

## 【原子力ポイント】 広く利用されている放射線

### (112) 「ピラミッド透視、長半減期核種の消滅処理など」ミュー粒子の意外な使い道(その2)

今回は、ミュー粒子の意外な使い道（その2）として、「高レベル放射性廃棄物の大幅な低減に向けて多量のミュー粒子を廃棄物に照射し、安定で放射能を持たない原子核に変換する夢のような技術開発」について紹介します。

ゆりちゃん：最初に基本的なことを聞きますが、「高レベル放射性廃棄物」ってどんなものですか？

タクさん：ゆりちゃんも知っていると思いますが、原子力発電は核燃料（ウラン 235）に中性子を当てて核分裂を起こし、その時に発生するエネルギーを使ってタービンを回し、発電する仕組みです。図1を見て下さい。「核分裂生成物」が高レベル放射性廃棄物のもとです。半減期が10万年以上にも及ぶ「長寿命核分裂生成物（LLFP）」があります。図1の下側の表を見て下さい。ヨウ素129（<sup>129</sup>I）の半減期は、驚くことに1570万年にも達しています。「このようなLLFPをいかに低減するか」の方策を立てることが、大きな関心を呼んでいます。内閣府の総合科学技術・イノベーション会議は、革新的研究開発推進プログラム「**ImPACT**」の一環として2014年に、「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化プロジェクト（以下、核変換プロジェクト）」を5ヶ年計画でスタートさせました。

ゆりちゃん：「**ImPACT**」って何ですか？

タクさん：「**ImPACT**」は、挑戦的な研究開発により破壊的イノベーション（技術革新）を創出して産業や社会に大きな変革をもたらすことを目的とした「国家重点プロジェクト」です。16のプロジェクトが採択され、それぞれに1名のプロジェクト・マネージャー（以下、PM）が任命されています。核変換プロジェクトPMは藤田玲子元日本原子力学会会長です。「**LLFP**」を安定で放射能を持たない原子核に変換することはとても難しい。しかし、誰かが取り組まないと高レベル廃棄物を減らす可能性は生まれず、廃棄物の処分場が決まらないという社会的な問題は解決しない」といいます。

ゆりちゃん：「核変換プロジェクト」ってどんなことをするのですか？

タクさん：原子力発電所の使用済燃料を再処理した際に発生する高レベル放射性廃棄物は、ガラス固化し、地層深く埋めて処分することになっています。しかし、半減期の長い“**LLFP**”が含まれるため、長期保管に対する不安が払拭されていません。図2を見て下さい。「核変換プロジェクト」では、“**LLFP**”を核変換し、安定元素あるいは短寿命核種に変換する様々な技術（ミュー粒子を使った核変換が含まれる）を総合的に調査・研究し、実用的な方法の開発を目指しています。

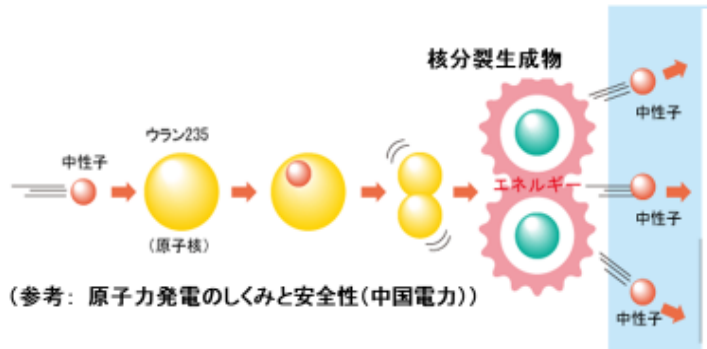
ゆりちゃん：「ミュー粒子」を使った核変換って何ですか？

タクさん：藤田PMらは2015年3月20日、「負の電荷を帯びたミュー粒子（以下「ミュー粒子」）を“**LLFP**”に照射することで、“**LLFP**”を安定で放射能を持たない原子核に変換する方法」の特許申請をしています。ここからは専門的で少し難しくなりますが、藤田PMは、「ミュー粒子は質量が重いため、衝突すると相手の原子核に極めて近い位置で止まります。そして、相手の原子番号が鉄よりも大きな場合には原子核に吸収され、原子番号が小さな原子核への変換が起きます。その後短時間で複数個の中性子を放出するとともに数日間程度でベータ崩壊（原子核の中から電子が飛び出してくる現象）が進み、最終的に全て安定で放射能を持たない原子核になります」と説明しています。素晴らしいですね。しかし、この方法を現実のものとするためには、多量のミュー粒子を生成する手法の確立が必須の条件でした。

ゆりちゃん：「多量のミュウ粒子を生成する手法」はできたのですか？

タクさん：この要求に森義治京大原子炉実験所特任教授が応えました。森教授らは、リング状の加速器に工夫を施し、加速器に送られた陽子線が「発散しないように集束する力を向上して、加速度を減ずることなく長時間回転させる方法（MERIT方式）」を開発しました。そして、このMERIT方式で加速された陽子線を加速器内に設置された薄いシート状の標的（リチウムなど）に数百回、繰り返して通過させることで、多くのミュウ粒子が効率的に生成されることを実証しました。これにより、高レベル放射性廃棄物低減への新たな道への可能性が開けたのです。さて、「ミュウ粒子による原子炉の透視」はその後、どのようになりましたでしょうか。気になりますね。次回、もう一度探ってみましょう。

(原産協会・人材育成部)



半減期10万年以上の長寿命核分裂生成物 (LLEP)	半減期	含有量 (使用済み核燃料1トン当たり)
ヨウ素-129 (129I)	1570万年	0.2kg
パラジウム-107 (107Pd)	650万年	0.3kg
セシウム-135 (135Cs)	230万年	0.5kg
ジルコニウム-93 (93Zr)	153万年	1kg
セレン-79 (79Se)	29万5000年	6g
テクネチウム-99 (99Tc)	21万1000年	1kg
スズ-126 (126Sn)	10万年	30g

(参考：RIKEN NEWS No.435 September 2017)

図1. 原子力発電所で生じる高レベル放射性廃棄物とその主な核種

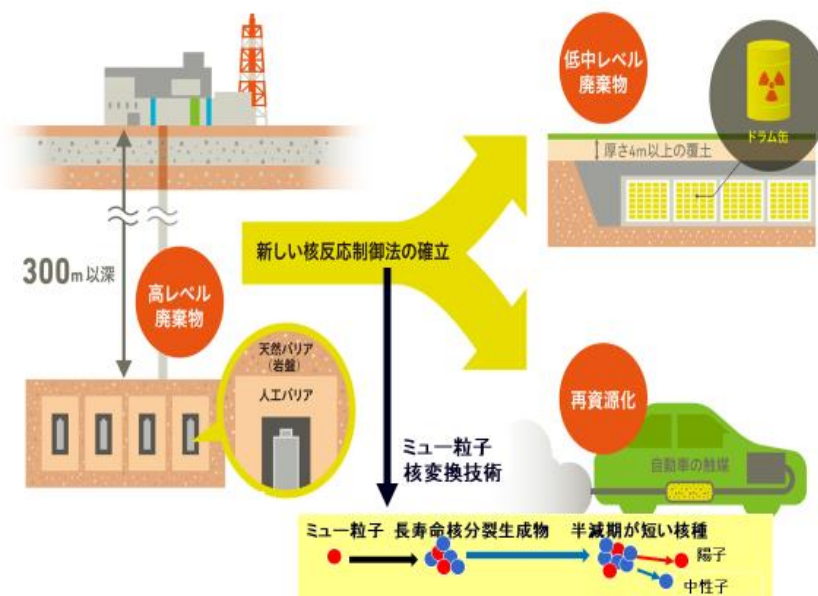


図2. 核変換による高レベル放射性廃棄物の低減化推進プログラム(IMPACT)の全体概要  
(参考：<http://www.jst.go.jp/impact/program/08.html>)