

第 128 回エネルギー問題に発言する会 座談会議事録

1. 日 時 : 平成 24 年 12 月 20 日 16:10~17:50 於 : 原安進
2. テーマ : 「分離変換技術の現状と展望」
3. 講 師 : 大井川宏之 (JAEA 原子力基礎工学部門 研究推進室長)
4. 座 長 : 齋藤伸三
5. 配布資料 : 「分離変換技術の現状と展望」
6. 議 事

【議事概要】

日本原子力研究開発機構 (JAEA) は、高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性核種を、その半減期や利用目的に応じて分離するとともに、長寿命核種を短寿命核種あるいは非放射性核種に変換するため、分離変換技術の研究開発に取り組んでいる。この技術の導入効果として、高レベル放射性廃棄物が持つ長期にわたる潜在的な有害度の低減と処分場の合理化の可能性が挙げられる。核変換技術の一つとして、長期にわたって潜在的な有害度を支配するマイナーアクチノイド元素を効率よく核変換することを狙い、未臨界原子炉と加速器中性子源を組み合わせた「加速器駆動システム (ADS)」を提案している。

- (1) 分離変換とマイナーアクチノイド (MA) の特性について
 - 使用済核燃料 (SF) には大別して U、Pu、FP、MA が含まれている。U、Pu はエネルギー資源として有効利用するが、FP、MA は従来高レベル放射性廃棄物 (HLW) としてガラス固化体にして地層処分することになっている。しかし、FP や MA を群分離、核変換することで HLW の潜在的有害度や発熱量を低下でき、地層処分の負荷を大幅に低減できる可能性がある。
 - MA (Np, Am, Cm) は中でも線量換算係数が大きく、これらを核変換して短寿命化できれば潜在的有害度を大きく低減できる。また、発熱性元素である Sr や Cs は分離して焼成体とし、冷却後に廃棄すれば合理的な地層処分ができる。
 - MA の大きな反応断面積は高速中性子領域にあるので、高速中性子により核分裂連鎖反応を利用するのが有利である。従来から、FBR 燃料に MA を含有させ (max5%) 核変換する方法と、軽水炉サイクルや FBR サイクルから MA を分離し、専用の ADS で核変換させる方法 (階層型サイクル) が研究されており、ここでは後者について説明する。

(2) ADSの原理とその導入効果・コストについて

- ADSは陽子加速器とPb-Bi冷却型のFBRを合体したシステムであり、Pb-Biをターゲットとしてこれに陽子をぶつけて核破砕させ、多量に生じた高速中性子により周辺に配置したMA燃料を核変換させるものである。概ね、ADS1基で軽水炉10基分のMAを核変換できる。ADSは未臨界炉として設計するので加速器を停止すれば連鎖反応は停止するため安全性は高い。六ヶ所再処理能力に対してはほぼ4基分のADSが対応する。
- 直接処分、HLWにして処分、分離変換して処分、それぞれの場合の潜在的有害度を天然ウラン9トンレベルで比較すると、直接処分の場合は約10万年相当、HLWの場合は約5000年相当に対して、分離変換の場合は約300年相当にまでに期間短縮できる効果がある。
- 上記ADS1基の建設費が約2200億円、運転維持、解体まで含めて約6000億円である。これを4基分(六ヶ所相当)とすると、約24000億円だが、ADSの売電収入、処分場の建設コスト削減効果を考慮すると約13000億円程度になる。これは、ADS4基がカバーする40基の軽水炉の発電原価に換算すると、0.12~0.13円/kWhの上昇に相当する。OECD/NEAでの別の試算では、ワンスルーの場合を1.0として比較すると、FBRとADSを組み合わせた階層型核変換システムの場合約1.1倍、ADSだけで行う核変換システムの場合は約1.2倍となる。但し、このコスト評価の幅は±50%程度と非常に粗い数値ではある。

(3) ADSの技術的課題とJ-PARCにおけるR&D構想、及び国際動向

- 核変換専用燃料(MA燃料)の製作性などを含む技術的成立性、超伝導陽子加速器の高信頼性(ビームトリップした場合の急激な熱過渡事象)、Pb-Bi関連技術、特に腐食やビーム窓の構造成立性に係る課題などがあげられる。
- Pb-Bi技術についてはJAEAにループを製作し、各種の伝熱流動実験、ビーム窓の冷却試験、温度や酸素濃度などをパラメータにした腐食試験を実施している。また、スイスのPSI(ポールシェラー研究所)とも国際共同実験を行っている。J-PARCでは高エネ研のニュートリノ実験が先行したがようやく核変換実験計画の第二期計画が見えてきた。この計画は、低出力未臨界炉心の物理実験を行う「核変換物理実験施設(TEF-P)」と大強度陽子ビームでPb-Biをターゲットとする技術開発を目的とした「ADSターゲット試験施設(TEF-T)」から成っている。
- 各国の動向については、特に、活発なのが欧州連合としてベルギーで建

設計画が進んでいる MYRRHA であり、2016 年頃着工を目指している。建設予算は概略 1000 億円で 40% をベルギーが分担し、日本にも 10% 程度の協力要請がある。仏国は FBR 核変換がメインで、ADS は欧州連合に委ねている。米国ではレーザー核融合を中性子源としたハイブリッド核変換 (LLNL) を検討中である。アジアでは最近中国が積極的な動きを見せている。

(4) 質疑応答

Q1 : 核変換技術は地層処分の代替ではないとの説明だが、それは現在の国の方針を慮ってのことか、真意は？

A1 : 慮ってのことではない。譬え核変換したとしても長寿命核種は残る。量が減るだけでのことで地層処分は必要である。

Q2 : しかし、かなりコンパクトな処分が可能になるのであろう。その場合、核変換技術が成立した時点までに既に実施してしまったガラス固化体は邪魔物になってしまう。モラトリアムを決め込まずどちらにするか国はしっかりした方針を出すべきと思う。

A2 : 残念ながら、核変換技術はその方向性を示すまでの技術に至っていない。

Q3 : 国民は核変換技術は消滅処理だと思っている。処分地の面積が減るだけでは国民は納得しないのではないか？

A3 : 有害度が直接処分数万年だったものが、数百年になることで有意な技術であるとは説明できるであろう。しかし、国民が誤解しないような肌理細かいリスクコミュニケーションは必要であろう。

C4 : FBR で核変換するレベルならまだ現実感があるのだが、ADS の核変換の話を知っていると、技術的ハードルが高すぎるような気がする。FBR が難航しているので、更に難しい道を選んだと捉えられかねない。

C5 : 高レベル放射性廃棄物の社会的受容性を求めるために、どんどん技術的に難しい問題を巻き込むようだ。

以上

文責 早野睦彦