

TOMIC とおみつく

九州エネルギー問題懇話会



北海道大学大学院工学研究院教授
奈良林 直 (ならばやし ただし)

(株)東芝 原子力技術研究所主査などを経て、北海道大学大学院工学研究院教授に就任。内閣府原子力安全委員会専門委員や原子力安全・保安院、原子力規制委員会の福島事故の分析検討チームの外部有識者などを歴任。工学博士。東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻修士課程修了。専門は原子炉工学。

将来に繁栄する社会を築く

エネルギー選択の岐路に立つ日本

2013年9月の関西電力(株)大飯原子力発電所4号機の停止以降、国内では原子力発電がすべて止まっている状況が続いています。再稼働が遅々として進まない中、化石エネルギーの輸入増大など、エネルギー構造の変化が、私たちの生活にもじわじわと影響しつつあります。しかし、電力の需給ひっ迫も感じられず、電気料金もそれほど上がっていないことから、近頃では原子力発電が稼働しなくても電気は大丈夫と思う人も増えてきているのではないでしょうか。このような状況を踏まえ、原子力発電の長期停止に伴う日本経済への影響や福島第一事故後の日本における原子力技術の進展などについて、北海道大学大学院工学研究院教授の奈良林直先生にお話をうかがいました。

日本の経済と我々の生活に影響を落とす 原子力発電の長期停止

現在、日本は国内の原子力発電がすべて止まっているために、年間約3.6兆円の石油や天然ガスなどの化石燃料を余計に輸入しなければならなくなっています。(図-1)

しかし、我々国民には、まだその一部しか負担が回ってきていません。

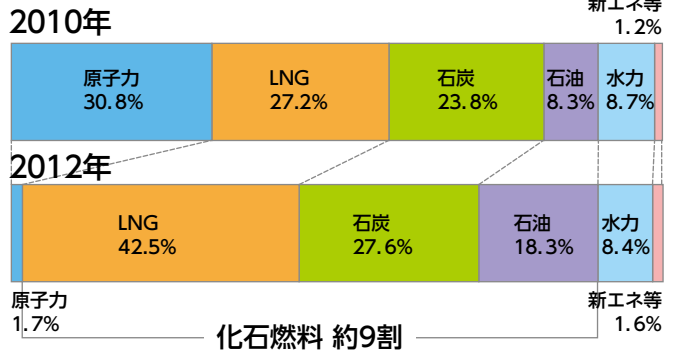
その理由は、現行の電気料金には、原子力発電の再稼働を織り込んでいるためです。電力会社は電気料金改定時に原子力発電の再稼働時期を予め想定し、これを基に電気料金を算定していますが、再稼働の時期が想定よりも大幅にずれ込んでいるため、化石燃料などの燃料費が大幅に増加しています。

今はこの増加分を電力会社が負担していますが、電力会社の多くは赤字経営となっており、原子力発電の停止が長引けば、電気料金はいずれ上げざるを得ない状況にあります。(図-2)

利益率が数%で、電気代が1、2割上がると利益がなくなるといった企業も多くあると聞いており、電気代の上昇は、日本の経済や我々の生活に大きな打撃を与えることになります。

また、電力需給についても、老朽化した火力発電の活用や産業用需要の抑制などでなんとか乗り切っているのが現状で、現在の電力の供給体制は、極めて不安定な状況にあります。

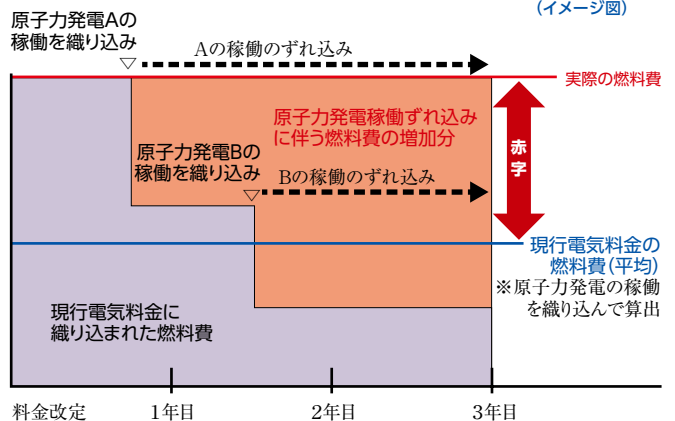
〈図-1〉国内の電源別発電比率の変化



原子力がゼロの場合 年間3.6兆円の負担増

出展:エネルギー白書2014のデータを基に作成

〈図-2〉原子力発電稼働のずれ込みによる電気料金の影響 (イメージ図)



出展:各電力会社の電気料金改定時の資料を基に作成

福島第一事故での教訓から 日本の原子力発電の安全性が向上

福島第一事故の根本的な原因は、地震によって起こった津波により、非常用ディーゼル発電機や配電盤などに海水が流れ込んで機能が失われ、原子炉の冷却ができなくなったことにあります。そのため、震災以降、原子力発電の安全対策では、特に津波対策に力が入れられました。

原子力安全・保安院があった当時、私も福島第一事故の技術的知見の検討会において事故分析を行い、見解を文書にまとめて提出しました。そこで、まず最初に提言したのがフィルタベントの設置です。フィルタでこして放射能を1000分の1くらいにするベントが付いていれば、福島のように地元で深刻な影響を及ぼすことはなかったと思います。私の研究室でもモデルを作り、性能実験を行っています、とても高性能なものができています。〈図-3〉〈写真〉

それから次に、万一全電源が喪失した際にも、運転員の意図に従ってバルブを動かせることの重要性をあげました。福島第一では、非常用復水器の隔離弁が勝手に閉まったり、ベントを行う際に必要なバルブの操作が遅れたり、更には原子炉を減圧するための主蒸気逃がし安全弁が開かずに炉心注水がなかなかできなかった、といった事態が発生したからです。

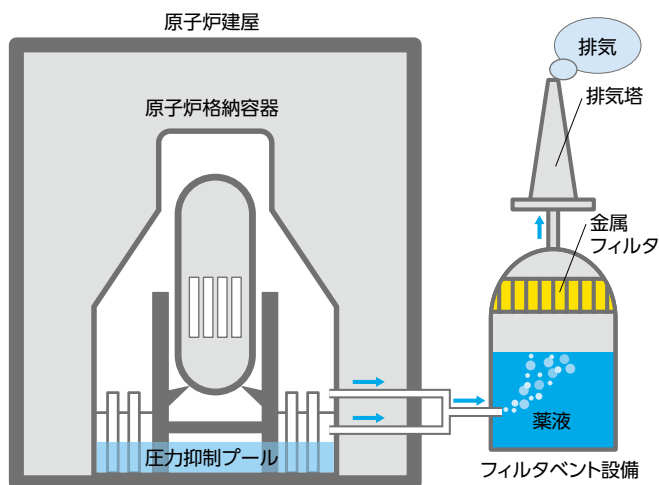


フィルタベント研究モデル
(北海道大学)

こうした事例も含め、2013年7月に原子力規制委員会によって新たに制定された原子力発電の安全基準には、震災で得た教訓が数多く盛り込まれています。また、新基準には、津波や地震だけでなく、火山の噴火や竜巻といったさまざまな自然災害も想定されており、資機材・予備部品の準備や運転員の訓練などについても盛り込まれています。

現在、各電力会社では、新基準に則した対策を進めており、震災以降、日本の原子力発電所の安全性が飛躍的に高まったことは間違いありません。

〈図-3〉フィルタベント設備概要図 (沸騰水型(BWR)の例)



出展:東京電力株式会社・福島第一原子力発電所事故サイトを基に作成

世界における原子力発電開発の現状

福島第一の事故以降、一部の国では原子力政策を見直すところも出てきています。しかし、世界的な流れとしては、コスト面や供給の安定性などから、原子力発電を重視する傾向にあります。現在、世界で建設中のものだけでも、約80基あり、さらに計画中のものが約100基あります。〈図-4〉

こうした中、世界的な原子力発電の動向を窺う端的な例として、中東のサウジアラビアとアラブ首長国連邦が挙げられます。

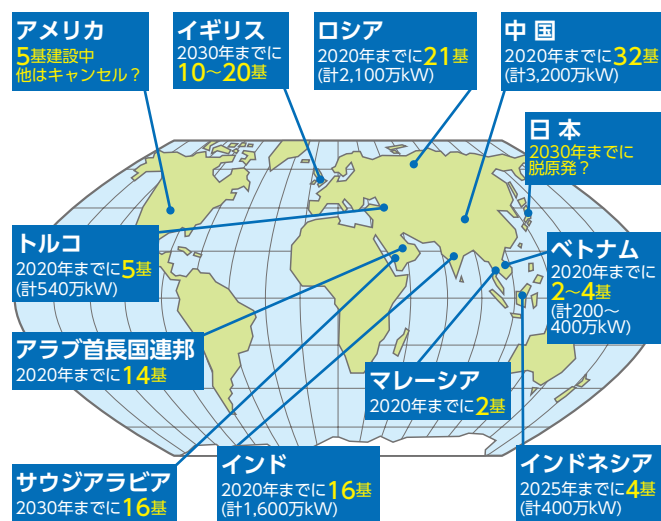
サウジアラビアは、世界有数の石油埋蔵量を誇る産油国で、世界最大の石油輸出国です。しかし、著しい経済発展の影響から、同国の石油消費量は年率8%程度増加しており、増産に努めてはいるものの、2028年には国内消費量が産油量を上回り、石油の輸出ができなくなるとの予測も出ています。

こうした状況に備え、同国では将来国民がエネルギーに困ることがないように、2030年までに16基の原子力発電所を作る計画です。現在、国を挙げて原子力に関する知識の蓄積にも励んでおり、北海道大学が学術間交流協定を結ぶ同国のキング・アブドゥルアズィーズ大学で私も何度か講義したことがあります。

また、同じ産油国であるアラブ首長国連邦では、既に原子力発電所の建設を進めており、国内の人材育成のために、元米国原子力規制委員会(NRC)委員長のデール・クライン氏、マサチューセッツ工科大学のカジミ教授、日本からは私が参加して、原子力教育のカリキュラムの策定や教材の準備などを行っています。

このように豊富な資源を有する中東の国でさえ、将来のエネルギー確保に向けて、原子力発電導入の検討を進めています。

〈図-4〉主要国の原子力発電の開発状況



出展:奈良林先生 より

脱原発・再生可能エネルギーの先進性で 注目を集めるドイツの実情

ドイツは、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの買取制度を導入するなど、再生可能エネルギーの普及促進を積極的に進めていますが、再生可能エネルギーの総発電量に占める割合は約2割で、うち太陽光は5%弱に留まっています。

一方、太陽が照らなかったり、風が吹かないなど再生可能エネルギーが発電できない場合の電力を補うために、国内産の褐炭を使った石炭火力の稼働を増やさざるを得ず、電力の半分近くが石炭火力となってCO₂の発生が増えています。また、原子力発電も9基がまだ稼働しており、総発電量の15%をしっかりと賅っています。〈図-5〉

ドイツの電気代は、再生可能エネルギーの買取制度の導入などにより、ここ10年で2倍に跳ね上がっており、2014年8月には、法律が見直され買取制度が縮小されることになりました。ドイツでは産業用の電気代は家庭用に比べて電気代を安く設定していますが、それでも他国と比べて高いため、ドイツ企業の中には、国際競争力を維持しようと、電気代の安い隣国のチェコの国境沿いに工場を移転する企業も多く出てきました。チェコではドイツからの企業の移転に伴う電力不足を補うために石炭火力発電所を増設したことから、国境を越えてCO₂や排煙などがドイツ国内に流れ込む状況となっています。〈図-6〉

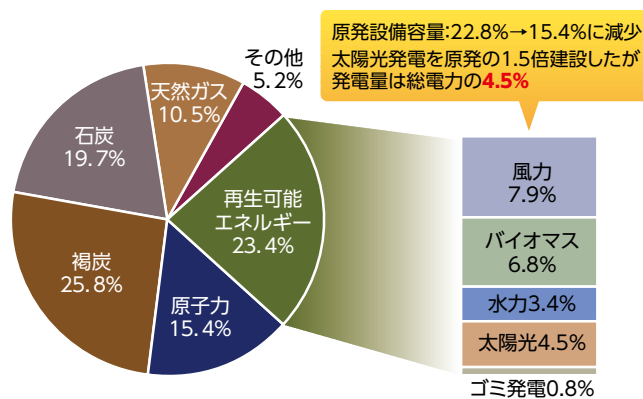
このように、再生可能エネルギー（グリーンエネルギー）を進めるほど二酸化炭素が増え、他国で大気汚染が引き起こされるなどこの状況は“グリーンパラドックス”とも呼ばれています。

これまで、ドイツは世界をリードする形で、再生可能エネル



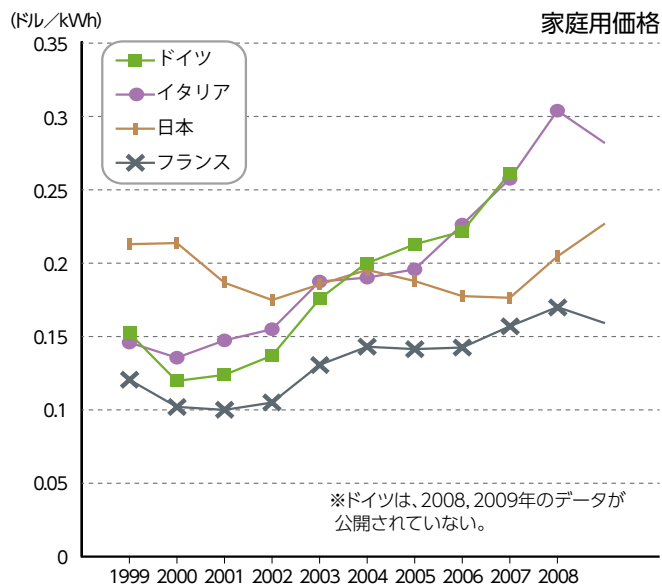
ギーの普及を進めてきましたが、電気料金の高騰など様々な課題を抱えているのが現状です。また、ドイツは2022年までに原子力発電を全廃する計画をもっていますが、この政策は見直さざるを得ない状況に追い込まれてきました。ドイツにおけるこの脱原発政策の失敗を、今後の我が国のエネルギー政策の舵取りにも反映する必要があると思います。

〈図-5〉ドイツの電源別電力構成(2013年)



出展:BDEW, AG Energiebilanzen Stand:12/2013

〈図-6〉電気料金の国際比較



出展:OECD/IEA,ENERGY PRICES & TAXES 1Q/2010

原子力発電で発生する高レベル放射性廃棄物の処分場の決定は国民の合意形成が第一

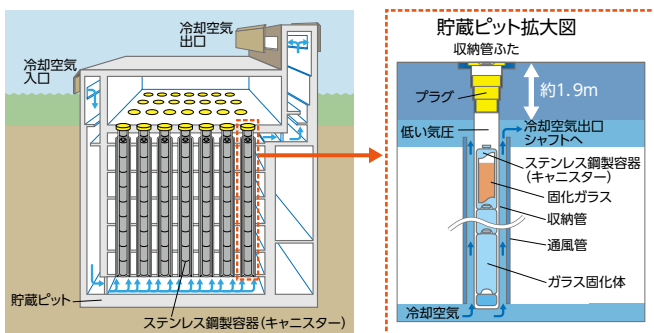
原子力発電の大きな課題の一つとしてあるのが、高レベル放射性廃棄物の最終処分の問題です。

日本では、原子力発電で使用された使用済燃料は、再処理を行い、リサイクルできるウランやプルトニウムを取り出しています。この再処理過程で残った物質を高レベル放射性廃棄物といい、同廃棄物は、ガラスに溶解させてステンレス容器に流し込んで固めています。これをガラス固化体と呼びますが、現在、このガラス固化体は青森県六ヶ所村の施設に冷却するため一時保管されています。〈図-7〉

高レベル放射性廃棄物は、最終的には地下へ埋設処分する計画ですが、埋設処分場をどこにするかという問題があります。

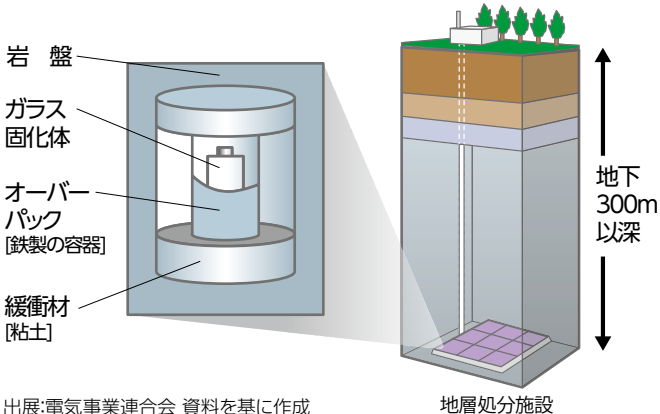
しかし、六ヶ所の例にもあるとおり高レベル放射性廃棄物は、陸上で40年以上に渡って安定的に一時保管することもできますので、最終処分については慌てる必要はないと私は思います。先行するフィンランドなどの施設の稼働状況や実績をよく見て冷静な議論を繰り返し、時間をかけて国民の合意形成を図っていく必要があると思います。

〈図-7〉高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)の貯蔵概念図



出展:電気事業連合会 資料を基に作成

〈図-8〉高レベル放射性廃棄物最終処分概念図



出展:電気事業連合会 資料を基に作成



日本にあったエネルギーベストミックスの実現

国民一人ひとりが、エネルギー問題を考えるにあたっては、正しい情報をみんなで共有することが重要です。

原子力発電については、福島第一の事故原因や、その後の安全対策などについて、国が国民に向かって正確な情報を伝える必要があります。また、我が国の今後の原子力発電のあり方について、国として明確な方向性を示すことも必要です。

近年、原子力に代わるエネルギーとして、太陽光発電など再生可能エネルギーに注目が集まっていますが、電気代の高騰やグリーンパドックスを経験したドイツの実態を、我々国民が正しく知っておかなければなりません。

電気は、一般家庭の照明や空調から交通、産業に至るまで利用されており、空気や水と同じように、すべての人が必要としています。電気代の値上がりは、収入が少ない生活弱者に最も負担をかけてしまうことも忘れてはなりません。

また、国のエネルギー政策を考える上で最も重要なことは、その国の置かれた立場を理解することです。ドイツは石炭という豊富な国内資源を持っています。更には、ガスパイプラインや送電線網が他国と繋がっており、ガスや電力も容易に輸入できる環境にあります。資源もなく、島国である日本とは、大きく違います。

私は、エネルギーの安全保障上の観点などからも、日本は一定量の原子力発電を確保しておく必要があると思っています。3.11の教訓を生かし、不断の努力で常に安全性を高める強い意識が原子力発電の稼働・運営に必要です。

「文化」は英語でカルチャーと言いますが、カルチャーには「耕す」という意味があります。額に汗して日本の将来のために原子力発電の安全性を高め、エネルギーを供給し続けることが、「原子力の安全文化」です。

原子力発電の安全を確保し、高効率の火力発電や水力、バイオマスなども活用する日本にあったエネルギーベストミックスの再構築が必要であると私は考えています。