

原子力産業を巡る動向について

令和4年3月29日

資源エネルギー庁

1. 国内のエネルギー・原子力の現状

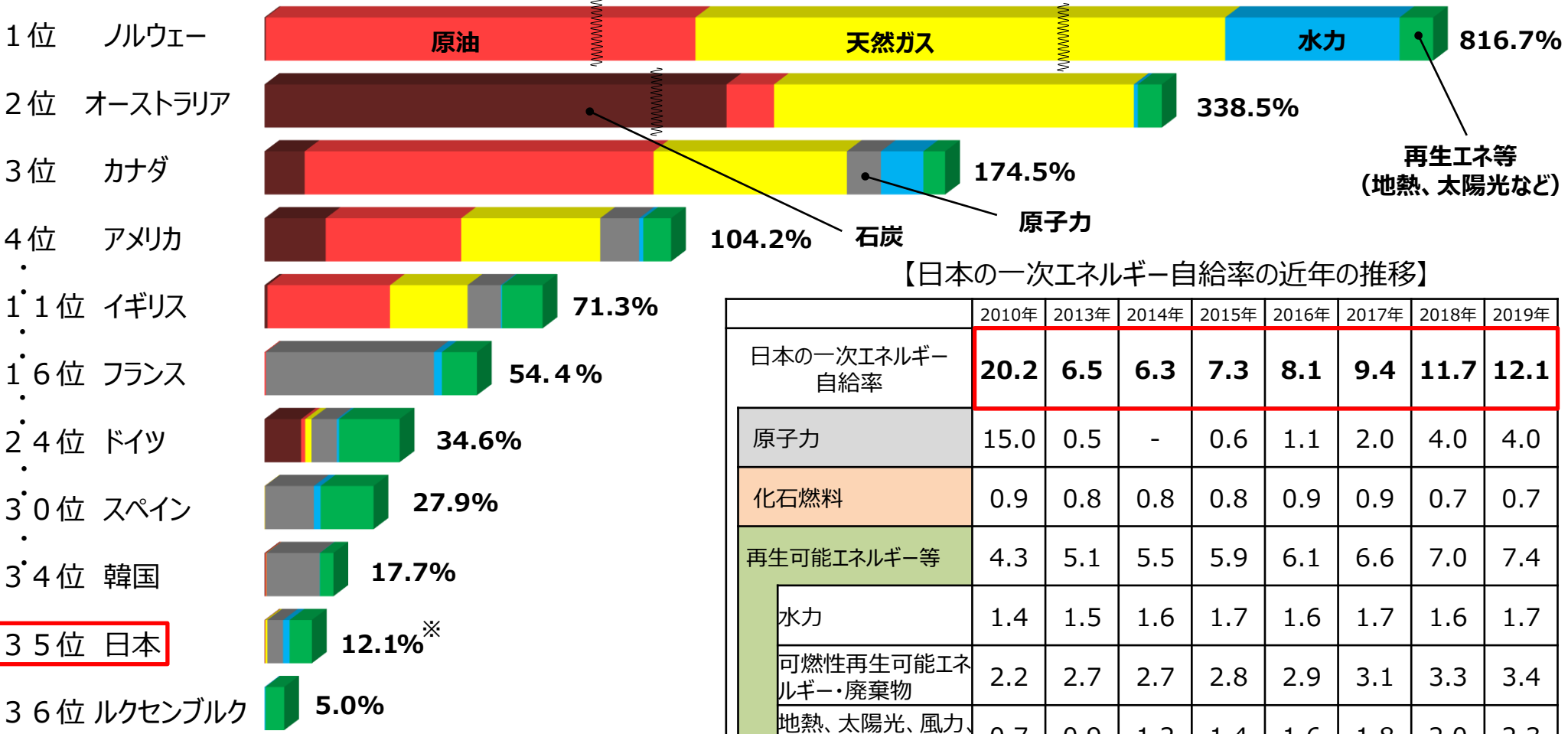
2. 革新炉の現状と国内の課題

3. 原子力産業サプライチェーンの現状と課題

主要国の一次エネルギー自給率

● 日本は、震災前（2010年:20.2%）に比べて大幅に低下。OECD 36か国中、2番目に低い水準に。
 ※ IEAは原子力を国産エネルギーとして一次エネルギー自給率に含めており、我が国でもエネルギー基本計画で「準国産エネルギー」と位置付けている。

OECD諸国の一次エネルギー自給率比較（2019年）



【日本の一次エネルギー自給率の近年の推移】

	2010年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
日本の一次エネルギー自給率	20.2	6.5	6.3	7.3	8.1	9.4	11.7	12.1
原子力	15.0	0.5	-	0.6	1.1	2.0	4.0	4.0
化石燃料	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7
再生可能エネルギー等	4.3	5.1	5.5	5.9	6.1	6.6	7.0	7.4
水力	1.4	1.5	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7
可燃性再生可能エネルギー・廃棄物	2.2	2.7	2.7	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4
地熱、太陽光、風力、その他	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3

【出典】 IEA「World Energy Balances (2020 edition)」の2019年推計値
 ※日本のみ「総合エネルギー統計」の2019年確報値

※四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

エネルギー政策の大原則 S+3E

<S+3Eの大原則>

安全性(Safety)

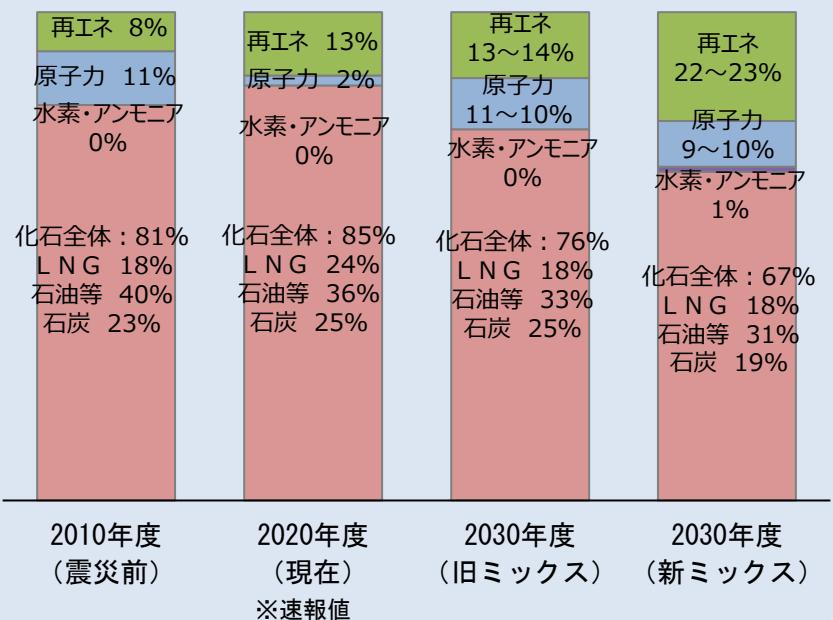


**安定供給
(Energy Security)**
自給率：30%程度
(旧ミックスでは概ね25%程度)

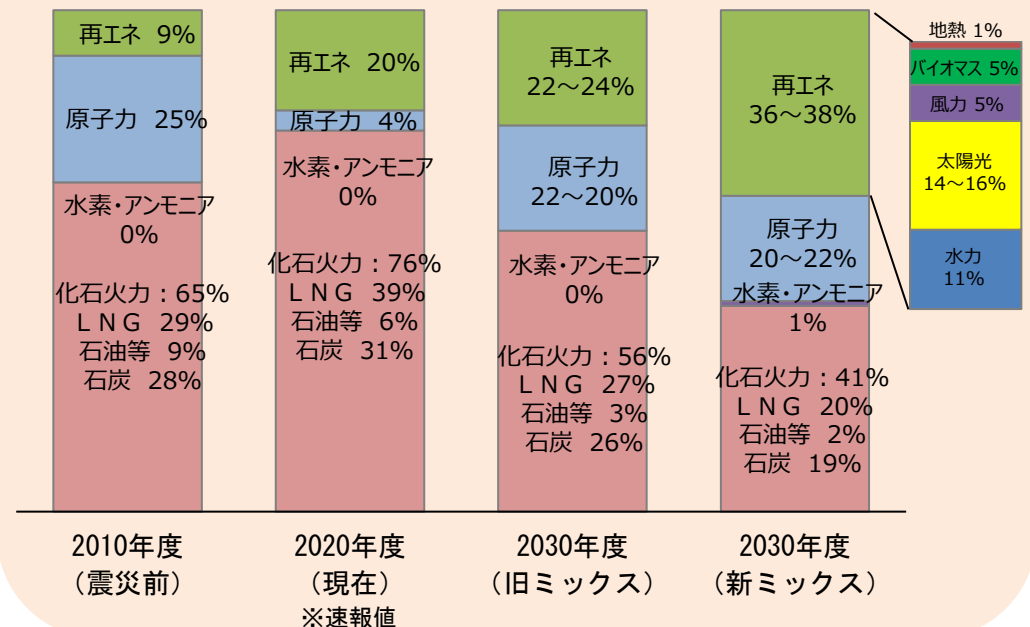
**経済効率性
(Economic Efficiency)**
電力コスト：8.6～8.8兆円程度
(旧ミックスでは9.2～9.5兆円程度)

**環境適合
(Environment)**
エネルギー起源CO2 45%削減
(旧ミックスでは25%削減)

一次エネルギー供給



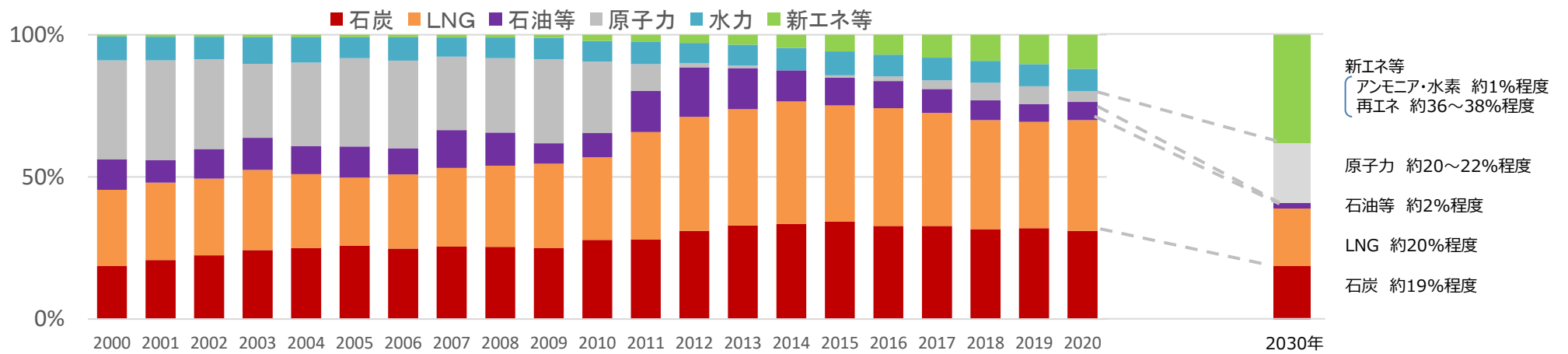
電源構成



国内の電力需給の状況

- **発電事業は、1995年以降**先行して自由化が進み、製造業をはじめ多くの事業者が参入・拡大。
- 他方、震災直後は**原子力が減少し、火力への依存度が急上昇**したものの、その後、**変動再エネの導入拡大による稼働率低下**に伴い、**火力の休廃止が加速**（2021年に約500万kWの休廃止）。
 ➔ 予備率は減少し、近年、**需給ひっ迫の懸念が顕在化**。

<発電比率の推移>



<2021年度の需給見通し（冬季）>

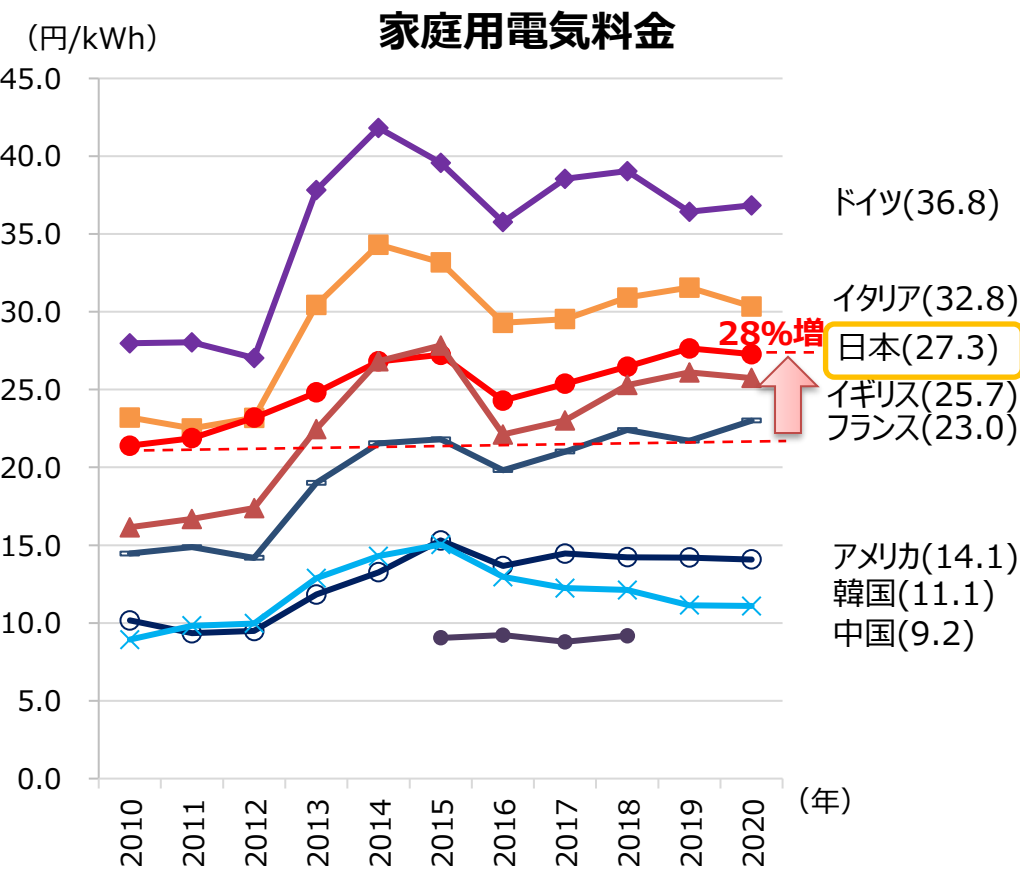
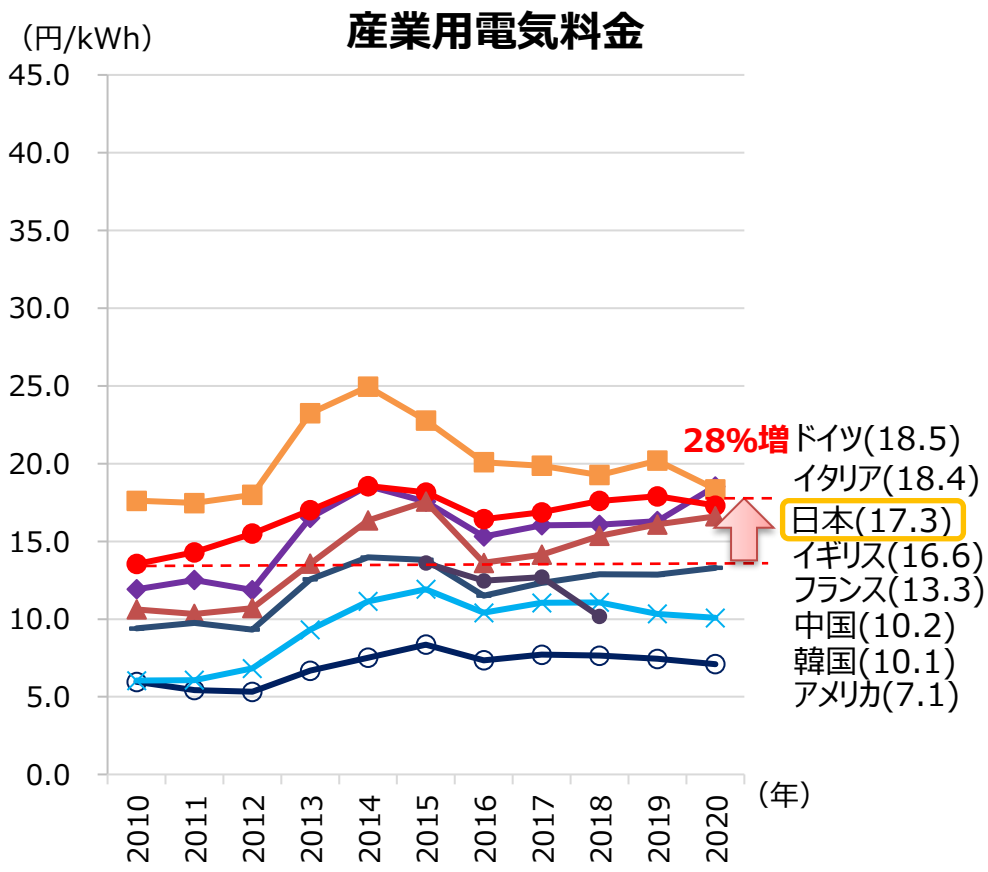
※最大需要発生時の安定供給に最低限必要な予備率は3.0%

供給予備率(%)	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州
(21年)12月	11.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
(22年)1月	8.7	8.7	3.2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
(22年)2月	7.0	4.4	3.1	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9

(出典) 需給検証報告書

国内の電力価格の状況

- 東日本大震災以降、**燃料費の増大**と原子力発電所の停止、**再エネ賦課金導入**（2021年度は、**3.36円/kWh**）等により、電気料金は大幅に上昇。
- 震災前（2010年）と比べて、2020年の平均単価は、家庭向け、産業向けともに約28%上昇（**年間的一般家庭負担は約2.8万円増加**（注1））。日本の電気料金水準は**諸外国よりも割高**であり、鉄鋼・半導体等の産業界にとっても、電力コストの抑制は極めて重要。



(出所) IEA Energy Prices and Taxes 等を基に資源エネルギー庁作成

注1：月間電力使用量400kWhを想定 5

原子力発電所の現状

2022年3月22日時点

再稼働
10基

稼働中 5基、停止中 5基 (起動日)

設置変更許可+理解表明
3基

(許可日)

設置変更許可
4基

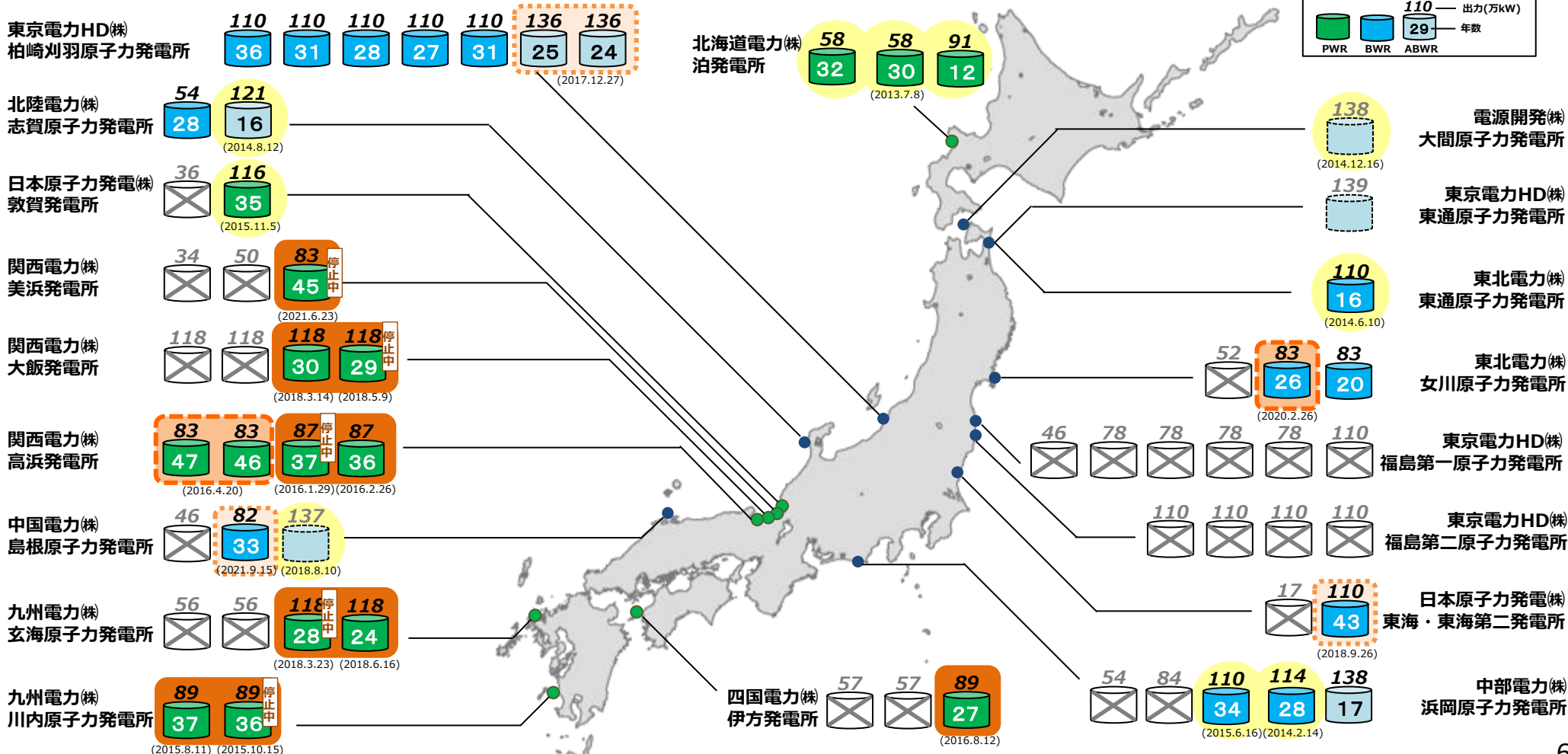
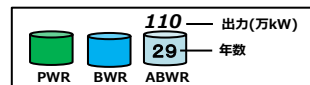
(許可日)

新規規制基準
審査中
10基

(申請日)

未申請
9基

廃炉
24基



核燃料サイクルの確立に向けた取組の進展

- 第5次エネルギー基本計画の閣議決定以降、サイクル施設の事業変更許可や最終処分取組など、核燃料サイクルの取組が大きく前進。
- 核燃料サイクル確立に向けて、①六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工、②使用済燃料対策の推進、③最終処分の実現、④プルトニウムバランスの確保等の取組を加速することが重要。

○プルトニウムバランスの確保

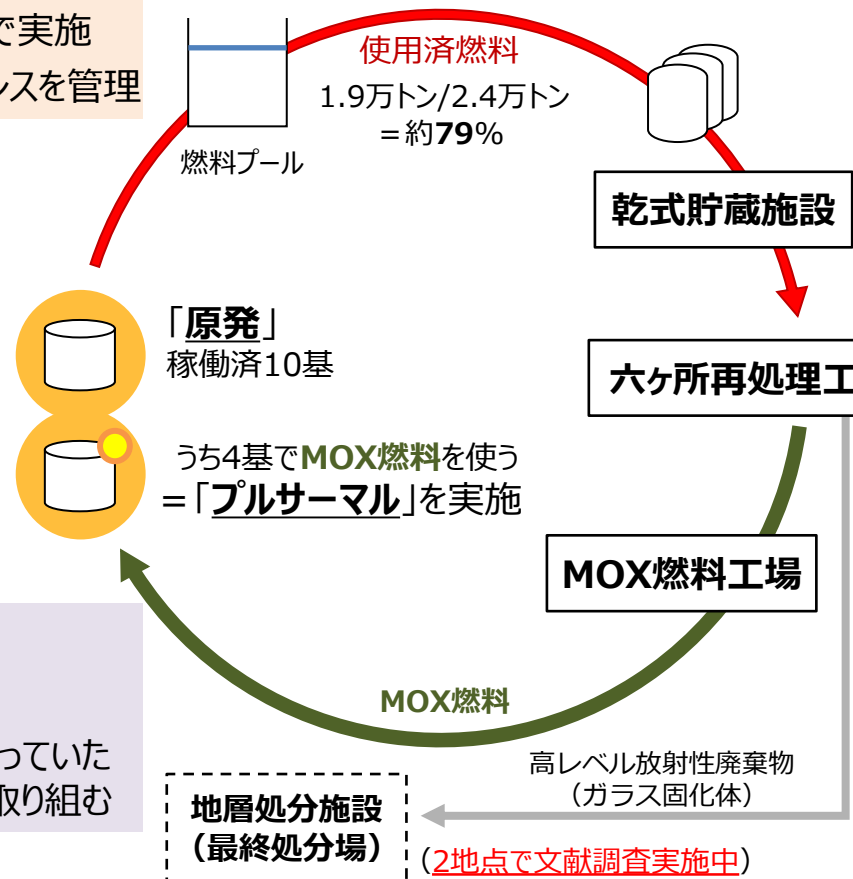
- 新たなプルスーマル計画に基づき、2030年度までに少なくとも12基で実施
- プルトニウムの回収と利用のバランスを管理

(2018.7 我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方)

(2020.12 プルスーマル計画)
(2021.2 プルトニウム利用計画 →2022.2 改訂)

○最終処分の実現

- 複数地点で文献調査を実施中
- できるだけ多くの地域で関心を持っていただけるよう、全国での対話活動に取り組む



○使用済燃料対策の推進

- 業界全体で貯蔵能力の拡大を推進
2030年頃に容量を約3万トンへ
- 業界大の連携・協力を推進
- 使用済MOX燃料の技術開発を加速

(2020.9 伊方 許可)
(2020.11 RFS 許可)
(2021.4 玄海 許可)
(2021.5 使用済燃料対策推進計画 改訂)

(2020.7 許可)

(2020.12 許可)

○再処理工場・MOX工場の竣工

- 業界大で原燃の審査・竣工を支援
再処理：2022年度上期
MOX：2024年度上期

(2地点で文献調査実施中)

最終処分に関する「文献調査」に関する最近の動き

- 2020年11月17日、北海道2自治体において文献調査を開始。

(1) 北海道 寿都町（すつちょう）

- 2020/8/13：文献調査検討の表面化
- 9/3：寿都町長と北海道知事との会談
- 9/4：梶山経産大臣と北海道知事との会談
- 9/7：寿都町主催で住民説明会（～9/29）
- 9/29：住民説明会（国説明）
- 9/30：町議会への説明会（国説明）
- 10/5：町長、地元産業界との意見交換（国説明）
- 10/8：町議会全員協議会（意見聴取）
- 10/9：町長が文献調査応募
- 11/13：文献調査応募への賛否を問う住民投票条例案が町議会で否決
- 11/17：経産省がNUMOの事業計画変更を認可
- 2021/3/8：概要調査・精密調査移行時の住民投票条例が町議会で採決
- 4/14：「対話の場」の立ち上げ（今年3月までで8回開催）

(2) 北海道 神恵内村（かもえないむら）

- 2020/9/11：商工会での検討状況が表面化
- 9/15：村議会開会（誘致請願を常任委員会に付託）
- 9/26：国・NUMO主催で住民説明会開始（～9/30）
- 10/2：常任委員会で誘致請願を採択
- 10/8：村議会臨時会で誘致請願を採択
- 10/9：国から申し入れ、村長が受諾
- 11/17：経産省がNUMOの事業計画変更を認可
- 2021/4/15：「対話の場」の立ち上げ（今年3月までで5回開催）



1. 国内のエネルギー・原子力の現状
- 2. 革新炉の現状と国内の課題**
3. 原子力産業サプライチェーンの現状と課題

世界の原子力市場は今後大きく拡大見込み。革新炉も徐々に増加か

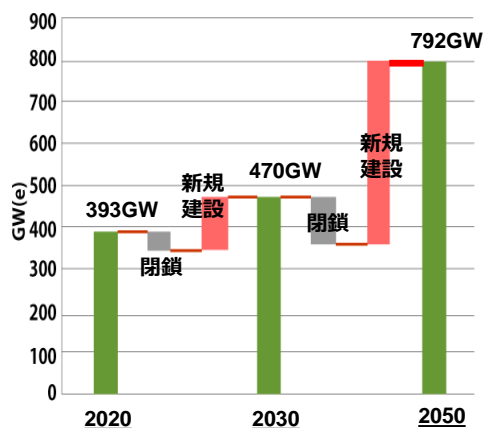
- 国際機関の分析によると、原子力の市場規模は、**2050年には最大で年間約40兆円程度まで拡大**。そのうち、**アジアの旺盛な需要拡大**に相應る伸び（石炭からのリプレース等）が太宗を占める。
- **革新炉のシェアは、2050年で市場の1/4規模との予測**（当面は大型軽水炉が需要増を満たす構図。）

IAEA (国際原子力機関)

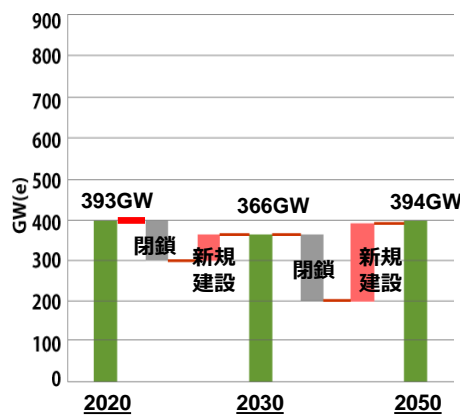
世界の原子力設備容量予測

単位：GW=100万kW

【高予測：各国で温暖化対策を拡充】

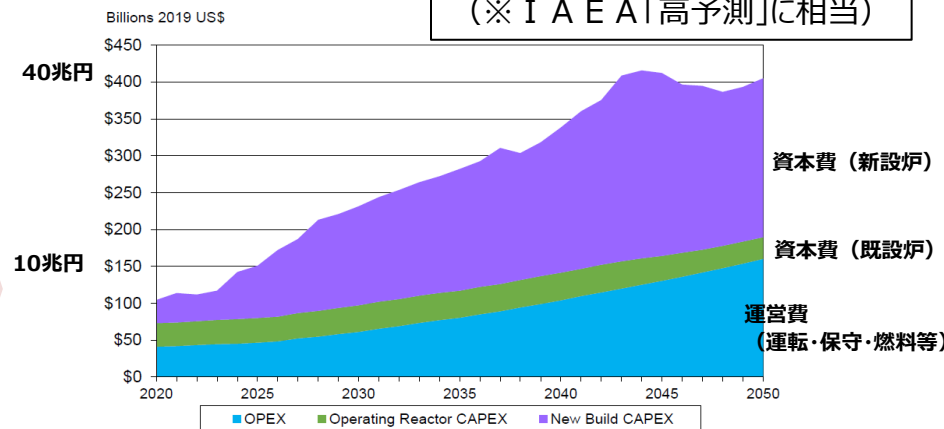


【低予測：各国の政策が現状維持】



NEI (米国原子力エネルギー協会)

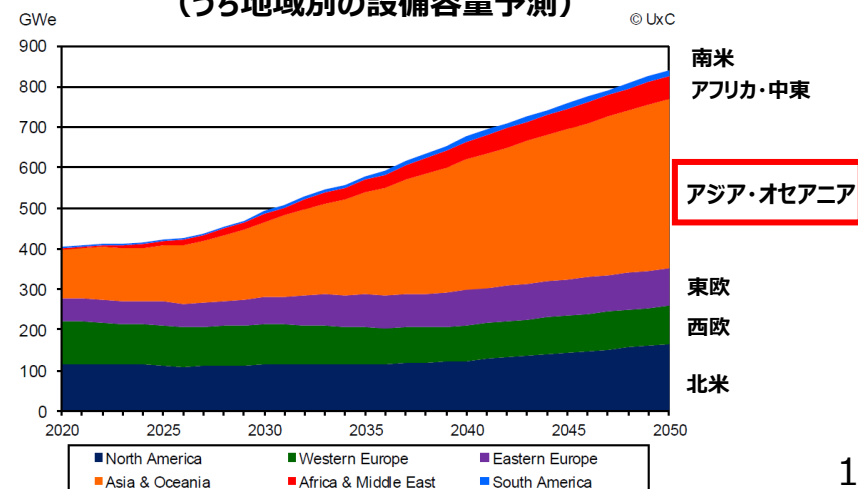
世界の原子力市場予測 (※ IAEA「高予測」に相当)



NEI (米国原子力エネルギー協会) による非従来型炉の市場規模予測

「SMR、マイクロ炉、革新炉（高温ガス炉、熔融塩炉等）が、より市場に浸透していけば、これら非従来型の炉は、2050年の市場において、最大で25%を占める可能性がある」

(うち地域別の設備容量予測)



世界各国のCN達成に向けた原子力推進の動き

- COP26における原子力関係イベントにおいて、関係機関の長や英国・仏国の担当閣僚から原子力の役割について力強い発言をするなど、原子力推進の流れ。

IEA（国際エネルギー機関）ファティ・ビロル事務局長



- 昨今のエネルギー市場におけるボラティリティによって、原子力の価値が再認識されている。
- 原子力は既に確立された、信頼できる、ローコストなゼロエミッション電源。
- 原子力の今後のタスクは①長期運転、②新設、③原子力カイノベーション。
- 長期運転については、仏国、米国、日本において特に重要。然るべき安全対策と規制当局による援助が得られれば、運転延長した原子力発電は最も安価なクリーンエネルギー源のひとつ。

IAEA（国際原子力機関）グロッシ事務局長



- 化石燃料削減に貢献する観点で、原子力は重要な低炭素電源。
- SMR等の新技術も市場に参入しようとしており、ネットゼロに向けて重要な役割を担い続ける。
- 長期運転やSMRには新たな対応策が必要。監視・規制制度を有さない国との協働も進めたい。

英国 ハンス閣外大臣



- 英国では運転中の13基のうち12基が今後10年程度で閉鎖予定。
- そのため、新しい原子力の戦略が必要。RABモデルという新たな資金調達モデルや革新炉支援のための1.2億ポンド(約180億円)の追加支援を決定。
- 原子力は再生可能エネルギーを補完する重要な役割。さらに、低炭素な水素生産にも資する熱供給源。

仏国 ル・ドリアン外務大臣



- 原子力は、低炭素で、信頼性が高く、柔軟性があり、持続的なエネルギー源。
- 仏国は、原子力をEUタクソミーに含めるよう提唱しつづけている。
- マクロン大統領は2030年までに原子力（SMR等）に対し10億ユーロを投資することを発表。
- 仏国は、低炭素エネルギーである原子力へのアクセスを希望するすべての国を支援する。

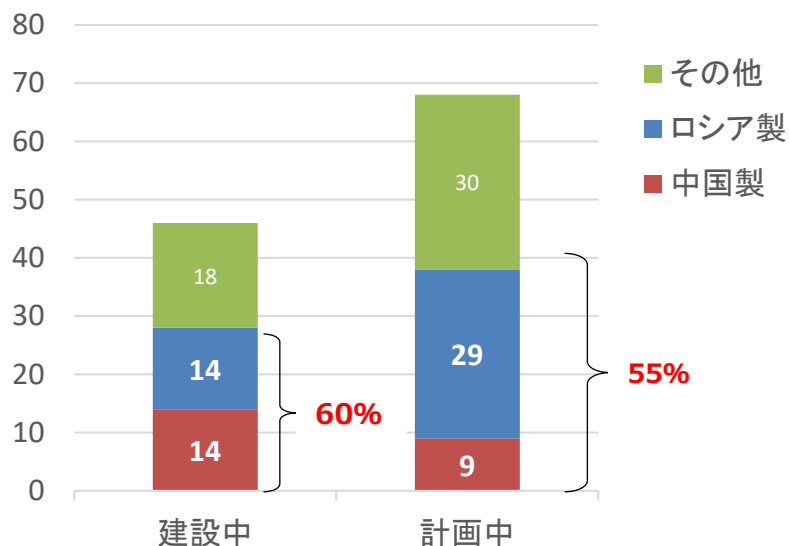
※写真は各機関HPより引用

中露：現行炉型（軽水炉）で世界市場を席巻

- 現行の炉型（軽水炉）による新設プロジェクトは、**中国・ロシアに集中**（いずれもPWR）。
- 中国は英国・南米等、ロシアは東欧や中東等に対し、**戦略的に輸出を働きかけ**。

＜中国・ロシアの原子力発電所建設シェア＞

- 現在、世界で建設中・計画中のPWRのうち、建設中については約**60%**、計画中のもので約**55%**が中露の炉型。



※「その他」には、米国AP1000やフランスEPR、韓国APR1400等が含まれる
 (出所) 世界の原子力発電開発の動向2021 (2021年1月1日時点)
 を基に資源エネルギー庁作成

＜両国の具体的な輸出案件＞

- 中国はパキスタン、英国、アルゼンチン、ロシアは東欧・中東諸国、で具体的なプロジェクトを実施。
- 加えて、様々な国との協力覚書等も締結。

中国		ロシア	
パキスタン	建設中 (4基)	ベラルーシ	建設中 (1基)
英国	仏国と 建設中 (2基)	インド	建設中 (3基)
アルゼンチン	計画中	バングラデッシュ ¹	建設中 (2基)
サウジアラビア	応札 可能性	トルコ	建設中 (3基)
		イラン	建設中 (1基)

中露：革新炉でも世界に先行

- 中国・ロシアは、革新炉分野においても、米英仏に先駆けて、開発・実証を推進中。

中国

<高速炉>

- ロシア技術の輸入により、実験炉を運転中。
- 現在は実証炉を建設中。2023年運転開始予定。
- 2030年代に商用炉導入予定。

<高温ガス炉>

- 2000年に研究炉が運転開始。
2021年9月、実証炉が初臨界。

<SMR>

- 2021年、国産PWR型SMR「玲龍1号」の実証炉を着工。
- 2026年運転開始予定。



HTR-PM外観

ロシア

<高速炉>

- 旧ソ連時代から豊富な運転経験を有する。
- 原型炉(BN-600)、実証炉(BN-800)運転中。
- 2030年頃に商用炉 (BN-1200)導入予定。

<SMR>

- 2020年、世界で初めて浮体式洋上SMRであるアカデミック・ロモノソフの商業運転を開始。
- 2021年、極東サハ自治共和国内に商用陸上SMRの建設許可を発給。2028年までの完工を目指す。



BN-800外観



アカデミック・ロモノソフ外観

米英：技術・人材が弱体化

- 米は、スリーマイル原子力発電所の事故以降新設が途絶え、**主要資機材の製造能力を喪失するなど技術・人材は弱体化**。その後、**35年ぶりに新規着工した発電所は、大幅な遅延・コスト増に直面**。
- 英は、90年代以降、天然ガス火力の依存度を高める一方、原子力発電所の新設を停止。国内の**原子力産業のサプライチェーンを喪失**。

米国

- 建設中：2基（AP1000） ※**35年ぶり**
- 当初は建設計画4基 ⇒ **2基計画中止**
- 運転開始予定 **2016年** ⇒ **2022年以降**
 - 建設作業に係るノウハウ・人材を喪失していたこと等により**運転開始は5年以上遅延・コスト増に直面**。
 - 米国エネルギー省は、米国企業には大型軽水炉の**主要資機材（原子炉容器、蒸気発生器等）を製造する能力はないと評価**。

英国

- 建設中：2基（EPR）
 - 運転開始予定 **2026年以降**
 - 国内のサプライチェーンを喪失（**仏のサプライチェーンから調達**）。
 - 計画中の別案件では**中国炉型の導入を予定**。**資金調達も中国からの出資が太宗を占める**。
- ※別プロジェクトで、日立（ホライズン社）がABWR建設を計画するも、**2020年に撤退**を表明。

米英：原子力技術リーダーシップ再興を目指す

- 2050年カーボンニュートラルに向けては脱炭素技術のサプライチェーンの競争。
- 米欧等では、民需断絶で既存軽水炉建設では遅延やコスト増。革新炉開発でも中口が台頭する中、原子力技術リーダーシップ再興のため、官民連携で原子カイノベーションの取組が加速中。

米国

2017年 原子力エネルギー革新法(NEICA)

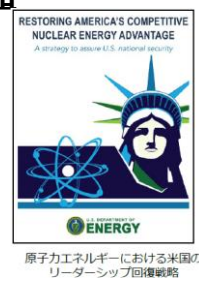
- 米国エネルギー省(DOE)に「国立原子炉イノベーションセンター」を創設し、民間の革新炉設計概念を試験、実証することを求める法案。

2019年 原子力エネルギー革新・近代化法案(NEIMA)

- 米国規制委員会(NRC)において、2年以内に新型炉の審査プロセスの策定を義務付ける法案。これによりライセンシングプロセスの公平性・透明性を向上。

2020年 原子力エネルギーにおける米国のリーダーシップ回復戦略

- 大統領覚書に基づき核燃料WGが作成。
- 国家安全保障の観点から、国内燃料サイクルの支援、革新炉開発の推進等を通じて、米国原子力産業の再興を勧告。



2021年11月 超党派「インフラ投資法」成立

- 革新炉の実証炉2基について、2028年の運転開始を目指し、6年で総額約32億ドルの支出を承認。

2021年～「ビルド・バック・ベター法案(BBBA)」の審議

- 既設原子炉への税控除等の措置、核融合の研究開発の支援等が記載
※2021年11月に下院通過するも、上院での成立見通しは不透明。

英国

2020年11月 10 Point Plan

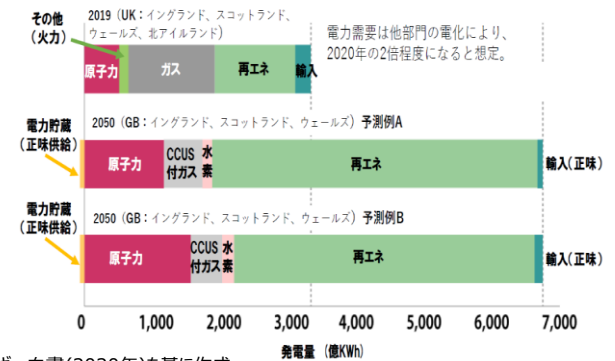
- 「英国は引き続き、原子力技術のリーダーであり続ける」ことを宣言。
- 2030年代初頭までに、小型モジュール炉(SMR)の開発と革新モジュール炉(AMR)実証炉の建設を目指して、約547億円の革新原子力ファンドを創設。

2020年12月 エネルギー白書

- 2050年までに電力倍増の見込みから、電力部門では洋上風力とともに原子力重視。
- ①大型炉、②SMR/AMR、③核融合を支援。

2021年12月 高温ガス炉選定

- パブコメの結果、2030年代初頭の実証炉に高温ガス炉選定の旨をハンズ閣外大臣が公表。
- 英政府公表の技術資料において、米加日を互惠協力可能な国として記載。



出典：英国エネルギー白書(2020年)を基に作成

米英：①大型軽水炉の支援、②SMR等のR&D支援の二本立て

- 産業の立て直しを図る米・英は、相次いで原子力への**大規模な支援策**を発表。①**安全性を高めた大型軽水炉の支援**等、②**将来を見据えたSMR等の革新炉の研究開発支援**の二本立て。



米国



英国

大型軽水炉支援

◆既設支援

- 経済的困難な状況にある既設炉への財政支援(クレジット付与)
\$60億(約6,000億円) / 5年間
- 既設炉の販売電力量に応じ税控除(法案未成立)

◆新設支援

- 国内新規建設を支援する資金調達モデル(RABモデル)関連法案を提出
- 大型原子力発電所の新規建設支援
最大 £ 17億(約2,500億円)

革新炉支援

◆研究開発

- 革新炉実証プログラム(ARDP)
\$32億(約3,200億円) / 6年
実証炉 2基に対する資金支援
TerraPower社(高速炉)：約2000億円
X-energy社(高温ガス炉)：約1200億円
- SMR等のサイト選定に係る財政・技術支援
- 核融合の研究開発(法案未成立)
～2026年 \$9億(約900億円)

◆研究開発

- 「先進原子炉基金」を設立
(2020年12月)
£ 3.85億(約577億円)
- 「未来の原子力実現基金」を設立
(2021年10月)
£ 1.2億(約180億円)

仏韓：産業基盤を立て直し、海外にも展開

- 仏は、原子炉メーカー**フラマトム社の経営体制を一新させ、技術・人材の立て直し**に取り組み。直近では、2022年2月にマクロン大統領が「原子力の復活」を宣言。
- 韓は、国内脱原発方針を表明する一方、**国内4基の新設を継続**しつつ、海外プロジェクトにも積極的に取り組み、**国内の産業基盤を温存**。

仏国

- 建設中：1基（EPR）
- 運転開始予定 **2023年以降**
 - 英国やフィンランド等、海外で新規建設を展開し、国内産業基盤のつなぎとめ、国内建設も継続。
- マクロン大統領が**国内での新設を表明**（2022年2月）
 - 「**6基のEPR2の新設に着手し、更に8基の新設に向けた検討を開始する**」

韓国

- 建設中：4基（APR1400）※米国から技術導入
- 運転開始予定 **2022年から24年まで順次**
 - **文政権は脱原発方針なるも、進行中の新規建設は続行**
- **原発輸出に積極的**
 - **UAEでバラカ原発PJを受注し、2021年にうち1基が営業運転を開始**
 - エジプトで、**ロシア主体PJのタービン系統に参画**

仏韓：米英同様、支援を具体化

- 仏韓も具体的な原子力支援を表明。
- 仏韓では国営企業が、新規建設で産業基盤を維持しつつ、将来に向けた革新炉開発も推進。

仏国

大型軽水炉支援

- ◆ **新設支援**
2020年9月「France Relance」にて原子力産業の支援策を発表。
 - 人材支援 **€約1.1億(約143億円)**
 - 中小企業支援（ファンド創設）
総額€2億(約260億円)
- ◆ マクロン大統領は、2022年2月に「**6基のEPR2の新設に着手し、更に8基の新設に向けた検討を開始**」と宣言。

革新炉支援

- ◆ **SMR**
€1B (約1,300億円)
マクロン大統領は、「2030年までに、革新的な小型原子炉をフランスに導入する」と発言。

韓国

- ◆ **海外新設支援**
 - 輸出推進のため「**原子力輸出諮問委員会**」を2021年に設置。
 - 中小企業の資機材輸出のためのポータルサイト立ち上げ
- ◆ **国内建設**（4基建設中）
 - 政府および政府系金融機関が電力公社に50パーセント超の株式を保有し、下支え。

- ◆ **SMRを含むプロジェクトに**
2兆7000億W (約2700億円) / 5年間
※詳細な内訳は不明。

仏韓：サプライチェーン支援策

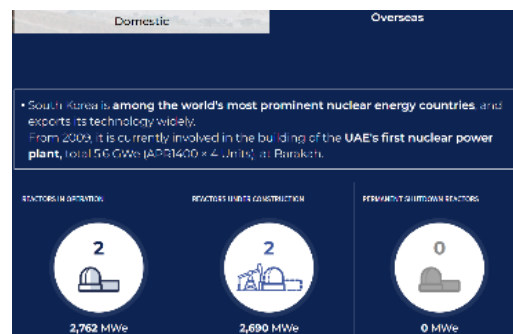
- 仏は2023年末までに、最大6.7億ユーロを国内原子力サプライチェーンに投資する方針を公表。
- 韓国では脱原発方針の中で、国内での需要の先細りを危惧し、韓国産業通商資源部（MOTIE）は、2021年3月に国内の原子力サプライヤーの原子力機器輸出を支援する枠組みを設立。

仏国の原子力産業界の動向

- **フランス原子力基金(2億ユーロ目標)**
2021年10月にフランス政府とEDFが5000万ユーロずつ出資するフランス原子力基金が設立。(2023年までにそれぞれ同額を再度出資予定)2022年末までに重要なノウハウを保持する原子力サプライヤー(現状未定)に対し1億ユーロ投資する予定。
- **フランス復興計画(4.7億ユーロ目標)**
2020年から2022年にかけて仏国政府が原子力産業へ総額2億ユーロの支援を実施する。今後更にEDFとの投資ファンドによる資金調達で4.7億ユーロの調達を目標とする。原子力関係の中小企業の設備更新や工場拡張を支援。
- **EDFによるGEタービン部門買収**
EDFの原発施設にも導入されているタービンを製造しているGEタービン事業を一部買収。EPR2、SMRの建設に採用される予定。

韓国の原子力機器輸出支援策

- 海外17か国について、原子力プロジェクトの状況や入札情報等をタイムリーに紹介。
- 国内サプライヤーの技術力・実績を発信するポータルサイトを開設し、案件マッチングを支援。
- 2021年7月には国内中小企業が300万ドル規模のトルコ・アックユサイトのタービン用振動監視システム供給事業を受注。



輸出支援ポータルサイトの実物例

Key Figures
韓国原子力産業の国内外での実績を紹介

Supplier Directory
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。

自前のサプライチェーンに乏しい米英は、将来を見越したSMR等について、日・韓との協力を志向

- 米英仏は、**SMRや高温ガス炉等の研究開発**に注力。中長期を見越した**技術の主導権獲得を志向**。
- ただし、足下の**国内の技術・人材が乏しい**ため、開発に向けては、**日本・韓国との協力**を志向。

 米国	 英国	 フランス
<p>◆ 軽水炉SMR \$530M (約530億円) ※2013年以降 ⇒追加支援 ※2020年10月発表 \$1.355B (約1,355億円) / 10年間</p> <p>◆ 非軽水炉SMR (高速炉・高温ガス炉) \$160M (約160億円) ※初期支援 \$3.2B (約3,200億円) / 今後6年間</p>	<p>◆ 軽水炉SMR £ 最大215M(約325億円)</p> <p>◆ 高温ガス炉 £ 最大170M(約260億円)</p> <p>「未来の原子力実現基金」 £ 120Mポンド (約180億円)</p>	<p>◆ SMR (詳細不明) €1B (約1,300億円)</p> <p>※2021年10月発表「フランス2030」にて言及。 マクロン大統領は、「2030年までに、革新的な小型原子炉をフランスに導入する」と言及。</p>
<p>軽水炉SMR : NuScale (ニュースケール) 社</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2029年の初号機運転開始を目指す • <u>2021年、日本の日揮・IHIが出資を表明。</u> <u>韓国勢も出資</u> <p>高速炉 : Natrium (テラパワー)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2028年の実証炉運転開始を目指す • <u>2022年、開発主体のTerra Power社と、JAEA・三菱重工が、今後の協力に向けた覚書(MOU)を締結</u> 	<p>軽水炉SMR : UK-SMR (ロールスロイス)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rolls-Royce、英国国研等が開発 • 2029年の運転開始を目指す <p>高温ガス炉 (政府プロジェクト)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ビジネスエネルギー産業戦略省が、産業用の熱利用(水素製造)に向けた実証を検討中。 • ※JAEAが世界最先端技術を有しており(原型炉HTTR)、英国政府も関心を示している 	<p>軽水炉SMR : Nuward (仏原子力庁等)</p> <ul style="list-style-type: none"> • CEA (仏原子力庁)、EDF、Technic Atome等のコンソーシアムによって開発 • 参画する原子力メーカー・Framatome社は三菱重工業と提携関係にある(三菱重工業から同社に19.5%を出資)

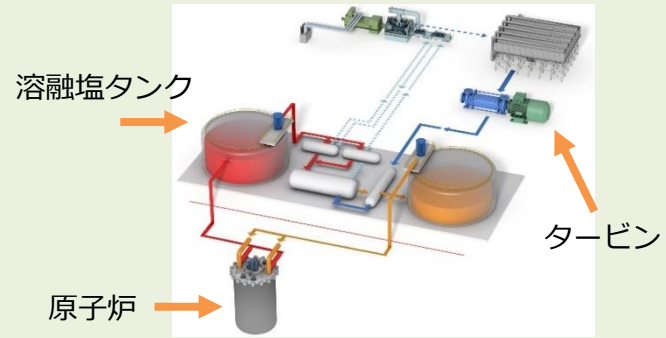
高速炉：ビル・ゲイツ氏のテラパワー社と協力覚書締結

- テラパワー社は**2028年「Natrium炉」運開**目指し、米エネルギー省補助金（最大2,000億円）獲得。
- 日本に対しては、「**常陽」「もんじゅ」の経験**等に期待。**JAEA保有の試験設備**にも関心。
- **本年1月26日にテラパワー・日本原子力開発機構（JAEA）・三菱重工業**の3者間で**覚書を締結**。
- 本覚書に基づき、**2022年春頃の本契約**に向け、議論を継続していく。

<特徴>

- ・小型ナトリウム冷却高速炉(34.5万kW)
- ・米西部ワイオミング州に立地予定。
（**石炭火力の代替**を想定）
- ・ナトリウムは熱を伝えやすく、全電源喪失時にも**自然循環で除熱**可能。
- ・蓄熱システムを組み合わせ、**負荷追従**が可能（再エネとの親和性あり）。

システム概念図



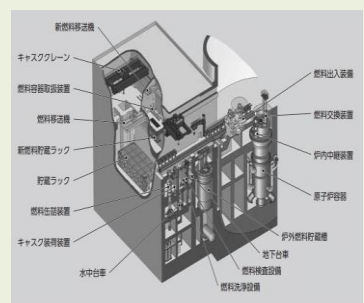
<協力の可能性のある分野>

- ・「常陽」「もんじゅ」等で、日本が保有する**高速炉のノウハウや試験設備**(※)
- (※)JAEA保有の大型ナトリウム試験設備 (AtheNa) 等
アテナ
- ・日本企業が持つ**機器設計・製造技術**



「AtheNa」

世界でも希な大型設備。
ナトリウムの挙動を評価可能。



「燃料取扱設備」

コンパクトで経済的な燃料取扱設備等、日本企業の製造技術に期待。

<ビルゲイツ氏の発言>

- ・原子力は、**気候変動対策において理想的なエネルギー**。
- ・事故のリスクは、**イノベーションによって解決可能**。
- ・テラパワーは**第4世代原子炉を開発し、安全性は非常に高い。世間の認識を変える**には劇的に違うものを出す必要。
- ・「**Natrium**」は**エネルギー産業の「ゲームチェンジャー」**になる。

※原子力エネルギー会議での講演及びワイオミング州メディアへのビデオメッセージ（2021年6月）より引用



SMR : NuScale社 (NuScale Power Module) プロジェクトへの参画を目指す

- 2007年にSMR開発を目的に設立された米国企業。米国エネルギー省 (DOE) の支援で開発を進め、**2029年に初号機**をアイダホ国立研究所内で運転開始予定。

<特徴>

- ・ PWRタイプ。1モジュールの出力は5～7.7万kWで、最大12モジュールを設置可能 (最大60～92万kW)。
- ・ 蒸気発生器と圧力容器の一体化により、小型かつシンプルな設計で安全性を向上。自然循環により、冷却ポンプ、外部電源なしで炉心を冷却可能。
- ・ モジュール工法で、工期短縮、初期投資抑制の可能性。



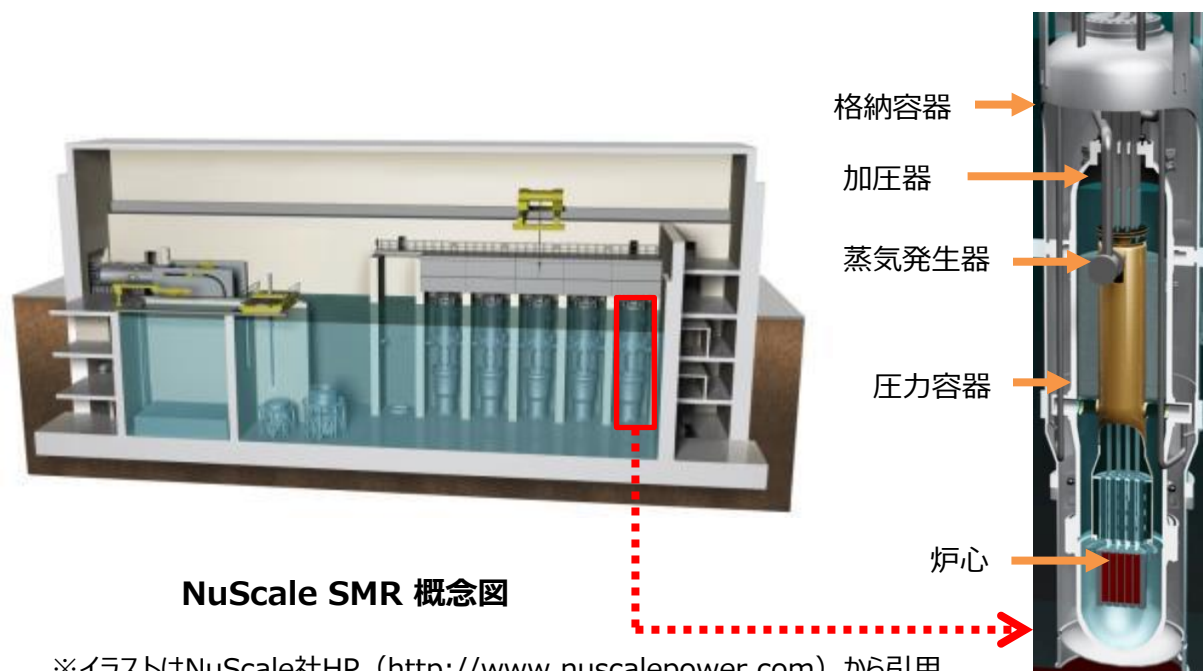
アイダホ国立研究所内にて建設中

<国内企業の関わり>

- ・ 2021年、日揮・IHIが出資を発表。
日揮：4,000万ドル
IHI：非公表
- ・ 経産省予算にて、日揮・IHIが、モジュール・メンテナンス機器等の課題についての実証を目指す。

<米国政府の予算措置>

- ・ 2013年以降、NuScaleに対し、**530億円の開発支援**。
- ・ 2020年、今後10年間で運営主体に対し、**13.55億ドルの追加支援**を行うことを発表。

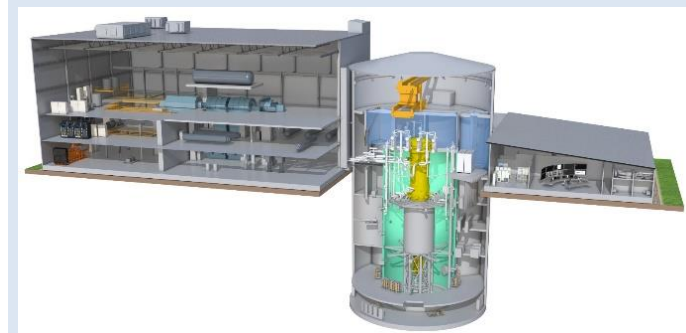


SMR : GE Hitachi社 (BWRX-300) と日立GE社が共同開発

- 米GE Hitachi社と日立GE社が共同開発する電気出力30万kW級のBWR型小型モジュール炉。
- 2021年12月2日、カナダの電力会社OPG社が最速2028年運転開始を目指すプロジェクトに、米GE Hitachi社のBWRX-300を選定。
- 今後、日本国内でも、日立GE社の設備を活用した要素技術の実証を実施予定。

<特徴>

- ・ BWRタイプ。電気出力30万kW。
- ・ 自然循環の利用によりポンプを排除、受動的冷却システムにより電源・注水設備・運転員操作なしで7日間冷却可能。
- ・ 圧力容器に隔離弁を直付けすることで、冷却材喪失事故の発生確率を削減。



BWRX-300概略図

<カナダプロジェクトの概要>

- ・ オンタリオ州（人口最大州・首都オタワが位置）にて、州営オンタリオ電力がSMR建設に向け、炉型選定を実施。
- ・ 昨年12月に、米GE Hitachi社のBWR型軽水炉のSMRである「BWRX-300」が正式に採択。
- ・ 今後、2028年までの初号機建設を目指すためにサプライチェーン構築等が進められる見通し。



BWRX-300完成イメージ図

<国内企業の関わり>

- ・ 経産省予算にて、日立GEの実温・実圧で試験できる設備を活用し、要素技術の実証に向けて研究開発を実施中。

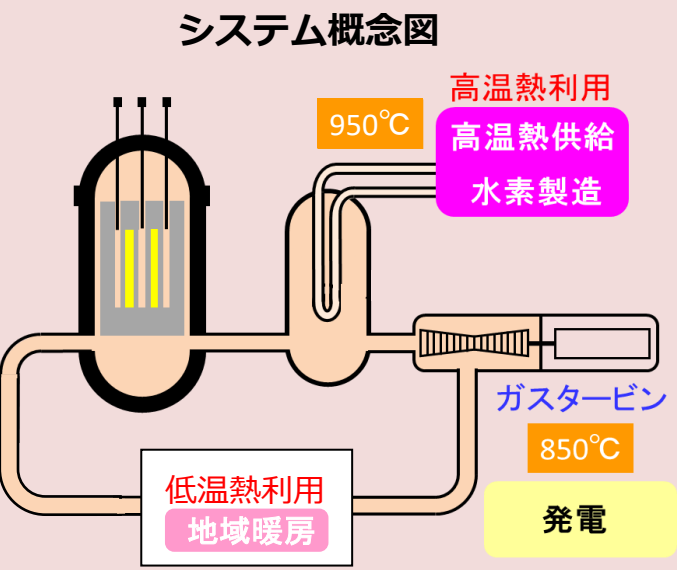
ハッスル
日立多目的蒸気源試験装置(HUSTLE)
実温・実圧にて安全性や性能を確認できる試験設備



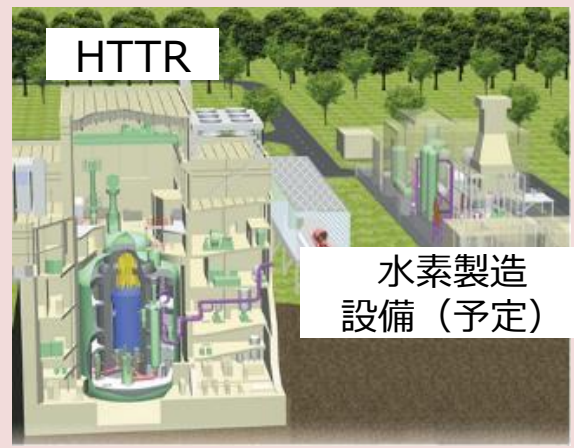
高温ガス炉：英国、ポーランドとの国際協力を強化

- **英国**は2030年代初頭の実証炉建設を目指し、日米加との国際連携を追求。
 ※2020年、日本原子力開発機構(JAEA)と英国国立原子力研究所 (NNL)、原子力規制局(ONR)との間で、研究開発協力や情報交換のための覚書を締結。
- **ポーランド**では、実験炉の建設を目指し、2021年から約18億円の予算措置。ポーランド国家原子力研究センター(NCBI)からJAEAに協力依頼。

- <特徴>
- ・ **高温**で**安定**なヘリウム冷却材
 - ・ 高温耐性で**炉心溶融なし**
 - ・ 950℃の熱の利用が可能(**水素製造**等)



- <協力の可能性のある分野>
- ・ 試験研究炉「**HTTR**」の技術
- ※世界最高温度950℃の出口温度達成
- ・ 950℃の高温を利用した**大規模・安定のカーボンフリー水素製造技術**



<英国の動向>

革新実証炉プログラムの対象として、**高温ガス炉を選定**したことを公表できることを**嬉しく思う**。※Nuclear2021 (2021年12月)での発言



ハンス ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS) エネルギー担当大臣

高温ガス炉が**高温熱、水素**等を供給することで、**脱炭素化に役立つ**可能性は非常に大きい。
 ※WNN HPより引用



ハワース 国立原子力研究所(NNL)CEO

米英はカーボンニュートラル社会を見据え、革新炉を評価

- **米国DOE**は、ARDP支援にて**高速炉や高温ガス炉等の革新炉**を支援。
- **英国**は革新炉評価を実施し、水素製造による製造業の脱炭素化や技術成熟度等の観点から**高温ガス炉を高く評価**。

ARDP (米) 支援における評価 (2020年)

- **技術成熟度**
- **レジリエンス、負荷追従、電気以外の利用**等、既存炉と比較した際の価値
- 原子炉の建設・製造能力、外注先や**サプライチェーン**の体制整備
- **規制当局との事前協議**・調整の計画
- 建設選定地の使用許可、環境、報告、規制、投資等の方策

NIRO (英) による評価 (2021年)

※英国原子力研究所のシンクタンク

高温ガス炉は、最適な原子炉との評価

- 技術成熟度が高い
- 出力温度が高く、**水素製造など熱利用可能**
- 既存**サプライチェーンとの親和性** (ガス冷却炉の実績)

	高温ガス炉	ナトリウム冷却高速炉	超臨界圧軽水冷却炉
技術成熟度	◎	◎	△
熱利用	◎	○	○
安全性	◎	○	△
国内産業の蓄積	○	○ <small>Terra Power</small>	△
国際協力	◎	○	△ <small>X-Energy</small>

実用化時期

7年以内に稼働する2つの革新炉原子炉の建設を支援
 支援額：初期支援\$80M (80億円)
 + 50%のコストシェアのもと\$3.2B(3200億円)
 支援対象：①TerraPower社：
 Natrium(**金属燃料ナトリウム冷却高速炉**)
 ②X-energy社：Xe-100(**高温ガス炉**)

~2028年

10~14年後に許認可・実用化される5炉型に対する支援
 支援額(最大)：\$303M(303億円)
 支援対象：**熔融塩冷却高速炉、マイクロ炉、小型軽水炉、熔融塩炉**

2030~2034年

2030年代半ばに実用化する可能性のある3炉型に対する支援
 支援額(最大)：\$27.5M(27.5億円)
 支援対象：**ナトリウム冷却高速炉、ヘリウム冷却高速炉、高温ガス炉**

2035年~



グリーン成長戦略における原子力産業の記載

- **原子力は、実用段階にある脱炭素の選択肢。**可能な限り依存度を低減しつつ、国内での着実な安全最優先の再稼働の進展とともに、海外（米・英・加等）で進む次世代革新炉開発に、**高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画し、多様な原子力技術のイノベーションを加速していく。**（2021年6月「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」）

	現状と課題	今後の取組
高速炉	<p>資源循環性の向上が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力の持続的な利用には、放射性廃棄物の減容化・有害度低減、中長期的には資源の有効利用に向けた技術開発を進めることが重要。 <p>世界各国で高速炉の開発が進展</p> <ul style="list-style-type: none"> ロシアは実証炉を運転開始済みで、中国も実証炉建設中。 北米でも政府支援を得て、ベンチャー企業等による高速炉開発が加速。 	<p>国際連携を活用し開発を着実に推進</p> <ul style="list-style-type: none"> 「戦略ロードマップ」に基づき、例えば今世紀半ば頃の適切なタイミングに、現実的なスケールの高速炉の運転開始を期待。それに向けて、2023年度末頃までは多様な技術間競争を促進。<u>日仏、日米協力</u>で効率的な開発を推進。 <p>原子力研究開発機構が保有するデータ・施設を最大限活用</p> <ul style="list-style-type: none"> 建設・運転・保守経験で培われた<u>データ、施設</u>を最大限活用。「常陽」の再稼働に向けた準備を速やかに進める。
小型炉 (SMR)	<p>各種要素技術の開発が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外での実証プロジェクトと連携した基本設計・開発。 日本企業独自で多様なニーズを見据えた小型炉を自主開発。 <p>革新的技術の安全性や経済性を検証</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全性は、米・英・加で許認可取得に向けたプロセスが進行中。 経済性は、量産化で追求。 	<p>国際連携プロジェクトへの参画</p> <ul style="list-style-type: none"> 2020年代末の運転開始を目指す海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組に対し、安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置きつつ支援を行う。海外で先行する規制策定を踏まえ、技術開発・実証に参画。 日本企業がプロジェクトの主要プレーヤーとして参画し、脱炭素技術であるSMRの安全性の実証に貢献。<u>主要サプライヤーの地位を獲得</u>。2020年代末の海外でのSMR初号機開発後、海外連携によりグローバル展開と量産体制を確立。
高温ガス炉	<p>開発・運転ノウハウの蓄積と実用化スケールへの拡張が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> 高温工学試験研究炉 (HTTR) で950℃ (世界最高水準)・50日間の高温連続運転を達成(JAEA)。安全性を実証。 日本企業が水素製造・発電コジェネプラント、蓄熱可能な発電用高温ガス炉などを開発中。 高温ガス炉と水素製造施設との接続技術の確立が必要。 	<p>HTTRを活用した試験・実証等</p> <ul style="list-style-type: none"> HTTRを活用し、安全性の国際実証に加え、2030年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発を支援。 安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置いた開発支援を行いながら、技術開発・実証に参画。<u>海外の先行プロジェクトの状況を踏まえ、海外共同プロジェクトを組成していく。</u> <u>日本の規格基準普及</u>に向けた他国関連機関との協力を推進。
核融合	<p>国内施設を通じた研究開発や核融合実験炉 (ITER) 建設に向けた製造・試験、各種要素技術の開発が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>プラズマ制御技術の高度化</u>に向けた試験実施。 ITER本体の組立・据付開始、コイル等主要機器を日本から納入。 安全で安定稼働できる核融合原型炉の設計。 	<p>ITER計画等の着実な推進</p> <ul style="list-style-type: none"> ITER計画等の国際共同技術開発や将来的な原型炉建設計画に向けた取組を通じて<u>主要機器の実証と、出力の長時間維持技術を確立</u>。日本の核融合原型炉の建設計画に反映。2030年頃の実用化を目指す米・英のベンチャーと日本のベンチャー・メーカー等が連携を加速。 核融合炉の高温熱を活用したカーボンフリーな水素製造技術の開発を推進。

日本における課題

	日本の課題	(参考) 米英仏の例
予算措置	年間百億円程度の予算 にて技術開発を実施。今後更なる拡充が必要となる可能性。	数千億円規模の 大型予算措置 にて、軽水炉や革新炉の開発を支援。
非予算措置 (規制・法律)	革新炉開発の予見性を高める 規制や法律 が、今後課題となる可能性。	革新炉の審査プロセス策定を義務付ける法律 や 開発の予見性を高める規制審査 が存在。
開発・実装の 工程表	「グリーン成長戦略」が存在するが、実機を建設する機会については、 国際プロジェクトに依存 。今後、様々な機会が必要となる可能性。	市場の予見性を高める戦略があり、国内に2030年前後の運転開始 を目指したプロジェクトが多数存在。 ※例：米NuScale社SMR(2029年)、 米テラパワー社高速炉(2028年)、 英ロールスロイス社SMR(2029年)、 仏EPR2 (2035年) 等

1. 国内のエネルギー・原子力の現状
2. 革新炉の現状と国内の課題
3. **原子力産業サプライチェーンの現状と課題**

原子力産業における環境の変化①

- 国内では、進行・計画中の新設プロジェクトが震災で中断中。
 - 海外では、いくつかの輸出案件が計画されていたが、いずれも中止・終了。
- ⇒ 安全対策投資も土木投資等に偏る中、中核のサプライチェーンは売上途絶。

震災前に国内で計画が進んでいたプロジェクト

事業者名	発電所名	設置許可	着工
中国電力	島根 ③	H17.4 許可	H17.12 (中断中)
電源開発	大間 ①	H20.4 許可	H20.5 (中断中)
東京電力	東通 ①	H22.12 許可	H23.1 (中断中)
	東通 ②	-	-
東北電力	東通 ②	-	-
	浪江・小高①	-	計画断念
日本原電	敦賀 ③	H16.3 申請	-
	敦賀 ④		
中国電力	上関 ①	H21.12 申請	-
	上関 ②	-	-
九州電力	川内 ③	H23.1 申請	-
中部電力	浜岡 ⑥	-	-
関西電力	美浜 ④	-	-

計画されていた原発輸出プロジェクト案件の例

英国	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 日立GEは、英国内で建設計画を有するホライズン社を買収。2020年代の運転開始を目指していた。(2012年) ➤ しかし、新型コロナウイルス感染拡大等により投資環境の厳しさが増したことからプロジェクト撤退を発表。(2020年9月)
トルコ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 日・トルコ政府間協定で、建設が計画されているサイトにおける日本の優先交渉権に合意。(2013年) ➤ 政府間協定を終了。(2021年6月)
ベトナム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 建設予定の2サイトにおいて、日・露をパートナーに選定。 ➤ しかし、国内財政事情悪化により計画中止を国会で決議。 ➤ 他方で、計画再開時には日・露を優先的パートナーとすることを表明。(2016年)

原子力産業における環境の変化②

- サプライヤーは、現在は安全対策工事で事業を維持しているが、**将来の事業見通しが立たない状況**。
- **要素技術を持つ中核サプライヤー等の撤退**が相次いでおり、**サプライチェーンの劣化が懸念**される。
- 国内で建設や製造の現場の空白期間が続くことによる**技術・人材の維持は喫緊の課題**。

原子力事業からの撤退

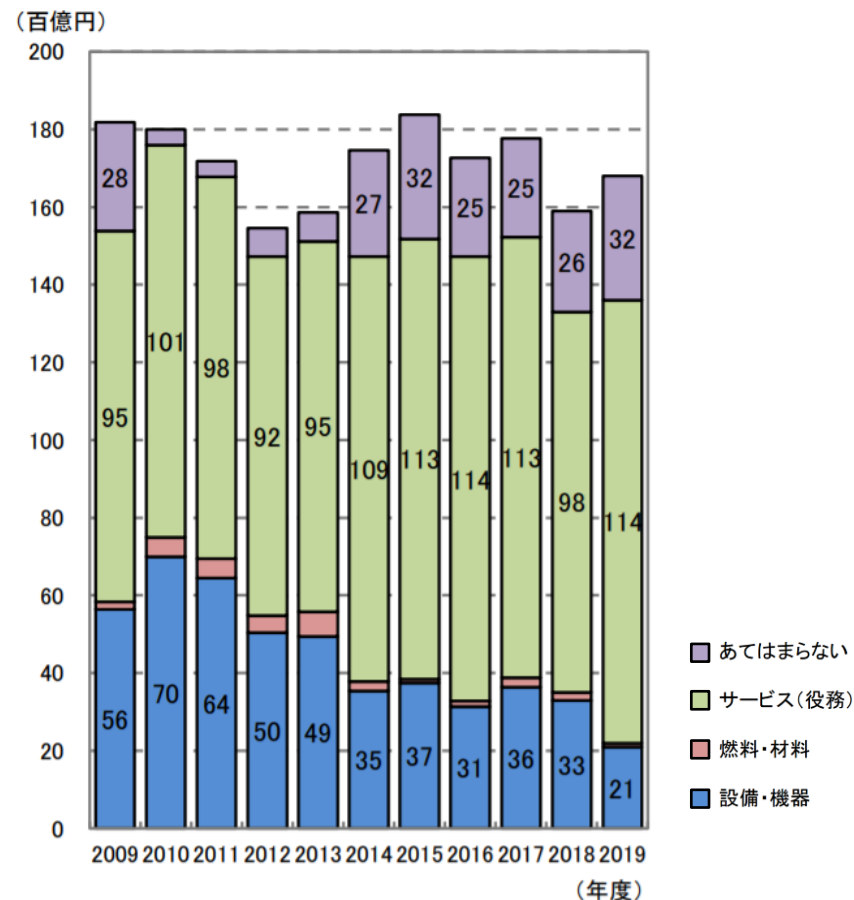
<大手企業>

- 川崎重工業（廃止措置、発電所の保守管理等）
- 住友金属工業、古河電機工業（燃料製造加工）
- 明電舎（DCモータ）

<要素技術を持つ中核サプライヤ>

- ジルコプロダクツ（燃料部材）
2017年廃業
⇒ BWR用燃料被覆管部材は国内で調達できない状況に
- 日本鑄鍛鋼（圧力容器、タービン等部材）
2020年廃業
⇒ 原子炉圧力容器部材の供給企業は国内残り1社に

原子力産業界の売り上げの推移



日本は震災までの蓄積により、原子力産業サプライチェーンを持つ

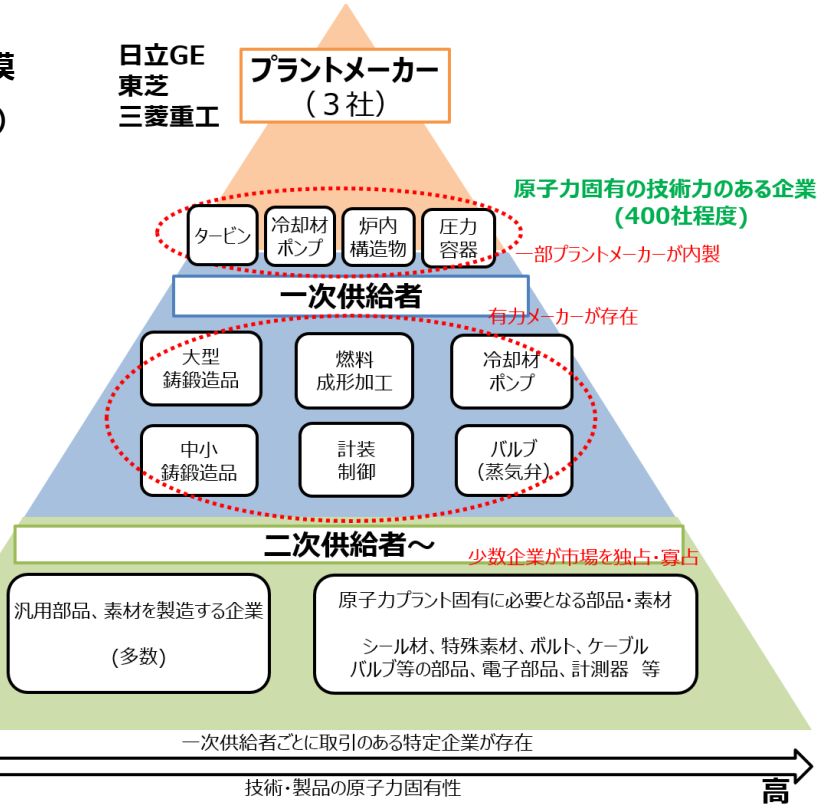
- 原子力産業は多くのサプライヤや建設事業者等に支えられており、プラント・機器の製造・メンテナンスだけでも年間1兆円規模の巨大サプライチェーンを構築。素材及び製造技術に原子力固有の特殊性を持つ企業も数多く存在。
- また、耐放射性・遮蔽性・気密性や高い耐震性等に加え、保守・メンテナンスやトラブル対策を確実に実施するための高いトレーサビリティといった高度な品質管理が求められる。

原子力のプラント・機器製造等のサプライチェーン

売上・雇用規模
 (プラントメーカー)
 約5,500億円
 約6,600人

(機器サプライヤ)
 約7,500億円
 約20,400人

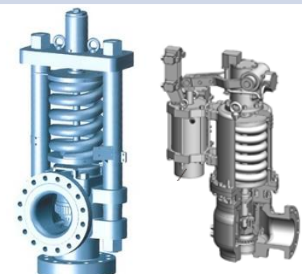
(燃料)
 約2,000億円
 約4,000人



	製品例 (主要サプライヤ)
原子炉容器	原子炉容器 (三菱重工業、IHI) 大型部材 (日本製鋼所M&E)
タービン	蒸気タービン (三菱重工業、東芝ESS) 大型部材 (日本製鋼所M&E)
ポンプ	一次系 (三菱重工業、日立GE、荏原製作所) 二次系・安全系 (荏原製作所、関水社)
バルブ	大型バルブ (BWR : 岡野バルブ、PWR : TVE) 中小型バルブ (平田バルブ)
炉内構造物	制御棒駆動装置 (三菱重工業、日立GE) 部素材 (日立金属、大同特殊鋼、助川電気工業)



原子炉圧力容器部材 (日本製鋼所M&E)



主蒸気安全弁 (TVE、岡野バルブ)



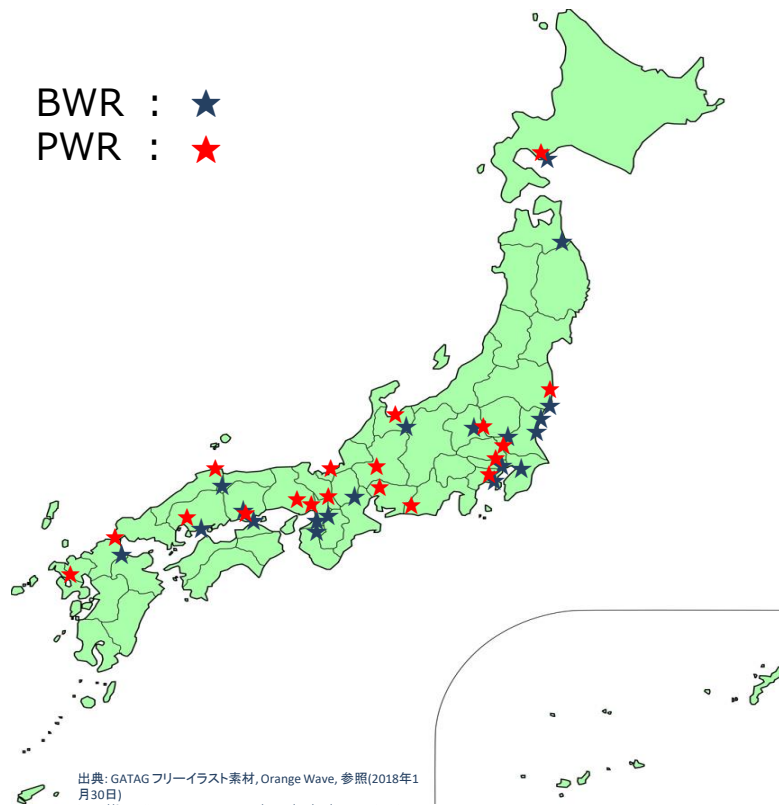
起動給水ポンプ (荏原製作所)

(出所) 原子力産業協会 原子力発電に係る産業動向調査2020報告書を基に資源エネルギー庁作成

原子力産業の技術自給率

- 原子力の技術は、当初は海外からの機器輸入割合も高かったが、**1970年以降に営業運転を開始した原発の多くで国産化率90%を超えており、国内企業に技術が集積されている分野**である。
- 新型コロナウイルスの拡大によって、様々な産業分野でサプライチェーンの国内回帰の声もある中で、**原子力産業は、安定的に電力を供給するためのサプライチェーン（約1,000万個の部品点数）を国内に持つ強み**がある。

BWRおよびPWRの主なサプライヤマップ



原子力発電所の国産化率の推移

発電所	東海 (黒鉛炉)	美浜1号 (PWR)	高浜2号 (PWR)	美浜3号 (PWR)	柏崎刈羽5 (BWR)	柏崎刈羽7 (ABWR)
運転開始年	1966	1970	1975	1976	1990	1997
国産化率 (%)	35%	58%	90%	93%	99%	89%

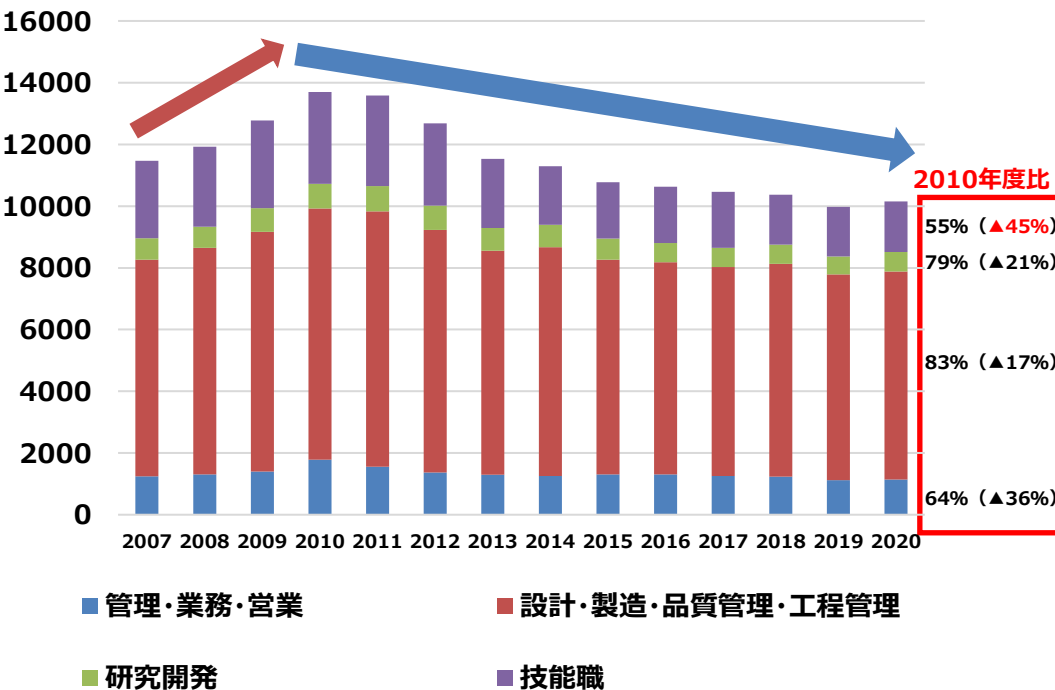
廃炉決定済

(出典) 原子力発電の効率化と産業政策 国産化と改良標準 (RIETI)、電力会社HP

原子力に関わる人材（産業）

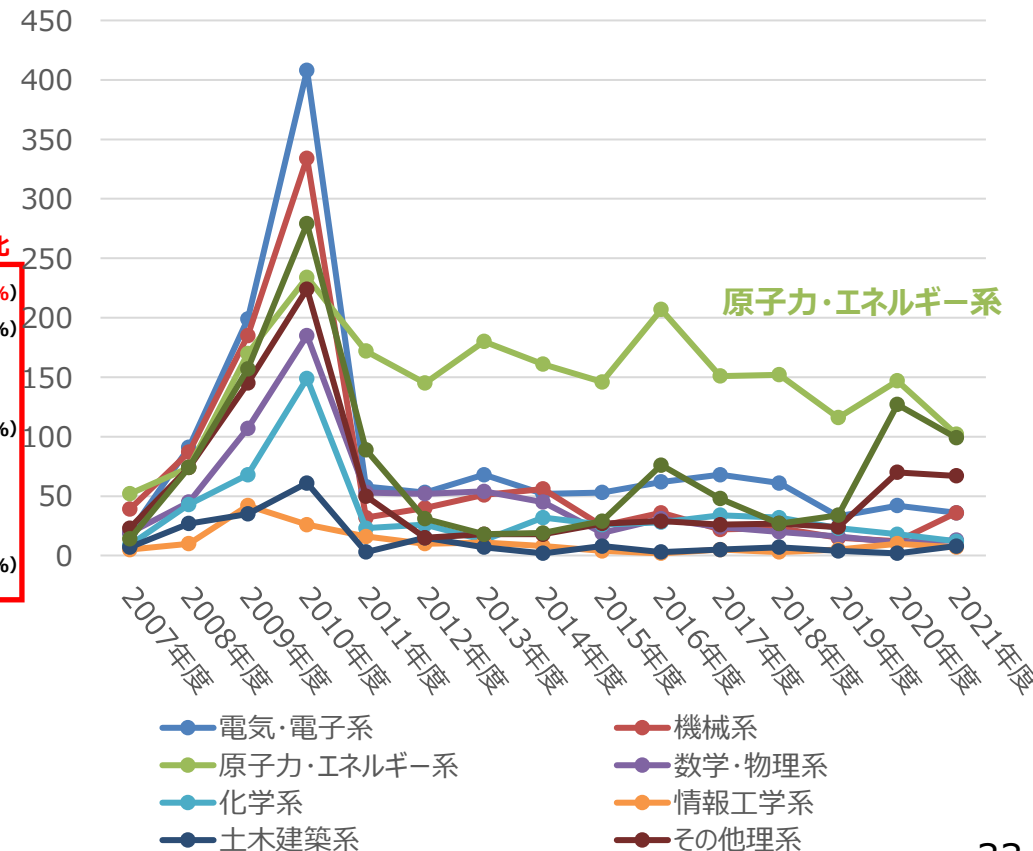
- メーカーにおいては、原子力関連業務に従事する従業員数は震災以降減少傾向。特に、大型設備の製造時に必要な溶接工・組立工・機械工などの高い技術を持つ技能職が大きく減少。
- 原子力関連企業の就職説明会に参加する原子力系の学生はほぼ横ばいであるが、将来の原子力産業の見通しが見えない中で、非原子力系の学生の参加は大きく減少。 原子力関係の学科・専攻（※）の数も減少傾向にある。
※学科・専攻名に「原子力」が含まれる学科・専攻。

メーカー14社の各部門の原子力従事者



(出所) 日本電機工業会資料より作成

原子力関係企業合同就職説明会の学生参加者数の推移

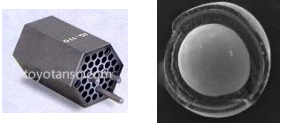
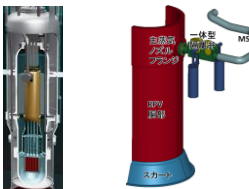
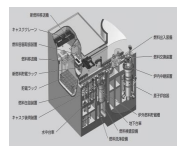


(出所) 日本原子力産業協会資料より作成 33

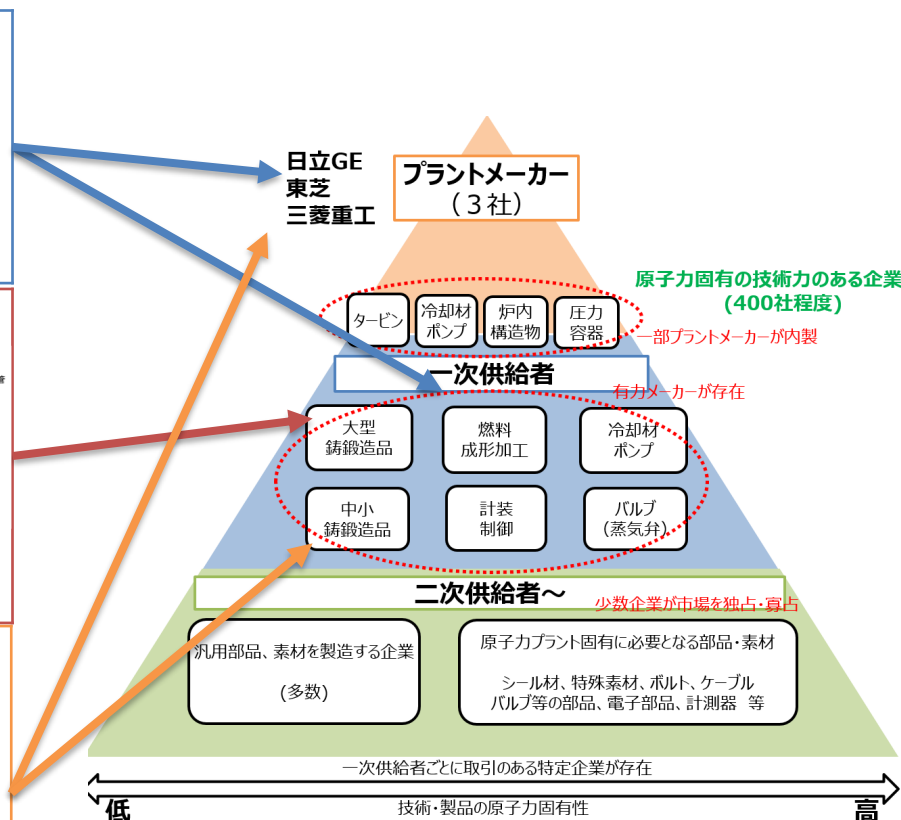
原子力サプライヤの今後の戦略について

- サプライチェーンの維持・強化に向け、中枢部品・部材等のメーカーも、革新炉をはじめとする海外プロジェクトに効果的に参画できるよう、従来の「日の丸フルセット輸出プロジェクト」に替わる新たなチーム組成が必要に。
- 国内のサプライチェーンの現状をきめ細かく見極め、サプライヤによるデジタル技術の活用や供給途絶の危機にある高い技術・サービスの継承をサポートしていくことが必要。

参画が期待されるサプライヤ例

<p>高温ガス炉</p>	<p>JAEA試験炉HTTRを基に、水素製造実証試験を始め実証プロジェクトを推進 ⇒実証炉目指す英との協力も視野に、世界標準となる商業炉に向けたノウハウ確立</p>	<p>「燃料棒」 「燃料」  ✓ 原子燃料工業 ✓ 東洋炭素</p>
<p>軽水炉 SMR</p>	<p>米国NuScaleやカナダBWRX-300のプロジェクトに、技術力の高い国内メーカー（IHI・日立GE等）も参画 ⇒米国での導入(2020年代末～)へ、主要なサプライヤーとなることを目指す</p>	<p>「格納容器」 「弁」  ✓ IHI ✓ 岡野バルブ</p>
<p>高速炉</p>	<p>JAEAのもんじゅ・AtheNaを基に、米TerraPowerの実証炉プロジェクトに協力 ⇒三菱重工業等も参画し、米国実機プロジェクトに参画し、将来に向けたR&Dを実施</p>	<p>「燃料取扱設備」  ✓ 三菱重工業 ✓ 富士電機</p>

原子力のプラント・機器製造等のサプライチェーン



原子力サプライヤの海外展開実績

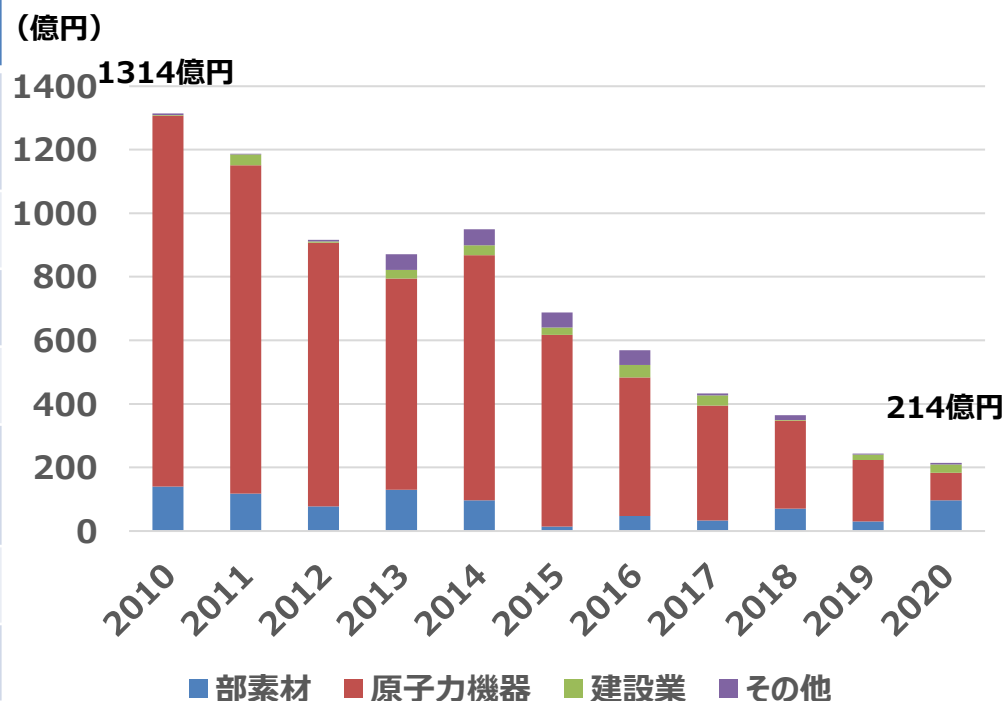
- 一部の中枢部品・部材のサプライヤは、海外プロジェクトにも多数参画してきた。他方、近年では西側諸国の市場低迷や中韓の国産化率向上に伴い、輸出高は震災前の1/5以下に。
- 国内市場が限定的な中で、国内サプライヤが、海外原子力プロジェクトに継続して参画することで、技術・人材の維持や海外技術のキャッチアップを図っていくべきではないか。

国内サプライヤー海外輸出実績

メーカー名	部品名	国名 (サイト名)
日本製鋼所 M&E	大型鍛造品	英国 (HPC)
IHI	格納容器	米国 (ボーグル)
日本製鉄	SG管	米国 (非公開)
荏原製作所	冷却ポンプ	米国 (非公開)
TVE	湿分分離加熱器 逃し弁	中国 (三門)
大同特殊鋼	炉内構造物	米国 (ボーグル)
東洋炭素	黒鉛材	中国 (HTR10)
助川電気工業	模擬燃料集合体	韓国 (韓国原子力研究所)

(出所) 各社ヒアリングに基づき資源エネルギー庁にて資料作成

原子力関係輸出高推移



(出所) 日本原子力産業協会資料に基づき資源エネルギー庁にて資料作成

海外展開における課題及び今後の方策

- サプライヤの海外進出にあたって、①海外規格の取得・維持、②海外案件のオンタイムな情報収集、③現地での継続的なメンテナンスサービスの提供等が課題。
- こうした課題を克服し、メーカー・サプライヤによる更なる新規事業開拓が可能となるよう、サポートしていくべきではないか。

サプライヤの海外進出における課題

- ✓ 仕様がみえないと開発を社内で通せないため、炉型の設計情報を持つプラントメーカーとの連携が重要。
- ✓ 維持費が高額かつ原子力は取替需要が低いので規格を保有し続けるメリットが薄い。
- ✓ アメリカはアメリカの規格、ヨーロッパはヨーロッパの規格となっており、規格の種類が多い。グローバル企業でもない限り全ての資格を保有し続けることは困難。
- ✓ 自社単独で海外案件に働きかけることには限界。規格取得しても維持費がかかるだけ。
- ✓ 海外進出した後のメンテナンスの提供が課題。技術移転するか子会社設立が必要となりコストがかかる。



国内サプライヤの海外進出には、

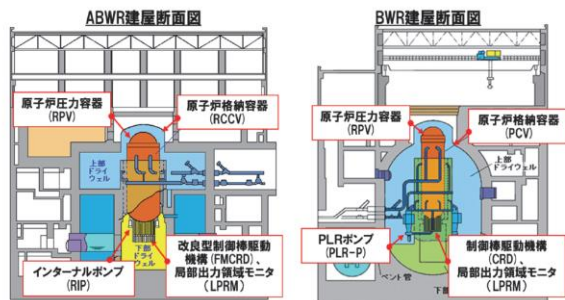
①規格取得支援、②海外プロジェクトに関する情報提供、③現地サポート 等の包括的なサポートが必要に

デジタル技術の活用

- 原子力部品の製造機会が減少する中、人材・技術の維持、効率化による省人化の観点からデジタル技術の活用についても支援を拡充していくべきではないか。

デジタルコンテンツによる技術継承

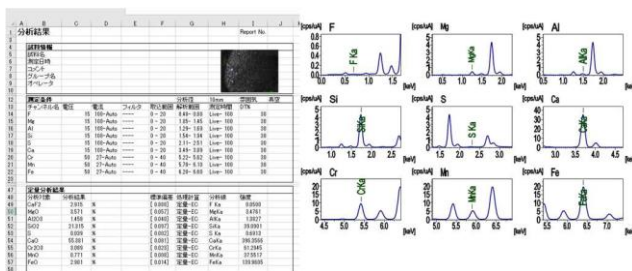
- ✓ ABWR、BWRの原子炉周辺の主要機器の保守点検作業をデジタルコンテンツとしてデータベース化。
- ✓ 技術者の高齢化やプラント長期停止等により喪失しつつある保守点検技術・ノウハウの若手技術者への継承を支援。



出典:原子力百科事典ATOMICA

デジタル化による省人化

- ✓ 大型鋳鍛造品のプロセス管理は作業者の経験・技能に基づいた職人のノウハウに依存。
- ✓ 計測機器等の導入により、管理状況をデータ化し、オンタイムで分析する品質管理システムを導入。



品質管理システム

3D造形技術により供給途絶対策

- ✓ 原子力部材（金属材料）の製造に3Dプリンティングの活用を検討。
- ✓ 実用化により供給途絶した部品の代替製造手段に。
- ✓ 途絶対策に限らず、部品製造にかかる期間・コストの短縮等の期待も。



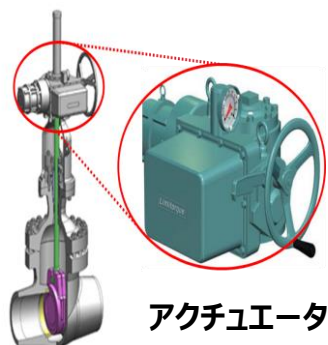
3D技術による造形プロセス

原子力技術・人材の維持・継承支援

- 将来にわたって原子力を安全・安定的に活用していけるよう、現下の状況でも戦略的に産業・サプライチェーンを維持するため、技術・人材の状況を丁寧に分析した上で、**供給途絶の危機にある高い技術・サービスの継承や中核サプライヤの新規事業開拓支援が必要に。**

技術・サービスの継承

- ✓ 電動弁の駆動装置(アクチュエータ)内の直流モータの製造企業(甲府明電舎)が**2022年の撤退を表明**。
- ✓ 製造中止を踏まえ、日本ギアが**設計を引き継ぎ、代替サプライヤーによる製造・性能検査**を推進。



原子力人材の研修支援

- ✓ 発電所のメンテナンスを行う企業の**社員を対象に、研修を実施**。
- ✓ **原子力設備の保全技術、廃止措置の技術**等の実務的な知識を学ぶ講義や現場実習を通じて技術の維持を行う。



設備の保守点検作業

新規事業開拓支援

- ✓ TVEグループは**元々バルブの製造、メンテナンスを行っている企業**。
- ✓ 廃炉事業に参入し、鋳造品製造技術を活かし、廃炉工程で発生する**廃材を発電所内で溶融・成型し、再利用する取組(クリアランス)**を推進。



モバイル溶融炉設備