

研究施設等廃棄物の埋設に向けて

～試験研究炉の放射能評価手法の検討～

日本原子力学会バックエンド部会 第39回バックエンド夏期セミナー

 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 バックエンド統括本部 埋設事業センター
 河内山真美、富岡大、戸塚真義、仲田久和、坂井章浩

はじめに

- 日本原子力研究開発機構は、国内の研究機関や医療機関等から発生する低レベル放射性廃棄物の埋設処理事業の計画を進めている。
- 試験研究炉の解体に伴い発生する放射性廃棄物を埋設処分するためには、廃棄物中の放射能濃度を評価することが必要となる。
- 試験研究炉は、炉型、出力、利用状況が様々であり、それぞれの研究炉について放射能評価を行うことが必要となる。
- 将来の埋設処分を円滑に進めるため、研究炉から発生する解体廃棄物について、**共通的な放射能濃度評価方法の検討を進めている。**

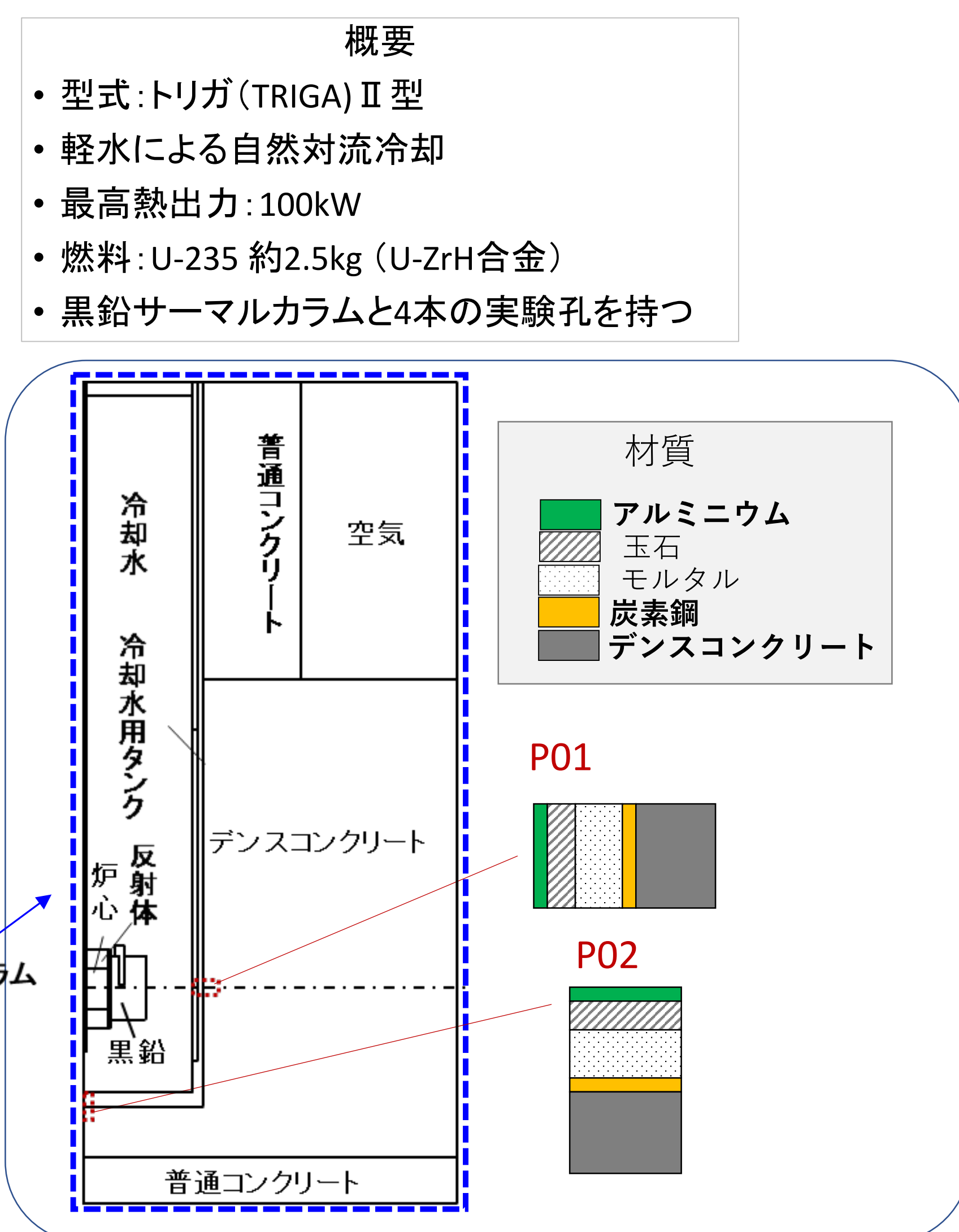
研究炉の放射能評価の検討例 ～立教大炉を対象としたDORTコード及びMCNPコードを用いた放射能評価計算と測定値との比較～

- 立教大学研究炉を対象に計算による放射能評価を実施し、サンプリング試料の**放射能測定値との違い**を評価した。
- 非対称構造の研究炉に対応するため、従来から実績のある**DORTコード**と比較を行い、3次元のモデルを正確に表現できる**MCNPコード**の妥当性を評価した。

立教大学研究炉



原子炉外観

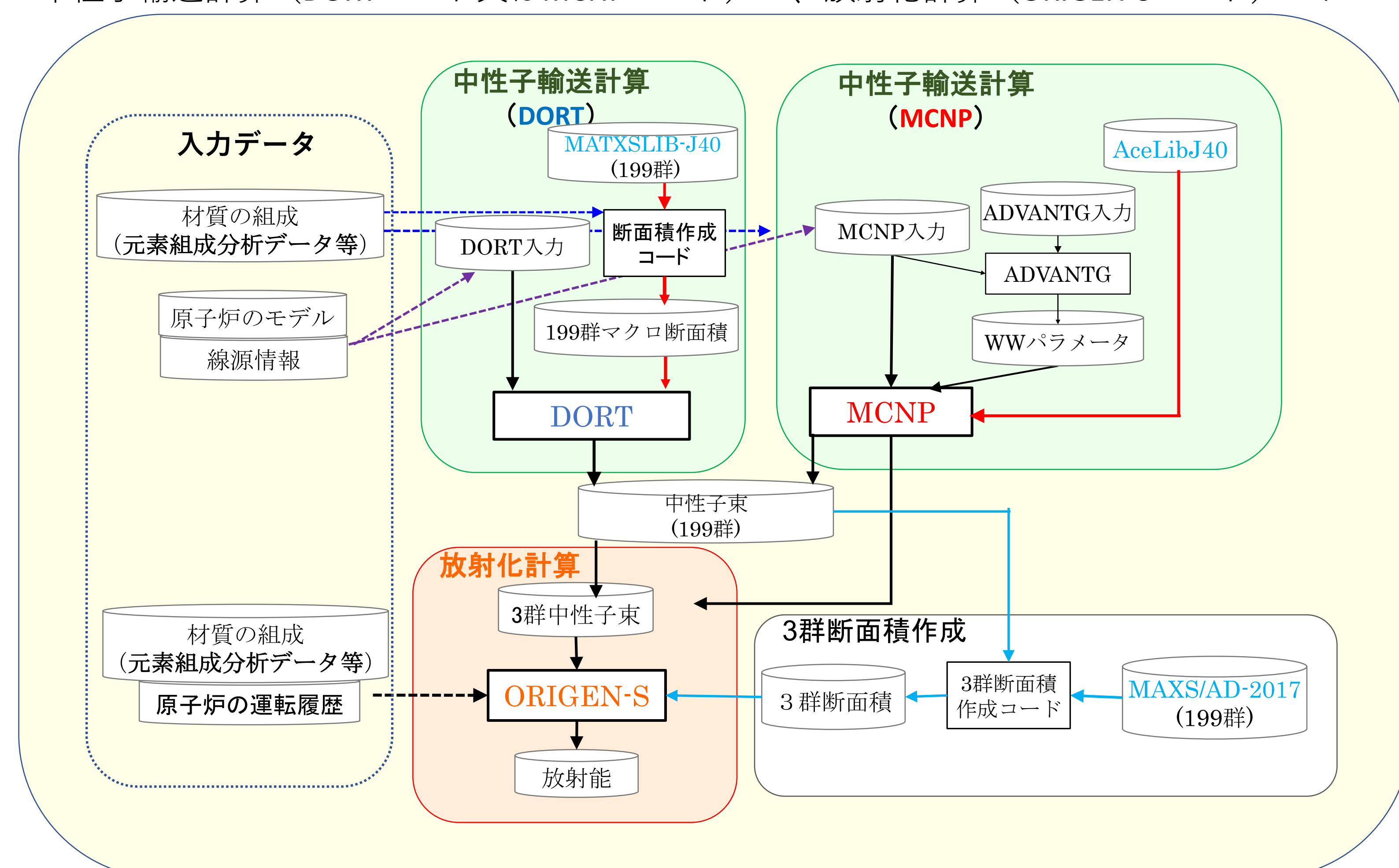


上面図

2次元r-z計算モデルとサンプリングのイメージ

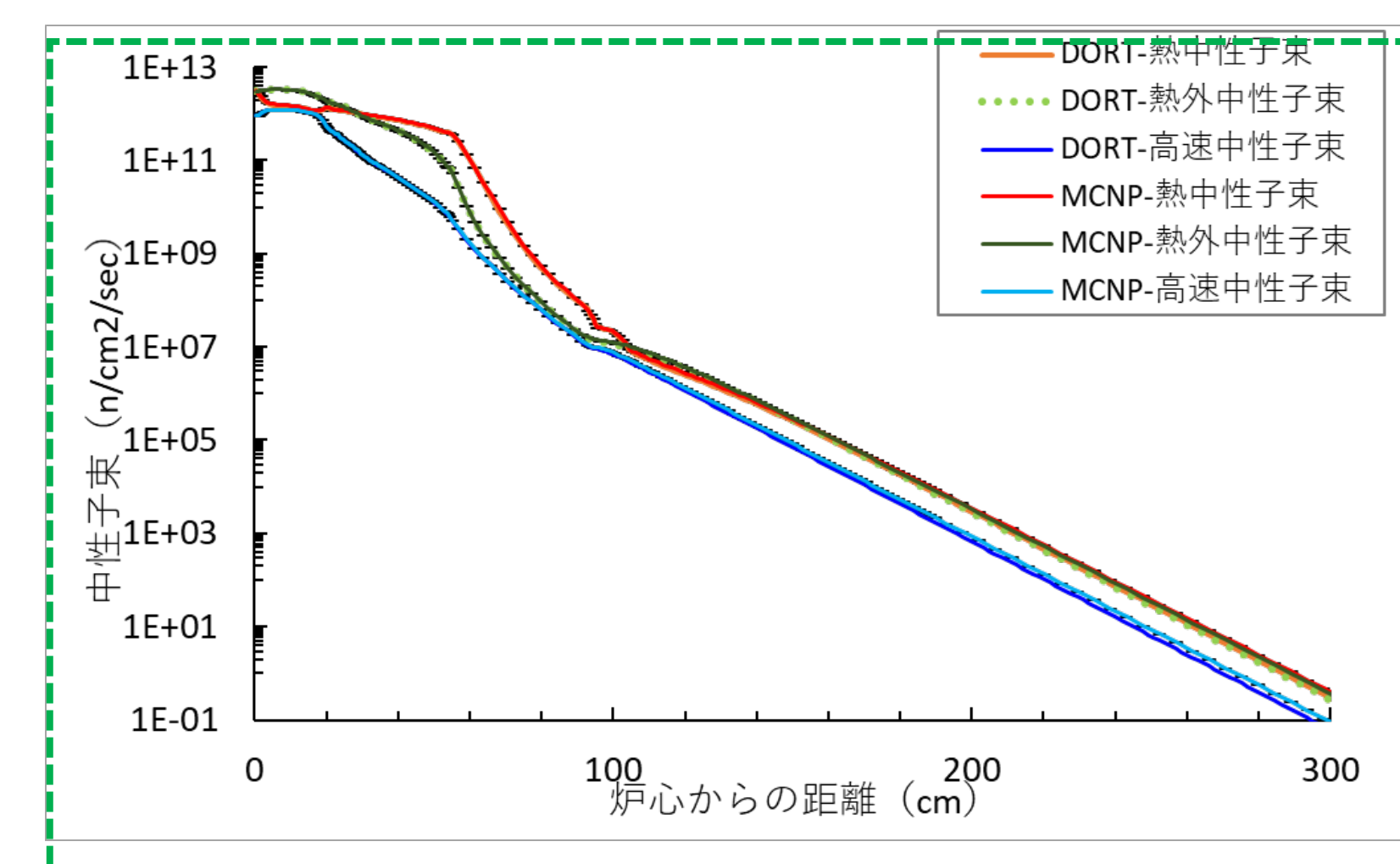
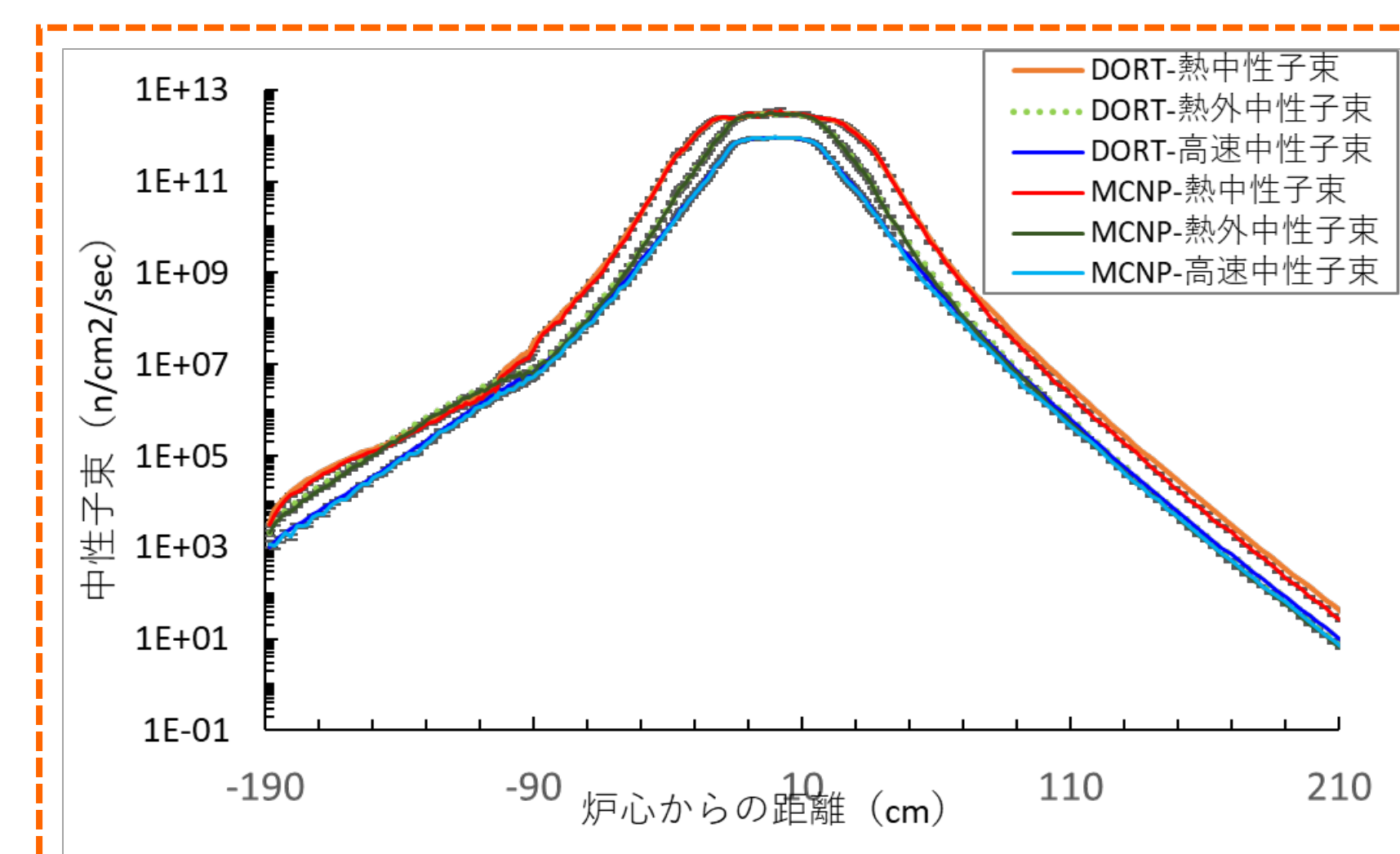
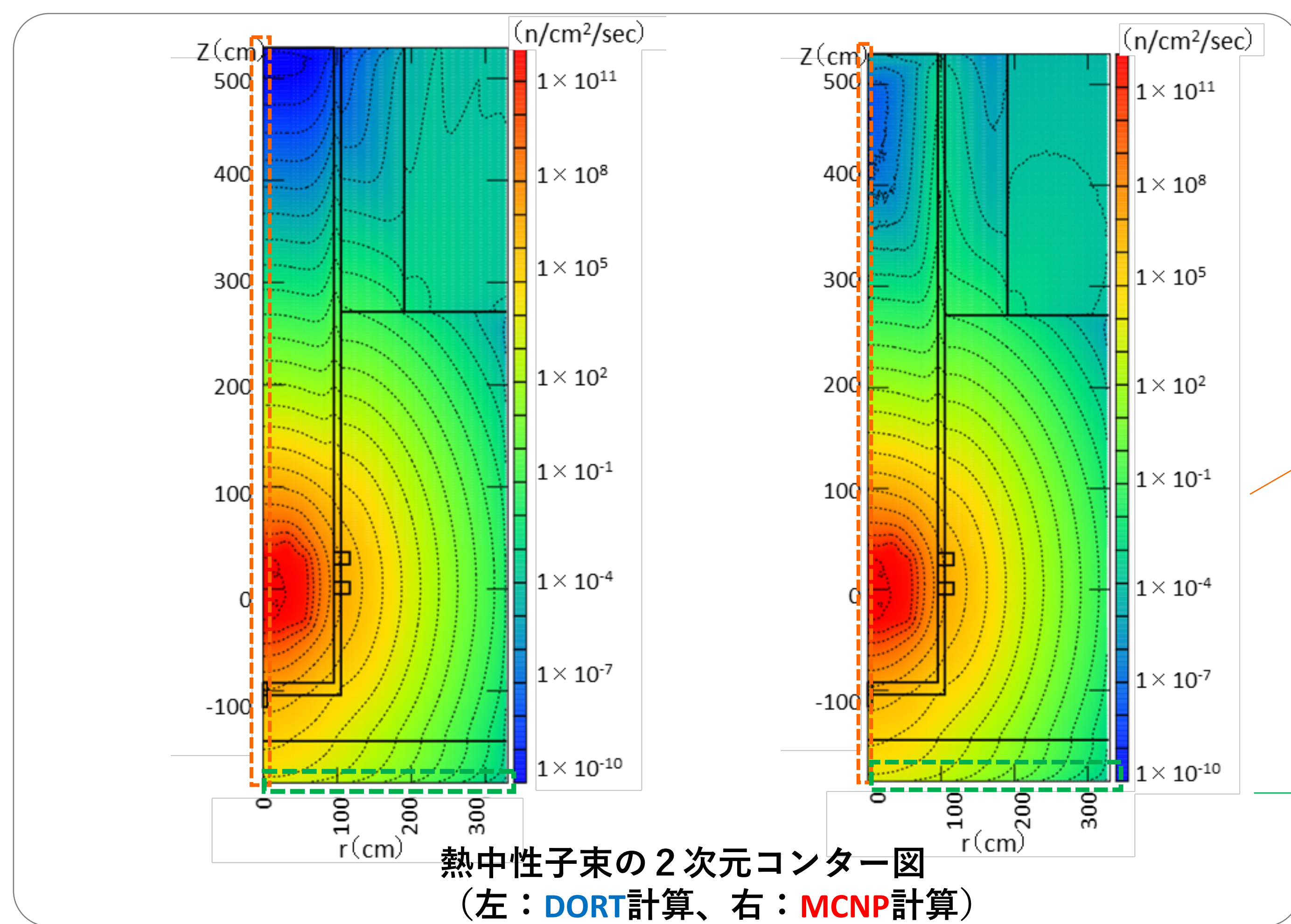
研究炉の放射能評価フロー

中性子輸送計算 (DORTコード又はMCNPコード) と、放射化計算 (ORIGEN-Sコード) のフロー



- 中性子輸送計算にはJENDL-4.0を、放射化計算にはJENDL/AD-2017をもとにしたライブラリを用いた。
- MCNPの分散低減には、ADVANTGコードを用いたウェイトウィンドウ法を用いた。

中性子輸送計算の結果



放射化計算の結果

試料P01,P02の測定値※と、DORT及びMCNPとORIGEN-Sコードを用いた放射化計算結果

サンプリング位置	材質	核種	測定 ± 誤差 (Bq/g)	DORT (Bq/g)	DORT / 測定	MCNP (Bq/g)	MCNP / 測定	DORT / MCNP
P01	炭素鋼	Co-60	3.38 ± 0.07	2.89	0.86	3.1	0.92	0.93
		Ni-63	0.588 ± 0.019	0.34	0.58	0.374	0.64	0.93
	アルミニウム	Co-60	0.154 ± 0.006	0.09	0.61	0.0962	0.62	0.98
		Ni-63	0.314 ± 0.009	0.13	0.4	0.166	0.53	0.75
	デンスコンクリート	H-3	0.105 ± 0.001	0.05	0.5	0.0543	0.52	0.97
		Co-60	1.13 ± 0.02	0.81	0.72	0.93	0.82	0.87
P02	炭素鋼	Co-60	0.785 ± 0.019	1.26	1.61	1.03	1.31	1.23
		Ni-63	0.0727 ± 0.0086	0.17	2.28	0.12	1.71	1.38
	アルミニウム	Co-60	0.0417 ± 0.005	0.06	1.5	0.05	1.21	1.25
		Ni-63	0.0588 ± 0.005	0.11	1.84	0.086	1.46	1.26
	デンスコンクリート	H-3	0.00234 ± 0.00052	0.04	16	0.028	12.1	1.32
		Co-60	0.18 ± 0.002	0.4	2.23	0.32	1.76	1.25
		Eu-152	0.116 ± 0.002	0.34	2.91	0.26	2.25	1.3
		H-3	1.136 ± 0.003	3.62	3.19	2.79	2.45	1.3

※測定値について

- 放射能測定核種は、全体の放射能に対する寄与割合が大きい数核種を材質毎に選択した。
- 炭素鋼: Co-60, Ni-63, (P02のみH-3, Eu-152) アルミニウム: Co-60, Ni-63, H-3 デンスコンクリート: Co-60, Eu-152, H-3
- 放射能濃度は、原子炉運転終了後約15年(2016年12月)時点の放射能濃度に減衰補正している。

結果

- 中性子輸送計算による結果は、DORTもMCNPもほぼ違いが見られない。
- DORTとMCNPによる放射能濃度の違いは概ね0.9~1.4倍程度で一致している。
- サンプリング試料P02の方が差が大きいのは、DORTのSn分点の影響が垂直方向の方が大きく表れるためと考えられる。
→DORTと同様MCNPコードを用いた検討が可能。
- 測定値との違いは、DORTとMCNP双方で概ね0.4倍から4倍程度で一致している。
→埋設処分の裕度を考えると十分な精度であり、放射化計算に用いる元素組成値の設定の適性化によりさらなる改善が見込まれる。

まとめ、今後の展開

- MCNPコードを用いた放射能評価はDORTコードを用いた評価と概ね一致しており、試験研究炉の放射能評価方法として適用できることがわかった。
- 現在、SCALE6.2付属のORIGENコードを用いた放射化計算を検討中である。
- 今後、新しいライブラリ (JENDL5) の導入を検討する予定。
- 放射化廃棄物だけでなく、研究炉の解体で発生する汚染廃棄物についても放射能評価手法を構築していく予定。