

政策提言

エネルギー危機の今、原子力の最大限の活用なくして国の成長なし

ロシアのウクライナ侵略等による世界的なエネルギー価格急騰と円安により、我が国のエネルギー調達コストが急増している。更に再エネの急増、火力発電の閉鎖、原発再稼働の遅れにより電力需給ひっ迫、停電リスクが発生すると同時に、電力料金の値上げが企業と家計を直撃している。

中国は太陽光パネル、バッテリー、風力発電設備、電気自動車の製造シェアを伸ばす一方、途上国には石炭火力を輸出し、加えてロシア産の安価な化石燃料を調達し、漁夫の利を得ている。変動性再エネの拡大は中国が支配力を有する戦略鉱物依存拡大という新たなリスクを生む。

エネルギー情勢の急変により安全性を高めた原発建設への関心が世界的に高まっているが、原発のテロ対策、軍事攻撃に対する懸念の声もある。

当研究会は二度にわたり、政策提言を行ってきた。多重的なエネルギー危機の下、我が国の国益を守り、エネルギー安全保障とグリーン成長を同時追求するためには、今こそ最大限の原発活用が必要であり、第6次エネルギー基本計画と電力自由化の抜本的見直しを行うべきである。

上記の観点から以下の緊急提言を行う。

1. エネルギー政策の基本は国益と現実主義だ

- (1) 第6次エネルギー基本計画および電力自由化の抜本的な見直しが必要だ
- (2) 電力需給逼迫に伴う大停電発生 of 危機が現実となった。原発の再稼働を急げ
- (3) 原発の依存度低減の方針を見直し、より積極的に活用すべきだ
- (4) 電力分野のみならず、より広範囲な非電力分野のエネルギー供給も脱炭素が必要だ

2. 再エネは不安定で高コストだ

- (1) 電力の再エネ導入には物理的・経済的限界がある。
- (2) 再エネ比率を増やすと国民負担が急激に増大し、国家財政を圧迫する
- (3) 電力需給安定のためのシステムコストを再エネに適切に負担させるべきだ
- (4) 再エネの適切な推進を図るため、事業主体の規制を強化せよ

3. 100%国産技術である原子力を成長戦略の根幹に据えよ

- (1) 福島第一原発事故の教訓を基に採られた、世界一の安全対策を国民に周知せよ
- (2) 国が支援して我が国の優れた原子力技術の輸出を進め、温暖化防止に貢献せよ
- (3) 革新軽水炉の新増設を国が支援して早期に実現し、サプライチェーンを復活せよ
- (4) 革新炉の開発を成長戦略の要とせよ

4. 原発の諸課題の解決は国が主導せよ

- (1) 原子力規制委員会は規制を合理化して行政手続法を順守せよ
- (2) 60年超の運転期間の延長と運転中保全を実現せよ
- (3) 再処理施設の営業運転開始を急ぎ、さらに高速炉による核のゴミの焼却技術を開発せよ
- (4) 国は高レベル廃棄物の地層処分地選定に、多くの自治体に参加できる環境を整備せよ
- (5) テロ攻撃・軍事攻撃に対する原発防護は、自衛隊やOBを活用して強化せよ

1. エネルギー政策の基本は国益と現実主義だ

(1) 第6次エネルギー基本計画および電力自由化の抜本的な見直しが必要だ。

再生可能エネルギー（再エネ）の増加とその後の国際情勢の急激な変化により、我が国の産業用電力コストは主要国中最も高い。この結果、我が国の1人当たりのGDPも、実質賃金も主要先進国の中で唯一右肩下がりが続いている。高コストで気象に依存し不安定な「変動再エネ」の導入はそれに拍車をかけた。

現在、天然ガスなどの燃料高騰により、電力会社は、電力を売れば売れば赤字が増えるという深刻な影響を受けている。この状態で、再稼働のための安全対策工事や特定重大事故対処施設などの青天井の工事費用を負担しなければならない状況下では、自由化された電力市場において、とても新增設に踏み込めないというのが実態である。

100万kWの原発1基で、天然ガスを約100万トン（約1000億円）を節約できる。今後、安全審査を合格した原発7基が再稼働すれば、我が国のロシアからの液化天然ガス輸入量約640万トン/年に相当する。エネルギー安全保障および我が国の経済成長戦略の実現のために、第6次エネルギー基本計画も見直し、原子力も主力電源と位置付よ。（添付①）

(2) 電力需給逼迫に伴う大停電発生危機が現実となった。原発の再稼働を急げ

再エネの中核である太陽光や風力は、変動再エネと呼ばれ、時間と共に大きく変動し、天候により共に急激に出力が低下するリスクがある。今年3月上旬の電力逼迫や米国テキサス州の大停電が典型であり、リスクが顕在化した。（添付②）

再エネは性質上、変動を調整するバックアップ電源が必須であり、再エネへの過度な依存はやめるべきだ。安定電源である原発の再稼働は系統を安定化する。

(3) 原発の依存度低減の方針を見直し、より積極的に活用すべきだ

歴代政権が主張していた「原子力の依存度の可能な限りの低減」の文字を削除すべきだ。この文言のために再稼働が遅れ、電力需給逼迫をもたらした。原発新增設が中止され、日本の原子力産業の衰退をもたらした。既存の原子力発電所はリニューアル工事を常に実施し、30年以降10年ごとの点検や定期安全レビューも実施している。原発を長期間に活用することはエネルギー安全保障上も温暖化対策上も最も費用対効果が高い。安全性の確保を前提に、米国で実施されている80年までの、あるいはそれ以上の運転延長を可能とすべきだ。

（添付③）

(4) 電力分野のみならず、より広範な非電力分野のエネルギー供給も脱炭素が必要だ

2050年までのカーボンニュートラル（CN）の実現には我が国が使用する1次エネルギーの25%が電力分野で使われ、残り75%が産業や運輸、民生の非電力分野で使われている。これを脱炭素するには、再エネに加えて原子力発電の電気も水素製造や合成燃料の製造に利用する必要がある。これらにより変動再エネの送電系統への擾乱が軽減され、エネルギー蓄積が可能となる。原発は再エネに比べ費用対効果ははるかに大きいので、再エネと原発を総動員してコスト上昇を抑えてCNを達成すべきだ。

（添付③）

2. 再エネは不安定で高コストだ

(1) 電力の再エネ導入には物理的・経済的限界がある

電力の再エネ導入には地球の自転と天候の物理的・経済的壁がある。この制約のため、国土面積が狭く、周辺海域が深く、他国との送電網が無い日本は欧米に比して著しく不利である。我が国のエネルギー消費量の100%を太陽光・風力で賄うとなれば、設備利用率が低いため

に、本州面積の 1/3 を太陽光パネルが占め、日本海排他的経済水域（EEZ）のほとんどを風車が占めるということになる。第 6 次エネルギー基本計画はこれらの物理的限界を無視した幻想が多数みられ、識者から批判を浴びていた。（添付④）

（2）再エネ比率を増やすと国民負担が急激に増大し、国家財政を圧迫する

太陽光パネルや風力発電機の単体コストは安価になったが、電力系統に接続するシステムコスト（バックアップ電源としての火力発電所の維持、揚水発電、蓄電池、偏在再エネ電源と需要都市間連系線）を考慮した発電コストは変動再エネ 20%導入でも約 30%増大となり、我が国産業競争力から、再エネの導入は 32%（安定再エネ 12%加え）が限度。

これ以上増やすと、例えば変動再エネ 50%導入（安定再エネ 12%加え、62%）で発電コストは約 4 倍になり、国家財政は破綻する。このような愚かな政策は即刻やめることが国益に適う。（添付⑤）

（3）電力需給安定のためのシステムコストを再エネに適切に負担させるべきだ

再エネ事業者は電力需給安定に対する責任を負担せず、電力市場自由化と固定価格買取制度の下で、もっぱら便益のみを享受してきた。再エネを主力電源にするのであれば、再エネの電気出力変動を吸収し電力需給安定化するためのシステムコストを適切に負担させるべきだ。（添付⑥）

（4）再エネの適切な推進を図るため、事業主体の規制を強化せよ。

国土面積が小さい太陽光パネルの設置は既に限界に近く、森林を伐採して山の斜面に設置するメガソーラーが増え、外資（中国・韓国など）による土地の買い占めや悪質業者による景観破壊や土砂崩れなどの生活被害が生じている。

国土保全という観点でも、太陽光発電にはリスクがある。外国資本に日本の山林の土地を安く買われ、外資系の太陽光パネル設置に助成金が下りるという実態に、引き続き警鐘を鳴らすとともに、再エネの適切な推進を図るため、事業主体の規制を強化する法整備が必要である。（添付①）

3. 100%国産技術である原子力を成長戦略の根幹に据えよ

（1）福島第一原発事故の教訓を基に採られた、世界一の安全対策を国民に周知せよ

福島原発事故以降の安全対策の強化は他国に例を見ない。その結果、事故の発生確率は 1 億分の 1 に低下した。日本の原発こそ自然災害に対して最も強靱かつ安全な電源である。

この原子力発電所の強靱性を正に評価すべきである。自然災害に弱い再エネの欠点を補うには、原子力発電の活用が重要である。今こそ国産技術である原子力を正に評価する時だ。再エネ最優先政策は中国企業へ国費が流出しエネルギー安全保障上も問題である。

（添付⑦）

（2）国が支援して我が国の優れた原子力技術の輸出を進め、温暖化防止に貢献せよ

米国バイデン政権は 35 年までに発電部門の温暖化ガスの排出量を実質ゼロとし、脱ロシアを推進する方針を掲げ、連邦エネルギー省（DOE）も具体的施策を推進している。脱原発のドイツやスイスを除き、欧州も全体として原子力を活用する。中国政府も独自開発の原発開発を決めた。日本はこの世界の潮流から取り残されてはならない。

最新の国際エネルギー機関（IEA）の報告書では、日本で最も安価で安定した電源は原子力であるとされている。再エネ機器のほとんどは海外からの輸入であるのに対し、原子力の技

術自給率は 100%だ。国内産業への貢献度も大きい。原発再稼働・新增設、さらに輸出が必要だ。(添付⑧)

(3) 革新軽水炉の新增設を国が支援し、サプライチェーンを復活せよ

再稼働審査や工事に 10 年を超える期間がかかっている現状では、電力需給を確保し、天然ガスなどのエネルギー資源の高騰の影響や需給逼迫の回避が必要である。低廉な電力を安定に供給して我が国の産業を強化して成長軌道に乗せるためには、まずは、安全性を高めた革新軽水炉の新增設を具体化し、建設を開始することが重要である。新增設のための国の補助・融資や、地元の理解活動、立地地域の貢献に対する大都市住民の理解増進等、財政や国民理解を得るために、国の支援措置を設けることが必要である。

(添付⑨)

(4) 革新炉の開発を成長戦略の要とせよ

原子力発電所の建設には、ネジ一本までの厳格な品質管理が必要であるが、長期間の原発注の中断により、原子力産業を支えてきたサプライチェーンの基盤である中小企業群やメーカーの衰退が著しい。技術がかりうじて残っている今、新增設に着手すべきだ。輸出用小型モジュール炉や点検ロボットの開発が急がれる。(添付⑩)

政府は海外への原発技術の輸出を支援すべきだ。国が原子力の活用に舵を切れば、おのずと優秀な学生が集まり、産業界も活気を取り戻す。水素製造などの広範なエネルギーや医薬品の供給源として我が国の成長戦略の要の 1 つとせよ。

4. 原発の諸課題の解決と国民への安全対策の周知活動を行え

(1) 原子力規制委員会は規制を合理化して行政手続法を順守せよ

原子力規制委会の再稼働に向けた審査は申請から 9 年を超えるケースも出ている。これは安全性を確保しつつ、原子力を運転させるという原子力安全規制の本来の姿をから大きく逸脱したものだ。原子力を活用しなくてはならない状況下において、審査条件の明示、審査は概ね 2 年で終わるという行政手続法を遵守させるために、原子力規制委の正常化・合理化が必要だ。(添付⑪)

(2) 60 年超の運転期間の延長と運転中保全を実現せよ

新規制基準に基づく安全対策工事で、格納容器の過圧破損防止対策としてフィルターベントや熔融物対策としてコリウムシールド（簡易コアキャッチャー）が設置されており、安全性も大幅に向上した最新鋭の革新型軽水炉に遜色ないレベルまでリニューアルされている。原子炉の中性子照射は炉の実照射の運転時間で劣化評価がされるのであるから、運転停止期間も科学技術的評価で考慮された形になる。また、欧米の原発の保全活動（メンテナンス）は、運転中にも行い、事故トラブルを減らして設備利用率を 70%から 95%台まで向上させることに成功している。我が国でも速やかに導入し、電力需給逼迫を緩和すべきだ(添付⑫)

(3) 再処理施設の営業運転開始を急ぎ、高速炉による核のゴミの焼却技術を開発せよ

再処理工場が営業運転に入ると生ずるプルトニウムは我が国の保有する核兵器に転用できない軽水炉由来であり、日本の宝として大いに活用すべきだ。高速炉でいわゆる核のゴミを燃焼すれば放射能の有害期間を大幅に短縮できる。高速炉運転の副次的産物として放射性同位体の製造が可能となり数兆円の市場が見込まれる。したがって、高額のコストを必要とするもんじゅの廃炉を凍結し、常陽の安全対策工事を優先し、常陽の運転を再開すべきだ。

(添付⑬)

(4) 国は高レベル廃棄物の地層処分地選定に、多くの自治体に参加できる環境を整備せよ

最終処分基本方針（2015 年改訂）は、処分地選定に国民の対話を促す政策を導入し、一定の成果を挙げているが、説明会への参加は低調である。最終処分実施機関が国民に理解を得るのに重要な鍵を握っている。電気事業者の発意で設立された現在の認可法人に代わり、国が責任を持った非営利事業法人化するなど、抜本的に強化すべきだ。（添付⑭）

(5) テロ攻撃・軍事攻撃に対する原発防護は、自衛隊や OB を活用して強化せよ

原発防護に一定の役割を担う組織と装備があれば、テロ攻撃や携帯ミサイルの防護により安全・安心を与えることに繋がる。海外には携帯ミサイル攻撃を防ぐワイヤーフェンスや航空機テロ対策の航空機障害物が設置されている。有事に対応するためにも、警察の警備に加え、原発に自衛隊が常駐するか、OB を活用した民間組織の自衛防護隊が必要である。装甲車の配備も必要だ。出動要請を受けた自衛隊の到着まで、自衛組織が火器や重機を使用できる法改正を行え。法改正が困難であれば、自衛隊常駐を可能するに道を拓け。（添付⑮）

公益財団法人国家基本問題研究所 エネルギー問題研究会

櫻井 よしこ	公益財団法人国家基本問題研究所 理事長
奈良林 直	公益財団法人国家基本問題研究所 理事 北海道大学名誉教授、東京工業大学科学技術創成研究院特任教授
有馬 純	公益財団法人国家基本問題研究所 客員研究員 東京大学公共政策大学院 特任教授
小野 章昌	公益財団法人国家基本問題研究所 客員研究員 エネルギーコンサルタント
桂川 正巳	公益財団法人国家基本問題研究所 客員研究員 元東京東信用金庫お客様サポート部中小企業応援センターコーディネーター 元動力炉・核燃料開発事業団 国際部長
火箱 芳文	公益財団法人国家基本問題研究所 理事 元陸上幕僚長
金氏 顯	エネルギー問題に発言する会・会長 日本原子力学会フェロー、同シニアネットワーク連絡会九州会長
坪谷 隆夫	動燃事業団(現・日本原子力研究開発機構)元理事 環境技術開発推進本部長原環センター元理事・技術統括
竹下 健二	東京工業大学 教授、科学技術創成研究院 先導原子力研究所長
加藤 康子	公益財団法人国家基本問題研究所 理事 産業遺産情報センター長、元内閣官房参与

①-1 第6次エネルギー基本計画および電力自由化の抜本的な見直しが必要だ。

「日本がV字回復するには何が必要か - 国力を強くするには -」

加藤康子・元内閣官房参与

円安の今、日本の産業が回復する好機ではないか。現在、半導体製造工場やゴム工場、自動車製造など、円安が続くことで、産業インフラが国内に戻りつつある。実際、関東甲信越の製造業の設備投資は大幅に増加している。この時期に円安が続くことで、国内産業はV字回復する可能性がある。

その産業を活性化するためには電力が欠かせない。電力なしに国家の基盤はなりたないことは歴史が示している。軍艦島と呼ばれる炭鉱の島「端島」に電気がもったのは1900年である。絶海の孤島である端島を電化した技術は、後に日本全体を急速に近代化させた。戦後すぐの1952年には電源開発促進法が、1955年に原子力基本法を作り、電力確保に努めてきたが、現在のエネルギー基本法は心もとない限りである。

日本の産業のうち製造業は日本の基幹産業である。日本のモノづくりは、日本人のDNAに蓄積されてきた伝統である。日本は自動車、半導体、電子部品、鉄鋼、自動車部品などで外貨を獲得してきた。他方、中国は半導体、ロボット、航空宇宙、EV車、新素材で2025年までに覇権を握る国家戦略を持つ。わが国の基幹産業の強みを打ち消す中国の強かな戦略には注意が必要だ。

例えば中国はEVで覇権を握ろうとするが、世界のEVシェアは5%程度でまだまだ発展段階。しかし日本政府はクリーンの名の下EV率を高めようとする。日本の自動車は排ガス規制を強化し、脱炭素に貢献してきた実績があるにもかかわらずだ。国がEVに舵を切るとは、中国を利するだけで、日本の国益にはならないだろう。

さて、国連気候変動枠組条約締約国会議COP27が先ごろ開催された。世界のCO2排出量の28%は中国だ（日本は3%）。にもかかわらず日本がNGOから化石賞を獲得するという矛盾。欧州はウクライナ戦争開始以後、急激に火力に舵を切った。英仏は原発の新規計画をするなど、世界のエネルギー事情は大きく変化した。その中で、ぶれずにグリーントランスフォーメーション（脱炭素再エネ政策）を堅持するのは日本だけ。正直者が馬鹿を見ることにならなければならないが。

究極の脱炭素エネルギーは原子力発電。しかし、日本の原発に対する姿勢は将来的に廃止するバックギアが入ったまま。他方、産業用電気料金は10年で約3倍に。国は製鉄業に対し脱炭素のため電炉を推奨するが、産業用電気料金への対策なし。こんなことでは産業界が疲弊するのみ。

某TVモーニングショーで、原発より太陽光発電の方が安い試算があるというが、他方ビルゲーツは、再エネは発電コストが莫大になるという。実際に試算してみると、太陽光（蓄電池を含む）は同じ発電量で比較すると、発電コストが原子力の約8倍になる。国土保全という観点でも、太陽光発電にはリスクがある。外国に日本の山林の土地を安く買われ、外資系の太陽光パネル設置に助成金が下りるという実態に、引き続き警鐘を鳴らしたい。

（文責国基研）

<https://jinf.jp/news/archives/39439>

<https://www.youtube.com/watch?v=aVEPmEZZJBI&t=2s>

① - 2 「日独エネルギー政策の失敗」

奈良林直（東京工業大学特任教授）

ロシアのウクライナ侵攻を機に、欧州はエネルギー政策の大幅な見直しを迫られている。中でもドイツでは、メルケル前首相により石炭火力や原発に依存しないグリーンエネルギー政策を採ってきたことが、ここにきて大きく響いている。一方のロシアは、短期のウクライナ占領には失敗したが、西側の経済制裁はしのいでいる。多くの経済学者が「ロシアはすぐにデフォルト（債務不履行）に陥り、経済破綻する」と言ったが、現実はそうっていない。

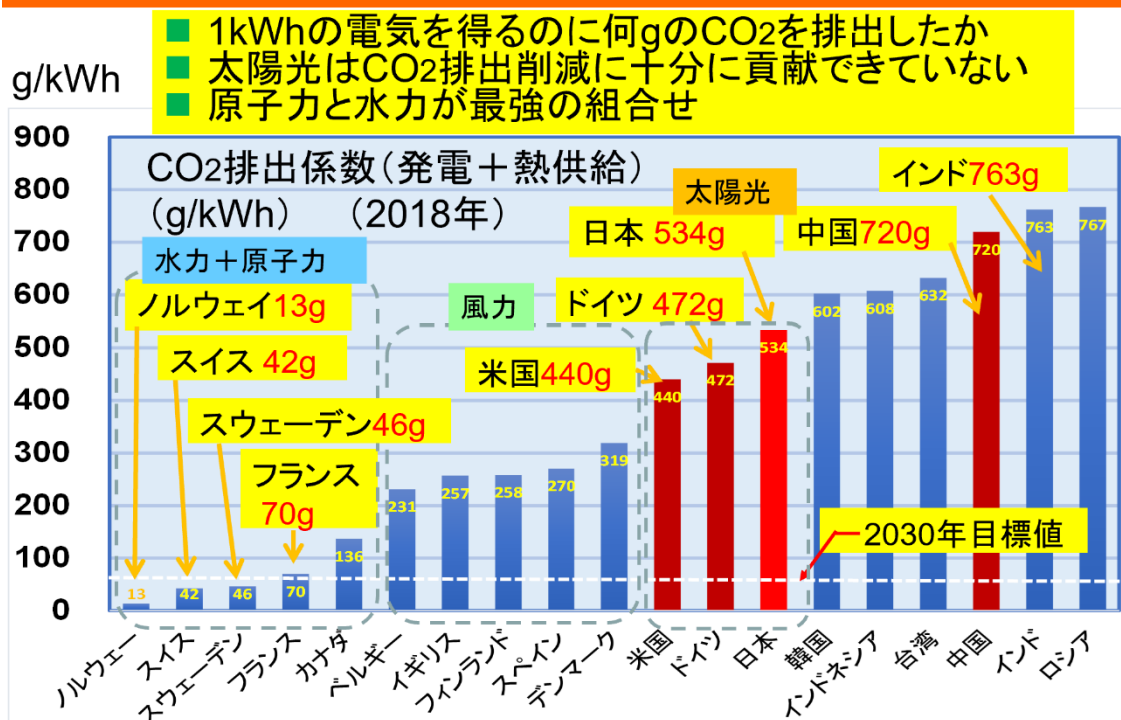
我が国も東日本大震災の 2011 年 3 月以降、エネルギー政策を大きく誤り、足元の経済や電力の安定供給が脆弱になっている。

■ロシアに依存したドイツの失敗

メルケル前首相が過去 10 年以上にわたって進めてきた政策とは、脱原発を標ぼうする一方でロシアとの間にパイプライン「ノルドストリーム」を設置し、火力発電の燃料を国産の豊富な石炭からロシア産の安価な石油や天然ガスに置き換えてきただけだ。その後も巨費を投じて「ノルドストリーム 2」を建設したが、米国の反対にあって使用凍結状態にある。

ドイツはまた、太陽光や風力発電の普及にも努め、再生可能エネルギー（再エネ）の比率を 40% 以上に高めたが、1 キロワット（kw）の電気を 1 時間使ったときに排出される二酸化炭素の質量（排出係数）は 472 グラムと、再エネ比率約 20% の日本の 534 グラムと大差ないレベルだ。

世界のCO2の排出係数ランキング



出典BP, <https://www.globalnote.jp/post-3233.html> * 奈良林がCO2排出量を電力発電量で除して算出

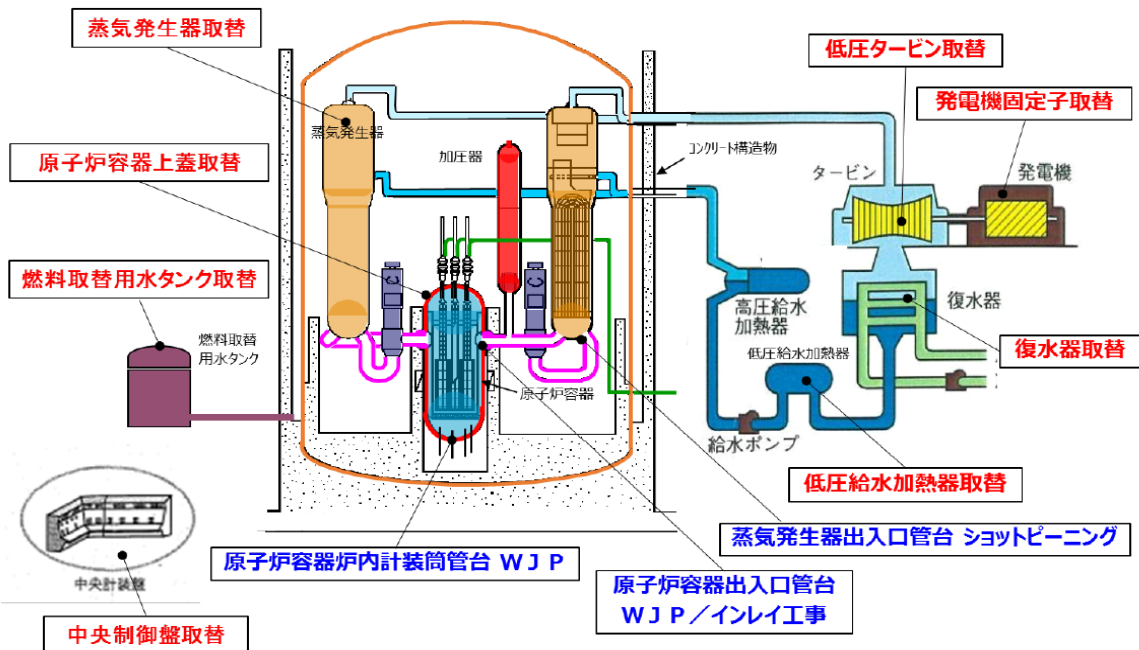
国基研ろんだん記事 2022 年 6 月 : <https://jinfp.jp/feedback/archives/38246>

③ 原発の依存度低減の方針を見直し、より積極的に活用すべきだ

既存の原子力発電所はリニューアル工事を常に実施し、30年以降10年ごとの点検や定期安全レビューも実施している。原発の原子炉圧力容器の寿命は炉心で発生する中性子による照射脆化（中性子を浴びることで鋼鉄が脆くなる）を評価しており、運転停止中は照射脆化も進まないため実運転時間で運転延長の可否を判断する。安全性の確保を前提に、米国で実施されている80年までの、あるいはそれ以上の運転延長を可能とすべきである。

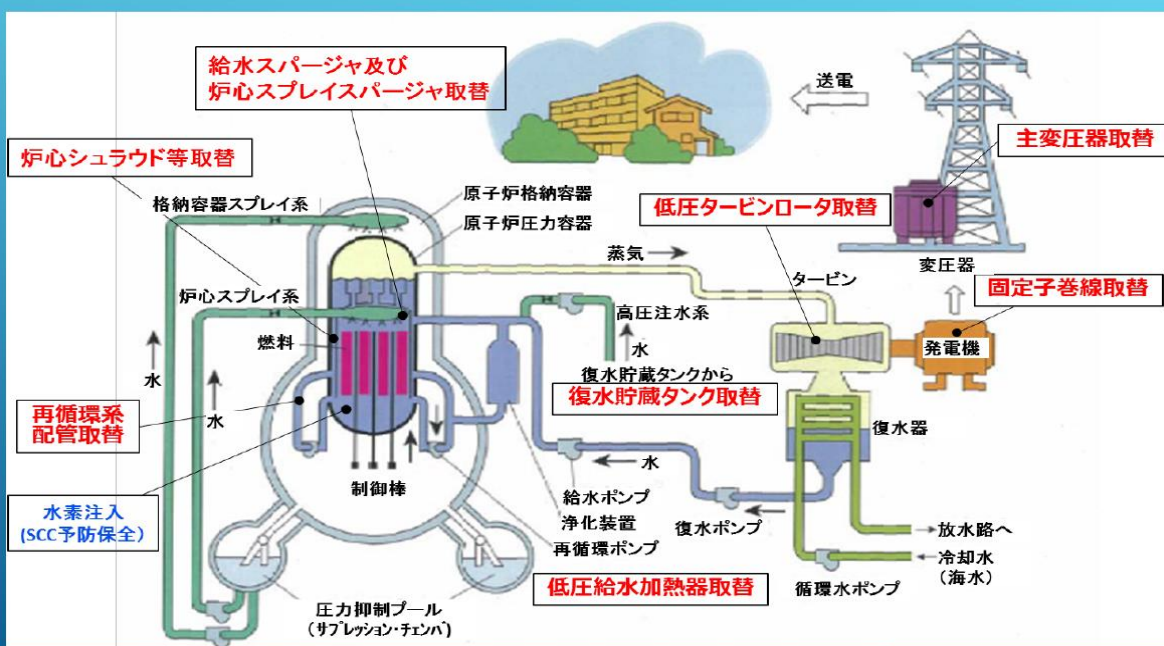
長期安定運転に備えた高経年化対策工事実績

○ 長期運転を念頭に予防保全の観点から計画的に大型機器の取替えを含めた対策工事を実施している。



大型機器の高経年化対策工事（初期PWR炉の例）

14



大型機器の高経年化対策工事（初期BWR炉の例）

15

④ 我が国のエネルギー100%を太陽光・風力で賄うことは現実を無視した幻想（小野）

国土面積が狭く、周辺海域が深く、他国との送電網が無い日本は欧米に比して著しく不利である。我が国エネルギー消費の75%を占める熱消費量の全部を太陽光・風力で賄うとなれば、希薄なエネルギー源であることと設備利用率が低いために、本州面積の1/3を太陽光パネルが占め、日本海排他的経済水域(EEZ)以上の面積を風車が占めるということになる。第6次エネルギー基本計画はこれらの物理的限界を無視した幻想が多数みられ、識者から批判を浴びている。

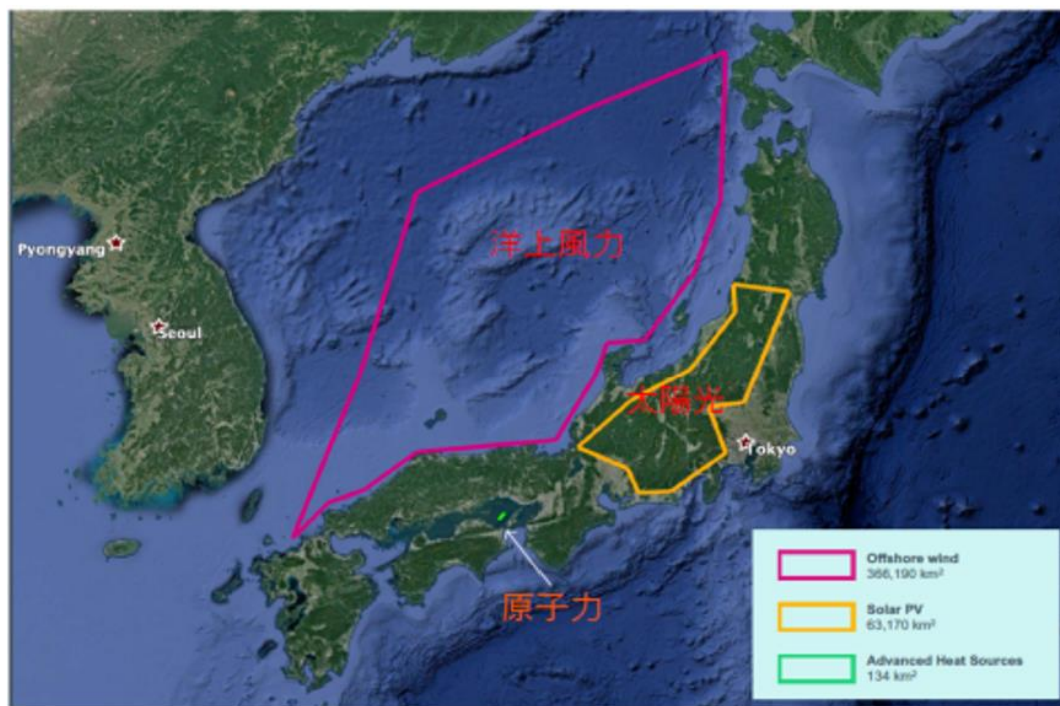
実際に所要面積を計算した米英に事務所を構える先進エネルギー・コンサルティング企業(ルシッド・キャタリスト)のレポートによれば、表1のように我国の太陽光発電の面積当たりの出力密度(MW/km^2)は先進型原子力発電(例:高温ガス炉)のおよそ1/40であり、洋上風力は1/1000である。したがって所要面積で比べると、先進型原子力が淡路島程度の面積を必要とするのに対して、太陽光はおよそ300倍の面積である本州全体の1/3程度を必要とし、洋上風力は1,800倍の日本海排他的経済水域(EEZ)以上という膨大な面積を必要とする(図1)。これが物理的に不可能なことは一目瞭然であろう。

表1 エネルギー密度と設備利用率

太陽光・風力はエネルギー密度が小さい・微弱なエネルギー源

	太陽光	洋上風力	原子力
出力密度(MW/km^2)	50	2.3	2,080
年間稼働率	12%	50%	90%
年間発電量(GWh/km^2 年)	52.6	9.1	16,399

出典: 米英研究機関LUCID CATALYSTレポート2020年9月



出典: 米英研究機関LUCID CATALYSTレポート

図1 再生エネルギーが必要とする膨大な設置面積

⑤ 再エネ比率を増やすと国民負担が急激に増大し、国家財政を圧迫する

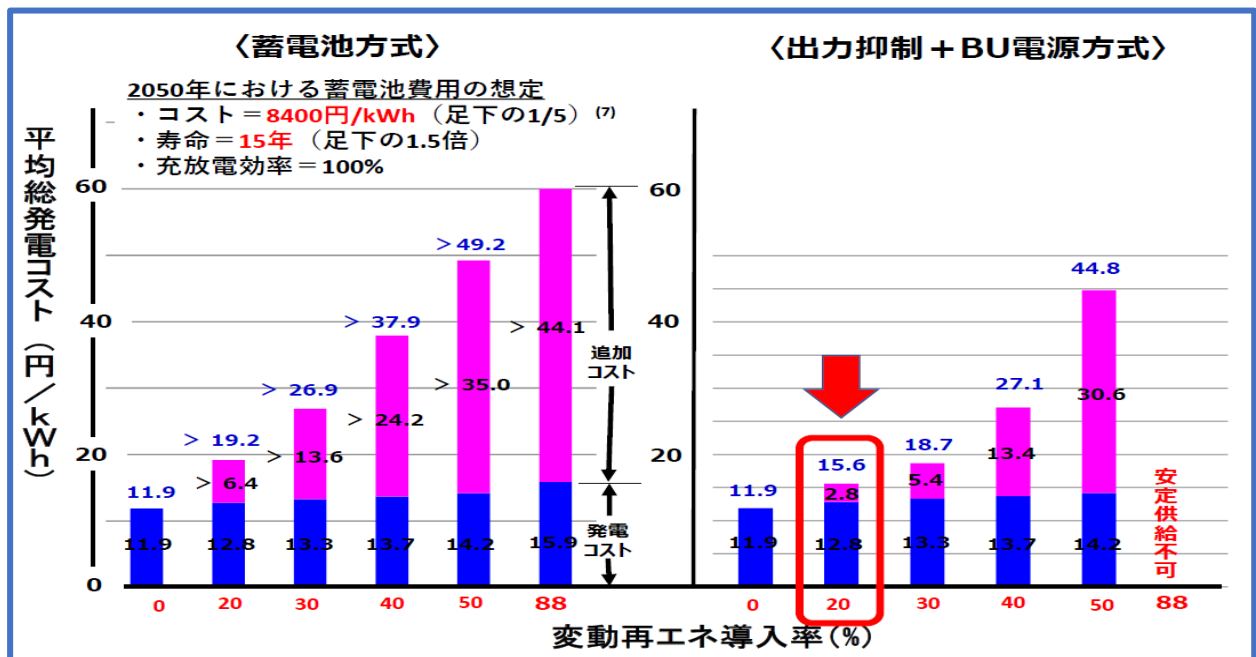
金氏 顕 エネルギー問題に発言する会・会長

太陽光パネルや風力発電機の単体コストは安価になったが、電力系統に接続するシステムコスト（バックアップ電源としての火力発電所の維持、揚水発電、蓄電池、偏在再エネ電源と需要都市間連系線）を加えた総発電コストは、変動再エネ 20%導入でも約 30%増大となり、我が国産業競争力から、再エネ 32%（安定再エネ 12%加え）が限度である。これ以上増やすと、例えば変動再エネ 50%導入（安定再エネ 12%加え、62%）で発電コストは約 4 倍になり、国家財政は破綻する。

上記の結論は下記条件による 1 年間の需給シミュレーションと経済性評価結果による。

- 2050 年の年間総発電量：1400TWh（TWh = 10 億 kWh、現状の約 1.4 倍）
- 変動再エネ導入率を 20,30,40,50,60,88%（再エネ 100%）をパラメーター。
- 変動再エネ導入比：太陽光対風力 = 1 : 1, 陸上風力対洋上風力 = 1:1
- 安定再エネ導入率 = 12%一定（水力 7.5%、バイオ 3.5%、地熱 1%）
- 原子力対 LNG 火力（CCUS）= 1:1
- 運転条件：原子力：定格出力一定、LNG 火力（CCUS）：20%⇔100%負荷追従
- 変動再エネ導入時の停電防止策：蓄電池方式、出力抑制 + 火力バックアップ方式
- システムコスト
 - ① BU 火力の低負荷変動運転および揚水発電活用による余剰電力最小化運転
 - ② 余剰電力発生の場合の蓄電池活用または変動再エネの出力抑制運転
 - ③ 電力不足防止のための BU 火力増強。特に『日没直後、夕凧時刻』に最大 BU 電源。
 - ④ 偏在する変動再エネ電源と需要都市を結ぶ連系線増設
- 蓄電池価格は足元の 1/5 の 8400 円/kWh、寿命は足元の 1.1 倍の 15 年を想定。

評価結果は下図の通り、我が国の産業競争力堅持のための経済性の視点から〈出力抑制 + BU 電源方式〉、変動再エネ導入率 20%、発電コスト約 4 円/kWh 上昇が許容限界と判断される。

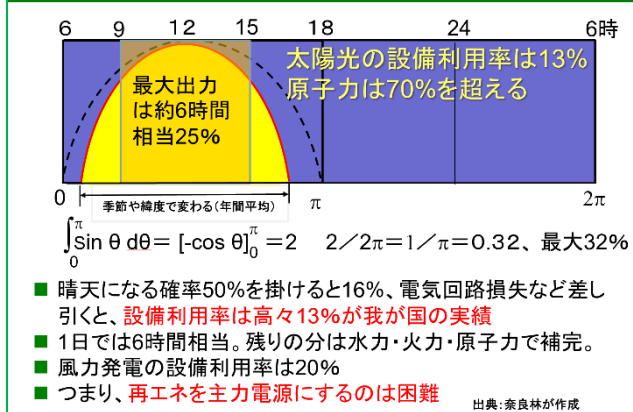


参考資料：“2050年における「調和電源ミックス」の提案”、牧英夫、金氏顕、エネルギーレビュー2022年10月

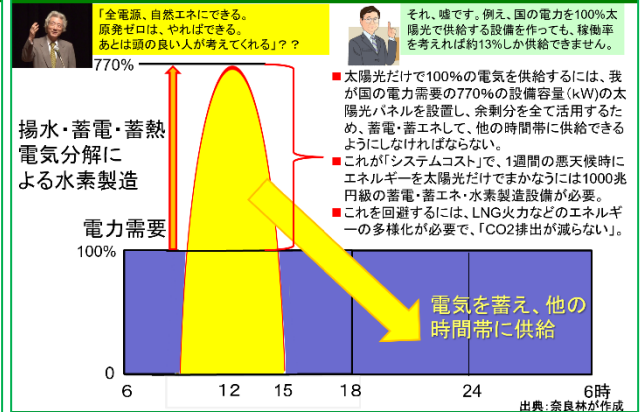
⑥ 電力需給安定のための電力システムの統合コストを再エネに適切に負担させるべきだ

再エネ事業者は電力需給安定に対する責任を負担せず、電力市場自由化と固定価格買取制度の下で、もっぱら便益のみを享受してきた。再エネを主力電源にするのであれば、再エネの電気出力変動を吸収し電力需給安定化するための統合コストを適切に負担させるべきだ。

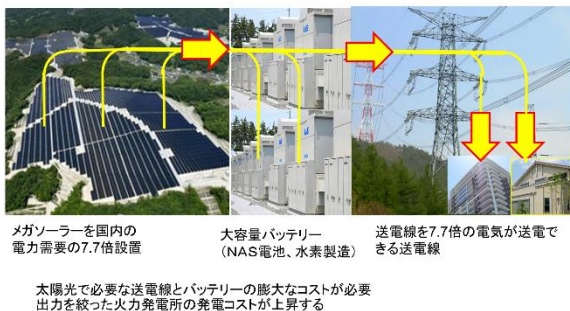
太陽光や風力は他の電源を必要とする



もし太陽光で100%電気を供給するには

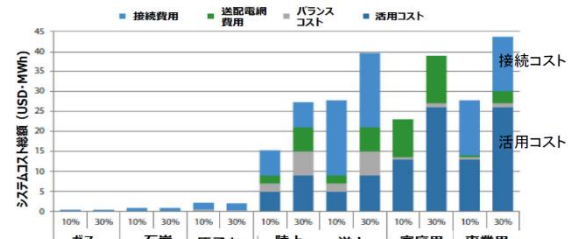


太陽光の電力システムの統合コスト

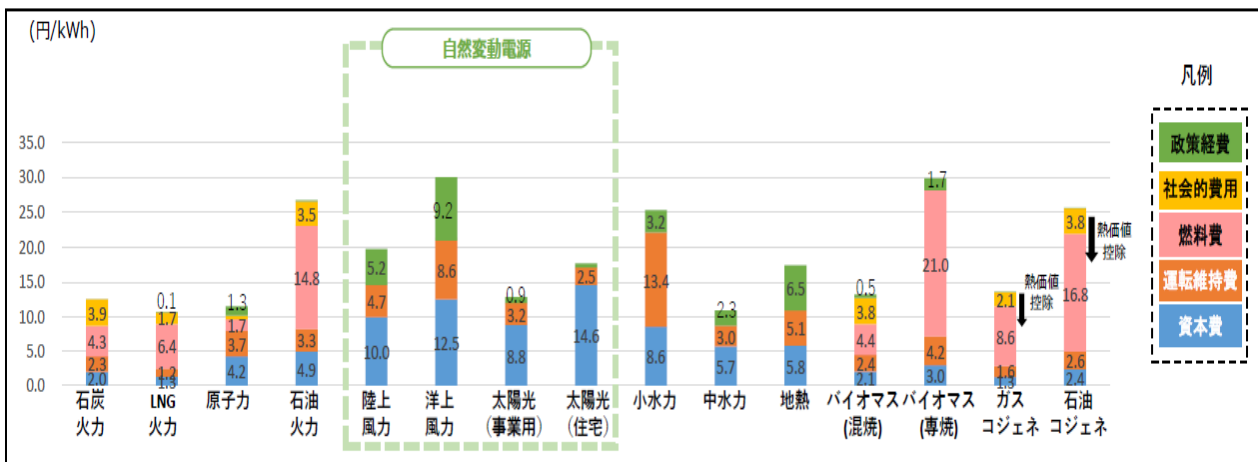


出力が変動する太陽光・風力のシステムコストは高い

◆ 変動性再エネの発電コストは低下しているが、総発電量に占めるシェアの拡大に伴い、接続コスト（電源を送電網に接続するためのコスト）、送配電網コスト（増強）、バランスコスト（変動性再エネの不確実性に備えるためのコスト）、活用コスト（需要と無関係に発電する再エネを受け入れるための調整用電源の利用率低下等のコストアップ等）が増大



再エネ、特に洋上風力のコストは極めて高い。



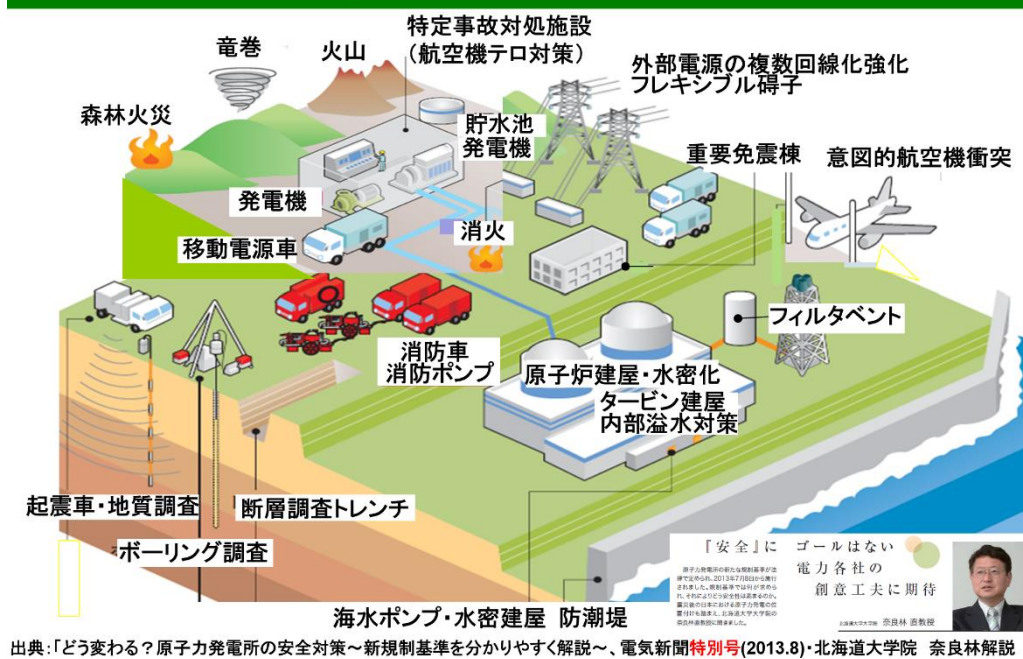
⑦福島第一原発事故の教訓を基に採られた、世界一の安全対策を国民に周知せよ

福島原発事故以降の安全対策の強化は他国に例を見ない。その結果、事故の発生確率は1億分の1に低下した。日本の原発こそ自然災害に対して最も強靱かつ安全な電源である。

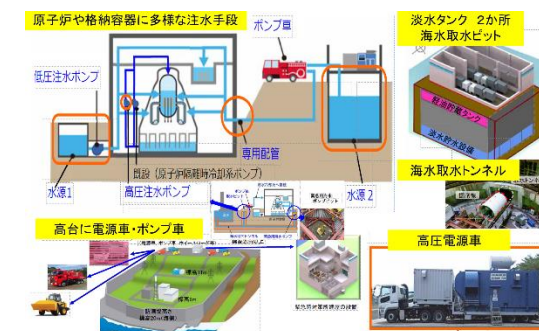
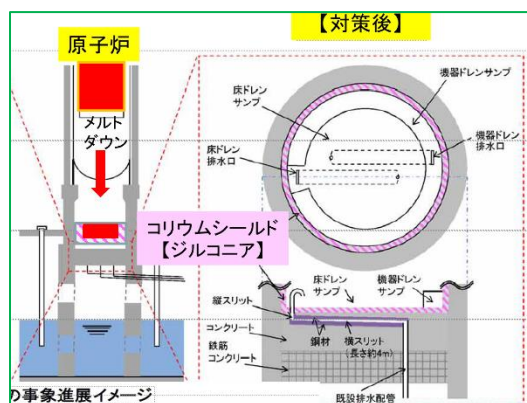
この原子力発電所の強靱性を正当に評価すべきである。自然災害に弱い再エネの欠点を補うには、原子力発電の活用が重要である。今こそ国産技術である原子力を正当に評価する時だ。再エネ最優先政策は中国企業へ国費が流出しエネルギー安全保障上も問題である。

(⑦奈良林、金氏)

新規制基準の概要



放射性物質を漉しとり排気するフィルターベントや簡易コアキャッチャーも設置



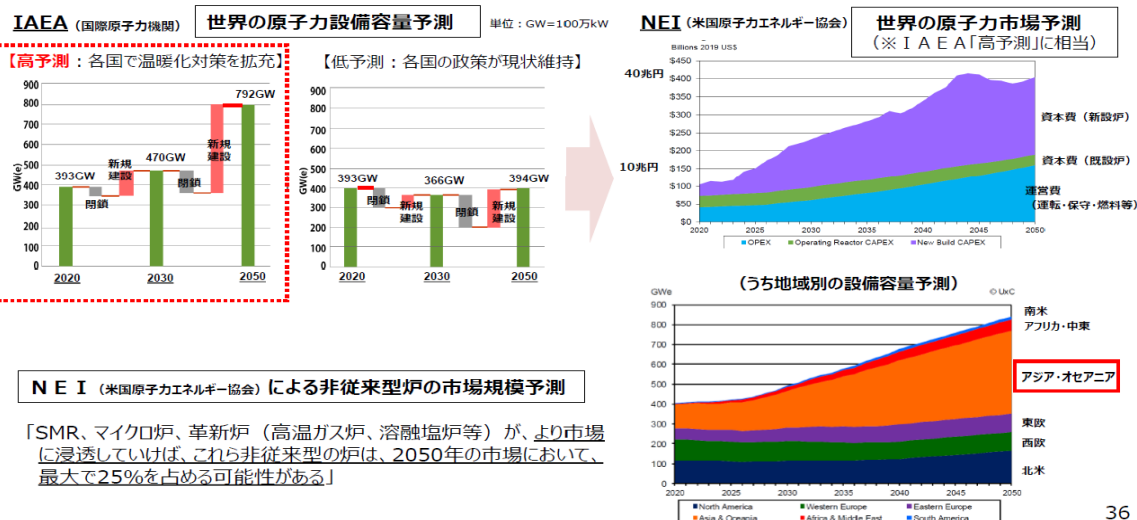
⑧国が支援して我が国の優れた原子力技術の輸出を進め、温暖化防止に貢献せよ

米国バイデン政権は35年までに発電部門の温暖化ガスの排出量を実質ゼロとし、脱ロシアを推進する方針を掲げ、連邦エネルギー省（DOE）も具体的施策を推進している。脱原発のドイツやスイスを除き、欧州も全体として原子力を活用する。中国政府も独自開発の原発開発を決めた。日本はこの世界潮流から取り残されてはならない。

最新の国際エネルギー機関（IEA）の報告書では、日本で最も安価で安定した電源は原子力であるとされている。再エネ機器のほとんどは海外からの輸入であるのに対し、原子力の技術自給率は100%だ。国内産業への貢献度も大きい。原発再稼働が必要だ。（⑧奈良林）

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**に応える伸び（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。）



36

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。

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



48

⑨革新軽水炉の新增設を国が支援して早期に実現し、サプライチェーンを復活せよ

低廉な電力を安定に供給して我が国の産業を強化して成長軌道に乗せるためには、まずは、安全性を高めた革新軽水炉の新增設を具体化し、建設を開始することが重要である。新增設のための国の補助・融資や、地元の理解活動、立地地域の貢献に対する大都市住民の理解増進等、財政や国民理解を得るために、国の支援措置を設けることが必要である。

革新軽水炉の新增設・リプレース①

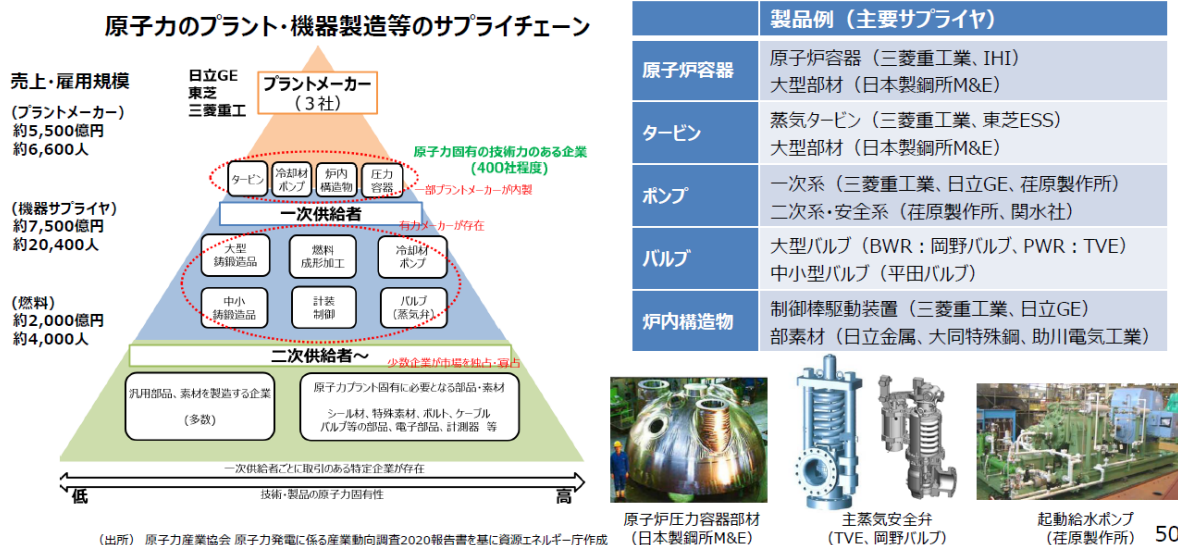
革新軽水炉「SRZ-1200」

三菱重工ニュース 2022-09-29

コアキャッチャー（熔融燃料の受け皿）
や放射性物質の放出防止を強化
120万kW



- 原子力産業は多くのサプライヤー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。



⑩革新炉の開発は、優秀な人材が集まり技術革新を促すので、成長戦略の要とせよ

原子力発電所の建設には、ネジ一本までの厳格な品質管理が必要であるが、長期間の原発発注の中断により、原子力産業を支えてきたサプライチェーンの基盤である中小企業群やメーカーの衰退が著しい。技術がかりうじて残っている今、新增設に着手すべきだ。輸出用小型モジュール炉や点検ロボットの開発が急がれる。裾野が広い原子力関連産業の維持・継承は安全保障上も重要だ。

政府は海外への原発技術の輸出を支援すべきだ。国が原子力の活用舵を切れば、優秀な学生が集まり、産業界も活気を取り戻す。人材育成と技術継承を行い、技術の維持発展を図り、水素製造などの広範なエネルギーや医薬品の供給源として我が国の成長戦略の要の1つとせよ。

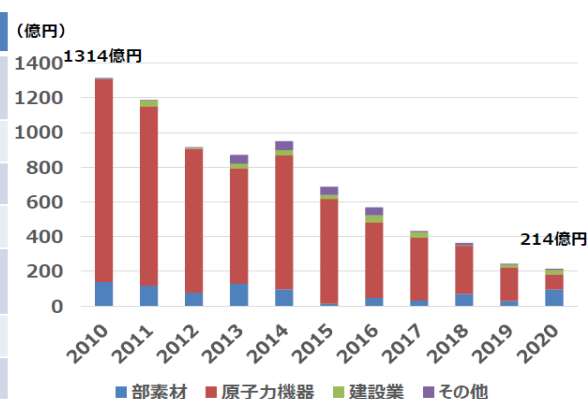
- 一部の中枢部品・部材のサプライヤーは、**海外プロジェクトにも多数参画**してきた。他方、近年では**西側諸国の市場低迷や中韓の国産化率向上に伴い、輸出高は震災前の1/5以下**に。
- 国内市場が限定的な中で、国内サプライヤーが、海外原子力プロジェクトに継続して参画することで、**技術・人材の維持や海外技術のキャッチアップを図っていくべきではないか**。

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



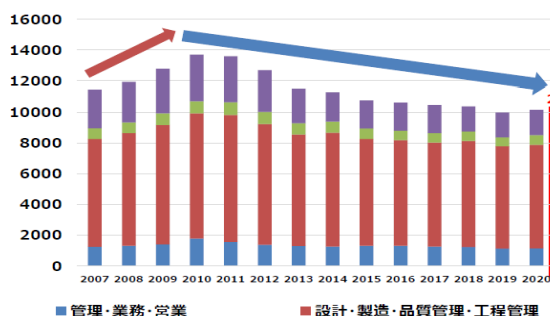
（出所） 日本原子力産業協会資料に基づき資源エネルギー庁にて資料作成

56

- 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。

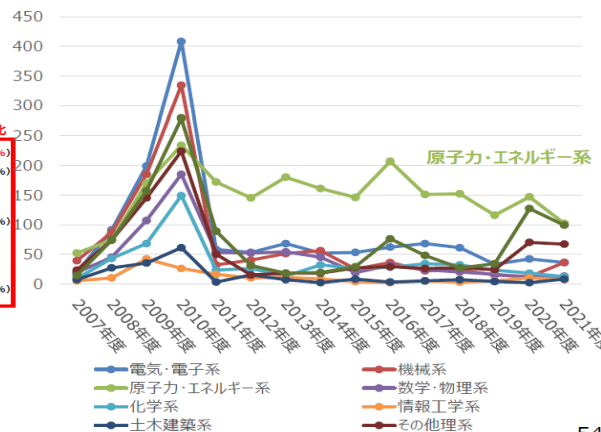
※学科・専攻名に「原子力」が含まれる学科・専攻。

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

54

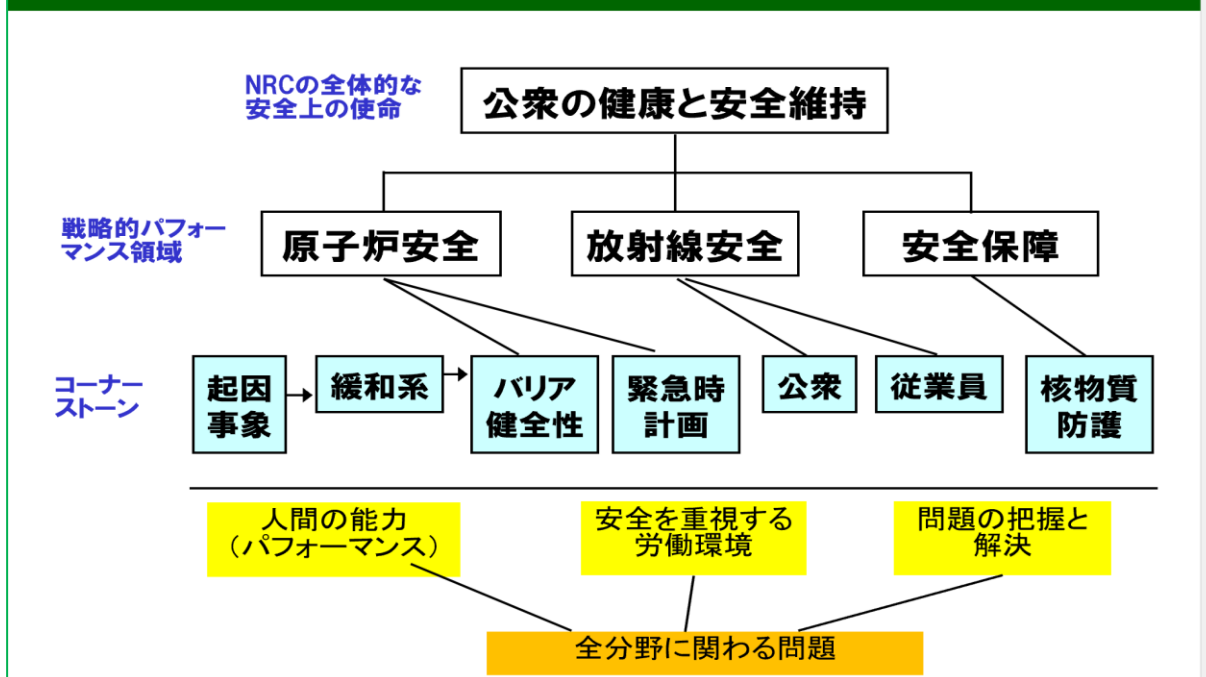
⑪ 原子力規制委員会は規制を合理化して行政手続法を順守し、再稼働審査を加速せよ

福島原発事故以降、国民の原子力に対する信頼は大きく低下した。信頼回復のために関係者は襟を正して、緊張感を持って安全点検に取り組まねばならないのは言うまでも無いが、原子力規制委員会の再稼働審査による審査は申請してから9年を超えるプラントも出ている。これは安全性を確保しつつ、原子力を運転させるという原子力安全規制の本来の姿を大きく逸脱したものだ。原子力を活用しなくてはならない状況下において、審査条件の明示、審査は概ね2年で審査を終える行政手続法を遵守できるように、原子力規制の正常化・合理化が不可欠だ。それには、学協会の規格の活用、事業者と規制側が真摯で対等な議論を可能とし、再稼働審査を加速すべきだ。

米国NRCの規制のスタンス

- (1) アメリカNRCは22年前の北風から太陽政策に变身
 SALP: 違反があれば、すぐに罰金を徴収
 ROP: 原子力発電所で良い運転成績のプラントは、Basic Line (年間1800時間) 検査のみ。
 電力をまず信頼して、情報交換を促進する。
- (2) **NRCは、事業者の自主性を引き出す規制の姿勢**
- (3) アメリカの電力会社は、NRCを信頼し、人事、経営情報以外の発電所に関する全ての情報をNRCに提供。
- (4) 電力は経営上、原子力の安全運転が第一を基本、科学的な合理性を追求している。
- (5) 電力は、CBM(状態監視保全)及びOLM(運転中保全)の採用による**科学的・合理的な保全方式・周期を選択**。

ROPで着目する7つの礎石(コーナーストーン)



⑫ 60 年超の運転期間の延長と運転中保全を実現せよ

新規性基準に基づく安全対策工事で、格納容器の過圧破損防止対策としてフィルターベントや溶融物対策としてコリウムシールド（簡易コアキャッチャーG が設置されており、安全性も大幅に向上した最新鋭の革新型軽水炉に遜色ないレベルまでリニューアルされている。原子炉の中性子照射は炉の実照射の運転時間で劣化評価がされるのであるから、運転停止期間も科学技術的評価で考慮された形になる。また、欧米の原発の保全活動（メンテナンス）は、運転中にも行い、事故トラブルを減らして設備利用率を 70%から 95%台まで向上させることに成功している。我が国でも速やかに導入し、電力需給逼迫を緩和すべきだ。

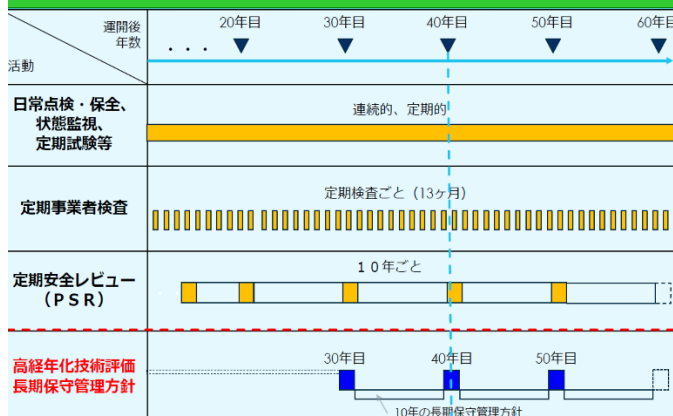
海外の規制制度と日本(1/2)

1. 世界の規制当局と電力が、**緊張感を持った協調体制**を確立
特にアメリカの規制は2000年のROP採用で、北風から太陽政策に大転換。
Dr. Nils Diaz NRC元委員長:
「規制当局(NRC)は、国民の健康を放射線障害から守ることが責務。その為NRCは電力の安全運転を監督。」
Dr. Joe Colvin NEI元会長
「電力会社は、電力の安定供給及び利益確保が社会的責務であり、その為原子力の安全運転が重要。NRCも電力も安全運転は最重要であり、従来のように喧嘩する必要はなく協調すべき。」
2. OLM(運転中保全)とCBM(状態監視保全)の徹底
燃料交換時の保全 20%、運転中の保全 80%
日本は逆の80%対20%。

規制に対する福島第一事故の教訓

- マネージメントの失敗
 - 緊急事態に政府の強い介入(狭い視野)
 - あらかじめ広い視野から対応を準備しておく必要性
 - 専門家の活用が不十分
- 原子力安全規制の失敗
 - 原子力安全を目標としていなかった(法律遵守ばかり)
 - リスクの低い、もしくはリスクとは関係ないQMSの形式
「木の葉を検査し、森を見ない」審査に規制資源を投入。
 - 国際標準を無視したガラパゴス規制、役所のリスクを避ける規制。B5bの導入遅延。過酷事故対策の不備。
 - 重要度分類に基づく、総合的なリスク判断の欠如

原子力発電所の保全活動の概要

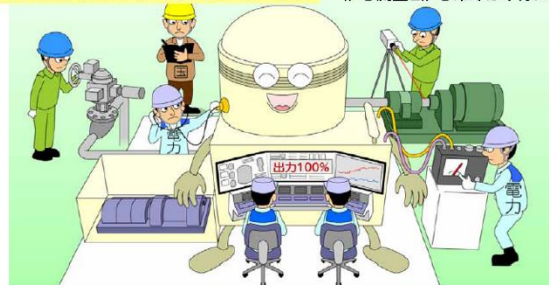


原子力発電所の運転中保全

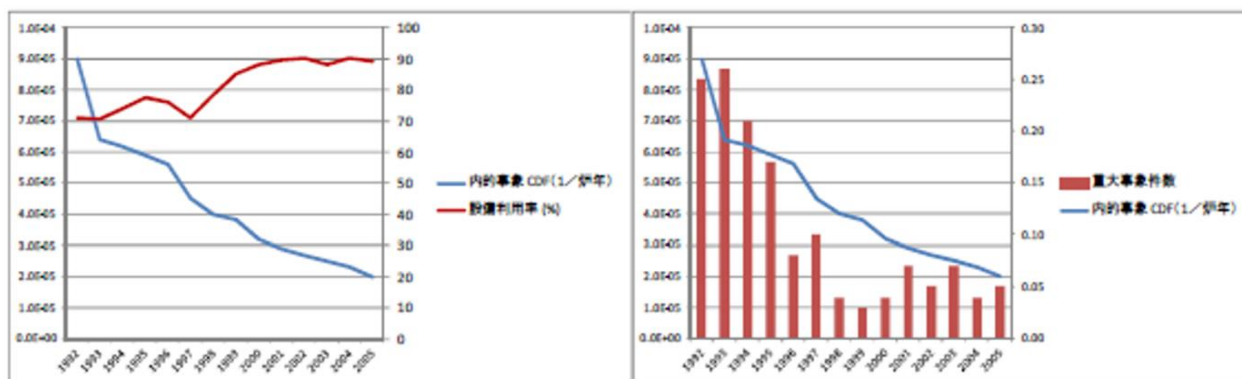
原子力発電所は**定格運転中が安全**：
複数系統あれば、運転中保全が可能

原子炉運転中

炉心流量と炉心冷却は十分に確保



原子力発電所自体は移動しない→運転中保全に際して十分な人的・物的支援が可能。安全系の保全に関してリスク評価要



<http://fundea.co.jp/business/atomic.html>

図4 CDF, 重大事象件数, 設備利用率の推移

⑬再処理施設の営業運転開始を急ぎ、高速炉による核のゴミの焼却技術を開発せよ

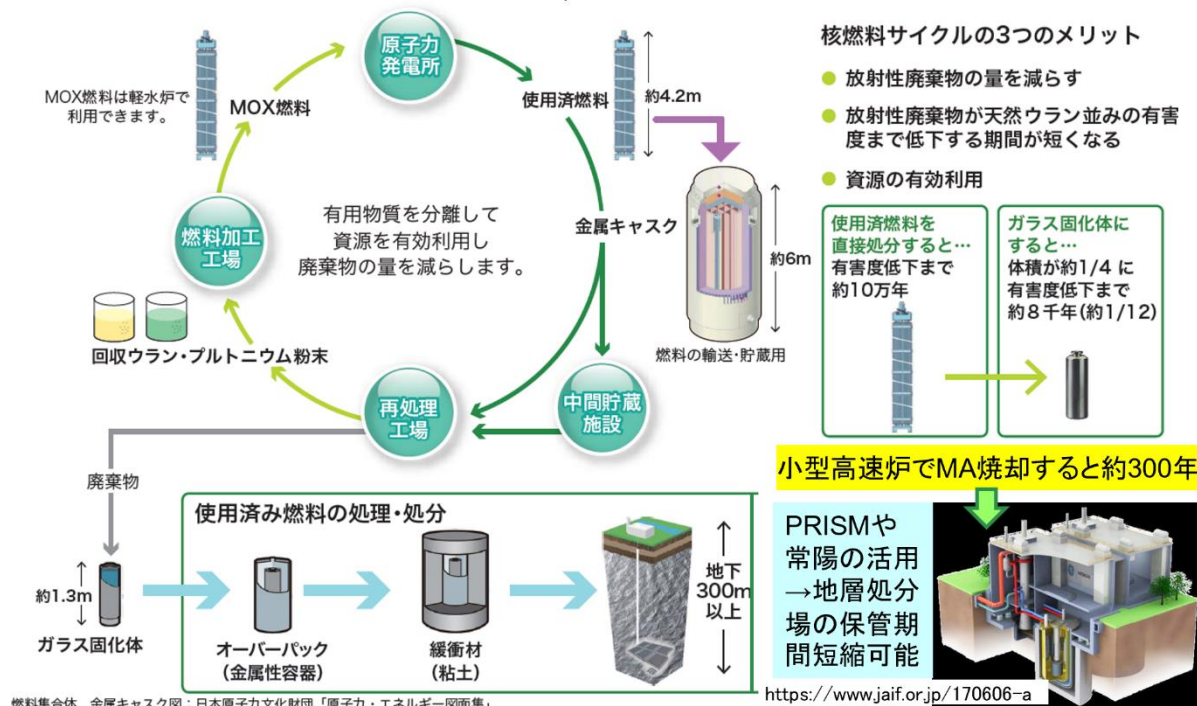
現在のウラン生産は、カザフスタン、ロシア、中国の企業が世界の55%を占めている。核燃料の調達には、地政学的なリスクも踏まえて明確な方針を確立する必要がある。我が国の保有するプルトニウムは核兵器に転用できない軽水炉由来であり、日本の宝として大いに活用すべきだ。

高速炉でいわゆる核のゴミを燃焼すれば放射能の有害期間を大幅に短縮できる。高速炉運転の副次的産物として放射性同位体の製造が可能となり数兆円の市場が見込まれる。

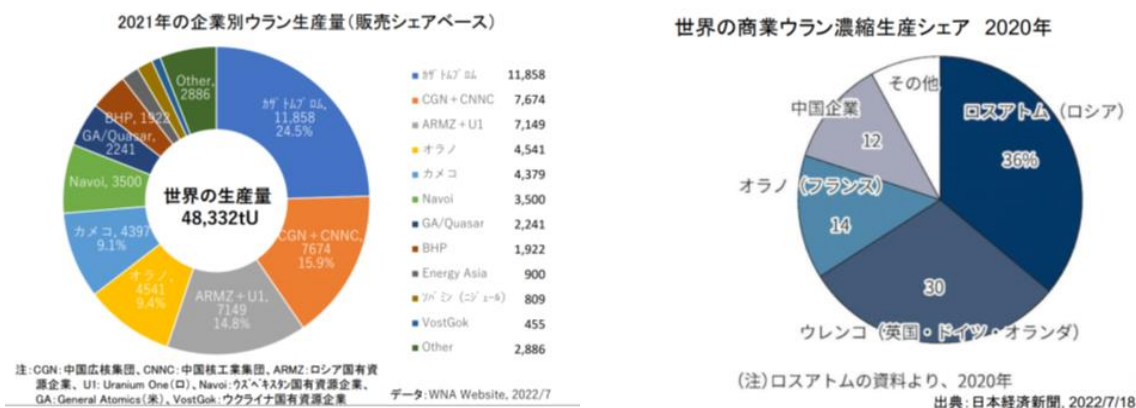
したがって、高額のコストを必要とするもんじゅの廃炉を凍結し、常陽の安全対策工事を優先し、常陽の運転を再開すべきだ。（桂川）

核燃料サイクルと地層処分、高速炉の活用

日本は、原子力発電所の使用済燃料を再処理し、回収されるウランとプルトニウムを再利用しつつ、廃棄物の発生量を抑える「核燃料サイクル」を推進しています。小型高速炉(SMR)で有害度の高い核種(MA)を焼却すると保管期間を約300年に短縮。



ロシアのウクライナ侵攻で明らかになったように、エネルギー源の確保が最重要である。しかし現在のウラン生産は、カザフスタン、ロシア、中国の企業が世界の55%を占め、そのウラン濃縮もロシアと中国で世界の48%を占めている。核燃料の調達には、地政学的なリスクも踏まえて明確な方針を確立する必要がある。我が国の保有するプルトニウムは核兵器に転用できない軽水炉由来であり、日本の宝として大いに活用すべきだ。



⑭国は高レベル廃棄物の地層処分地選定に、多くの自治体が参加できる環境を整備せよ

最終処分基本方針（2015 年改訂）は、処分地選定に国民の対話を促す政策を導入し、一定の成果を挙げているが、全国で開催される説明会の参加は低調に推移している。対話政策は、国民社会が信頼する最終処分実施機関の存在が成否の鍵を握っている。最終処分実施機関は、処分地選定など国民の負託に応える一層の高いガバナンスを備えた自立的な経営能力が求められているので、現行の最終処分法に基づく電気事業者の発意で設立された認可法人に代わり、国による非営利事業法人とするなどして原子力発電環境整備機構を抜本的に強化すべきだ。

■北海道神恵内村及び寿都町における文献調査の実施（2020 年）に見られるように一定の成果を挙げていると評価できるが、さらに、文献調査に応じる自治体が多く望まれる。国及び NUMO は全国説明会を開催し情報共有に努めているが、2018 年 5 月以降、延べ参加人数 4000 名と参加者は低調であり、対話政策は、所期の成果を挙げているとはいいがたい。最終処分事業について、国民がその重要性を認識し理解を深める上で、多くの参加者をもとに説明会等が開催されることは最も基本的な事項であり、解決に向けた仕組みが必要である。

一方、最終処分基本方針に示される国が前面に出ることや地域に対する支援は、中長期的な観点からも継続して政策の柱とされる事項であり、最終処分法でしっかり制度化すべきだ。

最終処分法の制定段階で、最終処分事業は、信頼性よりも効率性を重視する制度設計が実施された（高レベル放射性廃棄物処分懇談会報告書（1998 年））。最終処分実施主体は、電気事業者の発意で設立された認可法人として原子力発電環境整備機構が設立された。最終処分事業は、福島原子力事故以来、一層の信頼性が求められており、高いガバナンスを備えた自立的な経営能力を有する最終処分実施主体とするべく、原子力発電環境整備機構を抜本的に強化することが必要だ。

欧米における最終処分政策の失敗経験

1. 意志決定プロセスの見直し

「決定・通知・擁護」型 (decide, announce and defend model)

→ 「参画・相互作用・協力」型 (engage, interact and co-operate model)

対話

協働 (partnership)

- 最適な技術を訴求するとする伝統的なアプローチから社会の支持および分配面の公平を重視するアプローチの実現
- 技術的な保証に加えて参加型意志決定を念頭においたプロセスが重要
- 段階的 (step-wise/ staged) な意志決定を可能にする概念の導入
- 技術と自治体・社会の仲介役 (メディエータ) 制度の導入
- 社会意志に基づく修正が可能な (reversible) 処分計画の開発

■「参加政策」をもとに出来るだけ多くの最終処分地の選定をするために、他の選択肢はあるか
答 欧米に「参加政策」を制度設計した参考例がある。スイスは、「特別計画」(2008 年)を定め、処分地選定過程における情報提供とコミュニケーションを連邦政府の役割としている。また、連邦政府の主導のもとに、実施主体が推薦した地域毎に「地域会議」が設立されている。ドイツは、実施主体である連邦放射性廃棄物機関 (BGE) ではなく「発熱性放射性廃棄物の最終処分場のサイト選定に関する法律」(2013 年)にもとづく国民各層の代表者からなる「高レベル放射性廃棄物処分委員会」を設置している。

⑮テロ攻撃・軍事攻撃に対する原発防護は、自衛隊やOBを活用して強化せよ

元陸上幕僚長 火箱芳文

原発防護に一定の役割を担う組織と装備ができれば、テロ攻撃や携帯ミサイルの防護により安全・安心を与えることに繋がる。海外には携帯ミサイル攻撃を防ぐワイヤーフェンスや航空機テロ対策の航空機障害物が設置されている。有事に対応するためにも、平時から警察の警備に加え、原発に自衛隊が常駐するか、OBを活用した民間組織の自衛防護隊が必要である。装甲車の配備も必要だ。出動要請を受けた自衛隊の到着まで、自衛組織が火器や重機を使用できる法改正を行なえ。法改正が困難であれば、自衛隊常駐を可能とするに道を拓け。

■原発への攻撃を深刻に懸念

ロシアがウクライナに侵攻して8カ月以上が経った。この戦争で懸念される1つが、ロシアによる原子力発電所への攻撃である。ロシアは3月サボリージャ原発を攻撃し、掌握した。8月下旬には同原発に対する砲撃を、9月にも、南ウクライナ原発の周辺でミサイル攻撃があった。原発が攻撃され破壊された場合、広い地域に深刻な影響が出る。

■「破壊行為の後」でなければ動けない自衛隊

現行の自衛隊法には、平時からグレーゾーン事態における原発防護の規定はない。テロ行為による施設等の破壊の恐れがある場合（自衛隊法81条の2）は、内閣総理大臣が自衛隊に警護出動を命じることになっているが、警護対象は日本国内の米軍施設、自衛隊施設に限られており、原発は重要防護施設から外れている。平時の原子力発電所は警察が常駐して警備することになっており、自衛隊の任務にはない。自衛隊はテロ等の破壊行為があり、警察力で対処できない場合は、内閣総理大臣の命令により治安出動（自衛隊法78条および81条）により対応することになる。現行の防衛計画の大綱（30大綱）には原発の防護について、「島嶼部を含む我が国に対する攻撃への対応」の項目の中で「ゲリラ・特殊部隊による攻撃に対しては、原子力発電所等の重要施設の防護並びに侵入した部隊の搜索及び撃破を行う」とあるだけである。これはあくまで有事の対応であり、平時の自衛隊には原発の防護任務はない。平時原発に対するテロで恐れるのは少数の武装工作員等による原発施設、事業者への襲撃である。襲撃などに対して軽武装の警察と丸腰の職員で原発施設の防護を期待するのは酷である。有事に遅滞なく対応するためには、平時から警察の警備に加え原発防護の自衛体制を確立しておくことが必要だ。このため 警察の警備に加え原発に自衛隊が常駐するか、OBを活用した民間組織の自衛防護隊を組織することが必要だ。装甲車の配備も必要だ。出動要請を受けた自衛隊の到着まで、自衛組織が原発防護のため火器や重機を使用できる法改正とスキルを有する自衛隊OBの活用が必要だ。火器等を使用できる法改正が困難であれば自衛隊常駐を可能とする道が拓けるよう陸上自衛隊の増強と法改正をすべきだ。自衛隊が原発防護に一定の役割を担うことができれば、政府の原子力政策により安全・安心を与えることに繋がる。エネルギー安全保障の観点からも原発の防護は極めて重要であり、今までのように、原発の防護を警察と民間の事業者だけに任せておくわけにはいかない。