

2019年の原子力発電の展望と課題

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 原子カグループ

村上 朋子

本報告のポイント

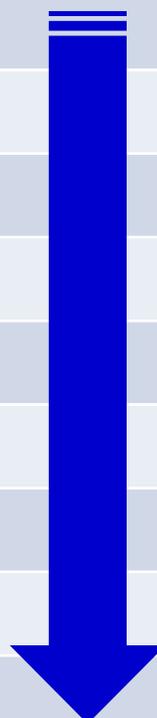
- ✓ 2018年12月現在、再稼働済み9基、適合性認可／運転延長認可6基。適合性審査中10基(合計25基が意思決定済み)。
- ✓ 安全対策投資の負担等により既に10基が廃炉決定（福島第一1-6号機、福島第二1-4号機含まず）。
- ✓ 現在30歳以上・適合性審査未申請のプラント（6基）は全て、なんらかの意思決定の時期に来ている。
- ✓ 信頼回復に向けては事業者だけでなく、規制機関の丁寧な説明が求められる。
- ✓ 国際原子力市場ではロシアと中国のプレゼンスが目立つ。
- ✓ 先進国で近年注目されるSMR（小型モジュール炉）開発においては、事業者の予見性を損なわない規制のあり方“Regulatory Readiness”の適切化が今後の課題である。

1. 適合性審査の現状 (2018年12月)

(1) 発電再開 9基

TOP Group:9

| ユニット | 申請 | 発電開始 | リードタイム (日) |
|------|-----------|------------|------------|
| 川内1 | 7/8/2013 | 8/14/2015 | 767 |
| 川内2 | 7/8/2013 | 10/21/2015 | 835 |
| 伊方3 | 7/8/2013 | 8/15/2016 | 1134 |
| 高浜3 | 7/8/2013 | 6/9/2017 | 1442 |
| 高浜4 | 7/8/2013 | 5/22/2/17 | 1414 |
| 大飯3 | 7/8/2013 | 3/16/2018 | 1712 |
| 大飯4 | 7/8/2013 | 5/11/2018 | 1768 |
| 玄海3 | 7/12/2013 | 4/18/2018 | 1741 |
| 玄海4 | 7/12/2013 | 6/19/2018 | 1803 |



1. 適合性審査の現状（2018年12月）

(2) 適合性認可/運転期間延長認可 6基

2nd Group:6

| ユニット | 申請 | 原子炉設置 変更許可 | リードタイム (日) | 事業者ヒアリング *回数 (2018/4 ~) |
|---------|-----------|---------------|---------------|-------------------------------|
| 柏崎刈羽6/7 | 9/27/2013 | 12/27/2017 | 1,552 | 646(0) |

| ユニット | 運転延長認可 申請日 | 運転延長認可 | リードタイム (日) | 事業者ヒアリン グ回数 |
|-------|---------------|------------|---------------|----------------|
| 高浜1/2 | 3/17/2015 | 6/20/2016 | 461 | 233 |
| 美浜3 | 3/17/2015 | 11/16/2016 | 610 | 201 |
| 東海第二 | 11/24/2017 | 11/7/2018 | 348 | 1,322 |

*事業者ヒアリング：
規制委員も参加する審査会合に先立ち、規制庁職員と事業者とで技術的な検討や
審査会合に向けた準備等を行うための会合

6+9=15

1. 適合性審査の現状 (2018年12月)

(3) 審査中 10基

3rd Group: 10

| ユニット | 申請 | 事業者ヒアリング回数 (2018/9以降) |
|---------|------------|--------------------------|
| 泊3 | 7/8/2013 | 375(1) |
| 島根2* | 12/25/2013 | 190(0) |
| 女川2* | 12/27/2013 | 327(16) |
| 浜岡4 | 2/14/2014 | 187(0) |
| 東通1 | 6/10/2014 | - |
| 泊1/2 | 7/8/2013 | 51(1) |
| 志賀2 | 8/12/2014 | - |
| 浜岡3 | 6/16/2015 | - |
| 敦賀2 | 11/5/2015 | - |
| 大間 (新設) | 12/16/2014 | - |
| 島根3(新設) | 8/10/2018 | - |

あと何回かかる
のやら...

15+10=25

* : 島根 2、女川 2 は基準地震動が確定済み

2. 今後の見通し

(1) 新規制基準適合の安全対策費

- 2018年4月現在、報道等より推計した追加的安全対策費用は35基（34GW）で約4.4兆円、
- 安全対策費用は、今後の審査状況により増加する可能性がある。
- ✓ 最終的な投資額は未定。試算値は条件により変動し得る。

| 電力 | サイト | 出力 (GW) | 安全対策費 (10億円) |
|-----------|----------|--------------|-----------------|
| 北海道 | 泊 | 2.07 | 200 |
| 東北 | 東通/女川 | 3.27 | 300 |
| 原電 | 東海第二 | 1.10 | 174 |
| 東京 | 柏崎刈羽 | 8.21 | 680 |
| 中部 | 浜岡 | 3.62 | 400 |
| 北陸 | 志賀 | 1.75 | 200 |
| 関西 | 大飯/美浜/高浜 | 6.58 | 830 |
| 中国 | 島根 | 2.20 | 500 |
| 四国 | 伊方 | 0.89 | 190 |
| 九州 | 玄海/川内 | 4.70 | 900 |
| 合計 | | 34.39 | 4374 |

出所)
各種報道や各社プレスリリース
等より試算・作成

この投資回収の目途が不透明なことも廃炉理由の1つか？

2. 今後の見通し

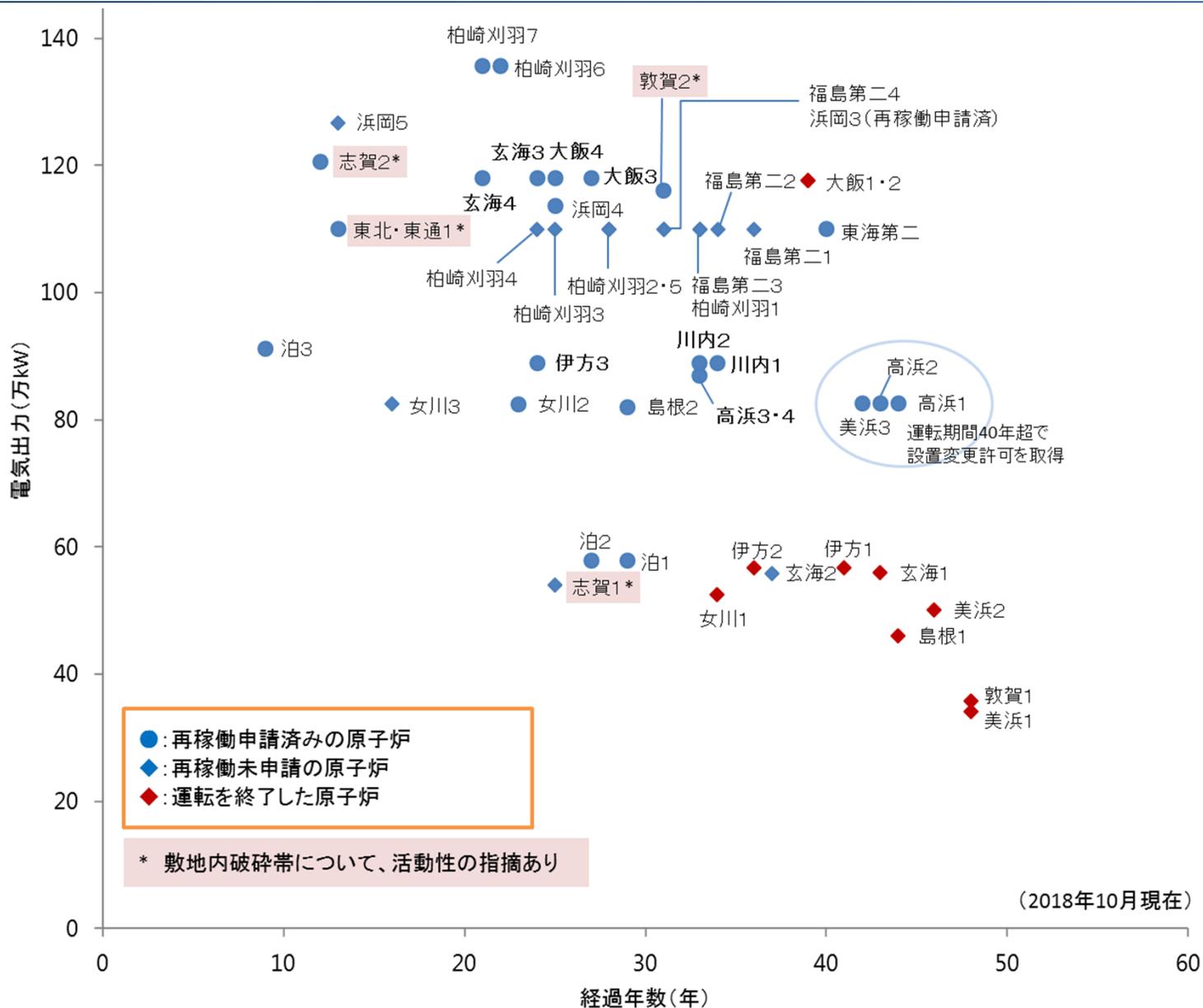
(2) 廃炉決定：2015年3月以降10基

- 長期の追加設備投資回収の懸念や供給力が主な理由
- 運転期間延長審査中は他プラントの審査が停滞することも要因か

| 年月日 | 電力会社 | ユニット | 廃炉の理由（各社プレスリリースより） | |
|------------|------|--------|--|--|
| 2015/3/17 | 日本原電 | 敦賀1号 | 予定していなかった大規模な追加設備投資と長期にわたる工事が必要 | |
| 2015/3/17 | 関西電力 | 美浜1/2号 | 供給力確保、各種安全対策工事の技術的成立性、工事費用、運転可能期間などを勘案 | ● 2015/3/17 関西電力 美浜3号・高浜1/2号 運転期間延長認可申請 |
| 2015/3/18 | 九州電力 | 玄海1号 | 大規模な追加対策工事が必要となり、工事期間を踏まえた残存運転期間における追加投資額の回収 | |
| 2015/3/18 | 中国電力 | 島根1号 | 長期かつ大規模な安全対策投資、後の電力需要や供給力なども踏まえて総合的に勘案 | |
| 2016/3/25 | 四国電力 | 伊方1号 | 供給力確保、各種安全対策工事の技術的成立性やそのために必要となる費用などを総合的に勘案 | ● 2016/5/20 関西電力・高浜1/2号 運転期間延長認可取得 |
| 2017/12/22 | 関西電力 | 大飯1/2号 | 格納容器が小さく設備追加で作業性が低下 | |
| 2018/3/27 | 四国電力 | 伊方2号 | 大規模かつ長期間を要する耐震工事、再稼働した場合の運転期間、出力規模などを勘案 | ● 2016/11/16 関西電力・美浜3号 運転期間延長認可取得 |
| 2018/10/25 | 東北電力 | 女川1号 | 出力規模や再稼働した場合の運転年数等、総合的に勘案 | |
| | | | | ● 2017/11/24 日本原電・東海第二 運転期間延長認可申請 |
| | | | | ● 2018/11/7 日本原電・東海第二 運転期間延長認可取得 |

2. 今後の見通し

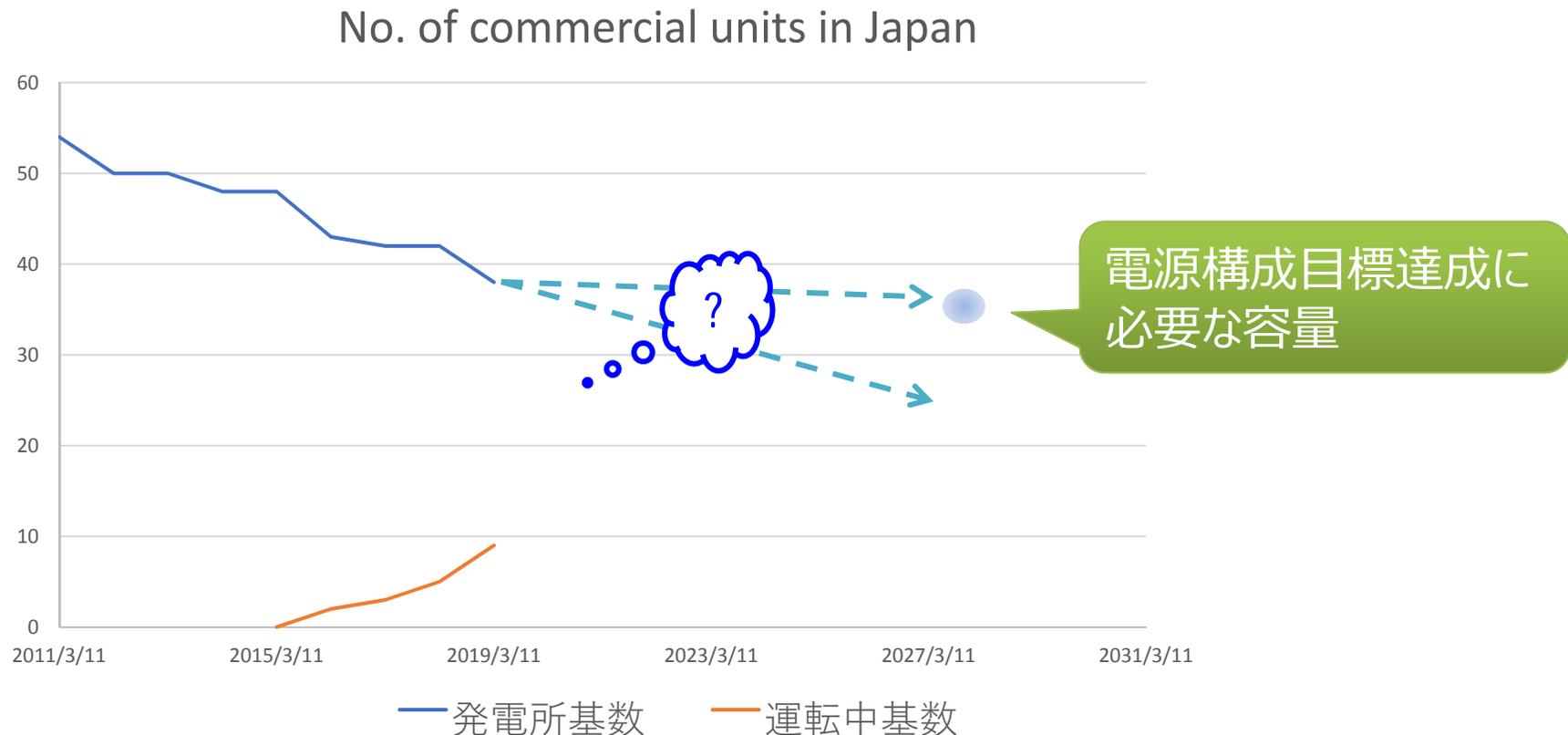
(3) 出力-年齢マップ



2. 今後の見通し

FAQ. 2030年に何基くらい残りそうか？

- 2030年の電源構成目標には30-35基必要
- 2018年12月現在38基。（稼働中9基、認可済6基、審査中10基、未申請13基）



現在30歳以上・適合性審査未申請のプラント（6基）は全て
なんらかの意思決定の時期に来ている

3. 信頼回復に向けて 事業者から地域への説明例：日本原電東海第二（1/2）

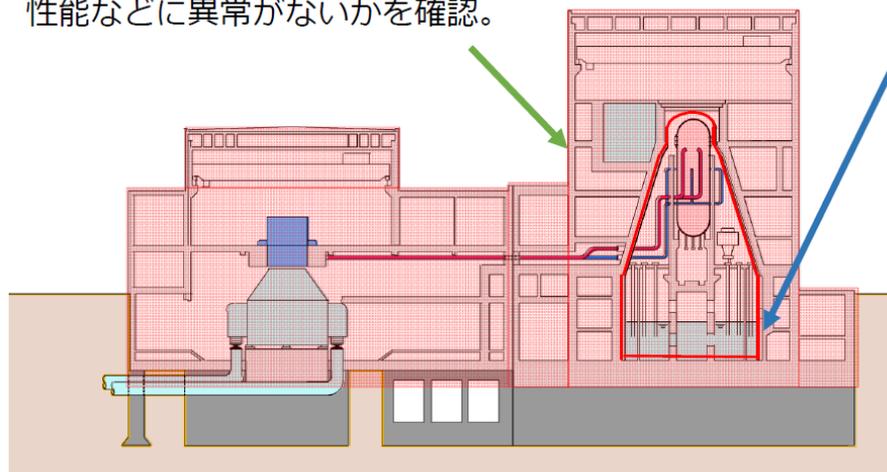
- 2018年2-3月、東海村・水戸市・常陸太田市・日立市・ひたちなか市など茨城県内15市町で住民説明会を計25回実施、913名参加。

説明会資料（一部）

特別点検②

コンクリート構造物点検

採取したコンクリートのサンプルを用いて各種試験を行い、強度や遮蔽性能などに異常がないかを確認。



目的外使用・複製・開示等禁止・日本原子力発電株式会社

原子炉格納容器点検

格納容器鋼板の塗膜状態に異常がないかを目視で確認。



15

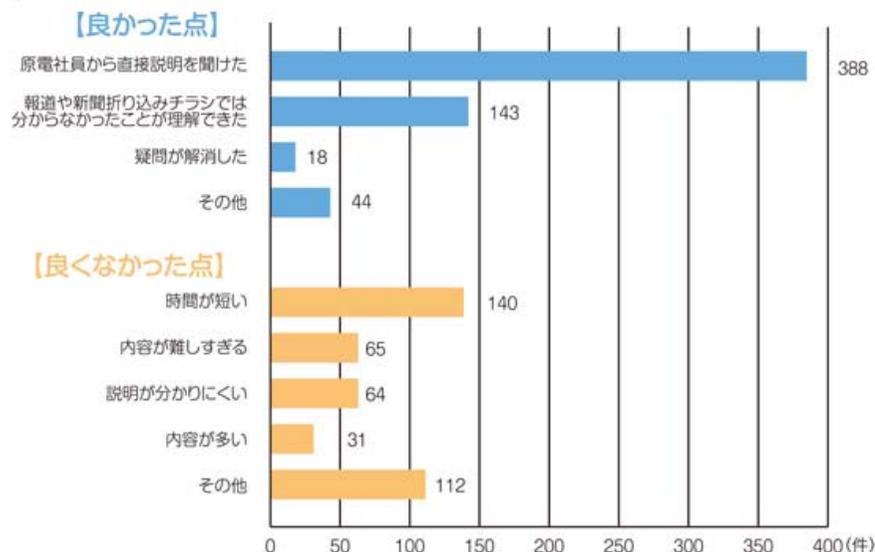
<背景>

2018年3月29日、日本原電は東海村の他、日立市、常陸太田市、ひたちなか市、那珂市、水戸市の周辺5市及び茨城県と、東海第二発電所の稼動及び延長運転に係る「実質的事前了解」を含む協定書を締結。

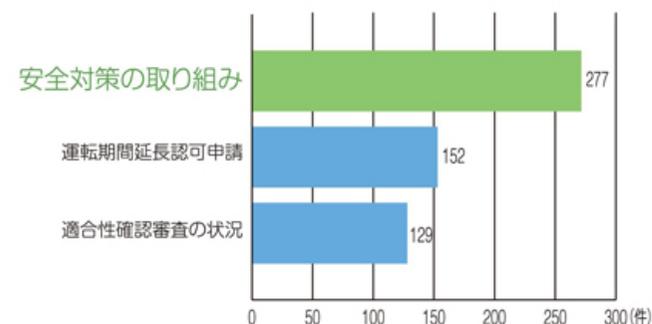
出所) 2018年3月30日 日本原電プレスリリース

3. 信頼回復に向けて 事業者から地域への説明例：日本原電東海第二（2/2）

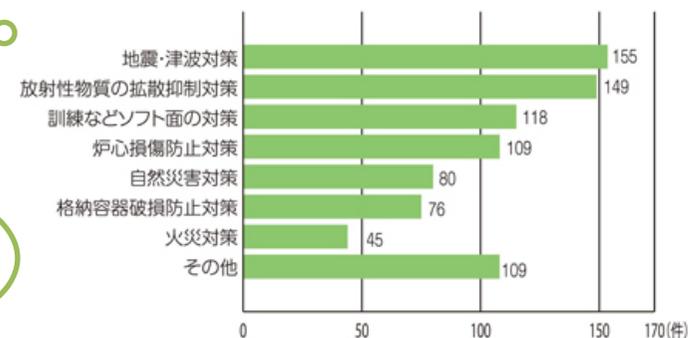
- 参加者の感想で「良かった点」＝「原電社員より直接説明」
- 時間が短い・難しいなどの課題も。丁寧な説明が不可欠。



今後聞いてみたい項目（複数回答）



「安全対策の取り組み」のうち聞いてみたい対策の内訳（複数回答）



事業者は説明を尽くしている
（という印象）。
“実質的事前了解”に必要な
は…

来年の年明け以降に原子力規制庁が説明者となる説明会をUPZ（原発から30キロ圏の緊急防護措置区域）の域内で開催する予定で検討

By 大井川知事、2018/11/16 茨城県知事会見抄録

4. 国際原子力商戦2019

(1)国別ランク2010→2018：中国の躍進と欧米主要国の停滞

- 原子力発電は世界31カ国で使われているが、トップ3カ国で世界の設備容量の半分以上
- つまり、原子力利用を考えたこともない国が4分の3以上

2010年1月



2018年1月

| 国 | 運転中 | | 建設中・計画中 | | 国 | 運転中 | | 建設中・計画中 | |
|-----------|---------|-----|---------|-----|-----------|---------|-----|---------|-----|
| | 出力(万kW) | 基数 | 出力(万kW) | 基数 | | 出力(万kW) | 基数 | 出力(万kW) | 基数 |
| 1 アメリカ | 10,534 | 104 | 1,060 | 9 | 1 アメリカ | 10,356 | 99 | 626 | 5 |
| 2 フランス | 6,602 | 59 | 163 | 1 | 2 フランス | 6,588 | 58 | 163 | 1 |
| 3 日本 | 4,885 | 54 | 1,959 | 15 | 3 日本 | 4,148 | 42 | 1,572 | 11 |
| 4 ロシア | 2,319 | 27 | 1,640 | 17 | 4 中国 | ▲ 3,566 | 37 | 4,835 | 45 |
| 5 ドイツ | 2,151 | 17 | 0 | 0 | 5 ロシア | ▲ 2,794 | 31 | 2,475 | 24 |
| 6 韓国 | 1,772 | 20 | 960 | 8 | 6 韓国 | ▼ 2,253 | 24 | 700 | 5 |
| 7 ウクライナ | 1,382 | 15 | 200 | 2 | 7 カナダ | 1,427 | 19 | 0 | 0 |
| 8 カナダ | 1,328 | 18 | 0 | 0 | 8 ウクライナ | 1,382 | 15 | 200 | 2 |
| 9 イギリス | 1,195 | 19 | 0 | 0 | 9 イギリス | 1,036 | 15 | 326 | 2 |
| 10 スウェーデン | 938 | 10 | 0 | 0 | 10 ドイツ | ▼ 1,001 | 7 | 0 | 0 |
| 11 中国 | 912 | 11 | 3,847 | 36 | 11 スウェーデン | 919 | 9 | 0 | 0 |
| 12 スペイン | 773 | 8 | 0 | 0 | 12 スペイン | 740 | 7 | 0 | 0 |
| その他 | 4,124 | 70 | 4,146 | 52 | その他 | 4,727 | 80 | 5,837 | 57 |
| 合計 | 38,916 | 432 | 13,974 | 140 | 合計 | 40,938 | 443 | 16,735 | 152 |

▼ 前年より減少 ▲ 前年より増加

Source: "World nuclear power plants 2018", JAIF

2018年、新たに中国で7基・ロシアで2基が営業運転開始。
2019年のランキングは？

4. 国際原子力商戦2019

(2) 中国の躍進：新興国及び英国に積極的に国際展開

- フランス・アメリカ・ロシア・日本からの技術導入後、国産化
- 2015年から先進国市場に参入、英仏に大接近。日本と競合へ

| 年月日 | 事象 |
|------------|---|
| 2017/1/19 | 英国原子力安全規制局ONR、中国製原子炉HPR1000のGDA（包括的設計審査）に着手 |
| 2017/3/16 | アブドラ国王原子力・再生可能エネルギー都市公団（KACARE）、高温ガス炉建設向け共同FS実施で中国核工業建設集团公司と協力協定を締結 |
| 2017/3/22 | 中国広核集团有限公司（CGN）、ケニアの原子力導入計画に関連する人材育成協力を含む複数の協力協定をケニア原子力発電委員会と締結 |
| 2017/4/24 | CGN、北京で原子力サプライチェーンの英中協力に関する国際ワークショップを開催 |
| 2017/5/17 | 中国核工業集团公司（CNNC）、アルゼンチン4基目の原子炉となる加圧重水炉と5基目となる同国初のPWR建設計画について、アルゼンチン国営原子力発電会社と一括請負契約に調印 |
| 2017/11/16 | 英国における中国製炉Hualong-1（HPR1000）のGDA、第2段階に |
| 2018/3/28 | 大亜湾原子力発電管理会社、フランスEDF主催の設備利用率・安全指標コンペで優勝 |
| 2018/8/9 | 国務院、中国独自の原子炉の基準を確立し、これを世界標準化していく方針を表明。2027年の「原発標準強国」を目指す |

原子力輸出は国際展開戦略「一帯一路」の重要な構成要素

4. 国際原子力商戦2019

(3) ロシアの国際展開：先進国が進出しない地域狙い

- 原子炉及び核燃料サイクル技術で世界有数の水準。特にウラン濃縮では世界シェアの半分を有する。
- 主な技術導入先はCIS及び東欧、近年は中東・アフリカ・南米にも進出。

| 年月日 | 事象 |
|------------|---|
| 2017/6/29 | ロシアとベトナム科学技術省、原子力科学技術センター設立で合意 |
| 2017/7/20 | ロシア、Power Gen Africaで同国の技術を紹介 |
| 2017/10/30 | ロシア、ナイジェリア原子力委員会と原子力研究センターの建設・操業及び開発ロードマップについて協力協定を締結 |
| 2017/10/31 | イラン・ブシェール2号機の着工式にロシア事務局長も出席 |
| 2017/11/30 | Bangladesh・ルプール1号機着工 |
| 2017/12/11 | ロシア、エジプト政府と同国初のエル・ダバ原子力発電所建設の契約締結 |
| 2018/4/3 | トルコ・アックユ1号機着工。エルドアン/プーチン両大統領も起工式に参加 |
| 2018/6/22 | ロシアとルワンダ、原子力平和利用に係る協力覚書で合意 |
| 2018/7/17 | Bangladesh・ルプール2号機着工 |
| 2018/10/19 | ウズベキスタンの新規建設候補地で同国初の原子力導入計画開始記念式 |
| 2018/11/21 | 建設中のベラルーシ・オストロベツ1号機で炉内構造物設置開始 |

新興国が受け入れやすい”Graded Approach”と”BOO”
cf. “世界最高水準の安全性”@日本

4. 国際原子力商戦2019

番外編：Small Modular Reactors

- 2018年11月、英国・カナダ・米国政府がSMR等の開発方針表明
- 事業者の予見性を損なわない“Regulatory Readiness”に注目



(*)GDA: Generic Design Assessment
包括的設計審査

これまでの審査経験から得られた教訓をベースに、GDA(*)の基本思想は不変のまま、より柔軟性のある審査を目指す。

その実現のために最大700万ポンドの予算を原子力規制局と環境省とに割り当てる用意がある。

出所) “Policy paper, Advanced Nuclear Technologies, Updated 7 November 2018” BEIS, UK

<https://www.gov.uk/government/publications/advanced-nuclear-technologies/advanced-nuclear-technologies>

SMRの規模や特性などを念頭においた幾つの要改善点があるものの、現行規制や法体系はSMRにも適用可能である。

出所) “A Call to Action: A Canadian Roadmap for Small Modular Reactors”

https://smrroadmap.ca/wp-content/uploads/2018/11/SMRroadmap_EN_nov6_Web-1.pdf

Canadian Small Modular Reactor Roadmap Steering Committee (2018)



Thank you for your attention
 Merci pour votre attention
 Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
 Tack för er uppmärksamhet

Photo : せと風の丘パークから臨む瀬戸ウィンドヒル発電所
 愛媛県伊方町 2018/9/18