

資料編

〈資料1〉

1	川内原子力発電所の概要	69
(1)	発電のしくみ, 主要機器仕様概要	69
(2)	運転状況	76
(3)	定期検査の状況	77
(4)	放射性廃棄物の管理状況	79
(5)	事故・故障等の状況	81
2	川内原子力発電所の主な経緯	86
3	原子力安全対策推進要綱	100
4	川内原子力発電所に関する安全協定書	101
5	川内原子力発電所に関する安全協定の運用に関する覚書	104
6	川内原子力発電所に係る原子力防災に関する協定書	107
7	いちき串木野市及び阿久根市の住民の安全確保に関する協定書	109
8	原子力災害時の相互応援に関する協定	111
9	災害時等におけるバスによる緊急輸送等に関する協定書	113
10	災害時等におけるタクシーによる緊急輸送に関する協定書	115
11	災害時等におけるトラック協会による緊急輸送に関する協定書	117
12	原子力安全対策連絡協議会設置要綱	119
13	鹿児島県原子力安全・避難計画等防災専門委員会設置要綱	120
14	川内原子力発電所の運転期間延長の検証に関する分科会運営要領	121
15	原子力安全対策委員会設置規程	122
16	鹿児島県環境放射線モニタリング技術委員会設置要綱	123
17	鹿児島県海域モニタリング技術委員会設置要綱	124

〈資料2〉

1	鹿児島県の電力事情	125
2	原子力関係機関	131

〈資料 1〉

1 川内原子力発電所の概要

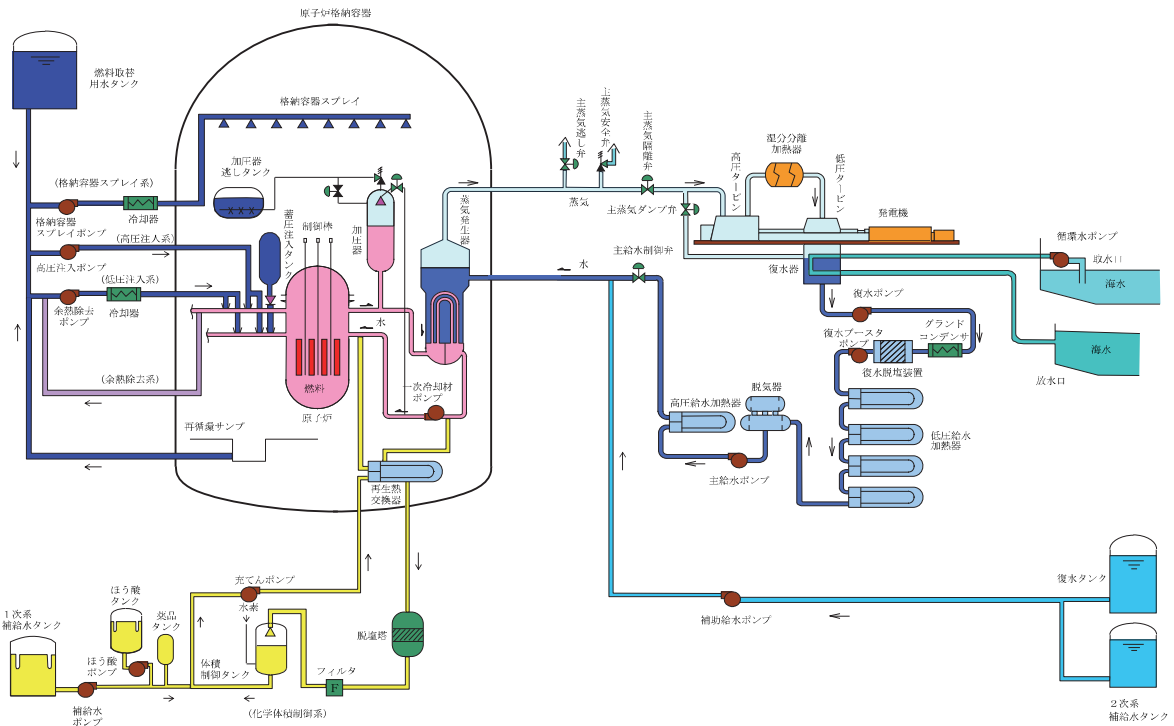
(1) 発電のしくみ、主要機器仕様概要

① 発電のしくみ

加圧水型炉（PWR）の発電システムは、核分裂で熱を取り出す原子炉、その熱を蒸気発生器に伝える一次冷却系、熱を蒸気の形でタービンへ送る二次冷却系、そして発電を行うタービン発電機から構成されています。一次冷却系には、加圧器や一次冷却材ポンプなどがあります。このほか冷却水の充てんや水質管理を行う化学体積制御系、残留熱を除去する余熱除去系などの原子炉補助施設、また異常時に冷却水を大量に注入するための非常用炉心冷却系があります。

エネルギーの流れを簡単に追ってみると次のようになります。まず、加圧器で約15.4MPa（約157kg/cm²G）の圧力に保たれた水が、原子炉内の燃料によって約320℃に熱せられ、直径約70cmのパイプを通して蒸気発生器に到達します。蒸気発生器内の細管の壁を隔てた二次系の水は熱せられ蒸気となり、タービンに導かれます。タービンには発電機が直結されており、蒸気でタービンを回すことにより電気を起こします。

○基本系統構成



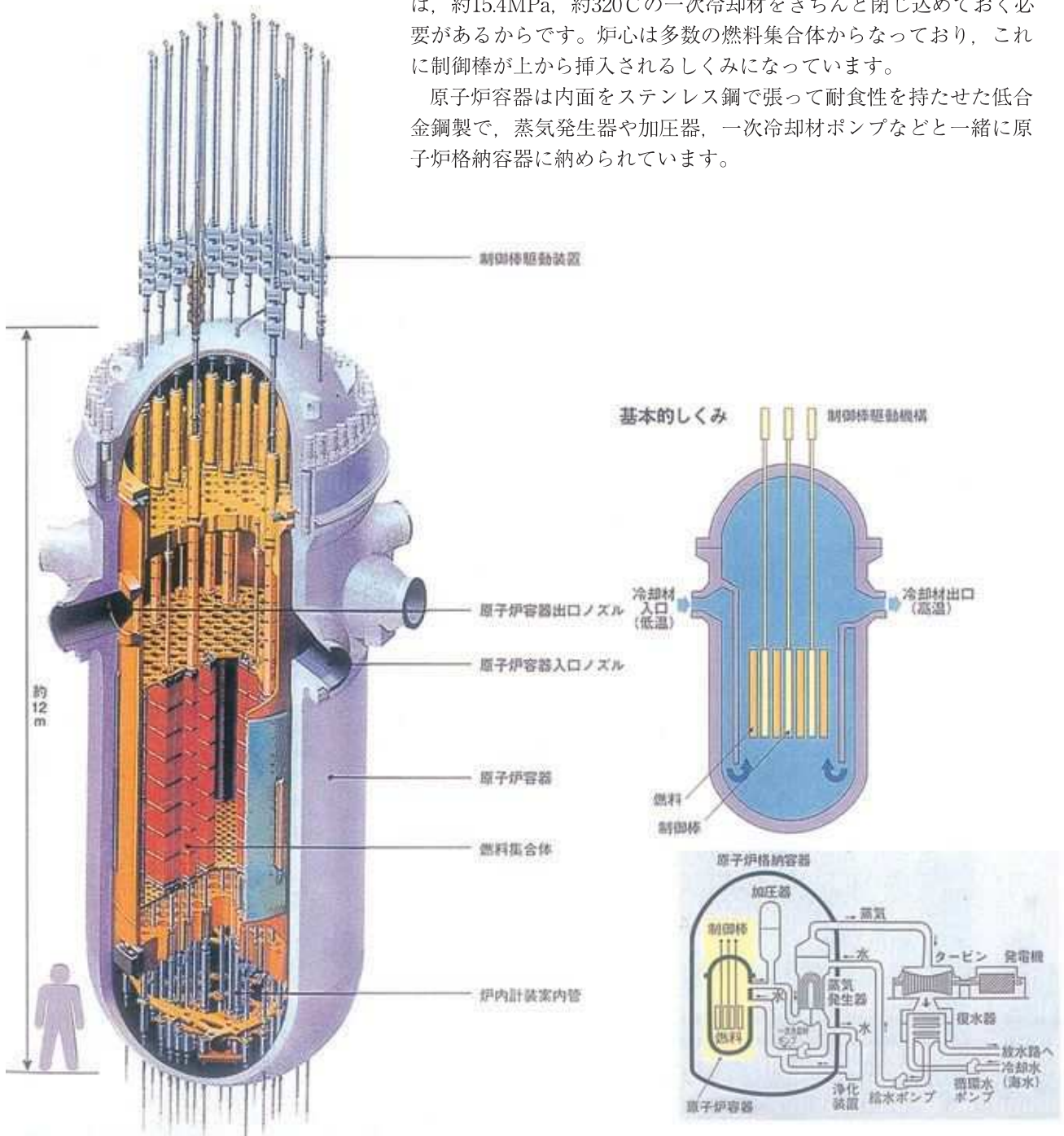
② 主要機器仕様概要

ア 原子炉本体（構成：燃料体，炉心支持構造物，原子炉容器等）

原子炉容器	型式	たて置円筒上下半球鏡容器
	最高使用圧力	17.16 MP a (約 175 kg/cm ² G)
	運転圧力	約 15.4 MP a (約 157 kg/cm ² G)
	最高使用温度	343℃
	出入口温度	出口 約 320℃, 入口 約 280℃ (定格出力時)
	寸法	内径 約 4.0 m × 全高 (内のり) 約 12.1 m

原子力発電の心臓部である原子炉の炉心は、原子炉容器とよばれる約25cm以上もの厚さの鋼鉄製の容器に納められています。これは、約15.4MPa、約320℃の一次冷却材をきちんと閉じ込めておく必要があるからです。炉心は多数の燃料集合体からなっており、これに制御棒が上から挿入されるしくみになっています。

原子炉容器は内面をステンレス鋼で張って耐食性を持たせた低合金鋼製で、蒸気発生器や加圧器、一次冷却材ポンプなどと一緒に原子炉格納容器に納められています。



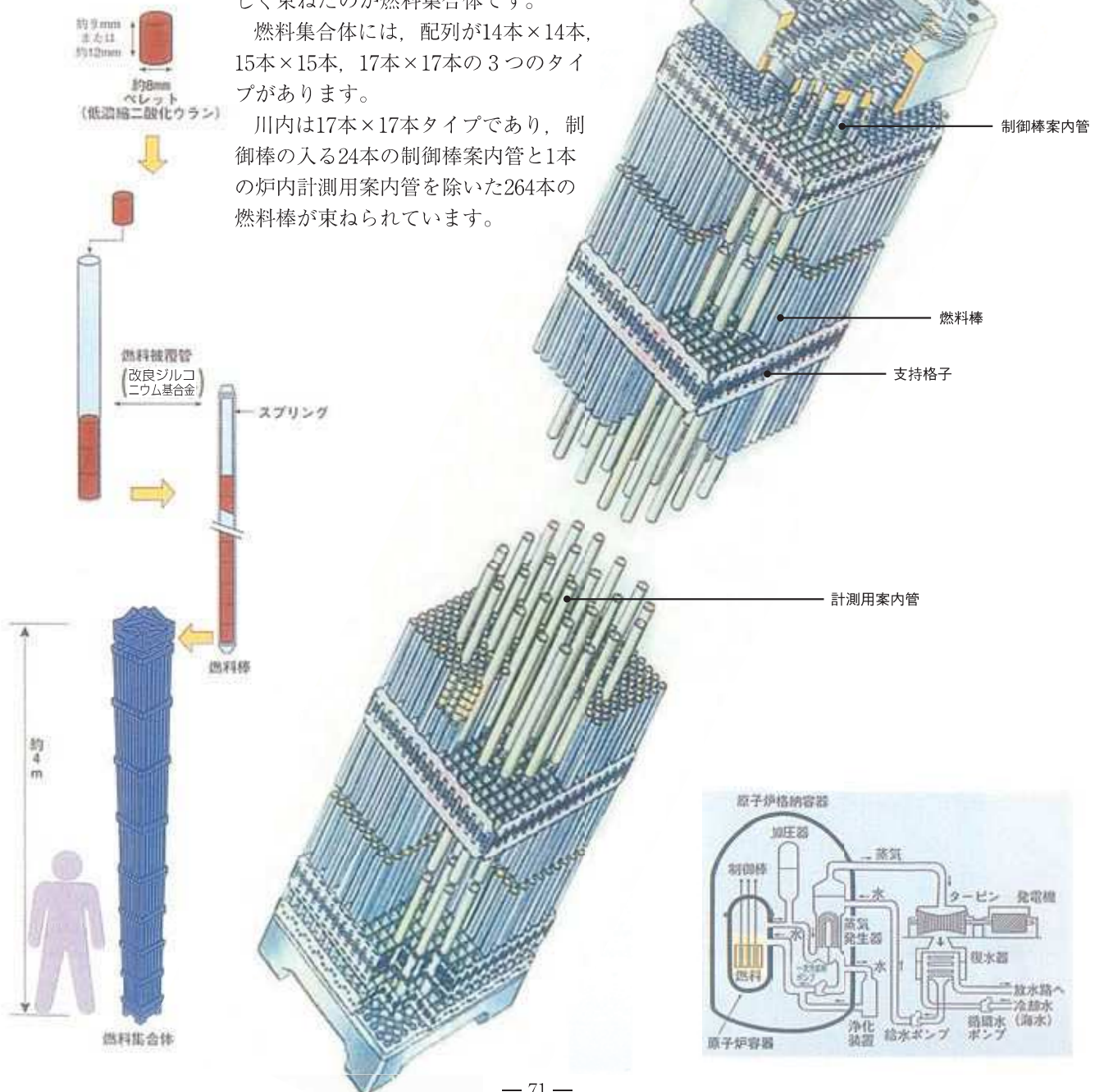
炉心	燃料集合体	157体 (燃料棒配列 17×17), 全長約 4 m
	全ウラン装荷量	約 74 t
	寸法	等価直径約 3.0 m × 有効高さ約 3.7 m
燃料体	燃料材の種類	二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)
	ウラン 235 濃縮度	初装荷燃料平均約 2.6wt%
		取替燃料約 4.8wt%

二酸化ウランの粉末を、直径約8mm、長さ約9mmまたは約12mmの円筒形に焼き固めたものを燃料ペレットとよびます。このペレットを縦に数百個並べて改良ジルコニウム基合金の被覆管に入れたものが燃料棒です。さらに、燃料棒を正方格子状 (碁盤目状) に規則正しく束ねたのが燃料集合体です。

燃料集合体には、配列が14本×14本、15本×15本、17本×17本の3つのタイプがあります。

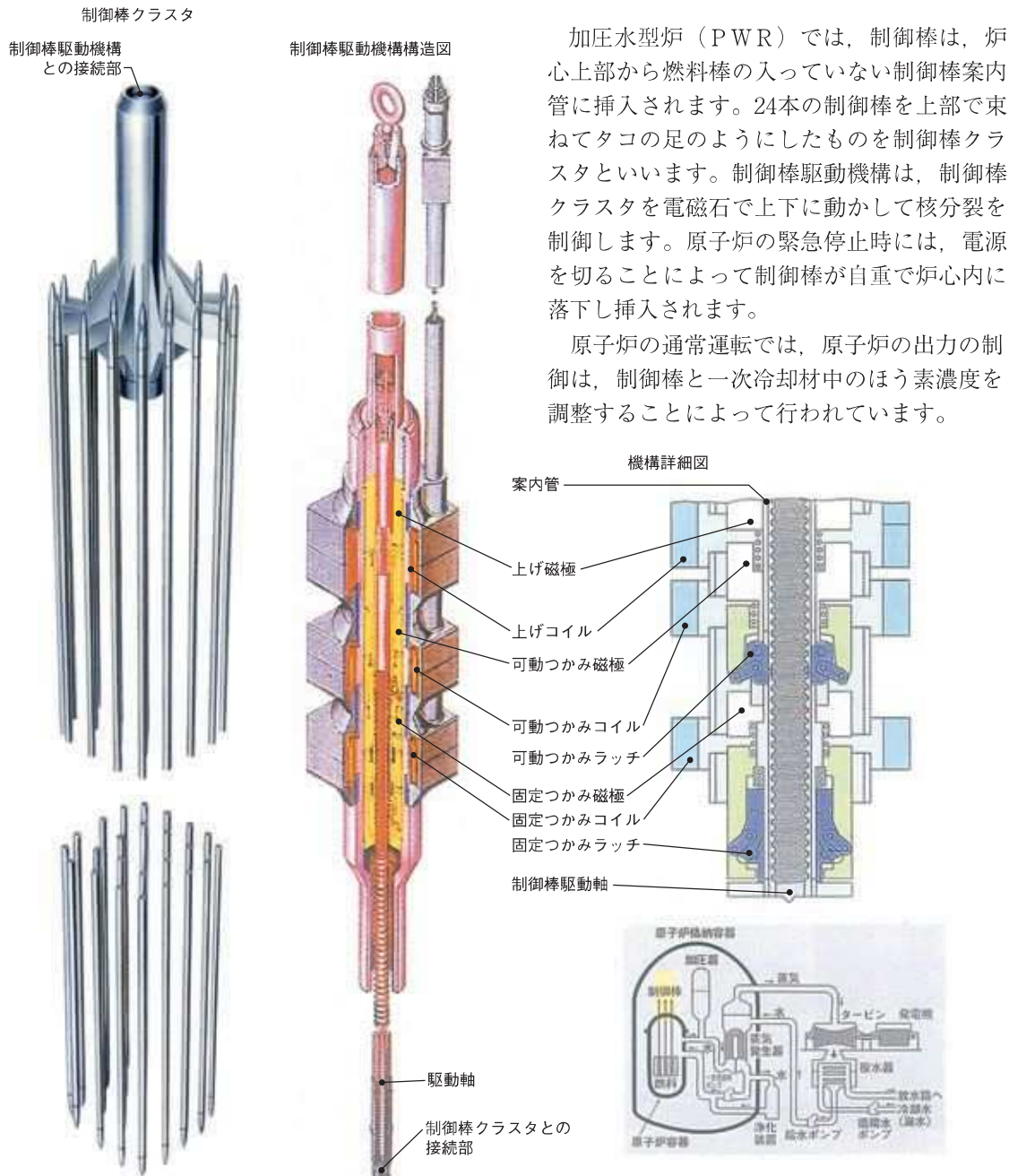
川内は17本×17本タイプであり、制御棒の入る24本の制御棒案内管と1本の炉内計測用案内管を除いた264本の燃料棒が束ねられています。

PWR燃料集合体説明図 (17×17型)



イ 原子炉制御設備 (構成：制御棒制御系、ほう素濃度制御系、加圧器圧力制御系、加圧器水位制御系、給水制御系、タービンバイパス制御系、主蒸気逃がし弁制御系、バーナブルポイズン等)

制御棒クラスタ (制御棒制御系)	個数 中性子吸収材	48 (1クラスタあたりの制御棒本数24) 銀・インジウム・カドミウム合金
ほう素タンク (ほう素濃度制御系)	容量 ほう素濃度	約30m ³ /基 (2基設置) 約21,000ppm
バーナブルポイズン	棒本数 中性子吸収材	初装荷炉心1,072本, 取替炉心1,072本以下 ほうけい酸ガラス



加圧水型炉 (PWR) では、制御棒は、炉心上部から燃料棒の入っていない制御棒案内管に挿入されます。24本の制御棒を上部で束ねてタコの足のようにしたものを制御棒クラスタといいます。制御棒駆動機構は、制御棒クラスタを電磁石で上下に動かして核分裂を制御します。原子炉の緊急停止時には、電源を切ることによって制御棒が自重で炉心内に落下し挿入されます。

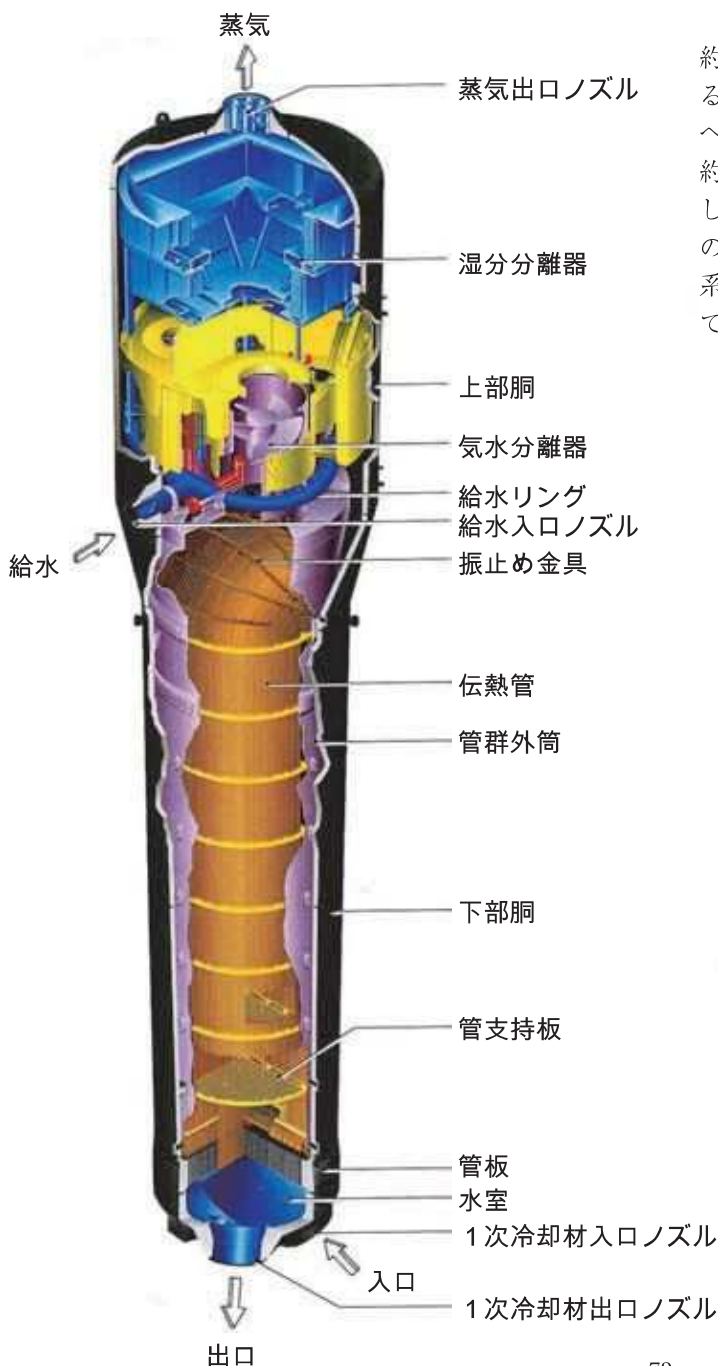
原子炉の通常運転では、原子炉の出力の制御は、制御棒と一次冷却材中のほう素濃度を調整することによって行われています。

バーナブルポイズンは、中性子吸収物質を金属製の管に封入したもので、原子炉の出力を調整するために、燃料集合体に挿入して使用しています。

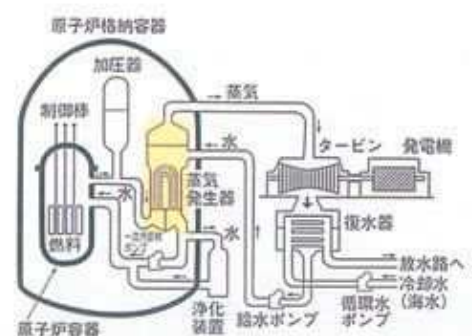
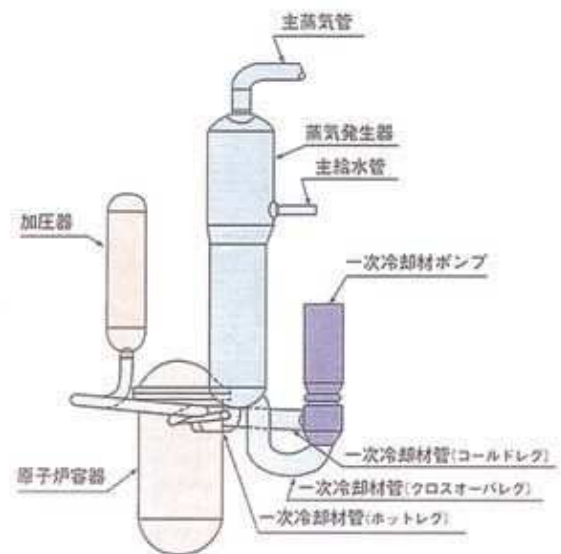


ウ 一次冷却設備（構成：蒸気発生器，一次冷却材ポンプ，加圧器，配管，弁等）

蒸気発生器	型式	たて置U字管式熱交換器型
	伝熱管	約3,400本
	蒸発量	約1,750 t / h / 基（3基設置）
	寸法	胴部外径上部約4.5m，下部約3.5m，全高約21m
一次冷却材ポンプ	型式	漏洩制御軸封式たて置斜流型
	容量	約20,100m ³ / h / 台（3台設置）
	寸法	全高約8.3m，ケーシング外径約1.8m
	寸法	
加圧器	型式	たて置円筒上下半球鏡容器
	圧力制御方式	ヒータ，スプレイ装置及び逃がし弁
	容量	約40m ³
	寸法	外径約2.3m，全高約12.6m



加圧水型炉（PWR）の蒸気発生器は，胴部外径約4.5m（上部），全高約21mで原子炉容器よりはるかに背高です。ここで一次冷却系から二次冷却系への熱の伝達が行われます。まず，原子炉容器内で約320℃に熱せられた一次冷却材が蒸気発生器に流し込まれ，インコネル系合金でできた肉厚約1.3mmの逆U字型伝熱管の中を通る間に，壁を隔てて二次系に熱を伝えます。熱せられた二次系の水は蒸発して蒸気となり，タービン発電機に送られます。



エ 二次冷却設備（構成：主蒸気系統，タービン設備，復水設備，給水設備等）

蒸気タービン	型式	串型4車室6分流排気再熱再生式
	出力	890,000kW
	回転数	約1,800rpm
	入口蒸気圧力	約5.07MPa (約52 kg/cm ² G)
	入口蒸気温度	約270℃
復水器	型式	ラジアルフロー表面冷却式単流半区分向流型
	冷却水(海水)量	約224,000m ³ /h (3基分)

オ 非常用炉心冷却設備（構成：高圧注入系，低圧注入系，蓄圧注入系）

充てん/高圧注入ポンプ (高圧注入系)	容量	安全注入時 約147m ³ /h /台 (3台設置)
		充てん時 約45m ³ /h /台 (3台設置)
余熱除去ポンプ (低圧注入系)	容量	1台運転時 約852m ³ /h /台 (2台設置)
		2台運転時 約681m ³ /h /台 (2台設置)
蓄圧タンク (蓄圧注入系)	容量	約41m ³ /基 (3基設置)

カ 原子炉格納施設（構成：原子炉格納容器，外部しゃへい建屋）

原子炉格納容器	型式	上部半球下部さら形鏡円筒型
	寸法	内径約40m × 全高約87m
外部しゃへい建屋	型式	たて置円筒ドーム型
	寸法	内径約44m × 高さEL + 約74m

キ 電源設備（構成：送受電系統，非常用ディーゼル発電機，蓄電池）

発電機	型式	横置回転界磁3相交流同期タービン発電機
	容量	約990,000kVA
	電圧	23,000V
	周波数	60Hz
送電線	回線	500kV2回線，220kV4回線
		(6回線とも，1・2号機共用)
非常用ディーゼル発電機	出力	約5,700kW /台 (2台設置)
	起動時間	約10s
鉛蓄電池	容量	1号機約1,200A・h /組 (2組設置)，約3,500A・h /組 (1組設置)，約2,400A・h /組 (1組設置)
		2号機約1,200A・h /組 (2組設置)，約4,000A・h /組 (1組設置)，約2,400A・h /組 (1組設置)

ク 核燃料物質貯蔵設備（構成：新燃料貯蔵庫，使用済燃料ピット）

新燃料貯蔵庫	容 量	1号機 燃料集合体約130体分（全炉心燃料の約82%相当分） 2号機 燃料集合体約130体分（全炉心燃料の約82%相当分） 合計 約260体分（全炉心燃料の約82%相当分）
使用済燃料ピット	容 量	1号機 燃料集合体約1,870体分（全炉心燃料の約1,190%相当分） 2号機 燃料集合体約1,360体分（全炉心燃料の約860%相当分） 合計 約3,230体分

ケ 気体廃棄物処理施設（構成：ガス減衰タンク，ガス圧縮装置）

ガス減衰タンク	容 量 貯蔵能力	約17m ³ /基（8基設置） 1号機 約45日間，2号機 約45日間
ガス圧縮装置	容 量	約68m ³ /h/基（2基設置）
排 気 口	排気筒位置 排気口地上高さ	原子炉格納施設上部 約61m（標高約74m）

コ 液体廃棄物処理設備（構成：ほう酸回収系，廃液処理系，洗浄排水処理系）

ほう酸回収装置 （ほう酸回収系）	容 量 予想処理量	約3.4m ³ /h 約3,000m ³ /年
廃液蒸発装置 （廃液処理系）	容 量 予想処理量	約0.45m ³ /h/基（2基設置） A廃液 約300m ³ /年，B廃液 約650m ³ /年（1号機）約250m ³ /年（2号機）
洗浄排水処理装置 （洗浄排水処理系）	容 量 予想処理量	約1.7m ³ /h（1・2号機共用） 3,000m ³ /年（1・2号機合計）
排 水 口	排水口位置	復水器冷却水放水口

サ 固体廃棄物処理設備

使用済樹脂貯蔵タンク	容 量	約21m ³ /基（9基設置）
ドラム詰装置	台 数	アスファルト固化装置・セメント固化装置各1台 （1・2号機共用）
雑固体焼却設備	基 数	1基（1・2号機共用）
固体廃棄物貯蔵庫	型 式 面 積 容 量	鉄筋コンクリート造 約10,400m ² （1・2号機共用） 約37,000本（200ℓドラム缶相当）
廃棄物搬出設備	処理計画 建屋規模 容 量	約1,500本/年 圧縮固化処理棟 約25m×約60m，高さ：約30m 固体廃棄物搬出検査棟 約45m×約60m，高さ：約6m 約4,500本（200ℓドラム缶相当）

(2) 運転状況

川内原子力発電所が営業運転を開始してからの設備利用率は、全国的にも高いレベルにあります。

平成23年度は福島第一原子力発電所事故(H23.3.11)及びその後新たに施行された新規制基準に適合させるための国の審査対応等のため、1号機はH23.5.10～H27.8.14、2号機はH23.9.1～H27.10.21までの約5年間、長期の運転停止がありました。

① 設備利用率の推移(営業運転開始以降)

(単位：%)

年度	59	60	61	62	63	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
川内1号機	78.5	86.0	89.8	81.8	75.7	80.9	100.0	74.8	76.1	65.7	100.0	77.4	69.1	71.7	95.4	80.9	75.2	82.1 [※]
川内2号機	-	100.0	80.0	81.2	73.9	91.4	82.2	75.7	76.0	100.0	74.4	75.6	77.5	100.0	78.8	75.6	81.0	100.0
全国PWR	76.2	78.4	75.8	77.3	69.9	74.6	72.6	72.4	74.4	74.7	75.2	77.6	77.5	83.4	83.7	80.9	84.1	82.9
全国合計	73.9	76.0	75.7	77.1	71.4	70.0	72.7	73.8	74.2	75.4	76.6	80.2	80.8	81.3	84.2	80.1	81.7	80.5

年度	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	R元
川内1号機	100.9	83.9	80.8	78.5	103.7	78.5	75.2	79.9	91.0	11.3	0.0	0.0	0.0	65.0	85.8	88.4	87.4	81.2
川内2号機	83.9 [※]	84.8	78.6	101.2	86.2	79.9	73.8	101.5	77.9	43.4	0.0	0.0	0.0	45.4	82.4	104.5	67.3	85.1
全国PWR	89.1	87.9	76.5	81.5	79.2	77.8	73.7	80.6	81.3	36.6	9.0	5.2	0.0	5.7	11.2	20.7	47.9	48.9
全国合計	73.4	59.7	68.9	71.9	69.9	60.7	60.0	65.7	67.3	23.7	3.9	2.3	0.0	2.5	5.0	9.1	19.3	20.6

年度	2	3	4	5	6	平均
川内1号機	38.4	87.4	93.8	99.6	84.1	74.5
川内2号機	42.4	95.3	84.6	87.0	83.7	74.9
全国PWR	29.8	54.5	43.1	64.5	68.5	
全国合計	13.4	24.4	19.3	28.9	32.3	

$$\text{設備利用率} = \frac{\text{発電電力量}}{\text{許可出力} \times \text{暦時間数}} \times 100 (\%)$$

設備能力のどれだけを使っているかを判断するためのもの。
定期検査のための停止期間があるため、平均的な設備利用率は100%にならない。

② 発電電力量の推移

(単位：億kW時)

年度	58	59	60	61	62	63	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
川内1号機	[15.4] -	[16.5] 45.4	67.1	70.0	63.9	59.0	63.1	78.0	58.5	59.3	51.2	77.9	60.5	53.8	55.9	74.3	63.3	58.6	64.0 [※]
川内2号機	-	-	[22.3] 26.5	62.4	63.5	57.6	71.3	64.1	59.2	59.3	78.0	58.0	59.1	60.5	78.0	61.4	59.1	63.1	78.0
川内合計	[15.4] -	[16.5] 45.4	[22.3] 93.6	132.4	127.4	116.6	134.3	142.1	117.7	118.6	129.2	135.9	119.6	114.3	133.9	135.8	122.4	121.7	141.9

年度	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	R元	2
川内1号機	78.7	65.6	63.0	61.2	80.9	61.4	58.7	62.3	70.9	8.8	0.0	0.0	0.0	50.8	66.9	68.9	68.2	63.4	29.9
川内2号機	65.4 [※]	66.3	61.3	78.9	67.2	62.5	57.5	79.1	60.7	33.9	0.0	0.0	0.0	35.5	64.2	81.4	52.4	66.6	33.1
川内合計	144.1	131.9	124.3	140.1	148.1	123.9	116.2	141.4	131.6	42.7	0.0	0.0	0.0	86.3	131.0	150.3	120.6	130.0	63.0

年度	3	4	5	6	累計
川内1号機	68.2	73.1	77.9	65.5	[31.9] 2400.1
川内2号機	74.3	66.0	68.0	65.2	[22.3] 2320.8
川内合計	142.5	139.1	145.8	130.8	[54.2] 4721.0

[]内は、試運転中の発電電力

注) 設備利用率、発電電力量の年度間の差は、定期検査のための停止期間の差によるものである。

※ 1号機は平成14年3月20日から、2号機は平成14年6月28日から定格熱出力一定運転を導入している。定格熱出力一定運転とは、原子炉で発生する熱を定格(100%)で一定に保つ運転方法である。