

原子力をめぐる国内外の最新情勢

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

戦略研究ユニット 原子力グループ

木村 謙仁

- ✓ 気候変動対策のみならず、化石燃料資源の供給不安や価格高騰、脱ロシア依存の必要性といった要因から、米英仏などでは原子力利用促進の方針が一層明確化。新たな政策措置も導入。
- ✓ 中国国内での新設や、ロシアの原子力輸出は引き続き好調。
- ✓ 世界的な新型炉開発競争は一層活発化。欧米のみならず、中露でも実機の導入に向けた動きが本格化。
- ✓ 日本でも原子力の重要性が指摘されつつある。
- ✓ ロシアによるウクライナ侵攻を受けて、ヨーロッパを中心とした国々で脱ロシア依存の動きがみられ、特にイギリスは大規模な新設計画を発表した。

原子力をめぐる情勢

- 近年では各国が野心的な温室効果ガス排出削減目標を掲げるなか、ゼロエミッションのベースロード電源である原子力に注目が集まりつつあった。
- 2019年、国際エネルギー機関（IEA）が原子力にフォーカスしたレポートを発表。
 - 原子力への投資がなければ、持続可能なエネルギーシステムの実現は非常に困難になる。
 - 原子力を減らして、再生可能エネルギーで補う場合、一層のコストがかかる。etc.
- これと並行して、より高い安全性や経済性、従来では対応できなかった需要への対応といった観点から、小型モジュール炉（SMR）や第四世代炉といった新型炉の開発に、改めて注力する国が出てきた。
 - 概念自体は数十年前から。
- 加えて2021年以降、世界的な化石燃料価格の高騰が発生し、エネルギーの供給安定性に重点が置かれるようになった。
 - 特に英仏が原子力に対する積極姿勢を改めて強調。
- さらに2022年2月、ロシアによるウクライナ侵攻が勃発。
 - 原子力発電所に対する攻撃のリスクが示された一方で、エネルギー自給の重要性が改めて認識されつつあり、原子力の利活用の重要性に新たな脚光が当たっている。
 - 2022年6月、IEAが新たな原子力レポートを発表。
 - 2019年のレポートと同様、ネットゼロ実現における原子力の役割を強調。
 - ロシアのウクライナ侵攻を受けて、化石燃料価格の高騰や、エネルギーセキュリティに関する懸念についても指摘。

世界の原子力発電設備容量

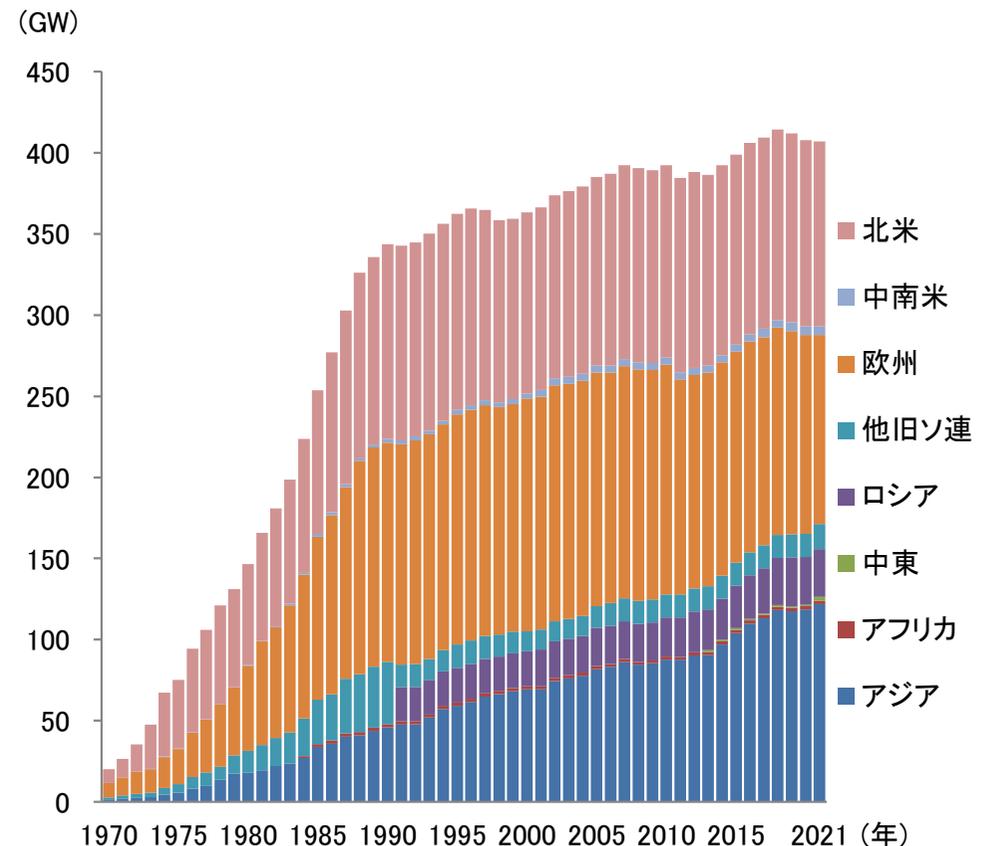
- 2022年1月1日現在、世界の原子力発電設備容量は約407GW。
- アメリカ、イギリス、ドイツなどの減少が主な要因となり、前年比で微減。
- 中国はさらに数値を伸ばし、フランスとの差を縮めた。
- 韓国では2022年5月、新ハンウル1号機が初臨界に到達。

各国の原子力発電設備容量
(2022年1月1日現在)

国	運転中		建設中・計画中	
	出力(MW)	基数	出力(MW)	基数
1 アメリカ	▼ 99,277	93	2,200	2
2 フランス	▼ 64,040	56	1,650	1
3 中国	▲ 53,276	51	44,559	43
4 日本	▼ 33,083	33	15,723	11
5 ロシア	▲ 29,510	34	15,813	14
6 韓国	▲ 23,416	24	5,600	4
7 カナダ	▲ 14,512	19	0	0
8 ウクライナ	13,818	15	2,100	2
9 イギリス	▼ 8,488	12	6,780	4
10 スペイン	▼ 7,397	7	0	0
11 スウェーデン	▼ 7,071	6	0	0
12 インド	▲ 6,780	22	12,100	13
その他	46,225	59	40,052	38
合計	▲ 406,893	431	146,577	132

注) ▲ : 福島第一事故前より増加
▼ : 福島第一事故前より減少

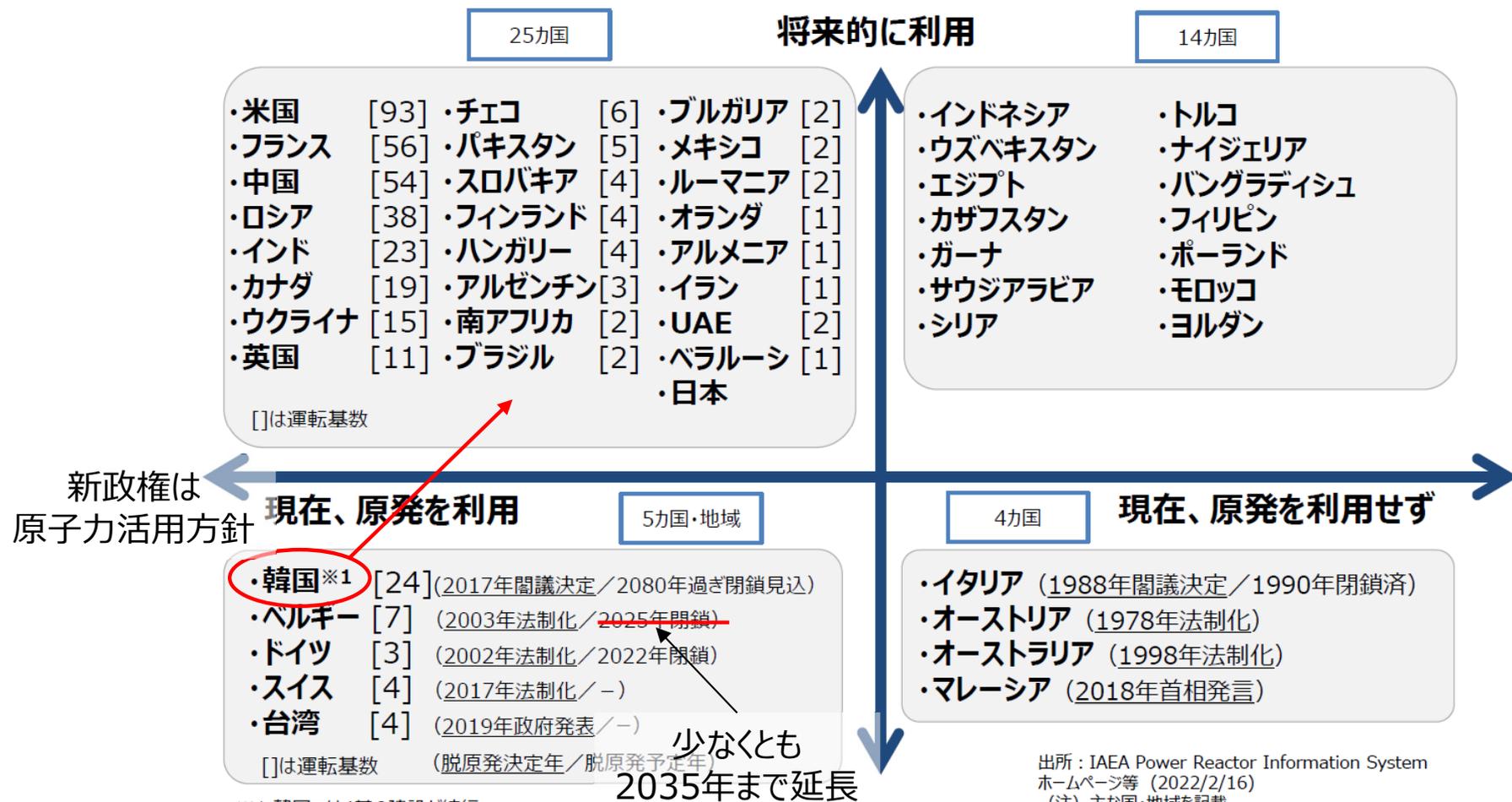
世界の原子力発電設備容量推移



出典：日本原子力産業協会『世界の原子力発電開発の動向』より作成

世界の原子力発電設備容量

- UAE、ベラルーシが新たな原子力利用国に。
- 続いてトルコ、バングラデシュなどで発電所建設中。
- さらに、エジプト、ポーランドなどが計画中。
 - エジプトは規制当局から建設許可発行。(2022年7月)



出典: 経済産業省資料(2022年2月、一部加筆)

アメリカ：早期閉鎖と長期運転

- アメリカは約100GW（93基）を有する世界最大の原子力利用国。
- しかし、自由化市場で原子力が苦戦。早期閉鎖を余儀なくされる炉も。
- 他方で60年以上の長期運転を実施する炉も多数。
 - 2回目の運転期間延長を認められ、合計80年間の運転が可能になった炉も（下表）。
- 近年では100年運転を視野に入れた議論も。

80年運転認可済	所在地	設備容量	認可日	更新後の運転期限
ターキーポイント3,4号機	フロリダ州	760 MW×2	2019.12.4	2032.7.19 (3号機) 2033.4.10 (4号機)
ピーチボトム2,3号機	ペンシルバニア州	1,182 MW×2	2020.3.5	2033.8.8 (2号機) 2034.7.2 (3号機)
サリー1,2号機	バージニア州	875 MW×2	2021.5.4	2032.5.25 (1号機) 2033.1.29 (2号機)
80年運転審査中	所在地	設備容量	営業運転開始日	申請日
セントルーシー1,2号機	フロリダ州	872 MW 882 MW	1976.12.21 (1号機) 1983.8.8 (2号機)	2021.8.3
オコニー1,2,3号機	サウスカロライナ州	891 MW 891 MW 900 MW	1973.7.16 (1号機) 1974.9.9 (2号機) 1974.12.16 (3号機)	2021.6.7
ポイントビーチ1,2号機	ウィスコンシン州	640 MW×2	1970.12.21 (1号機) 1972.10.1 (2号機)	2020.11.16
ノースアナ1,2号機	バージニア州	998 MW 994 MW	1978.6.6 (1号機) 1980.12.14 (2号機)	2020.8.24

アメリカ：原子力政策と新型炉開発動向

- バイデン政権はトランプ政権に引き続き、原子力を重視。
- 連邦政府は2022年4月、民生用原子力クレジット（CNC）プログラムの申請受付を開始。
 - 2021年11月のインフラ投資法により、60億ドルの予算を確保。
 - 第1期の募集では経済的理由による閉鎖が予告されている炉を優先。
- 小型モジュール炉（SMR）をはじめとした新型炉開発支援にも前政権に引き続き積極的な姿勢。
 - 2021年11月のインフラ投資法により、新型炉実証プログラム（ARDP）に追加で約32億ドルの予算を計上（2027年度までの累計）。
 - ARDPは2020年より実施中。X-energyの“Xe-100”（高温ガス炉）やTerraPower・GE日立の“Natrium™”（ナトリウム冷却高速炉＋熔融塩エネルギー貯蔵システム）などを支援対象に選定。
- 軽水炉型SMRを開発しているNuScaleは2022年5月、SMR開発企業として初の上場企業に。
 - 2020年9月に原子力規制委員会より標準設計認証（SDA）を取得済み。
 - 日本からは日揮、IHI、JBICが出資。
 - ブルガリア、ルーマニア、ポーランドなどと、建設に向けた合意を締結。

イギリス：現状と新たな支援策

- イギリスは2021年時点で約8GW（12基）を保有。
 - 既設炉の経年化が進行しており、減少傾向。
- 原子力を重視する姿勢で、最新のエネルギー安全保障戦略では2050年までに最大24GW導入するとしている。
 - ただし、従来から発表されているもの以外の具体的な計画は明らかにされていない。
- 建設中のヒンクリーポイントCについては、差額決済方式による電力買取制度（CfD）のコスト高が批判された。
 - CfDは投資回収に必要な「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する仕組み。
 - 発電しなければ支払いを受けられないため、不確実性も課題となる。
- これらを受けて、新たな建設計画に規制資産ベース（RAB）モデルによる支援を適用する方針。
 - 電力規制機関が算定する、適切なリターンが発電開始前から支給されるため、CfDの不確実性を抑制できると期待。
 - 一定以上のコスト超過はRABの中に算入されず、支援対象とならない。
 - 2022年原子力ファイナンス法が成立して適用可能に。
 - 6月14日、イギリス政府はサイズウェルCをRABモデルの対象として認めた。

イギリス：新型炉開発動向

- イギリスも新型炉開発を推進。
- 第四世代炉技術を採用したモジュール式原子炉をAMRと呼称。
 - 2021年12月、第四世代炉のなかでも、特に高温ガス炉（HTGR）に注力する方針を発表。
- 2020年11月に発表した「グリーン産業革命のための10ポイント・プラン」のなかで新型炉基金を設置、その一環として2022年4月にAMR研究開発・実証プログラム（フェイズA）を公募。2030年代前半までにAMR実証炉建設を目指す。
 - フェイズAではHTGR実証に向けて、実現可能なサイズ、型式、費用、供給方法などを検討する。
- 上記とは別に、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を開発中。
 - 2022年3月、イギリス政府から原子力規制局（ONR）へ、設計認証審査の開始を要請。

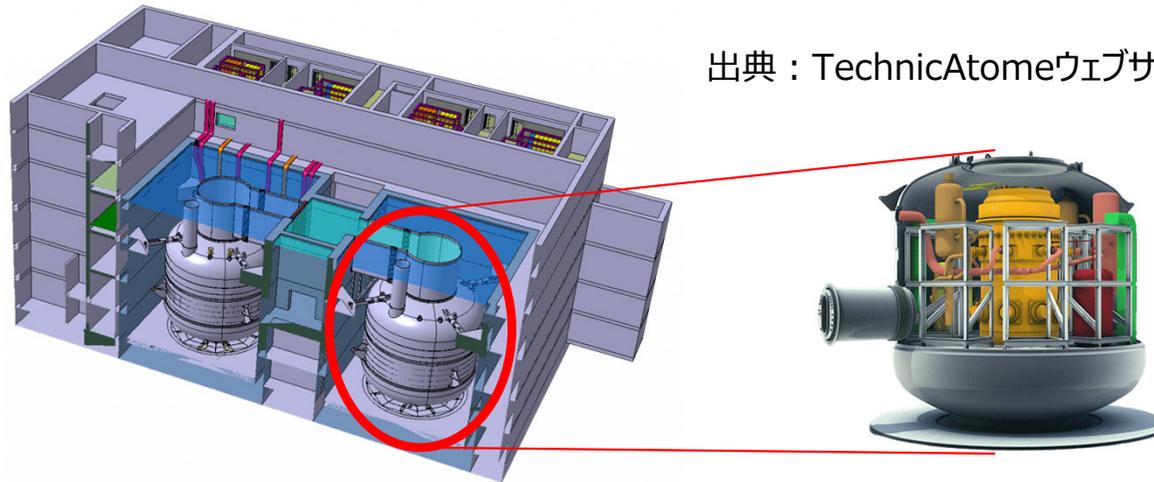
Rolls-Royce製SMR（イメージ）



出典：Rolls-Royce社ウェブサイト

フランス：原子力利用継続を改めて表明

- フランスは2021年時点で約64GW（56基）を保有。放射性廃棄物地層処分場の建設候補地も固まり、精密調査の段階に進んでいる。
- マクロン大統領は2021年11月の演説で原子力発電所の新設再開を表明。
- 2022年2月には、2050年カーボンニュートラル実現に向けたエネルギー政策を発表。
 - 原子力については既設炉の運転期間を延長しつつ、改良型の欧州式加圧水型軽水炉（EPR2）と小型モジュール炉（SMR）の新設を進めるとした。
 - 最低6基のEPR2を建設し、追加で最大8基の建設を検討。ただし、具体的な建設サイトなどについては言及されていない。
- 7月6日、ボルヌ首相は低炭素化を強かに推進すべく、フランス電力（EDF）を100%国有化する意向であることを表明。
- フランスもSMR開発を推進。原子力・代替エネルギー庁（CEA）、EDFなどが共同でSMR “NUWARD”を開発中。2030年までに実証炉を建設する方針。



出典：TechnicAtomeウェブサイト（一部加筆）

その他ヨーロッパの動向

- その他、ヨーロッパでは複数の国が原子力の導入や拡大に向けた動きを見せている。
 - ポーランドは2021年2月に2040年までのエネルギー計画（PEP2040）を発表。2033年までに設備容量1.0-1.6GWの原子炉1基を建設し、合計6基保有する計画。高温ガス炉の導入も検討中。
 - チェコはドコバニ原子力発電所の増設計画を進行中。2021年4月には入札から中露企業を除外することを発表。
 - ルーマニア政府は2021年10月にエネルギー・気候変動対策統合計画（PNIESC）を承認。原子力についてはチェルナボーク3,4号機の建設を進めるとともに、同1,2号機を改修して長期間活用する方針。これとは別にNuScaleのSMRを建設する計画も。
- ヨーロッパレベルではタクソノミー（持続可能な経済活動を認定する基準）に原子力を含めるか否かについての議論が進行中。
 - 2022年2月、欧州委員会がタクソノミーに天然ガスと原子力を（条件付きで）含める委任規則案を発表。
 - 6月14日、欧州議会の経済金融と環境の合同委員会がこれに反対する文書を採択。
 - 同文書は7月6日に本会議で否決。欧州理事会が反対しなければ、法制化されることになる。

カナダ：SMR導入に向けた動き

- カナダでは州政府や電力会社など、ユーザー側もSMRに高い関心。
 - 石炭火力の代替や、採掘現場などの遠隔地需要を見込んでいる。
- SMRロードマップ（2018年）、アクションプラン（2020年）を発表。
 - 多数のステークホルダーが議論に参加（政府、企業、市民団体など）。
 - 各アクターが取るべき行動を明確化。
- 2021年12月、オンタリオ・パワージェネレーションがダーリントンにおけるSMR建設計画でGE日立をテクノロジーパートナーに指名。

SMRのカナダ国内市場ポテンシャル

オイルサンド：

- 210MWの電力・熱需要
- SMRによって5%を代替することで、年間3.5-4.5億ドルの効果

重工業プラント：

- 25-50MWの需要
- SMRによって5%を代替することで、年間4,600万ドルの効果



遠隔地域：

- 79のコミュニティがコストのかかるディーゼルに依存
- SMRで代替できる可能性あり

石炭火力：

- 29基の石炭火力発電所
- うち10%をSMRで代替することで、4.69億ドルの効果

日本：電力需給が深刻化、原子力の役割は？

- 3月22日、初の「電力逼迫警報」発令。その後もタイトな状況が続く見込み。
- 原子力の重要性を指摘する声も相次いでいるが、再稼働の動きは低調。
 - 6月1日、泊原子力発電所に運転差し止め命令。北海道電力は控訴。
 - 6月2日、島根県の丸山知事が島根2号機の再稼働に同意。再稼働は早くても2023年春以降の見通し。
- 規制体制のあり方が今後の主要な課題となるのではないか。

- 日本もエネルギー基本計画などで新型炉開発を重視する方針。
- 2022年4月、日本原子力研究開発機構（JAEA）と三菱重工が高温ガス炉による水素製造事業を開始。
- 2021年には日揮とIHIが、2022年2月には国際協力銀行（JBIC）が、アメリカのNuScaleに出資することを決定。
- しかし、国内では再稼働をめぐる議論が中心的で、新型炉の商用炉実用化に向けた議論は欧米ほど盛んとはいえない。
 - 原子力発電事業を取り巻く環境は依然として不安定。
 - 現状では明確な審査指針なども示されていない。

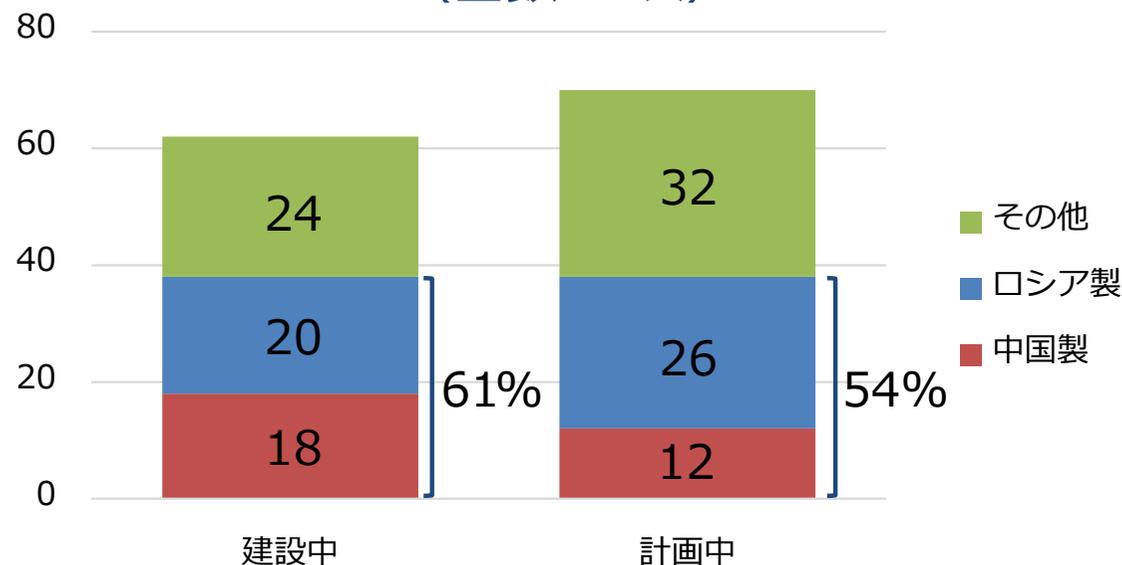
日本（参考）：原子力に関する政府指針

- 岸田総理のロンドン演説（2022年5月）：
 - ロシアによるウクライナ侵略は、エネルギー安全保障をめぐる環境を一変させました。喫緊の課題である気候変動問題に加え、世界全体でのエネルギーの脱ロシアに貢献するためにも、再エネに加え、安全を確保した原子炉の有効活用を図ります。出典：首相官邸ウェブサイト
- クリーンエネルギー戦略 中間整理（2022年5月）：
 - 安全性の確保を大前提に、地元の理解を得ながら、原子力発電所の再稼働を推進
 - 安全性を確保しつつ長期運転を進めていくとともに、運転サイクルの長期化等による設備利用率向上の取組を推進
 - 革新炉技術の官民連携による研究開発の加速出典：経済産業省資料
- 経済財政運営と改革の基本方針2022（2022年6月）：
 - 安全最優先の原発再稼働
 - 厳正かつ効率的な審査を含む実効性ある原子力規制出典：内閣府ウェブサイト
- 産業界の自主的・継続的な安全性向上の取組み（2022年5月）：
 - 早期再稼働のためには、審査対応上の技術的課題の早期解決、人的リソース確保が課題
 - これらの課題を解決するためには、業界大で迅速に情報共有・横連携して対応することが重要であり、再稼働加速TFおよび関係会議体にて具体的な追加施策を検討・実施中出典：原子力小委員会（経済産業省）電気事業連合会提出資料
- 岸田総理の記者会見（2022年7月）：
 - できる限り多くの原発、この冬で言えば、最大9基の稼働を進め、日本全体の電力消費量の約1割に相当する分を確保するとともに、ピーク時に余裕を持って安定供給を実現できる水準を...出典：首相官邸ウェブサイト

中国・ロシア：現行炉市場で優勢

- 建設中・計画中の原子炉において中露の比率が高く、現行炉市場での優勢がうかがえる。
- 近年多くの新設を完了しており、欧米諸国のメーカーと経験の蓄積に差。
- 両国に共通する強みとして、政府による強力な財政支援などがあげられる。
- 特にロシアは平均建設単価が安く（約4,000ドル/kW）、価格競争力が高い。また、国営原子力企業ロスアトムが建設・運転・燃料供給などを一貫したサービスとして提供している。

世界の建設中・計画中原子炉の国籍内訳
(基数ベース)



出典：日本原子力産業協会『世界の原子力発電開発の動向』2022年版より集計

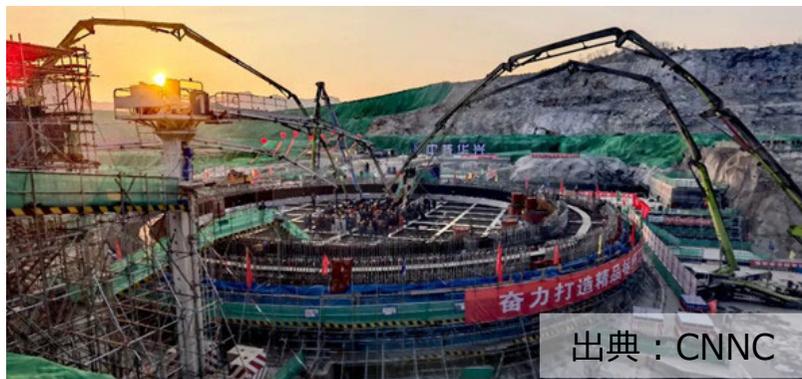
中国・ロシア：新型炉の開発・導入も進行

- 中露は第四世代炉や小型炉の開発にも積極的であり、実機の導入も進めつつある。

中国とロシアの新型炉開発動向

	中国	ロシア
第四世代炉	<ul style="list-style-type: none"> ● ロシアの支援で高速炉技術を導入。 ● 現在は2基の実証炉（CFR-600）を建設中。 ● 2021年12月に高温ガス炉の実証炉（HTR-PM）が系統接続。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2基の高速炉（BN-600およびBN-800）が運転中。 ● さらに大型のBN-1200も計画中。
小型炉	<ul style="list-style-type: none"> ● 2021年7月、軽水炉型SMRの玲龍一号（ACP100）の実証炉を着工。（下図） ● 2026年までに2基の運転開始を目指す。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洋上浮体式原子炉「アカデミック・ロモノソフ」を開発。極東のペヴェクにて、2020年5月に営業運転開始。（下図） ● 陸上設置型SMR（RITM-200N）も建設予定。2028年運転開始目標。

ACP100建設作業の様子



出典：CNNC

洋上浮体式原子炉アカデミック・ロモノソフ



出典：ROSATOM

ウクライナ侵攻と各国の反応

	原子力関連の主な出来事
2月24日	ロシア軍、ウクライナ侵攻を開始
2月24日	ロシア軍、チョルノービリ原子力発電所を占拠
3月4日	ロシア軍、ザポリージャ原子力発電所を攻撃、制圧
3月31日 -4月1日	ロシア軍、チョルノービリ原子力発電所から撤退 (EnergoatomからIAEAに報告)
4月26日	グロッシ事務局長らIAEAチーム、チョルノービリ原子力発電所を訪問

- スウェーデン：バッテンフォール、ロシアからの燃料調達停止。（2月24日）
- イギリス：エネルギー安全保障戦略を発表。エネルギー自給率を高めるための包括的な方針を示した。（4月7日）
 - 原子力については、2050年までに最大24GWの発電設備容量を導入し、電力供給量の25%をまかなう目標。（現在17%程度）
- フィンランド：フェンノボイマ、ハンヒキビ1号機に関するロスアトムとの契約を破棄。（5月2日） 建設許可申請も取り下げ。（5月24日）
- ウクライナ：ウェスティングハウスと追加契約。既設炉（ロシア製）全基分の燃料調達や合計9基のAP1000新設など。（6月6日）
- 他方で、中国、トルコ、バングラデシュ、ハンガリーなどではロシア製原子炉の建設が継続中。