マイクロ・リアクターの普及可能性と開発課題

Potential and Challenges for the Deployment of Micro-Reactors

* 田中 隆則

原子力環境整備促進・資金管理センター

SMR (Small Modular Reactor) は、脱炭素社会のニーズ、再生可能エネルギーの大量導入時代の分散型電力システムへの対応、より高い安全性 (より低い放射性物質拡散リスク) を求める社会的要
求との親和性、などの観点から、国際的に関心が高まっており、様々な開発計画が進められている。
SMR のうち、特に出力の小さい原子炉 (Micro-Reactors) については、可搬型としての利用も構想
されるなど、幅広い利用形態が考えられる。今後の原子力利用において、マイクロ・リアクターの果
たす役割と普及可能性を展望すると共に、その実現のための課題を考察する。

キーワード: 小型モジュール炉 (Small modular reactor), マイクロ・リアクター (Micro-Reactors),
炉型戦略 (Strategy of Reactor Design)

1. マイクロ・リアクターへの期待

マイクロ・リアクターは、出力が 10 MWe 程度以下の極めて小出力の原子炉であり、需要が小規模な閉鎖
系での利用が想定されている。カナダなどでは、遠隔地における長期に亘り燃料の取替え不要な独立電源
としての活用が期待されている。また、災害時など必要な際に、被災地の限られた需要に適用した電源と
しての利用も考えられており、運搬可能なシステム作りが必要となる。特に、出力が小規模なものは、宇
宙開発や深海開発などの極限環境での利用が構想されている。

2. マイクロ・リアクターの開発動向

原子力の初期の利用は、米国で潜水艦の推進力を得る動力炉として始まった。日本においては、原子力
船むつに出力 36 MWt の PWR が搭載された。それは、電気出力としてはマイクロ・リアクターに近いものの、
現在、開発努力が進められているマイクロ・リアクターは、いずれも長期に亘る燃料交換を不要とする非
軽水炉タイプで運搬可能なモジュラー型の革新炉である。

米国では、DOE の国立研究所が開発に取り組んでいる他、多くの民間企業が開発を進めており、そのよう
な実態を踏まえ、NEI がマイクロ・リアクターの開発ロードマップを作成している。カナダにおいては、高温
ガス炉のマイクロ・リアクターを国立研究所のサイト内に建設・運転する具体的な計画も進められている。

3. 技術的特性

マイクロ・リアクターは、まず、完全な工場でのモジュラー生産となる。3D プリンターによる革新的製
造技術の採用も構想されている。それがコンテナに納められ、需要地まで運ばれ簡単に設置・利用され
る。安全性を高めるため、炉心の熱をヒートパイプで取り出し、ポンプ類を不要にするなどの新しいアイ
デアも採用されている。燃料取替えを殆ど不要とするため燃料にも HA-LEU の採用などが考えられている。

4. 開発・利用上の課題

マイクロ・リアクターは、その利用の形が、これまでの大型炉を大きく異なるため、安全性や、緊急時
対策や核物質防護など、従来の考え方をそのまま適用できないケースが出てくると考えられる。また、マ
イクロ・リアクターに特有の技術や核燃料の採用に伴う問題も考えられる。このような課題について、分
析すると共に、安全規制のあり方についても検討する。

Takanori Tanaka

Radioactive Waste Management Funding and Research Center