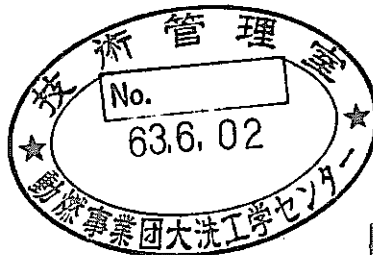


新入職員研修 「常陽」シミュレータ 訓練テキスト



区分変更	
変更後資料番号	PNC TN9520 88-034
決裁年月日	平成 13年 7月 31日

1988年 5月

技術資料コード	
開示区分	レポート No.
	I 9520 88-001
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です	
動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

大洗工学センター
実験炉部原子炉第一課

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

す。
外に

目 次

1. 訓練の目的	1
2. 運転操作の基本	1
3. シミュレータ訓練に必要な基礎的事項	5
3.1 臨界操作に必要な基礎用語	5
(1) 増倍率	5
(2) 反応度	6
(3) 臨界	7
(4) 臨界操作	7
(5) 臨界点予測	7
(6) ペリオド（原子炉周期）	8
3.2 原子炉制御設備の概要	12
(1) 制御棒	12
(2) 制御棒駆動機構	12
(3) 原子炉制御盤	12
(4) 原子炉保護系設備	13
3.3 核計装設備の概要	24
(1) 起動系	24
(2) 中間系	24
(3) 出力系	24
4. 原子炉臨界操作要領	27
5. 参考資料 「運転担当者の運転心得と任務」	35
（高速実験炉「常陽」運転管理基準書から抜粋）	

1. 訓練の目的

「常陽」運転訓練シミュレータ (FOSTER) を活用し、運転の基本及び心構えを、臨界操作訓練等によって学び、原子炉の運転に係わる基本的事項について修得する。

2. 運転操作の基本

原子炉プラントを安全に運転するためには、プラント設備を十分に理解するとともに、プラント運転操作に係わる基本の徹底が不可欠である。基本操作とは、運転の基本的心得の基に操作手順書に従い正確に操作することを意味する。運転の基本的心得の主要な点は、次のとおりである。

(1) 連絡の徹底

機器の保全と人身の安全を確保する上で連絡の徹底を図ることは重要である。ページングを使用しての連絡は大きな声で明瞭かつ簡潔に行い、お互いの意志疎通を図る必要がある。

(2) 指差呼称の徹底

警報発生時や機器の操作時は確実に指差し、視線を警報窓や操作対象に向けるとともに、警報名称や操作スイッチの名称を大きな声で呼称する (写真 1, 2 参照)。

(3) 操作後の確認

操作した機器の電流、回転数、圧力、流量等が正規の状態であることを計器によって確認する。また、その操作により、他システムまで影響が及ぶ場合はその系統の確認も行う。更に現場からの報告によって現場の機器にも異常のないことを確認する (写真 3, 4 参照)。

(4) 運転監視

安定運転中に於ても、予備機が確保されているか、緊急炉心冷却系は待機状態となっているか等、常にプラントの状態を確実に把握しておく必要がある。

(5) 計器の監視

警報が発生する場合、必ず計器上にその兆候が現れる。正常運転時の運転値を正確に把握しておく必要がある。

(6) 多重監視

プラントの重要な部分の監視計器は、多重化されており一つの計器に頼り過ぎず、他の計器による監視も行い、的確かつ正確なプラントの監視を行う必要がある。また、原子炉出力上昇操作を行った場合、核計装出力系の指示、系統温度、2次冷却系のベーン開度等が変化する。このように一つの操作で色々なパラメータが変化するので、多重監視を確実にを行う必要がある。

(8) 基本動作の習熟

通常運転操作を繰り返し行い、納得いくまでの習熟によって基本的な知識を身に付け、異常状態に対する応用力を養う必要がある。



写真 1

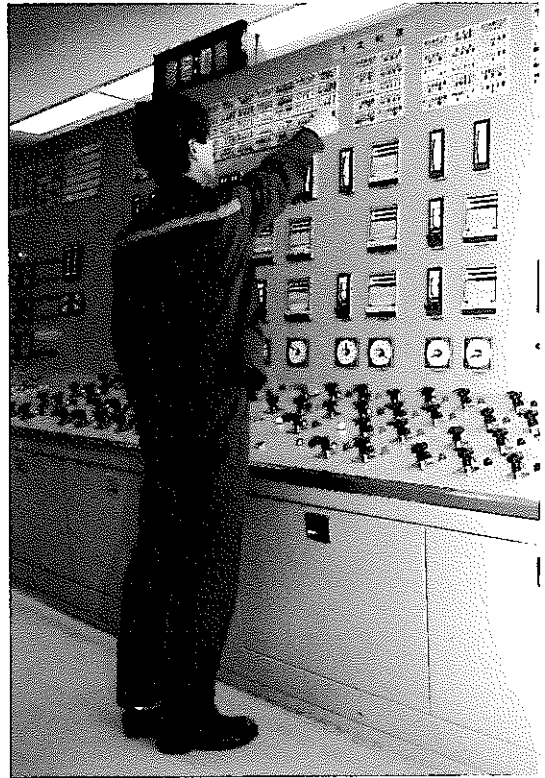


写真 2



写真 3

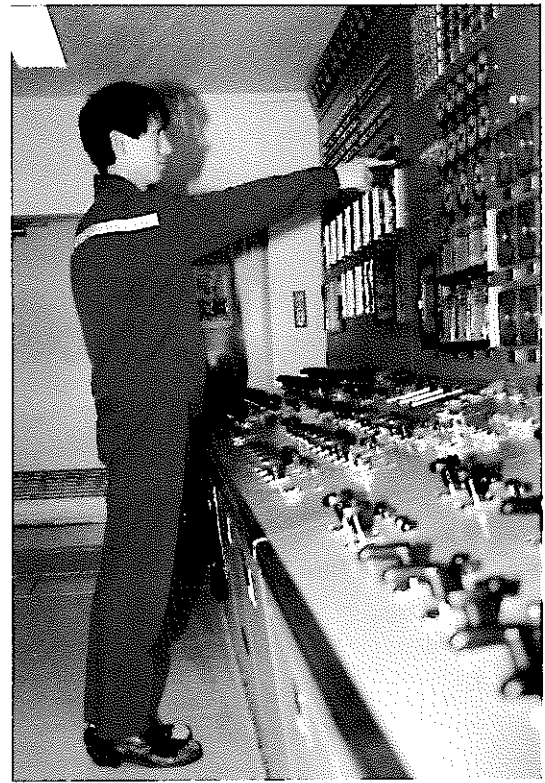


写真 4

3. シミュレータ訓練に必要な基礎的事項

3.1 臨界操作に必要な基礎的用語

(1) 増倍率 : K

核分裂連鎖反応は、中性子を仲立ちとして行われる。連鎖反応を持続するためには、核分裂によって生じた中性子の内少なくとも1個が次の核分裂を起こす必要がある。仮に核分裂によってn個の中性子が生まれたとする。その中性子は原子炉体系内で拡散、減速される。一部は、その過程で構造材等に吸収され失われる。最終的に、n'個が残り次の核分裂を起こす。これによって新たに $\nu n'$ 個の中性子が生まれ、同様に拡散、減速しn''個が次の核分裂を起こしたとする。

増倍率とは、一世代の中性子の数と次の世代の中性子数の比である。

つまり、 $\nu n' / n$ または、 n'' / n' といえる。

仮想的無限に大きい体系内での増倍率を無限増倍率といい K_{∞} と書く。実際には、原子炉の大きさは有限であるので表面からの中性子の漏れが生ずる。その効果を考慮した実際の増倍率を実効増倍率といい K_{eff} と書く。

図-1.1に高速炉の核分裂連鎖反応図を、図-1.2に熱中性子炉の核分裂連鎖反応図を示す。

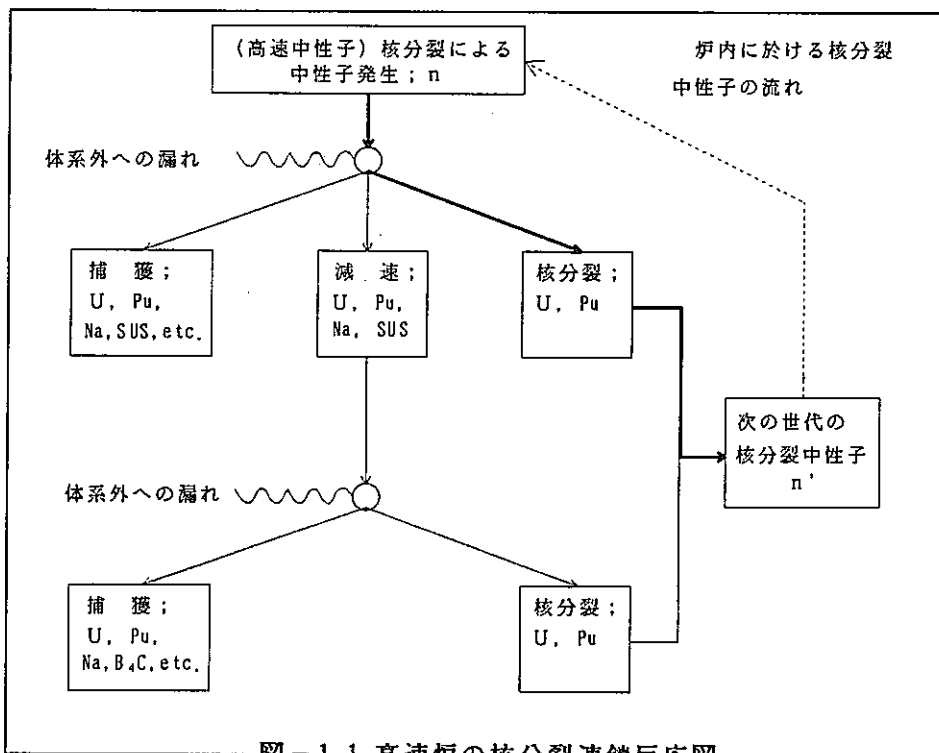


図-1.1 高速炉の核分裂連鎖反応図

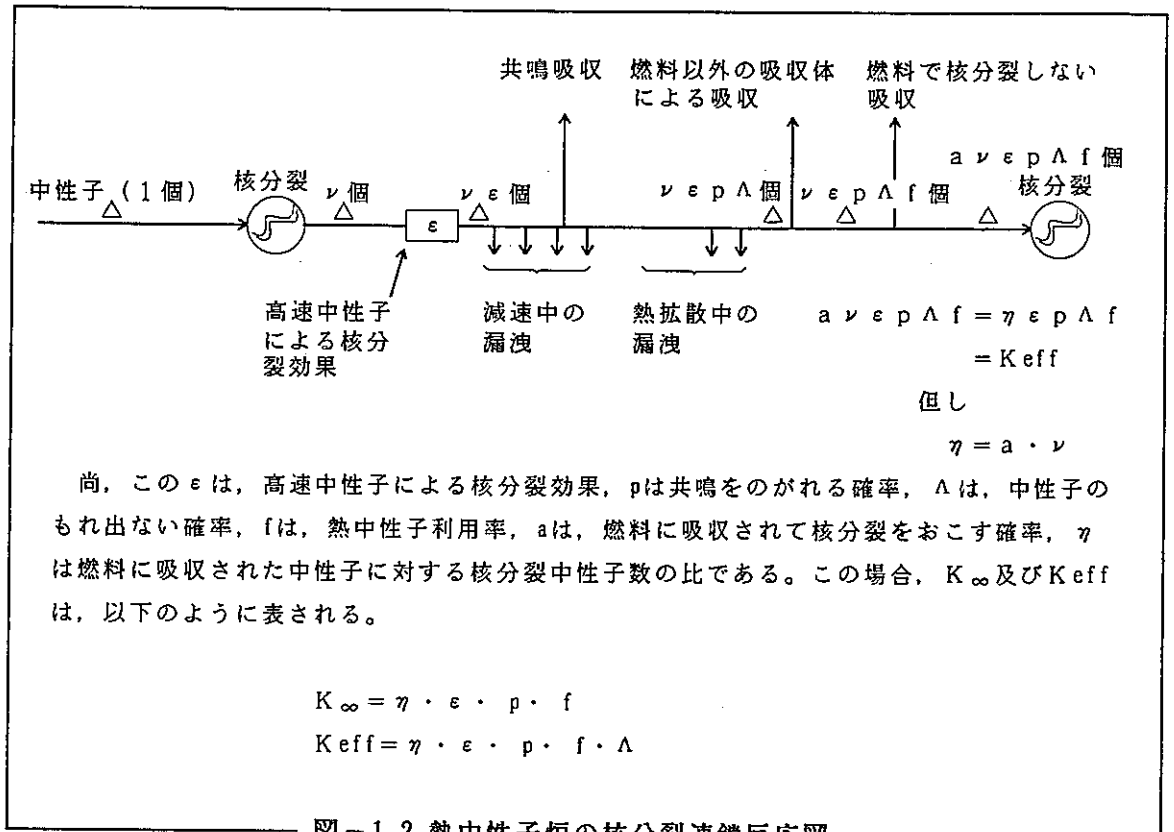


図-1.2 熱中性子炉の核分裂連鎖反応図

(2) 反応度

反応度とは、実効増倍率がどの程度変化したかを示す量で、

$$\rho = \frac{K_{eff} - 1}{K_{eff}} \quad (\Delta K / K) \text{ で表される。}$$

($K_{eff} = 1$ の時 $\rho = 0$)

一般的に、 $\% \Delta K / K$ ($1 \Delta K / K = 100 \% \Delta K / K$) として取り扱われることが多い。また、 $\$$ (ドル)、 ϕ (セント) で表す場合もある。

反応度 1 \$ = その原子炉の遅発中性子発生割合と同じ量の反応度である。

「常陽」のMK-II炉心の遅発中性子割合は、0.4%である。

$$1 \$ = 0.4 \% \Delta K / K$$

$$1 \$ = 100 \phi \text{ である。}$$

* MK-II J1炉心での値。J2平衡炉心では0.45%である。

(3) 臨界

原子炉の燃料として使用される ^{235}U 及び ^{239}Pu は、中性子が入射すると核反応を起こし分裂する。これを核分裂反応といい、その際2ないし3個の中性子が生成される。これらの中性子のうちの1個が再び燃料に入射し核分裂反応を起こすように工夫すれば、また新たに発生した中性子が核分裂反応を起こし、この状態が連鎖的に続けられる。

臨界とは、このような核分裂反応が連鎖的に持続しかつ、中性子の生成と消滅がちょうどつり合った状態をいう。

(4) 臨界操作

臨界操作とは、制御棒を操作して、原子炉の実効増倍率を徐々に増加し、最終的に原子炉を臨界にする操作である。

「常陽」のMK-II炉心では、系統Na温度250℃に於いて炉心に約2%の過剰反応度があると仮定した場合、制御棒6本が全挿入状態（原子炉停止状態）で約10% $\Delta K/K$ の負の反応度を有している。この状態での実効増倍率（ K_{eff} ）は、約0.9である。制御棒1本の持つ反応度制御能力は、約2% $\Delta K/K$ で図-2に示すようなS字特性を持っている。図-2の特性曲線から制御棒引抜き量に対する反応度変化を知ることができ、実効増倍率の変化を予測することができる。原子炉の過剰反応度、制御棒の反応度制御能力等は、炉心構成要素の変更や原子炉運転履歴によって変化する。このため、臨界操作に当たっては、逆増倍法による臨界点の予測を行い制御棒操作量を決定している。

(5) 臨界点予測

原子炉が未臨界度 ΔK （ $\Delta K = K_{\text{eff}} - 1$ ）で安定している状態において次の関係が成立する。

$$S_{\infty} = - \frac{S_0 \cdot l}{\Delta K} = \frac{S_0 \cdot l}{1 - K_{\text{eff}}}$$

S_{∞} : 安定中性子数（ $t \rightarrow \infty$ のとき）

S_0 : 中性子源強度

l : 中性子の平均寿命

ただし、 $K_{\text{eff}} < 1$ のみ適用できる。

この関係式から制御棒を引抜いて未臨界度 ΔK を小さくしていくと S が増大することがわかる。すなわち ΔK が1/10になれば n は10倍に、 ΔK が1/100になれば S は100倍になる。このように安定中性子束は ΔK に反比例した値となるので、制御棒操作前と操作後の ΔK の異なる2点で中性子の計測を行い、その逆数比のプロットから臨界点を予測できる。

逆増倍法は次の要領で行う。

- ① 逆増倍プロットは、横軸に制御棒位置を、縦軸に計数率逆数比をとり、起動系（SRM）のCH-1、CH-2の計数率を用いてプロットする。プロット様式を図-3に示す。

- ② 制御棒 4 本が臨界予想位置（他の 2 本は 350 mm）時の SRM の計数率を初期値（ C_0 ）とする。
- ③ SRM の計数率の測定は、制御棒を引抜いた後十分な時間を置き、指示値が安定した後行う。
- ④ 次に、350 mm の位置にある制御棒 1 本を臨界予想位置まで引抜き、SRM の指示値（ C_1 ）を測定し、 C_0/C_1 を求めグラフにプロットして臨界点を予測する。
- ⑤ 以後の制御棒引抜き量は、逆増倍プロットから予測される臨界に必要な制御棒引抜き量の 1/2 以内で制御棒を引抜く。

(6) ペリオド（原子炉周期）

原子炉内の中性子束（原子炉出力）が e 倍または $1/e$ 倍に変化する時間をペリオドという。原子炉出力がペリオド T 秒で変化している場合 t 秒後の原子炉出力は、

$$P = P_0 e^{t/T}$$

P_0 : $t = 0$ における出力

P : t 秒後の出力

また、原子炉出力が 2 倍になる時間をダブリングタイム (T_d) といい、ペリオドとは次の関係にある。

$$P = P_0 e^{T_d/T} \quad \frac{P}{P_0} = 2 = e^{T_d/T} \quad T_d = 0.693 \times T$$

ペリオド領域（温度フィードバックがなく投入反応度に対し、一定のペリオドで中性子束が変化する領域）に於ける投入反応度とペリオドの関係を図-4 に示す。

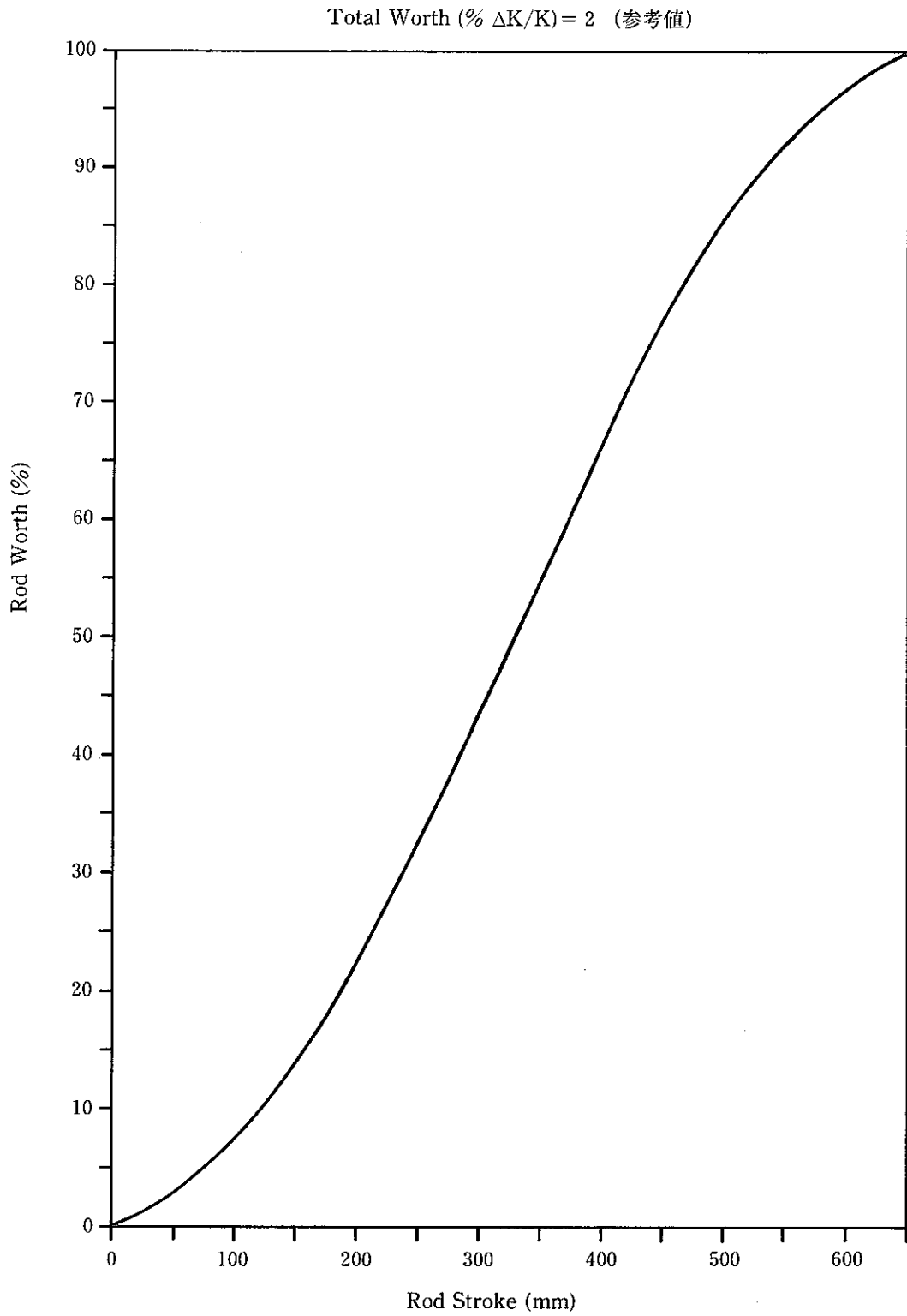


图-2 Rod Stroke Curve.

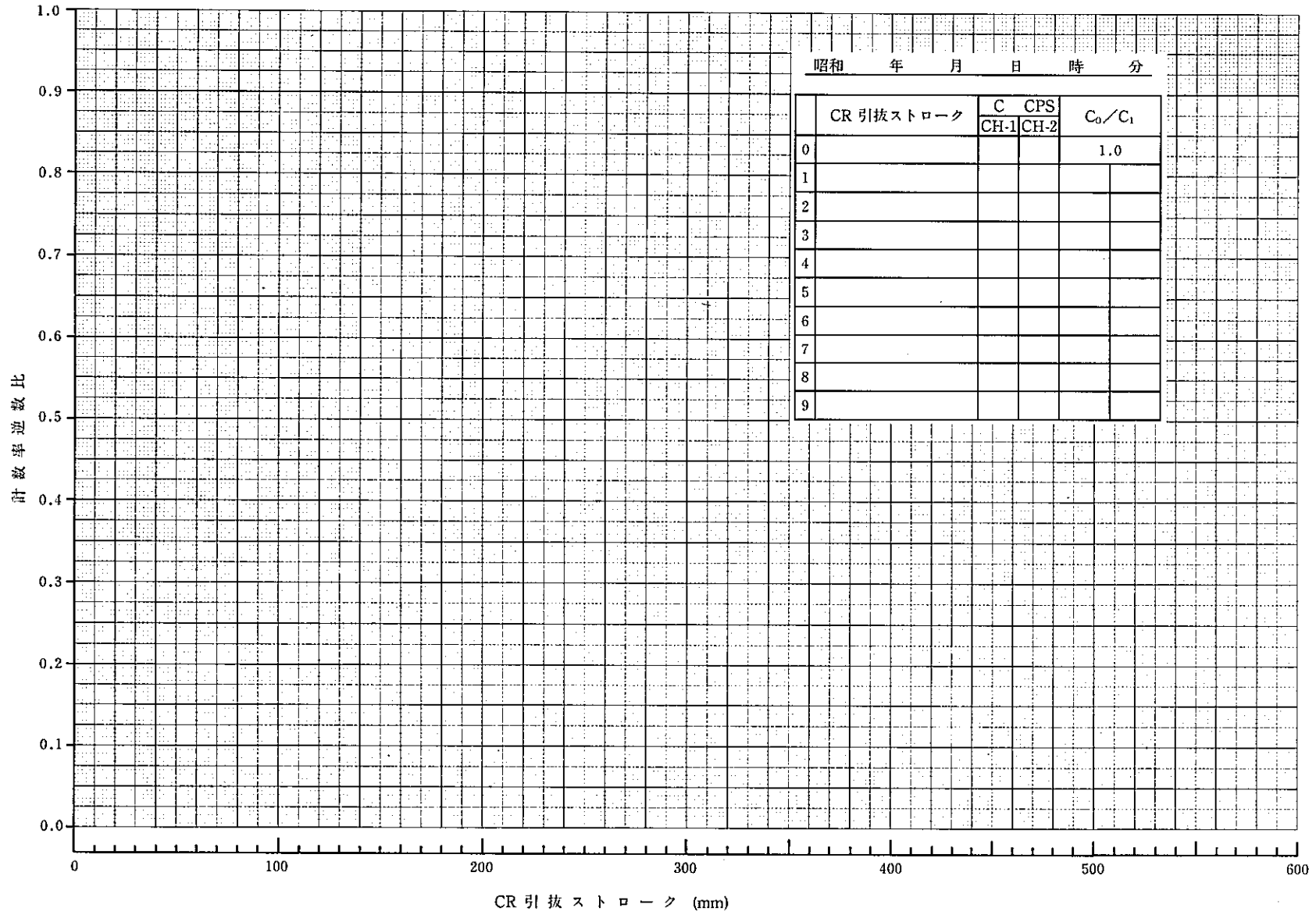


図-3 計数率逆数比プロット

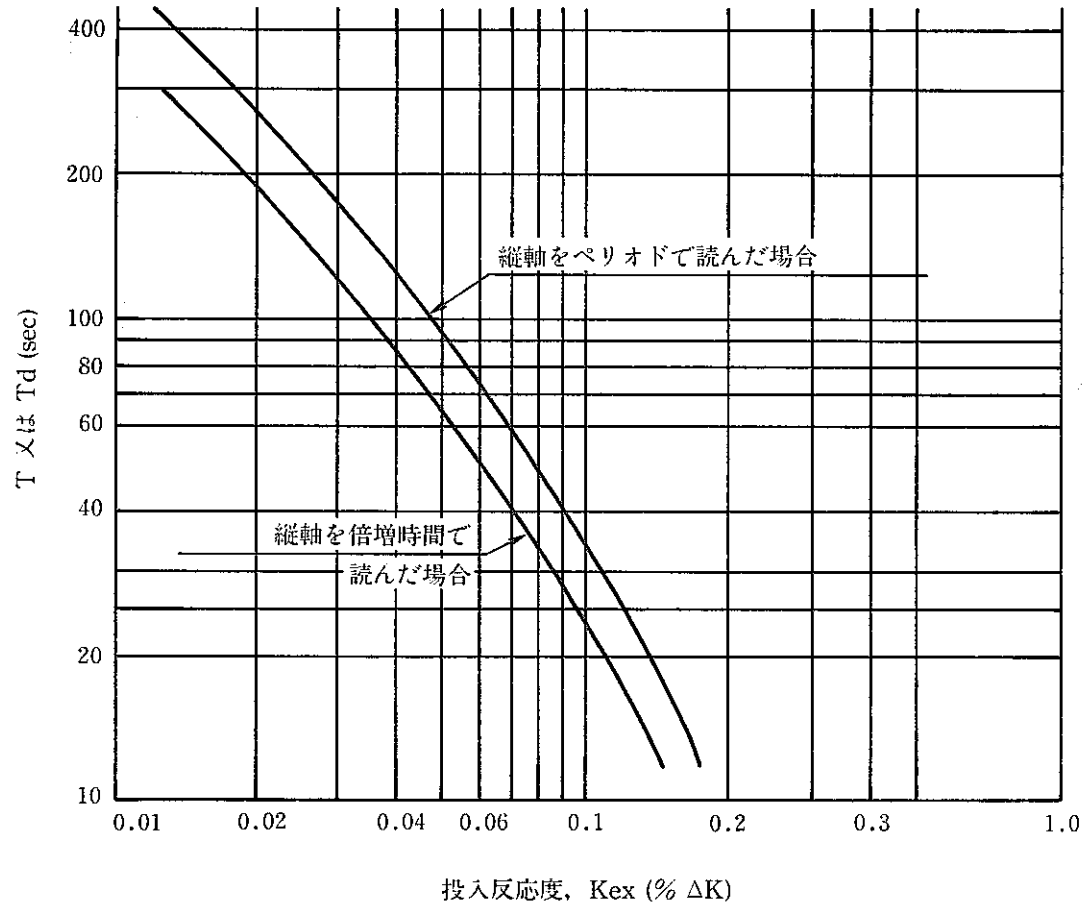


図-4 ダブリングタイム又はペリオドと投入反応度

3.2 原子炉制御設備の概要

原子炉制御設備は、制御棒、制御棒駆動機構、原子炉制御盤及び原子炉保護系で構成される。

(1) 制御棒

制御棒は、中性子吸収体をステンレス鋼管に詰めた制御棒要素、制御棒駆動機構と接続するためのハンドリングヘッド、スクラム動作時の緩衝作用を行わせるダッシュラムなどからなる。制御棒要素はボロン-10を濃縮した炭化硼素 (B_4C) のペレットをステンレス鋼管で被覆し、上部には冷却材ナトリウムが要素内に侵入しない構造を有したダイビングベル型のベント機構を有している。このベント機構は中性子吸収材である炭化硼素が炉内で $^{10}B(n, \alpha) ^7Li$ 反応により生成するヘリウムガスを被覆管外に放出し、内圧の上昇を防ぐことを目的としており、これによって制御棒の使用期間を長くすることができる。放出されたヘリウムガスは制御棒要素上部からナトリウム中を経て炉容器上部のカバーガス空間へ移行する。

制御棒は上記制御棒要素を上下グリッド板にて支持し、7本ロッドクラスターとして保護管に収納している。冷却材は炉心支持板低圧プレナムを経て保護管脚部の流量調節機構から流入する。

制御棒の概略図を図-5に、炉心構成図を図-6に示す。

(2) 制御棒駆動機構

制御棒駆動機構は、炉心上部機構を貫通して6基配置され、制御棒を炉心へ急速落下(スクラム)させる機能と、原子炉運転時に制御棒の炉心へ挿入、引抜を行う機能を有する。

制御棒駆動機構は、電動機駆動により一定速度で制御棒の挿入、引抜動作を行い、スクラム動作は、保持電磁石の消磁により駆動装置に保持されている制御棒を解放し、重力及びスプリング力で急速落下させることにより行われる。

制御棒のラッチはラッチ機構により行われる。ラッチ機構は4本のラッチフィンガー、フィンガー動作棒、及びフィンガー押えリングからなる。ラッチフィンガーはフィンガー動作棒の軸方向への上下移動により開閉し、制御棒と制御棒駆動機構との接続及び解放を行う。ラッチフィンガーは、ラッチ時にフィンガー動作棒で押し広げられ、制御棒を掴む構造となっている。

制御棒駆動機構の概略図を図-7に、制御棒ラッチ動作説明図を図-8、図-9に示す。

(3) 原子炉制御盤

原子炉制御盤には、原子炉の運転状態を監視するための制御棒位置指示計、中性子束指示計及び記録計、原子炉周期指示計及び記録計等が取り付けられている。また、制御棒駆動機構及び中性子検出器保持駆動装置を操作するための操作スイッチが取り付けられている。制御棒は制御棒選択スイッチによって選択され、1本ずつ原子炉制御盤から手動スイッチによって引抜、挿入される。

盤面上部には故障表示器が取り付けられ、制御棒駆動機構、核計装設備及び原子炉保護

系設備に係わる故障表示を行う。また、同制御盤には緊急時の手動操作スイッチが設けられており、アイソレーション、スクラム及び制御棒一斉挿入の動作を手動スイッチで行うことができる。

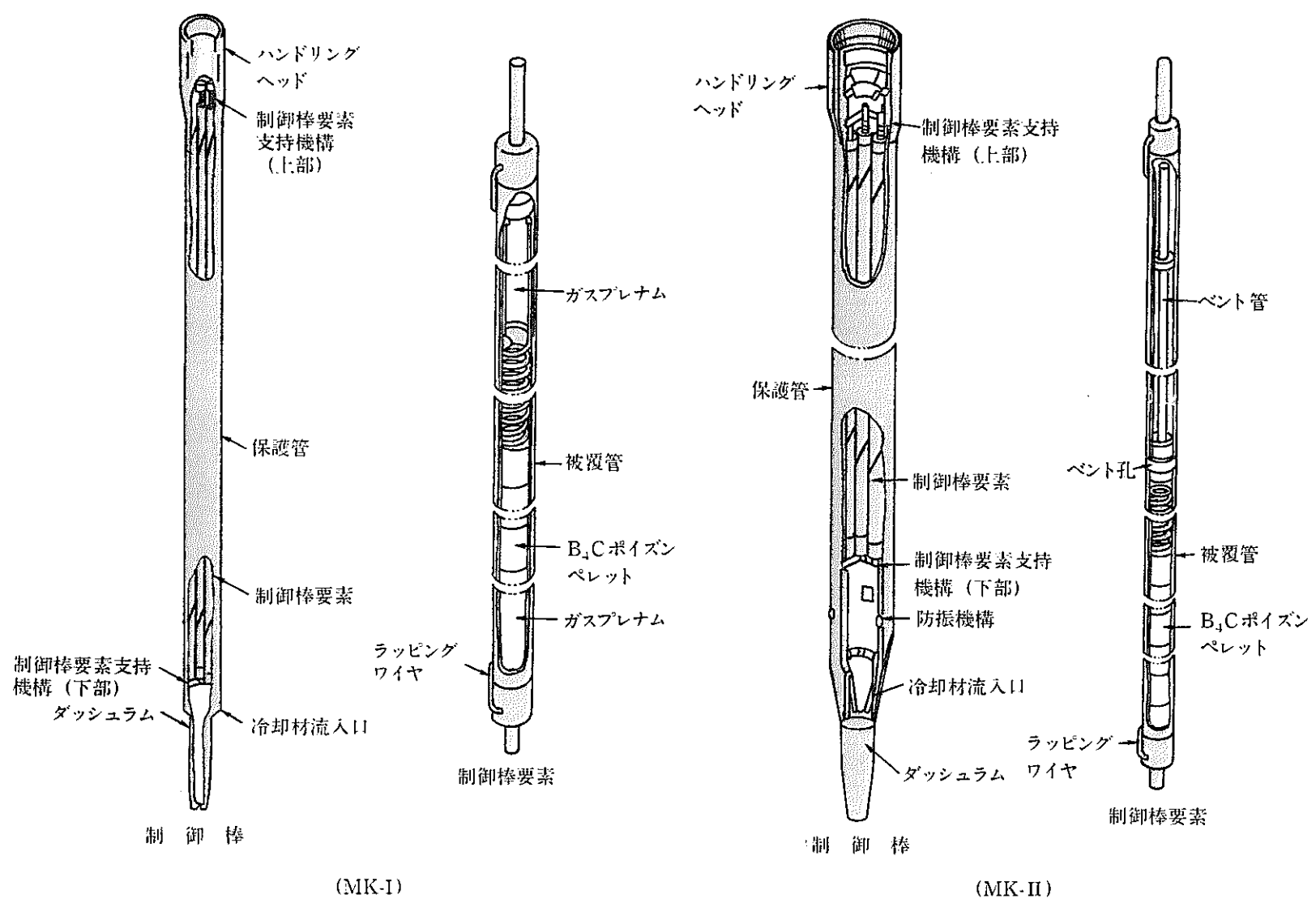
原子炉制御盤外形図を図-10に示す。

(4) 原子炉保護系設備

原子炉保護系設備は、原子炉の状態を監視する重要な計装から異常信号が発せられた場合異常の程度に応じて安全動作を行わせるための設備であり、ロジック盤及びトリップ信号を発生する原子炉保護系用検出器で構成される。

ロジック盤は、独立した2系統（A系、B系）で構成し多重性を有している。アイソレーション、スクラム及び制御棒一斉挿入等の安全動作信号は、核計装設備、プロセス計装設備等から1プロセス変数につき、おのおの独立な2～3個のトリップ接点として各ロジック盤に伝送され、各ロジック盤で2 out of 3又は1 out of 2のロジック回路が構成される。そして、いずれか一方のロジック回路が作動した場合は、その出力で補助継電器が駆動される。補助継電器の接点は、アイソレーション、スクラム及び制御棒一斉挿入の始動信号として、制御棒保持電磁石の励磁回路、制御棒駆動電動機の駆動回路あるいは格納容器隔離弁の駆動回路に使用される。

なお、ロジック回路は2重化してあるので、一方のロジック回路の不動作が発生してもスクラム機能を損うことはない。



(MK-I)

(MK-II)

図-5 制御棒概略図

100MW - 第15サイクル炉心構成図

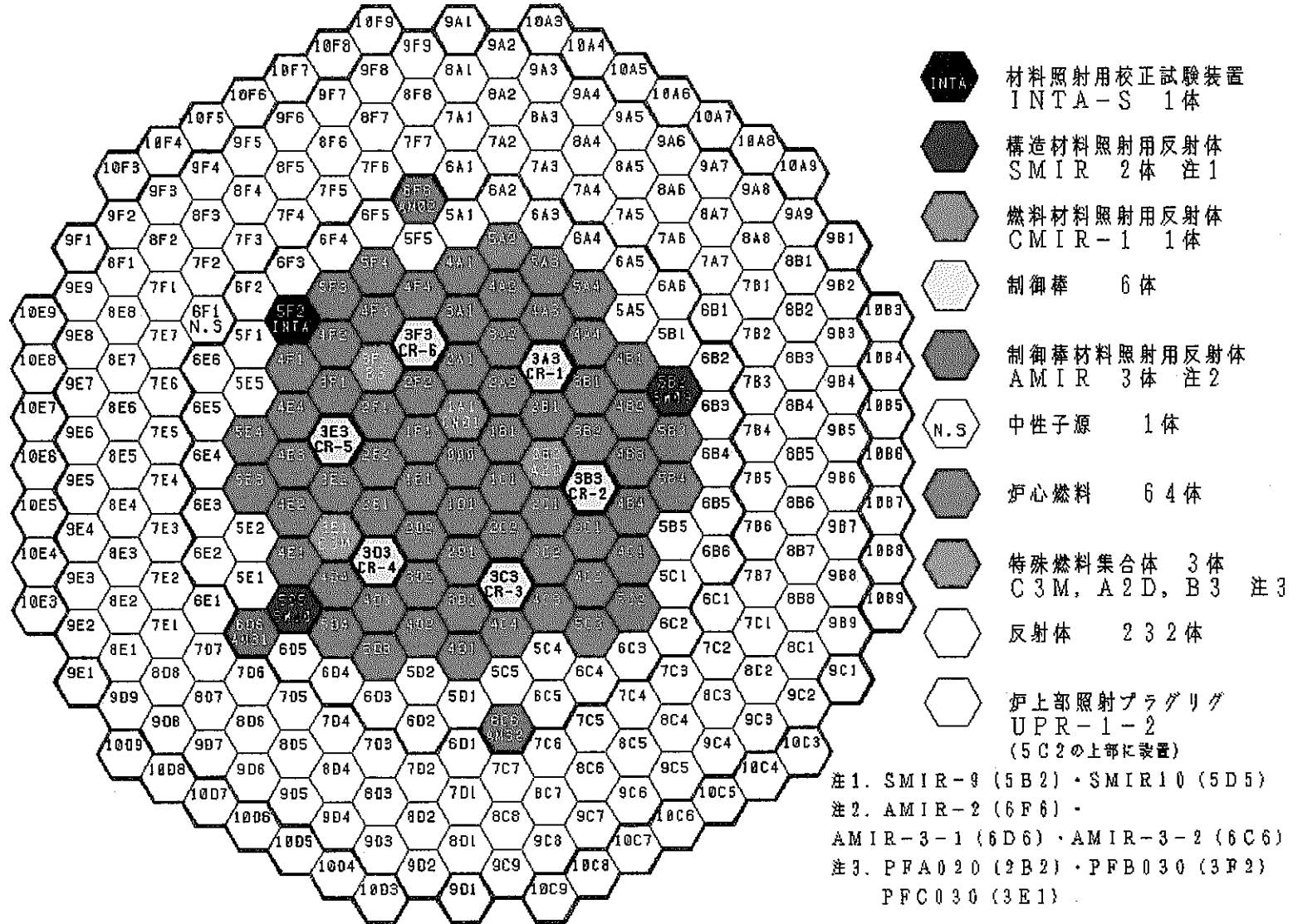


図-6 炉心構成図

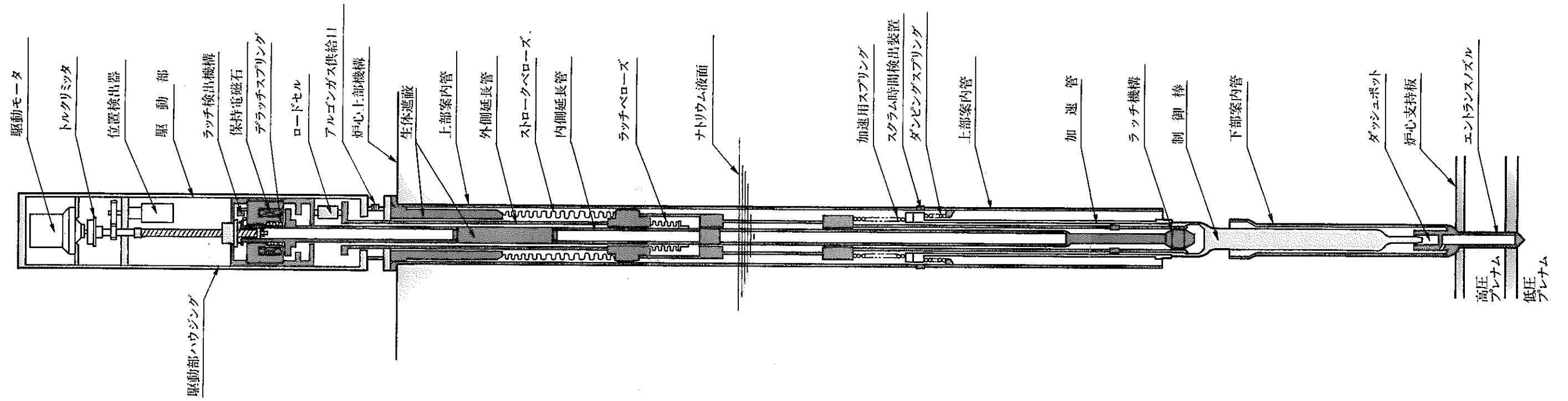


図-7 制御棒駆動機構

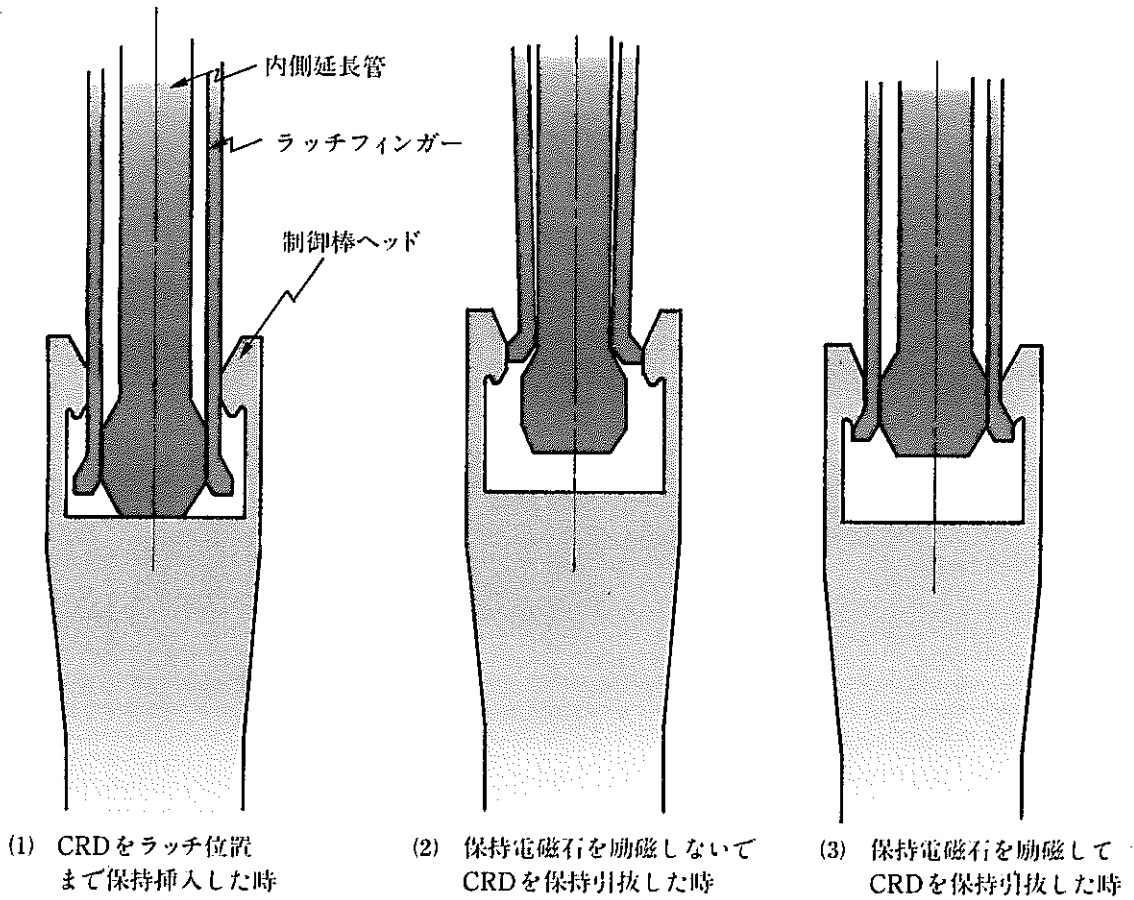
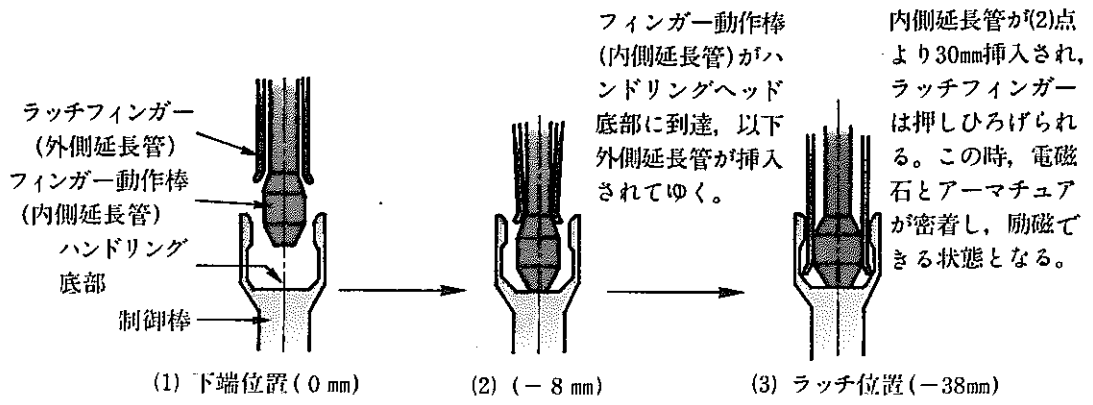
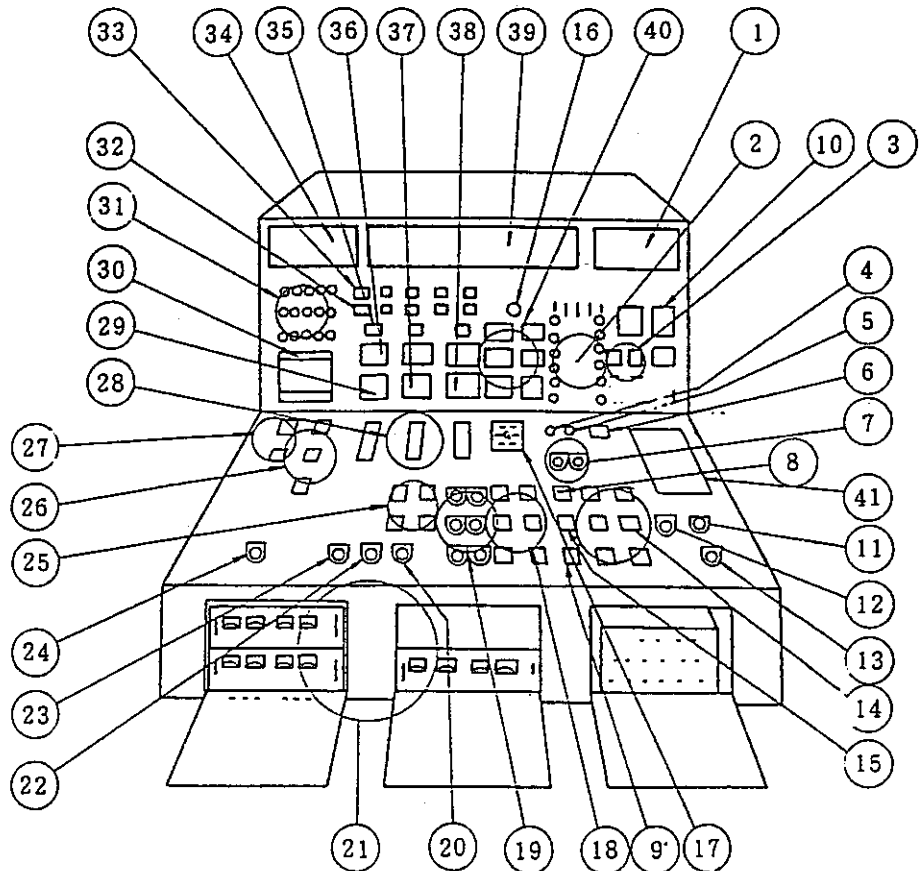


図-9 制御棒 (CR), 制御棒駆動機構 (CRD) の関係略図



- | | |
|------------------------------|------------------------|
| ① 状態表示窓 | ⑳ 制御棒励磁電源装置 |
| ② 制御棒位置指示ランプ | ㉑ 警報表示リセット押ボタンスイッチ |
| ③ 制御棒荷重指示計 | ㉒ 警報表示確認押ボタンスイッチ |
| ④ 手動スクラム押ボタンスイッチ | ㉓ 隔離弁状態表示灯リセット押ボタンスイッチ |
| ⑤ 手動アイレーション押ボタンスイッチ | ㉔ 核計装記録計入力選択スイッチ |
| ⑥ 手動制御棒一斉挿入スイッチ | ㉕ 核計装中間系駆動スイッチ |
| ⑦ 手動スクラム、アイレーションリセット押ボタンスイッチ | ㉖ 核計装起動系駆動スイッチ |
| ⑧ キー付運転モードスイッチ | ㉗ 核計装出力系レンジ選択スイッチ |
| ⑨ C R D 駆動部全数操作スイッチ | ㉘ 熱出力記録計 |
| ⑩ 制御棒荷重記録計 | ㉙ 中性子検出器温度記録計 |
| ⑪ 起動計計数率ch 2 バイパス付スイッチ | ㉚ 中性子検出器位置指示ランプ |
| ⑫ 起動計計数率ch 1 バイパス付スイッチ | ㉛ 核計装起動/中間系ペリオド指示計 |
| ⑬ 状態表示灯押ボタンスイッチ | ㉜ 核計装起動/中間系対数指示計 |
| ⑭ 制御棒励磁スイッチ | ㉝ 隔離弁状態表示窓 |
| ⑮ 制御棒全数励磁スイッチ | ㉞ 核計装出力系指示計 |
| ⑯ セルシン電源表示灯 | ㉟ 核計装出力系記録計 |
| ⑰ 制御棒選択押ボタンスイッチ | ㊱ 核計装起動/中間系対数記録計 |
| ⑱ 制御棒駆動スイッチ | ㊲ 核計装起動/中間系ペリオド記録計 |
| ㉀ 制御棒駆動保持スイッチ | ㊳ 警報表示窓 |
| ㉁ 警報表示テスト押ボタンスイッチ | ㊴ 制御棒位置指示計 |
| | ㊵ スクラム点検パネル |

図-10 原子炉制御盤外形図

3.3 核計装設備の概要

核計装設備は、起動系2チャンネル、中間系3チャンネル、出力系3チャンネルの合計8チャンネルにより構成され、原子炉の停止レベルから原子炉出力100MWまで、これらの3系統で計測範囲をカバーしている。図-11に核計装領域関係図を示す。

(1) 起動系

起動系は、原子炉出力約 $2 \times 10^{-8}\%$ ～約 $5 \times 10^{-3}\%$ の中性子束を測定し、中性子検出器（核分裂計数管）からの出力パルスは前置増幅器で、適当なレベルに増幅したのち、対数計数率計に加えられ、指示・記録される。

原子炉の安全を確保するため、対数計数率計は、低計数率インタロック信号（3CPS）、高計数率アラーム信号（ 7×10^5 CPS）及び高計数率スクラム信号（ 9.5×10^5 CPS）を発生する。また、ペリオド計は、ペリオド短アラーム信号（+25sec）及びペリオド短スクラム信号（+5sec）を発生する。

(2) 中間系

中間系は、原子炉出力の約 $1 \times 10^{-3}\%$ ～約10%の中性子束を測定する。中性子検出器（核分裂計数管）からの出力は、キャンベル前置増幅器に加えられ、ここで適当なレベルに増幅したのち、対数増幅器で対数出力に比例した直流電圧に変換し指示・記録される。

また対数出力の変化率を測定し、ペリオドを指示・記録させている。原子炉の安全を確保するため、中間系は、低出力インタロック信号（ $1 \times 10^{-3}\%$ ）、高出力アラーム信号（70%）及び高出力スクラム信号（95%）を発生する。また、ペリオド計は、ペリオド短アラーム信号（+25sec）及びペリオド短スクラム信号（+5sec）を発生する。

(3) 出力系

出力系は、原子炉出力の約1%～125%の中性子束を測定する。中性子検出器（ガンマ線補償型電離箱）からの出力信号は、出力系モニタで増幅され、指示・記録される。利得の切替えはレンジ切替スイッチにより帰還抵抗値を変更することによって約1/2デケイドごとに行う。

原子炉の安全を確保するため各レンジごとに低出力インタロック信号（10%）、高出力アラーム信号（103%）及び高出力スクラム信号（106%）を発生する。

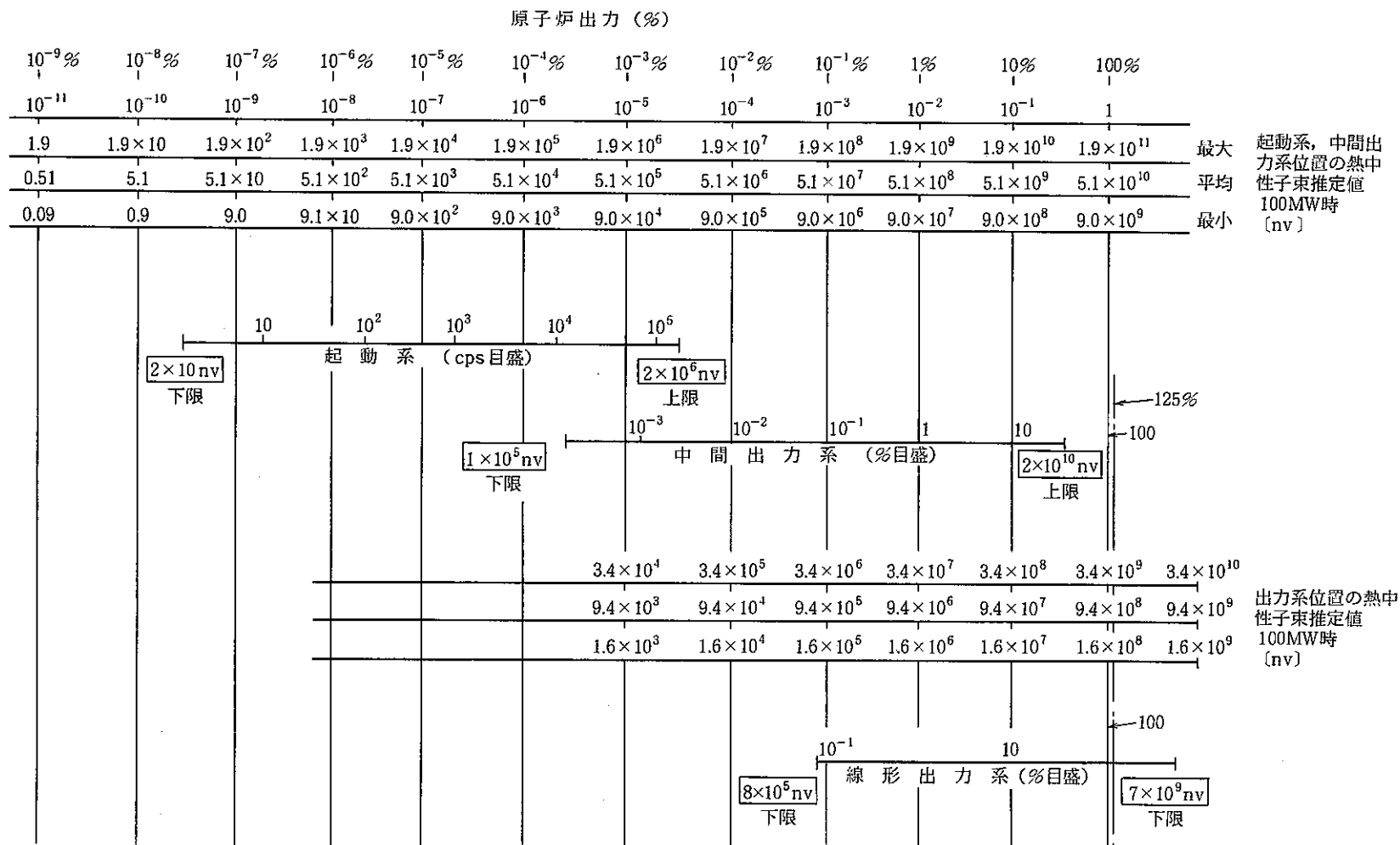


図-11 核計装設備測定領域関係図

4. 原子炉臨界操作要領

原子炉起動

(1/6)

	当直長		原子炉運転員		冷却系運転員	備考
1.	原子炉起動操作を一斉放送により通報する。					
2.	原子炉起動を運転員に指示する。	1.	原子炉運転モードスイッチを「停止」から「起動」に切替える。			
		2.	<p>制御棒ラッチ操作を行う。</p> <p>(1) 全CRDが下端であることを確認する。</p> <p>(2) 保持挿入操作を行う。</p> <p>(a) CR-1保持PBを押したままCR-1操作CSを「挿入」にしラッチ位置まで保持挿入する。</p> <p>(b) 保持挿入時の各リミットスイッチの動作位置を記録する。※1</p> <p>(c) 約-38mmで自動停止することを確認する(ラッチ ㊟ランプ点灯、デラッチ ㊞消灯)。</p> <p>(3) CR-1励磁CSを「励磁入」にする。</p> <p>・励磁 ㊟ランプ点灯</p> <p>(4) 保持引抜操作を行う。※2</p> <p>(a) 制御棒選択SWにより CR-1 を選択する。</p> <p>(b) CR-1保持PBを押したままCR-1操作CSを「引抜」にし、補正下端位置(+2mm)まで引抜く。</p> <p>(c) 保持引抜時の各リミットスイッチの動作位置を記録する。※3</p> <p>(d) CR-1を5mm程度引抜いてから下端位置まで挿入する。※4</p> <p>(5) CR-2~6 について上記(2)~(4)の操作を繰返す。</p>			<p>※1 制御棒駆動機構位置指示記録表に記入する。</p> <p>※2 操作中は各位置表示灯及び荷重計指示、状態表示灯に注意</p> <p>※3 制御棒駆動機構位置指示記録表に記入する。</p> <p>※4 SRM, CH1, CH2の指示が 3CPS以下の時(ANN点灯)には起動系計数率CH1(又はCH2)キースイッチを「バイパス」にしなければ制御棒を引抜くことは出来ない。この場合、起動系CHに仮設計器を取付け確実に中性子が計測されていることを確認する。(OMS-10-01の3. ㊞参照)。</p>

当直長	原子炉運転員	冷却系運転員	備考
<p>3. 原子炉臨界操作を運転員に指示する。</p> <p>臨界操作</p>	<p>(6) 全制御棒の連結が完全であること (「制御棒不吊」ANN消灯及び状態表示灯、「制御棒デラッチ」、「制御棒励磁断」の消灯)を確認、当直長に制御棒ラッチ操作完了を報告する。</p> <p>3. 原子炉臨界操作を行う。</p> <p>(1) CR全数を350mmまで引抜く。※1</p> <p>(a) 制御棒選択SWにより、引抜こうとするCRを選択する。</p> <p>(b) 当該CRの操作CSを「引抜」とし、350mmまで引抜く。</p> <p>(c) 上記(a),(b)の操作を繰返し、全CRを350mmまで引抜く。</p> <p>(2) CR1~4を順に臨界予想位置まで引抜く。※2</p> <p>(a) 制御棒選択SWにより、引抜こうとするCRを選択する。</p> <p>(b) 当該CRの操作CSを「引抜」とし、臨界予想位置まで引抜く。</p> <p>(c) 上記(a),(b)の操作を繰返し、CR1~4を臨界予想位置まで引抜く。</p> <p>(d) 臨界点予測のためCH1,2の計数を記録する。</p> <p>(3) CR5,CR6を逆増倍から求められた予測位置まで引抜く。 ・以後逆増倍曲線を作成し臨界点を予測しながら行うこと。</p>		<p>※1 起動系をバイパスする場合は、仮設計器により、検出器自体が正常であることを確認する。3CPSに達すれば、バイパスキーにてバイパスを解除する。</p> <p>※2 臨界予想位置は当該サイクルの過剰反応度(運転計画書に記載)と制御棒価値曲線から技術課で算出する。</p>

	当直長	原子炉運転員	冷却系運転員	備考
	<p>4. 原子炉臨界到達を一斉放送にて通報する。</p> <p>5. 原子炉運転モードの切替を運転員に指示すると共に一斉放送にて通報する。 (「起動」→「低出力」)</p>	<p>(4) CR6にて臨界にする。 (a) 制御棒選択SWによりCR-6を選択する。 (b) CR6の操作CSを「引抜」にし、原子炉が臨界になるまで徐々に引抜く。 (c) 下記項目に注意する。 ① SRM, CH1, 2ベリオド指示。※1 ② SRM, CH1, 2対数指示計指示。 (d) SRM, CH1指示が5×10^4CPSになったらCR6を調整・安定させる。 (5) 原子炉臨界を当直長に報告する。</p> <p>4. 原子炉臨界記録を探る。</p> <p>5. 原子炉運転モード切替操作を行う。 (1) 原子炉運転モード切替前の確認を行う。 (a) SRM, CH1, 2の指示が5×10^4CPSで安定していること。 (b) IRM, CH3~5の指示が$1 \times 10^{-3}\%$以上であること。 (2) 起動系/中間系対数出力記録計選択COSを「中間系」にする。 (3) 起動系/中間ベリオド記録計選択COSを「中間系」にする。 (4) 原子炉運転モードスイッチを「起動」から「低出力」に切替える。 (5) 原子炉運転モード切替完了を当直長に報告する。</p> <p>6. 反応度計を起動する。※2</p>		<p>※1 起動領域におけるベリオドは50秒より短くしないこと。 ANN 25秒 スクラム 5秒</p> <p>※2 “反応度計の起動方法” モードスイッチを「RBSSET」 →「CHARGE」→「COMP」の順に操作し起動する。</p>

当直長	原子炉運転員	冷却系運転員	備考
<p>6. SRMの引抜操作を運転員に指示する。</p> <p>7. ROD WORTH 測定を運転員に指示する。 ※2 (必要時のみ実施する)</p> <p>ROD WORTH 測定を行わない時は、次の操作を行い、原子炉出力を1MWまで上昇させる。</p>	<p>7. SRM引抜操作を行う。 (1) IRM, CH3~5の指示が$1 \times 10^{-2}\%$以上であることを確認する。 (2) SRM, CH1, 2の駆動 COSを「引抜」にする。※1 SRM, CH1, 2 引抜○点灯、下限○消灯、中間○点灯。 (3) SRM, CH1, 2 上限○点灯確認後、駆動 COSを「中立」にする。 (4) SRM引抜操作完了を当直長に報告する。</p> <p>8. ROD WORTH 測定を行う。 ★ROD WORTH 測定を実施する場合は、その都度実施要領書を作成し行うものとする。</p> <p>ROD WORTH 測定後は、引続き原子炉出力を1MW (IRM, CH3指示1%) まで上昇させ、安定保持させる。</p>		<p>※1 SRM, CH1, 2の引抜に要する時間は約8分である。</p> <p>※2 炉心変更があった場合に実施する。 (標準的操作手順はOMS10-01を参照のこと。)</p>

	当直長	原子炉運転員	冷却系運転員	備考
8.	1MW (IRM, CH3, 1.0%) までの原子炉出力上昇を運転員に指示する。	9. 原子炉出力上昇操作 (IRM, CH3, 1.0%まで出力上昇) を行う。 (1) 制御棒選択SWにより、CR1~6のうち最も引抜かれていないCRを選択する。 (2) 選択したCRの操作CSを「引抜」とし、炉出力を上昇させる。 (3) 以後、(1), (2)の操作を実施し IRM, CH3指示で1.0%まで炉出力を上昇させる。※1 (4) 下記項目に注意する。 (a) PRM レンジ切替操作。 (b) IRM, CH3~5ベリオド指示。※2 (c) IRM, CH3~5対数指示計指示。 (5) 炉出力が IRM, CH3指示で1.0%(1MW)に達したらCRを調整、炉出力を安定させる。 (6) 炉出力が IRM, CH3指示で1.0%(1MW)で安定したら当直長に報告する。	1. 冷却系各部の温度上昇が開始するので冷却系各部の温度変化を監視、適宜原子炉運転員に連絡する。	※1 CRの操作法としては臨界点位置よりCRを5mm引抜き(ベリオドに注意)以後出力上昇速度が5mm引抜時の速度を維持する様、適宜CRを調整する。 ※2 ベリオドは、50秒より短くないこと。 ANN 25秒 スクラム 5秒
9.	原子炉運転モードの切替えを運転員に指示すると共に一斉放送にて通報する。 (「低出力」→「高出力」)	10. 原子炉運転モード切替操作を行う。 (1) 運転モード切替前の確認を行う。 (a) IRM, CH3~5の指示が1.0%(1MW)で安定していること。 (b) PRM, CH6~8の指示が0~0.125目盛で10%以上の指示であること。 (2) 原子炉運転モードスイッチを「低出力」から「高出力」へ切替える。 (3) 原子炉運転モード切替完了を当直長に報告する。		

	当直長		原子炉運転員		冷却系運転員	備考
10.	オーバフロー系インターロックスイッチを「自動」位置とするよう運転員に指示する。			2.	オーバフロー系インターロックスイッチを“手動引保持”位置から“自動”位置にする。	「リセット」にしないこと (リセットするとオーバフロー系BMPがトリップする。)

5. 参考資料 「運転担当者の運転心得と任務」
(高速実験炉「常陽」運転管理基準書から抜粋)

運転担当者の運転心得と任務

1. 運転心得

運転担当者は、運転業務の重要性を確認し、常に原子炉の安全確保を念頭におき、誠実に職務を遂行しなければならない。また、職場は神聖な場と心得、規律を重んじるとともに、平素から自己研鑽に務め、運転にあたっては冷静かつ迅速に対処できるようにしなければならない。

1.1 一般心得

- (1) 職場は常に神聖な場と心得て、規律を重んじ整理・整頓に心掛けること。
- (2) 命令や指示を受けたら責任をもって遂行し、秩序正しく行動すること。
- (3) 命令や指示事項は再確認するとともに、その結果を必ず報告すること。
- (4) 業務遂行に伴う安全管理に留意すること。
- (5) 服装、ヘルメット、靴、名札等定められた装備をすること。
- (6) 明朗な職場とし、良好なチームワーク作りに心掛けること。
- (7) 常に自己の健康管理に留意し、心身の健康維持に努めること。
- (8) 火元の管理を十分に行うこと。

1.2 当直長の心得

- (1) 平素から冷静かつ的確な判断、指示ができるように自己研鑽に努めること。
- (2) 保安規定、運転要領等の各種管理要綱、各種手順書を遵守し、「常陽」の安全運転に努めること。
- (3) 休憩時間を含む勤務時間又は勤務時間外に於ても、異常時等の連絡を考慮し、運転担当者の所在を把握しておくよう心掛けること。
- (4) 運転担当者の配置と業務分担を休憩時間帯も含めて明確にしておくこと。特に異常時における役割分担を定め周知徹底を図ること。
- (5) 平素から異常時・事故時を含む運転訓練を実施し、運転担当者の養成に心掛けること。

1.3 副当直長の心得

当直長の補佐及び当該直の中核として運転業務に従事するとともに、当直長不在時の代行が確実に実行できるように自己研鑽に努めること。運転心得は当直長と同様である。

1.4 運転主任の心得

- (1) 平素から冷静かつ的確な指示ができるように自己研鑽に努めるとともに、運転操作の中核としての役割を認識して、高度な運転操作技術の維持向上に努めること。
- (2) 保安規定、運転要領等の各種管理要綱、各種手順書等に精通すること。

- (3) 常に運転員の運転技術レベルの向上に努め、後進の指導に当たること。
- (4) 当該直グループの良好なチームワーク作りに心掛けること。

1.5 運転員の心得

- (1) 運転指示に基づき、的確な操作ができるよう運転技術の修得に努めること。また、異常時における役割分担を確実に把握し、冷静、迅速かつ的確な処置及び操作ができるようにしておくこと。
- (2) 運転操作に当たっては、操作前後の連絡、操作内容の復唱、指差呼称、多重監視等の基本操作を身につけるとともにそれを確実に実行すること。
- (3) 直グループ及び教育訓練グループが実施する教育訓練に積極的に参加し、自己研鑽に努めること。

2. 運転担当者の任務

2.1 当直長の任務

当直長は、原子炉第一課長の命を受け、当該直の運転業務を総括管理し、プラントの安定、安全運転に努めること。具体的任務は次の通りである。

- (1) プラント状態、工程等の把握及び運転業務の管理
プラント状態及び運転計画、作業計画等のスケジュールを的確に把握し、運転業務を適切に遂行するとともに運転に係わる業務を総括管理する。
- (2) 運転業務体制の維持
当該直における交替勤務表を作成するとともに勤務実態を把握して、適切な運転業務が遂行できる体制を維持する。
- (3) 運転業務の記録と直の引継
運転業務の遂行上必要な事項は、運転業務引継日誌に記録するとともに次直へ確実に引継ぐ。
- (4) 異常時、事故時の対応
異常又は事故が発生した場合、安全確保に必要な応急措置を直ちに実施するとともに、定められた通報、連絡及び報告を行う。
- (5) 教育訓練
当該直の教育訓練計画を作成して、これに基づき教育訓練を実施し、運転技術の向上を図る。
- (6) 一斉放送及び注意、退避警報
重要なプラント操作時、火災報知器の動作時等、運転業務上及び実験炉施設の安全確保上、必要な事項については一斉放送を行い周知徹底を図る。また、重大な災害が発生したと想定された場合は、中央制御室から注意あるいは退避警報の発信を行う。
- (7) 鍵の管理
中央制御室に保管する鍵の管理を行う。

(8) 任務の委譲

当直長の任務は、必要に応じて副当直長へ権限委譲することができる。

2.2 副当直長の任務

(1) 当直長の補佐

当直長を補佐し、安全・安定運転の確保に努める。

(2) 当直長の代行

当直長から権限委譲を受けたとき又は、当直長が病気等により職務を遂行できない場合は、その職務を代行する。

2.3 運転主任の任務

運転主任は当直長の命により、次の任務を行う。

(1) 操作の指示

当直長の命を受け、運転員に運転操作に係わる具体的な指示をするとともに、運転操作が正常に行われていることを確認する。

(2) 運転操作日誌の記録と直の引継

運転操作日誌については、プラント操作内容を記録するとともに運転員間の直引継に当たっては、必要な事項を的確に申し送る。

(3) 異常時、事故時の操作等

異常時及び事故時におけるプラント運転操作及び記録を行う。

(4) 通常時の操作等

必要に応じ通常時における運転操作、巡視点検及び記録を行う。

(5) 任務の委譲

運転主任の任務は、プラントを熟知した運転員へ権限委譲することができる。

2.4 運転員の任務

当直長又は運転主任の指示のもとに次の任務を行う。

(1) 通常時・異常時及び事故時における中央制御室制御盤の監視、操作及び記録を行う。

(2) 通常時・異常時及び事故時における現場プラントの監視、操作及び記録を行う。

(3) 定時の巡視点検及び巡視点検記録を行う。