

【原子力ワンポイント】 広く利用されている放射線

(119) トリチウムって何？何が問題？(その6)

前回の本コラムでは、国内外の原子力発電所の通常運転時、「トリチウム (^3H) がどのようにして発生 (生成) し、どのように取り扱われているか (海洋への放出など)」その現状を紹介しました。今回は、21 世紀半ばの実用化が期待される未来技術の「核融合炉」において、「 ^3H がどのようにして生成し、どのように取り扱われるか」その見通しを探ってみましょう。

ゆりちゃん：「核融合」って何ですか？

タクさん：福島事故以降、「核」とか「炉」という言葉を聞くと、多くの人は「原子力発電所」を思い浮かべますね。図 1 の右上 (参考図) を見てください。原子力発電所は、ウランの原子核 (U-235) が中性子の衝突によって二つに割れる「核分裂反応」が起こると同時に発生するエネルギーを、蒸気に変換してタービンを回し、電気を起こす仕組みです。でも、原子核の反応にはもう一つ、水素などの軽い原子核が衝突して合体 (融合) することで重い原子核ができ、大量のエネルギーを生み出す反応があるのです。これが核融合です。太陽が膨大なエネルギーを放出する仕組みといえるでしょう。

ゆりちゃん：核融合炉って、地上に「太陽」を創ろうというのですか？

タクさん：その通りです。核融合反応を起こす元素 (水素) には、重さの違う 3 種類、すなわち普通の水素 (軽水素)、重水素および三重水素 (トリチウム “ ^3H ”) があります。高温・高圧の太陽では軽水素同士の融合が可能ですが、地球上で人工的に起こすことはできません。可能な核融合は、「重水素同士」または「重水素と ^3H 」の反応だけです。現在は、核融合エネルギーの実現を目指す国際共同研究 (日本・欧州連合など 7 カ国参加) に向けて、フランス (サン・ポール・レ・デュランス) で重水素と ^3H を燃料とする「国際熱核融合実験炉 ITER (イーター)」の建設が進められています。

ゆりちゃん：「国際熱核融合実験炉 ITER」ってどんなものですか？もう少し詳しく教えてください。

タクさん：図 1 をもう一度見てください。核融合反応を起こすためには、プラス帯電の ^3H 原子および重水素原子の原子核が持つ「電気的な反発力 (クーロン力)」に打ち勝つため、高速 (毎秒 1,000km 以上) で衝突させる必要があります。ITER は、1 億度以上の環境 (プラズマと呼ぶ) を創造、その周りを超伝導コイルで取り巻き、強力な磁場を作ってプラズマ (原子がバラバラになって原子核と電子が浮遊する環境) を安定して維持、これまでより長時間にわたる核融合反応を可能にしたのです。

ゆりちゃん：電気はどのようにして、核融合反応から作られるのですか？

タクさん：図 1 をもう一度見てください。プラズマの中では高速のヘリウム原子と中性子が発生します。これらがエネルギーを受け取り、移動します。ヘリウム原子はプラスの電荷を帯びていますから、超伝導コイルによってつくられた「磁力線」から逃げられずプラズマ中に留まります。そして、プラズマが冷めないうちに暖める役割を果たします。一方、中性子は電荷を帯びていませんから自由に外に飛び出し、プラズマを囲む「ブランケット」と呼ばれる構造材で減速され、熱を放出し、「ブランケットの中を流れる冷却水」を高温にします。この熱で蒸気をつくり、タービンを回して発電する (図 1 の核融合出力を意味します) ことが計画されています。

ゆりちゃん：図 1 に書いてある「トリチウム増殖」って何ですか？

タクさん：よく気がつきましたね。ブランケットの中にはリチウムと呼ばれる材料があり、プラズマから飛

んできた中性子と反応して「ヘリウムと ^3H 」に変化します。つまり、核融合炉の燃料の一つであり、地球上には少ない ^3H を「自分自身で作出す」のです。重水素もリチウムも大量にある海水中から採取できます。そして ^3H も運転しながら生成できるとなれば、核融合炉の燃料は無尽蔵といえます。このように核融合炉は魅力的な未来技術の一つであることは間違いありません。しかし、燃料の一つの ^3H は放射性物質です。ITERで必要と見込まれている ^3H の量は、本コラム（その1）で紹介した「宇宙線による ^3H の年間生成量」に近い 10^{17} ベクレル程度になります。将来、核融合炉を実現する上で、安全な燃料（ ^3H ）サイクルの構築は避けて通れない重要な検討課題であることを忘れてはなりません。次回は、青森県六ヶ所村で建設が進められている原子燃料再処理施設の現状を探ってみましょう。

（原産協会・人材育成部）

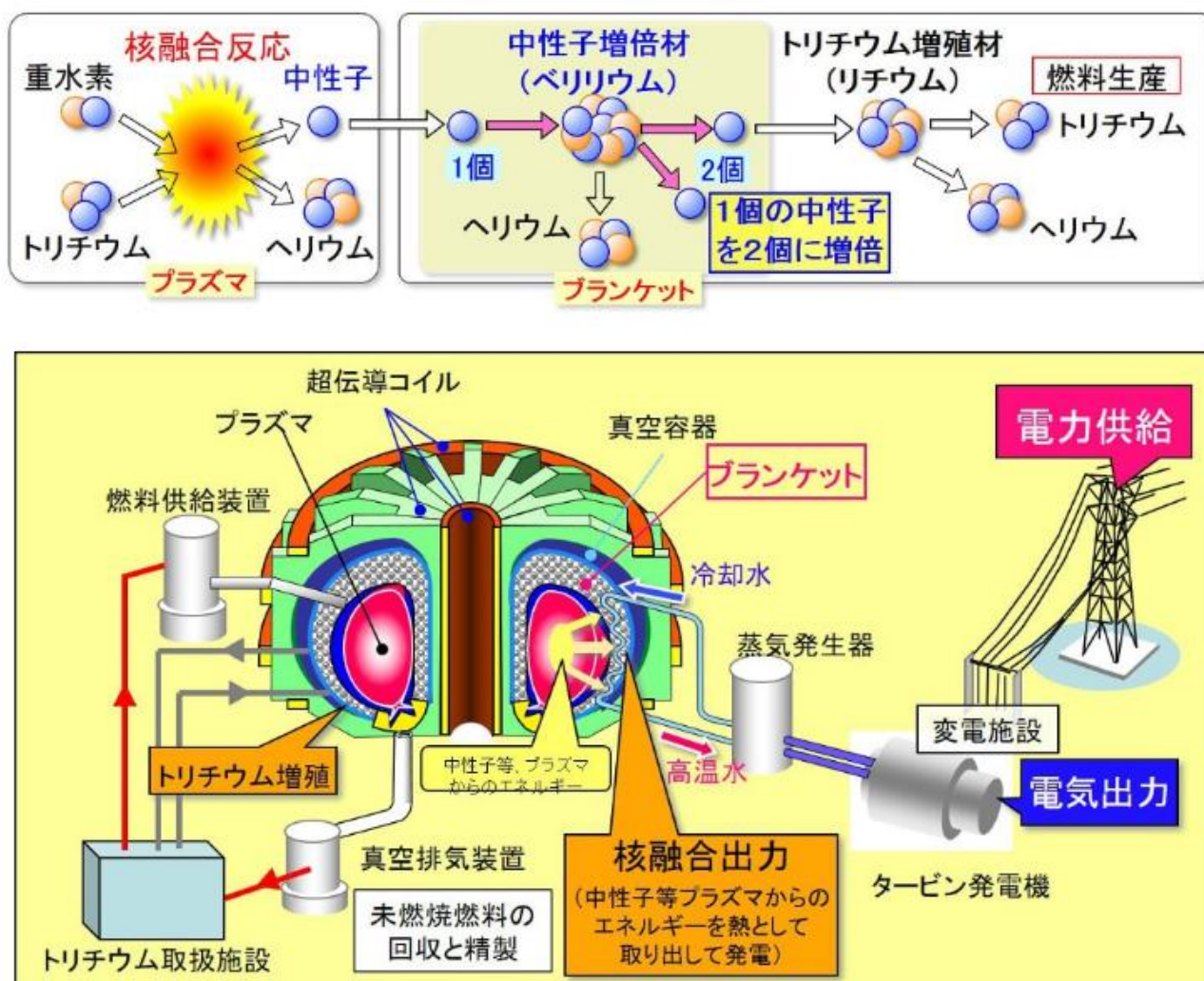


図1. 核融合の原理と核融合炉発電プラントの構成
 (六ヶ所核融合研究所ブランケット研究開発部資料より作成)