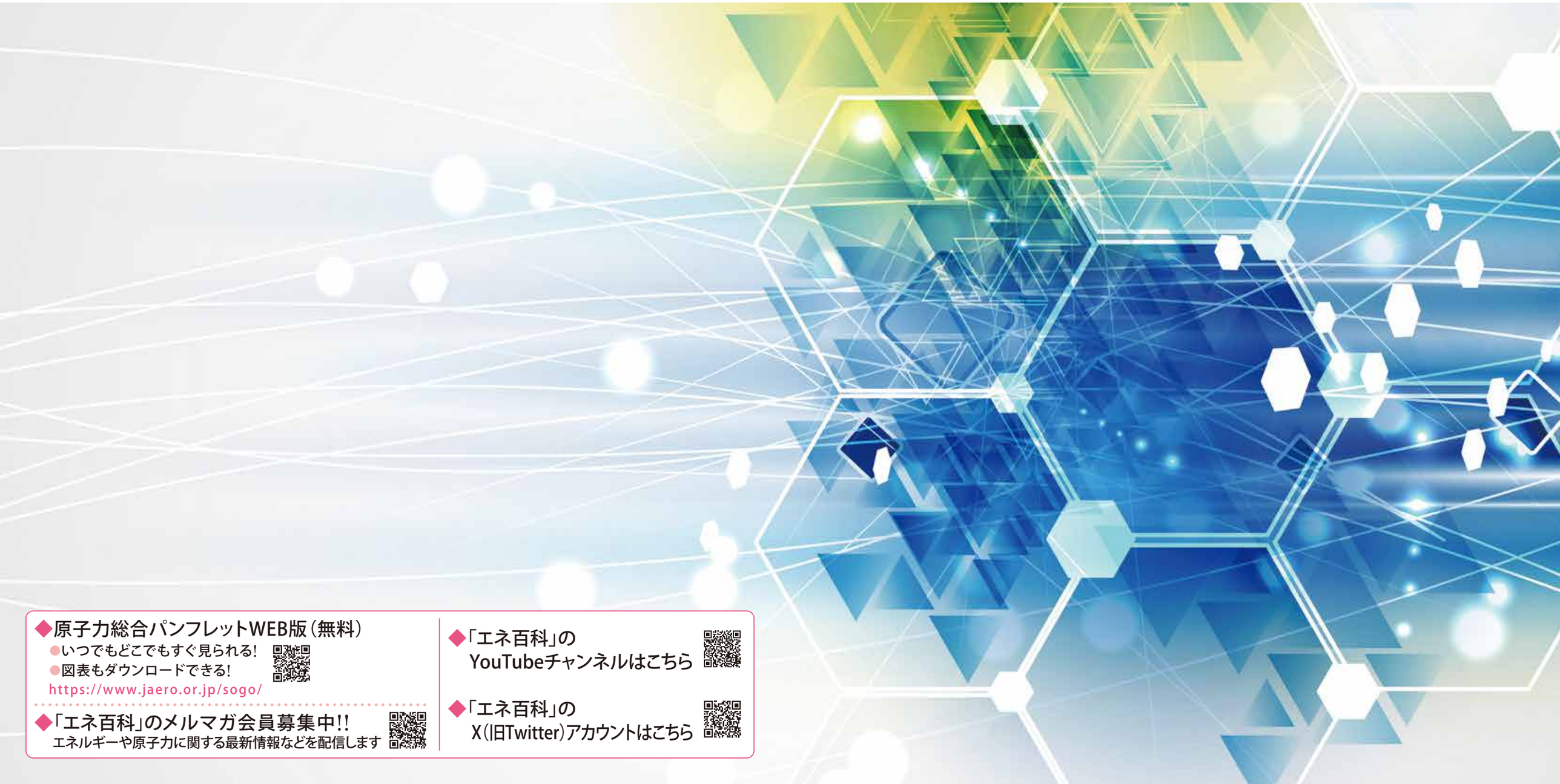
原子力
総合パンフレット
2024 年度版

日本原子力文化財団

〒108-0023 東京都港区芝浦2-3-31
ＴＥＬ：03-6891-1571　ＦＡＸ：03-6891-1575
https://www.jaero.or.jp/

2025年1月　第12版発行



◆原子力総合パンフレットWEB版（無料）
- いつでもどこでもすぐ見られる！
- 図表もダウンロードできる！

https://www.jaero.or.jp/sogo/

◆「エネ百科」のメルマガ会員募集中!!
エネルギーや原子力に関する最新情報などを配信します

◆「エネ百科」の
YouTubeチャンネルはこちら

◆「エネ百科」の
X（旧Twitter）アカウントはこちら

INTRODUCTION

本冊子では、日本のエネルギー事情や原子力政策、原子力開発と発電への利用、原子力施設の規制や安全性向上対策、放射線防護、原子力防災などを総合的に紹介しています。

2024年度は各章の初めや終わりに監修者からのメッセージと、その章のポイントやトレンドについて解説をいただいています。是非ご覧ください。

原子力の学習や研修会などで本冊子を活用していただければ幸いです。

【監修者】
・全編監修者
黒﨑 健（京都大学 複合原子力科学研究所 所長・教授）
・1章監修者
小山 堅（一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 専務理事 首席研究員）
木村 謙仁（一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 電力ユニット 原子力グループ兼
研究戦略ユニット 研究戦略グループ 主任研究員）
・5章監修者
松本 義久（東京科学大学 総合研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所 教授）
・6章監修者
安田 仲宏（福井大学 附属国際原子力工学研究所 教授）

2025年1月
一般財団法人 日本原子力文化財団

原子力総合パンフレットWeb版

PC、スマートフォンでいつでもどこでもご覧いただける「原子力総合パンフレットWeb版（無料）」をご用意しています。
図表のダウンロードや、過去に本冊子に掲載されていた「原子力の利用に関する法令（原子力施設と法律、原子力損害の賠償）」についても掲載しています。

https://www.jaero.or.jp/sogo/

CONTENTS

1章 日本のエネルギー事情と原子力政策

1章（日本のエネルギー事情と原子力政策）のポイント……P.1～2
日本のエネルギー選択の歴史と原子力……P.3～4
エネルギーミックスの重要性……P.5～6
日本のエネルギー政策～各電源の位置づけと特徴～……P.7～8
日本のエネルギー政策～2030年、2050年に向けた方針～……P.9～10
エネルギーの安定供給の確保……P.11～12
エネルギーの経済効率性と価格安定……P.13～14
環境への適合……P.15～16
原子力の安定的な利用に向けて～再稼働、原子燃料サイクル、使用済燃料の中間貯蔵～……P.17～18
原子力の安定的な利用に向けて～高レベル放射性廃棄物～……P.19～20
国際的な原子力平和利用と核の拡散防止への貢献……P.21～22
〈参考〉世界の原子力発電の状況……P.23～24
〈トピック〉電力需給ひっ迫……P.25

2章 原子力開発と発電への利用

2章（原子力開発と発電への利用）のポイント……P.26
日本の原子力施設の状況……P.27～28
原子力発電のしくみ……P.29～30
原子炉の種類……P.31～32
次世代原子炉の種類……P.33～34
原子力発電所の構成……P.35～36
原子力発電の特徴……P.37～38
原子燃料サイクル……P.39～40
再処理と使用済燃料の中間貯蔵……P.41～42
高レベル放射性廃棄物……P.43～44
低レベル放射性廃棄物……P.45～46

3章 原子力施設の規制と安全性向上対策

原子力発電所の規制と検査制度……P.47～48
新規制基準を踏まえた原子力施設の安全確保……P.49～50
原子力発電所の地震の揺れや津波・浸水への対策……P.51～52
自然現象や重大事故への対策……P.53～54
原子力施設のさらなる安全性向上に向けた対策……P.55～56
自主的・継続的な安全性向上への取り組み……P.57～58
3章（原子力施設の規制と安全性向上対策）のポイント……P.59

4章 原子力発電所の廃止措置に向けた取り組み

4章（原子力発電所の廃炉に向けた取り組み）のポイント……P.60
原子力発電所の廃止措置と解体廃棄物……P.61～62
福島第一原子力発電所事故の概要と教訓……P.63～64
廃炉への取り組み～中長期ロードマップ、燃料デブリ～……P.65～66
廃炉への取り組み～汚染水対策、処理水の取り扱い～……P.67～68
周辺住民や飲食物への影響……P.69～70

5章 放射線と放射線防護

さまざまな分野で活躍する放射線……P.71～72
放射線と放射能の性質……P.73～74
放射能・放射線の単位と測定……P.75～76
被ばくと健康影響……P.77～78
外部被ばくと内部被ばく……P.79～80
身のまわりの放射線……P.81～82
放射線被ばくによるリスク低減とモニタリング……P.83～84
5章（放射線と放射線防護）のポイント……P.85

6章 原子力防災

6章（原子力防災）のポイント……P.86
原子力防災の概要……P.87～88
原子力災害対策と緊急事態の区分……P.89～90
初期対応段階での防護措置……P.91～92
被ばくを避けるためにとる行動（防護措置）……P.93～94
平常時と原子力災害時の住民の行動……P.95～96

◆1章（日本のエネルギー事情と原子力政策）のポイント◆

世界のエネルギーに関する動き

■ポイント

- 国際エネルギー情勢は引き続き不安定で先行き不透明
- 気候変動対策強化と脱炭素化の取り組みは待ったなし
- エネルギー安全保障と脱炭素化の両立は容易ならざる挑戦
- アメリカ･トランプ政権（2期目）の下での世界の分断の行方が世界の注目点
- 新たな情報革命で増大する電力需要への対応が世界の課題に

2022年のロシアによるウクライナ侵攻で国際エネルギー情勢は不安定化し、エネルギー価格は著しく高騰しました。エネルギー価格高騰は暮らしや経済を直撃し、世界はエネルギー安全保障の重要性を再認識しました。

その後、エネルギー価格は落ち着きを取り戻したものの、最近でも原油価格は1バレル当たり70～80ドル程度で推移するなど、歴史的に見て高い水準にとどまっています。イスラエルとイランを巡る情勢が不安定化するなど、中東情勢の先行きに予断は許されません。アメリカではトランプ大統領が再登板することになり、その対外･安全保障政策の世界への影響、エネルギー地政学への影響が注目されます。

他方、世界的な異常気象頻発で、気候変動対策強化を求める声が高まっています。気温上昇を1.5℃に抑え脱炭素化をさらに促進すべきとの意見も強く、その取り組み強化も待ったなしです。脱炭素化とエネルギー安全保障の両立が必要ですが、それをエネルギーコストの上昇を抑えながら実施していかねばなりません。

トランプ政権2期目を迎え、世界の分断がどうなるのか、アメリカと中国の対立や西側と中国やロシアの対立がどう動くのかが注目されます。分断と対立の世界では、経済安全保障が重視され、エネルギーや重要鉱物などの戦略物資をできるだけ国産化する、あるいは同盟国などの間で供給チェーンを構築することなどが重視されるようになっています。

新たなエネルギー問題として、生成AIやデータセンター拡大による電力需要増大への対応が関心事項になっています。増大する電力需要を安定的に、手頃な値段で、かつゼロエミッション電源で賄うことが必要になっており、この点でも原子力への期待が高まっています。

複雑化する国際情勢のなかで、エネルギー安全保障と脱炭素化の両立を図ることは容易でありません。各国はそれぞれの国情を踏まえて、エネルギーベストミックスの追求などの最善のエネルギー政策を追求していくことが求められています。

監修者からのメッセージ

ウクライナ危機発生で国際エネルギー情勢が一気に不安定化し、その後も中東情勢流動化が進むなど、国際エネルギー情勢に予断は許されません。他方、世界的に異常気象が頻発するなか、気候変動対策強化のため脱炭素化の取り組みも待ったなしです。エネルギー安全保障の強化と脱炭素化の両立を図ることが求められている今日、私たちを取り巻く世界では分断が進み、自国第一主義が台頭するなど、複雑で難しい国際情勢に直面するようになっています

こうしたなか、日本でも世界でも、それぞれの国情に応じて、コスト負担の抑制を図りながらエネルギー安全保障と脱炭素化の両立に向けたエネルギー政策の追求が重要になっています。また新たな情報革命進展の下で電力需要が大きく増加する可能性が浮上し、電力安定供給に高い関心が寄せられています。こうしたなか、安全性を確保し、国民理解を得つつ、原子力の有効活用を図ることはますます重要になりつつあるといえるでしょう。

■小山 堅（一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 専務理事 首席研究員）

世界のエネルギー情勢と日本の課題について

■ポイント

- 事業者が投資決定を行えるようにするための具体的施策
- 設置変更許可に向けて審査中、あるいは未申請の原子炉の審査効率化
- 原子力施設立地地域の理解促進と産業振興

エネルギーをめぐる世界情勢は年々変化しています。2015年のパリ協定以降、多くの国が野心的な温室効果ガス排出削減目標を掲げてきました。2021年以降は世界的に化石燃料価格の高騰が発生し、エネルギーを安価に、かつ安定的に供給できることに重点が置かれるようになりました。とりわけ天然ガスの供給は2022年2月、ロシアによるウクライナ侵攻が始まってから一層不安定化しています。そして、直近では中東情勢が混迷を極めています。気候変動対策に加え、エネルギー安全保障の観点でも、化石燃料からのエネルギー転換が必要とされている状況といえるでしょう。日本も例外ではありません。

単一であらゆる問題を解決できるエネルギー源が存在しない以上、エネルギー転換を実現するうえでは、利用可能なあらゆるオプションを活用していくことが重要となります。他の多くの国と同様に、日本でも再生可能エネルギーは脱炭素化の主力を担うと考えられますが、その中心である太陽光や風力発電は変動電源であり、利用量が増えてくるにしたがって、電力システム全体を安定させるための対策が必要になります。これに対して原子力は安定電源ですが、日本では福島第一原子力発電所事故後に停止した原子炉の再稼働に時間を要しています。2050年という将来を考えるなら、新しい原子炉の建設を進めるのかについても、具体的な議論を早急に進めることが求められます。再稼働にしても新設にしても、進めるなら安全性の向上と社会的な信頼の回復は大前提です。

化石燃料からの転換を本気で目指すのであれば、電力部門以外も含めて、エネルギーシステム全体を対象とした取り組みを進めなければなりません。この点については、非化石燃料由来の水素やアンモニアの調達コストが低下し、大規模な利用が可能になるかが重要となってきます。温室効果ガス排出量ネットゼロ実現のためには、どうしても避けられない排出量を相殺するネガティブ排出技術も必要になるでしょう。こうしたさまざまなオプションに対して、バランスよく投資を誘引できるかが日本のエネルギー政策の重要課題だと考えます。

監修者からのメッセージ

前述の通り、気候変動対策やウクライナ侵攻、中東情勢の緊迫化など、エネルギー情勢にかかわる重要な出来事が近年立て続けに起こっています。さらに2024年にはデータセンターや生成AIといった新たな要因の出現によって、将来的な電力需要は今まで想定されていた以上に増加していくのではないか、という可能性が国内外で指摘されるようになってきました。これから我々がエネルギーと、あるいは原子力とどのように向き合っていくのかを考えていくうえでは、こうした最新の動きを把握したうえで議論を進めることが欠かせません。本冊子がその一助となることを切に望みます。

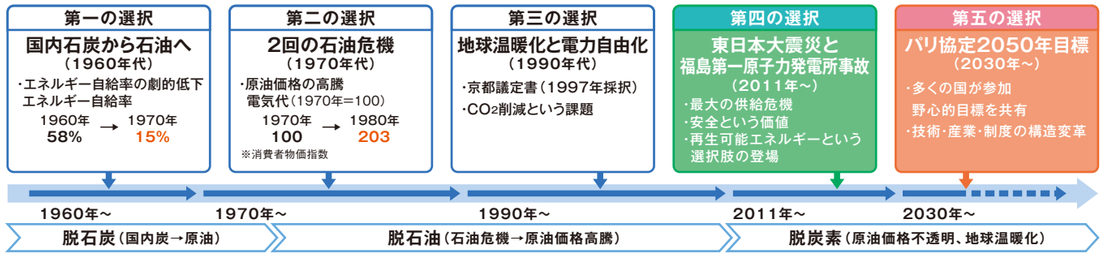
■木村 謙仁（一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 電力ユニット
原子力グループ兼研究戦略ユニット 研究戦略グループ主任研究員）

日本のエネルギー選択の歴史と原子力

日本では、明治時代の初期にガス事業と電気事業が始まり、明治時代の半ば頃に日本初の石炭火力発電所や水力発電所が運転を開始しています。明治時代は小規模な石炭火力発電中心の時代で、大正時代以降は大規模な水力発電中心の時代が続きました。

そして、第二次世界大戦の終結後、日本は四つの大きなエネルギー選択の転換期があり、現在、五つ目の岐路に直面しています。

■エネルギー選択の大きな流れ



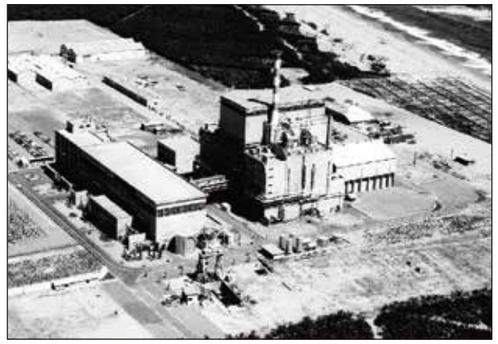
出典:資源エネルギー庁資料より作成

ワンポイント情報　◆日本での原子力利用の始まり◆

1953年の国連総会でアメリカのアイゼンハワー大統領が原子力の平和利用をよびかける演説『Atoms for Peace』を行い、世界各国で「原子力の平和利用」が始められました。日本でも1955年に原子力基本法が成立し、原子力利用が始まりました。原子力基本法では、原子力の研究や開発、利用は平和を目的としたものに限ること、また、「民主」「自主」「公開」の三原則にもとづくことが定められています。

当時の日本には、まだ原子力発電所を建設するノウハウがなかったため、アメリカやイギリスなどに協力を仰ぎ、原子力発電の開発が進められました。また、当時の先端技術であった原子力発電を民間企業のみで開発することは難しかったことから、国も協力して「日本原子力発電（株）」が設立されました。

そして、1966年に日本で初めてとなる商業用原子力発電として、日本原子力発電（株）の東海発電所が、茨城県那珂郡東海村に建設され、運転を開始しました。核分裂によって放出される中性子の速度を黒鉛によって下げる「黒鉛減速ガス冷却炉」という方式がイギリスから導入されました。この運転開始により、日本への原子力発電に関する技術移転が始まり、徐々に国産の原子力発電が開発されていくこととなります。


東海発電所　写真提供:日本原子力発電（株）

第一の選択　（1960年代～国内の石炭から石油へ）

1945年に戦争が終わり、復興を遂げた日本は、1955年から高度経済成長期に入り、エネルギー需要が大幅に増加しました。

当時、中東やアフリカで相次いで大油田が発見され、政府はエネルギー供給の中心を国内産の石炭から海外産の石油に転換する政策を打ち出しました。この結果、日本のエネルギー自給率は、10年間で58%から15%へと大幅に低下しました。

路面電車「玉川電気鉄道」

第二の選択　（1970年代～二度にわたる石油危機）

日本は高度経済成長を遂げ、経済大国となりましたが、1970年代に二度の石油危機におそわれました。石油危機は、産油国での戦争など政情不安定を契機に起こったもので、原油価格が高騰し、世界経済は大きく混乱しました。石炭から石油へと舵を切り、エネルギーの8割近くを輸入の原油に頼っていた日本も例外ではありませんでした。第一次石油危機の後、日本経済は戦後初めてマイナス成長となり、高度経済成長は終わりました。

日本では原油価格の高騰により電気料金も高騰し、政府は省エネの必要性や石油を中東に大きく頼るという地政学的リスクを避け、原子力や天然ガスの普及拡大など、エネルギー源の多様化を進めました。

トイレットペーパーの買い占め騒動

第三の選択　（1990年頃～地球温暖化と電力自由化）

1985年に国連環境計画が「対策を開始すべき」と警鐘を鳴らしたことから、地球温暖化が注目されるようになり、1997年には京都議定書が採択され、地球温暖化問題は日本のエネルギー政策を考えるうえでも非常に重要な課題となりました。石油に代わる新エネルギーとして太陽光や地熱、石炭（石炭液化技術）、水素などの開発に一層の拍車がかかり、また原子力や天然ガスの利用も促進されました。

1990年代以降は、電力や都市ガスの自由化も行われました。戦後、日本の電力は、発電・送電・配電・売電を地域の電力会社が一貫して行う地域独占体制がとられ、電力の安定供給を支えてきました。一方で電気料金が世界的に見て高コストになっていることから、「安定供給の確保」、「料金の最大限抑制」、「電気利用者の選択肢を増やし、企業の事業機会を拡大する」という目的のもとで改革が進められました。

氷河や氷床の融解

第四の選択　（2011年～東日本大震災と福島第一原子力発電所事故）

2011年に発生した東日本大震災・福島第一原子力発電所事故によって、「エネルギー関連設備の安全性」という大原則を再認識し、政府は震災前に描いていたエネルギー政策をゼロベースで見直すこととしました。震災後に改定された第4次エネルギー基本計画では、「原子力発電への依存度を可能な限り低減すること」や「安全を最優先したうえで再稼働すること」、「再生可能エネルギーの導入を加速化すること」などの方針が示されています。

また、地震や津波によって、被災地の石油供給拠点やガスの製造・供給設備が破損し、一部で機能停止に陥るなど、災害時におけるエネルギー供給の脆弱性も露呈しました。

福島第一原子力発電所　写真提供:東京電力ホールディングス（株）

第五の選択　（2030年～パリ協定の目標達成に向けて）

2015年に開催された気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く抑え、1.5℃までに制限する努力をする」としたパリ協定が採択されました。

これを踏まえ、日本では2050年カーボンニュートラルや、2030年度の温室効果ガス排出削減目標の達成のために、温室効果ガス排出削減と経済成長・産業競争力向上の同時実現に向けた「GX（グリーントランスフォーメーション）基本方針」が策定されました。

これは、産業革命以来の化石エネルギー中心の産業構造・社会構造を脱炭素中心のものへと転換する、まさに産業・エネルギー政策の大転換を意味しています。

エネルギーミックスの重要性

1. エネルギーと豊かな暮らし

エネルギーは「一次エネルギー」と「二次エネルギー」に分けることができます。自然界から採れた石油や石炭、天然ガスなどの資源を「一次エネルギー」といい、これらを使いやすいように変換・加工した電気や都市ガス、ガソリンなどを「二次エネルギー」といいます。

「一次エネルギー」であるエネルギー資源は、海外から長い日数をかけて日本の製油所（石油精製工場）やガス工場、製鉄所、発電所などへ運ばれます。そして、製油所でガソリンや軽油、重油など、ガス工場で都市ガスなど、発電所で電気などの「二次エネルギー」に変換・加工され、それが私たちの暮らしに供給されています。

また、家の中などで使うエネルギー以外にも、私たちは間接的にエネルギーを使っています。食べ物や衣服などが家庭に届けられるまでには、材料の調達や加工、輸送などに多くのエネルギーが使われています。暮らしの中で直接使う電気やガス、ガソリンなどを「直接エネルギー」といい、加工や輸送などに使われるエネルギーを「間接エネルギー」といいます。

エネルギーをいつでも手軽に使えるようになったため、私たちの暮らしはとても便利で快適になりました。エネルギーは、経済活動や毎日の暮らしを支えています。エネルギーを安定的に、また低廉な価格で確保することが非常に重要です。

SDGsでも、「すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」ことが重要とされています。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
SDGs（持続可能な開発目標）
「誰一人取り残さない（leave no one behind）」持続可能でよりよい社会の実現を目指す世界共通の目標

2. エネルギー資源の状況

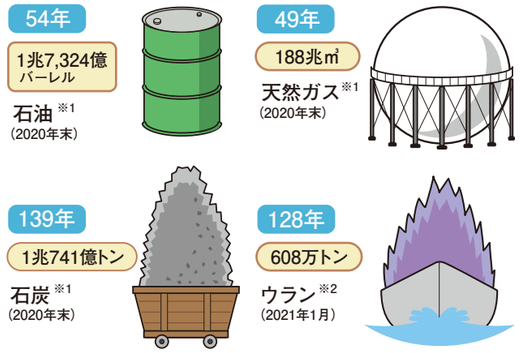
私たちが利用しているエネルギー資源のうち、石油や石炭、天然ガスは、大昔に生きていた動植物などの死骸が地中に堆積し、長い年月をかけて変化してできたもので、化石燃料とよばれています。

この化石燃料や原子力発電の燃料になるウランは、地球上に無限に存在しているわけではありません。どれも埋蔵量に限りがあるエネルギー資源です。

現在の技術で、経済的に採掘が可能だと確認されている資源の量を「確認可採埋蔵量」といい、これを年間の生産量で割った値を「可採年数」とよんでいます。

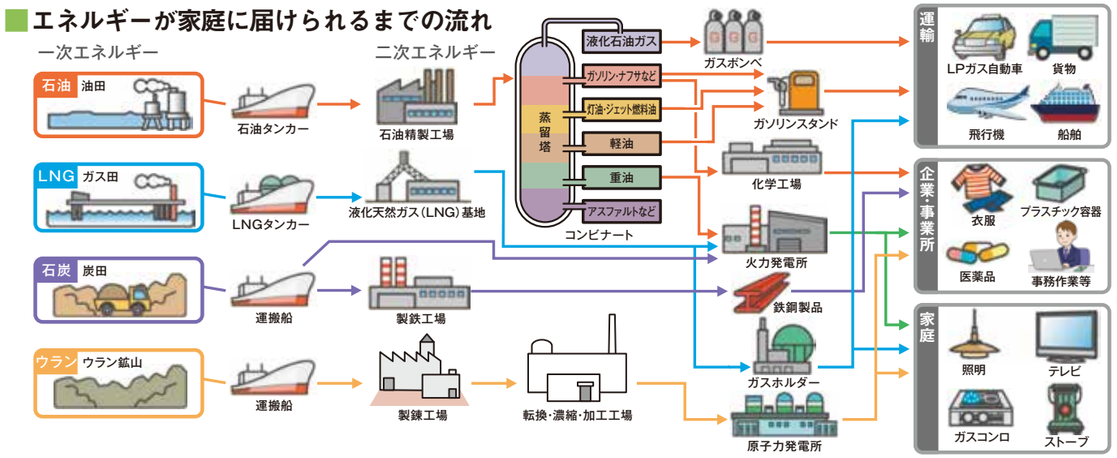
エネルギー資源の可採年数は、現在、石油54年、天然ガス49年、石炭139年、ウラン128年です。今後、エネルギー資源の埋蔵量や生産量が変動すれば、可採年数は変化することになります。

■エネルギー資源の確認可採埋蔵量



出典：（※1）BP統計2021、（※2）OECD/NEA、IAEA「Uranium 2022」より作成

■エネルギーが家庭に届けられるまでの流れ



3. 日本のエネルギー政策

1973年の第一次石油危機などの経験を踏まえ、石油依存からの脱却を図るべく、天然ガスや原子力、再生可能エネルギーの普及拡大など、エネルギー源の多様化を進めてきました。

東日本大震災前、2010年度の電源別発電電力量の割合は、液化天然ガス（LNG）が29%、石炭が28%、原子力が25%、石油等が9%、水力が7%、地熱および新エネルギーが2%となっていました。しかし、2011年3月の福島第一原子力発電所の事故以降、全国の原子力発電所は順次停止し、2014年度の原子力の割合は0%となりました。

積極的に再生可能エネルギーも導入されていますが、震災後は、停電を防ぎ、電力の安定供給のために、それまで老朽化により休止していた火力発電所を再稼働させたり、最新の設備に置き換えて発電効率を高めるなど、火力発電を増強して電力をまかなってきました。

これにより、火力発電の割合は、2010年度の66%から、2014年度は88%に増えています。これは、日本のエネルギー供給体制の見直しを行うきっかけとなった、1973年の第一次石油危機当時の化石燃料への依存度（80%）よりも高い数値となっています。直近の2022年度においても73%と高い依存度となっています。

日本は、特定のエネルギーに依存するのではなく、エネルギー資源の安定確保や私たちの生活や経済活動に影響を与える電気料金、地球温暖化への対応などを考慮しながら、バランスのとれた「エネルギーミックス」を目指していくことが重要です。

4. エネルギー政策の基本的な視点

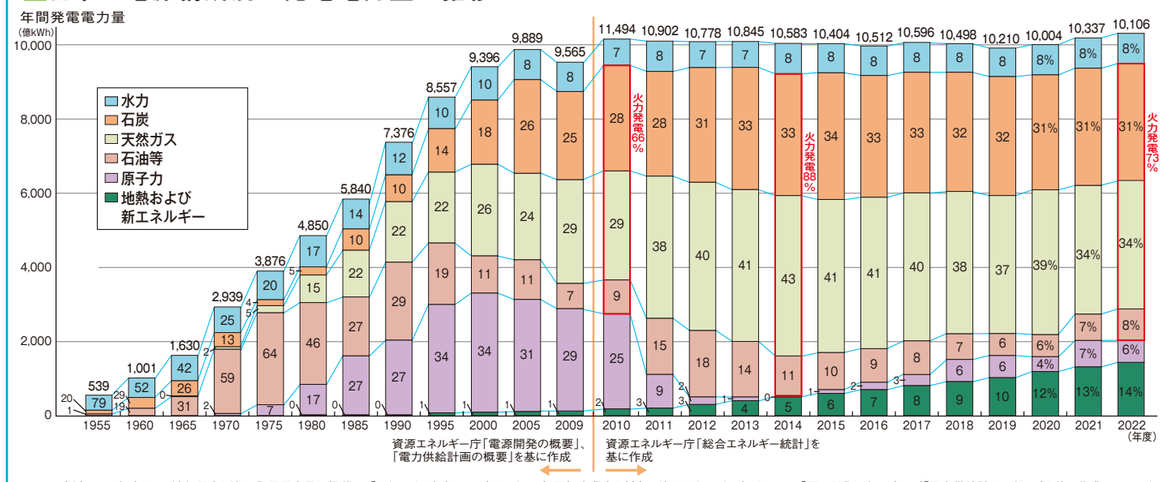
日本では、エネルギー政策の基本的な方向性を示すため、エネルギー政策基本法に基づき、2003年10月からエネルギー基本計画を策定しています。現在のエネルギー政策では、安全性（Safety）を前提に、エネルギーの安定供給（Energy Security）、経済効率性の向上（Economic Efficiency）、環境への適合（Environment）を図ることを基本的な視点（S+3E）として取り組むことが重要とされています。

2021年10月に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」では、①「2050年カーボンニュートラル」や温室効果ガス排出削減目標の実現に向けたエネルギー政策の道筋、②気候変動対策を進めながら、日本のエネルギー需給構造が抱える課題の克服に向け、安全性の確保を大前提に安定供給の確保やエネルギーコストの低減に向けた取り組みを示すことが重要なテーマでした。

2023年2月に閣議決定された「GX実現に向けた基本方針」では、GXを通じてエネルギー安定供給の確保・産業競争力の強化・脱炭素の三つを同時に実現するための具体的な方針が明記されました。

2024年12月に「第7次エネルギー基本計画案」と2040年のエネルギー需給が提示され、DX（デジタルトランスフォーメーション）とGXの進展により、電力需要は増加の見通しとなり、脱炭素電源で需要をまかなえるかが日本の経済成長に直結する課題となっています。原子力発電について最大限活用される方針が明記され、特定電源や燃料源に依存しないバランスの取れた電源構成を目指すとしています。

■日本の電源構成別の発電電力量の推移



（注）1971年度までは沖縄電力を除く。発電電力量の推移は、「エネルギー白書2016」まで、旧一般電気事業者を対象に資源エネルギー庁がまとめた「電源開発の概要」及び「電力供給計画の概要」を基に作成してきたが、2016年度の電力小売全面自由化に伴い、自家発事業者を含む全ての電気事業者を対象とする「総合エネルギー統計」の数値を用いることとした。
なお、「総合エネルギー統計」は、2010年度以降のデータしか存在しないため、2009年度以前分については、引き続き、「電源開発の概要」及び「電力供給計画の概要」を基に作成している。
（注）石油等にはLPG、その他ガスおよび瀝青質混合物を含む。四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。グラフ内の数値は構成費（%）。

出典：資源エネルギー庁「令和5年度 エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2024）」などより作成

日本のエネルギー政策～各電源の位置づけと特徴～

1. 各電源の位置づけ

第6次エネルギー基本計画では、次のように各電源が位置づけられています。

■原子力

位置づけ	今後求められる取り組み
燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく、数年にわたって国内保有の燃料だけで生産が維持できる低炭素の準国産エネルギー源。 優れた安定供給性と効率性を有し、運転コストが低廉で変動も少なく、運転時に温室効果ガスを排出しないことから、安全性の確保を大前提に、長期的なエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源。	原子力発電に対する社会的な信頼は十分に獲得されておらず、使用済燃料対策、核燃料サイクル、最終処分、廃炉などのさまざまな課題への対応が必要。

■化石エネルギー

現時点でエネルギー供給の大部分を担い、今後も重要なエネルギー源。CCUS※技術や合成燃料・合成メタンなどの脱炭素化の鍵を握る技術を確立し、コスト低減を目指す。

位置づけ	今後求められる取り組み
天然ガス	
熱源としての効率性が高く、石油と比べて地政学的リスクも相対的に低い。化石燃料の中で温室効果ガスの排出が最も少ない。再生可能エネルギーの調整電源の中心的な役割。 CCS※なども併せて活用することで、燃焼しても二酸化炭素（CO_2）を排出しない水素・アンモニアの原料としての利用拡大も期待されるなど、カーボンニュートラル社会の実現後も重要なエネルギー源。	将来的には、合成メタンを製造するメタネーションなどの技術の確立によりガス自体の脱炭素化の実現が見込まれる。 電源構成における比率は、安定供給の確保を大前提に低減させる。
石油	
運輸・民生・電源などの幅広い燃料用途や化学製品など素材用途をもつエネルギー源。非常時に活用される電源としての役割を担う。 エネルギー密度が高く、最終需要者への供給体制および備蓄制度が整備されている。機動性に利点があるため、災害時にはエネルギー供給の「最後の砦」となる。緊急時のエネルギー供給に貢献するエネルギーとして、国民生活・経済活動に不可欠なエネルギー源。	供給源多角化、産油国協力、備蓄などの危機管理の強化や、国内製油所やサービスステーションの維持、災害時に備えた供給網の一層の強靱化などの取り組みが必要。
石炭	
化石燃料の中で最もCO_2排出量が大きいが、調達に係る地政学リスクが最も低く、熱量当たりの単価も低廉であることに加え、保管が容易であることから、現状において安定供給性や経済性に優れた重要なエネルギー源。	調整電源としての役割が期待されるが、電源構成における比率は、安定供給の確保を大前提に低減させる。

■再生可能エネルギー

温室効果ガスを排出しない脱炭素エネルギー源、かつ、エネルギー安全保障に寄与する国産エネルギー源。

位置づけ	今後求められる取り組み
太陽光	
再生可能エネルギーの主力として導入が拡大し、平地面積当たりの導入容量は世界一。事業用太陽光は発電コストも着実に低減。自家消費や地産地消を行う分散型エネルギーリソースとして強靱化の観点での活用に期待。	適地の確保、さらなるコスト低減に向けた取り組み、出力変動に対応するための調整力の確保や出力制御に関する系統ルールのさらなる見直し、立地制約の克服に向けてさらなる技術革新が必要。
風力	
風車の大型化、洋上風力発電の拡大などにより、国際的に価格低下が進み、経済性も確保できる可能性のあるエネルギー源。	適地の確保や地域との調整、コスト低減に加え、大消費地まで効率的に送電するための系統の確保、出力変動に対応するための調整力の確保、系統側蓄電池の活用などを着実に進める。
地熱	
世界第3位の地熱資源量を誇る日本では安定的に発電を行うことが可能なベースロード電源を担うエネルギー源。発電後の熱水利用などエネルギーの多段階利用も期待。	地域への配慮を前提とした地熱開発の加速化やコスト低減を図り、持続可能な開発を進めていくことが必要。
水力	
純国産で天候に左右されない優れた安定供給性をもち、長期的に活用可能なエネルギー源。地域共生型のエネルギー源としての役割を拡大していくことに期待。一般水力（流れ込み式）は運転コストが低くベースロード電源として期待。揚水式は調整電源として期待。	未利用の水力エネルギーの新規開発、デジタル技術を活用した既存発電の有効利用や高経年化した既存設備のリプレースによる発電電力量の最適化・高効率化などを進めていくことが必要。
バイオマス	
地域分散型、地産地消型のエネルギー源として多様な価値を有するエネルギー源。	バイオマス燃料の安定的な供給拡大、発電事業のコスト低減などを図っていくことが必要。

■水素・アンモニア

位置づけ	今後求められる取り組み
水素は、電力分野の脱炭素化を可能とするだけでなく、運輸部門や電化が困難な産業部門などの脱炭素化も可能とする、カーボンニュートラルに必要不可欠な二次エネルギー。 水素・アンモニアは、多様なエネルギー源から製造することが可能であるため、国内資源の活用を含むエネルギー調達先の多様化を通じ、エネルギー安全保障の強化にも寄与する。 アンモニアは、現在、石炭火力への混焼に向けた実証が進んでいるが、専焼化や船舶への活用も検討されている。	余剰の再生可能エネルギー電力などから水素・アンモニアを製造することで、脱炭素電源のポテンシャルを最大限活用することを可能とするだけでなく、CCUS※と組み合わせることで、化石燃料をクリーンな形で有効活用することも可能。 水素は、アンモニアや合成燃料の製造にも利用されており、需要先の特性に応じて、産業・業務・家庭・運輸・電力部門において、エネルギーを供給することが可能であることから、カーボンニュートラル時代において中心的な役割が期待される。

※ CCUS:CO_2回収・有効利用・貯留、CCS:CO_2回収・貯留

出典:第6次エネルギー基本計画

2. 各電源の特徴

電力供給においては、安全性を前提に、安定供給、環境保全、経済性などをバランスよく実現できるエネルギーミックスを目指し、各電源の特徴を踏まえて活用することが大切です。

現時点で安定的かつ効率的なエネルギー需給構造を単独の電源で確立できるようなエネルギー源は存在しないため、電源ごとの強みが最大限に発揮され、弱みが他の電源によって適切に補完されるような組み合わせをもつ、多層的な供給構造を実現させることが重要です。

●原子力発電の特徴

	原子力発電
安全性	・放射性物質を扱うため、徹底した安全確保、厳重な放射線管理が必要 ・放射性廃棄物の適切な処理・処分が必要
安定供給	・ウラン燃料は少量で大きなエネルギーを得ることができ、長期間の発電が可能なため、頻繁に輸入する必要がない ・資源の量に限りがある ・資源の埋蔵地域が世界に広く分布している ・ウラン燃料は、一度輸入すると長期間使用することができ、再処理してリサイクルすることも可能なため、準国産エネルギーとして扱われる
環境保全	発電時にCO_2を排出しない
経済性	発電コストに占める燃料費の割合が火力発電より小さく、燃料価格の変動による影響を受けにくい

●火力発電の特徴

	火力発電		
	石炭	石油	天然ガス（LNG）
安全性	燃料の輸送中や保管中に燃料が流出したり、火災が発生したりしないよう適切な管理が必要		
安定供給	資源の量に限りがある		
	資源の埋蔵地域が世界に広く分布している	資源の埋蔵地域が中東にかたよっている	資源の埋蔵地域にかたよりが小さい
環境保全	発電時にCO_2を排出する		
	火力発電の中ではCO_2排出量が多い	CO_2排出量は天然ガスよりは多いが石炭より少ない	火力発電の中ではCO_2排出量が比較的少ない
経済性	熱量当たりの単価が最も安い	・価格の変動が大きい ・他の化石燃料に比べ高い	価格の変動が大きい

●水力発電の特徴

	水力発電	
	一般水力	揚水式
安全性	・放水時の水難事故への注意喚起が必要 ・台風や豪雨による決壊のリスクがある	
安定供給	・資源が枯渇することのない国産エネルギー 〈ダム式〉必要なときにすぐ発電できる（ダムに貯まっている水の量によっては発電できないこともある） 〈流れ込み式〉河川に流れる水をそのまま利用するので発電量を自由に変えられないが、1日を通してほぼ一定の発電をおこなえる	・電気を水の位置エネルギーのかたちで蓄えておく「蓄電池」の働きがある ・起動・停止が短時間でできるため、電気が不足したときに、緊急に発電できる
環境保全	・発電時にCO_2を排出しない ・ダムを建設するときに環境を破壊するおそれがある	
経済性	〈ダム式〉流れ込み式に比べてダムの建設に費用がかかる 〈流れ込み式〉ダムを必要としないので建設費用をおさえられる ・燃料を使わないので発電コストが安い	・ダムの建設に費用がかかる ・揚水時に必要な電気の量が10とすると、7くらいの電気しか発電できない

●再生可能エネルギーの特徴

	地熱発電	風力発電	太陽光発電
安全性	蒸気の中には火山性ガス（硫化水素など）が含まれるので、周辺環境への影響を及ぼさないよう対策が必要	自然災害によって発電設備が壊れ、周辺地域へ被害を及ぼさないよう保守点検が必要	自然災害によって発電パネルが壊れ、周辺地域へ被害を及ぼさないよう保守点検が必要
安定供給	資源が枯渇することのない国産エネルギー		
	・火山の多い日本には豊富な熱資源がある ・昼夜を通して発電でき、天候にも左右されない	・風の向きや強さで発電出力が大きく変化するため、供給量が安定しない ・出力の変動に対応するため、蓄電池との併用が期待されている	・発電量が天候に左右されるため、供給量が安定しない ・出力の変動に対応するため、蓄電池や電気自動車との併用が期待されている
環境保全	発電時にCO_2を排出しない		
	高温の地熱を得られる場所が国立・国定公園内や温泉地の周辺などに多く、景観を損なわないよう配慮が必要	・騒音や低周波振動が発生する ・風車のブレードに鳥が巻きこまれてしまうことがある	・太陽光パネルの反射光が周辺環境に影響を与える場合がある ・土地造成によって、土地の安定性に影響を与える場合がある
経済性	建設計画から運転開始まで時間がかかる	・たくさん発電するためには多くの風車を建てる土地が必要 ・太陽光の適地と風力の適地が競合する	・たくさん発電するためには広大な面積が必要 ・太陽光の適地と風力の適地が競合する

出典:資源エネルギー庁資料などより作成

日本のエネルギー政策
～2030年、2050年に向けた方針～

1. 2050年カーボンニュートラル達成に向けて

2020年10月、菅内閣総理大臣（当時）は日本が2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言しました。

カーボンニュートラルとは、温室効果ガスをできる限り低減し、排出される温室効果ガスを「吸収」または「除去」することで、全体として温室効果ガスの排出を差し引きゼロにすることです。

日本は2030年度の温室効果ガス排出量の46%削減（2013年度比）や、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、あらゆる分野において温室効果ガスの排出を減らしていく必要があります。また、電力の需給ひっ迫やエネルギー価格の高騰などが発生しており、日本のエネルギー需給構造の脆弱性が顕在化しています。国民生活や社会・経済活動の根幹である安定的で安価なエネルギー供給は日本の最優先課題であり、気候変動問題への対応を進めるとともに、エネルギー危機にも耐え得る強靱なエネルギー需給構造へと転換していく必要性が高まっています。

■2050年に向けて～各エネルギーに関する主な方向性

●再生可能エネルギー
主力電源化を徹底し、最優先で取り組み、国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入を促す。導入にあたり、系統容量の確保や系統混雑の緩和、脱炭素化された調整力の確保などの課題に対応する。

●原子力発電
現状、実用段階にある「脱炭素化」の選択肢であるが、社会的信頼の回復が不可欠。人材・技術・産業基盤の強化に着手し、安全性・経済性・機動性に優れた原子炉の追求、廃炉や廃棄物処理・処分などのバックエンド問題の解決に向けた技術開発を進めていく。

●火力発電の脱炭素化
現状、火力発電は再生可能エネルギーの変動性を補う調整力として重要な機能を保持していることを踏まえ、安定供給を確保しつつ、燃料そのものを水素・アンモニアに転換させることや、排出されるCO_2を回収・貯留・再利用することで脱炭素化を図っていく。

2. 今後の原子力政策の方向性と実現に向けて

2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、経済社会システム全体の変革、すなわちGX（グリーントランスフォーメーション）を実行するべく、2023年2月に「GX実現に向けた基本方針（GX基本方針）」が閣議決定されました。GX基本方針は、気候変動問題への対応と経済成長を同時に実現するため、徹底した省エネに加え、再生可能エネルギーや原子力などのエネルギー自給率向上に資する脱炭素電源への転換などGXに向けた脱炭素の取り組みを進めることとしています。2023年5月には、この「GX基本方針」の実現を目指し、再生可能エネルギーの最大限の導入促進や、安全確保を大前提とした原子力の活用に向け、「脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律（GX脱炭素電源法）」が成立しました。なお、同月には成長志向型カーボンプライシング（炭素排出に価格を付け、排出者行動を変容させる政策手法）構想等の実現・実行に関する事項について定めた、「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律」（GX推進法）も成立し、GX先行投資支援のための国債発行、GX投資にインセンティブを与えるカーボンプライシング施策の導入等についても定められました。今後の動きとして国は事業環境の予見性を高め、日本の成長に不可欠な付加価値の高い産業プロセスの維持・強化につながる国内投資を後押しすべく、産業構造・産業立地・エネルギーを総合的に検討し、より長期的な視点に立った「GX2040ビジョン」を示すこととしています。2024年12月に「第7次エネルギー基本計画案」が示され、原子力発電はこれまでの「可能な限り依存度低減」から「最大限活用」に政策方針が転換され、「リプレース（建替）」は、廃炉を決定した事業者のサイト内での次世代革新炉への建替可能としています。さらにフュージョンエネルギーを含む次世代革新炉の研究開発も進めるとしています。

●GX実現に向けた基本方針（GX基本方針）

（1）エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXに向けた脱炭素の取り組み

省エネルギーの推進、再生可能エネルギーの主力電源化、水素・アンモニアの導入促進、原子力の活用が取り上げられている。2030年に向けての原子力再稼働の促進に加えて、持続的に原子力を活用するため次世代革新炉の開発・建設に取り組むことが明記された。また、既存の原子力発電所を可能な限り活用するため、現行の最長60年までとの制限は残しつつも、一定の停止期間については追加的な延長を認めることとした。

（2）「成長志向型カーボンプライシング構想」の実現・実行

①GX経済移行債の発行とそれを活用した先行投資支援
2023年度から「GX経済移行債」を発行して資金を調達し、国として今後10年で20兆円を目標に先行投資支援を行う。

②カーボンプライシングによるGX投資先行インセンティブ
企業が先行して取り組む必要があり、カーボンプライシングとして①CO_2の多排出企業を中心に行う「排出量取引制度」、ⅱ広くGXへの動機づけをする「炭素に対する賦課金」のしくみを打ち出した。

●脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律（GX脱炭素電源法）

（1）地域と共生した再生可能エネルギーの最大限の導入促進

①電力広域的運営推進機関が策定した広域系統整備計画に含まれる送電線のうち、特に重要なものの整備計画を経済産業大臣が認定する制度を新設。認定を受けた整備計画のうち、再生可能エネルギーの利用の促進に資するものについて、従来の系統設置交付金に加え、工事に着手した段階から交付金を交付する制度を新設。

②太陽光発電に係る早期の追加投資（更新・増設）を促すため、追加投資部分に既存部分と区別した新たな買取価格を適用する制度を新設。

③地域と共生した再生可能エネルギー導入のための事業規律の強化。

（2）安全確保を大前提とした原子力の活用

安全最優先の原則に加え、エネルギーの安定供給や脱炭素化への貢献といった原子力利用の価値を国として明確化したほか、高経年化した原子炉に対する規制が厳格化されるとともに、運転期間に関する規律の整備や、円滑かつ着実な廃止措置の推進について盛り込まれた。

①原子力発電の利用に係る原則の明確化（原子力基本法）
「地球温暖化の防止」、「福島第一原子力発電所事故を防止できなかったことを真摯に反省」との文言が追加され、安全最優先、原子力利用の価値を明確化。さらに、廃炉・最終処分などのバックエンドプロセスの加速化、自主的安全性向上・防災対策に係る「国・事業者の責務」について、新たに条文立てされた。

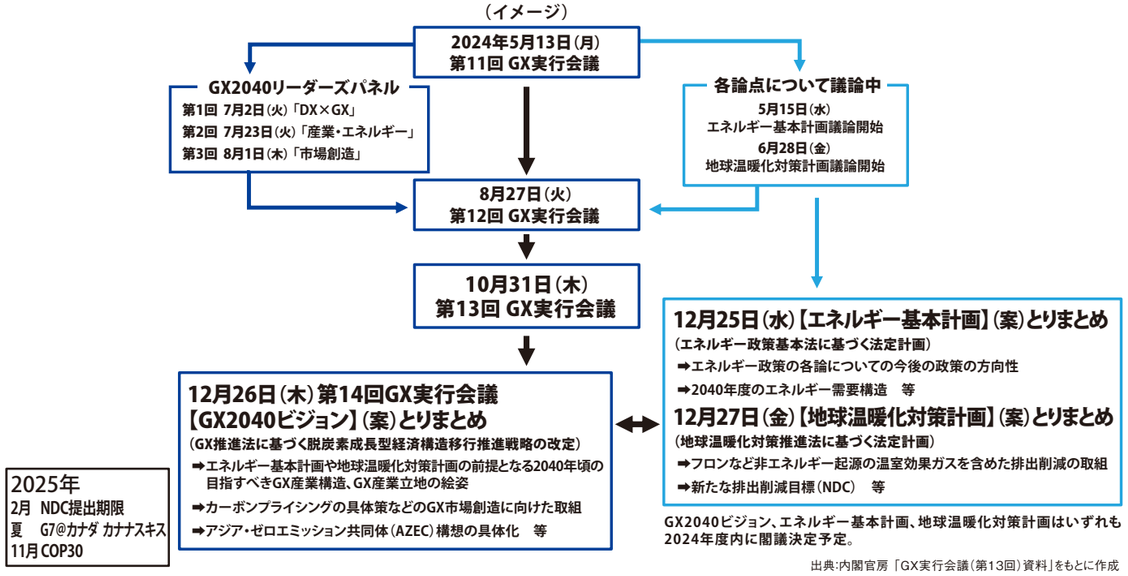
②高経年化した原子炉に対する規制の厳格化（原子炉等規制法）
事業者に対し、①運転開始から30年を超えて運転しようとする場合、10年以内ごとに、設備の劣化に関する技術的評価を行う、②その結果に基づき長期施設管理計画を作成し、原子力規制委員会の認可を受けることを義務付けた。

③原子力発電の運転期間に関する規律の整備（電気事業法）
これまで通り「運転期間は40年」、「延長期間は20年」の原則を維持。安定供給確保、GXへの貢献、自主的安全性向上や防災対策の不断の改善について経済産業大臣の認可を受けた場合に限り延長を認め、「延長しようとする期間が20年を超える」場合は、事業者が予見しがたい事由に限定して運転期間のカウントから除外することで、実質的に60年超運転を可能とした。

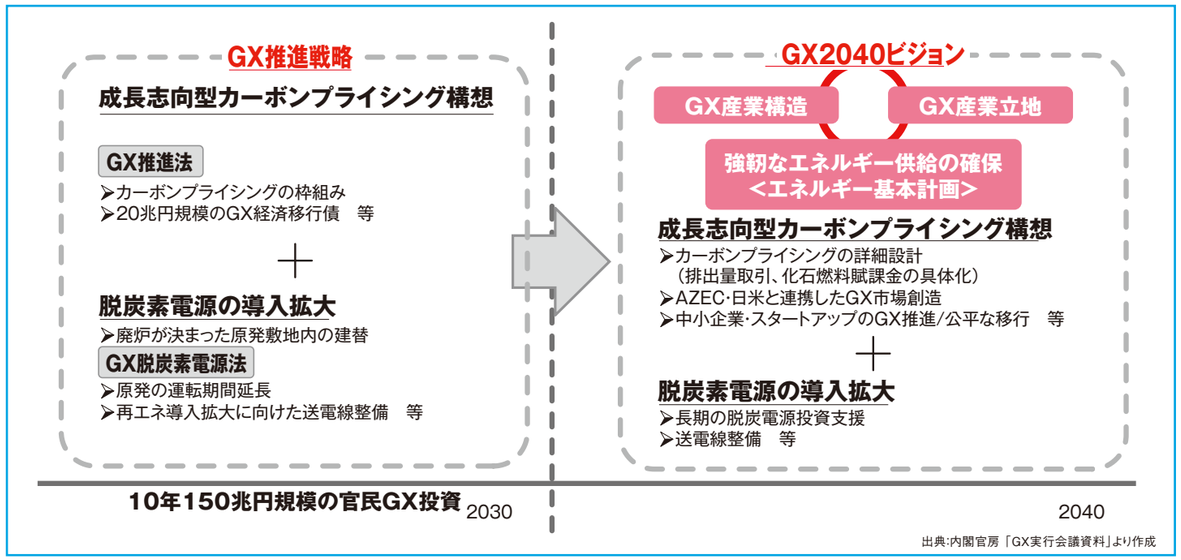
④円滑かつ着実な廃炉の推進（再処理等拠出金法）
経済産業省の認可法人「使用済燃料再処理機構」の業務に、「各地の廃炉作業の統括」が追加された。

■2024年12月末時点におけるGX2040ビジョン、エネルギー基本計画、地球温暖化対策計画に向けた検討状況

（イメージ）



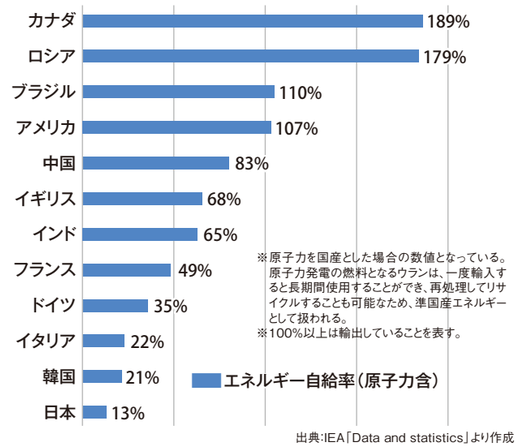
出典:内閣官房「GX実行会議（第13回）資料」をもとに作成



出典:内閣官房「GX実行会議資料」より作成

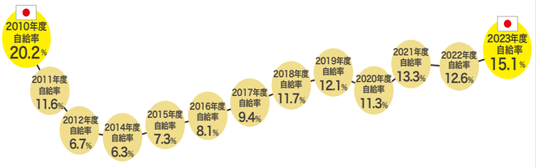
エネルギーの安定供給の確保

■主要国のエネルギー自給率比較（2022年）



出典:IEA「Data and statistics」より作成

■日本のエネルギー自給率の推移



エネルギー自給率:生活や経済活動に必要な一次エネルギーのうち、国内で確保できる比率

出典:資源エネルギー庁「令和5年度エネルギー需給実績（速報）」

1. エネルギー資源の安定確保

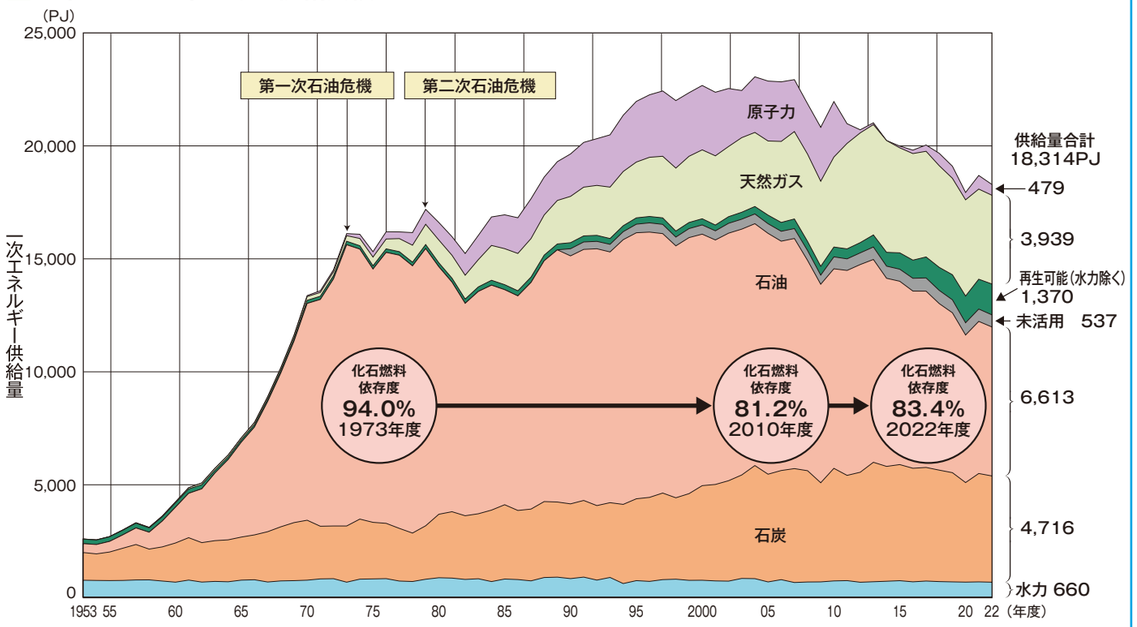
エネルギーを安定的に、必要な量を低廉な価格で確保することを「エネルギー安全保障」といいます。すべての国民にとって、この状態を継続的に維持することが非常に重要です。

日本のエネルギー自給率（2023年度）は、原子力を国産とした場合でも15.1%しかありません。これは、先進国のなかでも極めて低い水準となっています。日本のエネルギー自給率が低い理由としては、石油・石炭・天然ガスといった資源に乏しいことが主な原因です。エネルギー自給率がカナダ、ロシア、ブラジル、アメリカのように100%を超える国は、自国内で一次エネルギーを確保できているだけでなく、他国へ輸出していることを意味しています。

陸続きのヨーロッパ諸国では、国境を越えて送電線や天然ガスのパイプラインが張り巡らされているため、自国で電力を安定的に供給することができなくなった場合でも、発電容量の大きい周辺国との間で電力の輸出入が行われています。

これに対し、島国の日本は、周辺国とのエネルギーの融通は難しいのが現状です。資源小国で島国の日本にとって、エネルギー資源を安定して、かつ経済的に確保していくことは、国家の基盤にかかわる重要な問題です。

■日本の一次エネルギー供給実績



（注）1PJ（=10^{15}J）は原油約25,800kℓの熱量に相当（PJ:ペタジュール）
「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている

出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成

2. エネルギー供給のリスク

石炭はオーストラリアやインドネシア、ロシアなどから、天然ガスはオーストラリアや東南アジア、ロシア、アメリカ、中東などから輸入していますが、石油は依然として95%以上を中東からの輸入に頼っています（2022年度実績）。

中東からホルムズ海峡、マラッカ海峡を通って、石油や天然ガスを日本へ運ぶ海路（シーレーン）の安全通行の確保がエネルギー安全保障上の重要な問題となっています。

2021年は新型コロナウイルス感染からの経済回復にともなってエネルギー需要が急拡大する一方で、世界的な天候不順や災害、化石燃料への構造的な投資不足、地政学的緊張などの複合的な要因によってエネルギー供給が世界的に拡大せず、エネルギーの需給がひっ迫し、2021年後半以降、近年に類を見ないほどのエネルギー価格の高騰が生じています。

2022年2月以降、ロシアのウクライナ侵略により、世界のエネルギー情勢は混迷を深め、エネルギー価格の上昇は一過性のものにとどまらない可能性があります。各国政府は、脱炭素の流れを認識しながらも、安定・安価なエネルギー供給を最優先に、価格抑制策や低所得者などへの支援策、産油国・産ガス国への増産要請、備蓄の強化、調達先の多様化などの政策を展開しています。

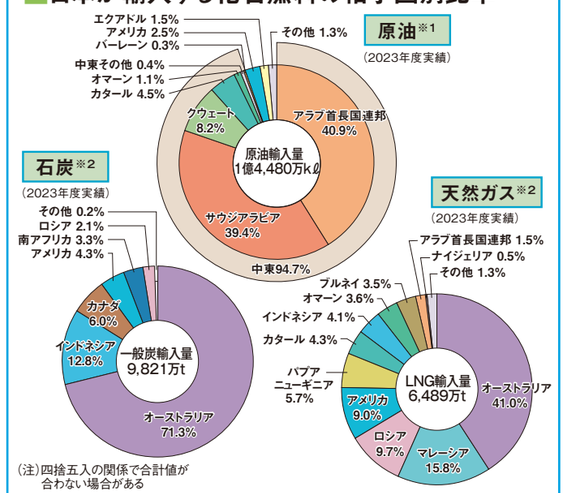
3. 国際資源戦略の策定

エネルギー資源の多くを海外から輸入している日本は、エネルギーを巡る世界の動きに大きな影響を受けます。2020年3月、日本の新しい「国際資源戦略」が策定され、諸機関が連携し、一体となって構築されることになりました。地政学リスクを踏まえ、石油は調達先を中東以外の国々へ、LNGや先端産業において必要不可欠なレアメタルなどは、調達先が特定の国や地域に偏らないよう多角化させることが決められました。さらに、アジア全域での協力関係を深め、日本の石油備蓄を活用して、アジアのエネルギーセキュリティ向上につなげていくこととしています。経済成長が著しいアジア各国では、石油消費量が急増しています。しかし、多くの国では原油の輸入を中東に依存しているうえに、十分な備蓄を保有しておらず、セキュリティ対策が万全とはいえません。

こうしたことから、今後は、日本のための資源を確保するだけでなく、エネルギーセキュリティの維持・向上を図るために世界的な視野で対応を行うことが必要です。

一方、国内では新たに製造業のGX、生成AI、データセンター、半導体工場など電力需要増大に対応するために、安定的、手頃な値段、かつ脱炭素電源でまかなうことが必要となっており、この点からも原子力発電への期待が高まっています。

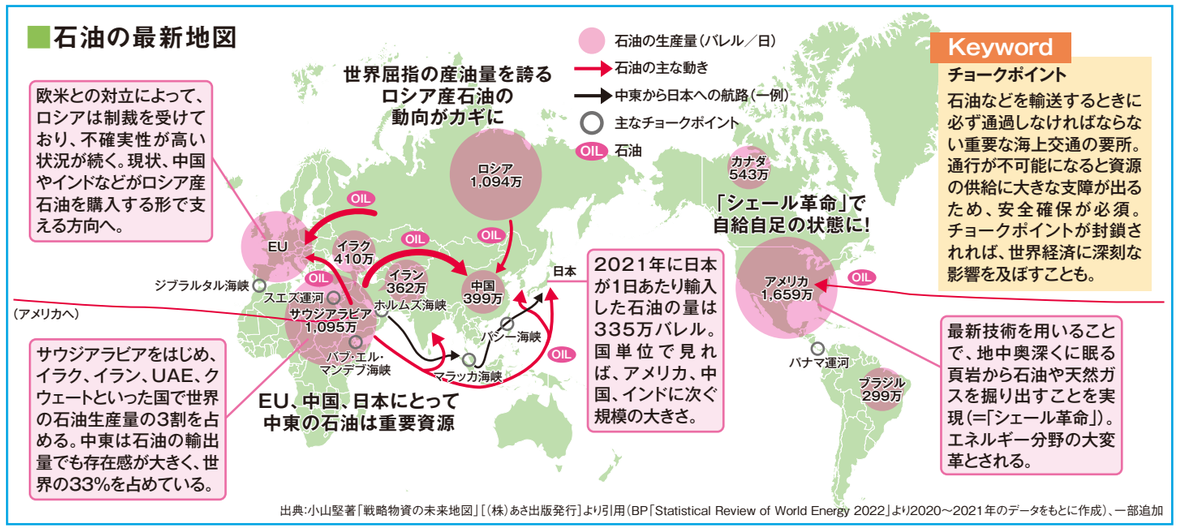
■日本が輸入する化石燃料の相手国別比率



（注）四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

出典：※1 資源エネルギー庁「資源・エネルギー統計年報」、※2 財務省貿易統計より作成

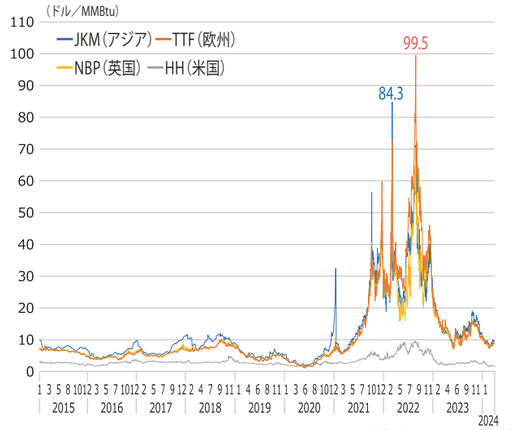
■石油の最新地図



出典:小山堅著「戦略物資の未来地図」[（株）あさ出版発行]より引用（BP「Statistical Review of World Energy 2022」より2020～2021年のデータをもとに作成）、一部追加

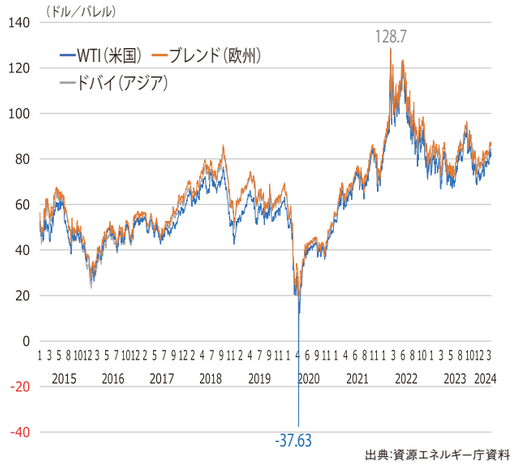
エネルギーの経済効率性と価格安定

■天然ガス・LNGの市場価格の推移



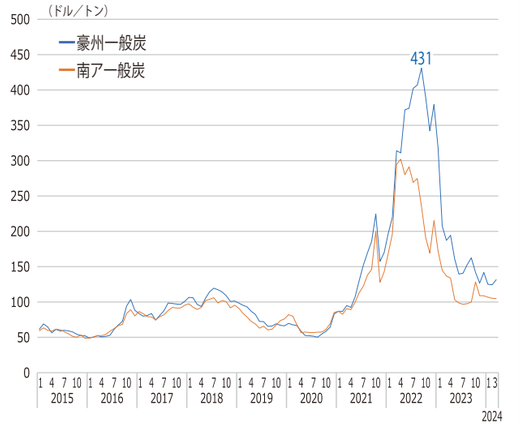
出典:資源エネルギー庁資料

■原油の市場価格の推移



出典:資源エネルギー庁資料

■石炭の市場価格の推移



出典:資源エネルギー庁資料

1. 電気料金の変化

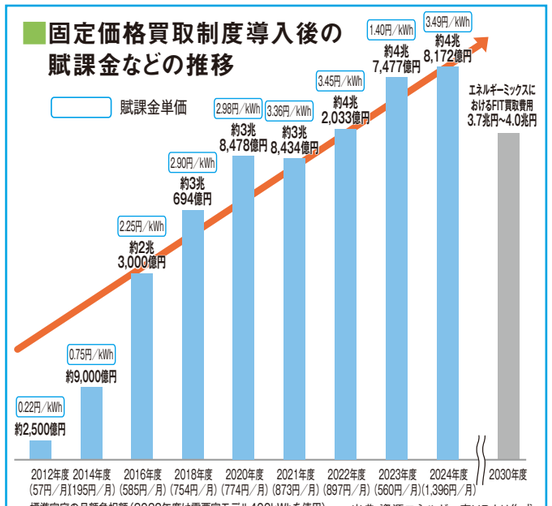
2011年以降、原子力発電の停止にともなう火力発電の利用の増加によって、火力発電の燃料となる石油や石炭、天然ガスなどの輸入額が増えました。燃料価格の高騰に加え、固定価格買取制度による再生可能エネルギー導入の賦課金の上昇によって、電気料金が上がっています。

2014年度の家庭の電気料金は2010年度と比べ、約25%上昇し、家計へ影響を与えました。産業用の電気料金は、約38%上昇し、中小企業などの経営を圧迫しました。2014年度以降は大幅な原油価格の下落などの影響により低下しましたが、2023年度の電気料金は、2010年度と比べて、家庭用は約35%、産業用は約74%高い状況です。為替の影響もあるため、単純な比較は困難ですが、国際比較すると、日本の電気料金は決して低い水準にあるとはいえません。電気料金の値上げは、家計へはもちろんのこと、国際競争にさらされている日本企業などへの悪影響があることも懸念されます。

2. 電気料金変動の要因

電気料金には、「燃料費調整額」という項目があり、これには火力発電に必要な原油、石炭、天然ガスの価格やそれらを日本まで輸送してくるための費用が含まれています。この「燃料費調整額」の変動は、電気料金が変動する要因の一つです。

■固定価格買取制度導入後の賦課金などの推移



標準家庭の月額負担額(2023年度は需要家モデル400kWhを使用)　出典:資源エネルギー庁HPより作成

再生可能エネルギーで発電した電気の買取価格の一部を国民が負担する「再生可能エネルギー発電促進賦課金(再エネ賦課金)」も変動の要因となっています。2016年度以降、原油価格や再エネ賦課金単価の上昇が重なり、電気料金の上昇が続いていましたが、2020年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響により、原油価格の下落や石炭、LNGなどの輸入価格が低水準に推移したことにより、2020年6月以降の電気料金は一時的に値下がりしました。

日本はエネルギー源である化石燃料の多くを海外に依存しています。新型コロナウイルスで落ち込んだ世界経済の影響により、原油価格の低迷と化石燃料からの投資撤退が加速し、石油やLNGの供給不足を引き起こし、結果として電気料金の高騰に影響しています。さらにロシアによるウクライナ侵略が加わり、世界的に石炭や石油、LNGなどの資源価格が高騰し、日本の電気料金高騰に大きく影響しています。この燃料価格の高騰は卸電力価格高騰も引き起こし、新電力の中には、破綻し事業撤退を余儀なくされた企業も現れています。

このように現在、世界のエネルギー情勢は混乱しており、エネルギー価格が高まり続ける可能性があります。エネルギーは国民生活や企業の生産活動に欠かせないものであり、エネルギー価格が継続的に高い水準で推移すれば、製品価格の上昇と購買力の低下などを通じて、経済活動の大きな足かせになるのみならず、政治・経済・社会にさらなる悪影響を及ぼしかねません。

3. 電気料金の抑制と安定の課題

今後、日本ではエネルギー自給率を高めて国際エネルギー価格の動向に左右されにくい電源構成としていくとともに、電力小売の全面自由化による事業者間の競争や原子力発電の再稼働、再生可能エネルギーのコスト低減などにより電気料金の抑制に取り組むとしています。

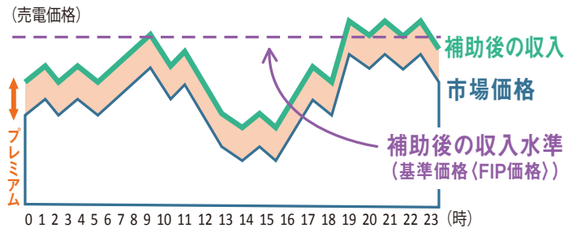
また、再生可能エネルギーの導入をさらに進めていくためには、賦課金の上昇による国民負担をできるだけ抑えていくことが重要です。2022年4月より開始されたFIP制度(Feed-in-Premium制度)は、これまでの固定価格で買い取るFIT制度と違い、再生可能エネルギーの発電事業者が卸市場などで売電したとき、その売電価格に対して一定のプレミアム(補助額)を上乗せすることで再生可能エネルギーの導入を促進します。

さらに政府は、2022年10月28日にとりまとめた「物価高克服・経済再生実現のための総合経済対策」において、エネルギー価格高騰への対処として、電気料金の上昇によって影響を受ける家計や価格転嫁の困難な企業の負担を直接的に軽減する措置(電気・ガス価格激変緩和対策事業)を実施しています。

FIP制度　補助額(プレミアム)が一定で、収入は市場価格に連動

→ 需要ピーク時(市場価格が高い)に蓄電池の活用などで供給量を増やすインセンティブあり

※補助額は、市場価格の水準に合わせて一定の頻度で更新

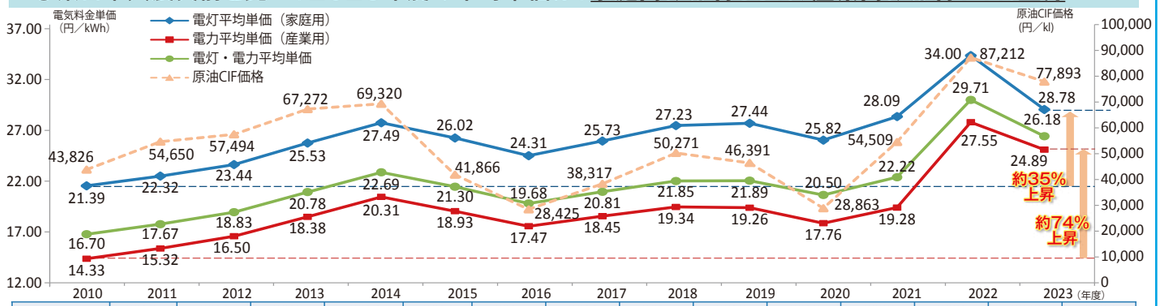


出典:資源エネルギー庁HPより作成

■電気料金平均単価の推移(2010年度以降)

●**燃料輸入価格の低下**に加え、2023年1月に開始した**電気・ガス価格激変緩和対策事業の効果**もあり、**2023年度の電気料金の平均単価は前年に比べて低下**。

●東日本大震災前と比べ、2023年度の平均単価は、**家庭向けは約35%、産業向けは約74%上昇**



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
再エネ賦課金(円/kWh)	—	—	0.22	0.35	0.75	1.58	2.25	2.64	2.9	2.95	2.98	3.36	3.45	1.40
原油CIF価格(円/kl)	43,826	54,650	57,494	67,272	69,320	41,866	28,425	38,317	50,271	46,391	28,863	54,509	87,212	77,893
規制部門の料金改定	—	—	東京↗	北海道↗東北↗関西↗四国↗九州↗	中部↗	北海道↗関西↗	—	関西↘	関西↘	九州↘	—	—	—	北海道↗東北↗東京↗北陸↗中国↗四国↗沖縄↗

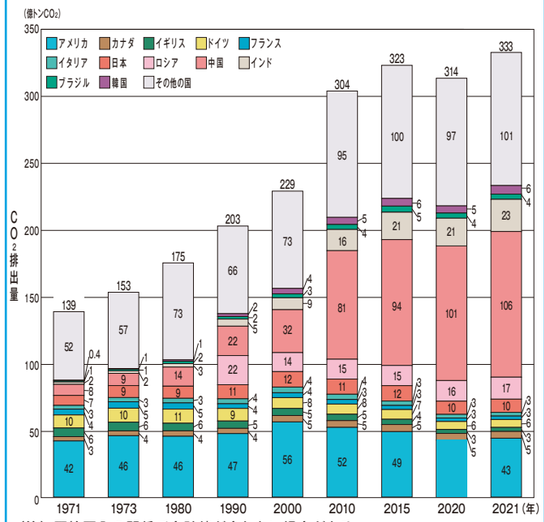
※消費税、再エネ賦課金を含む。※2022、年度2023年度については、電気・ガス価格激変緩和対策の効果も含まれている。　出典:発受電月報、各電力会社決算資料、電力取引報を基に作成

環境への適合

1. 地球温暖化のしくみ

イギリスでの産業革命以降、急速に増えてきた化石燃料の利用にともない、CO_2の排出量が大幅に増えてきました。CO_2やメタンなどの温室効果ガスは、太陽からの光エネルギーをほぼ完全に通過させる一方で、地表から放出される熱（赤外線など）が宇宙へ逃げるのを妨げる効果があります。大気中の温室効果ガスの濃度が増加し続けると、地球の平均気温が上昇し、地球にさまざまな影響を与えることが予想されています。

■世界のCO_2排出量の推移



（注）四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
ロシアについては1990年以降の排出量を記載。1990年以前については、その他の国として集計

出典:（一財）日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧2024」より作成

■CO_2増加による気温上昇の予測と実績

予測	世界	向こう数十年の間に、CO_2及びその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に地球温暖化は1.5℃及び2℃を超える※1
予測	日本	2100年頃に0.5~5.4℃上昇※2 ○RCP2.6シナリオ（低位安定化シナリオ:気温上昇を2℃以下に抑えることを想定）:0.5~1.7℃上昇 ○RCP8.5シナリオ（高位参照シナリオ:政策的な緩和策を行わないことを想定）:3.4~5.4℃上昇 （RCPシナリオは政策的な緩和策を前提として、将来、温室効果ガスをどのような濃度に安定化させるかという考え方から算出するシナリオ）
実績	世界	100年あたり約0.76℃の割合で上昇※3
実績	日本	100年あたり約1.35℃の割合で上昇※4

出典:（※1）環境省「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書（2021）」、（※2）環境省・文部科学省・農林水産省・国土交通省・気象庁「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018～日本の気候変動とその影響～」、（※3・※4）気象庁HP等より作成

2. 脱炭素社会に向けた「国際会議」

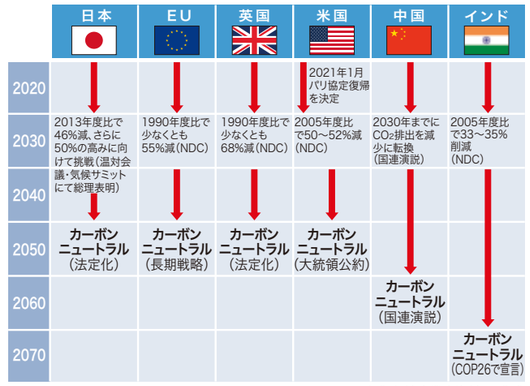
「国連気候変動枠組条約締約国会議（Conference of the Parties、以下COP）」とは、国連気候変動枠組条約の加盟国が、条約に関する物事を決定するための最高意思決定機関です。条約は1992年に採択され、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを目標としています。

COPは1995年から毎年開催されており、気候変動対策のための枠組や方針が決定されてきました。COP3の京都議定書では、2020年までの温室効果ガス排出削減の目標を定める枠組が設定されました。COP21のパリ協定では、世界の平均気温上昇幅を産業革命以前に比べて2℃を十分に下回り、1.5℃に抑える努力を行うことが決まりました。COP26のグラスゴー気候合意では、1.5℃目標の達成に向け、温室効果ガス排出量実質ゼロと2030年に向けた野心的な対策を各国に求めることが盛り込まれました。2022年11月にエジプトで開催されたCOP27では、気候変動の悪影響を受けやすい途上国を主な対象に、悪影響にともなう損失と損害支援のための基金創設が合意されました。

COP28が2023年にアラブ首長国連邦（UAE）で開催されました。世界全体の気候変動対策の進捗を評価する「グローバル・ストックテイク」が初めて行われ、成果文書として「化石燃料からの脱却を進め、この重要な10年間で行動を加速させる」ことを採択しました。また、2030年までに世界全体の再生可能エネルギーの発電容量を3倍とし、エネルギー効率の改善率を世界平均で2倍にすることや、排出削減対策がとられていない石炭火力発電の段階的な削減に向けた努力を加速することでも合意しました。そして、日本を含む22カ国が「2050年までに原子力発電量を3倍にする」旨の共同宣言を発表しました（賛同国は2024年11月時点で31カ国）。

アゼルバイジャンで開かれたCOP29は2024年11月、途上国の温暖化対策に先進国が拠出する「気候資金」の目標額を2035年までに現在の3倍超の「年間3,000億ドル（約46兆円）以上」に引き上げることで合意し、閉幕。昨年のCOP28で合意した「化石燃料からの脱却」では議論の進展はありませんでした。次回COP30は2025年11月にブラジルのベレンで開催予定です。

■日本・EU・英国・米国・中国・インドのカーボンニュートラル表明状況



出典:経済産業省資料より作成

3. カーボンニュートラルの実現に向けて

2021年4月時点で、2050年までにカーボンニュートラルを実現することを125カ国・1地域が表明しています。これらの国のCO_2排出量は世界全体の約4割（エネルギー起源CO_2のみ/2017年実績）にのぼります。また、2060年までのカーボンニュートラル実現を表明した中国も含めると、世界全体の約3分の2のCO_2を排出している国がカーボンニュートラルを表明していることになります。各国の表明内容はさまざまですが、カーボンニュートラルを実現するためには複数のシナリオを掲げて取り組んでいくこととしています。

4. 温室効果ガス排出の削減についての取り組み

2022年度の日本の温室効果ガスの総排出量は、11億4,000万トンで2013年度の14億800万トンと比べると、20%減少しました。コロナ禍の前年度からは若干増加したものの、再生可能エネルギーの導入拡大や原子力発電所の再稼働などによってエネルギー起源（燃料の燃焼や電気や熱の使用にともない排出される）のCO_2排出量が減少したことなどが要因となります。

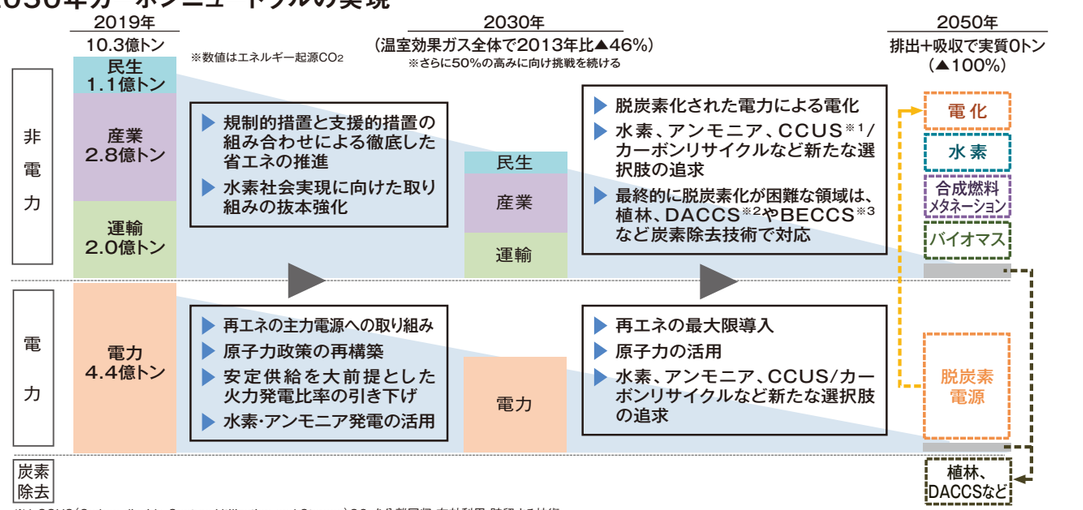
2021年6月、カーボンニュートラルへの挑戦を「経済と環境の好循環」につなげるための産業政策として、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定されました。特に温室効果ガス排出の8割以上を占めるエネルギー分野の取り組みを進める必要があることから、電力部門の脱炭素化を大前提としています。現在の技術水準を前提とすれば、すべての電力需要を100%単一種類の電源でまかなうことは一般的に困難であることから、あらゆる選択肢を追求するとし、次のような方向性が示されています。

【再生可能エネルギー】
- ・コストを低減し、地域と共生可能な適地を確保し、最大限導入する。
- ・蓄電池なども活用し変動する出力の調整能力を拡大する。
- ・洋上風力産業と蓄電池産業、次世代型太陽光産業、地熱産業を育成していく。

【火力発電】
- ・CO_2回収を前提とした利用を選択肢として最大限追求する。技術を確立し、あわせてコストを低減していく。
- ・水素発電は、選択肢として最大限追求していく。供給量と需要量をともに拡大し、インフラを整備し、コストを低減する。水素産業の創出と同時に、カーボンリサイクル産業や燃料アンモニア産業を創出していく。

【原子力発電】
- ・可能な限り依存度を低減しつつも、規制基準の適合後は再稼働を進めるとともに、実効性のある原子力規制や原子力防災体制の構築を着実に推進する。
- ・安全性などに優れた炉の追求など将来に向けた研究開発・人材育成などを推進する。

■2050年カーボンニュートラルの実現



※1:CCUS（Carbon dioxide Capture,Utilization and Storage）CO_2を分離回収・有効利用・貯留する技術
※2:DACCS（Direct Air Carbon Capture and Storage）大気中のCO_2を直接回収し、貯留する技術
※3:BECCS（Bio Energy with Carbon Capture and Storage）バイオマス燃焼により発生したCO_2を回収・貯留する技術

出典:経済産業省資料

原子力の安定的な利用に向けて
～再稼働、原子燃料サイクル、使用済燃料の中間貯蔵～

1. 原子力を取り巻くさまざまな課題

輸入依存度が高いなど、脆弱なエネルギー供給構造にある日本は、さまざまなエネルギー資源を有効活用していく必要があります。エネルギーの安定供給のために、原子力発電は有効な方法の一つです。

2030年度に向けた電力の需給見通しで示された原子力の割合（20～22%程度）を達成するためには、設備利用率を70～90%と想定した場合、約2,370～3,350万kWの原子力発電設備容量が必要となります。現在、建設中を含めて原子力発電所の設備容量は約3,700万kWですが、再稼働したものは14基で、約1,325万kW（2025年1月現在）にとどまっています。

福島第一原子力発電所の事故を受けて2012年に「運転期間延長認可制度」が導入され、原子炉を運転することができる期間が40年と定められました。その満了までに原子力規制委員会の認可を受けた場合、1回に限り最大20年延長の申請を行うことも認められました。また、老朽化に対応するため、運転開始から30年を超えて運転しようとする場合、10年を超えない期間ごとに機器や設備の劣化状況を確認して管理計画を策定し、原子力規制委員会の認可を受けることを義務付けています。

2023年5月に、現在の法律で最長60年とされている原子炉の運転期間について、国が認可すれば、審査などで停止した期間を運転期間から除外することで、実質的に上限を超えて運転できる法律が成立しました。

原子力を安定的にかつ持続的に利用していくためには、原子力発電所の再稼働や建て替え（リプレース）、新規建設、使用済燃料対策、原子燃料サイクル、放射性廃棄物の最終処分、廃炉などの原子力事業を取り巻くさまざまな課題に対して、総合的かつ責任ある取り組みを進めていくことが必要とされています。

2. 核燃料サイクルの意義

石油や石炭、天然ガスなどのエネルギー資源を多く輸入している日本は、原子力発電で使われるウラン資源も海外から輸入しています。

日本のエネルギー自給率は、原子力を国産とした場合でも15.1%（2023年）しかありませんが、ウランは、一度輸入すると長期間使用することができます。

また、ウランは原子力発電所で燃料として使い終えても、核分裂していないウランや新たに生まれたプルトニウムなどを再処理することで、再び原子力発電の燃料として使うことができます。

このことから、原子力発電は、準国産エネルギーであり、エネルギー自給率を高めることに貢献します。

原子燃料サイクルを行うことは、資源小国である日本にとって、エネルギー資源を有効利用でき、日本の将来のエネルギー安全保障の観点で重要です。

原子力発電所の使用済燃料を再処理することによって回収されるプルトニウムは、現在運転されている一部の原子力発電所（軽水炉）で利用されています。これをプルサーマルといいます。

日本の原子力利用は、平和の目的に限るとされ、核不拡散の観点から利用目的のないプルトニウムは持たないことを原則としています。そのため、再処理で回収されるプルトニウムをプルサーマルで利用していくことは非常に大きな意義があります。さらに、ウラン238からプルトニウムへ効率的に転換する高速炉を用いれば、その利用効率が数十倍以上に高まると試算されています。

また、日本の政策では、使用済燃料の再処理により発生した高レベル放射性廃棄物を処分する計画ですが、海外では使用済燃料を再処理せずに、そのまま直接処分する国もあります。再処理をした場合には、直接処分と比べて、高レベル放射性廃棄物の体積を約4分の1に減らすことができ、放射能の有害度がウラン燃料の原料となる天然ウラン並になるまでの期間を約12分の1にすることができます。

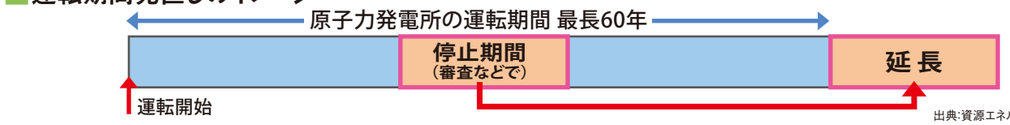
3. 使用済燃料の中間貯蔵

原子燃料サイクルを進めていくうえで課題となっていることの一つが、使用済燃料の貯蔵能力を拡大することです。2024年9月現在、国内で貯蔵されている使用済燃料は16,770トンで、すでに国内の貯蔵管理容量約21,440トンの75%以上を占めています。

2015年に「使用済燃料対策に関するアクションプラン」が決定され、電力9社と日本原子力発電（株）で構成する「使用済燃料対策推進連絡協議会」が電気事業連合会に設置され、「使用済燃料対策推進計画」を策定しました。

現在、各原子力発電所などでは、使用済燃料プールの貯蔵能力の拡大や乾式貯蔵施設の設置などの対策が検討されています。青森県むつ市において、リサイクル燃料貯蔵（株）（RFS、Recyclable-Fuel Storage Company）が乾式貯蔵方式の中間貯蔵施設を2013年8月に完成させ、新規制基準への適合の認可を受け、2024年11月に事業を開始しました。また中国電力（株）は、山口県上関町において使用済燃料の中間貯蔵施設建設検討に必要なデータ取得のための調査を進めています。

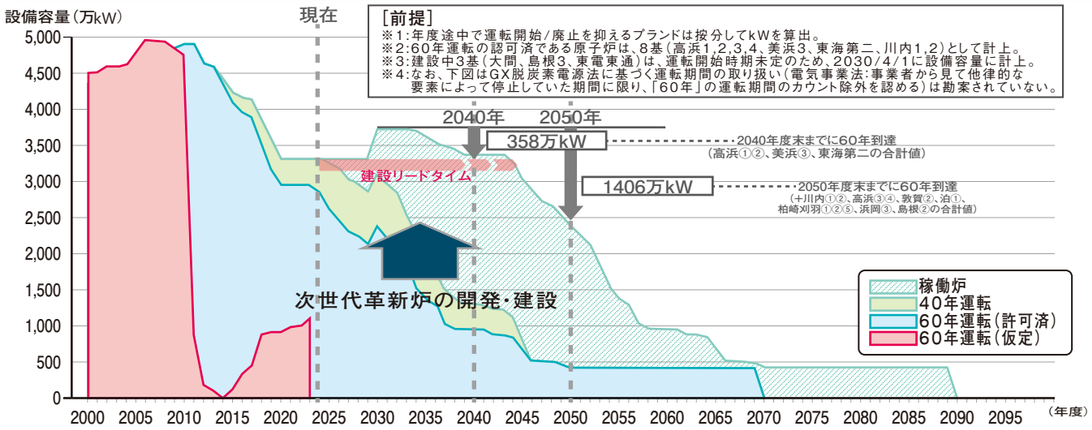
■運転期間見直しのイメージ



出典:資源エネルギー庁資料より作成

■原子力発電所の設備容量（見通し）

●GX推進戦略（昨年7月閣議決定）では、「原子力の安全性向上を目指し、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む」、「地域の理解確保を大前提に、廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉への建て替え」を対象として、具体化を進めていくとされている。



出典:2024.6.25第39回原子力小委員会資料

■使用済燃料の貯蔵能力拡大に向けた取り組み

電力会社	発電所名	使用済燃料貯蔵量／管理容量（tU）	増容量予定（tU）
中部電力	浜岡原子力発電所	1,130／1,300	+800 乾式貯蔵施設（設置変更許可審査中）
四国電力	伊方発電所	750／930	+500 乾式貯蔵施設（設置工事開始）
九州電力	玄海原子力発電所	1,210／1,370	+290 リラッキング（工事実施中） +440 乾式貯蔵施設（設置変更許可）
日本原子力発電	東海第二発電所	370／440	+70 乾式貯蔵施設

※1 管理容量は、原則として「貯蔵容量から1炉心分+1取替分を差し引いた容量」
なお、運転を終了したプラントについては、貯蔵容量と同じとしている
※2 使用済燃料貯蔵量は2024年9月末時点
※3 浜岡1、2号炉・伊方1号炉は廃止措置中であり、管理容量から除外している

出典:電気事業連合会HP等より作成

貯蔵対策の具体例

●**リラッキング**
使用済燃料を収納するラック（収納棚）をステンレス鋼製から中性子吸収材であるホウ素を添加したステンレス鋼製に変更し、使用済燃料プールの大きさを変えることなく、ラックの間隔を狭めることで、使用済燃料の貯蔵能力を増やします。

●**乾式貯蔵施設の設置**
原子力発電所の敷地内外に、使用済燃料を収納するキャスクを保管するための建屋を設置し、使用済燃料の貯蔵能力の拡大を図ります。

動画
「使用済燃料の貯蔵能力拡大とその具体例」
電気事業連合会

■高レベル放射性廃棄物の減容・有害度の低減

比較項目 ＼ 技術オプション		直接処分	再処理 軽水炉	再処理 高速炉
発生体積比※1		1	約4分の1に減容化 約0.22	約7分の1に減容化 約0.15
潜在的有害度※2	天然ウラン並になるまでの期間※3	約10万年	約12分の1に低減 約8千年	約330分の1に低減 約300年
	1000年後の有害度※3	1	約0.12	約0.004
コスト※4	核燃料サイクル全体（フロントエンド・バックエンド計）	1.00～1.02円/kWh	1.39～1.98円/kWh	試算なし ※高速炉用の第二再処理工場が必要
	処分費用	0.10～0.11円/kWh	0.04～0.08円/kWh	

※1 数字は原子力機構概算例 直接処分時のキャニスタを1としたときの相対値を示す
※2 潜在的有害度:人が人体に放射性物質を取り込んだと仮定した潜在的な有害度
※3 出典:原子力政策大綱 上欄は1GWhを発電するために必要な天然ウラン量の潜在的有害度と等しくなる期間を示し、下欄は直接処分時を1としたときの相対値を示す
※4 原子力委員会試算（2011年11月）（割引率3%のケース）軽水炉再処理については、使用済燃料を貯蔵しつつ再処理していく現状を考慮したモデルと、次々と再処理していくモデルで計算

出典:資源エネルギー庁資料などより作成

原子力の安定的な利用に向けて ～高レベル放射性廃棄物～

1. 高レベル放射性廃棄物の処分の方針

日本では、原子力発電で使い終えた燃料を再処理し、資源として利用できるウランやプルトニウムを取り出しています。この再処理の過程で高レベル放射性廃棄物が発生します。これを適切に処分することが重要です。

高レベル放射性廃棄物は、放射能レベルが十分低くなるまで時間がかかるため、非常に長期間にわたり人間の生活環境から遠ざけ、隔離する必要があります。最も確実な方法として、地層処分が採用されました。

地層処分の技術的な信頼性については、原子力委員会で検討され、技術的に事業化は可能であることが確認されています。処分地の選定に関しては、2000年6月に公布された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）」に基づき、処分事業を行う主体として、2000年10月に「原子力発電環境整備機構（NUMO、Nuclear Waste Management Organization of Japan）」が設立されました。

処分地を選ぶ際は、文献調査、概要調査、精密調査の段階的な調査を行います。これらの調査により処分場に適している場所かどうかを確認するプロセスを設定しています。次のプロセスに進む際は、国が知事と市町村長の意見を聞き、十分に尊重することとしています。

2002年12月から、全国の市町村を対象に、文献調査の公募を行ってきましたが、文献調査を実施するまでに至らなかったことから、2015年5月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」が改定されました。

2. 2015年基本方針改定のポイント

【現世代の責任】

廃棄物を発生させてきた現世代の私たちの責任として、将来の世代に負担を先送りしないように、地層処分に向けた対策を確実に進めていきます。

地層処分が選ばれた理由

地層処分は、地下300メートルより深い岩盤の中で行います。そのような地下深部は、酸素が少ないため金属の錆などのモノの変化が生じにくく、地下水と一緒に流れるモノの動きは1年間に数ミリメートル以下と非常に遅い、という特徴があります。

このような環境は、物質を長期にわたって閉じ込めておくことに適していることから、高レベル放射性廃棄物の処分方法として地層処分が選ばれました。

【将来世代の選択可能性】

基本的に可逆性（処分事業の選定のプロセスを元に戻すこと）・回収可能性（廃棄物を回収可能な状態に維持すること）を担保し、将来世代が最良の処分方法を選択可能にします。また、幅広い選択肢を確保するため、代替オプションを含めた技術開発などを進めます。

【全国的な国民理解、地域理解の醸成】

最終処分事業の実現に貢献する地域に対する敬意や感謝の念、社会としての利益還元の必要性が広く国民に共有されることが重要です。また、国から自治体に対する情報提供を緊密に行い、丁寧な対話を重ねることとしています。

【国が前面に立った取り組み（新たなプロセスの追加）】

国の総合資源エネルギー調査会において、2017年7月、地層処分を行う場所を選ぶために考慮する必要がある科学的特性や、そうした特性の日本全国における分布の状況などを俯瞰できる「科学的特性マップ」が提示されました（P.44参照）。

【事業に貢献する地域に対する支援】

調査地区の選定に貢献する地域に対しては、住民が参加できる「対話の場」が円滑に設置されるよう努めるとともに、地域の持続的な発展に向けた総合的な支援措置などを行っていくこととしています。文献調査の段階から電源立地地域対策交付金などを活用し、処分事業の地域共生を支援します。

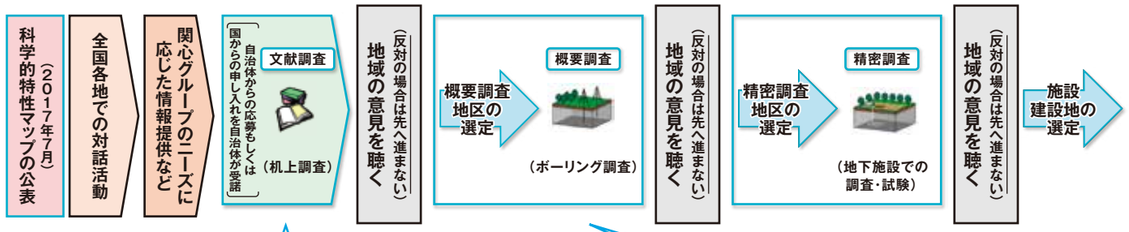
【推進体制の改善など】

NUMOの体制を強化するとともに、原子力委員会の関与を明確化し、継続的な評価を実施していきます。原子力規制委員会は、調査の進捗に応じて、安全を確保するための事項を順次提示することとなっています。

3. 文献調査の受け入れ状況

2020年10月、北海道寿都町、神恵内村の首長が文献調査の受け入れを判断し、同年11月に文献調査が開始されました。候補地選定は国民的課題であり、国民理解浸透が必要と考える政府は2023年4月、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」の改定を閣議決定し、「政府の責任で取り組む」と明記し関与を強めています。2024年5月、佐賀県玄海町が文献調査受け入れを表明し、同年6月より調査を開始しました。2024年11月に文献調査報告書が北海道寿都町長と神恵内村長および北海道知事に提出され、報告書の縦覧・説明会などが行われています。NUMOは、地層処分の技術・安全性を含む事業内容や文献調査の状況、事業が地域の産業に及ぼしうる効果やリスクなどを示し、地域の経済発展ビジョンについても議論できるよう対話活動を進めています。

科学的特性マップ提示後の流れ



出典:原子力発電環境整備機構資料より作成

「対話の場」を中心とした活動

NUMOは2021年4月から、文献調査対象地域である北海道寿都町、神恵内村で「対話の場」を開催しています。

「対話の場」は中立的なファシリテーターの進行により、地元住民の方々をメンバーとして実施しており、地層処分事業について自由な議論をし、その議論の様子を参加していない地域の方にも伝えています。

また、幌延深地層研究センター視察などの取り組みも展開しています。

写真提供:原子力発電環境整備機構

概要調査について

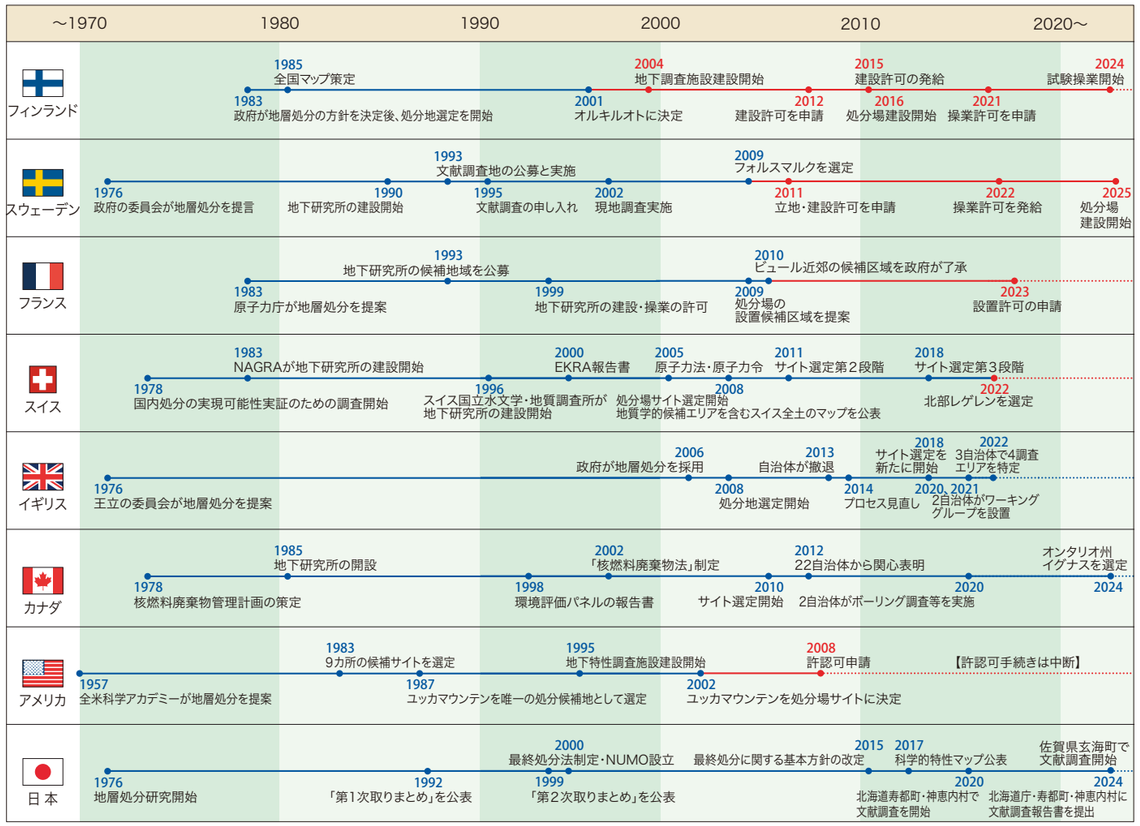
概要調査の目的は、地層処分を行おうとする地層やその周辺の地層に対し、空中や地表、水上、水中からの物理探査や、地表での地表踏査やボーリング調査等を行い、精密調査地区の条件を満たす地域であるかどうか確認することです。

①地震等の自然現象による地層の著しい変動が長期間生じていないこと

②坑道の掘削に支障のないこと

③活断層、破砕帯または地下水の水流等が地下施設に影響を与えるおそれが少ないと見込まれること　等

各国の地層処分の検討経緯と進捗状況（2025年1月時点）



※EKRA：「放射性廃棄物の処分概念に関する専門家グループ」の略称

出典:資源エネルギー庁資料より作成

国際的な原子力平和利用と核の拡散防止への貢献

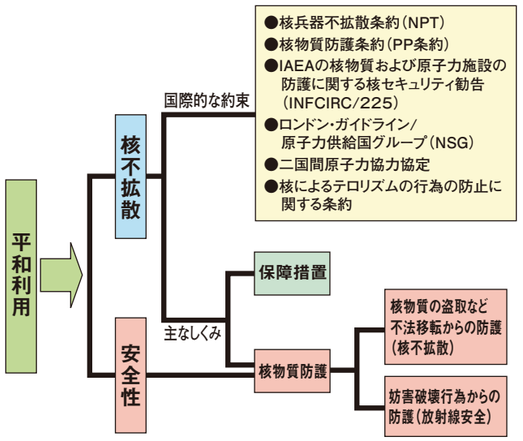
1. 国際的な原子力の平和利用

福島第一原子力発電所の事故後も、エネルギー需要の拡大や地球温暖化対策の観点から、原子力発電の拡充や新しい発電所の導入を計画する国が増加しています。

特に、アジア諸国では、産業の発展や生活の向上など、急速な経済成長にともなって増加する電力需要をまかなうため、原子力の導入が進められています。アラブ首長国連邦では2022年10月にバラカ発電所3号機が営業運転を開始しました。さらに、トルコやインドネシアなどでも新規建設が計画され、福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえ、一層の安全性向上に取り組む日本には海外の原子力開発への貢献に期待が寄せられています。

しかし、原子力関連の技術や機材、核物質は、軍事転用につながる心配や、一国の事故が周辺諸国にも大きな影響を与えてしまう可能性があるため、原子力の平和利用については、「保障措置（Safeguards）」、「原子力安全:原子力事故の防止に向けた安全性の確保（Safety）」、「核セキュリティ:核テロリズムの危険への対応（Security）」の3Sの確保が重要とされています。

■原子力の平和利用と核物質防護

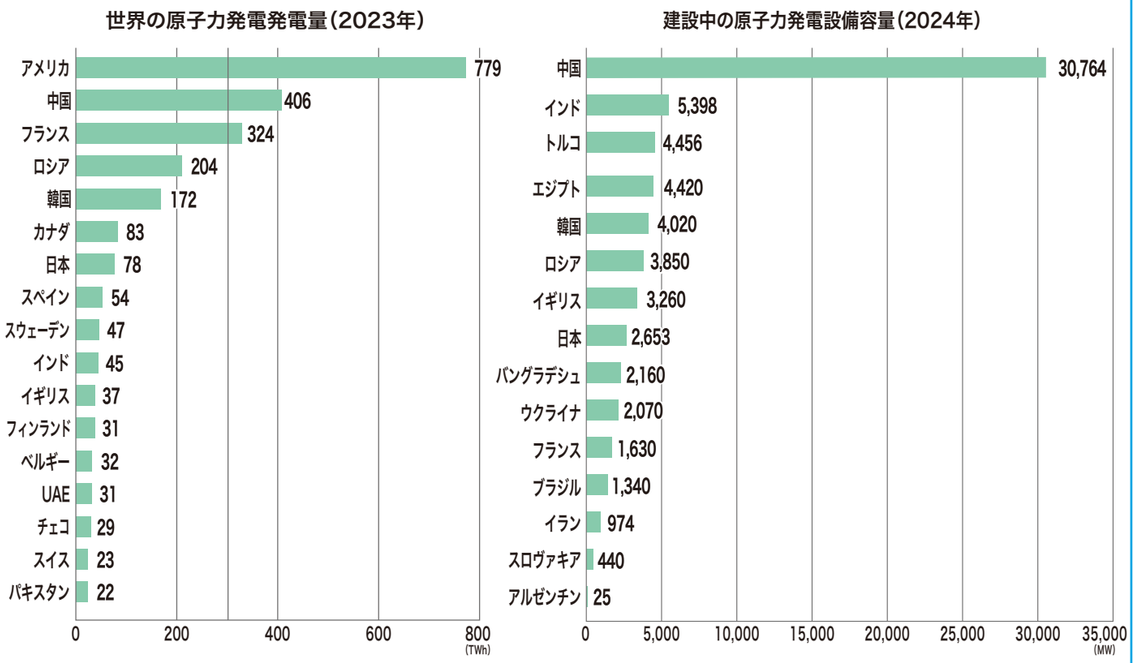


出典:原子力・エネルギー図面集

ワンポイント情報 ◆世界の原子力発電「発電量実績と建設中の発電設備容量」◆

2023年における原子力発電の発電量実績を見ると、上位からアメリカ、中国、フランス、ロシア、韓国となっています。中国は2020年にフランスを抜いて、トップ2となりました。

また、建設中の原子力発電設備容量でも、圧倒的に中国が多くなっています。インド、そしてトルコ、エジプトと続きます。



出典:IAEA Nucler Power Reactors in the World（2024）　出典:IAEA Power Reactor Information System

2. IAEAの保障措置

国際原子力機関（IAEA、International Atomic Energy Agency）では、各国の原子力の平和利用の活動が軍事目的に転用されていないことを監視し、転用があった場合は、速やかにそれを検知する「国際保障措置」という活動を行っています。

国際保障措置では、各国の核物質の在庫や変動を計る「計量管理」や「封じ込め／監視」をはじめ、各国の報告に基づき、実際に査察官が原子力施設に立ち入る「査察」などが行われています。日本は、すべての原子力施設の核物質について、この国際保障措置を受け入れています。

日本は、IAEAの国際保障措置の強化・効率化に積極的に対応した結果、申告された核物質の転用を示す兆候や未申告の核物質および原子力活動を示す兆候もないため、「すべての核物質が平和的な活動のなかにとどまっている」との評価を2004年に得て、「統合保障措置」が適用されました。原子力発電所やウラン濃縮、再処理などの大規模な原子力施設を持つ国に対して「統合保障措置」が適用されるのは、日本が初めてで、極めて重要です。

その結果、査察を無通告で実施することなどにより、査察の回数の削減などの統合保障措置が適用されてきています。

■IAEAの保障措置

計量管理
原子力施設における核物質の在庫量や一定期間の搬入・搬出量を管理すること。
事業者および国による管理に加え、IAEAが申告内容が適切かどうか検認する管理があります。

査察
IAEAと国の査察官が原子力発電所や研究所などの施設へ立ち入り、計量管理の記録の正確性を確認したり、放射線検知器などを用いて、未申告の原子力活動がないか調査を行います。

監視
核物質の不正な移動が行われないようにビデオカメラ、放射線の測定装置、モニターなどを用いて監視する手法です。

封じ込め
核物質貯蔵容器などに封印を行って核物質を物理的に封じ込め、仮に容器が勝手に開けられた場合にはIAEAがその行為を把握することができるようにする手法です。

追加議定書
強化策
IAEAの保障措置を強化し未申告の原子力活動がないことを確認するための文書

統合保障措置
効率化
通常の査察の合理化・効率化など

3. 二国間原子力協力協定

原子力の平和利用の推進と核不拡散などの観点で、核物質や原子炉などの主要な原子力関連の技術や機材を移転する際に、移転先の国から平和利用などに関する法的な保証を取り付けるために二国間原子力協力協定を締結しています。

日本は、これまでに、アメリカ、イギリス、カナダ、オーストラリア、フランス、中国、欧州原子力共同体（EURATOM）、カザフスタン、韓国、ベトナム、ヨルダン、ロシア、アラブ首長国連邦、トルコ、インドと原子力協力協定を締結してきました。

日米原子力協定では、2018年7月17日に30年の有効期間を迎えましたが、日米双方から通告がなかったため、自動延長されました。今後は有効期間は設けず、日米いずれかが文書で通告すると、その6カ月後に終了することになっています。

4. 核兵器不拡散条約（NPT）

破滅的な核戦争の危険を回避するため、核兵器そのものとその生産に必要とされる物資・機材の移転を禁止する条約（核兵器不拡散条約：NPT、Non-Proliferation Treaty）が、1968年7月1日に署名開放され、1970年3月5日に発効されました。日本は、1970年2月に署名し、1976年6月に批准しています。2023年1月現在、締約国は191カ国・地域、非締約国はインド、パキスタン、イスラエル、南スーダンとなっています。

5. 核セキュリティ強化への貢献

捜査当局によって押収、採取された核物質の組成や物理・化学的形態などを分析し、その物質の出所や輸送経路などを分析・解析する技術を「核鑑識」といいます。核鑑識技術により、テロなどで使用された核物質の起源や犯人を特定し、刑事訴追できる可能性を高めることで、核テロなどを抑止する効果があります。

日本は、核鑑識技術を確立し、これを国際社会と共有することにより、国際的な核セキュリティ体制の強化に貢献しています。

〈参考〉世界の原子力発電の状況

1. 世界の原子力発電の動向

世界初の原子力発電は、1951年にアメリカで始まりました。その後、1970年代に起こった二度の石油危機を契機として、世界各国で原子力発電の開発が積極的に進められましたが、1980年代後半からは世界的に原子力発電設備容量の伸びが低くなりました。

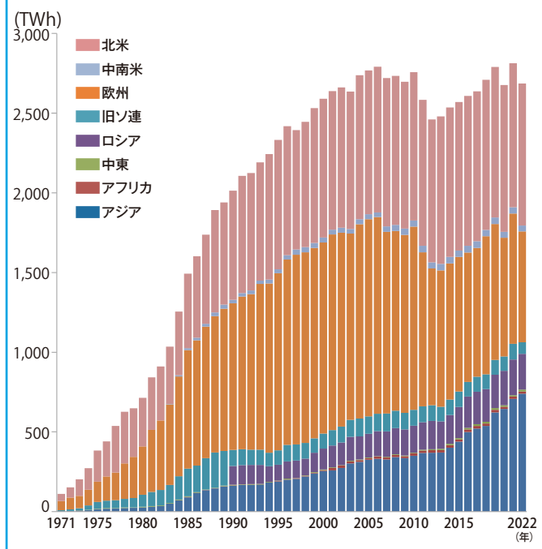
しかし、有限な資源である石油などの化石燃料の獲得を巡る国際競争の緩和や地球温暖化対策のため、特にアジア地域では、原子力発電設備容量が着実に増加してきました。そうしたなか、2011年3月に東日本大震災が発生し、福島第一原子力発電所で事故が起こりました。事故後は安全性向上対策などのため全国の原子力発電所が運転を停止したことから、日本の原子力発電電力量が減り、アジア地域全体の原子力発電電力量も減少しましたが、2014年に再び増加に転じています。

一方、アメリカやヨーロッパでは、原子力発電所の新規建設が少ないものの、出力増強や設備利用率の向上によって、発電電力量は増加傾向となっています。設備利用率で見ると、例えば、アメリカでは1979年に起こったスリーマイル島原子力発電所の事故後、自主的な安全性向上の取り組みによって官民で設備利用率向上を進めた結果、近年の設備利用率は9割前後で推移しています。

日本では東日本大震災後、原子力発電所は長期間、運転を停止しており、2015年に新規制基準施行後初めて再稼働した九州電力(株)川内原子力発電所1号機を始め、2025年1月までに14基が再稼働したものの、設備利用率は低迷したままです。

また、エネルギー需要が急増する新興国を中心に、原子力発電所の新規導入や増設の検討が進められています。

世界の原子力発電電力量の推移



出典:IEA,World Energy Statistics and Balances 2024 Julyより作成

2. 原子力発電の利用国の特徴

世界では、原子力発電を推進する国がある一方で、段階的に廃止する方針を掲げている国もあります。また、今後、新規導入や増設の検討を行っている国もあります。

人口が多い国は、潜在的な電力需要が大きく、GDPが大きい国は、実際の電力需要が大きくなっています。また、一次エネルギー供給量が多い国は、エネルギー安全保障上、複数の電源の確保が求められます。

このように、各国のエネルギーを取り巻く状況によって、右表のように原子力政策は異なります。

人口・GDP・一次エネルギー供給

原子力発電利用国
原子力発電建設中の国

一次エネルギー供給:発電・転換部門で生じるロスまでを含めた、必要とされるすべてのエネルギーの量

	人口(百万人)(2022年)		GDP(2015年十億ドル)(2022年)		一次エネルギー供給(Mtoe)(2022年)	
1	インド	1,417	アメリカ	21,237	中国	3,800
2	中国	1,412	中国	16,403	アメリカ	2,173
3	アメリカ	334	日本	4,530	インド	1,015
4	インドネシア	276	ドイツ	3,634	ロシア	808
5	パキスタン	236	イギリス	3,210	日本	392
6	ナイジェリア	219	インド	2,974	ブラジル	301
7	ブラジル	215	フランス	2,638	カナダ	297
8	バングラデシュ	171	イタリア	1,967	イラン	292
9	ロシア	144	ブラジル	1,897	韓国	280
10	メキシコ	129	カナダ	1,761	ドイツ	271
11	日本	125	韓国	1,741	インドネシア	261
12	エチオピア	123	ロシア	1,482	サウジアラビア	242
13	フィリピン	116	オーストラリア	1,459	フランス	211
14	エジプト	111	スペイン	1,324	メキシコ	183
15	コンゴ民主共和国	99	メキシコ	1,285	トルコ	157
16	ベトナム	98	トルコ	1,194	イギリス	153
17	イラン	89	インドネシア	1,122	イタリア	142
18	トルコ	85	オランダ	895	タイ	133
19	ドイツ	84	スイス	791	オーストラリア	127
20	タイ	72	サウジアラビア	782	南アフリカ	123

出典:IEA

世界各国の原子力政策

運転中の基数 2024年1月現在/総発電電力量に占める原子力の比率 2023年実績値

アメリカ 93基/18.6%

世界第1位の原子力発電利用国。2023年7月に30年以上ぶりとなる新規の1基が営業運転を開始し、2024年4月にも1基が営業運転を開始。気候変動対策やエネルギー安全保障の一環として、共和・民主両党の超党派的な支持の下で原子力発電を推進し、経済的な困難による原子力発電所の早期閉鎖を防ぐための支援プログラムや運転中の発電所を対象とした税制優遇措置を導入。また、原子力発電所の80年運転に向け、2度目となる20年間の運転認可更新を進め、2024年3月末時点で80年運転を認められた原子炉は8基(ただし、うち2基は再評価中)、2度目の運転認可更新を審査中の原子炉が12基となっている。

イギリス 9基/12.5%

北海の油田・ガス田の枯渇や気候変動が問題となる中、原子炉新設を推進し、2023年12月末時点で2基の建設と2基の計画が進行中。ロシアによるウクライナ侵略に伴うエネルギー危機を受けて2022年4月に公表したエネルギー安全保障戦略では、2050年までに原子力発電設備容量を約3倍に増強し、原子力発電比率を25%に引き上げる目標を提示。また、脱炭素化に向けた原子力利用の最有力候補として高温ガス炉にも着目し、2030年代初頭までの実証を目指す計画。2023年には日本との間で高温ガス炉技術や高温ガス炉燃料開発プログラムに係る実施覚書やライセンス契約を締結した。

フランス 56基/64.8%

総発電電力量の約6割を原子力で賄い、世界第2位の原子力発電設備容量を擁する。現在、2基が建設中、さらに2基の建設計画が進行中。2020年4月のエネルギー計画では、2035年までに最大14基の90万kW級原子炉を閉鎖し原子力発電比率を50%に削減する一方で、2035年以降の低炭素電源確保のため原子炉新設の要否を検討する方針を示し、マクロン大統領は同年11月に原子炉を新設する方針を表明。2022年2月には、6基の新設とさらに8基の新設検討を行うとともに、2035年までの90万kW級原子炉の閉鎖方針を撤回し、全て50年超運転すると発表。また、原子炉輸出も行い、中国で2基、フィンランドで1基が運転中となっている。

中国 55基/4.9%

世界第3位の原子力発電利用国。2025年までに設備容量を7,000万kWまで拡大することをめざし、26基を建設中。2021年、2022年に、2基が営業運転を開始。さらに、高温ガス炉が実証運転を経て2023年12月に営業運転を開始。高速炉は2010年7月に建設された実験炉(熱出力6.5万kW)が臨界に達し、電力系統に連系。この経験に基づき実証炉(出力60万kW)の開発が進められ、1号機は試運転に向けた準備中、2号機は2020年12月に着工した。SMRの建設は2021年7月に開始、2026年末までの稼働開始を予定。また、海外では2基がパキスタンで営業運転中、アルゼンチンやイギリス、トルコでも新規プロジェクトが進行している。

ロシア 34基/18.4%

2045年までに原子力発電比率を25%に高める方針。稼働中の36基の中には世界初の浮揚式原子力発電所2基、ナトリウム冷却型高速炉の原型炉1基と実証炉1基も含まれる。建設中4基のうち3基は、ロシア型加圧水型軽水炉(VVER)で、1基は鉛冷却高速炉のパイロット実証炉。VVERは、旧ソ連圏内、東欧諸国、近隣国や友好国向けにも展開・輸出し、インド、イランでも第3世代化を図りながら建設中。最近は120万kW級第3+世代炉(VVER-1200)を国内・輸出向けの主力製品とし、ベラルーシで2基が運転を開始。トルコ(4基建設中)、エジプト(4基建設中)、バングラデシュ(2基建設中)、中国等でも建設中と、新設プラント輸出で他国を圧倒している。

台湾 2基/6.9%

1978年以降、6基が営業運転を始め、1999年から2基の建設を開始。福島第一原子力発電所事故を受けて原子力反対の世論が高まり、既存炉6基は40年間運転後、段階的に閉鎖し、建設中2基も中止を決定した。2016年に脱原子力を掲げる民進党政権が発足。2017年に、議会が2025年までの原子力発電所の停止を含む法改正案を可決。同年に大規模な停電が発生し、安定的な電力供給を求める住民投票により法案削除を決定したが、政府は脱原発方針を維持。2021年には発電所建設再開の是非を問う住民投票が行われ、反対多数で否決された。2024年5月に総統に就任した賴清德氏(民進党)は、風力発電、太陽光発電、バイオマス発電、地熱発電の開発を中心とするエネルギー転換を図るとしている。

韓国 25基/31.5%

2022年5月に発足した尹錫悦政権は、前政権の脱原子力政策を撤回し、原子力開発を推進。原子力発電比率を2022年7月時点の28%から2030年には30%以上に拡大するとし、既設炉の運転期間延長、建設中の4基の竣工、中断されていた2基の建設計画の早期再開を実施するとした。前政権では国内で脱原子力政策を進める一方で、国益に資する海外での原子力発電所建設支援を進め、アラブ首長国連邦では3基が2021年から2023年に営業運転を開始。4基目も2024年3月に送電網に接続された。また2024年7月、チェコのドコバニ原子力発電所の原子炉増設2基の入札に関して、優先交渉権を獲得したほか、独自のSMR開発を推進するため、サウジアラビア、ポーランド、ブルガリア、トルコ等に積極的にアプローチをしている。

インド 23基/3.1%

急増するエネルギー需要を賄うため原子力発電を拡大する方針で、7基が建設中。2022年時点で約700万kWの設備容量を2032年3月までに1,968万kWとする計画。核兵器不拡散条約未締約国であるインドに対して、国際社会は原子力関連物資・技術の貿易を禁止しているため、インドは原子力発電の開発を独自に進めてきたが、2008年以降、アメリカ、フランス、ロシア等と二国間原子力協定を締結。既にロシアの原子炉は運転中で、2018年にはフランスからの原子炉導入についての枠組み合意が結ばれ、アメリカからの導入も計画されている。また、1985年に運転を開始した高速増殖炉の実験炉は2030年までの運転延長が決定している。

出典:原子力白書・(一社)日本原子力産業協会資料などより作成

〈トピック〉電力需給ひっ迫

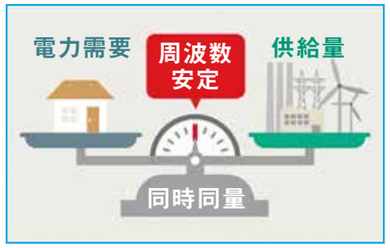
電力需給ひっ迫とは

1日の中で最も多く電気が使われる需要のピークに対して、供給（電気をつくる量）に余裕がなくなることを電力需給ひっ迫といいます。電気は大量に貯めておくことができないため、気温上昇などによる急な需要の増加や発電機のトラブルなどによる供給力の低下に備え、発電できる最大量は想定される需要よりも余裕をもたせる必要があります。

電力需給の原則

電力の需要量と発電の電力量は常に一致させる必要があり、これを「同時同量の原則」といいます。

同時同量のバランスが崩れると、電気の周波数が乱れ、電力系統の機器・装置の動作不安定や、最悪の場合は地域が大停電に陥る可能性があるため、天候や過去の需要実績などに基づいて精密に電力需要を予測するなどして、実際の需要変動に合わせて供給力が調整されています。周波数を安定して維持し電気を安定供給するには、需要に対する供給力の余裕がどの程度あるかを示す「予備率」が最低限3%必要とされています。



出典:電力広域的運営推進機関ホームページより作成

電力需給ひっ迫注意報・警報

東日本大震災による電力危機をきっかけに、予備率が3%を下回ると予想される、または下回った場合に、大停電を未然に防ぐため、経済産業省資源エネルギー庁が「電力需給ひっ迫警報」を発令するという制度が導入され、2022年3月22日に初めて発令されました。2022年6月7日には、警報に加えて「電力需給ひっ迫注意報」と一般送電事業者が発出する「電力需給ひっ迫準備情報」が新設されました。

発出の基準は、右のようになっています。

●予備率が5%以下の見込みの場合
- 前々日の18時頃に一般送電事業者が「電力需給ひっ迫準備情報」を発表
- 前日の16時頃に、資源エネルギー庁が「電力需給ひっ迫注意報」を発令

●予備率が3%以下の見込みの場合
- 前日の16時頃に、資源エネルギー庁が「電力需給ひっ迫警報」を発令

※予備率が1%以下の場合には、計画停電が実施されます。

電力需給対策について

電力需給のバランスをとるためには、電力需給予測精度を可能な限り向上させたうえで、常日頃からのピーク需要の抑制、ベースロード電源の確保、緊急時のレジリエンス（強靭性）向上といった方策が有効です。

○戦略的予備力

予測の難しい非ピーク時のひっ迫対策としては、緊急時のための予備力を確保する仕組みが必要です。スウェーデンやドイツなどでは「戦略的予備力」という、主に老朽化した火力発電設備など、あらかじめ安定供給に必要な供給予備力を決めておき、緊急時に稼働させる仕組みを採用しています。

○地域間連系線の強化

日本の電力系統はエリアごとに需給バランスが管理されており、エリア同士は地域間連系線という送電線で結ばれています。そのため、あるエリアでひっ迫が起こっても、他のエリアから連系線を通じて電力供給をすることができます。しかしながら、北海道本州間の連系設備や東北東京間連系線、東京中部間連系線は、送電可能な容量が十分ではないとの問題が以前から指摘され、増強の検討が進められています。

○デマンドレスポンス（需要調整）の仕組み

企業や国民による節電については、「お願い」ベースではなく、義務や報酬を含めた「デマンドレスポンス（需要調整）」の仕組みが必要とされています。

○ベースロード電源の確保・活用

原子力発電は、火力発電とともに昼夜を問わず安定的に発電できるベースロード電源です。日本政府は「経済財政運営と改革の基本方針2022」で、安定的なベースロード電源である原子力発電について「安全優先の再稼働」を強調しています。

○電力需要そのものを減らす

日本の住宅のうち、現行の断熱基準を満たすものは10%しかなく、32%は無断熱というデータがあります。電力需要自体を減らすために、住宅断熱も有効な方法です。

◆2章（原子力開発と発電への利用）のポイント◆

2024年は、既設炉の再稼働状況が更新されました。これまでは、関西電力（株）の7基、九州電力（株）の4基、四国電力（株）の1基の加圧水型原子炉12基が再稼働を果たしていましたが、東北電力（株）の女川原子力発電所2号機と中国電力（株）の島根原子力発電所2号機が再稼働しました。女川原子力発電所2号機については、沸騰水型原子炉（BWR）として初めての再稼働であり、特に、被災した地域の原子炉が再稼働したことは、原子力を最大限活用していくうえで極めて意義深いものとなります。今後、東京電力ホールディングス（株）柏崎刈羽原子力発電所6号機、7号機といったBWRの再稼働が続いていくことを期待しています。

次世代革新炉の開発・建設に関しては、五つの炉型（革新軽水炉、小型モジュール炉（SMR）、高速炉、高温ガス炉、核融合）の特徴がまとめられています。革新軽水炉はいわゆる既設炉がより高度化されたもので、リプレース炉として大きく期待されています。SMRは特に海外で開発が進んでおり、例えばアメリカでは、老朽化した小型石炭火力の代替炉として注目されています。高速炉と高温ガス炉に関しては、我が国で実証炉を開発・建設すべく準備が進められています。核融合に関しては、発電の実証というところで研究開発が進められています。このような各炉の開発・建設の時間軸は、国がつくった技術ロードマップでまとめられています。

バックエンド側の話としては、青森県の六ヶ所村にある再処理工場とMOX燃料工場のしゅん工時期の見直しがありました。2024年11月時点で、再処理工場は2026年度中、MOX燃料工場は2027年度中のしゅん工を目指すことになっています。この目標に向けて、関係者は大変な努力をされています。一方で、2024年11月、青森県むつ市の中間貯蔵施設が事業を開始しました。また、高レベル放射性廃棄物の処分に関しては、佐賀県の玄海町で文献調査が始まることになりました。このように、原子燃料サイクル事業は、一歩一歩着実に前に進んでいます。

監修者からのメッセージ

本章では、原子力開発の歴史・原子力発電の仕組み・原子炉の種類・原子力発電の特徴といったいわゆる教科書的な内容から、現在の我が国における原子力の活用状況や将来に向けての次世代革新炉の開発・建設といった最新の動向に至るまで、幅広い情報が示されています。原子燃料サイクルや高レベル放射性廃棄物の最終処分といったバックエンド側の状況についても、詳しく解説されています。原子力は発電に際して二酸化炭素を排出しませんが、放射性廃棄物は発生します。このことは、原子力の魅力と課題を端的に表しています。魅力ゆえに脱炭素電源として最大限活用されようとしていますし、課題ゆえに放射性廃棄物の処理・処分に向けて関係者は全力で取り組んでいます。読者の皆様がこういった原子力の魅力と課題を考えるに際して、本章がその一助になれば幸いです。

■黒﨑 健（京都大学 複合原子力科学研究所 所長・教授）