

核廃棄物処理への挑戦が続いている

◆理化学研究所が放射性廃棄物処理につながる技術を開発した

2017年2月、理化学研究所の研究グループは、長寿命放射性核種のパラジウム-107 (^{107}Pd : 半減期650万年) に陽子や重陽子を衝突させて放射性核種を壊す反応(核破碎反応)に成功したと発表した。

原子力発電所などで生じる放射性廃棄物の処理・処分問題は、世界的な問題である。日本では、15年に開始された内閣府 総合科学技術・イノベーション会議の革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の一つとして「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」が進められており、今回の成果はその一環である。

この研究は、放射性廃棄物中のPdから放射能のある ^{107}Pd を取り出し、残りの放射能のないPd同位体を自動車用触媒などの資源として再利用することを目的としている。Pdは、原子炉の使用済み燃料1トン当たり約1kg含まれており、約150gの ^{107}Pd を取り除けば850gのPdを回収できる。しかし、除去した ^{107}Pd は、放射能を低減するために核変換させる必要がある。核破碎反応の結果、 ^{107}Pd から生成された核種は安定核種が約64%、半減期が1年以下の核種が約20%、1~30年が約9%であり、30年を超えるものが8%以下であった。

◆J-PARCでは加速器を使った核変換の研究が進められている

半減期の長い放射性核種の半減期を短くする研究は、日本では74年頃から日本原子力研究所で開始されていた。

かつては「消滅処理」と呼ばれ、原子炉による核種変換、陽子加速器による方法が研究されてきた。原子炉による超ウラン元素核種の消滅処理の可能性は理論的に確立されており、現在の技術で実現可能なために有望視されていた(表2)。

表1 主な放射性核種の半減期

核種名	元素記号	半減期
ヨウ素131	^{131}I	8日
セシウム134	^{134}Cs	2年
セシウム137	^{137}Cs	30年
ストロンチウム90	^{90}Sr	29年
プルトニウム239	^{239}Pu	24,000年
ウラン235	^{235}U	7億年
ウラン238	^{238}U	45億年
トリチウム	T	12.3年

表2 消滅処理による超ウラン元素核種の半減期の短縮

核種	半減期（年）			
	自然崩壊の時	核分裂および核変換による時		
		軽水炉	高速増殖炉	超ウラン元素専用焼炉
ネプツニウム-237	2,100,000	4	2.0	3.5
アメリシウム-241	433	0.9	1.8	2.9
アメリシウム-243	7,400	9	2.2	3.8
キュリウム-244	18	13	4.2	4.4

（原研の試算による）

資料：高度情報科学技術研究機構「原子力百科事典 ATOMICA」をもとにARC作成

しかし、高速増殖炉「もんじゅ」が停止したことを契機に、原子力機構などの加速器施設「J-PARC」で、加速器を使って陽子を核種に当てる核変換の研究が促進され、20年には専用の実験施設が稼働する。

◆三菱重工は常温核融合研究を発展させた元素変換技術を開発した

三菱重工の先進技術研究センターの研究グループは、14年4月に重水素を使って、少ないエネルギーで元素の種類を変える元素変換の基盤技術を確立したと発表していた。厚さが数十ナノメートルの極薄の金属パラジウムと酸化カルシウムの薄膜を交互に積層した多層膜に変換したい金属を付け、重水素を透過させる。百数十時間でセシウムはプラセオジウムに（元素番号が4増加）、ストロンチウムはモリブデンに（元素番号が4増加）変わることが確認された。

低いエネルギーで元素変換が起こるのは、89年に提唱された常温核融合と同じ考え方である。しかし、常温核融合は、その後ほぼ否定された。三菱重工の研究では、微量の元素が生まれたことが、大型放射光施設「Spring-8」を使って確認されて、理論的なメカニズムはわかっていないが、元素変換の可能性が示された。

◆放射性廃棄物の処理技術開発への挑戦

原子力発電は、「トイレのないマンション」と揶揄されている。しかし、発展途上国では多数の原子力発電所建設計画がある。また、現在の原子力発電所を廃炉にする場合でも、放射性廃棄物の処理技術は必須である。実用化に向けてはコストや安全性確保など大きな課題がある。しかし、ImPACTで放射性物質の変換技術に正面から立ち向かっていることは広く知られてほしいものである。【松村晴雄】