

## 6-2 廃棄物問題の解決及び安全性・持続性・経済性の両立を目指して —高温ガス炉を用いた原子力システムの開発—

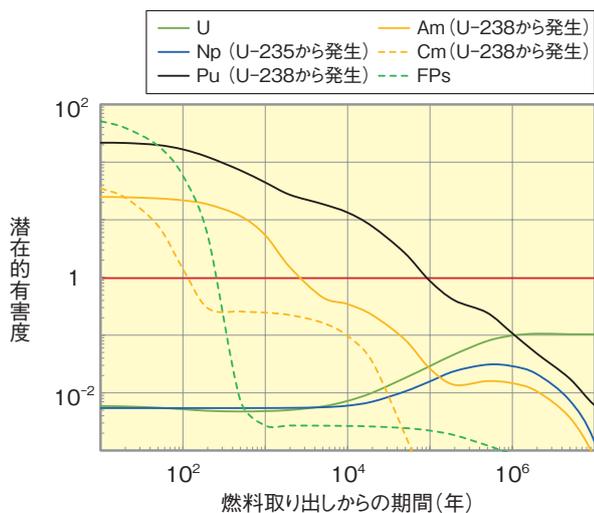


図 6-4 軽水炉使用済燃料の潜在的有害度

天然 U レベル（—線）まで潜在的有害度が低減する期間は Pu が最も長く、10 万年程度で、次いで Am が長く 3000 年程度です。Np 及び核分裂生成物 (FP) よりも冷却期間が短くて済む Cm は問題になりません。再処理を行う場合は、Pu は回収されるため除外されます。

原子炉から取り出された使用済燃料は再処理され、高レベル放射性廃棄物は地層深く処理されます。その公衆被ばくは自然の被ばくレベルより十分に低い値に抑えられます。一方で、日本学術会議が高レベル放射性廃棄物の放射性毒性を総量管理すべきとの新たな基準を示しました。そして、核変換技術の研究が推奨されました。

私たちは、優れた固有の安全性を有し、電気及び高温の熱を供給できる高温ガス炉で、核変換自体が不要な、放射性毒性の発生自体を抑える研究を行いました。

放射性毒性は潜在的有害度で表されます。この概念自体が総量管理の考え方に則ったものです。潜在的有害度が天然ウラン (U) レベルまで減衰するまで、放射性廃棄物は管理されるべきです。

図 6-4 に軽水炉使用済燃料の潜在的有害度を示します。特に、プルトニウム (Pu) とアメリシウム (Am) の有害度が問題です。これらは U-238 から発生します。核分裂する U-235 だけの燃料を作れば、有害度発生が抑えられます。そこで、現実的に製造できる 93% 濃縮の高濃縮 U の利用を提案しました。また、イットリウム・安定化・ジルコニア (YSZ) と呼ばれる化学的に安定な物質で固化し、さらに、被覆粒子燃料に加工すること

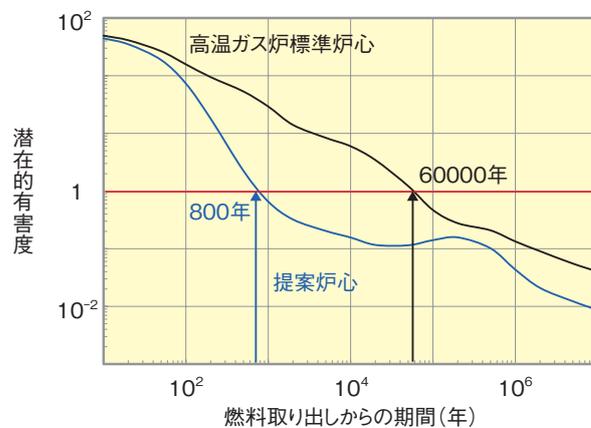


図 6-5 高温ガス炉標準炉心と提案炉心の使用済燃料の潜在的有害度 (全核種)

高温ガス炉標準炉心では、潜在的有害度が天然 U レベルまで低減するには 6 万年程度必要ですが、提案炉心では U-238 が少ないため、800 年程度に低減します。レーザー濃縮技術が発展した場合は、さらに、濃縮度を上げることができるため 500 年程度となります。

などで、核拡散に対する抵抗性を極めて高くしました。

結果を図 6-5 に示します。高温ガス炉標準炉心と提案した高濃縮 U・YSZ 固化被覆粒子燃料炉心(提案炉心)の使用済燃料の潜在的有害度です。天然 U レベルまで減衰する期間が 800 年程度に激減しており、十分に管理が可能であると考えます。

また、被覆粒子燃料は地下水に対し 100 万年程度の耐久性を示し、YSZ の浸出率はガラス固化体の 100 分の 1 との報告があり、直接処分に向けた燃料です。また、提案炉心は革新技术を必要としません。さらに、経済性に関しても検討した結果、発電原価の増加は 5% に収まることが分かりました。

次に、このシステムの持続性について検討しました。U は海水中にほぼ無尽蔵に存在し、その存在量は 7000 万年分の発電量に匹敵します。その一方で、回収費用は U の市場価格の 2 倍程度になると評価されています。しかし、海水 U 利用による発電原価に対する増加は 6% と低い値です。高温ガス炉は直接ガスタービン発電システムの効率の高さと簡素さにより高い経済性が得られます。本提案と海水 U の利用の両者のコスト増を合わせても、軽水炉より安価な発電原価が得られます。

### ●参考文献

- 深谷裕司ほか, 高温ガス炉を用いた使用済み燃料の放射性潜在的有害度の低減に関する研究, 日本原子力学会和文論文誌, vol.14, no.3, 2015, p.189-201.
- Fukaya, Y. et al., Sustainability and Economy of Energy Supply with HTGR Fueled by Uranium from Seawater, Proceedings of 2014 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants (ICAPP 2014), Charlotte, North Carolina, USA, 2014, paper 14299, 7p., in CD-ROM.