談話室

負荷追従：再生可能エネルギーとの共存で 原子力に要求される課題—高速炉への期待

東京工業大学 関本 博

State Scientific Centre of Russian Federation Georgy I. Toshinsky

電力需要は1日の時刻や1年の季節によって大きく変動する。しかしその需要量は過去のデータを用いれば数%の精度で予測できるとされている。火力、水力、原子力の3つでこの需要をまかなっていたときは、火力と貯水池型水力のみでこれらの変化に容易に追従できた。

かつて、電力系統に占める原子力の割合が増加し続けていたころ、いつまでも原子力が基底負荷運転を続けることは不可能と考えられ、負荷追従運転が精力的に研究された時期があった。しかしその後、日本など多くの国では、電力コストに占める資本費の割合の高い原子力では稼働率を高めたほうが経済的に有利と考えられたこともあり、全電源に占める原子力の割合を押さえて、基底負荷運転を続けている。

これに対しフランスではPWRの優位性を確信してシェアを拡大した。このため、灰色制御棒の導入といった工夫をしたりして、先に述べた1日や1年の予測可能な需要の変化に対して、原子炉で追従運転をしている。

しかし、これから問題になると考えられるのはまったく新しい負荷追従運転である。

炭酸ガスのゼロエミッションを目指すというのが世界のコンセンサスになってきている。即ち火力を無くそうというわけである。無くなった分を原子力で補うというのなら、水力と原子力による負荷追従はそれほど難しくはない。しかし、火力を再生可能エネルギーで置き換えるというのが、世界のコンセンサスとなってきている。再生可能エネルギーとして有望なのは風力と太陽光である。これらの再生可能エネルギーと水力だけでは全ての時間にわたって電力を供給することはできない。電力貯蔵にも限界がある。炭酸ガスのゼロエミッションを目指すのであれば、原子炉を増やして、これで負荷追従することになるであろう。この場合、負荷変動は気象に左右されるため、今までと比べかなり激しいものとなり、かつ予測が困難なものになる。このような場合でも現在の原子炉で負荷追従運転は可能であろうか。

現在運転されている軽水炉による負荷追従運転では、キセノンの毒作用が大きな問題になると考えられる。

Xe-135とI-135の炉心蓄積量を常時正確に把握しておかねばならない。例えそれができたとしても、天気や風向きがよくなり原子炉出力を速やかに下げる必要が生じた場合、安易に下げれば、Xe-135が蓄積してしばらく原子炉を再起動できなくなる可能性がある。その間に出力を上げる必要が生じた場合、対応できないことになる。他にも色々問題となる場合が考えられる。

高速炉を用いれば、キセノンの毒作用はなくなり、このような事態は避けられる。参考までに原子力潜水艦における原子炉の負荷追従特性について記しておく。

現在就航している原子力潜水艦は核兵器を搭載して海中に潜んでいる。場所を特定されないことが重要であり、あまり移動する必要はないといわれている。このような場合、原子炉の負荷追従は重要な問題ではなく、軽水炉で十分である。しかし、潜水艦の中には攻撃型といわれるものがあり、この場合、迅速な負荷追従が不可欠となる。このような型の原子炉としてよく知られているのが、旧ソ連で開発された鉛ビスマス冷却ペリリウム減速の小型原子炉である。この炉は中速中性子炉で、熱中性子成分は軽水炉に比べて少なく、キセノンの毒作用も小さい。また内圧が低く炉容器壁が薄肉であるため、出力変更をすばやくできる。この負荷追従特性の良さは極めて優秀な攻撃型原子力潜水艦を実現させ、その性能はギネスブックに記載されるとともに、アメリカの潜水艦から恐れられた。

これらの経験は、負荷追従運転が可能な原子炉として、ロシアの鉛ビスマス冷却モジュラー高速炉SVBR計画に活かされている。日本においても東工大で鉛ビスマス冷却小型高速炉の設計研究が進んでいる。

失敗の後には、性能を押さえてでも、成功確率が高い目標に変えた方がよい。日本の高速炉計画においては、まずは負荷追従の容易な固有安全高速炉に取り組み、再生可能エネルギーとの両立性を確かめながら、増殖や核種変換を行う原子炉の開発をしていくのがひとつの容易で着実な道筋と考えられる。

(2017年1月1日記)