

今になっても、原発コスト

ー資源エネルギー庁「原発のコストを考える」を批判するー

田中 史郎

はじめに

あれから8年が経過した。この間、断続的に原子力発電(原発)やそれに関連する問題について検討を重ねてきた¹⁾。原発に対するいわゆる「神話」に、「クリーン神話」、「安全神話」、そして「経済神話」があげられる。すなわち、原発は、たとえば火力発電と比べてCO₂を排出せずクリーンであり、むしろ「5重の安全の壁」に守られ安全であり²⁾、そして資源の少ない日本にとってはとりわけ経済的だと言うわけである。

しかし、あの2011年の「3.11」以降、多くの人々にとって、それらは全て、文字通り「神話」であったことが思い知らされた。原発は、クリーンでも、安全でも、経済性に富んでいる訳でもない。何よりも福島原発は取り返しのつかない事故を起こし、大量の放射能を拡散させた。そして、その事故処理には予想のつかない費用を要することは³⁾、何よりも事実そのものである。そもそも本当の意味で事故処理は可能なのか、つまりグリーンフィールドに戻すことは可能なのか、そうした疑問もつきない。

それにもかかわらず、資源エネルギー庁のサイトでは、いまだに「神話」を振りかざしている。「原発のコストを考える」と題したページで、2017以来現在でも公開されている⁴⁾。そこに述べられている問題に関して、一つ一つ批判を展開し、原発神話の内実を明らかにしよう。

1. 原発の燃料は少量で済む?

第1は、各燃料の重量に関してである。先の「原発のコストを考える」には以下のような文言がある。「たとえば、100万kWの電力をつくりだしたいと考えたとします。原発を使った場合、100万kWの電力を生み出す原発を1年間運転したとすると、そのために必要な燃料は21トンです(資源エネルギー庁や電力会社では、「21トン」が公式見解のようだが、これまでは「30トン」といわれてきた)。原発で使

¹⁾ 以下の拙稿を参照されたい。「脱原発メモランダム」別冊『Niche』Vol.3、批評社、2011年7月。「技術、軍事、そして資本主義—デュアルコースと戦争ビジネスをどうとらえるか—」、『季刊経済理論』経済理論学会、第55巻、第3号、2018年10月。「グロテスクな廃炉ビジネス—福島原発の現状と闘—」、『社会理論研究』社会理論学会、第19号、2018年12月。大内秀明他『自然エネルギーのソーシャルデザイン』(うち、第Ⅱ部、第1章「エネルギー選択の視座」を執筆)鹿島出版会、2018年。『現代日本の経済と社会』社会評論社、2018年。また、以下の学会報告も参照されたい。「エネルギーと地域—3.11大震災を踏まえ考える—」経済理論学会、第61回大会、2013年10月。「福島原発の状況—その展望ないし絶望—」経済理論学会、第63回大会、2015年11月。「原子力発電の闘—原発と軍事」経済理論学会、第65回大会、2017年10月。

²⁾ 「5重の壁」とは、「燃料ペレット」、「燃料被覆管」、「原子炉圧力容器」、「原子炉格納容器」、「原子炉建屋」を指す。しかし、「3.11」ではその全てが崩壊したことは言うまでもない。

³⁾ 政府・東電は事故処理費用を過小に報じている。日本経済研究センターの最新の調査によれば、その費用は、「40年で35~80兆円」に達するとしている。同センターは、2年前には「50兆~70兆円」になる恐れがあったとしていたが、それに不確定な要素を含めるとともに上方修正した形だ。しかし、40年で事故処理が完了するとは考えにくい。そうだとすれば、費用はさらに拡大するだろう。 <https://www.jcer.or.jp/policy-proposals/2019037.html>

⁴⁾ 資源エネルギー庁 <http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/nuclear/nuclearcost.html>

われる燃料はウランですが、天然ウランでは濃度が足りないため、濃縮させたウラン(濃縮ウラン)を使用します。／では、同じ規模(100万kW)の出力(電力量)の火力発電を、同じように1年間運転した場合にはどうなるでしょう。火力発電を動かすために天然ガスを使った場合には95万トン、石油を使った場合には155万トン、石炭を使った場合には235万トン必要となります」。すなわち、同様な発電量を得るために、核燃料は、天然ガスや石油、石炭よりも少なく済むという。従って、原発では必要な燃料の重量が小さいため、経済的だというわけである。

しかし、このような重量の比較にどういう意味があるのか、呆れてしまう。石炭は採掘したままではほぼ燃料として使用できるが、石油の場合にはそうはいかない。原油を井戸から汲み上げてもそのまま使用できる訳ではなく精製が必要であり、原油がすべてディーゼルやタービン用の重油になるわけではない。当然にも火力発電に使用される燃料は、原油の量よりも少ないことは言うまでもない。単純な比較には意味が無い。

だが、核燃料の場合には問題があまりに違いすぎる。自然界に存在する天然ウランは核燃料とはいわば別物である。採掘された天然ウランには、ウラン238が約99.3%、ウラン235が約0.7%含まれているが、核分裂を起こすウランは後者のウラン235である。天然ウランを原発燃料にするには幾多の行程を経て⁵⁾、ウラン235の割合が3~5%程度になるまで濃縮して(濃縮ウラン)ペレットにし、さらに核燃料棒に加工する。このような核燃料を製造する過程において、じつは完成した核燃料の8万5000倍から9万倍の放射性物質を含んだ残土や不純物そして劣化ウランなど「負の副産物」が発生する。先の21トンの核燃料を得るには、なんとその重量は190万トンに達する(仮に、先の「30トン」説に従えば、負の副産物は270万トンとなる)。最も非効率の例としてあげられた石炭とほぼ同様だ。ただ石炭とは異なり、放射性物質を含んだ負の副産物が生じるため、その扱いはきわめて厄介なものになる。21トンの核燃料と235万トンの石炭を比較するというのは、全くのナンセンスである。

こうしたことは、知られていることである。しかし、それにも拘わらず、あたかもウラン燃料がもっとも軽量で、したがってメリットをもつような説明は、あまりに酷いものである。

2. 原発は狭い面積で立地できる？

第2は、発電設備の敷地面積の問題である。以下のような記述がある。「太陽光発電でこれだけ(100万kW)の量の電力をつくるためには、約58km²の敷地に太陽光パネルを敷き詰める必要があります。...だいたい山手線の内側いっぱい広さだと考えればわかりやすいでしょう。風力発電でつくる場合には、さらに214km²の敷地が必要となります。...どうしても敷地面積が広がってしまいます。／いっぽう、...原発では、約0.6km²の敷地が必要です」。つまり、ソーラー発電や風力発電と比較すると、原発は立地面積が狭くて済み、面積の狭い日本では適合的だといいたいのだろう。

しかし、この説も酷いものだ。確かに、ソーラー発電や風力発電ではかなりの面積を要するだろう。しかし、ソーラー発電の場合は、都市であったならばそのパネルをビルや家屋の屋根に設置することもできる。また、風力発電では、風車を海上に設置することも行なわれている。このように、工夫の余地は多々ある。単なる面積の問題ではない。

また、なぜか火力発電との比較がない。火力発電と比べると、原発の方が広い面積を必要とする。東

⁵⁾ その行程とは、「採掘」、「精錬」、「転換」、「濃縮」、「再転換」、「成型加工」を指す。

京電力の鹿島火力発電所は、出力 566 万 kW で敷地面積は 1km²である。先の 100 万 kW の原発と比較すると、火力発電の場合には、出力は 5.7 倍だが、面積は 1.7 倍で済む⁶⁾。

さらにいえば、原発の場合、その立地の半径 30 キロ圏も避難訓練をしなければならない地域である。その避難訓練の対象とされる面積は、2,830km²に及ぶ。原発においては、風力発電の 13 倍の面積が必要だともいえよう。原発の立地面積が他の発電方式と比較して最も狭くて済むなどということは間違いである。どう考えてもこじつけとしか言いようがない。

3. 原発の設備利用率は高い？

第 3 は、発電設備の「設備利用率」に関してである。以下のように述べられている。「たとえば太陽光発電は、夜間や雨・曇りの日などには発電できません。風力発電も、風が止んでいる時はもちろん、台風のような強風の時にも設備故障のリスクがあるため運転しません。原発の平均設備利用率が 80%ほどになるいっぽうで⁷⁾、再エネを使った発電では、太陽光発電の場合は 15%ほど、日本の陸上にある風力発電で 20%ほど、風況の良い欧州の海上風力発電でも 40%ほどです」。つまり、ソーラー発電や風力発電は「設備利用率」、すなわち効率性が低いというわけであろう。

ここでまず、「設備利用率」とは何かを簡単に整理しておこう。設備利用率は以下の式で定義されている。

$$\text{設備利用率} = \text{総発電量 (kWh)} / (\text{経過時間} \times \text{設備の出力 (kW)}) \times 100$$

たとえば、最大出力が 7000kW の太陽光発電設備があったとして、1 年間の実際の総発電量が 1000 万 kWh だったとする。その場合の設備利用率は以下のようになる。

$$\begin{aligned} \text{設備利用率} &= 1000 \text{ 万 kWh} / (24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日} \times 7000 \text{ kW}) \times 100 \\ &= \text{約 } 16 \text{ パーセント} \end{aligned}$$

「太陽光発電の場合は 15%ほど」というのはこの式に基づいている。確かに、ソーラー発電では、少なくとも夜間には発電が不可能であり設備利用率は下がる。また、風力発電では、風の状況によって発電量も変化することは言うまでもない。

ところで、日本では、水力発電と火力発電の設備利用率は、それぞれ約 25%と約 44%ときわめて低い⁸⁾。水力発電や火力発電でも、定期的な点検のほか故障などによって、発電は停止することがある。こうしたことはほぼ全ての設備と同様である。しかし、それを除けば、ほぼ定格出力で運転が可能であり、設備利用率は理論的には原発よりも高くなる。原発では、電気事業法に基づいて約 1 年に 1 回、原子炉を止めて定期検査を行うことが規定されており、長期の点検が行われているからである⁹⁾。

だが、それにも拘わらず、水力発電と火力発電の設備利用率がきわめて低いのは何故か。水力発電や火力発電が長期にわたって点検や故障をしている訳ではない。そこには、当然の理由が存在する。

⁶⁾ <http://www.tepco.co.jp/fp/thermal-power/list/kashima.html>

⁷⁾ 日本の原発の設備利用率は、1975 年から 2010 年までの平均で 71.8%である。高度情報科学技術研究機構のデータによる。

⁸⁾ 小出裕章[2010]「過剰な発電所と無力な原子力」

⁹⁾ たとえば、東北電力のホームページよれば、定期点検期間は以下のものであった。2007 年は 151 日、2008 年は 145 日、2009 年は 118 日(実際の作業に期間はこれよりも短いようであるが...)。いずれにしても毎年 100~150 日以上は点検に費やされている。これを前提とすれば、設備稼働率は、59~73%とすることになる。

http://www.tohoku-epco.co.jp/electr/genshi/higashi/data/4_d.html

知られているように電力は需要に応じて供給を調整しなければならない。水力発電や火力発電では、供給電力の出力を調整するために運転を控えているのである。「3.11」前では、発電所の設備量(定格出力)で見ると、原発は全体の18%しかないが、その原発が発電量では3割を超えていた。それは、原発の稼働率だけを上げ¹⁰⁾、火力発電所のほとんどを停止させていたために他ならない。

「3.11」後、一旦は全ての原発が停止し、最近では数基の炉だけが再稼働した。その結果、火力発電の設備利用率は、2012年度には62%まで上昇したが、需要側のエネルギー効率化の進展と自然エネルギーの増加に伴い、それ以降は下降に転じ、2016年度には53%まで下がっている¹¹⁾。要するに、発電能力は余っているのであって、火力発電の設備利用率の低位での変動は、供給電力の調整によるものである。水力発電や火力発電の設備利用率の低さは、それらの技術によるものではない。

4. 原発は地球温暖化防止に寄与する？

第4は、CO₂ないし地球温暖化の問題に関してである。以下のような文言がある。すなわち、「(火力発電では)原発ではかからないコストであるCO₂対策費が、社会的費用としてかかっている」。つまり、原発はCO₂を排出しないので、クリーンであると共にコストも低くて済むと言いたいのだろう。いわゆる原発のクリーン神話に他ならない。

しかし、この論理も2つの点で成立しない。というのは、その1つとして、確かに原発の場合、発電には酸素を必要とせず二酸化炭素も排出しないが、問題はそれで済まない点にある。原発が完成し稼働する際には、「燃焼」ではなく「核分裂」によるものなので、二酸化炭素を放出しないものの、核燃料や原子炉、そして建屋を作るに当たって、また、使用済み核燃料を処理し長期にわたって保管する際に、莫大なエネルギーが消費される。そのそれぞれの過程において、大量の二酸化炭素が生成されることは知られている。原発は、核分裂のみで完結するわけではないのである。

そして、その2つめは、原発は直接的な廃熱を放出している点で、大きな環境負荷を与えている点である。日本では原発は全てが海に面して立地しているが¹²⁾、それは冷却水の確保のためである。日本原子力研究開発機構の資料によれば、温排水は100万kWの原子力発電所の場合、1秒間に70トンの海水の温度を「7℃上昇」させるといふ¹³⁾。というのは、原発の熱効率は30%弱であり、40～60%の熱効率を達成している火力発電と比較すると¹⁴⁾、「廃熱」の量があまりに多い¹⁵⁾。これらは全て外部の環境に放出される。したがって、原発は地球の温暖化に対して環境負荷が少ないということは到底できない。原発がクリーンであるというのは神話に過ぎない。

5. まとめ

¹⁰⁾周知のように、原発は出力調整が難しく、変動する需要に対応することができないので、そのようにせざるを得なくなっている。その意味でも原発は厄介者である。

¹¹⁾自然エネルギー財団[2017]「日本における石炭火力新增設のビジネスリスク」

¹²⁾海から遠い場合には、大きな川の畔が立地場所となる。いずれにしても冷却用の水は不可欠である。

¹³⁾日本原子力研究開発機構「原子力百科事典」 <https://atomica.jaea.go.jp/list.html>

¹⁴⁾未だ実験段階だが、「トリプルコンバインドサイクル」では、熱効率75%が可能だといふ。三菱重工[2011]「究極の高効率火力発電、トリプルコンバインドサイクルシステム」
<https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/483/483016.pdf>

¹⁵⁾先の「原子力百科事典」には、「原子力発電所からの温排水の利用」という項目がある。原発は、一方で地球温暖化に加担しないのでクリーンと言いつつ、他方でその温排水の利用を宣伝するのは、不可思議なことであろう。

資源エネルギー庁は、以上のような 4 つの理由をあげ、それらを前提として原発の発電コストは安価であると結論的として主張している。そしてさらに、「3.11」の事故の処理費用を含めても安価だという。事故処理費用が「1 兆円増加した場合には 1kWh あたり 0.01 円～0.03 円」の増加となり、やはり他の発電方式と比較すると最も安価だということは変わらないという。そして原発によるエネルギーコストを 1kWh あたり 10.1 円であるとしている。この値は、甚だ恣意的なもので、1kWh あたり 11.98 円というデータもすでに示されている¹⁶⁾。1kWh あたりの値なので、大差が無いように見えるものの、率からいえば 19%程度の増加であり、無視し得ない。

ここで、エネルギーコスト計算の内容を吟味することは控えるが、吉岡斉の次のような指摘は的を射ている。「政府・電力会社は原子力発電が火力発電・水力発電などと比べて経済性に優れていると主張しているが、この主張は曲芸的である。もし、原子力発電の経済性が優れているならば、政府が支援する根拠がなくなる…。この主張は政府支援の正当性を自ら否定するものである¹⁷⁾」。この論理は明確だ。もし、原発が本当に経済的ならば政府が電力会社に税金を投入する必要はないし、反対に、電力会社に資金が必要だということは原発が経済的ではないことを示している。一方で原発に税金を投入しつつ、他方で原発はコストに優れているというのは「曲芸的」というほかない。

以上、資源エネルギー庁の掲げる「原発のコストを考える」を批判的に検討してきた。見られるように資源エネルギー庁は自ら問題を設定したにも拘わらずその回答が嘘と誤魔化しに終始している。言い換えれば、回答が出鱈目であるとともに、設定された問題自身も恣意的である。いずれにしても謬説に他ならない。

それにしても、今になっても、原発コストが安価だと主張する厚顔無恥ぶりには憤りを通り越して呆れかえるほかない。とはいえ、謬説が喧伝される限りこのような批判は絶えず行われるべきだが、より前に進まなければならない。原発神話を粉碎するとともに、原発後の社会やそのあり方を模索することが不可欠であろう。

¹⁶⁾原子力資料情報室[2017]「電源別発電コスト試算－2015 年発電コスト検証ワーキンググループの計算に基づく－」

¹⁷⁾吉岡斉[2011]『原発と日本の未来』岩波書店