

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

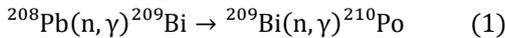
[1]東海大学大学院工学研究科応用理学専攻 [2]東海大学工学部原子力工学科

[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、<sup>210</sup>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 <sup>6</sup>Li 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 <sup>210</sup>Po が問題視されている。式(1)は <sup>210</sup>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 <sup>204</sup>Pb, <sup>206</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb, <sup>208</sup>Pb が存在し、式(1)から <sup>208</sup>Pb 以外の Pb 同位体を濃縮したものを用いれば、<sup>210</sup>Po 生成量を抑えられる可能性がある。本研究の目的は、<sup>204</sup>Pb, <sup>206</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb を濃縮することにより、TBR を増加させ、同時に <sup>210</sup>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 <sup>210</sup>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<sub>th</sub>(発生中性子=2.84×10<sup>20</sup>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 <sup>210</sup>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 <sup>6</sup>Li 濃縮条件における TBR と <sup>210</sup>Po 生成量も求めた。

**3. 結果・結論** 図 2 に図 1 の -300cm ≤ z ≤ -290cm の領域における <sup>210</sup>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 <sup>210</sup>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 <sup>210</sup>Po 生成量を見ると <sup>206</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb を濃縮した条件において TBR を増加させつつ、且つ <sup>210</sup>Po 生成量を抑制していることが明らかになった。また、<sup>6</sup>Li 濃縮も TBR を増加させつつ、且つ <sup>210</sup>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).

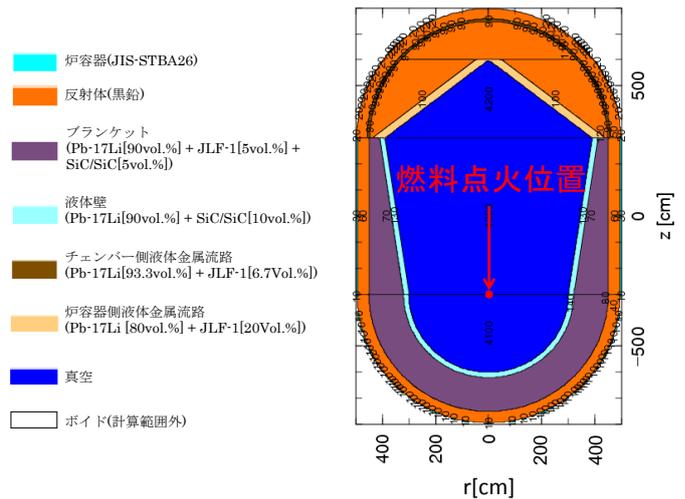


図 1 計算体系

表 1 各濃縮条件

	<sup>204</sup> Pb[mol%]	<sup>206</sup> Pb[mol%]	<sup>207</sup> Pb[mol%]	<sup>208</sup> Pb[mol%]	<sup>6</sup> Li[mol%]
Pure	1.4	24.1	22.1	52.4	7.59
<sup>6</sup> Li-90%	1.4	24.1	22.1	52.4	90
<sup>204</sup> Pb-90%	90	0	0	10	7.59
<sup>206</sup> Pb-90%	0	90	0	10	7.59
<sup>207</sup> Pb-90%	0	0	90	10	7.59

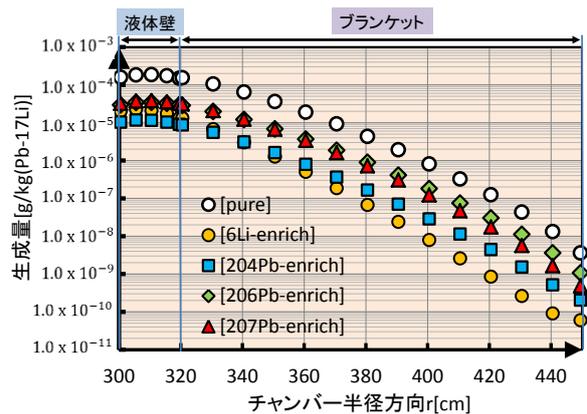


図 2 -300cm ≤ z ≤ -290cmにおける <sup>210</sup>Po 生成量分布

表 2 TBR 及び平均 <sup>210</sup>Po 生成量

	Pure	<sup>204</sup> Pb-90%	<sup>206</sup> Pb-90%	<sup>207</sup> Pb-90%	<sup>6</sup> Li-90%
TBR	1.28	0.521	1.31	1.33	1.64
<sup>210</sup> Po[g/kg]	9.17×10 <sup>-6</sup>	5.19×10 <sup>-7</sup>	1.72×10 <sup>-7</sup>	1.81×10 <sup>-6</sup>	7.54×10 <sup>-7</sup>