

日本のエネルギーの未来を支える原子力発電を構想する

Working out for next generation nuclear power to sustain energy in Japan

京都大学

○吉川 榮和

Hidekazu
YOSHIKAWA

Member

森下 和功

Kazunori
MORISHITA

Member

Abstract

Learning from the success of U.S. nuclear power generation, we propose measures that will be accepted by the local communities where next-generation nuclear power generation will be smoothly installed in order to achieve Japan's both goals of carbon neutrality and energy security in future.

Keywords:

next-generation nuclear power generation, carbon neutrality goals, energy security, active learning, SDGs, nuclear energy policy

1. はじめに

著者らが昨年 12 月 1 日に主催したシンビオ社会研究会講演会では、「カーボンニュートラル 50 に向けて：第 6 次エネルギー基本計画(素案)の実現性を問う」をテーマとして総合討論を行っている[1]。そこでは第 6 次エネルギー基本計画の実現性の上での 3 つのポイントとして、①再エネの主力電源化、②原子力は現状維持、③ 2030 年の目標は 46%削減で 2050 年カーボンニュートラル実現を前提としていることに対して、

- (1) 再エネ主力電源化は可能か？
- (2) 原子力発電技術は今後どうするのか？
- (3) この脱炭素化方針は我が国にとって有益か？

について多角的な議論が行われ日本のエネルギー問題のアボリアの諸相と識者の危機感が浮き彫りにされた。

ここではその詳細に立ち入らないが、著者自身はその解決にとくに原子力界の自助努力による次世代の原子力発電の推進と新展開に大きな期待を寄せている。

本稿では次代の方々自身による構想作りの参考に、最近の原子力発電の世界的動向と米国原子力学会で上げている原子力発電の今後の課題を紹介した後、著者の提言を述べる。

2. 世界の原子力発電の動向への米国原子力界の視点

2.1 最近の世界の原子力発電の動向

2022 年 3 月の統計による世界の原子力発電国は 36 カ国で運転中 434 基、建設中 91 基、合計 525 基で炉形では PWR374 基、BWR63 基、重水炉 59 基、ガス炉 12 基、黒鉛減速炉 11 基、LMFBR は 6 基である。国別の運転、建設、廃炉については運転中および建設中の出力総計で、米国、中国、フランス、ロシア、日本、韓国、インドの順、廃炉数で米国、英国、ドイツ、日本の順である。最大の原子力発電国である米国では運転中原子炉は 93 基、建設中 2 基で合計 95 基、第 2 位の中国は運転中 51 基、建設中 26 基で合計 77 基である。日本は運転中 33 基、建設中 2 基、合計 35 基、インドは運転中 22 基、建設中 15 基で合計 37 基である。一方脱原発推進国ドイツは運転中 3 基だが 2022 年中に全部廃炉の予定である。

大型出力の次世代炉では、欧州型 PWR である EPR のフランス、フィンランドや中国での導入や英国への導入計画、韓国の APR1400 の韓国以外の UAE への導入が進んでいる。一方受動安全性で経済性を高めた次世代軽水炉 AP1000 が米国、中国で導入が進んでいる。日本が 90 年代に世界に先駆けて実用化した ABWR については福島事故後安全性を強化した ABWR の再稼働が待たれる。

米国では、既設軽水炉の 40 年から 60 年への運転期間

の延長が進み、さらに 80 年への運転期間延長が出始めている。その一方で米国の新たな動向として小型モジュール炉 (SMR) と非軽水炉型の多様な新型原子炉の研究開発が DOE 支援の先進原子炉立証計画 (ADRP) により活発になっている。とくに 50MWe 出力のモジュラー設計の NuScale 炉の開発が進展し、NRC の設計承認を 2022 年中に得る予定である [2]。

2.2 欧州脱原発環境派への高まる批判

第 2 次世界大戦後朝鮮戦争を経て米ソによる核兵器軍拡競争の高まる中、国連の場で国際原子力機関 IAEA の設立など国際的に原子力の平和利用を先導した米国は、70 年代後期から核不拡散政策を進めようとするが、世界平和のための核兵器禁止は一向に進まない。

一方、平和利用のはずの原子力発電の推進について最近米欧の相反する態度が顕著になっている。それは地球温暖化防止のために原子力発電をクリーンエネルギーとして積極的に評価しようとするかしないかの違いである。欧州の脱原発志向の背景には 1986 年の旧ソ連チェルノビル事故の影響があったが、2011 年 3 月 11 日発生の東日本大震災でメルトダウンを起こした東電福島第一原子力発電所事故が欧州の反原発環境派ばかりでなく、日本国内の脱原発派も勢いづける要因となった。国連の場では地球温暖化防止のための政府間取り組みで、経済先進国だけを対象とした 1997 年の COP3 (京都プロトコル) 以来その取り組みを主導した欧州環境派は、原子力をクリーンエネルギーに含めないように議論を支配してきたからである。

しかし、先進国だけでなく開発途上国も含めなくては最早地球温暖化は止められないという議論が高まった 2015 年パリ協定以来、原子力の除外を主張する欧州環境派の COP 支配への反論が IAEA の場から高まった。それは欧州脱原子力国を除く原子力発電国の総意をまとめた IAEA 事務局長によるイニシアティブにより、開発途上国が主導して 2015 年 9 月 25 日国連が正式に採択した持続的開発目標 (SDGs) [3] に、原子力はクリーンエネルギーばかりでなく多様な SDGs に貢献すると原子力の再認識を訴える IAEA 報告 [4] として 2022 年英国グラスゴーでの COP26 の場に提起され、原子力のキャンペーンに活かされている。

これを機に EU の議論に縛られて原子力の比率を減じて脱原発ドイツに歩調を合わせる姿勢だったフランスが地球温暖化防止に資するため原発建設再開政策に転

換した。米国の原子力学会では、そのような欧州の混乱した地球温暖化防止戦略を批判 [5] する一方で、電気の生活は生活の質を下げ、経済的な機会を失うが、かといって化石燃料依存による地球温暖化を止めなければならない。そのために賢い原子力の国際化を育てていこうという趣旨で、柔軟な原子力、異なったエネルギー市場へのオプション提供によって経済的な成長と生活水準向上を達成する道を展望している [6]。

3. 米国での原子力発電に関する議論

3.1 Capacity factor

米国原発の Capacity factor の 1975 年以来的の歴史的記録を見ると、1985 年以前は 60% だったがそれ以後は向上し 2000 年以降は 90% を越えている。それを裏付けるデータとして原発の Performance indicator (PI) である臨界時自動スクラム回数、安全系作動回数、重大事象発生数、安全系故障回数、強制停止回数、集団被曝線量が着実な減少を示し、米国原発の PI は他国より格段に優秀な成績を残している。そこには事業者あがりの機器信頼性の改善、運転経験の共有、運転プロセスの改善、リスク情報に基づいて重要度の高い機器に保全を集中する方法でパフォーマンスを改善したことが、安全と運転成績の双方の向上に繋がっている [7]。

3.2 経済性にかかわる議論

経済性を取り上げた米国原子力学会ニュース (ANS NN) 2021 年 5 月号では、経済性に関わる議論として 3.1 に述べた原発の capacity factor を他のエネルギーと比較して原子力の経済的優位性を示している。すなわち 2020 年の米国エネルギー情報統計局による年間 capacity factor の比較では原子力 92.5%、地熱 74.3%、天然ガス 56.6%、水力 41.5%、石炭 40.2%、風力 35.4%、太陽光 24.9% である。その他先進原子炉の経済性と市場性の展望、米国は原発を最も必要としているときにそれを失っているとの指摘、原発廃炉が立地地域や原子力事業にもたらす影響、イリノイ州での原発廃炉のもたらす不確実性を論じている。

3.3 東電福島事故への関心

米国原子力学会ニュース (ANS NN) 2021 年 3 月は、東電福島事故 10 年目の特集である。米国原子力学会として事故当時の米国原子力学会自身による事故情報の

収集体制作り，福島事故後の安全性強化にかかる NRC と DOE の基準改定，会長による公衆の低線量被ばくに関わる不安の鎮静化，社会との事故に関わるコミュニケーション上の教訓などを回顧するとともに，事故当時から現在に至る 10 年間の動きを主なフェーズに分けて整理し，今後の課題を写真付きで解説する記事を掲載している。また福島事故プラントの汚水の安全処理のために作られた施設の解説，耐震設計の強化と津波対策について，安全性で妥協することなしにコスト低下を図る設計の在り方を論評している。

3.4 新型原子炉プログラム

米国原子力学会ニュース (ANS NN) 2021 年 4 月号は先進原子炉の開発状況の解説である。2001 年に形成された第 4 世代原子炉開発に関する国際フォーラムで取り組まれた 6 つの炉系の開発とは別個に，米国では DOE 支援の ADRP プログラムが 2000 年に開始され Xenergy, Oklo, TerraPower, NuScale の開発から，今後 ADRP の商用炉開発を目指して多様な方向に展開している。また GAIN という名で構成された 3 つの原子炉（熔融塩炉，高温炉，高速炉）の開発グループの構成を紹介している。

3.5 低線量被ばく問題

米国原子力学会ニュース (ANS NN) 2021 年 9 月号では保健物理に関する動向についても特集記事として，ロックビルに本部のある NRC の緊急時対応センターを紹介している。そこでは福島事故の教訓の反映や新技術への対応に努めていることや，小型モジュール原子炉では緊急時対応が不要と述べている。また国立科学・技術・医学アカデミーが低線量被ばく問題について新たな動向を広報するウェビナールを開催したことや安全性のリスクコミュニケーションが困難なことを指摘している。

3.6 解体廃炉

米国原子力学会ニュース (ANS NN) 2021 年 11 月号では解体廃炉問題を取り上げ，1990 年以來の米国でのそれぞれの原子炉の解体廃炉の経験を紹介している。米国原発の解体廃炉には SAFSTOR と DECON の二つの方法があり，前者は使用済み燃料を抜いてそのまま放置し放射能が減衰してから解体するもので，一方，後者は汚染したコンポーネントや機器や材料を先に除去してからすぐに

プラントを解体する。いずれの方式も 13 原子炉があり，TMI-1 号炉は SAFSTOR の廃炉で 2079 年完了と最長期間である。一方 Zion 1，2 号炉やラクロス炉は DECON 方式で 2022 年に廃炉を終了している（使用済み燃料貯蔵庫は別）。その他研究用原子炉の D&D に関する IAEA による世界の解体廃炉の調査も述べている。実例として Cintichem の研究炉とホットセルの解体廃炉の経過と教訓，サンオノフレ原発解体廃炉の詳細を解説している。

3.7 ゲームを変える

米国原子力学会ニュース (ANS NN) 2021 年 12 月号では，かつてはウランウムの発見がエネルギーのゲームを変えたが，原子力の将来では何がそのゲームを変えるだろうかという関心から，次のようなテーマを取り上げている。①水素エネルギー，②商用原子力船の過去と将来，③原子力とクリプトカレンシーマイニング，④新たなセンサー技術は O&M 費用を軽減でき，その適用は先進原子炉の経済的な有用性（バイアビリティ）を保証する，⑤原子力のもたらす明るい未来のイメージを伝えるように産業の語り口を変えよう，など。

4. 結び—日本の原子力への示唆と提言

1986 年旧ソ連で発生したチェルノビル事故は，当時の世界情勢を揺るがす大事件だった。チェルノビル事故後ほどなく旧ソ連・東欧共産圏はほどなく瓦解し，ドイツ，オーストリア，スイスなど中央諸国にも拡散したチェルノビル事故による大量の環境放射能汚染は，これらの国々を中心に欧州諸国の脱原発志向を強めた。

その後世界の原子力開発国で原発シビアアクシデント対策の強化が共通の緊急課題となった。だが不思議にも日本では 1990 年代からの原子力事業界の“日本原発の安全神話”の流布で原発シビアアクシデント対策の強化が看過され，それが 2011 年 3 月の東日本大震災時の東電福島事故の遠因となった。このことが原子力への国民の信頼観を失わせた。その後 11 年を経ても我が国ではいくら安全規制を強化しても電力事業界が想定し，CN50 を目指して政府が目指すこれからのエネルギー基本計画でその前提とする原子力比率を達成するための原発再稼働を阻んでいる。

その理由はなぜか？それは日本では原発推進派も反原発派も「反米」だったためである。就中反原発派は，東電

福島事故後脱原発に踏み切った（地球温暖化防止の欧州環境派守護神たるドイツの）メルケル政権を見習え、と益々声高になってきた。しかし 2021 年 10 月の英国での COP26 で IAEA による原子力は SDG s に貢献するクリーンエネルギーであるとのキャンペーンで 1997 年の京都プロトコル以来「原発は地球温暖化防止に貢献するクリーンエネルギーとは認められない」と COP の場でヘゲモニーを取ってきた欧州の環境保護派の座は揺らぎ、欧州のフランスを含めて世界は原子力発電への回帰が始まった。

そして今年 2 月以来ウクライナへのロシアの侵略開始で世界のエネルギー供給構造の混乱が始まった。この戦争の帰趨が如何であれ、我が国のようにエネルギー資源が乏しくエネルギーセキュリティの不安な国では 30 年後のカーボンネットゼロもさることながら明日のエネルギー供給が大きな課題となってきた。何でも反対の感情的反原発派やその主張に同調し、不可解な法論理で判決するシンパの裁判官などにお付き合いしている余裕もないだろう。

要は、国防にもエネルギー供給にも、世界の先頭を切って原子力を活かしている同盟国の米国の原子力発電事業のやり方に、これからの我が原子力事業界はますます深く学ぶべきである。そのやり方は文部科学省が初等中等教育の学習指導要領に取り入れようとしている「主体的で対話的そして深い学び」（アクティブラーニング）[8]の原子力事業者自身による実践が第一であり、次いで国民全般にアクティブ・ラーニングの対象を広げていく。

本稿では、まずは著者の知る範囲で米国原子力学会の最近の動向をお伝えした。最後に米国の原子力事業の成功に学んで、「日本のエネルギーの未来を支える大出力次世代原発」が地域社会との共生によって達成する道として次の 3 つのアプローチを提言する。

- (1) 既存の原子力電源立地地域との共存共創を目指す原子力事業者への転換の宣言
 - (2) (((事業者内) -地域企業) -地域住民) の 3 層構成のアクティブ・ラーニング体制作り
 - (3) 各立地地域での次の 3 つの原発の段階的目標達成
- ①これまでのエネルギー基本計画で想定しているすべての原発の再稼働と原発の運用で米国の成功に学び、PI を向上させ、安全性、経済性、SDG s 親和性をアピールする。
- ②まだ実際には解体廃炉に着手していない原発を再稼

働することの方針転換する。

③既に解体廃炉に着手した原発用地への次世代炉新設の検討を開始する。

原子力発電はこれまで経済性や安全性だけでは考量できない、様々ないわゆる「外部性」の要因でその社会的受容が阻まれてきたとの認識があるようだ[9]。著者は、これからの原子力発電は米国流の精神で事業内にとどまらず、地域、社会全体とのインタラクションを含んだアクティブ・ラーニングの実践で日本の将来のカーボンニュートラル、エネルギー安全保障、そしてその他の多様な SDG s 向上に貢献することを切に願っている。

謝 辞

This work is supported by the ZE Research Program, IAE (ZE2022D-03).

参考文献

- [1] 吉川榮和、森下和功、“シンビオ社会研究会講演会「2050 カーボンニュートラル達成へのベストミックスを考える」報告”, Symbio News & Report 10(3), 2021.
- [2] “24th Annual Nuclear News Reference Section”, Nuclear News March 2022, ANS, pp.41-69.
- [3] 南博、稲場雅紀、“SDG s -危機の時代の羅針盤、岩波新書 1854、2020 年 11 月 20 日
- [4] Nuclear Energy for Net Zero World, IAEA, 2021.
- [5] Matthew L. Wald, “Europe’s confused climate strategy”, Nuclear News March 2022, ANS, pp.29-38.
- [6] Cory Hatch, “Nice Future – Fostering the international adoption of nuclear energy”, Nuclear News March 2022, ANS, pp.24-29.
- [7] Doug True, John Butler, “The nexus between safety and operational performance”, Nuclear News May 2020, ANS, pp.28-36.
- [8] 渡部淳, “アクティブ・ラーニングとは何か”, 岩波新書 1823、2020 年 1 月.
- [9] 日本原子力学会, “エネルギーの外部性と原子力”, 2006 年 9 月 27 日.

日本のエネルギーの未来を支える原子力発電を構想する

京都大学 ○吉川 榮和、森下 和功

今年、比叡山延暦寺を開いた最澄の1200年遠忌の年、右図は空也上人、10世紀の人。阿弥陀聖、市聖と呼ばれて市井の民に尊崇されました。

これからの原子力界の人たち、「忘己利他」で、地域に、日本に、世界に、原子力を活かす取り組みをはじめましょう。



目 次

1. はじめに
 2. 世界の原子力発電の動向と米国原子力界の視点
 2. 1 最近の世界の原子力発電の動向と日本の動向
 2. 2 世界最高の米国原子力発電の運転成績の考察
 3. 我が国のエネルギー基本計画の現実
 4. 提言ーエネ基の目標（CN,エネルギー安全保障）を達成するために我が国原子力のなすべき道
- 付：アクティブ・ラーニング

1. はじめに

- 著者らは昨年12月1日のシンビオ社会研究会講演会で、「カーボンニュートラル50に向けて：第6次エネルギー基本計画(素案)の実現性を問う」総合討論を行った。
- 第6次エネルギー基本計画実現の3つのポイント「①再エネの主力電源化、②原子力は現状維持、③2030年の目標は46%削減、2050年カーボンニュートラルの実現」は、いずれも見通しが暗く日本のエネルギー問題の危機感が浮き彫りになった。
- 今年2月から始まったロシアのウクライナ侵略の長期化は、海外資源に依存する我が国のエネルギー安全保障、電気の安定供給逼迫事態から経済活動全体を根底から揺るがす事態を来している。
- 現状維持（エネ基の前提になっている原子力比率20-22%達成）は難しい。
- 本発表では、その達成を可能とするため原発再稼働の促進と廃炉後のサイトへ次世代大型軽水炉建設を骨子とする提言を行う。

2. 世界の原子力発電と米国原子力界の動向

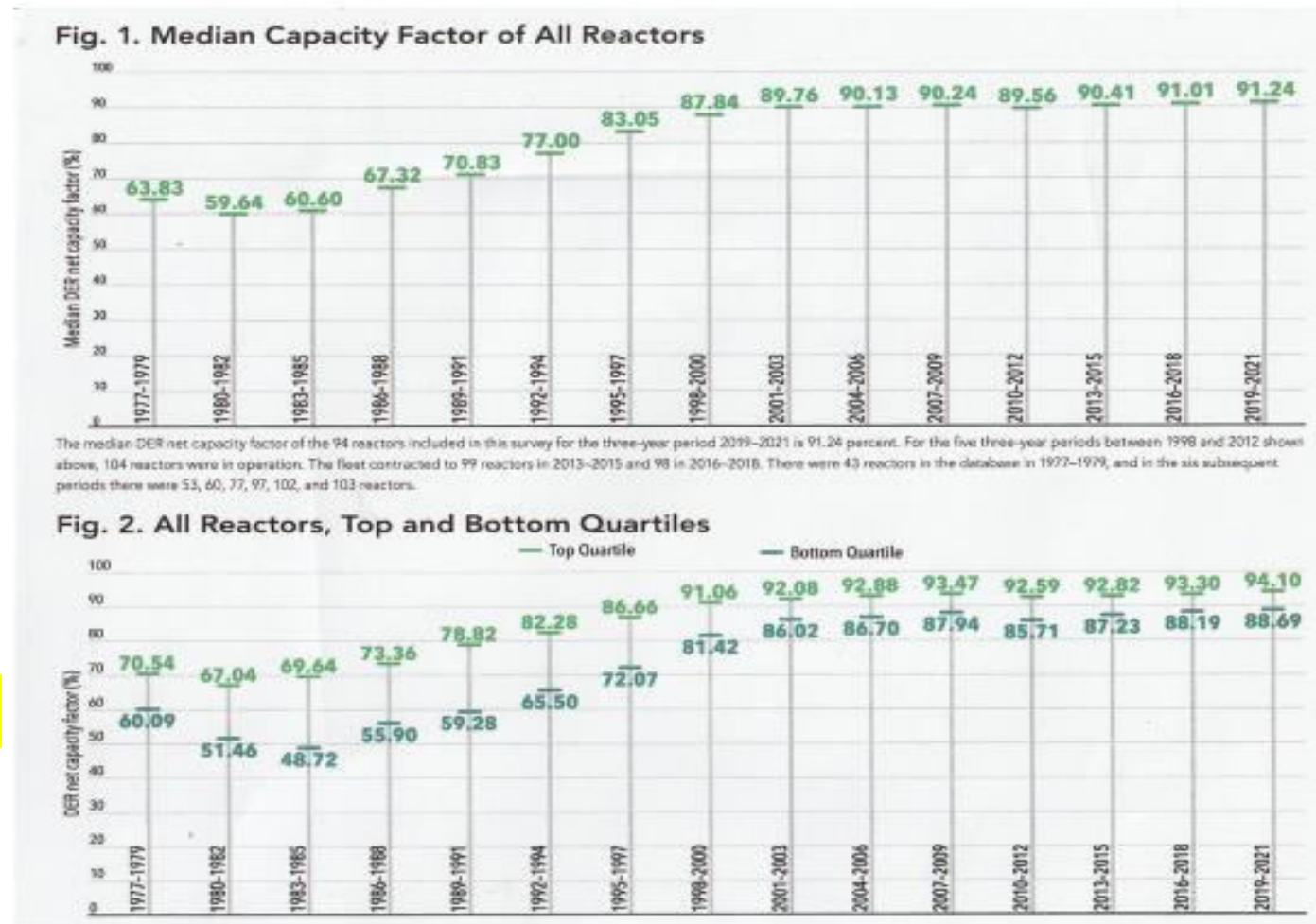
2. 1 最近の世界の原子力発電と日本の動向（2022年3月統計）

- 世界の原子力発電国は発展途上国にも拡大し、現在36カ国：運転中434基、建設中91基、合計525基（PWR374基、BWR63基、重水炉59基、ガス炉12基、黒鉛減速炉11基、LMFBR6基）。発展途上国だった中国、インドも今では原子力大国
- 運転中・建設中の出力総計で、米、中、仏、露、日、韓、印の順（最大の原子力発電国米国は運転中93基、建設中2基で計95基、第2位は中国で運転中51基、建設中26基で計77基。日本は運転中33基、建設中2基で計35基、印は運転中22基、建設中15基で計37基）
- 廃炉数は米、英、独、日本の順 廃炉の理由は国により異なる（政策、市場、社会技術的要因、事故）
- 日本では福島事故を契機に原発の廃炉が急増。米国ではガス火力との競合で廃炉が増え、今後SMR等の新型炉導入を検討（DOE支援のADRP等）
脱原発推進国の独は運転中3基、2022年中にこれも廃炉の予定。

2. 2 世界最高のCapacity factor達成の米国原子力

米国原発のCapacity factorの歴史的遷移 (3年スパンの統計、1977-2021)

中央値

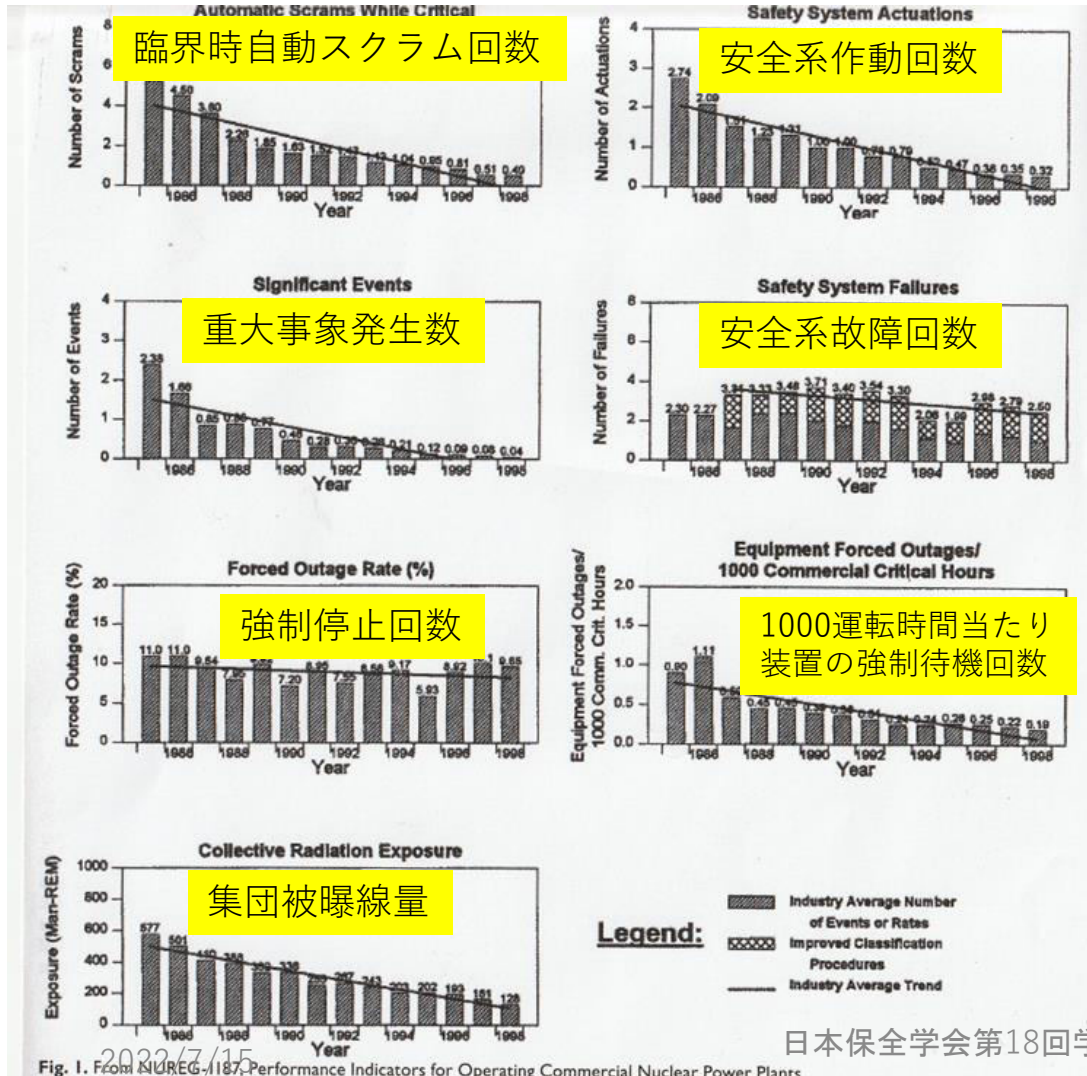


上位と下位4分値

1979年TMI-2事故以来、米国原子力は低迷を脱却して40年、90%を越える世界最高のパフォーマンスを達成

Performance Indicators (PI) の導入

Performance Indicators の種類



PIの向上と国際比較

PII: Performance Indicators Index

WANO平均PII

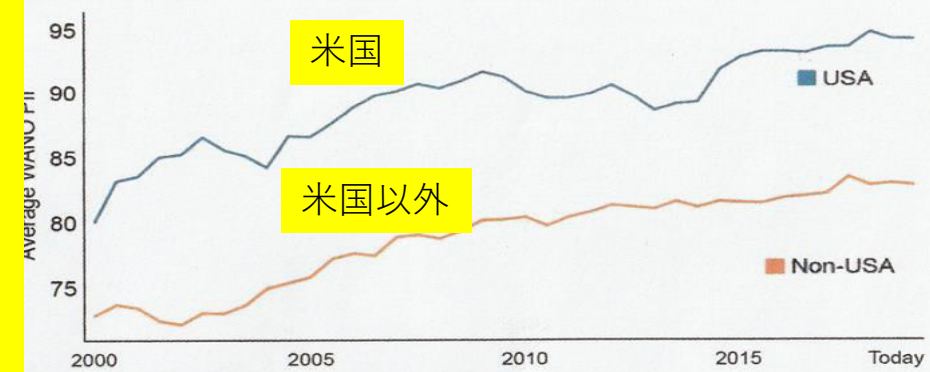


Fig. 2. WANO Performance Indicator Index (PII)

米国内平均PII (INPO)

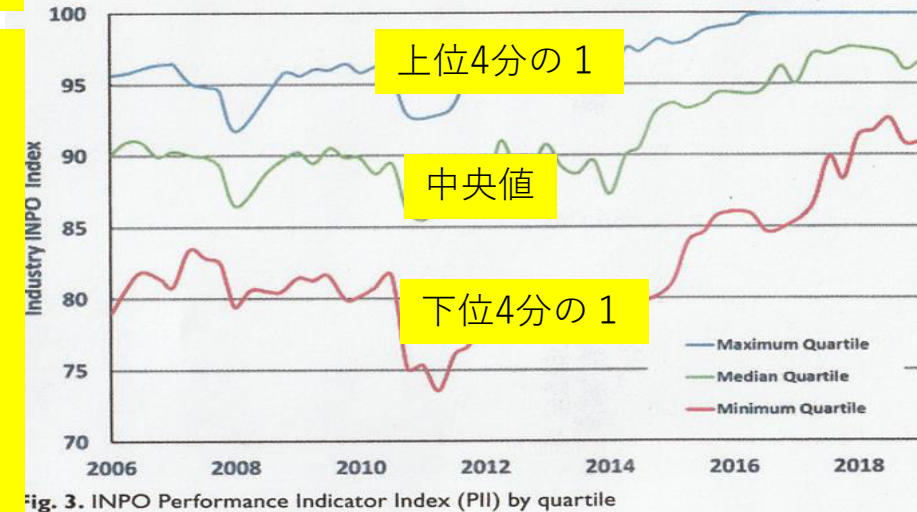
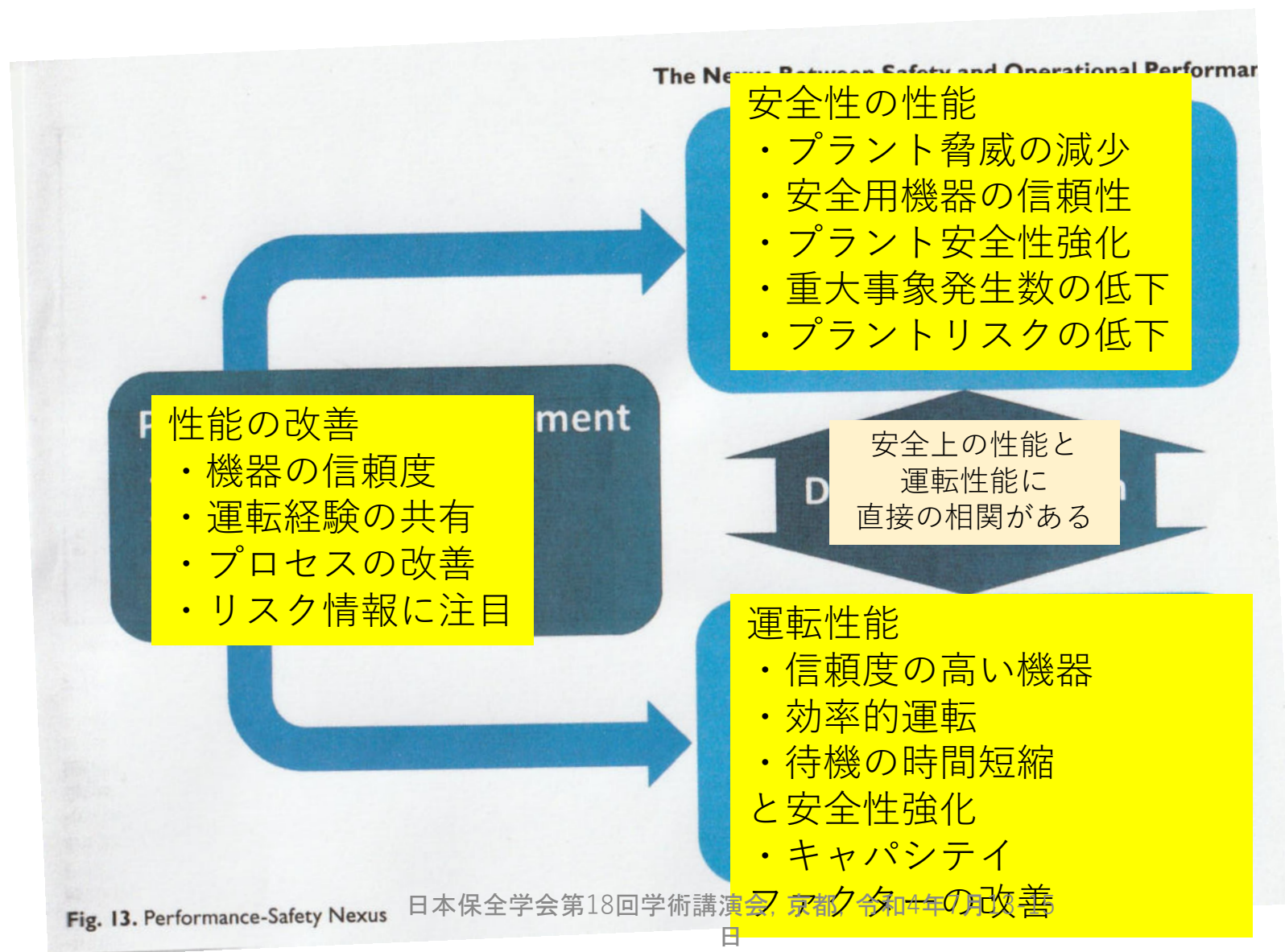


Fig. 3. INPO Performance Indicator Index (PII) by quartile

日本保全学会第18回学術講演会, 京都, 令和4年7月13-15

Risk informed approach のねらい



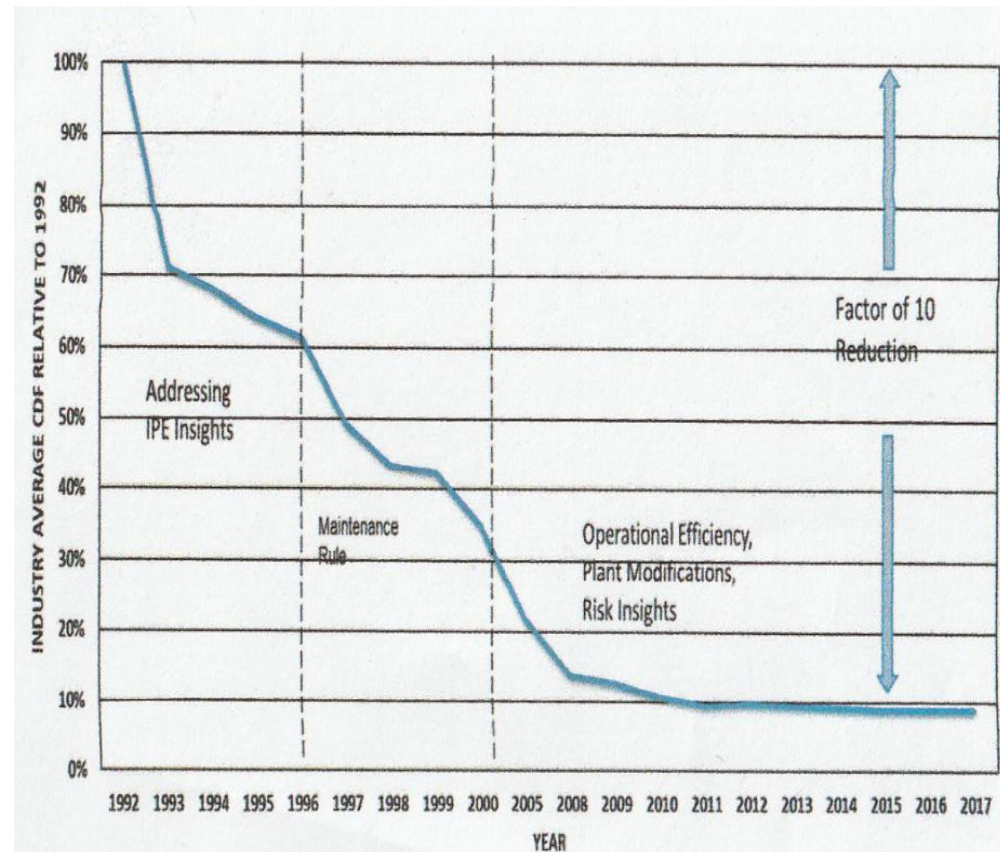
米国のRisk informed approachの特徴と効果

○その最大の特徴は、PRAの活用ー1979年TMI-2事故後PRAを積極的に採用し、その方法論の洗練化の努力である。

○その効果として、例えば計画外トリップ数等のPI改善で、CDFを減少させ、世界一のCapacity factor が達成された

1992のCDFで正規化し、10分の1に低下

- ・プラント個別PRAの導入実施
- ・保全ルール of 改善
- ・運転効率、プラント改善
- ・PRA利用のリスク情報ベースの取り組み

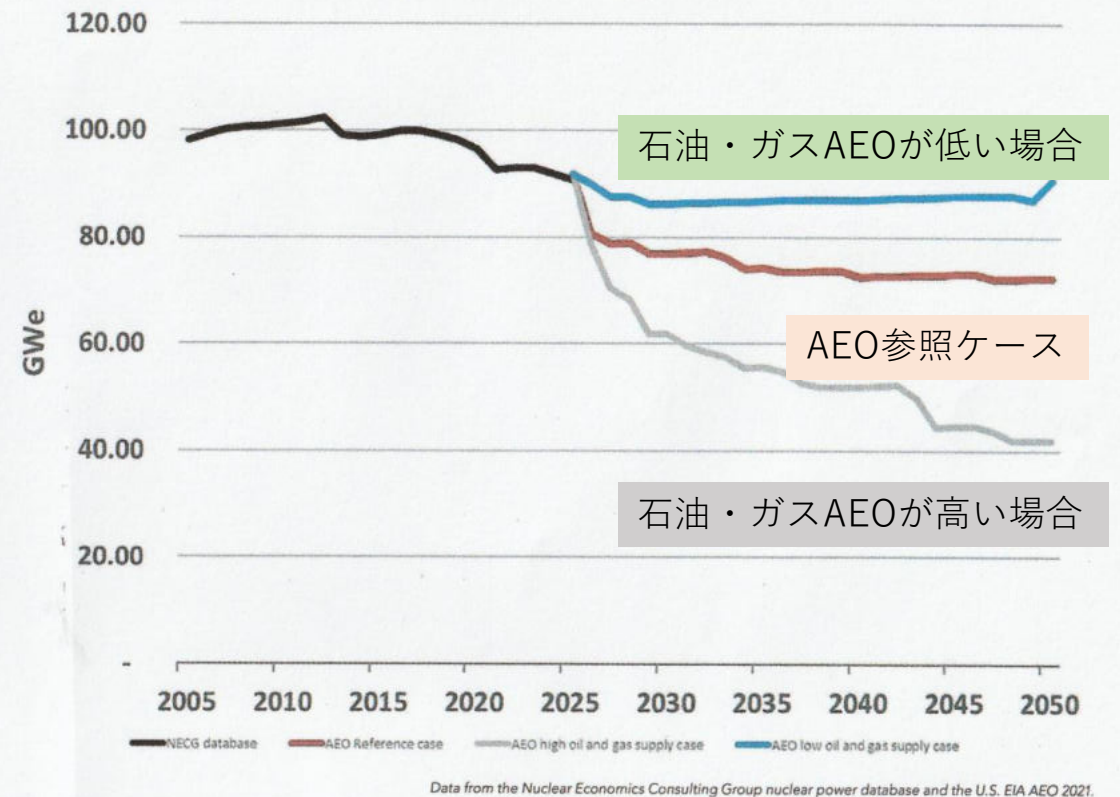


原発平均CDFの傾向 (1992-2018)

米国原発の今後の問題意識

- 米国原発の原子炉出力上昇、定検短縮、60-年80年運転長期化、リスクインベースメンテナンス等による高いCapacity factor達成は、すべての自由化電力市場で石油・ガス火力との競争に勝ち抜くため
- 今後は軽水炉原発の廃炉が増加すると予想（右図参照）それに代わる新規建設としてSMRなど新型炉建設が検討されている。
- 一方で早すぎる廃炉は、①当該地域で原発新設の機会を失う、②クリーンエネルギーを失う、③地域経済上とCN上の問題を懸念し、市場原理から州政府や連邦政府の原子力支援を希望している。

米国原発の総発電量（Gwe）の将来予想（2025年以降）



AEOとは米国エネルギー情報局（EIA）発行の年間エネルギー予測（Annual Energy Outlook 2021）

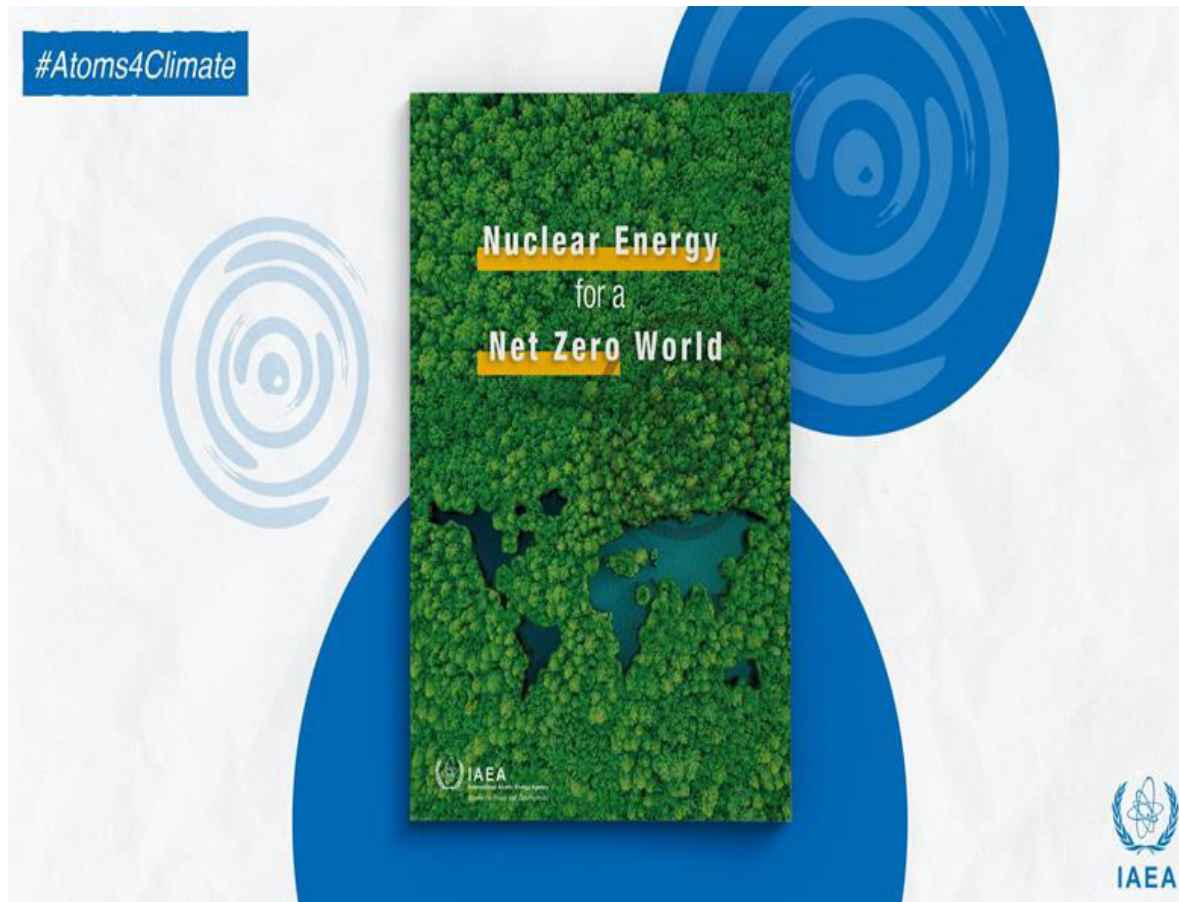
米国原子力界の再生可能エネルギーへの見方

- Capacity factors の他電源との比較（**原発 90%、ガス 60%、風力・太陽光 30%以下**）
- この意味－出力100万キロワットの太陽光発電所といっても実質は30万キロワット、さらに70万キロワットの天然ガス発電所が必要
- **再生可能エネルギーを増やすだけでは、炭酸ガス放出を抑制できないどころか、大規模停電の懸念が増えるとの認識が広がり、原子力は地球温暖化防止に寄与する安定なクリーンエネルギーであると連邦政府、州政府の原発保護政策を期待する声が高まっている。**

国連地球温暖化防止の取組みの場（COP）で 原発をクリーンエネルギーとの認識の転換

- これまで地球温暖化防止の世界的取組みの場（COP）では欧州環境派の主張で、1997年COP3の京都宣言以来ずっと原発はクリーンエネルギーから除外されてきた。
- 2021年10月英国グラスゴウのCOP26で、IAEAが初めて原子力はクリーンエネルギーとして貢献するばかりでなく、多くのSDGsに貢献していると訴え、国連加盟国全体の原子力への認識を改めさせた。
- これまでEU内でドイツに同調のフランスは原発建設を再開する政策に転換した。

IAEA Releases Report on **Nuclear Energy for a Net Zero World** ahead of COP26 Climate Summit, November, 2021



- Foreword by Rafael Mariano Grossi, Director General, IAEA
- COUNTRY STATEMENTS from the government representatives of nine countries (Canada, China, Finland, France, Japan, Poland, Russian Federation, United Kingdom, and United States of America.)

SDGs linkages with nuclear energy and other nuclear technologies.

• Nuclear energy directly contributes

- Goal 7 **Clean energy**
- Goal 8 **Good jobs and economic growth**
- Goal 13 **Protect the planet**
- Goal 17 **Partnerships for the goals**

• Nuclear technology contributes

- Goal 2 **No hunger**
- Goal 3 **Good health**
- Goal 6 **Clean water and sanitation**
- Goal 9 **Innovation and infrastructure**
- Goal 13 **Protect the planet**
- Goal 14 **Life below water**
- Goal 15 **Life on land**
- Goal 17 **Partnerships for the goals**



相変わらず脱原発支持の日本マスコミ

• 脱原発を目指す3つの理由—日本原子力学会誌「福島事故10周年特集号」への朝日新聞論説委員の寄稿

①原発シビリアクシデントは国の根幹を揺るがす。原発事故のリスクは許容できない。

②政府は原発は安いというが、その嘘は福島事故で明らかになった。

③10万年経っても減衰しない高レベル放射性廃棄物の地層処分の高いリスクは許容できない。



3. 我が国のエネルギー基本計画の現実

2030年度における電源構成計画 ー第6次エネルギー基本計画ー

2019年の電力消費実績

- 総発電量：1,45TWh
- 石油火力 3%(36.1TWh)
- 石炭火力 32%(329TWh)
- LNG火力 37%(386TWh)
- 原子力 6%(63.8TWh)
(再生可能エネルギー 合計 19%)
- 水力 8%(87.3TWh)
- 太陽光 7%(69TWh)
- 風力 -(7.7TWh)
- バイオマスと廃棄物 4%(44.6TWh)

- 発電電力量目標値：0.934TWh

- 石油火力 2%程度
- 石炭火力 19%程度
- LNG火力 20%程度
- 原子力 20~22%程度
(再エネ 合計36~38%程度)
- 水力 10.4%
- 太陽光 15.6%
- 風力 5.4%
- 地熱 1.1%
- バイオマス 5%
- 水素・アンモニア 1%程度

温室効果ガス排出を2030年までに46%削減を公約

原子力発電所の現状

Pu サーマル実施(8基)

2022年5月16日時点

エネ基前
提の36基
の再稼働

再稼働
10基

(稼働中 4基、停止中 6基 (起動日))

設置変更許可
7基

(許可日)

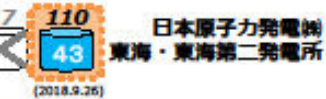
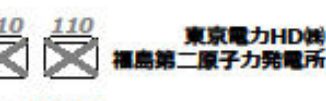
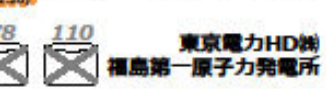
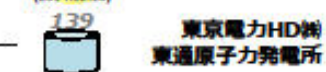
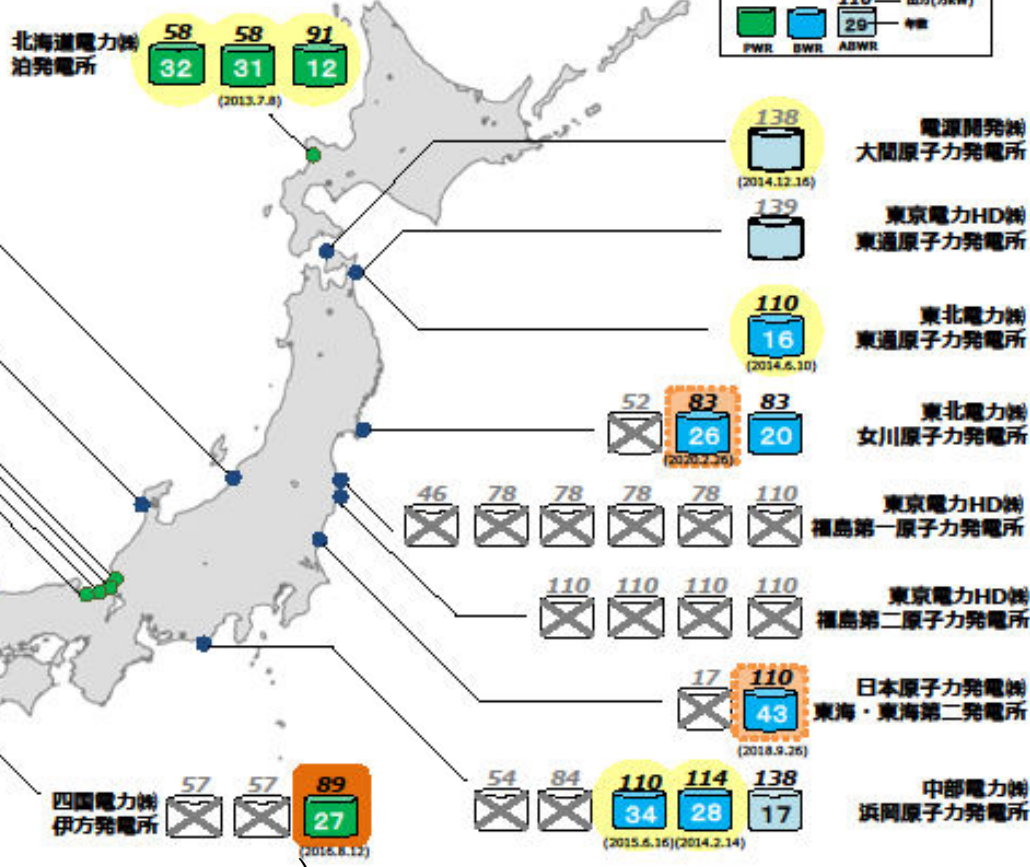
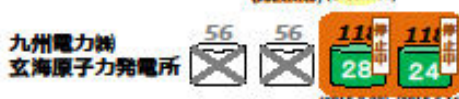
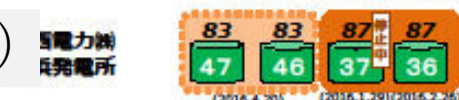
新規規制基準
審査中
10基

(申請日)

未申請
9基

廃炉
24基

Pu (# 3)



Pu (# 1)

Pu (# 3)

Pu (# 4)

Pu (# 3, 4)

Pu (# 2)

Pu (# 3)

Pu (# 3)

2022/7/15

日本保全学会第18回学術講演会, 京都, 令和4年7月13-15
日

16

エネルギー基本計画と原子力発電の現状

- 原子力ではエネ基が前提とする36基の再稼働が見通せないし、具体的な新設計画也没有。一方でこれから40年の寿命を迎える原発が増えています。これでは2030年原発20-22%達成は無理です。各立地地域での再稼働が進まない理由は何か？
- 地域住民による再稼働反対訴訟や住民投票等の反対運動のため、世界最高の規制基準だという規制委員会も裁判になることを予想して審査を厳しくすることが事業者にとって負担となり審査期間の長期化を招く一方、立地地域の再稼働合意への政治プロセスも遅滞する原因になっています。

4. 提言ーエネ基の目標（CN, エネルギー安全保障）を達成するために我が国原子力のなすべき道

地域社会との共生で、エネ基の原子力比率を達成し、さらに「日本のエネルギーの未来を支える大出力次世代原発」へ発展

(1)既存の原子力電源立地地域との共存共創を目指す原子力事業者への転換の宣言

(2)（事業者内-地域企業-地域住民）の3重のアクティブ・ラーニング「主体的で対話的、そして深い学び」の体制作り

➡地域との共生・発展に原子力界はアクティブ・ラーニングの根本理念（クリティカル・シンキング）体得による脱皮が必要！

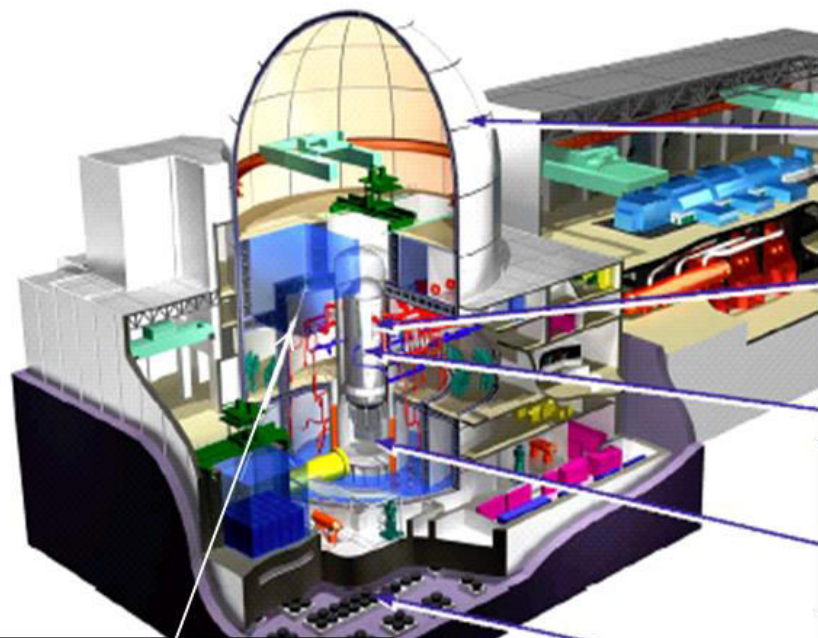
(3)各立地地域で次の3つの原発の段階的目標達成

①これまでのエネルギー基本計画で想定しているすべての原発の再稼働を促進する。（再稼働を申請していない宙ぶらりんの原発（9基）は再稼働に方針決定）。

②再稼働原発の運用で米国の成功に学びPIを向上させ、安全性、経済性、SDGs親和性を社会にアピールし、原子力への信頼観を高める。

③既に解体廃炉中およびそう決定した原発（24基）の20-30年後の跡地へ次世代炉新設の検討を開始する。

HP-ABWR High Performance ABWR



建設現場の耐震部品
の耐震条件に依存しない設計。

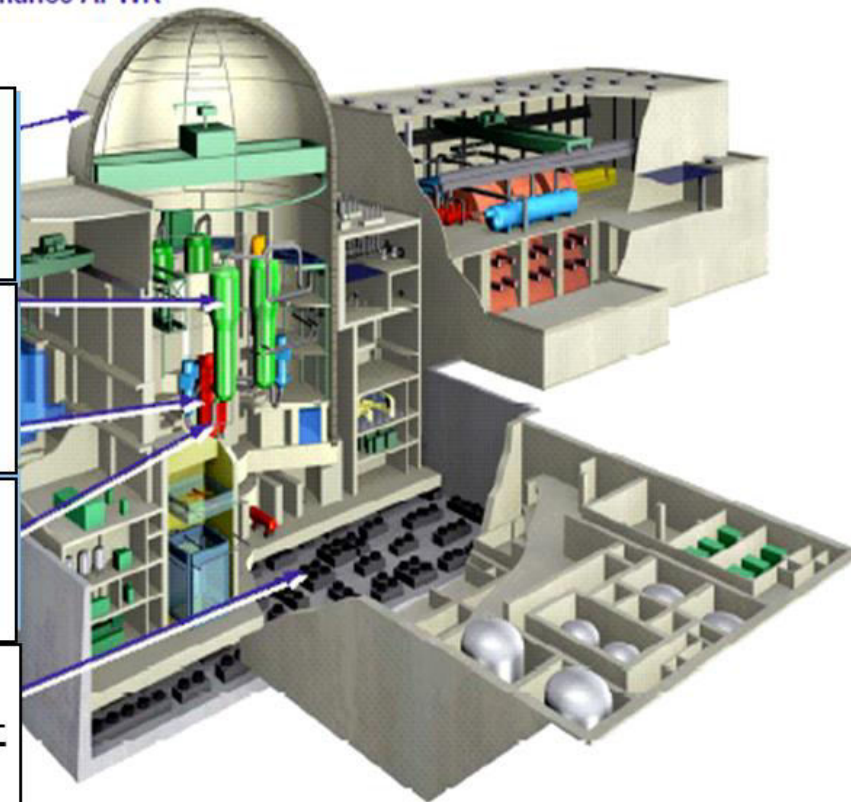
航空機落下にも耐えられる原子炉格納容器/
原子炉建屋

新材料によりプラント
寿命80年に対応した
大型機器

規制要求を超える原子
炉炉心の溶融事故にも
対応した安全設備

予測されていない炉心
溶融事故を管理するた
めの強化された安全な
構造・機器(SSC)

HP-APWR High Performance APWR



International Standard Reactor

Power Output Class: 1800 MW

電気出力180万kW級の国際標準炉

大出力の次世代軽水炉発電所を含む技術的な提言は、本セッションの他の発表者に期待しています。

以上で発表を終わります。
ご清聴ありがとうございました。

アクティブ・ラーニング提案に係る問題意識

- 現状日本での原発再稼働を阻んでいる根本に、「再稼働促進が地域・住民にとって、日本全体にとって、プラスである」という世論形成が進まないことにあります。
- 過日の原子力界は、原子力安全神話で、事業内でのシビアアクシデント対策や原子力防災対策の強化を抑圧した結果、巨大津波襲来時の原発メルトダウン事故への備えを欠いて東電福島事故を招来して国民の信を失いました。この回復は並大抵ではありません。
- これを克服しない限り原子力はエネ基で原子力に期待される比率は達成できません。

アクティブ・ラーニングとは

- 2000年代初頭の週休二日制労働移動行に合わせたて文教科省が「ゆとり教
育」次育し教い学び（アクテイブ・ラーニング）を採中主用し児童育でまの審議対話的、そして深
- 教育界増た・将来はとのンに「批判、ンすとも欧グ」とありあ米と教り教を受止「すでめ止か、重こら「も視とれふとしはてりとい本ま教育「批判自由民主主義転換では教師の前から負ら
教担あ力本のアル・将来のシにキ資るグ）と受高け止めるめす。教するのす。」方判民主主義的思考の向上、日
- 「より間に着アク深が目テク増したイ学ぶる様ブ・たこ々ラめとな一にも新ニ、現しン教実いグ師で技法でがりやは材、生やれる徒教をがた育軽提案ち実減案が施すされ主体的前めに準備対話的に、
「よ時に」

本提案での「アクティブ・ラーニング」について ：事業内に閉じた安全文化学習活動は限界がある

- 原子力学会ヒューマンファクター部会関係では福島事故以前から組織の人的要因改善のため「**学習する組織への変容による安全文化醸成**」の研究を行っており、東電、電中研、INSSなど電力事業界でも積極的に取り組んでいました。
- しかし2011年3月の東日本大震災に端を発した東電福島事故ではシビアアクシデントを防げず、甚大な環境放射能放出事故事態となり、事故後10年を経ても事態は完全には終息していません。
- この背景に過日の原子力界に「**原子力安全神話の蔓延**」があり、世界の動向からかい離して過酷事故対策・防災対策を看過したことが挙げられています。
- 福島事故の後原発の安全基準や防災対応指針は強化されましたが、再稼働がエネ基の前提通には進んでいません。そこには地域住民の原発再稼働への不安、不信が根底にあります。

本提案での「アクティブ・ラーニング」について： 外部との対話で相互に学び合う活動が必要

- 原子力界が地域住民、国民一般の不安、不信を軽減し、信頼を回復するためには、福島事故で顕在化したすべての問題がどうして生じたのか、それをどのように改善するのか自ら説明し、国民一般に納得してもらわないといけません。
- それにはまず自らが「主体的で対話的そして深い学び」（アクティブ・ラーニング）の姿勢に転換し、そして周りにそれを広げていくべきでないか、と考えた次第です。
- 福島事故の後遺症の克服はそう簡単ではありません。それを痛感したOB世代も、また現在苦勞されている現役の人も、次第に若い世代にバトンタッチしていきます。そして若い世代ほど学校教育で「アクティブ・ラーニング」で育ってくる人達です。