

2021年8月10日 提出  
京大 KUCA ヒアリング資料 2

## 京都大学臨界実験装置 (KUCA) 設置変更承認申請について

### 【運転時の異常な過渡変化】

中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用

京都大学複合原子力科学研究所

## 2-5 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用

### 2-5-1 解析シナリオ

#### (1) 反応度等

各炉心の過剰反応度は申請書記載の核的制限値の最大値：0.35 % $\Delta k/k$

制御棒の全反応度は核的制限値の最小値：1.35 % $\Delta k/k$

反応度が最大の制御棒は核的制限値（全体の 1/3 以下）の最大値

$$1.35 \times 1/3 = 0.45 \text{ \%} \Delta k/k$$

#### (2) 初期運転条件

初期温度は室温として 25°C

線型出力計は指示値が 100% で 100W となるレンジ

制御棒の一部を挿入して、出力 0.01W の臨界状態

#### (3) 中性子発生量

##### 【ケース A】

- ・臨界状態でパルス状中性子発生装置又は中性子発生設備で炉心に中性子の打ち込みを開始したとする。設置申請書に記載された最大中性子発生量はパルス状中性子発生装置が  $5 \times 10^{10} \text{ n/s}$ 、中性子発生設備が  $10^{11} \text{ n/s}$  であり、中性子発生は等方であるとする。炉心外側に設置された中性子発生ターゲットから炉心方向に 1/2 の中性子が到達する可能性がある。ここでは中性子発生量の多い中性子発生設備の場合の  $10^{11} \times 1/2 = 5 \times 10^{10} \text{ n/s}$  が出力上昇に寄与する中性子数（以下、中性子発生量）と考える。

##### 【ケース B】

- ・炉心ごとに中性子発生量をケース A の最大値から減少させ、燃料温度が最大となるような中性子発生量を求めて解析を行う。

#### (4) 解析条件

- ・線型出力計の指示値が 110% を超えたときに発生する一せい挿入の信号は発生しない。
- ・線型出力計の指示値が 120%（出力が 120W）を超えたときにスクラム信号が発生する。
- ・スクラム信号の発生から制御棒が完全に挿入されるまでの時間が 1 秒以下であることが規定されているので、スクラム信号発生後の 1 秒後に制御棒落下に伴うステップ状の負の反応度が印加される。
- ・ただし、最大反応度効果を持つ制御棒 1 本が完全に引き抜かれた状態で挿入

できない。

- ・スクラム信号の発生でも中心架台は落下しない。
- ・線型出力計の指示値が 120%（出力が 120W）に至らない場合には出力上昇後 1 時間（3600 秒）を経過した段階で運転員が手動スクラムボタンを押し、1 秒後に制御棒落下に伴うステップ状の負の反応度が印加される。
- ・最大反応度効果を持つ制御棒 1 本以外の制御棒はすべて炉心に挿入されるとするので、固体減速炉心では  $1.35-0.45=0.9$  % $\Delta k/k$  の負の反応度が加わり出力は低下する。（ $0.35-0.9=-0.55$  % $\Delta k/k$  の未臨界状態となる）
- ・出力が 0.1W になるまで解析する。

#### (5) 解析対象炉心

解析の対象とする炉心は、固体減速炉心、軽水減速炉心ともに「第 381 回 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合」（2020 年 11 月 5 日）の説明資料 1-1 で選定したすべての代表炉心を対象とし、燃料の最高温度が最大となる炉心について誤差を考慮するなどの詳しい解析を行い、今後の補正申請により設置変更申請書に記載する。

### 2-5-2 解析結果

#### ケース A

結果を表 5-1 に示す。燃料温度が最も高くなったのが L5.5P-30 炉心で燃料温度上昇は  $0.15^{\circ}\text{C}$  であり判定基準値を満たしている（出力変化を図 5-1 に示す）。

この炉心の燃料重量、即発中性子減衰定数、反応度温度係数の誤差（32%）を検討したときの結果を表 5-2 に示す。燃料重量の誤差を考慮したときには燃料温度は 6% 高くなる。 $\beta_{\text{eff}}$  と  $\rho$  が各々 8% の誤差を持った場合（もう一方は誤差無し）の結果より、 $\rho$  の誤差が結果にほとんど影響を及ぼさないが、 $\beta_{\text{eff}}$  に誤差があった場合には燃料温度が最大 21% 上昇する。反応度温度係数の誤差はほとんど影響を及ぼさない。

これらの誤差があったとしても燃料温度は約 1.28 倍（ $1.06 \times 1.21$ ）となるだけなので判定基準値を満たしている。（ $0.15^{\circ}\text{C} \times 1.28 = 0.19^{\circ}\text{C}$ ）

#### ケース B

ケース B の解析を行う前に、中性子発生量を変化させたときの出力変化の違いについて、熱容量が小さい L5.5P-30 炉心と、それより熱容量が大きい LL1P-30 炉心について調べた結果を表 5-3 に示す。（L5.5P-30 炉心については中性子発生量を変化させた時の出力、積算出力、温度の時間変化を図 5-2～5-5 に示す）

L5.5P-30 炉心では、中性子発生量が小さい場合にはゆっくりと出力が上昇し、温度上昇に伴って未臨界となるため途中から出力は減少して、1 時間後に手動スクラムすることになる。中性子発生量が大きくなると最大出力は大きくなり燃料の温度上昇も大きくなる。しかし中性子発生量が 0.072 倍になると最大出力が 120W を超えて、その時点でスクラムして停止するため積算出力としては小さくなってしまふ。さらに中性子発生量が増加すると 120W に至るまでの時間が短くなるため積算出力はさらに小さくなって温度上昇量も小さくなる。

LL1P-30 炉心でも同じような傾向を示し、中性子発生量が増えると温度上昇が大きくなるが、中性子発生量が 0.0128 倍になると最大出力が 120W を超えて、その時点でスクラムして停止するため積算出力としては小さくなってしまふ。さらに中性子発生量が増加すると 120W に至るまでの時間が短くなるため積算出力はさらに小さくなって温度上昇量も小さくなる。L5.5P-30 炉心と比べると LL1P-30 炉心のほうが熱容量が大きいいため負の温度係数の影響を受けにくく、中性子発生量が少なくても最大出力が 120W を超えるまで出力が上昇するので温度上昇が最大となる時の中性子発生量は小さくなる。

以上の結果より、中性子発生量を調整して出力の最大値が 120W より少しだけ低くなる場合（120W のスクラムに至らない場合）と、それより中性子発生量が少しだけ大きくなった場合（120W のスクラムに至る場合）について調べると、出力の最大値が 120W より少しだけ低くなる場合に温度上昇量が最も大きくなり、中性子発生量がそれより大きくても小さくても温度上昇は小さくなることが判った。

燃料温度が最も高くなったのが L5.5P-30 炉心で中性子発生量がケース A の 0.071 倍になった場合で、そのときの燃料温度上昇は 49.3℃であり判定基準値を満たしている。

L5.5P-30 炉心で中性子発生量がケース A の 0.071 倍になった場合について、炉心の燃料重量、即発中性子減衰定数、反応度温度係数の誤差を検討したときの結果を表 5-5 に示す。燃料重量の誤差を考慮したときには燃料温度は低くなる。 $\beta_{\text{eff}}$  と  $\rho$  が各々 8% の誤差を持った場合の結果より、 $\beta_{\text{eff}}$  と  $\rho$  の誤差があると燃料温度はほとんど変化しないか、または低くなる（ $\beta_{\text{eff}}$  が小さくなると出力は 120W まで出力が上昇してスクラムしている。）。反応度温度係数の誤差を考慮したときには燃料温度はより低くなる。従って、これらの誤差があったとしても燃料温度は上昇しない。

燃料温度の誤差を考慮した場合の出力、積算出力、温度の時間変化を図 5-7、図 5-8 に示す

表 5-1 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用  
(ケース A)

炉心名称	120W 超 (s)	最大出力 (W)	0.1W まで (s)	積算出力 (J)	温度上昇 (°C) a)	温度上昇 (°C) b)
L5.5P-50	1.3	137.6	179.3	5.31E+02	5.89E-02	1.35E-01
L5.5P-40	1.3	137.6	179.2	5.31E+02	6.42E-02	1.48E-01
L5.5P-30	1.3	137.6	179.2	5.31E+02	6.60E-02	<b>1.51E-01</b> c)
L4P-50	1.4	137.2	182.1	5.47E+02	5.37E-02	1.20E-01
L4P-40	1.4	137.0	183.3	5.54E+02	6.52E-02	1.43E-01
L4P-30	1.4	137.0	183.3	5.54E+02	6.91E-02	1.51E-01
L3P-50	1.4	136.8	184.8	5.63E+02	5.15E-02	1.09E-01
L3P-40	1.4	136.7	185.5	5.67E+02	5.73E-02	1.23E-01
L3P-30	1.4	136.8	184.8	5.63E+02	6.25E-02	1.30E-01
L2P-50	1.5	136.6	186.4	5.72E+02	3.87E-02	9.92E-02
L2P-40	1.5	136.4	187.3	5.78E+02	4.59E-02	1.01E-01
L2P-30	1.5	136.5	186.7	5.74E+02	4.81E-02	1.12E-01
L1P-50	1.5	136.6	186.1	5.70E+02	2.23E-02	7.21E-02
L1P-40	1.5	136.4	187.6	5.79E+02	2.38E-02	5.98E-02
L1P-30	1.5	136.5	187.3	5.77E+02	2.49E-02	7.63E-02
LL1P-50	1.4	136.7	185.4	5.66E+02	9.34E-03	3.53E-02
LL1P-40	1.5	136.6	186.3	5.71E+02	8.45E-03	3.08E-02
LL1P-30	1.5	136.6	186.0	5.70E+02	9.76E-03	3.88E-02

a) 燃料板のみの温度上昇を考慮

b) 各炉心の「最大値／平均値」、および燃料板内の出力分布を考慮する係数（1.09 倍、ただし LL1 炉心についてのみ 1.23 倍）を掛ける

c) 温度上昇が最大となる結果

表 5-2 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用  
(L5.5P-30(炉心高 30.8cm) (ケースA) 誤差の影響

	120W 超 (s)	最大出力 (W)	0.1W まで (s)	積算出力 (J)	温度上昇 (°C) a)	温度上昇 (°C) b)	比 c)
基準 d)	1.3	137.6	179.2	5.31E+02	6.60E-02	1.51E-01	—
U 重量を 6%減少	1.3	137.6	179.2	5.31E+02	7.02E-02	1.61E-01	1.06
$\beta_{eff}$ を 8%減少	0.8	141.0	160.3	4.30E+02	5.34E-02	1.22E-01	0.81
$\beta_{eff}$ を 8%増加	1.8	135.1	197.9	6.43E+02	7.99E-02	1.83E-01	1.21
$\ell$ を 8%減少	1.3	137.6	179.2	5.31E+02	6.60E-02	1.51E-01	1.00
$\ell$ を 8%増加	1.3	137.6	179.3	5.31E+02	6.60E-02	1.51E-01	1.00
温度係数を 32%減少	1.3	137.6	179.3	5.31E+02	6.60E-02	1.51E-01	1.00
温度係数を 32%増加	1.3	137.6	179.2	5.31E+02	6.60E-02	1.51E-01	1.00

a),b)は表 5-1 と同じ

c) 基準の結果に対する比

d) 表 5-1 の結果と同じ

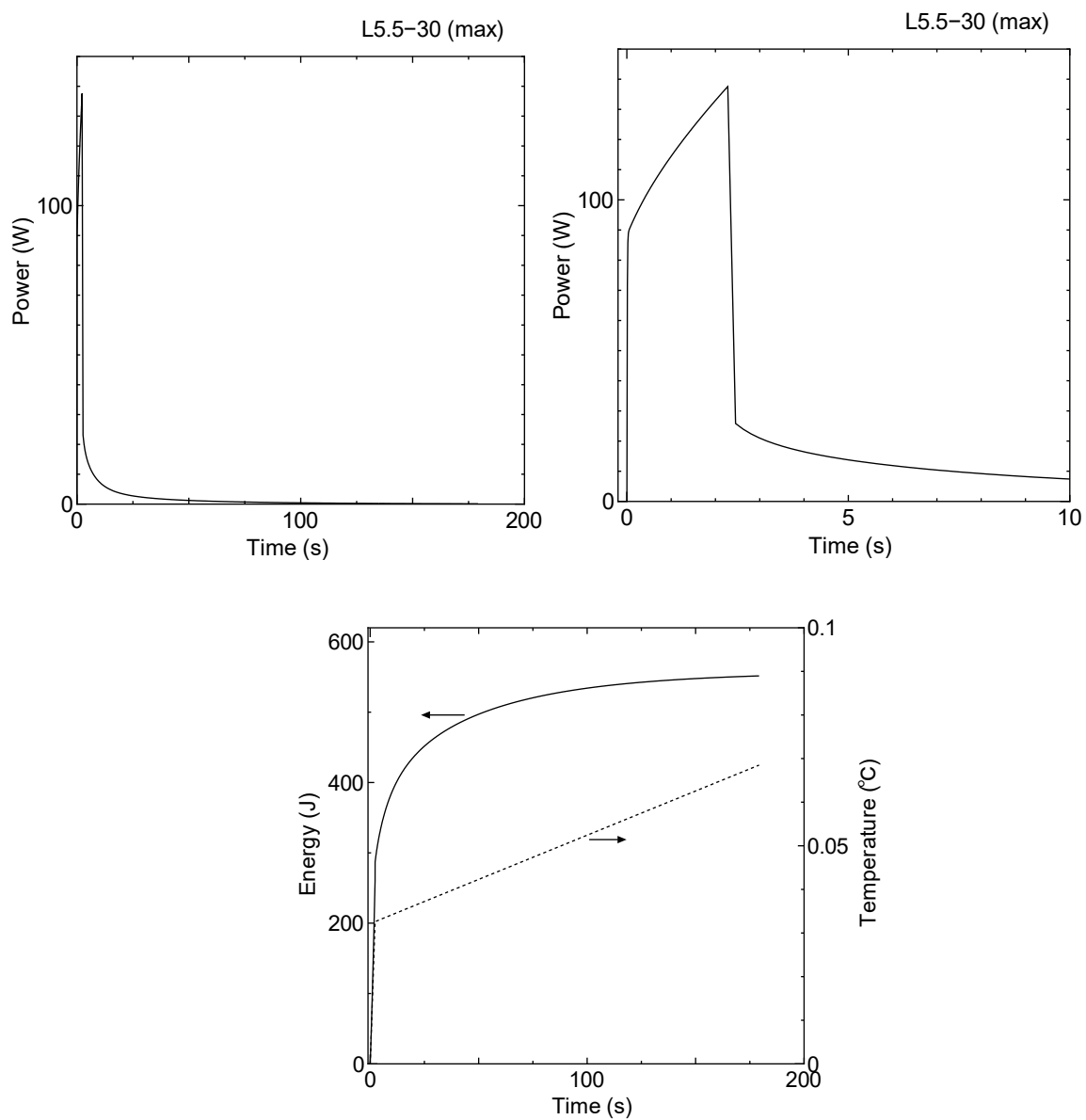


図 5-1 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用

L5.5P-30 炉心 (ケース A)

出力変化 (上、左右で横軸のスケールのみが異なる)、

積算出力と温度変化 (右実線 : 出力、右点線 : 温度)

表 5-3 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用  
中性子発生量を変化させたとき

炉心名称	中性子発生量 (ケース A に対する比率) <sup>a)</sup>	120W 超 (s) <sup>① b)</sup>	最大出力 (W) <sup>②</sup>	最大となる時間 (s) <sup>③</sup>	最大出力 (W) <sup>④</sup>	手動スクラム時の出力 (W) <sup>⑤</sup>	0.1W まで (s) <sup>⑥</sup>	積算出力 (J)	温度上昇 (°C)	温度上昇 (°C) <sup>b)</sup>
L5.5P-30	0.040	—	—	435.2	82.2	17.6	3806.4	1.30E+05	1.61E+01	3.69E+01
	0.071 <sub>2</sub>	—	—	351.7	119.9	23.3	3818.7	1.74E+05	2.16E+01	4.93E+01
	<b>0.072</b>	312.1	120.1	—	—	—	678.5	2.69E+04	3.34E+00	7.66E+00
	<b>0.080</b>	238.1	120.2	—	—	—	599.2	1.99E+04	2.48E+00	5.67E+00
LL1P-30	0.008	—	—	2469.5	88.1	74.0	3947.4	2.34E+05	4.02E+00	1.60E+01
	0.012 <sub>4</sub>	—	—	2115.1	117.1	84.1	3957.5	3.16E+05	5.41E+00	2.15E+01
	<b>0.012<sub>8</sub></b>	2197.4	120.0	—	—	—	2582.7	1.76E+05	3.02E+00	1.20E+01
	<b>0.016</b>	1260.3	120.1	—	—	—	1643.7	8.61E+04	1.48E+00	5.86E+00
	<b>0.024</b>	758.5	120.1	—	—	—	1139.0	5.11E+04	8.75E-01	3.48E+00
	<b>0.040</b>	425.7	120.2	—	—	—	800.7	2.98E+04	5.11E-01	2.03E+00
	<b>0.080</b>	192.3	120.5	—	—	—	553.2	1.51E+04	2.58E-01	1.03E+00

a) ケース A の中性子発生量 ( $5 \times 10^{10} \text{n/s}$ ) に対する比率 (例: 0.040 とは、 $5 \times 10^{10} \times 0.04 \text{n/s}$ )

b) 説明

- ① 出力が 120W まで上昇してスクラムする場合のスクラムに至るまでの時間
- ② 出力が 120W まで上昇してスクラムする場合の最高出力
- ③ 出力が 120W まで上昇しない場合の出力が最大となるまでの時間
- ④ 出力が 120W まで上昇しない場合の最大出力
- ⑤ 手動スクラムして制御棒落下する直前の出力 (時間は 3601 秒)
- ⑥ 自動または手動スクラムをして出力が 0.1W まで低下する時間

c) 中性子発生量に欄で太字下線をつけたものは出力が 120W まで上昇してスクラムする場合、それ以外は 120W まで上昇せずに 1 時間後に手動スクラムで停止する場合



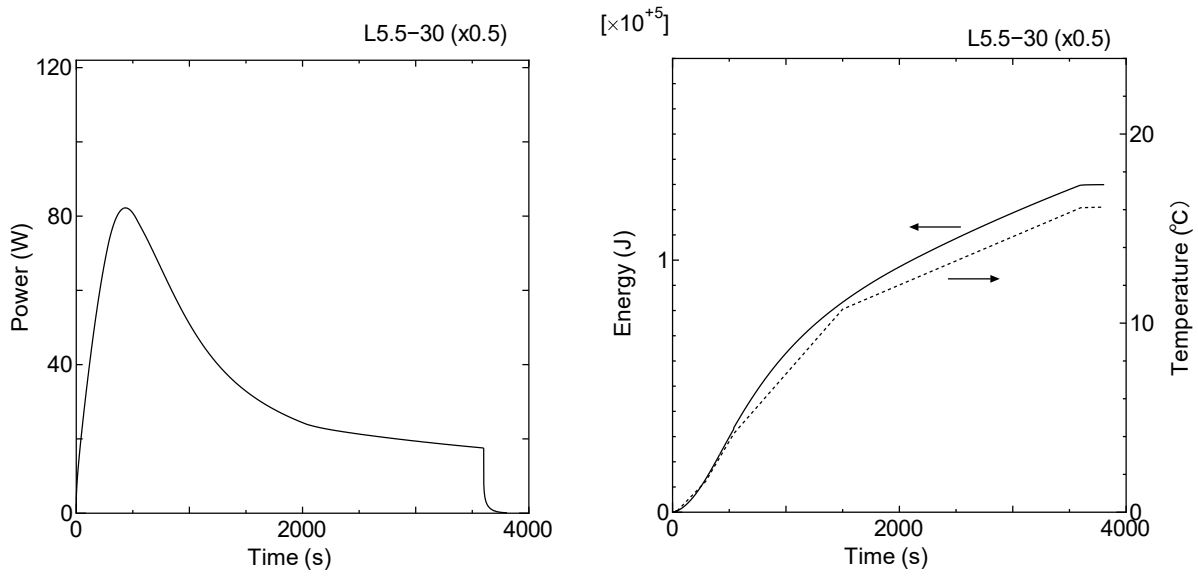


図 5-2 L5.5P-30 炉心 (中性子発生量 ケース A の  $\times 0.04$  倍)  
出力変化 (左)、積算出力と温度変化 (右実線：出力、右点線：温度)

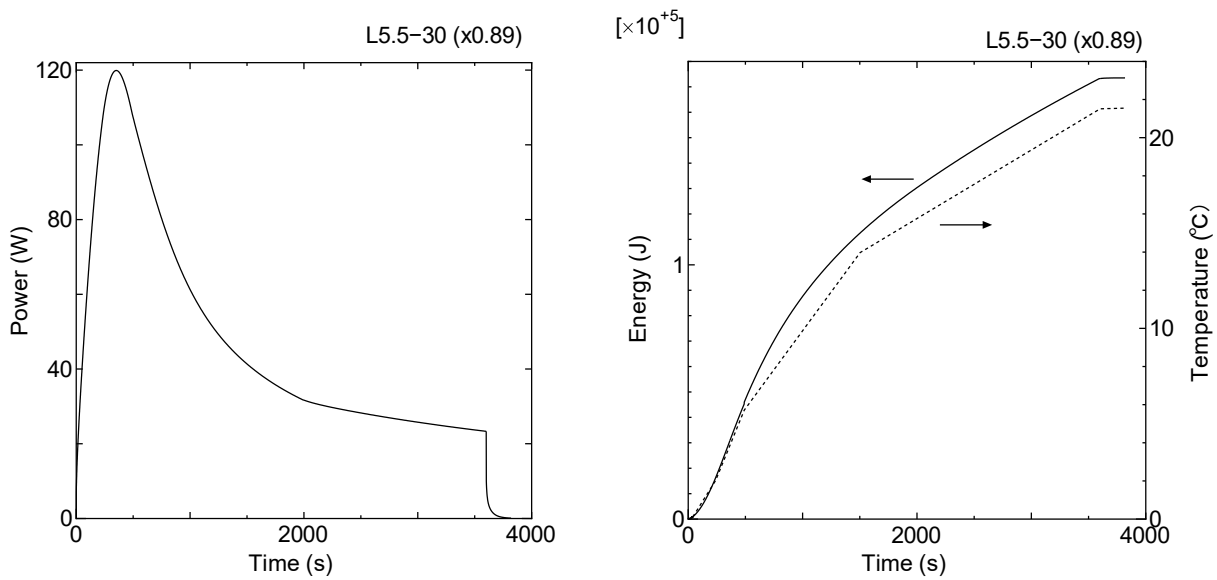


図 5-3 L5.5P-30 炉心 (中性子発生量 ケース A の  $\times 0.071$  倍)  
出力変化 (左)、積算出力と温度変化 (右実線：出力、右点線：温度)

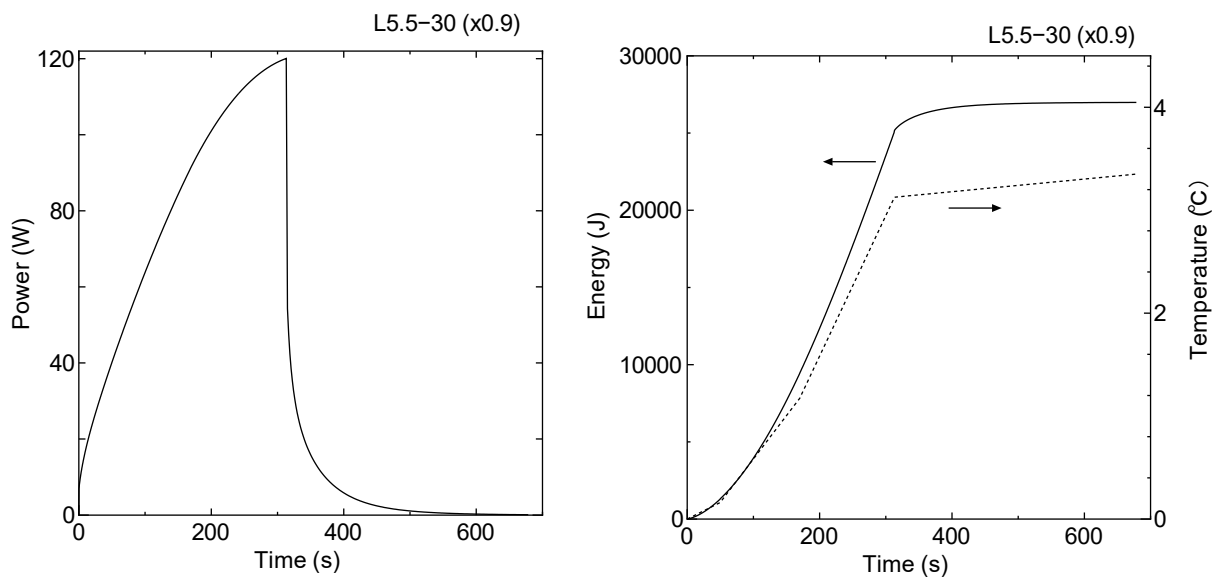


図 5-4 L5.5P-30 炉心 (中性子発生量 ケース A の $\times 0.072$  倍)  
出力変化 (左)、積算出力と温度変化 (右実線 : 出力、右点線 : 温度)

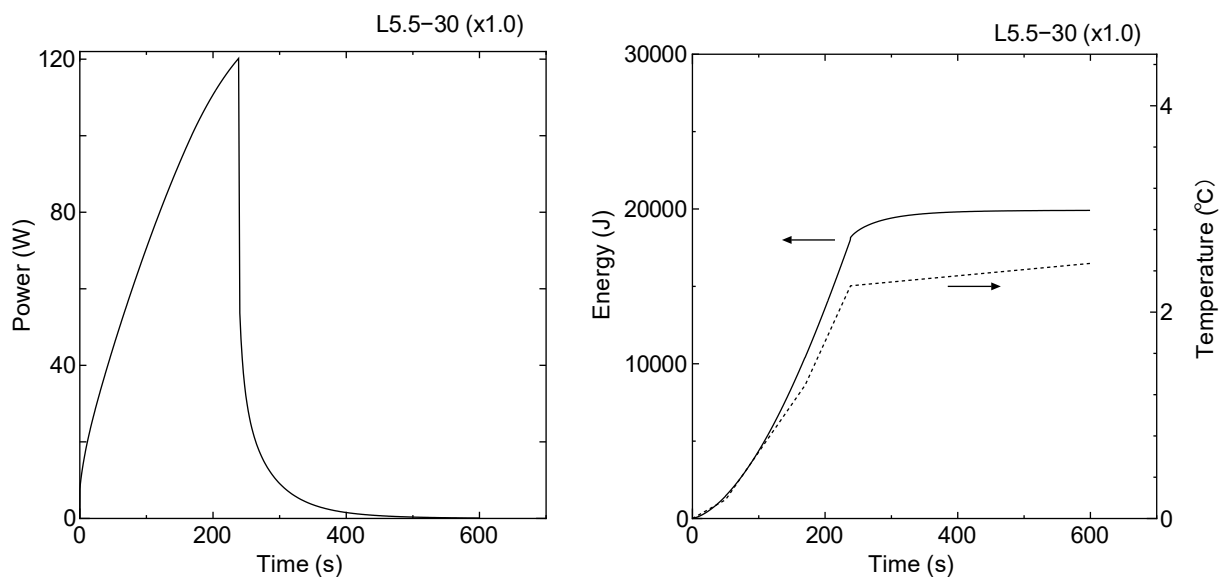


図 5-6 L5.5P-30 炉心 (中性子発生量 ケース A の $\times 0.08$  倍)  
出力変化 (左)、積算出力と温度変化 (右実線 : 出力、右点線 : 温度)

表5-4 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用

## 【ケース B 中性子発生量を変更した場合】

炉心名称	中性子発生量(倍率) <sup>a)</sup>	120W超(s) ① <sup>b)</sup>	最大出力(W) ②	最大となる時間(s) ③	最大出力(W) ④	手動スクラム時の出力(W) ⑤	0.1Wまで(s) ⑥	積算出力(J)	温度上昇(°C)	温度上昇(°C)
L5.5P-50	0.070	—	—	355.0	119.0	23.2	3818.8	1.73E+05	1.92E+01	4.39E+01
	<u>0.071</u>	295.5	120.1	—	—	—	660.9	2.52E+04	2.80E+00	6.41E+00
L5.5P-40	0.072	—	—	347.1	119.7	23.1	3817.6	1.72E+05	2.08E+01	4.78E+01
	<u>0.073</u>	312.4	120.1	—	—	—	678.8	2.72E+04	3.28E+00	7.55E+00
L5.5P-30	0.071	—	—	352.1	119.7	23.3	3818.6	1.73E+05	2.15E+01	<u>4.93E+01</u> <sup>d)</sup>
	<u>0.072</u>	312.1	120.1	—	—	—	678.5	2.69E+04	3.34E+00	7.66E+00
L4P-50	0.065	—	—	392.3	119.9	24.2	3818.6	1.84E+05	1.80E+01	4.03E+01
	<u>0.066</u>	344.6	120.1	—	—	—	714.3	2.92E+04	2.86E+00	6.40E+00
L4P-40	0.067	—	—	380.8	119.7	23.9	3824.3	1.81E+05	2.13E+01	4.67E+01
	<u>0.068</u>	339.0	120.1	—	—	—	709.2	2.89E+04	3.40E+00	7.46E+00
L4P-30	0.067	—	—	377.8	118.9	23.6	3823.3	1.79E+05	2.24E+01	4.88E+01
	<u>0.068</u>	357.2	120.0	—	—	—	728.2	3.10E+04	3.87E+00	8.44E+00
L3P-50	0.061	—	—	420.2	118.8	24.7	3831.0	1.87E+05	1.71E+01	3.64E+01
	<u>0.062</u>	393.7	120.0	—	—	—	767.1	3.37E+04	3.08E+00	6.54E+00
L3P-40	0.060	—	—	428.5	118.9	25.0	3832.4	1.89E+05	1.91E+01	4.09E+01
	<u>0.061</u>	397.7	120.0	—	—	—	771.4	3.38E+04	3.42E+00	7.34E+00
L3P-30	0.061	—	—	423.9	119.5	25.0	3832.2	1.89E+05	2.10E+01	4.36E+01
	<u>0.062</u>	379.6	120.1	—	—	—	752.8	3.20E+04	3.55E+00	7.39E+00
L2P-50	0.045	—	—	579.5	119.3	29.0	3853.6	2.12E+05	1.44E+01	3.68E+01
	<u>0.046</u>	520.3	120.0	—	—	—	898.2	4.24E+04	2.87E+00	7.35E+00
L2P-40	0.048	—	—	544.3	119.5	28.3	3850.4	2.07E+05	1.65E+01	3.64E+01
	<u>0.049</u>	488.7	120.0	—	—	—	866.5	4.00E+04	3.18E+00	7.04E+00
L2P-30	0.048	—	—	550.9	118.6	28.2	3850.3	2.07E+05	1.73E+01	4.03E+01
	<u>0.049</u>	511.5	120.0	—	—	—	889.4	4.23E+04	3.55E+00	8.23E+00
L1P-50	0.029	—	—	914.6	118.9	37.3	3882.5	2.52E+05	9.85E+00	3.19E+01
	<u>0.030</u>	793.8	120.0	—	—	—	1175.0	6.12E+04	2.39E+00	7.74E+00
L1P-40	0.029	—	—	926.3	119.7	37.8	3884.6	2.55E+05	1.05E+01	2.63E+01
	<u>0.030</u>	784.0	120.0	—	—	—	1166.0	5.99E+04	2.46E+00	6.19E+00
L1P-	0.028	—	—	949.5	117.8	37.7	3885.5	2.53E+05	1.09E+01	3.35E+01

30	<u>0.029</u>	869.2	120.0	—	—	—	1252.7	6.83E+04	2.95E+00	9.03E+00
LL1P-	0.014	—	—	1884.3	118.4	73.1	3945.0	3.15E+05	5.20E+00	1.96E+01
50	<u>0.015</u>	1511.7	120.0	—	—	—	1895.5	1.09E+05	1.80E+00	6.80E+00
LL1P-	0.013	—	—	2039.1	118.3	80.4	3953.8	3.17E+05	4.69E+00	1.71E+01
40	<u>0.014</u>	1622.7	120.0	—	—	—	2007.4	1.17E+05	1.73E+00	6.29E+00
LL1P-	0.012	—	—	2139.5	114.6	83.4	3956.8	3.09E+05	5.30E+00	2.10E+01
30	<u>0.013</u>	1873.5	120.0	—	—	—	2258.4	1.40E+05	2.39E+00	9.50E+00

- a) ケース A の中性子発生量に対する倍率  
b) 説明は表 5-3 と同じ  
c) 中性子発生倍率に名称で下線をつけたものは出力が 120W まで上昇してスクラムする場合、それ以外は 120W まで上昇せずに手動スクラムで停止する場合  
d) 温度上昇が最大となる結果

表 5-5 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用  
(L5.5P-30 炉心) (ケース A ×0.071 倍) 誤差の影響

	最大となる 時間 (s)	最大出力 (W)	手動スク ラム時の 出力 (W)	0.1W まで (s)	積算出力 (J)	温度上昇 (°C) a)	温度上昇 (°C) b)	比 c)
基準 d)	352.1	119.7	23.3	3818.6	1.73E+05	2.15E+01	4.93E+01	
U 重量 6%減少	344.3	117.4	22.6	3815.6	1.68E+05	2.09E+01	4.78E+01	0.97
$\beta_{eff}$ を 8%減少	<u>270.9</u> e)	<u>120.1</u>	—	<u>623.4</u>	<u>2.30E+04</u>	<u>2.86E+00</u>	<u>6.55E+00</u>	<u>0.13</u>
$\beta_{eff}$ を 8%増加	371.2	117.1	23.3	3826.9	1.74E+05	2.16E+01	4.93E+01	1.00
$\ell$ を 8%減少	351.7	119.9	23.3	3818.7	1.74E+05	2.16E+01	4.93E+01	1.00
$\ell$ を 8%増加	351.7	119.9	23.3	3818.7	1.74E+05	2.16E+01	4.93E+01	1.00
温度係数を 32%減少	<u>255.0</u> e)	<u>120.2</u>	—	<u>617.7</u>	<u>2.06E+04</u>	<u>2.55E+00</u>	<u>5.84E+00</u>	<u>0.12</u>
温度係数を 32%増加	320.3	108.8	20.3	3805.2	1.51E+05	1.87E+01	4.29E+01	0.87

- a),b)は表 5-1 と同じ  
c) 基準の結果に対する比  
d) 表 5-4 の結果と同じ  
e) 太字下線を付けた結果は出力が上昇して出力が 120W を超えてスクラムに至った場合。それ以外の結果はすべて出力は 120W まで至らずに出力が減少し、最終的に 3600 秒後に手動スクラムで停止した場合

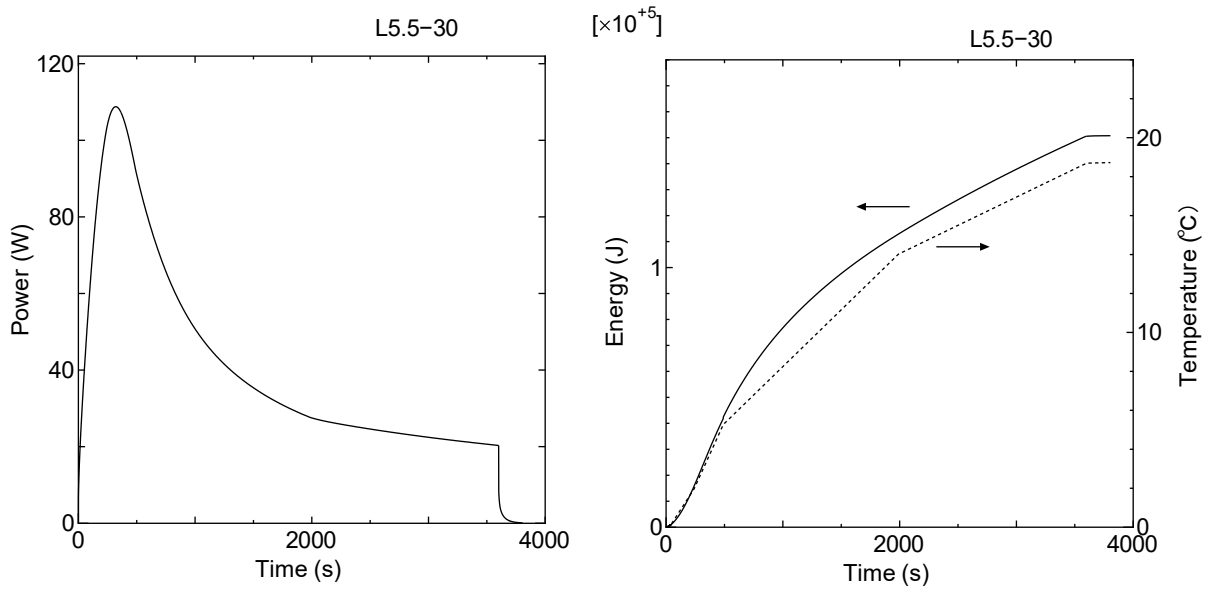


図5-7 L5.5P-30 炉心 (ケース A  $\times 0.071$  倍)  
 誤差考慮 (温度係数を 32% 増加)  
 出力変化 (左)、積算出力と温度変化 (右実線: 出力、右点線: 温度)

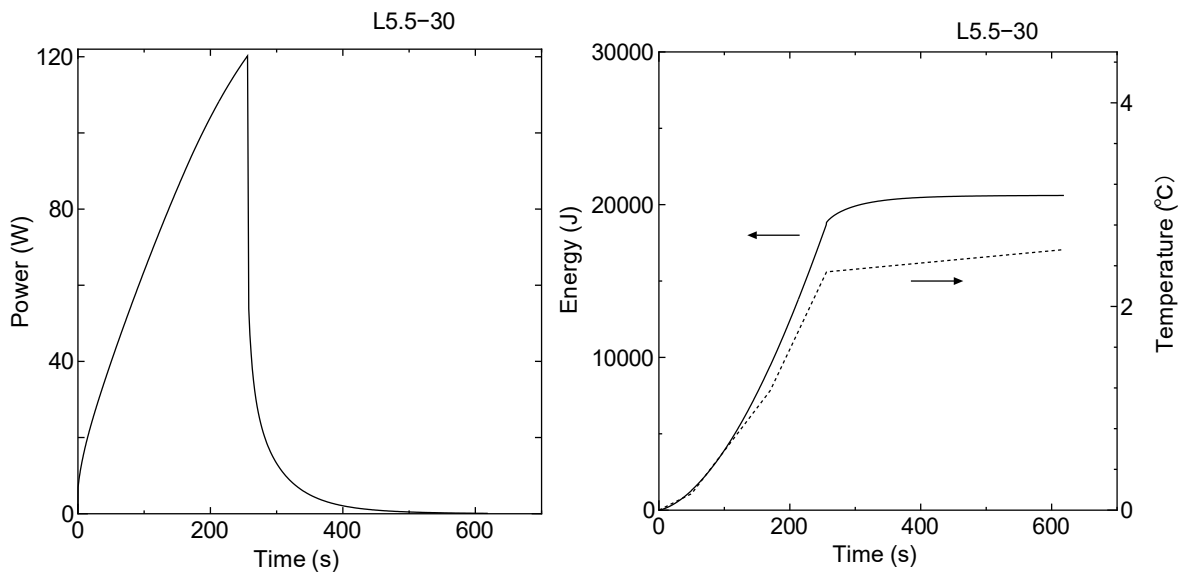


図5-8 L5.5P-30 炉心 (ケース A  $\times 0.071$  倍)  
 誤差考慮 (温度係数を 32% 減少)  
 出力変化 (左)、積算出力と温度変化 (右実線: 出力、右点線: 温度)

**【質問番号 105】**

パルス中性子源の影響評価の影響評価結果に基づいて、現在の強度における評価結果に対する説明を記載すること。

中性子発生設備については設置変更申請書には最大中性子発生量  $1 \times 10^{11}$  n/s と記載されているが、これまでの実験での中性子発生量の最大値は約  $1.2 \times 10^9$  n/s であった（2019年2月）。このときの加速器の運転条件等は以下の通り。

陽子エネルギー100MeV、電流値 1nA

ターゲットはタングステン

炉室内の中性子エリアモニタ指示値と中性子発生量との関係の校正定数から算出  
なお、もう1つの加速器であるDT反応で中性子を発生させるパルス状中性子発生装置（コッククロフト型加速器）については、設置申請書に記載された最大中性子発生量  $1 \times 10^{10}$  n/s であるが、現状では  $10^7$  n/s 以下の中性子しか発生させることはできない。

中性子発生設備を使用するための加速器に関する現状のRI申請ではこの陽子エネルギーと電流値が最大であり、現在のところこの加速器の性能を向上させる予定は無い。

この中性子発生量の値は設置申請書に記載された最大値の約0.012倍であるので、この倍率を用いて添付書類10と同様の解析を行った。

これまでの解析において温度上昇が最も大きくなったL5.5P-30炉心についての解析結果を表105-1に、L5.5P-30炉心の出力変化、積算出力、温度変化を図105-1に示す。

温度上昇についてはケースBの結果（表5-6）と比べて約40%低かった。

表 1 0 5 - 1 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用  
 (中性子発生量減少 申請書記載の 0.012 倍の中性子発生量)

炉心名称	最大となる時間 (s) ③	最大出力 (W) ④	スクラム 時の出力 (W)	0.1W ま で (s) ⑤	積算出力 (J)	温度上昇 (°C) a)	温度上昇 (°C) b)
L5.5P-30	668.9	37.3	9.8	3778.2	7.05E+04	8.75E+00	2.00E+01

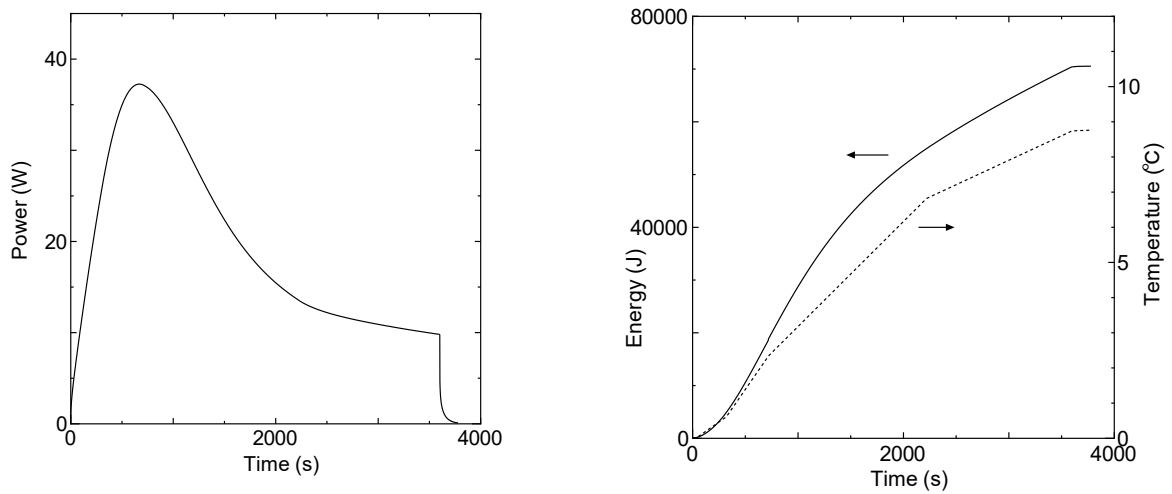


図 1 0 5 - 1 L5.5P-30 炉心

出力変化 (左)、積算出力と温度変化 (右実線 : 出力、右点線 : 温度)  
 中性子発生設備又はパルス状中性子発生装置を臨界状態において利用

**【質問番号 120】**

温度係数の誤差による影響がケース A, B, C で傾向が異なる理由について説明すること。  
また、温度が最大となるケースについて、温度係数を変化させた場合の図を参考として添付すること。

ケース A は温度係数を変化させても最大出力は 120W を超えてスクラムする場合である。温度係数の絶対値が小さくなると負の反応度フィードバックが小さくなるため出力の低下が起りにくく、120W まで達する時間が短くなって積算出力が小さくなる（温度上昇が小さくなる）。一方、温度係数が大きくなると逆に出力低下が起りやすくなって 120W まで達する時間が長くなって積算出力が大きくなる。

ケース B は最大出力が 120W 以下であるため 1 時間後に手動スクラムさせる場合である。温度係数が小さくなると負の反応度が小さくなるため出力の低下が起りにくく、出力は 120W を超えてスクラムするため運転時間が短くなり積算出力は小さくなる。一方、温度係数が大きくなると出力低下が起りやすくなって最大出力は 120W よりさらに低くなって積算出力も小さくなる。

ケース C もケース B と同様に最大出力が 120W 以下であるため 1 時間後に手動スクラムさせる場合であり、ケース B のように温度係数が小さくなっても大きくなっても積算出力は小さくなる。