

Title	核融合研究施設の放射線防護・管理における基礎的要素に関する研究
Author(s)	吉田, 茂生
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1380
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	吉 田 茂 生		
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)		
学位記番号	第 1 8 8 9 2 号		
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当		
学位論文名	核融合研究施設の放射線防護・管理における基礎的要素に関する研究 (Studies on the Fundamental Factor of Radiation Protection and Management for Fusion Research Facilities)		
論文審査委員	(主査) 教授 高橋 亮人		
	(副査) 教授 飯田 敏行 ラジオアイソトープ総合センター教授 齋藤 直 助教授 村田 勲		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、核融合研究施設における放射線防護・管理の基本となるモニタリングについての特徴、計画立案における着眼点、手法等を検討し、基礎的要素としてまとめ上げ、今後計画される大型核融合研究施設におけるモニタリングプラン検討時の資産とすることを目的としている。核融合研究施設において作業員や公衆にとって「被ばく線量を評価する点で重要対象となる、中性子・2次ガンマ線に対する外部」被ばくモニタリングとトリチウムに対する内部被ばくモニタリングに着目し、それぞれの基礎的要素に関して実験の結果から検討を行なった。さらに、放射線防護の根元となる放射線による生物影響に関しても注目し、基礎的な実験結果からその重要性を論じたもので、5章から構成されている。

第1章では、近年の放射線防護体制の概要と核融合研究施設の放射線源としての特徴に関して述べている。

第2章では、核融合研究施設である日本原子力研究所核融合中性子源 FNS と大阪大学強力 14 MeV 中性子工学実験装置 OKTAVIAN を利用したスカイシャイン実験を行い、モンテカルロ計算による解析計算から核融合研究施設周辺における中性子・2次ガンマ線スカイシャインのメカニズム解析を行なっている。さらに原子炉施設である東京大学高速中性子源 YAYOI や近畿大学原子力研究所原子炉 UTR-KINKI での同実験との比較から、外部被ばくモニタリング対象としての核融合研究施設の特徴を明らかにしている。

第3章では、バイオアッセイサンプルを利用した測定から、尿による自由水型トリチウム (FWT) 成分と有機結合型トリチウム (OBT) 成分との排泄分布を表し、ヒトのトリチウム体内動態の特徴を明らかにしている。また、今日最も汎用的なトリチウム代謝モデルである3コンパートメントモデルをベースに、2つの OBT コンパートメント間の移行を考慮した新モデルを構築し、それらに用いるパラメータを決定し、そのモデルの適応性を実際のヒト代謝データを用いて確認している。さらに、このような代謝モデルを用いた連続的な分布管理による内部被ばくモニタリングの必要性を述べている。

第4章では、植物 (カイワレダイコン) や菌類 (出芽酵母菌) に対する放射線照射による影響を基礎的な実験結果から例示し、中性子照射による生物学的効果の特異性の存在を説いている。特に核融合反応から生成される 14 MeV 中性子に対する生物影響については放射線ホルミシス効果の可能性を示唆している。

これらを総括した第5章において、核融合研究施設における外部及び内部被ばくモニタリングや放射線照射による

生物学的影響への探求に関する基礎的要素を検討しまとめ上げている。

論文審査の結果の要旨

国際熱核融合実験炉 (ITER) の建設による DT 核融合炉の実現に向かった研究開発が大きく進展している。核融合炉では、原子炉原子力発電より問題は小さいとはいえ、高エネルギー中性子や二次ガンマ線の影響について研究し放射線防護と管理の手法を確立する必要がある。そのための最も基本的要素である中性子と二次ガンマ線のスカイシャイン、トリチウム内部被ばく、及び生物影響についての研究結果を本論文はまとめたものである。主な成果を要約すると以下の通りである。

1) 中性子及び二次ガンマ線のスカイシャインについて、大阪大学強力 14 MeV 中性子工学実験装置 OKTAVIAN、日本原子力研究所核融合中性子源 FNS を利用して、実験データを取得している。MCNP によるモンテカルロ計算と比較して、核融合施設周辺における中性子・二次ガンマ線スカイシャイン発生メカニズムを明らかとしている。また原子炉施設での実験と比較して、核融合施設のスカイシャインの特徴を明らかにしている。

2) トリチウムの人体取りこみと排出について、尿サンプル中のトリチウム濃度の測定と解析から、自由水型トリチウムと有機結合型トリチウムの排泄分布を表す新モデルとして 3 コンパートメントモデルを提案・構築して、その適用性を実験施設作業員のトリチウム代謝データを用いて確認している。

3) 微弱放射線の生物影響において学会で論争中のホルミシス効果について、カイワレダイコンと出芽酵母菌を照射サンプルに選んで、14 MeV DT 中性子、原子炉中性子、ガンマ線源を用いてその生体生育及び増倍に及ぼす効果を研究している。核融合反応による 14 MeV 中性子には、低線量領域で放射線ホルミシス効果が現れることを明らかとしている。

4) 以上の結果をもとに、核融合施設の放射線防護・管束の基礎的要素についてまとめるとともに、施設内外のモニタリングの手法についてまとめている。

以上のように、本論文は、核融合炉施設の放射線防護・管理についても最も基礎的な要素について実験と計算の面から研究しまとめたもので、核融合炉開発に必要な重要な知見を提供している。したがって、核融合工学及び核エネルギー工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。