

なぜカーボンニュートラルに原子力が必要か？

Nuclear energy is essential for carbon neutral society

藤本 望
FUJIMOTO Nozomu

我が国は2050年カーボンニュートラルを宣言している。この達成のためには再生可能エネルギーだけではなく、ありとあらゆる方策を取らざるを得ない。その中で原子力は重要な役割を担うことになる。更に、原子力は電力生産だけでなく、水素製造の可能性も有しており、カーボンニュートラル達成のために欠くことのできないものである。

Japan has declared the carbon neutral by 2050. To achieve the goal, Japan has to take all possible measures. Nuclear energy should take important role. Nuclear energy has a possibility to produce hydrogen, not only for electricity production, which is essential measure to achieve the goal.

キーワード：カーボンニュートラル，DX，再生可能エネルギー，原子力，高温ガス炉

1 はじめに

我が国のエネルギー政策の基本的な方向性はエネルギー基本計画で示されている。この基本計画は定期的に改訂されてきており、2021年10月に第6次エネルギー基本計画が策定された¹⁾。

その後、国際情勢や環境問題への取り組み状況、エネルギーに対する環境の変化を受けて2025年2月に第7次エネルギー基本計画が策定された²⁾。このエネルギー基本計画では我が国のエネルギーを取り巻く環境、需要・供給両面からの取り組みと多くの項目が述べられている。ここではそのうち原子力エネルギーの役割について考える。

2 エネルギー基本計画の概要

2.1 カーボンニュートラル宣言とエネルギー基本計画

2020年10月に当時の菅総理により2050年カーボンニュートラルが宣言された。この宣言では、2050年にCO₂排出量のネットゼロを目指すというものである。

このカーボンニュートラル宣言を受けて、第6次エネルギー基本計画は2021年10月に策定された。その後、コロナ禍やロシアのウクライナ

侵攻等の国際情勢やDX（デジタルトランスフォーメーション）、GX（グリーントランスフォーメーション）の推進といった新しい動きが起きている。GXでは化石燃料から再生可能エネルギーへの移行によりカーボンニュートラルの達成を目指している。当然化石燃料から再生可能エネルギーへの移行には長い期間と資金が必要であるため、政府はこれを促進する政策を進めている。

2.2 DXの推進

また、これからの経済成長を促進し、我が国の競争優位性を維持し続けるための重要なテーマとしてDXが進められている。DXではAI、IoT、ビッグデータ等のデジタル技術の活用が重要である。DXの推進によりデジタル技術の活用が進むことはそのためのインフラとしての計算機環境の開発とそのための電力需要が増えることになる。

我が国の電力需要は人口の減少と省エネの推進により現状維持もしくはわずかな減少と予測されていたが、DXの推進により今後は増加することが予測されている。

2.3 エネルギー基本計画の改訂

このように、GXやDXによる新たな経済成長の進展に伴う電力需要増加の可能性を受けて、新

たに第7次エネルギー基本計画が策定された。このエネルギー基本計画に述べられている注目すべき事項としては以下の点が挙げられるであろう。

第6次エネルギー基本計画では、再生可能エネルギーの主力電源化と、再生エネルギーに最優先の原則で取り組む、そして原子力について「可能な限り原発依存度を低減する」と述べられていた。

第7次エネルギー基本計画では「特定の電源や燃料源に過度に依存しないようバランスの取れた電源構成を目指す」とし、「再生可能エネルギーと原子力をともに最大限活用」という記載となっている。このような変化は我が国を取り巻く国際情勢と安全保障上の状況の変化、再生可能エネルギーの課題と原子力の可能性についての理解が進んできていることによるものであろう。

第6次エネルギー基本計画と現在検討が進められている第7次エネルギー基本計画での電源構成等を比較すると表1のようになる^{1), 2)}。

表1 第6次と第7次エネルギー基本計画での電源構成比較

	第6次 (2030年度)	第7次 (2040年度)
電源構成		
再エネ	36~38%	4~5割程度
太陽光	14~16%	23~29%程度
風力	5%	4~8%程度
水力	11%	8~10%程度
地熱	1%	1~2%程度
バイオマス	5%	5~6%程度
原子力	20~22%	2割程度
火力	41%	3~4割程度

第6次エネルギー基本計画と第7次エネルギー基本計画では対象としている時期が2030年度と2040年度と異なるが、電源構成においては太陽光の割合が増加しておりそれに応じて火力の割合が減少している。それ以外の再エネについてはほぼ同様の値となっている。

原子力については現状維持といえる。電源構成の割合については大きな変化はないといえるが、総発電量の予測は第7次エネルギー基本計画では第6次に対して10%程度の増加を見込んでい

る。原子力については、電源構成割合は2割程度と変更はないが、総発電量では第6次では9340億kWhであったものが第7次では1.1~1.2兆kWhとおよそ15~30%の増加となっている。これは、第7次エネルギー基本計画では原子力、火力発電能力は増加を予測しているといえる。これはDXの推進による電力需要の増加によるものであろう。

3 再生可能エネルギーの課題

3.1 負荷追従の課題

我々の日常生活において、日中の電力需要は時間に大きく依存している。一つの例として、九州での夏期の1日の電力需要と太陽光発電の出力の比較を図1に示す。

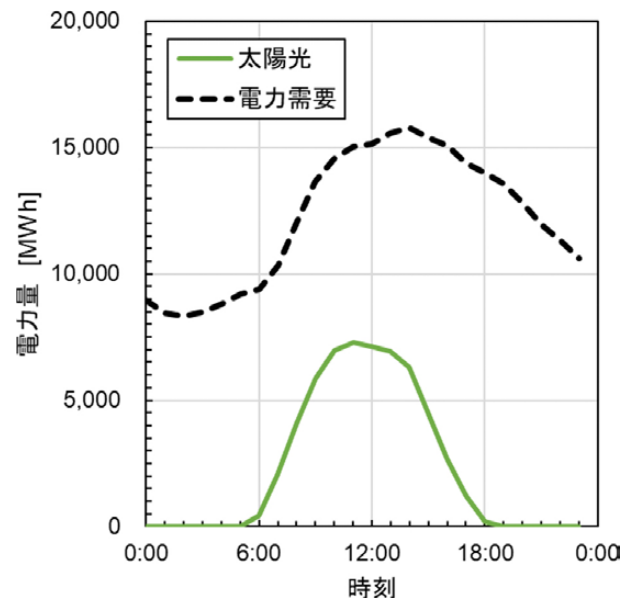


図1 九州での1日の電力需要と太陽光発電の発電量の比較 (2023年8月21日)³⁾

夏期の1日の電力需要は6時頃から上昇し、14時頃にピークを示した後は減少するが、24時頃にようやく6時頃の値に戻っている。太陽光による発電は、6時頃から始まり、12時頃にピークを迎えるがその後減少し18時頃にはゼロとなり、それ以降の電力需要に対応できていない。このように午後の電力需要の多い時間には火力や揚水による発電に頼らざるを得ない現状となっている。

また、冬期の1日の電力需要と太陽光による発電量の関係を図2に示す。

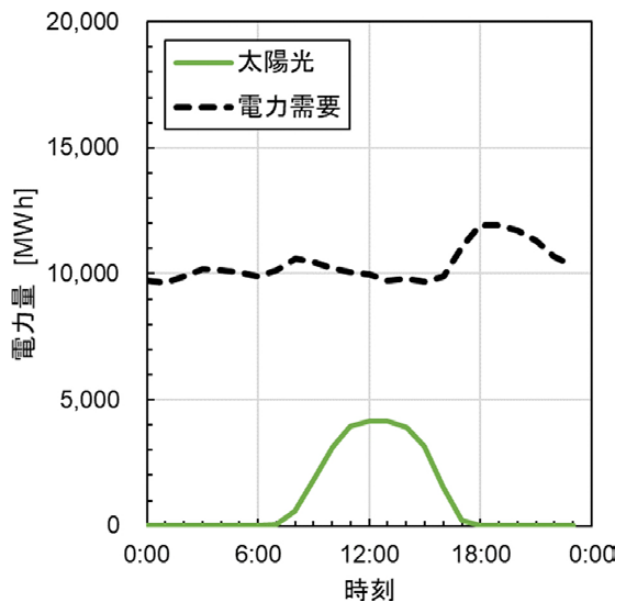


図2 九州での冬期における1日の電力需要と太陽光発電の発電量の比較 (2024年1月28日)³⁾

冬期においては、電力需要のピークは18時頃に発生しているが、太陽光では18時以降の発電ができないため、需要とは全く無関係な発電となっている。このような昼間の太陽光の発電への対応として、九州では本州への連携線を通じた送電、揚水発電での揚水、火力発電の停止等により対応している。

このように、現状、太陽光発電は需要に応じた発電が困難である。風力についても同様に需要に応じた発電は困難であり、この解決のためには大規模な蓄電システムの構築が求められるが、これは電力コストの上昇に直結するため、たやすいことではないと考えられる。

4 原子力の果たすべき役割

4.1 カーボンフリー電源としての原子力

原子力はカーボンフリー電源であり、ベースロード電源として利用されている。この例として、2016年度から2023年度にかけての九州地区での総発電量と原子力、火力、太陽光の発電割合を表2に示す。

2016年以降、太陽光は当初増加を見せていたが、2020年以降は12~13%程度と横ばいの状態となっている。

原子力は年により発電割合が上下しているが、原子力の割合が高くなると火力の割合が低下して

表2 2016年度から2023年度における九州地区の総発電量と電源別割合³⁾

年度	総発電量 [TWh]	総発電量に対する割合		
		原子力 [%]	火力 [%]	太陽光 [%]
2016	100.8	14.3	73.2	7.0
2017	103.4	16.3	70.5	8.9
2018	103.2	33.3	54.5	9.6
2019	101.6	28.3	51.8	10.3
2020	100.4	21.7	55.6	12.4
2021	103.3	30.8	47.8	12.1
2022	103.9	19.4	57.4	13.2
2023	101.6	31.2	43.4	13.2

いる。二酸化炭素排出量の低減の面では原子力の果たす役割は大きい。

原子力については放射線・放射能に関するリスクが存在するが、福島第一原子力発電所の事故以降に制定された新規規制基準によりそのリスクは大幅に低減が図られている。

また、核燃料サイクルの確立と最終処分地の決定については課題が残されているが、これらについても進展が見られており、解決の可能性は十分あると考えられる。

ウラン資源の可採年数については、100年程度と見込まれているが、これは現在の利用法と確認埋蔵量に基づくものである。高速炉を用いた核燃料サイクルが可能となればその寿命を数千年に延ばすことができる。また、海水中のウラン回収についても技術的には可能となっており、コスト面の問題があるものの、将来十分可能性がある。

4.2 新たな原子力利用の可能性

現在は軽水炉によるベースロード電源としての利用が行われており、高速炉についても同様にベースロード電源として利用されると考えられる。

しかしながら、将来のエネルギー消費において、化石燃料の代替として水素が考えられている。軽水炉からの電力による水素製造も可能ではあるが、高温ガス炉を利用した水素製造が進められている。

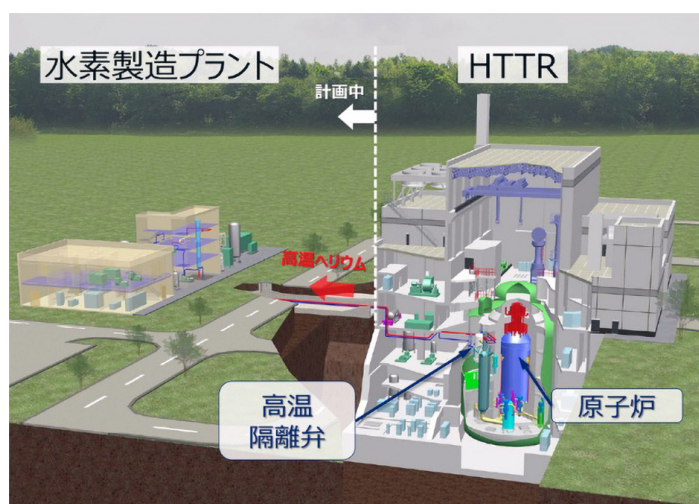


図3 HTTR－水素製造試験施設⁴⁾

高温ガス炉は黒鉛減速ヘリウムガス冷却方式の小型で安全性の高い原子炉である。

我が国には原子力機構が保有するHTTRという高温ガス炉があり、この炉では950℃という世界最高温度を達成している。また、水素製造法として、高温ガス炉の熱を利用して水を化学反応の組み合わせで水素と酸素に分解するIS法にも成功している。

現在、HTTRを改造して水素製造装置を接続し、原子力による水素製造プロジェクトが進められている^{4) 5)}。

HTTRに接続する水素製造施設はIS法ではなく既存の水蒸気改質法によるものであるが、このプロジェクトにより原子力と水素製造施設という化学プラント施設の接続を実証することが大きな目的である。これにより原子力の新しい可能性を引き出すことができ、水素の大量生産が可能となるであろう。

水素は将来のエネルギー源として期待されているだけでなく、アンモニアの原料や、CO₂の燃料化であるメタネーションに用いることができる。また、大量CO₂排出産業である製鉄においても、水素を用いた直接還元製鉄法というCO₂排出のない方法を可能とすることができ、GXの一層の推進に貢献することができる。

5 将来に向けて

将来の地球環境の維持と人間社会の発展を目指すためには、エネルギー確保においてありとあら

ゆる方策を利用しなければならない。原子力にも当然課題はあるが、カーボンニュートラルの達成のためにはなくてはならない存在である。

<参考文献>

- 1) 資源エネルギー庁, 第6次エネルギー基本計画(令和3年10月), https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/past.html
- 2) 資源エネルギー庁, 第7次エネルギー基本計画(令和7年2月), https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/index.html
- 3) 九州電力送配電, でんき予報, エリア需給実績データ(2025), https://www.kyuden.co.jp/td_area_jukyu/jukyu.html
- 4) 日本原子力研究開発機構, カーボンニュートラルに向けたHTTRによる水素製造実証事業の開始(2022), <https://www.jaea.go.jp/02/press2022/p22042202/>
- 5) 日本原子力研究開発機構, 高温ガス炉による水素製造技術確証のためのHTTR(高温工学試験研究炉)原子炉設置変更許可申請(お知らせ)(2025), <https://www.jaea.go.jp/02/press2024/p25032701/>

藤本 望 (ふじもと のぞむ)
技術士(原子力・放射線部門)

九州大学大学院工学研究院
エネルギー量子工学部門
教授
e-mail : n.fujimoto@nucl.kyushu-u.ac.jp

