

企画セッション | 総合講演・報告：「原子力アゴラ」調査専門委員会 地球環境問題対応検討・提言分科会

■ 2022年3月18日(金) 13:00～14:30 | 金D会場

[3D_PL] 地球環境問題に対する原子力発電の活用と役割に関する提言

座長：山内 澄 (三菱総研)

[3D_PL01] 地球環境に対する原子力の役割と提言総括

2050年カーボンニュートラル実現を目指して

*小宮山 涼一¹ (1. 東大)

[3D_PL02] 欧米のエネルギー情勢

*下郡 けい¹ (1. 日本エネルギー経済研)

[3D_PL03] 再エネ大量導入時の電力部門の経済性

LCOE及び統合コストの概念

*松尾 雄司¹ (1. 立命館アジア太平洋大)

[3D_PL04] カーボンニュートラル実現に向けた再エネ導入シナリオの検討

*永井 雄宇¹ (1. 電中研)

[3D_PL05] 持続発展社会に寄与する原子力

再エネとの共存とSDGsへの貢献

*駒野 康男¹ (1. 元MHI NSエンジ)

[3D_PL06] 総合討論「2050年カーボンニュートラル実現に向けての原子力の役割と課題」

下郡 けい¹、松尾 雄司²、永井 雄宇³、駒野 康男⁴、司会：小宮山 涼一⁵ (1. 日本エネルギー経済研、2. 立命館アジア太平洋大、3. 電中研、4. 元MHI NSエンジ、5. 東大)

総合講演・報告「原子力アゴラ」調査専門委員会 地球環境問題対応検討・提言分科会

地球環境問題に対する原子力発電の活用と役割に関する提言

Proposal on Nuclear Use and Role to Global Environmental Issues

(1) 地球環境に対する原子力の役割と提言総括

-2050 年カーボンニュートラル実現を目指して-

(1) Summary of the role and recommendations of nuclear power for climate change

- Achievement of carbon neutrality by 2050 -

*小宮山 涼一

東京大学

1. まえがき

日本原子力学会は、「原子力アゴラ」調査専門委員会において、地球環境問題に対する原子力発電の潜在的能力の活用と役割について定量的かつ科学的な調査結果に基づく検討をするために、「地球環境問題対応検討・提言分科会」を立ち上げ、活動を開始した。今後の原子力発電の活用と役割の検討においては、地球環境問題のみならず、エネルギーセキュリティや電力市場の課題も同時に踏まえることが重要であるとの認識の下、検討の結果を、地球環境問題に加え、エネルギーセキュリティ、電力市場の課題も含めた提言としてまとめた(地球環境問題対応検討・提言分科会成果取りまとめ(最終報告)、2020年9月)。一方でその後、2020年10月に、2050年カーボンニュートラル実現の方針が政府より表明され、2021年10月に第6次エネルギー基本計画が閣議決定され、新たなエネルギー政策が策定された。本分科会では、このような新たな状況をふまえ、地球環境問題、エネルギー問題における原子力発電の活用と役割の検討を継続して実施した。

2. 提言の概要

2021年11月開催のCOP26ではグラスゴー気候協定が採択され、世界の平均気温上昇を産業革命前から1.5℃に抑える努力を追求し、石炭火力の段階的削減に向けた努力を加速する方針が決定されるなど、脱炭素化への機運が高まっている。米国、欧州、日本などの先進国に加えて、中国、インドなどの新興国も将来のカーボンニュートラル実現を目指して、再生可能エネルギーや電気自動車等へのインフラ投資拡大、化石燃料の依存度低減やクリーン利用など、エネルギー転換への取組強化を表明している。一方、世界経済がCOVID-19による影響から徐々に回復する中、世界は国際的なエネルギー需給ひっ迫と、原油や天然ガスなどエネルギー価格の高騰に直面している。原油価格の水準は80ドル/バレルを上回り、天然ガスやLNG価格も国際的に高騰し、これまで安定的に推移してきた石炭価格も2万円/トン(一般炭輸入CIF価格)を超え、欧州や中国では電力需給のひっ迫と電力価格高騰など、エネルギーセキュリティ強化に向けた取組の重要性を改めて認識する契機となった。地球環境問題対応検討・提言分科会では、エネルギー・環境問題を取り巻く新たな情勢を踏まえ、原子力発電の活用と役割に関して取りまとめた提言のポイントの一部は、以下のとおりである

- 安全性(S)を確保しつつ、気候変動問題等の地球環境(E)、技術自立性を含めたエネルギーセキュリティ(E)、経済性(E)に加え、安定性・レジリエンス(R)、いわゆるS+3E+Rを考慮したバランスの取れたエネルギー政策が必要である。
- 再生可能エネルギー主力電源化に関しては、欧米の状況を参考としつつ、我が国での国土面積や社会受容性を踏まえれば、容易に実現可能な目標ではなく、ゼロエミッション電源である原子力と共存を図ることで再エネ大量導入に伴う送配電網や蓄電池への投資を含めたエネルギー供給コスト上昇の緩和や再エネ出力変動の緩和が可能となる。
- 原子力発電は安全性を再優先しながらの再稼働や新增設が有効となるが、加えて、出力調整機能を活かした再エネとの共存や水素製造、熱利用等の多目的利用による脱炭素化への貢献が可能である。

*Ryoichi Komiyama

The Univ. of Tokyo

総合講演・報告「原子力アゴラ」調査専門委員会 地球環境問題対応検討・提言分科会

地球環境問題に対する原子力発電の活用と役割に関する提言
Proposal on Nuclear Use and Role to Global Environmental Issues

(2) 欧米のエネルギー情勢

(2) Current Issues in Energy Policies: Europe and the U.S.

*下郡 けい¹¹ 日本エネルギー経済研究所

1. 欧州

欧州連合 (EU) の一次エネルギー供給、発電電力量に占める再生可能エネルギーの割合は、それぞれ 15%、34% (IEA, 2019 年) となり、過去約 20 年で 2 倍以上に拡大している。EU は、温室効果ガスを 2030 年までに 1990 年比 55%削減、2050 年までに気候中立を達成という目標を掲げ、55%削減に向けた政策パッケージとして、EU-ETS 指令や再生可能エネルギー指令、エネルギー効率化指令の改正などが提案されている。2021 年夏以降、欧州ではエネルギー価格の高騰が続いているが、EU は不安定なエネルギー価格への解決策はトランジションの完了と指摘し、その方針に変更はない。しかし、EU 加盟国のエネルギーミックスが多様である点に留意が必要である。EU タクソノミーの議論では、条件付きで天然ガスと原子力を適格とするかが注目を集めた。原子力は、フランスのみならず、脱石炭や脱ロシア依存を目指す東欧諸国にとって重要な選択肢であり、また、天然ガスは電力の安定供給にとって経済的かつ現実的な選択肢と言える。イギリスでは、グリーン産業革命に向けた 10 項目計画に基づき、洋上風力や低炭素水素、原子力などに焦点が当てられている。欧州では、天然ガス市場の脱炭素化も議論が始まり、天然ガスから再生可能・低炭素ガス（水素など）への移行に向けた市場や投資環境の整備が注目されている。

2. 米国

米国はエネルギーの消費国であると同時に生産国であり、化石燃料（石油、天然ガス、石炭）の自給率はいずれも 100%を超える (IEA, 2020 年)。また、原子力発電設備容量は世界最大である。連邦政府レベルでは、バイデン政権は、気候変動政策を重視する姿勢を示し、温室効果ガスを 2030 年までに 2005 年比 50～52%削減、2050 年までにネットゼロという目標を掲げる。ネットゼロに向けて、発電部門の脱炭素化、エンドユースの電化と水素を含めた他クリーン燃料への転換、エネルギーロスの削減、メタンや他 Non-CO₂ の排出削減、CO₂ 除去の規模拡大という 5 つを重要な変化として指摘している。また、原子力について、バイデン政権は、小型モジュール炉を含めた新型炉開発を重視している。超党派インフラ投資法が大統領署名を得たことで、既設炉の維持と先進的な技術開発への予算配分が期待される。なお、米国においても州によってエネルギーミックスは多様であり、エネルギー資源の賦存量や再生可能エネルギーのポテンシャルなどを踏まえたうえで、脱炭素化に向けた取り組みが進められている。

3. まとめ

日本のエネルギーシステムの脱炭素化を検討するうえでは、欧州や米国の動向も参照しつつ、エネルギー情勢を踏まえて様々な技術を組み合わせることが求められる。その際、変動性再生可能エネルギーの大量導入が見込まれる中、各電源の経済性評価（評価方法の更なる検討も含む）に加え、社会的受容性を踏まえた上で各電源をどこまで受け入れることが可能か、また、既存技術の発電部門以外での利用なども重要な視点となろう。バランスのとれたエネルギー需給構造のあるべき姿を追求することが、肝要である。

*Kei Shimogori¹¹The Institute of Energy Economics, Japan

総合講演・報告「原子力アゴラ」調査専門委員会 地球環境問題対応検討・提言分科会

地球環境問題に対する原子力発電の活用と役割に関する提言

Proposal on Nuclear Use and Role to Global Environmental Issues

(3) 再エネ大量導入時の電力部門の経済性－LCOE 及び統合コストの概念－

(3) Economics of the power sector with renewables – LCOE and Integration costs –

*松尾 雄司^{1,2}¹立命館アジア太平洋大学, ²日本エネルギー経済研究所

1. はじめに

今後変動性再生可能エネルギー（Variable renewable energy：VRE、太陽光及び風力）の大量導入が見込まれる中、電力システムのあり方は大きく変革することが予想される。その中で、エネルギーミックスに応じた各電源の経済性を評価することは、エネルギー政策立案上極めて重要である。電力部門の経済性については従来、均等化発電原価（Levelized cost of electricity：LCOE）と呼ばれる指標（いわゆる電源別発電コスト）を用いた議論が多く行われてきた。しかし VRE の大量導入時には、それに伴う出力抑制や送配電ロス、電力貯蔵ロス等の費用（統合費用と呼ばれる）が追加的にかかることが知られており、これらは LCOE によって評価を行うことが不可能である。これは LCOE が電源の代替に伴う電力部門の総費用の変化を線形近似したものであるのに対し、これらのコストの影響が非線形であることによる。本稿では、この非線形な統合費用を考慮した新たな経済性評価方法について概説する。

2. 均等化発電原価（LCOE）の概念

LCOE とはある電源によって 1kWh の発電を行うために必要とされる費用（つまり単価）をある想定のもとに算出するものであり、それぞれの電源の特性を反映して算出されるとともに、同一の電源でも設備利用率によってその値が大きく変化する。正確には下式を満たす定数 p として定義される。

$$\sum_t \frac{C_t}{(1+r)^t} = \sum_t \frac{pE_t}{(1+r)^t} = p \sum_t \frac{E_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

ここで t はプラント運転開始年を 0 として、運転開始からの経過年数を示す変数であり、プラント運転開始前に最初に費用が発生した年（つまり $t < 0$ ）から、運転が終了し、最後に費用が発生する年までの期間にわたって動くものとする。 C_t は t 年にかかる費用であり、建設費、固定費、可変費等の他に、プラントの廃止措置や使用済燃料の最終処分等、（理想的には）発電プラントのライフサイクルにわたる全ての費用を含む。また E_t は t 年の発電量である。式(1)の左辺は総費用を後述する割引率 r によって運転開始年の現在価値に換算した値であり、右辺はそのプラントで発電される電気が仮に 1kWh 当り p 円で販売されると想定した場合の総収入である。このように、プラントの「費用」と「価値」とをバランスさせる電力単価が LCOE と呼ばれるものとなる。

式(1)より、LCOE は

$$p = \sum_t \frac{C_t}{(1+r)^t} / \sum_t \frac{E_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

と計算される。

3. 統合費用の概念と評価例

この LCOE によって評価できないコストが「統合費用」である。統合費用の概念は図 1 のように示される。直観的には、電力システムの総費用から、各電源の発電量に当該電源の LCOE を乗じた値を全て差し引いた残りが統合費用と呼ばれる。但し LCOE の値はその電源の設備利用率に依存するため、その正確な定義のた

めには、例えばその電源の最大設備利用率を用いるといった規約が必要である。統合費用は上述の通り VRE の大量導入に伴って多く発生すると考えられるが、定義上は VRE のみならず、例えば原子力発電や石炭火力の非柔軟性によっても相応の統合コストが発生し得ることに注意が必要である。

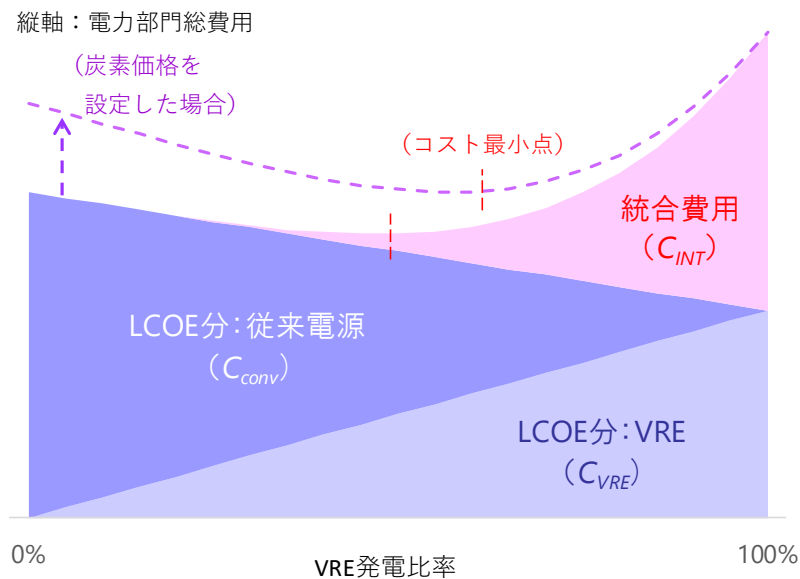


図1 統合費用の概念

既往研究 (Matsuo et al., 2019) による統合費用の評価例を図2に示す。ここでは2050年の日本の電力システムを想定し、電源としてゼロエミッション火力（水素火力）、原子力（25GW 上限）の他、再生可能エネルギー（主に太陽光及び風力）の利用を想定して実施したモデル分析結果の例である。ここで、最も極端な再生可能エネルギー100%（原子力なしかつ水素発電電力 0TWh）の場合であり、電力単価で見ると 25 円/kWh 程度にまで上昇している。また原子力があるケースはないケースに比べてコストの上昇が抑制されている。

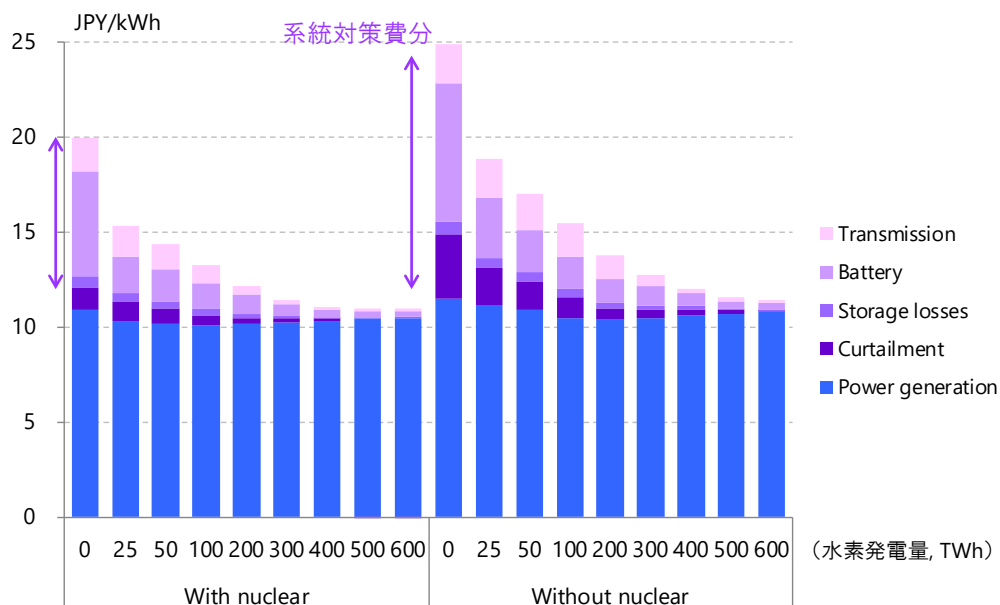


図2 統合費用の評価例 (Matsuo et al., 2019)

4. 限界 System LCOE (LCOE*) の評価例

上述の統合費用はあるエネルギーミックスにおいて電力システム全体にかかっているものであり、電源別の値は簡単に得ることができない。ここでは、発電量の代替による総費用の変化によって電力の限界費用（限

界 System LCOE, LCOE*) を評価することを試みる。

いま、あるエネルギーミックス（例えば 2030 年政府目標値）を想定し、その中である電源（例えば太陽光発電）の発電量を x kWh 増加させる。その際、火力発電の発電量が x' kWh 増加し、電力部門のシステム総費用が C 円上昇するとする。このとき、 C/x' (円/kWh) を計算することにより、当該電源（太陽光発電）と火力発電の経済性の差を評価することができる。分母としては、太陽光発電が増加した量 (x kWh) ではなく、火力が減少した量 (x' kWh) を用いることに注意が必要である。これにより、出力抑制や電力貯蔵ロス等の効果を正確に測定することができる。

LCOE*の評価は 2021 年の第 6 次エネルギー基本計画策定のための議論の中で、総合資源エネルギー調査会・発電コスト検証ワーキンググループにより行われた。ここでは、まず従来の手法を踏襲した LCOE の評価が試みられた。図 3 に示す通り、近年の急速なコストの低減を踏まえ、2030 年には事業用太陽光発電の LCOE（政策経費除く）が 7.8～11.1 円/kWh、住宅用太陽光発電の LCOE（同）が 8.5～14.6 円/kWh と、下限においては原子力（10.2 円/kWh 以上）を下回る結果となっている。

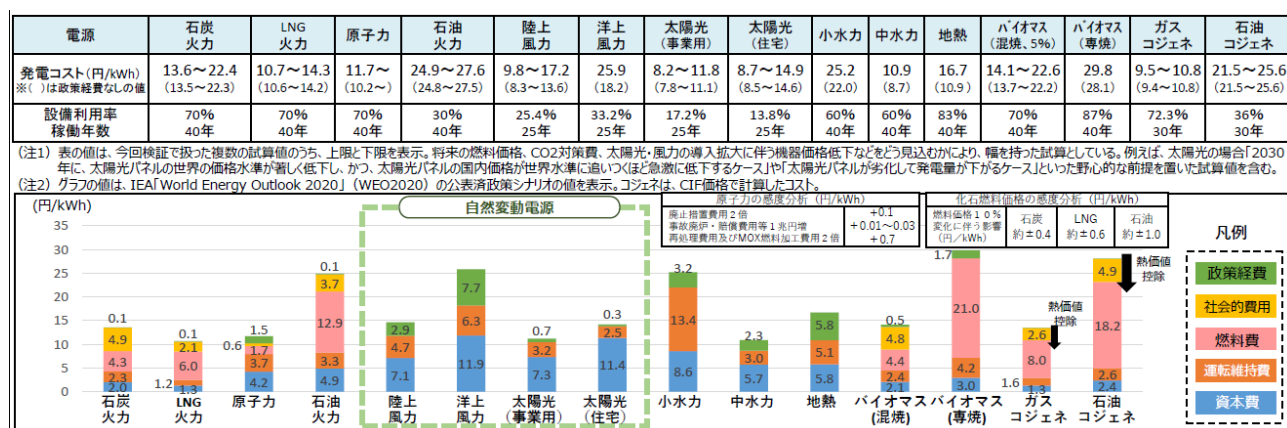


図3 LCOE の試算結果（発電コスト検証ワーキンググループ、2021）

更に同ワーキンググループでは、この LCOE 評価結果を前提とした上で、混合整数計画法を用いた数理解析モデルによる LCOE*の評価が試みられた。結果は図 4 に示す通りである。ここに示すように、火力発電（LNG 及び石炭火力）では LCOE と LCOE*との差は微小であるのに対し、事業用太陽光では LCOE 11.2 円/kWh に対して LCOE* 19.9 円/kWh、陸上風力では 14.7 円/kWh に対して 18.9 円/kWh と大幅な上昇となっている。特に太陽光の上昇が大きい理由としては、ここで想定されている 2030 年のエネルギーミックスにおいて、風力よりも太陽光が大量に導入される想定となっていることが挙げられる。また原子力発電も 11.7 円/kWh に対して 14.5 円/kWh と上昇を示しており、これはこの評価では原子力の柔軟な運用を想定しておらず、負荷周波数制御（LFC）調整力も想定していないことによる。

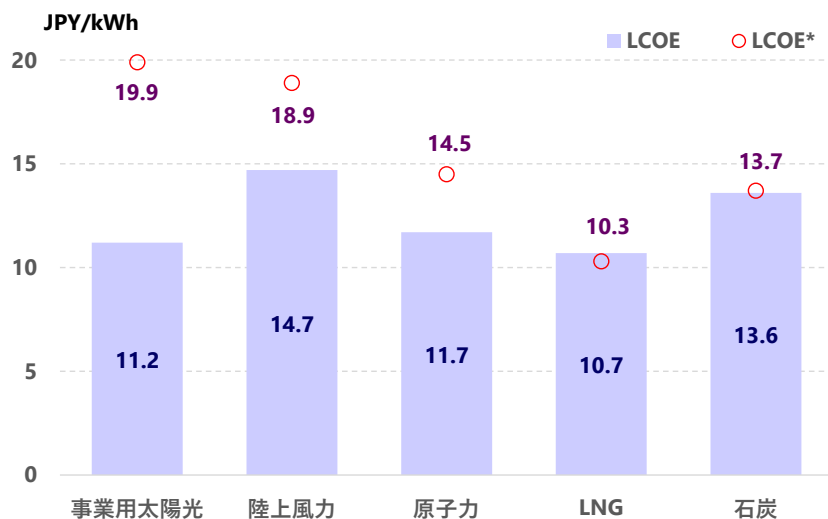


図4 LCOEの試算結果（発電コスト検証ワーキンググループ, 2021）

5. おわりに

今後 VRE の LCOE が大幅に低下し、エネルギーミックスにおけるそれらのシェアが急速に拡大することが見込まれる中、従来の LCOE の枠組みを超えた経済性の評価はエネルギー政策の立案にとって重要な課題である。2021 年の発電コスト検証ワーキンググループでは LCOE*としてその評価が試みられた。多くの電源、特に VRE について、LCOE*は導入初期には比較的低く、導入が進むにつれ高くなる。このため、将来 VRE の LCOE が原子力よりも安くなったとしても、最適点（上限制約等を考慮した上でコスト最小となるエネルギーミックス）においては VRE の LCOE*は原子力よりも高く、原子力は一定の役割を果たし得る可能性が高い。既往研究においては、VRE 大量導入下における原子力の役割は、ゼロエミッション電力を安定的に供給し、VRE の出力変動による供給途絶リスクに対処し得ることが示されている。このため、VRE 比率が高くなるほど VRE の LCOE*は上昇し、他方で原子力発電はより大きな経済的価値をもつこととなる。但し柔軟性に乏しい運用を想定した場合、原子力自体の LCOE*も上昇する。げ発電が電力システムの安定化に大きく貢献し得るような運用が実現すれば LCOE*が低減し、原子力利用の意義は更に大きくなると考えられる。

発電コスト検証ワーキンググループで提示された LCOE*は会議内で提出された委員有志の暫定的な試算と位置付けられており、その詳細な評価方法等については今後も議論の余地がある。その後の検討では、電力システム内で電気自動車の充放電を考慮することにより、図4に示される太陽光の LCOE*が 16 円/kWh 弱まで低下するとの結果も示されており、評価方法自体を確立するとともに、想定される LCOE*の上昇を抑制するための施策について検討することも今後は重要となるであろう。エネルギー・気候変動問題をめぐる状況が世界規模で大きく変革しつつある現在、それを十分に反映し、適切なエネルギー政策を立案するための方法論を整備することは、この分野の研究者に与えられた重要な使命であると言える。

参考文献

Y. Matsuo et al. (2019). A quantitative analysis of Japan's optimal power generation mix in 2050 and the role of CO2-free hydrogen, *Energy*, 165, 1200-1219.

Y. Matsuo and R. Komiyama (2021). System LCOE of variable renewable energies: a case study of Japan's decarbonized power sector in 2050, *Sust. Sci.*, 16, 449-461.

発電コスト検証ワーキンググループ, (2021). 基本政策分科会に対する発電コスト検証に関する報告.

*Yuji MATSUO^{1,2}

¹Ritsumeikan Asia Pacific Univ., ²Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ)

総合講演・報告「原子力アゴラ」調査専門委員会 地球環境問題対応検討・提言分科会

地球環境問題に対する原子力発電の活用と役割に関する提言

Proposal on Nuclear Use and Role to Global Environmental Issues

(4) カーボンニュートラル実現に向けた再エネ導入シナリオの検討

(4) Japan's Renewable Energy Scenarios towards Carbon Neutrality

*永井 雄宇¹, 朝野 賢司¹¹電力中央研究所

1.背景

第6次エネルギー基本計画の策定において、2050年までに再生可能エネルギー（以下、再エネ）による全ての電力供給が可能かといった点が議論となった。環境省の試算によると、電力供給量の最大2倍の再エネポテンシャルが存在するが、再エネ導入量を検討する場合は、自然条件や技術的難度や法規制等に加え、その技術が地域や国民に理解・賛同を得られるかの受容性を考慮することが重要となる。

2. 受容性重視シナリオについて

2050年に向けた再エネシナリオとして、地域住民や、土地利用の競合を避けながら最大限の導入をはかる「受容性重視シナリオ」を検討した[1]。本シナリオの特徴は、近年の地域住民と再エネ事業者との紛争増加を踏まえ、①土地利用に関わる法規制や再エネ海域利用法の影響を受けにくい地域に優先的に導入されるとしたこと、②土地利用用途や住宅数等の2050年までの変化について可能な限り考慮したことにある。

2-1.太陽光発電の導入シナリオ

太陽光発電は地上設置型太陽光発電（以下、PV）、営農型PV、住宅用PV、公共系等PVの4つに分類し評価を行った。その結果、受容性重視シナリオにおける導入ポテンシャルは260GWとなった。

地上設置型PVは、陸上風力との競合を考慮し、風速5.0m/s未満の土地のみでの設置、荒廃農地(再生困難)は大部分においてPV設置が進むと想定した。耕地における営農型PVは、全ての農業経営体が100kWの営農型PVを設置し、全ての再生可能な荒廃農地で営農型PVを導入するとした。住宅用PVは、住宅数の減少と新築住宅の推計を参考に、公共系PVは一定の空間設備費用を許容する前提のもとで想定した。

2-2.風力発電の導入シナリオの検討

風力発電は陸上風力と洋上風力に分類し評価を行った。その結果、受容性重視シナリオにおける導入ポテンシャルは88GWとなった。

陸上風力は設置できる場所を、風速5.0m/s以上の雑草地・裸地・篠地・荒廃農地(再生困難)と、保安林以外の森林を対象に風車の開発に適した森林（年間平均風速7.5m/s以上）とした。洋上風力の導入ポテンシャルは、2019年4月に施行された「再エネ海域利用法」が規定する各要件（自然条件・航路への支障など）を踏まえ、「促進区域」の対象と考えられる海域を抽出し、さらに景観の支障に対する懸念が小さく、かつ海運業者や漁業権者から受容されやすいと想定される海域のみを対象とした。

3.結論

水力・地熱・バイオマスの導入量が、2015年に示された長期エネルギー需給見通しと同程度とすると、受容性重視シナリオの再エネポテンシャルは約380GW（同約630TWh）となることが明らかになった。ただし、この数字はポテンシャル試算をもとにした導入シナリオであるため、経済性、系統制約等を考慮していない。そのため、実現可能性については別途検討が必要である。

参考文献

[1]総合資源エネルギー調査会基本政策分科会（第34回会合）「ネットゼロ実現に向けた風力発電・太陽光発電を対象とした大量導入シナリオの検討」資料3-4.

*Yu Nagai¹ and Kenji Asano¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

総合講演・報告「原子力アゴラ」調査専門委員会 地球環境問題対応検討・提言分科会

地球環境問題に対する原子力発電の活用と役割に関する提言

Proposal on Nuclear Use and Role to Global Environmental Issues

(5)「持続発展社会に寄与する原子力」- 再エネとの共存と SDG s への貢献 -

(5) Nuclear Technologies contributing to Sustainable Development Society

- Coexistence with Renewable Energy and Contribution to SDGs -

*駒野 康男¹¹元 MHI NS エンジニアリング

気候変動問題に対応するために全世界的にカーボンニュートラル(CN)に向けた施策が実施されている。また、社会が持続的に発展し今以上に豊かな暮らしが可能となる社会を築くために、国連が SDG s を掲げている。この CN や社会の持続発展に、原子力技術は大きく寄与するものである。

キーワード：カーボンニュートラル、SDG s、原子力と再エネの共存、負荷追従運転

1) 再エネとの共存

太陽光や風力等の再エネは、CN 社会の実現に向け、大量に導入される方向である。しかしながら、再エネは自然に左右される不安定な電源であり、大量導入時には、需要にマッチした対応ができず、追加で蓄電等の対応が必要あり、その分トータルコストとしては高いものになる。

原子力は、燃料費は安いために、経済性の観点より、現状は国内ではベースロード運転を実施している。原子力は、燃料量は固定で中性子束を変化させるだけで出力変化が可能であり、本来負荷追従能力は備えており、原子力と再エネの組合せで、CO₂を排出しない主たる電源の構成が可能となる。

国内の既設プラントでは、試運転時に、±10%ステップ状負荷変化や±5%/分ランプ状負荷変化などを実施し、原子炉トリップをせずに対応可能なことを確認している。また、試験運用として、過去に、100%⇔50%の日負荷追従運転（出力変化率 17%/時）や AFC/GF 運転（変化幅 3%）の経験もあり、また出力変化率 50%/時の日負荷追従運転が可能なのも設計確認がされている。

フランスでは、原子力が電源構成比の 70%程度を占め、負荷追従運転が必須であり、多数の PWR プラントで日常的な負荷追従運転が実施されている。図 1 にその例を示すが、EU 全体で太陽光発電比率が増加したことで、需要の低い夜中だけでなく、日中に出力をさげるような負荷追従対応も実施しており（図 1）、再エネと原子力の経済的な両立を実証しているともいえる。

国内の既設プラントでも、現状、石炭火力並の負荷追従対応は可能であるが、負荷追従用制御棒の設置／ほう素濃度の自動制御／出力分布制御方式の改良等により、さらに高い負荷追従能力（ガス火力並）をもつことが可能である。このことは、既設プラントの改造でできないことはないが、今後の既設原子力プラントの寿命を考えると、再エネの大量導入に対応すべく、早期に負荷追従能力を高めた新設プラントの建設が望まれる。また、再エネとの共存で負荷追従運転を実施する場合は、柔軟な運転が可能な電源に報酬が与えられるように電力市場の設計に盛り込むことが必要である。

2) CN にむけた原子力の各種利用

上記は、炉出力を変えて負荷追従を行う例であるが、炉出力を一定のまま、需要にあわせ電気出力と熱に振り分ける方法もあり、熱供給／蓄熱や水素製造／水素還元製鉄等に活用する検討も各種実施されている。このように、原子力は発電としての利用だけでなく、発電部門以外での CN 実現にも役立つ技術であり、将来的に社会に実装されていくことを期待する。

また、固有の安全性向上、建設費用/期間削減等の観点から、世界的に数多くのSMRの検討が実施されている。SMRと再エネを組み合わせたハイブリッド・カーボンフリー発電システムや、大・中型発電が困難な国や地域への導入による原子力の活用促進なども検討されている。

3) SDGs への貢献

原子力技術は、エネルギー問題や気候変動問題に対する解決のみならず、医療や工業や農業等色々な分野に貢献している。それにも関わらず、2020年の原子力文化財団のアンケート結果では、放射線に対するイメージとしては、否定的なイメージの「危険」70.8%・「不安」45.8%と、肯定的なイメージの「役に立つ」19.0%・「必要」9.9%を大きく上回っている状況にある。また、原子力発電の利用に関しても、「即時廃止」8.4%・「徐々に廃止」48.0%と「原子力増加」2.2%、「維持」8.0%に比べ、多いのが現状である。

持続可能な未来を実現するために、2015年9月の国連サミットにおいて、今以上に豊かな暮らしの持続可能な世界の実現のためにとして、17の目標が掲げられた。最近では、多くの団体や企業等がこの目標を達成するために、SDGsに向けた活動を実施しており、学校教育等においても取り入れられ、広く認識されるようになってきている。

原子力技術（放射線）について、図2に示すように、17の目標に対して、12項目に大きく貢献している。原子力に対する理解促進において、原子力技術がSDGsに大きく貢献していることを広く発信していくことも、一つの手段と考える。



図1 フランスの負荷追従運転の例（IAEA 2021「Nuclear Energy for a Net Zero World」より抜粋）

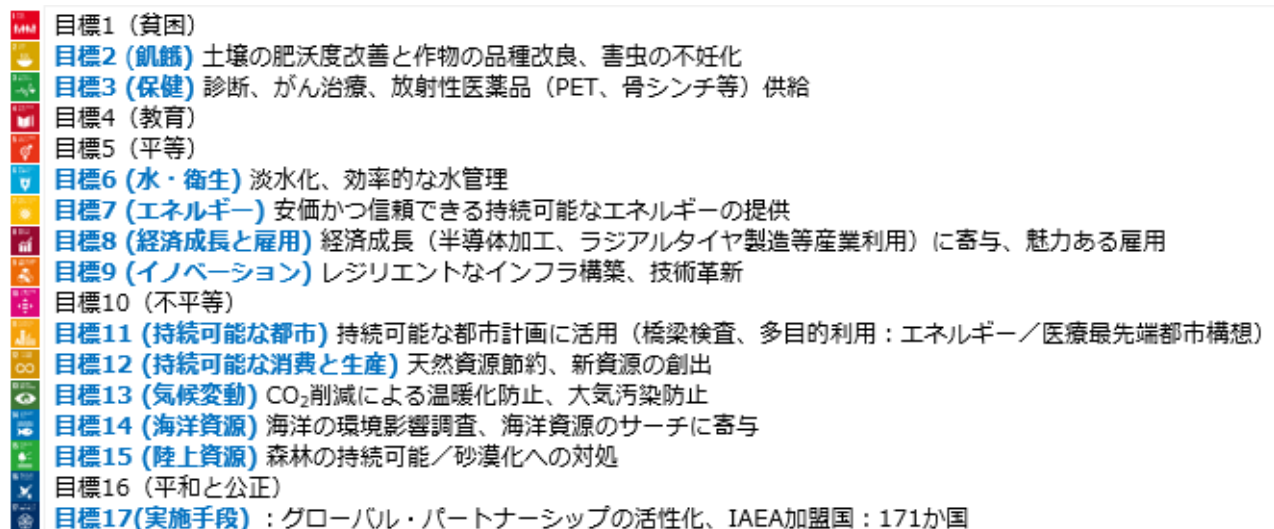


図2 原子力技術のSDGsへの貢献

* Yasuo Komano

¹OB of MHI NS Engineering Co.,Ltd.

企画セッション | 総合講演・報告 | 「原子力アゴラ」調査専門委員会 地球環境問題対応検討・提言分科会

[3D_PL] 地球環境問題に対する原子力発電の活用と役割に関する提言

座長：山内 澄 (三菱総研)

2022年3月18日(金) 13:00 ～ 14:30 D会場

[3D_PL06] 総合討論「2050年カーボンニュートラル実現に向けての原子力の役割と課題」

下郡 けい¹、松尾 雄司²、永井 雄宇³、駒野 康男⁴、司会：小宮山 涼一⁵ (1. 日本エネルギー経済研、2. 立命館アジア太平洋大、3. 電中研、4. 元MHI NSエンジニア、5. 東大)

—昨年10月に2050年カーボンニュートラル実現の政府方針が出され、これを踏まえて学会として原子力の役割と活用につき発信するセッションを開催する。世界の原子力学会がNuclear for Climate憲章に共同署名した2015年に設置の「地球環境問題対応検討・提言分科会」では、2020年発出の提言に加え、今般、S（安全性）+3E（地球環境、エネルギーセキュリティ、経済性）+R（レジリエンス）のバランスを軸としたエネルギー需給構造のあるべき姿について提言する。セッションでは、科学的レビューとエビデンスベースの視点から、経済的・技術的な実現性と課題を提示し、原子力の更なる価値の実現につき議論する。