

新しい核燃料サイクルの提案
Proposal of a new nuclear fuel cycle
FBR 高等研究所 *高橋忠男

旧来資源の枯渇により近未来におけるエネルギー供給危機が予測されることから、これに対応することを目的として最近の知見と社会情勢を考慮した検討をおこない、これらの観点から新しい核燃料サイクルの提案を行う。

キーワード：核燃料サイクル、エネルギー計画、資源、高速炉、プラント設計

1. エネルギー長期需給計画と高速炉の位置づけ

表 1 高速炉の現在と促進・向上の目標

まず、石炭、石油、天然ガスなどの
旧来資源や水力、風力、太陽光など

計画値	電気 利用率	発電 効率	発電規模 kWe/基	建設期間 年	寿命 年	発電所 建設費 万円/kWe	運転維持費 +燃料費 円/kWh	炭酸ガス 発生量 gCO ₂ /kWh
現在の技術開発目標	1.00	0.40	1.50E+06	1.00E+01	4.00E+01	2.50E+01	3.55E+00	2.00E+01
向上による技術開発目標値	1.00	0.40	1.50E+06	6.00E+00	4.00E+01	2.00E+01	2.13E+00	2.00E+01

の自然資源、プルトニウム(高速炉)、重水素等(核融合炉)などの
の開発資源などを対象として、供給機能に注目したエネルギー
長期需給計画を検討した。資源量が無限あるいは大量、新資源
生産が可能な資源として、太陽光、プルトニウム、重水素等
を取り入れたエネルギー供給計画を考察した結果として、供給不
足を解決するためには、高速炉の位置づけ明確にして、プルト
ニウム利用の実用化時期の更なる促進と表 1 に示すような開発
技術目標の向上が不可欠との観点から、これらを取り入れたエネ
ルギー需給計画は図 1 の実線のようになり、当面 2040 年頃までの
バランスを図り、その後の不足分を少なくすることができた。

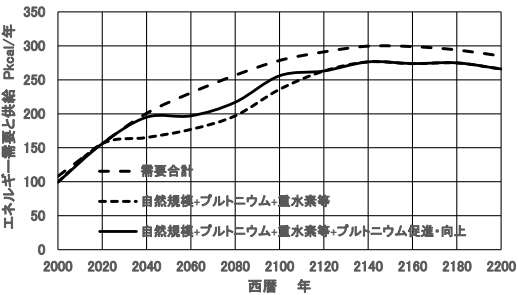


図 1 長期エネルギー需給計画

2. 高速炉のプラント設計 ここで高速炉は、社会情勢の変化も取
り入れて、旧来の核燃料サイクルとは異なる燃料等の採用を試みた。
社会的に不適合な物質と考えられながら蓄積量が多くなっているも
の、すなわち、すでに生産済みで蓄積されている熱中性子炉使用済燃
料からのプルトニウム、大量の民生用放出を期待したい核兵器解体プ
ルトニウム、それに、各プラントで蓄積されつつある軽水炉使用済
燃料そのものを表 2 のように使用することである。高速炉プラント設
計プログラム¹⁾に機能を追加して、これらを適用したプラントの設
計をおこなったが、その結果は、従来の高速炉の燃料を交換だけでそ
のまま適用できることがわかり、さらに、図 2 に示すように最高中性
子束の低減、増殖比の向上、燃料や被覆管の最高温度の低減など、
プラントとしてより良好な特性を持つことがわかった。

表 2 高速炉の新設計

		もんじゅ原設計	新設計
電気出力	MW	280	←
燃料被覆管外径	mm	6.5	←
炉心外径	m	1.75	←
炉心高さ	m	0.93	←
炉心内集合体数	—	217	←
取出燃料燃焼度	MWd/t	80000	←
冷却系統数	—	1	←
系統当たりHX基数	—	1	←
系統当たりSG基数	—	1	←
タービン入口蒸気温度	℃	483	←
タービン入口蒸気圧力	kg/cm ² g	127	←
MA添加	—	なし	LWR使用済燃料 に含有
燃料富化材	—	プルトニウム (蓄積)	プルトニウム (蓄積50% + 兵器解体50%)
燃料ベース素材	—	劣化ウラン	LWR使用済燃料

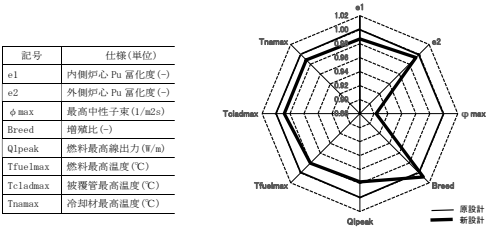
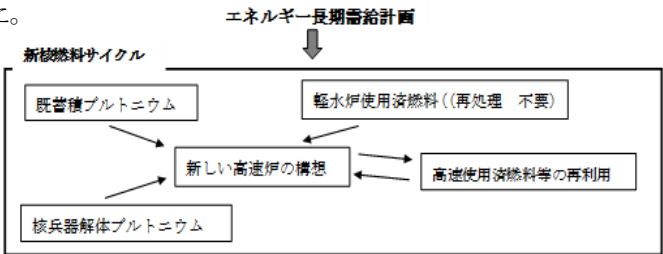


図 2 新設計プラントの特性

3. 新しい核燃料サイクルの提案

エネルギー

長期需給計画から選定された位置づけと技術目標
を持ち、社会的に不適合とされている物質の低減
を図ることができる高速炉を軸とした新しい核燃
料サイクルを提案する。この新しいサイクルの適



用により、エネルギーの需給バランスを図るとともに、
原子力の生み出した負の遺産を消滅する自浄効果を持つことが期待できる。

図 3 新しい核燃料サイクルの概念

文献 1. 笠原、高橋 “教育用 FBR プラント設計プログラム FR-Design の開発” 原学論文誌 Vol. 14, No. 3, 2015

* Tadao Takahashi

FBR Senior Research Laboratory