心管理、安全評価、プラント監視システム開発など、原子力の安全向上と効率化に欠かせない、エンジニアリングサービスを提供しています。
系統制御システム	系統制御の分野でも汎用的なワークステーションを用いた安価で信頼性の高いシステムを構築し、効率的な系統監視制御を実現しています。
配電制御システム	配電制御システムは、電力流通設備の主に配電用変電所と面的に広がる配電線の監視と制御を行う、街路図表示対応のシステムです。業務管理系システムと制御系システムを融合し、収集したデータを多用途に活用出来るよう配電制御システムの高度化にも取り組んでいます。テプコシステムズでは、こうした配電系統に関わる制御システムの開発・保守を通じて、電力の安定供給に貢献しています。
発電制御システム	発電制御システムは24時間連続稼動する必要性があり、信頼性の高いシステムを構築し、着実な実績を積み重ねています。

出所) テプコシステムズ ウェブサイト

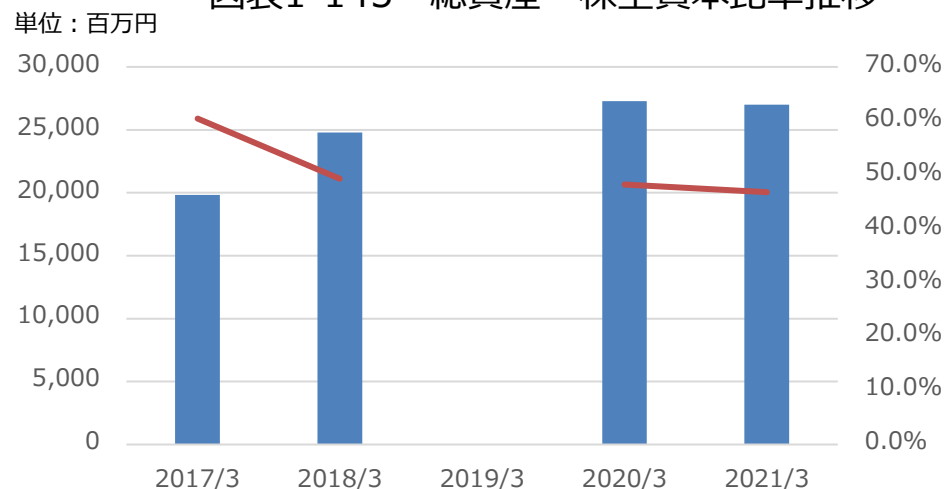
1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(31) テプコシステムズ-原子力事業概要

- 2004年4月にテプコシステムズ原子力エンジニアリング部として新たなスタートを切り、現在は炉心管理関連分野だけではなく、確率論的リスク評価、プラント特性評価、線量・被ばく評価、構造信頼性評価等の解析評価サービスや、監視・診断システム、簡易線量評価ツールといったシステム販売等を実施しており、東京電力の所有する原子力プラントの、安全向上と効率化に欠かせない、エンジニアリングサービスを提供している。
- 特に2011年4月に原子力炉心技術部、原子力プラント技術部の2部体制とし、東日本大震災以降、より一層重要性が認識されている原子力発電所の安全性向上と廃止措置に貢献する解析評価サービスを実施、2017年4月には原子力エンジニアリング事業部に組織改編し、原子力炉心技術部、原子力プラント技術部、原子力ソリューション部の3部体制として解析評価サービス等を提供している。
- 事業部別や製品種別の売上高といった情報は開示されていない。

図表1-145 総資産・株主資本比率推移



BWR炉心管理技術

原子炉の取替炉心設計、起動計画作成などの炉心管理技術を確立し、東京電力が海外を含む供給者から原子燃料を自由に調達し原子炉に装荷できる競争環境を実現するなど原子力発電のコスト低減に大きく貢献してきました。

現在では、高精度の炉心解析コードシステムや炉心装荷パターン最適化システムなどを駆使し、東京電力のBWRプラントに対して経済性、信頼性に優れた炉心管理技術サービスを提供しています。

これらの炉心管理業務に必要な各種設計解析システムの開発にも取り組んでおり、炉心解析コードシステムを開発、検証するだけでなく、熱水力、安定性解析システムなども自社で開発を継続しております。さらに、炉心装荷パターン最適化システムに関しては、国内外の電力会社などに使用ライセンスを提供しております。

また、当社の炉心解析コードシステムは、国内外のプラントにおける豊富な炉心追跡計算、ガンマスキャン評価、臨界実験評価およびモンテカルロ輸送計算などにより、MOX燃料を含む各種の燃料・炉心に対する解析精度を確認しています。

出所) テプコシステムズ ウェブサイト

出所) テプコシステムズ ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(31) テプコシステムズ-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 -	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス BWR炉心管理技術 原子炉解析技術・炉心燃料安全解析技術 信号解析によるデータ解析・評価技術 線量・被ばく評価技術 プラント挙動解析技術 確率論的リスク評価（PRA）技術 構造設計・構造健全性評価・構造信頼性評価 BWR用炉心装荷パターン最適化システム炉心性能監視システム オフライン診断処理装置 MIRDAS 敷地境界線量率評価システム ARES FLEXDOSE（簡易遮へい計算ソフトウェア） TREDISS（データ解析サービス） PCVベントに係る意思決定支援システム事故時避難情報統合管理システム モバイルシールドMRS（遮へい設備） 過酷事故対策支援デスクトップシミュレータ	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略 (32)東電設計-概要

122

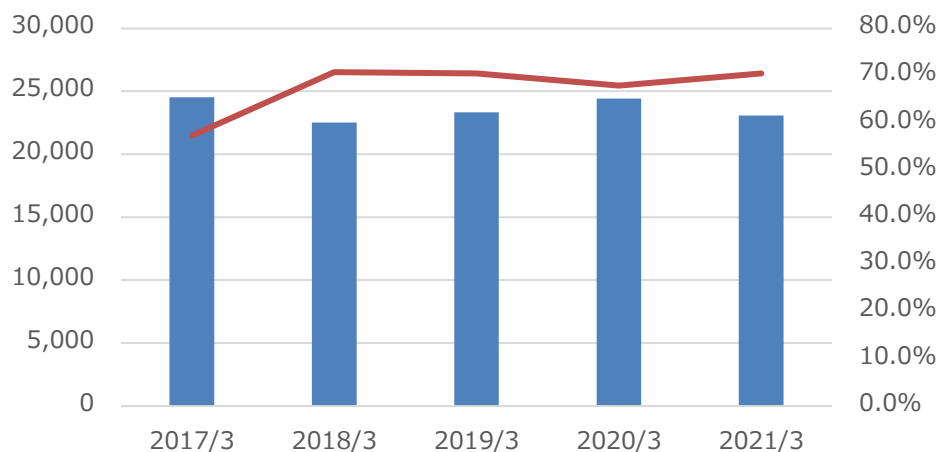


1960年設立。資本金：4000万円。従業員数：890名(原子力本部：105名)（2022年1月）。「土木、建築、電気、機械設備の設計、監理」を事業目的に、東京電力グループの一員として事業を展開。土木、建築、電気、機械、地質、環境といった要素技術と、水力・火力・原子力発電、一般建築など諸分野の技術をベースに、国内外のプロジェクトにおけるコンサルタントを担う。

事業資格

- 一級建築士事務所
- 建設コンサルタント業
- 測量業者
- 地質調査業者
- 建設業

単位：百万円 図表1-146 総資産・株主資本比率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(32)東電設計-原子力事業概要

- 明示的な原子力担当事業部としては、「原子力本部」が確認できる。
- ウェブサイトにおいて、「原子力発電設備の基本計画・設計・評価」、「原子力発電設備の運転業務に関する技術支援」、「原子力発電所のプラント高経年化評価業務支援」、「設備管理ソリューション」、「原子力燃料サイクル業務に関する技術支援」が確認できる。
- 事業部別や製品種別の売上高といった情報は開示されていない。

原子力発電所のプラント高経年化評価業務支援

原子力発電所の運転期間中の安全性・信頼性維持のために実施する高経年化対策に関し、構造物、系統および機器の経年劣化事象に対する施術評価および耐震安全性評価を行います。

出所) 東電設計ウェブサイト

出所) 東電設計 ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(32)東電設計-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

地震動設定技術

地震リスク評価技術

斜面防災

津波防災技術

陸上構造物に作用する津波の波力評価

津波避難に関する群集避難行動シミュレーション技術

プラント設備に対する各種解析・評価技術

放射線の遮へい・線量評価

応力解析評価・耐震評価

S A T手法に基づく教育訓練支援

原子力発電所のプラント高経年化評価業務支援

プロセス計算機システム(オンラインプラント監視システム)

無線式プラントデータ収集・監視システム

NuPIAS & ReVIAS(応力解析評価ソフト)

原子力発電所燃料取替手順管理ツール

配管減肉管理システム

LPRM検出器交換管理ツール

設備監視・制御盤の設計・製作

発電所設備劣化評価支援

RC構造物の維持管理支援システムMALPREC

プロジェクト管理 (EPC)

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(33) NESI -概要

1984年、原子力システム株式会社として設立。従業員数は368人（2020年4月）。設立以来、原子力関連の法人や企業を顧客としてソフトウェア開発・ネットワークの設計・運用・保守、構造解析・流体解析等を事業としている。近年は原子力以外の産業分野にも展開中。

* 売上高及び利益に関する情報なし

図表1-147 事業一覧

事業	内容
数値解析	構造解析、伝熱・流動解析、核特性解析、放射線量評価解析、PRA/PSA、連成解析、解析コード整備
システム開発	計量管理・保障措置業務システム、廃棄物管理支援ツール、高精度衛星測位ユニット・測定情報連動小型線量計、ため池データ測定システム、環境モニタリング情報の公開システム、災害情報共有システム”迅速果断”、不法投棄等情報管理システム
システム基盤構築・運用	ネットワーク構築サービス、リモート・オンサイト保守サービス、ITのコンシェルジュ
ドローン・ソリューション	ドローン制御アプリケーション開発、放射線モニタリング
その他	位置情報ソリューション、インテリジェントカードホルダー”四方八方”、音声AIアシスタント、3Dプリンタ 等

取り扱っている核特性解析コード・核設計コード例（許認可コードも含む）

MVP/GMVP, MARBLE, ORIGEN2, SLAROM-UF, DIF3D, PARTISN, SAGEP-FR, CITATION-FBR, PERKY, TWOTRAN-II, SN-PERT, TRITAC, SN-PERT3D, SCALE, NJOY

出所) NESI 事業内容

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(33) NESI -技術

★事例：高速炉PSA解析

高速炉施設で発生する事故（地震などの自然災害も含む）の発生頻度と発生時の影響の定量評価を行い、安全性の維持や向上のために、どのような安全対策や操作が効果的かに関する情報を得るための解析を行います。

<実績>

高速炉PSA用パラメータ（故障率、共通原因故障パラメータ、ヒューマンエラー確率など）解析

高速炉の運転時レベル1 PRA解析

高速炉の停止時PRA解析

高速炉の炉外燃料貯蔵設備PRA解析

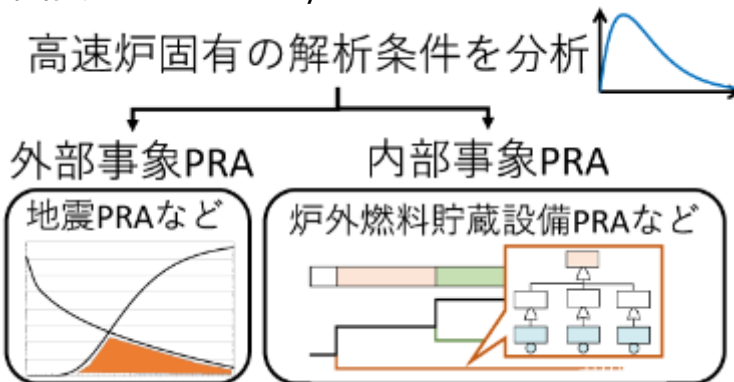
高速炉の燃料池PRA解析

高速炉の地震PRA解析

<受注取扱い計算コード・ソフトウェア>

RISKMAN®

図表1-148 PRA/PSAイメージ



日本原子力学会 2018年春の年会 講演情報より

[1K02] 先進ループ型ナトリウム冷却高速炉の使用済燃料プールの設計検討のためのレベル1 PRA

*鳴戸 健一¹、山野 秀将²、栗坂 健一²、西野 裕之² (1. 株式会社NESI、2. 原子力機構)

ナトリウム冷却高速炉では、使用済燃料集合体は最終的に使用済燃料プール(SFP)へ移送され水中保管される。本研究では、先進ループ型炉において設計されたSFPに対してレベル1 PRAを実施し、燃料損傷に至る事故シーケンスの同定及び燃料損傷頻度の定量化を実施した。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(33) N E S I - 主な原子力事業製品・技術

機器・設備 -	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス 核特性実験・実機解析 核設計解析 炉心安全性評価解析 プラント動特性解析 熱流動解析 熱伝導解析 材料特性・強度解析 耐震解析 遮蔽解析 レーザー加工プロセス評価 放射線空間線量評価解析 高速炉PSA解析 高速炉安全評価解析（伝熱・流動-構造-核特性連成解析 解析コード整備 廃棄物管理支援ツールの開発	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(34)ダイヤコンサルタント-概要

128

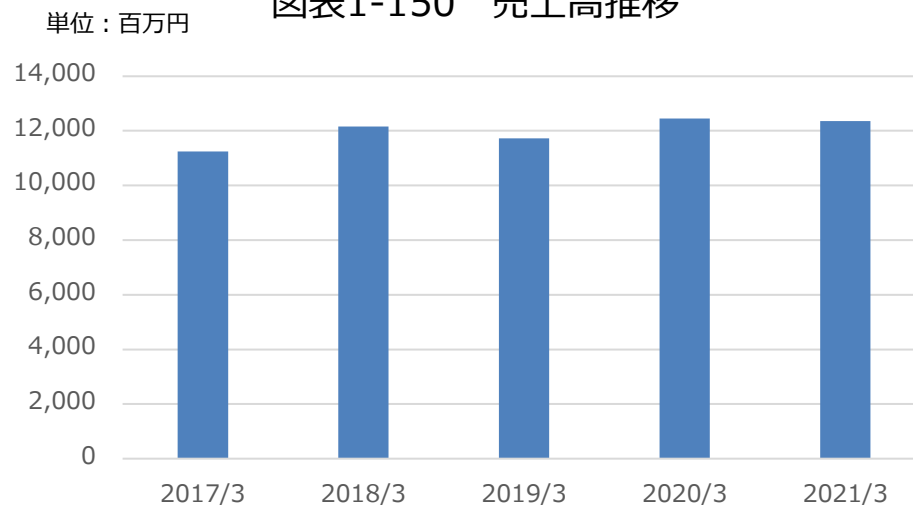


設立年：1963年。資本金：4億5500万円。従業員数：482名（2021年7月現在）。
地質・地盤・地下水・資源の調査・解析とこれを活かした土木設計に特色を有する総合建設コンサルタント業務を行う。

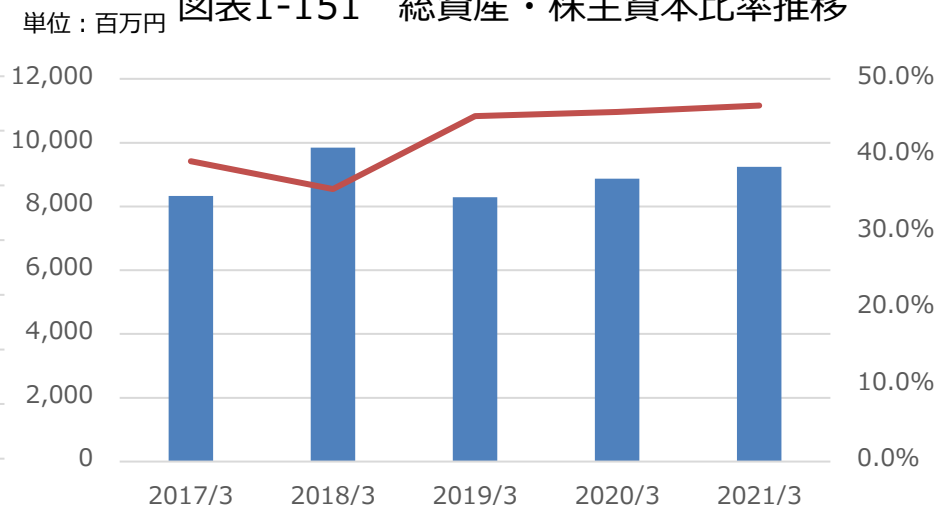
図表1-149 セグメント情報

セグメント	内容
公共事業	人と社会が必要とするインフラストラクチャーの建設、維持管理に関する地質・地盤の調査・解析・設計業務で事業を担う。
エネルギー関連事業	原子力、水力、火力や再生可能エネルギーを利用した発電所の建設、送電線やパイプラインなどのエネルギー輸送施設の建設、さらにはエネルギー廃棄物処分施設の建設など、これらに関わる地質・地盤の調査・解析業務で事業を担う。
民間事業	民間会社が各々の事業を展開する際に建設する様々な施設について、地質・地盤の調査・解析業務で事業を担う。

図表1-150 売上高推移



図表1-151 総資産・株主資本比率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(34)ダイヤコンサルタント-原子力事業概要

事業部別の売上高といった情報は開示されていない。

発電所の建設、送電線やパイプラインなどのエネルギー輸送施設の建設、さらにはエネルギー廃棄物処分施設の建設など、これらに関わる地質・地盤の調査・解析業務で事業を担う。

原位置岩盤試験

岩盤は亀裂などの不連続面や挟み層などの不均質部が多くあるため、室内試験では岩盤としての強度特性や変形特性を把握することが困難です。このため、ダムや原子力発電所などの重要構造物では、原位置岩盤試験を実施することにより、岩盤の力学特性（強度特性や変形特性等）を把握しています。

出所) ダイヤコンサルタント ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(34)ダイヤコンサルタント-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 -	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス 地震探査・微動アレー探査等技術 原位置岩盤試験 活断層調査 津波解析・堆積物調査 自然的原因による掘削残土の重金属汚染調査 音響打診音調査「D S A（ダイヤサウンドアナライザー）」 熱赤外線画像計測調査 高周波衝撃弾性波調査 光信号各種技術（光る変位計を用いたメンテナンス技術、健全度診断等） 多深度間隙水圧測定システム「P I E Z O（ピエゾー）」 有効応力解析技術（LIQCA、FLIP） 三次元浸透流解析 土石流等の二次元氾濫シミュレーション地震による自然斜面崩壊対策工法 大口径三重管サンプラーを用いた既設盛土構造物の強度試験法	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(35)千代田化工建設-概要

131



1948年設立。従業員数は約5,200人（2021年3月時点、連結）。

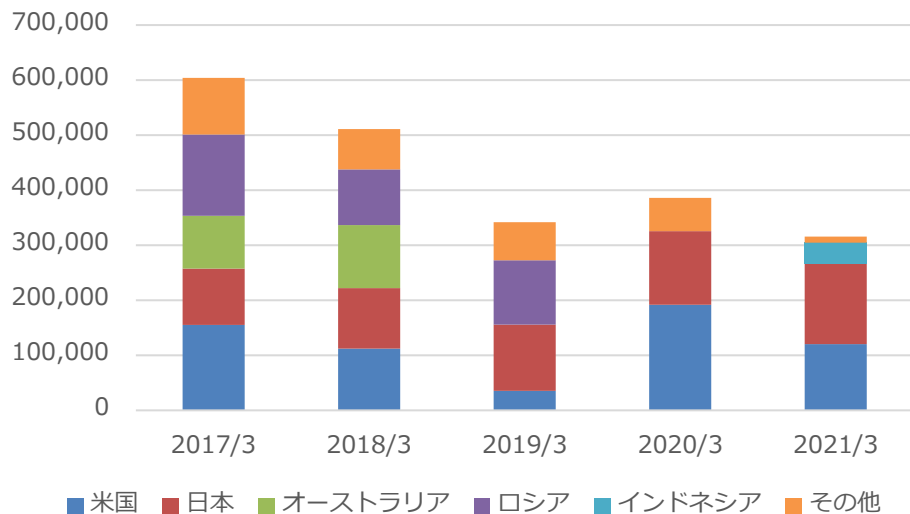
報告セグメントはエンジニアリング事業のみ。

2018年度、米国のLNGプラント工事の追加コストにより債務超過となる。三菱商事が財務強化策への対応として、千代田化工の第三者割当増資の引き受けを決定。2019年9月、三菱商事の連結子会社となる。

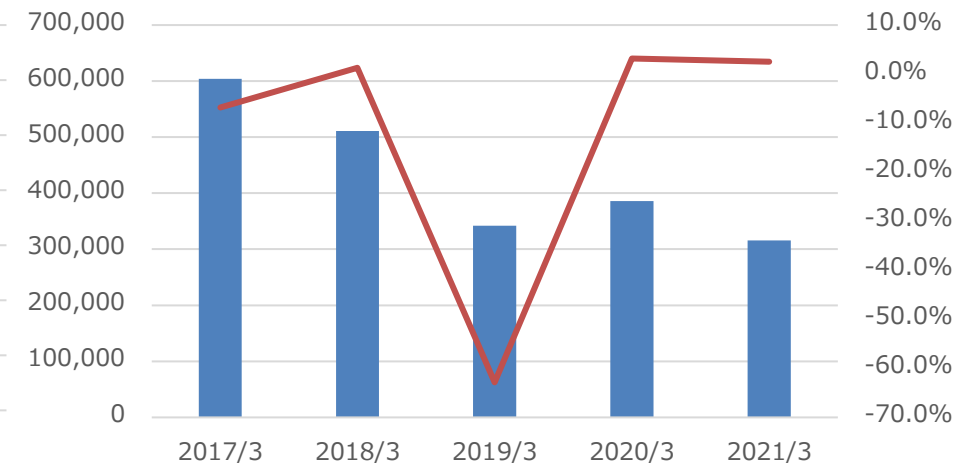
図表1-152 セグメント情報

報告セグメント	内容
エンジニアリング事業	各種産業用・民生用設備並びに公害防止・環境改善及び災害防止用設備に関する総合的計画、装置、機器の設計・調達・設置、土木・建築・電気、計装・配管等工事及び試運転等、その他これらに付帯する一切の事業を行う。

単位：百万円 図表1-153 地域別売上高推移



単位：百万円 図表1-154 連結売上高・利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(35)千代田化工建設-原子力事業概要

- 原子力事業はエンジニアリング事業の環境・新エネルギー・インフラ関係に分類される。
- 環境・新エネルギー・インフラ関係の内訳は確認できず、エンジニアリング事業の6%-14%を推移。

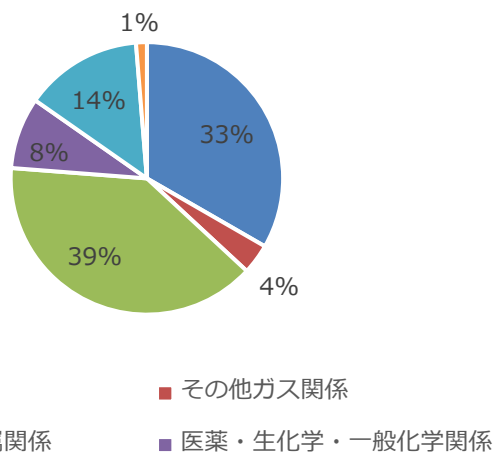
原子力産業にも適用可能と考えられる技術の一例：熱流体解析技術

熱流体解析技術(CFD：Computational Fluid Dynamics)はプラント／装置の設計・開発など様々な場面で広く適用されています。千代田で長年にわたって培ってきた種々のエンジニアリング技術と最先端のCFD技術の融合により、お客様の新しい価値創造に役立てています。

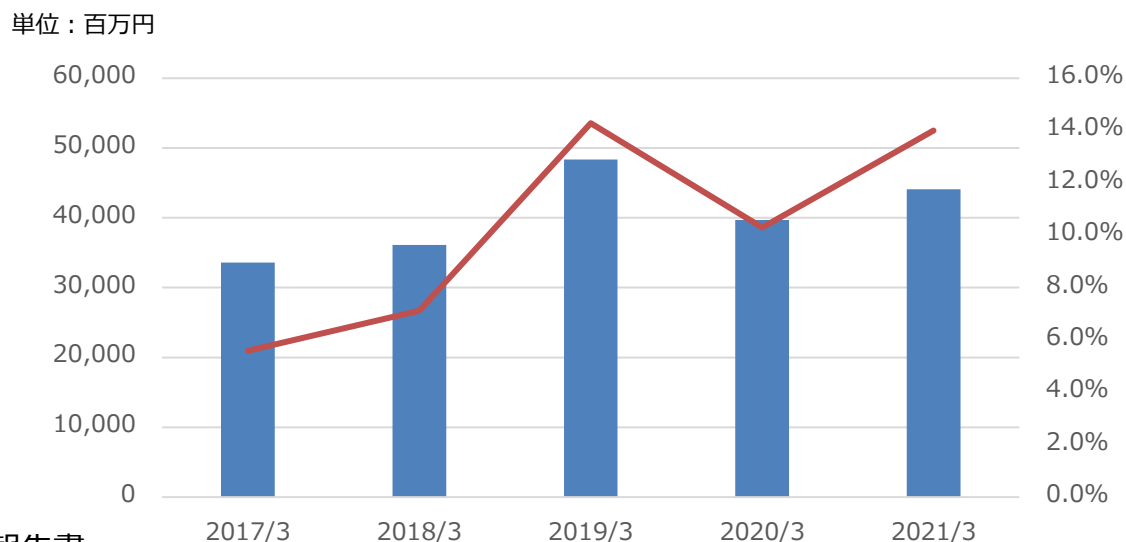
プラント設計、研究開発、設備診断コンサルティングへのCFD技術適用に関し長年にわたる豊富な実績を有しています。単なる解析結果の提供でなく、解決策・改善策を含めた価値の高いソリューション提供が可能です。

出所) 千代田化工建設ウェブサイト

図表1-155 エンジニアリング事業の内訳



図表1-156 環境・新エネルギー・インフラ関係売上高比率推移



出所) 千代田化工建設 ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(35)千代田化工建設-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 -	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス プロセス加熱炉へのGT排ガス導入による省エネ Rカーブ解析による工場エネルギーシステムポテンシャル評価 大型圧縮機復水タービン駆動の可変速スーパーモータ化 i-PLANT21（スマート型EPC） 熱流体解析技術(CFD：Computational Fluid Dynamics) 音響解析技術 音響疲労解析 耐震診断 機器や配管部品の強度検討 疲労強度検討 亀裂解析 振動解析 余寿命評価(高温クリープ・腐食減肉ほか) 水撃解析(サージ解析)	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

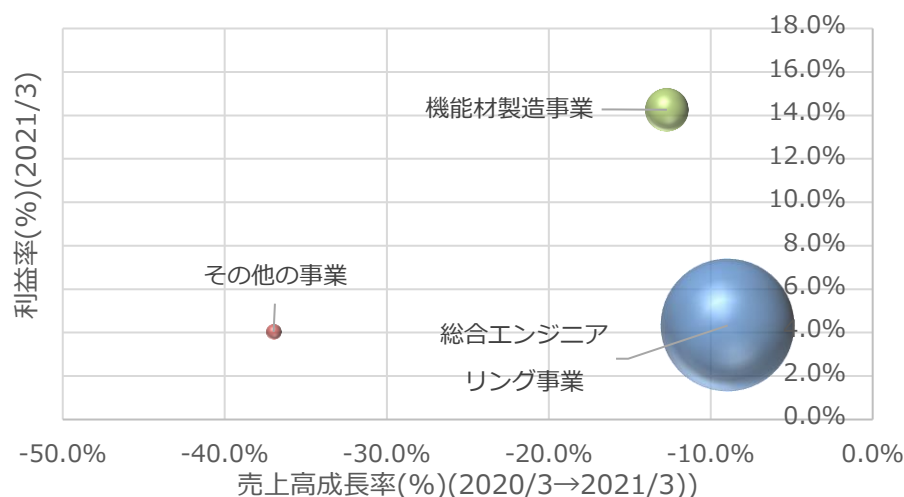
(36)日揮ホールディングス-概要

1928年創立。従業員数は約7,400人（2021年3月時点、連結）。
総合エンジニアリング事業が売上全体の約9割を占め、EPCビジネスを中心とする。

図表1-157 セグメント情報

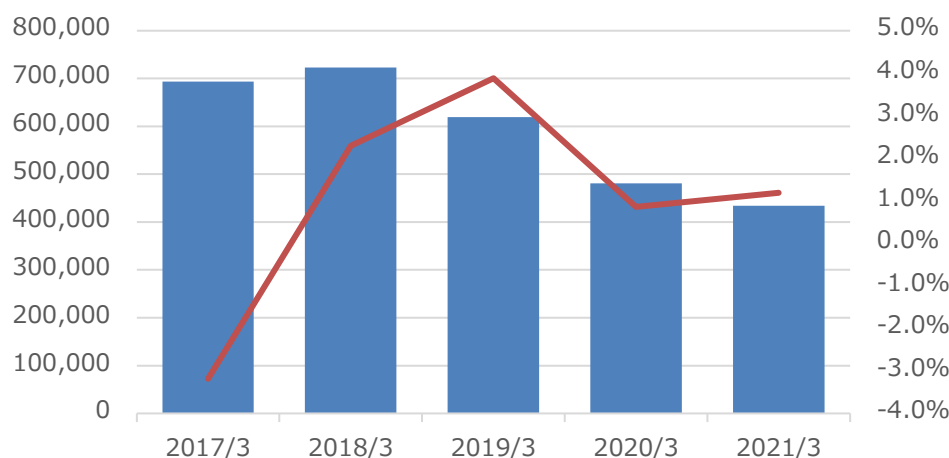
報告セグメント	内容
総合エンジニアリング事業	石油、石油精製、石油化学、ガス、LNG、一般化学、原子力、金属製錬、バイオ、食品、医薬品、医療、物流、IT、環境保全、公害防止等に関する装置、設備及び施設の計画、設計、調達、建設及び試運転役務等のEPCビジネスを中心に構成。
機能材製造事業	触媒、ファインケミカル、ファインセラミックスの三つの分野を中心にユニークな製品群を製造・販売。
その他の事業	総合エンジニアリング事業、機能材製造事業以外の事業で、機器調達、コンサルティング、水処理事業等が含まれる。

図表1-158 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-159 連結売上高・利益率推移

単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(36)日揮ホールディングス-原子力事業概要

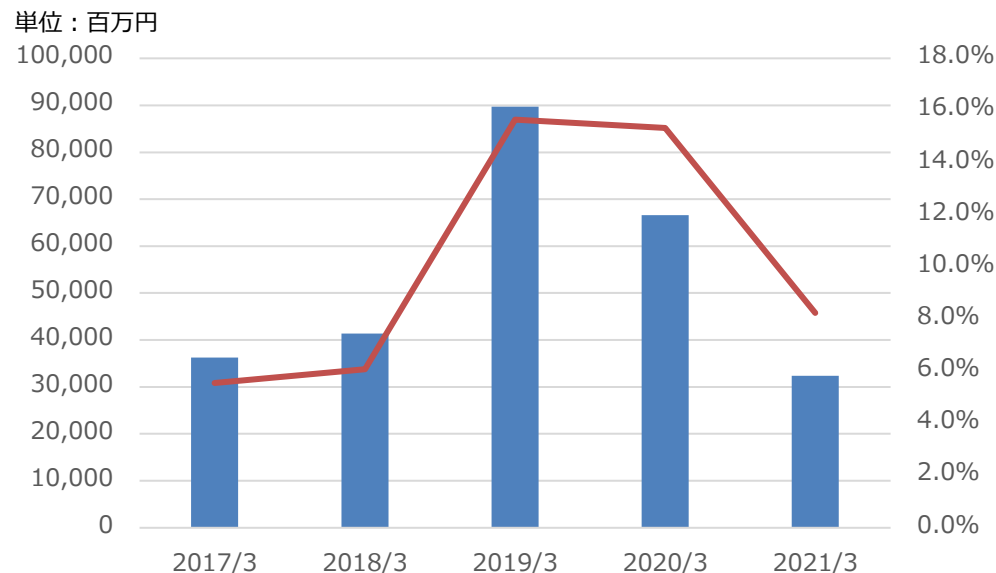
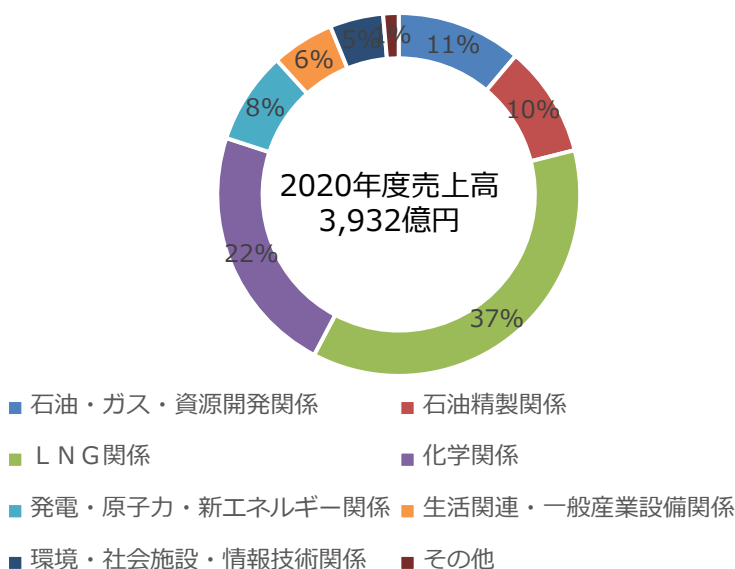
- ・ 総合エンジニアリング事業の発電・原子力・新エネルギー関係に分類される。
- ・ 発電・原子力・新エネルギー関係の内訳は確認できず、総合エンジニアリング事業 & その他事業の4%-15%を推移。
- ・ 化学・廃棄物処理関連の技術を有している（詳細は次スライド）。

原子力産業に深い関連がある技術の一例：プラント健全性診断

原子力プラントの構成機器の健全性を診断する技術を開発・実用化。高放射線下で作業者が立ち入りできない環境下でも、遠隔制御により診断を行える技術をはじめ、様々な独自技術が原子力プラントの健全性診断に使われる。

出所) 日揮ウェブサイト

図表1-160 総合エンジニアリング事業 & その他事業内訳 図表1-161 発電・原子力・新エネルギー関係売上高・比率推移



出所) 日揮ホールディングス ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(36)日揮ホールディングス-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

スーパーセメント（SC）固化プロセス

Super Fine（SF）フィルターシステム

放射性廃棄物処分に関する技術開発

雑固体廃棄物の充填固化技術

湿式酸化プロセス

原子力発電に関する技術コンサルティングサービス

プロジェクト管理（EPC）

総合エンジニアリング事業

プロジェクトマネジメント

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(37)クリハラント-概要

設立年：1946年。資本金：5億300万円。従業員数：837名（2021年12月）。
火力・原子力・太陽光発電所や、一般プラント、民間のビル、官公庁の研究施設などの電気・計装・機械分野において設計・施工管理を行っている総合エンジニアリング会社。

図表1-162 事業一覧

業務	内容
電力部門	クリハラントの創生期からの基幹部門であり、電力プラントの電気計装工事・保守を通じて、日本の社会インフラを支えてきました。
電設部門	大規模商業施設から高層オフィスビル、高速道路まで、最新の都市ニーズに信頼の電設技術で貢献。
産業プラント部門	生産性向上とコスト削減につながるプラントエンジニアリングを行っています。計画から設計、施工に至るまでハード・ソフトが一体となった一貫体制で進める、クリハラントならではの総合力を発揮しています。
機械工事部門	一般産業プラントや大規模工場、浄水場における各種機器の据付・配管工事などを実施。
情報通信部門	関西国際空港、中部国際空港をはじめとする全国の空港や航路上で、クリハラントは航空機を正しい航路に導くさまざまな航空保安無線施設の建設を担っています。方位情報・距離情報をとらえるVOR/DMEや、空港監視レーダーASR/SSR、計器着陸装置ILSなどの整備と更新を行っています。
研究施設部門	直流超伝導送電、燃料電池、核融合といった最先端分野で、世界的な研究開発機関が推進する大型プロジェクトに、クリハラントは参画しています。さらに、生命科学の進歩や、新素材・新薬開発に役立つ大型放射光施設「SPring-8」においても、技術協力を行っています。
海外部門	ヨーロッパや東南アジア、中近東、南米、中国、アフリカなど20数カ国に海外事業を展開。特に、電力需要が高まる新興国に向けてはスーパーバイザー（SV）を派遣するなど、クリハラントが持つ高度な技術力やノウハウを伝承しています。プラント建設・保守技術の向上を通じて、新興国におけるエネルギーの安定供給をサポートし、経済発展の一翼を担っています。
設計部門	電力プラントにおける設計と建設工事を一体として取り組むことにより、効率的で確実な施工を行っています。現場を熟知した施工設計によって、現地での調整などの手間がなく、計画着手から完工までの全体納期を圧縮。
技術開発・製造部門	「プロセス関連」「環境関連」「エネルギー関連」の3分野において、市場のニーズに適合した製品づくりに創造性を発揮。また、各種プラント配管や冷熱・空調配管の設計・製作、工場プレハブ加工と現地設置工事でも、多くの実績を積み重ねています。

1. 国内原子力産業

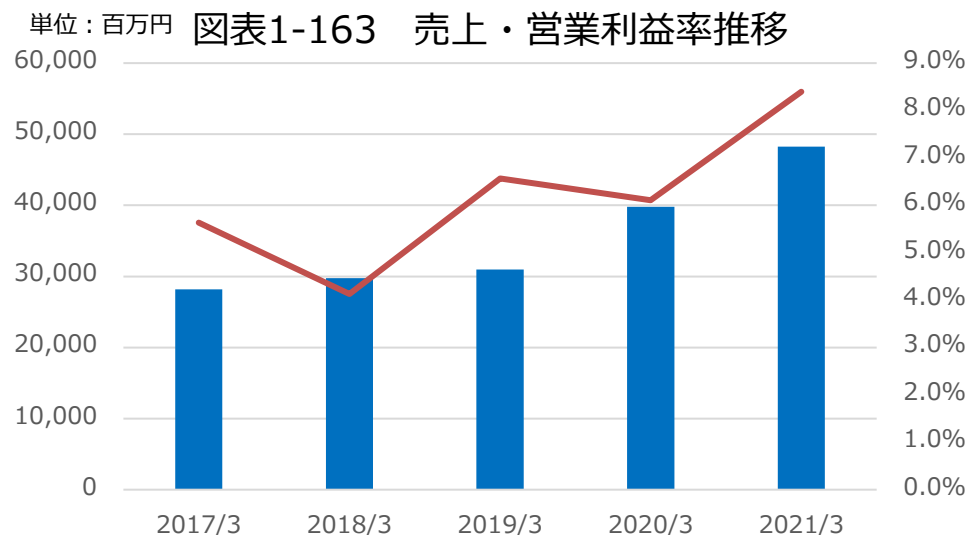
1-2. 企業の業績と戦略

(37)クリハラント-原子力事業概要

- ・事業部別の売上高等の情報は開示されていない。
- ・原子力プラント建設：電力プラント建設においては先行工事の段階から参加し、建屋内外の電気工事および電気計装工事を全般にわたって施工。安全性を保つ放射線監視機器や、安定運転のための計測制御設備などの設置・試験調整にも技術力を発揮。

実績例

関西電力大飯原子力発電所
 日本原燃ウラン濃縮工場
 東北電力女川原子力発電所
 関西電力美浜原子力発電所
 関西電力高浜原子力発電所
 核燃料サイクル高速増殖炉もんじゅ
 四国電力伊方原子力発電所
 北海道電力泊原子力発電所
 中国電力島根原子力発電所
 北陸電力志賀原子力発電所
 中部電力浜岡原子力発電所



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(37) クリハラント-主な原子力事業製品・技術

機器・設備
真空排気装置
アクアモニタ

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス
原子力プラント建設・保守
プラント配管工事
自家発電プラント建設
精密機械据付工事
耐震改造
ダイヤモンドワイヤーソー切断サービス

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

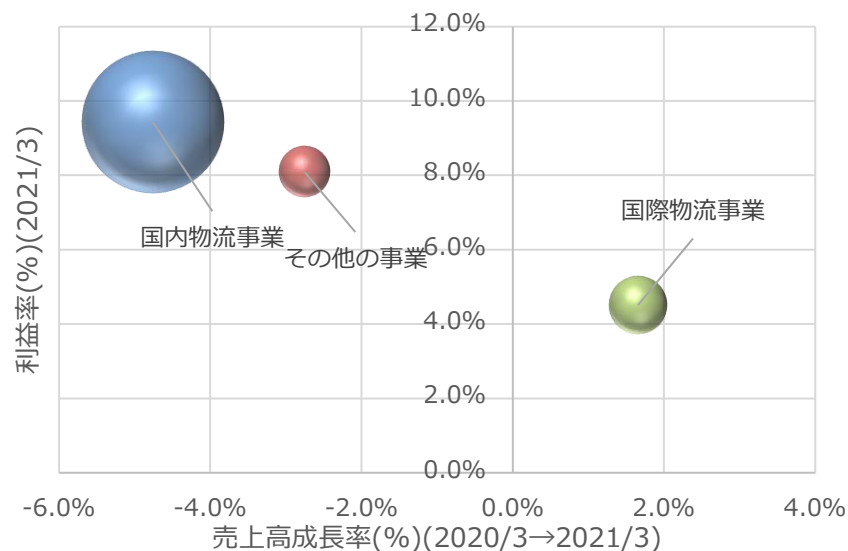
1-2. 企業の業績と戦略 (38)上組-概要

1867年創立。従業員数は4,335人（2021年3月時点、連結）。
国内物流事業が売上全体の約77%を占め、港湾運送を中心とする。

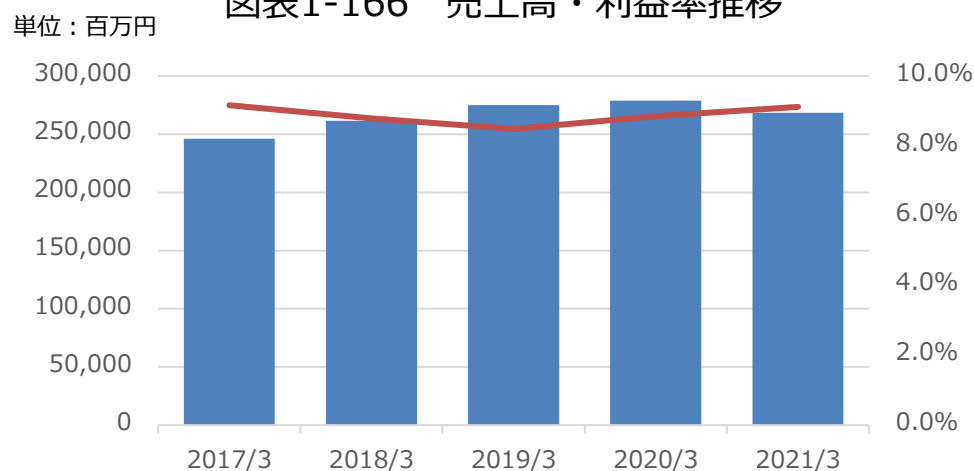
図表1-164 セグメント情報

報告セグメント	内容
国内物流事業	港湾運送事業、倉庫業、貨物自動車運送事業、倉庫工場荷役請負業を行っている。
国際物流事業	国際運送取扱業を行っている。
その他の事業	重量貨物運搬据付業、不動産賃貸業、物品販売業、酒類製造販売業等を行っている。

図表1-165 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-166 売上高・利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(38)上組-原子力事業概要

141

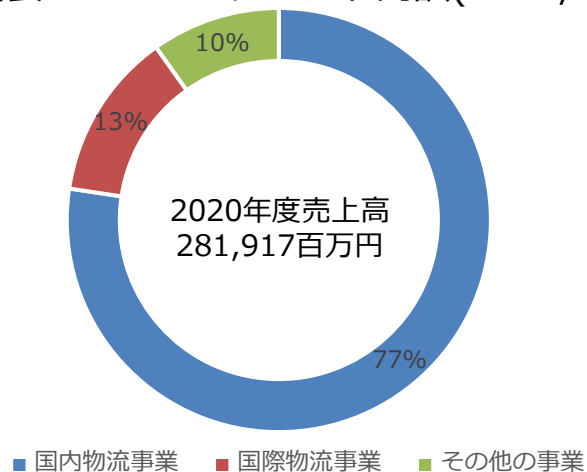


使用済燃料の輸送、及び原子力発電部品の輸送を行っている。

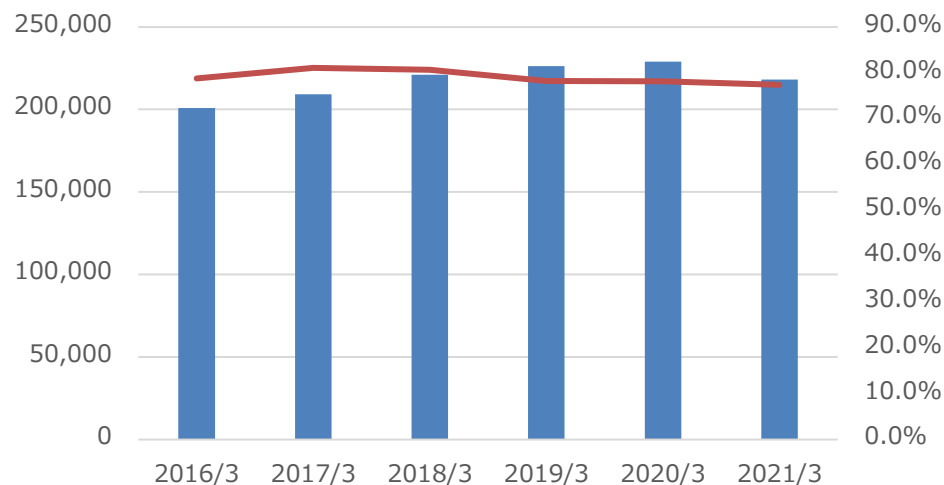
原子力産業に深い関連があるサービスの一例：原子力燃料の輸送

原子力発電所内で、最高レベルの安全管理・輸送品質が要求される使用済燃料の輸送
出所) 上組ウェブサイト

図表1-167 セグメント内訳(2021/3)



図表1-168 国内物流事業売上高・比率推移
単位：百万円



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(38)上組-主な原子力事業製品・技術

機器・設備 -	材料・消耗品 -
技術・ソフトウェア・サービス 核燃料輸送技術 煙突、鉄塔、コンベヤフレーム、タンク類など、鋼構造物の設計・施工	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(39)ニチアス-概要

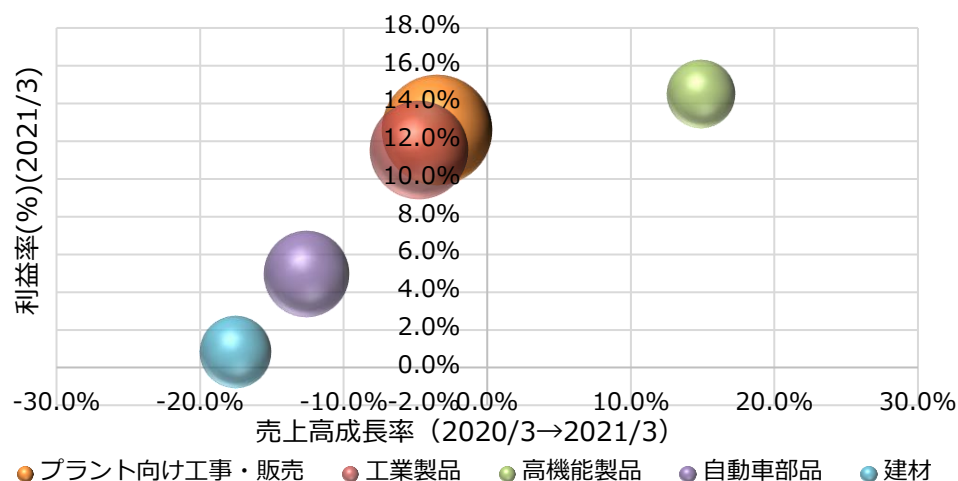
1896年設立。従業員数は約6,337人（2021年3月時点、連結）。

「断つ・保つ」の技術を経営理念に掲げ、各種プラント設備向けに製品やエンジニアリングを提供する「プラント向け工事・販売事業」はじめ5事業を国内外で展開。

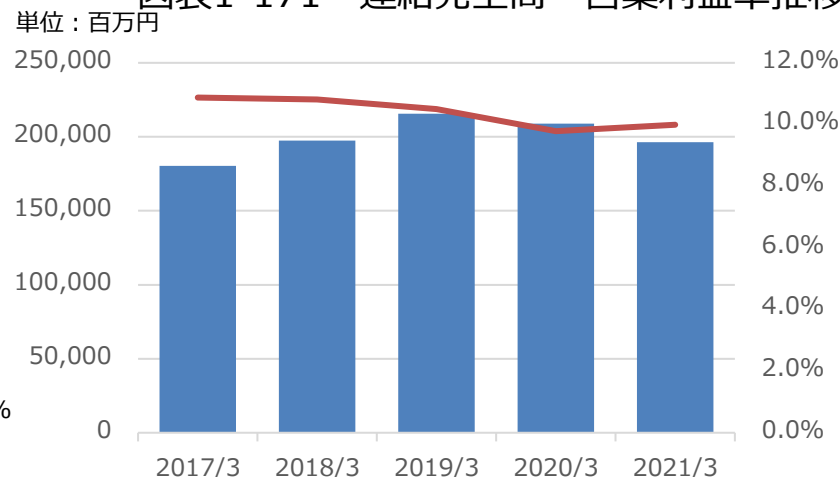
図表1-169 セグメント情報

報告セグメント	内容
プラント向け工事・販売	シール材をはじめとする製品や極低温から超高温に至る領域で独自技術を駆使したエンジニアリングサービスを提供。電力、LNG、石油精製・石油化学などのプラント施設に常駐体制を構築。
工業製品	装置機器、環境、食品、医療、石油精製・石油化学、電力、鉄鋼などの主要産業分野を中心に、ガスケット・パッキン、ふっ素樹脂製品、各種断熱材、フィルター製品などの幅広い製品群を提供するとともに、同社のマザー事業本部として新規事業創出の役割も担う。
高機能製品	半導体・FPD製造装置における、熱・薬液・ガスなどプロセスに関わる先進の部品や部材を提供。
自動車部品	シリンダーヘッドガスケットなどの流体の漏れを「断つ」機能部品であるシール材をはじめ、自動車の進化に対応した防熱、防音、制振関連の製品や技術を提供。
建材	不燃・断熱・耐火などの性能を備えた建材を提供するとともに、その建材を活用した施工事業も展開。

図表1-170 セグメント別業績推移（2020/3→2021/3）



図表1-171 連結売上高・営業利益率推移



出所) ニチアス ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

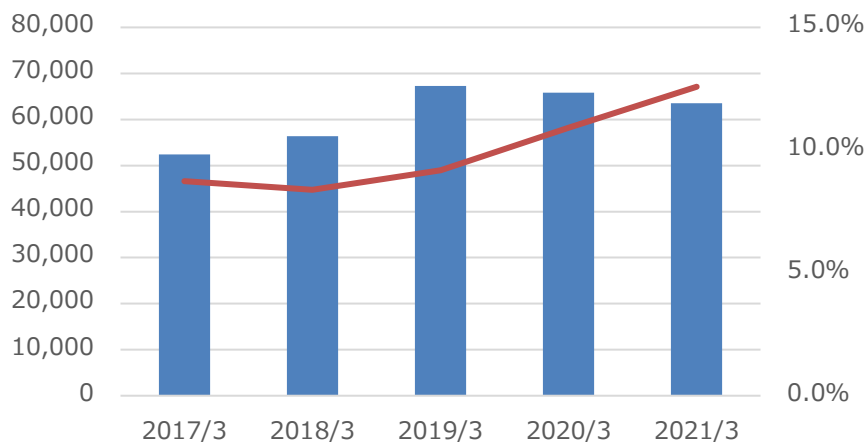
1-2. 企業の業績と戦略

(39)ニチアス-主要セグメント

- 原子力事業を含むセグメントは不明であるが、原子力関連施設への製品・サービスは「プラント向け工事・販売」「工業製品」「建材」の各セグメントにまたがっていると想像される。
- 原子力発電所向けの主要製品「ガスケット」「パッキン」「保温材」「断熱材」「貫通部シール材」及びそれらの設置工事の各製品・サービスは、火力発電所向け・LNG設備向けとも共通するところが多く、適用範囲は相当広い。
- 特に、原子力発電所への納入実績が多い「金属保温材」「中性子遮へい材」の評価は高い。
- 事業セグメント別では「プラント向け工事・販売事業」及び「工業製品事業」の営業利益率が高く、「建材事業」では低い。

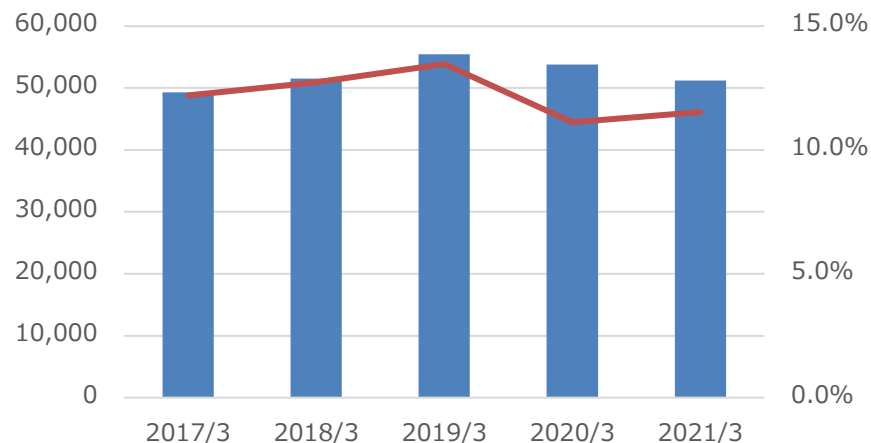
図表1-172 プラント向け工事・販売事業 売上高及び利益率推移

単位：百万円



図表1-173 工業製品事業 売上高及び利益率推移

単位：百万円



出所) ニチアス ウェブサイト及び有価証券報告書

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(39)ニチアス-地域別海外展開

145



国内売上が依然として連結売上高の約8割を占めるが、直近5年ではアジア向け売上高成長が顕著。

図表1-174 英文ウェブサイト抜粋

Thermal insulation material

This metallic heat-insulating material is used for the reactor pressure vessel, recirculation equipment, and all apparatuses and pipes. It is made of thin stainless steel sheet to prevent corrosion, has high mechanical strength, and can be easily and quickly attached or detached, reducing exposure dose during working.



Thermal insulation material

This Thermal insulation material is used in nuclear power plants to control halogen components.



Building penetration part sealing material

This special rubber expansion joint is used to seal the gap between the through-hole and pipes that penetrate buildings, walls, and floors in nuclear power plants. It has good radiation resistance, heat resistance, and flexibility, and is therefore used as a seal to block air contaminated by radioactivity, steam generated during an accident, smoke, hot water, and water during a fire.

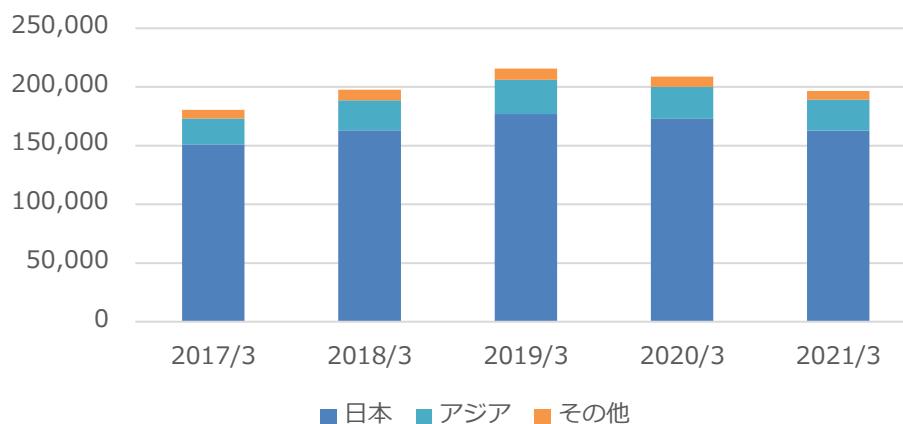


Hot and cold insulation work

Description	Product name	TOMBO No.
Building penetration part sealing material	NU BELLOW-Q® RNU-1015, RNU1025	-

単位：百万円

図表1-175 地域別売上高推移（連結）



「原子力発電所向け製品・サービス」の英語サイトでは、ガスケットや保温材・シール材等の原子力品質の製品を英語で紹介している。

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

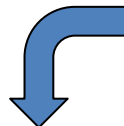
(39)ニチアス-技術

146



創業以来多くの製品を社会に供給してきたニチアスでは、市場ニーズをとらえた新製品開発に向け、浜松及び鶴見の研究所及び各事業本部傘下のテクニカルセンターにおいて研究開発を行っている。
最近の新製品の一例は下記の通り。

図表1-176 製品紹介抜粋



厚さ [mm]	1.5	2	3
最大ガスケット外径 [mm]	610	1250	1250 ^{※1}
ガスケット個数m	2.75	2.75	2.00
最小設計荷重圧力 σ_0 [N/mm ²]	25.5	25.5	11.0
最小荷重圧力 [N/mm ²]	水・油系流体 14.7		34.3
	ガス系流体		
許容荷重圧力 [N/mm ²]	190		使用可
適用可流体	水・油・ アルコール		
	有機溶剤		
	低濃度酸		
	可燃性ガス		
	不活性ガス・ 不燃性ガス		
	アルカリ・ 酸		
条件により使用可能ですが、 TOMBO No.1133、9007-LC、 SC等の耐薬品用のガスケット のご使用を推奨します。			
食品衛生法 昭和34年厚生省告示 第370号の第3の1の2	適合 ^{※2}		

※1 一枚のシートから加工できる最大の外径です。溶着加工により1250mm以上の外径のガスケットも製作可能です。
※2 2021年7月21日現在（法規が改訂される場合がありますので、最新の状況はお問い合わせください）

5. おわりに

本稿では、新製品「TOMBO™ No.1155 クリンシルネクスト™」の主な特長についてご紹介しました。TOMBO™ No.1155 クリンシルネクスト™ は、従来のシートガスケットに比べ、高温で長期にわたり安定したシール性を発揮する高温ユーティリティ用ガスケットです。また、耐圧縮破壊特性にも優れており、より安心・安全にご使用いただけます。

今後ともお客様のニーズに対応した製品開発を行っていく所存です。ご意見・ご要望を賜れば幸いです。

本製品に関するお問い合わせ・ご質問は、工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部までお願いいたします。

※「TOMBO」はニチアス㈱の登録商標または商標です。
※「クリンシルネクスト」はニチアス㈱の商標です。
※本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。

新製品紹介

高温ユーティリティ用シートガスケット TOMBO™ No.1155「クリンシルネクスト™」

工業製品事業本部 配管・機器部品技術開発部

1. はじめに

ガスケットは配管、機器などのフランジに締め付けられて使用され、石油精製、石油化学、造船、電力、鉄鋼などあらゆる産業分野で、流体の漏れを防ぐ重要な役割を担っています。

弊社はこの度、従来のシートガスケットから耐熱性を大幅に向上させ、高温でより長期間の使用を可能にしたTOMBO™ No.1155「クリンシルネクスト™」(以下、TOMBO™ No.1155)をラインアップいたしました(図1、2)。

TOMBO™ No.1155は、水・油・蒸気等のユーティリティ用途に弊社が開発したシートガスケットであり、高温下における応力緩和（ボルトの緩み）を抑制する技術により、高温長期で高い信頼性が期待できるガスケットです。

本稿では、この新製品TOMBO™ No.1155の主な特長についてご紹介いたします。



図1 TOMBO No.1155の外観



図2 弊社製シートガスケットの位置づけ

2. TOMBO™ No.1155の特長

2.1 優れた耐熱性

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(39)ニチアス-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

ガスケット

パッキン

保温材・断熱材・金属保温材

鉛入り金属保温材

貫通部防火シール材

技術・ソフトウェア・サービス

中性子遮へい工事（キャストロン充填工事）

シール工事（ペネシール®、NUベローQ®）

断熱（保温・保冷）工事

新煙道保温工法（角波R工法）

防音工事

エアロジェル断熱工事

増し保温®工法（e'-AIM®（エコ-エイム）工法）

エアロジェル断熱新規工事

遮へい工事

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(40) I H I 検査計測-概要

設立年：1974年。資本金：2億2000万円。従業員数：457名（2020年3月）。
株式会社IHI検査計測（IIC）は、IHIグループで検査・計測・制御を専門としている総合企業。

図表1-177 事業一覧

事業内容

非破壊検査

海外代行検査

新規計測・分析サービス

計測

残留応力測定

材料試験

化学分析・環境分析

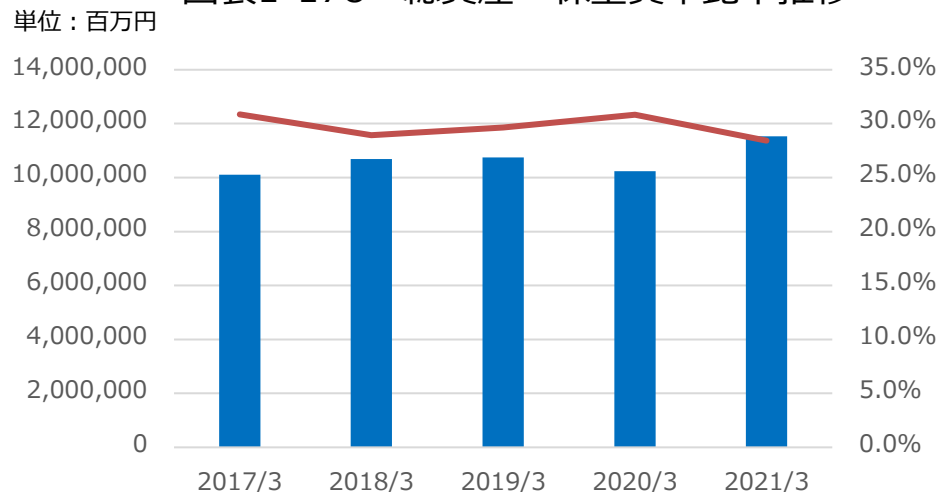
受託試験

数値解析

ドローンを使用した検査業務

コンサルティング・研修

図表1-178 総資産・株主資本比率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(40) I H I 検査計測-原子力事業概要

- ・ 明示的な原子力担当事業部としては、HP上では確認できない。
- ・ 事業部別の売上高等の情報は開示されていない。
- ・ 原子力発電所での検査・品質管理業務、配管構造解析を中心とした各種解析業務、原燃関係での装置開発とさまざまな分析・試験、SCC・軽水炉材料の材料試験・分析等を実施。

光ファイバーによる変位計測システム（SOFO）

光ファイバーによる構造物の変位計測システム。

センサーは2本の光ファイバーで構成されていて、1本は構造物の伸縮に追随し、他の1本は長さが変化しない構造。この2本の光ファイバーの長さの差を二重マイケルソン干渉計と呼ばれる方法で計測。計測精度が高く、長期安定性に優れた計測方式である。 センサ部が長く（0.2m～50m）、また、コンクリートに埋め込みが可能なため、土木構造物（橋梁、トンネル、パイル等）の短期／長期的な変位計測に適している。原子炉格納容器の変形予測に適用例がある。

出所）IHI検査計測ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(40) I H I 検査計測-主な原子力事業製品・技術

150



機器・設備 -	材料・消耗品 IKSチェック 染色浸透探傷剤
技術・ソフトウェア・サービス UT検査技術 超音波フェーズドアレイ（UPA：Ultrasonic Phased Array） 検査技術 ET管端部検査技術 損傷調査 - 応力腐食割れ（SCC） 発電プラント、化学プラントの水質管理3次元形状計測サービス 穿孔法による残留応力測定 デジタルカメラによる3次元画像計測 光ファイバーによる変位計測システム（SOFO） センサ溶射技術 コンクリート構造物の調査・計測 機械、設備の寿命診断、健全性評価 ドローンによる点検・検査サービス	プロジェクト管理（EPC） -

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

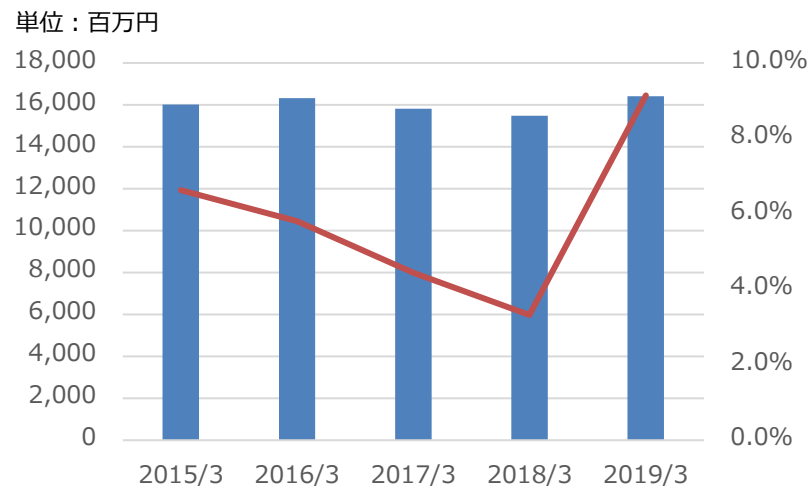
(41)非破壊検査-概要

設立年：1957年。資本金：8800万円。従業員数：600名（単体）。
原子力や火力などの発電プラントや製油所などの化学プラント、高層ビルや橋梁などに対し、建設時および建設後の各種検査や設備診断などを手がける。

事業内容

- 各種プラント（発電プラント・化学プラント・造船・橋梁・超高層ビルなど）に供給される装置・機器・材料の製作時から建設時までの各種検査、各種プラントの定期開放時の各種検査及び設備診断
- 各種プラントの保全工事及び付帯工事
- 各種プラントの事故・故障時の調査
- 宇宙航空・自動車部品・新素材等の評価
- 材料、溶接の物理化学実験
- 焼鈍工事
- 地中探査・橋梁・高速道路・高層ビル他の健全性の評価
- 検査に関するシステム開発及びソフト開発
- 検査装置の製造・販売ならびにメンテナンス
- 損害賠償検査制度
（非破壊検査職業危険特別約款に基づく保険）
適用の検査工事
- 非破壊検査及び検査業務全般のコンサルタント
- 非破壊検査技術者の教育・訓練・指導

図表1-179 売上高・営業利益率推移



出所) 非破壊検査 ウェブサイト及び決算公告

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(41)非破壊検査-原子力事業概要

- 明示的な原子力担当事業部についてHP上では確認できない。
- 事業部別や製品種別の売上高といった情報は開示されていない。
- 原子力発電所に関しては、加圧水型原子炉（PWR）では三菱重工業や電力会社のもとでほぼ全ての、沸騰水型原子炉（BWR）に関しても半数ほどの非破壊検査作業を手掛けている。現在は運転を停止している原子力発電所が多いが、再稼働時にはいつでも保全に取り組めるよう、定年退職者などを除き作業員数を全く減らさず確保している。

出所) 日本原子力産業協会ウェブサイト

フェーズドアレイUT技術

フェーズドアレイUT技術は、腐食減肉のマッピングや割れの高さ測定（サイジング）など幅広い対象に適用可能。

適用対象例：原子力、火力の機器・配管・ボルト等

出所) 非破壊検査ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(41)非破壊検査-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

中性子水分計

壁面走行ロボット (NDIC CLIMBER)

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

フェーズドアレイUT技術

配管架台接触部等の減肉調査

ガイド波超音波法診断技術 (ISONIC)

長距離超音波探傷システム (ロングレンジT)

フラットパネル型RT (デジタルラジオグラフィシステム)

車載型FCR (コンピューテッド・ラジオグラフィ検査システム)

赤外線サーモグラフィ法

放射線透過試験

各種探傷試験

プロジェクト管理 (EPC)

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(42)原燃輸送-概要

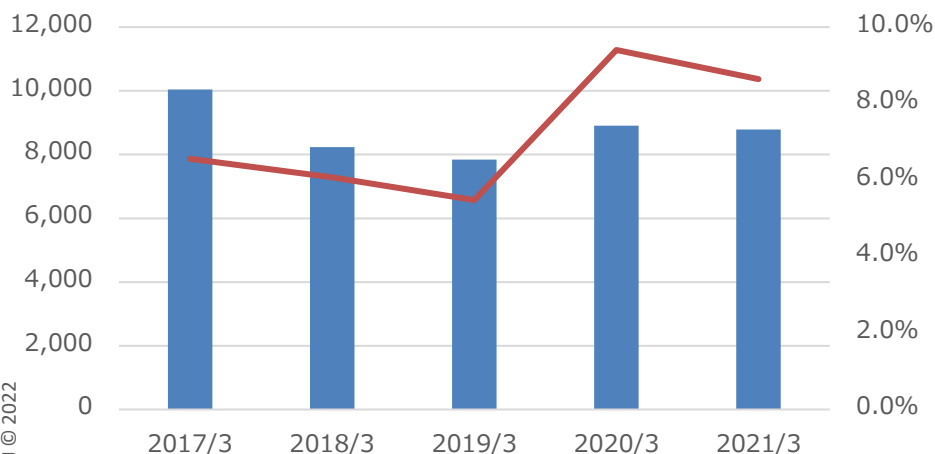
設立年：1973年。資本金：16億円。従業員数：144名（2020年4月）。
原燃輸送株式会社は日本で唯一の原子力関係物資を輸送する専門会社。

事業内容

- 放射性物質等の陸上・海上運送ならびにこれらに関する貨物運送取扱事業、船舶貸渡業等の事業
- 放射性物質等の輸送用機器および輸送手段の所有、運用ならびに賃貸
- 前各項にかかわる研究開発およびコンサルティング業務
- 損害保険代理業
- 前各項に関するいっさいの事業

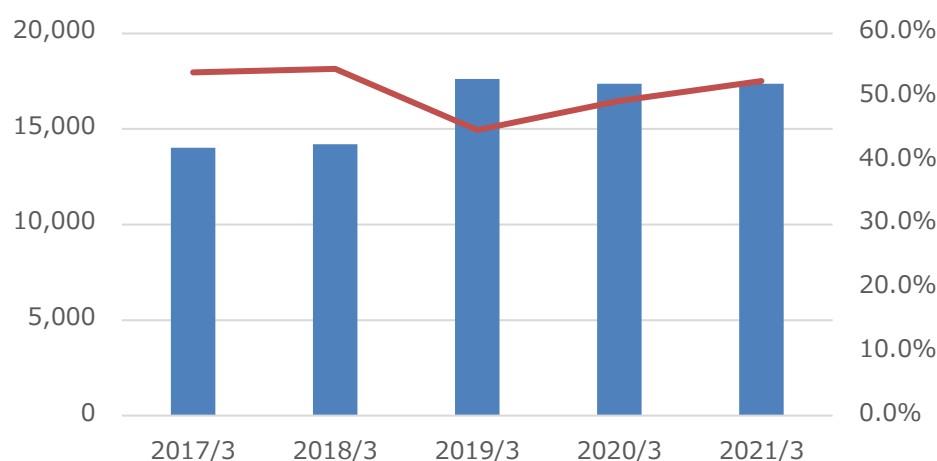
図表1-180 売上高・営業利益率推移

単位：百万円



図表1-181 総資産・株主資本比率推移

単位：百万円



出所) 原燃輸送 ウェブサイト及び決算公告

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(42)原燃輸送-原子力事業概要

- 原子力発電所で使い終わった使用済燃料を日本全国から青森県の日本原燃株式会社の再処理工場へ輸送することを基本に、発電所からの低レベル放射性廃棄物の輸送や海外からの天然六フッ化ウランの輸送を行っている。原子力の知識だけではなく、輸送船、輸送車両や輸送容器などの物流の知識、港や気象、海象などの海の知識を基に、それらを駆使して約40年に亘り、安全かつ確実な輸送を行ってきた。
- 事業部別や製品種別の売上高といった情報は開示されていない。

輸送対象物：使用済燃料、低レベル放射性廃棄物、返還ガラス固化体、天然六フッ化ウラン

図表1-182 設備情報

輸送設備	概要
運搬船	使用済燃料運搬船（全長100m、全幅16.5m、載貨重量3000トン、総トン数5000トン）、低レベル放射線廃棄物運搬船（全長100m、全幅16.5m、載貨重量3000トン、総トン数4500トン）
輸送容器	使用済燃料輸送容器（放射性物質を閉じ込め、放射線を遮へいし、熱を除去し、臨界を防止する能力を備え、70～100トンの非常に頑丈な構造となっている）、低レベル放射線廃棄物輸送容器（低レベル放射性廃棄物（ドラム缶）を8本収納することのできる輸送容器）、ガラス固化体輸送容器（放射線の遮へいおよび熱を除去する能力を有しており、非常に頑丈な構造となっている）、天然六フッ化ウラン輸送容器（国際原子力機関（IAEA）の規則に適合した信頼性の高い輸送容器「48Yシリンダー」を使用）
輸送車両	使用済燃料・ガラス固化体輸送車両、低レベル放射性廃棄物輸送トラック
クレーン	150トン橋型クレーン（使用済燃料、ガラス固化体の荷役に使用）

出所）原燃輸送 ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(42)原燃輸送-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

-

技術・ソフトウェア・サービス

使用済燃料輸送

低レベル放射性廃棄物の輸送

返還ガラス固化体の陸上輸送

天然六フッ化ウランの陸上輸送

試験用ウランの陸上輸送

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

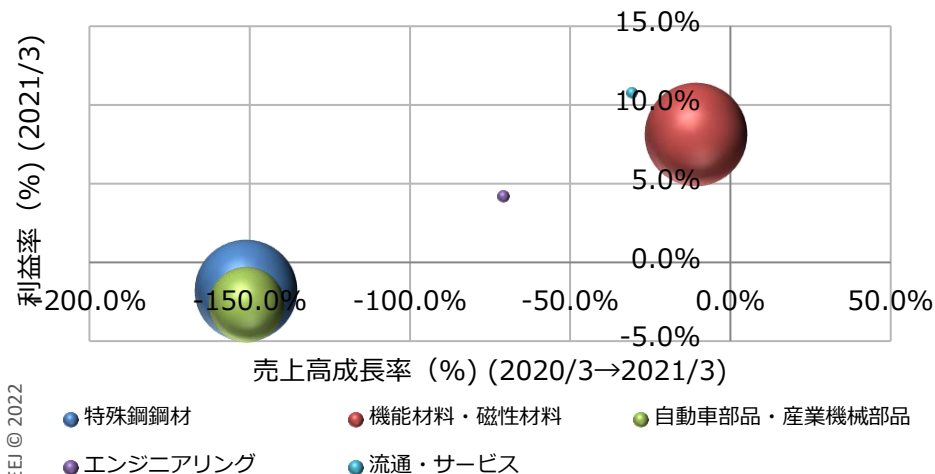
(43)大同特殊鋼-概要

1950年設立。従業員数は16,154人（2021年3月時点、連結）。特殊鋼をベースとした高度な技術力を背景に、高付加価値商品の開発や既存商品のイノベーションといった“ものづくり”を通じて社会に貢献。

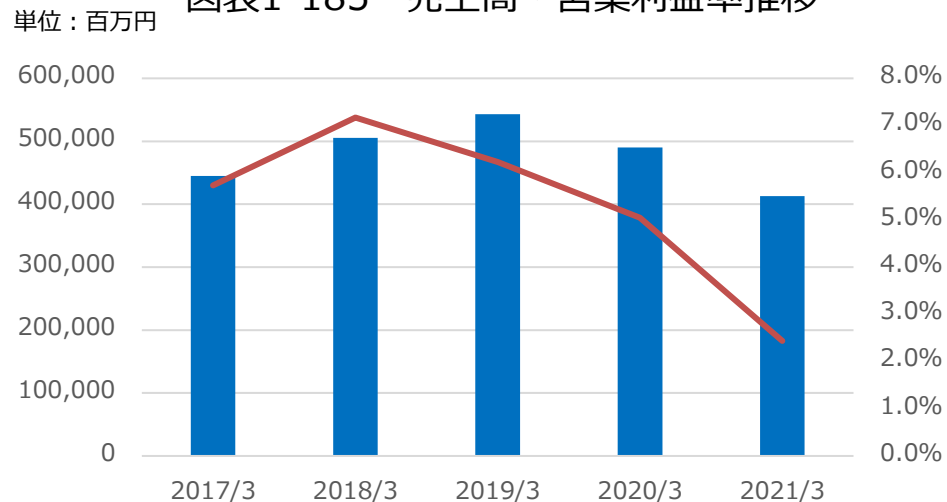
図表1-183 セグメント情報

報告セグメント	内容
特殊鋼鋼材	自動車・産業機械向けを中心とした構造用鋼・工具鋼等を生産・販売。
機能材料・磁性材料	主にコンピュータ、携帯電話、家電等に使われる機能材料・磁性材料を生産・販売。
自動車部品・産業機械部品	特殊鋼鋼材を加工したクランクシャフトなどの型鍛造品、ターボチャージャーに使用される精密鍛造、エンジンバルブ、ジェットエンジンシャフト、プラントのガスタービン用部品などを製造。
エンジニアリング	溶解製錬設備、真空浸炭炉、自動車部品用熱処理炉、環境関連設備、工作機械などの設計・製作およびアフターサービス。
流通・サービス	グループ会社製品の販売、福祉厚生サービス、不動産・保健事業、ゴルフ場の経営、分析事業やソフトウェアの外販事業。

図表1-184 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-185 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(43)大同特殊鋼-原子力事業概要

原子力産業における炉心支持構造物の製造に大きく関与してきた。2012年には、ASME（米国機械学会）から、原子力発電用材料（以下、原子力材料）供給に関する品質システム認証（QSC：Quality System Certificate）を取得し、MO（Material Organization）として登録された。この認証取得により、渋川工場で製造・出荷される炭素鋼・低合金鋼・ステンレス鋼・ニッケル基合金の鋼材・鍛造品を、ASME原子力規格に基づいて品質保証された原子力材料（認証番号 QSC-656）として供給することが可能となった。国内の特殊鋼専門メーカーとしては初の認証取得となった。

原子力産業にも深い関連があると考えられる技術の一例：素形材製品（発電）

高温強度、高耐食性、高靱性などを備え、過酷な環境下においても半永久的な耐久性が求められる発電設備用製品。

高圧ガス環境下で、毎分数千～数万の高速回転かつ千数百℃にまで耐えるガスタービンディスクをはじめ、さまざまな信頼性の高い製品を製造。火力発電所の心臓部や原子力発電所の重要部分を支え、電気エネルギーの高効率生産と安定供給に貢献している。

出所）大同特殊鋼ウェブサイト

出所）大同特殊鋼 ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(43)大同特殊鋼-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

素形材製品

山形鋼（アングル）

耐熱合金

チタン合金・形状記憶合金

高耐食オーステナイト系ステンレス鋼：SA-1

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

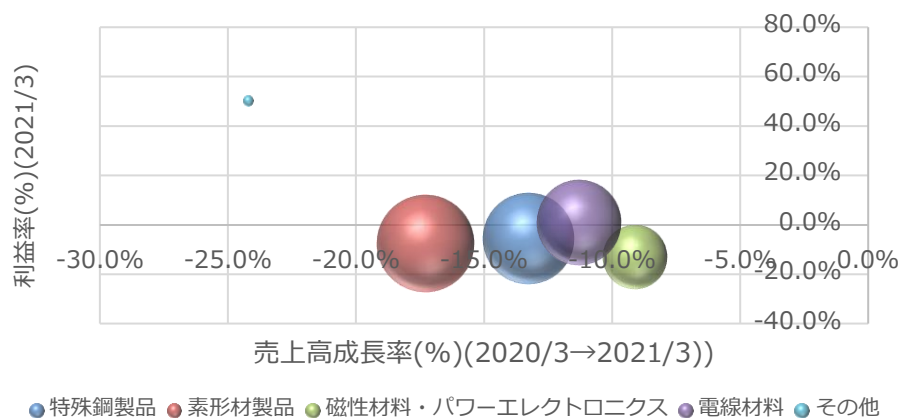
(44)日立金属-概要

1956年創立。従業員数は28,620人（2021年3月時点、連結）。日立金属は、さまざまな高度な技術を持ち、多様性に富んだ事業を展開。それぞれの強みと、そのシナジーを生かした「金属材料」と「機能部材」は、日立金属にしか生み出せない「Only1 No.1」の価値を提供。

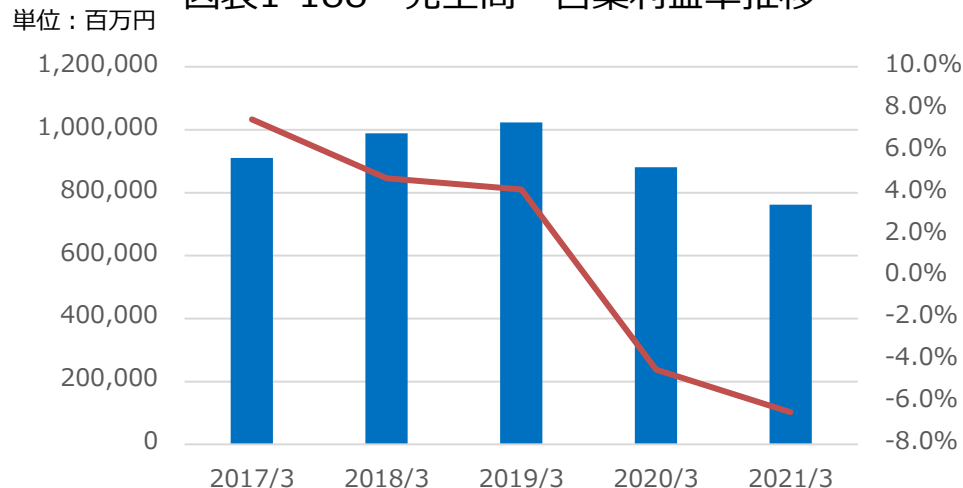
図表1-186 セグメント情報

報告セグメント	内容
特殊鋼製品	特殊鋼、ロールの製造。
素形材製品	自動車鋳物、配線機器の製造。
磁性材料・パワーエレクトロニクス	磁性材料、パワーエレクトロニクス（軟磁性材料、セラミックス）の製造。
電線材料	電線、自動車部品の製造。
その他	不動産事業、ソフトウェア開発など。

図表1-187 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-188 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(44) 日立金属-原子力事業概要

原子力産業における炉心支持構造物の製造に大きく関与してきた。1960年代に超耐熱合金の製造を開始して以来、各種溶解技術や鍛造技術をプラスした超耐熱合金を提供してきた。そのフィールドは、現在では、航空宇宙材料、原子力発電プラント用部材、各種ガスタービン、化学プラント、エネルギー環境材料、自動車用等部品などに広がっている。安来工場（島根県）と桶川工場（埼玉県）の2つの拠点から、鍛造・熱処理および機械加工を施した状態で出荷される。

原子力産業にも深い関連がある技術の一例：超耐熱合金（Inconel 625）

原子力発電用部材（期待される用途：耐酸化と耐食性、疲労強度の高い材料）。

超耐熱合金は成分的にステンレス鋼や耐熱鋼よりも、さらに高温の耐食、耐酸化性または高温強度に優れた合金でステンレス鋼や耐熱鋼に比べてFeのしめる割合が著しく少ないか、殆どFeを含んでおりません。超耐熱合金には耐食、耐酸化性を付与するためCrが、また基地をオーステナイトにするためにNiあるいはCoが添加されています。

出所）日立金属ウェブサイト

出所）日立金属 ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(44) 日立金属-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

社会インフラ用マグネットワイヤ
電線・ケーブル

材料・消耗品

高磁束密度軟磁性材料パーメンジュール
金属粉末射出成形
チタン焼結製品
耐熱合金（各種）
"電力変圧器用アモルファス金属材料（Metglas）"

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(45)日本製鉄-概要

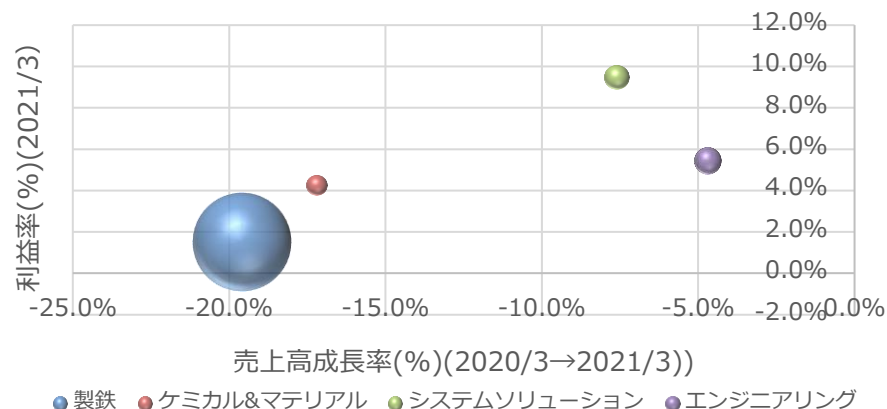
2012年に新日本製鉄と住友金属工業との合併により新日鐵住金が発足。2019年に日本製鉄株式会社に商号変更。2020年に日鉄日新製鋼と合併。従業員数は106,226人（2021年3月時点、連結）。

鉄鋼メーカーとして世界をリードし続けてきたとともに、今後は「総合力世界No.1の鉄鋼メーカー」を目指して成長を続ける。

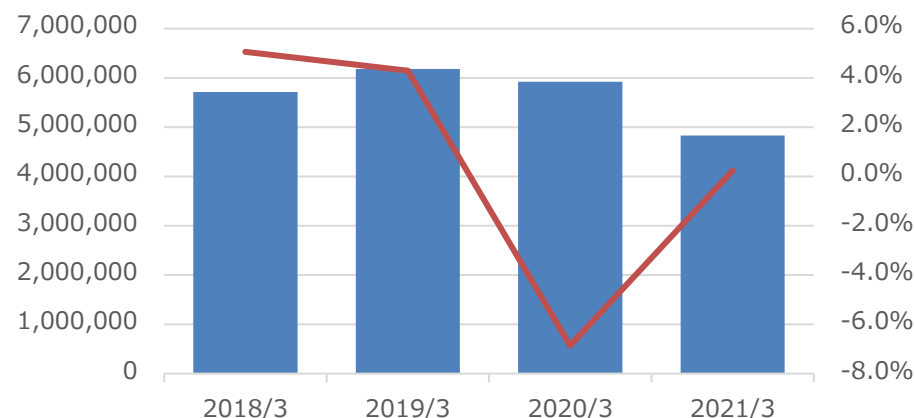
図表1-189 セグメント情報

報告セグメント	内容
製鉄	製鉄設備の設計・施工、製鉄事業の副産物資源化、開発シーズ・基盤技術の活用、マルチマテリアル対応、製鉄所・本社へのITソリューション提供。
エンジニアリング	製鉄・環境・エネルギー関連のプラント建設・施設運営から、海洋・港湾 鋼構造物やパイプライン建設、建築等の多様な領域で、総合エンジニアリング技術を活かしたサービスをグローバルに提供
ケミカル&マテリアル	コールケミカル、化学品、機能材料、複合材料などを扱う。
システムソリューション	業務ソリューション、サービスソリューション事業を行う。

図表1-190 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-191 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(45)日本製鉄-原子力事業概要

日本製鉄（株）の前進の一社である住友金属工業（株）は、原子力発電所の蒸気発生器用伝熱管（SG管）の製造を担ってきた。特に、2010年には尼崎の特殊管事業所で、PWR型原子力発電所用の蒸気発生器用伝熱管（SG管）の製造能力を2008年度実績対比2.7倍にすることを決定し、投資総額は約140億円、増産開始時期は2013年4月とされた。

その後、2012年に新日本製鉄と住友金属工業との合併により新日鐵住金が発足。2019年に日本製鉄株式会社に商号変更。2020年に日鉄日新製鋼と合併。

原子力産業にも深い関連がある技術の一例：加圧水型原子力発電に使うSG管

SG管は加圧水型原子力発電の心臓部であり、SG管製造能力のある世界3社の内の1社である。SG管＝加圧水型（PWR）の原子力発電所で使用される鋼管。原子炉内で高温に加熱され、放射能に触れている1次冷却水から、放射能に触れない2次冷却水へ熱を伝え、蒸気を発生させる際の熱交換用の鋼管である。PWR型原子力発電設備にとっては心臓部とも言える重要な鋼管で、Niを60%、Crを30%それぞれ含有する高価な材料で製造される。

出所）日本製鉄ウェブサイト

出所）日本製鉄 ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(45)日本製鉄-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

LNGタンク用ニッケル鋼板
超々臨界圧ボイラー用ステンレス鋼管
中高温用極厚・大単重鋼板
復水器用チタン溶接管・厚板1,000℃級耐熱ステンレス鋼板
S-TEN
高耐食ステンレス鋼

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

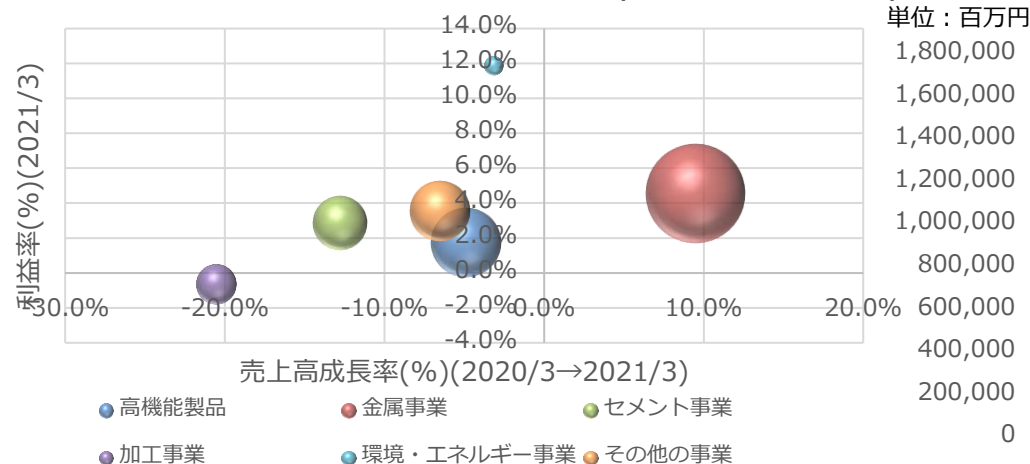
(46)三菱マテリアル-概要

1950年設立。従業員数は27,162人（2021年3月時点、連結）。
非鉄金属等の基礎素材から、金属加工・アルミ缶製造、半導体関連・電子部品、エネルギー・環境ビジネスなど、多角的に事業を展開している。

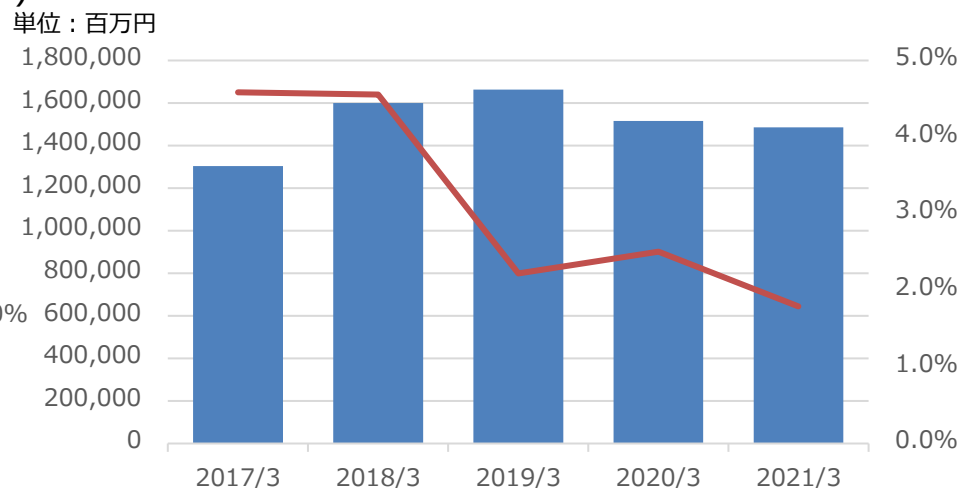
図表1-192 セグメント情報

報告セグメント	内容
高機能製品	銅加工品・機能材料・電子デバイス・多結晶シリコンを製造・販売。シール部品等・エアロジルの製造・販売にも子会社・グループ会社を介して関与。
加工事業	超硬製品を製造・販売。小会社2社も超硬製品を販売。
金属事業	銅・金・銀・パラジウムなどを精錬・販売。小会社3社が製錬事業を行う。
セメント事業	石灰石などを原料としてセメントを製造販売。製造過程での廃棄物処理も実施。
環境・エネルギー事業	地熱・水力発電事業・リサイクル事業を営む。子会社が地質調査事業等を行う。
その他の事業	アルミ製品の製造販売、エンジニアリング、資材・機械設備の供給及び購入を子会社とともに行う。

図表1-193 セグメント別業績推移(2020/3→2021/3)



図表1-194 売上高・営業利益率推移



1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(46)三菱マテリアル-原子力事業概要

三菱マテリアル（株）の前進である三菱金属（株）は、大宮の中央研究所（総合研究所）において原子燃料の研究を長きにわたり行ってきたが、2000年の事業再編などに伴い、その研究機能は茨城県那珂市に移転した。

三菱マテリアル（株）の環境エネルギー事業では、再生可能エネルギーの分野において、地熱発電、太陽光発電、水力発電など、未来を見据えたさまざまな業務を担っており、原子力の分野では放射性廃棄物の処理、処分、安全性評価などを、石炭の分野ではオーストラリア炭、インドネシア炭の販売などを、それぞれ行っている。

福島原発事故に伴う廃棄物や放射性廃棄物の処理、処分、リサイクル等の技術開発も行っている。

原子力産業にも深い関連がある技術の一例：新規溶媒抽出技術（エマルションフロー）

株式会社エマルションフローテクノロジーズ（本社：茨城県那珂郡東海村、代表取締役社長：鈴木裕士、以下「EFT」）は、新規溶媒抽出技術「エマルションフロー」による高効率で環境負荷の低い金属リサイクルプロセスの構築に向け、三菱マテリアル株式会社との間で共同研究を開始しました。

EFTは、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」）の開発した溶媒抽出技術「エマルションフロー」を活用した事業を展開するベンチャー企業であり、2021年4月5日に設立され、同年6月3日に原子力機構発ベンチャー企業として認定された。このエマルションフロー技術は溶媒抽出技術の一つであり、液の混合状態を工夫することで、高効率な抽出と大幅な環境負荷低減を可能とした革新的な手法である。

出所）三菱マテリアル ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(46)三菱マテリアル-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

高炉セメント

早強・高強度用 地盤改良用固化材

銅地金

銅ビレット、銅ケーキ

銅荒引線

無収縮グラウト材

骨材（2005、5号、6号、7号、砕砂、砂利、砂、他）

技術・ソフトウェア・サービス

-

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(47) J F E スチール-概要

169

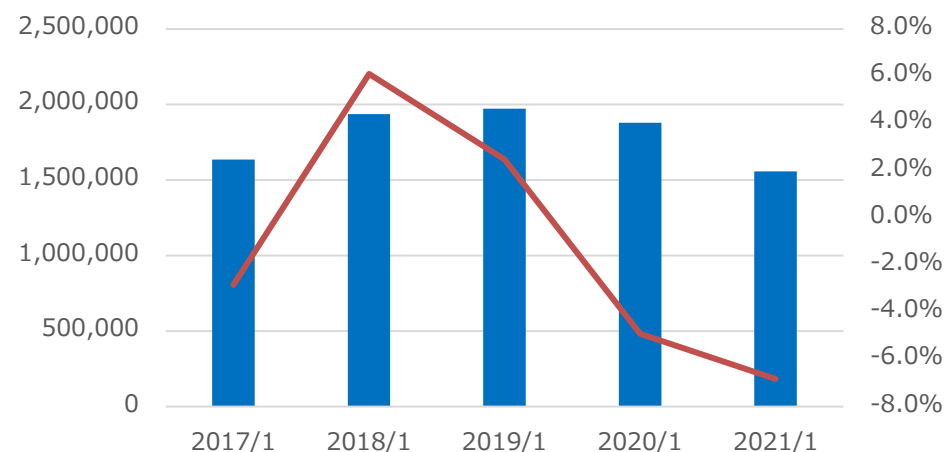


2003年創立。従業員数は45,844人（2020年3月末時点、連結）。

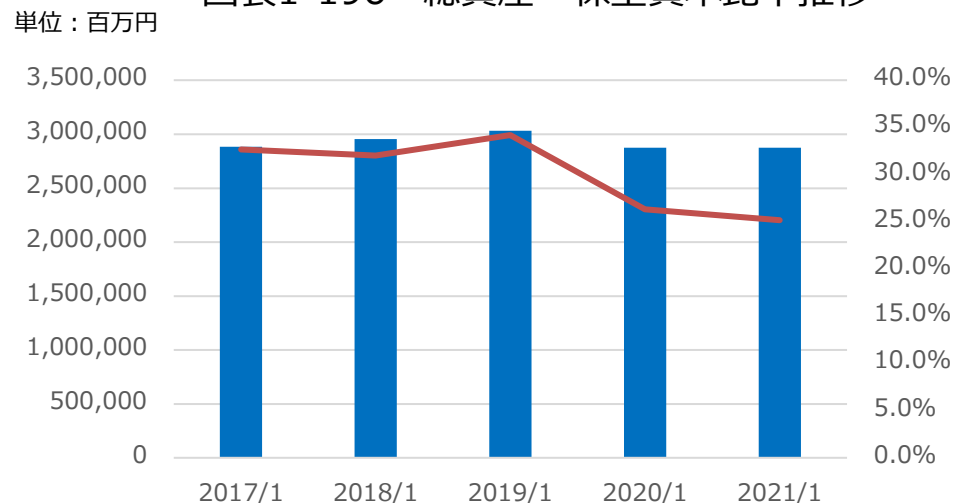
JFEスチールは高炉を所有し、鉄鉱石を原料に最終製品の生産までを一貫して行う鉄鋼メーカー（高炉メーカー）。

また、JFEスチールは持株会社・JFEホールディングスの鉄鋼事業といった中核を担っている。

単位：百万円 図表1-195 売上高・営業利益率推移



図表1-196 総資産・株主資本比率推移



出所) JFEスチール ウェブサイト及び決算公告

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(47) J F E スチール-原子力事業概要

原子力発電の中核をなす原子炉は、不測の事態に際しても安全性が守られるように、圧力容器や格納容器に使用される厚鋼板には極めて堅固で高品質な厚鋼板が要求される。JFEスチールは、この圧力容器用および格納容器用の厚鋼板を製造、納入する国内トップメーカーである。“極厚”と“高強度”を兼ね備えた厚鋼板を実現する生産プロセスを確立。

原子力産業にも深い関連があると考えられる技術の一例：高張力鋼板

原子炉格納容器や原子炉圧力容器に使用される。

出所) JFEスチール ウェブサイト

出所) JFEスチール ウェブサイト

1. 国内原子力産業

1-2. 企業の業績と戦略

(47) J F E スチール-主な原子力事業製品・技術

機器・設備

-

材料・消耗品

炭素鋼鋼管（圧力配管用等）

圧力配管用炭素鋼鋼管

配管用合金鋼鋼管

水輸送用塗覆装鋼管

ラインパイプ

水配管用亜鉛めっき鋼管

ポリエチレン被覆鋼管/PLP

ポリエチレン被覆鋼管/PLS

硬質塩化ビニル被覆鋼管/PLV

消火用硬質塩化ビニル外面被覆鋼管

チタン

ステンレス鋼板

電磁鋼板

圧延鋼材

山形鋼、溝形鋼、平鋼、T形鋼、I形鋼、CT形鋼

技術・ソフトウェア・サービス

SC合成地中連続壁工法

J-WALL II 工法

プロジェクト管理（EPC）

-

1. 国内原子力産業

1-3. 日本の原子力産業の特徴

(1)日本の原子力産業 概観（2020年）

- 2011年以降、原子炉稼働数の激減や新設工事の中断により厳しい状況が続いている原子力産業界において、2020年には政府の「2050年に向けたカーボンニュートラル」目標が示される等の影響もあり、景況感には若干の改善傾向が見られた。
- 現状の市場環境は依然として厳しく、企業規模の大小によらず原子力事業の縮小や撤退の動きもあり、それによるサプライチェーンへの対応も重要な課題となっている。技術力の維持・継承に向け、各企業は教育・訓練の強化などに取り組んでいる。

出所)「原子力発電に係る産業動向調査 2021報告書」、(一社)日本原子力産業協会

本調査においては、上記状況も踏まえた上で個別企業へのヒアリングを実施した。

<各社共通質問>

1. 2011年以降の原子力事業の売上高（+原子力比率）の推移
 2. 海外進出を検討しているか、または既に国際展開中か
 3. 技術・人材の維持・継承及びそれに資する政策的支援の要望
 4. 革新型炉（SMR、高速炉、高温ガス炉）の受注経験及び事業機会の検討
- その他、各社の特徴ある技術や強み、事業戦略等については個別に質問している。

1. 国内原子力産業

1-3. 日本の原子力産業の特徴 (2)原子力事業の売上状況

2011年以降、原子力事業の売上状況についての回答は以下の通り。

売上が「ほぼ横ばい」と回答した企業の状況例：

- ・ メンテナンス工事が主体であり、新規規制基準対応の工事や特重の需要もあるため、稼働基数が減少したとはいっても売上は概ね安定している。
- ・ 安全対策工事の需要があり、事業環境のトレンドはあまり変化していない。

売上が「減少した」と回答した企業の状況例：

- ・ 新規規制基準向け製品の需要が一段落後は、稼働基数が激減したこともありメンテナンス工事のみ。
- ・ ここ数年ほどは原子力向け製品は全て赤字である。
- ・ 震災前は90%以上だった原子力事業比率が現在では6割程度。

今後の事業規模についての展望は以下の通り。

ベンダー及びサプライヤーの一部は新規規制基準対応工事等で売上を維持できており、今後の再稼働にも期待している。一方、その時期が不透明で電気事業者等の計画変更が頻繁に起こることも、特に中小規模の企業には厳しい状況となっている。

1. 国内原子力産業

1-3. 日本の原子力産業の特徴

(3)人材維持・育成・技術継承

人材の維持・育成や技術の長期的な継承についての考え方・取組は様々である。個別回答よりある程度集約した傾向は以下の通り。

<取り組み例>

- ・ 全員参加、またはベテランと若手との組み合わせによるOJT
- ・ 大型プロジェクト管理の経験のあるベテランの知見をシステムティックに整理した情報データベースを整備した、ナレッジマネジメントの実施
- ・ 写真・動画等のビジュアル映像、VRも教育用データベースとして活用
- ・ 運転中の発電所や製品製造中のメーカーに社員を派遣し、研修・現場作業でスキル習得
- ・ 原子力関連の大型部品と類似した他分野の大型部品の製造
- ・ 原子力以外の事業との間の人材ローテーション
- ・ 原子力工学に限らない多様な分野の技術系を採用

<人材と技術維持に必須の条件>

- ・ 仕事すなわち原子力関連の事業が継続的にあること。
- ・ 実機の工事受注に勝る経験はない。

<政府に望む施策例>

- ・ 個社の問題と限定的にとらえず、原子力業界全体の問題と捉えていただき、カーボンニュートラル側面での原子力の重要性をより明確にして国民の理解につなげる。
- ・ 国策として「原子力新設を行うかどうか」の方針を明確に示す。
- ・ 技術力維持・向上に関する教育研修や国際会議への参加等に係る費用の補助。
- ・ NEXIP事業の中でも特に代替サプライチェーン研究を複数年度に渡る計画認可とする。

1. 国内原子力産業

1-3. 日本の原子力産業の特徴

(4)海外展開

海外事業展開についての回答は以下の通り。

<ベンダーの取り組み>

- 設備レベルでの実績は豊富にあり、今後もSMR等の機器供給を図っていく。
- 協力関係にある海外電力やベンダーとの関係を維持し、可能な範囲で貢献したい。

<海外展開実績ないしは予定ありと回答したサプライヤーの取り組み>

- 海外では他メーカの交換部品供給実績があり、今後もリプレースを提案している。
- 大型重要設備の部品供給実績があり、今後も同様に供給していく。

<海外展開の予定はないと回答したサプライヤーの姿勢>

- 海外の発電事業者やベンダーは自国のサプライヤー・メーカ製品を優先する。海外で通用する資格（認証）があっても参入は困難。
- 機器供給に際しての工事・メンテナンスの体制が取りづらい。納品後のメンテナンスまで考えたとき、事業として成り立つか不明。
- 規制・基準やコストの面でハードルが高い。
- 日本のプラントメーカが海外で案件を受注すればサプライヤーとして参画も検討する。

1. 国内原子力産業

1-3. 日本の原子力産業の特徴

(5)革新型炉における事業機会

革新型炉（SMR等）の開発・設計・建設は日本のベンダー・サプライヤーにとっても大きな事業機会となり得る。今回ヒアリングしたほぼ全ての企業が、条件付きながら海外のSMR等建設プロジェクトに関心があり、参画を積極的に検討する、と回答した。

今後のSMR・高温ガス炉等の事業機会に関する記述例は以下の通り。

<ベンダー>

- これまで蓄積してきたプラント設計・システム構築、大型構造物の設計・製造、ガスやナトリウム等に対応した要素技術、多様な燃料形態に対応した燃料設計技術
- 主要設備の設計・納入の他、水素製造など発電以外のシステム構築

<サプライヤー>

- 原子炉周りの重要構造物の設計・製造・納入経験
- 大型軽水炉やこれまで建設された革新型炉（常陽、もんじゅ、HTTR）と共通の要素技術（ポンプ、バルブ、I&C 等）
- 他事業分野で展開している水素製造・水素利用の技術

1. 国内原子力産業

1-3. 日本の原子力産業の特徴

(6) サプライチェーンの維持

取引先の事業撤退や売上規模縮小に伴うサプライチェーン途絶リスクについて、現状と取り組みをヒアリングした。主な回答は以下の通り。

<ベンダー>

- ・ 製造中止となった機器については後継機種開発及び代替品の供給確認を進めている。
- ・ サプライヤーに対し、電力会社より細かなレベルでの発電所工事計画を説明し、サプライヤーの事業計画をサポートしている。
- ・ 2018年、日本製鋼所より同社の原子炉容器用スタッド・テンショナー事業終了に伴い同事業関連資料を譲り受け、内製化。

出所) 日経ビジネス 2021年9月16日

<サプライヤー>

- ・ 事業撤退した企業が担当していた機器・設備の更新の引き合いがあり、可能な限り対応している。

<政府に要望する支援策・取組等>

- ・ 国内の原子力産業基盤を確保するためにも、国として新設の方針を強く発信するとともに、サプライヤー向け製品開発の助成金を十分に確保。

1. 国内原子力産業

1-3. 日本の原子力産業の特徴 (7)他事業への展開

原子力事業の縮小に伴い、自社の有する技術・ノウハウを他産業への展開に活用している、もしくは活用を目指している企業もある。以下は具体的な取り組み例。

- 高温・高圧、真空・低温など厳しい環境での機器を開発してきた経験から、核融合分野にチャンスがありえると考えている。
- プラント建設工事管理のノウハウを他産業にも適用可能と考え、他産業のプラント建設等のプロジェクト管理やエンジニアリングを志向している。
- 原子力向け主力製品で培ってきた鋳造品製造・機械加工・溶接の経験を活かし、他業界の製品の生産受託事業を展開。
- 原子力向け製品・サービスに高付加価値（例：耐用時間の長さ）を付け、他事業に提案している。

一方で、原子力グレードの設備やサービスを他事業に展開することの困難さに関する指摘もあった。

- 原子力以外の産業では製品に対する品質要求（温度、作動速度、等）が異なり、原子力産業で培ってきた高品質・高精度の製品は市場で評価されにくい。
- 品質グレードの異なる汎用品は中国などアジアのメーカーが低価格で供給しており、価格競争が厳しく収益性が期待できない。

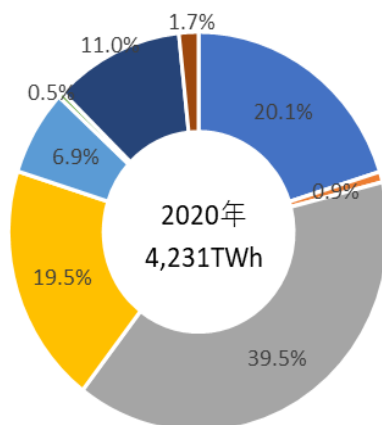
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1) 米国 (a) エネルギー政策

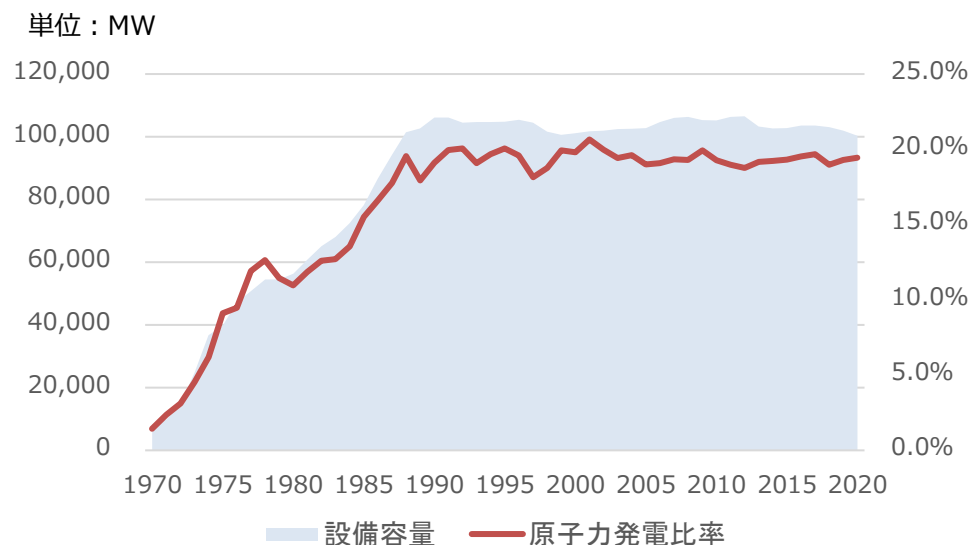
- ・火力発電は約6割、ガス火力へのシフトが顕著
- ・原子力は設備容量、発電比率ともに1990年以降大きな変化なし

図表2-1 発電電力量構成



■ 石炭 ■ 石油 ■ 天然ガス ■ 原子力
■ 水力 ■ 地熱 ■ 太陽光・風力 ■ バイオ・廃棄物

図表2-2 原子力設備容量、発電比率の推移



出所) World Energy Balances 2021 database, IEA

出所) 原子力発電比率：World Energy Balances 2021 database, IEA
原子力設備容量：世界の原子力発電開発の動向, JAIF

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (a)エネルギー政策

生産税控除 (PTC)

- 連邦政府が原子力事業者に対して提供する支援策
- 運転開始から8年間にわたって1.8セント/kWhの税控除
- 再生可能エネルギーを対象とした制度であったが、原子力に対しても適用されることとなった
- 2005年エネルギー政策法において、PTC制度対象となる設備は、2021年1月1日までに運転を開始する必要があると定められていたが、同法改正により、2020年12月31日より後に、運転を開始した設備については、（制度全体で6,000MWを上限に）設備が運転した順にPTC適用枠の割当が行われることとなった
 - SMRなど現在検討されている革新的原子力設備も、PTCの対象となる道が開かれたこととなる
- 発電しなければメリットを享受できない

ZEC

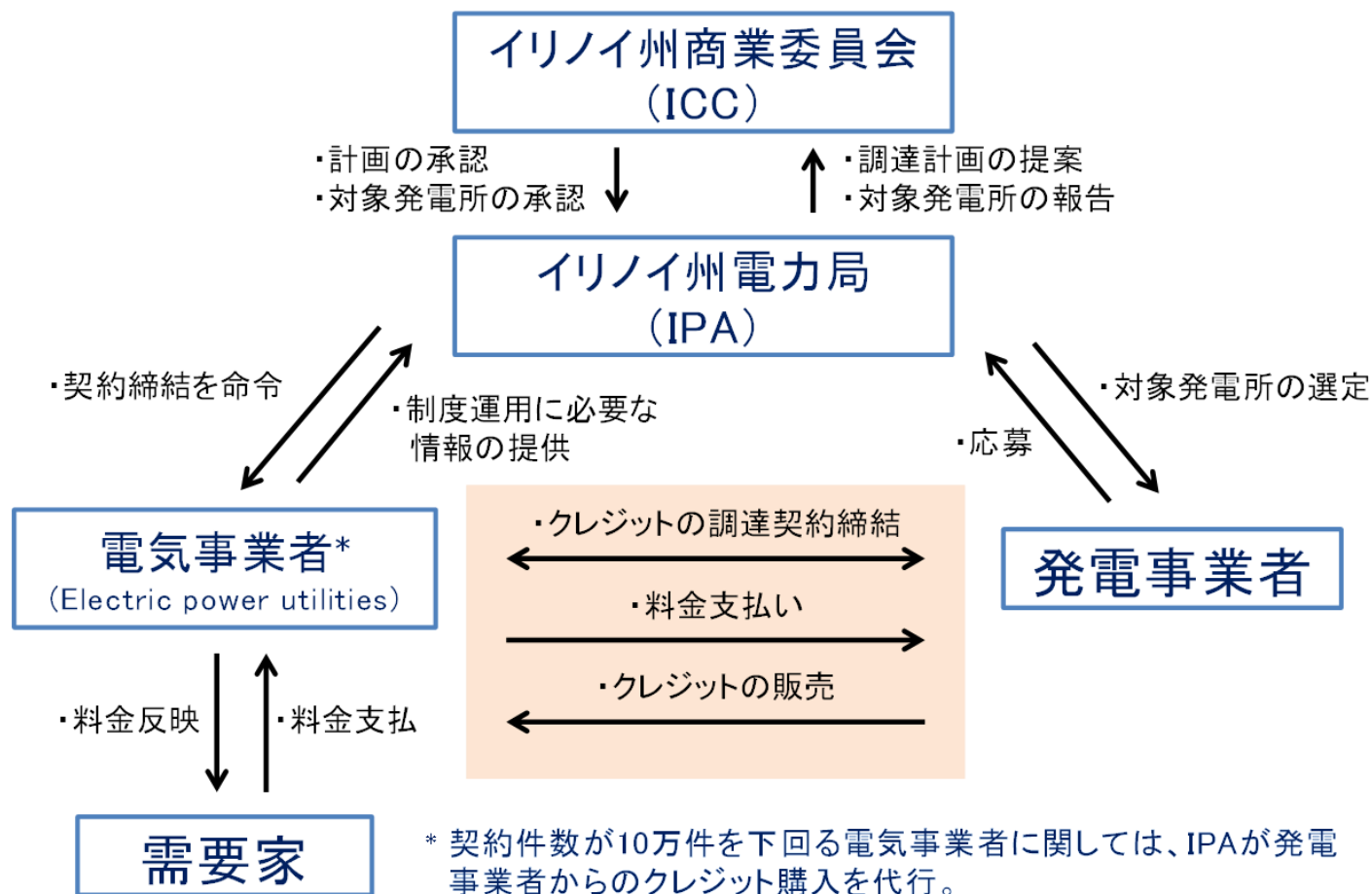
- 一部の州ではゼロエミッション・クレジット (ZEC) 制度が導入されている
- イリノイ、ニューヨーク、ニュージャージーなどで実施
- 認定を受けた原子力発電事業者が発電量に応じて州当局からZECを獲得し、当該州の電気事業者には一定量のZEC購入義務を課す制度
- 生産税控除と同様に、発電しなければメリットを享受できない。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (a)エネルギー政策

図表2-3 (例) イリノイ州におけるZEC制度の概要

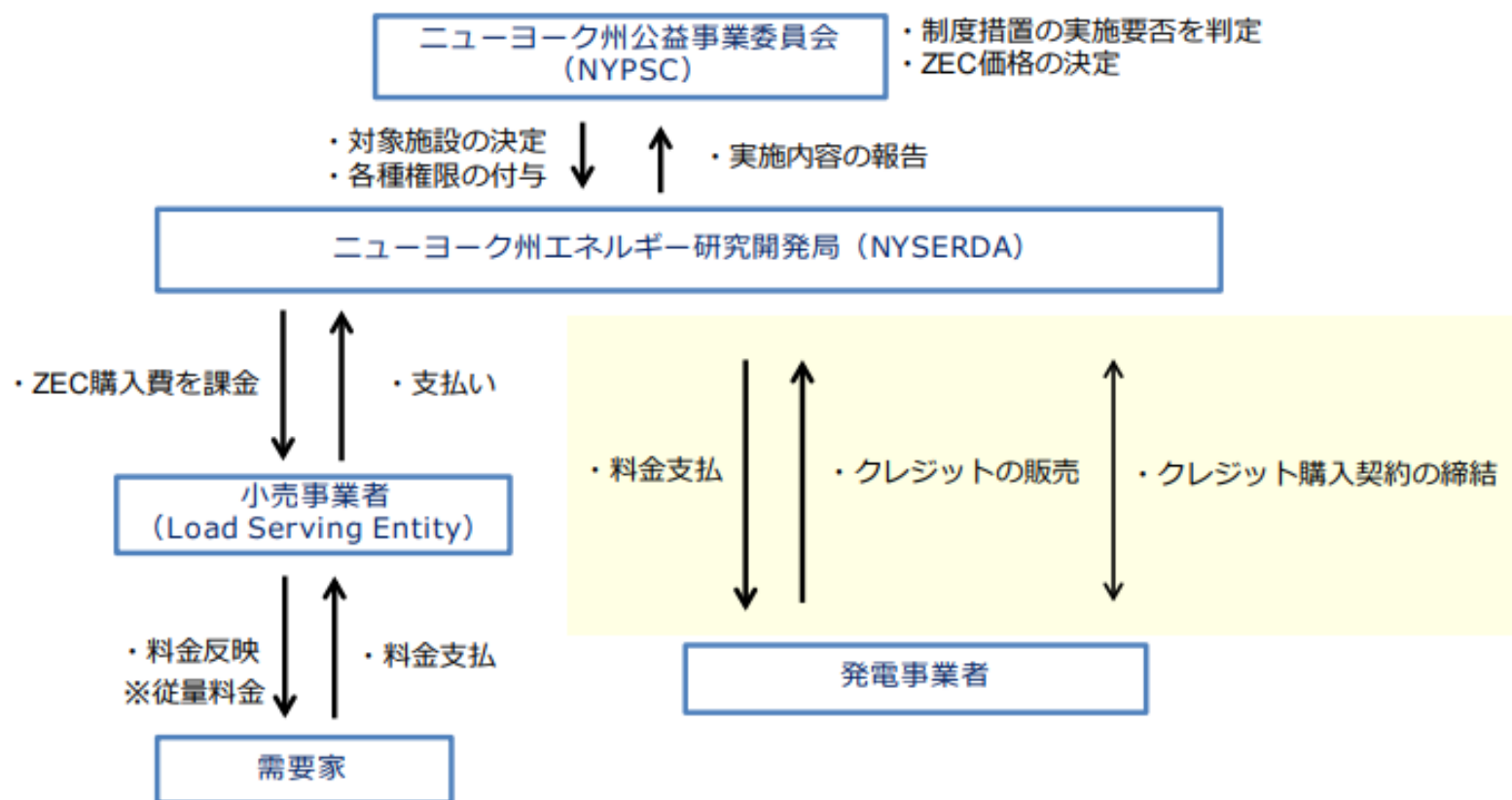


2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (a)エネルギー政策

図表2-4 (例) ニューヨーク州におけるZEC制度の概要



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (a)エネルギー政策

連邦保証プログラム

- PTCが制定された2005年のエネルギー政策法では事業コストの最大80%を上限として債務保証を行うプログラムも制定された
- 適用例は、Vogtle原子力発電所 3、4 号機、V.C.Summer原子力発電所 2、3号機の計4基
- 債務保証の上限は185億ドル
 - 業界は発電所施設に対する債務保証の上限を 1,000億ドルまで増やすよう要望し、政府も債務保証の上限を2010、2011年と二度にわたり360億ドルまで拡大することを予算案に盛り込んだ。しかしこれはどちらも議会に承認されず、当初の185億ドルの上限は維持された。

国際開発金融公社（DFC）による原子力事業支援の解禁

- 国際開発金融公社（International Development Finance Corporation, DFC）は、2020年7月23日、『環境・社会分野における方針と関係手続（ESPP）』を改定し、従来禁止事項に含まれていた原子力関連事業に対する財政支援を解禁
- DFCは、途上国開発支援プロジェクトに携わる米国私企業への財政支援を行うことを目的に、海外民間投資公社（Overseas Private Investment Corporation, OPIC）、及び米国国際開発庁（United States Agency for International Development, USAID）の一部の再編・強化によって2019年に発足した政府系機関
- DFCは、改定に関する声明において、ロシアや中国など、地政学的影響力の拡大を目的に、原子力技術の新興国への輸出展開に対して非常に積極的な国々の台頭を踏まえ、米国の原子力競争力の維持や核不可散に対しても意義を成すことに関しても言及

出所) DFC, DFC Modernizes Nuclear Energy Policy

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (a)エネルギー政策

インフラ投資法 (H.R.3684 - Infrastructure Investment and Jobs Act)

- 2021年11月、バイデン米大統領は1兆ドル規模のインフラ投資法案に署名、同法が成立。
- 道路や橋、鉄道など老朽化したインフラを刷新するほか、高速通信網を整備する。
- 民生用原子力クレジットプログラム に60億ドル配分。
 - 経済的要因により早期閉鎖のリスクに晒されている発電所が対象。
- 先進型原子炉立地のための実現可能性調査を行う団体に財政的・技術的支援を行う。
- 地域クリーン水素ハブの実証プログラムの内、少なくとも一つは原子力エネルギーからクリーン水素の製造を実証しなければならない。
- 2050年までにネットゼロを達成するために必要な次世代技術に焦点を当てたクリーンエネルギーの実証実験と研究拠点に、215億ドルの資金を提供する。
 - クリーン水素に 80億ドル。これは、炭素汚染を発生させずに走行する大型トラックおよび産業部門に向けた前進を加速させる。
 - 炭素回収、DAC、産業排出削減のために100億ドル以上を投じ、化石燃料労働者にスキルに見合った機会を提供
 - 24時間 365日、クリーン電力を供給し、給料の良い雇用を創出する先進型原子力に対して25億ドルを提供
 - ー農村部の実証プロジェクトに10億ドル、経済的に大きな被害を受けたコミュニティの実証プロジェクトに5億ドル提供。

出所) US-DOE, DOE Fact Sheet: The Bipartisan Infrastructure Deal Will Deliver For American Workers, Families and Usher in the Clean Energy Future, NOVEMBER 9, 2021

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (a)エネルギー政策

ビルド・バック・ベター法 (Build Back Better Act)

- 2021年11月、米国下院は「Build Back Better Act」を可決した。通過した法案は上院に送付され、同法案をベースに審議される。
- この法案は、教育、労働、育児、医療、税金、移民、環境など幅広い分野に関する資金提供、プログラムの確立、その他の条項の修正を行うもの。
- 2021年10月に公表されたファクトシートによると、クリーンエネルギーと気候への投資に5,550億ドル投資する。
- 原子力発電所に対して、生産税控除（1.5セント/kWh）を行う（期間は6年間）。
- エネルギー省の研究所のインフラ整備に資金を提供。総額約100億ドルで2026年9月まで使用可能。
 - 約13億ドルはITERプロジェクトに対する米国の貢献に充当される。
- 「laboratory infrastructure projects」を実施するための資金4.08億ドルをエネルギー省原子力局に充当（2026年9月まで利用可能）。
 - 「the Sample Preparation Laboratory」に6,600万ドル
 - 「the Advanced Test Reactor and Materials and Fuel Complex Plant Health project」に1.25億ドル。
 - 「the Advanced Test Reactor Recapitalization project」に1.22億ドル。
 - 「the Versatile Test Reactor」に9,500万ドル。

出所) THE WHITE HOUSE, President Biden Announces the Build Back Better Framework, OCTOBER 28, 2021

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (a)エネルギー政策

- 自由化市場で原子力が苦戦。
-限界発電コストゼロの再生可能エネルギーに加え、天然ガスが安価
- 2021年9月、11月に早期閉鎖予定であったByron1,2号機、Dresden2,3号機は原子力支援プログラムを盛り込んだ包括的エネルギー法案が成立したことにより、運転継続が可能となった。

図表2-5 早期閉鎖炉一覧（予定含む）

名称	州	所有者	運転許可期限	閉鎖日
Crystal River 3号機	フロリダ	Duke Energy Corp.		2013.2.5
San Onofre 2、3号機	カリフォルニア	SOUTHERN CALIFORNIA EDISON Co.		2013.6.7
Vermont Yankee	バーモント	Entergy Nuclear Operations, Inc.		2014.12.29
Pilgrim 1号機	マサチューセッツ	Entergy Nuclear Operations, Inc.	2032.6.8	2019.5.31
Indian Point 2号機	ニューヨーク	Entergy Nuclear Operations, Inc.	2024.4.30	2020.4.30
Fort Calhoun 1号機	ネブラスカ	OMAHA PUBLIC POWER DISTRICT	2033.8.9	2016.10.24
Oyster Creek	ニュージャージー	Exelon Corporation	2029.4.9	2018.9.17
Three Mile Island 1号機	ペンシルバニア	Exelon Corporation	2034.4.19	2019.9.20
Duan Arnold 1号機	アイオワ	NextEra Energy Resources, LLC	2034.2.21	2020.10.12
Palisades	ミシガン	Entergy Nuclear Operations, Inc.	2031.3.24	2022年春
Indian Point 3号機	ニューヨーク	Entergy Nuclear Operations, Inc.	2025.4.30	2021.4.30

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (b)原子力規制の動向

法の枠組み

・ 1945年原子力法が、民間の原子力施設に対する全てを規制。同法は一般的な原則と概念を提供。

図表2-6 法の枠組み

- ・ 具体的な規則等は規制機関NRCが行政手続法に基づき発行。
- ・ NRCが発行する連邦規則（CFR）の主なものは次の通り。

10CFR2：規制機関としての手続と実施ルール

10CFR20：放射線に対する防護基準

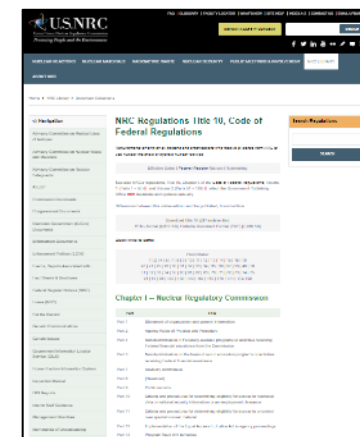
10CFR50：生産利用施設のライセンス

10CFR51：環境保護規制

10CFR52：原子力発電所のライセンス、認証、承認

10CFR54：原子力発電所の運転ライセンス更新

10CFR100：原子炉サイト基準



出所) NRCウェブサイト

・ 環境基準を発行する分野には環境保護庁（EPA）があり、放射性物質から環境を保護するための基準を策定する最終的な権限はEPAが有している。

・ 原子力発電所の安全性については連邦政府の専権事項であり、州が規制することはできないというのが一般的なルールとなっている。

・ 一方で一部の州は、原子力発電所に関連する事項に参加したいという意向を示している。これを受けてNRCは方針声明を発表し、安全性の分野で州と協力する意向を表明している。

出所) NRC, NUREG-1650 Revision 7 The United States of America Eighth National Report for the Convention on Nuclear Safety, October 2019

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (b)原子力規制の動向

原子力施設のライセンス

- ・原子力法は、NRCが発効した有効なライセンスが無い限り施設の所有、運営を禁じている。
 - ・同法はまた、ライセンスはNRCが規制で定める条件に従うとしている。
 - ・NRCによる原子力施設の許認可には2つのアプローチがある。
- ・10CFR50に基づく手続きでは、建設許可と運転許可の2つのステップを必要とする。現在の米国で稼働している原子力発電所は全てこの手続きによってライセンスを取得している。
- ・10CFR52に基づく手続きでは、建設前に全ての安全問題を解決する建設・運転ライセンスの組み合わせ（COL）と、ライセンス申請とは別にほとんどの立地問題を解決する早期立地許可（ESP）が提供されており、ライセンス取得の早期化のために設けられた。
- ・COLの申請では、設計認証された標準的な原子炉設計（DC）を参照することができる。DCの有効期限は15年で、更新することもできる。
- ・原子力発電所のライセンスは原子力法で40年とされているが、20年単位で更新することが認められている。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (b)原子力規制の動向

検査

- ・ NRCは原子力法に基づき、安全とセキュリティのために、原子力発電所を検査する権限を持つ。
- ・ NRCのスタッフは建設中、試験中、運転中の施設を検査し、規制やライセンス条件の順守状況を確認する。
- ・ NRCは通常、四半期ごとに特定の原子力発電所の検査報告書を発行する。また年に一度、性能上の問題があるプラントについて検討し、その結果を公開の委員会の会議で報告する。

権限の行使

- ・ NRCの規則では、NRC管轄下の事業者等に対し権限を行使する際の手順が定められている。
 - 10CFR2.201：違反通知（通知を受け取った人が必要とする行動を説明）
 - 10CFR2.202：命令（ライセンスの修正、一時停止、取り消し等）
 - 10CFR2.204：情報要求（どのような権限を行使するかを判断するための情報を求める）
 - 10CFR2.205：ペナルティ（違反を通知しペナルティの内容案を発行）

2. 海外原子力産業

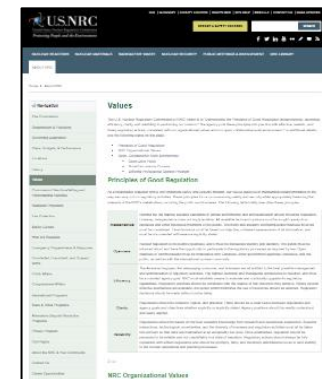
2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (b)原子力規制の動向

規制機関NRC

- ・ 米国議会は1975年のエネルギー再編法の制定により、NRCを独立した規制機関として設立。
- ・ 独立機関であることから、通常において大統領はこの期間の規制決定を指示することはできない。また議会は、正式に制定された法律による場合を除き、NRCの決定を覆すことはできない。
- ・ NRCは、大統領によって任命され、米国上院に承認された5名の委員で構成されており、同一政党の委員は3名までとしている。
- ・ NRCの使命は、米国における原子力の民間利用が、公衆の健康と安全、国家安全保障、環境問題を適切に考慮して行われることを保証すること。
- ・ NRCの権限は、商業用原子力発電所を運営する他の連邦組織にも及ぶが、軍やDOEの施設には及ばない。
- ・ NRCは良好な規制を行うにあたっての5つの原則を定めるとともに、7つの価値観を掲げている。
- ・ 5つの原則及び、7つの価値観とその主な内容抜粋は次の通り。

図表2-7 規制機関NRC



<原則>

独立：孤立は意味しない、客観的で公平
 開放：一般参加、オープンコミュニケーション
 効率：リスクに基づく、リソースを最小限に
 明快：一貫性、論理的、実用的
 確実：リスクを許容可能な低レベルに維持

<価値観>

整合：信頼、倫理的、公平
 奉仕：一般の人々のため
 開放：交流や意思決定における開放性、透明性
 言質：健康や安全、セキュリティ、環境を守る
 協力：助け合い、分け合い、エンゲージ
 卓越：高品質、継続的改善、自己認識
 尊敬：個々人の多様性や役割、信念などに対し

出所) NRCウェブサイト

2. 海外原子力産業

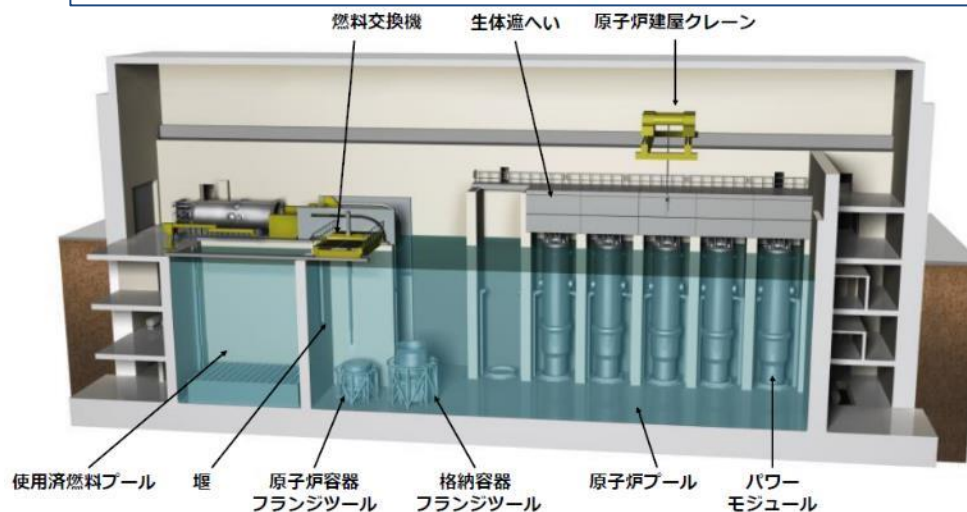
2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (c)技術開発

- 米国では民間事業者が主体となって新型炉開発が進められている。特に、小型モジュール炉（Small Modular Reactor, SMR）開発企業として注目を集めているのがNuScale社である。
- NuScaleはアイダホ国立研究所（Idaho National Laboratory, INL）でのSMR建設計画を進めている。このSMRは1基77MWのパワーモジュール12基からなり、そのうちの1基は2029年までに運転開始することを目指している¹。
- このSMRによって発電された電力は、ユタ州地域電力協会（Utah Associated Municipal Power Systems, UAMPS）が購入するほか、DOEもINL内部への電力供給のために購入する。
- 2020年9月にはNuScaleのSMRのうち、50MW仕様のものが原子力規制委員会（Nuclear Regulatory Commission, NRC）から標準設計承認（Standard Design Approval, SDA）を発行されている。

図表2-8 NuScale社製SMRの原子炉建屋構成イメージ

¹ NuScaleウェブサイト



出所)第7回エネルギー情勢
懇談会資料 (2018)

2. 海外原子力産業

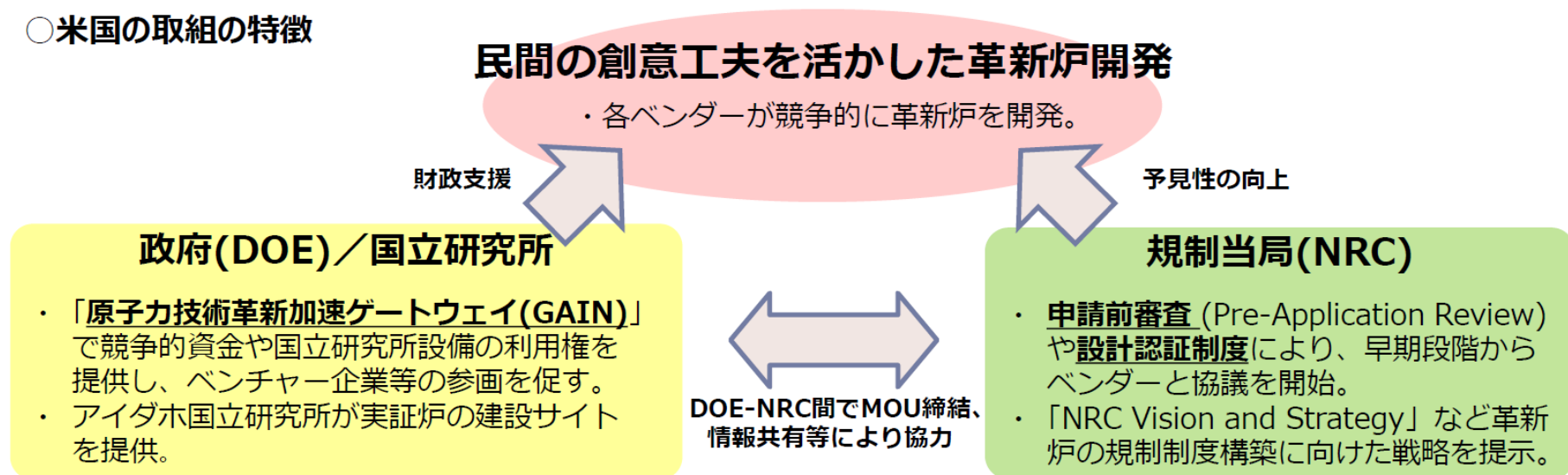
2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (c)技術開発

- 連邦政府による新型炉開発への支援のうち、特に主要なものとしてエネルギー省（Department of Energy, DOE）は2015年から実施している「原子力技術革新加速ゲートウェイ（Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear, GAIN）」プログラムがあげられる。
- 本プログラムでは研究開発プロジェクトに資金を投入するのみではなく、国立研究機関の充実した設備や情報、そして実証炉建設のための敷地を提供し、民間事業者が技術開発に取り組みやすい環境を整備する。
- また、新型炉開発を手掛けるベンダーに対して規制機関との議論の場を設けるなど、規制面での対応でも支援を行っている。

図表2-9 米国の取組の特徴

○米国の取組の特徴



出所)第20回原子力小委員会資料 (2019)

2. 海外原子力産業

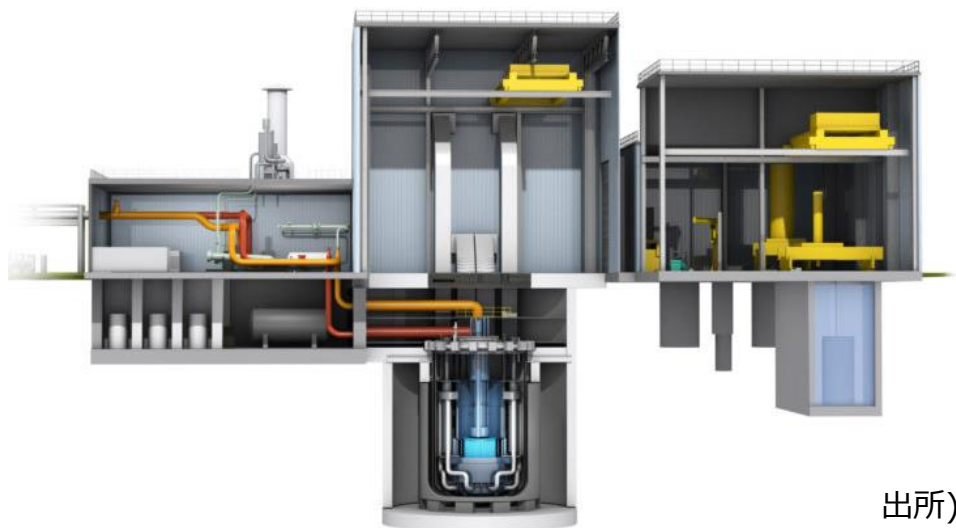
2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (c)技術開発

- さらに DOE は 2020 年 5 月、「新型炉実証プログラム (Advanced Reactor Demonstration Program, ARDP)」を新たに立ち上げた。主な目標は以下の通り：
 - 完全な機能を有する実証炉を7年以内に建設
 - 将来実施される実証プロジェクトに向けて、技術面・運用面・規制面でのリスクを低減
 - 2030年代中頃の商用化を目標とした新型炉の設計
- 2020年10月にはARDPによる支援対象として、日立GEと協力してナトリウム冷却高速炉を開発するテラパワー社と、小型の高温ガス炉である“Xe-100”を開発するX-エナジー社を選定し、それぞれ8,000万ドルを拠出することがDOEより発表された¹。

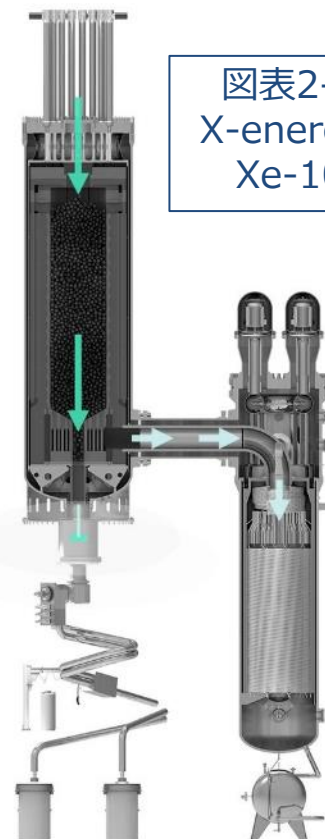
¹ DOEウェブサイト

図表2-10 TerraPower・GE日立製 Natrium™



出所)各社ウェブサイト

図表2-11
X-energy製
Xe-100



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (c)技術開発

米国では議会でも新型炉開発を促進するための立法活動が進められている。

- 2018年9月には原子力イノベーション能力法（Nuclear Energy Innovation Capabilities Act, NEICA）が、2019年1月には原子力イノベーション近代化法（Nuclear Energy Innovation and Modernization Act, NEIMA）が成立した。内容上の共通点としては、DOEが民間事業者を支援することのほか、NRCにも新たな技術に適応した審査体制を構築することを求め、同時にそのための予算なども認めていることが指摘できる。
- また、2021年7月には米国原子力基盤法（American Nuclear Infrastructure Act, ANIA）の法案が上院に提出されている。ANIAでは既設炉に対する支援として、認証を受けた原子炉に対してクレジットを付与することを認めるほか、新型炉開発を進めるインセンティブとして、認証プロセスを先駆けて通過した事業者に賞金を与えることなどが含まれている。
- こうした立法活動は超党派の議員グループによって進められており、政権交代を経ても途切れることなく継続されやすいものと考えられる。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (c)技術開発(原子力関係予算)

図表2-12 原子力関係予算(1)

		FY 2020 APPROPRIATION	FY 2021 APPROPRIATION	FY 2022 CONGRESSIONAL REQUEST
Integrated University Program		\$5,000	\$5,000	\$6,000
Supercritical Transformational Electric Power (STEP) R&D		\$5,000	\$5,000	\$0
Reactor Concepts RD&D	Advanced Small Modular Reactor RD&D	\$100,000	\$115,000	\$115,000
	Light Water Reactor Sustainability	\$47,000	\$47,000	\$60,000
	Advanced Reactor Technologies	\$55,000	\$46,000	\$65,000
	Versatile Advanced Test Reactor	\$65,000	\$0	\$0
Sub-total		\$267,000	\$208,000	\$240,000
Fuel Cycle R&D	Mining, Conversion and Transportation	\$2,000	\$2,000	\$2,000
	Civil Nuclear Enrichment	\$40,000	\$40,000	\$0
	Materials Recovery and Waste Form Development	\$30,000	\$25,000	\$35,000
	Accident Tolerant Fuels	\$95,600	\$105,800	\$115,000
	TRISO Fuel and Graphite Qualification	\$30,000	\$36,000	\$36,000
	Fuel Cycle R&D Core Activities	\$20,000	\$20,000	\$46,925
	High-Assay, Low-Enriched Uranium Availability			\$33,075
	Used Nuclear Fuel Disposition Research and Development	\$62,500	\$62,500	\$62,500
	Integrated Waste Management System	\$25,000	\$18,000	\$38,000
Sub-total		\$305,100	\$309,300	\$368,500

出所) US-DOE, Department of Energy FY 2022 Congressional Budget Request

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (c)技術開発(原子力関係予算)

図表2-13 原子力関係予算(2)

		FY 2020 APPROPRIATI ON	FY 2021 APPROPRIATI ON	FY 2022 CONGRESSIO NAL REQUEST
Nuclear Energy Enabling Technologies	Crosscutting Technology Development	\$25,000	\$28,000	\$47,000
	Joint Modeling and Simulation Program	\$35,000	\$35,000	\$35,000
	Nuclear Science User Facilities	\$30,000	\$30,000	\$42,000
	Transformational Challenge Reactor	\$23,450	\$29,869	\$0
Sub-total		\$113,450	\$122,869	\$124,000
Advanced Reactor Demonstration Program	National Reactor Innovation Center	\$20,000	\$30,000	\$55,000
	Demonstration 1 (Xe)	\$80,000	\$80,000	\$108,700
	Demonstration 2 (Sodium)	\$80,000	\$80,000	\$136,650
	Risk Reduction for Future Demonstrations	\$30,000	\$40,000	\$50,000
	Regulatory Development	\$15,000	\$15,000	\$15,000
	Advanced Reactor Safeguards	\$5,000	\$5,000	\$5,000
Sub-total		\$230,000	\$250,000	\$370,350
Versatile Test Reactor Project	Other Project Costs		\$43,000	\$55,000
	21-E-200, Versatile Test Reactor		\$2,000	\$90,000
Sub-total		\$0	\$45,000	\$145,000

出所) US-DOE, Department of Energy FY 2022 Congressional Budget Request

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (c)技術開発(原子力関係予算)

図表2-14 原子力関係予算(3)

		FY 2020 APPROPRIATION	FY 2021 APPROPRIATION	FY 2022 CONGRESSIONAL REQUEST
Infrastructure	INL Facilities Operations & Maintenance	\$280,000	\$280,000	\$300,000
	ORNL Infrastructure Facilities O&M	\$20,000	\$20,000	\$0
	Research Reactor Infrastructure	\$9,000	\$11,500	\$15,000
	16-E-200, Sample Preparation Laboratory	\$25,450	\$26,000	\$41,850
Sub-total		\$334,450	\$337,500	\$356,850
Idaho Sitewide Safeguards and Security		\$153,408	\$149,800	\$149,800
International Nuclear Energy Cooperation		0	\$0	\$5,000
Program Direction		\$80,000	\$75,131	\$85,000
Total, Nuclear Energy R&D		\$1,493,408	\$1,507,600	\$1,850,500
Nuclear Waste Fund Oversight		0	\$27,500	\$7,500
NR Transfer		\$88,500	\$91,000	\$0
TOTAL, OFFICE OF NUCLEAR ENERGY		\$1,581,908	\$1,626,100	\$1,858,000

出所) US-DOE, Department of Energy FY 2022 Congressional Budget Request

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策 (1)産業政策

- 民間セクターにおける国際競争力の向上、技術力及びサプライチェーン維持を目的とした産業政策の一環として、米国大統領府は2021年6月8日、「サプライチェーン途絶タスクフォース」を発表した。
- このタスクフォースは、コロナ禍等で打撃を受けた産業に対する短期的なサプライチェーンを回復するためとされているが、短期だけでなく中長期的な米国産業競争力の回復につながる施策も提言されている。主な内容は以下の通り。

図表2-15 サプライチェーン途絶タスクフォース提言概要

分野	概要
半導体	長期的に回復力と競争力を備えた半導体サプライチェーン構築に向け、技術的な優位性を守るための防御的な行動も含め、国内生産や研究開発への投資も積極的に行い、革新的な中小企業や不利な立場にある企業を成長させるとともに、高収入の半導体関連の仕事に就くことができる熟練労働者のパイプラインを構築するなど、エコシステムを構築する。パートナーや同盟国を巻き込んで、グローバルな回復力を促進。
大容量バッテリー	2030年までに世界のリチウム電池市場は5倍から10倍に成長すると予想されており、米国は高容量電池の安全で多様なサプライチェーンを国内で拡大するために直ちに投資することが不可欠。国内での電池生産を拡大する重要な機会を捉え、電池生産に使用される重要な鉱物の調達と加工、そして使用済み電池の回収とリサイクルまでを含む、リチウム電池のサプライチェーン全体を拡大するための投資を行う。
重要鉱物・材料	米国は同盟国やパートナーと協力して、敵対的な国や環境・労働基準が受け入れられない供給源からのサプライチェーンを多様化する必要があります。国内でも持続可能な生産、精製、リサイクル能力に投資するとともに、強力な環境、環境正義、労働基準を確保し、政府間の協力を通じて部族民を含むコミュニティとの十分な協議を行う。
医薬品・医療品原料	米国は依然として、さまざまな主要医薬品やジェネリック医薬品の主成分である原薬を輸入に頼る。中国とインドはサプライチェーンのかんりの部分を支配していると推定され、供給や品質・安全性に影響を与える様々な混乱により、不足の問題が発生している。低コスト化の推進や不公正な貿易慣行により、国内生産の空洞化も進んでいる。透明性の向上、緊急時の対応力の強化、国内生産への投資など、サプライチェーンの回復力を高めるための新たなアプローチが必要。

<行動マイルストーン>

運輸省、農務省、商務省、国土安全保障省、国防省、エネルギー省、保健社会福祉省は、**国防、公衆衛生および生物学的準備、情報通信技術、エネルギー、運輸、農業および食糧生産**の6つの産業基盤を活性化するための包括的な戦略を1年間かけて策定する。

包括的戦略の発表は2022年6月頃か

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策 (2)原子力産業分野



- 米国エネルギー省（DOE）は2020年4月、米国原子力産業の国際競争力回復に向けた戦略文書“Restoring America’s competitive nuclear energy advantage: a strategy to assure us national security”を発表した。強化を必要とする主な分野は以下の通り。

図表2-16 Restoring America’s competitive nuclear energy advantage

分野	目的及び方針	主な施策
核燃料サイクル	ウラン資源及びウラン濃縮役務の海外への依存度を低下し、核燃料サイクル分野での国際競争力を回復する。核燃料作業部会（The Nuclear Fuel Working Group）にて検討を行う。	- ウラン備蓄制度を整備し、余剰分を含めた管理を行う - 円滑なウラン採掘ビジネスに向け、規制・法制を整備する - ロシアまたは中国で成型加工された核燃料の輸入禁止 - 事故耐性燃料（ATF）や高品位低濃縮ウラン（HALEU）等の開発に予算付与
革新技術	先端的な研究開発投資を促進し、中国及びロシアの国有企業に席巻されている世界のリーダーとしての地位を回復するとともに、強力な核拡散防止政策を推進する。	- 国立原子炉イノベーションセンター（National Reactor Innovation Center*）及び多目的試験炉（Versatile Test Reactor）を支援他、革新技術開発に予算付与 - 防衛産業基盤（Defense Industrial Base）に類似した原子力産業基盤（Nuclear Industrial Base）を設立 - 米国原子力技術の輸出円滑化に向け、123条協定を効率化し、NRC認可の活用による輸出先での米国技術の認可を加速 - Select-USA Investment Summitに商用原子力を追加 - 実験炉向け供給市場への米国ベンダーの再参入を支援

出所) US-DOE, Restoring America’s competitive nuclear energy advantage: a strategy to assure us national security, April 23 2020

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策 (2)原子力産業分野

- 米国エネルギー省原子力局（DOE-NE）は2021年1月、米国原子力産業界の技術開発力とサプライチェーン強化に向けた戦略的ビジョンを発表した。5つの目標につき、それぞれ具体的な施策とマイルストーンを提示している。
- これらのマイルストーンのうち、特にサプライチェーン支援に関連するものは以下の通り。

図表2-17 戦略的ビジョン5つの目標と施策・マイルストーン

目標	施策とマイルストーン
1. 既設炉の運転継続	2026年までにデジタル原子炉安全保護系の実証及び認可に向けた活動完了 2030年までに多数基へのATF装荷完了 等
2. 革新型炉開発	2028年までに2つの米国製革新型炉を産業界とコスト折半で実証 2029年までに米国製商業用SMR1号炉を運転開始 2035年までに更に少なくとも2つの革新型炉概念を産業界と共同で実証
3. 先進的核燃料サイクル技術開発	2023年までに5トンのHALEUを民生用核燃料から生産し利用可能に 2030年までに革新型炉向け核燃料サイクルを利用可能に
4. 原子力技術開発における米国の主導的立場の維持	2021年までに原子力開発計画を有する5か国と正式に協力を締結 2026年までに多目的試験炉及び試料準備施設を完成 2030年までにNASAと共同で原子力推進システムを実証
5. 組織力の強化	2022年までにNETWG Tribal members*を11から13に増やす

出所) US-DOE, Strategic Vision, January 8 2021

*Nuclear Energy Tribal Working Group : 2014年にDOEが設立した、地方の少数民族団体による原子力活動組織。革新技術や放射性廃棄物処分など原子力分野の課題を包括的に扱い、議論で理解を深めるとともに、地域の教育機会や経済活性にもつなげることを目的としている。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(1)米国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策 (2)原子力産業分野

図表2-18 H.R. 1698: Nuclear Industrial Base Actの概要

年月日	経緯
2021/3/9	Robert Latta議員（オハイオ州選出）他3名により、下院に法案提出。同日エネルギー・商業委員会に提示される。
2021/3/10	上記委員会からエネルギー小委員会に提示。

法案の目的：原子力産業基盤の分析・維持計画（Nuclear Industrial Base Analysis and Sustainment Program）設立のため。

内容：

- ・ 法案成立後30日以内に、エネルギー省長官は原子力産業基盤分析・維持計画を立ち上げる。
- ・ エネルギー省長官は、原子力産業基盤を注視し、必要な支援策を講じること。
- ・ 官民協力や個人・組織間の協力を推進し、必要な原子力施設の建設・維持に支援策を講じること。
- ・ サプライチェーンの脆弱な点を早期に指摘すること。

状況：2022年3月現在、進展はない。Skopos Labs（*）による法案成立の可能性は3%。

（* Skopos Labs：米国ニューヨーク州に本拠のあるシンクタンク）

参考：Vogtle 3,4号建設プロジェクト状況

2022年2月17日、Southern Companyはジョージア州で建設中のVogtle 3/4号の最新コスト見積りが300億ドル近くに達し、3号機の運転開始時期も2023年初頭となる見通しを発表。

これを受け、格付け会社のFitch Ratingsは本プロジェクトのオーナーGeorgia Power社の長期格付けをBBB+からBBBに引き下げた。

出所）Fitch Ratings, 2022/2/22

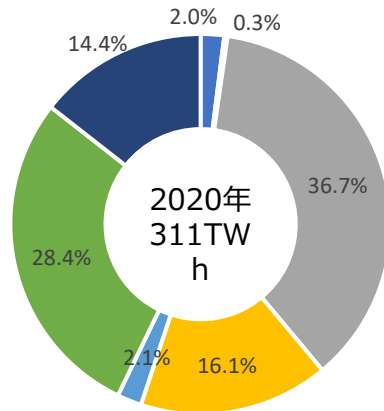
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (a)エネルギー政策

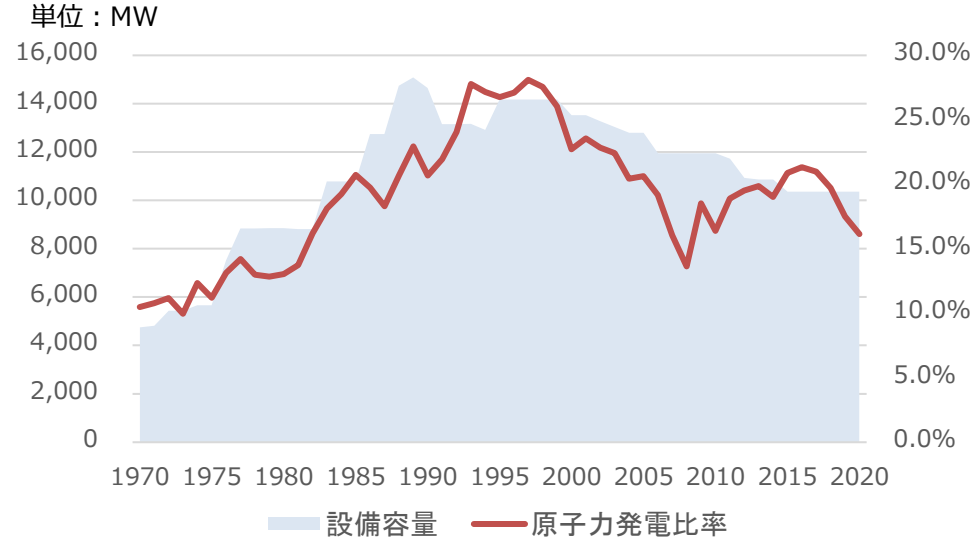
- 1981年にエネルギー自給率100%を達成し、2003年までエネルギーの純輸出国。2017年には63%まで低下。
- 石炭火力：2024年までに全廃する計画
- 原子力：2020年代後半までに老朽化により、PWR1基を除くすべての原子力発電所が閉鎖する予定。

図表2-19 発電電力量構成



■ 石炭 ■ 石油 ■ 天然ガス ■ 原子力 ■ 水力 ■ 太陽光・風力 ■ バイオ・廃棄物

図表2-20 原子力設備容量、発電比率の推移



出所) World Energy Balances 2021 database, IEA 出所) 原子力発電比率：World Energy Balances 2021 database, IEA
原子力設備容量：世界の原子力発電開発の動向, JAIF

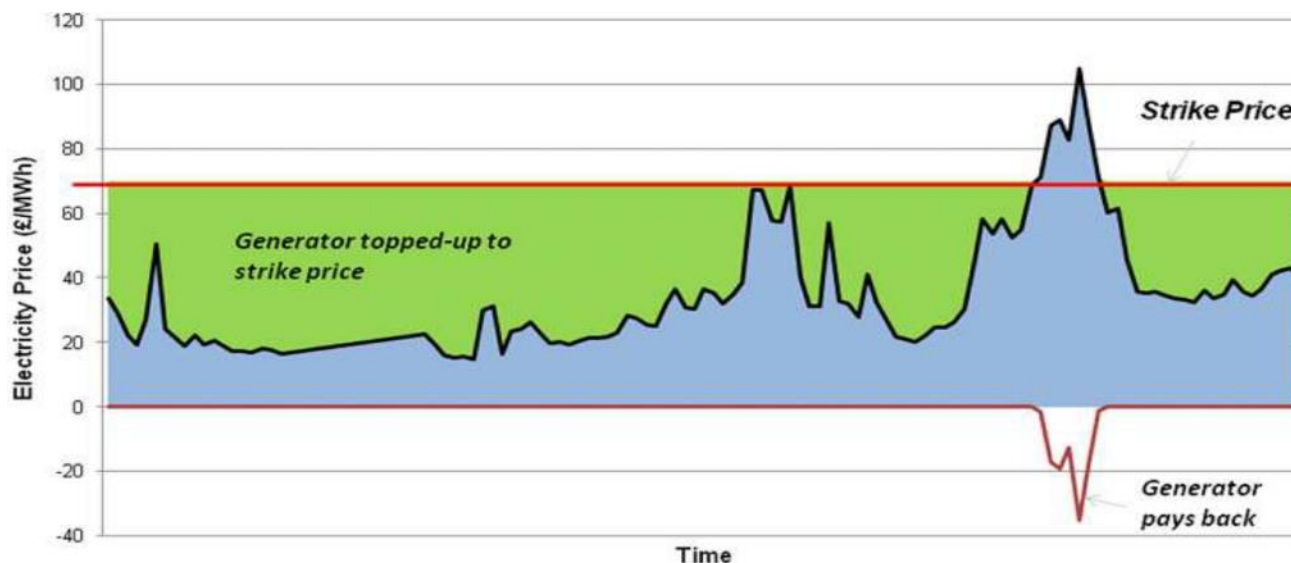
2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (a)エネルギー政策

差額決済方式 (CfD)

- 2013年には支援策として、差額決済方式 (CfD) による固定価格買取制度を実施。
- 再生可能エネルギーに対しても用いられてきた制度
- 投資回収に必要な「基準価格 (strike price)」を設定し、市場における「指標価格 (reference price)」との差額を発電電力量に応じて支給
- ヒンクリーポイントCには92.5ポンド/MWh (条件によって89.5ポンド/MWh) のストライクプライスで合意されていたが、コスト対効果について批判あり

図表2-21 差額決済方式 (CfD)



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (a)エネルギー政策

差額決済方式（CfD）の利点

- 長期的な収入保証により、事業者は投資判断を行いやすい。
- 指標価格（市場価格）が基準価格を超えた場合には発電事業者に払い戻しを求める。これにより、過度な支出を抑制することができる。
- CfDの財源には上限が設定されており、補助金額の際限ない増加（消費者の一方的な負担増加）を避けることができる。

差額決済方式（CfD）の問題点

- 支払いはプラントの発電開始後となるため、建設期間のリスク（建設の遅延やそれに伴うコスト増加など）は全て事業者が負う。これにより、日立のWylfa Newydd、東芝のMoorsideは中止となった。
- 原子力の場合、基準価格は競争を通じた設定になっていない。そのため、基準価格が高く設定された場合、消費者の負担が増加する。
 - 適切な価格設定が肝要だが、将来の価格予想は非常に困難。
 - 洋上風力発電などの再生可能エネルギーの場合、基準価格は入札を通じて決定される

2. 海外原子力産業

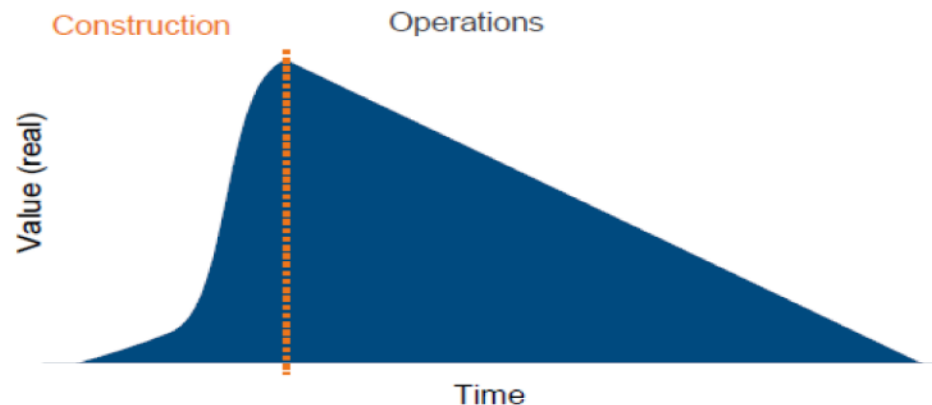
2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (a)エネルギー政策

規制資産ベース（RAB）モデル

- ・ ヒンクリーポイントCのCfDが高コストとの批判を受け、今後の計画には規制資産ベース（RAB）モデルの適用を検討。
- ・ 水道、ガス、空港建設などで使用実績あり。
- ・ 電力規制機関が適切なリターンを計算。それに見合った金額が、発電開始前から支給される。
- ・ 適切なリターンはプロジェクトの進行に応じて再評価される。
- ・ 2021年10月、BEISはRABモデルの導入を目指した、原子力資金調達法案を立案したと発表。従来の資金調達方法より300億ポンド以上消費者負担を減らせるとする。
- ・ RABモデルはSMRなどの新しい原子力技術にも適用される可能性がある。

図表2-22 規制資産ベース（RAB）モデル



出所)BEIS (2019)

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (a)エネルギー政策

RABモデルの利点

- 投資家にとっては、投資とリターンの時間差を解消でき、収入が規制機関（政府）によって保証されていることになる。
- 発電事業者としても、将来の電力市場価格や、再生可能エネルギーと競合したうえでの売電量といった不確実性を回避できる。
- これらはCfDの基準価格を押し上げる要因でもあるため、RABモデルによって解消されれば、総支援額を抑えることができ、ひいては消費者負担を抑えることにもなる。

RABモデルの問題点

- 消費者負担になる点は変わらない。
- 正確なコスト評価手法を確立しなければならない。
- 規制機関の中立性が一層重要となる。
- 総括原価方式への回帰に近く、需要家の理解が重要

RABモデルの議会での審議状況：Nuclear Energy（Financing）Bill、2022年2月現在

- 2021年11月、HL Bill 89として下院に提出された。
- 2022年1月、下院通過し、上院での議論が開始された。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (b)原子力規制の動向

法の枠組み

- ・原子力安全は英国議会在、環境保護は各カントリー政府が責任を有している。
- ・規則などの二次立法は、一次立法(法律)において権限が与えられている場合に国務長官や大臣が制定。

- ・原子力施設に関わる主要な法律は次の通り。
 - エネルギー法 : 規制機関ONRはこの法に基づき2014年に設立。
 - 労働安全衛生法 : 合理的に実行可能な限り健康と安全を確保することを規定。
(原子力施設の労働安全衛生法施行機関はONR)
 - 原子力施設法 : 施設の設置や運転のためのライセンスについて規定。
 - 環境法 & RI法 : 放射性物質の構外排出や施設内のRI、災害規制について規定。

- ・原子力施設に関わる主要な規則は次の通り。
 - 電離放射線規則 : 労働者と一般市民を電離放射線から保護することを規定。
 - 安衛法管理規則 : 複雑さやリスクに応じて優先順位をつけることを規定。

- ・ONRが発行する文書の主要なものは次の通り。
 - SAP : 安全評価原則。安全の妥当性の技術的判断に活用。
 - SyAP : セキュリティ評価原則。
安全-セキュリティー貫規制を展開するため、2017年に導入。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

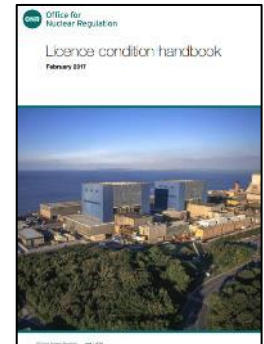
(2)英国 (b)原子力規制の動向

原子力施設のライセンス

- ・ライセンスは無期限に付与され、設置、試運転、運転、廃止措置といったサイトのライフサイクル全体をカバー。
- ・設置や運転といった各活動には、ライセンス付与だけでなく、各々の許可が必要。
- ・規制機関による検査や、定期安全レビュー等によりライセンスの基盤を維持。

図表2-23 原子力施設のライセンス

- ・ ONRが公表しているライセンス条件の主な内容は以下の通り。
これらは規範的ではなく、事業者の対応に柔軟性を与えるもの。
 - 無許可の人がサイトに立ち入ることを防ぐ
 - ONRの許可なしにサイトを譲渡等しない
 - 適切な取り決めに従う場合を除き、核物質をサイトに持ち込まない
 - サイト内で発生した事故について通知、記録、調査、報告をする
 - 許可された人がリスクや危険性について適切な指示を受けることを保証する
 - 安全責任者に適切なトレーニングを行う
 - 事故や緊急時の対応を適切に行えるようにする
 - プラントの安全性に影響を与える可能性のある操作の制御監督者を任命する
 - 安全を正当化するためのセーフティーケースを作成、評価し、定期的に見直す
 - 安全性に影響を与える可能性のある配置図面、スケジュールをONRに提出する
 - 安全性に優先順位を与える管理システムを構築し実行する
 - 安全性に影響を与える可能性のある変更を管理する(必要に応じONR承認を得る)



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (b)原子力規制の動向

検査

・事業者がライセンス条件と、それに対応する取り決めに遵守しているかどうか、特に運転がセーフティーケースの範囲内に収まっているかどうかを検査で確認する。

ONRの権限

- ・ ONR検査官による強制力の行使には以下のものが挙げられる。
 - 改善通知：規定違反と判断される時に、改善を求めるために発行。
 - 禁止通知：人的被害の可能性ありと判断される時に、活動の停止のために発行。
 - 告発：通知に従わない場合に、規定違反に対し裁判所に訴訟を起こす。
- ・ 禁止通知は実際にはほとんど用いられず、ライセンス条件を通しての規制権限が行使される。また告発には上級レベルの承認が必要となる。

- ・ ライセンス条件を通してONRが有する規制権限は以下の通り。
 - 指示：特定の操作の禁止など、事業者に特定の行動を要求する。
 - 指定：この権限により事業者の取り決めに自由裁量で制御できる。
 - 通知：要求事項の通知により、情報の提示を求める。
 - 同意：指定した活動の前に、同意を要するホールドポイントを設ける。
 - 承認：事業者の取り決めの制御のために使用。
 - 合意：合意されたものは事業者が特定の活動や行動方針を進められる。
- ・ これらの権限はライセンス証書を発行することにより実行される。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (b)原子力規制の動向

規制機関ONR

- ・ ONRのスポンサーは労働年金省（推進側のBEISからの独立性を確保）。
- ・ ONRの役割とビジョンは次の通り。
 - 役割：国民を代表して原子力産業の効率的かつ効果的な規制を行うこと。
 - ビジョン：尊敬、信頼、信用を集める模範的な規制機関となること。
- ・ ONRが有する中核機能の主な内容は次の通り。
 - 義務者の検査や評価を通して、リスクが適切に管理されていることを確認する。
 - 許可制を導入し、義務者の活動が英国の法的基準を満たすようにする。
 - 規制の枠組みを維持・改善し、ONR の管理システムと規制能力を維持する。
 - ステークホルダーとの関わり、情報提供、助言、協議を行う。
 - 優れた実践を持続的に実現するための戦略を策定する。
- ・ ONRが志向するステークホルダーとのアプローチの原則の主な内容は次の通り。
 - 建設的アプローチ：共通の目的に焦点をあて、望ましい結果のために協力
 - コミュニケーション：優先事項の合意、真の信頼関係の構築、求める成果の明確化
 - 独立性：独立した意思決定を維持しつつ、ステークホルダーと協力
 - 成果に焦点：求められる成果に焦点をあて、適切に行動
 - リスク選好：リスクを理解し、積極的に管理
 - 目的に適うように：不釣り合いなものには異議を唱え、"余計なもの"は避ける

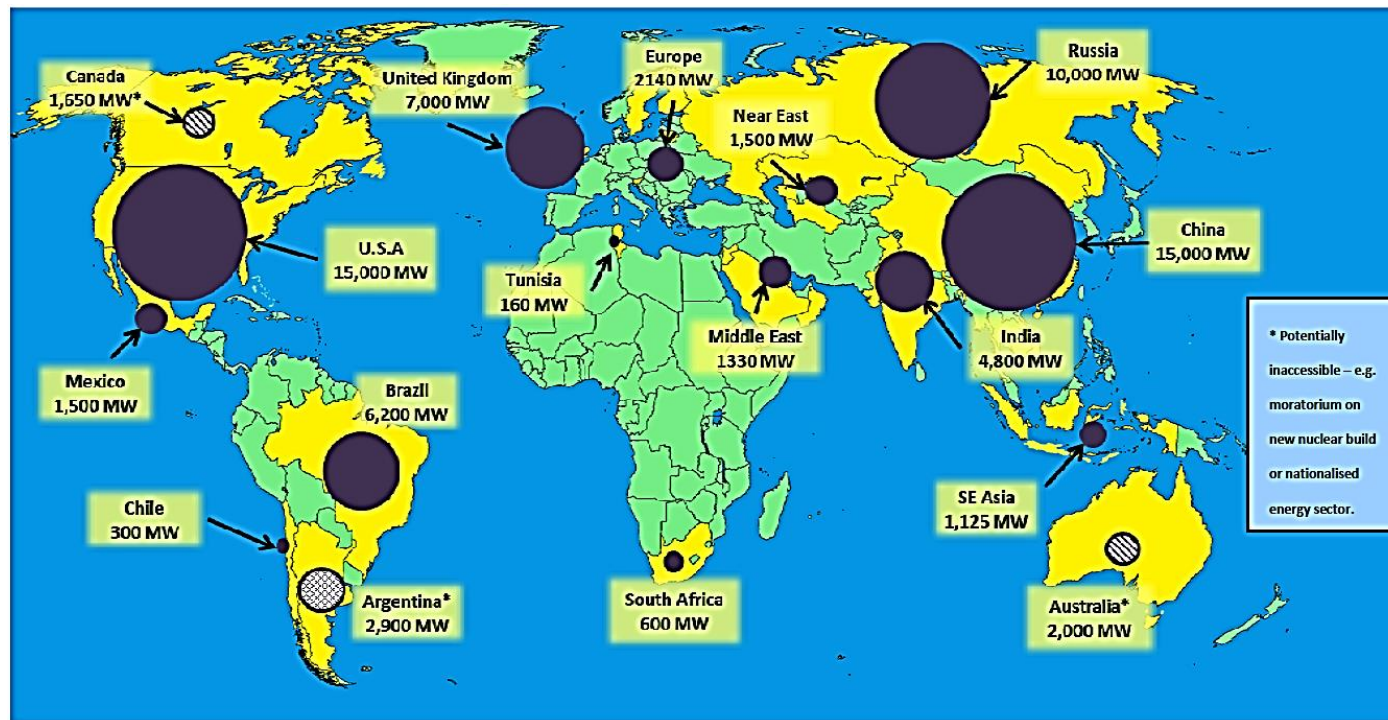
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (c)技術開発

- 英国では2014年に国立原子力研究所（National Nuclear Laboratory, NNL）がSMRのフイージビリティ・スタディ¹を実施した。
- SMRの市場規模について、経済的競争力が確保されていれば、2035年にはイギリス国内で7GW、世界で65-85GWの規模に達すると述べられている。

図表2-24 NNLによるSMRの世界市場評価



¹ NNL, *Small Modular Reactors (SMR) Feasibility Study*, 2014.

出所)NNL (2014), p.3.

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (c)技術開発

- ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）は原子力技術開発について、第三世代型の SMRのみならず、第4世代炉の技術を含めた先進型モジュール炉（Advanced Modular Reactor, AMR）の開発に注力する意向を示している。
- この一環として、2018年より“AMR Feasibility and Development (F&D) Project”が実施されている。本プロジェクトは二つのフェイズからなるコンペティションとなっている。
 - 第1フェイズ：各AMR設計のフィージビリティ・スタディであり、合計で最大400万ポンド（案件一つにつき、最大30万ポンド）が充てられる。原子力規制局（Office for Nuclear Regulation, ONR）に対しても本件のサポートのために最大で700万ポンドが支給される。
 - 第2フェイズ：第1フェイズで支出金額に見合う価値があることが実証され、財務省が正式に同プロセスを再承認すれば、プロジェクトは実証段階である第2フェイズに移行する。フェイズ2では最大で4,000万ポンドが出資されるほか、ONRにも実証プロジェクトへの対応のため、500万ポンドが支給される。
- 2020年7月にはフェイズ2への進出企業が発表された。選出された企業と炉型は以下の通り：
 - ウェスティングハウス（鉛冷却高速炉）
 - U-バッテリー¹（高温ガス炉）
 - トカマク・エナジー（モジュール式核融合炉）

出所） BEIS, *Advanced Modular Reactor (AMR) Feasibility and Development (F&D) Project: Abstracts from the Applicant Organisations' Proposals*, 2018.

¹ ウラン濃縮企業であるユレンコ社の子会社。複数の企業から協力を受けている。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (c)技術開発

- 前述のAMRとは別に、ロールスロイス社を中心としたコンソーシアムが軽水炉型のSMRを開発している。2029年までに英国の電力系統に接続することを目標とする。
- こちらはAMRコンペティションの対象ではないが、政府傘下の研究機関である英国研究・イノベーション機構（UK Research and Innovation, UKRI）から1,800万ポンドの出資を受けている。
- 2020年12月にはカタールの政府系投資ファンドであるカタール投資庁（Qatar Investment Authority, QIA）がロールスロイスSMRコンソーシアムに対して、8,500万ポンドの投資を行うことが発表された¹。

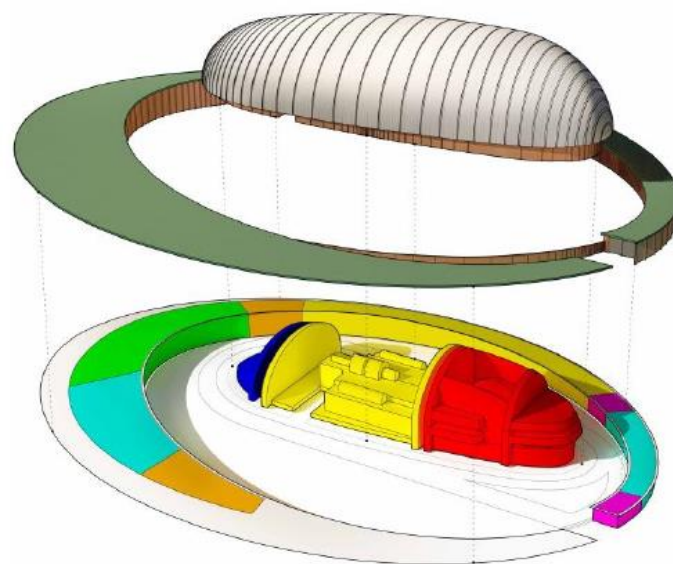
図表2-25 ロールスロイス製SMR（イメージ）



出所) Rolls-Royce社ウェブサイト

出所) Rolls-Royce, Press release, December 20, 2021.

図表2-26 同・構造模式図



出所) IAEAデータベース

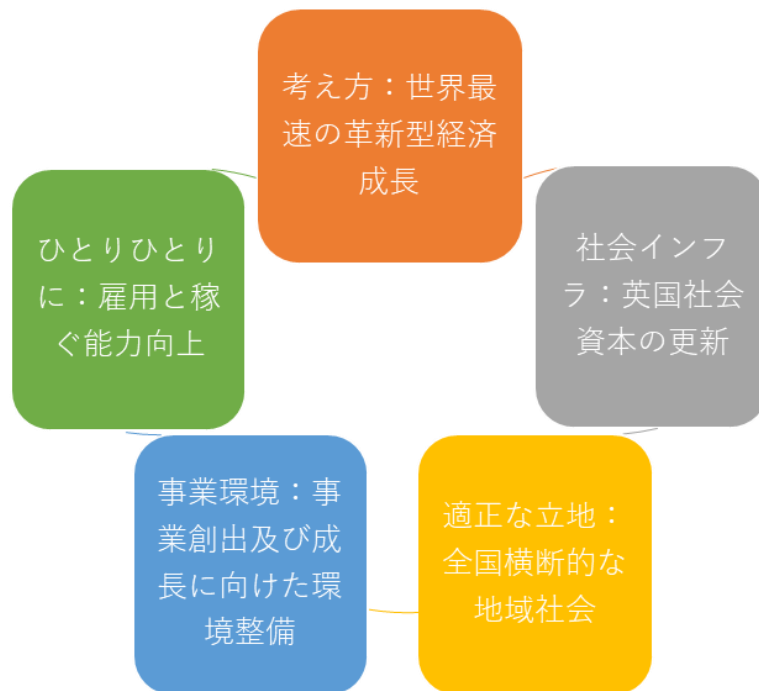
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

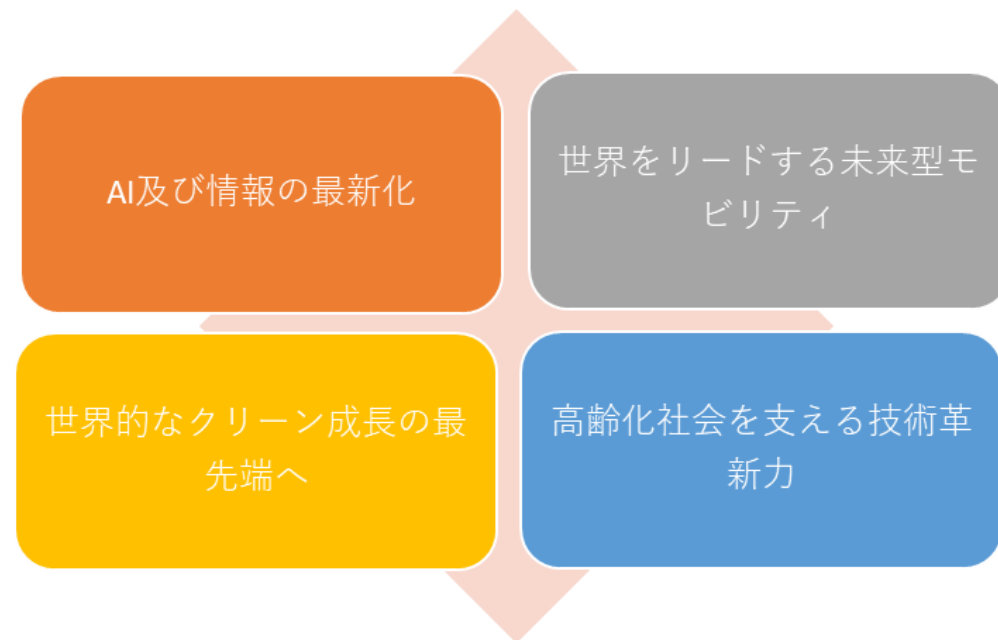
(2)英国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策

- 英国政府は産業振興政策の一つとして、産業分野（Sector）別に政府・産業界それぞれの役割を定め、協働していくための“Sector Deals”を定めている。
- Sector Dealsのベースとなっているのは「産業戦略(*)」で、5つの基本方針及びそれに基づく産業横断的な成長戦略（Grand Challenges）が述べられている。

(*) “Industrial Strategy: building a Britain fit for the future”, Published 27 November 2017/Last updated 28 June 2018



5つの基本方針



産業横断的な成長戦略

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策

- 2022年1月現在、Sector Dealsが設定されている分野及び概要は以下の通り。

図表2-27 Sector Deals設定分野・概要

分野	発行（改訂）	主なプログラム（例）
航空	2020/2/13	Future Flight challenge：最新技術導入による生産性・効率性向上（1.25億GBP）
AI	2019/5/21	都市間の輸送インフラ高度化にTransforming Cities Fund創設（最大17億GBP）
自動車	2018/1/10	2023年まで毎年5億GBPずつ、輸送分野の最先端技術への更新に投資
建設	2019/6/22	Industrial Strategy Challenge Fund（ISCF）から建築物の高度化やデジタル化等へ年間1.7億GBP
創造的産業	2018/3/28	Arts and Humanities Research Councilプログラムを通じ、大学と創造的産業の協働事業に6,400万GBPを支援
ライフサイエンス	2018/12/5	ISCFからHealth Advanced Research プログラム(HARP)に2.1億GBPを拠出し、バイオ産業等の育成を支援
原子力	2018/6/27	革新型炉設計・開発に5,600万GBP、National Fusion Technology Platformに8,600万GBP
洋上風力	2020/3/4	2030年に国内で30G、併せて輸出額を26億GBP/年とする目標に向け、産業界にSystem Management and Optimisation Task Group (SMOTG)を設置
鉄道	2018/12/6	利用客の利便性向上に向け、Rail Network Enhancement Pipeline指針を構築。必要な最新技術への投資を促進
観光	2019/6/28	2025年までに海外からの観光客を毎年23%増加させる目標に向け、国全体のホテル部屋数を21%（13万室）増加（注：コロナで見直し中）

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策

Nuclear Sector Dealも他のSector Deal同様、Ideas・People・Infrastructure・Business environment・Placesの5基本方針で構成されている。

その5基本方針に沿ったDealの概要は以下の通り。

- 原子力新設のコストを他の低炭素電源と競争可能な水準とするため、2018年時点での見積額から2030年までに30%低減
- 廃止措置コストを2018年時点での見積額から20%低減
- 2030年までに原子力産業界の女性（Women in Nuclear）比率を40%に引き上げ
- 2030年までに国内外で20億GBP相当の新設プロジェクトを獲得
- SMRを含む革新型炉の開発に向け5,600万GBPを、核融合技術の基盤整備に8,600万GBPを支援
- 原子力革新技術開発計画の一環で、ウェールズ州政府と共同で北ウェールズに4,000万GBPの熱流動試験施設を整備
- 原子力工学分野の人材育成に向け、国立原子力研究所（National Nuclear Laboratory）をはじめとする研究機関にR&D拠点を整備
- 他業界からも原子力産業を支える人材を集めるため、National College for Nuclearのカリキュラムを拡張し、理工学分野の博士号取得等を支援
- 他業界から原子力産業界への参入障壁を下げるため、政府と産業界が共同で原子力サプライチェーンを支えるための基金3,000万GBPを拠出
- NDAの専門家と産業界とが協働し、核燃料サイクルや廃止措置分野の技術の輸出に注力

出所) Nuclear Sector Deal, Government of UK

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策

Hinkley Supply Chain

Hinkley Supply Chainは、Hinkley Point C建設計画の立地地域サマセット州において2017年、事業者EDF Energyとウェールズ州政府、及びThe Heart of the South West(*1)とThe West of England(*2)の2団体によって設立されたサプライチェーン支援プログラムである。

(*1)The Heart of the South West :

英国に38あるLocal Enterprises Partnership (LEP(*3)) の一つ。Devon・Plymouth・Somerset・Torbayの4地域において事業化支援や技能訓練等を行っている。2022年3月現在、80超のプロジェクトに総額7.5億GBPを投資している。

<図表2-28 The Heart of the South Westプロジェクト例>

Hinkley HPTA package	Devon Nuclear Hub
Hinkley Point Training Agencyを通して、CornwallやNational College for Nuclear、Exeterといった地域の大学においてHPC建設工事向けの人材育成を行う。予算：650万GBP。	Mid Devon Campusを拠点とした工学分野の人材育成を担う。予算：35.9万GBP

(*2) The West of England Combined Authority:

Bath & North East Somerset・Bristol・South Gloucestershireで事業化支援や技能開発等を行うLEPの一つ。Growth Hubでは地域の起業家の相談を受け付けたり、資金調達先の紹介などを行っている。

(*3) LEPとは地方自治体と企業との間の自発的なパートナーシップであり、2011年ビジネス・イノベーション・技術省（当時）により設立された。地域の経済成長に向けた商業活動の推進と雇用創出を目的としている。LEPの活動資金は自治体と参加企業その他、金融機関やベンチャーキャピタル等（Goldman Sachs, Lloyds Banking Group等）もスポンサーとなっている。

出所）各機関ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(2)英国 (d)サプライチェーン支援等の産業技術政策

Hinkley Supply Chain (続き)

- ・ サプライヤーはメンバー登録することにより、プロジェクトの正確な進捗状況やサプライチェーン状況、要求されている仕様などをタイムリーに把握できる。
- ・ 「募集予定」「募集中」「決定」などの状況、金額規模、原子炉周りやI&C系といった分野、募集締切（予定）時期ごとの契約状況を確認できる。

図表2-29 Hinkley Supply Chain

今後募集予定の案件

分野

契約規模

詳細な仕様（クリックすると開く）

Status	Category	Contract Value	Search Terms
To be procured ▼	- Any - ▼	- Any - ▼	

Reference	Status	Category	Package	Cost	Award	Supplier
HK7208	To be procured	Associated Developments	Reinstatement of AD	£25m to £50m	2024 Q1	Details
UK2622	To be procured	Civil Works	Interim Dry Store	£50m to £100m		Details
HK2203	To be procured	Civil Works	Ancillary Buildings Phase 2	£50m to £100m	2019 Q2	Details
OH2101	To be procured	Civil Works	Permanent Roads & Networks (Phase 3 & 4)	£50m to £100m	2020 Q1	Details
UK5611	To be procured	Electrical and I&C	Full Scale Simulator (SIM3)	£5m to £25m	2022 Q1	Details
UK2641	To be procured	Handling & Ventilation	Fuel Transfer Cask (Lorries (MSDG))		2021 Q1	Details
UK4113	To be procured	Nuclear Island	Systems Waterproofing (H2 & N2)	< £1m	2021 Q4	Details
UK4115	To be procured	Nuclear Island	HR & HK Dynamic Containment	< £1m	2021 Q4	Details

例) 建屋建設前の地盤準備工事を受注したのはKier Bam社（英国）のJVで、2012年第2四半期に契約成立し、契約額は2.5～5億£の間。

出所) Hinkley Supply Chain

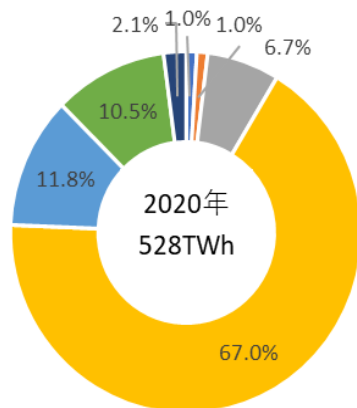
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

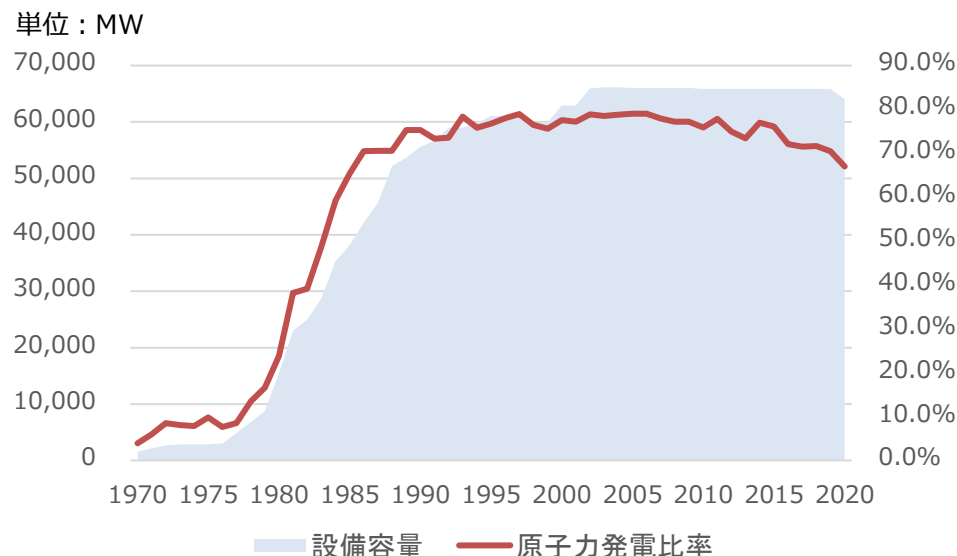
(3) フランス (a) エネルギー政策

- 原子力の発電比率は2020年で67%と極めて大きい。
- フランスは、第一次石油危機を契機として輸入石油依存軽減のため、原子力開発に注力。
- 1990年代には原子力発電比率が80%に到達し、供給過剰となった。そのため、1991年に着工したCIVAUX-2号機の建設をしばらく中断した（2002年運開）。
- 2007年12月、国内初となる欧州加圧水型炉（EPR）であるFlamanville-3号機の建設開始。土木エンジニアリング作業の見直しや原子炉容器の鋼材組成異常により完成は大幅に遅延している。

図表2-30 発電電力量構成



図表2-31 原子力設備容量、発電比率の推移



■ 石炭 ■ 石油 ■ 天然ガス ■ 原子力 ■ 水力 ■ 太陽光・風力 ■ バイオ・廃棄物

出所) World Energy Balances 2021 database, IEA 出所) 原子力発電比率：World Energy Balances 2021 database, IEA
原子力設備容量：世界の原子力発電開発の動向, JAIF

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (a) エネルギー政策

米英とは異なり、フランスでは原子力が高い競争力を維持している。

- EDFによる（ほぼ）独占市場
- 米英のように天然ガスを安く生産することもできない

ARENHの成り立ち

- 欧州委員会はEDFによる独占的な電力供給を問題視し、フランス政府に対して競争を促進する政策措置の策定を要請
- フランス政府は「電力市場の新たな構造に関する法律（NOME法）」を2010年に成立させた
- NOME法では、EDFの独占的な原子力発電の運用を継続して認める見返りに、原子力による発電の一定量を規制価格で競合事業者に販売（Accès régulé à l'électricité nucléaire historique, ARENH）し、国内需要家向けの規制料金を2015年までにARENH価格に近付けることによりEDFと競合事業者が電力調達コストについて同一の条件下で競争することを可能にした。

ARENHの概要

- EDFの割安な原子力発電電力量を小売供給事業者に卸販売する制度
- 原子力による電力を規制価格（42ユーロ/MWh）で競合事業者に販売
- 年間100TWhが上限（150TWhへの引き上げの可能性あり）
- 一時的に市場価格が低下したため、2016年分は申し込み量がゼロになったが、その後再び市場価格が上昇し、申し込みも増加
- 2022年1月、電気料金の高騰に直面したため、例外的措置として上限を20TWh増やすことを決定（46.2ユーロ/MWh）。

出所）フランス政府、Le Gouvernement engage des mesures exceptionnelles pour protéger le pouvoir d'achat des français et préserver la compétitivité de l'approvisionnement électrique des entreprises face à la forte hausse des prix de l'énergie, 12 January 2022

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (a) エネルギー政策

エネルギー転換法

- 原子力発電比率を2025年までに50%に引き下げ、設備容量を63.2GWを上限とすることを定めた。
 - その後目標年次が見直され、10年延期した2035年に期日を変更した
- フランスにある原子力発電所の多くは80年代から90年代にかけて建設され、今後5年以内に40年の設計寿命を迎えるものが多数ある。これらについて稼働継続、廃止、または新增設するか検討が行われている。

エネルギー転換法に伴うEDFの対応・補償

- 設備容量に上限が設けられたことから、建設中Flamanville-3号機の運転開始を滞りなく進めるために2020年にFessenheim 原子力発電所の閉鎖を決定（1号機は2020年2月、2号機は6月に閉鎖済）
- 補償内容は固定費と変動費に分類される
 - 固定費：職員の再訓練費、廃止措置経費、原子力基本施設税、運転停止後に係る費用等で、総額約4億9,000 万ユーロを、2019年に20%、2021年に80%支払い
 - 変動費：閉鎖に伴う 2041年までの損失を補う目的で、Fessenheim 原子力発電所を除いた同社の90万kW 級原子炉による実際の発電量と電力卸売価格に基づいて金額を決定

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (a) エネルギー政策

エネルギー複数年計画（PPE）

- 2020年4月、フランス政府は、2019年から2028年を対象としたエネルギー複数年計画を公表。
- 原子力による発電量を2035年までに全体の50%とし、再生可能エネルギーによるエネルギーミックスで補う目標を「信頼でき、かつ現実的」なものとして設定している。
- 理由として原子力事故発生時におけるレジリエンス強化の重要性、現在稼働中の原子力発電所の建設時期が過去15年ほどに集中しており持続可能ではない点、再生可能エネルギーの競争力向上とそれを踏まえた中長期目標設定の必要性を挙げている。
- 政府は上記の目標を達成するためのガイドラインを策定しており、原子力の言及は以下。
 - ◆ 2035年までに90万kW レベルの原子炉14基（Fessenheim 原発の原子炉2基を含む）の閉鎖
 - ◆ EDFによって提案された優先順位付けに基づく、閉鎖対象サイトの決定
 - ◆ 電力の安定供給基準が達成された場合に限り、2027・28年の点検時期までに2基の早期閉鎖
 - ◆ 電力の安定供給基準の達成、並びに欧州近隣諸国の動向次第によっては、2025・26年の次期大統領任期満了までに追加で2基の早期閉鎖の可能性
 - ◆ PPE以後(2028年以降)も2040年代まで核燃料処理・リサイクル戦略を継続
 - ◆ 廃炉に関する開発支援
 - ◆ 次回PPE改訂時までにSMRに関する適切な評価を実施
 - ◆ 核燃料サイクルに関するマルチリサイクルの研究開発
 - ◆ 原子炉の新規建設をオプションとして保持

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3)フランス (b)原子力規制の動向

法の枠組み

- ・環境法典の立法規定を実施するためのBNI指令により、原子力施設に適用される要件が定義されている。この指令により、規制機関ASNの活動に法的根拠が与えられる。

- ・BNI指令の主な内容は次の通り。

- 一般条項：この指令が施設の存続期間中に適用されることを規定

- 組織と責任：事業者の技術的能力、統合マネジメントシステム

- 安全の実証：確率論的評価と決定論的評価、内外ハザードの考慮

- 影響の抑制：取放水、環境監視、汚染と有害な影響の防止

- 廃棄物管理：梱包、保管

- 緊急時対応：事業者責任、緊急管理手段、緊急計画要件

- 特記事項：廃止措置など

- ・規制機関ASN以外の国家機関の関わりとしては、原子力施設の認可において事業者から提出される影響評価については、環境庁の意見に従うことになっている。

- ・地域との関わりについては、議員、団体、労働組合、経済界代表などで構成され、原子力安全や放射線防護、原子力活動が人間や環境に与える影響などの監視、情報提供、議論を行う地域情報委員会（CLI）が、原子力施設の認可申請書が提出された時点で設立することができ、また認可発行の時点でその効力を発揮しなければならないことになっている。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (b) 原子力規制の動向

原子力施設のライセンス

- ・原子力施設は環境法典の第5巻第9条により、認可無しに施設を運営することが禁じられている。
- ・必要な認可を受けずに、または認可に違反して施設を運営した事業者は、環境法典に規定されている制裁を受ける可能性がある。
- ・原子力施設の運営を想定している事業者は、認可手続きを開始する前であっても、施設の安全性を確保するために採用する選択肢の全てまたは一部について、ASNに意見を求めることができる。この準備手続きは、認可申請の審査に代わるものではなく、単に審査を容易にするためのもの。
- ・原子力施設の認可申請は、施設の運営を予定する事業者が原子力安全担当大臣に提出する。ASNは原子力安全担当大臣と共同で申請内容を審査する。
- ・申請書類のうち安全性予備解析報告書の審査には規制機関のASNのみならず、原子力及び放射線リスクに関する公的専門機関のIRSNが関与する。
- ・ASNは原子力安全担当大臣に対し、当該施設の許可に関する政令案の条件を提案する。
- ・原子力安全担当大臣は、許可の政令案を事業者に送付する。事業者は2ヶ月以内にコメントを提出することができる。その後、大臣はASNの意見を聴収する。
- ・原子力施設の認可は、首相が署名し、原子力担当大臣が連名した政令によって発行される。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (b) 原子力規制の動向

検査

- ・原子力活動に関する規制のひとつとして、運転中において施設の全部または一部を訪問して、原子炉の定期的な停止などの重要な活動の際に文書及び現場での確認を行う検査がある。
 - ・事業者は規制業務に必要な情報をASNに提供することが求められる。この情報に基づき、ASNは検査の対象を選定する。
 - ・運転開始以降、事業者が提案する安全関係の変更はASNの承認の対象となる。一方でASNは、原子力安全や放射線防護への影響が限定的な活動については、事業者が単独で責任を負うべきと考えており、事業者内の内部チェックメカニズムが設置されていることを条件に、事業者が内部オーサライズして活動することを認めている。
 - ・検査は数週間前に通知されることもあるが、約20%程度は抜き打ちで行われるものもある。
- 検査の主な種類は以下の通り。

- 定期的な検査
- 数日を費やしての検査員全員での徹底検査
- 排出物の抜き取り検査
- 重要なイベントの後に実施する検査
- 特定の作業が行われているときに実施する作業現場での検査

権限の行使

- ・ASNは、事業者において安全規制要求事項の遵守違反が明らかになった場合、遵守するよう正式に通知した後、必要に応じて罰則を課することができる。この罰則には、是正措置がとられるまでの間の原子力施設の運転停止を含むことができる。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (b) 原子力規制の動向

規制機関ASN

- ・2006年に制定された法律により、独立した行政機関としてASNが設立され、全ての民間原子力活動における原子力安全と放射線防護を規制することになった。
- ・ASNには原子力安全及び放射線防護に関する政令・指令を明確にするための規制決議を発行する権限が与えられている。但し、決議には原子力安全または放射線防護担当大臣の承認が必要。
- ・ASNは5人の委員からなる委員会によって運営。委員長を含む3名は大統領が、残り2名は下院と上院の議長によって任命される。委員会メンバーの任期は6年（更新不可）で、政府や他のいかなる個人や機関からも指示を受けず、完全に公平な立場で行動する。
- ・ASNは、市民に信頼され、国際的、効果的で、公平、合法的、信頼できる原子力の管理を確保するために、次の4つの価値観を掲げておりこの価値観に基づき業務を遂行している。

- 能力
- 独立性
- 厳格性
- 透明性

図表2-32 規制機関ASN



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (c) 技術開発

- フランスは高速増殖炉開発に力を入れ、原型炉のフェニックスと実証炉のスーパーフェニックスを保有していたが、現在では両基とも閉鎖済である。
 - フェニックスは1973年に初めて送電系統に接続された。当初の運転期間は20年を予定していたが、2010年まで運転されたのち、閉鎖された。
 - スーパーフェニックスは1986年の運転開始以降トラブルが相次ぎ、安全対策のため1990年に運転を停止した。その後、1994年に運転を再開したが、1997年の国民議会選挙で連立政権に参加した緑の党の要求を受け、1998年に閉鎖が決定された。

図表2-33 スーパーフェニックス空撮



出所) CEA, Sodium-Cooled Nuclear Reactors, 2016, p.51.

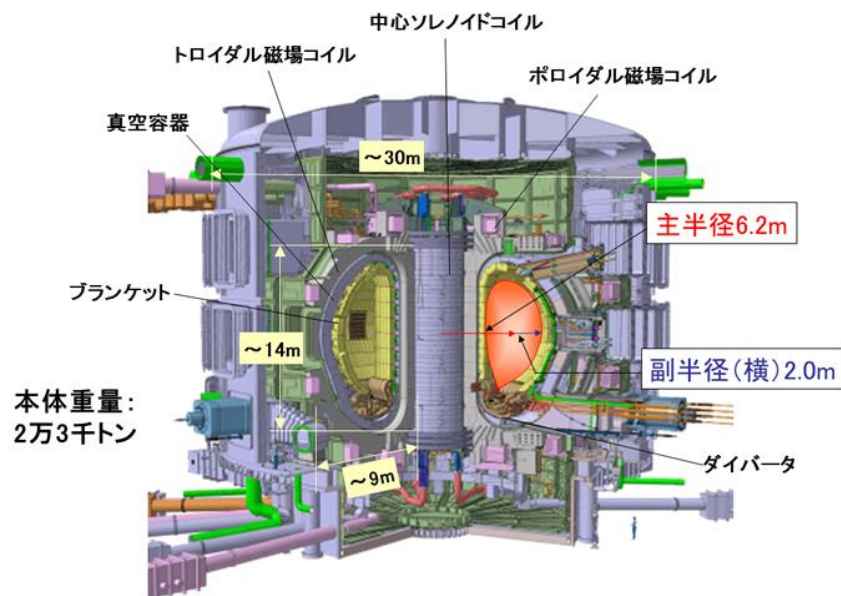
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (c) 技術開発

- フランスは核融合の研究開発も進めており、南仏カダラッシュに国際熱核融合実験炉（ITER）を保有する。
- ITER計画には各国の企業や研究機関が関わっており、2021年5月には三菱重工がトロイダル磁場コイル（高温のプラズマを炉の中に磁場で閉じ込めるための機器）全19基のうち、4基を完成させたことを発表している。
- 実現までに解決すべき課題が多いことから、第四世代炉よりも先の技術と位置付けられているが、核融合もまた将来のエネルギーの選択肢として大いに期待されている技術である。

図表2-34 ITER模式図



出所) 文部科学省ウェブサイト

図表2-35 三菱重工製TFコイル



出所) 2021年5月24日付三菱重工プレスリリース

2. 海外原子力産業

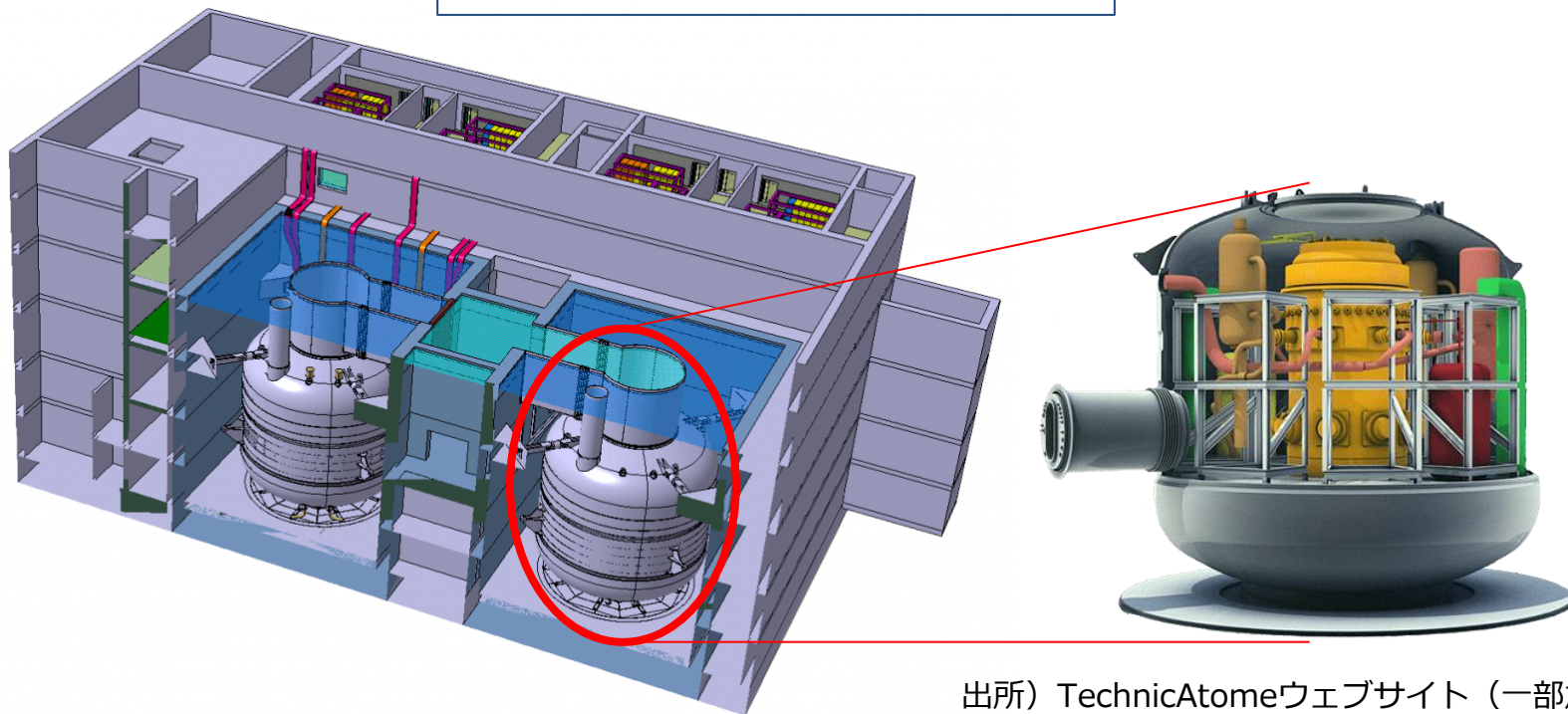
2-1. 国別政策・産業動向

(3) フランス (c) 技術開発

- フランスでは原子力・代替エネルギー庁（Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, CEA）、フランス電力（Électricité de France, EDF）、TechnicAtome社、Naval Groupが共同で、“Nuward”と呼ばれるSMRを開発している。
- 2021年10月に行われた、2030年に向けたフランスの成長戦略に関する演説において、マクロン大統領は2030年までにSMR実証炉を建設することを目標として、大規模な投資を行う意向を発表した¹。

¹ 大統領府ウェブサイト

図表2-36 Nuward模式図



出所) TechnicAtomeウェブサイト (一部加筆)

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3)フランス (d)産業政策

フランス政府は2020年9月3日、「フランス復興計画（France Relance）」を発表した。

- ・ 総額1,000億ユーロの経済復興策であり、環境政策、企業競争力強化、社会的結束の3つを優先課題とした。1,000億ユーロの内、400億はEUからの資金提供、600億は経済活発化による税収増を見込んでおり、今回の政策による増税はない。
- ・ 1,000億ユーロの内訳は環境政策に300億ユーロ、企業競争力強化に340億ユーロ、社会的結束に360億ユーロ。
- ・ 原子力関連は環境政策に分類。4億7000万ユーロを投入し、技術や訓練への投資、原子力産業の下請け業者の支援、小型モジュール炉（SMR）の設計研究に資金を提供を実施。2021年10月には「フランス原子力基金」を設立（後述）。

図表2-37 フランス復興計画

優先課題	主な支援内容
環境政策	省エネ改築支援（67億ユーロ）
	製造業脱炭素化支援（12億ユーロ）
	鉄道部門支援（47億ユーロ）
	水素関連支援（70億ユーロ）
企業競争力強化	企業減税（200億ユーロ）
	中小企業への投資、長期融資への公的保証供与（30億ユーロ）
社会的結束	医療機関への投資（60億ユーロ）
	地方自治体への財政支援（50億ユーロ）

図表2-38 France Relance



出所) フランス政府、Dossier de presse France Relance, 3 September 2020

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3)フランス (d)産業政策

フランス政府は2021年5月14日、「フランスの産業政策－その進展と国際比較」というレポートを発表した。問題意識は以下の通り。

- ・ フランスは英国と並ぶ産業国であるにもかかわらず、近年その産業競争力が急速に劣化している。生産性の低下、雇用水準の低下、技術革新の停滞、貿易不均衡などが相まって、フランスの経済に悪影響を及ぼしている。
- ・ これまで長年フランスにおいて産業振興政策には重きが置かれてこなかった。その結果、フランスの労働力単価は競争相手の国（例えばドイツ）と比較して高くなり、周辺国と比べて各種税率が高いことも相まって、フランス製品の国際的なコスト競争力低迷をもたらしている。

その問題意識に基づき、フランス政府は以下の分野ごとの対策（Sectoral Approach）を示唆している。

図表2-39 Sectoral Approach

分野	現状と課題
自動車	今やドイツの6分の1の規模となり、この分野の衰退で他の産業にも悪影響を及ぼしている。
航空	経済衰退の中でこの分野は例外的な成功を収め、フランス産業界もその恩恵を受けてきた。
宇宙	米国やアジアの新興企業と異なり、欧州の伝統的な企業は市場構造の変化に対応できていない。
通信	GAFAMやBATXHといった企業が利益の大半を得ている中、フランス企業はR&D力を得る必要がある。
鉄道	グローバルに市場集中が進んでいるが、依然として公共的性格が強く、脱炭素化はチャンスである。
電力	発電設備製造分野でかつて成功していたフランスは、今や革新技術開発でも後れを取っている。
医療・薬品	規制産業である故にコスト削減がなされてきていない。

出所) フランス政府、Industrial policies in France Developments and international comparisons, 14 May 2021

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3)フランス (d)産業政策：France2030

2021年10月、マクロン大統領は今後5年にわたり、革新技术に対する300億ユーロの投資計画“France 2030”を発表した。この中には地球温暖化ガス削減に貢献するエネルギー技術への投資80億ユーロ、電気自動車やハイブリッド車開発への投資40億ユーロ、低炭素航空機を2030年までに実用化するプロジェクトなどが含まれている。内訳は以下の通り。

図表2-40 France 2030の分野別投資計画

分野	投資額（億€）	目標
エネルギー	80	廃棄物管理に優れた小型原子炉の開発 グリーン水素分野で世界のリーダーとなること 産業界の脱炭素化
輸送	40	電気自動車及びハイブリッド車の200万台生産達成 世界初の低炭素航空機（Low-carbon aircraft）
食料	20	健康的で持続的な、追跡可能な食糧生産
健康	30	ガン、慢性疾患など向けのバイオ薬品20種及び、革新的な医療手段の開発
宇宙・海底	20	宇宙と海底開発への投資

出所）フランス政府、France 2030 : un plan d'investissement pour bâtir la France de demain, 2022/1/11

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

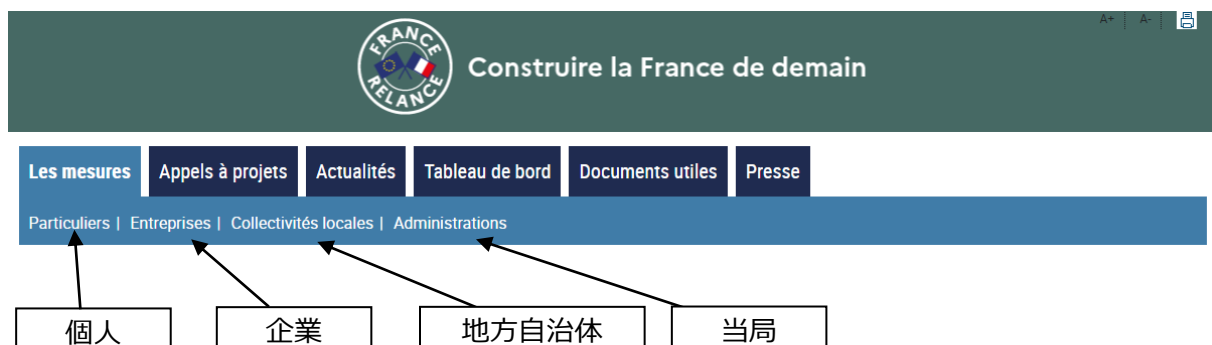
(3)フランス (d)産業政策：原子力基金（Fonds France Nucléaire）

- 2021年10月、2023年までに総額2億ユーロの投資を目標とした投資ファンド「Fonds France Nucléaire（フランス原子力基金）」に対し、フランス政府とEDFは5,000万ユーロずつ出資する旨を発表した。
- 2022年末までに計1億ユーロの投資完了後、第二弾として同額を資金調達予定。

<参考：フランス復興計画とフランス原子力基金との関係>

フランス復興計画では総計4.7億ユーロを投じ、企業を対象とした支援策として、この「フランス原子力基金」の他に少なくとも2つの原子力関連支援プログラムを設置している。（下記参照）

図表2-41 フランス原子力基金



フランス原子力基金（Fonds France Nucléaire）

原子力部門における産業の近代化と能力開発の支援（Soutien à la modernisation industrielle et renforcement des compétences de la filière nucléaire）

原子力分野の研究開発への支援（Soutien à la recherche et au développement dans la filière nucléaire）

- 運営主体：Sigefi Private Equity（Siparex Group）
- 投資方針：国内の原子力産業に重要なノウハウを持つフランス企業への投資を優先
- 支援企業の活動分野：エンジニアリング - 研究開発、土木工学、産業機器、冶金学 - 機械加工 - ボイラー製造 - 溶接、熱処理 - コーティング、バルブ、解体 - 除染 - 廃棄物処理、非破壊検査、安全性 - 放射線防護 - 設備の保護、換気 - 冷却装置など

出所）フランス政府、Fonds France Nucléaire, 2022/3/11

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3)フランス (d)産業政策：新・エネルギー戦略

マクロン大統領は2022年2月10日、訪問先のBelfortにおいて「再生可能エネルギーと原子力とを2つの柱とする新しいエネルギー戦略」について演説した。原子力産業に関する言及・提言は以下の通り。

- 安全上の事情がある場合を除き全ての既設炉を廃炉せず、フランス原子力規制機関ASNの審査を経て50年以上運転させる。
- EPR2（改良型EPR）を6基、2050年までに完成させる。
- 最初の1基を2028年着工・2035年運転開始とする。
- 更に8基建設も検討。
- France2030の枠組み内でと呼ばれるSMR"NUWARD"開発、及び廃棄物の少ない革新型炉開発にそれぞれ5億ユーロ、計10億ユーロを割り当てる。
- SMR初号機は2030年までに完成させる。

また、原子力新設と電力システムの脱炭素化を進めるEDFに関して以下の言及をしている。

- （上記予算とは別に）EDFの取り組みに対して更に数百億ユーロの政府予算を割り当てていく。
- ARENHの後継となる新しい電力規制制度により、フランス国民により安くて安定的な電力を供給する。

更に、再生可能エネルギーと原子力プロジェクトを円滑に推進する鍵の一つとして、審査に時間を要している点を指摘し、規制の合理化を進めるべきとも述べている。

出所) フランス政府、2022年2月11日（フランス語）

<参考>

2月10日、EDFはGE Steam Powerの原子力事業買収についてGE社と合意

EDFによれば、GE Steam Power社の蒸気タービンはフランスを含む世界15か国での原子力発電所に採用されている。今回の合意により、その全てについてEDFグループ事業とすることとされた。

出所) EDF、2022年2月10日

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3)フランス (d)産業政策：フランス復興計画と原子力支援

2022年3月現在、フランス復興計画（France Relance）への政府支援付与状況は以下の通り。

注）フランス政府はFrance Relanceに関する支援付与状況を随時アップデートしている模様。

図表2-42 フランス復興計画（France Relance）への政府支援付与状況

分野	国からの支援額（State Aid）（M€）	プロジェクト数
(Re)localization in critical sectors	731.2	518
AMI Capacity, relating to the production capacities of therapeutic products related to COVID-19	530.7	48
Nuclear Sector Investment Support Fund	99.0	195
Modernization of the automotive sector	360.1	485
Modernization of the aeronautical sector	295.0	449
Skills building	11.7	43
Support for industrial investment in the territories	473.2	1128

出所）フランス政府＞France Relance

原子力分野の支援プログラムにおけるプロジェクト及び参加企業（2022年3月現在）

EDFが参加するものを例示。

図表2-43 EDF参加プロジェクト

プロジェクト名	概要	参加企業
3F2E	“Nuclear 4.0” （高度化）	IXBLUE, Photonics Bretagne, Sedi-ATI Fibres Optiques, Technicatome、EDF
ARQANE	製造業の高付加 価値化	CEA, Framatome, INOVSY, Institut de Soudure, Naval Group, Nuclear Valley, Orano Projets, Team Henri-Fabre, Tehcnicatome, EDF
MECANUM	デジタルツイン	EDF, CEA, Framatome, Naval Group, Nuclear Valley, Orano Projets

プロジェクトの詳細は公開されていない。

出所）EDF及びフランス政府

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(3)フランス (d)産業政策：原子力

2020年、欧州委員会発行の「欧州原子力サプライチェーンの維持と最適化」報告書において、欧州各国の既設炉における重要設備のサプライチェーン維持に向けた方策が示唆された。

欧州共通の示唆は以下の通り。

* サプライチェーン維持には国を超えた事業者同士で協力する等して継続的な投資を維持すること、そのために基準も統一し、安全系機器の品質管理におけるベストプラクティスを共有することが有効。

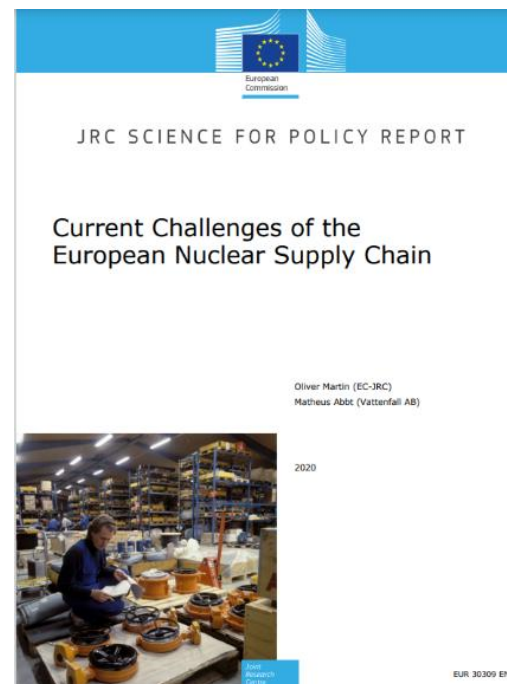
* 安全系機器も含めた重要な機器に対して非原子力グレード（一般産業グレード）の基準を適用することは、今後60年運転を見据えた際にサプライチェーンの途絶に対して有効な対策となり得る。

図表2-44 欧州原子力サプライチェーンの維持と最適化

フランスに関する示唆は以下の通り。

* フランスは59基という欧州最大規模の原子力産業を有しているが、それでも小企業の中には、コストに見合った収入が得られないとして交換機器の製造を中止するところが出てきた。それに対しEDFは、特定の企業に継続的に製品を製造させることで技術の陳腐化を防止してきた。なお、機器の一部を非原子力グレード（一般産業グレード）にしてサプライチェーンを維持する方策は、EDFでは取られていない。

Martin, O. and Abbt, M., *Current Challenges of the European Nuclear Supply Chain*, EUR 30309 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-20872-3, doi:10.2760/23903, JRC121103



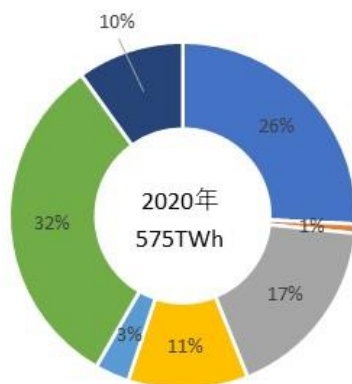
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (a)エネルギー政策

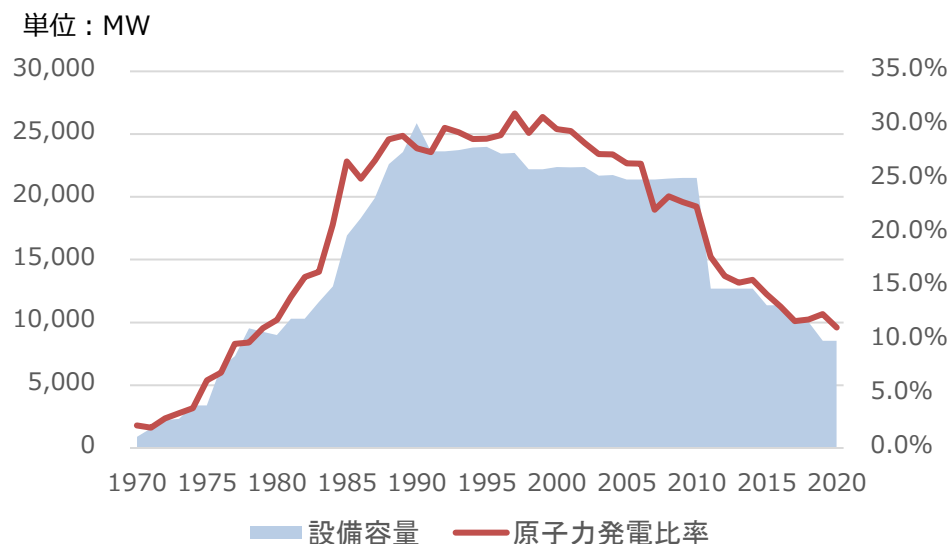
- 2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故を受け、7月に最も古い7基を廃止、運転中の9基も2022年までに段階的に廃止することを決めた。
- 2038年末までの石炭・褐炭火力全廃
 ➤2021年11月、社会民主党（SPD）、緑の党、自由民主党の連立協定書を発表。「理想的には」2030年へ石炭・褐炭火力全廃を前倒しするとした

図表2-45 発電電力量構成



■ 石炭 ■ 石油 ■ 天然ガス ■ 原子力 ■ 水力 ■ 太陽光・風力 ■ バイオ・廃棄物

図表2-46 原子力設備容量、発電比率の推移



出所) 原子力発電比率：World Energy Balances 2021 database, IEA
 原子力設備容量：世界の原子力発電開発の動向, JAIF

出所) World Energy Balances 2021 database, IEA

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (a)エネルギー政策

脱原子力の経緯

- 1986年のチェルノブイリ事故を契機に原子力発電への反対運動が活発化
- 1998年に成立した社会民主党（SPD）と緑の党による連立政権は脱原子力政策を打ち出す
- 2002年には原子力法が改正され、原子力発電所は32年間の運転後順次、廃止
 - 残存発電電力量を設定し、発電量が上限に達した発電所から廃止
- 2010年10月、メルケル政権は脱原子力政策を一部見直す原子力法の改正を実施。32年とされていた原子力発電所の運転期間を平均12年延長
- 2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故を受け、メルケル政権は脱原子力に転じた
- 2011年7月には一時停止中の8基の再稼働を禁止し、運転中の9基も2022年までに段階的に廃止することを決めた
- 電力会社は財産権の侵害に当たるとして、補償を求め連邦憲法裁判所に提訴。2010年に認められた12年の運転期間延長分も含め総額190億ユーロを補償すべきと主張。
- 連邦憲法裁判所は運転期間延長の取り消しは合憲とし、残存発電電力量が確保できなかった発電所のみ、補償の対象とした。
- 2021年12月、BROKDORF、GROHNDE、GUNDREMMINGEN-C の計3基が運転を停止した。残る3基の原子力発電所（EMSLAND、ISAR-2、NECKARWESTHEIM-2）も2022年末までに廃止する計画

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (b)原子力規制の動向

法の枠組み

- ・原子力の使用に関しては連邦に独占的な立法権を有する。
- ・原子力法の目的は次の通り。
 - 原子力エネルギー使用の段階的廃止まで、原子力施設の秩序ある運用を確保
 - 原子力エネルギーの危険性や放射線による有害な影響から生命、健康、資産を保護
 - 安全保障に対する、原子力エネルギーの使用による危険を防ぐ
 - 原子力エネルギー及び放射線防護の分野における国際的な義務を満足していることを保証
- ・法的規則の詳細については、連邦政府が発行する条例が担っており、この条例の発行には連邦議会の同意が必要。
- ・その一方で州は、法の執行を連邦政府に代わって行うという役割分担となっている。
- ・連邦規制機関BMUが公表する規制ガイドラインは、異なる州における法の施行を、可能な限り同等の基準に従って行われることを保証している。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (b)原子力規制の動向

原子力施設のライセンス

- ・原子力法によれば、原子力施設の建設及び運用等にはライセンスが必要とされている。無許可な場合、建設または運用が禁じられたり、最終的な停止が命じられる。また、付与したライセンスとは大きく異なる方法で建設または運用されている場合にも、権限が行使される。
- ・一度ライセンスが発行されれば、そのライセンスは期間限定ではなく、延長や更新の必要はない。ライセンス手続きは、本質的な変更や廃止措置に対してのみ行われる。

- ・ライセンス付与の前提条件の主なものは以下の通り。
 - 信頼性に疑義を乗じさせる事実が知られておらず、必要な資格を有している
 - 危険性に対処するために、最先端の科学技術に照らして必要な予防措置がとられている
 - 第三者による破壊的な行為やその他の干渉に対して必要な防護が提供されている
- ・ライセンス申請書は州の機関に提出される。提出される書類の主な内容は以下の通り。
 - 機器の説明と図面
 - 第三者による妨害やその他の介入等に対する措置
 - 安全性とその運用に関するデータ
 - 事故や破損時に講じる措置
 - 安全解析報告書
- ・ライセンス手続きが重要なものであると考えられる場合、連邦規制機関BMUが関与する。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (b)原子力規制の動向

検査

- ・規制の目的は、一般公衆及び施設での従事者をリスクから保護すること。
- ・規制による現場での監視活動は、平均して週に1回行われ、無制限のアクセスを持っている。
- ・検査の主な観点は以下の通り。
 - 安全関連の運用手順の遵守
 - 安全関連機器及びシステムの性能確認
 - 報告されたイベントの評価
 - 施設または運用変更の実施状況
 - 従事者の放射線監視
 - ライセンス保有者の信頼性
 - 資格や知識の維持
 - 品質保証
- ・これらに加え、包括的な定期安全レビューが10年ごとに行われる。

権限の行使

- ・ライセンス条項や監督命令に対して不履行の場合、各州の機関は強制的な行政措置によってその履行を実施する権限が与えられる。
- ・一般公衆や施設の従事者に対してかなりの危険性が疑われる場合や、ライセンス許可の前提条件が満たされなくなった場合、ライセンス保有者が法に反した場合、ライセンスを取り消す措置がとられることがある。
- ・原子力法の規定違反に対しては、罰金等の制裁が行われる。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (b)原子力規制の動向

連邦規制機関BMU

・連邦環境自然保護原子力安全省BMUは、原子力エネルギーを使用を担当する連邦経済エネルギー省BMWiと別の組織として、首相より原子力安全と放射線防護の省として指定されている。州の機関

・州は、法の執行を連邦政府に代わって行う。各州の政府は、原子力規制を担当する機関をそれぞれ指定している。法的拘束力を含むライセンス保有者とのやりとりは、州により行われる。

・連邦と州との間においては、BMU、州機関の代表者で構成される州原子力委員会LAAが設置されている。LAAは、連邦と州機関との間でやりとりを行い、規制活動の調整を行う。

・例えば、ネッカーハイム原子力発電所が所在するバーデン＝ヴュルテンベルク州では、環境気候保護エネルギー省において規制が行われている。掲げられているミッションステートメントの項目は以下の通り。

- 法と秩序
- 人と環境の保護
- 品質
- ワークスタイル
- 一体感
- 評価者との関係
- 事業者との関係
- 公衆との関係
- 他機関との関係

図表2-47 Leitbild für die Abteilung
Kernenergieüberwachung,
Umweltradioaktivität



出所) BMU, Report by the Federal Government for the Eighth Review Meeting of the Convention on Nuclear Safety in March/April 2020, 12 June 2019

Baden-Württemberg umweltministerium, Leitbild für die Abteilung Kernenergieüberwachung, Umweltradioaktivität, 01/2015

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (c)技術開発

- 脱原子力政策を進めるドイツでは、新型炉開発をはじめとした原子力新設に係る技術開発は進められていないが、放射性廃棄物処分に向けた技術開発が進められている。
- 地層処分の実施主体である連邦放射性廃棄物処分会社（Bundesgesellschaft für Endlagerung, BGE）が中心となって、処分場のサイト選定に関連した研究開発を進めている。
- また、放射性廃棄物管理に関する欧州共同プログラム（EURAD）などの国際的な研究開発枠組みにも参加し、関連技術に対する知見を高めている。
- ニーダーザクセン州に位置するアッセII鉱山では、1967年から1978年にかけて試験的な処分が行われていた。その後も廃棄物の保管施設として使用されていたが、2010年以降は同サイトからの廃棄物取り出しが進められている。

図表2-48 アッセII鉱山における岩塩採掘の様子



図表2-49 過熱試験による塩の挙動確認



出所) BGEウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (c)技術開発

- 一部の大学では原子力関連技術の研究プログラムを実施している。
- 特に著名なものとして、カールスルーエ工科大学の核物理・原子炉技術研究所（INR）では、原子力安全や核融合に関する研究を実施。具体的な活動内容は以下の通り：
 - 施設やその構成機器を対象とした理論分析
 - 実験を伴う調査
 - 実験データに基づくコードやモデルの検証
 - 運転時の過渡現象に関する調査
 - 原子炉システムにおける破損とシビアアクシデントに関する調査
 - 安全解析のためのコンピュータコードの開発
 - 機器のレイアウト、設計、認証、最適化

出所) カールスルーエ工科大学ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (d)産業政策

2022年までに全ての国内の原子力発電所を廃止することを法律で定め、EUタクソノミーにおいて原子力発電を持続可能なエネルギー源と位置づけ投資を促進する原案に対しても反対の意を表明しているドイツでは、原子力産業を支援する政策的な動きはない。

2019年11月、ドイツ経済・気候行動省（Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action）は“Industrial Strategy 2030”を発表し、産業にイノベーションと国際競争力を促すための施策を示した。

同レポートでは以下の産業セクターが特に革新技术開発上重要とされている：

- ・ 自動車・輸送産業
- ・ 鉄・銅・アルミニウム及び他の非鉄金属・エネルギー多消費産業
- ・ 化学・医薬品産業
- ・ Industrie 4.0や付加製造業を含む機械・エンジニアリング産業
- ・ 電気工学及びIT産業
- ・ 光学及び医療技術産業
- ・ 環境・エネルギー工学産業
- ・ 航空宇宙産業
- ・ 海洋産業
- ・ セキュリティ・防衛産業
- ・ その他中小企業が多い産業で、技術革新及び経済成長に貢献し得る産業

図表2-50 Industrial Strategy 2030



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(4)ドイツ (d)産業政策:中小企業政策

ドイツはEUの中でも中小企業の割合が高い国である（約350万社、99.5%）。これらの中小企業が創出する売上は約2兆3,970億ユーロであり、全ドイツの売上の34.4%、全企業の純付加価値の61%以上を占め、雇用面での貢献も大きい。

これらの企業の海外展開を支援する主な政策は以下の通り。

- 中小企業の国外市場開拓プログラム（MEP:KMU-Markterschließungs programm）（経済エネルギー省管轄）
 - 環境技術、ヘルスケア、市民の安全保障に関わる技術やサービスなどの重点分野の他、分野包括的な中小企業向け支援を提供。
 - MEPの枠組みの下、年間150のプロジェクトが開催され、助成額は1,000万ユーロ。参加企業数は約1,500社、1万件の商談を創出し、1億700万ユーロの売上に貢献。
- 輸出イニチアチブ・エネルギー（Exportinitiative Energie）
 - 対象は再生可能エネルギー、省エネ、インテリジェント・ネットワーク、畜エネルギー技術および Power to Gas や燃料電池分野等。

資金面では、AKAドイツ輸出信用銀行（AKA-Bank）やKfW-IPEX銀行（復興金融公庫（KfW）の輸出・プロジェクトファイナンス部門）、ドイツ投資開発公社（DEG）などが輸出支援を行う。経済エネルギー省委託の下、ユーラーヘルメス信用保険会社が輸出信用保証・投資信用保証などを提供している。

国外展開支援向けに限らず、ドイツ復興金融公庫(KfW)や各連邦州の州立銀行等でも、中小企業を対象とする融資プログラムが数多く提供されている。

注) 以上の情報中、原子力産業に関連する記述は確認できなかった。

出所) ドイツにおける中小企業政策とケーススタディ、2021年3月23日 JETROデュッセルドルフ事務所

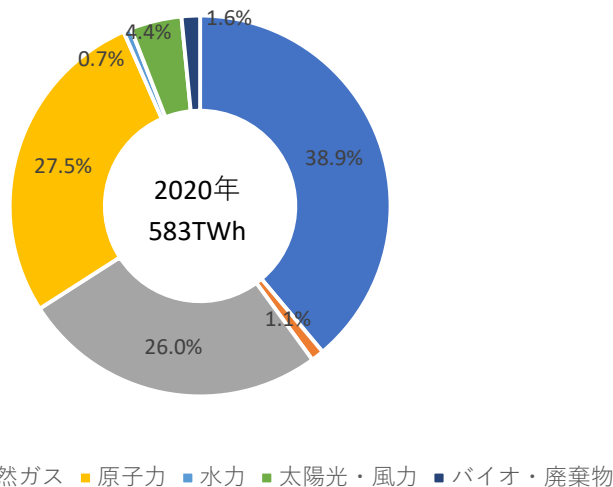
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

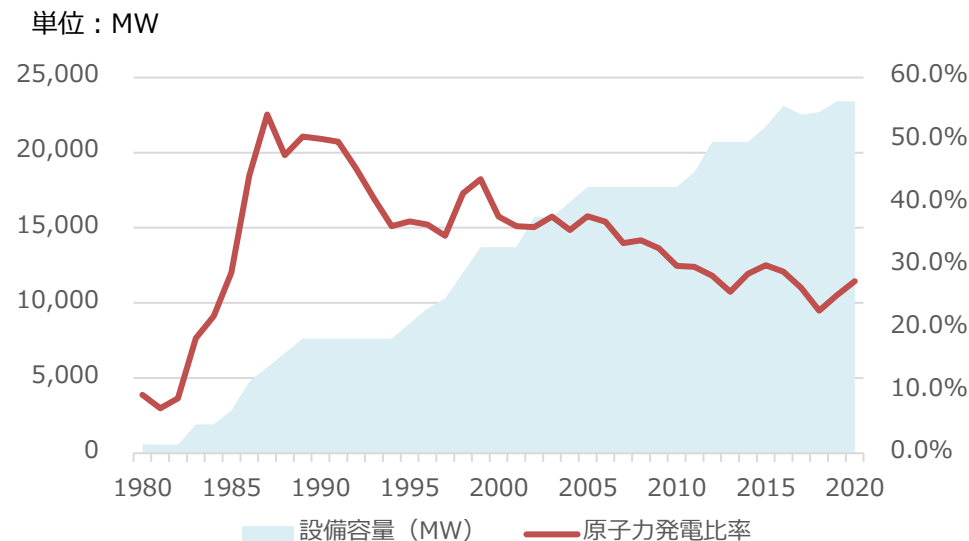
(5)韓国 (a)エネルギー政策

- 火力発電の割合が高い。発電電力量の内、石炭火力は39%、ガス火力は26%を占める。
- 原子力は設備容量は一貫して上昇傾向だが、原子力発電比率は1990年以降低下傾向
- 2020年12月に発表された「第9次電力需給基本計画」によると、新古里原子力発電所5号機、6号機が完成する2022年に26基となるのをピークに2034年までに17基に縮減していくとしている。

図表2-51 発電電力量構成



図表2-52 原子力設備容量、発電比率の推移



出所) World Energy Balances 2021 database, IEA

出所) 原子力発電比率：World Energy Balances 2021 database, IEA
原子力設備容量：世界の原子力発電開発の動向, JAIF

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (a)エネルギー政策

国家エネルギー基本計画

- 2008年に作成された「第1次・国家エネルギー基本計画(2008-2030年)」では総発電設備容量に占める原子力発電の比率を2007年の26%から2030年の41%に引き上げることを目標にした。2011年の福島第一原子力発電所の事故や既存の発電所で偽装部品の使用が発覚したことにより、この計画は見直すことになった。
- 2013年に作成された「第2次・国家エネルギー基本計画(2013-2035年)」では、原子力発電所の電源比率を29%に下方修正した。
- 2017年に誕生した文政権は脱原子力政策を打ち出し、建設工事が着工していない原子力発電所建設計画の白紙化と既存発電所の運転延長を認めない決定を下した。
- 2019年に作成された「第3次・国家エネルギー基本計画(2019-2040年)」では原子力発電の運転延長や新設を行わず、長期的に段階的に縮減していくとしている。

出所) MOTIE ホームページ

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (a)エネルギー政策

第6次原子力振興総合計画（2022～26）

- 2021年12月、「第10回原子力振興委員会」で第6次原子力振興総合計画を確定した。
- 同計画は国の原子力技術開発と利用政策を体系的に推進するため5年ごとに策定。
- 原子力分野に今後5年間で2兆7千億ウォン（約2,620億円）投資
 - 国内原子力発電所の安全性を強化するため、関連研究開発（R & D）に2022年から2029年までに計6,424億ウォン（約620億円）
 - 使用済み核燃料の保存や廃棄に関するR&Dにも29年までに計4,300億ウォン(約420億円)
- 廃炉技術・SMRなど未来の有望分野の核心技術を確保することで、輸出競争力強化を支援。
- 原子力の未来技術をリードする人材を養成
 - 後輩世代への知識伝達のための退職(予定)者-大学(院)生交流プログラムの運営等

出所) MOTIE、2021年12月27日

第20代大統領選挙

- 2022年3月9日に投開票が行われた第20代韓国大統領選挙で尹錫悦候補の当選が確定。
- 尹氏は、選挙公約に「原発強国の実現」を掲げており、既存の脱原子力政策を変更する可能性がある。

出所) JETRO ホームページ

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (b)原子力規制の動向

法の枠組み

- ・原子力安全の法的枠組みは、法律、大統領令（法律の執行命令）、首相条例（法律の執行規則）、規制機関NSSCによる規則などで構成。
- ・原子力の安全規制を規定する主要な法律である原子力安全法の主な項目は以下の通り。
 - 原子炉及び関連施設の建設
 - 原子炉及び関連施設の運転
 - 研究炉の建設と運転
 - 輸送と処分
 - ライセンスと試験
 - 規制と監督
- ・NSSC以外の、原子力規制に関与する主な組織として、技術支援機関KINS（原子力安全技術院）があり、技術規制活動として、原子炉施設の許可・承認に関する審査等を行っている。
- ・NSSCは原子力発電所に関連する原子力安全協議会を設けており、地域住民、地方自治体、規制機関の間におけるコミュニケーションを促進している。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (b)原子力規制の動向

原子力施設のライセンス

- ・原子力施設のライセンスプロセスは、建設許可と運営ライセンスの2つで構成。必要に応じ、標準設計承認及び早期サイト承認を申請することができる。
- ・標準設計承認を活用すると、その設計を参照する施設の安全レビューを部分的に除外できる。
- ・早期サイト承認は、建設工事の一部を実施するにあたり活用される。申請にあたっては放射線による環境への影響の評価が必要になる。
- ・建設許可にあたっては、以下の内容等を添付した申請書を規制機関NSSCに提出する必要がある。
 - 放射線環境報告書
 - 予備的安全解析報告書
 - 建設に係る品質保証計画等
- ・運転ライセンスの取得にあたっては、以下の内容等を添付した申請書を規制機関NSSCに提出する必要がある。
 - 技術仕様
 - 最終安全解析報告書
 - 運営に係る品質保証プログラム
 - 放射線環境報告書

- ・規制機関NSSCは技術支援機関KINSによる審査に基づき審議の上で許可等を発行する。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (b)原子力規制の動向

検査

- ・原子力安全法は、原子炉及び関連施設の建設及び運営に関して、規制機関NSSCの検査を定期的に受けることを規定している。また、検査に関連して、以下を規定している。
 - 規制機関は、事業者に対して業務の報告、書類の提出、提出文書の補完を求めることができる。
 - 検査員は施設に入り、記録、文書、施設等を確認し、関係者への質問や試料を収集できる。
- ・検査の主な種類は以下の通り。
 - 使用前検査
 - 品質保証検査
 - サプライヤー等の検査
 - 定期検査
 - 日常点検
 - 特別検査
- ・これらに加え、包括的な定期安全レビューが10年ごとに行われる。

権限の行使

- ・規制機関NSSCは事業者が以下のいずれかに該当する場合、許可またはライセンスの取り消しまたは事業停止を命じる場合がある。
 - 承認なしに許可の対象となる事項を変更した場合
 - 許可またはライセンスの基準を満たさなかった場合
 - 検査等の結果として措置を講じるという規制機関からの命令に違反した場合
 - 安全対策に関する許可またはライセンス条件または規制に違反している場合

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

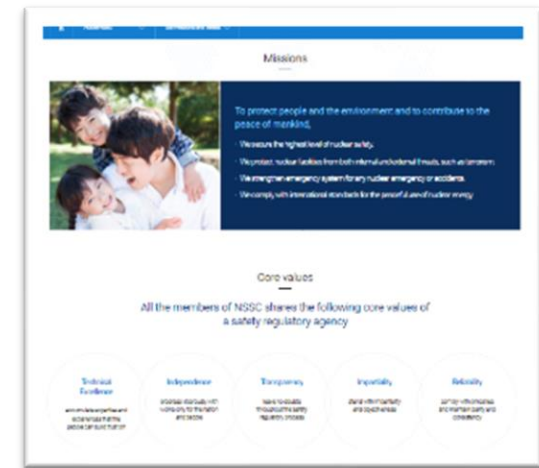
(5)韓国 (b)原子力規制の動向

規制機関NSSC

- ・原子力安全委員会NSSCは、原子力安全、セキュリティ、不拡散を担当する独立した規制機関として2011年10月に設立。
- ・NSSCは、原子力安全法のもとで原子力施設のライセンスを含む原子力施設の安全規制の権限と責任を有している。一方、原子力発電の促進は産業エネルギー省が担っており、両者の機能は分離されている。またNSSCは、原子炉施設の許可等において、首相の指示を受けないと定められている。
- ・NSSCは9名のメンバーで構成され、委員長と1名のメンバーが常任となっている。委員長は首相により指名され大統領により任命される。常任を含む4名は委員長により、残り4名は議会により指名され大統領により任命される。

図表2-53 規制機関NSSC

- ・NSSCの目的と運用原則の主な内容は以下の通り。
 - 目的：放射線災害から国民を守り、公共の安全と環境保全に貢献すること
 - 原則：独立と公平性を維持し、安全管理に必要な施策を講じ、実施すること
- ・NSSCはコアバリューとして以下を掲げている。
 - 技術的エクセレンス
 - 独立性
 - 透明性
 - 公平性
 - 信頼性



出所) NSSC,ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (c)技術開発

- 韓国では韓国原子力研究院（Korea Atomic Energy Research Institute, KAERI）が原子力技術の研究開発を主導している。
- KAERIでは高速炉や高温ガス炉の開発を進めていたが、文在寅政権の韓国内における脱原子力政策下での進行状況は確認できない。
 - 国内には高温ヘリウムループ試験装置を保有（下左図）
- 2021年6月にはサムスン重工業と協力協定を結び、洋上浮体型の溶融塩炉を開発する計画を発表した。（下右図）

図表2-54 高温ヘリウムループ試験装置



図表2-55 サムスン重工との協定調印式の様子



出所）KAERIウェブサイト

2. 海外原子力産業

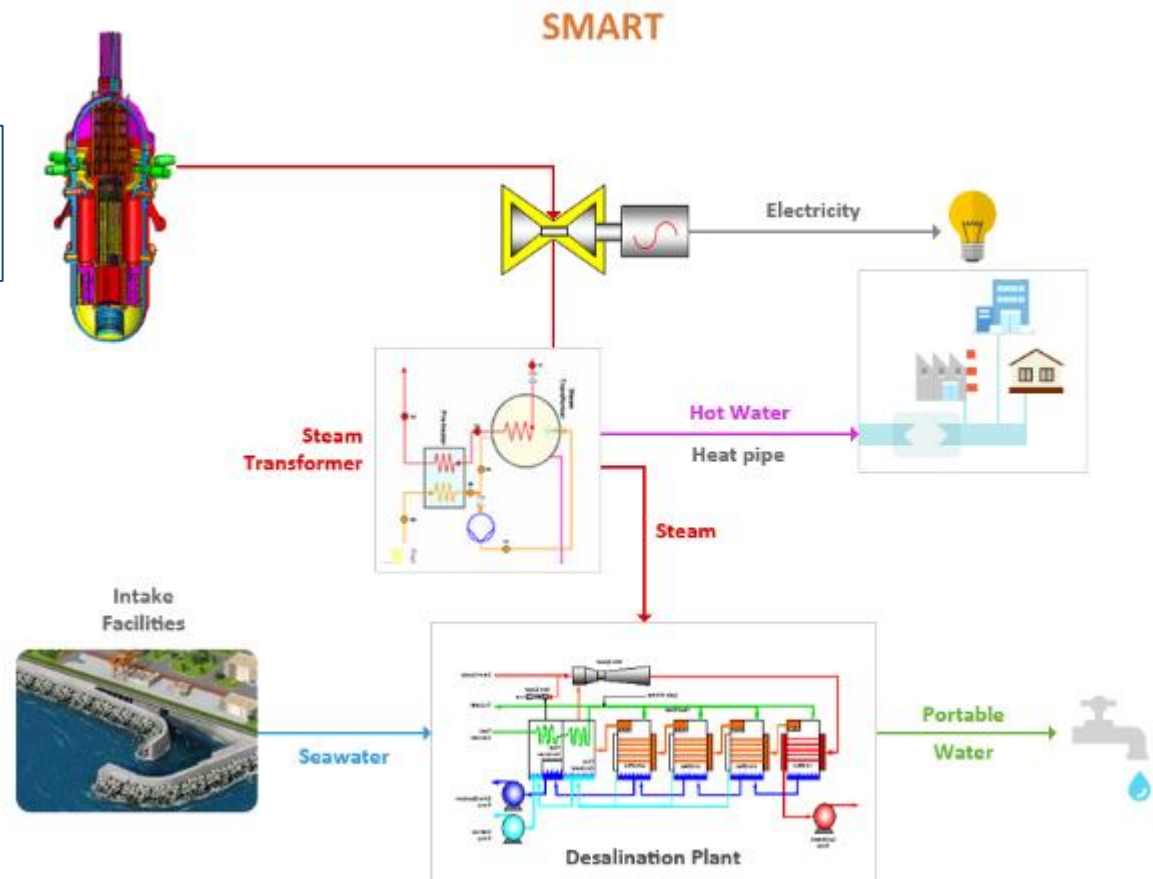
2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (c)技術開発

- KAERIは熱電併給や海水淡水化が可能な多目的小型モジュール炉（SMR）の“SMART”を開発している。2015年にはサウジアラビアと協力協定を結び、サウジ国内での導入を目指す。
- このほか、2021年11月には米国のホルテック社から、同社が開発中のSMRである“SMR-160”の建設に向けて、韓国の現代建設と協力していくことが発表された。

図表2-56 SMARTによる
エネルギー・淡水供給
システム概念図

出所) SMART公式ウェブサイト



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (d)産業政策：原子力輸出支援

2021年3月、韓国産業通商資源部（MOTIE）は国内の中小企業による原子力機器の輸出を支援する枠組みを設立したと発表した。枠組みの概要は以下の通り。

出所) South Korean Ministry sets up support system for nuclear exports, 9 March 2021

Nuclear Power Export Information and Support System (NEISS)

- 原子力事業を展開または導入を検討している海外17か国について、その国の内政・外交、経済、産業等の主な動向や、原子力開発の状況等をタイムリーに紹介。
(対象国：ロシア、ルーマニア、米国、サウジアラビア、スロバキア、スロベニア、UAE、英国、エジプト、インド、日本、中国、チェコ、ケニア、トルコ、ポーランド、フランス)

注) 紹介情報はNEISS会員限定。全て韓国語であり、英語はない。

- KHNP（韓国水力原子力公社）、KAIF（韓国原子力産業協会）、KPS（電力システム）等が実施している中小企業向けの支援プログラムを紹介。これも全て韓国語。

例) KHNPによるプログラム例→

注) 原文は韓国語のみ

原子力品質システム構築支援（随時）

○事業概要：KHNP資格、国内外認証取得・更新費用支援

○支援対象：KHNP協力中小企業

○支援内容：①有資格登録 ②KEPIC 新規/更新 ③海外認証(ASMEなど) 新規/更新関連取得費用全額支援(コンサルティング費用は差額支援)

○申請・受付：公募時の申請

☞http://www.khnp.co.kr/board/BRD_000452/boardMain.do?mnCd=FN0409

○お問い合わせ先：韓国水力原子力供給者管理部 ☎054-704-5374

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (d)産業政策：原子力輸出支援

Nuclear Power Export Information and Support System (NEISS) (続き)

- 会員の韓国企業116社を「機械」「電気」「I&C」「化学」「エンジニアリング」「サービス・保守」の分野ごとに紹介し、製品・サービス別にサプライヤーを検索可能となっている。

図表2-57 NEISS

- 모든 기업 및 제품 카탈로그를 확인하시려면, [여기를 클릭하세요](#)

카테고리 검색 MECHANICAL ▼ Heat Exchanger ▼ Donghwa Entec

키워드 검색 회사명 ▼ SEARCH

Mechanical→Heat
Exchangerで検索



MECHANICAL



ELECTRICAL



INSTRUMENTATION
& CONTROL



CHEMICAL



ENGINEERING



SERVICE &
MAINTENANCE

Donghwa Entec及びLHE
Co.Ltdの2社がヒット

총 2건

	Donghwa Entec www.dh.co.kr	1. HP Vaporizer RV/FSRU 82-51-970-1064 kdm0318@dh.co.kr
		2. Fuel Gas Supply System 82-51-970-1038 ttoy00@dh.co.kr
	LHE Co., Ltd. www.lhe.co.kr	1. Plate & Frame Heat Exchanger 82-55-340-0100

各企業が供給可能な設備・
系統名が表示される

英語で検索可能なこと、企業等のコンタクト先も記載されていることから、
海外諸国のベンダーや事業者に向けたバイヤーズガイドの一種と考えられる。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (d)産業政策：原子力輸出支援

K-NEXT

韓国原子力協会（Korean Nuclear Association）が運営する韓国原子力産業界の総合紹介サイト。全て英語であり、韓国語のサイトはない。

図表2-58 K-NEXT



2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(5)韓国 (d)産業政策：産業振興政策

韓国では2009年のUAEでの原子力新設案件受注を記念して、12月27日を「原子力安全及び振興の日」という法定記念日に指定し、産業資源部・環境部・原子力安全委員会が交代で記念行事を開催している。2021年は産業資源部が主催し、クリスマス行事等を勘案して12月23日に記念イベントが開催された。

ソウル市内のホールでのイベントには、ムン・スンウク産業通商資源部長官、龍洪澤科学技術情報通信部1次官、チャン・ボヒョン原子力安全委員会事務所長、チョン・ジェフン原産協会会長（ハン・スウォン社長）、パク・ウォンソク原子力研究院院長および原子力関連団体長など100人が出席。

＜ムン長官挨拶趣旨＞

2021年はUAEバラカ1号機商業運転開始およびバラカ2号機送電開始、韓・米首脳間海外原子力市場共同進出合意などの成果があったと評価している。炭素中立・エネルギー転換推進過程で原子力の役割と責任を認識しながら生態系維持・補完のために努力していく。

引き続き、原子力の安全運営及び新たな輸出市場確保に最優先価値を置き、競争力維持のためのコア人材・技術支援強化、原子力施設解体・小型モジュール炉（SMR）など未来有望な分野の発掘及び育成などに注力する。

＜原子力安全、輸出及び技術開発における功労者を表彰＞

- ・ パク・サンヒョン・ハンスウォン経営副社長は、デジタル技術基盤の原発運営インフラ構築、革新型SMR技術開発事業化ロードマップの樹立などに寄与した功労で銅塔産業勲章を受章。
- ・ 振動監視分野の専門企業「株式会社Nada」は、2021年7月、300万ドル規模のトルコ・アックユ原子力サイトの「タービン用振動監視システム」供給事業を受注したことにより、大統領表彰を受賞。これは海外原子力市場において国内の中小企業が単独で入札に参加し、受注に成功した最初のケース。

出所) MOTIE、2021年12月23日（韓国語） 注）タービン用振動監視システムは一般産業仕様と推定される。

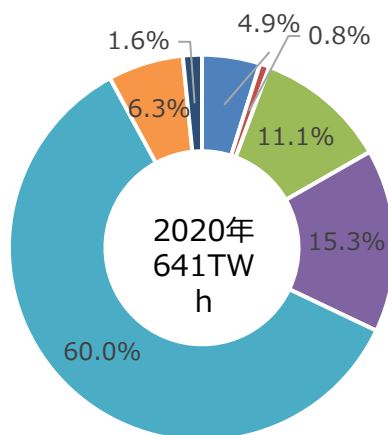
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (a)エネルギー政策

- 2022年2月現在、カナダには19基の原子力発電所が稼働しており、炉型は全てCANDU炉という天然ウランと加圧重水を使用する独自技術に基づく原子炉である
- CANDU炉の長所はウラン濃縮が不要という点、短所は高価な重水を使うため経済的に不利な点が挙げられる
- ほとんどの原子炉（18基）は、地震活動が活発とされている太平洋側を避け東部 Ontario 州に建設されている

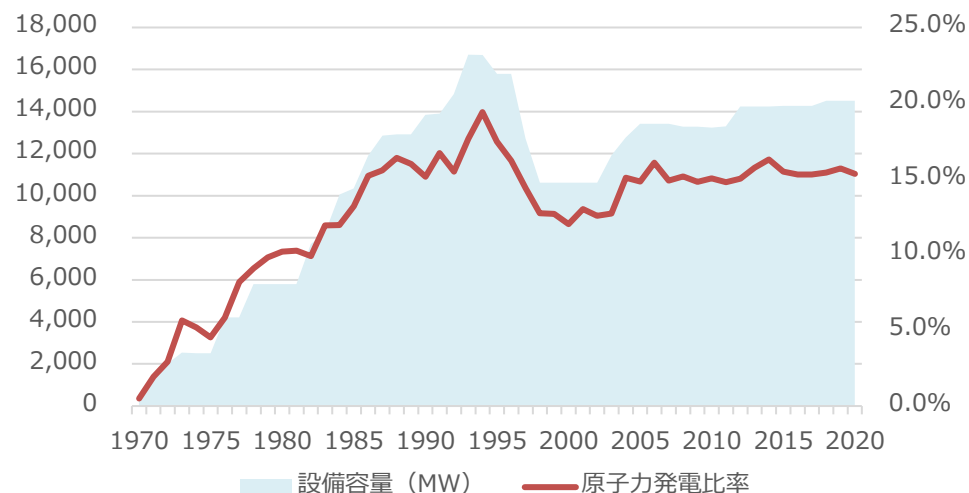
図表2-59 発電電力量構成



■ 石炭 ■ 石油 ■ 天然ガス ■ 原子力 ■ 水力 ■ 太陽光・風力 ■ バイオ・廃棄物

図表2-60 原子力設備容量、発電比率の推移

単位：MW



出所) World Energy Balances 2021 database, IEA

出所) 原子力発電比率：World Energy Balances 2021 database, IEA
原子力設備容量：世界の原子力発電開発の動向, JAIF

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (a)エネルギー政策

- カナダの原子力発電所はOntario州に集中しているため、Ontario州の政策がカナダの原子力産業に大きな影響を与える。

Ontario州の長期エネルギー計画

- 2017年、2035年までのOntario州の電源開発の基本計画を策定。
- この計画では、安価な電力供給、フレキシブルなエネルギーシステムの確保、未来へのイノベーション、消費者向けパフォーマンスの向上、省エネとエネルギー効率化への取組強化、気候変動対応、先住民のサポート、インフラ整備を記載している。
- この計画の中で、原子力発電所の改修が最もコスト効率性が高く、GHGを排出しないベースロード電源とした。
- Darlington発電所4基とBruce発電所6基の計10基を順次改修し、30年運転期間を延長を行う。また、今回の計10基の改修により、Ontario州の原子力サプライチェーンを構成する180社、6万人の雇用を支えることができる。

出所) Government of Ontario, Ontario's Long-Term Energy Plan 2017

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (b)原子力規制の動向

法の枠組み

- ・原子力安全の法的枠組みを提供する主要な法律は、2000年5月発効の原子力安全管理法 NSCA。この法律に基づき規制機関としてカナダ原子力安全委員会CNSCが設立された。
 - ・ NSCAの主な目的は以下の通り。
 - 人の健康と安全、環境に対する不当なリスクを防止
 - 国のセキュリティに対する不当なリスクを防止
 - 国が合意した国際的義務と管理措置への適合の達成
 - 関連する客観的、科学的、技術的、規制的な情報の一般への発信
 - ・ NSCAの下で、以下に代表される規制が発行されている。
 - 一般原子力安全管理規則
 - 放射線防護規則
 - クラス I 原子力施設規制
 - 原子力セキュリティ規制
 - ・全ての原子炉施設は、クラス I 原子力施設規制に基づき、クラス I 原子力施設として定義。
 - ・原子炉施設に対する要件等は、可能であればグレーデッドアプローチの使用が許可されている。
-
- ・従来の健康と安全は、連邦政府と地方レベルの政府で監督されており、カナダ労働法と州の法律に従い、雇用及び社会発展に関する政府組織とCNSCで規制を共有している。
 - ・環境保護の規制については、カナダ環境保護法と州の環境法に従い、環境に関する政府組織とCNSCで共有している。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (b)原子力規制の動向

原子力施設のライセンス

- ・原子力安全管理法NSCAは、カナダ原子力安全委員会CNSCによって付与されたライセンス無しで、サイトの準備、建設、運転等を行うことを禁止している。
- ・原子炉施設が該当するクラス I 原子力施設については、ライフサイクルにおける以下のそれぞれの活動ごとにライセンスが必要となる。
 - サイト準備
 - 建設
 - 運転
 - 廃止措置
 - サイト解放
- ・申請された内容を踏まえCNSCは自らの裁量で、複数のライフサイクル（例：サイト準備と建設、建設と運転）を包含したライセンスを発行することができる。複数の施設に対して一つのライセンスを発行することも可能。
- ・建設や運転のライセンスを取得するにあたっては、以下の内容等を添付した申請書をCNSCに提出する必要がある。

＜建設＞ -サイト特性を考慮したNPP設計の説明 -予備的安全解析報告書 -環境及び人の健康と安全への影響軽減措置 -要件適合保証のためのプログラム及び活動	＜運転＞ -設計と動作条件を包含したSSCの説明 -最終安全解析報告書 -環境及び人の健康と安全への影響軽減手順等 -NPPの運転及び維持手順等
---	---

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (b)原子力規制の動向

検査

・原子力安全管理法NSCAは、CNSC検査官がライセンス条件を含む規制要件に準拠しているかどうかを確認するために検査を実施することを許可している。

・検査は、事業者が環境及び人の健康と安全を適切に防護し、国のセキュリティを維持し、カナダの国際的義務を履行するための十分な規定を有していることを確認することを目的に行われる。検証のための活動には主に以下のようなものがある。

- 事業者のプログラムまたはプロセスに対する検査
- プログラムまたはプロセスのパフォーマンスに焦点をあてた検査
- 事業者がCNSCに提出した文書のレビュー
- NPP記録のレビュー
- インサービスや停止等に関するミーティングへの出席
- 原子力発電所内での観察を中心としたフィールド検査
- 独立した環境モニタリングプログラム

・これらに加え、定期安全レビューPSRが10年ごとに行われる。CNSCはPSRを実施した施設に10年の運転期間を付与することを推奨している。

権限の行使

・CNSCが利用可能な執行ツールには次のものがあり、その選択はグレーデッドアプローチに基づいて行われる。

- 書面による通知-情報要求-ライセンスに対する措置（修正、更新拒否、停止、取消など）
- 精査の増加 -命令 -罰則、訴追

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (b)原子力規制の動向

266



規制機関CNSC

- ・原子力安全管理法NSCAに基づき、政府から独立した原子力規制機関としてカナダ原子力安全委員会CNSCが設立されている。「世界最高の原子力規制機関になる」ことをビジョンとして掲げており、自己評価、ピアレビュー継続的な改善へのコミットメントによってそれを支えている。
- ・CNSCは最大7名のメンバーで構成される委員会の業務を通して、その任務を履行している。メンバーは政治的、政府的、特別な利益団体又は業界の影響から独立しており、5年を超えない期間で任命され、再任ありとされている。

図表2-61 CNSC

- ・CNSCの職員を対象とした価値観及び倫理規範において挙げられている価値の主な内容は以下の通り。
- 尊重：交流する全ての人の権利を尊重し公平に扱う
- 誠実：信頼関係の醸成
- 奉仕：最大限の能力発揮
- 卓越：客観的、プロフェッショナルであること
- 責任：問題提起、異なる意見や視点に耳を傾ける
- 安全：文化の促進と遵守



出所) CNSCウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (c)技術開発

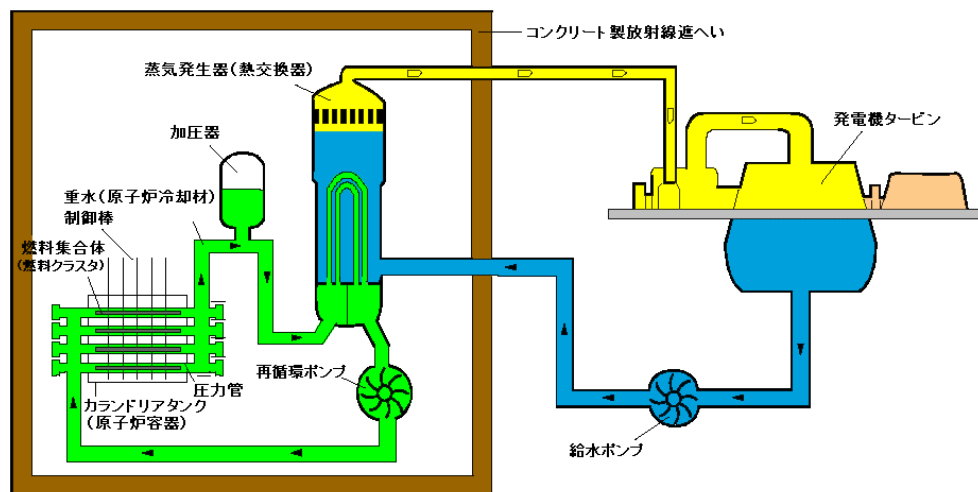
- カナダには原子力開発の長い歴史がある。オンタリオ州のチョークリバー研究所は1940年代から研究開発を続けている。
 - これまでカナダは、独自仕様の重水減速重水冷却型炉であるCANDU炉を開発してきた。
- 1952年、カナダ原子力公社（AECL）が設立され、国の研究開発プログラムを担うこととなった。
- 2012年以降、チョークリバーをはじめとする研究施設は、「政府が保有し民間事業社が運営する（Government owned, contractor operated）」体制への移行が進められ、現在ではカナダ原子力研究所（CNL）が運営を担っている。

図表2-62 チョークリバー研究所外観



出所) CNSCウェブサイト

図表2-63 CANDU型原子力発電所の概念図



出所) RIST, 原子力百科事典ATOMICA, 02-01-01-05.

2. 海外原子力産業

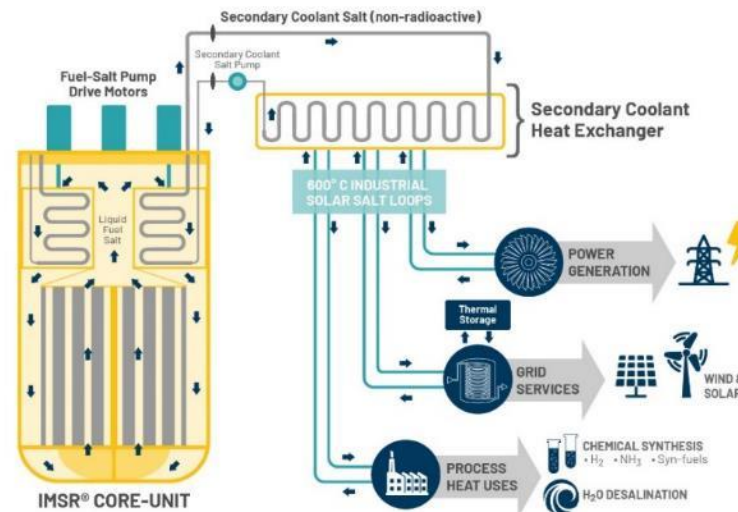
2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (c)技術開発

- CNLは2018年、自らの敷地内でのSMR実証炉建設プロジェクト募集を開始した。
- 選定プロセスは4段階からなる。
 - 第1、2段階：提案された設計の技術的・経済的実現可能性の評価、セキュリティ面での要求事項の検討など
 - 第3段階：配置の検討、プロジェクトリスク管理、契約内容の精査
 - 第4段階：建設、試験、運用、解体
- 2022年2月現在、4件のプロジェクトが進行中。
 - 第1段階完了：U-Battery Canada（高温ガス炉、4MWe）
 - 第1段階完了：StarCore Nuclear（高温ガス炉、14MWe）
 - 第1段階完了：Terrestrial Energy（統合型溶融塩炉、190MWe）
 - 第3段階：Global First Power（高温ガス炉、5MWe）

¹ CNLウェブサイト

図表2-64 統合型溶融塩炉（IMSR）概念図



出所) Terrestrial Energy社ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (c)技術開発

- カナダでは2018年、世界に先駆けてSMR導入に向けたロードマップが公表された。これはカナダ政府、原子力産業界、電力会社などの専門家のほか、地元自治体などを含めたカナダ全土での対話の上で作成したものである。
- ロードマップ作成にあたっては、①産業界をはじめとするステークホルダーのインプットを得るためのワークショップ、②先住民団体との対話の第一歩、③五つの専門家ワーキンググループによる主要課題の分析、が行われた。
- そのうえで、同ロードマップでは今後優先的に取り組むべき事項について、①実証と運用、②政策と法整備と規制、③市民の関与と信頼、④国際的協力と国際市場、の四つの論点を柱として提言を行っている。
- 同ロードマップ中ではSMRのコストに関する見通しも扱われている。
 - オングリッドのSMRの場合、最も有利なシナリオ(技術革新が進んだ場合)では、炭素価格を設定せずともSMRは水力や天然ガス火力発電の価格を下回る。
 - 最も厳しいシナリオ(技術革新があまり進まなかった場合)でも、炭素価格を考慮に入れば水力、風力、天然ガス火力と比して遜色はない。
- 2020年には、この内容を更に発展させたSMRアクションプランを発表しており、各ステークホルダーが取るべき行動の明確化に努めている。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (c)技術開発

- カナダの原子力安全規制当局であるカナダ原子力安全委員会（Canadian Nuclear Safety Commission, CNSC）は新型炉の設計に取り組むベンダー向けに、事前ベンダー設計審査（Pre-Licensing Vendor Design Review）と呼ばれるサービスを提供している。
- この審査は3段階で行われる¹：
 - フェイズ1：規制基準への適合性を判断。ベンダーの示した原子炉の設計が、CNSCの最新の基準を満たすものであるか、全体的なレビューが行われる。
 - フェイズ2：ライセンス取得に向けて、潜在的な障壁は何かを明らかにする。フェイズ1より細部までレビューし、障壁を明らかにする。
 - フェイズ3：フォローアップ。フェイズ2の結果を受けて、ベンダーが更なる情報をCNSCに求めることができるほか、ベンダーが新たに講じた対策について追加でCNSCにレビューを求めることもできる。
- これにより、ベンダーは自らが手掛ける炉の規制基準への適合性について、CNSCからの確なフィードバックを得られる。これにより、ライセンス取得に向けた事前に分かるため、規制の予見性が向上する。
- CNSC側もこの仕組みにより、当該ベンダーの新型炉についての理解を深めたうえで審査に臨むことができる。これにより、ライセンス審査がよりスムーズになる。

¹ CNSCウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (d)サプライチェーン支援等産業政策

Innovation and Skills Plan

カナダ革新技术開発・経済発展省が2017年に設置し、同省の産業戦略会議（Industry Strategy Council）が運営する、革新技术開発を行う企業や個人に対する支援プログラム。

2021年8月18日現在、26のテーマがある。主なものは以下の通り。

図表2-65 Innovation and Skills Plan

プログラム	概要
Clean Technology	クリーンな技術開発を行う企業への支援。農業、省エネルギー、バイオ、工業生産プロセス合理化、リサイクル、輸送分野などが対象。
Industrial and Technological Benefits Policy	防衛や海上保安に関わる企業への支援。
Strategic Innovation Fund	2021年11月18日現在、100以上の企業に52億ドルを支援。支援を受けるプロジェクトの総額は539億ドル。

図表2-66 Strategic Innovation Fundが付与される6つの戦略的分野及びClean Technology分野の主な企業

	Advanced Manufacturing	Agri-Food	Resources of the Future	Health & Biosciences	Clean Technology	Digital Industries
Bell Textron Canada	*				**	
Clean Resource Innovation Network			*		**	
General Fusion					**	*
LNG Canada Development Inc.	**		*		*	
Moltex Energy Canada Inc.					**	
Siemens Canada	**		*		*	*
Terrestrial Energy Inc.			*		**	

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (d)サプライチェーン支援等産業政策

SMR開発でStrategic Innovation Fundを付与されているカナダ企業の取り組み状況

(2020年10月15日、カナダ政府PR)

カナダ革新科学技術開発産業省のNavdeep Bains大臣は、SMR開発でカナダの低炭素技術開発に貢献する企業への2000万ドルの投資を発表した。対象は、統合型溶融塩型SMR (IMSR) でカナダ原子力規制委員会 (CNSC) の審査の第1段階を完了したTerrestrial Energy社。政府は、Terrestrial Energy社が総額6億8900万ドルのIMSR開発を通じて186の雇用を創出・維持し、更に9150億ドルを投資する計画であること、2年半の開発プロジェクトにおいてカナダの原子力サプライチェーン維持に大きな貢献効果があることを評価している。

図表2-67 FEASIBILITY OF Small
Modular Reactor-DEVELOPMENT AND
DEPLOYMENT IN CANADA

(参考)

2021年11月、Terrestrial Energy USAは米国DOEより、同社のIMSRの許認可・実用化活動に対し300万ドルの補助金を付与されることとなった。

州営電力会社4社によるSMRのカナダにおける技術可能性・適用可能性調査レポート

(2021年4月、Ontario Power他3社 P R)

オンタリオ州、ニューブランズウィック州、サスカチュワン州の3州では電気事業者が各社のサイトでの建設を想定したSMR開発を行っており、州政府もそれを支援している。

2019年1月、この3州はSMR実用化に向けたMOUを締結し、それを受けて電気事業者による各州での設置可能性及び経済・雇用効果等の分析が行われ、2021年4月、報告書が公表された。

出所) オンタリオ電力他

FEASIBILITY OF
**Small
Modular
Reactor**
DEVELOPMENT AND
DEPLOYMENT IN CANADA



Executive Summary

This feasibility report was prepared by Ontario Power Generation (OPG), Bruce Power, NB Power and SaskPower for the governments of Ontario, New Brunswick and Saskatchewan. The report provides a feasibility assessment of Small Modular Reactor (SMR) development and deployment, and contains the power companies' business case for SMR implementation in each of the three provinces.

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (d)サプライチェーン支援等産業政策

New Brunswick州のSMR開発支援政策

Stream1：2020年後半にダーリントン発電所においてSMR初号機を運用開始。

Stream2：New Brunswick州における先進的SMRを2030年半ばまでに運用開始。

Stream3：本格的に商業ベースでの運用へ。

New Brunswick州公立電気事業者NB Powerは、民間事業者2社（Advanced Reactor Concepts (ARC) Clean Energy Canada及びMoltex Energy）と第4世代SMRを共同開発中。

2018年、New Brunswick Energy Solutions Corporationは先進的SMR開発クラスターに1000万ドルを、Moltex EnergyとARC Canadaはそれぞれ500万ドルを投資。New Brunswick政府はEnergy Solutions Corporationを通して開発にコミットしている。

2021年2月、ARC CanadaはNew Brunswick州から更に2000万ドルの支援を受けている。

出所) New Brunswick州SMRサイト

New Brunswick advanced SMR Supply Chain Event

カナダ製造・輸出組合（Canadian Manufacturers and Exporters (CME)）とFirst Power Nations Authorityとが共催するNew Brunswick advanced SMR Supply Chain Eventは、2022年6月14日、New Brunswick州Saint Johnで開催予定。“Generating Benefits for New Brunswick”をテーマとして、関心ある企業の参加を呼び掛けている。

出所) 同上

Saskatchewan州のSMR開発支援政策

Saskatchewan’s Growth Plan: The Next Decade of Growth 2020-2030には低炭素電源であるSMR開発が2030年の30の目標の1つとして盛り込まれている。

出所) Saskatchewan’s Growth Plan

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(6)カナダ (d)サプライチェーン支援等産業政策

Ontario州営電力Ontario Power Generation (OPG) のSMR開発

Ontario州政府はOPG社を通してSMR開発を支援している。同社所有のDarlington原子力発電所において2020年11月より新設計画を発動させており、2021年10月、CNSCよりサイト準備工程の認可を取得。

2021年12月にはSMR開発の技術パートナーとしてGE日立ニュークリア・エナジーが選定された。OPGはGE日立との協力のもと、Darlingtonサイトにおいて2028年までにGE日立の設計によるBWRX-300を完成することを目指す。2022年1月、サイト準備工事開始。

出所) OPG、Ontario州及びGE日立の各ウェブサイト

なお、OPGは同社の「Q&A」コーナーにて、なぜDarlington 1～4号機と同じCANDUではなくSMRを建設するのか、という質問に対して、「SMRには柔軟性（Flexibility）とニーズへの適合性（Scalability）がある。大型CANDUでは初期投資も大きく、柔軟かつ迅速に気候変動に対応していくことが難しいと考えられる」と回答している。

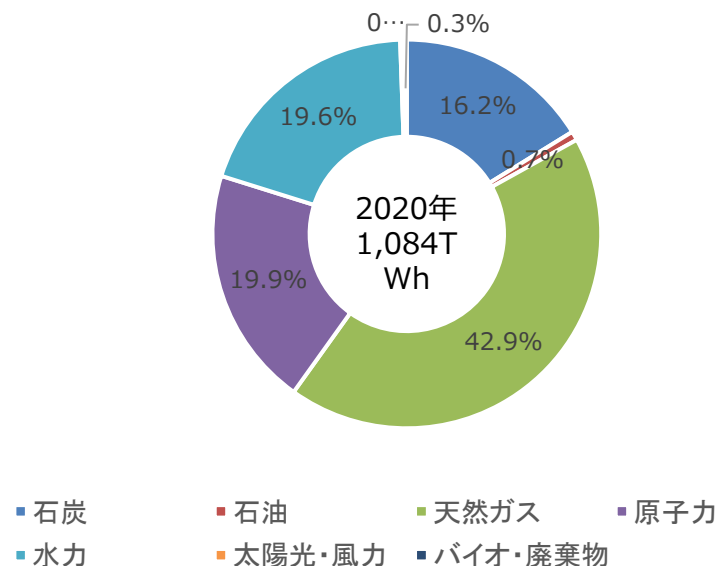
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

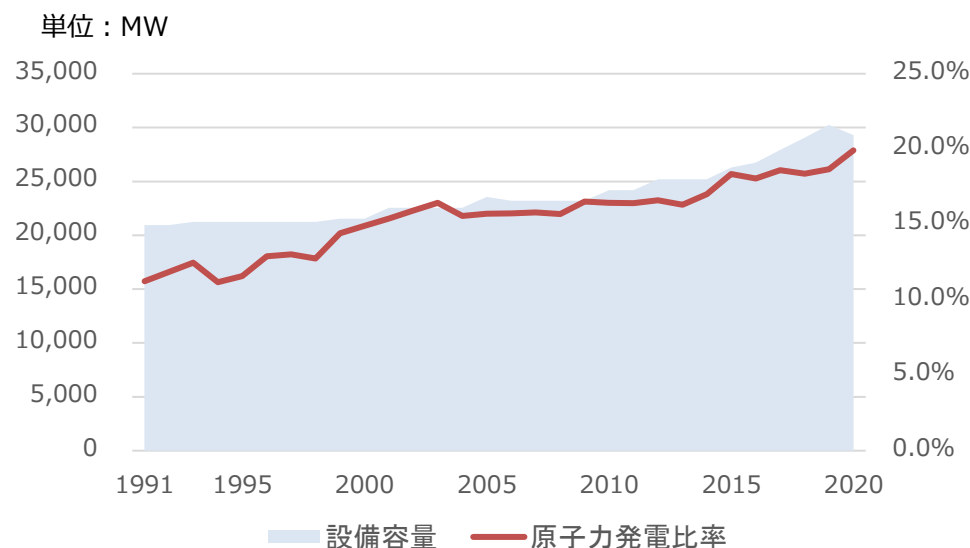
(7)ロシア (a)エネルギー政策

- 国内に莫大な化石燃料資源を抱えているため、ロシアは水力を除いた再生エネルギー開発に積極的には取り組まなかった。
- 近年の油価下落により、化石燃料に過度に依存する経済構造の弊害を意識し、2009年には電気事業法が改正され、再生エネルギー支援策が盛り込まれた。また、再生エネルギー開発目標を2020年の水力を除く再生エネルギー電源の発電比率を4.5%と設定したが、現状は0.3%と目標には程遠い状況

図表2-68 発電電力量構成



図表2-69 原子力設備容量、発電比率の推移



出所) World Energy Balances 2021 database, IEA

出所) 原子力発電比率: World Energy Balances 2021 database, IEA
原子力設備容量: 世界の原子力発電開発の動向, JAIF

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(7)ロシア (a)エネルギー政策

- 「2020 年までの電源開発計画」（2008 年政府承認）において、2020 年までの電力需要の伸びを年率 5.2%（高成長シナリオ）、同 4.1%（基本シナリオ）と想定
 - 実際には、2008-2016 年における電力需要の伸びは年率 0.5%に留まった
 - 過大な需要想定に基づき、国内原子力発電の新規建設、火力発電の設備投資を実施する一方、老朽化した設備の閉鎖が進まず、発電設備の過剰が顕在化。
 - 今後は全般的な電源開発のペースは減速すると指摘されている。
- 2017年6月に政府が承認した「2035年までの電力施設計画」における基本シナリオでは、2035年までの原子力の開発規模を2,140万kWとしており、閉鎖される原子炉の規模を1,330万kWと想定。電力需要の伸びを年率1.3%(基本シナリオ)、1.0%(最少シナリオ)とした。
出所)海外電力調査会
- 2011 年、Rosatom は旧ソ連時代の全原子炉について稼働年限を 45 年間へと延長すると発表した。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(7)ロシア (b)原子力規制の動向

法の枠組み

- ・ロシア連邦における原子力規制の法的根拠を構成するものは以下の通り。
 - 連邦法 第170-FZ 1995年11月21日 原子力の利用
 - 連邦法 第3-FZ 1996年1月9日 公衆の放射線安全
- ・原子力利用の諸側面の規制として遵守が求められる主なものは以下の通り。
 - 環境関連
 - 緊急時対応
 - 技術的規制
 - 標準化 など

原子力施設のライセンス

- ・規制機関Rostekhnadzorは、連邦法 第170-FZ 原子力利用及び、原子力利用分野におけるライセンス活動に関する規制に基づき、ライセンス手続を行っている。
- ・ライセンス付与または却下の決定は、ライセンスを取得するために提供された情報の完全性と信頼性の確認、ライセンス対象の施設又は活動の安全性を審査した結果に従って行われる。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(7)ロシア (b)原子力規制の動向

規制機関Rostechnadzor

・ Rostechnadzorは、原子力及び放射線安全の国家規制のための連邦執行機関。その役割は以下の通り。

- 安全関係の規制機関
- 核物質防護に関する監督機関
- 原子力使用の認可機関

・ Rostechnadzorが原子力使用の分野で持っている主な権限は以下の通り。

- 活動ライセンス付与
- 労働許可の付与
- 放射性物質放出ガイドラインの策定
- 原子力利用関係の検査 等

・ 規制機関の支援組織としては、原子力放射線安全科学工学センター（SEC NRS）があり、主に以下の分野における科学的及び技術的支援を提供している。

- 法的規制書類の草案等の開発
- 安全レビュー
- 規制研究

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(7)ロシア (c)技術開発

- ロシア政府は「閉じた核燃料サイクル」確立のために高速炉の開発を重視しており、その実現のためにProryv (Breakthrough) プロジェクトを推進している。
- 閉じた核燃料サイクルの実現に向けた研究開発は、ロシア政府によって承認された2024年までの原子力技術研究プログラムにも含まれている。
 - 同プログラムに対する約50億米ドルの予算のうち、9億米ドルがProryvプロジェクトに支出される予定となっている¹。
- ナトリウム冷却高速炉については、既に実証炉であるベロヤルスク3、4号機が完成しており、それぞれ1981年、2016年から営業運転を行っている。
- 2021年2月には、鉛冷却高速炉の実証炉であるBREST-300の建設許可が規制当局より発行され、同年6月に建設が開始された²。

¹ Rosatom, News Letter, November 2021.

² Rosatom, Press Release, June 8, 2021.

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(7)ロシア (c)技術開発

- ロシアは高速炉のみならず、洋上を航行する浮体式原子力発電所も開発している。
- 浮体式洋上原子力発電所「アカデミック・ロモノソフ（35MW×2基）」（下図）は2018年4月にサンクトペテルブルクを出航し、2019年9月に導入先である極東のペヴェクに到着した。同機は現地の電力系統に接続され、2020年5月に営業運転を開始している¹。
- 2022年1月にはロシアの国営原子力企業ロスアトムของกลุ่ม企業とPJSC Seligdar社の間で、金鉱山におけるSMR導入に向けた合意が締結された。2028年6月に電力供給を開始する予定となっている²。

図表2-70 洋上原子力発電所
アカデミック・ロモノソフ



¹ Rosatom, Press Release, May 22, 2020.

² Rosatom, Press Release, January 20, 2022.

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(7)ロシア (d)サプライチェーン支援等産業政策

ロシアの原子力産業においては先進国（主にフランス）から最先端技術を導入してきた経緯がある。

そのため、2009年発行の政府による「2030年に向けたエネルギー戦略」においては、原子力産業のサプライチェーンに関して国内市場を独占する国内企業のみには依存せず、海外企業との提携により常に代替供給先を確保することに重点が置かれている。

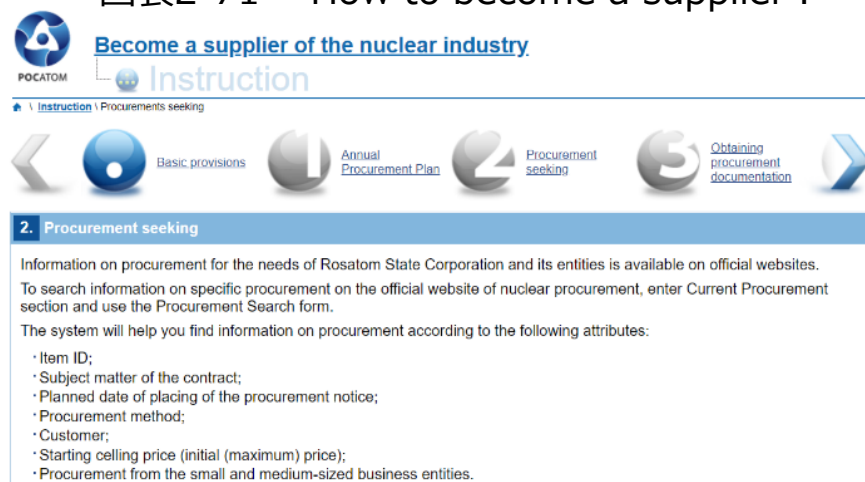
（出所）“Russia looks to 2030”, 26 May 2020, Nuclear Engineering International

しかしながらその後、ロスアトムのカバーする領域の拡大と強化に重点が置かれるにつれ、ロシアは国内外の市場の安定的なサプライヤーとなる戦略を志向するようになった。

ロスアトムの調達戦略

ロスアトムでは“For Suppliers”というウェブ窓口を通して、ロスアトムが国内外で展開するプロジェクトへの物品・サービスを応募している。下記はその一例“How to become a supplier?”で、供給事業者になるための手続きや契約条項等を案内している。

図表2-71 How to become a supplier ?



プロジェクト名、顧客名
サプライヤーの募集期間
契約方法
初期入札価格
・・・などの情報が得られる。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(7)ロシア (d)サプライチェーン支援等産業政策

ロシアの調達戦略（続き）

ロシアの調達サイト“For Suppliers”では英語の案内により海外企業にも門戸を開いていると思われるが、具体的な応募要項・決定プロセス及び結果についてはほぼ全てロシア語。

→ロシア（及びロシア語を公用語とする国）以外の国にとって応札は相当困難と思われる。

図表2-72 例）トルコ・Akkuyu 1～4号機向け遮断弁の応募サイト（2022/2/11募集完了）

supply of shut-off valves for construction of power units No. 1-4 of the Akkuyu NPP. Lot AKU-21-130

Published 11.02.2022.

General information about the tender

Tender ID	220211/95192/016
Tender name	supply of shut-off valves for construction of power units No. 1-4 of the Akkuyu NPP. Lot AKU-21-130
Status	Completed
Procurement method	Request for proposals in electronic form
Biddings form	Open

応募書類を電子データ
で提出するよう指示

入札プロセス経緯報告

開くと。。。→

Часть 3 Проект Контракта part2 (1595 кБ)	11.02.2022	Other	Stage 1	All lots
Ценовой анализ RU_EN (2256 кБ)	11.02.2022	Competitive Bidding Documentation	Stage 1	All lots
Часть 3 Проект Контракта part1 (9216 кБ)	11.02.2022	Other	Stage 1	All lots
Протокол №2903735.1 (404 кБ)	21.02.2022	Bid Processing Record for the selection phase	Stage 1	1

Download all

ПРОТОКОЛ №. 2903735.1

Открытия доступа к заявкам участников по запросу предложений на право заключения договора на поставку запорной арматуры для сооружения энергоблоков №. 1,2,3,4 АЭС «Аккую». Лот №. AKU-21-130
г. Санкт-Петербург дата подписания протокола «24» февраля 2022 г.

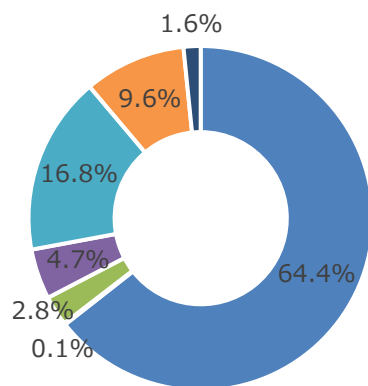
2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (a)エネルギー政策

- 中国は石炭資源が豊富で発電コストが安いいため石炭火力の割合は約64%と非常に高い。
- 石炭火力の次に大きな割合を占める水力では、技術的開発可能ポテンシャルを3億7850万kWとしており、ほとんどが経済開発が遅れている西部12省に存在。2021年6月には南西部に1600万kWの水力発電所が稼働した。開発余地は非常に高く、政府も大型水力発電所を中心に水力開発を進める方針。
- 福島第一原子力発電所事故の影響を受け、国家核安全局が審査中の案件を一時凍結し、建設許可の発給を見合わせたが、2012年には新たな基準の整備に伴い審査および許可の発給を再開

図表2-73 発電電力量構成

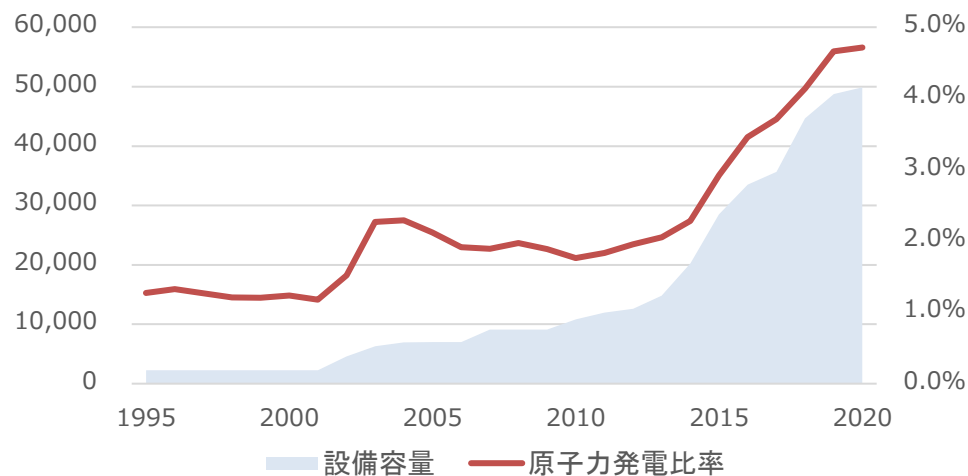


■ 石炭 ■ 石油 ■ 天然ガス ■ 原子力
■ 水力 ■ 太陽光・風力 ■ バイオ・廃棄物

出所) World Energy Balances 2021 database, IEA

図表2-74 原子力設備容量、発電比率の推移

単位: MW



出所) 原子力発電比率: World Energy Balances 2021 database, IEA
原子力設備容量: 世界の原子力発電開発の動向, JAIF

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (a)エネルギー政策

- 第13次5カ年計画では、2020年までに運開済設備容量を58GW、建設中の設備容量を30GW以上とした。
- WNAによると2022年3月時点で運開済設備容量は50.8GWで、建設中の設備容量は19.4GW
- 第14次5カ年計画では、2025年に原子力発電所は70GWに達する見通し。また、小型モジュール式原子炉、600MW 級商用高温ガス、冷却炉、海上水上原子力発電所などの高度な原子炉のデモンストレーションを促進を掲げた。

出所) 中国・国家発展改革委員会

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (b)原子力規制の動向

法の枠組み

- ・原子力安全分野のトップレベルの法律である核安全法は2018年に制定。
- ・核安全法は主に以下の内容を定義、規定。
 - 原子力安全を確保するための方針、原則、責任
 - 原子力施設運営組織の資格、責任および義務
 - 原子力施設のライセンスシステム
 - 原子力緊急時調整機関、緊急計画システムおよび原子力事故情報公開システム
 - 原子力安全情報開示及び公衆参加システム
 - 原子力安全検査の具体的な方法
 - 法令に違反する行為に対する罰則条項
 - 原発事故による損害賠償
- ・原子力安全に係る規制機関である国家核安全局の他に原子力施設の規制に関わる機関としては国家衛生健康委員会があり、放射性職業疾患の予防に関する法規制の策定や、原子力事故や放射線事故における緊急医療救助を行う役割を持つ。
- ・原子力安全に係る地方組織の関りとしては、原子力施設のライセンスにあたり必要な場合、原子力施設が所在する省の組織の意見が聴取される。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (b)原子力規制の動向

原子力施設のライセンス

・原子力施設の立地、建設、運転、廃止措置などの活動にあたって、事業者はライセンス申請しなければならない。

・建設及び運転に先立ち、規制機関の国家核安全局に申請する必要がある主な内容は以下の通り。

<建設>

- 建設申請書
- 予備的安全解析報告書
- 環境影響評価報告書
- 品質保証文書

<運転>

- 運転申請書
- 最終安全解析報告書
- 緊急時計画
- 品質保証文書

・国家核安全局における申請書の安全審査においては、技術支援機関の核与輻射安全中心が関与している。

・事業者は定期的ないし、大きな変更が生じたときに、国家核安全局に書類を提出し、ライセンスが有効であることを確認する必要がある。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (b)原子力規制の動向

検査

- ・原子力安全規制管理部門は、原子力安全法、行政規制、規則及び基準を遵守するため、原子力安全関連活動に従事する組織に対して監督及び検査を行う。
- ・原子力安全検査の主な内容は以下の通り。
 - 安全性に関する書類が実際の状況を反映していることの確認
 - 承認された設計に従って建設が行われているとの確認
 - 承認された品質保証プログラムに従って管理が行われていることの確認
 - 原子力安全規制及びライセンス指定条件に準拠していることの確認
- ・検査の主な種類は以下の通り。
 - 日常検査
 - 定期検査
 - 非定期検査
- ・原子力安全検査員は、現場にアクセスし原子力安全に関する情報を調査、収集する権限を有する。

権限の行使

- ・原子力安全規制管理部門は、原子力安全法規またはライセンス条件に違反する事業者の活動に対して、行政上の罰則を施行する。その種類の主なものは以下の通り。

-修正命令	-警告
-罰金	-違法利益の没収
-停止命令	-ライセンスの停止もしくは取消

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (b)原子力規制の動向

規制機関：国家核安全局

- ・ 国家核安全局は、原子力発電所の原子力安全に関する統一され独立した規制を実施する、原子力安全および放射線の規制機関。
- ・ 国家核安全局の主な任務は以下の通り。
 - 原子力及び放射線の安全に関する方針、計画、法律等の策定
 - 原子力及び放射線の安全に関する統一的な規制
 - 原子力安全設備の安全審査
 - 核物質の管理や防護の規制
 - 放射線環境モニタリング及び規制モニタリング
- ・ 規制活動にあたっては、安全確保の原則が常に実施され、原子力安全が常に優先されることを確かにするために、安全、健康、環境、セキュリティ、品質、スタッフと組織、社会、経済の要素を包括的に考慮することが求められる。
- ・ 技術支援機関として、核与輻射安全中心を設置している。
- ・ 規制機能のより良い向上のために、原子力安全に関する主要な問題についての独立した助言と意思決定支援のために、専門家で構成される国家核安全委員会が設立されている。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (c)技術開発

- 中国は大型軽水炉の建設を急速に進めているが、新型炉開発にも力を入れている。
- 中国核工業集団（CNNC）は軽水炉を採用したSMRである「玲龍一号（ACP100）」の開発を手掛けてきた。2021年7月には南方の海南省で実証炉が着工されている。
- 玲龍一号は多目的SMRとして開発されており、将来は産業部門への熱供給や、海洋開発基地へのエネルギー供給なども行うことが見込まれている。

図表2-75 玲龍一号建設作業の様子（海南省昌江）



出所) CNNCウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (c)技術開発

- 中国は第四世代炉の開発でも大きな進展を見せている。
- 中国原子能科学研究院（CIAE）では高速実験炉（CEFR、20MWe）が既に建設されており、2011年7月に系統へ接続された¹。この実験炉をベースとしたナトリウム冷却高速炉（600MWe）であるCFR-600が、2020年12月より福建省の霞浦にて建設されている²。
- 高温ガス炉の開発も進んでおり、2012年12月に建設を始めた小型実証炉のHTR-PMが2021年12月に系統へ接続された³。HTR-PMで得た経験をもとに、より大型のHTR-PM600の建設も計画されている。

¹ WNN, July 21, 2011.

² WNN, December 29, 2011.

³ CNNC, Press Release, December 20, 2021.

図表2-76 HTR-PM空撮（山東省栄成）



出所) CNEA cited by WNA

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (d)サプライチェーン支援等産業政策

2010年代から中国はGDP世界第2位の経済大国となり、国内で科学技術の振興・工業生産力の拡大・軍事力の強化を進めるとともに国際社会におけるプレゼンスを拡大してきた。原子力分野も戦略的産業の一つに位置付けられ、国を挙げた産業への支援が強化されている。

中国製造 2025

2015年5月、習近平指導部が傘下の政府機関に出した産業政策で、中国が製造強国になるための行動綱領。建国 100 年（2049 年）までの製造強国戦略のうち「2025 年までの最初の 10 年間」の計画である。“Made in ChinaからCreated in Chinaへ”の方針に基づき、中国が世界のイノベーション主導国となることを目指している。戦略目標及び重点分野は以下の通り。

図表2-77 中国製造2025

9大戦略目標				5 10大重点産業分野の革新的発展	➡	10大重点産業分野
1 国家製造イノベーション能力の向上				6 品質・ブランド構築の強化		1 次世代情報通信技術
2 情報化・工業化融合の深化（スマート製造）				7 製造業構造の調整深化		2 先端デジタル制御工作機械とロボット
3 製造業分野の基礎技術強化				8 サービス型製造と生産性サービス業の発展		3 航空・宇宙設備
4 グリーン製造の全面推進				9 製造業の国際化水準の引き上げ		4 海洋工程設備・ハイテク船舶
戦略サポート						5 先進軌道交通設備
1 体制・制度価格	2 公平な競争環境	3 金融の支持	4 財政税務の支持			6 省エネルギー・新エネルギー自動車
5 人材養成システム	6 中小企業	7 対外政策の拡大	8 実施体制			7 電力設備
						8 新材料
						9 バイオ医療・高性能医療機器
						10 農業機械設備

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (d)サプライチェーン支援等産業政策

中国製造 2025-エネルギー設備導入計画

2016年6月、国家発展改革委員会・工業情報化部及び国家エネルギー委員会は「中国製造2025」を受け、エネルギー設備開発の取り組むや支援策等をまとめた「エネルギー設備導入計画」を発表した。

対象設備及び政府の財政的支援に関する記述は以下の通り。

図表2-78 エネルギー設備導入計画

技術	2025年目標
最新大型PWR	世界最高水準の技術と国際競争力の獲得
高温ガス炉	プラント建設技術構築の完成
高速炉	プラント建設技術構築の完成
SMR	製造能力の更なる向上
核燃料サイクル	再処理技術の完成、高レベル・低レベル放射性廃棄物処理能力の向上等

- 
- (1) 先進的かつ環境適合性のある石炭探鉱・洗浄装置
 - (2) 深海及び非在来型の石油・ガスの探査・開発装置
 - (3) 石油・ガス貯蔵・輸送機器
 - (4) クリーンで効率的な石炭火力発電設備
 - (5) 先進的な原子力設備
 - (6) 水力発電設備
 - (7) 風力発電設備
 - (8) 太陽光発電設備
 - (9) 燃料電池
 - (10) 地熱発電設備
 - (11) 海洋エネルギー設備
 - (12) ガスタービン
 - (13) エネルギー貯蔵設備
 - (14) 高度な電力網機器
 - (15) 石炭深層処理装置

産業能力を強化するための財政支援

主要なエネルギー機器、主要コンポーネント、および材料の開発をサポートするため、中央資金の効率的な使用により技術的なブレークスルーを目指す。

特別建設ファンド、先進製造業投資ファンド、全国適格な主要機器技術を支援するための新興産業等向けのスタートアップ投資指導基金を設置し、重要課題への取り組み、工業化、製造条件の改善を進めていく。

実装計画の主なタスクについては、引き続き整理していく。多数の主要機器及びコアコンポーネントの技術調査と技術変革を整理して実行し、強化するキャパシティビルディングを検証する。

産業開発の方向性に沿ったエネルギー設備建設プロジェクトへの助成金融、ローン、その他の優遇政策を実施する。

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (d)サプライチェーン支援等産業政策

中国製造 2025-エネルギー設備導入計画（続き）

「最新大型軽水炉」分野において「必須の重要機器」とされている設備・機器・技術（1/2）

図表2-79 「最新大型軽水炉」分野において「必須の重要機器」（1）

製品カテゴリ	必須の重要機器
原子炉設備	圧力容器（Cリングなどの主要コンポーネント）
	制御棒駆動機構（駆動棒、フック、シール管、トラベルスリーブ、制御棒位置制御接続デバイス、コイルアセンブリ、制御棒位置検出器）
	炉内構造物（全溶接シュラウド、配電アセンブリ、炉内測定器グリッドセット）
	蒸気発生器（気水分離器、熱交換器ユニット）
	加圧器（ノズル、ヒーター）
	主循環ポンプ（シール、ポンプ監視システム、ポンプケーシング、フライホイール、油圧カップリング、シャフトベアリング、シールドスリーブ、熱シールド、湿式巻線モーター）
	主配管
	燃料取扱・貯蔵設備
	直接炉心注入系
	工学的安全設備
	コアキャッチャー
	一体型ボルトテンショナー
その他設備	タービン発電機セットおよび補助装置（低電圧設備、溶接/鍛造ローター、ブレードシート、気水分離再熱器、蒸気抽出逆止弁、低圧（中）入口蒸気バタフライバルブ、制御・保護システム、調整システム、発電機ローター保護リング、励起電圧制御器/コンデンサーチタンチューブなど）
	ディーゼル発電機ユニット
	大型発電機サーキットブレーカ
	I&C機器
	油圧制御系統

2. 海外原子力産業

2-1. 国別政策・産業動向

(8)中国 (d)サプライチェーン支援等産業政策

中国製造 2025-エネルギー設備導入計画（続き）

「最新大型軽水炉」分野において「必須の重要機器」とされている設備・機器・技術（2/2）

図表2-80 「最新大型軽水炉」分野において「必須の重要機器」（2）

製品カテゴリ	必須の重要機器
主要なポンプ・バルブ	原子力用ポンプ（ベアリング、原子力級シール）
	主要バルブ（RCP / RCVシステム大口径ゲートバルブ、主蒸気安全弁、主蒸気遮断弁、圧力逃がし弁、スプレーバルブ、RCPパイロット操作安全弁、VDA主蒸気放出遮断弁、VDA蒸気排気制御弁、タービンバイパス制御弁、他重要システム（ADG / AHP / CEX / ARE など）制御弁および遮断弁など）ブラスト弁
主要な原子力用材料	革新的合金材料・代替材料
	耐放射線性被覆管材料
	MSR熱交換管、燃料ジルコニウム管、原子力用ジルコニウムスポンジなど
	原子力用炭素鋼、低合金鋼、ステンレス鋼、ニッケル基合金などの溶接消耗品
主要な機器・システム	主冷却系監視システム、原子炉計測・温度監視システム
	炉物理試験システム
	超音波流量計、誘導波レーダー計測器
	炉心液面監視システム
	事故時格納広域エリアモニタ
	水素結合・処理システム
	使用済燃料プールの水位監視システム
	炉外原子炉計測システム
	原子炉制御棒制御棒位置検出システム
革新的原子力機器	核測定検出器、圧力/差圧トランスミッタ、温度計、圧力計
	原子力機器の革新的製造技術
	革新型原子炉運転機器・設備・革新型ロボット

2. 海外原子力産業

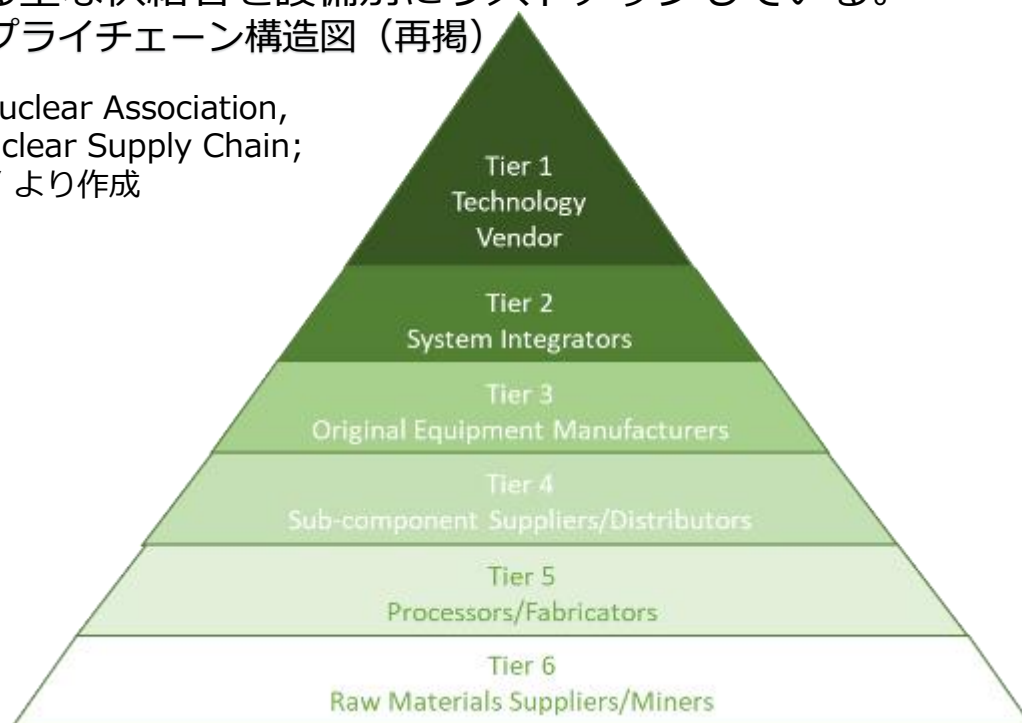
2-2. 国際原子力産業サプライチェーン

(1) 原子力産業サプライチェーンの国際動向

第1章「国内原子力産業」1-1（1）にて述べたような原子力サプライチェーンの構造は、国際原子力市場でも基本的に同様である。世界原子力機関（World Nuclear Association）が2020年に発行した“The World Nuclear Supply Chain : Outlook for 2040”では、サプライチェーン構造のTier 2 “System Integrators”すなわち主要設備の機器設計・組立・据付を行っている主な供給者を設備別にリストアップしている。

図表2-81 サプライチェーン構造図（再掲）

出所） World Nuclear Association,
“The world Nuclear Supply Chain;
Outlook 2040” より作成



上記文献にリストアップされている原子炉容器・蒸気発生器といった設備別のサプライヤー例を次ページ以降に示す。ただし、上記文献からはそのサプライヤーの現在の事業状況までは必ずしも確認できない。

2. 海外原子力産業

2-2. 国際原子力産業サプライチェーン

(2) 設備別サプライヤー例①原子炉容器/原子炉圧力容器

図表2-82 サプライヤー（原子炉容器/原子炉圧力容器）

日本		海外	
主な企業	納入実績（例）	主な企業（国名）	納入実績（例）
三菱重工業	Olkiluoto3 (FI) (EPR、2005)	Framatome (FR)	Flamanville3(FR) (EPR、2007)
東芝/IHI	女川3 (BWR、1989)	AtomEnergoMash (RU)	Ostrovets 1/2 (BY) (VVER、2013/2014)
日立	志賀2 (ABWR、1999)	Chicago Bridge & Iron (US)	国聖1/2 (TW) (BWR、1975)
バブcock日立	島根2 (BWR、1984)	Doosan Heavy Industries & Construction (KR)	Barakah 1~4 (AE) (APR1400、2012~2015)
日立GE	大間 (ABWR、2008)	Equipos Nucleares (ES)	NA
注) 過去に製造・納入実績があり、現在は事業撤退している企業例 Babcock & Wilcox (US) Klöckner-Werke (DE) Kraftwerk Union (KWU) (DE) Škoda (CZ) IHI (JP) 注) NA = 情報なし 注) サイトの右側注記は炉型及び着工年		China First Heavy Industries (CN)	福清1~4 (CN) (CP1000、2008~2012)
		Shanghai Electric Group (CN)	海陽2 (CN) (AP1000、2009)
		Larsen & Toubro (IN)	Madras1/2 (IN) (PHWR、1971/1972)
		Izhorskiye/OMZ (RU)	田湾3/4 (CN) (VVER、2012/2013)
		Vitkovice Machinery Group (CZ)	NA
		Dongfang Electric Corporation (CN)	台山1/2 (CN) (EPR、2009/2010)

最近の動向

DoosanはBarakah (UAE) の他、山門1と海陽2 (中国)、Vogtle3/4及びSummer 2/3 (米国) に供給。

出所) 日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向2021」、WNA“The World Nuclear Supply Chain”

2. 海外原子力産業

2-2. 国際原子力産業サプライチェーン

(2) 設備別サプライヤー例②蒸気発生器

図表2-83 サプライヤー（蒸気発生器）

日本		海外	
主な企業	納入実績（例）	主な企業（国名）	納入実績（例）
三菱重工業	Cruas 1 (FR) (PWR、2017*1)	Framatome (FR)	Olkiluoto 3 (FI) (EPR、2005)
注) 過去に製造・納入実績があり、現在は事業撤退している企業例 Mangiarotti Nuclear SpA (IT) NA：情報なし。 サイト・ユニット右側の注記は炉型及び着工年。 *1 取替用蒸気発生器の納入年 *2 着工前の計画前倒し納入年 PR：当該企業の発表による。 News：メディア報道による。		AtomEnergomash (RU)	Ostrovets 1/2 (BY) (VVER、2013/2014)
		BWXT Nuclear Energy (CA)	Bruce A & B (CA) (CANDU、1971～1979)
		Doosan Heavy Industries & Construction (KR)	Barakah 1～4 (AE) (APR1400、2012～2015)
		Dongfang Electric Corporation (CN)	福清5 (CN) (HPR1000、2015)
		Equipos Nucleares (ES)	NA
		Harbin Electric Corporation (CN)	山門2 (CN) (AP1000、2009)
		Shanghai Electric Group (CN)	海陽2 (CN) (AP1000、2009)
		Larsen & Toubro (L&T) (IN)	Gorakhpur 1 (IN) (PHWR、2021*2)
		Vitkovice Machinery Group (CZ)	Temelin 1/2 (CZ) (VVER、1983)
		ZiO-Podolsk (RU)	NA

最近の動向

(2017年5月25日PR) 三菱重工業、EDF・Cruas1号機向け取替用SG3基納入。

(2018年1月8日News) Dongfang Electric製造のSG、中国Fuqing5号機に搬入・据付。

(2021年3月9日PR) L&T、NPCIL・Gorakhpur1号機向けSGを計画前倒しで納入。

出所) WNA“The World Nuclear Supply Chain” 及び各社ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-2. 国際原子力産業サプライチェーン

(2) 設備別サプライヤー例③タービン（Tier 4としての部品供給も含む）



図表2-84 サプライヤー（タービン）

日本		海外	
主な企業	納入実績（例）	主な企業（国名）	納入実績（例）
三菱重工業	玄海3/4（PWR、1985）	Alstom Power Systems（FR）	Hanhikivi 1（FI）（VVER、NA）
日立	志賀2（ABWR、1999）	Siemens（DE）	Olkiluoto 3（FI）（EPR、2005）
東芝	*Barakah 1～4 （APR1400、2012～2015）	Doosan Heavy Industries & Construction （KR）	Barakah 1～4（AE） （APR1400、2012～2015）
注）NA：情報なし。 サイト・ユニット右側の注記は炉型及び着工年。 ＊は部品供給者として参加。 PR：当該企業の発表による。 News：メディア報道による。		Dongfang Electric Corporation（CN）	紅沿河1～4（CN） （CPR1000、2007～2009）
		Harbin Electric Corporation（CN）	泰山Ⅱ-1～4（CN） （CNP600、1996～2007）
		Shanghai Electric Group（CN）	陽江1～4（CN） （CPR1000、2008～2012）
		Bharat Heavy Industries（IN）	Tarapur3/4（IN）（PHWR、2000）
		Turbine Technology AAEM（RU）	Leningrad II-1/2（RU） （VVER、2008/2010）
		OMZ（RU）	NA
		GE Power（US）	Wolf Creek（US）（PWR、1977）

最近の動向

（2016年3月8日PR）Alstom Power Systemsがフィンランド・Hanhikivi1号機のタービンサプライヤーに決定

出所）WNA“The World Nuclear Supply Chain”、日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発動向2021」及び各社ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-2. 国際原子力産業サプライチェーン

(2) 設備別サプライヤー例④一次主冷却系/原子炉冷却系-ポンプ

図表2-85 サプライヤー（一次主冷却系/原子炉冷却系-ポンプ）

日本		海外			
主な企業	事業展開先（例）	主な企業（国名）	事業展開先（例）	主な企業（国名）	事業展開先（例）
荏原製作所	中国（Ebara Boshan Pumps Co.Ltd）	Africantov OKBM（RU）	中国、インド 等	Hayward Tyler Inc.（US）	英国、インド、中国等
三菱重工業	英国	Framatome JSPM Equipment（FR）	NA	HMS Livgidromash（RU）	NA
帝国電機製作所	米国（Chempump）	Intelenergomash（RU）	チェコ（Arako）	Kirloskar Brothers Ltd.（IN）	NA
注記） 事業展開先：当該企業の事業所や工場の立地国ないしは提携先メーカーの所在地。 NA：情報なし。 PR：当該企業の発表による。 News：メディア報道による。		Celeros Flow Technology（US）	英国、フランス	KSB AG（DE）	欧州、アジア、米国等
		Curtiss-Wright Flow Control Co.（US）	米国、カナダ、中国等	Dresser-Rand Co.（US）	NA
		Flowserve Corporation（US）	インド等	Suzler Pump（US）	フランス、フィンランド、中国等
		Pollard Pumps（FR）	NA	Trillium Flow Technologies（US）	NA

最近の企業買収・グループ再編例

（2020年4月29日PR）Celeros Flow Technologyはプライベート・エクイティApollo Global Management Inc.傘下に。

（2014年9月22日news）Siemens Energy、米国機械メーカーDresser-Randを76億USDで買収。

（2003年2月28日PR）帝国USA、米国メーカーCrane Pumps & Systems傘下だったChempumpを買収。

（2019年7月1日news）Wier社からFirst Reserve社へのFlow Control Division部門の売却完了、社名をTrillium Flow Technologiesへ変更。

出所）WNA“The World Nuclear Supply Chain”及び各社ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-2. 国際原子力産業サプライチェーン

(2) 設備別サプライヤー例⑤一次主冷却系/原子炉冷却系-バルブ・アクチュエータ



図表2-86 サプライヤー（一次主冷却系/原子炉冷却系-バルブ・アクチュエータ）

日本		海外			
主な企業	事業展開先（例）	主な企業（国名）	事業展開先（例）	主な企業（国名）	事業展開先（例）
岡バルブ製造	イラン、インド、ロシア	Arako (CZ)	インド、東欧、ロシア	Guichon Valves (FR)	NA
岡野バルブ製造	NA	AUMA (DE)	欧州、アジア、アフリカ、中南米等	HÖGFORS OY (FI)	中国
東亜バルブ工業	NA	Armatury Group (CZ)	ロシア、東欧、UAE、ドイツ、アフリカ等	KSB AG (DE)	ブラジル、フィンランド
注記） 事業展開先：当該企業の事業所や工場の立地国 ないしは提携先メーカーの所在地。 NA：情報なし。 PR：当該企業の発表による。 News：メディア報道による。		Baker Hughs (US)	中国	Larsen & Toubro (L&T) (IN)	NA
		Bernard Controls Group (FR)	世界で100基以上	Pentair (US)	中国
		Celeros Flow Technology (US)	NA	Rotork Plc. (UK)	欧州、アジア、米国
		Conval (US)	NA	Thompson Valves (UK)	NA
		Daher Group (FR)	NA	Trillium Flow Technologies (US)	フランス、米国、中国、ウクライナ
		Fisher Controls International (US)	韓国、日本	TyazhPromArmatura (RU)	NA
		Flowserve Corporation (US)	中国	Velan Inc. (CA)	NA

最近の企業買収・グループ再編例

(2007年12月7日news) ロシアのAtomEnergoMash、チェコのバルブメーカーArakoを買収

(2011年9月7日news) フランスのDaher Group、同国のバルブメーカーVanatomeとVerdeletを傘下へ

(2012年3月28日PR) 米国Pentair、Tyco InternationalのFlow Control事業部門の買収完了

(2017年7月4日news) GE、バルブメーカーBaker Hughesを74億ドルで買収

(2020年7月29日news) GE、Baker Hughesの全株売却を検討

出所) WNA“The World Nuclear Supply Chain” 及び各社ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

本調査においては、以下のプロセスで調査対象企業を選定した。

1. プラントベンダー
 - (1) GE Hitachi Nuclear Energy
 - (2) Westinghouse Electric Company
 - (3) EDF/Framatome
 - (4) Rosatom（及び傘下の企業）
 - (5) China Global Nuclear（CGN）
 - (6) Doosan Heavy Industries（斗山重工業）
 - (7) China National Nuclear Company（CNNC）
2. 前述のWNA文献“The World Nuclear Supply Chain: Outlook for 2040”において「設備別サプライヤー例」に記載のある供給事業者で、2-1における調査対象国のうちドイツを除く国（米国、イギリス、フランス、韓国、カナダ、ロシア、中国）を本拠とする事業者
3. ロシアの総合原子力企業ロスアトム傘下の企業で、同社ウェブサイトに記載があり、事業概要が確認できる企業
4. IAEA “Advanced Reactors Information System（ARIS）”にリストアップされている革新型炉のうち、軽水炉タイプの革新型炉を開発している事業者で、大学等の学術組織・国立研究機関及び上記1．ベンダーを除く民間企業

ベンダー及びロスアトム傘下企業を除く対象企業、及びその企業が手掛けている重要設備の一覧を次ページ以降に示す。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

調査対象企業と設備一覧（1/2）

図表2-87 調査対象企業と設備一覧（1/2）

企業名	国	原子炉容器/ 原子炉圧力 容器	蒸気 発生 器	ター ビン	一次主冷却系/ 原子炉冷却系- ポンプ	一次主冷却系/原子 炉冷却系-バルブ・ アクチュエータ	燃料サイ クル/革新 型炉開発
Chicago Bridge & Iron-	US	○					
China First Heavy Industries	CN	○	○	○	○		
Shanghai Electric Group	CN	○	○	○	○		
Dongfang Electric Corporation	CN	○	○	○			
BWXT Nuclear Energy	US		○				
Harbin Electric Corporation	CN		○	○	○		
GE Power	US			○			
Celeros Flow Technology	US				○	○	
Curtiss-Wright Flow Control Co.	US				○	○	
Flowserve Corporation	US				○	○	
Pollard Pumps	US				○		
Hayward Tyler Inc	US				○		
Sulzer Pump	US				○		
Trillium Flow Technologies	US				○	○	
Baker Hughes	US					○	
Bernard Controls Group	FR					○	
Conval	US					○	
Daher Group	FR					○	

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

調査対象企業と設備一覧 (2/2)

図表2-88 調査対象企業と設備一覧 (2/2)

企業名	国	原子炉容器/原子炉圧力容器	蒸気発生器	タービン	一次主冷却系/原子炉冷却系-ポンプ	一次主冷却系/原子炉冷却系-バルブ・アクチュエータ	燃料サイクル/革新型炉開発
Guichon Valves	US					○	
Emerson	US					○	
Rotork Plc	UK					○	
Thompson Valves	UK					○	
Velan Inc.	CA					○	
Urenco	UK						○
Cameco	CA						○
General Atomics	US						○
Rolls-Royce	UK						○
NuScale	US						○

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(1) GE/GE日立ニュークリアエナジー-概要

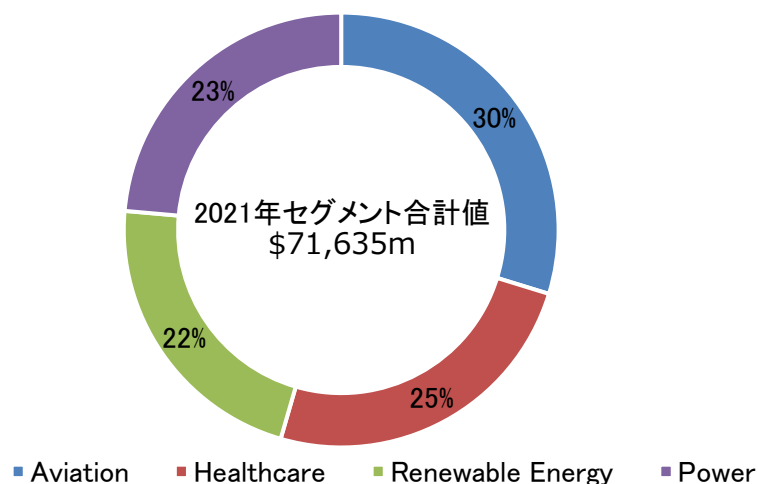
GEの子会社。2007年設立。GEHが属するパワーセグメントの従業員数は約3.4万人。

日立との協業を通してBWR向け原子炉・燃料・サポートサービスを含む、革新的原子炉技術ソリューションを提供。

図表2-89 セグメント情報

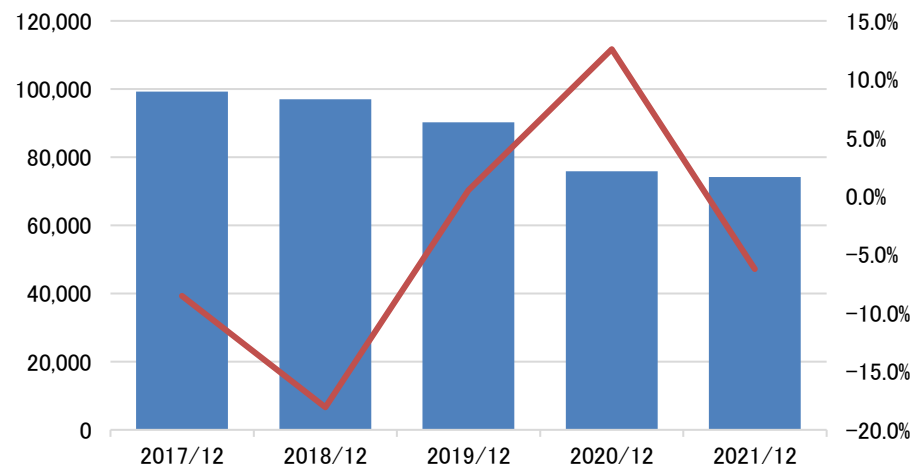
報告セグメント(GE)	内容
パワー	石油、ガス、ディーゼル、原子力でのエネルギー生産に関連する製品とサービス ※GE日立所属セグメント
再生可能エネルギー	風力、水力、蓄電、太陽光、グリッドソリューション、ハイブリッド再生可能デジタルソリューション
航空	商用及び軍用航空機エンジン、エンジン関係機器、航空機システム
ヘルスケア	医療用イメージング、デジタルソリューション、患者モニタリング及び診断、創薬、パフォーマンス向上ソリューション

図表2-90 セグメント内訳



図表2-91 連結売上高・営業利益率推移

単位: 百万ドル



出所) GE日立ニュークリアエナジー ウェブサイト、GE annual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(1) GE/GE日立ニュークリアエナジー-原子力事業

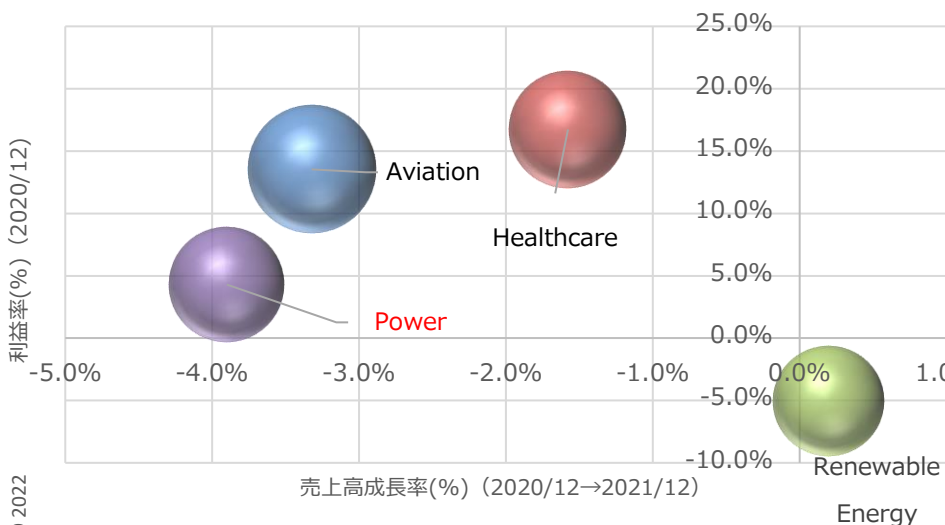
概要

- ・原子炉ベンダー（BWR）
- ・BWRやプラント用主要機器を国内外に展開
- ・原子燃料関係は日立との協業でグローバル・ニュークリア・フュエル（GNF）にて実施
- ・原子力事業売上は約7億ドル（2020年）

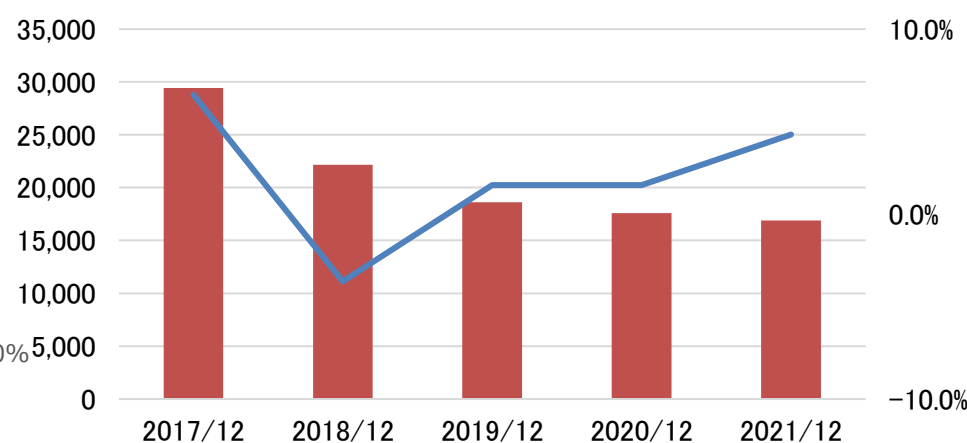
取組み

- ・BWRX-300、NATRIUM、ESBWR、ABWR、燃料関連の製品を提供。
- ・設備更新、保守、検査や監視、性能向上、寿命延長、線量低減、廃止措置などのソリューションを提供。
- ・これまでBWRで提供してきたものと同じレベルのPWRサービス事業も展開している。

図表2-92 セグメント別業績推移（2020/12→2021/12）



単位：百万ドル 図表2-93 Power売上高・利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(1) GE/GE日立ニュークリアエナジー-原子力事業

図表2-94 製品群一覧

燃料	Solutions
GNF3	給水用デブリストレイナー
GNF2	eMAX（超音波検査）
GE14-BWR向け燃料	リモートアンカップリング
ACUMEN（サイバーセキュリティ）	ジェットポンプ防振システム
	NUMAC（監視装置）
	PARTS ASSET MANAGEMENT SOLUTIONS (PAMS)
	使用済み核燃料プール用水位計測機器
	長期的な資産管理
	Outage Services
	部品（制御棒ブレード、モーター交換部品等）
	プラント性能
	プラントオペレータのための運転計画および分析ソリューション

2. 海外原子力産業

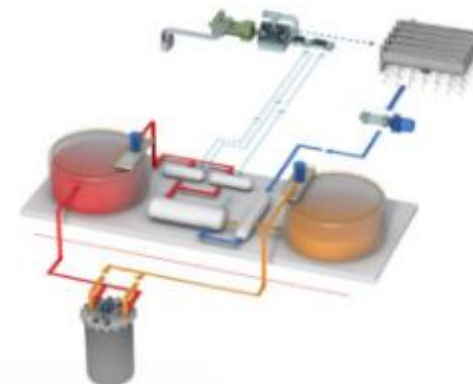
2-3. 企業の業績と戦略

(1) GE/GE日立ニュークリアエナジー-革新型炉

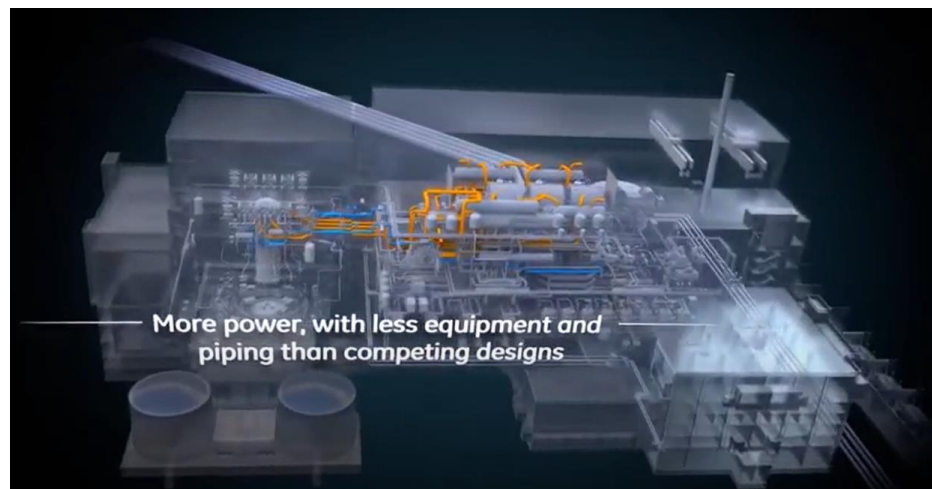
・ SMRであるBWRX-300の他、NATRIUM、ESBWRを開発している。

・ NATRIUMは、冷却材としてナトリウムを用いる出力34.5万kWの高速炉と、50万kW×5.5時間以上のエネルギー貯蔵技術を組み合わせたもので、負荷追従と産業用熱利用をサポートしているとされる。

図表2-95 NATRIUM



図表2-96 ESBWR



・ ESBWRは、出力153万kWの沸騰水型軽水炉で、2014年にNRCから認証を受けている。炉心損傷頻度は非常に低く、人の手や電源なしに7日間以上、原子炉を冷却することが可能とされる。また自然循環を設計に採り入れており、従来のものよりもポンプ等が少なくなっている。経済的にも低廉な原子力技術とされる。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(1) GE/GE日立ニュークリアエナジー-海外展開

図表2-97 海外展開実績

対象国	対象製品
アメリカ合衆国	原子炉圧力容器 原子炉再循環系統及び配管 残留熱除去系統及び配管
インド	チャンネルボックス
韓国	発電機×4
スイス	炉内構造物
台湾	原子炉格納容器 使用済燃料貯蔵ラック×2 主要原子炉機器 放射性廃棄物処理施設 水処理システム
中国	タービン 発電機 復水器 湿分分離加熱器 原子炉再循環ポンプ用モータ
パキスタン	タービン 発電機
ロシア	配管破断検出装置

海外展開戦略

日立・GEグループとして、2020年の英国 Wylfa Newyddプロジェクトからの撤退以来、海外案件のEPCは狙っていない。SMR等革新型炉の概念検討や要素技術開発は維持しており、国際協力も推進。

(*)IAEA ARIS（革新型炉情報データベース）による BWRX-300の位置づけ。
2028年、米国かカナダでの商業運転開始を目指す。

図表2-98 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength ・フロントエンドから廃止措置までの一連のソリューションを提供 ・日立との協業 ・PWRサービスも展開	Weakness ・原子力が属するパワーセグメントの売上高減少 ・パワー内で原子力の占める割合微小
外部環境	Opportunity ・脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大 ・開発する革新炉が採用されつつある	Threat ・政策リスク ・他の電源との競争

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(2) Westinghouse Electric Company-概要

- 1886年創立。1999年に英国核燃料公社（BNFL）によって買収されたのち、2006年より東芝傘下となる。19カ国に約9,000人の従業員を抱える。
- 原子力関連の多様な機器やサービスを提供している。

図表2-99 セグメント情報

報告セグメント	内容
なし	

財務データを確認できず

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(2) Westinghouse Electric Company-原子力事業概要

概要

- 原子炉ベンダー（PWR）
- PWRやプラント用主要機器、および原子炉燃料を国内外に展開。BWR用の機器や、多様な炉型の燃料も手掛ける。
- ボーグルおよびV.C.サマー原子力発電所の損失などを受け、2017年3月に連邦破産法第11条に基づく保護を申請した。

取組み

- 初のPWR営業運転から60年以上経過。手がけた原子炉は世界で430基に上る。
- 大型炉のAP1000からマイクロ炉のeVinciまで、幅広い原子力技術を有する。
- 福島第一事故から得た教訓を取り入れ、安全性を高めるためのソリューションを開発し、市場に投入。同事故後の安全性強化を世界16か国で実施している。
- 設計にあたっては規制要件の順守、プラント寿命の伸長、O&Mコストの削減を重視する。
- プラントの長期運転実施のため、顧客と長期的なパートナーシップを組み、計画段階からサポートする。
- プラント停止期間の短縮やそのコスト削減のため、技術や人員を提供。このサービスを30年にわたって実施してきた。
- VVERやBWRを含め、世界中で様々な炉型に対して燃料を供給している。

財務データを確認できず

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(2) Westinghouse Electric Company-製品群

図表2-100 製品群一覧

機器	燃料	エンジニアリング	Automation
熱交換器	VVER-1000燃料	確率論的リスク評価	コントロールシステム
キャビティシールリング	BWR燃料	BOPシステム/コンポーネント分析	サイバーセキュリティ
加圧器・加圧器ヒーター	BWR炉心用制御棒	BOPシステム/コンポーネント設計	診断・監視システム
原子炉容器上蓋	PWR燃料	NSSSシステム/コンポーネント分析	フラックスマッピング
原子炉容器・炉内構造物	Outage Services	NSSSシステム/コンポーネント設計	ヒューマン・システム・インターフェース
蒸気発生器	BOP Outage Services	物理的安全性	I&C近代化
バルブ	ポンプ・モーターサービス	安全性分析	原子力計装システム
	原子炉サービス	ライセンス支援	プラントコンピューターシステム
	蒸気発生器サービス	防火技術	保護システム
	コンポーネント除染サービス	土木・構造物	制御棒
	タービン発電機サービス	CBTソリューション	棒位置指示
	NDE検査サービス		安全関連プラットフォーム
	Outage Improvement Services		シミュレーター

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(2) Westinghouse Electric Company-革新型炉

- ・ PWR技術を生かした小型モジュール炉(SMR)や、さらに小型のマイクロ炉を開発している。

図表2-101 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績
SMR	・ 発電設備容量225MW以上。 ・ AP1000で確立された受動的安全システムを採用し、最高レベルの安全性を実現しつつ、必要な機器類の点数を削減。 ・ 自動停止した際には7日間にわたり、人手や電力供給なしで冷却状態を維持。 ・ ベースロード運転と負荷追従運転の切り替え可能。 ・ 設計寿命60年。燃料交換の間隔は24ヵ月。	・ 特段の実績を確認できず。
eVinci (マイクロ炉)	・ 従来の商用原子炉と宇宙用原子炉の技術を組み合わせて設計された可搬型マイクロ炉。 ・ 発電設備容量1-5MW、熱電供給可能。 ・ 設計寿命40年。燃料交換の間隔は3年以上。 ・ 現地での設置に要する期間は30日未満を目標とする。 ・ 緊急時計画区域 (EPZ) をほぼゼロに。	・ 米国DOEより試作型炉設計作業用の資金を獲得(2020年3月)。 ・ ブルースパワー社(カナダ)が導入を検討(2020年10月)。 ・ 米国DOE新型炉実証プログラム(ARDP)による資金支援対象として選定(2020年12月)。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(2) Westinghouse Electric Company-海外展開

図表2-102 海外展開実績

対象国	対象製品
ベルギー	炉心1件
ブラジル	主契約1件、原子炉系統1件、炉心1件、蒸気系統1件、タービン1件、炉心1件
中国	主契約4件
チェコ	燃料2件
フィンランド	燃料1件
日本	主契約1件、原子炉系統1件、炉心1件
韓国	主契約5件、アーキテクトエンジニアリング1件、原子炉系統7件、圧力容器5件、炉心7件、燃料5件、蒸気系統5件、タービン2件、土工工事1件
スロベニア	主契約1件、原子炉系統1件、圧力容器1件、炉心1件、燃料1件、蒸気系統1件、タービン1件
スペイン	主契約5件、原子炉系統5件、圧力容器5件、炉心5件、燃料2件、蒸気系統5件、タービン4件
スウェーデン	主契約2件、原子炉系統2件、炉心2件、燃料2件、蒸気系統2件、タービン1件
スイス	主契約2件、原子炉系統2件、炉心2件
台湾	主契約2件、原子炉系統2件、炉心2件、燃料2件、蒸気系統2件、タービン2件
ウクライナ	燃料1件
英国	蒸気系統1件
アラブ首長国連邦	炉心2件

海外展開戦略

- ・ 米国内におけるボーグルおよびV.C.サマー原子力発電所の損失などを受け、破産申請を余儀なくされたものの、世界有数のPWRメーカーという位置付けに変わりはない。西側諸国からの大型原子炉導入を志向する国にとって、同社のAP1000は有力な選択肢たり得る。
- ・ 現在、チェコ、ウクライナ、ポーランドなどの新設計画においてサプライヤー候補とされている。
- ・ 他方でSMRに関しては、ラインナップには加えているものの、ニュースケール社や日立GEほど関心を集めていないように見受けられる。

図表2-103 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength ・ 世界中で多数の実績。 ・ 設計から保守まで一貫して対応可能。 ・ 燃料製造にも対応。	Weakness ・ 建設ノウハウの消失。 ・ 大型プロジェクト失敗による経営状態の悪化。
外部環境	Opportunity ・ 脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大。 ・ 安全対策強化の需要拡大。	Threat ・ 政策リスク。 ・ 他電源との競争。 ・ 同業他社（主に中露）との競争。

注1：2020年1月1日現在、運転中・建設中の炉から集計。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

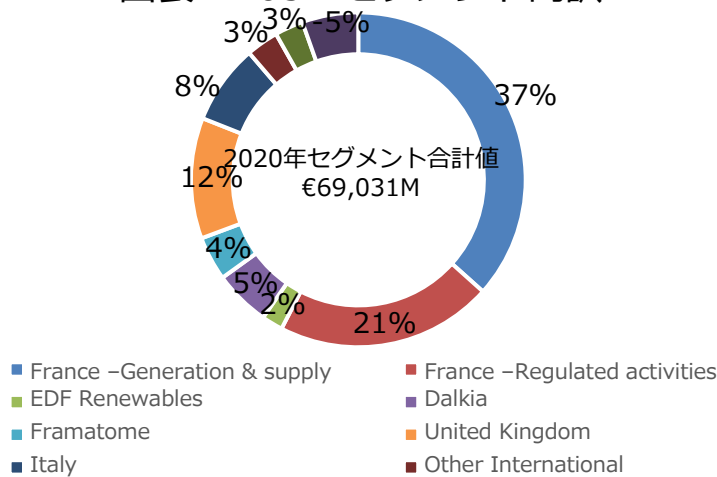
(3) EDF/Framatome-概要

Framatomeは1958年、Westinghouse社PWR技術をフランスで展開する目的で設立された。2015年よりEDFグループとなる。2021年12月現在、株主構成はEDF75.5%、三菱重工19.5%、Assystem5%。従業員数14,000人以上。

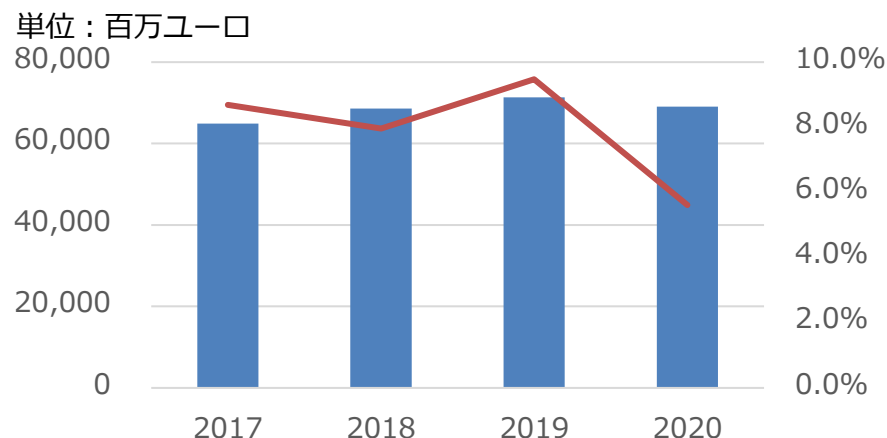
図表2-104 セグメント情報

事業セグメント	内容
Components	新設または既設の取替用の大型重量機器を設計・製作し、これまで11か国・100基以上の主設計または主要機器を供給。従業員1,500人以上がフランス及び中国で従事。
Engineering and Design Authority	既設炉の安全性向上及び将来炉の設計を担当する技術・設計責任部門。
Installed Base	既設炉及び建設中プラントの維持・補修・技術サービスを提供。自社製PWRのみならず他社製PWR、VVER、BWR、CANDUを含む世界250基以上の補修経験を有する。
Fuel	既設炉及び新設炉向けに燃料設計・認可・成型加工・炉心装荷サービスを提供。これまで世界で225,000体以上の燃料集合体をPWR、BWR、VVER向けに納入。VVERを除く263基の軽水炉のうち107基でFramatomeの技術が適用されている。
Instrumentation & Control	プラントの運転・各種システム装荷・制御系を提供。300基以上のあらゆる炉型で実績あり。

図表2-105 セグメント内訳



図表2-106 連結売上高・営業利益率推移



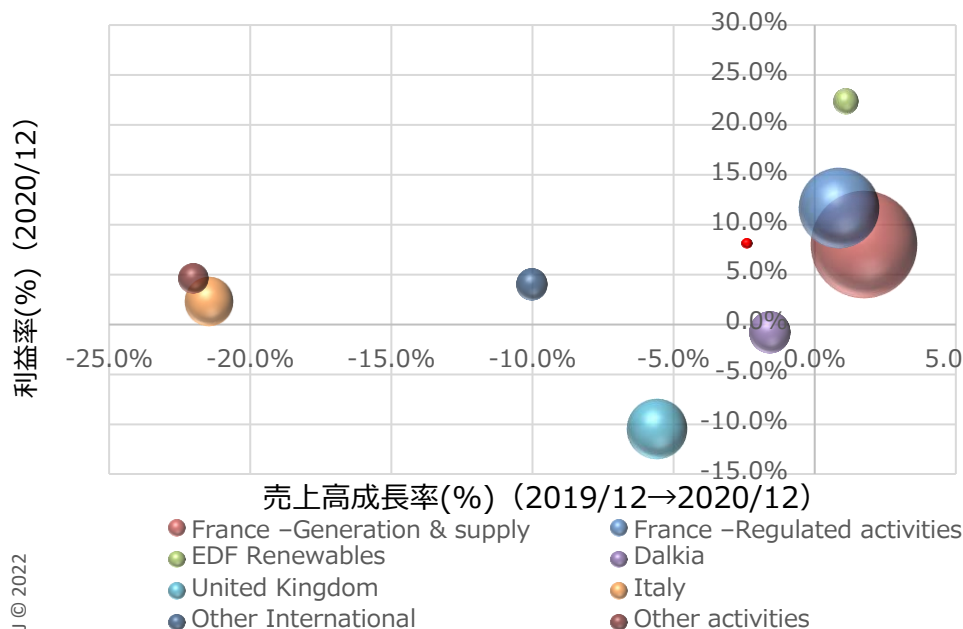
2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

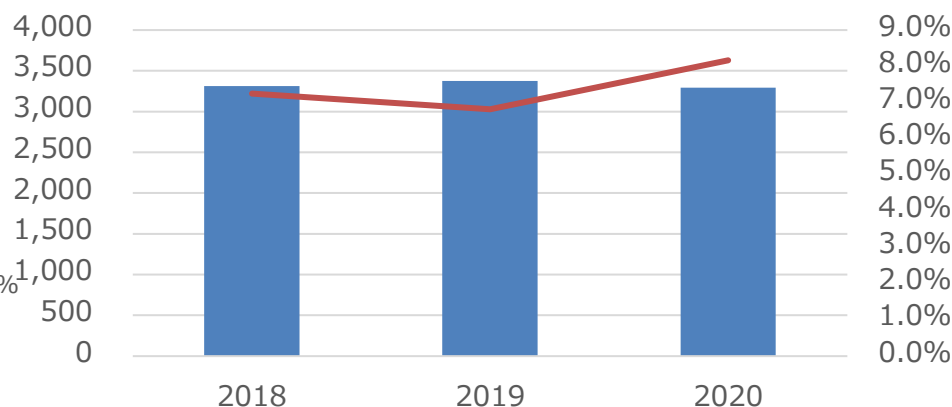
(3) EDF/Framatome-概要

- FramatomeのEDFグループにおける業績比率は売上で5%、営業利益で7%程度（2020年）。急成長セグメントのRenewablesより低い。
- EDFグループの税引前利益では「フランス国内電気事業」「国内規制活動」が70%超。
- 2021年には4件の買収を実施。
 - 7月1日、SG細管製造メーカーValinoxをVallourecより買収。
 - 8月3日、RCM Technologies Canadaの原子力部門買収を完了。
 - 9月3日、英国エンジニアリング企業BHR社の買収を完了。
 - 11月8日、Rolls-Royceの民生原子力I&C部門買収完了。

図表2-107 セグメント別業績推移（2019/12→2020/12） 図表2-108 Framatomeの売上高・営業利益率推移



単位：百万ユーロ



出所) Framatome ウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(3) EDF/Framatome-製品群

図表2-109 製品群一覧

機器	燃料
原子炉容器	燃料集合体の開発・設計
蒸気発生器	ジルコニウム合金の製造
加圧器	燃料集合体の製造・製品化
一次冷却材ポンプ	燃料関連サービス
原子炉と蒸気発生器をつなぐ一次側配管	研究炉用燃料の製造・供給
制御棒駆動機構	
I&C	
自動化ソリューション	
原子力計測機器	
ライフサイクルソリューション	
シミュレーション	
I&Cアーキテクチャーとエンジニアリング	
制御棒用I&C	

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(3) EDF/Framatome-革新型炉

- ・ 次世代炉の安全性・信頼性・経済性等への要求に応え得る、炉概念設計・燃料開発・機器設計・許認可支援などを実施。第4世代原子炉国際フォーラム（Generation IV International Forum、GIF）においては主導的な存在。
- ・ 革新型炉開発に適用可能な45の製品・サービスを提供。
- ・ この他、ナトリウム冷却高速炉ASTRIDの概念設計を日仏協力等で推進。

図表2-110 革新炉開発状況

主な製品・技術	内容	実績
Advanced reactor site studies: radioactive releases, hazards and seismic analysis, environmental integration …	これまでに建設された世界中のプラントの実績から、地震・洪水などのサイト特有のハザードを研究し、革新型炉の立地に係るリスク低減に貢献。	-
LW SMR - Fuel Technology Solutions	照射燃料データを元に、SMRごとの最適な燃料設計を提供。	-
Design and manufacturing of metallic containment vessel for advanced reactors	SMR向け鋼製格納容器の開発。	-
Fuel design and manufacturing for open and closed fuel cycles - Advanced reactors	これまで培ってきた直接処分及びリサイクルの両方のオプションが適用可能な最適燃料を提供。	-
High and low temperature electrolysis for H ₂ production with advanced reactors	革新型炉に適用可能な、水の電気分解による水素製造技術。	-
Optimum Modular Core Control under Constraint system for flexible operation - Operator Assistance Predictive System	運転制約の下で、複数の炉における最適な出力制御を提供。	-
Technology transfer portal for any GEN IV technologies: VHTR, MSR …	第3世代炉までの設計ノウハウ等を第4世代炉に継承するための技術ポータル。	-

出所) Framatome ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(3) EDF/Framatome-海外展開

図表2-111 海外展開実績

対象国	対象製品
ベルギー	炉心1件
中国	主契約4件、原子炉系統4件、圧力容器4件、炉心6件、蒸気系統4件
フィンランド	主契約1件、アーキテクトエンジニア1件、原子炉系統1件、炉心1件、燃料1件、蒸気系統1件
韓国	主契約2件、アーキテクトエンジニア2件、原子炉系統2件、圧力容器2件、炉心2件
南アフリカ	原子炉系統2件、圧力容器2件、炉心2件
スイス	蒸気系統2件
台湾	燃料2件
イギリス	圧力容器1件

注1：2020年1月1日現在、運転中・建設中の炉から集計。

海外展開戦略

Rolls RoyceのI&C部門やBHR社の買収等から、高度な要素技術の維持には注力しており、その手段として海外案件の受注を狙うことはあり得る。しかし、親会社EDFの基本方針がフランス国内の基盤強化にあるため、大型EPCを取りに行く可能性は低い。

図表2-112 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength ・フランスをはじめとする欧州での強固な産業基盤と実績。 ・フランス政府の強いコミットメント。	Weakness ・海外EPC受注の途絶。 ・親会社EDFの内向き志向。
外部環境	Opportunity ・採算性のある既設炉の寿命延長の意思決定の広がり。	Threat ・他の電源との競争。 ・電力市場における価格競争力の不透明性。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-概要

2007年創立。従業員数は約26.6万人（2019年時点）。

事業分野はフロントからバックエンドまでの燃料サイクル、機械製造、エンジニアリング、発電所運営まで、原子力事業に関する全てのバリューチェーンを網羅。

近年は多角化が重視されており、風力発電機の製造や AI 等のデジタル分野を含む新ビジネス・放射性医薬品や医療機器分野など核医学分野の展開。

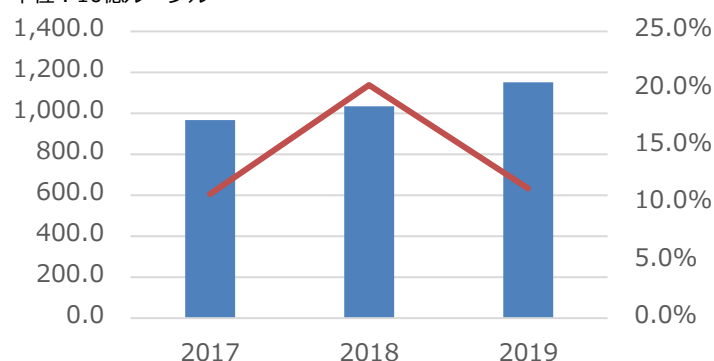
また、ロシアの国営企業で、非上場企業であるため得られるデータは限定的。

図表2-113 セグメント情報

報告セグメント	内容
MINING DIVISION	独自のウラン採掘能力を持ち、地質調査、設計、パイロット運転、生産施設の廃止、土地の修復までを一貫して行う。ウランを自社生産することにより、顧客への確実な供給を保証し、原子力発電用の資源を長期的に確保し、競争力のある生産コストを維持を可能に。
FUEL DIVISION	ロシアの原子力発電所と原子力砕氷船に核燃料を供給する唯一のサプライヤー。 PWR、BWR向けの核燃料、BWR、PHWR原子炉用の燃料ペレットを製造するために必要な能力を保有。
MECHANICAL ENGINEERING DIVISION	原子力・火力発電産業、ガス・石油化学産業、造船、特殊鋼市場向けの機器の設計・製造・供給に関するあらゆるソリューションを提供する。
ENGINEERING DIVISION	ロシア国内外における大型原子力発電所の設計・建設。
POWER ENGINEERING DIVISION	ロシアで唯一の原子力発電所運営を担う。 主に原子力発電所での発電・熱供給、ロシアの法律に基づいた原子力施設（原子力発電所）、放射線源、核物質・放射性物質を保管する施設の運営者としての役割を担う。

図表2-114 売上高・営業利益率推移

単位：10億ルーブル



※売上の内訳確認できず。

出所) ROSATOM ウェブサイト

2. 海外原子力産業

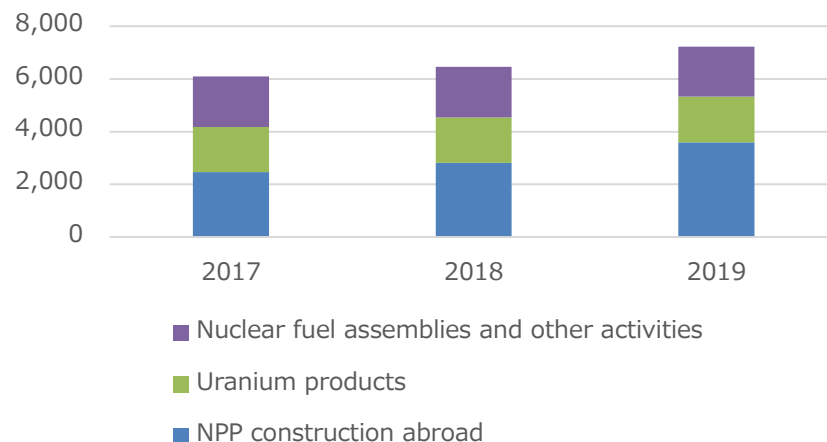
2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-原子力事業概要

- ・原子炉ベンダー（ロシア型PWRのVVER）。
- ・海外原子力事業では、原子炉建設の売上とウラン製品、燃料他の合計売上がほぼ1:1（2019年）。
- ・原子力事業に関する全てのバリューチェーンを網羅。
- ・原子力規制機関も電気事業者・施設建設、機械製造にあたる組織の全てがロスアトムに集約されている。

- ・ロシアは原子力利用において長い歴史を有し、原子炉および核燃料サイクル技術には高い技術を保持。
- ・ロシア政府は 2030 年までに原子力発電設備容量や海外での原子力発電所建設の更なる拡大を図る目標を掲げている。
- ・原子力発電所輸出時にはロシア政府からの財政支援が充実しており、大きな強みとなっている。
- ・トルコでのアックユ発電所の事業にて世界でBuild-Own-Operate (BOO) ※方式を初めて採用。
※BOO（Build Operate and Own）方式とは、民間事業者が文字通り建設・所有・運転を、資金調達を含めて自力で行い、その所有権を移転することなく運営していく方式。
- ・高レベル放射性廃棄物の処分・引取りを原子力発電輸出国に実施可能。
- ・Framatome社（仏）と燃料製造および計装制御（I&C）技術の開発に向けた両社の取り組みをさらに拡大する、新たな戦略的協力協定を締結。
- ・水素を重要分野と位置付け、Kola原子力発電所の余剰電力を用いた、水素製造(水の電気分解)の計画がある。

単位：百万ドル 図表2-115 海外売上



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-製品群

321



図表2-116 製品群一覧

Nuclear fuel cycle	Nuclear Services and Maintenance
ウラン採掘	寿命延長
ウラン濃縮	予防保全
燃料の製造	設備更新
MOX燃料、REMIX燃料の製造	Engineering
使用済み燃料の処理	サイト選定
Machine Building	機器と材料の供給
原子炉施設	試運転
蒸気発生器	起動運転
主循環ポンプ	Back-end
	使用済み燃料と放射性廃棄物の管理

※グループ会社である、AtomenergomashはVVERおよびBN（高速炉）プラントの主・補助機器に関するほぼすべてのニーズに、設計から納品まで対応。

出所) ROSATOM ウェブサイト

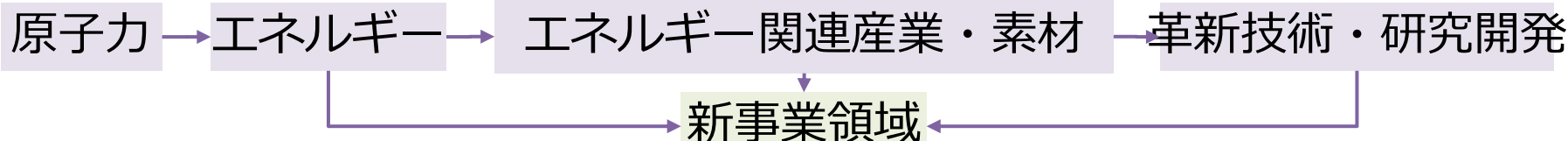
2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-事業ポートフォリオ

図表2-117 事業ポートフォリオ

Nuclear Energy Nuclear Fuel Cycle Uranium Mining Fuel and Enrichment Machine Building Engineering Power Generation Nuclear Services and Maintenance	Small Nuclear Power Plants	Nuclear medicine Production of isotopes to effective medical treatment	Non-nuclear equipment manufacturing Desalination Thermal power Hydro-electric power Oil&gas, chemical industry Shipbuilding Composite materials NPP automated control systems
Wind energy Consolidation of platforms of wind power generation	Nuclear icebreaker fleet Operation of nuclear icebreakers	Metallurgy Zirconium, titanium, calcium, hafnium and niobium items for high-technology industries	Digital products Center of competences of the Federal Project Digital Technologies within the National Program Digital Economy
Hydrogen energy Planning and implementing pilot projects in Russia and abroad	Energy storages Lithium-ion traction batteries	Automated process control systems and electrical engineering	Additive technologies Design and 3D-printers production, additive powders, complete sets, software and 3D-printing services
Electricity supplies Electricity supplier in Kursk, Tver, Smolensk and Murmansk Regions >50,000 legal entities & 2 million households	New business areas Materials and services Transport storage containers/Transportation Security systems/Composite materials Innovation businesses		R&D Scientific research activities Automated process control systems and electrical engineering



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-革新型炉

- ・クローズド燃料サイクルの確立のため、高速炉開発を重視。

図表2-118 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績
SMR	大規模な発電設備の建設が合理的ではない遠隔地の消費者への持続可能で信頼性の高い電力供給のための最適なソリューション。また、大量のCO2排出量を放出する古いディーゼル発電所や石炭火力発電所にとって代わることもできる。 Yakutiaで2028年に完成予定（設備容量：55MW以上、耐用年数：60年、原子炉：RITM-200N）。 また、グループ会社のTVELは、実験用核燃料集合体を製造したと公表済。	ROSATOM社は現在までに6基のRITM-200原子炉を建設済み。
高速炉	資源の有効利用や高レベル放射性廃棄物の量の低減の観点から高速炉の開発を重視。 2021年2月に冷却高速炉の実証炉「BREST-300」の建設を許可し、6月から建設が始まった。2026年に運転開始予定。	BELOYARSK3,4号機 3号機：600MW(運転開始：1981年) 4号機：885MW(運転開始：2016年)
核融合	ROSATOMは、ITERプロジェクトの枠組みにおけるロシアの義務の履行に責任を負う。	TVEL社（グループ会社）はITER向けに低温超伝導体を生産（2009-2014）。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-海外展開

図表2-119 海外展開実績

対象国	対象製品（主契約）
バングラデシュ	2件（VVER-1200×2）
ベラルーシ	2件（VVER-1200×2）
中国	4件（VVER-1000×4）
インド	2件（VVER-1000×2）
イラン	2件（VVER-1000×2）
トルコ	1件（VVER-1200×1）

↑注1：2020年1月1日現在、運転中・建設中の炉から集計。

注2：関係会社ASEの実績

海外展開戦略

先進国が進出しない国に進出する傾向があり、インドなど一部を除き先進国ベンダーと競合する地域はない。
進出国には金銭的余裕のない国も多い。安価な価格水準と金融支援、及びその国のインフラ水準に合致した技術の段階的導入（Graded Approach）を展開。

図表2-120 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength ・豊富な海外実績。 ・価格競争力・金融支援。 ・高レベル放射性廃棄物の引き取り。	Weakness ・地政学的な観点から参入していない国もある。
外部環境	Opportunity ・脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大。 ・先進国の投資リスク回避傾向。	Threat ・政策リスク。 ・他の電源との競争。 ・国際金融リスク。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-グループ会社構造

2022年2月現在、ロスアトム傘下には約350社の企業があり、27万5,000人以上の従業員がいる。事業領域は原子力発電及び核燃料サイクルを構成する事業全般にわたっており、近年では風力や精密機器・高機能材料など他分野にも展開。

それらのうち主な企業74社について、以下の主製品/サービス項目で分類した表を次ページ以降に示す。

<分類項目名>

- 原子炉容器/原子炉圧力容器
- 蒸気発生器
- タービン
- 一次主冷却系/原子炉冷却系-ポンプ
- 一次主冷却系/原子炉冷却系-バルブ・アクチュエータ
- 燃料サイクル/革新型炉開発
- 素材・材料開発・製造
- I&C・精密機器
- 補修・検査・運輸・PJ管理等サービス
- 解析・ソフトウェア
- 基礎研究
- 他分野への展開

出所) Rosatom> Our Enterprises

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomenergomash

Atomenergomashはロスアトムグループで原子力・火力発電エンジニアリング、ガス及び石油化学事業を展開し、傘下に多くの専門企業を抱える。

同社傘下の主な企業及び事業領域は以下の通り。（*1～5：後述）

図表2-121 Atomenergomash 傘下企業・事業領域

企業名	事業領域	原子炉容器/原子炉圧力容器	蒸気発生器	タービン	一次主冷却系/原子炉冷却系		素材・材料開発・製造	補修・検査・運輸・PJ管理等サービス	基礎研究	他分野への展開
					ポンプ	バルブ・アクチュエータ				
CNIITMASH	原子力・火力向け高機能材料・合金開発等						○			
OKB Gidropress	原子炉概念設計、基礎研究開発等								○	
AFRICANTOV OKBM(*1)	燃料集合体、ポンプ、バルブ、原子炉制御系、熱交換器、燃料取扱機構				○	○				
CDBMB(*2)	VVER向け原子炉冷却系ポンプ				○					
SverdNIIchimash	水質管理・脱塩器等							○		
AEM-technology(*3)	原子力・火力向け機器、パイプライン用弁類、溶接、冶金等	○	○		○	○				○
ZiO-Podolsk(*4)	原子力・火力・石化施設・船舶向け機器供給 * 原子力分野では原子炉容器、SG、タービン発電機、給水加熱器、熱交換器、イオン交換樹脂、蒸発器など	○	○	○						
AAEM(*5)	タービン発電機 (AlstomとのJV)			○						

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-燃料サイクル・素材等

核燃料サイクルや燃料材料など素材・材料開発及び製造を行っている主な企業は以下の通り。
(1/2) (*6：後述)

図表2-122 素材・材料開発及び製造を行う企業（1/2）

企業名	構造、親子関係、子会社	事業領域	燃料サイ クル/革新 型炉開発	素材・材 料開発・ 製造	補修・検 査・運 輸・PJ管 理等サー ビス	基礎研究	他分野へ の展開
AKME-engineering, JSC	RosatomとPJSC IrkutskenergoとのJV	鉛ビスマス高速炉開発	○				
Atomenergoprom		原子力事業全般			○		
Atomenergoremont		ブルガリアKozlodoy原 子力発電所の保修			○		
Atomflot		原子力砕氷船					○
Atomic Reactor Research Institute		研究、実験炉運転				○	
Atomkomplekt JSC		原子力事業の契約			○		
Atomredmetzoloto Uranium Holding Co. (ARMZ)(*6)		ウラン探鉱	○				
	VNIPIpromtehnologii National Research and Design Institute for Industrial Technology	ウラン探鉱事業のエン 지니어リング	○				
International Uranium Enrichment Centre	ウラン濃縮の国際共同管理		○				
	Angarsk Electrolysis Chemical Complex	IAEA国際ウラン濃縮セ ンターの運営主体	○				
IRC MBIR Consortium		高速炉開発	○				
Mayak Production Association		使用済み燃料再処理	○				

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-燃料サイクル・素材等

(続き(2/2)) (*7-8: 後述)

図表2-123 素材・材料開発及び製造を行う企業 (2/2)

企業名	構造、親子関係、子会社	事業領域	燃料サイクル/革新 型炉開発	素材・材料 開発・製造	補修・検 査・運輸・ PJ管理等 サービス	基礎研究
TENEX(*7)		ウラン濃縮、燃料製造・供給	○			
	Saint-Petersburg ISOTOPE	核燃料・核原料物質輸送			○	
	NFC Logistics	燃料・使用済み燃料の国際輸送			○	
Tochmash		遠心分離機等製造	○			
Troitsk Institute for Innovation and Fusion Research		核融合工学				○
TVEL(*8)		ウラン燃料転換、濃縮、成型加工	○			
	Bochvar National Research Institute for Inorganic Materials	複合材料・合金の製造、研究開発		○		
	Chepetsk Mechanical Plant (CMP)	ジルカロイ等燃料材料		○		
	Machinery Manufacturing Plant (MZP)	燃料棒・燃料集合体開発		○		
	Siberian Chemical Combine	ウラン濃縮、他燃料・金属加工	○	○		
Russian Research Institute for Chemical Technology		ウラン他金属の精錬・加工		○		
Ural Electromechanical Plant (FSUE UEMZ)		燃料要素、産業用金属加工等		○		

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM- I&C・解析・ソフトウェア等

I&C・精密機器などの開発・製造、解析・ソフトウェア等のサービス、基礎研究及び他分野展開を行っている主な企業は以下の通り。（*9：後述）

図表2-124 開発・製造、解析・ソフトウェア等のサービス、基礎研究及び他分野展開を行う企業

企業名	子会社	事業領域	I&C・精密機器	解析・ソフトウェア	基礎研究	他分野への展開
Rusatom Automated Control Systems (RASU) (*9)		IC機器他電子制御系全般	○			
Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering		炉物理、熱流動、安全解析等		○		
D.V. Efremov Institute of Electrophysical Apparatus		レーザー、加速器材料等			○	
Karpov Institute of Physical Chemistry		物理化学、物性化学、化学工学			○	
Russian Research Institute for Experimental Physics		原子核物理実験他			○	
Science and Innovations		基礎工学研究・技術開発			○	
United Corporation for Innovations		核種分析			○	
Zababakhin Russian Research Institute for Technical Physics		基礎工学研究・技術開発			○	
Inject, RPE, Ltd.		半導体パーツ・レーザー部品製造				○
Isotope		同位体製造・供給				○
NovaWind		風力発電				○
	VetroOGK	風力発電機設計・製造				○
United Heat and Power Company		原子力以外の発電所運営				○
Rosatom Energy Storage Solutions		リチウムイオン電池、エネルギー貯蔵技術				○
Rusatom Healthcare		医療用放射線源、医療技術全般				○
Rusatom Infrastructure Solutions		産業高度化、浄水等				○
Russian Institute of Precise Chemistry Technology		化学工学全般				○
Russian Research and Development Institute for Nuclear Power Machinery		原子力向け他の動力機器供給				○
FRPC PA Start		機械工学・電子工学等実験センター				○
Rosenergoatom		ロシア国内原子力発電事業				○
	Atom Energy Trade	ロシア国内配電				○

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-補修・検査・運輸等

補修・検査・運輸・プロジェクト管理等のサービスを行っている主な企業は以下の通り。

図表2-125 補修・検査・運輸・プロジェクト管理等のサービスを行う企業

企業名	事業領域
Alianstransatom	原子力企業向けのトラックなど運輸
Atom Security	セキュリティ及び核不拡散
Atomspetstrans	核燃料物質の輸送
Atomstroyexport (ASE)	海外の原子力事業全般
Atomtechenergo	保守・保修
Atomtechexport (ATEX)	海外原子力プラント運営
Centre of Expertise for Major Construction Projects (CEMCP)	建設工事プロジェクトの総合管理
Cifrum	デジタル化
Consolidated NPP Equipment Procurement Directorate (CEPD)	中国事業
Federal Environmental Operator (FEO), FSUE (RosRAO)	放射性廃棄物管理
Mining and Chemical Plant	放射性廃棄物貯蔵施設管理
National Operator for Radioactive Waste Management	放射性廃棄物処分の最終処分事業者
NIKIMT Atomstroy	廃止措置
RADON, FSUE	生産管理、品質管理
RAOS Project Oy	フィンランド事業
Rosatom Emergency Service	緊急時対応
Rusatom Cargo	大型機器運搬用船舶の製造・運営
Rusatom International Network	国際事業展開の現地支援
Rusatom Overseas	国際事業展開
Rusatom Service	グループ事業全般の支援
Zarubezhatomenergostroy	品質保証・品質管理

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomenergomash-AFRICANTOV OKBM

・ 会社概要

1945年にロシア政府の原子力開発部門として設立され、ウラン濃縮施設・プルトニウム生産炉・原子力砕氷船・原子力潜水艦等の設計・開発を担当した。その後ナトリウム冷却高速炉BN-350、BN-600、BN-800の設計・製造も担い、現在は浮体型多目的原子炉Akademik Lomonosovの開発・製造を行っている。

・ 原子力事業領域・主な取り組み・実績等

熱交換器、ポンプ、高速炉 等（出所：Nuclear Engineering International）

・ 最近の動向：洋上（浮体式）原子力船、原子力砕氷船向けSMR開発に注力

図表2-126 最近の動向

年月日	概要
2021/9/27	セントペテルスブルクで開催されたRAO/CIS Offshore -2021において、浮体式原子炉RITM-200の最新設計を発表。
2021/12/31	ロスアトム傘下の燃料メーカーTVELとRITM-200Sの共同開発で合意。
2022/2/14	ロシア最大級の原子力砕氷船“Leader”向け原子炉RITM-400（12万kW×2）、Atomenergomashの工場で作製開始。なお蒸気発生器ユニットの製造は2021年に開始されている。

図表2-127 原子力砕氷船“Leader”



出所）World Nuclear News

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomenergomash-CDBMB

・ 会社概要

1945年12月、旧ソ連の法令№. 3175-963cc「レニングラード・キロフプラントの水平型ガス高速分離圧縮機の設計・製造に向けた取組」に基づき設立。16種類の標準型ガス高速分離機及び40種類以上の関連機器を開発し、主としてウラン濃縮技術開発に適用された。1949年にウラン濃縮事業を開始して以来、国内の核燃料開発のみならず中国等への輸出も行われた。1952年からは原子力潜水艦向けキャンドモータポンプの設計・開発を担当し、1953年に初号機を製作・納入。1960年代からは商業用原子力発電所向けの冷却材循環ポンプの実装も担う。図表2-128 原子力事業領域・主な取り組み・実績等

事業領域	内容
原子炉冷却系ポンプ	GTsNA-1391：VVER-1000向け原子炉冷却系ポンプで、2006年からVVER-2006及びVVER-TOIに実装。潤滑油を使わず、火災リスクが低い。 GTsNA-1753：GTsNA-1391の最新型。 最も実績のあるGCN-310型はNovovoronezh3/4h号機、Kola1/2号機（いずれもロシア）、Bohunice1/2号機（スロバキア）、Kozloduy1～4号機（ブルガリア）等の実装されている。
燃料交換機	1970年代から原子力船、砕氷船等の実装され、BRMK（黒鉛チャンネル型軽水冷却炉）には運転中の燃料交換可能なRZM-488として採用された。1980年代以降はVVERシリーズや“Russia”, “Soviet Union”, “Yamal”, “Taimyr”, “Vaigach”, “Sevmorputといった砕氷船に実装され、Leningrad, Kursk, Smolenskといった発電所で現在も使用されている。
使用済燃料取り出し・処理用機器	使用済燃料取り出し・輸送及び切断等の作業を遠隔で行うための機器セット。切断機・ホットセル等から構成され、Beloyarsk, Novovoronezh, Leningrad, Kursk等の発電所の他、再処理施設・燃料成型加工施設・ウラン濃縮施設・実験炉等でも適用されている。

最近の動向：鉛冷却実証炉BREST-300向けポンプを受注

2021年12月、CDBMBは建設中の鉛冷却実証炉BREST-300向けの主冷却ポンプの設計・製造に関する契約書に署名した。今後2年かけてプロトタイプGTsNA-1720を製作し、各種試験を行った後、実機に取り付ける4基の製作に取り掛かる予定。出所）CDBMB＞News（ロシア語）

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomenergomash-AEM-Technology

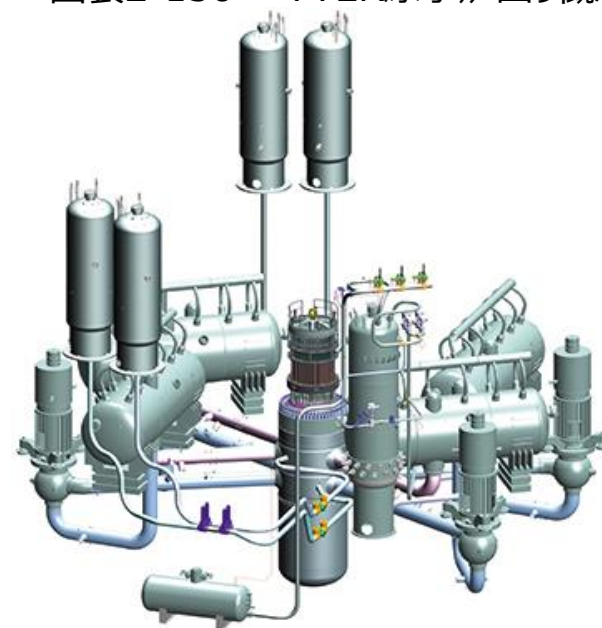
・ 会社概要

2007年、Atomenergomashの一部門として設立され、原子炉周りの主要機器の製造を担当。VolgodonskとPetrozavodskとに工場を有する。ウクライナ・KramatorskにあるEnergomashspetsstal (EMSS) とは同じAtomenergomash傘下の企業として、原子炉容器・蒸気発生器等の原子炉周り重要設備製造において協力関係にある。図表2-130 VVER原子炉回り概念

原子力事業の他、石油ガス・火力・パイプライン用バルブ・金属製品・大型鋳造品等の事業も展開。

図表2-129 原子力事業領域・主な取り組み・実績等

事業領域	内容
原子炉容器周り主要機器製造・組立	原子炉容器・炉内構造物・炉上部機構・蒸気発生器・主冷却系配管及びポンプ・ECCS用及び受動的炉心注入系用油圧蓄圧器・コアキャッチャー・輸送システム・仕切弁 等（図参照）
使用済燃料輸送・貯蔵関連技術	使用済燃料の輸送及び長期貯蔵用ドライキャスク製造 等



出所) AEM Technology <https://www.aemtech.ru/en/>

最近の動向：国内外原子力発電所向け機器製造・搬出

2021/11/23 Akkuyu2号機向け原子炉容器をIZHORSKIYE ZAVODY JSCの工場から出荷

2021/12/6 Akkuyu1号機向け原子炉容器上蓋や炉上部機構等をVolgodonsk工場から出荷

2022/2/21 Kursk2号機向け蒸気発生器の主要製造工程完了

出所) AEM-Technology> Industry News

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomenergomash- ZiO-Podolsk

・ 会社概要

操業開始は1919年、1992年より現在の社名となる。創業時より主に火力発電所向けボイラーを900種以上製造してきており、国内外190以上の火力プラントに納入実績がある。

主な事業分野は原子力・火力・石油化学プラント・船舶向け機器供給。

・ 原子力事業領域・主な取り組み・実績等

旧ソ連時代に建設されたロシア型原子炉の全てに同社の製品が実装されている他、ブルガリア・ハンガリー・チェコ・スロバキア・東ドイツ・フィンランドのVVER-400及びVVER-1000に蒸気発生器や再生熱交換器等の機器を供給してきた。

主な製品は、原子炉容器、SG、タービン発電機、給水加熱器、熱交換器、イオン交換樹脂、蒸発器など。中国の高速実験炉CEFR向け熱交換器やロシアのBN-600向け機器も納入している。

・ 最近の動向

2019/4/17 ZiOPodolskとHitachi Zosen Innova AG（日立造船のスイス支社）、廃棄物リサイクル施設のモスクワ市内への建設で協力することで合意。

2021/3/3 バングラデシュ・Rooppur2号機向けに最後の大型機器（蒸気分離・再過熱器及び高圧ヒータ）を出荷。

2021/7/8 中国の高速実証炉CFR-600向け熱交換器モジュール（蒸発器16基及び過熱器16基）製造過程をCNNC幹部が視察。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomenergomash-AAEM

・ 会社概要

Atomenergomash（51%）とGE（49%）とのJVとして2007年に設立。ロシア型炉のプラントへのタービン供給を目的としており、2010年よりGE Steam Powerのブランド“Arabelle”を使用。2022年2月のEDFによるGE Steam Power社原子力事業部門の買収に伴い、AAEMの所有者及び持株比率に変更が生じたかどうかについての情報は確認できない。

図表2-131 原子力事業領域・主な取り組み・実績等

事業領域	内容
原子力発電所タービン設備	Arabelle蒸気タービン（90～180万kW向け）、4気筒発電機、熱交換器
プラント設備更新	ブレード、ローター等の最新化、ステータ・軸等の調整、使用条件調整、出力向上 等

図表2-132 プロジェクト一覧

プラント	出力（MW）×基数	契約相手	契約年
Hanhikivi-1（フィンランド）	1265MW×1	GE Steam Power Systems	2016
Akkuyu-1～4（トルコ）	1255MW×4	Atomenergomash, JSC	2017
El Dabaa 1～4（エジプト）	1200MW×4	Atomstroyexport JSC/CEPD JSC	2018
Paks（ハンガリー）	1260MW×2	GE Steam Power Systems /General Electric Hungary Kft	2018

・ 最近の動向

2021/4/5 Akkuyu1号機向け高圧ロータを納入
出所）AAEM

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomredmetzoloto Uranium Holding Co.

・ 会社概要

1991年、旧ソ連の中央機械建設省を引き継ぐ形で発足し、のちロシア政府の原子力部門の一角となった。従業員数は7,396人（2018年）。

・ 近年の取り組み；多角化と高付加価値の追求

ウランとともにリチウムなど、より付加価値の高い鉱物資源開発に着目しており、ウラン事業以外からの収益を2030年までに30%とする目標を掲げている。開発中・事業化進展段階の鉱物資源は、酸化スカンジウム、アルミニウム・スカンジウム合金、鉛・亜鉛合金、チタン・ジルコニウム合金、ウラン鉱脈に混在する金や銀など。

これらの鉱物資源開発にあたっては海外の企業とも提携している（例：フランスAramine社）。

出所）ARMZ＞Business Diversification

図表2-133 主なグループ内企業と事業内容

企業名	持株比率(%)	拠点	事業内容
Priargunsky Industrial Mining and Chemical Union (PIMCU)	96.62	Trans-Baikal Territory	ウラン採鉱、精錬、二酸化ウラン生産、非鉄金属等精錬、他鉱物資源採鉱・精錬
Dalur	98.89	Kurgan Region	ウラン鉱山開発、採掘、精錬
Khiagda	100	Republic of Buryatia	ウラン採鉱、精錬
First Ore-Mining Company	99.78	Moscow	エンジニアリング、ソリューション、プロジェクト開発
Elkon	100	Sakha Republic (Yakutiya)	ウラン採鉱、開発
Gornoe	100	Chita	Trans-Baikal地域の小規模ウラン採鉱開発
Lunnoye	50.03	Sakha Republic (Yakutiya)	Lunnoye鉱山の露天掘りによる採鉱

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-Atomredmetzoloto Uranium Holding Co.

337



<業績推移>

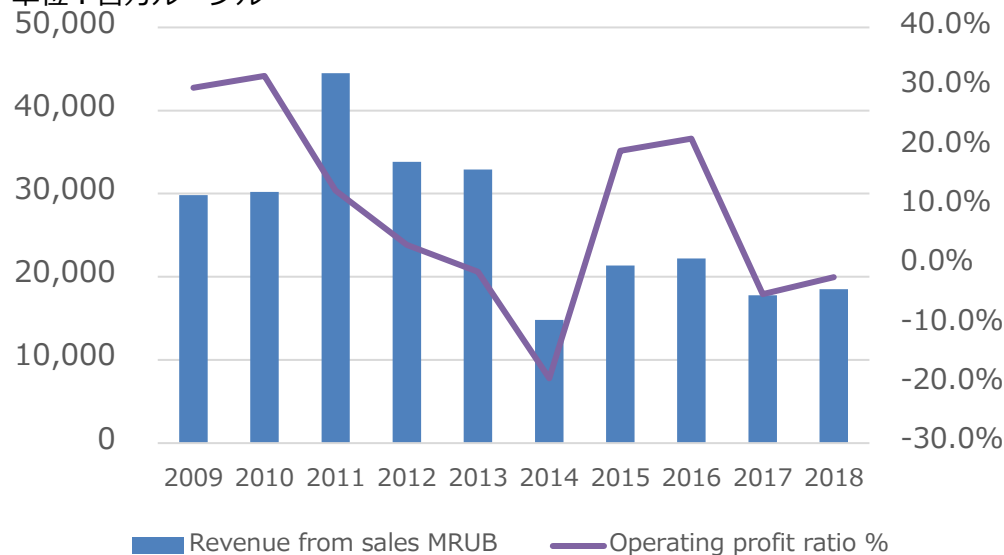
年により売上の変動が大きく、営業利益も一定していない。

ARMZが所有・運営するウラン鉱山では、最新技術のISL (In-situ Leaching) への切り替えが進んでおらず、2018年末時点でのDalur及びKhiagdaにおけるISLの比率は55%。

2018年、子会社Dalurにおいてはじめてスカンジウム酸化物の商業生産に成功。今後ともウラン事業のみに依存しない戦略的多角化を進める意向。

図表2-134 ARMZ売上と営業利益率推移 (2009-2018)

単位：百万ルーブル



<最近の動向：多角化・デジタル化・電動化を推進>

- PIMCU内のKrasnokamensk鉱山において新たに3台のリチウムイオン電池駆動の自社製LHD (Load haul Dumper) が稼働開始。
出所) World Nuclear News, 2021/12/7
- ARMZ Mining Machinery、LHDを南アメリカの顧客に納入。ARMZは長年のウラン採鉱事業を通してLHDの組み立て技術を会得しており、これを新たな成長事業の一つにしたい考え。
出所) ARMZ> News, 2021/12/15
- ARMZではリチウム化合物の生産量を50,000トン/年まで高め、2030年までに安定した商業生産規模を目指すとしている。
出所) ResourceWorld, 2021/8/24

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-TENEX (Techsnabexport)

・ 会社概要

1963年、Export & Import Bureau Techsnabexportとして発足し、主に東欧諸国のウラン資源開発及び旧ソ連国内へのウラン製品供給を担った。2021年現在はウラン濃縮・転換・再濃縮・回収などの役務の他、使用済燃料管理、バイオ燃料生産、リチウム他レアメタル生産等も手掛ける。従業員数は330人（2022年2月）。取引のある国は以下の通り。

図表2-135 取引先

地域	国（○印：TENEX支社のある国）
北米・中南米	○米国、メキシコ、ブラジル
欧州・旧ソ連	○英国、フランス、スペイン、ベルギー、ドイツ、チェコ、○スイス、スウェーデン、フィンランド、ブルガリア、トルコ、カザフスタン
中東・アフリカ・アジア	エジプト、UAE、中国、○韓国、○日本

図表2-136 主な事業内容

事業領域	事業内容
ウラン製品	濃縮役務及び濃縮ウラン製品、転換役務及び六フッ化ウラン、天然ウラン製品、再処理、回収ウラン及び成型加工。2022年2月現在、16か国42社の顧客と取引中。
使用済燃料管理及び再処理	使用済燃料貯蔵及び輸送システム構築、再処理、エンジニアリング等。日本の福島第一原子力発電所のデブリ解析及び除去等のクリーンアップ事業にも参画。 * TENEXはロシア政府から指定された唯一の海外使用済燃料引き取りサービス事業者。
輸送・ロジスティクス	核燃料及び関連製品の国際輸送管理、ロジスティクス等。2019年、IAEA2018年総会での合意に基づき、カザフスタンまで低濃縮ウランの輸送業務を遂行。
新事業（バイオ燃料及びリチウム他レアメタル生産）	ウッドペレット製造、販売。2019年より英国及びフィンランド向けにウッドペレットの試験供給開始。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM-TENEX (Techsnabexport)

339

IEE
JAPAN

<業績推移>

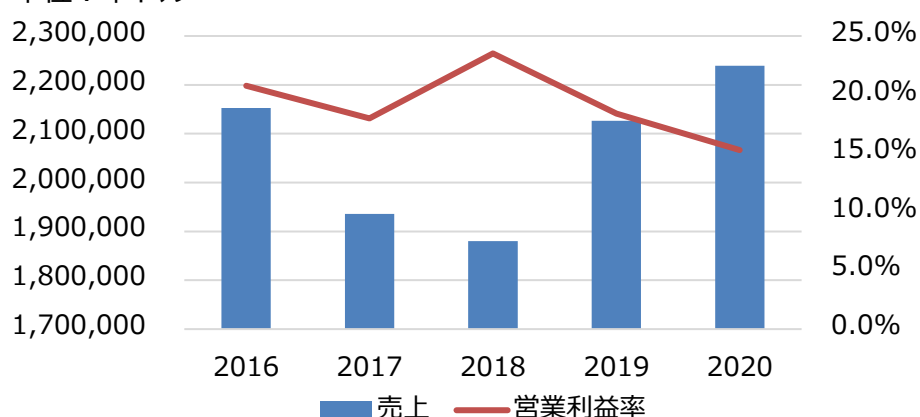
売上高は年により若干変動はあるが、概ね20億米ドル前後で推移している。営業利益率は15～20%程度で、2018年には23.5%だった。

地域別では欧州・米州・他地域の順で、対欧州が売上の半分強を占めている。

セグメント別ではウラン製品の比率が圧倒的に高く、それ以外の製品（バイオ燃料等）とサービスはまだ緒に就いたばかりといえる。

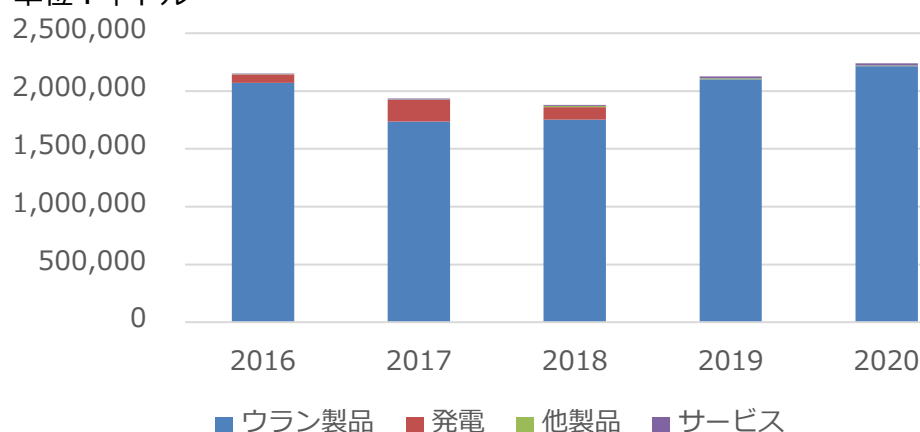
図表2-137 売上高と営業利益率推移（2016-2020）

単位：千ドル



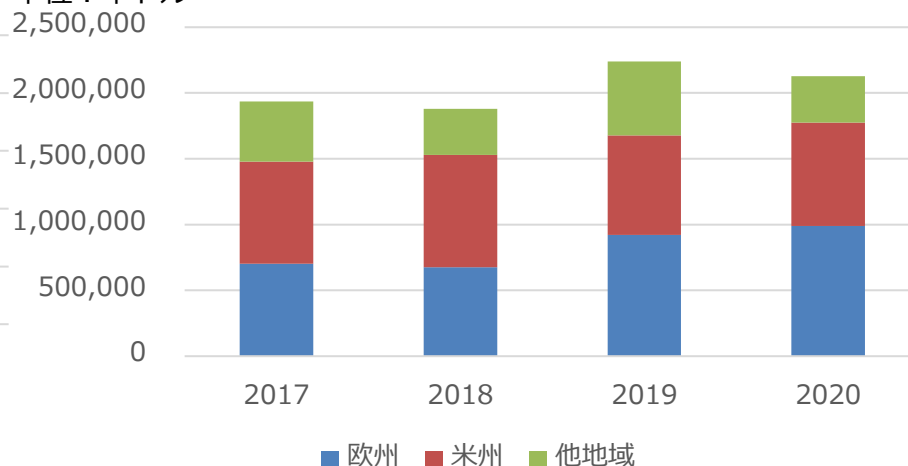
図表2-138 セグメント別売上高推移（2016-2020）

単位：千ドル



図表2-139 地域別売上高推移（2016-2020）

単位：千ドル



<最近の動向>

2021/11/6 EDF、自国の回収ウラン転換及び再濃縮事業者にTENEXを指定
出所) TENEX> NEWS

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM- TVEL

・ 会社概要

1996年、核燃料サイクル事業再編の一環として設立され、燃料成型加工を担当してきた。（それ以前の燃料成型加工は政府の原子力部門が担当）。現在はコア事業の軽水炉向け燃料成型加工の他、転換・濃縮、金属・エネルギー貯蔵、化学、3Dプリンティングなども展開。

出所) TVEL> Activities

図表2-140 事業領域

事業領域	事業内容
ウラン濃縮・転換	Novouralsk、Zelenogorsk、Seversk、Tomsk、Angarskにある事業所で実施。
燃料成型加工	ロシア製原子炉VVERの他、他社製PWR、BWR、重水炉にも供給。
原子炉及び核燃料施設の廃止措置	2019年、政府より「原子力施設の廃止措置プロジェクト及び廃棄物管理」産業界統括として指定を受ける。
冶金	ジルコニウム、チタン、ハフニウム等を産業用途に加工、発電プラントや航空機向け設備、化学プラント向け設備等に適用。
エネルギー貯蔵技術	リチウムイオン電池の開発・製造、掘削機・工事機械等の電機設備リプレイス等。
化学	ウラン濃縮で培った遠心分離技術の応用として、金属の科学的分離・結合、合金製造等で医薬品・農業などに適用。
デジタル化	燃料事業のみならず全ての生産工程におけるデジタル化を推進。

<最近の動向：“Proryv”（Breakthrough）Project>

TENEXグループがSiberian Chemical Combineで進めている革新的な原子力システムで、発電所・使用済燃料貯蔵施設・再処理施設・MOX成型加工施設・廃棄物貯蔵施設を一つの敷地内で集中管理・運営する構想。鉛冷却高速原型炉BREST-OD-300が用いられており、2021年に建設認可取得済み、2025年竣工予定。

出所) TVEL> Proryv Project

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM- TVEL

341

IEE
JAPAN

＜業績推移＞

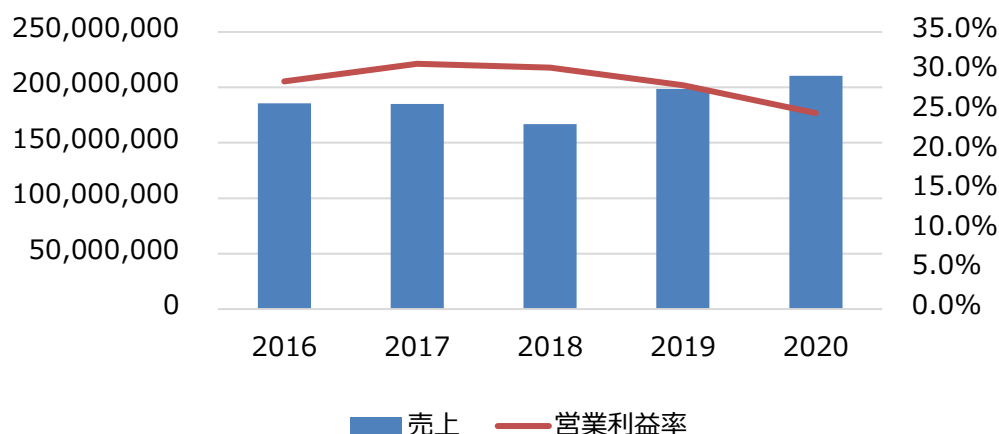
売上高は年により若干変動はあるが、概ね2000億ルーブル前後で推移。

営業利益率は30%前後で安定的に推移してきたが2020年は24.5%。

セグメント別では、主力事業の核燃料での売上が2018年までは60%程度だったが近年低下傾向にあり、2020年は約50%。近年増加傾向にある「他製品」は金属加工やリチウム等の先端素材加工。

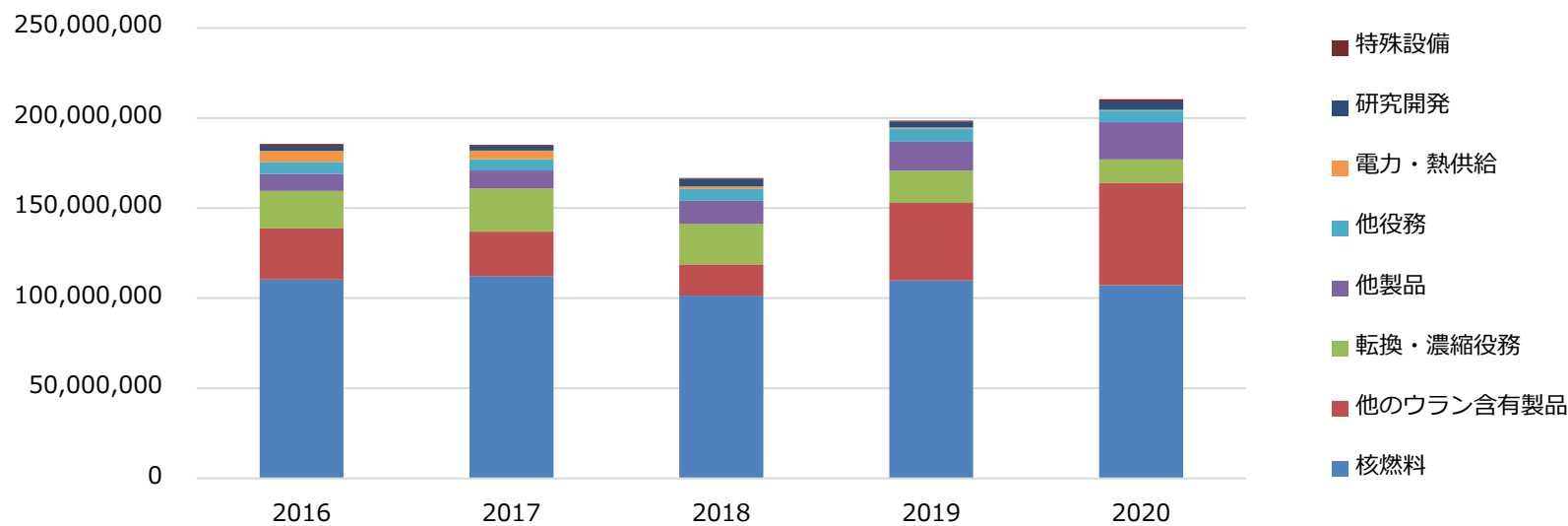
図表2-141 売上高と営業利益率推移（2016-2020）

単位：千ルーブル



単位：千ルーブル

図表2-142 セグメント別売上高推移（2016-2020）



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(4) ROSATOM- Rusatom Automated Control Systems (RASU)

・ 会社概要

2015年創立。ロシア製原子炉及びロシア原子力傘下の工場や事業所、国内外の火力発電所等においてI&C系を供給している他、電気機器や電力系統網の管理・保守等も担当。

図表2-143 最近の動向

年月日	国	概要
2018/5/15	中国	GCN傘下のChina Techenergyとの間で、ロシア・中国及び第三国における原子力発電所向けI&C機器の開発・導入に係るMOUを締結。まずは田湾（中国）において両社協力のもとでI&C設置を進め、ゆくゆくは海外市場を展望する。
2018/5/24	フランス	エネルギー管理企業Schneider Electricとの間で、ロシア製原子力発電所及び送電網の電気系統機器の信頼性・安全性向上に関する協力MOUを締結。RASUが担当する国内外の案件にSchneider社製の製品を提供するとともに、Schneider社はRASUの工場への技術提供を進める。
2018/5/25	フランス	Framatomeとの間でI&Cに係る協力・協働の拡大に向けたMOUを締結。
2019/10/22	フランス	ハンガリー・Paks5/6号機（VVER-1200、建設中）にRASUよりI&C系機器を供給する契約をFramatome-Siemensコンソーシアムと締結。
2019/12/3	フランス	Assystemとの間でI&C系及び産業用電気制御システムに係る協力MOUを締結。
2020/11/27	フィンランド	エネルギー企業Enersense International Oyjとの間で、Hanhikivi1号機向けI&C供給のため同社からRASUに専門家を派遣することで合意。
2022/1/31	トルコ	Akkuyu1/2号機へのI&C設置についてトルコ原子力規制機関より認可取得

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

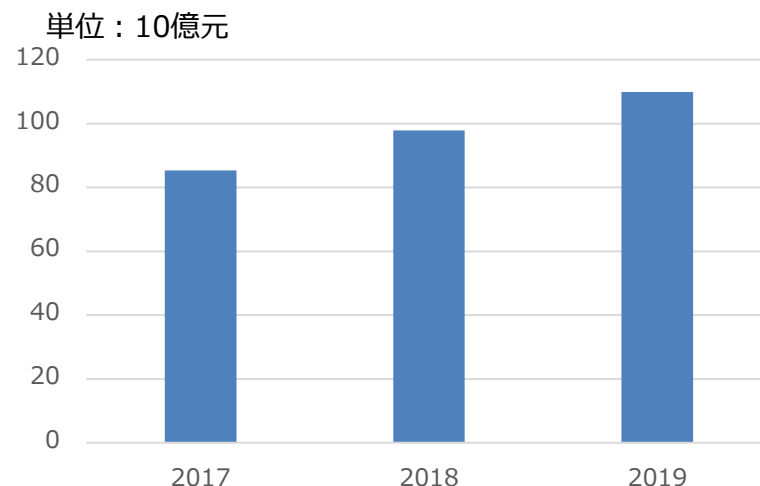
(5) CGN-概要

- ・大亜湾発電所 1 号機の商業運転の開始を機に 1994 年に設立された中国広東核電集団会社が前身。
- ・2019年時点で従業員数は、約4.2万人。
- ・原子炉の設計からエンジニアリング、原子力発電所運営までの全ての領域を担う。
- ・グループ会社であるEdraはマレーシア、エジプト、バングラデシュに9か所の発電所(CCGT等)を保有する。
- ・2019年時点での運転中設備容量は、原子力：27.14GW、原子力以外：31.04GW
- ・海外売上比率は2019年時点で20.7%
- ・2019年時点で、28ヶ国に進出し、海外の資産の割合は18.7%
- ・国有企業であるため得られる情報は限定的。

図表2-144 セグメント情報

セグメント	内容
Nuclear power	・2019年末時点で、原子力発電の稼働中の総設備容量は27.14GW（中国本土の55.7%）。 ・CNNCと共同で華龍一号（HPR1000）を開発。
Nuclear fuel	・CGNPC Uranium Resources Co.Ltdは、CGNの100%子会社として2006年8月15日に設立され、原子力発電所向けに核燃料と技術サービスを提供。
New energy	・CGNNew Energy Holdings Co Ltdは、太陽光、水力、風力発電プロジェクトを開発および運営。
Financial	・資金決済、債務のリスク管理、信用融資、金融資産管理、投資銀行業務、保険仲介、金融リース、直接投資、国内外の資金の集中管理などの金融サービスを提供。
Nuclear technology	・CGN Nuclear Technology Application Co.は電力以外の核技術を発展させるために設立。 ・電子加速器の製造、放射線処理サービス、改質ポリマー製品の3つの事業を中核とする。

図表2-145 営業収益



※CGNの利益、セグメント内訳は確認できず。

出所) CGN ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

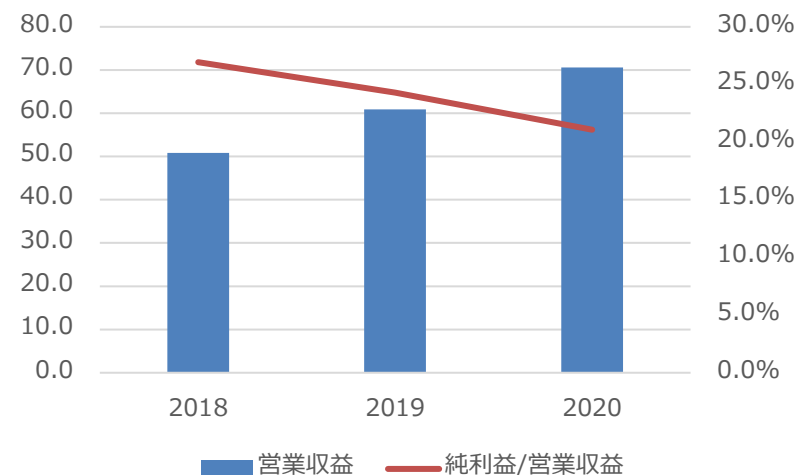
(5) CGN-原子力事業概要

概要

- ・原子炉ベンダー（華龍一号、CAP）
- ・原子炉の設計からエンジニアリング、原子力発電所運営までの全ての領域を担う。
- ・2019年末時点で稼働中の原子力発電の総設備容量は27.14GW。建設中、建設承認済みは5.78 GW。
- ・国内外のウラン資源開発にも注力しており、7件のウラン鉱山プロジェクトがある（2019年時点）。
- ・CGN の上場子会社で、国内原子力発電事業を担うCGNPは損益を確認できる。

図表2-146 営業収益・利益率

単位：10億元



取組み

- ・海外原子力輸出において、主に欧州を中心とする傾向がある。
- ・国産設計炉である華龍一号は、当初、CNNC およびCGN のそれぞれが開発するという方針を変更し、共同で開発。
- ・日米では、原子炉の設計・エンジニアリングはプラントメーカー、原子炉の運営は電力会社の事業領域であるが、中国では原子炉メーカーと発電会社が一体となって原子力事業を実施。
- ・現在、イギリスでヒンクリーポイントC建設プロジェクトに出資参加中。

出所) CGN ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(5) CGN-製品群

図表2-147 製品群一覧

Nuclear power	Nuclear fuel
燃料	燃料
エンジニアリング設計	天然ウラン
技術研究開発	再処理サービス
エンジニアリング建設	ウラン取引
HPR 1000	使用済み燃料の乾式貯蔵
SMR	
Firmsys (I&C)	

※各機器単位の情報は確認できず。

出所) CGN ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(5) CGN-革新型炉

- ・ ACPR設計の技術を生かした小型炉の開発に注力

図表2-148 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績
核融合	—	・ ITERプロジェクトではCGNの子会社であるChina Nuclear Power Engineering CoがSuzhou Thvow Technology Co (STTC)と共同で蒸気抑制タンクを納入。
小型炉/マイクロ炉 (多目的電源)	・ 小型原子炉ACPRシリーズは、洋上のACPR50Sと陸上のACPR100がある。 ・ ACPR50Sは、浮体式原子力発電所として海洋環境に合わせて設計。 ・ ACPR100は、大規模な工業団地や山間部の遠隔地で使用可能。	・ 2016年11月、ACPR50Sの建設を開始したと公表。

出所) CGN ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(5) CGN-海外展開

図表2-149 海外展開実績

対象国	対象製品(主契約)
—	—

↑注1：2020年1月1日現在、運転中・建設の炉から集計。

注2：関連会社を含む。

海外展開戦略

先進国ベンダーが進出しない地域を狙う点ではCNNCと同じだが、親米の国にもアプローチしている点では異なる。
標準的な第3世代+炉の輸出に重点を置いており、設備・部品や要素技術単位での営業活動は積極的ではない。

図表2-150 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength - 国内での継続的な建設経験。 - 政府による金融支援能力。	Weakness - 政府による支援は金融支援以外具体的でない。 - CNNCとCGNによる連携していない営業活動。 - 西欧言語の壁。
外部環境	Opportunity - 脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大。 - 先進国の投資リスク回避傾向。	Threat - 政策リスク。 - 他の電源との競争。 - 国際金融リスク。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

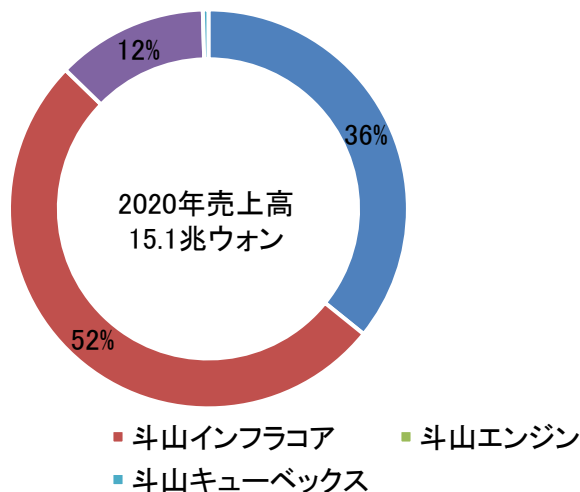
(6) 斗山重工業-概要

- 1962年創立。従業員数は約4,676人（2020年12月末時点）。
- 原子力、火力、再生可能エネルギーなどの発電設備のほか、様々な大型金属製品や水質処理プラントなどを手掛ける。
- 発電部門、水処理部門、環境設備部門、鍛造品部門、建設部門を抱えていたが、2018年末の組織改編でこれらの部門を「斗山重工業」として統合した。

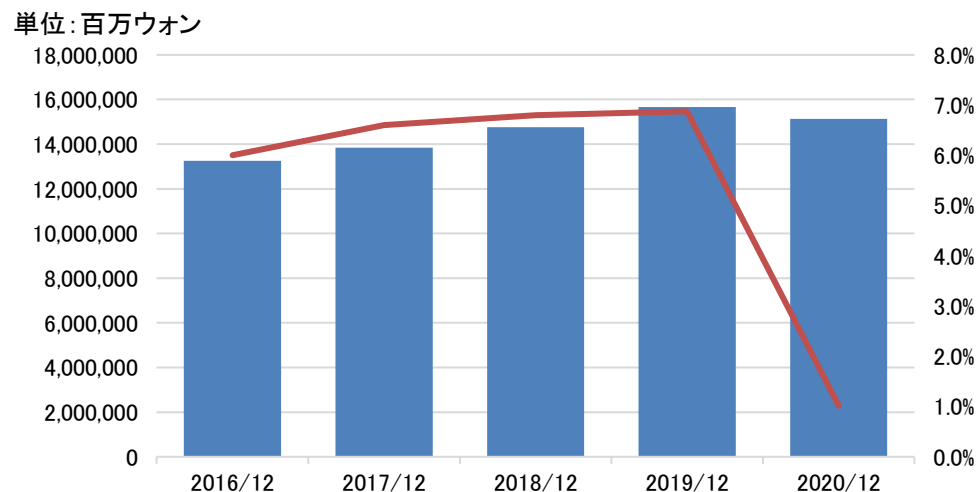
図表2-151 セグメント情報

報告セグメント	内容
斗山重工業	発電設備、水処理設備、淡水化設備、鍛造品、プラント設備設置工事、道路工事など
斗山インフラコア	内燃機関、各種建設機械、運送装置およびその部品など
斗山建設	アパート建設など
斗山キューベックス	ゴルフ場経営など

図表2-152 セグメント内訳



図表2-153 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(6)斗山重工業-原子力事業概要

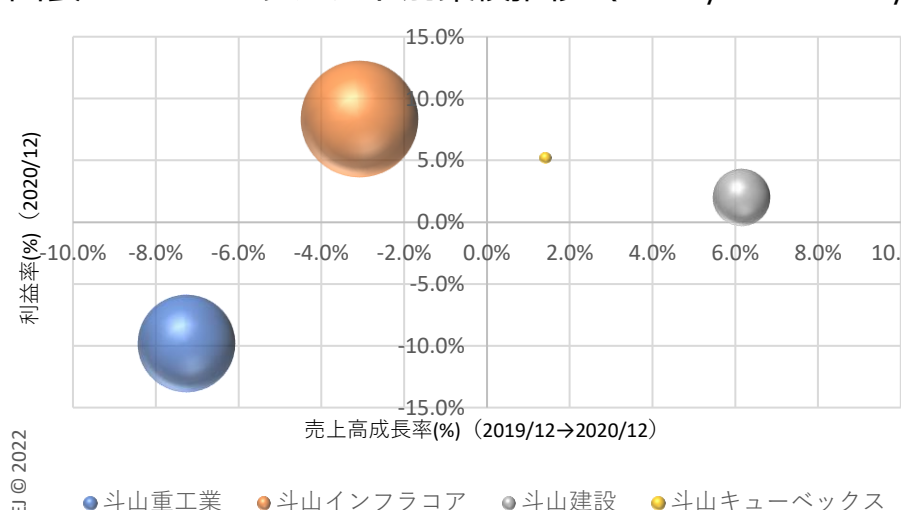
概要

- 原子炉ベンダー（PWR）
- PWRやプラント用主要機器を国内外に供給。

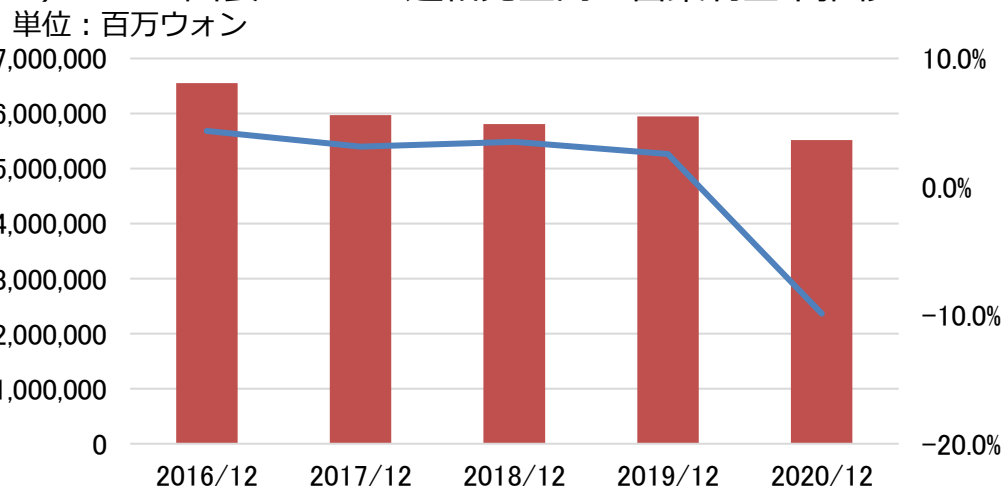
取組み

- 当初は1GW級PWRのOPR1000を供給していたが、より大型のAPR1400を開発。
- AP1000用の原子炉容器や蒸気発生器の供給実績もある。
- 国内に多数の実績を有するほか、APR1400をUAEから4基受注。2021年12月現在、1号機および2号機が特段の遅延を生じることなく運転を開始している。
- 使用済燃料の輸送・貯蔵キャスクや廃炉関連技術の開発を進めており、事業範囲の拡大を目指している。米国ニュースケール社のSMR事業にも参画。

図表2-154 セグメント別業績推移（2019/12→2020/12）



図表2-155 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(6)斗山重工業-製品群

図表2-156 製品群一覧

機器	サービス	I&C
原子炉および炉内構造物	I&Cパッケージ	I&Cパッケージ
蒸気発生器	交換用機器の提供、工事	
原子炉冷却ポンプ	補修・非破壊検査用交換部品	
制御棒駆動機構	エンジニアリング技術サポート	
加圧器	R&D	
燃料貯蔵ラック	スタートアップ・メンテナンス	
格納容器建屋（ポストテンション方式）	稼働中の原子力発電所の計装・制御システムの高度化	
熱交換器	使用済み燃料	
圧力容器およびタンク	使用済み燃料の輸送と貯蔵キャスク	
核燃料移動装置		

出所)斗山重工業 ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(6)斗山重工業-革新型炉

- 斗山重工として独自の小型モジュール炉（SMR）や第四世代炉などを開発している事実は確認できないが、米国ニュースケール社のSMR事業に参画している。
- なお、同じ韓国勢としては、韓国原子力研究院（KAERI）がサウジアラビアと共同で統合型SMRの「SMART」を開発中。

図表2-157 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績（斗山重工関係）
VOYGR （ニュースケール社製SMR）	1基あたり77MWのパワーモジュールを需要規模に応じて組み合わせる。パワーモジュールは船、鉄道、トラックなどで輸送可能。米国アイダホ国立研究所では12基構成を計画中。 - 緊急時には自動的に停止し、受動的に冷却される。 - ヘリカルコイル蒸気発生器により、コンパクト化と高い熱効率を実現。 - 使用する核物質が大型炉の20分の1であり、事故発生時にも周囲への影響を抑えられる。	- 斗山重工、ニュースケール社との覚書に調印。現金投資を行うほか、製造チームに加わり、蒸気供給系統を供給する（2019年5月）。 - 斗山重工、国内投資家らと共に6,000万ドル相当の株式投資を発表。SMRを用いた水素製造や海水淡水化などでも協力の考え（2021年7月）。

出所)斗山重工業 ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(6) 斗山重工業-海外展開

図表2-158 海外展開実績

対象国	対象製品
中国	原子炉系統1件、圧力容器3件、炉心1件、蒸気系統4件
アラブ首長国連邦	圧力容器4件、炉心2件、タービン4件

注：2020年1月1日現在、運転中・建設中の炉から集計。

図表2-159 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength - 国内で多数の実績。海外実績も増加中。 - ニュースケール社 SMR 事業 参画によりノウハウ獲得。	Weakness 現在の製品ラインナップは大型軽水炉のみ。
外部環境	Opportunity 脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大。	Threat - 国内の脱原子力政策。 - 他電源との競争。

海外展開戦略

- 左表の集計には含まれていないが、斗山重工の発表によると、米国のセコヤ原子力発電所に交換用蒸気発生器を供給した実績がある。また、建設中の炉を含めると、UAEのバラカ1-4号機が左表に加わる。
- これらを合わせても、米国やフランスの主要サプライヤーに比べると海外展開の実績は少ないが、両国の原子力新設プロジェクトが大幅な遅延を生じさせているなか、バラカ1、2号機を特段の遅延なく運転開始させた実績は特筆すべきであり、今後関心を示す国が出てくる可能性は高い。
- 脱原子力政策によって韓国国内の市場規模の縮小が予想されることもあり、今後さらに積極的に海外展開を狙うものと考えられる。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(7)CNNC-概要

- ・政府機関である核工業部が前身。
- ・原子力発電、核燃料サイクル、核応用、環境保護、原子力工学の分野における研究開発、建設、生産、運営、および国際協力、輸出入を主な業務とする。
- ・世界の原子力科学技術開発のリーディングカンパニーを目指す。
- ・国有企業であるため、得られる情報は限定的。

図表2-160 セグメント情報

セグメント	内容
Nuclear power	原子力発電の運転と管理
Nuclear fuel	多様な炉型の核燃料の供給が可能（CANDU、AP100、HTGR等）。
Nuclear uranium	ウイグル自治区にウラン採掘場を建設、内モンゴル自治区でも2カ所で建設作業を進行中。
Nuclear engineering and construction	原子力発電所建設に必要なサプライチェーンを形成。 石油化学工業、冶金、建築材料、住宅建設、地方自治体のプロジェクトなど、その他の土木・産業サービスを30カ国以上に提供。
Environmental protection	核燃料再処理のための放射化学実験施設を建設
Nuclear applications	原子力技術の応用は、アイソトープとその関連製品、核医学、核関連機器・装置、放射性物質源、産業用アプリケーション、照射処理まで担当。
New Energy	風力発電や太陽光発電などの新エネルギー資源の開発。

出所)CNNC ウェブサイト

※CNNCの売上、利益、セグメント内訳は確認できず。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

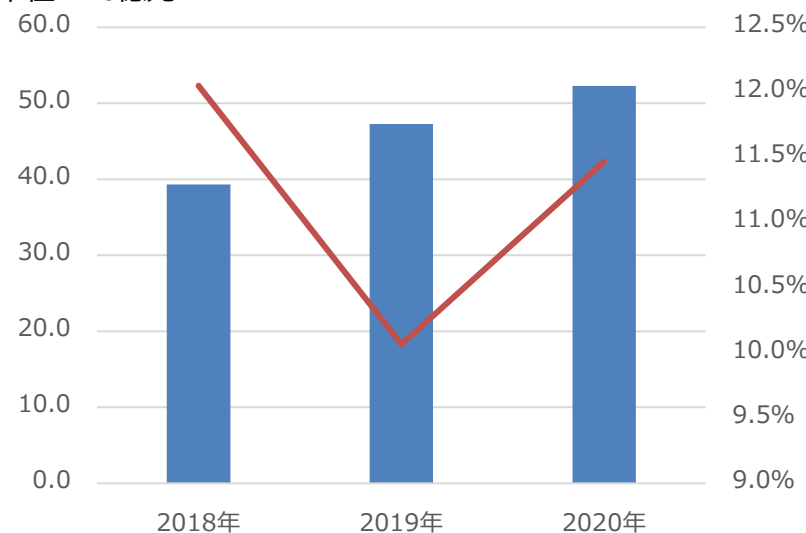
(7)CNNC-原子力事業概要

概要

- ・原子炉ベンダー（華龍一号、CAP）。
- ・原子炉の設計からエンジニアリング、原子力発電所運営までの全ての領域を担う。
- ・上場子会社で国内発電事業を担当するCNNPは損益を確認できる。
- ・2019年末時点で、22ユニットが稼働し、6 ユニットの建設中。

図表2-161 営業収入・利益率

単位：10億元



取組み

- ・海外原子力輸出において、主に途上国中心とする傾向がある。
- ・国産設計炉である華龍一号は、当初、CNNC およびCGN のそれぞれが開発するという方針を変更し、共同で開発。
- ・日米では、原子炉の設計・エンジニアリングはプラントメーカー、原子炉の運営は電力会社の事業領域であるが、中国では原子炉メーカーと発電会社が一体となって原子力事業を実施。
- ・海外原子力輸出では政府による財政支援があり、パキスタン・カラチ発電所では、原子力発電所建設費の約8割を政府融資で賄う。

出所)CNNC ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(7)CNNC-製品群

図表2-162 製品群一覧

Nuclear power	Nuclear fuel
準備	CF1
試運転	CF3
燃料交換	AFA3G
特別保守	TVS-PM
専門教育	CANDO
技術支援	AP1000
重水炉支援	HTGR
情報システム開発・運用	R&T Fuel
Nuclear engineering and construction	
土木工事全般	
非破壊検査	

※CNNCは、原子力発電所建設のための完全な産業チェーンを形成と記載。

出所)CNNC ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(7)CNNC-革新型炉

- ・CNNCの傘下であるSWIP（the Southwestern Institute of Physics）が原子力開発（熱炉・高速炉・核融合炉）の中核を担う。
- ・海外政府・企業と革新炉開発の協定を締結しており、今後積極的な海外進出が見込まれる。

図表2-163 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績
高温ガス炉	清華大学と協力して、高温ガス炉の開発を行っている。 高温ガス炉の商業化プロジェクトの実施を積極的に推進することで、カーボンニュートラルを実現するという目標の実現に貢献していく。 2016年4月、AMEC フォスターウィーラー社（英国企業）と、英国他へ HTR を建設することを目指した協力覚書を締結。 2016年8月、インドネシア原子力庁とHTR実験炉開発の協力協定を締結。	2012年12月に建設を始めた小型実証炉（炉型：HTR-PM）は2021年9月に初臨界に達し、12月にグリッド接続。より大型の「HTR-PM600」の建設も計画中。
核融合	2009年に中国原子力庁の承認を受け、SWIPが四川省に「HL-2M」設計・建設。	2020年12月、トカマク型原子炉「HL-2M」初放電を実現。
高速炉	中国の高速炉開発は、実験用高速炉、実証用高速炉、商業用高速炉という3段階の戦略を取っている。 実験炉CEFRの建設経験をもとに、実証炉CFR600を2017年から建設中。	実験用高速炉：CEFR（炉型：BN-20、グリッド接続：2011年）
小型炉/マイクロ炉 （多目的電源）	多目的小型モジュール炉 ACP100の開発。 ACP100は発電だけでなく、産業用熱源、地域暖房用熱源、海水淡水化等への利用を目的として開発。 2015年7月、イランのマクラーン海岸にACP100を建設する提案を実施。 浮揚型 SMRである、ACP100Sの開発。	2021年7月には南方の海南省で実証炉が着工（炉型：ACP100、125MW）。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(7)CNNC-海外展開

図表2-164 海外展開実績

対象国	対象製品(主契約)
パキスタン	4件 (CNP-300×4)

↑注1：2020年1月1日現在、運転中・建設中の炉から集計。

海外展開戦略

先進国、特に米国と関係の深い国には進出を避け、一帯一路戦略と合致する国の中でも特に先進国ベンダーが進出しない地域を狙う。標準的な第3世代+炉の輸出に重点を置いており、設備・部品や要素技術単位での営業活動は積極的ではない。

図表2-165 強み・弱み

	プラス要因	マイナス要因
内部環境	Strength - 国内での継続的な建設経験。 - 政府による金融支援能力。	Weakness - 政府による支援は金融支援以外具体的でない。 - CNNCとCGNによる連携していない営業活動。 - 西欧言語の壁。
外部環境	Opportunity - 脱炭素・大規模安定電源のニーズ拡大。 - 先進国の投資リスク回避傾向。	Threat - 政策リスク。 - 他の電源との競争。 - 国際金融リスク。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

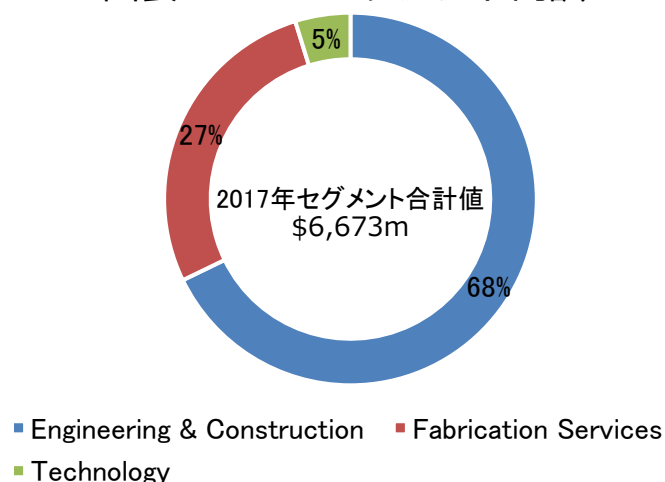
(8)Chicago Bridge & Iron-概要

- ・ 貯蔵施設、タンク、ターミナルを設計・建設する企業。世界中に25か所以上の拠点があり、グローバルに展開する。
- ・ 2018年5月、米国企業McDermottの傘下となり、上場廃止となった。また、McDermottは2020年1月破産法11条に基づく会社更生手続きの適用を申請した。

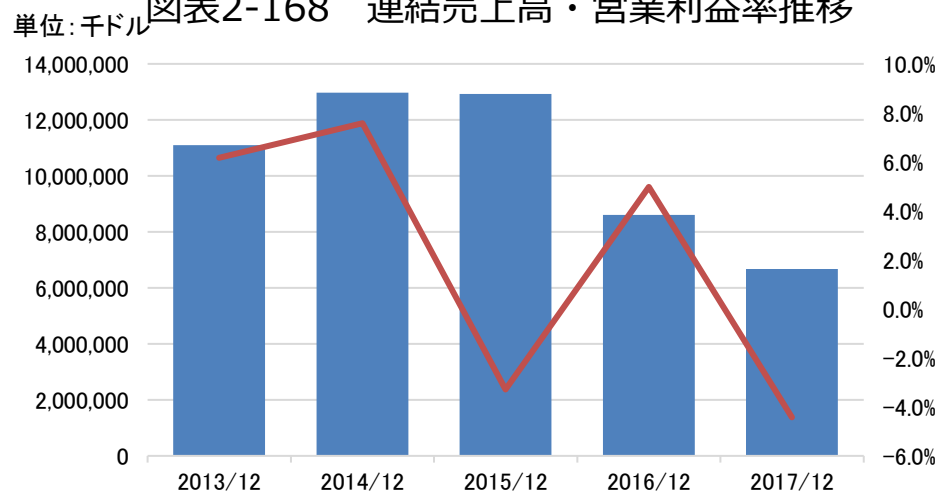
図表2-166 セグメント情報

報告セグメント	内容
エンジニアリング&コンストラクション	主要なエネルギーインフラ設備の設計、調達、製作、建設
ファブリケーションサービス	石油・ガス、上下水道、鉱業、発電産業向けの配管、構造用鋼、貯蔵タンクと容器の製造
テクノロジー	石油化学施設、石油精製所、ガス処理プラントで使用するプロセス技術、触媒、特殊機器、エンジニアリング製品の提供

図表2-167 セグメント内訳



図表2-168 連結売上高・営業利益率推移



出所) Chicago Bridge & Iron ウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(8)Chicago Bridge & Iron-原子力事業概要

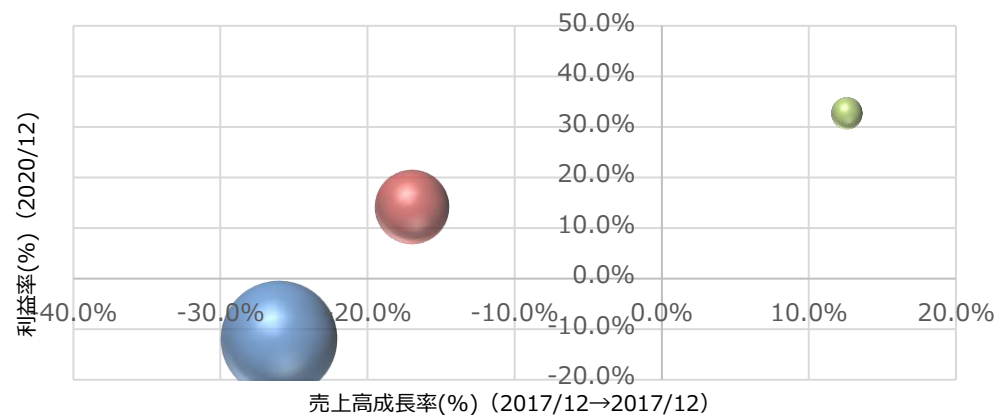
原子力事業概要

- 原子炉格納容器の設計
- 格納容器の現地施工
- 格納容器の改造
- 大型格納容器セグメントのモジュラーアセンブリ
- 配管の改造・交換
- 蒸気発生器の交換
- メンテナンスおよび停電時のサポート

取組み・実績

- 130基の格納容器を世界中で建設。
- 米国を中心に41基の原子炉圧力容器を供給。
- 稼働中の原子力発電所の修理、変更、メンテナンスの実施時間が1,000万時間越。

図表2-169 セグメント別業績推移 (2016/12→2017/12)



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(9)China First Heavy Industry-概要

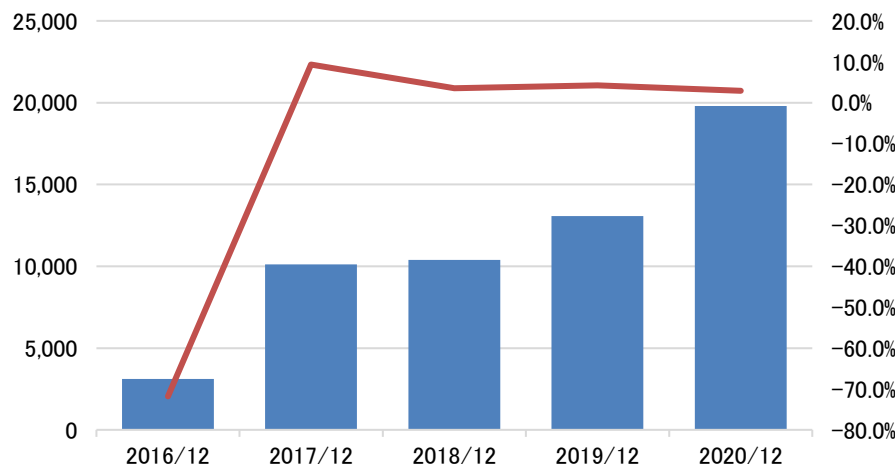
- 1954年、黒龍江省チチハル市の富拉爾区にFirst Heavy Machinery Worksとして創立。中央政府管理下の重工業メーカー53社のうちのひとつ。1960年代の初めから原発装置を開発。現在、中国の原発コンポーネント市場の約80%を占める。
- 2008年12月、持株会社「中国第一重型機械股份公司」を設立。
- 主製造拠点は本社のある富拉爾（Fularji・フラチ）、大連、天津。
- 鉄鋼、非鉄金属、電力、エネルギー、自動車、鋳業、石油、化学、運輸、軍事産業に主要機器やサービスを提供。主な製品は原子力設備、大型船舶、大型鋳鋼および鍛造品、冶金設備、重鍛造設備、鋳業設備など。

図表2-170 セグメント情報

報告セグメント	内容
(セグメント情報確認できず)	

図表2-172 連結売上高・営業利益率推移

単位: 百万元



図表2-171 事業所情報

事業所	概要
富拉爾	重量鋳・鍛造品、冶金製品の製造基地（「中国一重鋳鍛鋼事業部」、「中国一重重型装備事業部」等）。最大 715トンの鋳造部材塊（最大 400トンの鍛造製品）を製造。
大連	原発や石油化学の圧力容器の製造基地、設計・研究設計部門、営業部門（「中国第一重型機械集団大連水素添加反応器製造有限公司」等）。
天津	材料、製鉄、鋳鍛造、熱処理、数値シミュレーションの基地（「天津重型装備工程研究設計有限公司」、「中国一重天津重型装備工程研究有限公司材料検測センター」、「一重集団天津重工業有限公司」等）。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(9)China First Heavy Industry-原子力事業概要

- CFHIは中国で原子力機器を開発および製造した最初の企業であり、原子力鍛造品の最大のサプライヤー。
- 原子炉圧力容器、蒸気発生器、加圧装置、原子炉内構造物、一次冷却材パイプなどを取り扱い、原子炉の一次系を全てカバーできる。また、第二から第四世代炉の全てに対応している。（下表参照）
- CFHIの原子力発電設備の製造能力は以下の通り。
 - 炉圧力容器、蒸気発生器、加圧器、炉心補給水タンク等の Nuclear Islandは10基分。
 - モノブロックの低圧タービンロータ、ジェネラル・ロータ等の鋳鍛造のConventional Islandのコンポーネントは5基分。
- 中国現在建設中の原子力発電所では、鍛造品の80%以上、原子炉圧力容器の70%以上がCFHIによって製造されている。

図表2-173 CFHIの原子力発電所向け設備製造実績（2017年3月）

炉の世代	炉型	原子炉容器	蒸気発生器	加圧器	炉心補給水 タンク	ポンプ・ ケーシング	主配管
第2世代炉	30万kW	4	8	3			
	M310+	6				24	
	CP600	1				9	
	CPR1000	15	46				
第3世代炉	AP1000	13	28		12		1
	CAP1400	2			2		
	華龍1号	6	6	1		12	1
第4世代炉	FBR	2基					
総数		49	88	4		45	2

出所) 日本原子力産業協会、中国の原子力発電開発：第3世代炉の国産化と輸出に向けた動き 2017年5月26日現在

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(9)China First Heavy Industry-革新型炉

革新炉の構想

- 独自に新型炉の設計や開発は行っていないものの、中国製高温ガス炉のHTR-PM600にはサプライヤーとして関与するものとみられる。

図表2-174 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績（CFHI関係）
HTR-PM600 （高温ガス炉）	• 実証炉のHTR-PM（250MWt）をベースとした商用炉。 • 出力650MWe×2基構成のモジュール構造。 • 熱電併給が可能。	• 中国核工業建設集团公司（CNEC）（現、中国核工業集団（CNNC））との間で、HTR-PM600のサプライチェーンに関する協力協定を締結。

出所）WNA、“Nuclear Power in China”

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(10) Shanghai Electric Group-概要

- 1902年、Shanghai Dalong Machinery Worksとして設立。再編を繰り返しながら現在に至る。
- 中国最大の総合設備製造集団で、エネルギー設備から各種工業設備まで製造。
- 火力、原子力発電所、ガスタービン、配電設備、風力発電設備、大型鋳鍛造設備、環境保護設備、オートメーション化設備、モーター、エレベータ、軌道交通設備などを主要製品とする。

図表2-175 セグメント情報

報告セグメント	内容
Energy Equipment	石炭火力発電設備・補機、ガス発電設備、風力発電設備、原子力発電設備、エネルギー貯蔵設備、ハイエンド化学装置の設計・製造・販売、電力網および産業用インテリジェント電源システムソリューションの提供
Industrial Equipment	エレベーター、大型・中型電動機、産業基盤部品、建設・工業化設備などの設計・製造・販売
Integration Services	エネルギー、環境保護、自動化のエンジニアリングとサービスの提供 産業用インターネットサービスの提供、ファイナンスリース、保険仲介を含む金融サービスの提供、国際貿易サービスの提供

出所) Shanghai Electric Group ウェブサイト及び年間報告書

2. 海外原子力産業

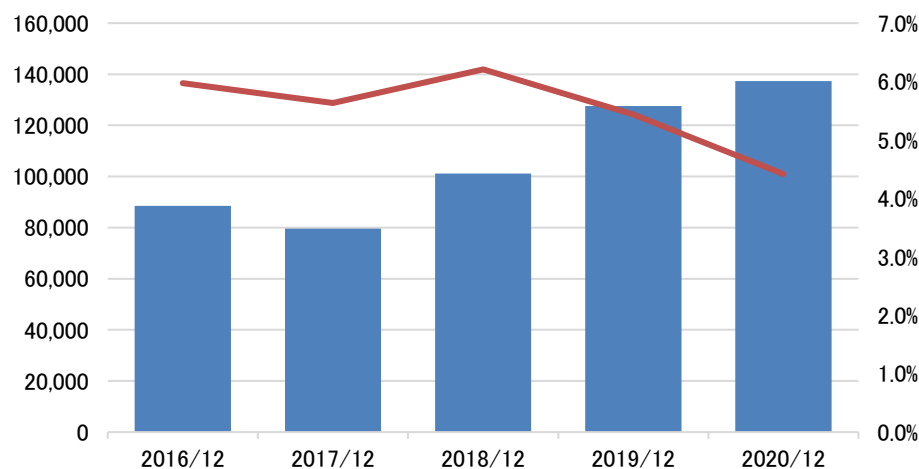
2-3. 企業の業績と戦略

(10) Shanghai Electric Group-概要

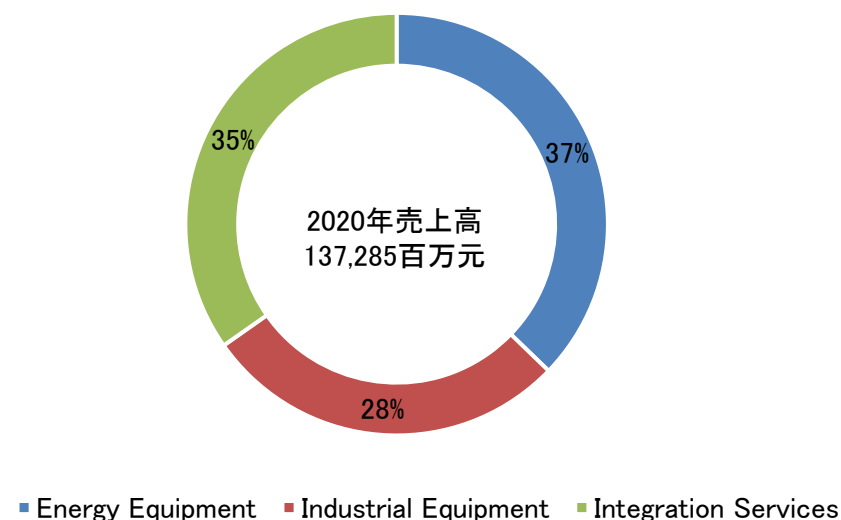
- 1902年、Shanghai Dalong Machinery Worksとして設立。再編を繰り返しながら現在に至る。
- 中国最大の総合設備製造集団で、エネルギー設備から各種工業設備まで製造。
- 火力、原子力発電所、ガスタービン、配電設備、風力発電設備、大型鋳鍛造設備、環境保護設備、オートメーション化設備、モーター、エレベータ、軌道交通設備などを主要製品とする。

図表2-176 連結売上高・営業利益率推移

単位: 百万元



図表2-177 セグメント内訳



出所) Shanghai Electric Group ウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

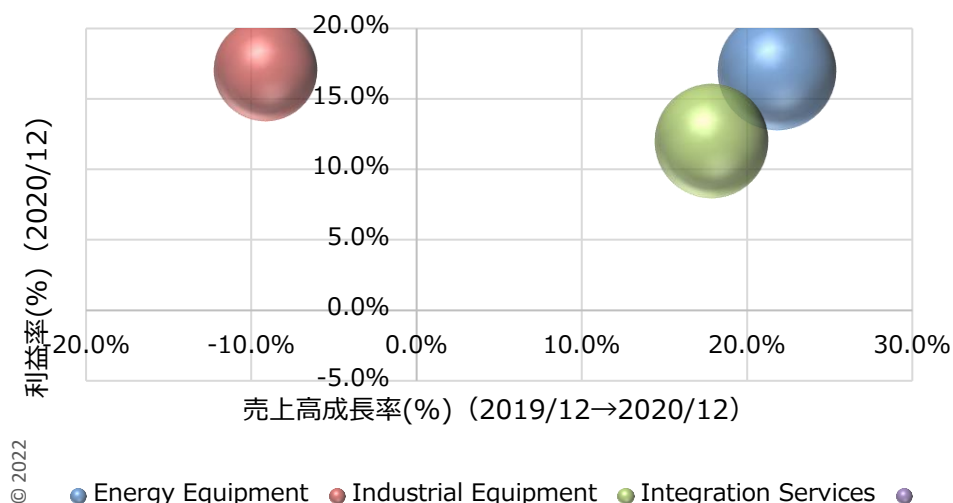
2-3. 企業の業績と戦略

(10) Shanghai Electric Group-原子力事業概要

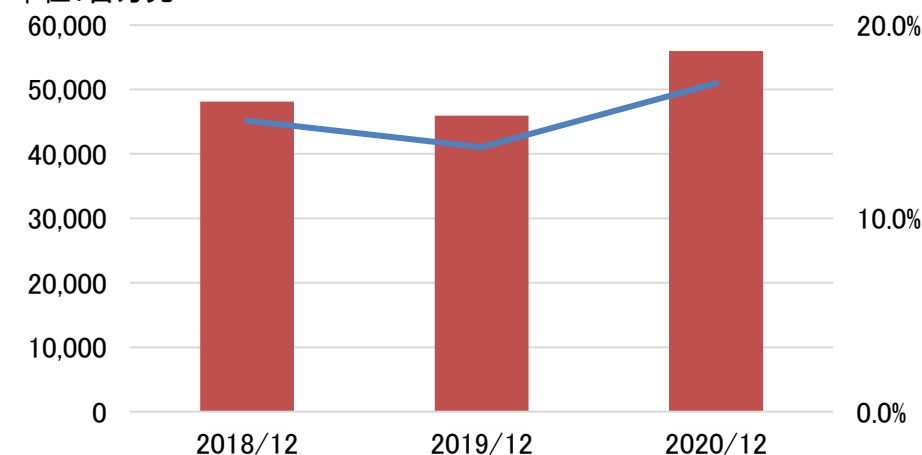
- 上海電気集団（SEC）の製造の中心基地は閔行（Minhang）で、中国建国初期に操業を開始以来、発電プラント、化学プラント、大型鋳鍛造製品を製造している。また、SECは2005年以来、「世界最大の原発用のバルブと主要設備の製造基地」を目標に掲げて新設の臨港（Lingang）基地に原子力部門の集中化を図っている。
- SECの主力2基地の原発関連の製造品目は次の通り：
 - 閔行：高温ガス炉（HTGR）の鍛造品（Lower Headやシリンダー）、AP1000の鍛造品（Tube-Sheet、Integrated Head、Flange Shell、Shell）。
 - 臨港：圧力容器、蒸気発生器、蒸気タービン、制御棒駆動装置等の重要装置。炉主冷却材ポンプは「上海KSB」（ドイツKSBとの合併）で製造。
- SECの中国国内における原子力関連設備納入実績（2017年時点）は次ページの通り。これに加え、パキスタン、南アフリカなどへの輸出実績も有する。

出所）日本原子力産業協会、中国の原子力発電開発：第3世代炉の国産化と輸出に向けた動き 2017年5月26日現在

図表2-178 セグメント別業績推移（2019/12→2020/12）



図表2-179 Energy Equipment事業売上・利益率推移
単位：百万元



出所）Shanghai Electric Group ウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(10) Shanghai Electric Group-SEC納品実績

図表2-180 SEC納品実績

	圧力容器 炉内構造物	原子炉 圧力容器	冷却材ポンプ	制御棒 駆動装置	蒸気発生器	タービン	発電機
白龍		2			4		
昌江	2	2	4	2	4		
防城港	2			4		2	3
福清	4			4			
海陽	3	1		3	4		
紅沿河	6	2		2	9		
陸豊	2			2		2	2
寧徳	4	2		3	12		
方家山	2			2	6		
三門	3	2		3	4		
石島湾	2		4	2	2		
石島湾 (HTR-PM)	2	2		2		2	
桃花江	3	1		3	2	4	4
台山	1			1	2		
田湾	2	2		2	6		
咸寧		1			2		
徐大堡	2	1		2	2		
陽江	6			6	6	6	6

出所) 日本原子力産業協会、中国の原子力発電開発：第3世代炉の国産化と輸出に向けた動き 2017年5月26日現在

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(10) Shanghai Electric Group-革新型炉

革新炉の構想

- 独自に新型炉の設計や開発は行っていないものの、中国製高温ガス炉のHTR-PMへの納入実績がある。

図表2-181 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績（SEC関係）
HTR-PM （高温ガス炉）	• 2基の高温ガス炉を蒸気タービンに接続する。 • 発電設備容量は210MWe。 • 熱供給や水素製造を視野に入れる。 • 2021年9月、初臨界。2021年12月、系統接続。	• 炉内構造物、圧力容器、制御棒駆動装置、タービン等の主要機器を納入。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(11) Dongfang Electric-概要

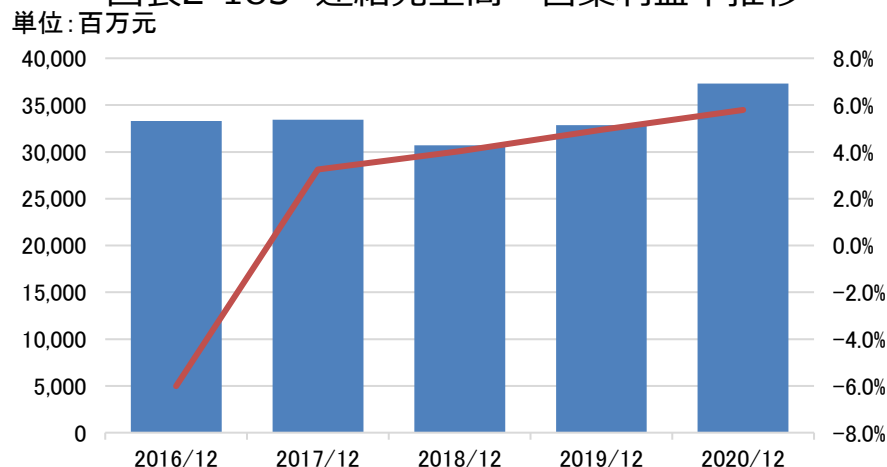
- ・ 明確な設立年は不明だが、60年以上の歴史を有するとされている。
- ・ 本部は四川省成都に所在。中国最大の発電設備製造・建設集団。
- ・ 水力、火力、原子力、風力、太陽光といった、幅広い発電設備の建設能力を有する。

図表2-182 セグメント情報

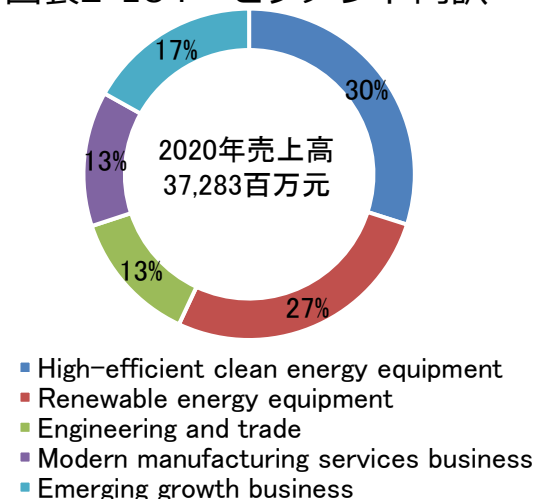
報告セグメント*	内容
High-efficient clean energy equipment	火力発電、原子力発電、ガスタービンなど
Renewable energy equipment	水力発電、風力発電など
Engineering and trade	EPC、トレーディングなど
Modern manufacturing services business	発電所サービス、金融サービスなど
Emerging growth business	(明確な内容を確認できず)

* 厳密には「セグメント」ではなく、「製品区分」

図表2-183 連結売上高・営業利益率推移



図表2-184 セグメント内訳



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(11) Dongfang Electric-原子力事業概要

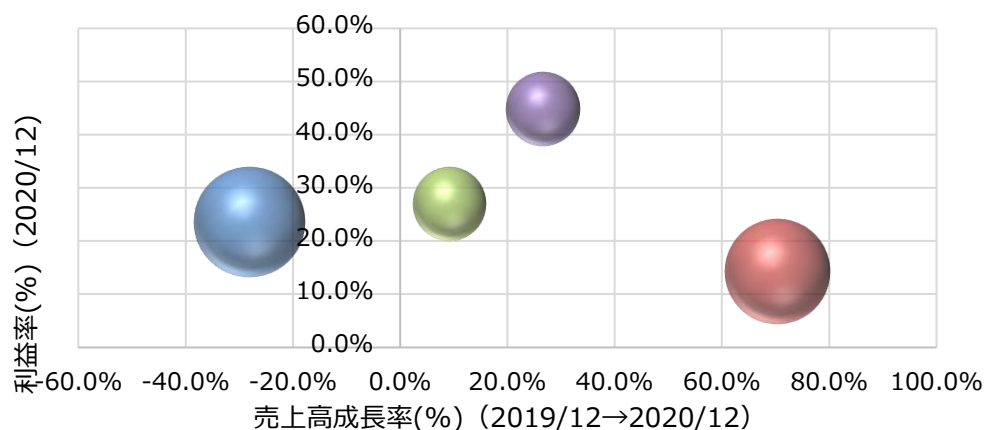
369



- 中国東方電気集団（DEC）は中国最大の発電設備製造・建設集団。
- DECの製品は、中国での原発の1次系設備市場の35%以上を、同2次系設備市場の50%以上を占める。DECは発電設備製造・建設高では12年間連続して世界でのトップを占める。2014年末時点で累計製造発電設備容量は4億kW超。（2017年時点の情報であることに注意）
- 2005-2016年の受注実績は次ページ参照。

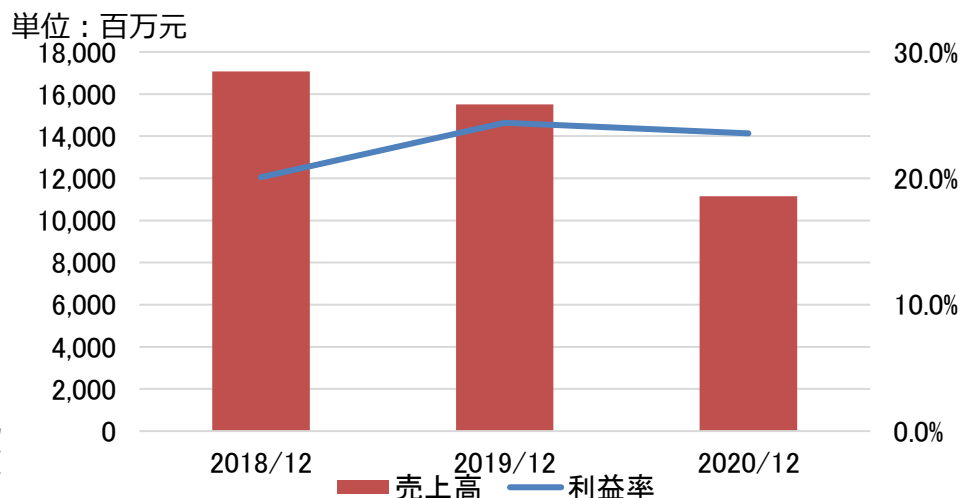
出所) 日本原子力産業協会、中国の原子力発電開発：第3世代炉の国産化と輸出に向けた動き 2017年5月26日現在

図表2-186 セグメント別業績推移 (2019/12→2020/12)

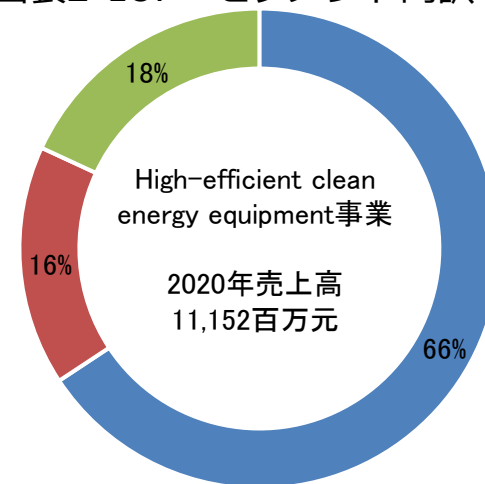


- High-efficient clean energy equipment
- Engineering and trade
- Renewable energy equipment
- Modern manufacturing services business

図表185 High-efficient clean energy equipment事業



図表2-187 セグメント内訳



- 火力発電
 - 原子力発電
 - ガスタービン
- 出所) Dongfang Electric ウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(11) Dongfang Electric-原子力事業概要

図表2-188 DECのタービン・発電機のセットでの契約実績（2005-2016年）

炉型	電気出力	プロジェクト名	受注セット数
CRP1000	100万kW	嶺澳-3,4	2
		福清-1,2	2
		福清-3,4	2
		紅沿河-1,2	4
		紅沿河-3,4	2
		寧徳-1,2,3,4	4
		田湾-5,6	2
		方家山-1,2	2
華龍	115万kW	福清-5,6	2
		寧徳-5,6	2
AP1000	125万kW	彭澤-1,2	2
		徐大堡-1,2	2
		河北省海興-1,2	2
CFR600 (高速実証炉)	60万kW	福建省霞浦-1,2	1
CAP1400	150万kW	国家示範電站-1,2	2
EPR	175万kW	台山-1,2	2

出所) 日本原子力産業協会、中国の原子力発電開発：第3世代炉の国産化と輸出に向けた動き 2017年5月26日現在

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(11) Dongfang Electric-革新炉

革新炉の構想

- 独自に新型炉の設計や開発は行っていないものの、中国製高速炉の実証炉であるCFR600への機器納入契約が確認できる。

図表2-189 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績（SEC関係）
CFR600 （高速炉）	• ナトリウム冷却の高速増殖炉。実験炉であるCEFRで得られた知見を基に設計されている。 • 熱出力1,500 MWth、電気出力600 MW。 • 2017年建設開始。2023年系統接続予定。	• タービンと発電機をセットで受注した（前ページ参照、日本原子力産業協会調べ）ほか、2019年5月には中国原子能科学研究院との間で、主要熱交換器4基の共同エンジニアリング・調達契約を締結したことが発表された。

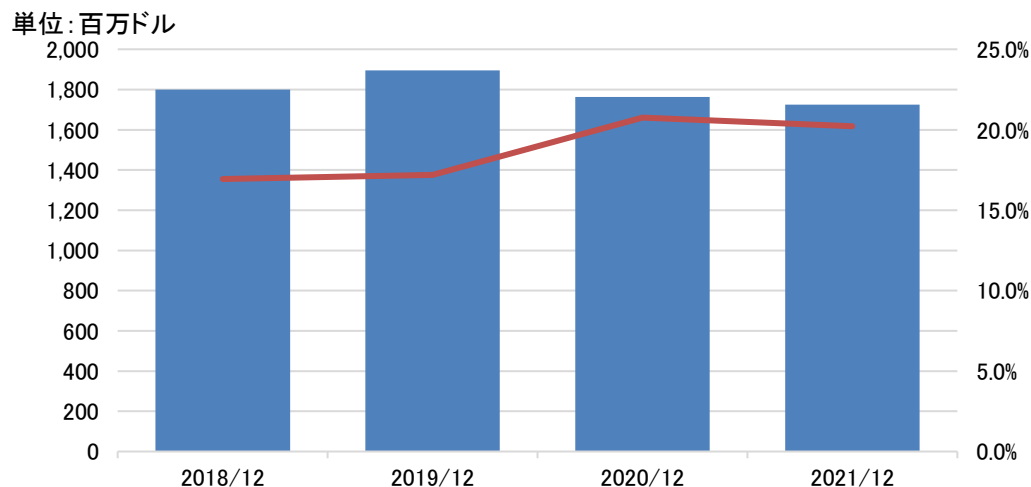
出所) Dongfang Electric ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略 (12)BWXT-概要

- 1867年創立。従業員数は約6,600人（2021年12月末時点）。
- 米国の総合エンジニアリング企業。事業は、米国政府向けの精密海軍原子力部品、原子炉および核燃料の設計、エンジニアリングおよび製造に焦点を合わせる。事業セグメントは、原子力事業グループ、原子力サービスグループおよび原子力グループである。原子力産業の顧客に、核物質処理および環境現場修復サービス、ならびに各種製品およびサービスを提供する。原子力事業は、アメリカ合衆国エネルギー省、国家核安全保障局（NNSA）の海軍原子力推進計画のための精密海軍原子力部品および原子炉のエンジニア、設計、製造を行う。原子力サービス事業は米国政府にサービスを提供する。原子力事業は、熱交換器およびその他の補助装置を設計、ライセンス供与、製造および納入する。

図表2-190 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(12)BWXT-革新型炉

革新炉開発への参入情報

・ BWXT Technologies, Inc,.は2020年3月、エネルギー省（DOE）傘下のオークリッジ国立研究所（ORNL）が開発している超小型炉向けに、3重被覆層・燃料粒子「TRISO」の製造契約を子会社のBWXTニュークリア・オペレーションズ・グループ（NOG）社が獲得したと発表した。

・ BWXT Technologies, Inc,.の子会社BWXT Canadaは2021年12月、GE日立・ニュークリアエナジー（GEH）、シンソス・グリーンエナジー社（SGE）とともに、ポーランドにおける小型モジュール炉（SMR）の導入を支援することを発表した。

出所) BWXTウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

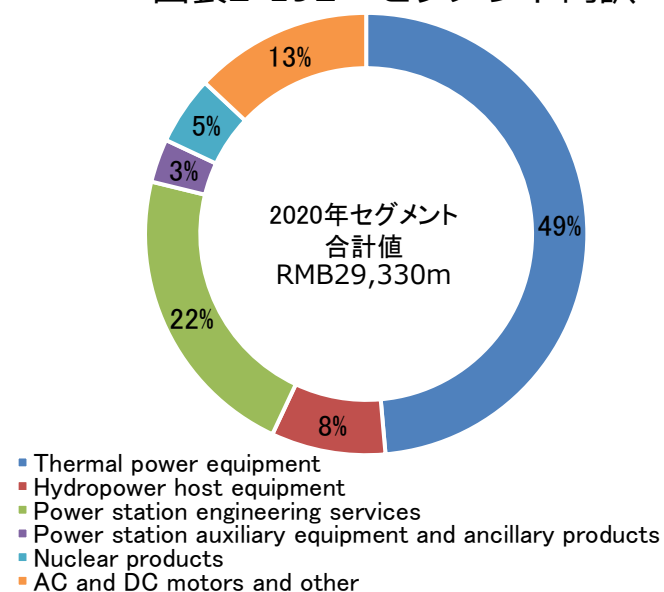
(13) Harbin Electric Corporation-概要

- 1987年に発足、1994年に上場した国有企業。従業員数は2020年12月時点で、16,857人。
- 火力発電設備の製造販売を中心に、水力、原子力設備の製造販売も行う。

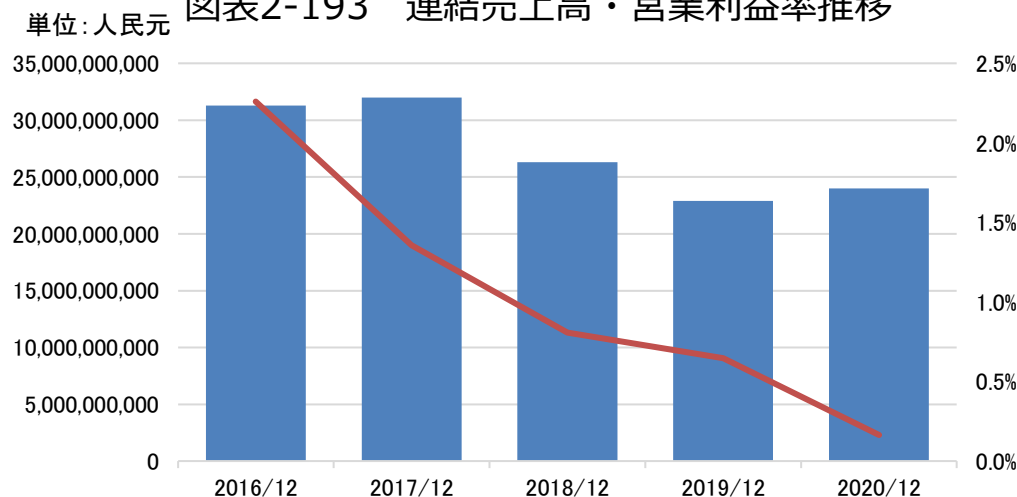
図表2-191 セグメント情報

報告セグメント	内容
Thermal power equipment	火力発電設備
Hydropower host equipment	水力発電機器
Power station engineering services	発電所エンジニアリングサービス
Power station auxiliary equipment and ancillary products	発電所補機・付帯製品
Nuclear products	原子力関連製品
AC and DC motors and other	AC・DCモータ他

図表2-192 セグメント内訳



図表2-193 連結売上高・営業利益率推移



出所) Harbin Electric Corporation ウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(13) Harbin Electric Corporation-原子力事業概要

375

IEE
JAPAN

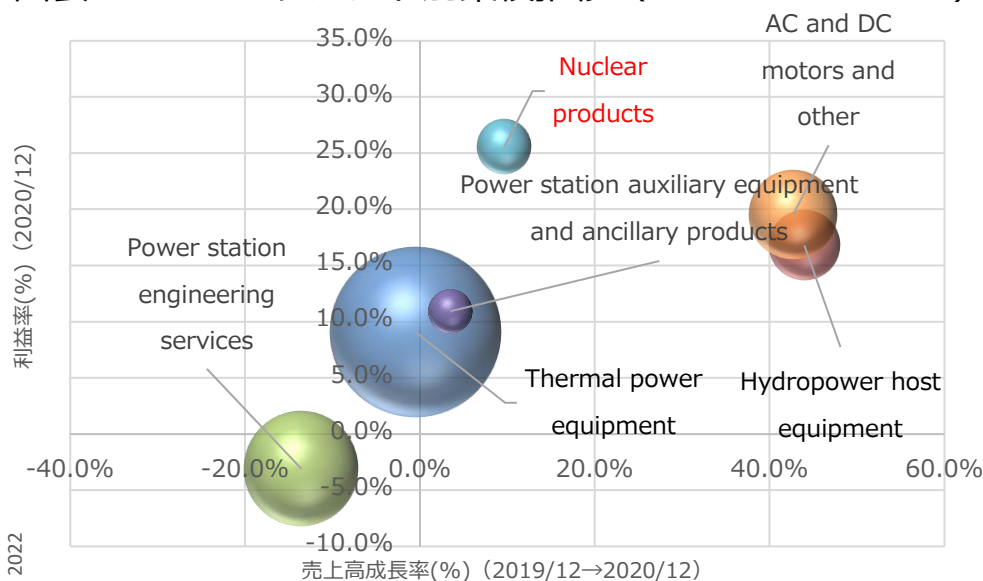
原子力事業概要

- ・ AP1000向けのタービン・発電機、蒸気発生器、主冷却材ポンプの製造。

取組み

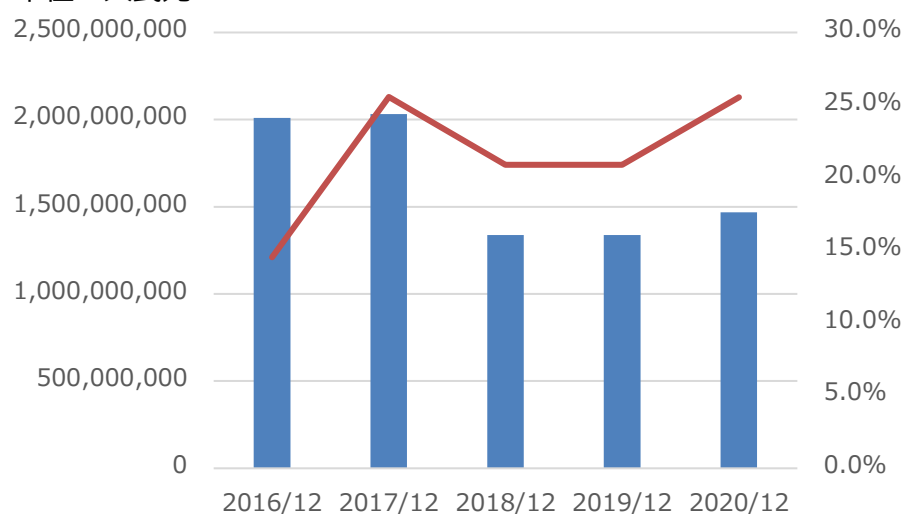
- ・ Karachi原子力発電所（パキスタン）に加圧器納入。
- ・ 原子力タービン発電機設備を三菱重工業と共同受注した実績あり（三門1、2号機、海陽1、2号機）。
- ・ 国内市場を基盤に、火力、水力、原子力などの主要機器・付帯設備製品をインド、ブラジルなど40以上の国・地域に輸出する「outbound」戦略を積極的に展開。

図表2-194 セグメント別業績推移（2019/12→2020/12）



図表2-195 Nuclear products売上高・利益率推移

単位：人民元



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(13) Harbin Electric Corporation-革新型炉

革新炉の構想

- ・ 独自に新型炉の設計や開発は行っていないものの、中国製高温ガス炉のHTR-PMにはサブライヤーとして関与するものとみられる。

図表2-196 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績
Shandong Shidaowan HTR-PM (高温ガス炉)	・ 210MWの実証炉 ・ Huaneng Power Internationalが47.5%の出資（50億人民元）。	・ 2008年10月にEPC契約が締結され、参画。

出所) WNA, "Nuclear Power in China"ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

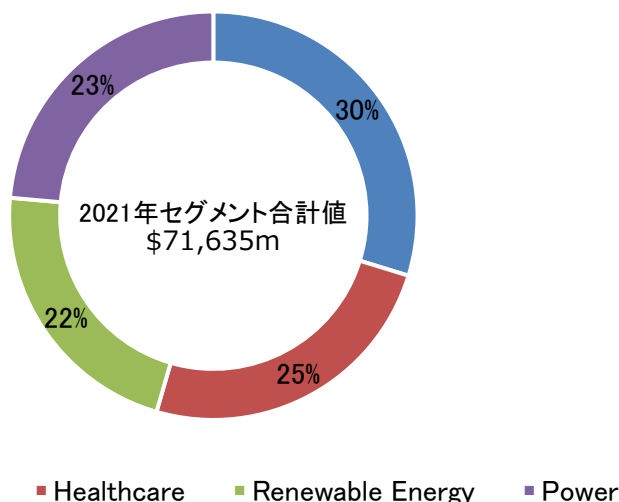
(14)GE Power-概要

- GE Powerは米国上場企業であるGEの子会社。GEは航空、ヘルスケア、再生可能エネルギー、電力の4部門を全世界で展開し、GE Powerは電力部門を担う。
- GEは1892年設立、従業員数は約31万人、拠点は世界に約170か所ある。

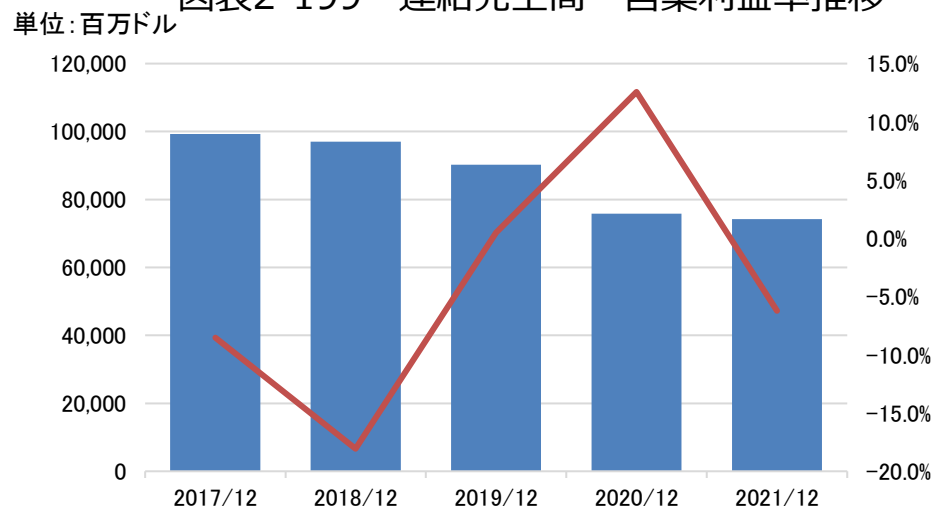
図表2-197 セグメント情報

報告セグメント	内容
航空	商用及び軍用航空機エンジン、エンジン関係機器、航空機システム
ヘルスケア	医療用イメージング、デジタルソリューション、患者モニタリング及び診断、創薬、パフォーマンス向上ソリューション
再生可能エネルギー	風力、水力、蓄電、太陽光、グリッドソリューション、ハイブリッド再生可能デジタルソリューション
電力	石油、ガス、ディーゼル、原子力でのエネルギー生産に関連する製品とサービス

図表2-198 セグメント内訳



図表2-199 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(14)GE Power-原子力事業概要

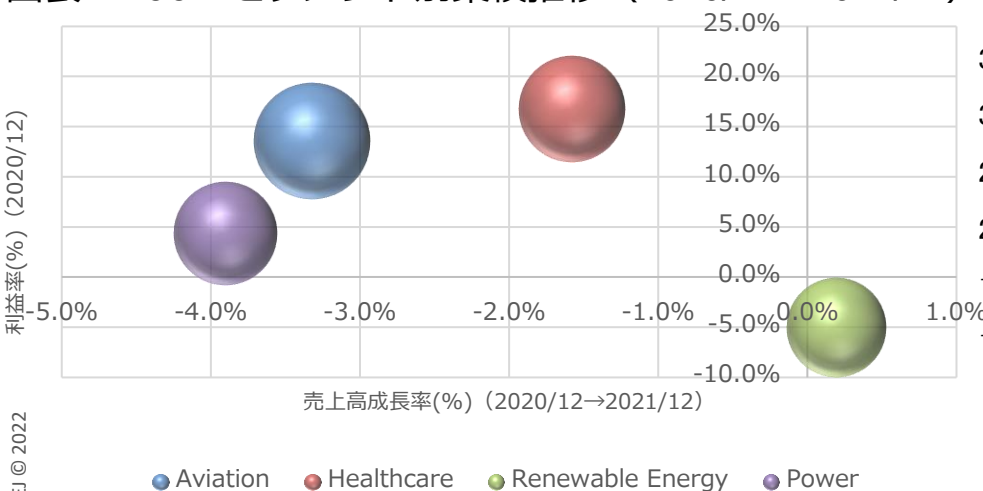
原子力事業概要

- ・ GE powerにはGE日立ニュークリアエナジーを含む。
- ・ 原子炉ベンダー（BWR）。
- ・ BWRやプラント用主要機器を国内外に展開。
- ・ 原子燃料関係は日立との協業でグローバル・ニュークリア・フュエル（GNF）にて実施。

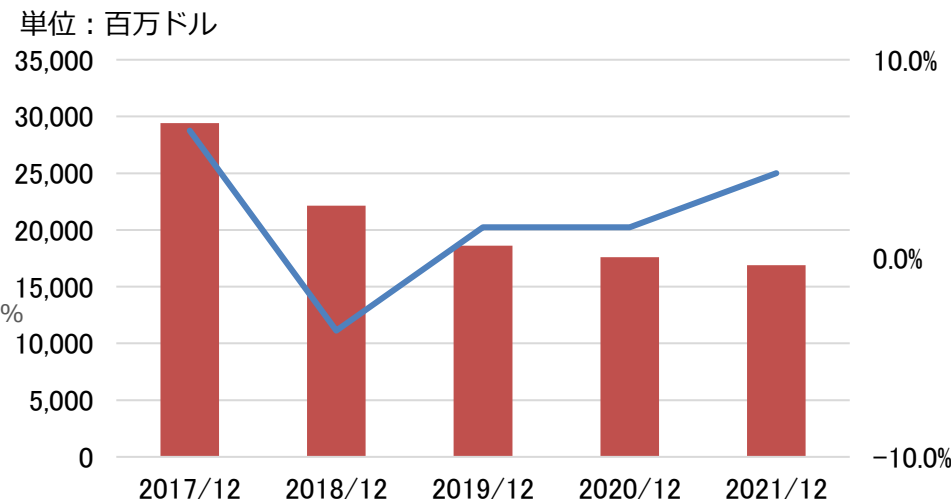
取組み

- ・ BWRX-300、NATRIUM、ESBWR、ABWR、燃料関連の製品を提供。
- ・ 設備更新、保守、検査や監視、性能向上、寿命延長、線量低減、廃止措置などのソリューションを提供。
- ・ これまでBWRで提供してきたものと同じレベルのPWRサービス事業も展開している。
- ・ 2022年2月、GE Powerの「GE SteamPower」の原子力活動の一部（蒸気タービン）をEDFに売却する。

図表2-200 セグメント別業績推移（2020/12→2021/12）



図表2-201 Power売上高・利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(14)GE Power-革新型炉

革新炉の構想

- BWRX-300、NATRIUM、ESBWRを開発している。
- BWRX-300は、電気出力30万kWのSMRで、2014年に米原子力規制委員会（NRC）から設計認証（DC）を取得した第3世代+（プラス）の同社製設計「ESBWR（高経済性・単純化BWR）」がベース。
- NATRIUMは、冷却材としてナトリウムを用いる出力34.5万kWの高速炉と、50万kW×5.5時間以上のエネルギー貯蔵技術を組み合わせたもので、負荷追従と産業用熱利用をサポートしているとされる。
- ESBWRは、出力153万kWの沸騰水型軽水炉で、2014年にNRCから認証を受けている。炉心損傷頻度は非常に低く、人の手や電源なしに7日間以上、原子炉を冷却することが可能とされる。また自然循環を設計に採り入れており、従来のものよりもポンプ等が少なくなっている。経済的にも低廉な原子力技術とされる。

戦略上重要な出来事：2021年12月、カナダのOntario州営電力（OPG）会社、ダーリントン発電所内で建設するSMRにBWRX-300を選定

早ければ2028年にも、カナダでは初となる商業用のSMRを完成させる計画である。スケールメリットを活かしたコスト削減のためにも、本件を皮切りに積極的な受注活動が予想される。

出所）GEウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(15)Celeros Flow Technology-概要

石油・ガス、電力、水、化学処理、海洋、再生可能エネルギーの分野で、ポンプ、バルブ、フィルターを展開する。本社は米国で、イギリス、アイルランド、インドにも製造拠点を有する。非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-202 セグメント情報

分野	内容
電力	ポンプ、バルブ、ろ過装置、排出ガス制御装置を提供。石炭火力、ガス火力から、原子力、地熱、バイオマス、太陽光、風力発電を対象とする。
石油・ガス	上流から中流、下流までのオペレーションをサポートし、石油・ガスの供給を支える。貯蔵・輸送インフラのメンテナンス、アップグレードも行う。
水	ポンプ、ストレーナー、フィルターを提供することで、水の輸送、貯蔵、浄化に貢献。機器を提供するだけでなく、メンテナンス、プラントの性能分析を行うための診断などのサポートも実施。
化学処理	バルブ、ポンプ、セパレータ、ストレーナ、フィルタリング製品は、石油化学製品の精製・精製後の処理、その他多くの化学物質やバイオ燃料の精製・ろ過・清澄化に対応。
海洋	船舶用ポンプ・ろ過システムの提供。掃海艇、フリゲート、護衛艦、原子力潜水艦、航空母艦、民間船、商船など、あらゆる船舶で実施あり。
再生可能エネルギー	最適なポンプ、バルブ、フィルターを提供し、設置後のサービスおよびメンテナンスサポートを実施することでバイオ燃料生産者の二酸化炭素排出量削減に貢献。

出所) Celeros Flow Technology ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(15)Celeros Flow Technology-原子力事業概要

原子力事業概要

- ・ポンプ、バルブを提供。

ポンプ製品群：残留熱除去ポンプ、充填ポンプ、主・補助炉給水ポンプ、格納容器スプレイポンプ、コンクリートボリュート冷却水ポンプ、スクリューポンプ、ロータリーベーンポンプ

バルブ製品群：グローブバルブ、ゲートバルブ、バタフライバルブ、ボールバルブ、サンプリングバルブ

- ・グラスゴー（英国）、アヌシー（フランス）、ヒューストン（米国）の3つの工場で、いずれもASME「Nスタンプ」を取得。

図表2-203 製品例：給水ポンプ

取組み・実績

- ・世界で稼働中の原子力発電所の65%にポンプとバルブを提供している。
- ・バルブは、沸騰水型原子炉（BWR）、重水型原子炉（CANDU）、加圧水型原子炉（PWR）向けに製造しており、米国、カナダ、メキシコ、韓国、中国、日本、スイス、ブラジルなど多くの国々に供給実績あり。

革新炉

- ・革新炉関係の取組は確認できない。



出所) Celeros Flow Technology

出所) Celeros Flow Technology ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

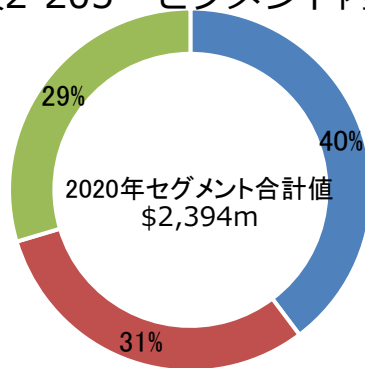
(16)Curtiss-Wright Flow Control Co.-概要

- 米国上場企業である、Curtiss-Wrightのグループ会社。以下セグメント、グラフはCurtiss-Wrightのもの。
- Curtiss-Wrightは1929年、ライト兄弟が設立した企業の合併により誕生、2020年時点で8,200名の従業員を有する。

図表2-204 セグメント情報

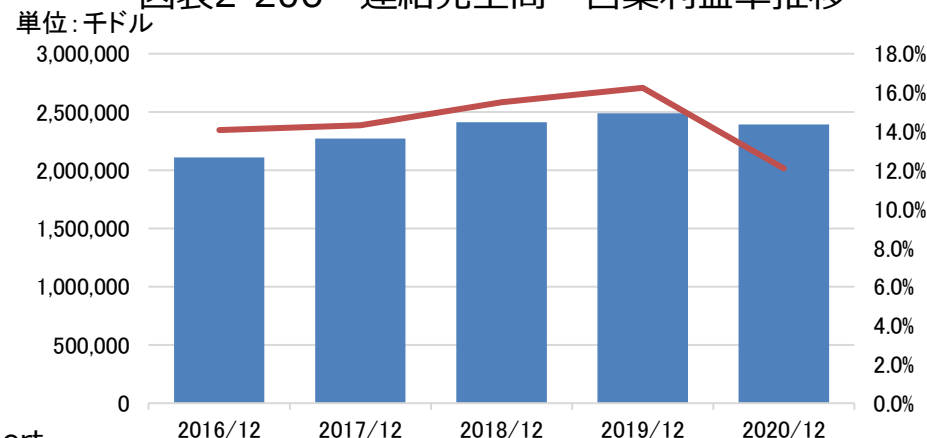
報告セグメント	内容
商業・工業	主に一般産業および航空宇宙産業向けで以下の製品を有する。 製品：産業用・特殊車両向け製品（電子スロットル制御装置、ジョイスティック、トランスミッションシフター等）、民間航空機に使用されるセンサー、制御装置、電気機械アクチュエータ部品、産業市場向けシビアサービスバルブ
防衛	防衛分野向けに以下の製品を有する。 製品：飛行試験用計測器、統合サブシステム、バルブ、計測・制御システム、戦場でのネットワーク管理用戦術的通信ソリューション、電子安定装置
電力	主に海軍防衛および商用原子力発電市場向けで以下の製品を有する。 米海軍向け：主冷媒ポンプ、高出力小型モーター、発電機、蒸気タービン、バルブ、副推進機等 商用原子力発電所向け：原子炉冷却材ポンプ、制御棒駆動機構

図表2-205 セグメント内訳



■ Commercial/Industrial ■ Defense ■ Power

図表2-206 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(16)Curtiss-Wright Flow Control Co.-原子力事業概要

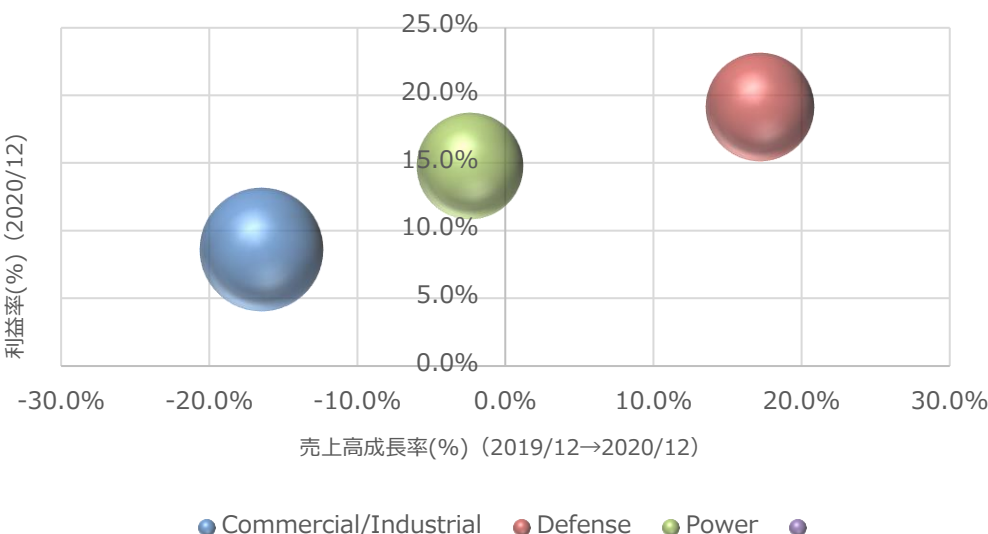
原子力事業概要

- AP1000向けに原子炉冷却材ポンプの提供。他に制御棒駆動機構、バルブ、モーターも提供する。

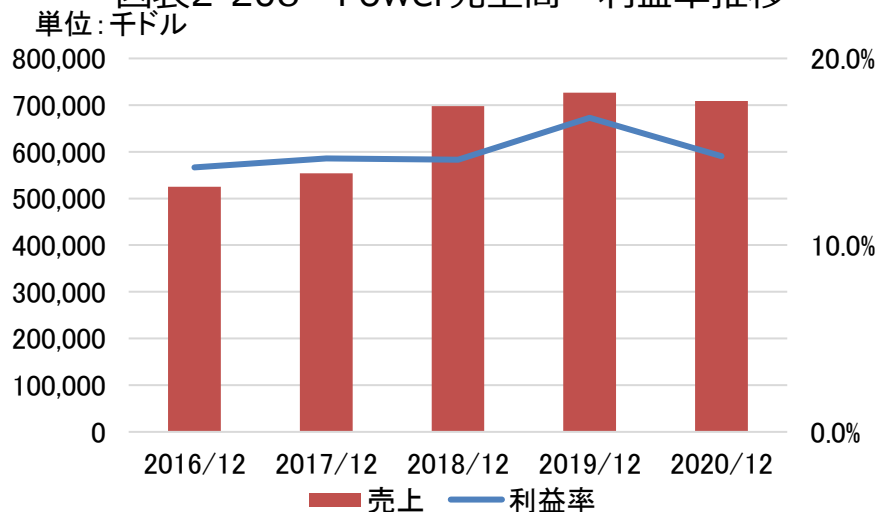
取組み・実績

- ウェスティングハウス・エレクトリック（WEC）のAP1000原子力発電所向け（中国、米国）に原子炉冷却材ポンプを提供。しかし特定の納期を守ることができず、2022年第1四半期に15百万ドル、2023年第1四半期に10百万ドルの支払いをWECにすることで決着した。

図表2-207 セグメント別業績推移 (2019/12→2020/12)



図表2-208 Power売上高・利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(16)Curtiss-Wright Flow Control Co.-革新型炉

革新炉の構想

- 2021年8月、米X-エナジー社が開発中の小型高温ガス炉「Xe-100」で制御棒駆動機構、制御棒、関連電源および制御システムの包括的パッケージを開発すると発表。

図表2-209 Xe-100

戦略上重要な出来事：米国でインフラ投資法案成立

2021年11月、インフラ投資法案が成立した。法案成立を受けて、X-エナジー社はARDP（先進的原子炉設計の実証プログラム）から引き続き、2025会計年度まで最大11億ドルが提供されることになったと表明した。「Xe-100」向けに制御棒駆動機構、制御棒、関連電源および制御システムの包括的パッケージを開発するCurtiss-Wrightにとっても重要な出来事と言える。

出所）JAIFウェブサイト



出所）X-エナジー

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

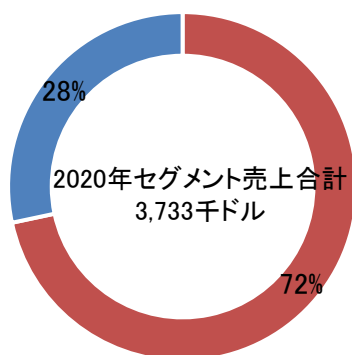
(17)Flowserve Corporation-概要

- 1997年にBW/IPとDurco Internationalの合併によりできたアメリカの多国籍企業。
- 電力、石油、ガス、化学、その他の産業向けにポンプ、バルブ、メカニカルシール、オートメーション、サービスなどの産業機械を供給する。
- 55カ国以上で約1万6000人（2020年12月）の従業員を抱える。人員の内訳は、「Flowserve Pumps Division」、「Flow Control Division」に約3,500人ずつ、上記2部門の販売・サービスに約4,500人、法務人事財務等に約4,500人。

図表2-210 セグメント情報

報告セグメント	内容
Flowserve Pumps Division	ポンプシステム、メカニカルシール、補助システム、交換部品および関連サービスを提供
Flow Control Division	工業用バルブ、コントロールバルブ、アクチュエータ、制御機器、および関連サービスを提供

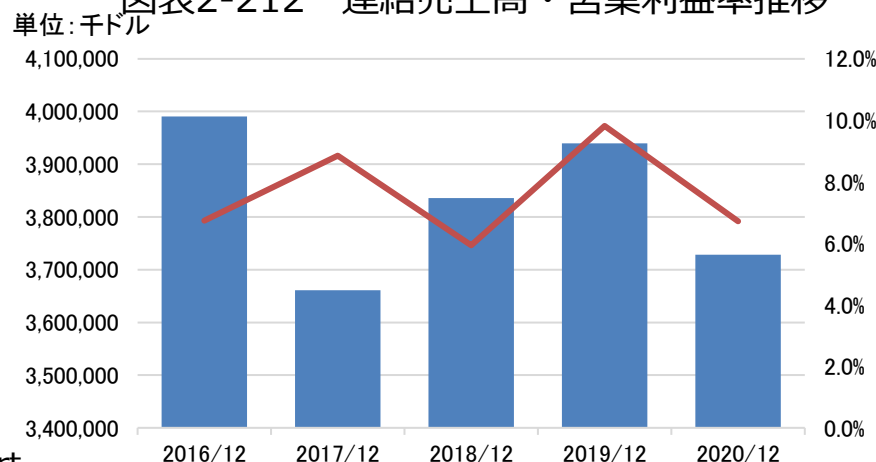
図表2-211 セグメント内訳



■ Flowserve Pumps Division ■ Flow Control Division

出所) Flowserve Corporationウェブサイト及びannual report

図表2-212 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(17)Flowserve Corporation-原子力事業概要

原子力事業概要

- 一次冷却材ポンプ、原子炉再循環ポンプ、メカニカルシール、バルブの製造
- 以下の認証を有する

10CFR50 App B, 10CFR21, ANSI N-45.2, ASME IX, NBIC-NR, CAN3 Z-299, CSA N285.0

ISO9001, GS-R-3, NQA-1 and NSQ-100

ASME Section III Class 1, 2 and 3

N, NR, NPT stamps, ASME Section VIII 'U' stamp

ASME QME-1

RCC-M, PED/CE

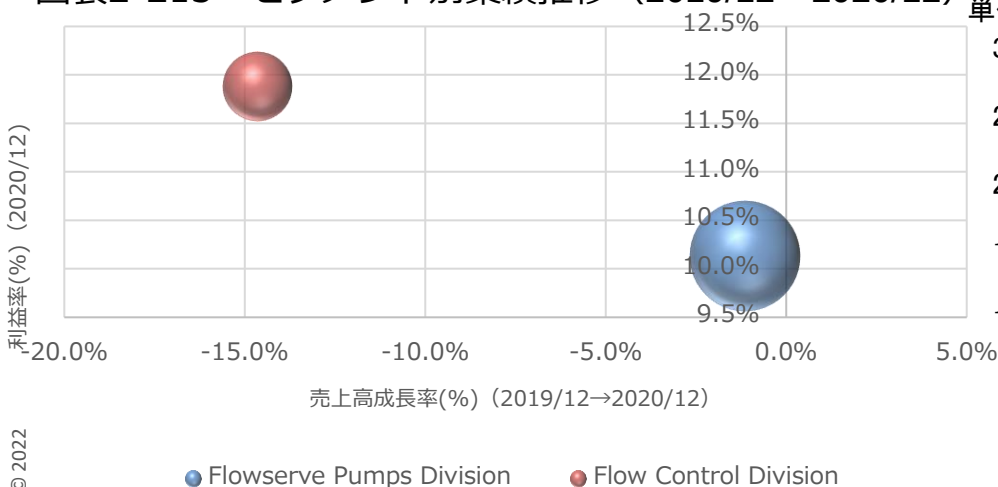
JSME accreditation and certification in primary coolant, safety-related and conventional services

HAF 604, HAF601

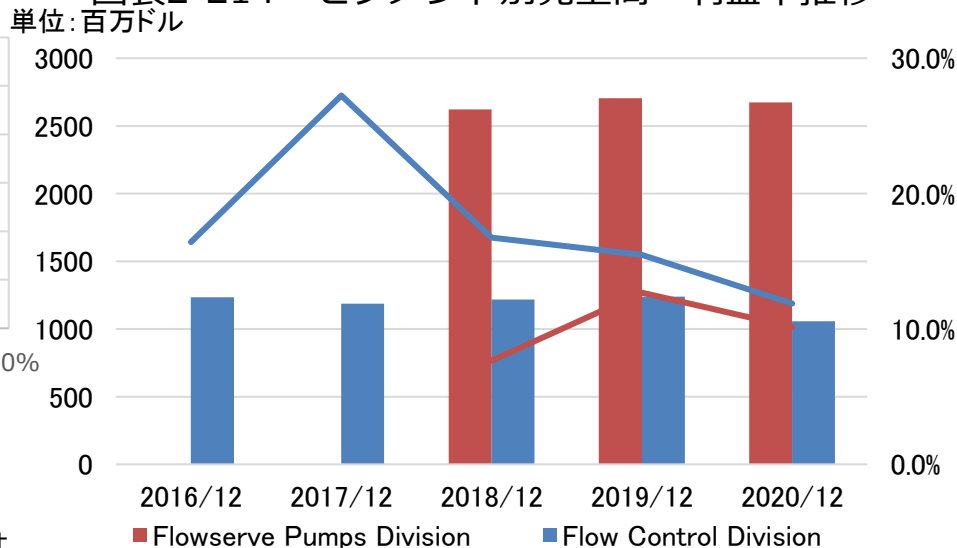
取組み

- 世界中の200基以上の原子炉に5,000台以上のポンプと15,000台以上のバルブの実績

図表2-213 セグメント別業績推移 (2019/12→2020/12)



図表2-214 セグメント別売上高・利益率推移



出所) Flowserve Corporationウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(17) Flowserve Corporation-革新型炉

革新炉の構想

- 具体的な取組みは確認できない。
- SMR向けの製品設計を継続して実施していく。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(18)Pollard Pumps-概要

フランスとスイスのグループ企業LK Hydraulicsのポンプ部門の一角を担う。
1946年に設立以来、産業界の顧客の特定の問題に適した容積式ポンプを設計・製造。原子力
以外にも、鉄道、パワートランスミッション、農業、防衛等様々な用途に応じたポンプを製造。
本社はフランス。

非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-215 グループ概要

LK Hydraulics Group	
Valves Division	Pumps Division
Dargo (フランス) Famat (スイス) PVI (フランス)	Barthod (フランス) Pollard (フランス) Hydro-France (フランス)
Fittings Division	Machining Division
DMH (フランス) LinkFluid (南アフリカ)	Usimetal (フランス) Hargram (南アフリカ)

図表2-216 セグメント情報

セグメント(事業領域)	内容
鉄道	FUEL TRANSFER UNITS (燃料移送装置) は世界中で2500台以上使用されている。 鉄道用に開発されたポラードポンプは、機器の堅牢性・信頼性、長寿命、制約条件、 温度範囲、高いエネルギー効率など様々な制約がある。
原子力	非常用ディーゼル発電機の燃料移送用ポンプの製造。
パワートランスミッション	減速機潤滑用ポンプの製造・販売。10万台以上の販売実績がある。
農業	トランスミッションの潤滑やギアボックスの冷却などの用途向けにポンプを製造。 世界中で数千台の農業機械に導入されている。
防衛	トランスミッション、ギア、ベアリング、回転誘導機構などの潤滑用オイル向けの ポンプの製造。

出所) Pollard Pumps ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(18)Pollard Pumps-原子力事業概要

原子力事業概要

- 機械式変速機の潤滑油や非常用発電機セットの燃料向けのポンプの製造。

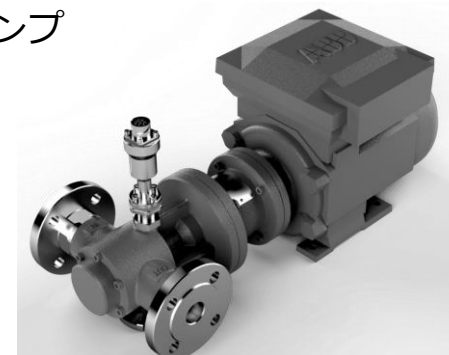
取組み・実績

- 1960年代からフランスの全ての原子力発電所で使用されている。

革新炉

- 革新炉に向けた取組み・実績は確認できず。

図表2-217 製品例：非常用
ディーゼル発電機の燃料輸送
ポンプ



出所) Pollard

戦略上重要な出来事：フランス、原子力発電所建設再開

2022年2月、フランスのマクロン大統領は脱炭素の目標を実現するため新たに原子力発電所6基を造り、さらに8基の建設を検討する考えを明らかにした。フランスの全ての原子力発電所に実績があることを考えると、非常にインパクトがあると言える。

出所) World Nuclear newsウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(19)Hayward Tyler Inc.-概要

1815年に創業。エネルギー産業向けの高圧・高温用途に対応した、電気モーターとポンプの設計、製造、サービスを提供する。原子力、電力、石油・ガス、化学、再生可能エネルギーの分野でサービスを展開。本社は米国。

非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-218 拠点情報

拠点	内容
アメリカ・バーモント州	エンジニアリングサービス、サポート、部品・供給管理、修理サービスのほか、お客様の既存の設置機器のアップグレードや交換のための様々なオプションを提供。
イギリス・ルートン	ポンプおよびモーターの製造および修理施設。
中国・昆山	検査・試験、機械加工、部品保管、ポンプ・モーター製造、設計エンジニアリング、機器アップグレードなど、ポンプ・モーターのあらゆるニーズに対応。中国、東南アジア、オーストラリア向けの施設。
インド・デリー	修理、エンジニアリング、テクニカルサポートを提供する販売・サービス・サポート拠点。

図表2-219 セグメント情報

分野	内容
原子力	北アメリカにある原子力発電所の内、55%でポンプが利用されている。
電力	世界中の発電所に2,300台以上ポンプとモータを納入。
石油・ガス	100年以上前に水中モータを開発して以来、石油・ガス産業に携わる。オフショア水中モータ、海底モータ設計、陸上キャンドモータ技術で優位に立つ。
化学	化学プラントの様々な用途に対応するシールレスポンプの提供。
再生可能エネルギー	太陽熱発電所の高温溶融塩ループや洋上風力タービンのインバータ冷却アプリケーションに対応。

出所) Hayward Tyler Inc ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(19)Hayward Tyler Inc.-原子力事業概要

原子力事業概要

- ポンプの設計、製造
- 英国、中国、米国に拠点を置く設計・技術スタッフによるサポートの提供

図表2-220 製品例：エンドサクションポンプ

取組み・実績

- 2021年2月、Ruhrpumpen社とのライセンス契約締結。
この契約によりRuhrpumpen社が設計したポンプ、スペアパーツ、交換部品などの安全関連製品を、世界中の原子力発電所の用途に合わせて独占的に製造、販売、供給することができる。
- ※ Ruhrpumpen社：石油・ガス、発電、化学、水市場向けにポンプソリューションを提供するグローバル企業



革新炉

- SMR向けに冷却材ポンプの開発

Innovate UKが提供するIndustrial Strategy Challenge FundのElectric Revolution programmeによって資金提供を受けている。

- 高温溶融塩ポンプ4台を出荷

Southern CompanyとTerraPowerが開発する溶融塩高速炉を開発するための施設である、統合効果試験施設向けに製造・納品。

出所) Hayward Tyler

出所) Hayward Tyler Inc ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

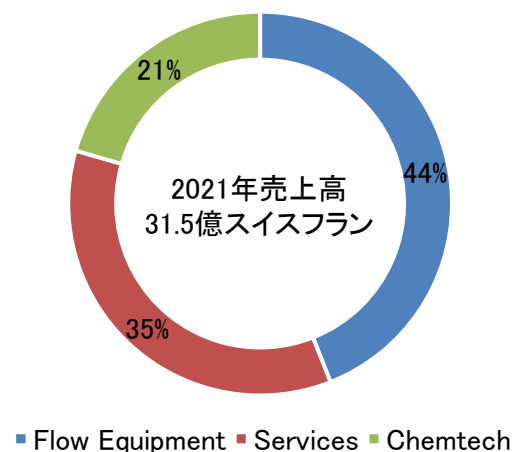
(20)Sulzer Ltd-概要

- ・ 1834年創立。従業員数は約14万人（2021年12月末時点）。
- ・ ポンプや化学装置の製造、回転機器のメンテナンスを手がける。
- ・ 2世紀にわたる実績を持つ流体力学のグローバルリーダーを自負。

図表2-221 セグメント情報

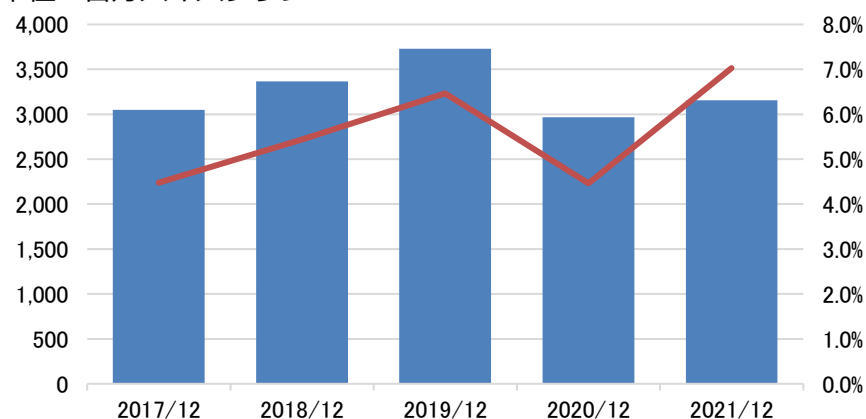
報告セグメント	内容
Flow Equipment	流体力学と先端材料の集中的な研究開発を通じて開発されたポンプ、攪拌機、コンプレッサー、グラインダー、スクリーンおよびフィルターを提供。
Services	ポンプ、タービン、コンプレッサー、モーター、発電機のメンテナンスおよび修理ソリューションを提供。
Chemtech	化学品、石油化学製品、精製、LNG向けの革新的な大量移送、静電気混合、ポリマーソリューションに注力。バイオベースの化学薬品、ポリマー、燃料などのエコロジーソリューション、繊維およびプラスチックのリサイクル技術、炭素捕獲および利用/貯蔵を提供。

図表2-222 セグメント内訳



図表2-223 連結売上高・営業利益率推移

単位：百万スイスフラン



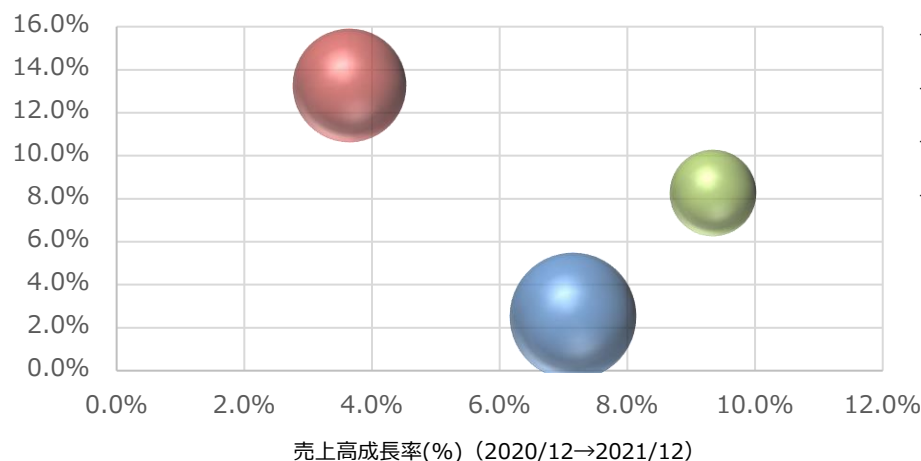
2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(20)Sulzer Ltd-概要

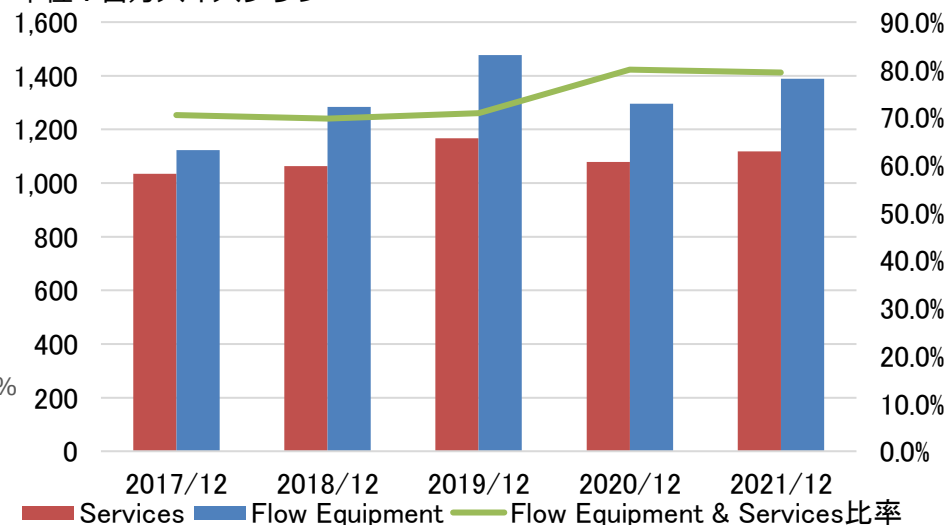
- 60年以上にわたり原子力産業の主要プレイヤーとしてポンプとメンテナンスサービスを提供。
- さまざまな原子炉タイプに対して、安全関連を含む重要なポンプを広範なグローバルネットワークのサポートのもと供給。
- 最先端の機器、経験豊富なエンジニアリングスタッフ、ほぼすべてのOEMまたは他社製ポンプを維持、修理、改造、製造するための専門知識を備えており、ポンプとアセンブリの設計、リバーエンジニアリング、および認証を担当することが可能。
- 米国チャタヌーガにあるサービスセンターでは、最先端の設計、精密製造、包括的なテストを提供し、ポンプの性能と耐久性が基準を満たしていることを確認している。
- フランスEDFと連携して、原子力産業の承認プロセスとしてアディティブ・マニュファクチャリングを導入。これにより、陳腐化機器用の部品を最小限のリードタイムで継続的に供給し、信頼性を向上。

図表2-224 セグメント別業績推移 (2020/12→2021/12)



図表2-225 Flow Equipment & Services売上高

単位：百万スイスフラン



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(21) TRILLIUM FLOW TECHNOLOGIES-概要

旧Weir Flow Control。親会社はエネルギー関連投資会社のFirst Reserve。The Weir Group PLCからの買収により2019年に設立。従業員数は2,200人以上。石油・ガス、発電、上下水道、一般産業にバルブ、ポンプ、アフターマーケットサービスを提供。本社は英国で、主要な製造およびサービスセンターはカナダ、中国、フランス、インド、イタリア、韓国、英国、米国に位置。

非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-226 傘下のブランド



出所) TRILLIUM FLOW TECHNOLOGIES ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(21)TRILLIUM FLOW TECHNOLOGIES-事業領域

図表2-227 セグメント情報

事業領域	内容
再生可能エネルギー	世界中の再生可能電力プロジェクト向けに設計、設置、メンテナンスを行う能力を備える。
原子力	高度に設計されたバルブとアクチュエータと基盤とする。60年以上にわたり、製品が初期の原子炉を含む原子力施設で使用されている。
従来電力	フロー制御ソリューションを提供。1世紀以上にわたって事業を実施。
石油・ガス	上流から中流、下流までのフロー制御のニーズに対応。
水関係	フロー制御ソリューションを提供。
化学	化学産業の高温および腐食性媒体のための製品を提供。
石油化学	石油化学市場に供給されるボール、ゲート、グローブ、チェックバルブを提供。
肥料	肥料工場の課題に対応したポンプやバルブ等を提供。
食品・飲料	エンジニアリング製品ラインを、サポートとサービスと組み合わせて提供。
鉱業・鉱物	鉱業および鉱物産業が利用できるポンプおよびバルブを提供。
一般産業	鉱山、食品・飲料、パルプおよび紙、化学産業の流量制御において優れた価値を提供するために構築されたポンプ、バルブ、およびサービスを提供。

The Weir Group PLC傘下時の該当セグメント売上高は3.65億ポンド(2017年)。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(21) TRILLIUM FLOW TECHNOLOGIES-原子力事業概要

原子力事業概要

- 高度に設計されたバルブとアクチュエータと基盤とする。60年以上にわたり、製品が初期の原子炉を含む原子力施設で使用されている。

取組み・実績

- 傘下ブランドのAtwood & Morrillの主蒸気隔離弁は、米国の多くの原子力発電所の格納容器隔離の用途に用いられている。
- 世界中の数十の原子力発電所が、Trillium Franceのパイロット式圧力開放弁を利用。
- BWRおよびPWRのMSIV（主蒸気隔離弁）の設計、製造およびサービスサポートにおける世界的リーダーを自負。

革新炉

- 革新炉に向けた取組み・実績は確認できず。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

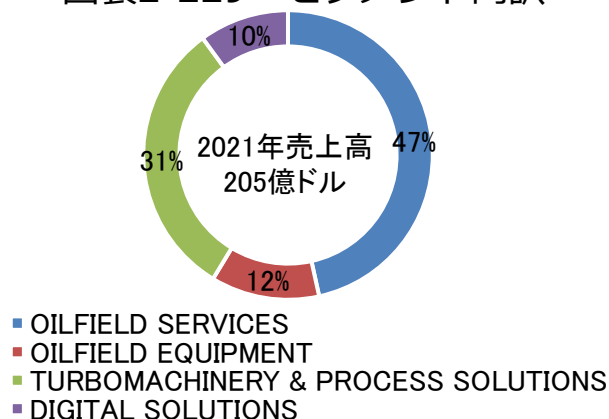
(22) Baker Hughes Company-概要

- ・ 1907年創立。従業員数は約5万人（2022年2月末時点公式ウェブサイト記載）。
- ・ 世界中のエネルギー産業界にソリューションを提供するエネルギーテクノロジーカンパニー。
- ・ 油田関係の他、非破壊検査機器、流量計、圧力計、圧力校正器、放射線モニタリング用高性能ガンマ線・中性子検出器などを提供するとともに、振動計測、状態監視装置の販売、診断サービス、制御システムやサイバーセキュリティなどを提供。

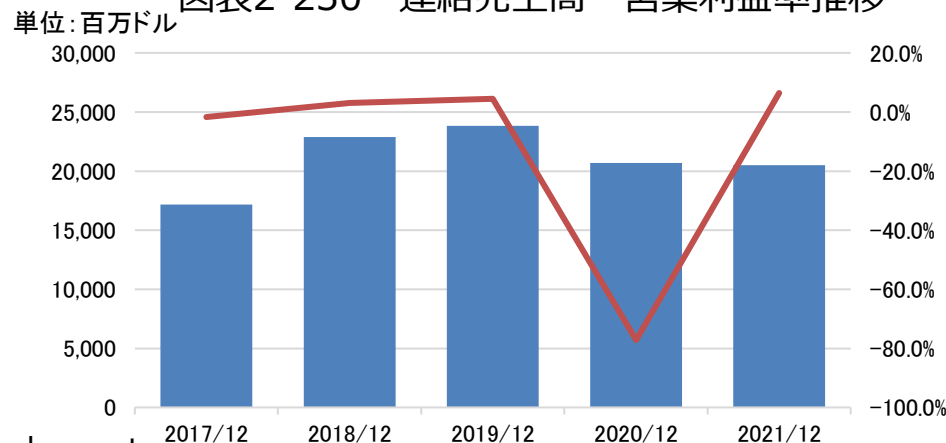
図表2-228 セグメント情報

報告セグメント	内容
OILFIELD SERVICES	掘削から評価、完成、生産、介入に至るまで、油井のライフサイクル全般にわたり、陸上および海上の事業に対してサービスを提供。
OILFIELD EQUIPMENT	海底および地上の掘削・生産システムを設計・製造し、陸上および海上の掘削・生産業務に関連するあらゆるサービスを提供。
TURBOMACHINERY & PROCESS SOLUTIONS	機械駆動、圧縮、発電用途の機器と関連サービスを提供。
DIGITAL SOLUTIONS	状態監視、産業用制御、非破壊検査技術、計測、センシングなど。

図表2-229 セグメント内訳



図表2-230 連結売上高・営業利益率推移



出所) Baker Hughes Companyウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(22) Baker Hughes Company-原子力事業概要

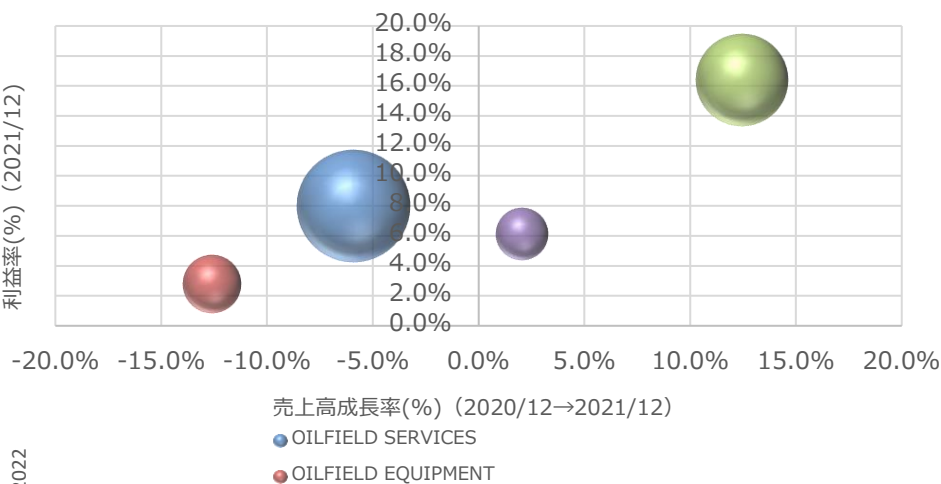
原子力事業概要

- ・原子力発電所の計装制御やアクチュエータ、放射線監視関係の機器を軽水炉に供給。
- ・状態監視システムに関するサービスも行っている。

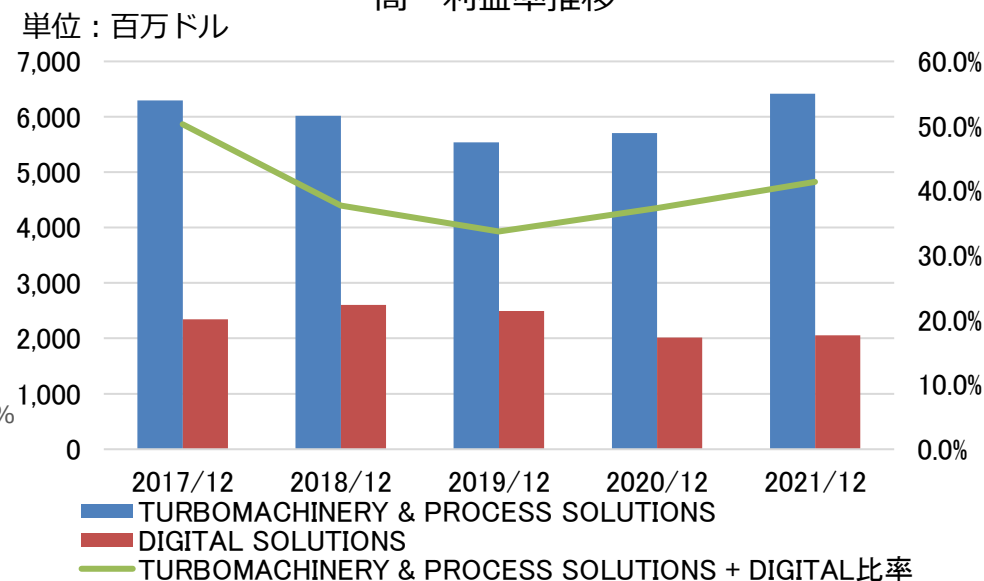
取組み

- ・米国の原子力発電所において、機器の保護と監視のためのシステムを効率的にアップグレード。
- ・カナダのブルース発電所において、タービン制御のアップグレード及び状態監視およびサイバーセキュリティソリューションの提供に関する契約を獲得。
- ・スペインの原子力発電所において、COVID-19の状況下におけるリモート状態監視により機器の問題を解決。

図表2-231 セグメント別業績推移 (2020/12→2021/12)



図表2-232 TURBOMACHINERY&PROCESS、DIGITAL売上高・利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(23) Bernard Controls-概要

- 1936年にLucien Bernard氏がパリ近郊のLa Plaine Saint-Denisで始めたモーター屋に端を発する。会社としての設立は1949年。
- 現在は原子力産業、水道産業、石油・ガス産業を対象に、電動アクチュエータやそのコントロールシステムを供給している。
- 2019年の売上高は5,800万ユーロ。同年時点の従業員数は500名以上。
- ①アジア、②ヨーロッパ、③北米、④インド・中東・アフリカの四地域を活動範囲としており、世界中に17の事業所と3の製造拠点を有する。
- 非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-233 セグメント情報

セグメント (事業領域)	内容
原子力産業	格納容器内・外を問わず、原子力発電所で使用するあらゆる種類のアクチュエータを設計。EPR、ACP1000、ACPR1000+、CPR1000、華龍一号、VVERなど、広範な炉型に対応している。また、同社の製品は最新の安全基準（RCC-E、IEEE）に基づいて認証を受けている。
水道産業	発電所、浄水場、排水処理施設、脱塩プラントなどにおける水循環システム用に、様々なアクチュエータを供給。
石油・ガス産業	生産、貯蔵、輸送といった全ての工程を対象に、十分な耐久性を持ったモーター類を供給。

出所) Bernard Controls ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(23) Bernard Controls-概要

原子力事業概要

- ・ 格納容器内・外を問わず、原子力発電所で使用するあらゆる種類のアクチュエータを設計。
- ・ EPR、ACP1000、ACPR1000+、CPR1000、華龍一号、VVERなど、広範な炉型に対応している。
- ・ 同社の製品は最新の安全基準（RCC-E、IEEE）に基づいて認証を受けている。

取組み・実績

- ・ 同社製のアクチュエータは世界中の原子力発電所（120基以上）で採用されている。

図表2-234 製品例：電動アクチュエータ

革新炉

- ・ 欧州式加圧水型炉（EPR）や華龍一号といった、改良型軽水炉への対応を強調している反面、小型モジュール炉（SMR）や第四世代炉といった革新炉に関する取り組みは確認できない。



出所） Bernard Controls製品カタログ

戦略上重要な出来事：フランス、原子力発電所建設再開

2022年2月、フランスのマクロン大統領は脱炭素の目標を実現するため新たに原子力発電所6基を造り、さらに8基の建設を検討する考えを明らかにした。今後のフランスに新設される原子炉はEPRが主力になると予想されるため、EPRへの供給に対応しているBernard Controlsも重要な役割を担うことになると思われる。

出所） World nuclear newsウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(24)Conval, Inc.-概要

1967年に設立。従業員数は約100人。高性能バルブの業界リーダーを自負し、高耐久と長寿命を誇る高品質な製品を提供。本社は米国。

非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-235 セグメント情報

主な事業領域	内容
石油火力	半世紀近くにわたり、化石燃料の電気事業者の需要の高まりに対応。インライン修理可能な弁を提供。
原子力	10CFR50 Appendix BおよびISO 9001に従う弁を提供。
製油所	華氏1200度(摂氏648度)に耐えられるASME規格の弁を提供。
パルプ・製紙	パルプおよび製紙業界の多様なニーズに最適な要件に合わせ調整。
ボイラー	ニーズに対応するための特殊なアプリケーションバルブを製造。
極低温	華氏マイナス320度(摂氏マイナス195度)に耐えられる極低温弁を提供。

原子力事業：取組み・実績

- 原子力事業のためのNスタンプを2006年に取得。

原子力事業：革新炉

- 革新炉に向けた取組み・実績は確認できず。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略 (25)Daher-概要

- 1863年に設立されたフランス企業。従業員数は約9,500名で、年間売り上げは約11億ユーロ。
- 航空機製造を主要業務とするが、ロジスティクス&サービス事業も手掛けており、そのなかに原子力関連サービスが含まれる。
- ヨーロッパに55、アメリカに9の事業所を有するほか、上海にも事業所がある。
- 非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-236 セグメント情報

セグメント (事業領域)	内容
航空機製造	ターボプロップ機の製造およびメンテナンスや修理などのサービス。
航空機部品製造	航空機ボディ、内装、推進装置、バルブ類、防衛システム。
ロジスティクス&サービス	部品調達、エンジニアリング、組み立てサービス、サプライチェーンの設計および管理、産業機器運送、原子力関連サービス。

出所) Daher ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(25)Daher-原子力事業概要

原子力事業概要

- ・プロジェクトマネジメント、設計、運転延長のための改修作業
- ・原子力施設の解体・除染、放射性廃棄物の管理・取り扱い
- ・原子力施設向け総合サービス（メンテナンスおよびそれに必要な部品・器具の調達、重量物の搬送、廃棄物管理、放射線防護・環境保護設備のメンテナンス）
- ・原子力施設の運営、メンテナンス、線量測定、水中作業
- ・廃棄物管理に係る器具類のメンテナンス、廃棄物処理、輸送用パッケージのメンテナンス、放射線特性調査、放射性物質の一時預かり
- ・輸送業務（使用済器具類、放射性物質、タンク類、放射性廃棄物、アスベスト、ナトリウム、ADR（危険物の道路輸送））

公式ウェブサイトには情報がないが、The World Nuclear Supply Chain（WNA, 2015）によればアクチュエータの製造能力あり。

取組み・実績

- ・年間4,000m³の放射性廃棄物処理能力を有しており、累計で17,000m³を処理。
- ・フランス国内で10,000件の原子力関連輸送業務を請け負った経験を有する。

革新炉

- ・2012年より国際熱核融合実験炉（ITER）プロジェクトに関するロジスティクス業務を実施している。

出所) Daher ウェブサイト

戦略上重要な出来事：フランス、原子力発電所建設再開

2022年2月、フランスのマクロン大統領は脱炭素の目標を実現するため新たに原子力発電所6基を造り、さらに8基の建設を検討する考えを明らかにした。Daherはフランス国内での原子力関連ロジスティクス業務に多数の実績を有するため、これらの建設計画が実際に実施されれば、多くのビジネスチャンスを得ることになると予想される。

出所) World nuclear newsウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(26)Guichon Valves-原子力事業概要

1921年に設立。従業員数は100人前後。石油化学、化学、高級化学、医薬品、原子力産業向けの特殊バルブとカスタムメイドバルブの設計、製造、組立、試験に注力。本社はフランス。2015年よりValcoグループのメンバー。

非上場企業のため、得られる情報は限定的。

図表2-237 セグメント情報

主な事業領域	内容
採掘	供給排水弁、スラリー分離弁、供給注入弁を供給。
ファインケミカル	プロセスラインやリアクタの媒体をサンプリング、注入、排出するためのカスタムメイドのソリューションを提供。
プラスチックポリマー	人工繊維、合成繊維、化学繊維を主な用途とするプラスチックおよびポリマーの産業部門向けバルブを製造。
一般化学	大容量プラントで大量の製品を製造するための、信頼性の高い産業バルブの広い範囲を供給。
石油化学	業界で広く使用されている大型バルブ、主にゲートバルブ、スライドバルブの製造のための特殊バルブ分野のノウハウを拡張。
防衛、潜水艦 原子力	海水耐水性高合金製の高圧&衝撃耐性バルブを設計、製造。 原子力用として遠隔操作を可能とする弁などを設計、製造。
極低温	液化ガス、ファインケミカル、原子力潜水艦で用途を有する装置を開発。

原子力事業：取組み・実績

- EDFとASMEの原子力認証を持つ。

原子力事業：革新炉

- 革新炉に向けた取組み・実績は確認できず。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

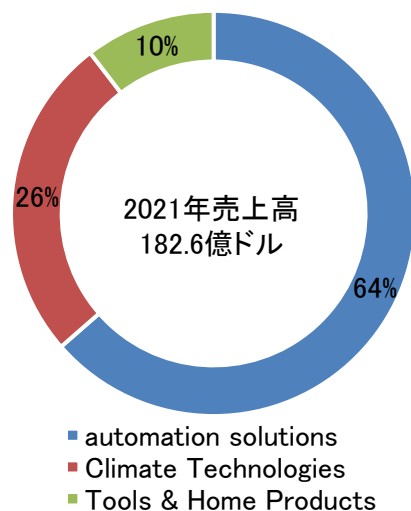
(27)Emerson Electric Co.-概要

- ・ 1890年創立。従業員数は約8万人（2022年2月末ウェブサイト掲載）。
- ・ 世界中の産業、商業、消費者市場の幅広い顧客への革新的ソリューション提供のために、技術と工学を融合させた製品の設計、製造、サービスを提供するグローバルリーダーを自負。

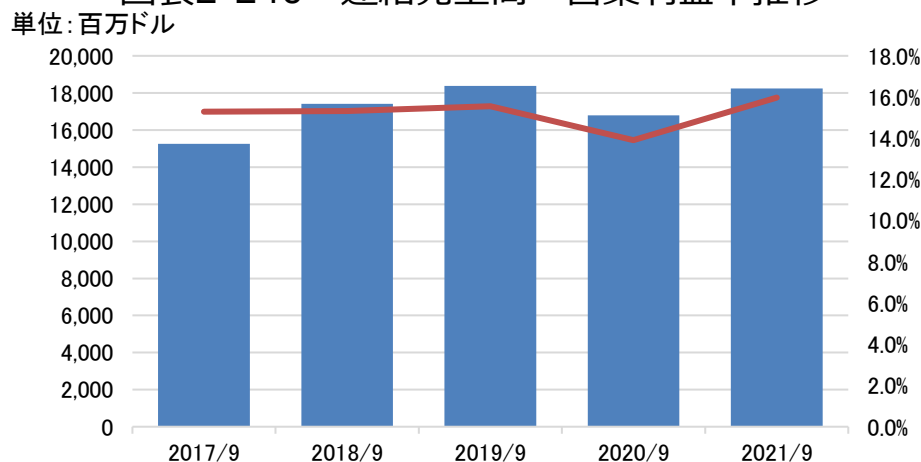
図表2-238 セグメント情報

報告セグメント	内容
automation solutions	測定および分析機器、産業用バルブおよび機器、プロセス制御ソフトウェアおよびシステムを含む幅広いソリューション、ソフトウェア、サービス、製品を提供。
Climate Technologies	住宅用暖房、冷房、商業用空調、商業用および産業用冷凍、コールドチェーン管理など。
Tools & Home Products	パイプ作業ツール、電気およびユーティリティツール、住宅および商業食品廃棄物ディスポーザーなど。

図表2-239 セグメント内訳



図表2-240 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(27)Emerson Electric Co.-原子力事業概要

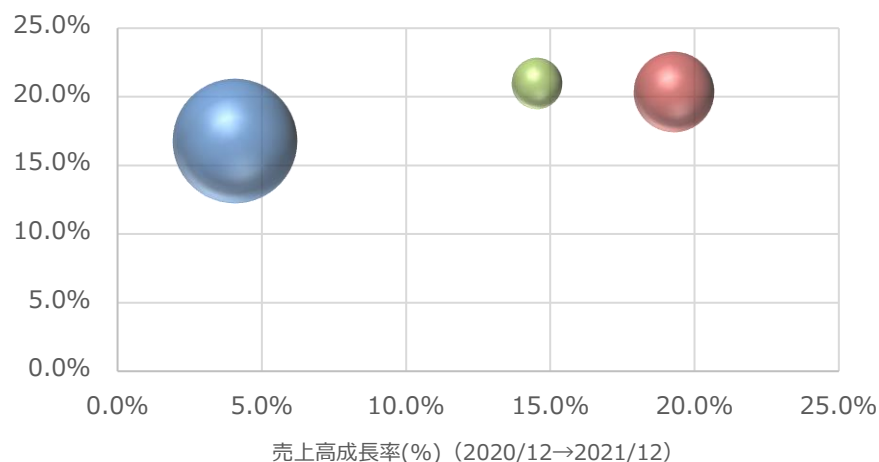
原子力事業概要

- 原子力向けに安全系を含むバルブ、アクチュエータ、コネクタ、伝送器、スイッチなどの機器を提供。
- FisherやSempell、Rosemount、GOなどのブランドを展開している。

取組み

- より広範なオートメーション・ポートフォリオを構築する戦略の一環として、コントロールバルブ、アイソレーションバルブ、圧力開放バルブ、アクチュエーションの分野で世界的なプレゼンスを確立するため、2017年にPentairのバルブ＆コントロールズ事業を買収。

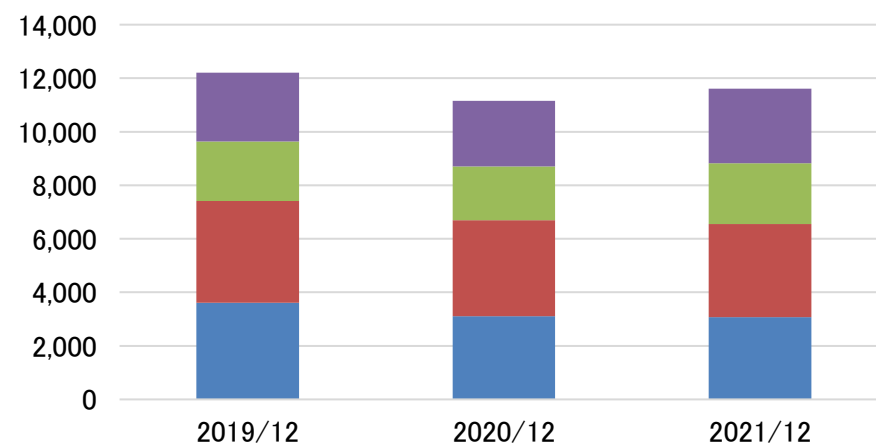
図表2-241 セグメント別業績推移 (2020/9→2021/9)



● automation solutions ● Climate Technologies
● Tools & Home Products ●

図表2-242 automation solutions売上高内訳

単位: 百万ドル



■ systems & software
■ industrial solutions
■ valves, actuators & regulators
■ measurement & analytical instrumentation

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

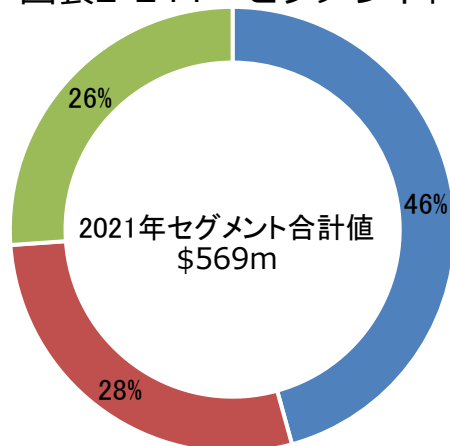
(28) Rotork-概要

- ・ 1957年創立。従業員数は約3,500人（2021年12月末時点）。
- ・ 英国のアクチュエータおよび流量調整弁などを製造する大手製造会社。

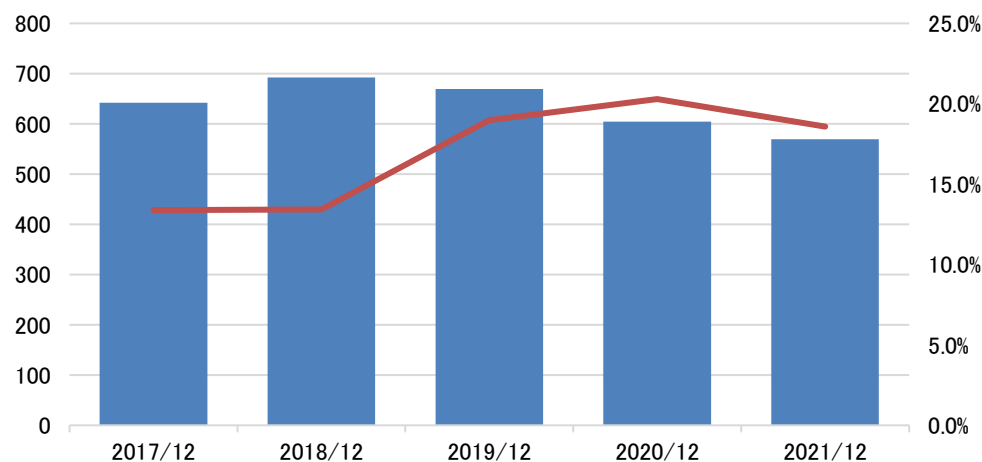
図表2-243 セグメント情報

報告セグメント	内容
Oil & Gas	石油・ガス業界の上流部門・下流部門へアクチュエータおよびそれに関連する流量調整設備を供給。
Water & Power	上水・下水システムへのバルブ供給および発電設備へアクチュエータおよびそれに関連する流量調整設備を供給。
Chemical, Process & Industrial	化学工場等にバルブを供給。

図表2-244 セグメント内訳



図表2-245 連結売上高・営業利益率推移
単位: 百万ポンド



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(28)Rotork-原子力事業概要

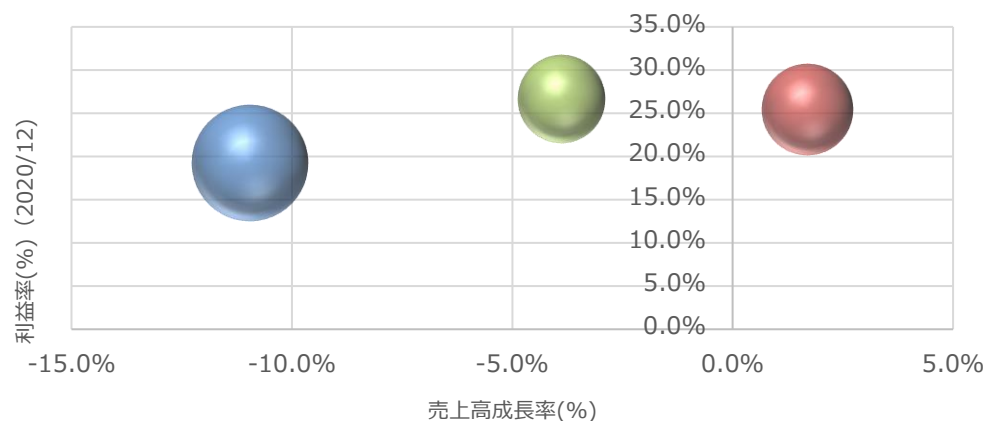
原子力事業概要

- ・原子力発電所に対して、格納容器外の流量調整設備全般を供給している。顧客の要望に応じた効率的で正確かつ安全性の高い製品を納入している。

取り組み

- ・高経年化に伴うリスク管理のための設備を提供している。
- ・長期運転でも安全性を確保できるようにするため、Intelligent Asset Managementを提供している。

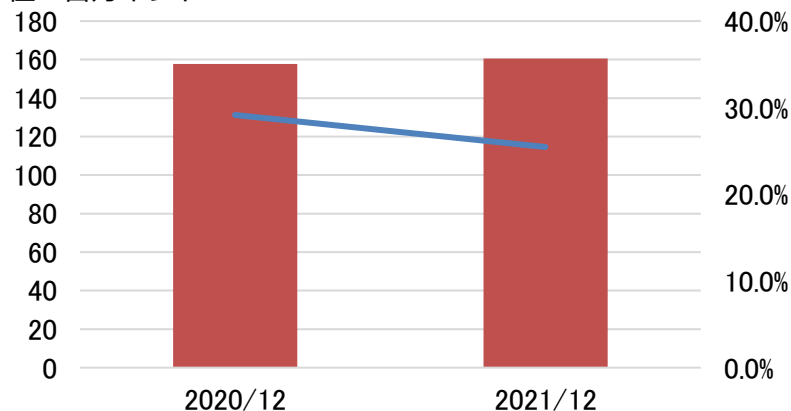
図表2-246 セグメント別業績推移 (2020/12→2021/12)



● Oil & Gas ● Water & Power ● Chemical, Process & Industrial

図表2-247 Water & Power売上高・利益率推移

単位：百万ポンド



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(29)Thompson Valves-概要

- ・ 英国のバルブ他の高圧用製品を製造する世界有数の企業。

原子力事業概要

- ・ 世界の原子力発電所に対して、30年以上に渡り高品質の製品を納入している。納入している製品は以下のとおり。

- ✓ 重要なプロセス弁を調整するための玉形弁
- ✓ 異なる媒体を調整するためのプロセス玉形弁
- ✓ ベローズシールグランドパッキン玉形弁
- ✓ ベローズシールグランドパッキン計装弁他
- ✓ 逆止弁
- ✓ 圧力調整装置
- ✓ 過流量逆止弁

取得済みの認証

- ・ ISO 9001:2008
- ・ ISO 14001
- ・ OHSAS 18001
- ・ ATEX
- ・ IECEx
- ・ ASME N & NPT Stamp Holder
- ・ CRN, TR CU, NEPSI, CCOE

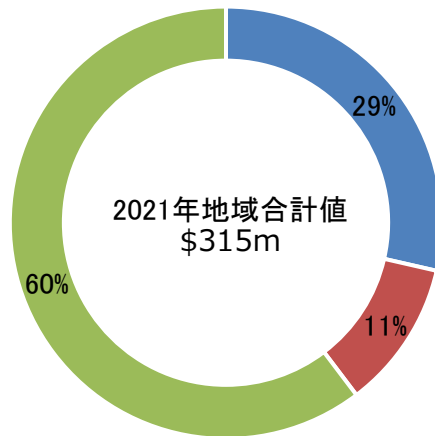
出所) Norgen ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略 (30)Velan-概要

- 1950年創立。従業員数は約1,681人（2021年2月末時点）。
- 米国の産業用バルブおよび関連製品を製造する主要エンジニアリング企業。
- 世界に12カ所の工場を有する（米国3カ所、欧州2カ所、アジア5カ所）。
- 火力発電所、原子力発電所、コジェネレーション、精錬所、化学薬品工場など多くの産業に製品を提供している。

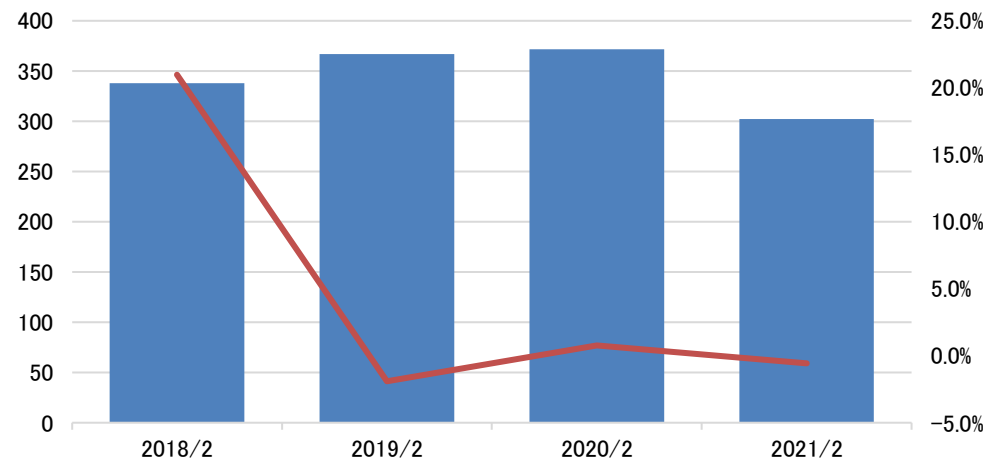
図表2-248 セグメント内訳



■ USA ■ Canada ■ Overseas

図表2-249 連結売上高・営業利益率推移

単位: 百万ドル



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略 (30)Velan-概要

原子力産業への参入状況

- ・ 50年以上に渡り、世界の2/3の原子力発電所にバルブを提供している（カナダ、仏国、韓国は100%、米国は90%）。
- ・ 1971年、ASME「N」認証を取得。
- ・ 原子力調達問題委員会（NUPIC）、Newport News Shipbuilding、アメリカ国防契約管理局（DCMA）などの監査を受けている。
- ・ NRCのGeneric Letter 89-10で要求されるモータ駆動弁の稼働について品質試験の実施を継続している。

出所) Velan ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(31)Urenco-概要

412

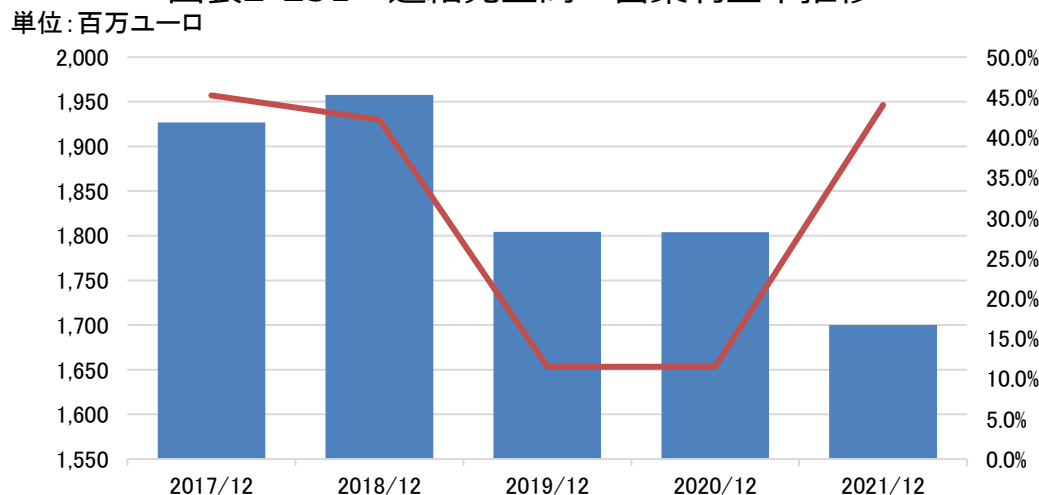


- 1970年創立。従業員数は約2,480人（2021年12月末時点）。
- 英国に本社を置く、世界大手の多国籍ウラン濃縮会社。ドイツ、オランダ、英国、米国に濃縮工場を保有する。

図表2-250 セグメント情報

報告セグメント	内容
ウラン濃縮	4カ国に濃縮工場を有し、世界各国に対して濃縮役務を提供する。
その他役務	テール管理を行う化学工場、核燃料物質の保管庫、革新炉の開発を行うU-batteryなどがある。

図表2-251 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(31)Urenco-革新型炉

革新炉開発の構想

- ・カナダ原子力研究所（CNL）は2019年、2026年までにCNLの関連敷地内で小型モジュール炉（SMR）の実証炉を建設・運転するプログラムの検討作業に関し、企業連合U-Battery Canadaの高温ガス炉（4,000kW）のプロジェクトを、検討の第2段階に招致したことを発表した。
- ・同連合は、米国や日本を含む多くの国のウラン濃縮役務を担うURENCOが主導している。
- ・また2020年、英国BEISは先進炉（AMR）における検討の第2段階にU-Batteryは招致したことを発表した。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

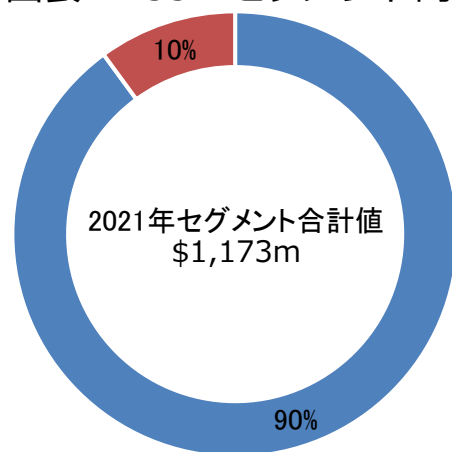
(32) Cameco-概要

- 1987年創立。従業員数は約2,480人（2021年12月末時点）。
- カナダ・サスカチュワン州サスカトーンに本社を置く、世界最大手のウラン鉱山会社。カナダ国内外の原子力発電用のウラン鉱石の開発、採掘、精錬、転換、濃縮、成型加工を行う。

図表2-252 セグメント情報

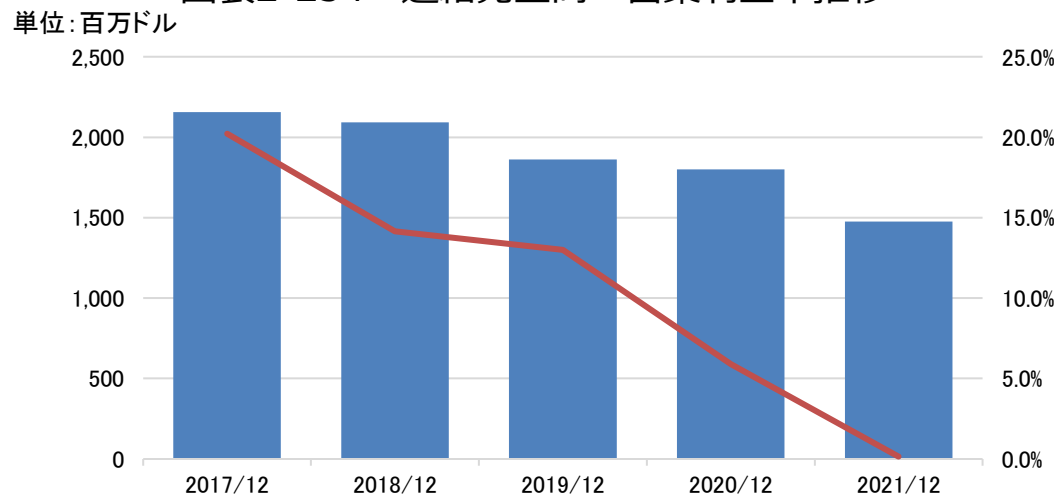
報告セグメント	内容
ウラン	サスカチュワン州（マッカーサー・リバー、キーレイク、ラビットレイク鉱山）、米国ワイオミング州（スミス・ランチ・ハイランド鉱山）とネブラスカ州（クロウ・ビュート鉱山）、また、カザフスタン（Inkai鉱山）で採掘を行う。
燃料サービス	精錬、転換、濃縮、成型加工のサービスを提供。

図表2-253 セグメント内訳



■ Uranium ■ Fuel services

図表2-254 連結売上高・営業利益率推移



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(32) Cameco-革新型炉

革新炉へのウラン燃料供給構想

- カメコは、ウラン、ウラン精製・転換サービスを世界中の原子力業界に供給している。
- 2021年7月に、GEH、Global Nuclear Fuel-Americas (GNF-A)、およびカメコは、カナダや世界各国でBWRX-300の商用化と建設を推進するために複数の協力分野を模索することに合意した。
- 2020年にSGEとGEHは、協力をさらに強化する戦略契約に署名した。

戦略上重要な出来事：GE日立・ニュークリアエナジー、GEH SMRカナダ、カメコ、およびSynthos Green EnergyがポーランドにおけるBWRX-300の建設構想で協力に関する覚書を締結

ポーランドのBWRX-300小型モジュール炉（以下、SMR）へウラン燃料を供給するサプライチェーンをカナダに構築する可能性を評価するための覚書を締結。

SMRへのウラン燃料供給に関する覚書は海外輸出への第一歩であり、今後も様々な国と積極的な交渉が予想される。

出所）日立GEニュークリア・エナジーウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(33)General Atomics-概要

1955年に設立。従業員数は15,000人以上。防衛をはじめとする多様な技術に取り組む。

Blue familyが所有。本社は米国。

非上場企業のため、得られる情報は限定的。

<関連会社>

GA Aeronautical Systems, Inc. : 無人航空機、高解像度監視、レーダー画像システム

General Atomics Europe GmbH : ヨーロッパグループの代表

Heathgate Resources Pty Ltd : ウラン鉱山の所有、運営

Cotter : ウラン、バナジウム、モリブデン、ニッケル、コバルト、タングステンなどの生産

ConverDyn : UF₆（六フッ化ウラン）の提供

Nuclear Fuels Corporation : 核燃料の販売

Diazyme Laboratories Inc. : 診断試薬開発 など

図表2-255 セグメント情報

事業領域	内容
電磁システム	航空機発進帰還、電気供給・貯蔵、有害物処理、先進的兵器、宇宙関係、石油精製、検出・イメージング、精密製造、放射線監視、核分裂技術など。
エネルギー	核融合関係、高性能コンピュータ、先端材料工学、超電導、レーザー加工、3Dプリント、ロボット工学、電子顕微鏡含む計量関係など。

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(33)General Atomics-原子力事業概要

原子力事業概要

- ・ 商業用原子力エネルギーの先駆的企業の経験を有し、現在の原子力発電所群の維持を支援するとともに、高度技術の開発を継続している。

取組み・実績

- ・ GAのTRIGA研究用原子炉は世界で60以上建設され、50年以上にわたって本質的に安全な運用の完璧な記録を保持。
- ・ 米国における事故耐性燃料の開発に関与。
- ・ 原子炉内の中性子経済を改善する高中性子反射体材料を開発。
- ・ 核融合炉ITERの主要パートナーとして、核融合技術製品とプラズマ制御システムを提供。
- ・ 宇宙における核エネルギー技術（核熱推進）の開発にも関与。

革新炉

- ・ 原子力エネルギーが直面する最も困難な4つの問題(経済、安全性、廃棄物、不拡散)に取り組む先進的小型モジュール炉EM²を開発中。
- ・ EM²は、850℃の温度を有するヘリウム冷却型高速炉。出力は265MWeで、発電はガスタービン電力変換ユニットで行われる。
- ・ 全てのユニットは道路での輸送が可能で、1サイト(4基)の建設期間は42カ月を予定。
- ・ トラブル時には自然循環により100%の冷却が可能。
- ・ 発生する放射性廃棄物は500年減衰でバックグラウンド程度に低下。
- ・ 燃料交換は30年間にわたり不要。

戦略上重要な出来事：EM²、DOEの高度原子炉実証プログラムのARC-20に選択される

2020年12月、EM²はDOEの高度原子炉実証プログラム ARDPのARC-20に選択され、3年間の資金調達を得た。

出所) DOEウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

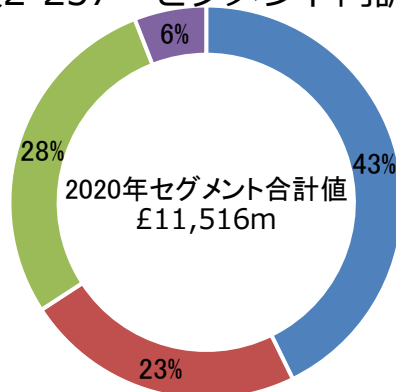
(34)Rolls-Royce-概要

- 1884年創立。従業員数は約48,200人（2020年12月末時点）。
- 英国を拠点とするエンジニアリング企業で、民間航空宇宙、電力システム、防衛、ITPエアロの4つのコアビジネスを有する。2021年9月、ITPエアロをBain Capital Private Equityに17億ユーロで売却すると表明（売却時期：2022年上期）。

図表2-256 セグメント情報

報告セグメント	内容
民間航空宇宙	大型民間航空機、リージョナルジェット機、ビジネス航空市場向けの航空エンジンを手掛ける。
電力システム	海洋、防衛、発電向けに高速レシプロエンジン、発電システム一式を提供。
防衛	軍用輸送機や哨戒機用の航空エンジンを手掛ける。
ITPエアロ	航空エンジンのサブシステム設計を手掛ける。2021年9月にBain Capital Private Equityへ売却すると発表。

図表2-257 セグメント内訳

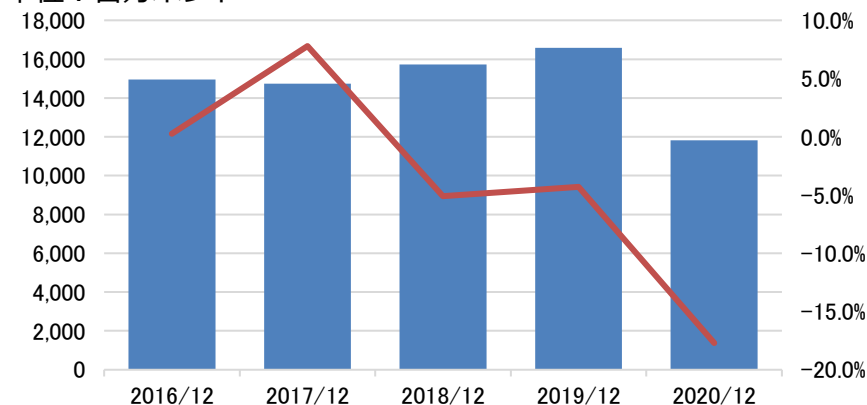


■ Civil Aerospace ■ Power Systems ■ Defence ■ ITP Aero

出所) Rolls-Royce ウェブサイト及びannual report

図表2-258 連結売上高・営業利益率推移

単位：百万ポンド



2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(34)Rolls-Royce-原子力事業概要

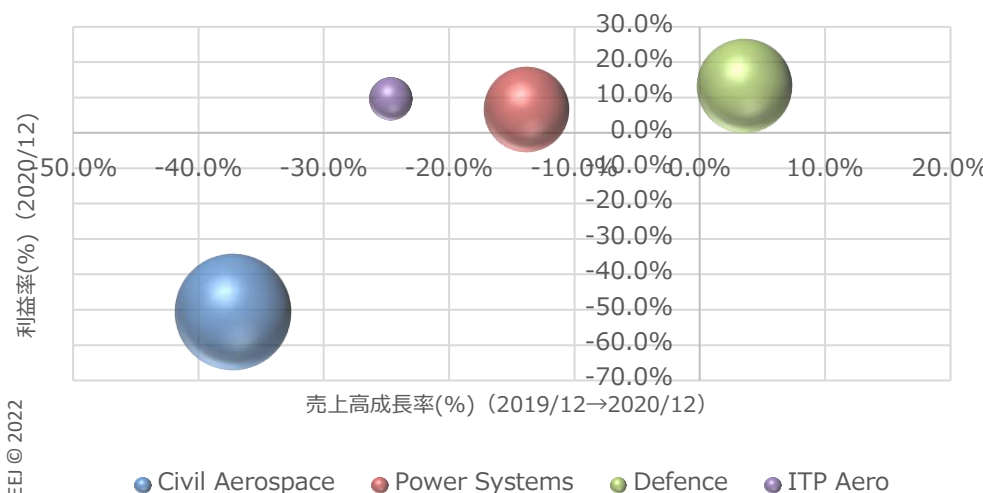
原子力事業概要

- 民生用のみならず、原子力潜水艦も手掛ける。
- 2016年は原子力事業の売上内訳を公表しており、民生用が2億ポンド(従業員：1,300人)、原子力潜水艦が6億ポンド（従業員：3,000人）。2016年の民生用の売上はPower systems 全体の6.9%に相当する。

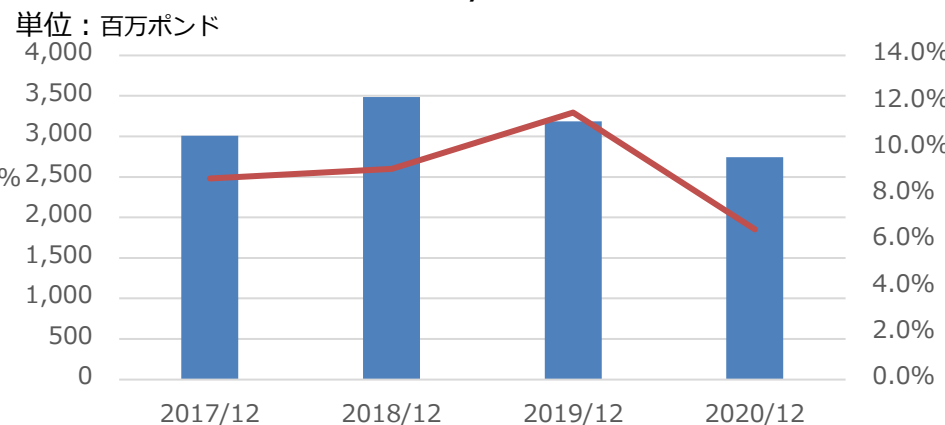
取組み

- 2020年12月、民生用原子力機器・制御（I&C）事業を Framatomeに売却する契約締結を公表。I & C事業はフランス、チェコ、中国に拠点があり、2019年のI&C事業の従業員は550名、売上は9,400万ユーロ。
- 2020年2月、Westinghouse Electric Companyに北米をメインとする原子力サービス事業の売却が完了。
- Hinkley Point Cではバックアップ電源システムと熱交換器を供給する。

図表2-259 セグメント別業績推移 (2019/12→2020/12)



図表2-260 Power System売上高・利益率推移



出所) Rolls-Royce ウェブサイト及びannual report

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(34)Rolls-Royce-革新型炉

革新炉の構想

- Rolls-Royce社を中心としたコンソーシアムが軽水炉型のSMRを開発している。2029年までに英国の電力系統に接続することを目指す。
- 政府傘下の研究機関である英国研究・イノベーション機構（UK Research and Innovation, UKRI）から1,800万ポンドの出資を受けている。
- 2020年12月にはカタールの政府系投資ファンドであるカタール投資庁（Qatar Investment Authority, QIA）がロールスロイスSMRコンソーシアムに対して、8,500万ポンドの投資を行うことが発表された。

図表2-261 革新炉開発状況

革新炉	内容	実績
SMR	- Rolls-Royceが80%出資するRolls-Royce SMRは、SMR設計を規制当局の包括的設計認証審査（GDA）にかけるため、申請書を提出したと発表。 - Rolls-Royce SMRのSMRは出力47万kW。 - 最低60年間稼働してベースロード用電源としての役割果たす。また、間欠性のある再生可能エネルギーを補うことにより、再エネ源の設置容量拡大を支援。 - 約8割は英国のサプライチェーンで供給される。	2020年3月トルコで、2020年11月チェコでSMRを建設する可能性調査で国営電力と覚書を締結。

戦略上重要な出来事：トルコ、チェコでSMRを建設する可能性調査で国営電力と覚書を締結

Rolls-Royce社は、SMRのコスト面の問題を積極的な海外輸出、大量生産によるスケールメリットで解消する方針をとっている。可能性調査の覚書は海外輸出への第一歩であり、今後も様々な国と積極的な交渉が予想される。

出所）Rolls-royceウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-3. 企業の業績と戦略

(35)NuScale Power, LLC-概要

オレゴン州立大学からのスピンオフにより2007年に設立。従業員数は約430人以上。世界中の人々の生活の質を向上させるために、電気、熱、水の生産のための柔軟に対応できる高度な原子力技術を提供することを使命とする。本社は米国で、英国にも事業所を持つ。出資者には Fluor Corporation、ENERCON Services、DHIC、Sargent&Lundy、Sarens USAなどが挙げられ、日本からもJGCとIHIが参画。

非上場企業のため、得られる情報は限定的。

原子力事業概要

- 安全で信頼性が高く、スケーラブルで、カーボンフリーで経済的な革新的電源を市場に投入。

取組み・実績（革新炉）

- 2007年にオレゴン州立大学より設計の独占権を付与され会社設立。
- 2015年にフルスケールモックアップの製造と組立を完了。
- 2016年にSMR初のDC(設計認証)をNRCに提出し、2020年に認証を得る。
- 2020年よりUAMPS CFPPサイトで、ライセンス取得と建設に必要なサイト特性調査活動を開始。
- 上記の米国における活動の他、カナダ、ブルガリア、ルーマニア、チェコ、ウクライナ、英国、ポーランド、ヨルダン、カザフスタンでプロジェクトが進行中。

戦略上重要な出来事：DOE、CFPPに最大14億ドルを提供する合意を承認

2020年10月、DOEはUAMPSが所有するCFPPに対し資金調達手段として機能する最大14億ドルを提供できる合意を承認した。
出所) DOEウェブサイト

出所) NuScale Power, LLC ウェブサイト

2. 海外原子力産業

2-4. 国際原子力産業のサプライチェーン分析

(1) 製品別企業分布

2-2にて述べた海外企業各社を、Tier 2/3の主要な製品別に分類すると以下のようになる。

注) 特に多様な製品・サービス事業を有する企業の場合、この表内の分類外の製品・サービスを展開する場合もある。

図表2-262 製品別分類

	ベンダー	原子炉容器/原子炉圧力 容器	蒸気発生器	タービン
上場企業	01_GE(US) 03_EDF/Framatome(FR) 06_Doosan Heavy Industries(KR)	03_EDF/Framatome(FR) 06_Doosan Heavy Industries(KR) 08_Chicago Bridge & Iron(US) 10_Shanghai Electric Group(CN)	03_EDF/Framatome(FR) 06_Doosan Heavy Industries(KR) 10_Shanghai Electric Group(CN) 12_BWXT(US) 13_Harbin Electric Group(CN)	03_EDF/Framatome(FR) 06_Doosan Heavy Industries(KR) 10_Shanghai Electric Group(CN) 13_Harbin Electric Group(CN)
上場企業 のグルー プ企業/非 上場企業	02_Westinghouse Electric(US) 04_Rosatom(RU) 05_China Global Nuclear(CN) 07_China National Nuclear Corp.(CN)	04_Rosatom(RU) 09_China First Heavy Industry(CN) 11_Dongfang Electric Group(CN)	04_Rosatom(RU) 09_China First Heavy Industry(CN) 11_Dongfang Electric Group(CN)	04_Rosatom(RU) 09_China First Heavy Industry(CN) 11_Dongfang Electric Group(CN) 14_GE Power(US)

EDF/Framatome、Rosatom、Doosan Heavy Industriesの各ベンダーではいずれも原子炉容器・蒸気発生器・タービンの自社グループ内製造能力を有している。

GE及びWestinghouseの米国ベンダー、CGN・CNNCの中国系ベンダーでは、一部を除き自社グループ内での重要機器の製造能力は十分に有していないと推察される。

China First Heavy Industries、Dongfang Electric、Shanghai Electric、Harbin Electricの中国Tier 2/3サプライヤーはいずれも重要機器の製造能力を有しており、これらが中国国内及び国外の中国型炉への重要機器供給を担っている。

2. 海外原子力産業

2-4. 国際原子力産業のサプライチェーン分析

(1)製品別企業分布

図表2-263 製品別分類（続き）

	一次主冷却系/原子炉冷却系 -ポンプ	一次主冷却系/原子炉冷却系 -バルブ・アクチュエータ	I&C・サービス・ ソフトウェア等	燃料サイクル/革新 型炉開発
上場企業	03_EDF/Framatome(FR) 06_Doosan Heavy Industries(KR) 10_Shanghai Electric Group(CN) 13_Harbin Electric Group(CN) 17_Flowserve Corp.(US)	17_Flowserve Corp.(US) 22_Baker Hughes(US) 23_Bernard Controls(FR) 27_Emerson Electric(US) 28_Rotork(UK) 29_Thompson Valves(29) 30_Velan(US)	22_Baker Hughes(US) 34_Rolls-Royce(UK)	31_Urenco(UK) 32_Cameco(CA) 34_Rolls-Royce(UK)
上場企業の グループ企 業/非上場 企業	15_Celeros Flow Technology(US) 16_Curtiss Wright Flow Control(US) 18_Pollard Pumps(FR) 19_Hayward Tyler(US) 20_Sulzer Ltd.(US) 21_Trillium Flow Technologies(US)	15_Celeros Flow Technology(US) 16_Curtiss Wright Flow Control(US) 21_Trillium Flow Technologies(US) 24_Conval(US) 25_Daher(FR) 26_Guichon Valves(FR)	25_Daher(FR)	33_General Atomics(US) 35_NuScale Power(US)

一次系/原子炉冷却系のポンプやバルブ・アクチュエータといった重要部品のサプライヤーは世界各地域に多く存在しており、そのほとんどは原子力以外の他産業においても類似の製品を供給するサプライヤーである。FramatomeやDoosan Heavy Industriesのようなベンダーがバルブやアクチュエータ等を自社製造しているかどうかの情報は確認できていない。

I&C系や保守・補修・点検、放射線管理、輸送、廃棄物処理・管理等の各サービスや解析コード等のソフトウェア分野については、他産業にも適用可能な技術も多いため、上記の表にはない多くの企業が参入していると想像される。

2. 海外原子力産業

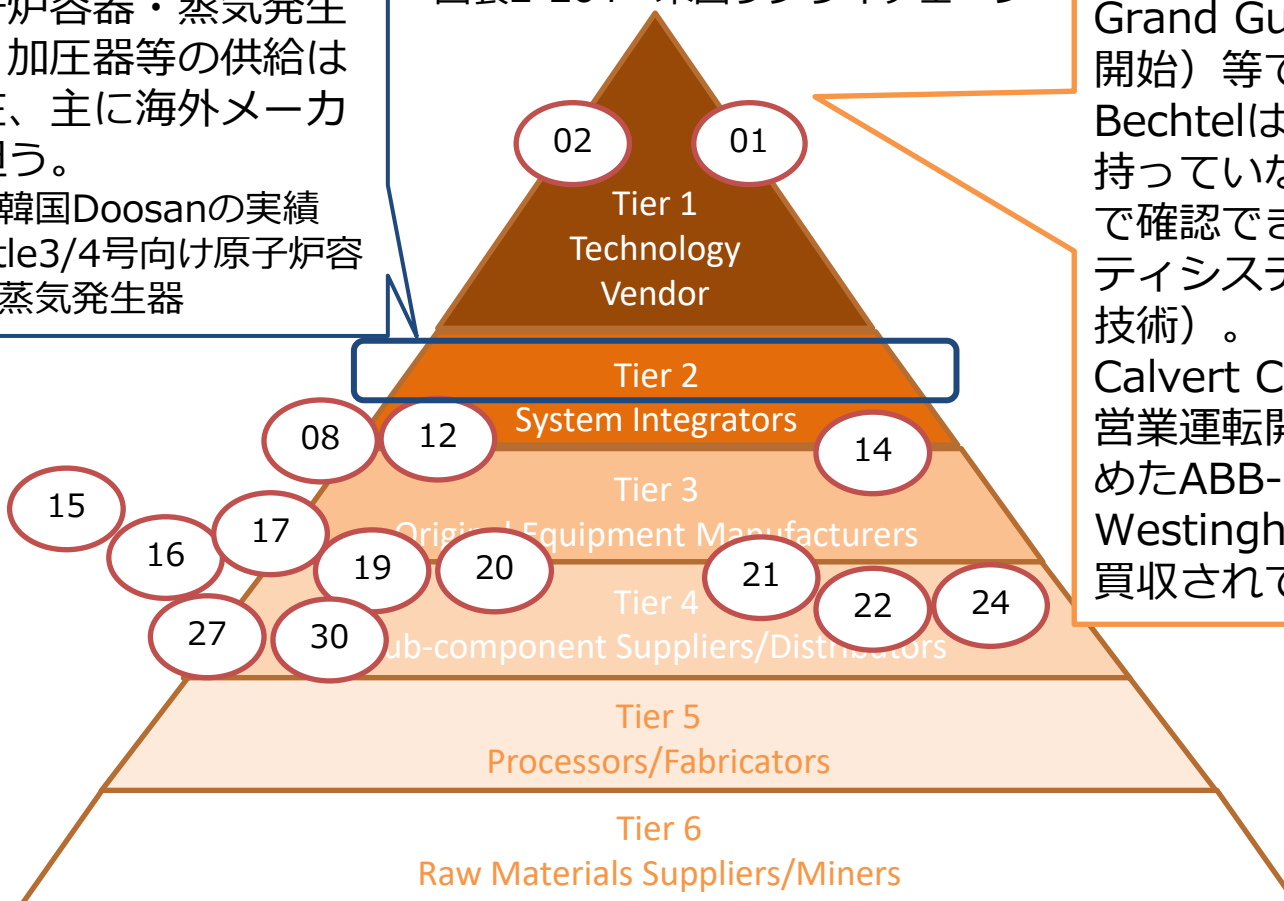
2-4. 国際原子力産業のサプライチェーン分析

(2) 国別サプライチェーン ① 米国

図表2-264 米国サプライチェーン

原子炉容器・蒸気発生器・加圧器等の供給は現在、主に海外メーカーが担う。

例) 韓国Doosanの実績
Vogtle3/4号向け原子炉容器・蒸気発生器



Grand Gulf1号（1985年営業運転開始）等で主契約者を務めたBechtelは現在、原子力事業を持っていない（公式ウェブサイトで確認できるのは、核セキュリティシステムのエンジニアリング技術）。

Calvert Cliffs1/2号（1975/77年営業運転開始）等で主契約者を務めたABB-CEは2000年、Westinghouse社に原子力部門を買収されている。

○ 内の数字：2-3での企業ごとの番号

米国では1980年代以降、新規着工のない時代が長く続いていたため、2022年現在Tier 1として活動可能な企業は2社。原子炉容器の設計・製作実績も30年以上前となっている。蒸気発生器や炉上部上蓋等の交換も近年はDoosanや日本のMHIが受注するケースがある。ポンプ・バルブ及びその重要部品については交換需要があるため、サプライヤーは比較的多い。

2. 海外原子力産業

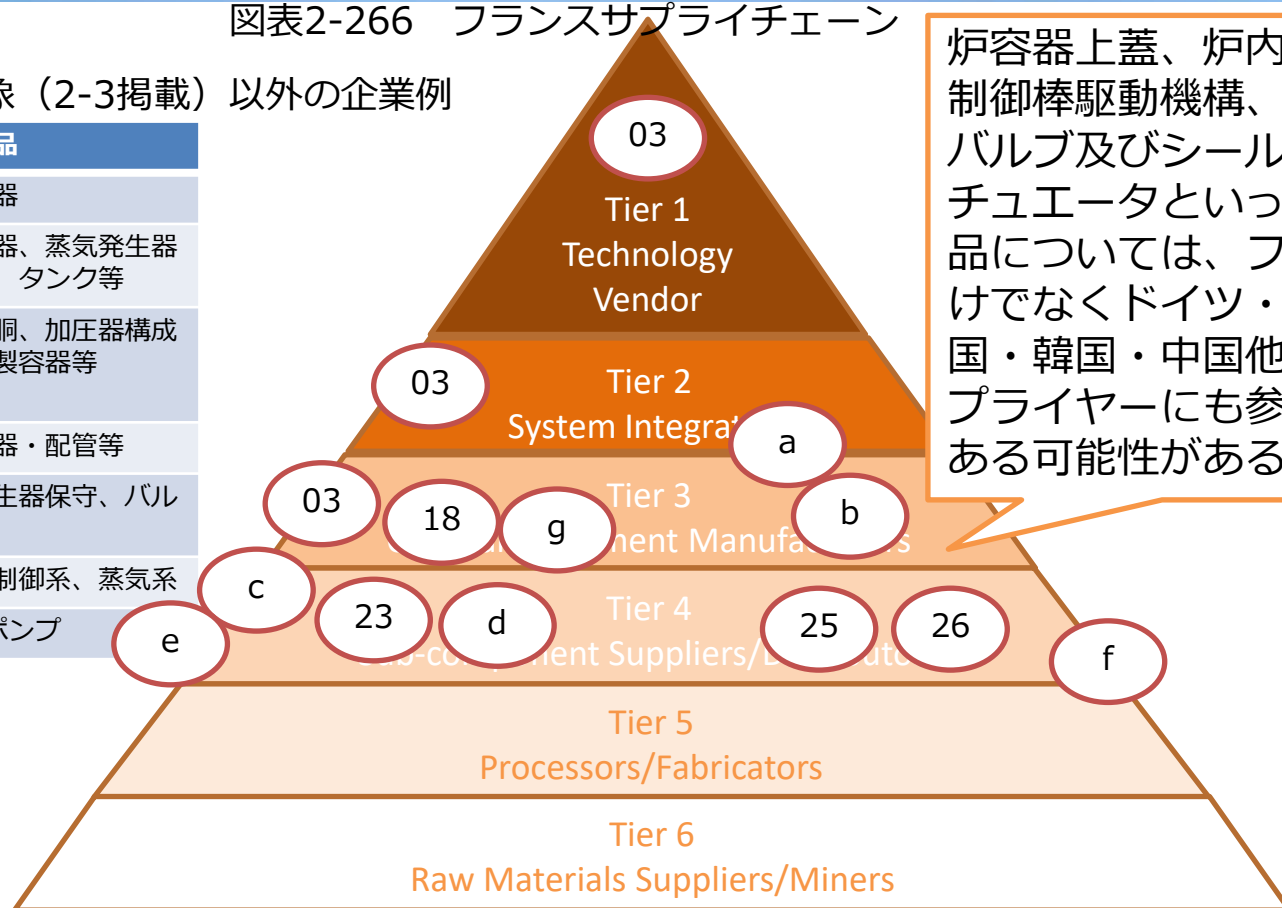
2-4. 国際原子力産業のサプライチェーン分析

(2) 国別サプライチェーン ② フランス

図表2-266 フランスサプライチェーン

図表2-265 本調査対象（2-3掲載）以外の企業例

記号	企業名	主な製品
a	ACM-ACR	熱交換器
b	BOCCARD	熱交換器、蒸気発生器 構成品、タンク等
c	AMG(GASNE Industries)	タンク胴、加圧器構成 品、鋼製容器等
d	Efinor	鋼製容器・配管等
e	FOURÉ LAGADEC	蒸気発生器保守、バル ブ等
f	PONTICELLI	1次系制御系、蒸気系
g	OPTIMEX	1次系ポンプ



炉容器上蓋、炉内構造物、制御棒駆動機構、ポンプ、バルブ及びシールやアクチュエータといった重要部品については、フランスだけでなくドイツ・英国・米国・韓国・中国他多くのサプライヤーにも参入機会がある可能性がある。

フランスの原子力総合企業Framatomeは1960年代より原子力設備の継続的な設計・製造・施工経験の蓄積がある。事業者EDFのもと、主契約者Framatome・原子炉系Framatome・タービン系Alstomという役割分担が確立しており、新規建設段階で他国のサプライヤーが基幹設備を受注した事例は見当たらない。

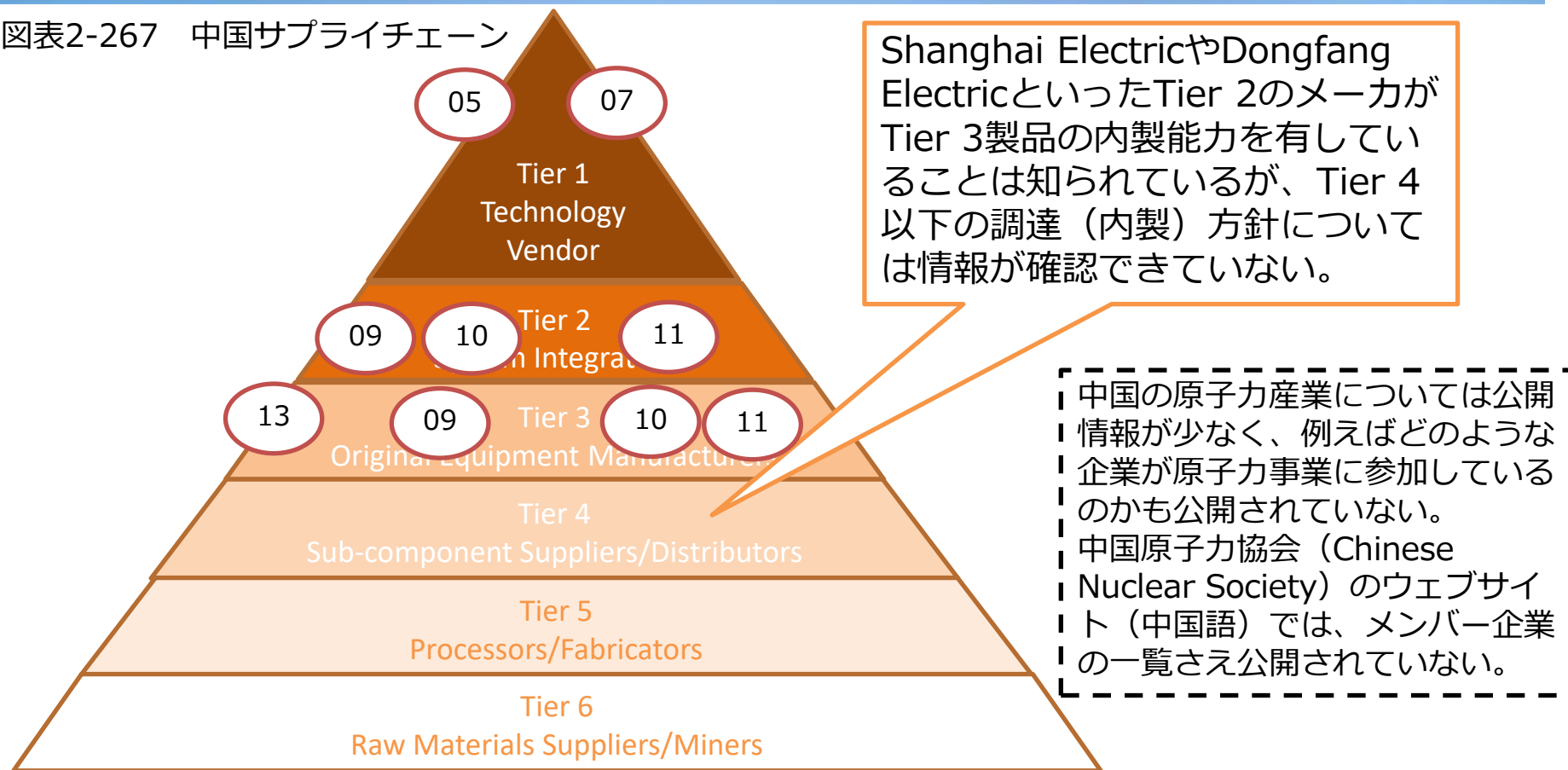
炉容器上蓋や蒸気発生器の交換については日本のMHIも多く受注している。公開情報からは確認できないが、韓国Doosanや中国企業も受注実績がある可能性はある。

2. 海外原子力産業

2-4. 国際原子力産業のサプライチェーン分析

(2) 国別サプライチェーン ③中国

図表2-267 中国サプライチェーン

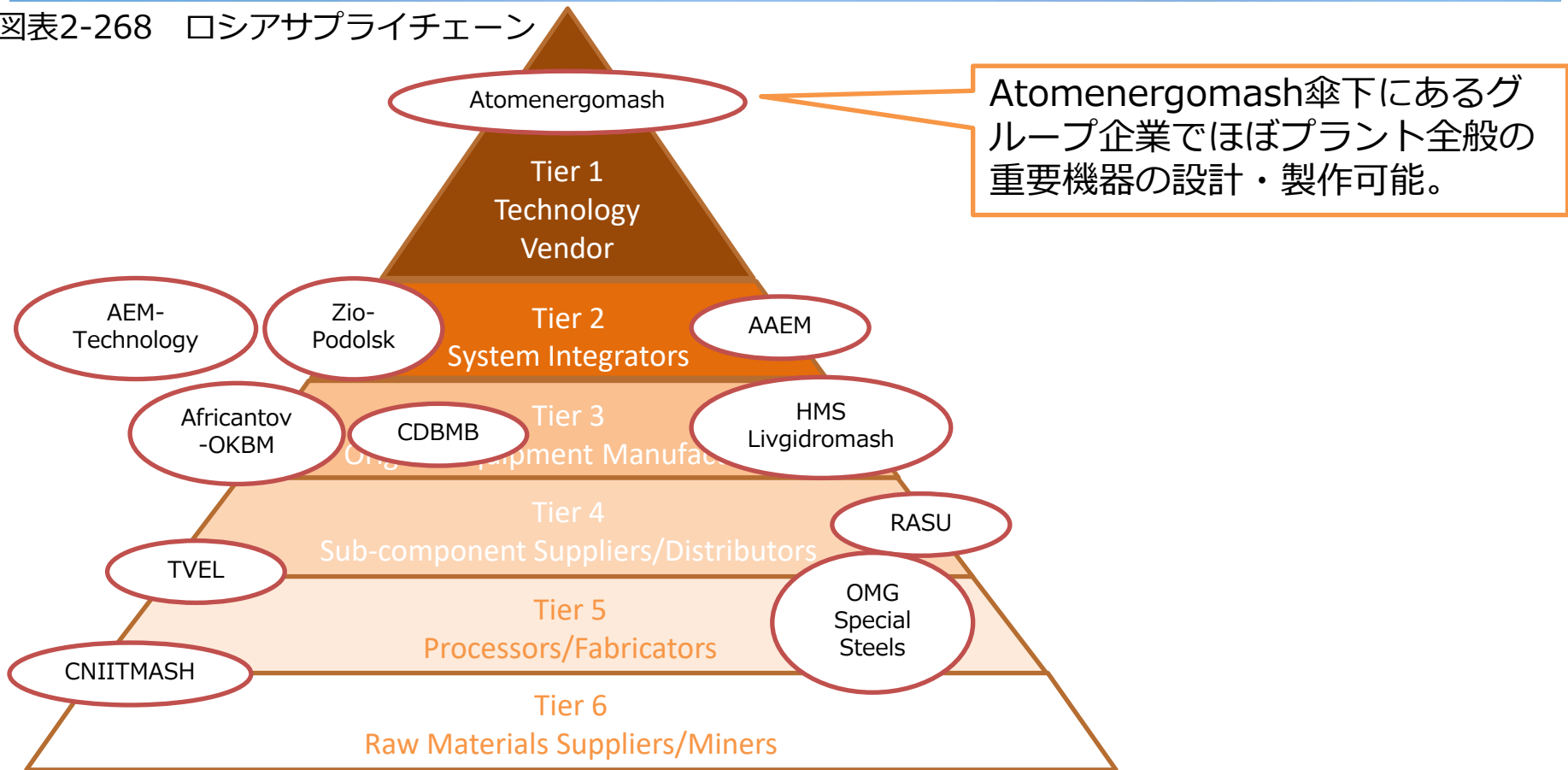


1990年代に着工した初期のプラント（泰山I-1号、同II-1号等）ではCNNCが事業者兼主契約者となり、原子炉系統や原子炉容器をMHIやDoosanなど海外メーカーが受注するケースが主であった。2000年代より徐々に中国系メーカーの受注比率が高くなり、2010年以降着工のプラントではVVER（ロシア）、CANDU（カナダ）、AP-1000（米国）、EPR（フランス）といった海外ベンダーの炉型を除き、国産化率ほぼ100%となっている。

2. 海外原子力産業

2-4. 国際原子力産業のサプライチェーン分析 (2)国別サプライチェーン ④ロシア

図表2-268 ロシアサプライチェーン



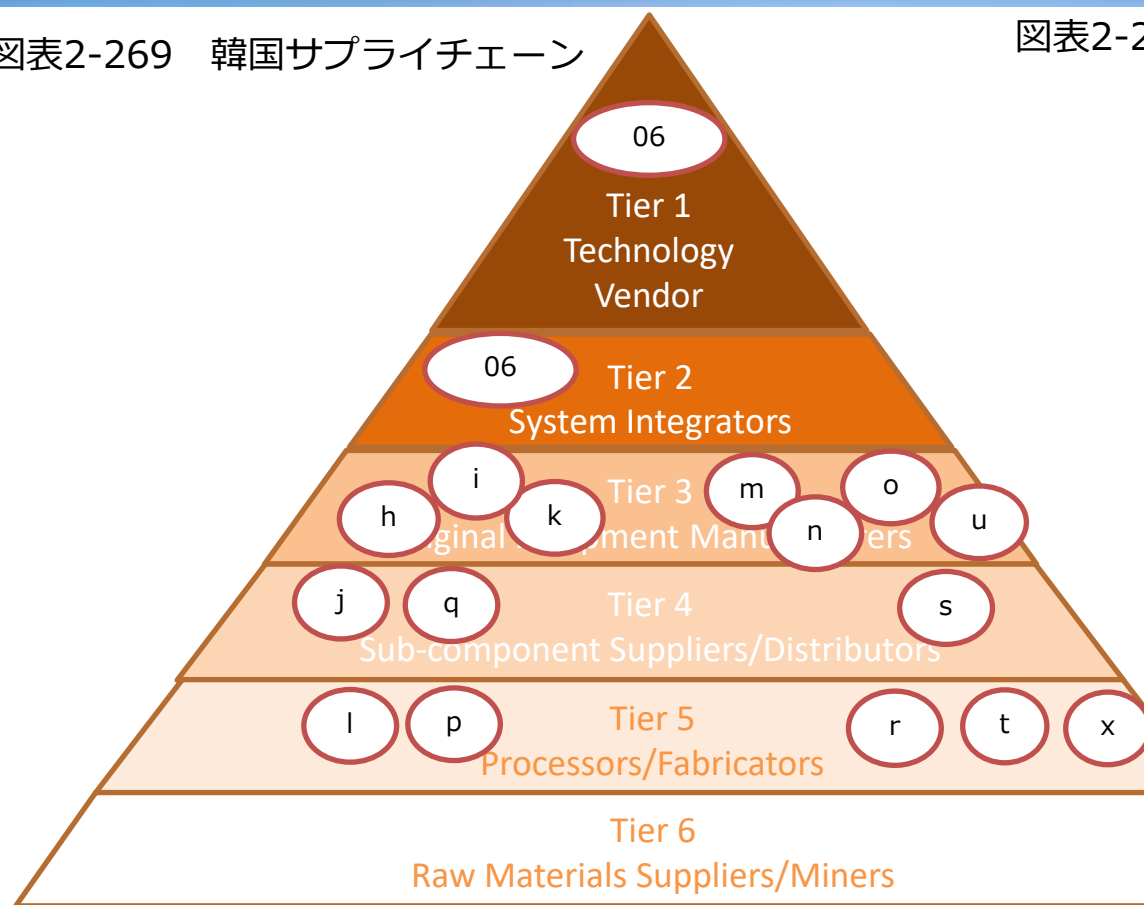
1950年代から商業用原子炉開発利用を進めてきたロシアでは、70年の蓄積をベースに原子力産業のサプライチェーン全般を自主製造する能力を有する。世界各地に展開しているロシア型炉への部品・サービス供給率は、インドや中国等で現地企業に技術移転された国を除き、ほぼ100%。逆に、ロシア国内のプラントで海外企業から部品供給を受けた事例は公開情報では確認されていない。

2. 海外原子力産業

2-4. 国際原子力産業のサプライチェーン分析

(2) 国別サプライチェーン ⑤ 韓国

図表2-269 韓国サプライチェーン



1970年代から商業用原子炉開発利用を進めてきた韓国では、重工業メーカーのDoosanをTier 1ベンダーとしたサプライチェーンが確立している。Doosanは原子炉容器や蒸気発生器・1次系主要機器のほぼ全てを内製する能力を有している。

図表2-270 本調査対象（2-3掲載）以外の企業例

記号	企業名	主な製品
h	DAUN E&C	I&C
i	HANVIT INDUSTRIES	バルブ、アクチュエータ等
j	JEONG SU FILTRATION	フィルタ等
k	IL SHIN VALVES	各種バルブ
l	Dongkuk Steel Mill	鋼材、特殊鋼
m	SAMJIN Industrial	電動ポンプ
n	ShinShin Machinery	循環ポンプ
o	Donghwa Entec	復水器、大型過熱器、抽気系機器 等
p	Taihan Electric Wire	ケーブル
q	Seojeon Electric Machinery	開閉器
r	Dongsuh Industry	ガスケット、パッキン
s	NADA	振動モニタリング計
t	iNEM	ダイヤフラム、オリング
u	Seokwang MFG	各種バルブ
x	SOLTI	フィルタ

出所) K-NEXT

3. 日本の原子力産業基盤強化に向けた課題

3-1. 各国原子力産業構造の比較

(1) 諸外国及び日本の原子力産業構造の比較

図表3-1 諸外国及び日本の原子力産業構造の比較

() 内：2021年1月時点の運転中基数

	フランス (56基)	中国 (48基)	ロシア (34基)
ベンダー	Framatome (実質国営)	CNNC (国営) CGN (国営)	Rosatom (国営)
サプライヤー数	100社以上 * GIFEN会員数 409 (2022年3月現在)	(情報なし)	傘下に約350社 (2022年3月現在)
重要設備の製造能力	Framatome及びグループ企業で重要機器製造可能。 SG・ポンプ等の交換は海外企業にも参入機会がある。	China First Heavy Industries等の重工各社によりほぼ100%国産化。海外企業の参入機会は不明。	Rosatom傘下企業及びOMZ等により、国内外のVVER型炉向け100%製造可能。海外企業の参入機会は不明。
海外展開	世界中で受注実績多数。	パキスタンなど中国型炉のある国では実績あり。	世界中で受注実績多数。
	米国 (94基)	韓国 (24基)	日本 (33基*) *運転中：10基
ベンダー	Westinghouse (民間) GE (民間)	斗山重工業 (民間)	三菱重工業 (民間) 日立GE (民間) 東芝ESS (民間)
サプライヤー数	数百社 * NEI会員数 324 (2022年2月現在)	100社以上 * K-NEXT登録社数 116社 (2022年3月現在)	数百社 * JAIF会員数 386社 (2022年3月現在)
重要設備の製造能力	原子炉容器、SG、一次冷却材ポンプ等の重要機器の製造は概ね海外企業による。	斗山重工業及びサプライヤー約100社でほぼ100%国産化だが、海外企業にも機会あり。	ベンダー3社及びサプライヤー数百社で100%国産化だが、海外企業に機会がないとはいえない。
海外展開	ポンプ・バルブ等のメーカーは海外でも受注実績あり。	欧米やUAE等で受注実績あり。	SG等の重要機器を含め、受注実績多数。

3. 日本の原子力産業基盤強化に向けた課題

3-1. 各国原子力産業構造の比較

(2) 考察：日本の原子力産業基盤強化に向けた課題

図表3-2 日本の原子力産業基盤強化に向けた課題

項目	現状／課題	提言
原子力産業基盤及び構造	ベンダーとサプライヤーの関係は密接で取引も堅調。しかしながら近年、サプライチェーンの一部では事業継続が困難となっているケースが散見される。ベンダーは調達先の多様化や内製化などの対策を講じているが、今一步踏み込んだ対策が望まれる。	民間企業が事業継続の経営判断を下せるよう、国策として原子力の重要性を明確化するとともに、再稼働の加速化・再稼働後も長期にわたる事業安定化に向けた支援を行う。教育研修や国際会議への参加等にかかる支援を行い、原子力産業内での人材維持に努める。
国内原子力事業環境	10年以上、停滞中で先行きも不透明。技術継承と人材育成・維持に大きな課題あり。	
海外原子力事業環境	米国：新設案件は無いものの世界最多の90基規模はしばらく維持の見通しであり、日本企業にも部品受注の事業機会はある。 フランス他欧州：基数は低減気味の一方、新設需要もあり、日本企業にも交換部品を含めた部品受注の事業機会はある。 アジア等他地域：中国・韓国・ロシア型炉の建設は今後とも多数あり、リスク判断次第では日本企業にも参入機会がある。ロシア型炉やカナダ型重水炉など米国型軽水炉とは違う型式のプラントでも日本企業から供給可能な部品も多く、特にI&C系など高精度が要求される製品に関しては日本企業に対する期待もあると想像される。	日本のベンダーが革新型炉も含めたバンカブルな新設案件を獲得し、日本のサプライヤーも参画機会を得られるよう支援を行う。 また、新設案件のみならず、米国及び欧州諸国（フランス・スウェーデン・フィンランド・チェコ・スペイン等）、アジア諸国（インド等）の運転中既設炉のある国では蒸気発生器や原子炉上部機構や上蓋等の大型機器の交換需要も定期的に発生していることから、これらの情報を詳細かつタイムリーに業界で共有する仕組みを構築する。

二次利用未承諾リスト

報告書の題名
令和3年度原子力の利用状況等に関する
調査（国内外の原子力産業に関する調
査）報告書

委託事業名

受注事業者名：一般財団法人日本エネ
ルギー経済研究所

頁	図表番号	タイトル
26	1-37	日立GEの革新型炉開発ロードマップ
30	1-46	IHIにおけるカーボンソリューションの展開状況
37	1-56	（例）ダイレクターキングを活用した原子燃料 棒管理の取り組み
62	1-78	HCU改造弁
75	1-95	“ミニ”コントロールバルブMINUCON®
76	1-96	英文による製品情報
84	1-106	原子力圧力容器シェルフランジ
92	1-121	グリーン成長戦略 カarbonニュートラル関連の島津製品
113	1-142	Webマガジン掲載事例
126	1-148	PRA/PSAイメージ
145	1-174	英文ウェブサイト抜粋
146	1-176	製品紹介抜粋
187	2-6	法の枠組み
190	2-7	規制機関NRC
191	2-8	NuScale社製SMRの原子炉建屋構成イメージ
192	2-9	米国の取組の特徴
193	2-10	TerraPower・GE日立製 Natrium™
193	2-11	X-energy製Xe-100
204	2-21	差額決済方式（CfD）
206	2-22	規制資産ベース（RAB）モデル
209	2-23	原子力施設のライセンス
212	2-24	NNLによるSMRの世界市場評価
214	2-25	ロールスロイス製SMR（イメージ）
214	2-26	同・構造模式図
219	2-29	Hinkley Supply Chain
227	2-32	規制機関ASN
228	2-33	スーパーフェニックス空撮
229	2-34	ITER模式図
229	2-35	三菱重工製TFコイル
230	2-36	Nuward模式図
231	2-38	France Relance
234	2-41	フランス原子力基金
237	2-44	欧州原子力サプライチェーンの維持と最適化

(様式 2)

243	2-47	Leitbild für die Abteilung Kernenergieüberwachung, Umweltradioaktivität
244	2-48	アッセII鉱山における岩塩採掘の様子
244	2-49	過熱試験による塩の挙動確認
246	2-50	Industrial Strategy 2030
254	2-53	規制機関NSCC
255	2-54	高温ヘリウムループ試験装置
255	2-55	サムスン重工との協定調印式の様子