

追原 跡子 力

小型モジュール炉は世界的潮流

世界では脱炭素に向けて小型モジュール炉(SMR)という原子炉が注目されています。SMRとはどういった原子炉なのでしょうか。なぜ注目されているのでしょうか。

昨年二月、カナダの電力会社に技術パートナーとして選ばれ、またポーランドではSMRの導入支援を行なっているGE日立・ニュークリアエナジー(GEH)のアライアンスパートナーである日立GEニュークリア・エナジー(日立GE)に、お話を伺いました。(編集部)

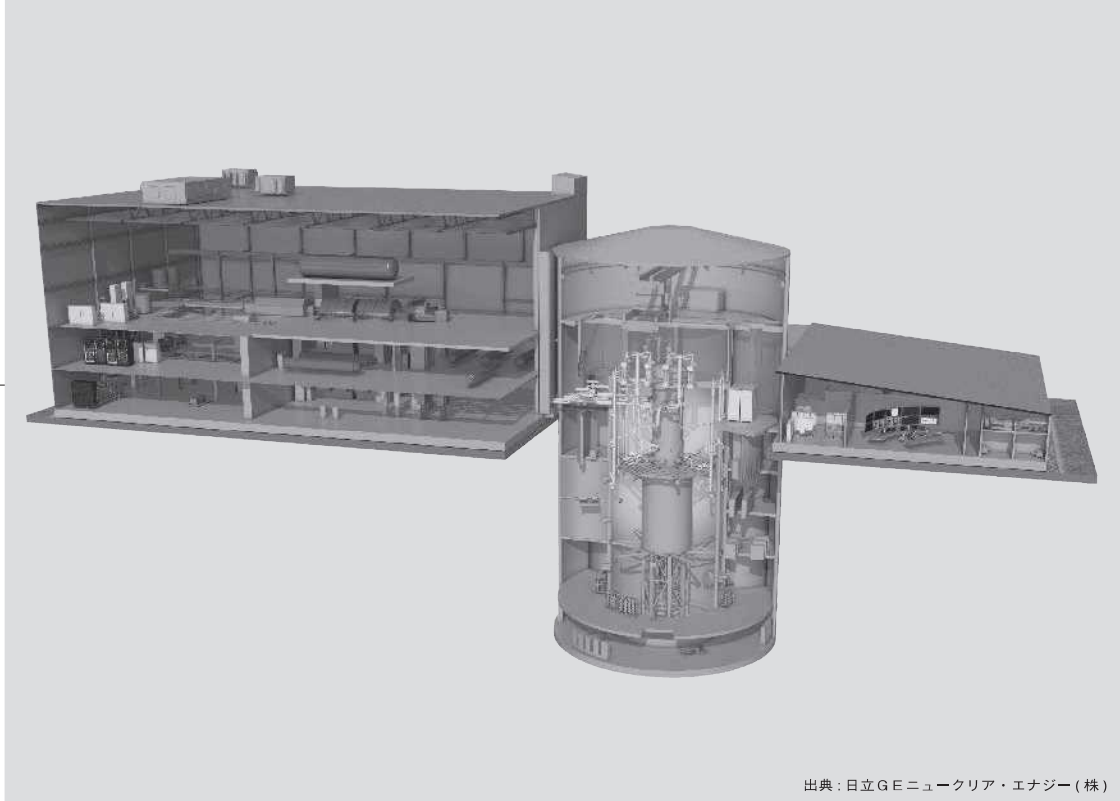
SMRは安全性や使いやすさを高めた

気候変動問題の解決に向けて世界各国が脱炭素に取り組む中、原子力も有力な選択肢として注目されています。原子力発電は、発電時に二酸化炭素を排出しないからです。エネルギー分野では、脱炭素に向けてイノベーションを起こすべく技術開発が行なわれています。原子力も例外ではなく、安全性や使いやすさを高めたSMRが注目を集めています。

BWRX-300とはどのような炉か

二〇二二年二月に、GE日立・ニュークリアエナジー(GEH)はカナダ・オンタリオ・パワー・ジェネレーション社(OPG)より、ダーリントン新原子力発電所プロジェクトの技術パートナーに選ばれました。GEHはOPGと協力して、SMRの一つである「BWRX-300」をダーリントンに建設し、早ければ二〇二八年に完成する予定です。

■ BWRX-300 イメージ図



出典：日立GEニュークリア・エナジー(株)

さらに、ポーランドにおいても、BWXTCナダ社、シンソス・グリーンエナジー社と協力してSMRの導入を支援することも発表されました。他にチエコやエストニアなども導入についての検討を進めており、SMRに関心のある国は、増加しているようです。

では、「BWRX-300」とは、どのような原子炉なのでしょうか。

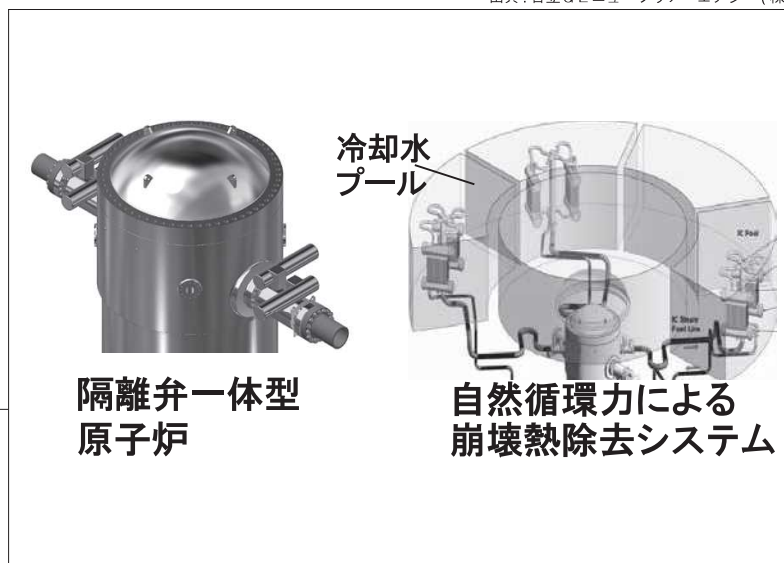
BWRX-300は、現在、日本にある二種類の商業用原子炉のうち、沸騰水型原子炉(BWR)を基準にしてつくられました。BWRを小型化し、三〇万キロワットの小型炉にしたのです。日本で稼働している多くの原子炉は一〇〇〜一三〇万キロワットの大型炉なので、およそ四分の一程度の規模ということになります。

SMRには四つの特徴が

SMRには、大きく四つの特徴があります。

一つ目は安全性です。従来の原子炉

出典：日立GEニュークリア・エナジー(株)



隔離弁一体型原子炉

自然循環力による崩壊熱除去システム

は、炉を冷やす水をポンプで送り込んで循環させていましたが、BWRX-300では、ポンプを使用せず、水を自然循環させて冷却します。自然循環にすることで、ポンプの電源が喪失した場合や、人による操作が行なわれなくとも、冷却を続ける

ことができます。

さらに、BWRX-300は隔離弁一体型原子炉にもなっています。BWRは炉内で発生した蒸気を直接タービンに送っていますが、その配管が破断してしまった場合、そこから冷却水が漏れて、空焚き状態になってしまいます。そうした事故を防ぐのが隔離弁です。隔離弁は、大型炉にもある弁で、蒸気移送のための配管に設置することで、事故時に蒸気を遮断して、原子炉を隔離する役割があります。BWRX-300はその隔離弁を压力容器に直付けすることで、冷却水喪失事故を抑制します。

二つ目は短期間に建設できることです。BWRX-300などの小型モジュール炉は小さいので、工場でのパーツを造り、現地で組み上げるという建設方法が可能になります。こうしたモジュール工法は、大型炉でも一定の割合で利用されており、これまでのノウハウを応用しています。三つ目は経済性です。従来の原子力発電所は規模を大きくすることで、出力を高め、コストを削減していましたが、SMRは小型化したことで、大型の炉に比べて出力が低下し、発電コストが高くなってしまふ、という課題があります。

BWRX-300も例外ではなく、こうした大型化による恩恵を受けられなくなってしまう。しかし、一つ目の特徴で挙げたように、BWRX-300は緊急時にも自然に冷却されるので、非常用の冷却設備が不要になります。また、小型化により建屋の縮小や、革新的な安全システムによる単純化などで、施設の物量的大幅低減を図り、小型化によるデメリットを克服することを目指しています。

四つ目は柔軟性です。その特徴は、

出典：日立GEニュークリア・エナジー（株）



● ABWRでのモジュール工法事例

運転と立地という面が挙げられます。太陽光や風力といった再生可能エネルギーは、今後もさらに導入拡大が見込まれていますが、自然条件によって出力が変動するという課題があります。

ます。つまり、天候によっては電力の供給が安定しないということです。BWRX-300は、出力調整が可能であるため、このような再生可能エネルギーの変動を、補うこともできます。

そして、米国では立地の面で柔軟性も期待されています。BWRX-300は小型炉なので、炉の中にある放射性物質は少なく、仮に事故が起きたとしても、周辺への被ばく量を低減させることができます。こうした事故による影響を考慮し、防災対策区域を発電所の敷地境界まで緩和できないかということが米国で検討されています。防災や避難が不要になる・緩和されることで周辺住民の方の負担を軽減します。

BWRX-300は既存の技術を多く利用

BWRX-300は、既存のBWRの技術を非常に多く使っています。特に燃料については大きな利点があります。世界的に見て、SMRの炉はほとんどが新しいタイプの燃料を用意する必要があります。

しかし、BWRX-300の場合には、現在アメリカや日本で使用されている燃料をそのまま使用できるように設計されているのです。燃料を含めて、BWRで培われ実証されている技術が多く使われているので、早期の開発が期待できます。

SMRは初期投資を低く抑えられる

SMRは、海外で研究が盛んに行なわれるようになりました。その理由の一つに、海外の場合は経済性が非常に重視されるという点があります。原子力発電は、最初に大きな初期投資をして、四〇年ほどの運転期間で回収するというビジネスモデルです。

しかし、福島第一原子力発電所の事故以降、安全設備の追加などによって

建設費が増大し、原子力ビジネスは競争力が低下しました。そこで、原子炉のサイズを小さくすることで、初期投資を低く抑え、回収期間を短くするとともに、他電源に対する競争力を高めるといった機運が高まりました。

日本でも同じような流れがあります。小型炉のメリットにも目を向けて、技術開発を注視することが、重要です。

一方、現在の日本の規制は、大型炉を前提として策定されているので、海外と同じように早期に導入することはまだ難しいようです。例えば、炉の小型化を達成し、単純化により設備のコストを下げられたとしても、大型炉と同様の規制によって、小型炉では、あまり必要ではない設備を付ける必要が生じることも考えられます。

BWRX-300のカナダでの建設計画は、二〇二八年が目標として示されています。SMRについては、まず海外で運転実績を積むことが、日本での本格導入に向けた一歩となるでしょう。