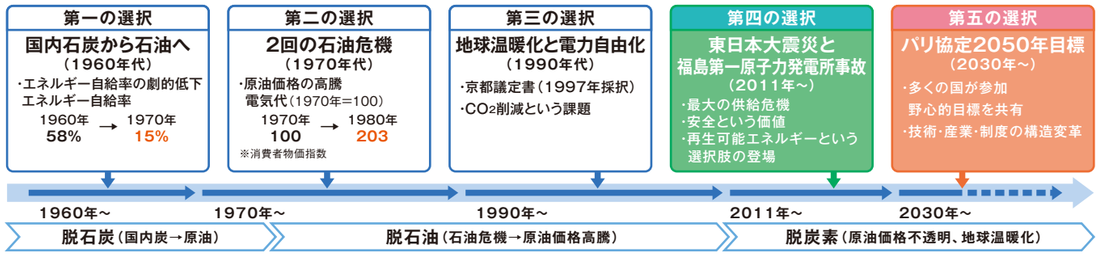
日本のエネルギー選択の歴史と原子力

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



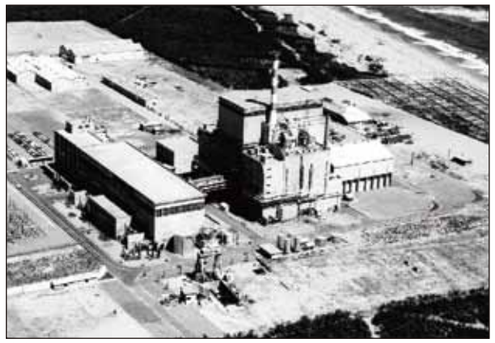
出典:資源エネルギー庁「日本のエネルギー2019」より作成

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ていたこともあり、政府は「低廉かつ安定的なエネルギー供給」のために、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。

廃線間際の路面電車「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、省エネの必要性やエネルギーを中東に大きく頼るという地政学的リスク（特定地域における政治上・軍事上の問題などが与える影響・リスク）が意識されるようになりました。政府は石油への依存度を下げ、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研究開発が進められてきた太陽光や地熱、石炭（石炭液化技術）、水素などが、この温暖化対策にも有効な取り組みとして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が、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、現在はパリ協定の実現に向け、第五の選択として2030年度以降のエネルギーの将来像をしっかりと考える段階となっています。2030年度のエネルギーミックスの目標を着実に進捗させ、2050年の方向性として脱炭素化の選択をどうするかを考えていくことが課題です。

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、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
7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに

2. エネルギー資源の状況

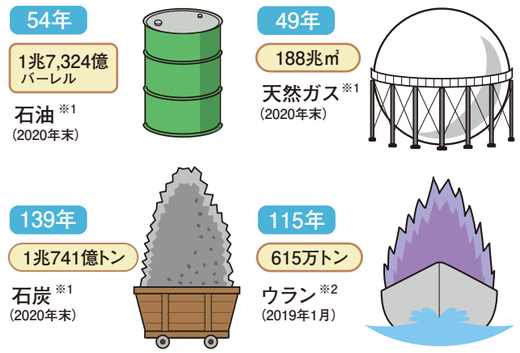
私たちが利用しているエネルギー資源のうち、石油や石炭、天然ガスは、大昔に生きていた動植物などの死骸が地中に堆積し、長い年月をかけて変化してできたもので、化石燃料とよばれています。

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。

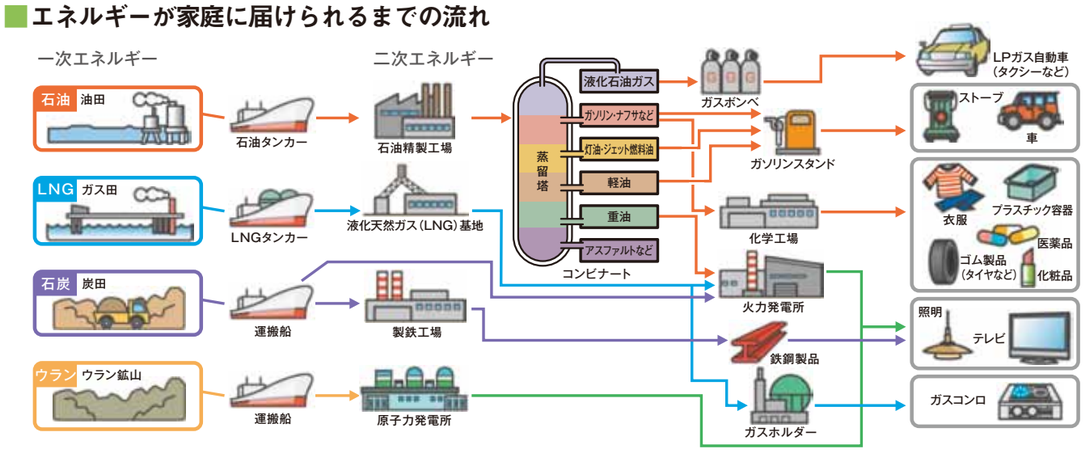
エネルギー資源の可採年数は、現在、石油54年、天然ガス49年、石炭139年、ウラン115年です。今後、エネルギー資源の埋蔵量や生産量が変動すれば、可採年数は変化することになります。

■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 2020」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65.4%から、2014年度は87.5%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2020年度においても76%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

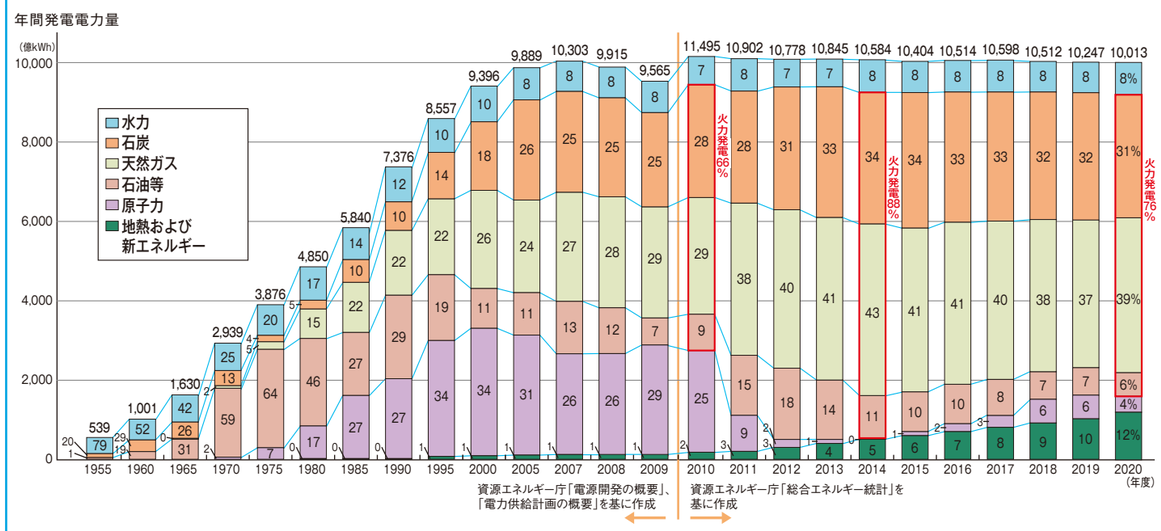
日本では、エネルギー政策の基本的な方向性を示すため、エネルギー政策基本法に基づき、2003年10月からエネルギー基本計画を策定しています。現在のエネルギー政策では、安全性（Safety）を前提に、エネルギーの安定供給（Energy Security）、経済効率性の向上（Economic Efficiency）、環境への適合（Environment）を図ることを基本的な視点（S+3E）として取り組むことが重要とされています。

2021年10月22日に「第6次エネルギー基本計画」が閣議決定されました。次の2つが重要なテーマとされています。

①2020年10月に表明された「2050年カーボンニュートラル」や2021年4月に表明された新たな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を示すこと

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

■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3年度 エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2022）」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靭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レジリエンス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 ・燃料をリサイクルできるため準国産エネルギーといえる ・数年にわたって、国内保有燃料だけで発電できる
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
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

●火力発電の特徴

	火力発電		
	石炭	石油	天然ガス（LNG）
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
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		

●水力発電の特徴

	水力発電	
	一般水力	揚水式
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
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	

●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
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
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

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、排出せざるを得なかった分については、同じ量を「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。

カーボンニュートラルの達成のためには、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が重要ですが、ものづくり産業がGDPの2割を占める産業構造や自然条件を踏まえても、その実現は容易なものではありません。

電力部門は、再生可能エネルギーや原子力などの実用段階にある脱炭素電源を活用し、着実に脱炭素化を進めるとともに、水素・アンモニア発電やCCUS（CO_2回収・有効利用・貯留）／カーボンリサイクルによる炭素貯蔵・再利用を前提とした火力発電などのイノベーションを追求していくことが必要とされています。そして、最終的にCO_2の排出が避けられない分野は、DACCS（直接大気回収・貯留）やBECCS（バイオエネルギーCCS）、森林吸収源などにより対応していきます。

このようにカーボンニュートラルの実現に向けて、あらゆる選択肢を追求していくとされています。

■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、GX実行会議（議長:岸田文雄首相）が2022年7月27日より開催されています。そして、「第6次エネルギー基本計画」などに則り、GX実行会議や政府の審議会などにおける議論を踏まえ、12月8日に「今後の原子力政策の方向性と実現に向けた行動指針（案）」が発表され、12月22日にGX実行会議で承認されました。概要は次の通りです。

[今後の原子力政策の方向性と実現に向けた行動指針の概要]

■再稼働への総力結集

再稼働に関しては、事業者が幅広い関係者と連携した安全マネジメント改革を行う「自主的安全性の向上」や、地域ニーズに応じた多面的支援、防災対策の不断の改善等を行う「立地地域との共生」、一方通行的な情報提供にとどまらない、質・量の強化・充実などを行う「国民各層とのコミュニケーション」について総力を結集し実施することとしています。

■既設炉の最大限活用

今ある原子力発電所については、原子力規制委員会による安全性の確認を大前提とし、運転期間に関する枠組みを整備するとしています。具体的には、立地地域や国民の意見や制度の連続性などにも配慮し、運転期間上限は引き続き設定し、一定の停止期間についてはカウントから除外することとしています。また、理解確保や研究開発の進展、国際基準の動向なども継続評価し、必要に応じた見直しの実施を明確化するとしています。

また、安全性の確保を大前提に、運転サイクルの長期化、運転中保全の導入拡大などに取り組むこととしています。

■次世代革新炉の開発・建設

安全性の確保、地域社会の理解の確保を大前提に、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・建設に取り組み、まずは廃止が決定した炉の建て替えを対象に、バックエンド問題の進展も踏まえつつ具体化することとしています。その他の開発・建設は、再稼働状況や理解確保の進展など、今後の状況を踏まえ検討するとしています。

一方、次世代革新炉への投資促進も示されています。また、官民のリソースを結集して、実効的な開発態勢を整備すること（アメリカ・イギリス・フランスなどとの戦略的な連携など）や、人材育成の基礎も構築するとしています。

■バックエンドプロセスの加速化

核燃料サイクルについては、再処理工場しゅん工目標の実現、プルサーマルの推進や使用済燃料の貯蔵能力拡大への取り組みを強化するとしました。具体的には、安全審査などへの確実・効率的な対応、地元理解に向けた取り組み強化、国も支援し、主体的に対応することが示されました。

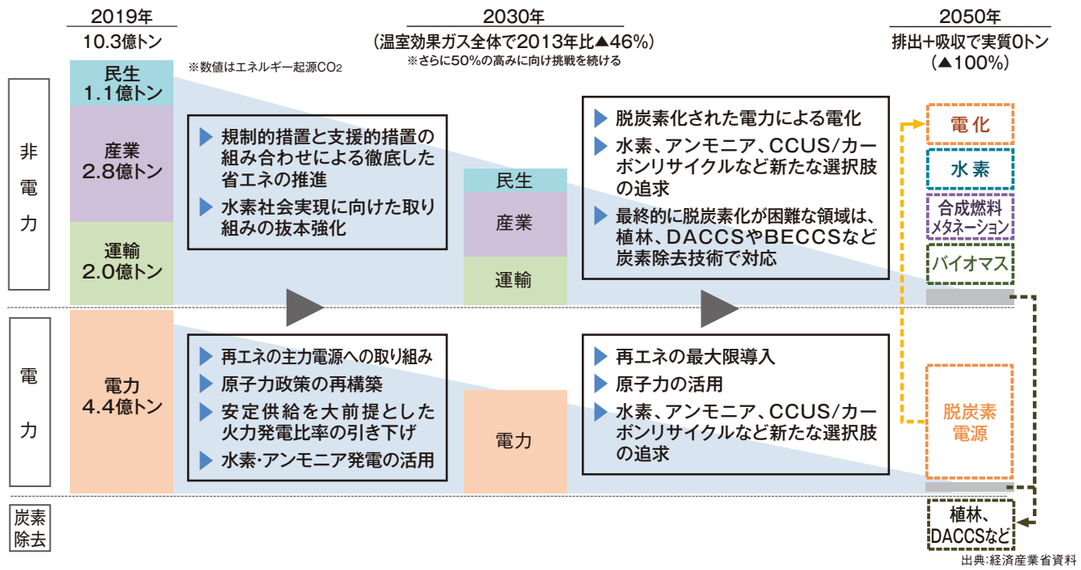
また、廃炉については着実・効率的な実現、クリアランス対象物の再利用促進が掲げられています。

一方、最終処分の実現に向けて、事業の意義、貢献いただく地域への敬意などを社会に広く共有し、国の主体的取り組みを抜本強化するとして、国と原子力発電環境整備機構（NUMO）・事業者の連携による情報提供の強化をはじめ、国主導での理解活動の推進、NUMO・事業者の地域に根ざした理解活動の推進、NUMOにおける技術基盤の強化、国とNUMOの連携による国際連携の強化が示されました。

■サプライチェーンの維持・強化と国際的な共通課題解決への貢献

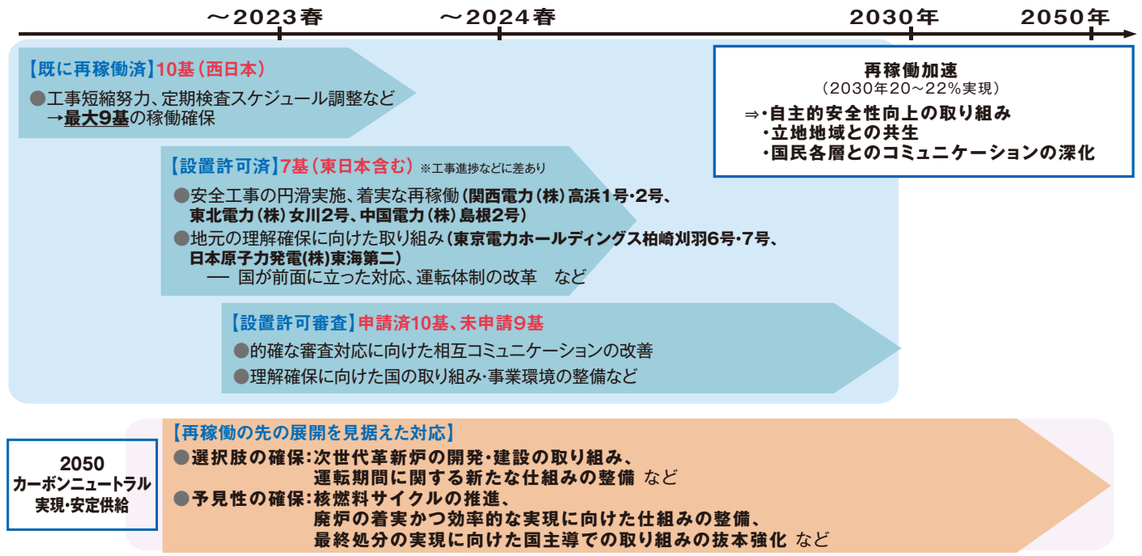
国内サプライチェーンの維持・強化や再構築、海外プロジェクトへの参画支援、世界の原子力安全・核セキュリティ確保への貢献が示されました。

■2050年カーボンニュートラルの実現



出典:経済産業省資料

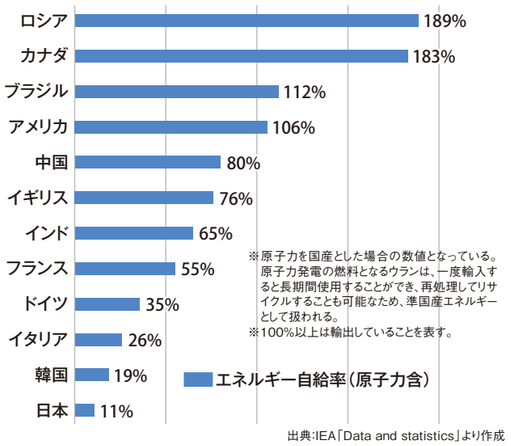
■原子力政策の今後の進め方



出典:経済産業省「2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会資料」より作成

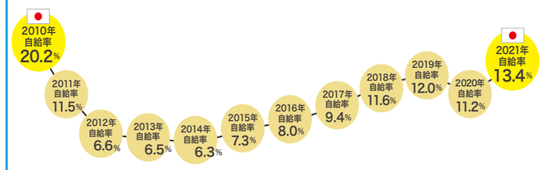
エネルギーの安定供給の確保

■主要国のエネルギー自給率比較（2020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「総合エネルギー統計」の2021年速報値

1. エネルギー資源の安定確保

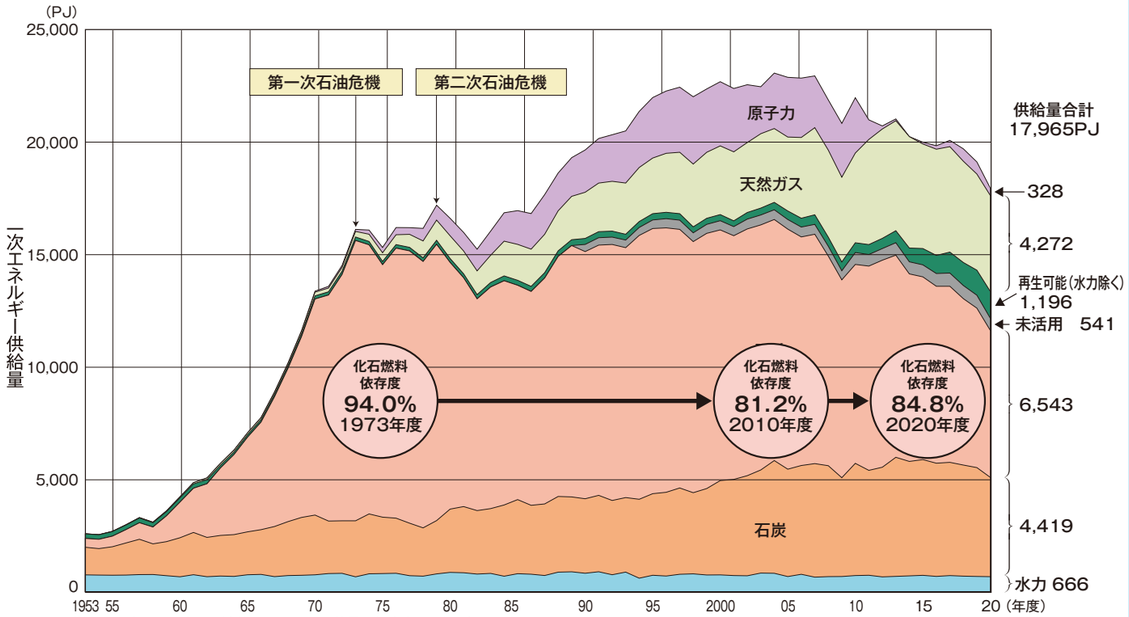
エネルギーを安定的に、必要な量を低廉な価格で確保することを「エネルギー安全保障」といいます。すべての国民にとって、この状態を継続的に維持することが非常に重要です。

日本のエネルギー自給率（2021年）は、原子力を国産とした場合でも13.4%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ロシア、カナダ、ブラジルのように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ロシア、インドネシアなどから、天然ガスはオーストラリアや東南アジア、中東、ロシアなどから輸入していますが、石油は依然として90%以上を中東からの輸入に頼っています（2021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、歴史的な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。（P25～26参照）

3. 国際資源戦略の策定

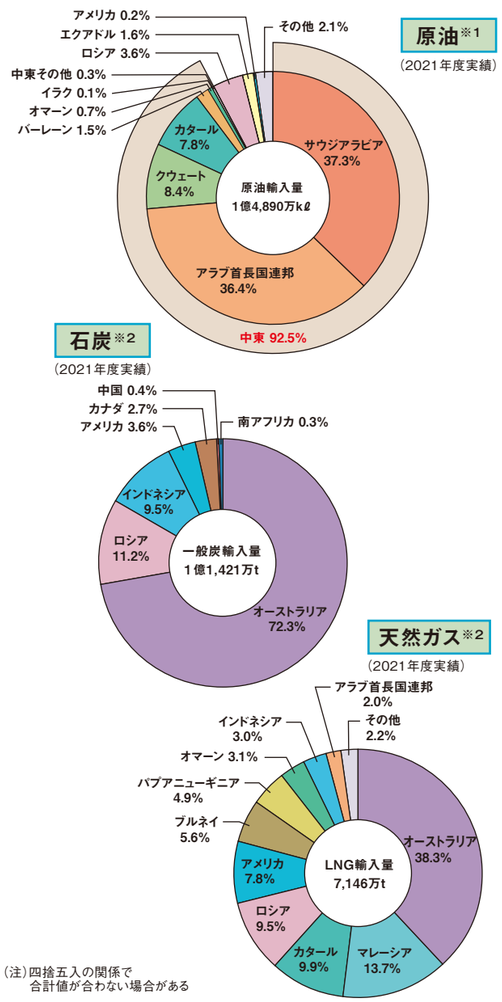
エネルギー資源の多くを海外から輸入している日本は、エネルギーを巡る世界の動きに大きな影響を受けます。こうした状況を踏まえ、エネルギーの安定供給を確保するために、2020年3月、日本の新しい「国際資源戦略」が策定されました。

これまで中東諸国との関係は、複数のエネルギー関連機関などが個別に構築されていましたが、今後は諸機関が連携し、一体となって構築されることになりました。

また、地政学リスクを踏まえ、石油は中東以外の国々へ、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。

■日本が輸入する化石燃料の相手国別比率



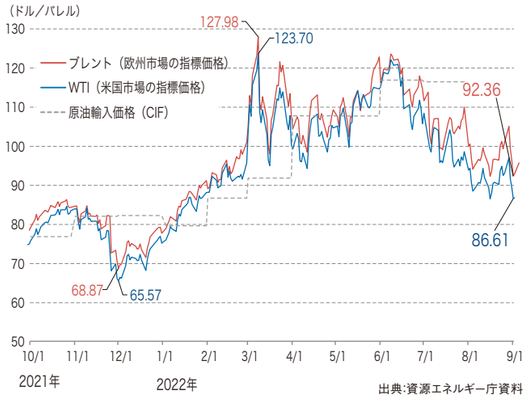
（注）四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある

出典：※1 石油連盟統計資料、※2 財務省貿易統計より作成

■石油や天然ガスを運ぶ海路（シーレーン）

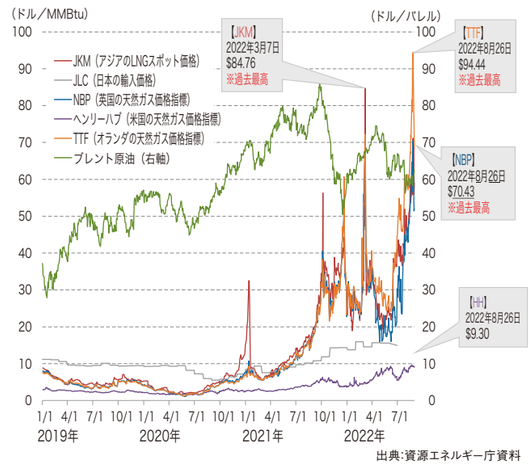
エネルギーの経済効率性と価格安定

■直近の原油価格の動向



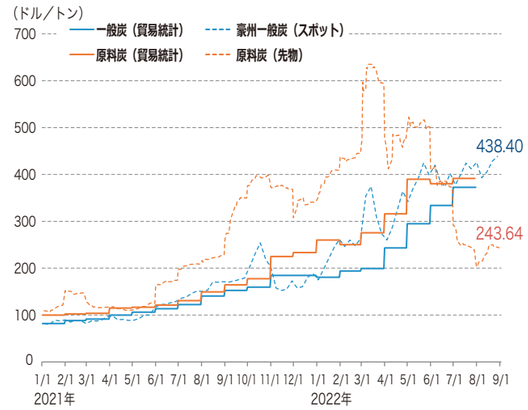
出典:資源エネルギー庁資料

■直近の天然ガス価格の動向



出典:資源エネルギー庁資料

■直近の石炭価格の動向



一般炭・原料炭（貿易統計の為替換算については三菱UFJ銀行のTTSレートを参照）、
豪州一般炭（スポット）、原料炭（先物）はRefinitiv Eikon

出典:資源エネルギー庁資料

1. 電気料金の変化

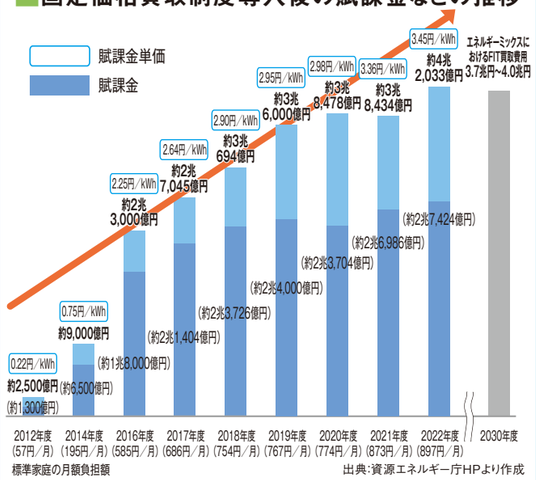
2011年以降、原子力発電の停止にともなう火力発電の利用の増加によって、火力発電の燃料となる石油や石炭、天然ガスなどの輸入額が増えました。燃料価格の高騰に加え、固定価格買取制度による再生可能エネルギー導入の賦課金の上昇によって、電気料金が上がっています。

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、2021年度の電気料金は、2010年度と比べて、家庭用は約31%、産業用は約35%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などの価格や原油、石炭、天然ガスなど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



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ています。

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の供給不足を引きおこし、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。

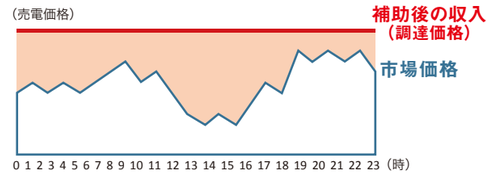
このように現在、世界のエネルギー情勢は混乱しており、エネルギー価格が高まり続ける可能性があります。エネルギーは国民生活や企業の生産活動に欠かせないものであり、エネルギー価格が継続的に高い水準で推移すれば、製品価格の上昇と購買力の低下などを通じて、経済活動の大きな足かせになるのみならず、政治・経済・社会にさらなる悪影響を及ぼしかねません。

3. 電気料金の抑制と安定の課題

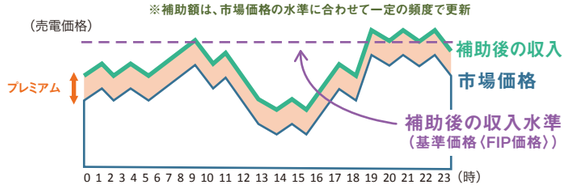
今後、日本ではエネルギー自給率を高めて国際エネルギー価格の動向に左右されにくい電源構成としていくとともに、電力小売の全面自由化による事業者間の競争や原子力発電の再稼働、再生可能エネルギーのコスト低減などにより電気料金の抑制に取り組むとしています。

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。

FIT制度 価格が一定で、収入はいつ発電しても同じ
→ 需要ピーク時（市場価格が高い）に供給量を増やすインセンティブなし



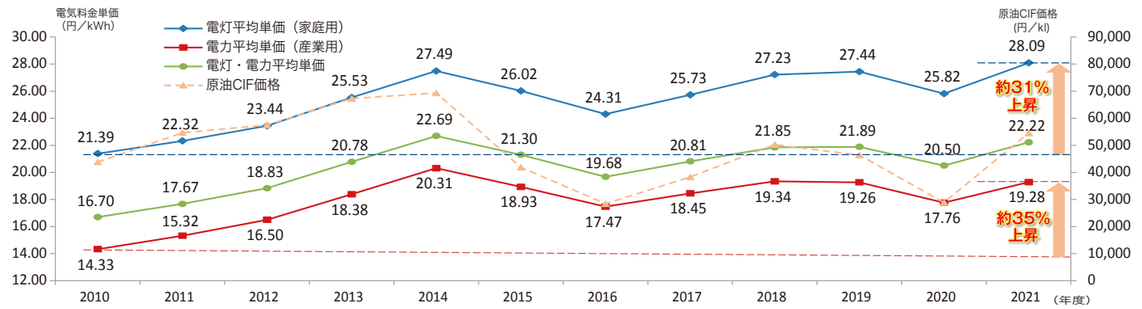
FIP制度 補助額（プレミアム）が一定で、収入は市場価格に連動
→ 需要ピーク時（市場価格が高い）に蓄電池の活用などで供給量を増やすインセンティブあり
※補助額は、市場価格の水準に合わせて一定の頻度で更新



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）

震災前と比べ、2021年度の平均単価は、家庭向けは約31%、産業向けは約35%上昇



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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
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
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↘	—	—

※消費税、再エネ賦課金を含む。

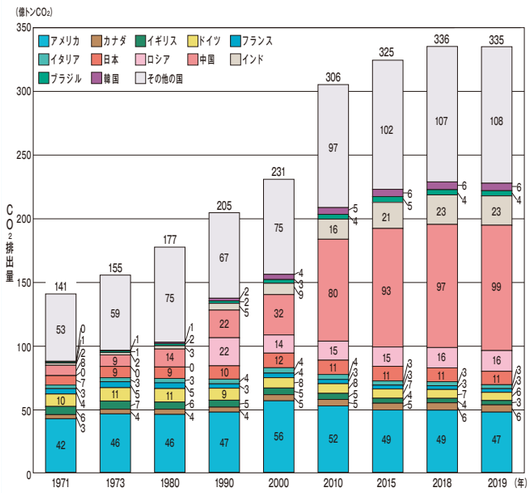
出典:発受電月報、各電力会社決算資料、電力取引報を基に作成

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2022」より作成

■CO_2増加による気温上昇の実績と予測

実績	世界	100年あたり約0.73℃の割合で上昇※1
実績	日本	100年あたり約1.28℃の割合で上昇※2
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※3
予測	日本	2100年頃に0.5~5.4℃上昇※4 ○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）

出典：（※1・※2）気象庁ホームページ、（※3）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）」、（※4）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～」等より作成

2. 脱炭素社会に向けた「国際会議」

2015年12月にフランスで開催された気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）では、温室効果ガスの排出量の割合が大きいアメリカや中国、インドなどを含めた主要な経済国が参加し、各国が2020年以降の自発的な削減目標を定めることを約束する「パリ協定」が採択されました。

世界全体の目標として、世界の平均気温の上昇を産業革命前と比べて2℃未満に抑える目標が掲げられました。そして、気候変動に脆弱な国々への配慮から、1.5℃以内に抑える必要があることも言及されています。

また、長期的な目標として、今世紀の後半に、世界全体の温室効果ガスの排出量を、生態系が吸収できる範囲に収める目標が掲げられました。これは、人間が活動する際に排出する温室効果ガスの量を実質的にゼロにするという目標です。

このような長期的な目標に向け、各国では5年ごとに温室効果ガスの排出削減の目標を見直すことになりました。さらに、各国の目標の遵守を促すため、各国の削減目標に向けた取り組みや他国への支援などの世界全体の状況を把握するしくみが設けられました。

2022年11月6日から20日にかけて、エジプトでCOP27が開催されました。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を設置することが決定されました。また、同意された実施計画には、2100年の世界の平均気温の上昇を産業革命前と比べて1.5度に抑える努力を追求することや、2030年までに世界の温室効果ガス排出量を2019年比で43%削減することなど、COP26での合意内容が改めて明記されました。

■日本・EU・英国・米国・中国のカーボンニュートラル表明状況

	日本	EU	英国	米国	中国
2020				2021年1月パリ協定復帰を決定	
2030	2013年度比で46%減、さらに50%の高みに向けて挑戦（温対会議・気候サミットにて総理表明）	1990年度比で少なくとも55%減（NDC）	1990年度比で少なくとも68%減（NDC）	2005年度比で50~52%減（NDC）	2030年までにCO2排出を減少に転換（国連演説）
2040					
2050	カーボンニュートラル（法定化）	カーボンニュートラル（長期戦略）	カーボンニュートラル（法定化）	カーボンニュートラル（大統領公約）	
2060					カーボンニュートラル（国連演説）

出典：各国資料から経済産業省作成

3. カーボンニュートラルの実現に向けて

2021年4月現在、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

2019年度の日本の温室効果ガスの総排出量は、12億1,200万トンで2013年度の14億800万トンと比べると、14%減少しました。前年度からの減少要因は、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、またエネルギー消費の減少（省エネ、暖房など）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挙げられます。

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。

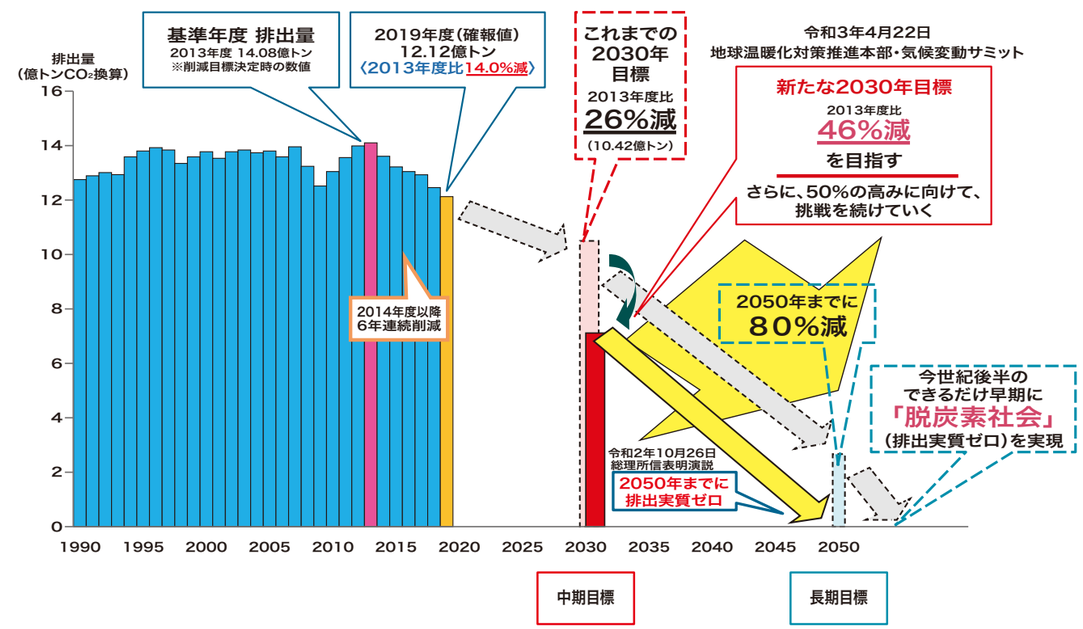
【火力発電】

- ・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。

■日本の温室効果ガス削減の中期目標と長期目標の経緯



出典：「2019年度の温室効果ガス排出量（確報値）」及び「地球温暖化対策計画」から作成

原子力の安定的な利用に向けて
～再稼働、核燃料サイクル、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。2021年10月時点で建設されている原子力発電所の設備容量は、約3,300万kWですが、営業運転を再開したものは10基で、約1,000万kWにとどまっています。

また、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。

さらに現在、実質的な運転期間延長を可能とする見直しが行われています。これは、責務の履行（自主的安全向上や防災貢献など）に取り組むことを条件に、新規制基準の安全審査対応による停止など、事業者が予見しがたい停止期間は運転期間としてカウントしないというものです。

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、核燃料サイクル、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13.4%（2021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。以上の理由から、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。

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。

核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

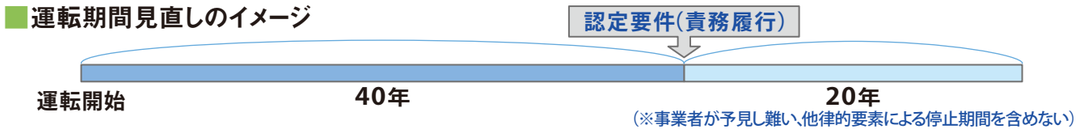
核燃料サイクルを進めていくうえで課題となっていることの一つが、使用済燃料の貯蔵能力を拡大することです。2022年9月現在、国内で貯蔵されている使用済燃料は16,430トンで、すでに国内の貯蔵容量約21,350トンの75%以上を占めています。

2015年には、政府の最終処分関係閣僚会議で「使用済燃料対策に関するアクションプラン」が決定されました。官民が協力して、使用済燃料の貯蔵能力を拡大するための取り組みを強化することが掲げられ、「政府と事業者による協議会の設置」や「事業者に対する『使用済燃料対策推進計画』の策定要請」などが決められました。

これを受け、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」を電気事業連合会に設置し、「使用済燃料対策推進計画」を策定しました。使用済燃料の貯蔵能力拡大を目指し、事業者全体で共同での研究開発や理解活動の強化、中間貯蔵施設などの建設・活用の促進に向けた検討を行っています。

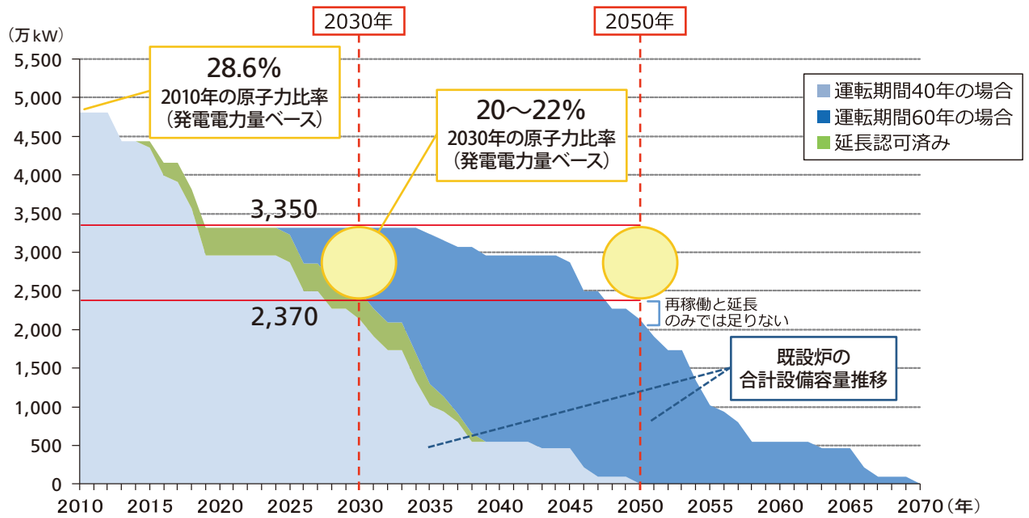
現在、各原子力発電所などでは、使用済燃料プールの貯蔵能力の拡大や乾式貯蔵施設の設置などの対策が予定されています。また、青森県のむつ市においては、使用済燃料の中間貯蔵施設の建設が進められています。

■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

■既設炉設備容量の推移見通し（2021年10月）



出典:日本エネルギー経済研究所

■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	+400 乾式貯蔵（安全審査中）
四国電力	伊方発電所	720／930	+500 乾式貯蔵（設工認可）
九州電力	玄海原子力発電所	1,080／1,190	+290 リラッキング（工事計画認可） +440 乾式貯蔵（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
リサイクル燃料貯蔵	使用済燃料貯蔵施設	——／——	+3,000

※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2022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
※4 使用済燃料貯蔵施設1棟目に3,000tUの規模の建屋を建設し、
その後2,000tUの規模の貯蔵建屋を建設予定

出典:電気事業連合会HP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1GWy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、原子力委員会バックエンド対策専門部会で検討され、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. 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。そのような地下深くの岩盤には、酸素がとても少なく、地下水の流れが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。したがって、酸素が少ないため金属の錆びなど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も非常に遅いものになります。

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28日、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（P44参照）。

【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】

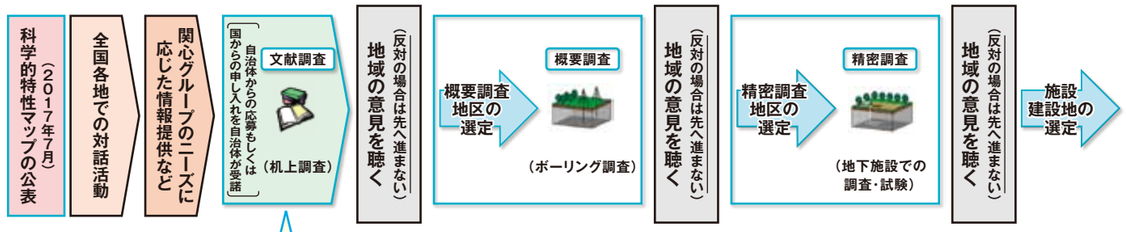
NUMOの体制を強化するとともに、原子力委員会の関与を明確化し、継続的な評価を実施していきます。原子力規制委員会は、調査の進捗に応じて、安全を確保するための事項を順次提示することとなっています。

3. 文献調査の受け入れ状況

2020年10月9日、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ました。これを踏まえ、11月2日に、NUMOが事業計画の変更認可申請を行い、同月17日に国は事業計画を認可しました。

このことにより、2自治体で文献調査が開始されました。しかしながら、地元などから風評被害への懸念や反対意見もあります。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くこととしています。

■科学的特性マップ提示後の流れ



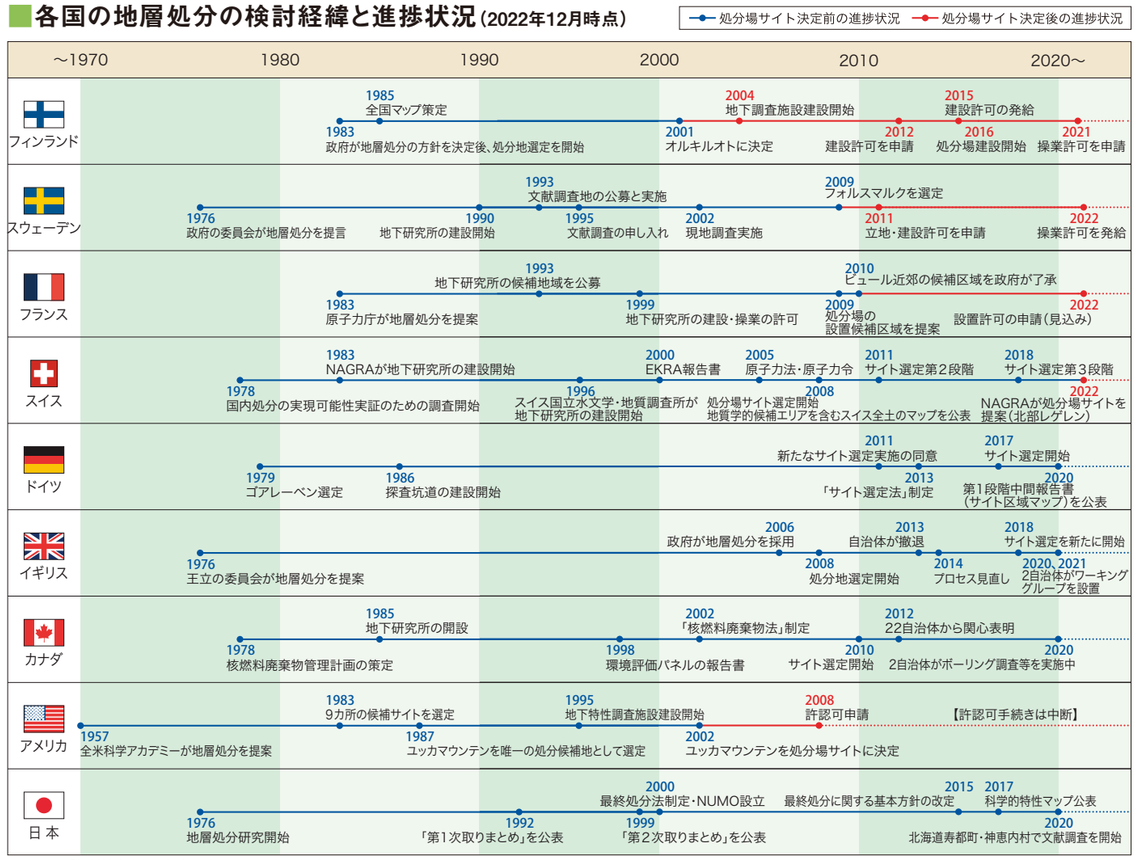
出典:原子力発電環境整備機構資料より作成

北海道 寿都町/神恵内村における「対話の場」を中心とした活動

- NUMOでは、2021年4月からそれぞれの町村で「対話の場」を開催しています。「対話の場」では、地域の方に地層処分事業への賛否に偏らない議論をしてもらい、その議論の様子を「対話の場」に参加しない地域の方に伝えています。
- 「対話の場」は、中立的な立場のファシリテーターで進行し、議論から派生した幌延深地層研究センターの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

■各国の地層処分の検討経緯と進捗状況（2022年12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

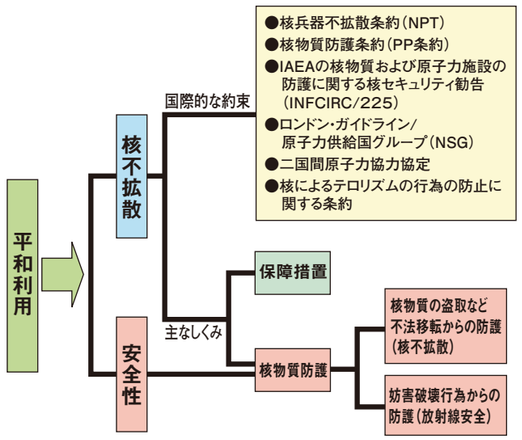
1. 国際的な原子力の平和利用

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、「核不拡散（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

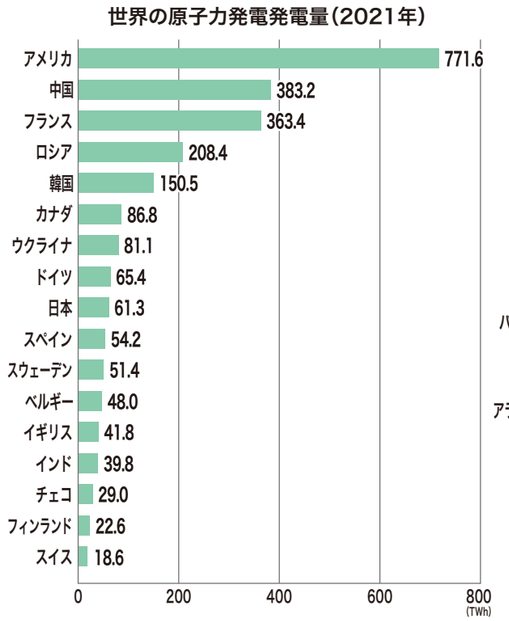


出典:原子力・エネルギー図面集

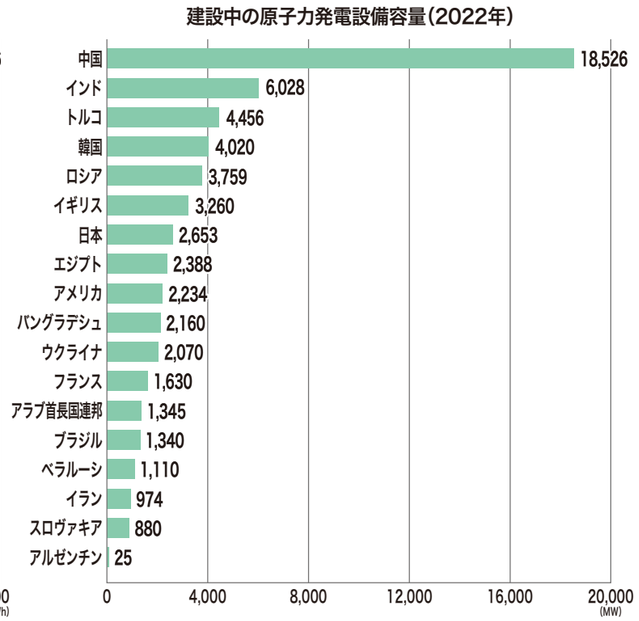
ワンポイント情報 ◆世界の原子力発電「発電量実績と建設中の発電設備容量」◆

2021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、そして韓国、トルコと続きますが、人口が多く今後のエネルギー需要増が見込まれるインドが韓国を抜いて、トップ2となりました。



出典:Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050, Reference Data Series No.1, 2022 Edition



出典:Power Reactor Information System, Under Construction Reactors

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年に得ました。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。

今後も、諸外国が日本の原子力技術を活用したいと希望する場合、核の拡散防止や原子力の平和利用などを確保しながら、相手国に技術を提供していくことになります。

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。2021年5月現在、締約国は191か国・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。

ワンポイント情報 ◆日米原子力協力協定◆

日本の原子力開発は、アメリカの協力を通じて進められてきました。1955年にアメリカから日本へ濃縮ウランを貸与するための日米原子力研究協定が調印され、日本に初めて研究用の原子炉が導入されました。1958年には、日米動力協定が調印され、研究用の動力試験炉（JPDR）に必要な濃縮ウランの供与が約束されました。この協定は1958年、1963年に改正され、協力の範囲を商業用軽水炉の導入まで拡大されています。

現在の日米原子力協力協定は、1988年7月に発効され、原子力の平和利用や核不拡散、核セキュリティの確保などを国際的に確保しながら原子力を利用する体制を強化するために重要な役割を担ってきました。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か月後に終了することになっています。

〈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。

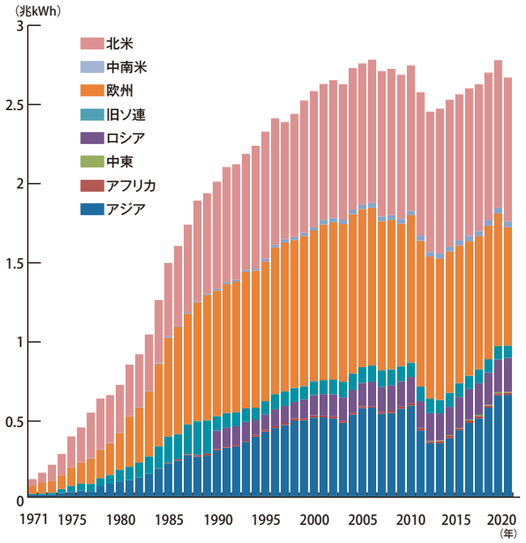
しかし、有限な資源である石油などの化石燃料の獲得を巡る国際競争の緩和や地球温暖化対策のため、特にアジア地域では、原子力発電設備容量が着実に増加してきました。そうしたなか、2011年3月に東北地方太平洋沖地震が発生し、福島第一原子力発電所で事故が起こりました。事故後は安全性向上対策などのため全国の原子力発電所が運転を停止したことから、日本の原子力発電電力量が減り、アジア地域全体の原子力発電電力量も減少しましたが、2014年に再び増加に転じています。

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8月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、2021年12月までに10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:資源エネルギー庁資料より作成

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)(2020年)		GDP(2015年十億ドル)(2020年)		一次エネルギー供給(Mtoe)(2020年)	
1	中国	1,411	アメリカ	19,247	中国	3,499
2	インド	1,380	中国	14,686	アメリカ	2,038
3	アメリカ	330	日本	4,365	インド	872
4	インドネシア	274	ドイツ	3,435	ロシア	758
5	パキスタン	221	イギリス	2,895	日本	385
6	ブラジル	213	インド	2,560	ブラジル	286
7	ナイジェリア	206	フランス	2,409	カナダ	284
8	バングラデシュ	165	ブラジル	1,749	ドイツ	278
9	ロシア	144	イタリア	1,745	韓国	276
10	メキシコ	127	韓国	1,624	イラン	264
11	日本	126	カナダ	1,608	インドネシア	233
12	エチオピア	115	ロシア	1,422	サウジアラビア	230
13	フィリピン	110	オーストラリア	1,327	フランス	218
14	エジプト	102	スペイン	1,181	メキシコ	177
15	ベトナム	97	メキシコ	1,149	ナイジェリア	159
16	コンゴ民主共和国	90	インドネシア	1,028	イギリス	154
17	イラン	84	トルコ	1,014	トルコ	147
18	トルコ	83	オランダ	808	イタリア	137
19	ドイツ	83	スイス	740	タイ	133
20	タイ	70	サウジアラビア	651	オーストラリア	131

出典:IEA

世界各国の原子力政策 運転中の基数 2022年12月現在/総発電電力量に占める原子力の比率 2021年実績値

アメリカ 95基/19.7%

運転中の原子力発電所の基数が95基あり、基数・出力とも世界一の規模。2021年3月時点で91基が、運転期間を60年とする延長が認められており、4基が延長申請予定である。また、認可を受ければ80年の運転も可能となり、現在、10基が80年運転に向けた2回目の運転期間延長申請をしており、3基が延長申請を行う予定。2019年12月に初めて2基が認可を受け、さらに2020年3月にも2基が運転期間延長認可。2021年1月には新たにバイデン政権が発足したが、バイデン大統領も気候変動対策の観点から原子力を重視する方針を示している。

イギリス 15基/14.5%

2007年のエネルギー白書で、原子力発電所の新規建設に向けた政策面での支援方針を表明し、体制整備やスケジュールなどを定め、2011年7月に新設候補サイトを示す国家政策声明書を承認。2013年12月に成立したエネルギー法では、原子力発電への適用を含む低炭素発電電力の固定価格買取制度の実施を規定。2021年3月現在、3か所の新設計画が進行中。2022年4月、エネルギー安定供給に向けた中長期計画を公表し、2030年までに原子炉を最大8基建設し2050年時点の比率を25%に引き上げるとした。

フランス 56基/70.6%

2014年、オランド大統領率いる社会党政権が、原子力による発電比率を2025年までに50%まで引き下げ、現行の発電容量を上限とする内容の「エネルギー転換法案」を発表し、2015年に正式に法律として成立。その後、マクロン大統領政権下で、2017年、原子力比率引き下げの目標年次の延期が決定され、2019年に目標時期を2035年に延期する方針を表明。当国の原子力安全機関(ASN)は、運転開始から40年を迎える90万kW級原子炉について、安全性向上策などを条件に50年運転を認める決定を発表。2022年2月、マクロン大統領は、温室効果ガス削減とエネルギー自立のために、①既存炉について、安全性が維持される限り運転の継続、②2050年までに原子炉6基を新規建設し、さらに8基追加を検討、③小型モジュール炉(SMR)開発を進め、2030年までに原子炉を建設。以上の施策を通じて2050年までに原子力発電容量を2,500万kW増強すると発表した。

ドイツ 6基/11.3%

2002年に成立した改正原子力法により、19基の原子炉を2020年頃までに全廃するとしたが、2009年の連邦議会総選挙で「脱原子力政策」が見直され、翌年、運転延長を認める法案を閣議決定。しかし、福島第一原子力発電所事故を受け、連立政権は脱原子力を推進する立場へ転換。17基を段階的に廃止する法案が2011年8月1日に施行。これにより8基が即時閉鎖され、残り9基は2022年までに順次閉鎖される予定となり、現在運転中の発電所は6基となる。3基を緊急時の予備電源として、2023年4月15日まで延長。

中国 48基/4.9%

2007年に、2020年までに原子力発電所設備容量を4,000万kWまで拡大する計画を表明。2011年3月には、安全確保を前提条件としてより効率的な原子力開発を行う方針を示し、2013年に公表した計画で、2020年の設備容量を5,800万kW(2013年時点では1,500万kW)とする目標を提示。2018年に7基が営業運転を開始したことで日本を抜いて世界第3位の原子力発電大国となり、2019年には3基が営業運転を開始。また、2018年には、10年後に世界の原子力標準化で中国が主導的な役割を果たすとの目標を表明。2020年9月に当国が開発した第3世代原子炉を採用する4基の建設を承認。

台湾 4基/12.7%

2005年に、既存の原子力発電の運転と建設プロジェクトの継続を確認したが、それ以降、新規建設は行わず、既存炉が40年間運転した後、2018～2024年に廃炉にするとの方針を表明。2017年1月には、議会が2025年までにすべての原子力発電所を停止することを含んだ電気事業法の改正案を可決。しかし、同年8月、台湾各地で大規模な停電が発生し、産業界が安定的な電力供給を求め、2018年11月、公民投票の結果、この条文を削除。また、凍結されている発電所の建設再開是非を問う住民投票が2021年12月18日に行われ、反対多数で否決された。

韓国 24基/29.6%

2035年の原子力発電比率を29%とする計画だったが、文政権は、脱原子力政策への転換を宣言し、新設計画を全面白紙化し、運転期間延長も認めないことを表明。2020年12月に発表された電力供給基本計画では、2034年の発電設備容量に対する原子力の割合を10.1%まで削減するとした。しかしながら、2022年3月に誕生した尹政権は、前政権が定めた原子力政策を撤回し、2030年に原子力で少なくとも総発電量の30%を賄う方針や、新ハンウル3、4号機建設計画の再開方針を示した。

インド 22基/3.3%

2007年7月、アメリカとの間で民生用原子力協力に関する二国間協定交渉が実質合意。原子力供給国グループが核兵器不拡散条約非締約国のインドと例外的に原子力協力を行うことを決定し、国際原子力機関による保障措置協定の承認などを経て、2008年10月に発効。その後、ロシア、フランス、カザフスタン、ナミビア、アルゼンチン、カナダ、イギリス、韓国、日本などとも民生分野で原子力協力協定を締結。2018年3月には、原子力の設備容量を2031年までに2,248万kWとする見通しを表明。

ロシア 34基/20.6%

1986年のチョルノービリ原子力発電所事故以降、新規建設が途絶えていたが、その後は積極的に推進し、2001年に新たな原子力発電所が運転を開始。現在、7基を建設中、14基を計画中。2009年11月、政府に承認された「長期エネルギー戦略(2030年戦略)」では、原子力の発電比率を2008年の16%弱から2030年には20%近くまで引き上げ、発電量を2.2～2.7倍に増大することを想定。また、原子力の輸出も進めており、2021年3月現在、海外で35の建設プロジェクトが進行中。

出典:資源エネルギー庁・(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

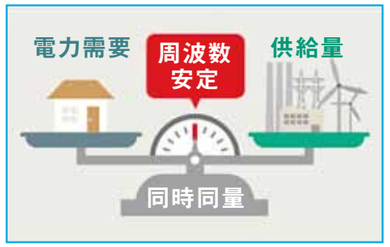
電力需給ひっ迫とは

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つね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、需要に対する供給余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。

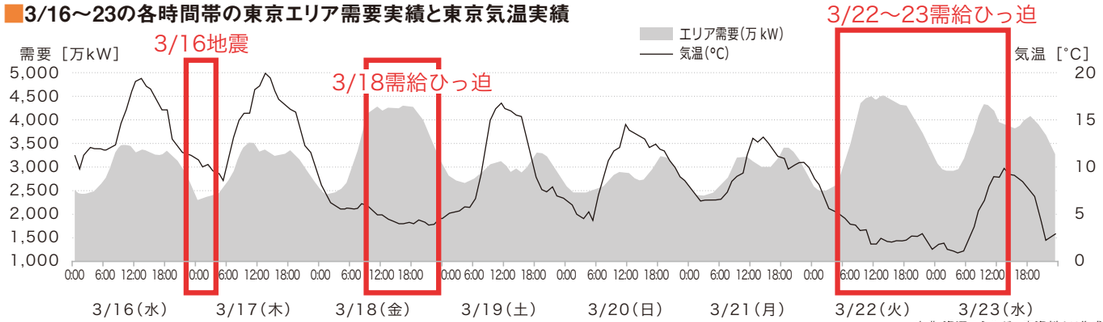
電力需給ひっ迫の要因

2022年3月22日の電力需給ひっ迫は、5日前に発生した福島県沖地震と季節外れの寒さという、二つの稀な要因が重なったために発生しました。

●地震の影響…3月16日に発生した福島県沖地震により計14基647.8万kWの火力発電所が停止し、3月22日時点でも6基334.7万kWは停止したままでした。さらに、地震や定期点検の影響で、東北から東京向けの地域間連系線（500万kW分）の半分が利用できませんでした。また、冬のピーク終了にともなう発電所の計画的な補修点検の真っ最中であり、1月6日の冬の最大需要（5,374万kW）と比べ、計511万kWの発電所が計画停止中であったことも災いしました。

●寒さの影響…3月22日の最大需要電力予想値は19日20時時点で4,300万kWであったのに対し、21日には予想最高気温が5.6度、最低気温が4.7度それぞれ低く想定されたことにより、需要が4,840万kWと540万kW増加しました。これが需給ひっ迫につながりました。

■3/16～23の各時間帯の東京エリア需要実績と東京気温実績



出典:資源エネルギー庁資料より作成

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、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。主に老朽化した火力発電設備で、稼働させた場合には割高な負担が発生するように設定されており、戦略的予備力の稼働を避けようとするインセンティブも与えられます。

○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、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ており、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。これは、需要が高く見込まれる時間帯に高い電気料金を設定したり、ピーク時に使用を控えた消費者に対し対価を支払ったりすることにより、ピーク時の電力消費を抑え、電力の安定供給を図る仕組みです。

○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。原子力発電所の再稼働が進まないことや、再生可能エネルギーの普及などの影響で火力発電所が減ったことは電力需給ひっ迫の要因の一つとして論じられています。欧州議会は7月に原子力とガスを持続可能なエネルギーと認定し民間投資を集め、気候変動やエネルギー供給の対策を進める方針を示しました。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。

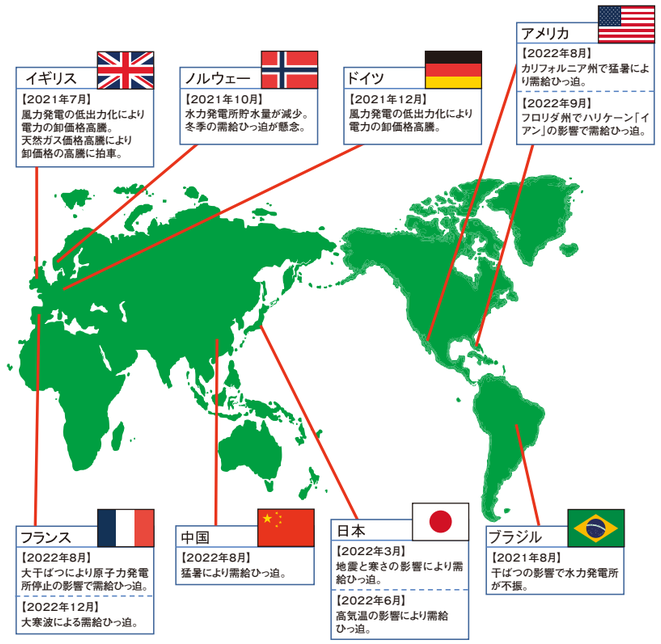
日本は2050年カーボンニュートラルの目標へと歩みを進めています。脱炭素もエネルギーの安定供給がなければ取り組めません。災害や急激な気候変動にも対応可能な安定した電力供給に向けて、幅広い議論が必要です。

ワンポイント情報　◆世界各国で頻発する電力需給ひっ迫とエネルギー価格高騰◆

2021年2月にアメリカ・テキサス州において寒波により多くのガス供給設備が停止し、大規模な輪番停電が実施され、夏にはカリフォルニア州で猛暑による節電要請が出されました。また、ルイジアナ州ではハリケーン「アイダ」の影響で大規模停電が発生しています。

ブラジルでも干ばつによる渇水が原因で節電要請が出され、ヨーロッパでは、ギリシャやトルコで熱波による停電や節電要請が出されました。南半球ニュージーランドでは寒波による輪番停電が発生。中国では春先から石炭不足による電力供給制限が発生し、インドでも10月に石炭不足による電力危機が起こっています。

ヨーロッパでは9月頃から天然ガス価格高騰による卸電力価格が高まり、小売会社撤退や電気料金の急激な上昇が続き、2022年2月ロシアによるウクライナ侵略により、エネルギー価格の高騰が続いています。8月には中国・四川省などで猛暑による渇水が発生し、電力需給ひっ迫を引き起こしました。アメリカ・カルフォルニア州で猛暑による電力需給ひっ迫で非常事態宣言を発表。フロリダ州ではハリケーン「イアン」の影響で、最大250万軒以上が停電しています。12月にはフランスで大寒波による電力需給ひっ迫が発生し、周辺国から供給を受けています。



出典:資源エネルギー庁「令和3年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2022）」などより作成

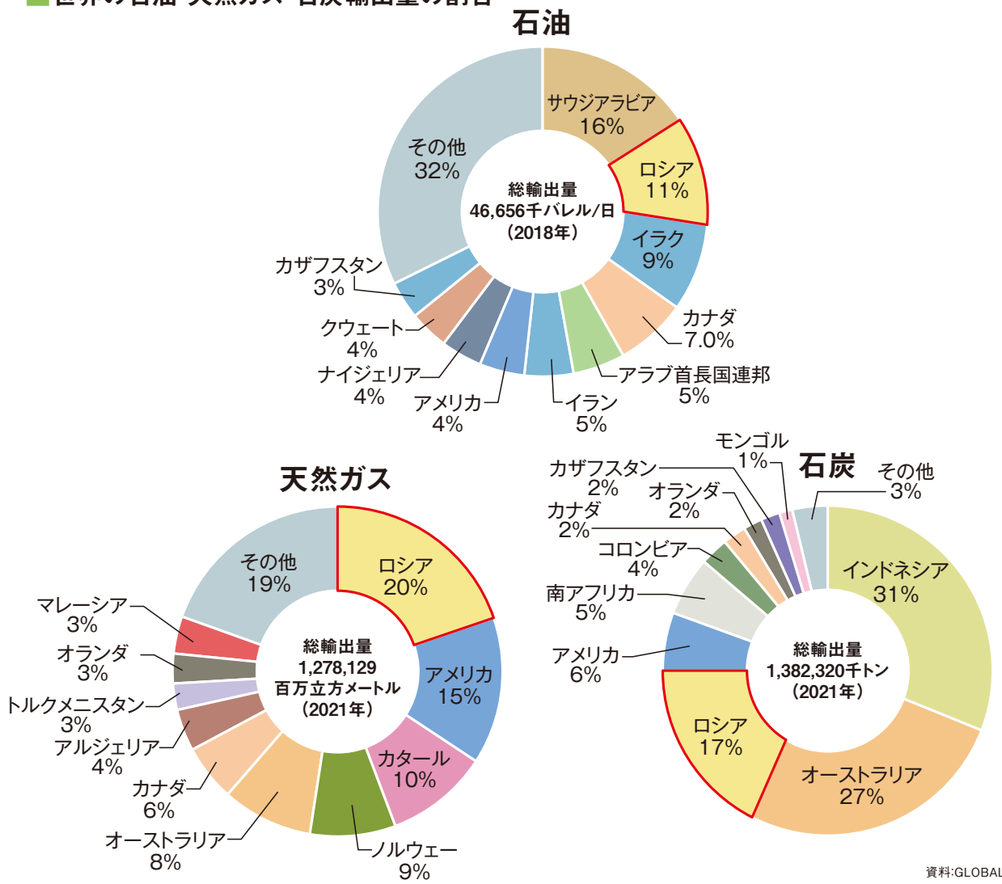
〈トピック〉ロシアのウクライナ侵略の影響

ロシアのウクライナ侵略により、国際エネルギー情勢が不安定化しています。世界各国ではどのような問題が起きているのか、どのように対応しているのか解説します。

ウクライナ侵略以前のエネルギー情勢

世界の関心は気候変動対策に集まっていて、発電などのエネルギーについても石炭に比べて二酸化炭素の排出が少ない天然ガスと再生可能エネルギーが注目されていました。そのため、エネルギー資源の輸出大国であり、天然ガスの世界輸出のNo.1のロシアのエネルギー市場での存在感は非常に大きいものでした。

■世界の石油・天然ガス・石炭輸出量の割合



資料:GLOBAL NOTE 出典:EIA

エネルギー価格の高騰

ウクライナ侵略以前より、世界のエネルギー価格の高騰は起きていました。主な原因は以下の通りです。

①地球温暖化防止の観点から世界の化石燃料への投資の低迷
②寒波、猛暑などによる電力需給ひっ迫の発生
③新型コロナウイルス感染拡大により経済活動が停滞し、原油価格の低迷と化石燃料からの投資撤退が加速したことにより、石油やLNGガスの供給不足が発生
④ヨーロッパにおける天然ガス貯蔵量の減少
⑤ヨーロッパでは風力発電を拡大させる一方で石炭火力発電を排除したが、風況が悪かったことにより天然ガス火力発電需要が急増
ウクライナ侵略後は、ロシア産の化石燃料に対して禁輸措置などが行われたことにより、さらにエネルギーの価格高騰に拍車がかかった

エネルギー安定供給と気候変動対策

ウクライナ侵略以降、世界各国がロシア産の石油・石炭などのエネルギー資源の禁輸措置などを講じたことにより、エネルギー資源の供給をロシアに依存していたヨーロッパを中心に、世界のエネルギー市場が混乱に陥りました。そのため、世界の関心が「気候変動」から「エネルギーの安定供給・確保」に移りました。短期的にはエネルギー供給不足の有事に際して、石炭活用への動きも見られます。しかし中長期的には、気候変動対策に向けた脱炭素の目標は変わらないため、エネルギーの安定供給と脱炭素の両立に向け、再生可能エネルギーの利用拡大と原子力発電の利活用に各国の注目が集まっています。

主要国では、以下のエネルギー対策を講じています。

- **ドイツ**:再生可能エネルギーの利用拡大、石炭火力発電の稼働を増やすなど緊急措置を打ち出したものの、エネルギー需要が高まる冬場に電力供給が不安定になるリスクを完全には排除できず、廃止予定だった原子炉3基の2023年4月までの稼働延長を決め、電力の安定供給に万全を期す。
- **イギリス**:新型コロナウイルス危機後の需要の急増やロシアのウクライナ侵略にともなうエネルギー価格の高騰を受けて計画を策定。2030年までに原子炉を最大8基建設し、2050年時点の発電電力量に占める原子力発電の比率を25%に引き上げる。2050年に向けて小型モジュール炉(SMR)の開発も急ぐ。再生可能エネルギーは洋上風力の2030年時点での発電目標を50GWとする。現状で14GWの太陽光発電も2035年までに5倍に増やすことを視野に入れ、2020年時点で4割強の再生可能エネルギーの比率を2030年までに7割以上に引き上げ、原子力発電も含めた低炭素電源を95%に近づける。
- **フランス**:温室効果ガス削減とエネルギー自立のために、2050年までに原子力発電容量を2,500万kW増強する計画を発表。既存炉の運転継続、小型モジュール炉開発を進める計画。
- **アメリカ**:ウクライナ侵略後のヨーロッパのエネルギー供給不安への対応として、LNG輸出拡大、石油備蓄放出などによる支援を行う。また、主要産油国への増産の働きかけを行う。
- **日本**:エネルギー調達の多様化・分散化、原子力発電の活用、再生可能エネルギーの利用拡大を図る。主要産油国への増産の働きかけを行う。
- **中国**:ロシア産の石炭、石油、天然ガスの輸入を拡大。

ヨーロッパでは、以下のような計画も発表されています。

- **「REPowerEU」計画**
  ヨーロッパでは2022年3月にエネルギーの脱ロシア依存を目指す「RePowerEU」を発表しました。計画では2022年末までにロシア産化石燃料を3分の2に減らし、2030年にはロシア依存度ゼロを目指しています。

「REPowerEU Plan」(5月18日発表)

項目	概要
短期的施策	●EUエネルギー・プラットフォームを通じたガス、LNG、水素の共通購入 ●信頼できるサプライヤーとの新エネルギー・パートナーシップ ●太陽光・風力発電プロジェクトの急速な展開と、再生可能な水素の導入 ●バイオメタンの生産拡大 ●EU全体として初の水素プロジェクトを2022年の夏までに承認 ●個人と企業の省エネに関する方法を提言 ●2022年11月1日までに、ガス貯蔵容量の80%まで貯蔵 ●天然ガス供給途絶時における、EU全体で連携した需要削減計画
2027年までの中期的施策	●改正後の復興基金の下での、加盟国の新たな「REPowerEU」計画 ●「イノベーション基金」の下でのプロジェクトを前倒しして、産業の脱炭素化を推進 ●最適地における再エネ許可の迅速化に関する新しい法律と提言 ●統合されたガス・電力インフラネットワークへの投資 ●2030年のエネルギー効率目標を9%から13%に引き上げ ●2030年の再生エネ比率の目標を40%から45%に引き上げ ●産業界が重要な原材料にアクセスできるための新たな提案 ●輸送部門のエネルギー効率を高めるための規制措置 ●2025年までに電解槽を増強し、水素製造能力を拡大 ●水素の最新の規制枠組み

出典:欧州委員会資料より国際通貨研究所作成

監修者 コメント

ウクライナ危機の発生と深刻化で国際エネルギー市場における価格は高騰・不安定化し、エネルギー供給に対する不安が拡大するに至った。そのため、エネルギー安定供給とエネルギー安全保障がエネルギー政策における最重要課題となっている。カーボンニュートラルの実現とエネルギー安全保障確保の両立を目指すことが日本を始め世界各国の課題になる中、ゼロエミッションで安定電源である原子力への期待が大きく高まる状況となった。原子力の利活用推進に向けては様々な課題が山積しているが、今後の官民の総力を挙げた努力が重要となる。

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)

監修者 コメント

2022年末で脱原子力するとしていたドイツがウクライナ侵略後、電力の需給検証を急遽実施し原子炉3基の運転延長を決定したことは、エネルギー安定供給への平素からの備えが重要であることを象徴している。原子力発電の利用には長期間の準備期間が必要なのだから、緊急時になってから慌てて原子力に頼ろうとする姿勢は「泥縄」の批判を免れないだろう。ドイツの姿勢に日本も教訓を学ぶべきではないか。

村上 朋子(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 グループマネージャー 研究主幹)