

原子力の価値と学会の果たすべき役割を改めて考える

Rethinking the Value of Nuclear Power and the Roles of Atomic Energy Society of Japan

(1) 原子力の価値を測る

(1) Measuring Value of Nuclear Science and Technology

山口 彰

東京大学

1. 原子力の価値に対する認識

原子力発電は役に立つ 48%、日本の経済発展には原子力が必要 19%、原子力発電がないと電気料金が上がる 43%、原子力発電は二酸化炭素を出さない 36%、核燃料サイクルとプルサーマルは役に立つ 17%、医療などに放射線利用は必要 59%。この数字は、原子力文化財団[1]の 2020 年度の「原子力に関する世論調査」の原子力・放射線・エネルギーについてのベネフィット認知で、「そう思う」と「どちらかといえばそう思う」の回答の合計である。原子力発電は二酸化炭素を出さないことはほとんどの方はご存知と著者は考えていた。私たちは、原子力の価値を理解しており、それは当然と考えているかもしれないが、国民、社会は、原子力は高リスクの技術でありそれが無くなって困らないとみている。原子力の価値は公正に正当に評価されていない。

原子力の価値をどのように定量化すれば良いだろうか。エネルギー基本計画[2]は、「エネルギー政策の要諦は、安全性(Safety)を前提とした上で、エネルギーの安定供給(Energy Security)を第一とし、経済効率性の向上(Economic Efficiency)による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合(Environment)を図るため、最大限の取組を行うことである」と述べる。S+3E をエネルギー政策の要とする所以であり、これをもって原子力エネルギーの価値を測ることが合理的であると考え。

OECD/NEA [3]によれば、100 万 kW 出力の原子炉 1 基あたり、建設準備段階の 10 年間で 1200 人/年、運転段階の 50 年間で 600 人/年、廃止措置段階の 10 年間で 500 人/年、最後に廃棄物管理の 40 年間で 80 人/年の直接雇用がある。従って、ライフサイクル全体(約 100 年間)の直接雇用は 5 万人年、さらにサプライチェーンからの間接雇用が 5 万人年、誘発雇用が 10 万人年、合計 20 万人年である。国内 50 基が稼働していた状況ではおよそ 1000 万人年に相当する雇用創出の価値である。そのほかにも、原子力発電は国内保有燃料だけで数年間は運転可能という備蓄力がある。さらに、18 ヶ月あるいは 24 ヶ月の長期サイクル運転が海外では行われ、世界の原子力発電所の平均設備利用率は 20 年以上に渡って 80%以上の実績である[4]。年間を通じて安定供給力があり、基幹電源に相応しい。これもまた経済社会における原子力の価値である。

先ほどの世論調査に戻る。放射線利用の便益も十分に理解いただいていない。59%が放射線利用は必要とするが、「そう思う」だけに限ればわずか 26%である。日本人の平均被ばく線量は、自然放射線が 2.1mSv に対して医療被ばくは 3.7mSv である。ほとんどの方が放射線医療や診断の恩恵に浴しているはずである。それにもかかわらずその価値は認識していただいていない。エネルギーを生み出すこと以外にも原子力の価値はある。

2. 私たちの望ましいあり方 (Well-being)

Well-being とは身体的・精神的・社会的に良好な状態を表す概念で、2015 年 9 月に国連総会で採択された「持続可能な開発目標 (SDGs)」のひとつである。従来は、国民総生産(GDP)を豊かさの指標としていたが、それだけでは政策決定において適切な指標とは言えないことから Well-being という概念が提案され、Well-being を測る指標が Wellness である。すなわち、「GDP を超えて(Beyond GDP)」[5]、健全な社会福祉の指標となる。

さて、「エネルギーの Well-being」は健全なエネルギーミックスを示すものであろうが、それを測ることはできるのだろうか？ギャラップ社は Well-being の 5 つの指標を提案している。キャリア(仕事や趣味、勉強などを継続的に続けること)、社会的(信頼と愛情、人間関係における幸福)、経済的(報酬や資産の運用など、経済的な幸福)、身体的(身体と精神が健康状態にある幸福)、コミュニティ(居住する地域社会での幸福)である。

ボストンコンサルティンググループ[6]は、Well-being を測定するため、持続的な経済開発評価 (SEDA) を構成する測定項目を提案した。それは「経済」(所得水準・経済の安定性・雇用)、「社会への投資」(ヘルスケア・教育・インフラ)、「サステナビリティ」(平等性・シビルソサエティ・ガバナンス・環境)の3分類10項目で定義・構成される。ボストンコンサルティンググループは、これを定量化し、以下の図を公表している。日本の2019年のSEDAスコアは77.2で143カ国中17位とのものである。

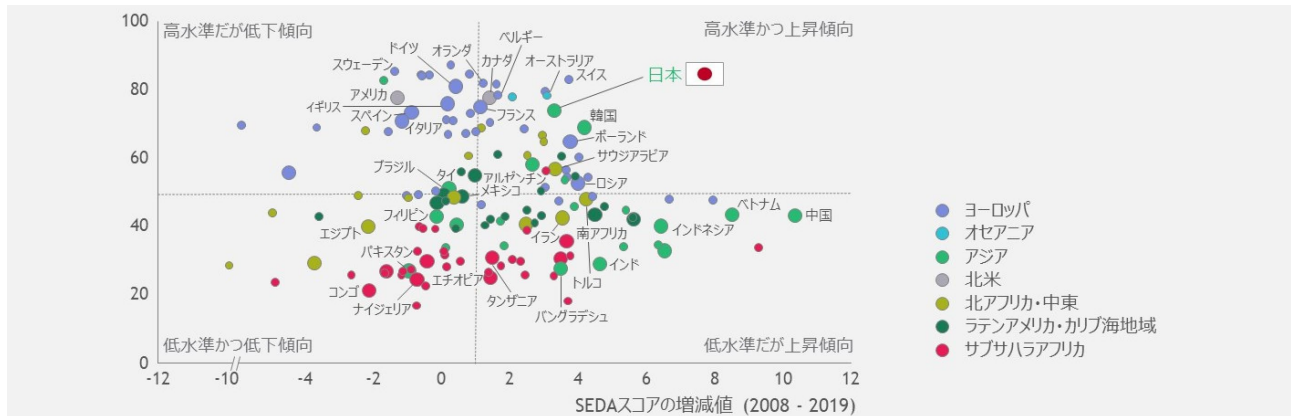


図1 SEDA(持続可能な経済開発に関する評価)スコアの比較[6]

3. エネルギーの望ましいあり方

原子力が「エネルギーの Well-being」にもたらす貢献は原子力の価値と言える。竹内[7]は、電力自由化の波の中で経済性は原子力の価値の指標としての意義を失った、エネルギー安全保障こそが原子力の価値であるが、それに相応しいリスク抑制(安全確保)ができていないかを安全目標と関連させて議論すべきと述べる。

第5次エネルギー基本計画[2]は「より高度な S+3E」を提案している。これまでのエネルギー政策はエネルギー自給率と発電単価を中心に見ていた。しかし、多様なリスクに対応するためにはリスクを統合的に俯瞰する必要がある。「より高度な S+3E」では、長期のエネルギー転換に向けては、より複雑で不確実な状況下においてエネルギー選択を行っていくことが求められる。このため、不確実な状況の中での対応力を重視し、以下の4点をエネルギー選択の評価軸とする。

- ① 安全最優先を、技術革新とガバナンス改革による安全の革新により実現する
- ② 資源自給率に加え、技術自給率の向上と様々なリスク(間欠性のある電源の出力変動に伴う需給調整リスク、事故・災害リスク、化石資源の地政学リスク、希少資源リスク(蓄電池のレアメタル等)、先端技術の他国依存リスクなど)の最小化のためのエネルギー選択の多様化を確保する
- ③ 環境適合においては、脱炭素化への挑戦に取り組む
- ④ 国民負担抑制に加え、自国産業競争力の強化を図る

エネルギーの望ましいあり方を、「より高度な S+3E」で測ることに異論はないと思う。しかし、その特性と評価軸の情報は揃えられるだろうか。健全なエネルギーミックスのためには、Well-being の程度を測ったように、エネルギーの Well-being も測らなければならない。発電セクターに限れば、エネルギー源の特性と評価軸は表1のように整理されるのではないかと。望ましい特性を持つエネルギーはその価値が高く、チャレンジ特性については解決あるいは代替が必要である。

エネルギー自給率や、二酸化炭素排出原単位のように定量化が容易な指標もあるが、レジリエンスや技術的実現性、安全性の技術革新、多様なリスクなどの指標については評価が困難であろう。とはいえ、このような評価軸を用いて「より高度な S+3E」を定量化するほかはない。原子力の価値も他のエネルギー源の価値も明示的に求められる。その一覧表を作成してエネルギー選択を行うことは、エビデンス・ベースのエネルギー政策に他ならないと思う。

エネルギー利用として原子力技術を見てきたが、冒頭に述べたように、放射線利用も原子力が社会に貢献する重要な、もしやもっとも国民にとって関心の高い問題であるかもしれない。あらゆる技術は、社会のニーズを受けて多様な展開を図り、社会に普及して定着する。科学技術イノベーション基本法では、以下の通りにイノベーションを定義

する。「科学的な発見又は発明、新商品又は新役務の開発その他の創造的活動を通じて新たな価値を生み出し、これを普及することにより、経済社会の大きな変化を創出すること」。このようにイノベーションには三つの要素がある。新たな価値の創出、それを社会に普及、経済社会の大きな変化、である。放射線技術がもたらす経済社会の大きな変化、つまりがん治療や診断用放射性アイソトープの製造、工業や農業への利用は国民と社会にインパクトと福祉をもたらす。放射線利用もエネルギーを生み出す原子力技術の基盤に支えられていることを忘れてはならない。

表1 エネルギーの特性と評価軸

望ましい特性	チャレンジ特性	評価軸
安全性技術革新	旧来技術	安全性 (Safety)
リスク評価	リスク不明	多様なリスク管理 (Risk)
国産エネルギー	輸入エネルギー	資源自給率 (Energy Security)
自国技術	輸入技術	技術自給率 (Technology Security)
実用段階	開発段階	技術成熟度 (Technology Readiness)
安定エネルギー	変動エネルギー	需給調整力 (Resilience)
非化石エネルギー	化石エネルギー	二酸化炭素放出 (Environment)
安価なエネルギー	政策経費が大きい	経済性 (Economic Efficiency)

4. まとめ

エネルギーの選択において、「より高度な S+3E」を定量化することを望みたい。それに対する原子力の貢献度が原子力の価値である。この定量化は困難な作業のように思える。しかし、エネルギーの well-being と Beyond-GDP としての Well-being の可測化、どちらが難しいだろうか。エネルギーの Well-being の定量化がずっと容易であると考え。本稿では、「より高度の S+3E」からエネルギー源の特性を表す評価軸の定義を試みた。これらの評価軸に関する知識、データ、経験を総動員すれば、原子力の価値を測ることは可能である。それは、それぞれのエネルギー源の特性を踏まえた現実的でエビデンス・ベースのエネルギー政策への第一歩である。

5. 参考文献

- [1]日本原子力文化財団、調査結果 原子力に関する世論調査(2020 年度)
https://www.jaero.or.jp/data/01jigyuu/pdf/tyousakenkyu2020/results_2020.pdf
- [2]第5次エネルギー基本計画、https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703.pdf
- [3]OECD, Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector, October 2018
- [4]World Nuclear Association, World Nuclear Performance Report 2020, August 2020
- [5]OECD, Beyond GDP Measuring What Counts for Economic and Social Performance, Nov. 2018
- [6] BCG, Measure Well-Being to Improve It, https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Measure-Well-Being-to-Improve-It-July-2019-R_tcm56-223637.pdf
- [7]竹内、原子力が提供する「価値」は何か、日本原子力学会誌, Vol.61, No.3 (2019)

Akira Yamaguchi

The University of Tokyo