

2023年6月14日  
近畿大学 原子力研究所

近畿大学原子炉に係る今年度の申請予定案件及び  
近畿大学原子炉の制御棒駆動機構の設工認申請に係る面談資料

1. 近畿大学原子炉に係る今年度の申請予定案件

近畿大学原子炉に係る今年度の申請予定案件は、制御棒駆動機構（安全棒#1, #2 及びシム安全棒）の更新工事の1件である。この制御棒駆動機構（安全棒#1, #2 及びシム安全棒）の設工認申請の概要等について、以下の2. 及び3. に示す。

2. 制御棒駆動機構の設工認申請の概要

原子炉における、いわゆる停止・冷却・閉込機能のうち、近畿大学原子炉は極低出力であるため、停止機能のみを備えた設計となっている。

一方、近畿大学原子炉の設置当初の約60年前から停止機能を具備する安全棒#1並びに#2及びシム安全棒の計3台の制御棒駆動機構を更新していない。

そこで、数年前に、停止機能を具備しない微調整用の制御棒（調整棒）の駆動機構を設工認により更新したこともあり、今回は停止機能を具備する安全棒#1並びに#2及びシム安全棒の計3台の制御棒駆動機構の更新工事を実施予定である。

近畿大学原子炉の制御棒駆動機構の詳細については、本資料に添付する原子炉設置変更許可申請書（抜粋）に示す。

3. 設工認を申請する理由

近畿大学原子炉は約60年前に設置された米国製の原子炉である。つまり、米国規格の制御棒駆動機構を日本の規格品による更新工事を計画しているため、設工認を要すると近畿大学は判断している。

以上

添付

原規規発第 16051112 号  
平成 28 年 5 月 11 日

学校法人近畿大学  
理事長 清水 由洋 殿

原子力規制委員会

近畿大学原子力研究所の原子炉設置変更について

平成 26 年 10 月 20 日付け近大原研発第 1991 号（平成 27 年 12 月 25 日付け近大原研発第 2044 号及び平成 28 年 3 月 30 日付け近大原研発第 2056 号をもって一部補正）をもって、申請のあった上記の件については、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 26 条第 1 項の規定に基づき、許可します。

## ハ 原子炉本体の構造及び設備

本原子炉は、定格熱出力が 1 W で、炉心は大気開放されており、冷却を必要としない。また、低出力のため出力振動が発生しないことや、減速材温度反応度係数も負であること等、非常に高い安全性及び固有の出力抑制特性を有している。

また、運転範囲を超えるおそれがある場合には、安全保護回路等により自動的に原子炉を停止させる。

なお、原子炉起動時には中性子線源を使用する。

### (1) 試験研究用等原子炉の炉心

#### (i) 構造

炉心は、原子炉燃料体、燃料タンク、減速材、反射材、制御棒等により構成されている。燃料タンクは 2 個設置されており、各燃料タンクには原子炉燃料体が 6 体ずつ装荷できる設計とする。

炉心は生体遮蔽タンク内に設置されており、生体遮蔽タンク上部は遮蔽用上蓋又は実験設備を設置できる設計とする。

なお、炉心の過剰反応度は原子炉停止システムの制御棒 1 本分の反応度価値以下とする。

炉心	約 142×112×145 cm
燃料タンク	約 15×51×145 cm (2 個)
燃料タンク間隔	約 45 cm

#### (ii) 燃料体の最大装荷量

原子炉燃料体数	12 体
炉心ウラン量 (U235)	約 3.5 kg

#### (iii) 主要な核的制限値

炉心の過剰反応度	0.5 % $\Delta k/k$
反応度停止余裕 (最大反応度制御棒 1 本引抜時)	0.5 % $\Delta k/k$ 以上
炉心に挿入する実験物による負の反応度価値	0.3 % $\Delta k/k$ 以下

## (2) 安全保護回路

### (i) 原子炉停止回路の種類

次のスクラム系列により、原子炉を停止させる回路を設ける。

スクラム系列	動作条件
A 炉周期	5 秒以下
B 炉心中性子束 (2 チャンネル) (非補償型電離箱)	中性子束高 (定格熱出力の 150%超過)
C 地震	水平 100 ガル以上
D 原子炉制御盤電源	電源喪失
E 原子炉上蓋	上蓋開
F 生体遮蔽タンク水位	160 cm 以下
G 手動スクラム	スクラムボタンを押す

## (3) 制御設備

### (i) 制御材の個数及び構造

原子炉の反応度制御は、制御棒（調整棒及びシム安全棒）の操作により行う。なお、シム安全棒は制御設備と非常用制御設備の両方で共用する。

#### a 個数

調整棒	1 本
シム安全棒	1 本

#### b 構造

制御棒は、カドミウム板をステンレス製のさやに包んだ中性子吸収板である。

なお、制御棒が納められるステンレス鋼板製の案内ケースは、燃料タンク外周の反射体に設けられた細隙内に挿入され、制御棒移動の際の案内と保護を兼ねる。

(ii) 制御材駆動設備の個数及び構造

a 個数

調整棒用	1 個
シム安全棒用	1 個

b 構造

制御棒駆動機構は、電動機、電磁クラッチ、駆動シャフト、ステンレス鋼板バネ、回転ドラム等から構成される。電動機により、電磁クラッチと駆動シャフト（調整棒は駆動シャフトのみ）を介して、回転ドラムを回転させる。回転ドラムに固定したステンレス鋼板バネ先端に中性子吸収板を固定し、回転ドラムの回転により中性子吸収板を炉心内上下に移動させる。

c 駆動方式

通常運転時	電動駆動方式
スクラム時	バネ力及び重力落下方式（シム安全棒のみ）

(iii) 反応度制御能力

a 反応度価値

調整棒	0.1 % $\Delta k/k$ 以上
シム安全棒	0.54 % $\Delta k/k$ 以上

b 反応度添加率（通常運転時）

調整棒	$\pm 0.007$ % $\Delta k/k/s$ 以下
シム安全棒	$\pm 0.006$ % $\Delta k/k/s$ 以下

(4) 非常用制御設備

(i) 制御材の個数及び構造

本原子炉の非常時の停止は、制御棒（安全棒 #1、安全棒 #2 及びシム安全棒）の操作により行う。

a 個数

安全棒#1	1 本
-------	-----

安全棒#2	1本
シム安全棒	1本

b 構造

制御棒は、カドミウム板をステンレス製のさやに包んだ中性子吸収板である。

なお、制御棒が納められるステンレス鋼板製の案内ケースは、燃料タンク外周の反射体に設けられた細隙内に挿入され、制御棒移動の際の案内と保護を兼ねる。

(ii) 制御材駆動設備の個数及び構造

a 個数

安全棒#1用	1個
安全棒#2用	1個
シム安全棒用	1個

b 構造

安全棒#1、安全棒#2及びシム安全棒の駆動機構は、電動機、電磁クラッチ、駆動シャフト、ステンレス鋼板バネ、回転ドラム等から構成される。電動機により、電磁クラッチと駆動シャフトを介して、回転ドラムを回転させる。回転ドラムに固定したステンレス鋼板バネ先端に中性子吸収板を固定し、起動時は回転ドラムの回転により中性子吸収板を炉心から引き抜く。停止時は電磁クラッチを切り離すことにより、バネ力及び重力で中性子吸収板を炉心に全挿入する。

c 駆動方式

起動時	電動駆動方式
停止時	バネ力及び重力落下方式

(iii) 反応度制御能力

a 反応度価値

安全棒#1	0.54 % $\Delta k/k$ 以上
安全棒#2	0.54 % $\Delta k/k$ 以上

シム安全棒 0.54 %  $\Delta k/k$  以上

b 挿入時間

挿入時間 0.5 秒以下

(iv) 独立中性子吸収体

原子炉停止系統制御棒とは別に独立中性子吸収体を 1 体設ける。

独立中性子吸収体は、0.01% $\Delta k/k$  以上の反応度値を有する棒状の中性子吸収体とする。

独立中性子吸収体は、原子炉の炉頂部から人手で炉心に挿入することにより、通常運転時に原子炉を未臨界に移行することができる。

(5) その他の主要な事項

(i) 制御室

原子炉施設の主要な計装及び制御機器は、原子炉制御室に配置し、集中的に監視及び制御を行う。

(ii) インターロック系列

次に示す解除条件を満足しない場合には、制御棒の引き抜きを阻止するインターロック系列を設ける。

インターロック系列	解除条件
A スクラム信号	リセット
B 原子炉上蓋	上蓋閉
C 起動系	最小中性子束以上
D 原子炉停止系統	安全棒#1 引抜済 安全棒#2 引抜済

(iii) 警報系列

原子炉の状態が正常な範囲を逸脱するおそれのある場合に、運転者に注意を喚起するため警報を発する回路を設ける。

別添 8

添付書類八

変更後における試験研究用等原子炉施設の安全設計に関する説明書



持する。反射体の主な仕様を次に示す。

主要寸法	約 142×112×122 cm
材 料	黒鉛

### (3) 制御棒及び制御棒駆動機構

本原子炉には、原子炉停止系統の制御棒 3 本（安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒）及び反応度制御系統の制御棒 2 本（シム安全棒、調整棒）を配置する。ただし、シム安全棒については、原子炉停止系統と反応度制御系統において共用する。制御棒の動作は、燃料タンク外周に垂直に設けたステンレス鋼製制御棒案内ケース内を上下させて行う。駆動装置は、生体遮蔽タンクの側壁に取付けた電動機により、電磁クラッチと駆動シャフト（調整棒は駆動シャフトのみ）及び回転ドラムを介して、制御棒を上下させる（安全棒は落下のみ）。この駆動装置は個々の制御棒ごとに設置し、制御棒を 1 本ずつ駆動することができる。なお、スクラム時には、電磁クラッチの電源が断となり、制御棒はバネ力及び重力により挿入される（調整棒を除く）。制御棒及び制御棒駆動機構図を、図 3-4、図 3-5 及び図 3-6 に示す。

制御棒の構造は、中性子吸収体をステンレス鋼薄板のさやで包み、上部をステンレス鋼バネの先端部に固定したもので、中性子吸収体としてカドミウム薄板を用いる。制御棒の主な仕様を次に示す。

本 数	4 本
被覆材料	ステンレス鋼板
中性子吸収体	カドミウム (99.97%)
中性子吸収体有効寸法	
シム安全棒及び安全棒	約 178×178×1 mm
調整棒	約 51×51×1 mm
被覆厚さ	約 0.3 mm

制御棒駆動装置は、制御棒案内ケース、駆動電動機、減速機構、電磁クラッチ、駆動シャフト位置検出器及び回転ドラムから構成する。制御棒案内ケースは、ステンレス鋼板製で、燃料タンク外周の反射体に設けた細い隙間内に挿入、設置し、制御棒駆動時の案内と保護を兼

ねる。

駆動シャフト位置検出器は制御棒駆動装置の計装装置として、調整棒、シム安全棒の位置指示計及び安全棒の上限、下限リミットスイッチを設ける。これらの計装装置からの信号は原子炉制御盤に送り、調整棒、シム安全棒の位置指示器並びに安全棒#1 及び#2 の位置指示灯で表示する。

駆動装置の主な仕様を次に示す。

ストローク

調整棒 約 41 cm

シム安全棒 約 41 cm

安全棒 約 41 cm

駆動時間（全ストローク）

調整棒 30～35 秒

シム安全棒 170～220 秒

安全棒 170～220 秒

（挿入を除く）

(4) 炉心部支持台

炉心部支持台は炉心重量を支え、燃料タンク及び反射体等炉心構成要素の下端の位置決め及び整列を行う。炉心部支持台の主な仕様は次のとおりである。

寸法 約 140×109×9 cm

材質 軟鋼

3. 2. 3 原子炉停止系統

(1) 概要

原子炉停止系統は、原子炉停止系統制御棒及び独立中性子吸収体による二つの独立した系統から構成する。

(2) 設計方針

原子炉停止系統は以下の方針で設計する。

- a 原子炉停止系統は、原子炉停止系統制御棒及び独立中性子吸収体の二つの独立した系統を有する設計とする。
- b 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、原子炉を未臨界に移行し、未臨界を維持することができる設計とする。
- c 反応度価値の最も大きな制御棒 1 本が固着した場合においても、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、原子炉を未臨界に移行することができる設計とする。
- d 原子炉停止系統のシム安全棒については、反応度制御系統と設備を共用する。反応度制御系統を構成する設備に故障が発生した場合においても、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、原子炉を未臨界に移行し、未臨界を維持することができる設計とする。
- e 独立中性子吸収体については、通常運転時において原子炉を未臨界に移行することができる設計とする。

(3) 主要設備

a 原子炉停止系統制御棒

安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒の 3 本を設ける。

これらの制御棒の反応度価値及び反応度添加率は次のとおりとする。

反応度価値	
安全棒#1	0.54% $\Delta k/k$ 以上
安全棒#2	0.54% $\Delta k/k$ 以上
シム安全棒	0.54% $\Delta k/k$ 以上
反応度添加率 (停止時)	
安全棒#1	- 1% $\Delta k/k /s$ 以上
安全棒#2	- 1% $\Delta k/k /s$ 以上
シム安全棒	- 1% $\Delta k/k /s$ 以上
挿入時間	0.5 秒以下

### 3. 3 核設計

#### 3. 3. 1 設計方針

本原子炉の炉心は次の要件を満足するよう設計する。

- (1) 炉心は負の反応度フィードバック特性を持つ設計とする。
- (2) 通常運転時において反応度制御系統制御棒により制御可能な設計とする。
- (3) 炉心の最大過剰反応度は原子炉停止系統制御棒 1 本分の反応度価値未満とする。

#### 3. 3. 2 核的制限値

炉心は、次の核的制限値を満足するよう設計する。

##### (1) 最大過剰反応度

炉心の過剰反応度は、想定されるいかなる場合でも  $0.5\% \Delta k/k$  以下とする。

##### (2) 原子炉停止系統制御棒の反応度価値

原子炉停止系統制御棒の反応度価値（安全棒 #1、安全棒 #2 及びシム安全棒）は、それぞれ  $0.54\% \Delta k/k$  以上とする。

##### (3) 原子炉の停止余裕

原子炉停止系統制御棒による停止時の反応度は想定されるいかなる場合でも  $-1.0\% \Delta k/k$  以上とする。また、最大反応度価値を有する原子炉停止系統制御棒 1 本が挿入不能の場合の反応度は  $-0.5\% \Delta k/k$  以上とする。

##### (4) 実験物等の反応度価値

炉心に挿入する実験物の負の反応度価値は  $0.3\% \Delta k/k$  以下とする。また、運転中に炉心に出し入れする試料の反応度価値は  $0.05\% \Delta k/k$  以下とする。

#### 3. 3. 3 主要な動特性定数

本原子炉における主な動特性定数は以下のとおりである。

##### (1) 即発中性子寿命

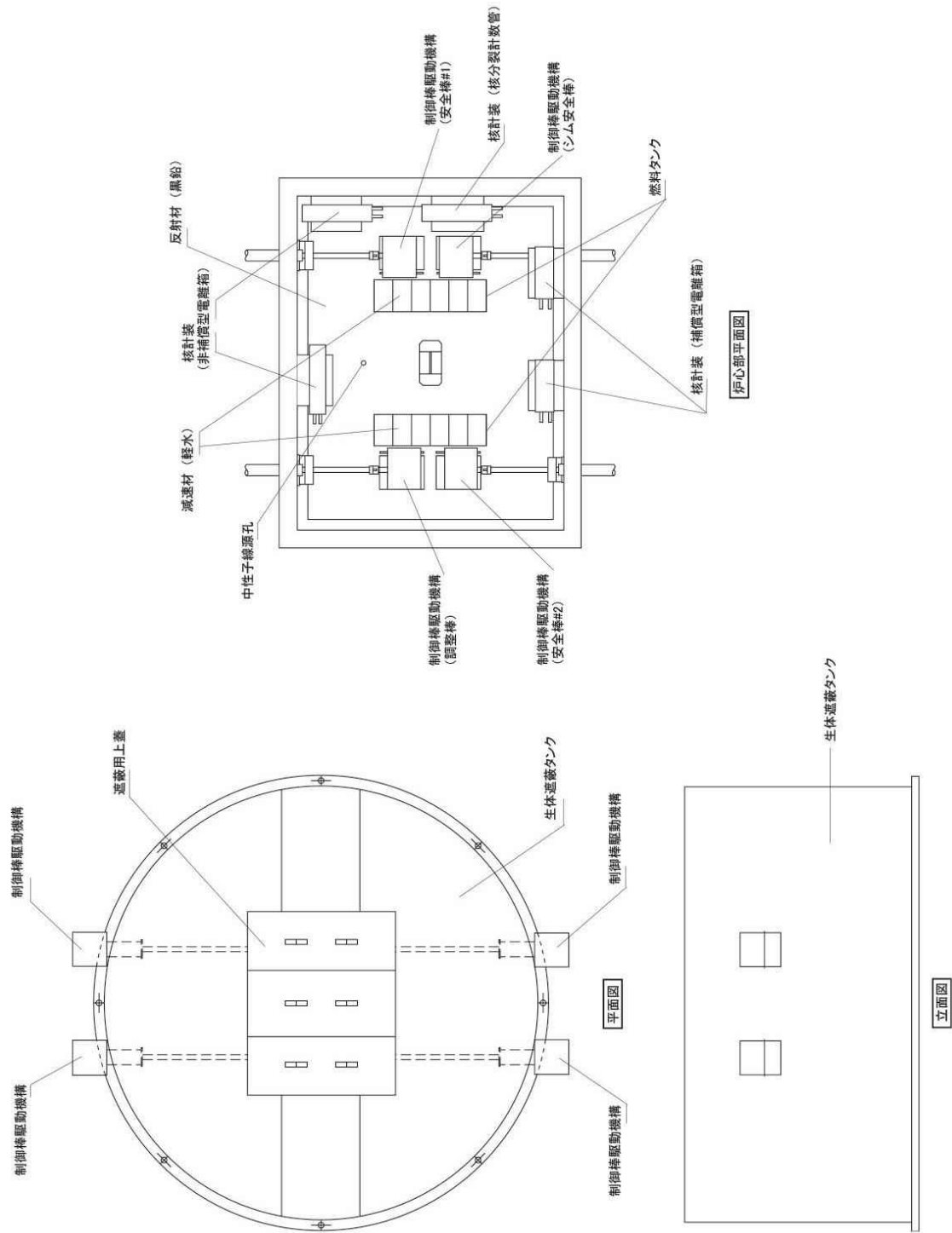


図 3-1 原子炉平面図及び立面図

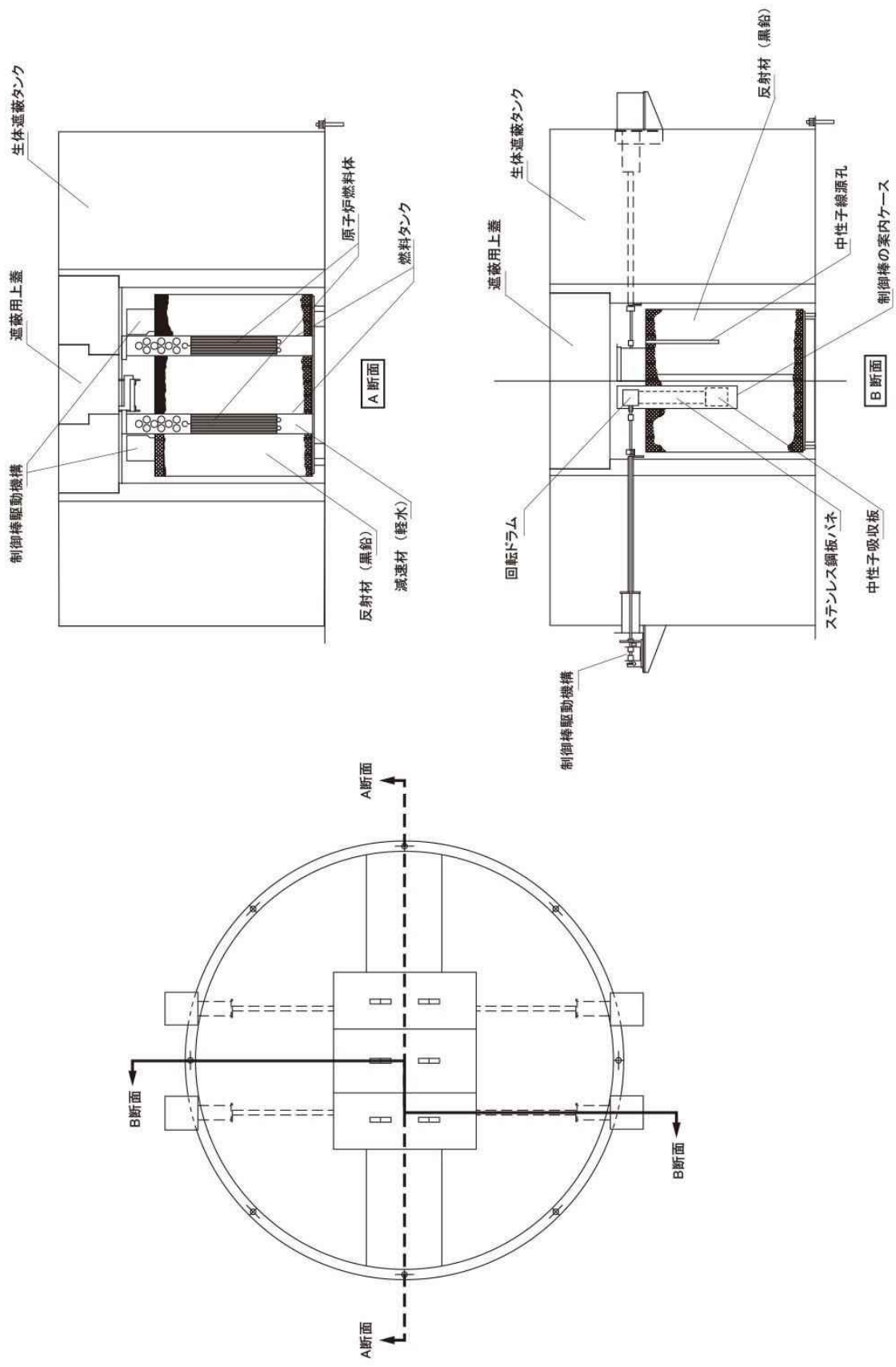


図 3-2 原子炉断面図

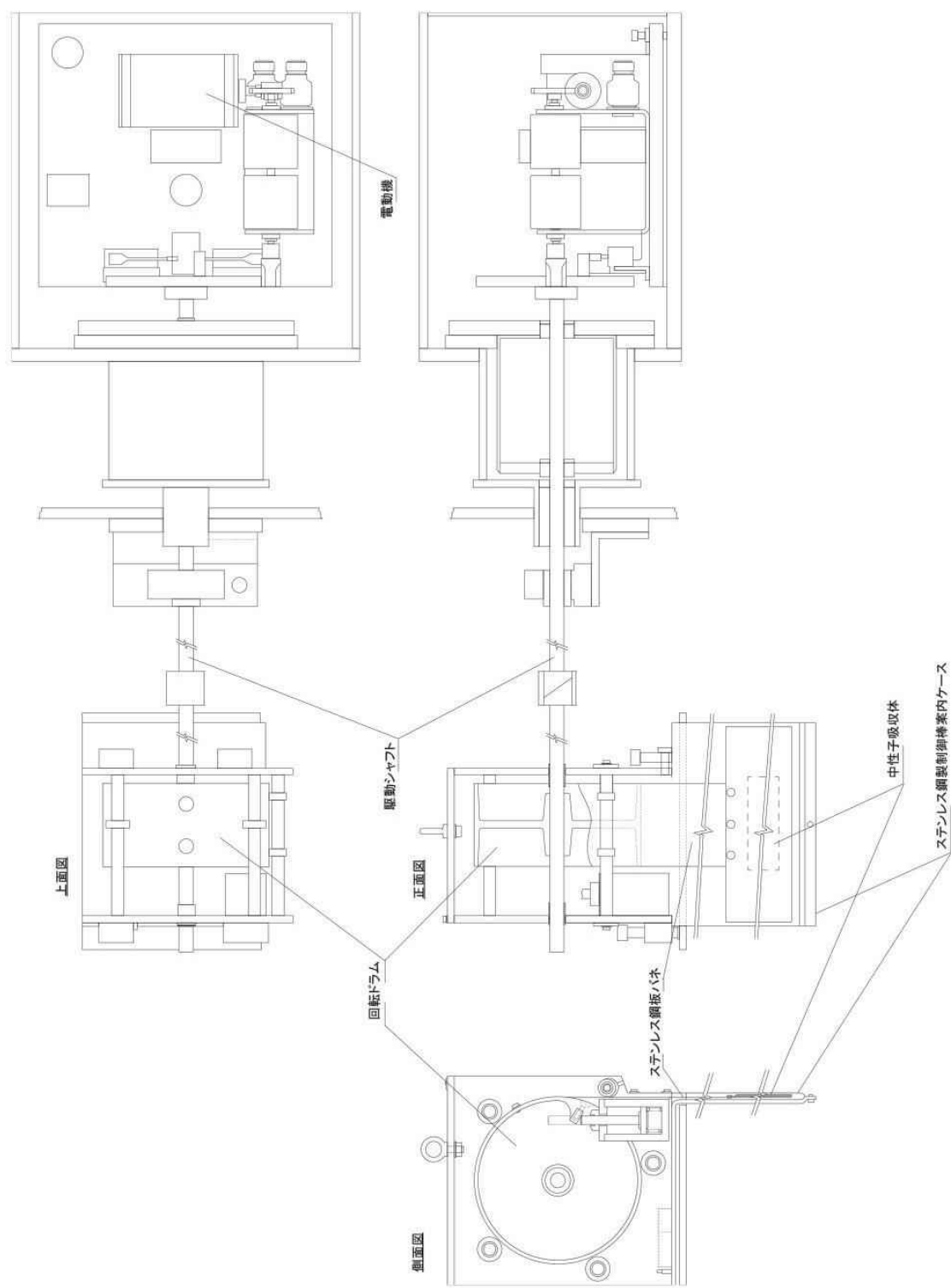


図 3-4 制御棒及び制御棒駆動機構図 (調整棒)

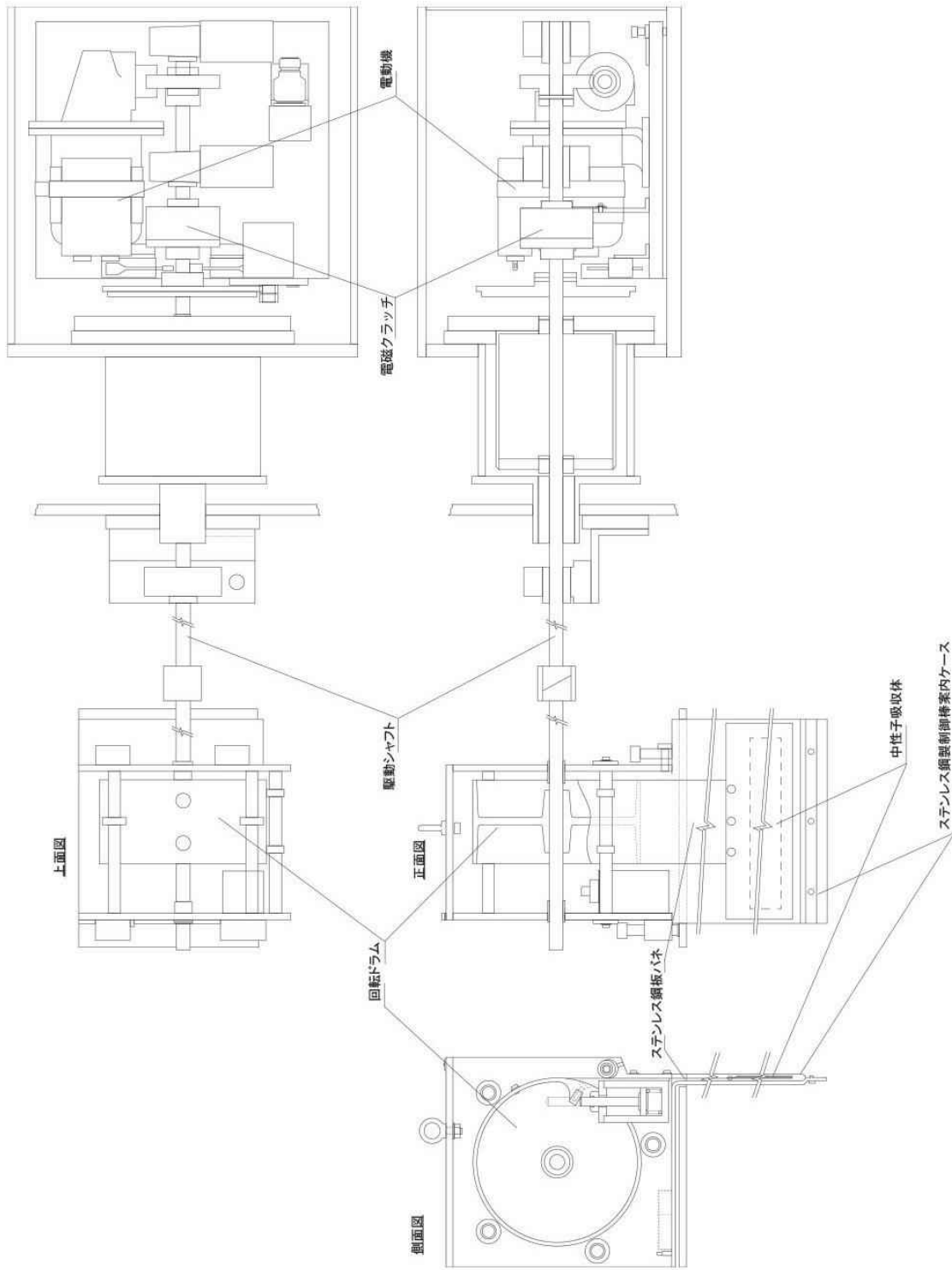


図 3-5 制御棒及び制御棒駆動機構図 (シム安全棒)



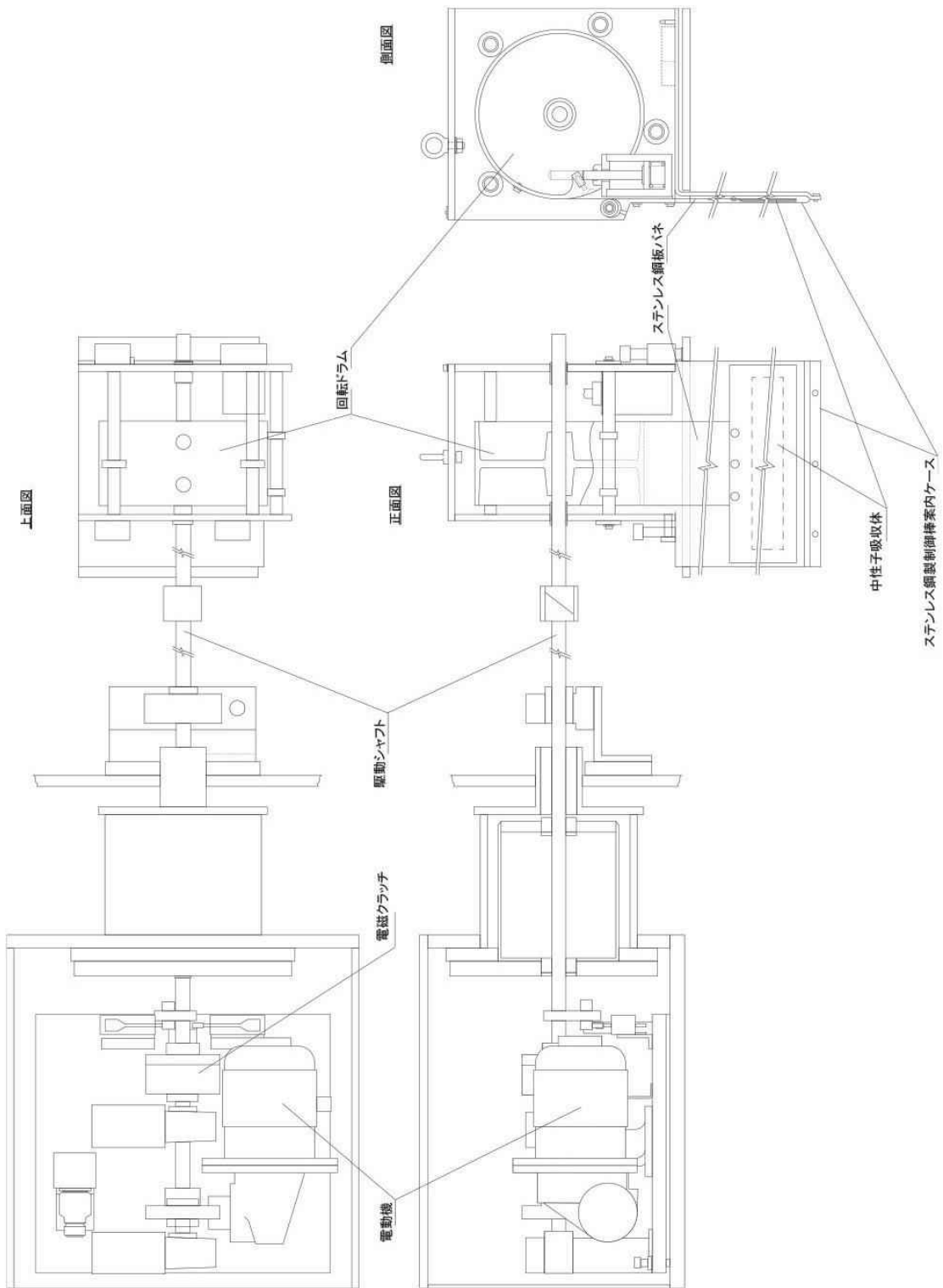


図 3-6 制御棒及び制御棒駆動機構図 (安全棒)