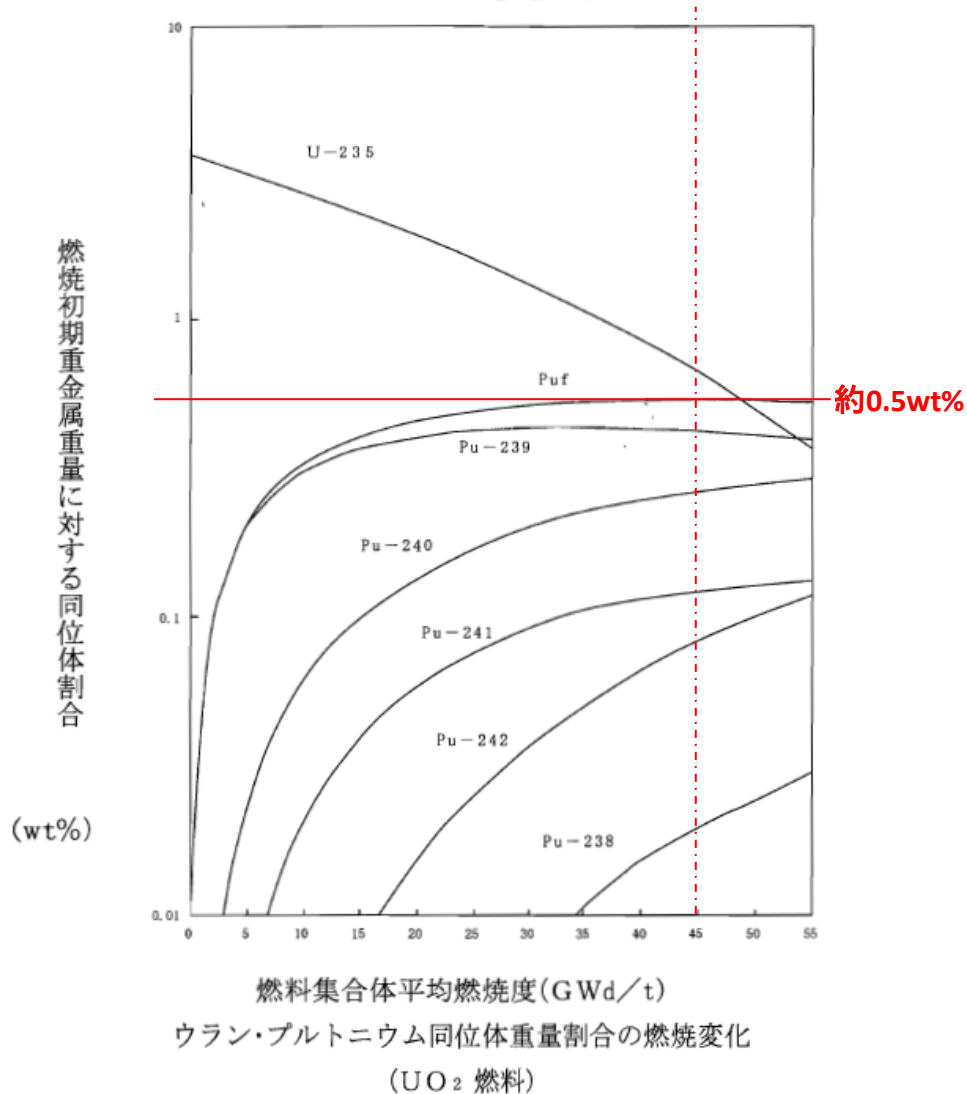


次世代生成率について

- 核燃料の次世代生成率は、使用済燃料に含まれる核分裂性プルトニウムの量と、MOX燃料の製造に用いられる核分裂性プルトニウムの量により決まる。
- この値は計算の前提条件によって変わり得るものだが、代表例として以下の計算結果を示す。
 - 使用済燃料1,000kg当たり(燃焼度45,000MWd/t)に含まれる核分裂性プルトニウム量はBWRの場合で約5kg、PWRの場合で約7kg。
 - 約5kgの核分裂性プルトニウムを使って、劣化ウランと併せて、約170kgのBWR用のMOX燃料を製造できる。
 - 約7kgの核分裂性プルトニウムを使って、劣化ウランと併せて、約120kgのPWR用のMOX燃料を製造できる。
 - BWR,PWRを平均すると使用済燃料1,000kgから約150kgのMOX燃料を製造できる。
- 従って、次世代生成率として**15%**を使用している。

BWRの場合のMOX燃料製造の例



燃焼度45,000MWd/tのBWR使用済燃料中の核分裂性プルトニウム(Puf)は、約0.5wt%である。(1,000kgに約5kgのPufが含まれる。)



MOX燃料のPuf富化度は約3wt%*。



従って、劣化ウランと併せて約170kgのMOX燃料が製造できる。
(5kg ÷ 170kg ÷ 約3%)

*: 設置許可申請書における代表組成の例
浜岡4号、柏崎刈羽3号、島根3号

第1図 ウラン・プルトニウム同位体重量割合の燃焼による変化の例 (BWR)

出典：浜岡4号機プルサーマル設置変更申請書 抜粋

(ロ) 燃料体

(1) 燃料材の種類

a. ウラン燃料

二酸化ウラン焼結ペレット（一部ガドリニアを含む。）

ウラン235濃縮度

初装荷炉心平均濃縮度	約2.2wt%
初装荷燃料集合体平均濃縮度	約3.0wt%以下
取替燃料集合体平均濃縮度	
新型8×8ジルコニウムライナ燃料	約3.0wt%
高燃焼度8×8燃料	約3.4wt%
9×9燃料(A型)	約3.8wt%

ペレットの初期密度

新型8×8ジルコニウムライナ燃料	理論密度の約95%
高燃焼度8×8燃料	理論密度の約97%
9×9燃料(A型)	理論密度の約97%

b. MOX燃料

MOX焼結ペレット

及び二酸化ウラン焼結ペレット（一部ガドリニアを含む。）

プルトニウム含有率及びウラン235濃縮度

燃料集合体平均ウラン235濃縮度約3.0wt%相当(*)以下

燃料集合体平均プルトニウム含有率	約2.9wt%～約5.8wt%
燃料集合体平均ウラン235濃縮度	約1.0wt%～約1.2wt%

MOX焼結ペレットの最大プルトニウム含有率 1.0wt%以下

MOX焼結ペレットの最大核分裂性プルトニウム富化度

6wt%以下

MOX焼結ペレットのプルトニウム組成比 原子炉級

ペレットの初期密度

MOX焼結ペレット	理論密度の約95%
二酸化ウラン焼結ペレット	理論密度の約97%

(*) 原料のプルトニウムの核分裂性プルトニウム割合が約6.7wt%、プルトニウムと混合するウラン母材のウラン235濃度が約0.2wt%の場合には、燃料集合体平均プルトニウム含有率が約4.3wt%、燃料集合体平均ウラン235濃縮度が約1.0wt%となる。

$$\left[\begin{array}{l} \text{プルトニウム含有率} = \frac{\text{全Pu} + {}^{241}\text{Am}}{\text{全Pu} + {}^{241}\text{Am} + \text{全U}} \times 100\text{wt}\% \\ \text{核分裂性プルトニウム富化度} = \frac{{}^{239}\text{Pu} + {}^{241}\text{Pu}}{\text{全Pu} + {}^{241}\text{Am} + \text{全U}} \times 100\text{wt}\% \\ \text{核分裂性プルトニウム割合} = \frac{{}^{239}\text{Pu} + {}^{241}\text{Pu}}{\text{全Pu} + {}^{241}\text{Am}} \times 100\text{wt}\% \end{array} \right]$$

(2) 被覆材の種類

ジルカロイ-2

(ジルコニウム内張)

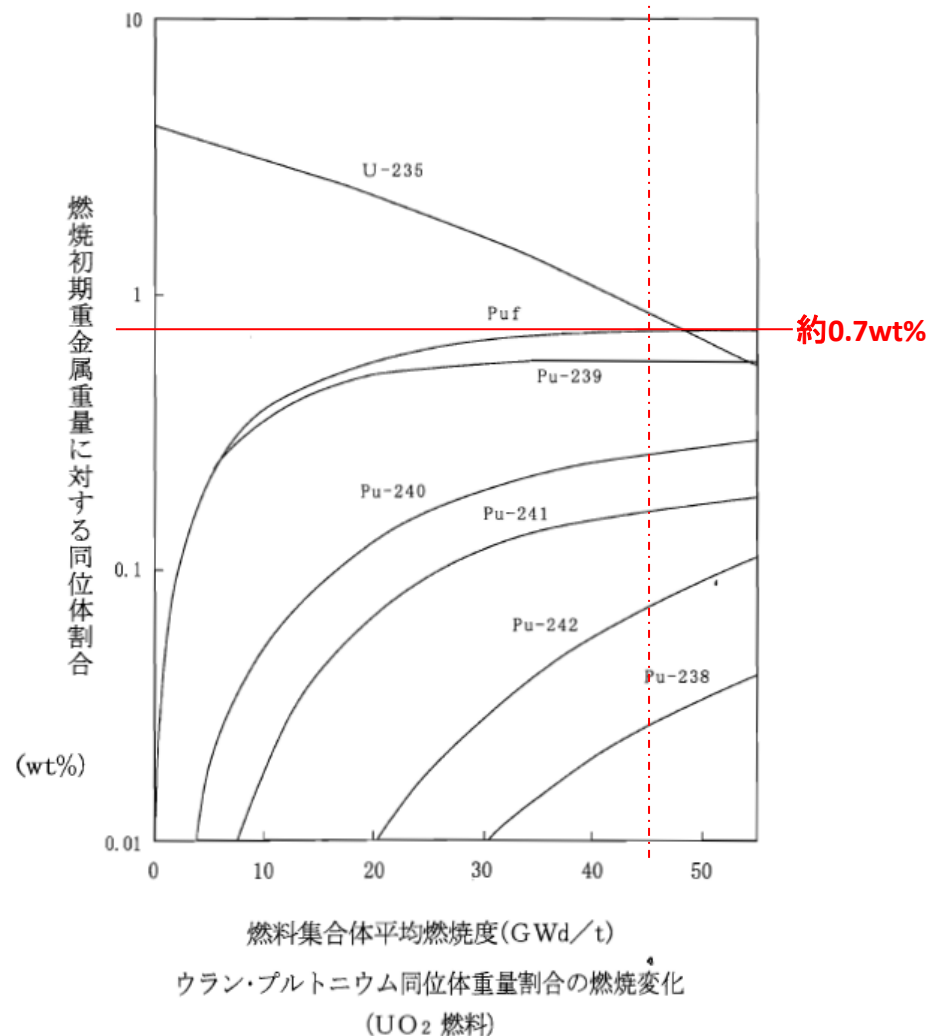
(3) 燃料要素の構造

a. 構造

燃料要素（燃料棒）は、円筒形被覆管に二酸化ウラン焼結ペレット（一部ガドリニアを含む。）を挿入し、両端を密封した構造（以下「ウラン燃料棒」という。）、又はMOX焼結ペレットを挿入し、両端を密封した構造（以下「MOX燃料棒」という。）とし、ヘリウムが加圧充てんされている。

**核分裂性プルトニウム富化度は
4.3wt% × 0.67 = 約3wt%**

PWRの場合のMOX燃料製造の例



燃焼度45,000MWd/tのPWR使用済燃料中の核分裂性プルトニウム(Puf)は、約0.7wt%である。(1,000kgに約7kgのPufが含まれる。)



MOX燃料のPuf富化度は約6wt%*。



従って、劣化ウランと併せて約120kgのMOX燃料が製造できる。
(7kg ÷ 120kg ÷ 約6%)

*: 設置許可申請書における代表組成の例
高浜3,4号、玄海3号、伊方3号、泊3号

第2図 ウラン・プルトニウム同位体重量割合の燃焼による変化の例 (PWR)

ガドリニア入り二酸化ウラン燃料については、
濃縮度約 2.8wt%

取替燃料 約 4.8wt% 以下

ガドリニア入り二酸化ウラン燃料については、
濃縮度約 3.2wt%

ただし、ガドリニア入り二酸化ウラン燃料のガドリニア濃度
は、約 10wt% 以下

ペレットの初期密度 理論密度の約 97%

ガドリニア入り燃料について
は、理論密度の約 96%

b. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料

ウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレット

プルトニウム含有率

取替燃料 集合体平均 約 4.1wt%濃縮ウラン相当^(*)
以下
(約 11wt% 以下)

ペレット最大 13wt% 以下

核分裂性プルトニウム富化度

取替燃料 ペレット最大 8wt% 以下

$$\left[\begin{array}{l} \text{プルトニウム含有率} = \frac{\text{全 Pu}}{\text{全 Pu} + \text{全 U}} \times 100\text{wt\%} \\ \text{核分裂性} \\ \text{プルトニウム富化度} = \frac{{}^{239}\text{Pu} + {}^{241}\text{Pu}}{\text{全 Pu} + \text{全 U}} \times 100\text{wt\%} \end{array} \right]$$

ただし、全 Pu には²⁴¹Pu から
嬗変して生じる²⁴¹Amを含む

－7－

プルトニウム組成比

原子炉級

ウラン 235 濃度

約 0.2wt%～約 0.4wt%

ペレットの初期密度

理論密度の約 95%

(*) プルトニウムと混合するウランの反応度寄与も含む。

原料のプルトニウムの核分裂性プルトニウム同位体割合が
約 88wt%，プルトニウムと混合するウラン母材のウラン 235
濃度が約 0.2wt% の場合には、燃料集合体平均プルトニウム
含有率は約 9wt% となる。

(2) 被覆材の種類

a. ウラン燃料

- ・ジルカロイ－4 の合金成分を調整しニオブ等を添加したジルコニウム基合金
- ・ジルコニウム－ニオブ合金にスズ及び鉄を添加したジルコニウム基合金

b. ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料

- ・ジルカロイ－4

(3) 燃料要素の構造

a. 構造

燃料要素（燃料棒）は、円筒形被覆管に二酸化ウラン焼結ペレット（一部ガドリニアを含む。）又はウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレットを挿入し、両端を密封した構造であり、ヘリウムが加圧充てんされている。

(5) 最高燃焼度

燃料集合体最高燃焼度

ウラン燃料

55,000MWd/t

核分裂性プルトニウム富化度は
9wt% × 0.68 = 約 6wt%

感度解析結果 次世代生成率

- 下記の通り、次世代生成率が5%程度変化してもサイクルコストに殆ど影響を及ぼさない。

(割引率3%)

(円/kWh)

項目	再処理ケース		
	次世代生成率		
	20% ←	15%(ベース)	→ 10%
U燃料加工	0.70	0.73	0.76
MOX燃料加工	0.20	0.15	0.10
再処理等	1.03	1.03	1.02
中間貯蔵	—	—	—
HLW処分	0.08	0.08	0.08
直接処分	—	—	—
計	2.01	1.98	1.96