



自然エネルギー財団

RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

日本の原子力発電は福島第一原子力発電所の事故が起こる以前も安定稼働していなかった。事故以降は前の状態にさえ戻らない。この約10年間に、運転可能な原子力発電設備は激減した。背景には経済・社会・技術面の課題がある。もはや原子力発電が主力電源になることは期待できない。暗雲がたれこめる将来に向けて政策の見直しが急務だ。

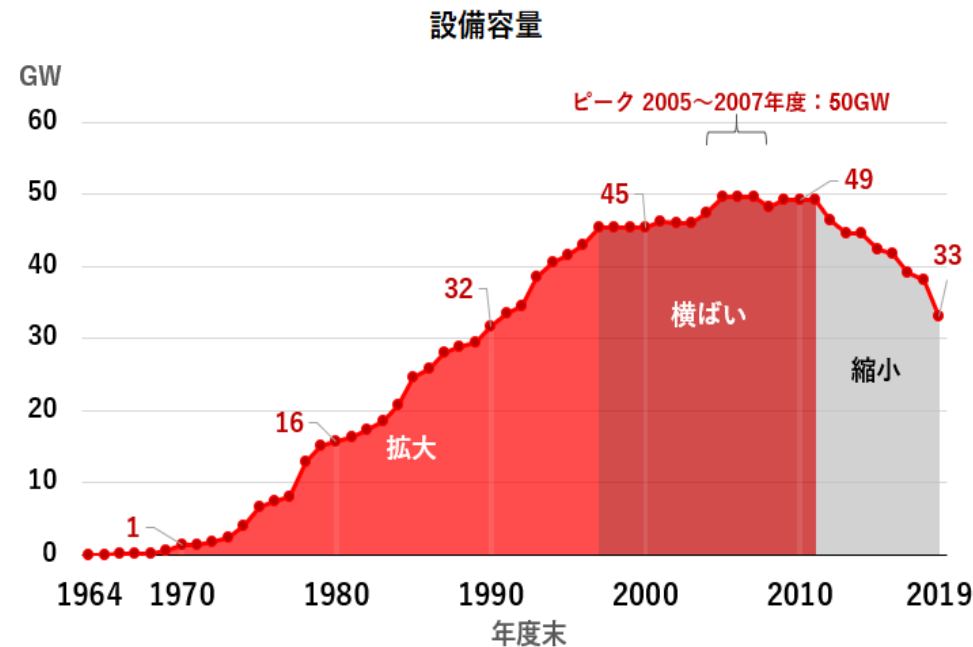
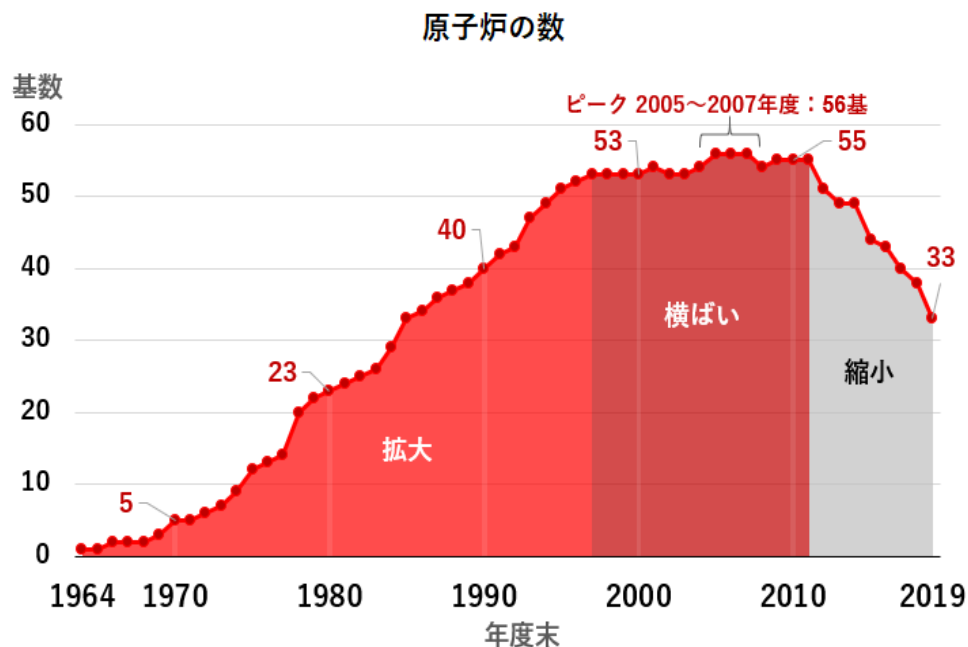
- 課題 1：発電設備の減少
- 課題 2：難航する再稼働
- 課題 3：発電電力量の少なさ
- 課題 4：達成困難な2030年の目標
- 課題 5：2050年の設備容量は微小
- 課題 6：再稼働の莫大なコスト
- 課題 7：不経済な電力供給
- 課題 8：信頼性の低い電源
- 課題 9：廃炉、再処理など
- 付録： 国内原子力発電設備一覧

縮小する日本の原子力発電 存在価値を問われる9つの課題

2020年7月

自然エネルギー財団

課題 1：発電設備の減少



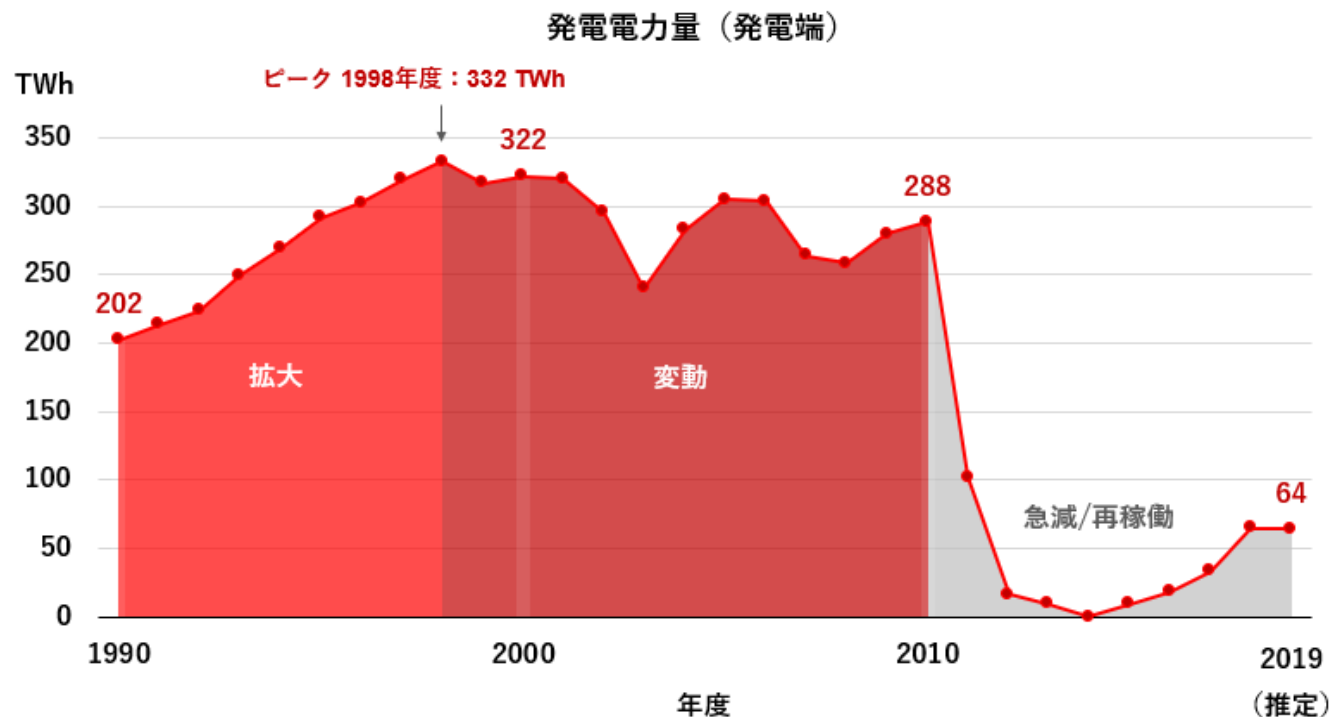
出典：日本原子力産業協会(1)と日本原子力研究開発機構(1)をもとに自然エネルギー財団が作成

主な動向

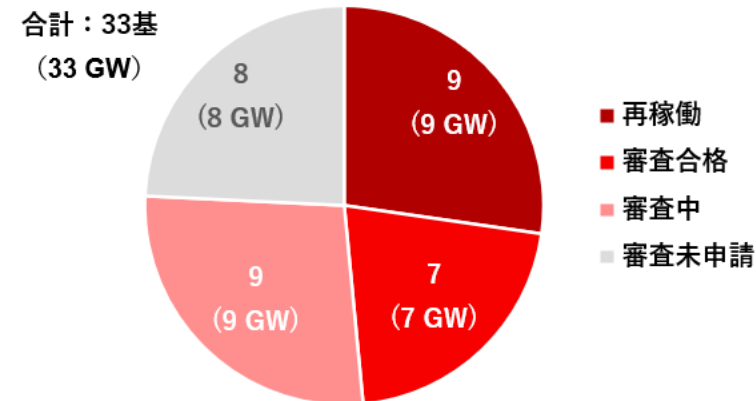
1964年度	日本初の原子炉JPDR（Japan Power Demonstration Reactor）が商用運転を開始
1970年代	エネルギー安全保障の観点から原子力発電を拡大
2005～2007年度	原子炉の数（56基）と設備容量（50GW）がピークに達する
2011年	福島第一原子力発電所の事故発生
2012～2013年度	福島第一原子力発電所の6基の原子炉を廃止
2013年度	原子力規制委員会が新規規制基準を導入
2015～2019年度	新規規制基準や地域の反対などによる経済的・技術的な問題から16機が廃止

2010年度から2019年度のあいだに、日本国内の原子炉の数は40%減り、設備容量は33%減少した。

課題 2：難航する再稼働



稼働状況（2020年6月時点）



出典：日本原子力産業協会(2)をもとに自然エネルギー財団が作成

* 2018年度と2019年度は送電端の発電電力量に係数1.09を掛けて推定
出典：国際エネルギー機関(1)(2)をもとに自然エネルギー財団が作成

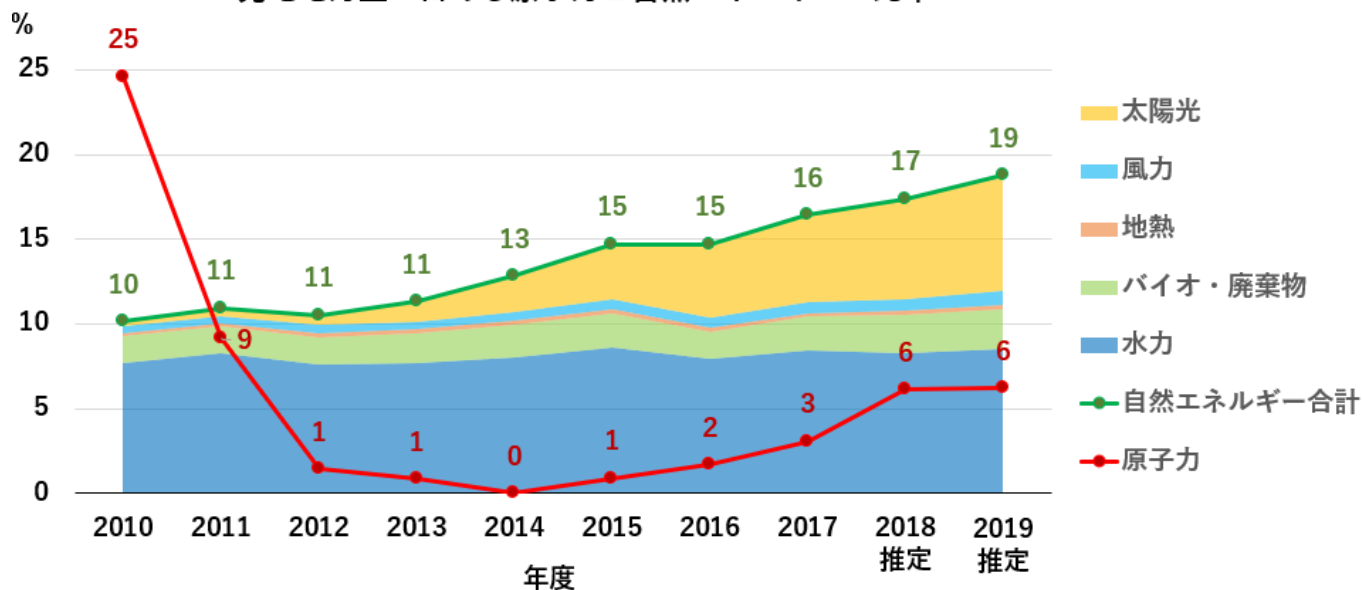
主な動向

1998年度	原子力の発電電力量（332TWh）がピークに達する。2000年代に設備利用率と運転率が低下したため、設備容量のピーク（2005～2007年度）と一致しない
2014年度	福島第一原子力発電所の事故を受けて、すべての原子炉が運転を停止。原子力の発電電力量はゼロ
2019年度	9基の原子炉（合計9 GW）が運転。発電電力量は64TWh
2020年	新型コロナウイルスの感染拡大により電力需要が減少。柏崎刈羽原子力発電所の作業員が感染

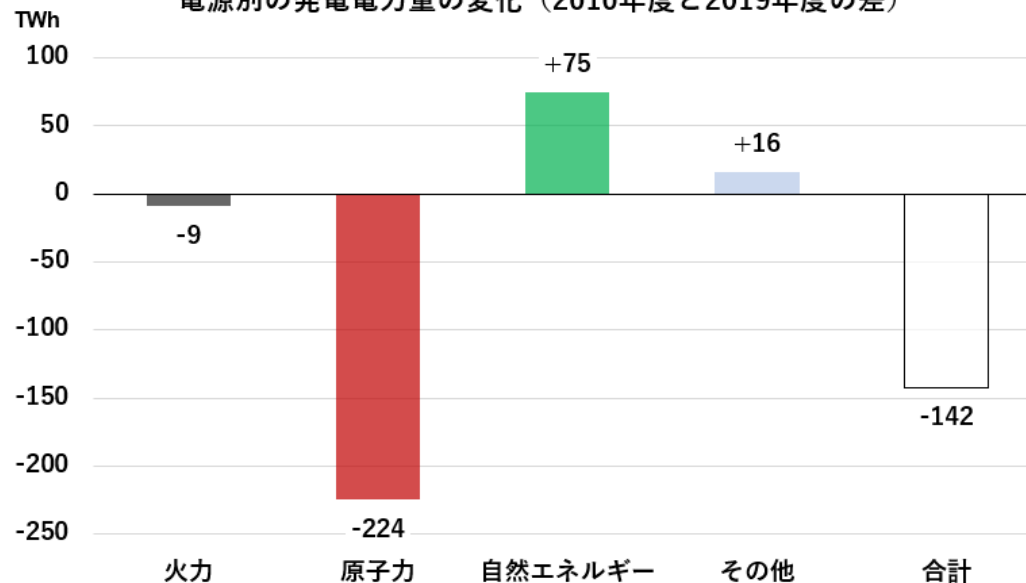
発電電力量は1998年にピークに達した。2011年以降は低迷を続けている。

課題 3：発電電力量の少なさ

発電電力量に占める原子力と自然エネルギーの比率



電源別の発電電力量の変化（2010年度と2019年度の差）



* 2018年度と2019年度は送電端の発電電力量に係数（火力・バイオ・廃棄物1.03、原子力1.09、地熱以外の自然エネルギー1、地熱1.11）を掛けて推定

* バイオ・廃棄物は自然エネルギー由来分だけ、その他は自然エネルギー由来でない廃棄物や種別不明の電源

出典：国際エネルギー機関(2)(3)(4)をもとに自然エネルギー財団が作成

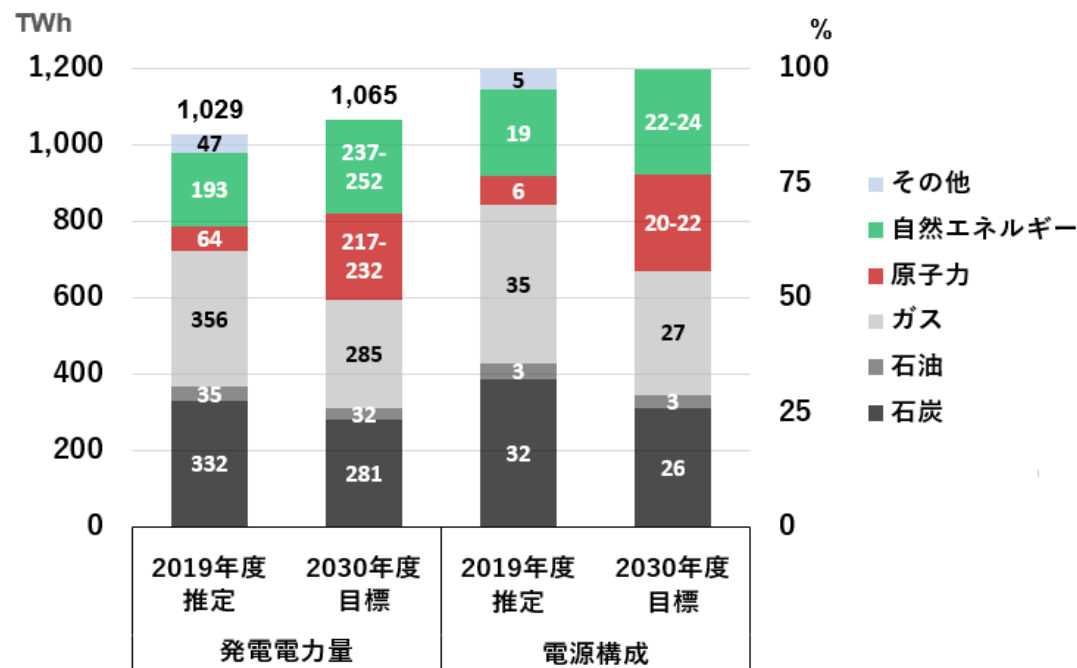
主な動向

2012年度	固定価格買取制度を開始、太陽光発電を中心に自然エネルギーが拡大
2015年度	川内1・2号機と高浜3号機が再稼働
2016年度	伊方3号機が再稼働
2017年度	高浜4号機が再稼働
2018年度	玄海3・4号機と大飯3・4号機が再稼働
2010～2019年度	原子力発電の減少分をエネルギー効率化と自然エネルギーの増加でカバー
2020年	再稼働した9基のうち5基が一時的に運転停止。(1) 新規規制基準による安全対策施設の設置遅れ：川内1・2号機（3月、5月）、高浜3・4号機（8月、10月）、(2) 運転差し止めの仮処分：伊方3号機（1月、定期点検終了後）

原子力による発電電力量は2019年の時点で自然エネルギーの3分の1にとどまっている。

課題 4：達成困難な2030年の目標

2019年度と2030年度の発電電力量と電源構成



* 2019年度は送電端の発電電力量に係数（火力・バイオ・廃棄物1.03、原子力1.09、地熱以外の自然エネルギー1、地熱1.11）を掛けて推定

* その他は自然エネルギー由来でない廃棄物や種別不明の電源

出典：国際エネルギー機関(2)と資源エネルギー庁(1)をもとに自然エネルギー財団が作成

2030年度予測

シナリオ	運転要件	比率
低位	再稼働した原子炉だけ（4基は2030年度までに廃止予定）	0~3%
中位	再稼働および認可済みの原子炉	7%
高位	再稼働および認可済みの原子炉、申請中の原子炉（建設中の島根3号機と大間を含む）	12%
最高位	すべての原子炉（建設中の2基を含む）	15%

- * いずれのケースでも再稼働した原子炉は2020年6月の時点（付録を参照）
- * 60年の運転が認められている4基（美浜3号機、高浜1・2号機、東海第二）を除いて運転年数は40年
- * 設備利用率は2010年度の実績をもとに70%に設定
- * 比率は2030年度の国全体の発電電力量の目標（1065TWh）で計算

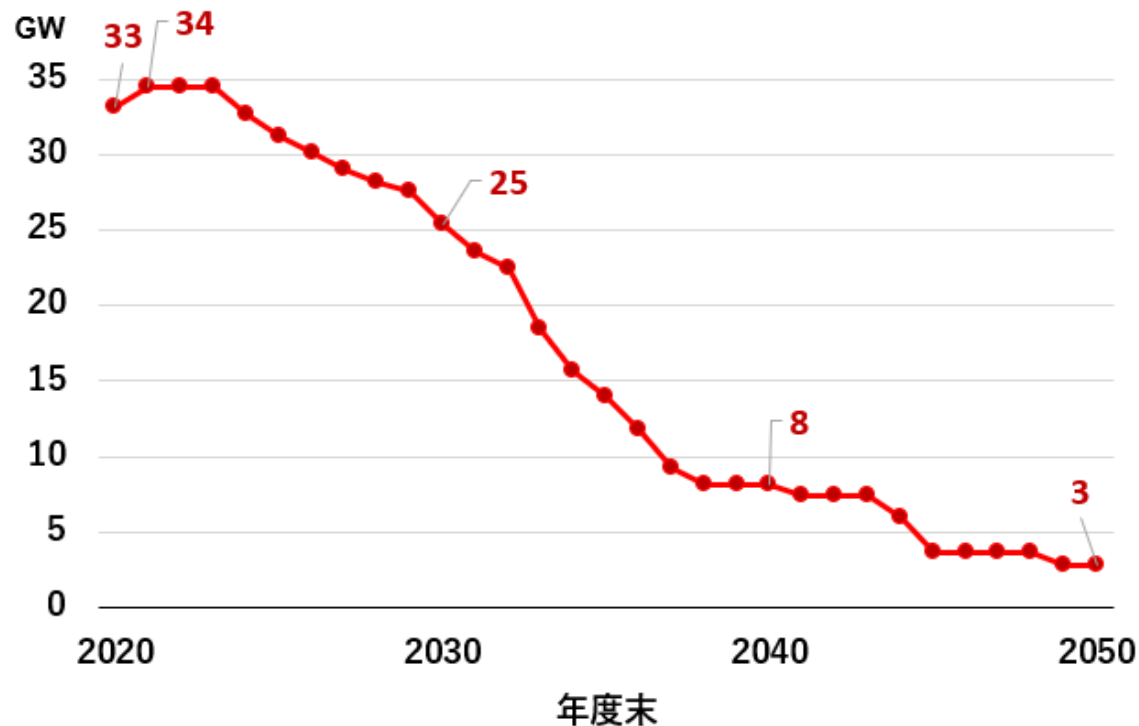
主な動向

2015年度	経済産業省が2030年度の電源構成の目標を設定、原子力は20-22%（217-232TWh）。日本の温室効果ガス排出量の削減目標（2013年度比26%削減）に基づく
2018年度	経済産業省が第5次エネルギー基本計画を策定、電源構成の目標は変更せず
2020年	現状では目標の達成は困難（上記の予測を参照）

次期エネルギー基本計画で2030年度の目標を見直す必要がある。

課題 5 : 2050年の設備容量は微小

原子力発電の設備容量の見通し



出典：日本原子力産業協会(2)をもとに自然エネルギー財団が作成

主な動向

2020年度	33基の原子炉を合わせて設備容量は33GW
2021年度	島根3号機が運転開始見込み（2005年に着工、福島第一原子力発電所の事故で工事中断）
2024年度	川内1号機と高浜3号機の運転年数が40年に到達。
2025年度	大間が運転開始見込み（2008年に着工、福島第一原子力発電所の事故で工事中断）
2034年度	高浜1号機の運転年数が60年に到達
2050年度	島根3号機と大間だけが稼働（設備容量は合計3GW）

* 原子炉の運転年数は40年が原則（60年の運転が認められた場合を除く）

原子力発電は長期の脱炭素化に向けた解決策にはならない。

課題 6：再稼働の莫大なコスト

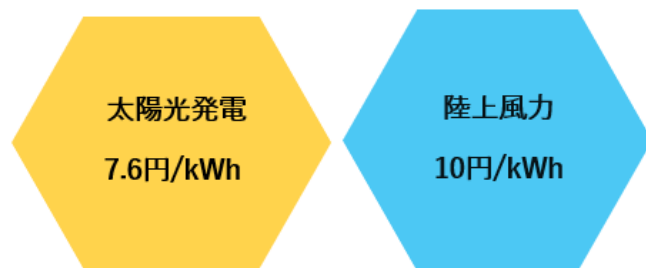
原子力発電所の再稼働コスト（女川2号機と東海第二の例）

費用・運転条件	女川2号機	東海第二	出典
安全対策強化	3400億円	1740億円 -> 2500億円	東北電力、日本原子力発電ほか
特定重大事故等対処施設	不明（東海第二と同等と想定）	610億円 -> 1000億円	日本原子力発電ほか
新規設備投資（合計）	4010億円 - 4400億円	2350億円 - 3500億円	東北電力、日本原子力発電ほか
運転維持費、核燃料リサイクル費用など	6.4円/kWh	6.4円/kWh	資源エネルギー庁 (3)
再稼働後の運転年数（2022年度から）	13年	16年	日本原子力産業協会 (2)
設備容量	825 MW	1,100 MW	日本原子力産業協会 (2)
設備利用率	70%	70%	資源エネルギー庁 (3)
発電電力量（残存運転期間の累計）	65.81 TWh	108.00 TWh	—
廃止までの累計コスト	8220億円 - 8610億円	9260億円 - 1兆410億円	—
再稼働コスト（最小）	12.5 - 13.1円/kWh	8.6 - 9.6円/kWh	—

*前提条件：初期投資は回収済み、財務コストはゼロ、廃炉費用と使用済み核燃料処分費用は十分に確保

最も競争力のある太陽光と陸上風力の発電コスト

（2020年上半期、運転開始は2022年）←



出典：ブルームバーグNEFのデータをもとに
自然エネルギー財団が作成

主な動向

2019年度 (1)	東北電力が女川2号機の安全対策費用を3400億円と想定。再稼働のコストは最低でも12.5 - 13.1円/kWh
2019年度 (2)	日本原子力発電が東海第二の安全対策費と特定重大事故等対処施設の費用を2350億円と想定。ただし3500億円に拡大するとの予測も出ている（原子力資料情報室(1)）。再稼働のコストは最低でも8.6 - 9.6円/kWh
2019年度 (3)	日本卸電力取引所の1日前スポット市場の平均価格は8円/kWh
2022年	最も競争力のある太陽光発電プロジェクトのコストは7.6円/kWh、陸上風力では10円/kWhで、原子力発電よりも安価

経済性の点で見通しは暗く、自然エネルギーと比較して不利である。

課題 7 : 不経済な電力供給

出力抑制の順番

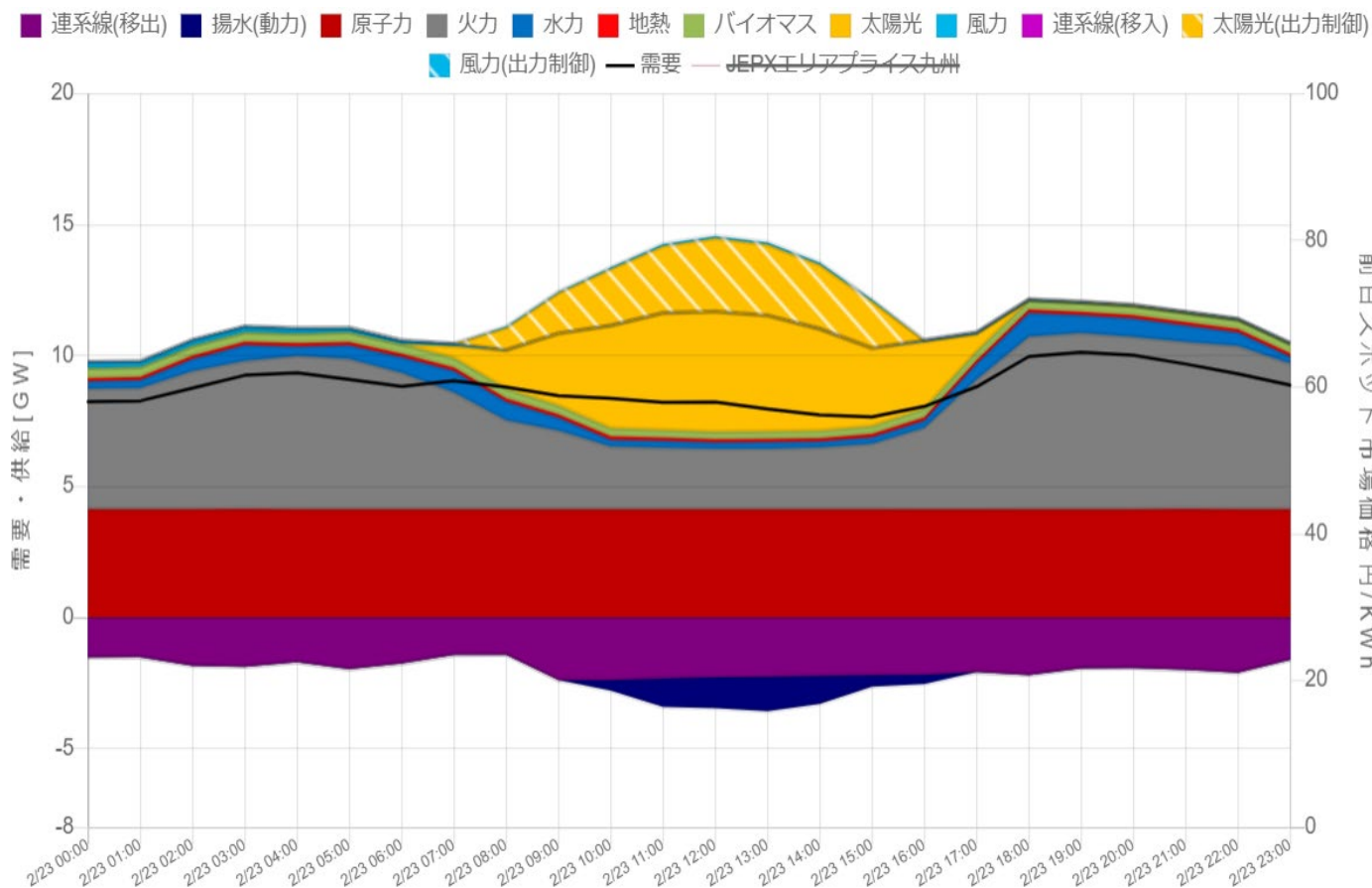


出典：資源エネルギー庁(4)をもとに自然エネルギー財団が作成

主な動向

2015年度	九州で川内1・2号機が9月と11月に再稼働
2016年度	太陽光発電と風力発電に対する出力抑制ルールを定める
2018年度(1)	九州で玄海3・4号機が5月と7月に再稼働
2018年度(2)	九州で太陽光発電を対象に初めて出力抑制を実施（10月13日）
2019年度	九州で3000MWにのぼる過去最大の出力抑制を実施（2月23日）。4基の原子炉（合計4000MW以上）がルールに従って出力を低下させずに運転
2020年	九州で最初の出力制御から2020年4月末までに太陽光と風力を合わせて0.7TWh（発電量の4%）の出力抑制を実施。合計1300時間（約10%）を超える

九州電力管内の電力需給状況（2020年2月23日）

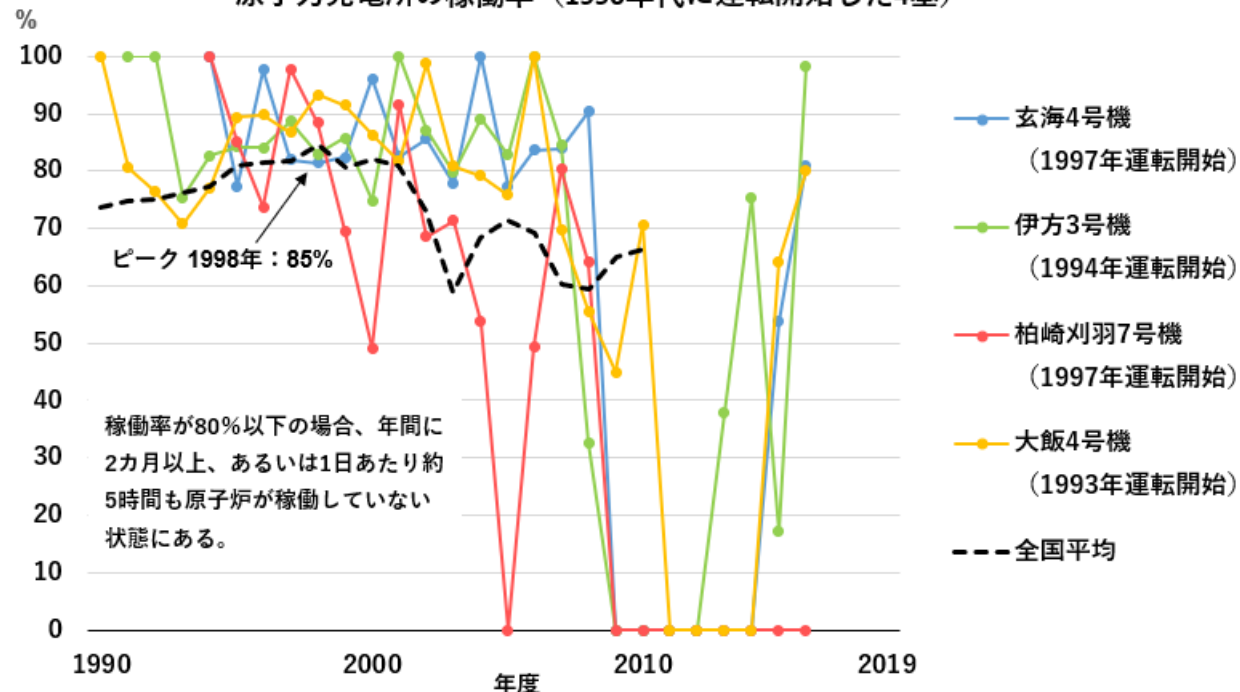


出典：自然エネルギー財団の「電力需給チャート」で作成

日本では原子力を優先して、限界費用が低く環境にやさしい自然エネルギーを無駄にしている。

課題 8 : 信頼性の低い電源

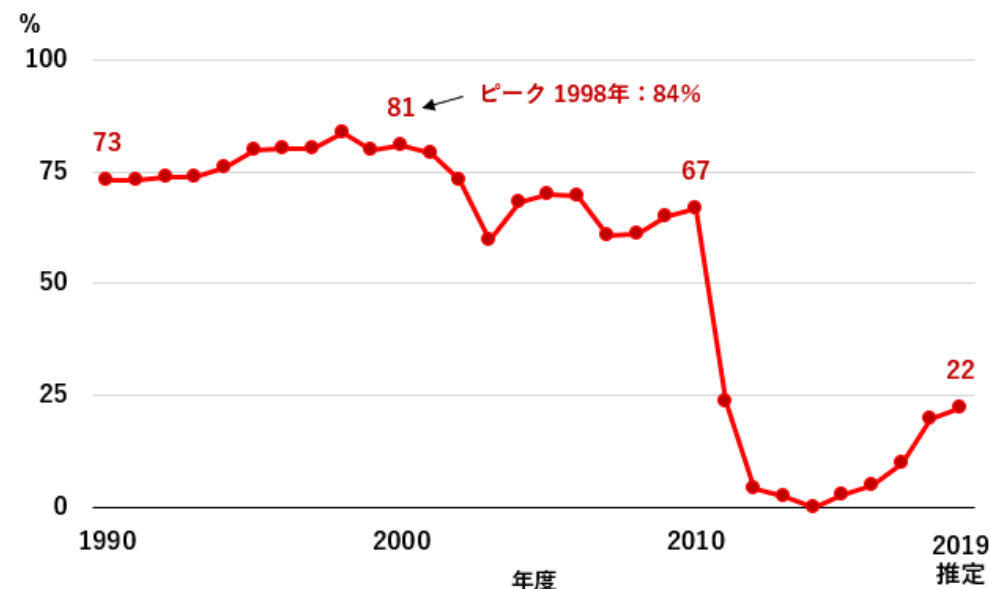
原子力発電所の稼働率（1990年代に運転開始した4基）



* 稼働率：原子炉が1年間に稼働していた時間の比率

出典：国際原子力機関(1)と原子力安全基盤機構のデータをもとに自然エネルギー財団が作成

原子力発電所の設備利用率



* 設備利用率：原子炉が1年間に発電した電力量の比率（年間を通して定格出力で稼働した場合と比べて）

* 2018年度と2019年度は送電端の発電電力量に係数1.09を掛けて推定

出典：国際エネルギー機関 ((1)(2)、日本原子力産業協会(1)、国際原子力機関(1)をもとに自然エネルギー財団が作成

主な動向

1998年度	全国平均の稼働率（85%）と設備利用率（84%）ともにピーク
2002～2010年度	稼働率の低下に伴って設備利用率も低下。いずれも75%を下回る
2008年	柏崎刈羽7号機は2007年に発生した地震の影響で年間を通して運転停止
2015年～	再稼働が始まったものの、稼働率が80%を超えた原子炉はほとんどない。伊方3号機の2019年が数少ない例外だが、同年12月末から定期検査で運転停止

原子力発電は長期に運転を停止することが多く、信頼性のある電源にならない。

残された課題←



主な動向

廃炉	<p>廃止が確定した27基のうちJPDR（出力12MWの小規模実験炉、沸騰水型）1基だけが廃炉を完了。</p> <p>日本初の商用炉である東海（出力166MW、ガス冷却型）は1997年度に廃止したが、当初の予定から10年以上も遅れて2030年度に廃炉を完了する予定。廃炉費用は8億ドルを超える見込み（国際原子力機関(2)(3)）。</p> <p>廃炉にかかる標準的な期間は30～40年（日本原子力産業協会(2)）。商用の原子力発電関連設備（発電設備と核燃料サイクル施設）の廃炉費用は合計で12兆8000億円、そのうち福島第一の1～4号機だけで8兆円と見込まれていて、さらに拡大する可能性が大きい（原子力情報資料室(2)）。</p>
再処理	<p>青森県六ヶ所村の再処理工場は1993年に建設を開始したが、度重なる遅延により現在は2021年度に完成する予定（日本原燃による）。プロジェクト全体の費用は13兆9000億円に達する見込み（使用済燃料再処理機構）。</p>
高速増殖炉	<p>もんじゅは長年にわたって成果を出せないまま2017年度に廃止。投資額は1兆円を超えた（日本原子力研究開発機構）。</p>
地層処分	<p>高レベル放射性廃棄物を地層処分する場所が未定。総コストは約3兆9000億円と想定するも、拠出金は2019年度末で1兆563億円（原子力発電環境整備機構）。</p>

これらの重大な課題は経済面でも技術面でも困難を伴い、ほとんど手つかずの状態にある。

付録：国内原子力発電設備一覧（2020年6月時点）

既設

状態	発電設備（事業者）	商用運転開始日	運転認可年数	設備容量 (MW)
再稼働	玄海3号機（九州電力）	1994年3月18日	40	1,180
	玄海4号機（九州電力）	1997年7月25日	40	1,180
	伊方3号機（四国電力）	1994年12月15日	40	890
	大飯3号機（関西電力）	1991年12月18日	40	1,180
	大飯4号機（関西電力）	1993年2月2日	40	1,180
	川内1号機（九州電力）	1984年7月4日	40	890
	川内2号機（九州電力）	1985年11月28日	40	890
	高浜3号機（関西電力）	1985年1月17日	40	870
	高浜4号機（関西電力）	1985年6月5日	40	870
小計	9基			9,130
適合性審査を完了	柏崎刈羽6号機（東京電力ホールディングス）	1996年11月7日	40	1,356
	柏崎刈羽7号機（東京電力ホールディングス）	1997年7月2日	40	1,356
	美浜3号機（関西電力）	1976年12月1日	60	826
	女川2号機（東北電力）	1995年7月28日	40	825
	高浜1号機（関西電力）	1974年11月14日	60	826
	高浜2号機（関西電力）	1975年11月14日	60	826
	東海第二（日本原子力発電）	1978年11月28日	60	1,100
小計	7基			7,115

付録：国内原子力発電設備一覧

状態	発電設備（事業者）	商用運転開始日	運転認可年数	設備容量 (MW)
適合性審査を申請済み	浜岡3号機（中部電力）	1987年8月28日	40	1,100
	浜岡4号機（中部電力）	1993年9月3日	40	1,137
	東通1号機（東北電力）	2005年12月8日	40	1,100
	志賀2号機（北陸電力）	2006年3月15日	40	1,206
	島根2号機（中国電力）	1989年2月10日	40	820
	泊1号機（北海道電力）	1989年6月22日	40	579
	泊2号機（北海道電力）	1991年4月12日	40	579
	泊3号機（北海道電力）	2009年12月22日	40	912
	敦賀2号機（日本原子力発電）	1987年2月17日	40	1,160
小計	9基			8,593
適合性審査に未申請	浜岡5号機（中部電力）	2005年1月18日	40	1,380
	柏崎刈羽1号機（東京電力ホールディングス）	1985年9月18日	40	1,100
	柏崎刈羽2号機（東京電力ホールディングス）	1990年9月28日	40	1,100
	柏崎刈羽3号機（東京電力ホールディングス）	1993年8月11日	40	1,100
	柏崎刈羽4号機（東京電力ホールディングス）	1994年8月11日	40	1,100
	柏崎刈羽5号機（東京電力ホールディングス）	1990年4月10日	40	1,100
	女川3号機（東北電力）	2002年1月30日	40	825
	志賀1号機（北陸電力）	1993年7月30日	40	540
小計	8基			8,245
合計	33基			33,083

建設中

状態	発電設備（事業者）	商用運転開始予定	運転認可年数	設備容量 (MW)
適合性審査を申請済み	島根3号機（中国電力）	2021年度	40	1,373
	大間（電源開発）	2025年度	40	1,383
合計	2基			2,756

廃止

廃止日	発電設備（事業者）	商用運転開始日	廃炉状況	設備容量 (MW)
1976年3月18日	JPDR（日本原子力研究開発機構）	1965年3月15日	1996年4月3日に完了	12
1998年3月31日	東海（日本原子力発電）	1966年7月25日	2030年度に完了予定	166
2003年3月29日	ふげん（日本原子力研究開発機構）	1979年3月20日	2033年度に完了予定	165
2009年1月30日	浜岡1号機（中部電力）	1976年3月17日	2036年度に完了予定	540
2009年1月30日	浜岡2号機（中部電力）	1978年11月29日	2036年度に完了予定	840
2012年4月19日	福島第一1号機（東京電力ホールディングス）	1971年3月26日	30-40年後に完了予定	460
2012年4月19日	福島第一2号機（東京電力ホールディングス）	1974年7月18日	30-40年後に完了予定	784
2012年4月19日	福島第一3号機（東京電力ホールディングス）	1976年3月27日	30-40年後に完了予定	784
2012年4月19日	福島第一4号機（東京電力ホールディングス）	1978年10月12日	30-40年後に完了予定	784
2014年1月31日	福島第一5号機（東京電力ホールディングス）	1978年4月18日	1～4号機の廃炉の実機実証試験に活用	784
2014年1月31日	福島第一6号機（東京電力ホールディングス）	1979年10月24日	1～4号機の廃炉の実機実証試験に活用	1,100
2015年4月27日	敦賀1号機（日本原子力発電）	1970年3月14日	2039年度に完了予定	357
2015年4月27日	美浜1号機（関西電力）	1970年11月28日	2045年度に完了予定	340
2015年4月27日	美浜2号機（関西電力）	1972年7月25日	2045年度に完了予定	500
2015年4月27日	玄海1号機（九州電力）	1975年10月15日	2054年度に完了予定	559
2015年4月30日	島根1号機（中国電力）	1974年3月29日	2045年度に完了予定	460

付録：国内原子力発電設備一覧

廃止日	発電設備（事業者）	商用運転開始日	廃炉状況	設備容量 (MW)
2016年5月10日	伊方1号機（四国電力）	1977年9月30日	2056年度に完了予定	566
2017年12月6日	もんじゅ（日本原子力研究開発機構）	1995年8月29日 （最初の系統接続）	2047年度に完了予定	280
2018年3月1日	大飯1号機（関西電力）	1979年3月27日	2048年度に完了予定	1,175
2018年3月1日	大飯2号機（関西電力）	1979年12月5日	2048年度に完了予定	1,175
2018年5月23日	伊方2号機（四国電力）	1982年3月19日	2058年度に完了予定	566
2018年12月21日	女川1号機（東北電力）	1984年6月1日	2053年度に完了予定	524
2019年4月9日	玄海2号機（九州電力）	1981年3月30日	2054年度に完了予定	559
2019年9月30日	福島第二1号機（東京電力ホールディングス）	1982年4月20日	2064年度に完了予定	1,100
2019年9月30日	福島第二2号機（東京電力ホールディングス）	1984年2月3日	2064年度に完了予定	1,100
2019年9月30日	福島第二3号機（東京電力ホールディングス）	1985年6月21日	2064年度に完了予定	1,100
2019年9月30日	福島第二4号機（東京電力ホールディングス）	1987年8月25日	2064年度に完了予定	1,100
合計	27基			17,880

出典：日本原子力産業協会(2)と国際原子力機関(1)をもとに自然エネルギー財団が作成

- ・ [ブルームバーグNEF：Levelized Cost of Electricity 1H 2020](#)（2020年4月、会員限定）
- ・ [原子力資料情報室\(1\)：東海第二原発の再稼働は電力消費者に資するか](#)（2020年2月）
- ・ [原子力資料情報室\(2\)：A Perusal of the Recently Released 'Decommissioning Implementation Policies' ~Decommissioning Costs Grossly Underestimated at 15 trillion yen – March 29, 2019 \(updated April 1, 2019\)](#)（2019年4月）
- ・ [国際原子力機関\(1\)：Power Reactor Information System – Country Statistics: Japan](#)（2020年5月/6月時点）
- ・ [国際原子力機関\(2\)：International Nuclear Information System – Present Status and Plans for Disposal of Decommissioning Waste in Japan](#)（2020年6月25日時点）
- ・ [国際原子力機関\(3\)：International Nuclear Information System – Decommissioning project of commercial Nuclear Power Plant](#)（2020年6月25日時点）
- ・ [国際エネルギー機関\(1\)：Data and Statistics – Nuclear Electricity Generation: Japan](#)（2020年6月25日時点）
- ・ [国際エネルギー機関\(2\)：Monthly Electricity Statistics – Data up to March 2020](#)（2020年6月16日時点）
- ・ [国際エネルギー機関\(3\)：Electricity Information 2019](#)（2019年9月）
- ・ [国際エネルギー機関\(4\)：Renewables Information 2019](#)（2019年8月）
- ・ [日本原子力研究開発機構：「もんじゅ」の研究開発にかかった事業費（予算額）はいくらか？](#)（2020年6月16日時点）
- ・ [日本原子力産業協会\(1\)：Current Status of Nuclear Power Plants in Japan – April 3, 2020](#)
- ・ [日本原子力産業協会\(2\)：Current Status of Nuclear Power Plants in Japan – June 4, 2020](#)
- ・ [日本原子力発電：2019年「東海第二発電所 状況説明会」主な質疑応答要旨](#)（2019年7月）
- ・ [日本卸電力取引所：Trading Information – Spot Market Trading Results: Fiscal Year 2019](#)（2020年6月4日時点）
- ・ [原子力安全基盤機構：Operational Status of Nuclear Facilities in Japan 2013 Edition](#)（2013年12月）
- ・ [日本原燃：Reprocessing: Progress of the Reprocessing Plant up until now](#)（2020年5月31日時点）
- ・ [九州電力送配電：系統情報の公開](#)（2020年6月時点）
- ・ [資源エネルギー庁\(1\)：長期エネルギー需給見通し関連資料](#)（2015年7月）
- ・ [資源エネルギー庁\(2\)：エネルギー基本計画](#)（2018年7月）
- ・ [資源エネルギー庁\(3\)：長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告](#)（2015年5月）
- ・ [資源エネルギー庁\(4\)：再エネの発電量を抑える「出力制御」、より多くの再エネを導入するために](#)（2018年9月7日）
- ・ [原子力規制委員会：Enforcement of the New Regulatory Requirements for Commercial Nuclear Power Reactors](#)（2013年7月）
- ・ [原子力発電環境整備機構：拠出金](#)（2020年6月5日時点）
- ・ [使用済燃料再処理機構：再処理等の事業費について](#)（2017年7月）
- ・ [自然エネルギー財団：災禍のたびに高まる自然エネルギーの必要性、今こそ「日本版グリーンニューディール」へ](#)（2020年5月20日）
- ・ [東北電力：2019年度第2四半期決算説明会における質疑応答](#)（2019年10月）

**縮小する日本の原子力発電
存在価値を問われる9つの課題**

2020年7月

執筆

ロマン・ジスラー 自然エネルギー財団 上級研究員
石田 雅也 自然エネルギー財団 シニアマネージャー

公益財団法人 自然エネルギー財団

〒105-0003 東京都港区西新橋1-13-1 DLXビルディング8F TEL：03-6866-1020（代表）

info@renewable-ei.org

www.renewable-ei.org