

多目的エネルギーを供給する小型高速炉

どこにでも設置でき、定期的な燃料輸送が不要な、安全性が高い原子炉

世界には、送電線のネットワークが整備されていない地域が多くあります。そのような地域では、需要に見合うだけの電気を生産し消費する、いわゆる分散電源を利用しています。また、このような地域の多くは遠隔地にあるので燃料を輸送するコストも高く、結果として非常に高い発電単価となっています。

東芝は、電気や、水、高温蒸気、水素など多目的な生産物を需要に合わせて提供できる小型の高速炉をこのような地域のエネルギー源として最適と考えています。このため、どこにでも設置でき、定期的な燃料輸送が不要で、運転容易な、しかも運転員による操作が不要で安全性が高い原子炉技術を開発してきました。

海水の淡水化

21世紀は“水”の世紀とも言われます。わが国で暮らしていると水は無限にあるように感じられますが、地球上の水で人が生活に使える水は0.8%しかありません。2025年には世界の人口の40%が深刻な水不足に直面すると予測されています。一方で、地球の全水量の96.5%は海が占めています。このため海水から淡水を造ることが重要になります。

東芝は、原子力発電の電気を使って海水をポンプで昇圧し、逆浸透膜を通して淡水を生産する原子力海水脱塩プラントの開発を、(財)電力中央研究所とともに1990年から続けてきました(図1)。

北アフリカや中近東にはこれらのニーズがあります。求められている原子炉の出力は最大で50 MWeですが、それによる造水量は1日当たり16万トンにも達します。原子炉には容易な運転性と高い安全性が求められています。

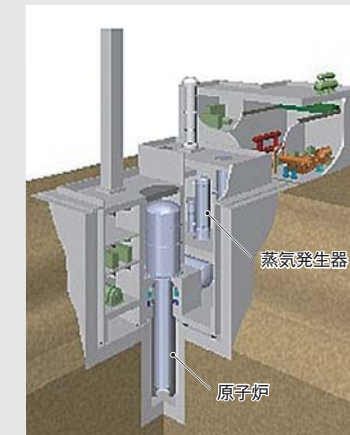
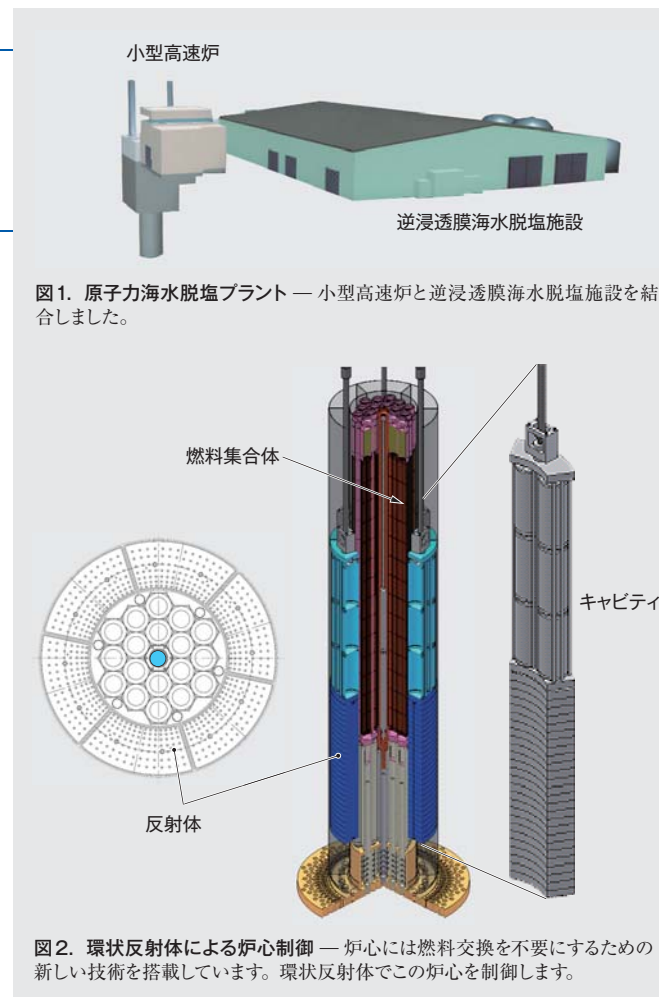
遠隔地での電源

2004年に当社は、アラスカ州のある都市から招へいを受けました。その都市は遠隔地にあり、利用しているディーゼル発電機の燃料やガソリンを春夏は川で、秋冬は空から運びます。そのため燃料輸送費が高く、住民は35円/kWhの高い発電コストの負担を余儀なくされていました。また、ディーゼル発電機の排ガスによる環境汚染を心配していました。アラスカにはこうし

た都市が100か所以上あります。

要請された原子炉の仕様は、燃料を輸送する必要がないこと、また原子炉の出力は10 MWeです。アラスカの鉱山会社にも同様なニーズがありました。出力は50 MWeで、燃料を交換することなく長期間運転できるように、これまでにない新しい技術が必要としました。

このため、高速中性子により天然ウラン又は劣化ウランを核分裂性物質に転換する技術、炉心の燃焼部位を順次移動させる技術、燃料密度の高い金属燃料技術、密に燃料を配置する技術、更にこれらの要素からなる炉心全体を環状の反射体で制御する技術を開発し、実証してきました(図2)。実際に炉心を組み立て、2005年には当時の日本原子力研究所の高速中性子臨界試



と、10 MWeの電気と500℃の蒸気で3,000 m³/hの水素を発生させることができます。この新しい電解セルは、イットリア安定化ジルコニア(YSZ)を10 μmまで薄膜化した電解質を採用し、水素極と酸素極は、電極上でのイオン化触媒活性、電子導電性及びガス拡散性の観点から構造の工夫をしています。2007年には、実験室規模での水素製造試験に成功しました(図4)。

今後の展望

多目的なエネルギーを需要に合わせて提供できるように開発を進めた小型原子炉ですが、実際に建設する段階にきました。建設のためには許認可の取得が必要で、今後、間近にニーズのある国に対して取得を進めます。

験装置で臨界を達成しました。

これらの実績を踏まえて当社は、原子炉の米国許認可を取得するため、2007年から米国原子力規制委員会の事前審査を受けています(図3)。

オイルサンド抽出

カナダのアルバータ州には、非在来型石油と呼ばれるオイルサンドが大量に埋蔵されています。オイルサンドを抽出するには、オイルサンドを含む鉱床を長時間加熱するための高温の水蒸気が必要です。現在、この水蒸気を得るために大量の天然ガスが消費され、排出される二酸化炭素(CO₂)がカナダの環境改善の重荷になっています。2008年、アルバータ州の石油組合が環境保全を目的として、原子炉による高温蒸気を

利用するための研究に着手しました。

当社に要請された原子炉の仕様は、熱出力140 MWtで、蒸気温度310℃以上を供給できる2基です。140 MWtは電気出力に換算するとほぼ50 MWeに相当します。この蒸気温度を得るためには、液体金属冷却炉又はガス冷却炉の利用が適しています。

水素製造

水素社会の必要性がうたわれて久しくなりますが、CO₂を排出することなく効率的に水素を製造できる方法が今なお求められています。製造方法の一つは水の電気分解ですが、高温の水蒸気を利用できれば、電気分解の効率が改善されます。

当社的高温水蒸気電解セルを使う

飯田 式彦

電力システム社
原子力事業部技監