

土壤中トリチウム移行モデルの構築

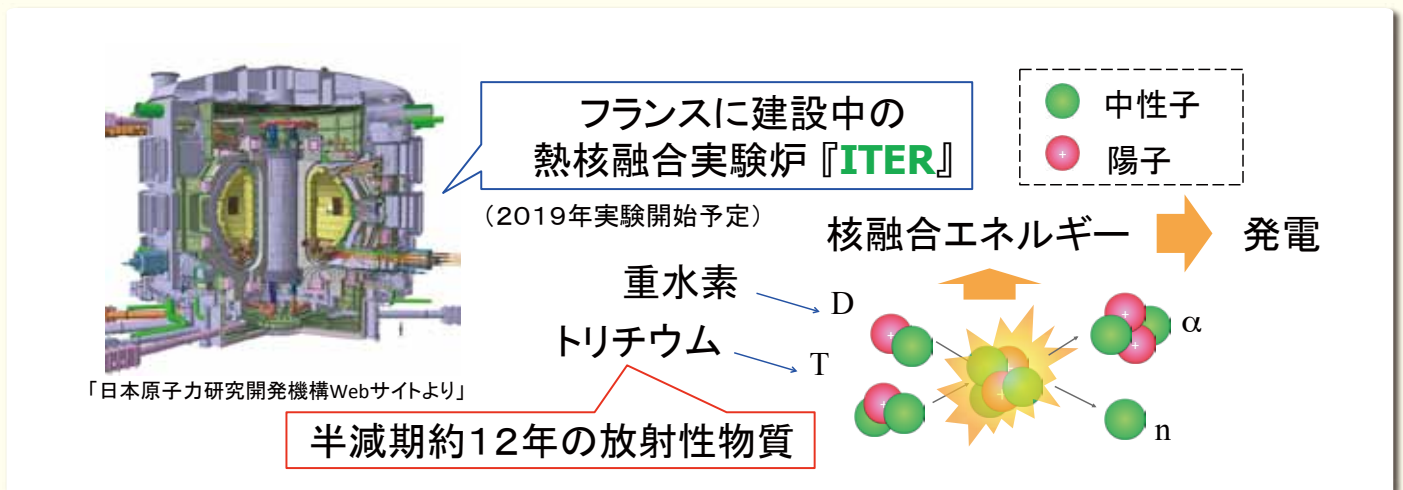
研究代表者：片山 一成

(九州大学大学院総合理工学研究院)

■研究背景

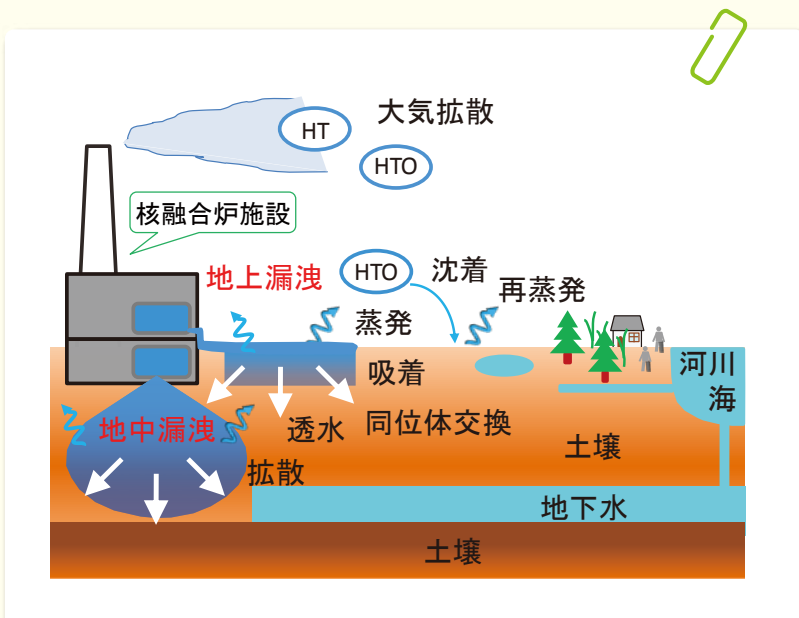
核分裂炉よりも原理的に安全性が高く、資源の制約も少ない核融合炉は、経済発展の維持拡大に必要な膨大なエネルギーを賄う基幹エネルギー源として期待され、日本や EU を中心に研究開発が進められています。九州大学でも応用力学研究所等を中心に積極的に研究開発に取り組んでいます。

核融合炉の燃料は、水素の仲間である重水素とトリチウムです。トリチウムは天然にはほとんど存在しないため、リチウムと中性子との核反応により炉内で生成されます。つまり、核融合炉の燃料資源は海水中に豊富に存在する重水素とリチウムと言えます。



■研究目的

トリチウムは半減期約12年の放射性物質であるため、炉心や燃料処理システムは、多重の障壁に覆われ、障壁間の空間はそれぞれ独立のトリチウム除去システムが常時稼働することで、施設内に閉じ込められます。



通常運転時・異常事象時とも確実にトリチウムの漏洩を防ぐ技術の開発研究が進められていますが、万が一環境に漏洩した場合を想定し、環境中でのトリチウム挙動を正確に予測できる技術の開発も必要です。そこで、本研究では、現象の解明及びモデル化の進んでいない土壤中でのトリチウム移行に注目しそのモデル構築を目指します。

■ 土壌採取と土性分析

九州大学箱崎キャンパス内の歩道上の土や林の土、グラウンドの土など6か所の土壌を採取し、まずはこれを実験試料としました。各土壌を4等分或いは3等分し、110°C炉乾燥による含水比（水分量）測定、ピクノメーターを用いた土粒子密度測定、窒素ガス吸着式比表面積測定等の土性分析を行いました。

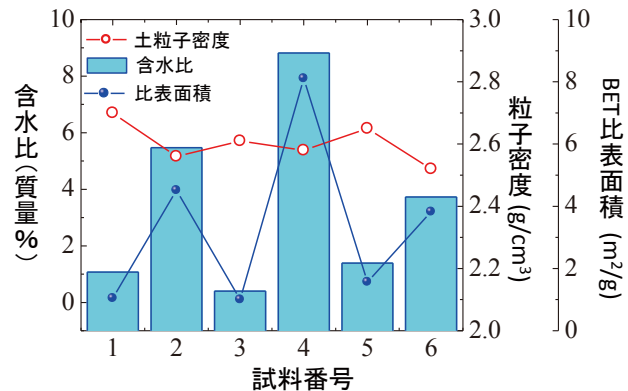
サンプリング風景



- 1: プール脇未舗装歩道上
- 2: 正門近くの林の中
- 3: アイソープセンター脇未舗装歩道上
- 4: 農学部松林の中
- 5: 文系地区林の中
- 6: 貝塚グラウンド



110°C炉乾燥による含水比測定
ピクノメーターによる粒子密度測定

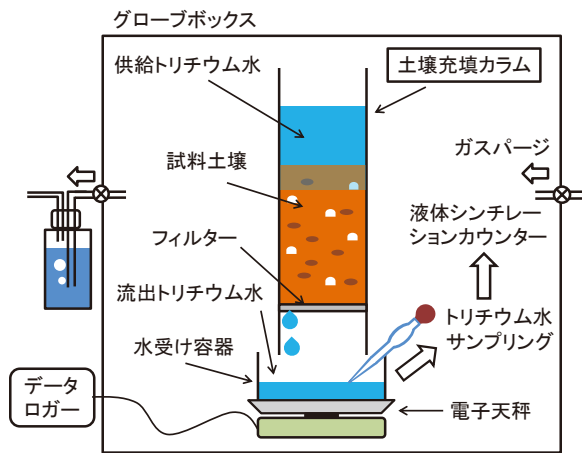


各試料の土粒子密度、含水比及び比表面積の比較

各試料の土粒子密度は、2.5 ~ 2.7g/cm³ の範囲にあり、一般的な土粒子密度であることが確認されました。土に含まれる水分量は、採取場所によらず、土粒子の表面積に依存することが確認されました。8月の晴天日に採取したこともあり、日の当たるグラウンド上や未舗装歩道上の土と、日陰の林の中の土ともほぼ等しい大気雰囲気（乾燥して水蒸気分圧が低い）に晒されていたと考えられます。

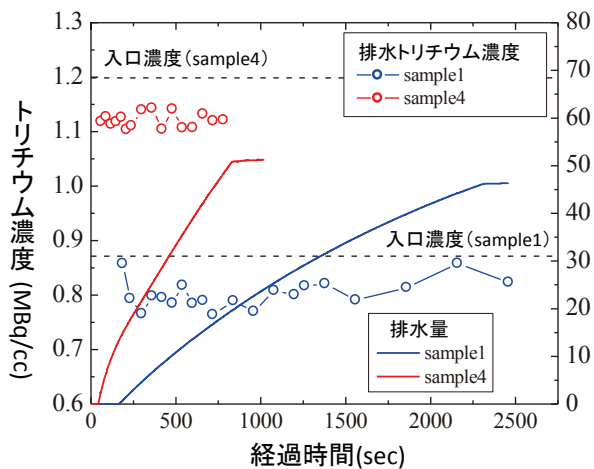
トリチウム水透水実験

九州大学工学部エネルギー科学科のトリチウム実験室において、土壌を詰めたカラムにトリチウム水を注水する実験を行いました。カラム下から排出される水の速度は電子天秤で連続測定し、排水を定期的にサンプリングしてトリチウム濃度の時間変化を測定しました。

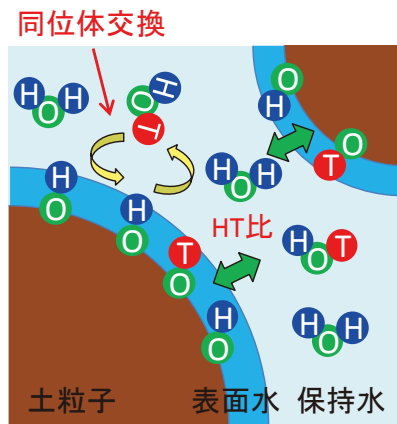


	sample1	sample4
充填量[g]	49.3	25.6
充填高さ[cm]	7.09	6.62
充填密度[g/cm ³]	1.86	1.04
空隙率[-]	0.31	0.60
空隙体積[cm ³]	8.23	14.8
供給T水量[g]	58.2	59.9
T濃度[MBq/cc]	0.87	1.15

トリチウム水透水実験装置と実験条件



透水曲線とトリチウム濃度変化



土粒子表面水との同位体交換モデル

透水実験の結果、土壌中に保持されるトリチウムの割合（保持トリチウム量 / 供給トリチウム量）は、土壌中に保持される水の割合（保持水量 / 供給水量）よりも1.5倍程度多いことがわかりました。これは、供給トリチウム水が土壌中の空隙に単に保持されるだけでなく、供給水中のトリチウムと土壌粒子表面水中の軽水素が、同位体交換反応を起こし、土壌粒子表面にトリチウムが保持されたことによると考えられます。このことは、トリチウム水漏洩事故によるトリチウム環境拡散予測において、単に水の移行モデルを用いるだけでは十分ではなく、同位体交換現象を考慮する必要があることを示します。



Construction of tritium transfer model in soil

Project leader: **Kazunari Katayama**
(Faculty of Engineering Sciences)

A nuclear fusion power reactor has been expected to be a future core energy source because the safety is higher than that of a nuclear fission reactor in principle and the resource constraint is low. Research and development for a fusion reactor has been progressed in the world wide. The International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER is now being built in Cadarache (France) and it will promote the realization of a fusion power reactor. The fuel of fusion reactor is deuterium and tritium which are isotope of hydrogen. Tritium is radioisotope and must be safety confined in a fusion facility. However, we need to understand tritium migration behavior in the environment, assuming a severe accident. Tritium behavior in soil has not been understood sufficiently to date. This research aims to construct a model of tritium transfer in soil based on fundamental experiments.

Sample soils were collected from six areas in Hakozaki campus in Kyushu University. Soil particle density, water content, BET specific surface area was analyzed for each sample. The soil particle density was in the range from 2.5 to 2.7 g/cm³, which are usual values. It has been found that water content depends not on the sampling location but on the BET specific surface area.

Percolation behavior of tritiated water into the soil packed bed has been investigated in Tritium handling room in faculty of Engineering of Kyushu University. The experimental results indicated that tritium is captured to the surface water of soil particle by the isotope exchange reaction in addition to being captured in pore as tritiated water. This result indicates that tritium migration in soil is different from simple water migration. This means that a model of tritium transfer in soil has to be constructed in consideration of hydrogen isotope exchange reaction.