

鉛リチウムブランケットにおけるTBR及びPo生成に関する鉛同位体濃縮効果 Effect of isotope enrichment on tritium breeding ratio and suppression of polonium production in liquid lead-lithium blanket

中嶋 結[1] 近藤 正聡[2]

Yuu Nakajima Masatoshi Kondo

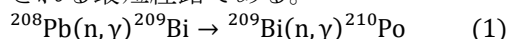
[1]東海大学大学院工学研究科応用理学専攻 [2]東海大学工学部原子力工学科

[1]Tokai University, Graduate School of Engineering, Course of Applied Science

[2]Tokai University, Faculty of Department of Nuclear Engineering,

キーワード：鉛同位体濃縮、 ^{210}Po 、TBR

1. 緒言 核融合炉液体ブランケットでは燃料増殖材に、高い TBR を持つ鉛リチウム合金等の使用が検討されている。また、TBR を高くするために ^6Li を濃縮した燃料増殖材を用いることも考えられている[1]。しかし、鉛リチウム合金を使用するブランケットでは、Pb が放射化されることによって生成される ^{210}Po が問題視されている。式(1)は ^{210}Po が生成される最短経路である。



Po は蒸発しやすく、メンテナンス作業等の際に課題となる。天然 Pb 中には ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb が存在し、式(1)から ^{208}Pb 以外の Pb 同位体を濃縮したものを用いれば、 ^{210}Po 生成量を抑えられる可能性がある。本研究の目的は、 ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb を濃縮することにより、TBR を増加させ、同時に ^{210}Po 生成量を抑制可能か明らかにする事である。

2. 計算条件 本研究では慣性核融合炉 KOYO-Fast をモデルとした体形でモンテカルロ計算コード PHITS と中性子放射化計算コード EASY-2005 を用いて TBR 及び ^{210}Po 生成量を求めた。KOYO-Fast では燃料増殖材に Pb-17Li 組成の鉛リチウム合金の使用が考えられている。従って、本研究において鉛リチウム合金の組成は Pb-17Li とした。文献[2]よりブランケット被覆率を 100%と仮定して図 1 のような計算体系を作成し、これを用いた。また、核融合出力は 800MW_{th} (発生中性子= 2.84×10^{20} neutrons/s)とした。この体系で TBR 及び中性子スペクトルを PHITS で求めた後、10 年間フルパワー照射する条件を仮定して、EASY-2005 を用いて炉内の Pb-17Li 中に生成される ^{210}Po 生成量を求めた。計算に用いた各 Pb 同位体濃縮率を表 1 に示す。また ^6Li 濃縮条件における TBR と ^{210}Po 生成量も求めた。

3. 結果・結論 図 2 に図 1 の $-300\text{cm} \leq z \leq -290\text{cm}$ の領域における ^{210}Po のチャンバー半径方向 r の生成量分布を示す。図 2 より各濃縮条件において ^{210}Po 生成量を 1/10 以下に抑制できることが明らかになった。また、表 2 に示す TBR 及び平均 ^{210}Po 生成量を見ると ^{206}Pb 、 ^{207}Pb を濃縮した条件において TBR を増加させつつ、且つ ^{210}Po 生成量を抑制していることが明らかになった。また、 ^6Li 濃縮も TBR を増加させつつ、且つ ^{210}Po 生成量を抑制できることが明らかになった。**参考文献** [1] I. Palermoa et al, Fusion Engi. Design 87, (2012) 1019-1024 [2] 神前康次, 乗松孝好他, J. Plasma Fusion Res. Vol.83, No.1, 19-27 (2007).

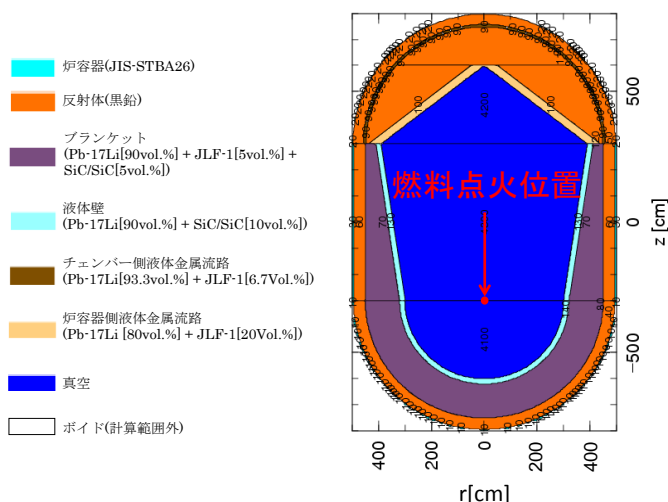
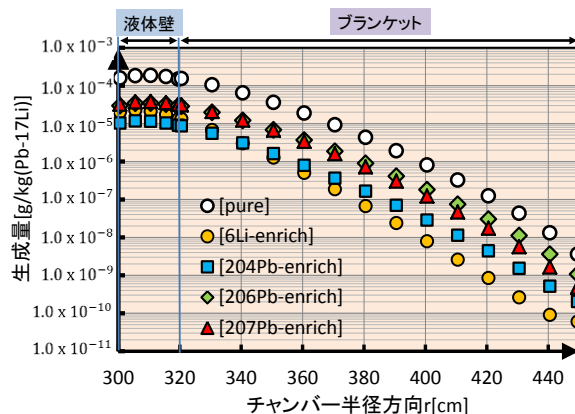


図 1 計算体系

表 1 各濃縮条件

	$^{204}\text{Pb}[\text{mol}\%]$	$^{206}\text{Pb}[\text{mol}\%]$	$^{207}\text{Pb}[\text{mol}\%]$	$^{208}\text{Pb}[\text{mol}\%]$	$^6\text{Li}[\text{mol}\%]$
Pure	1.4	24.1	22.1	52.4	7.59
^6Li -90%	1.4	24.1	22.1	52.4	90
^{204}Pb -90%	90	0	0	10	7.59
^{206}Pb -90%	0	90	0	10	7.59
^{207}Pb -90%	0	0	90	10	7.59

図 2 $-300\text{cm} \leq z \leq -290\text{cm}$ における ^{210}Po 生成量分布表 2 TBR 及び平均 ^{210}Po 生成量

	Pure	^{204}Pb -90%	^{206}Pb -90%	^{207}Pb -90%	^6Li -90%
TBR	1.28	0.521	1.31	1.33	1.64
$^{210}\text{Po}[\text{g/kg}]$	9.17×10^{-6}	5.19×10^{-7}	1.72×10^{-7}	1.81×10^{-6}	7.54×10^{-7}