

本資料は〇/年〇月〇日付で登録区分、
変更する。

[技術情報室]

PROFIT 計画

基本計画書(詳細編)

1992年4月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

この資料は、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。については複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002
動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター
技術開発部・技術管理室

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

(N)

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

社内資料
PNC TPN9080 92-008
1992年4月

登録区分
01.7.3
変更表示

PROFIT計画 基本計画書（詳細編）

PROFIT計画事務局*
MK-III計画グループ
第1、第2及び第3分科会

要旨

本基本計画書（詳細編）は、平成3年度に再開後のPROFIT計画推進会議での審議等をふまえて作成された基本方針と研究開発骨子（PROFIT計画書要約編参照）と対をなすもので、関係各室で作成された資料をもとに旧版を改定したものである。

本報告書は、PROFIT計画で所掌している「常陽」MK-III計画に係わる研究開発と革新技術の開発・実証に係わる研究開発について、各研究開発項目毎に計画内容と中長期スケジュールを記載してある。

*本資料は、下記に示すPROFIT計画事務局、MK-III計画グループ、第1、第2及び第3分科会の各メンバーを中心として作成したものである。

PROFIT計画事務局
(PROFIT担当) 中本 香一郎 機器構造開発部（現、技術開発部）
坪 政義 実験炉部
林道 寛 機器構造開発部 機器システム室
渡士 克己 機器構造開発部 構造工学室（現、材料開発室）
田辺 裕美 機器構造開発部 機器システム室
一宮 正和 機器構造開発部 材料開発室（現、プラント工学室）
山口 勝久 安全工学部
浅賀 健男 燃料材料開発部 燃料材料技術開発室
伊藤 正彦 技術開発部 研究管理室
佐藤 浩司 技術開発部 研究管理室



Mk - III 計画グループ

(Mk - III 計画担当)

坪 政義	実験炉部
鈴木 惣十	実験炉部 技術課
宮川 俊一	実験炉部 照射課
小林 孝良	実験炉部 技術課
富田 直樹	実験炉部 原子炉第二課
伊東 秀明	実験炉部 原子炉第一課
吉田 昌宏	実験炉部 技術課
近藤 等士	実験炉部 原子炉第二課

第1分科会

(主査) 林道 寛	機器構造開発部 機器システム室
(副主査) 渡士 克己	機器構造開発部 構造工学室(現、材料開発室)
長井 秋則	実験炉部 原子炉第二課
上出 英樹	安全工学部 原子炉工学室
月森 和之	機器構造開発部 構造工学室
軍司 稔	機器構造開発部 機器システム室
大和田 敏雄	技術開発部 研究管理室

第2分科会

(主査) 田辺 裕美	機器構造開発部 機器システム室
(副主査) 一宮 正和	機器構造開発部 材料開発室(現、プラント工学)
磯崎 和則	実験炉部 技術課
三宅 収	安全工学部 プラント安全工学室
町田 秀夫	機器構造開発部 構造工学室
谷田部 敏男	機器構造開発部 機器システム室
照沼 捷	技術開発部 研究管理室

第3分科会

(主査) 山口 勝久	安全工学部
(副主査) 浅賀 健男	燃料材料開発部 燃料材料技術開発室
島川 佳郎	実験炉部 技術課
古谷 章	安全工学部 高速炉安全工学室
根岸 仁	技術開発部 研究管理室
佐藤 浩司	技術開発部 研究管理室

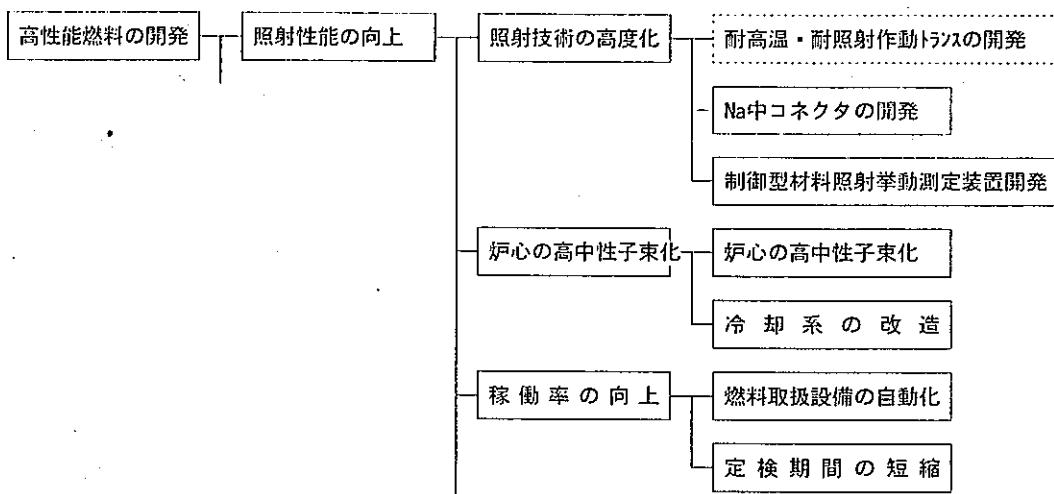


FBR実用化研究開発WBS

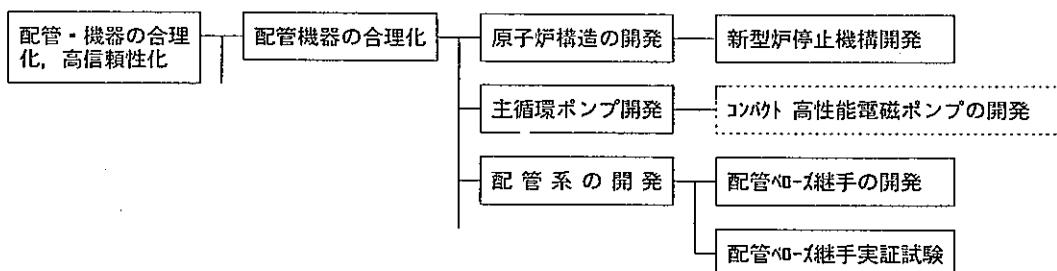
— PROFIT 計画分 —

付録 I

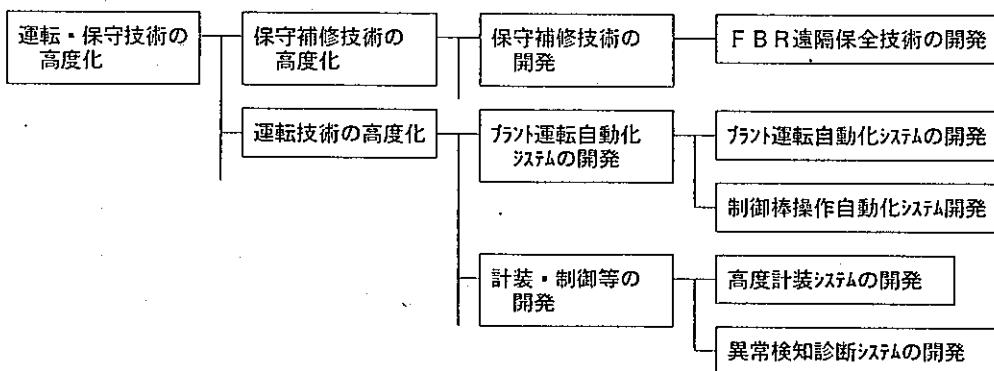
<基本計画書レベル> <実施計画書レベル>

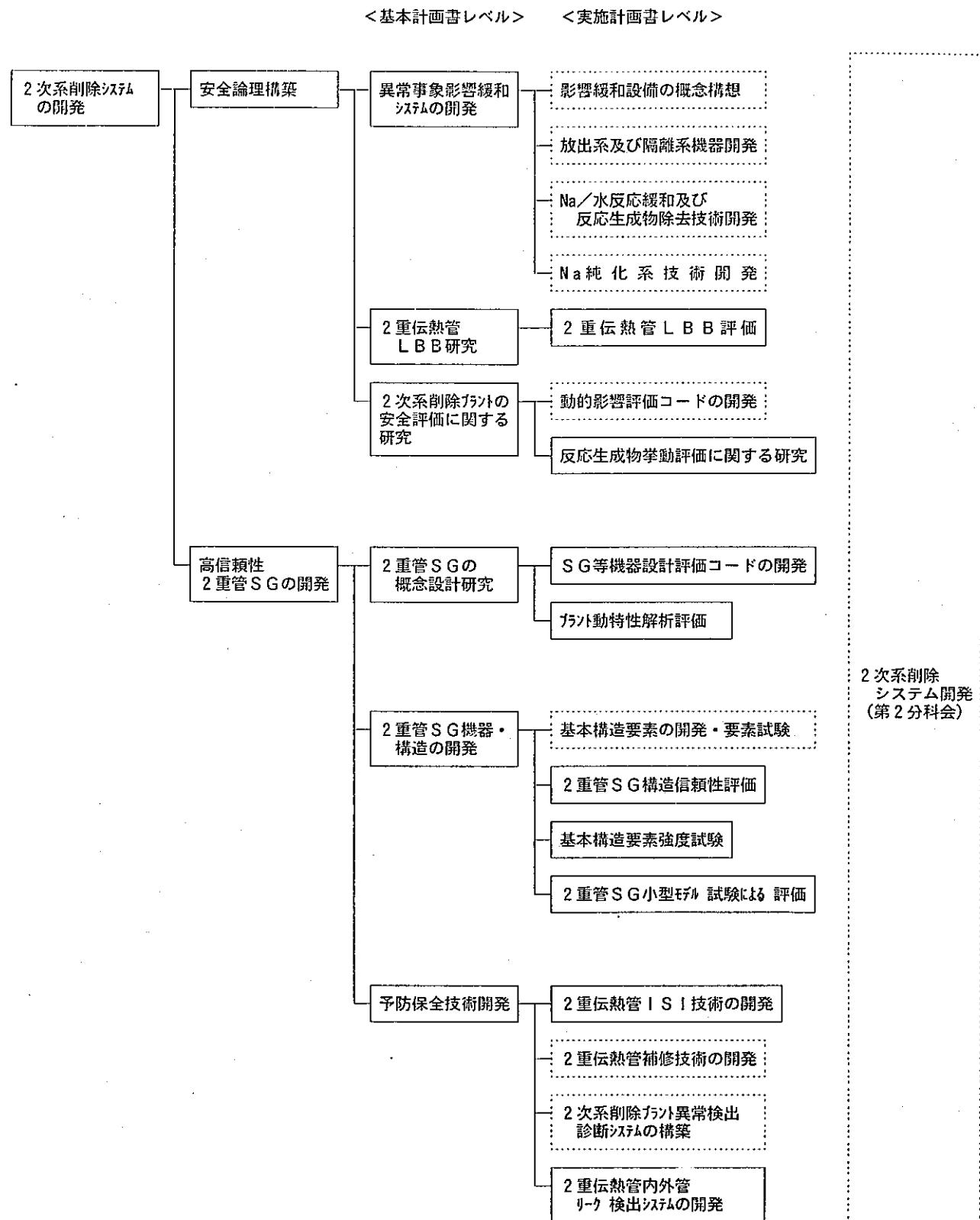


MK-III計画
・高中性子束化
・稼働率の向上
・照射技術の高度化



革新要素技術の開発・実証
(第1分科会)





基本 言十 画 書		整 理 番 号	
研究開発項目	高中性子束化	対 象	
達成目標	<ul style="list-style-type: none"> 一 目標照射量を得るのに要する期間を現行の約半分に短縮する。 <ul style="list-style-type: none"> ・中性子束 : 現行の約 1.3 倍 ・年間照射量 : 現行の約 2 倍 (稼働率 約 1.5 倍) 一 照射スペースを現行の約 2 倍に拡大する。 <ul style="list-style-type: none"> ・照射リグの装荷数 : 約 20 体 一 過渡試験等の多様なニーズに対応可能とする。 		
反映／効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実用化炉の基本仕様選定時期 (2000年) 迄に酸化物燃料の燃焼度を 15 ~ 20 万MWd/t まで高める見通しを得る。 ・ 窒化物燃料等の新型燃料、新材料 (炉心材料、構造材料、遮蔽材料等) 及び新素材等の開発が促進される。 		
今までの成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ MK-III炉心の基本仕様を選定し、また、標準設計炉心を設定した。標準設定炉心の詳細計算を実施し、原子炉出力 140 MWで中性子束を現行の 1.3 倍となることを確認した。 ・ 別途実施している稼働率向上と併せて年間照射量が約 2 倍となる他、照射場についても、現行の約 2 倍のスペースを確保できることを確認した。また、照射場を拡大し、さらに 3 列に試験孔 (制御棒予備孔) を設置することにより過渡試験等の多様なニーズに対応できることを確認した。 ・ Na エロージョン試験により、集合体のエントランスノズル部のエロージョンを防止できることを確認した。 		
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ MK-III型燃料により過出力時の線出力密度約 480 W/cmを達成するため、炉心・燃料設計上の裕度合理化を図る。 ・ 集合体のエントランスノズル部と炉心構造物の連結管に対するエロージョン防止対策を確立する ・ MK-III炉心への移行手順と炉心の核熱特性について評価を行い、設置許可を取得する。 ・ 炉心構成要素の製作 ・ 炉心改造工事 (制御棒の移設、炉心燃料の置換、B+C 遮蔽体の装荷) 		
備考			

対象 MK-III計画		研究開発課題番号		高中性子束化 (1 / 3)		(目) システム設計研究費(節) 4.「常陽」高度化設計研究																						
年 度	西暦	1990						1995						2000														
	平成	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
基 本 工 程	常 陽	MK-II												▼MK-III炉心														
	もんじゅ	(建 設)			▼臨界			▼運開			(運 転)			<基本仕様選定>	<安全審査>		<着工(建設)>											
	実 証 炉	<基本仕様選定>												基本仕様選定▼														
	実 用 化 炉																											
研究開発項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)												担当課室		使用する施設												
(1)炉心の高中性子束化 ① 炉心核熱流力設計		炉心特性計算	設置変更	設工認	制御棒移設工事(1)	2年債135,631		設置変更	設工認	制御棒移設工事(2)					技術課 原子炉第2課		高速実験炉 「常陽」											
制御棒移設炉心 MK-III炉心・移行炉心特性計算		炉心特性計算(1)	炉心特性計算(2)	炉心特性計算(3)	・標準設計炉心選定 ・炉心周り遮蔽計算		・MK-III炉心及び移行炉心の核熱流力計算 ・炉体周り遮蔽	・設置変更のためのMK-III炉及び移行炉心の核熱流力計算	炉心構成要素の設計及びキャビテーション炉内流配に関する検討の作業結果から						技術課													
② 安全解析		安全解析(1)	安全解析(2)	安全解析(3)	安全解析(4)	設置変更準備 特殊燃料集合体の安全解析 被ばく評価								技術課														
資金計画														[総計] 百万円														
要員計画														[総計] 人工														

対象 MK-III計画		研究開発課題		高中性子束化 (2 / 3)							(目) システム設計研究費 (節) 4. 「常陽」高度化設計研究							
年度 平成	西暦	1990 1995 2000																
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
基本工実証炉程	常陽	MK-II ▼MK-III炉心																
	もんじゅ	(建 設)	▼臨界	▼運開	(運 転)													
	実 証 炉	<基本仕様選定>														<安全審査>		
	実用化炉程	<着工(建設)> 基本仕様選定▼																
研究開発項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)														担当課室	使用する施設	
③ 燃料集合体の設計 ・燃料集合体の設計 (製作費は含まない)		基本的な構造 ・仕様の検討	核熱特性計算 (DIRAD)	集合体内 熱流動計算	MK-III炉心設置変更 →反映	MK-III炉心 設工認より	製作設計	製 作	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	技 照	術 射 課	高速実験炉 「常陽」
・キャビテーション・ 炉内流配に関する 検討		ナトリウム・エロージョン 水印・サン試験	ナトリウム・エロージョン 試験	集合体流調 機構の設計	総合水流動試験	炉内流配計算										技 照	術 射 課 原 子 炉 工 学 室	
資金計画																[総計]	百万円	
要員計画																[総計]	人工	

対象 MK-III計画		研究開発課題別												高中性子束化（3／3）				（目）システム設計研究費（節）4.「常陽」高度化設計研究														
年 度	西暦 平成	1990												1995				2000														
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																	
基 本 工 程	常 陽	MK-II												▼MK-III炉心																		
	もんじゅ	(建 設)			▼臨界			▼運開			(運 転)			<基本仕様選定>																		
	実 証 炉	<安全審査>												<着工(建設)>																		
	実用化炉	基本仕様選定▼																														
研究開発項目		研究開発の展開（工程、達成時期、反映先）																	担当課室	使用する施設												
④ 炉心構成要素（燃料以外）の設計																		技照 術 課	高速実験炉 「常陽」													
⑤ 炉心運用に伴う核熱流力特性評価																		技術 課														
資金計画																		[総計] (H 4年度以降) 百万円														
要員計画																		[総計]	人工													

基本計画書		整理番号	
研究開発項目	冷却系の改造	対象	原子炉冷却系他
達成目標	Mk-III炉心の高中性子束化に伴う原子炉出力上昇に対応した原子炉冷却系、格納容器雰囲気調整系、その他プラント設備とする。		
反映／効果	原子炉熱出力 140 MWt を安全かつ安定に除熱し、Mk-III計画下の原子炉運転を保証するものとする。		
今までの成果	<p>(1) 高中性子束化に伴う炉心発熱増加に対応できるようにプラントヒートバランスを設定し、冷却系の改造範囲を定めた。</p> <p>(2) プラント異常時の 1 次主ポンプ運転方法を見直したためこれに関連する解析を継続中であるが、本件を除く冷却系改造に係わる設計条件（熱過渡、耐震、機器区分等）の整備が終了できる見込みである。</p> <p>(3) 1 次・2 次主冷却系では交換予定である IHX や DHX 等の基本設計・詳細設計を実施するとともに、1 次主循環ポンプの運転継続性を確認した。</p> <p>(4) 設置変更許可に伴う添付解析条件整備および安全解析が終了した。</p> <p>(5) MK-III熱過渡条件に適合したプラントインタロックを決定した。</p> <p>(6) 改造しない部分（炉容器、配管、弁、配管支持装置、炉内構造物等）の健全性確認ための解析を実施し、運転が継続できる見通しを得た。</p>		
実施内容	<p>冷却系改造の設置変更許可安全審査が開始される平成 4 年度末までに基本的な設計および設置変更許可申請の準備を終了させ、引き続き製作設計、設工認、製作を行い、平成 8 年度から現地据付を開始する。</p> <p>平成 4 年度は冷却系の既設機器配管健全性評価、炉心支持板、炉心バレル支持構造体等のより詳細な余寿命評価を行う。</p>		
備考			

対象 原子炉冷却系他 研究開発課題是直 冷却系の改造 (目) システム設計研究費(節) 4.「常陽」高度化設計研究

年 度 西暦 平成	1990	1995												2000		
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
基 本 工 程	常 陽	(MK-II)			▼安全審査				改造工事▼	▼MK-III炉心						
	もんじゅ	(建 設) ▼SKS	▼臨界		▼運開	(運 転)										
	実 証 炉		<基本仕様選定>			<安全審査>		<着工>								
	実 用 化 炉								基本仕様選定▼							
研究開発項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)														担当課室	使用する施設
冷却系の改造	冷却系仕様決定 1次系	主HX交換↓ ・加圧系 改造 ・ホルダ 周り改造等	〔基本設計/詳細設計〕 構造・強度計算、力点特性、配管配置 余寿命、システム適合性、安全評価		〔材料手配〕 〔製作・溶接・使用前検査〕 〔安全審査〕 〔設工認〕				〔据付・SKS〕						原子炉第2課 技術課	「常陽」
	2次系	DHX交換↓ ・主ポンプ交換 ・補助系改造 ・加圧系	〔添10対応〕 〔基本設計/詳細設計〕 構造・強度計算、力点特性、配管配置 余寿命、システム適合性、安全評価		〔製作設計〕 〔1次系、2次系〕										同上	同上
	霧囲気調整系	シコン系、ペタル 冷却改造 ・床下霧囲気 調整系改造	〔基本設計/詳細設計〕 構造・強度計算、力点 〔動特性、配管配置〕 〔安全評価〕		〔製作設計〕 〔設工認〕 〔霧囲気調整系〕	〔使用前検査〕 〔製作・溶接〕 〔据付・SKS〕									同上	同上
資金計画															(総計)	百万円
要員計画															(総計)	人工

基本計画書		整理番号	
研究開発項目	稼働率の向上	対象	
達成目標	<p>「常陽」の稼働率を現在の約40%から60%へ向上させ、照射期間を短縮する。</p> <p>(1) 径方向中性子遮蔽体の採用による炉内冷却専用ポットの廃止及び燃料取扱設備の自動化により燃料交換期間を現在の1/3に短縮する。</p> <p>(2) 制御棒下部案内管の交換を燃料取扱系で実施できるように改善すること及び補助EMP電源回路の多重化により標準的な定検期間を約3ヶ月に短縮可能とする。</p>		
反映効果	稼働率の向上と炉心の高中性子束化によって所要照射量の達成期間が現在の約1/2となり、FRの実用化に必要な燃料・材料開発を効果的に行うことができる。		
今までの成果	<p>(1) 燃料交換期間の短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炉内冷却専用ポットの廃止検討においては、中性子遮蔽体の核・熱計算を行い成立することを確認した。また、Bポットの交換設備等の基本検討を終了した。 ・燃料取扱設備の自動化に必要となる設備の内改造規模の大きい設備について基本設計を行った ・新型燃料交換機の基本設計を終了した。 <p>(2) 定検期間の短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下部案内管の交換作業は新型燃料交換機で取扱ことを可能とする基本構造の設計を完了し、燃料取扱設備で交換可能となる見通しを得た。 ・補助EMPの多重化は電源回路の多重化によって対応可能となる見通しを得た。 		
実施内容	<p>(1) 燃料交換期間の短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性子遮蔽体の水流動試験、熱設計、構造強度計算及び試作体の製作を行う。 ・燃料取扱設備の自動化に係る基本設計を引き続き実施する。 ・燃料交換機の詳細設計を行い、平成4年度の設置許可変更時に補正申請を行う。 <p>(2) 定検期間の短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取合試験用改良型下部案内管とアダプタグリッパの取合試験計画の検討を行う。 		
備考			

(目) システム設計研究費 (第) 4、「常陽」高度化設計研究

対象 実験炉

研究項目及び課題 種効率の向上 (燃料交換期間の短縮) 1 / 5

年 度	西暦 平成	1990							1995					2000				
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
基 本 工 程	常 陽 もんじゅ 実 証 炉	MK-II (建 設) ▼臨界 ▼運転 (運 転) <基本仕様選定> <安全審査> <着工(建設)> (設 計 研 究 ・ 研 究 開 発) (概 念 設 計) 基本仕様選定▼															▼MK-III炉心	
研究開発項目	研究開発の展開 (工程、達成時期、反映先)															担当課室	使用施設	
1)炉内冷却専用ボットの廃止 ①中性子遮蔽体の製作・交換	水流動試験体 設計・製作	水流動試験	試作体製作 熱設計、構造強度設計	安全審査	設工認 製作設計	製作	装荷(I)	装荷(II)								技術課 照射課	「常陽」	
2)ボットAの製作 及び交換作業 (12体)									設工認 製作・検査	ボット交換						原子炉1課	「常陽」	
3)ボット取扱搬出 容器の製作	遮蔽計算 基本設計						詳細設計		設工認 製作・検査							原子炉1課	「常陽」	
4)第一SFF貯蔵設備改造 ①フック改造 ②燃料移送機グリッパ等の改造	基本設計								設計 改造							原子炉1課	「常陽」	
									設計 改造							原子炉1課	「常陽」	
資金 計画	遮蔽体製作	4	3.2	5.4	21	371	1670	1671								〔総計〕 3745.6 百万円		
	ボット廃止	6	0	0	0	0	22	175	408	20	20					651		
要員 計画																〔総計〕 人月		

(目) 実験炉運転費 (節) 2.設備管理維持費

対象 実験炉		研究開発課題 組合せ率の向上（燃料交換期間の短縮 2 / 5）														
年 度	西暦	1990				1995				2000						
	平成	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
基 常 暇	MK-II ▼臨界 ▼遮断 (運転)														▼MK-III炉心	
本 もんじゅ	(建設) <基本仕様選定> <安全審査> <着工(建設)>															
工 実証炉	<基本仕様選定> <安全審査> <着工(建設)>															
程 実用化炉	(設計研究・研究開発) (概念設計) 基本仕様選定▼															
研究開発項目	研究開発の展開（工程、達成時期、反映先）														担当課室	使用施設
II 燃料取扱設備の自動化 1.自動化のための機械的改造 (1)燃料交換棍の高度化	<pre> graph TD A[要素設計] --> B[基本設計] B --> C[詳細設計] C --> D[設工認] D --> E[製作] E --> F[据付・試験] F --> G[供用開始] G --> H["(格内制御盤での運転)"] H --> I["(格外制御室での遠隔自動化運転)"] I --> J[主制御計算機設置] </pre> <p>①荷役荷防止機能の詳細化 ②制御盤下部案内管の取扱機能を付加した場合の構造・仕様の検討 ③構造・強度・耐震計算 ④遮蔽計算 ⑤基本的な運転方法の策定</p>														原子炉1号機「常闇」	
資金計画	6	10.3	6.6	78	348	349									[総計] 百万円 797.9	
要員計画															[総計] 人月	

(目) 実験炉運転費 (筋) 2.設備管理維持費

対象 実験炉		研究開発課題 積働率の向上（燃料交換期間の短縮）3 / 5											(目) 実験炉運転費 (筋) 2.設備管理維持費	
年 度	西 暦	1990				1995				2000				
基 本 工 程	常 陽	MK-II												▼MK-III炉心
もんじゅ	(建 設)				▼臨界				▼運転				(運 転)	
実証炉	<基本仕様選定>				<安全審査>				<着工(建設)>					
実用化炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)				(概 念 設 計)				基本仕様選定▼					
研究開発項目	研究開発の展開（工程、達成時期、反映先）												担当課室	使用施設
1.自動化のための機械的改造 (2)装填燃料移送機の自動化	機構要素設計	基本設計(1)	基本設計(2)	詳細設計	施工認	自動装填燃料移送機製作	据付・試験	自動化対応接続						
	基本的なシステム構成・仕様・構造の検討 ②基本的な運転方法の策定	①システム構成・仕様の検討 ②基本的な運転方法の策定	制御システム構成・規模の検討	①施工準備 ②システム構成・仕様の詳細検討 ③構造・強度・耐震計算 ④製作性の詳細検討 ⑤運転性の詳細検討										
(3)キャスクカーアの自動化	要素設計	合理化検討	基本設計	詳細設計	配管接続機器及び走行駆動機構の改修	据付	施工認	制御盤製作	据付・自動化対応接続					
	①基本的なシステム構成・仕様・構造の検討 ②脱機的改造項目の抽出	配管等接続機器要素の選定	①システム構成・仕様の検討 ②配管等接続機器の検討 ③走行駆動機構の検討 ④基本的な運転方法の策定	①施工準備 ②システム構成・仕様の詳細検討 ③配管接続機器の詳細検討 ④走行駆動機構の詳細検討 ⑤構造・強度・耐震計算 ⑥運転性の詳細検討									原子炉1課	「常陽」
(4)缶詰設備の自動化	機構要素設計			詳細設計	施工認	電動駆動機構製作	据付・試験	自動化対応接続						
	①基本的なシステム構成・仕様・構造の検討 ②機械的改造項目の抽出			①システム構成・仕様の検討 ②駆動機構の検討 ③構造・強度・耐震計算										
資金計画	14.5	4.9	4.4	5.6	111	502	502						【総計】	百万円
														1194.8
要員計画													【総計】	人月

対象 実験炉 研究開発課題 稼働率の向上（燃料交換期間の短縮）4 / 5										(目) 実験炉運転費 (節) 2.設備管理維持費														
年 月	西暦 1990		1995						2000															
平成	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15										
基 本 工 程	常陽 MK-II (建設) ▼臨界 ▼運転 <基本仕様選定>										▼MK-III炉心 (運転) <安全審査> <着工(建設)> 基本仕様選定▼													
研究開発項目	研究開発の展開（工程、達成時期、反映先）															担当課室	使用施設							
2.自動化のための制御系改造	概念設計	自動制御設計	基本設計	詳細設計	施工認	制御盤製作	据付・試験	自動化対応接続																
(1)回転プラグ	①基本的なシステム構成・仕様の概念検討 ②機械的改造項目の抽出	制御速度の検討	基本的なシステム構成・仕様の検討	①施工認準備 ②システム系統の詳細検討 ③強度・耐震計算																				
(2)燃料交換機・燃料出入機	制御システム概念検討	基本設計	詳細設計	施工認	制御盤の製作	据付・試験	自動化対応接続																	
(3)主制御工程管理計算機の設置		基本的なシステム構成・仕様の検討	基本設計	詳細設計	施工認	主制御計算機システム製作	据付・自動化対応接続	(格外制御室での遠隔自動化運転)																
(4)新燃料取扱設備	機械要素設計	基本設計(1)	基本設計(2)	詳細設計	施工認	製作	据付・試験	自動化対応接続																
(5)キャスクカー	要素設計	合理化検討	基本設計	詳細設計	配管接続・走行駆動機構の改造	据付	施工認	制御盤製作	据付・自動化対応接続															
(6)燃料洗浄設備・トランクファロータ	制御システム概念検討	基本設計	詳細設計	施工認	制御盤製作	据付・試験		自動化対応接続																
(7)回転移送機・缶詰設備・水中台車	基本的なシステム構成・仕様の検討	制御システム概念検討	基本設計	詳細設計	施工認	制御盤製作	据付・試験	据付・自動化対応接続																
(8)使用済燃料移送機	制御システム概念検討	基本設計	詳細設計	施工認	制御盤製作	据付・試験	自動化対応接続																	
資金計画	5	7.5	3.3	6.7	233	1048	1048									[総計] 百万円								
要員計画																[総計] 人月								

(目) 実験炉運転費 (節) 2.設備管理維持費

対象 実験炉 研究開発課題 核効率の向上 (燃料交換期間の短縮 5 / 5)

年 度	西 暦	1990							1995					2000											
		平成 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15										
基 本 工 程	常 陽	MK-II															▼ MK-III 炉心								
もんじゅ	(建 設)	▼ 陸界							(運 転)																
実 証 炉	< 基本仕様選定 >							< 安全審査 >							< 着工 (建設) >										
実用化炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)							(概 念 設 計)							基本仕様選定▼										
研究開発項目	研究開発の展開 (工程、達成時期、反映先)															担当課室	使用施設								
(9) 自動運転支援システム ・燃料交換計画作成システム(JOYREP-II) ・異常診断システム		<pre> graph TD A[推論機能高度化検討] --> B[①JOYREP自動化対応検討 ②推論機能高度化検討 ③システム構成概念検討] A --> C[推論モデル検討] B --> D[知識データの作成] C --> D D --> E[①経験事例の調査整理 ②エキスパートシステムツールの調査 ③推論モデルの検討] E --> F[①経験事例の詳細調査 ②知識データの作成 ③イベントツリーの作成 ④システム仕様の検討] F --> G[知識ベース作成] G --> H[①知識ベース作成 ②システム構成設計 ③詳細ルール作成] H --> I[バイロットプログラム作成] I --> J[製作・据付・試験] J --> K[バイロットプログラム作成] K --> L[製作・据付・試験] </pre>															原子炉1課	「常陽」							
資金計画	5				20	40	50	25	112	113						[総計] 百万円 365									
要員計画																[総計] 人月									

文書名 実験炉		研究開発課題 研究効率の向上（定期期間の短縮）													(目) システム設計研究費(節) 4.「常陽」高度化設計研究														
年 度	西暦	1990				1995				2000																			
基 本 工 程 程	常 阳	MK-II													▼ MK-III炉心														
	もんじゅ	(建設) ▼臨界				▼運転				(運転)																			
	実 証 炉	<基本仕様選定>													<安全審査>														
	実用化炉	(設計研究・研究開発)				(概念設計)				基本仕様選定▼																			
研究開発項目		研究開発の展開（工程、達成時期、反映先）													担当課室	使用施設													
定検期間の短縮 1. 極端電源回路の多重化															設工認														
2. 下部案内管の改良 (1)構造改良 (2)長寿命化		<pre> graph TD A[予備検討] --> B[改良構造検討] B --> C[取合試験計画検討] C --> D[試験体製作 大気中取扱試験] D --> E[取扱試験 (燃料交換機と の組合せ試験)] E --> F[炉内取扱試験] F --> G[実機共用開始] G --> H[改良型下部案内管製作] H --> I[(材料発注3体)] I --> J[(製作3体)交換] J --> K[(材料発注3体)] K --> L[(製作3体)] L --> M[長寿命案内管装荷] M --> N[配置替え] N --> O[交換] O --> P[CR-1] P --> Q[CR-2] Q --> R[CR-3] R --> S[CR-4] S --> T[CR-5] T --> U[CR-6] </pre>														制作・据付													
資金計画		8	0	40	10	0	110								【総計】	百万円													
要員計画															【総計】	人月													

基本計画書		整理番号
研究開発項目	照射技術の高度化	文寸象
達成項目	<p>「常陽」の照射ベッドとしての利用拡大を図り、多種、多様な照射試験のニーズに応えるため、下記4項目を目標として照射装置の開発及び照射条件評価技術の確立を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 材料照射精度の向上 (2) 燃料限界照射能力の向上 (3) 計測線付照射の合理化 (4) 中間検査・再装荷技術の向上 	
反映／効果	<p>「常陽」の照射技術を高度化させることにより、主としてFBRの高性能燃料開発及びプラント高温化に必要な照射試験のニーズに十分応えられる研究開発体制を確立する。</p> <p>これにより、副次的効果として「常陽」の国際、国内共同利用化に対応し易い体制が整備される。</p>	
今までの成果	<p>(1) 材料照射精度の向上を目指した制御型材料照射装置の開発については、詳細設計を終了し、実機設計製作に向けての調整を行うと同時に、モックアップ体による各種性能試験を準備中もしくは開始している。</p> <p>照射温度評価の向上のための材料照射用反射体の温度分布評価コード改造を実施した。</p> <p>また、オフライン温度モニタの国産化、小型化のための調査と、部材試作及び製作性の検討を行った。</p> <p>(2) 燃料限界照射能力向上については、要素機器の性能確認試験を実施中であり、併せて今後の装置全体の開発計画について見直しを行った。</p> <p>(3) 計測線付照射の合理化については、Na中コネクターの性能確認試験を実施中である。</p> <p>(4) 再装荷技術の向上を目指したグリッド型リグの開発については、詳細設計を終了し、モックアップ体による各種試験の準備を開始した。</p>	
実施内容	<p>(1) 制御型材料照射装置及び安全容器内照射装置の性能試験を完了し、実機・設計・製作及び許認可取得を行う。また、平成5年度末照射に向けた準備を開始する。</p> <p>また、照射温度評価技術の向上については、材料照射用反射体の伝熱流動解析を行い評価方法の検討を行うと同時に計装技術として、新型温度モニタの設計試作を行う。</p> <p>(2) 燃料限界照射能力向上のための流量制御型照射装置については、主要コンポーネントである小型自己冷却型電磁ポンプのNa中性能試験の準備を進めつつ、本装置の開発方針の再評価を行う。</p> <p>(3) Na中コネクターについては、これまでの試験体の破壊試験を行った上で本装置の開発方針の再評価を行う。</p> <p>(4) グリッド型リグについては、実機ピン構成での水流力試験及びNa中試験を実施し、実機での再装荷ピンの健全性を評価する。</p>	
備考		

文書名

石川県立原子力発電所III 月次財政支術の高度化 (1 / 6)

(目) 実験炉運転費(節) 3.照射費

年月 西暦 平成	1990	1995					2000									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
基 本 設 計	MK-II	▼MK-II炉心					▼MK-III炉心									
もんじゅ 実証炉	(建設) <基本仕様選定>	▼臨界 <安全審査>					<運転> <着工建設> (概念設計) ▼基本仕様選定									
実用炉	(設計研究・研究開発)															
研究開発小項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)													担当課室	使用する施設	
制御型材料照射装置の開発	概念設計 詳細設計 試作試験・調整設計 水流動・Na中試験 熱流動解析 解析モデル作成 設計認(1号機) 1号機設計・部材製作 2号機設計工認 2号機部材製作・組立・装荷 接合施行試験 運転準備 照射(28~31cy) 照射 PIE											照射課 原2課 ADS, AHS, PMS 炉心室 機器室	実験炉 新水ループ 機器室Naループ			
制御型材料照射装置の照射準備	付帯設備配置概念検討 配置設計 据付・調整 廃ガス制御系概念検討 廃ガス制御系 設計・製作 据付・調整											照射課 原2課	実験炉			
制御型照射装置の取扱機設計	MARCO-3 概念検討 構造設計・試作 調整設計 水流動試験 MARCO-3 部材製作 組立 再装荷組立 (JRAF) (FMP) (JOYO) 取扱装置製作 取扱試験 取扱 取扱調整 概念設計 詳細設計 設工認											照射課 原2課 ADS, AHS, PMS	実験炉 FMP			
資金計画													(総計)	百万円		
要員計画													(総計)	人日		

文書名

研究開発費負担実績報告書 基本設計技術の高度化(2/6)

(日) 実験炉運転費(節) 3.照射費

年 度	西暦 平成	1990					1995					2000					担当課室	使用する施設
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
基 本 設 計	常 陽	MK-II														▼MK-III炉心		
もんじゅ	(建 設)	▼臨界	▼遮断	(遮 断)														
実 証 炉	<基本仕様選定>	< 安 全 審 査 >	< 着工建設 >															
実 用 炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)	(概 念 設 計)														▼基本仕様選定		
研究開発小項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)																	
安全容器内照射装置の開発	モックアップ試験	EXIR-1設計・製作	据付工事・装荷	28 照射	31 脱荷											照射課 材料室 ADS MMS	実験炉 TRAF MMF	
		据付工事・装荷	31 脱荷															
		設工認 付帯設備 設計・製作・据付																
		取扱機詳細設計	設計・製作・取扱性試験・据付															
			EXIR-2設計・製作	装荷	32 照射	35 脱荷												
耐高温・耐照射トランクの開発	試作試験		試作・試験													照射課		
資 金 計 画																[総計] 百万円		
要 員 計 画																[総計] 人工		

文書名

研究開発費負担実績表(3)
貞身炉技術の高度化(3/6)

(II) 実験炉運転費(節) 3. 照射費

年 度	西暦 平成	1990 2	3	4	5	6	1995 7	8	9	10	11	12	13	14	2000 15	
基 本 設 計	常 陽	MK-II														▼MK-III炉心
もんじゅ	(建 設)	▼臨界	▼運開				(運 帳)									
実 証 炉		<基本仕様選定>		< 安 全 審 査 >				< 着 工 建 設 >								
実用炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)			(概 念 設 計)					▼基本仕様選定							
研究開発小項目																
照射技術データ収集・監視システムの開発																
資 金 計 画																[総計] 百万円
要 員 計 画																[総計] 人工

文書名

研究開発各項目 四原炉技術の高度化 (1 / 6)

(日) 実験炉運転費(節) 3.照射費

会社	西暦 平成	1990 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	1995 MK-II ▼臨界 (建設) <基本仕様選定> (設計研究・研究開発)	2000 ▼MK-III炉心 ▼運転 (運転) <安全審査> (概念設計) 着工建設 ▼基本仕様選定	担当課室	使用する施設
基 本 設 計 実用炉	常 陽 もんじゅ 災 証 炉					
研究開発小項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)					
Na中コネクターの開発		機器室 臨時課 ADS FMS MMS	機器室 Naループ 実験炉 PIE施設			
資金計画					(総計)	百万円
要員計画					(総計)	人

文書名

研究開発計画書 四川原村技術の高度化 (5 / 6)

(丁) 実験炉運転費(節) 3.照射費

年月度	西暦 平成	1990 2	3	4	5	6	7	8	1995 9	10	11	12	13	14	15 2000		
基 本 設 計	常 陽 もんじゅ 実 証 炉 実 用 炉	MK-II							▼MK-III炉心								
	(建 設)	▼臨界		▼運開	(運転)												
		<基本仕様選定>			安全審査												
	(設計研究・研究開発)			(概念設計)												▼基本仕様選定	
研究開発小項目																	
燃料限界照射装置の開発 (1)電磁ポンプ開発	整体機体試作・試験 全体構造設計 3連ポンプ試作・水中試験 1/2 モックアップ試作 (F機器室)	高温Na中耐久試験 (F機器室) 評価 Na中性能試験 (下機器室) ポンプ性能評価 S/R 吸着脱機構試作														担当課室 照射装置技術課 ADS	使用する施設 F機器Naループ
(2)装置開発									詳細設計 水流動体製作・試験	設置変更 実機製作 ポンプ性能試験						照射装置技術課 ADS 加工室	加工水ループ F機器-Naループ
資金計画																[総計] 百万円	
要員計画																[総計] 人工	

文書名

研究開発項目 直線炉技術の高度化 (G / G)

(II) 実験運転費(節) 3. 照射費

年 度 西暦 平成	1990 2	1995 6					2000 9 10 11 12 13 14 15					
		3	4	5	7	8	▼MK-III炉心					
基 本 設 計 計	MK-II (建 設) 実 証 炉 (設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)	▼臨界 < 基本仕様選定 > （ 概 念 設 計 ）	▼運開 < 安 全 審 查 > （ 工 程 、 進 成 時 期 、 反 映 先 ）	(運 転) △着工建設 ▼基本仕様選定								
研究開発小項目	維続照射リグの開発	水流動試験供試体制作 Na中試験供試体制作 Na中試験 評価										
資 金 計 画												
要 員 計 画												

基本書面図書 【配管・機器の合理化】		整理番号	41000
研究開発項目	配管・機器の合理化	対象	MKIII／実証炉／実用炉
達成目標	(1)自己作動型炉停止機構：ULOFで代表される炉内異常温度上昇に対応する温度感知方式の自己作動型炉停止機構(SASS)を開発し、実証炉、実用化炉の安全設計評価ベースを確立するとともに、システム概念の構築と、その特性評価を行う。 (2)高性能BMP:実用化の1次主冷却系のホットレグに適応する無冷却でコンパクト化を思考した高性能の電磁ポンプを開発し、プラントシステム設計に資する。 (3)燃取系の合理化：システムの成立要因の分析を行い、設計研究炉及び2次系削除を含む実用化炉の燃取系の概念の創出、システム評価、課題の抽出を行う。 (4)配管系の合理化：耐久試験後の42#配管ベローズの材料検査とメンテナンス技術方法（案）を作成し、配管ベローズ継手のフィーバリティ研究を完了させる。また、配管ベローズを実験炉に設置して許認可実績を得る。		
反応／効果	(1)自己作動型炉停止機構：炉内試験をとおして機能を実証することにより、安全審査へ反映するとともに、安全設計評価の手法に取り込むことによる評価の合理化が期待できる。 (2)コンパクト高性能電磁ポンプ：主冷却へ電磁ポンプを適用することにより、信頼性安全性の向上が図れ、また自由液面を有しないことによる設計の自由度が大きくなる。また保守点検が容易となり、他の機器との合体化等によるコスト低減も期待できる。 (3)燃取系の合理化：原子炉系や炉構造との取合いを含めて、燃取システム全体の合理化を図ることにより、新しい概念の創出と経済性を向上させたプラント概念に反映させる。 (4)配管ベローズ継手：実証炉、実用炉の主冷却系配管系の設計合理化による建設経費の削減に資するものである。		
今までの成果	(1)SASSはフィーバリティを見極める炉外試験をほぼ完了した。現在「常陽」の炉内実証試験に向けてワーキンググループを発足し、検討を進めている。 (2)新方式の有効性を見極めるため、液体金属を用いない小規模の確認試験を実施し良好な結果を得た。また成立性の鍵となるコイルシステムの耐熱性調査研究を実施している。 (3)プラント室と連携して、UIC引抜き方式を前提とする燃取系のシステムの設計を実施中。 (4)フィーバリティ研究を実施し、炉外実証試験、技術基準の整備、外部委員会による検討等を行った。炉内実証試験については実証試験計画検討W/Gでの検討結果に基づいて、PROFIT推進会議での方向付けを行った。		
実施内容	(1)自己作動型炉停止機構：プラント設計のニーズを踏まえて、システム化を志向した炉内・炉外試験を実施し、安全性評価に資する。 (2)高性能BMP:電磁ポンプに適用し得る強磁場発生法の研究を進め、電磁ポンプへの適用を評価する。更に実用化炉への適用性評価を見極めるための種々の研究と特性解析技術を開発する。無冷却BMPの成立性の1つである耐熱コイルシステムの開発は、基礎技術開発として進める。 (3)燃取系の合理化：炉内（原子炉）構造、UICと整合のとれた合理的な燃料交換機の概念創出とシステム化の評価を行う。また燃取系システム全体の合理化の概念創出及びシステム化を行う。 (4)配管ベローズ継手 ①耐久試験後のベローズ要素の材料試験及びメンテナンス技術方法（案）を作成する。 ②常陽 2次主冷却系ホットレグ配管系に12#ベローズ継手を設置する。		
備考			

文書名 常陽MK-III、実用化炉

研究開発項目 酒井管 - 核電炉の合理化研究(1)

(目) 機器構造材料開発費 (節) 3.炉体機器構造開発

年 度	西暦 平成	1990							1995							2000						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
基 本 工 程	常 陽	MK-II														▼MK-III炉心						
	もんじゅ	(建 設)	▼臨界		▼運開		(運 転)															
	実 証 炉	▼	<基本仕様選定>				<安全審査>		<建設>													
	実 用 化 炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)		(概 念 設 計)			基本仕様選定▼															
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)														担当課室	使用する施設					
【炉体機器構造開発】																						
3.(1) Na中コネクタの開発	要素試験	Na中部分モックアップ試験	評価	総合評価	改良・性能確認											機器室、実験炉部						
	SASS部分 モデル試験	(炉内機能確認試験試験体)	概念設計	詳細設計	製 作	常陽MK-III試験										機器室、実験炉部	T S T、「常陽」					
	(熱過渡試験)	総合評価				常陽MK-III試験																
	コード開発	非定常機能 の追加	「もんじゅ」 SKSデータ検証	「もんじゅ」 SSTデータ検証	改修											機器室、もんじゅ	「もんじゅ」					
3.(2) 新型炉停止機構の開発	定常機能開発																					
	SPINTA検証																					
	大型炉システム概念検討																					
3.(3) 熱流体構造遮断解析 コードの検証	コード開発	定常機能開発	非定常機能 の追加	「もんじゅ」 SKSデータ検証	「もんじゅ」 SSTデータ検証	改修																
	定常機能開発																					
	SPINTA検証																					
3.(4) 燃取系の合理化研究	設計研究炉の 合理化システム 代案検討	システム設計	実用化炉の概念構築													機器室、 プラント工学室						
	開発課題抽出																					
資金計画															(総計)	百万円						
要員計画															(総計)	人工						

対象 常陽MK-III、実用化炉

研究開発項目 酸化管・本管等の合理化研究(2)

(目) 機器構造材料開発費(節) 2.ナトリウム冷却系機器の開発

年 度	西暦 平成	1990												1995							2000												
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	▼MK-III炉心	(運転)	<建設>	<安全審査>	<基本仕様選定>	▼臨界	建 設											
基 本 工 程	常 陽	MK-II												▼MK-III炉心																			
	もんじゅ	(建 設) ▼臨界 ▼運開 (運 転)												<基本仕様選定>							<安全審査> <建設>												
	実 証 炉	▼ <設計研究・研究開発> (概念設計) 基本仕様選定▼																															
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)																															
2(1) 配管用ペローズ継手の開発	○大型ペローズ試験																																
資金計画		ペ ロ ー ズ 実 証 試 験												5,155 10,000 30,000 50,000							〔総計〕 百万円												
人員計画																										〔総計〕 人工							

		整理番号	92220 (J-7-1)
研究開発項目	制御棒操作自動化システムの開発	対象	制御設備
達成目標	<p>制御棒操作自動化システムの開発とその実証実験</p> <p>原子炉の起動・運転・停止の全運転モードに対する制御棒操作を計算機制御システムと 原子炉制御系を結んで自動化する。</p>		
反映／効果	<p>計算機直接制御による原子力プラントの全運転領域の自動化は実証段階にないのが現状である。</p> <p>よって、実験炉「常陽」の実プラント、運転訓練シミュレータおよび安全評価コードを利用し、自動化システムを開発し、安全性、信頼性を実証し、その技術を将来炉へ反映していくことは「常陽」の使命である。また、これにより高速炉プラント運転安全性、操作性および運転員の負担軽減、省力化による経済性の向上を図ることができる。</p>		
今までの成果	<p>ファジィ理論を適用した制御棒操作自動化システムの開発は、平成元年10月より開発に着手した。今までに基本プログラムを作成して、シミュレータにて検証試験を行った結果、熟練運転員と同等の制御性を有することが確認でき、実機適用の見通しが得られた。平成3年度は、実機適用に向け、基本プログラムを組み入れたプラント動特性解析コードの製作を行い、安全解析評価の準備作業に着手した。</p>		
実施内容	<p>平成4年度以降は、ファジィ制御の基本プログラムを組み込んだプラント動特性解析コードの解析評価を行い、今までの開発成果を集約する。また必要に応じて、今後の展開を再検討する。</p> <p>(1) 実機オフライン試験： 実機オフライン試験装置の製作および試験を実施し、実機オンライン試験のための実機データの蓄積および評価を行う。</p> <p>(2) 実機オンライン試験： 実機オフライン試験結果等を反映して、実機システムを設計、製作し、本システムを実機にオンラインで適用する試験を実施する。また、装置の製作に先立って、設置変更許可申請、設計および工場認可申請を行う。</p>		
備考			

文書家 実験炉/実証炉

研究開発小項目 制御棒操作自動化システムの開発

(目) 実験炉部運転管理費(節) 5. 運転技術管理費

年 度 基 本 工 程	西暦 平成	1991							1996				2000						
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
常陽	MK-IIIステップ▼								ステップ2▼				▼ステップ3						
もんじゅ	(建 設)	▼臨界		▼運開				(運 転)											
実 証 炉				▼安全審査					▼着工 (建 設)										
実用化炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)			(概 念 設 計)					基本仕様選定▼										
研究開発小項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)													担当 課室	使用する施設				
制御棒操作自動化システムの開発	シミュレータによる検証及び整備													技術課 原子炉1課 原子炉2課 70tEIG技術開発室	実験炉「常陽」				
	↓実機適用に向けた予備解析																		
		(必要に応じて実施) 実機オフライン試験																	
		↓(装置製作)		(試験・評価)		(高度化)		(データ蓄積)		(試験運用)									
		↑開発成果の集約		実機システム設計		製作設計		製作		↓据付調整									
				(基本設計)		(詳細設計)													
				↓設置変更準備		↓設置変更		↑工認											
				(安全予備解析)		(安全解析)													
資 金 計 画	10	6	0	(未 定)										[総計] 百万円					
要 員 計 画	0.5	0.5	0.5											[総計] 人					

		整理番号	
研究開発項目	燃料破損診断システムの開発	文 手 象	
達成目標		安価で炉構造に対するインパクトの少ない炉内シッピング法FFDLの性能を、破損状態によらず高い信頼性を有するレベルにまで高める一方、これを中核としながらゾーニング等に於ける他の手法の利点も組み込んだ効率的な燃料破損診断システムの開発を実施する。	
反映／効果		炉内シッピング法FFDLの信頼性を向上させることにより、本システムを中心とした燃料破損診断システムの大型炉設計研究および実証炉設計への適用を図り、プラントの経済性向上、稼働率向上、運転安全性向上に資する。	
今までの成果		炉内シッピング法FFDLの高度化に関する設計研究 炉内シッピング法FFDLに希ガスのみならず、これよりも半減期が長く、揮発性とNa中の溶解性も高いFP核種である ¹³⁷ Cs、 ¹³¹ Iの検出機能を備えることにより、シッピング法FFDLの性能を、燃料破損状態および炉停止から検査までの期間によらず高い信頼性を持って検出できるレベルにまで引き上げる構想のもと、高性能シッピング法FFDL装置の概念設計を進めた。	
実施内容		高性能シッピング法FFDLの開発 ¹³⁷ Cs及び ¹³¹ Iの補集、 ²⁴ Na分離等に関する要素技術の評価あるいは必要とされる設計データの取得後、必要に応じて基本設計、許認可取得、詳細設計及び製作について推進を図る。	
備考			

対象 「常陽」(PROFIT計画) / 実証炉 研究開発小項目 燃料破損診断システムの開発

(目) システム研究開発費(節) 8. 計測システムの開発

年 度	西暦 平成	1990							1995			2000									
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
基 本 工 程	常 阳	MK-II														▼MK-III					
	もんじゅ	(建 設)		▼臨界		▼運転		(運 転)													
	実 証 炉	<基本仕様選定>							<安全審査>			<着工(建 設)>									
	実用化炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)							(概 念 設 計)			基本仕様選定▼									
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)														担当課室	使用する施設				
高性能シッピング法 FFDLの開発		要素技術評価及び概念設計		評 価		未 定															
資金計画		7	0	0	0	(未 定)	-							[総計]	百万円						
要員計画																[総計]	人工				

基本計画書 【保守・補修技術の高度化】		整理番号	91400
研究開発項目	保守・補修技術の開発	対象	実用化炉／常陽MKIII
達成目標	<p>原型炉の供用期間中検査（ISI）装置を開発し、原子炉冷却材バウンダリ及び蒸気発生器伝熱管の供用期間中構造健全性確保に資する。</p> <p>さらに、これらの技術開発をベースに実用化炉のプラント点検・補修時の被ばく低減化、作業の省力化、時間の短縮化のために、遠隔予防保全技術を確立する。</p> <p>このために『常陽』で強いニーズのあるスナバー・ハンガー等の点検用の床下自動点検装置や、MK-IIIの冷却系改造に伴う大口径配管の改造・補修を遠隔で行う装置を開発する。</p> <p>また特に大型炉において、強いニーズのある、ナトリウム中炉内構造物の状態確認を行うための装置を開発する。</p>		
反映／効果	<p>FBRプラントのISI技術を確立するとともに、遠隔補修、点検技術の向上を図ることができる。また、これらの成果は、PSI、ISIのデータ解析及びプラント余寿命評価に反映させる。ISI技術をベースにした自動点検装置や配管の改造技術は被ばくの低減化、作業の省力化、作用時間の短縮化、及び技術の信頼性の向上に効果がある。またナトリウム中の炉内構造物の視認性は大型炉設計において、設計の選択の幅を大きく広げる効果が期待できる。</p>		
今までの成果	<p>(1)原型炉のISI装置（対象3ヶ所で5種類）を製作し、改良を加えつつ研究開発を実施中である。特に平成3年度末現在、</p> <ul style="list-style-type: none"> ①炉容器廻りのISI装置は、常温及び高温(200°C)での機能確認を行った。 ②1次系主配管ISI装置についてPSIデータの取得を行った。 ③SG伝熱管用のECT装置はPSIを実施し、データの解析を行った。UT装置はプローブの改良、試験を実施した。 <p>(2)遠隔保全技術については、床下の状況の調査を行った。また、各国のUSVについて開発状況の調査を行った。</p>		
実施内容	<p>原型炉のISI装置については、引き続き「もんじゅ」でのPSIに対応しデータ解析を行うとともに、そこで生じた問題点、要改良点を踏まえて、第1回ISIを目指してISI装置の改良を図ってゆく。また、これらの成果をもとに検査データの分析を行いデータベースを整備する。</p> <p>実用化炉の予防保全技術の確立のための一歩として、ニーズに基づく『常陽』の床下点検装置の開発、及び大口径配管の遠隔改造、補修技術の開発を行う。更に、今まで開発されたセンサーを始めとする各種要素技術の高度化（耐熱性、耐久性etc）を図る。また実用化炉の炉内予防保全技術（例えば原子炉支持構造、炉内配管等）を開発する。</p>		
備考			

文書名 共通、(もんじゅ)

研究開発項目 保守・補修技術の開発

年 度 平成	西暦	1990												1995				2000			
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
基 本 工 程	常 陽 もんじゅ 実 証 炉 実 用 化 炉	MK-II	MK-III	ステップ1▼ (建 設) ▼基本仕様選定 (設計研究・研究開発)										ステップ2▼ ▼臨界 ▼運開 ▼安全審査 (概念設計)	▼運転 (建 設) ▼着工 (建 設) 基本仕様選定▼						
研究開発小項目		研究開発の展開 (工程、達成時期、反映先)															担当課室	使用する施設			
【原型炉運転準備】 ①(4) ISI技術の開発 ①(イ) (二) 炉容器周りISI装置 開発		試作	ISI詳細計画	PSI	8/E			第1回ISI									機器室	メカトロ棟			
②(ロ) 1次主冷却系配管 ISI装置開発		試作	総合機能試験・改良	*	高性能化評価	PSI	PSI後調査 PSIデータ評価・解析 (MU試験)									機器室	メカトロ棟				
③(ハ) 蒸気発生器伝熱管 体積試験装置開発		試作	総合機能試験・改良	*	高性能化評価	PSI	PSIデータ評価 ISIに向けての装置の改良・高度化									機器室	メカトロ棟				
非破壊検査 データ評価評価		試作	総合機能試験	PSI(ECT)	SKS(UT)	高性能化評価	PSIデータ評価・解析 管底残留Na影響評価	第0回定期検査へ 予備検討	実用化								機器室	メカトロ棟			
		改良					→ PSI結果を踏まえた改良試験 → PSIデータ解析 → 自動解析論理の構築検討、データベース整備		予防保全研究へ												
		予備検討					ISIデータ評価技術開発 (PSIまでのデータをもとに)			→ 第0回定期検査へ (ISIのデータを入れて) 非破壊検査データベース											
資金計画		1454	966	372	89	70	50	90								総計	百万円				
人員計画		6	7	7	5	4	4	4								総計	人				

基本計画書 【高信頼性2重管SGの開発】		整理番号	71200
研究開発項目	2重管SGの機器・構造の開発	対象	実用化炉／PROFIT計画
達成目標	実用化炉（2次系削除システム）の安全論理を踏まえた2重管SG概念設計に相応して、最適2重伝熱管の開発および基本特性評価、また管一管板、伝熱管支持等の構造要素の開発、さらにそれらを統合して評価するSGモデル試験から最適な2重管SG構造を確立する。		
反映・効果	<p>(1) 2重伝熱管、支持板、管一管板、熱膨張吸収機構等の構成要素およびSG全体の基本特性を把握することが可能であり、PROFIT計画（常陽設置の2重管SG）の許認可に反映する。</p> <p>(2) 小型、大型モデル試験、2次系削除模擬等のループ実験から2次系削除システムに適応する高信頼性2重管蒸気発生器の設計概念および実用化炉の成立性条件の設定に反映する。</p>		
今までの成果	<p>(1) 2重伝熱管に関するフィーバリティ・スタディから、ギャップコンタクタ等の伝熱特性、せん断強度やクリープ強度等の材料特性、製作性、形状、ギャップ通気特性などについて評価し、直管状の密着型（拡管、縮管）、組網線型が最も有望である。</p> <p>(2) 2重伝熱管の特性試験、管一管板構造要素試験、リーキ検出基礎試験および伝熱管破損モード分析から、一体貫流・直管2重伝熱管、2重平型管板、胴側伸縮継手による熱膨張吸収構造、内外管リーキ検出システム内蔵の2重管SGをレファレンスとする。</p> <p>(3) 2重管SG小型モデル試験体を1MW試験施設に設置し熱流動試験を開始した。定格条件及び部分負荷条件での代表的な伝熱相関式が得られた。</p>		
実施内容	<p>(1) 2重伝熱管の開発・基本特性評価 高信頼性2重管SGの鍵を握る2重伝熱管の最適化を図るために、2重管に係わる基本特性についてデータ収集、要素試験およびデータ解析評価作業を行う。また評価上不足する必要なデータについては各種伝熱管の特性試験を行うとともに2重伝熱管の最適化を図る。</p> <p>(2) 2重管SG構造信頼性評価 構造工学室にて記載する。</p> <p>(3) 2重管SG小型モデル試験による評価 ① 実機長の2重伝熱管ハンドル体系(10本通水)で2重管SGのシステム基本特性を把握する。試験項目は(1)2重伝熱管の伝熱特性試験、(2)DNB挙動試験、(3)水側流動不安定試験、(4)内管リーキ検出システム特性試験、(5)外管リーキ検出システム特性試験、(6)2重管板および溶接部の構造健全性確認試験、熱膨張吸収機構の機能確認などである。 ② 解析評価：小型モデル試験を通じて得られたデータを基に(1)密着2重管の伝熱および構造信頼性評価、(2)リーキ検出システムの信頼性評価、(3)運転制御性評価、(4)SG特性解析ソフト類の適合性評価等を行う。 ③ 大型モデル設計評価：2次系削除システム設計研究、2重管SGに係わる要素試験、小型モデル試験等の知見を基に、大型モデル2重管SG(50MW級)の設計研究を実施する。 (4) 2重管SG大型モデル試験による評価 (3)②に基づいて、大型2重管SGの特性試験及び信頼性試験を実施する。</p>		
備考			

文書名 PROFIT計画、実用化炉 研究開発項目 2重管SG構造 - 構造の開発 (目) システム設計研究費 (節) 6.蒸気発生器研究開発

年 度	西暦	1990						1995						2000																					
	平成	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																				
基 本 工 程	常 陽	MK-II																	▼MK-III炉心																
	もんじゅ	(建設)			▼臨界			▼運転			(運転)																								
	実 証 炉	▼<基本仕様選定>																	<安全審査>																
	実用化炉	(設計研究・研究開発)						(概念設計)						基本仕様選定▼																					
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)																	担当課室	使用する施設															
(1)2重伝熱管の開発・ 基本特性評価	F/S	2重伝熱管の基本特性評価	許認可性見通し			実用化炉概念提示、 PROFIT計画安全審査																													
	(構造室で記載)																																		
	2重伝熱管の信頼性向上																																		
(2)2重管SG構造信頼性 評価	製作		据付			熱流動試験			リーケ検出試験			健全性確認試験			解体検査																				
	(大型モデル)		予備検討			基本設計			詳細設計			改修・製作			特性試験・ 信頼性試験																				
(3)2重管SG小型モデル 試験による評価	資 金 計 画		〔総計〕 左記()内は大型モデル試験分 百万円																																
	要 員 計 画		未定																(総計) 人工																

基本計画書 【高信頼性2重管SGの開発】		整理番号	71100
研究開発項目	2重管SGの概念設計研究	対象	実用化炉／PROFIT計画
達成目標	2次系削除型実用化炉設計研究に基づくプラント成立性条件を踏まえて、2次系削除プラントに適合する高信頼性2重管SGの概念を構築し、構造成立性・熱流動特性・許認可性の観点から検討を加えて、概念設計と許認可性評価を反復修正を施しつつ最適な2重管SG概念を確立する。		
反映・効果	<p>反映：①2次系削除型実用化炉概念提示 ②「常陽」2重管SG設計および安全審査対応、2重管SG大型モデル試験</p> <p>効果：①2次系削除型2重管SGの概念が提示される。 ②2次系削除型2重管SGの基本構成要素への要求事項が明らかになる。 ③PROFIT計画第3ステップにおける安全審査資料が得られる。</p>		
今までの成果	<p>(1) 2重管SGに関する文献調査、予備的検討から、これまでの2重管SG概念は2次系有りのアント志向であり、2次系削除型アントの安全論理に適合する概念構築が必要である。</p> <p>(2) 2次系削除アントの概念設計研究から、SGに係わる安全設計条件の大枠が得られた。</p> <p>(3) 2次系削除アントに適合する2重管SGの高信頼性条件の具体化作業が進行中である。</p> <p>(4) 概念設計等に必要なSG静特性および動特性、またアント動特性に係わる設計解析コードが部分的に整備された。</p>		
実施内容	<p>実用化炉アント（2次系削除システム）に適合する高信頼性2重管SGの概念設計を行う。</p> <p>(1) SG等機器設計評価コードの整備</p> <p>①2重管SG静特性解析コードの改良・整備：小型モデル試験から得られるデータを基に解析コードの検証を進めるとともに、解析手法等の改良整備を図る。また大型および実機SGの標準設計評価コードとして整備する。対象は1次元(POPAI)および多次元詳細解析コード。</p> <p>②2重管SG動特性解析コードの改良・整備：小型モデル試験により2重管SGの水側不安定現象を把握し、SG構造健全性並びに運転制御性に及ぼす影響要因を把握する手法として解析コードの検証、改良・整備を行う。また大型および実機SGの標準評価コードとして整備する。対象は、流動安定性解析コード(BOST、SG-EIGEN等)。</p> <p>(2) アント動特性解析・評価</p> <p>①プラント動特性解析コードの整備：汎用プラント動特性解析S-COPDについて、実用化炉（2次系削除システム）解析評価に重要な2重管SG、崩壊熱除去系等のモジュール改良を行う。</p> <p>②常陽および実用化炉動特性解析：実用化炉アントにおける動特性解析評価を実施し、安全設計評価（添8,10）レベルの過渡事象さらにSG起因事象（給水管破断、蒸気管破断等）による過渡事象等を対象として解析評価し、2重管SGを含むアント概念設計の妥当性を検討する。</p> <p>(3) 2重管SGの概念構築</p> <p>実用化炉（2次系削除システム）の安全論理として、2重管SGにおける伝熱管破損等から派生するNa-水反応によるリーカをATWS以下に減ずる必要がある。このためには伝熱管共通破損（短時間破損を含む）確率が$10^{-6}/\text{年}$程度、リーカ検出システムの失敗確率が$10^{-3}/\text{年}$程度を有する2重管SGの信頼性が要求される。これを満たすためには、(i)伝熱管破損防止対策、例えば耐熱疲労設計、座屈および流力振動対策、伝熱管支持部減肉対策等を採る設計(ii)リーカ検出システムの高度化・多様化及び2重管の酸化スケール生成防止対策設計等を行う。</p>		
備考			

文才象 PROFIT計画、実用化炉 研究開発小項目 2重管SG概念評価実験予定
 (目) システム設計研究費(節) 6.蒸気発生器研究開発等

年 度	西暦	1990												1995																
		平成	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14														
基 本 工 程	常 陽	MK-II												▼MK-III炉心																
	もんじゅ	(建 設)				▼臨界				▼運開				(運 転)																
	実 証 炉	▼<基本仕様選定>												<安全審査>																
	実 用 化 炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)												(概 念 設 計)																
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)																												
【蒸気発生器研究開発】 6(3) (1) SG設計評価コードの整備																														
【プラント冷却系システム】 7(1) (2) プラント動特性解析・評価(S-COPD)																														
(3) 2重管SGの概念構築																														
資金計画																														
要員計画																														

基本計画書 【高信頼性2重管SGの開発】		整理番号	71300
研究開発項目		対象	実用化炉／常陽MKⅢ
達成目標	2次系削除型2重伝熱管SGの予防保全技術確立のために、安全論理を踏まえたISI技術及び内外管のリーク検出システムを開発し、2重管のLBB性を含めて2重管SGを用いた2次系削除システムの成立性を評価する。また2重伝熱管の補修技術の確立を図り、補修後の伝熱管の健全性を評価する。		
反映効果	ISI技術及び、伝熱管のリーク検出技術を確立することにより、安全性論理の合理性を検出系から裏付ける根拠が得られる。これによりプラントへの安全審査に反映させる。また高信頼性2重管SGの基本概念構築への要求事項が具現化できる。また、これらに合わせて2重伝熱管のリーク管の同定法及び補修技術を確立することにより、2重管SGの予防保全概念に対する要求事項が具体化できる。		
今までの成果	<p>(1)先行炉のISI論理と技術開発の現状及び2重管SGのISI技術開発の調査を実施し、有効と考えられる方式を選定した。</p> <p>(2)内管リーク検出の基礎試験を実施し、現在考えられている検出システムの基本的有効性を確認した。また、平成3年度から内管リーク検出要素試験を開始し、He通気特性、蒸気リーク特性等を把握した。また、酸化スケールの生成量は水質に余り依存しないことを確認した。</p> <p>(3)2重伝熱管の予備設計検討及び、国内外のSG伝熱管の補修法の調査を行った。</p>		
実施内容	<p>(1)ISI、リーク検出及び補修法の開発を反映させつつ、合理的な2重管SG伝熱管の予防保全論理の構築を行う。</p> <p>(2)ISI技術については技術の現状を基に、センサーレベルから研究開発を行い、これを装置としてシステム化し、LBB性の情報と合わせ構造健全性の担保に資する。さらに、合理的なISI論理構築を行う。</p> <p>(3)内外管リーク検出系については、要素試験及び小型モデルSGを用いたシステム特性試験により有効性を評価するとともに、リーク検出系についての特性評価コードの検証を行いシステム評価の汎用化を図る。</p> <p>(4)2重管の補修上の開発課題の整理を行い、ISI検査システムとの整合性を図りつつ、プラグ法を含めた伝熱管の補修法及びリーク管同定技術を開発する。この中には補修後の健全性の確保も開発のスコープに含めて実施する。</p>		
備考			

文書名 実用化炉/常陽MK-III

研究開発項目 2重管SG予防保全技術の開発

(目) システム設計研究費(節) 6.蒸気発生器研究開発等

年 度	西暦 平成	1990					1995					2000				
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
基 本 工 程	常 陽	MK-II														▼MK-III炉心
	もんじゅ	(建 設)	▼臨界		▼運開		(運 転)									
	実 証 炉	▼	<基本仕様選定>			<安全審査>		<建設>								
	実 用 化 炉	(設 計 研 究 ・ 研 究 開 発)		(概 念 設 計)			基本仕様選定▼									
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)													担当課室	使用する施設
(1) 2重伝熱管内外管リーコ検出システムの開発	基礎試験	内管リーコ要素試験	評価↑	小型モデル装置改造・試験	内管リーコ検出システム高度化・多様化	常陽MK-IIIステップ3 G:概念設計	基本設計	実用化炉の基本仕様選定							機器室	1MWSG施設 50MWSG施設 計測ループ
	予備検討	Heガス移行	外管リーコ	拳動試験	要素試験	【大型モデル試験】 システム実証試験	S手法の基準整備								機器室	1MWSG施設 50MWSG施設 メカトロ施設
	【メカトロ施設】	体積検査用セーカー基礎試験	実用化試験													
(2) 2重伝熱管SISI技術の開発	伝熱管プラグ調査	要素試験検討	プラグ要素試験	小型モデルでの プラグ健全性試験	遠隔プラグ 法開発	遠隔プラグ 法確証試験(メカトロ施設)	常陽MK-IIIステップ3安全審査対応	常陽MK-IIIステップ3設工認								
資金計画															(総計)	百万円
要員計画															(総計)	人

		9(6)												(目) 機器構造材料研究開発費		(節) 5. 構造設計解析法の研究開発 9. 構造基準化研究	
文部省 FBR実証炉／実用化炉		石川島播磨ガラス工場												高溫構造設計基準の高度化			
年月 西暦 平成	西暦 平成	1990				1995				2000							
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
基本 工 程 程	常陽	MK-II	MK-III	ステップ1▼				ステップ2▼		▼ステップ3							
	もんじゅ	(建設)		▼臨界		▼運転											
	実証炉	▼基本仕様選定		▼安全審査		▼着工(建設)											
	実用化炉	(設計研究・研究開発)		(概念設計)		基本仕様選定▼											
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)												担当課室	使用する施設		
動燃大型炉設計研究		100万kW	60万kW	設計研究													
1. 高温構造設計基準	第2版	第3版	第4版	高度化													
	構造不連続評価法概念提示	評価法改良	適用性評価	一般化	基準化	高度化											
	材質不連続評価法概念提示	材質・構造不連続評価法概念提示	評価法概念提示	精緻化	適用性評価	基準化	高度化										
	③過大変形・座屈評価法			評価法概念提示	適用性評価	高度化											
(2)強度評価支援システムの開発	プロトタイプ開発	評価モジュールの改訂・整備															
2. 材料強度基準	第2版	第3版	第4版	高温化／長時間化													
	第2版	第3版	第4版	プロトタイプ	エキスパート化												
	データベース整備	材料強度基準策定基準確立															
原電 高温構造設計方針		フェーズ1(方針案作成・検証)	フェーズ2(基準化申請準備)	フェーズ3(基準化審議)													
資金計画														[総計]	百万円		
要員計画														[総計]	人工		

(環境効果評価法の高度化)

9(4) Na・水蒸気等環境効果評価法の高度化
 (5) 中性子照射環境効果評価試験

(B) 條目構造材料研究開発室

(B) 9. 條目構造材料研究開発室

文部省

研究開発課題別

年 度	西 歆	1990												1995												2000												
		平成	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平成	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
基 本 工 程	常 陽	MK-II	MK-II	MK-III	ステップ1▼												ステップ2▼	▼	ステップ3																			
	もんじゅ	(建 設)			▼臨界			▼運転																														
	実 証 炉	▼基本仕様選定						▼安全審査									▼着工	(建 設)																				
	実 用 化 炉	(設 計 研 究 · 研 究 開 発)						(概 念 設 計)									基本仕様選定▼																					
研究開発項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)																										担当課室	使用する施設									
□ナトリウム環境効果評価法の高度化																										材 料 室	N a 試験施設											
																										材 料 室	N a 試験施設											
																										材 料 室	外部貯与施設											
																										材 料 室	アルカリ施設											
□中性子照射環境効果評価法の高度化																										M M S 、他	常陽, JMTR P I E 施設											
																										M M S 、他	M M S											
□ウエステージ特性評価試験																										P 材 料 室	P 安 試験施設											
資 金 計 画	300百万円	360百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	300百万円	総計									
要 旨 計 画																												総計										

1992.3.3
田中秀夫

基 本 計 画 書 2 次系削除プラント(2) 改2 1992.01.10		登 理 号	
研究開発項目	基本構造要素強度試験	文 尺 家	常 陽 / 実 用 炉
達 成 目 標	<p>1. 2重伝熱管型蒸気発生器の基本構造を想定破損モードで実際に破損させることにより破損モードを明らかにし、それに対する強度評価法開発のためのデータを得る。</p>		
反 妥 效 果	<p>(反映)</p> <p>2. 2重伝熱管型蒸気発生器の破損モードを明らかにする。</p> <p>3. 高信頼性2重伝熱管型蒸気発生器を設計するための強度評価法を開発する。</p> <p>(効果)</p> <p>2次系削除プラントに用いる2重伝熱管型蒸気発生器の各種破損モードに対する成立性に見通しが得られる。</p>		
今 ま で の 成 果	<p>1. 原電との共研により、従来の蒸気発生器の破損モードの調査を行なった。</p> <p>2. 2重伝熱管型蒸気発生器の特有な構造を考慮し、想定される破損モードの抽出を行った。</p> <p>3. 2重伝熱管および管-管断端の解析モデルを作成し、想定される破損モードに対する解析手法の準備およびパラメータ解析を行い、今後の研究の方向を示した。</p> <p>4. 構造物強度確認試験施設(TTS)と2段クリープ拳動試験装置を用いた試験計画案を作成した。</p> <p>5. 元年度と2年10月までの成果は元年度研究成果報告書に記した。</p>		
実 適 内 容	<p>1. 2重伝熱管の音板構造熱通過強度試験</p> <p>2重伝熱管型蒸気発生器の主要構造である2重伝熱管の音板構造に対し、主要な荷重である振り返し熱過渡を加えることにより破損モードを明らかにし、そのモードに対する強度評価法を開発する。熱過渡試験にはTTSを用いる。</p>		
備 考			

(目) 機器構造材料研究開発費 (節) 7 構造健全性確立のための研究

文書名 多目的炉/実用炉

研究開発小項目

2次系削除プラント(2)
2次系削除炉の運転実験

(改2 1991.12)

年月 西暦 平成		1990					1995					2000					
基本 工 程	常陽		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
	もんじゅ			MK-II												▼MK-III炉心	
	実証炉		(建設)		▼臨界		▼運転		(運転)							<基本仕様選定>	
	実用化炉															<安全審査>	
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)													担当課室	使用する施設	
1. 伝然管内外面温度差によるき裂発生試験(3年12月構造信頼性へ移行)																構造室	構造物強度確認試験施設(TTS)
2. 2重伝然管・管板構造熱過渡試験																	
3. 2重伝然管型SGモデル熱過渡強度試験(2年12月削除)																	
4. 戻り内圧破壊試験(元年5月小杉氏との協議の結果LBBへ移行)																	
資金計画				5	5	85	105	160	5						(総計) 365	百万円	
人員計画			0.5	1.0	1.5	2.0	0.5								(総計) 5.5	人工	

基 本 計 画 書	2次系削除プラント(3)	改 2 1992.01.010	整 理 号	
研究開発項目	二重伝熱管型蒸気発生器の構造信頼性評価法の開発	文 手 紙	常陽 / 実用炉	
達 成 目 標	設計された二重伝熱管型蒸気発生器の構造信頼度（破損確率）を評価する手法を開発し、信頼度を算出する。			
1. 二重伝熱管型蒸気発生器の破損率を、軽水炉などの類似構造の破損の統計データから類推する方法を作成し、設計された当該SGの破損率を求める。				
2. 二重伝熱管型蒸気発生器の破損確率を、確率論的健全性評価手法を開発することによって算出し、設計された当該SG構造案の破損率を評価して改良提案する。				
（反映）				
1. 実用炉の一つの系としての二次系削除型二重管SGの構造設計の成立性を構造信頼度の面から評価できる。				
（効果）				
2重管型SGの具体的な構造信頼度が求まるようになり、構造設計などに反映させることによって、全体として高信頼度のSGを開発が可能となる。特に実用炉型式選定においては、構造信頼度を前面に出すことによって、相互に比較評価できる一つの指標になる。				
本項目こそが、「高信頼性2重管型SG開発による2次系削除システム」の成立性研究段階において再選先課題であると考える。				
今ままでの成果				
1. もんじゅ段階では構造信頼度評価を前面に出した研究展開は実施していない。定型材料試験データの統計処理にて定めた設計用材料強度基準と高度な判断にて作成したもんじゅ設計方針にて高温構造設計は評価された。一方、一次系冷却材喪失に絡む圧力境界構成コードルレグ配管系については、当該配管系中最大応力強さとなるエルボの確率論的線形破壊力学による解析コードをプラント工学室の設計主要に関する研究の中で作成している。破壊現象（き裂発生、進展、反応速度、後応速度、腐食環境等の影響）の確率特性（挙動のバラツキおよび計算モデルに含まれる不確定性）、・直選荷重（機械的・熱的荷重および地盤荷重）のヒストグラム分析および供用前・供用期間中の非破壊検査の欠陥検出実験研究については、製作台数が少なくデータベースのないことも手伝って航空機や宇宙分野よりも遅れている。				
2. 元年度と2年10月までの成果は元年度研究成果報告書に記した。				
3. 3年12月までの成果は、12月の大洗&0報告会において報告した。これまでの検討によると、2重管にすることによってもんじゅの過熱器や蒸気発生器伝熱管の信頼性と比べて技術信頼性が向上している。き裂発生過程の評価への取り込み、初期欠陥分布や放出性・不安定破壊の評価法の改良などの今後の投資を念頭に置いて、ゆっくりではあるが着実に進展している。				
（結果）				
1. 統計的破損率評価法の開発				
(1) 構造物破損情報の収集・整理				
(2) 統計データベースの作成				
(3) 二重管型SGの破損率評価法作成				
2. 確率論的構造健全性評価法の開発				
(1) 荷重（温度、応力、ひずみ）の確率的特性評価法の開発				
① 鋼管荷重の確率的特性評価法の開発				
② 热荷重の確率的特性評価法の開発				
③ 地震荷重の確率的特性評価法の開発				
(2) 破壊評価法の開発				
① き裂発生の確率的特性評価法の開発				
② き裂進展の確率的特性評価法の開発				
③ 破壊効果の確率的特性評価法の開発				
(3) 評価手法の開発				
① 破損経路検討				
② 破壊事象特性式設定				
③ 改良度因子設定法作成				
④ 確率論的構造健全性評価コード作成				
⑤ 2重管型SG評価（内管破損、外管破損の生成確率の相間評価を含む）				
3. 開拓試験研究				
(1) 接触部等の初期欠陥の分布検査				
(2) 非破壊検査の欠陥検出性評価試験				
(3) 伝熱管内外面温度差によるき裂発生試験				
(4) DNBき裂発生試験				
備考	もんじゅ10項目中「伝熱管プラグの構造健全性」に関しては、本社判断の結果構造室で実施することになれば、開拓試験研究に着手を起こす。この場合、予算手配は本社、2ヶ月（4～5年度）で完結させる予定については構造室。			

(日) 機器構造材料研究開発費 (節) 7 構造健全性確立のための研究

文部省 常陽 / 夏用炉

石下多江子著者

2 次系削除プラント(3)
2 重伝送炉内壁材受付在用器の構造健全性評価方法の開発 (改2 1992. 2)

年月 平成	西暦	1990				1995				2000					
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
基本工 程	常 陽		MK-II												▼MK-II炉心
もんじゅ	(建 設)		▼臨界		▼運開		(運 転)								
実証炉		<基本仕様選定>			<安全審査>		<着工(建設)>								
実用化炉		(設計研究・研究開発)			(概念設計)		基本仕様選定▼								
研究開発小項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)												担当課室	使用する施設	
1. 結合的破損推定法の開発 (破損現象に基づく推定法:従来手法の高度化)	調査	データベース 推定法作成	手法評定 推定評価	手法改造 推定評価	構造室	構造物破損データベース									
2. 確率論的構造健全性評価法の開発 (確率論的構造健全性評価法に基づく評価法)	調査	手法抽出 評価法検討	手法統合 評価法作成	構造室	確率論的構造健全性評価コード										
3. 関連試験研究 ① 落接部等の初期欠陥の分布検査 ② 非破壊検査の欠陥検出性能評価試験 ③ 伝熱管内外面温度差による破損試験 ④ 伝熱管DNBによる破損試験		情報収集	検査I	検査II											
		情報収集	試験I	試験II											
		感想解析	試験案検討	改造 試験装置製作	試験・評価法 改良										
		試験案検討	試験装置 製作	試験・評価法 改良											
資金計画													(総計)	百万円	
要員計画													(総計)	人	

基本計画書 2次系削除プラント(4) (改 1992.01.10)		監理番号	
研究開発項目	二重伝熱管の LBB 研究	文書類	実験炉/実用炉
達成目標	改良 9Cr 鋼製二重伝熱管の渦波先行型破損 (LBB) 特性を調べ、LBB 成立条件を明示する。		
反応ノ効果	<p>1. 反応 次の分野で安全設計・安全評価に資する。 (1) LBB の成立範囲を提示する。 (2) LBB 成立範囲での開口面積を算出する。 (3) 上流側安全設計・安全評価指針のなかで提示された安全率と整合性のとれた安全対応設備設計用および安全評価用開口面積を算出する。</p> <p>2. 効果 二重管型蒸気発生器の安全論理構造に資する。</p>		
今までの成果	<p>1. もんじゅ段階では加熱器伝熱管は 2 次系下流側の水・蒸気系であり、通常の (1 重) 伝熱管の LBB 評定は行われなかった。</p> <p>2. 今までの成果は、詳細未調査であるが 50 メガ瓦設に詳しい人からの情報によると、殆ど無い。</p> <p>3. 本件について平成元年度開発成果報告書を作成しなかった (2 年度まで実施予算無し、3 年度概算要求は局ヒアリング後要部、2 年度はプロフィット第 3 への協力を 1 人 1 カ月程度、3,000 千円で実施中。3 年度実施においては、本社判断によって試験研究の準備年度と位置付けられ、予測的解析評価・試験準備を行った。</p>		
施内容	<p>1. 戻返し内圧破損試験 戻返し内圧によるき裂発生試験を実施し、引張・圧縮による疲労強度からの予測手法を開発する。(本試験結果は LBB 対応評価の一報の出発点になる。他方の出発点は PSL にて見逃される初期欠陥、引張・圧縮と内圧荷重による破損形態の相違は、被覆管の内圧 LBB 破断試験で既示されている。内圧 LBB 破断では引張 LBB 破断と比較して、破壊直前まで殆ど変形が進まなく、突然破断する。)</p> <p>2. 伝熱管の LBB 試験 伝熱管、および二重管内管・外管に初期き裂 (初期想定欠陥の大きさは、製作時に実施される非破壊検査法の探傷限界の 2 倍程度を設定し、本項目の中で試験・検査研究の頃は実施しない) を有する試験片に、内圧荷重、振り返し引張・圧縮荷重、傾斜支持具による振り返し磨耗 (フレッティング含む)、等を加えたき裂貫通試験を実施して、き裂進展・貫通挙動を把握する。</p> <p>3. き裂進展・貫通・開口面積評価法 (1) 改良 9Cr 系鋼のき裂進展材質特性……………別項目 (構造・材料基本計画書による) (2) き裂評価手法の開発……………別項目 (構造・材料基本計画書による) (3) 二重伝熱管への適用法開発 ① 1. で実施する試験結果の解釈評価によって、主要な破損モードに対する開口面積評価法を定める。 ② 実験荷重条件および二重管方式 (何れも設計側から提示されるものとする) について、初期想定欠陥からのき裂進展挙動 (初期荷重までの時間および荷重振り返し数) 並びに開口面積をパラメトリック解析にて求める。 ③ ②の結果を安全設計側および安全評価側に提示した後、企画としての安全率について (扱いは開口面積や貫通に到る時間計算における具体的な安全率) をシステム or プラント設計側から指示された後、安全率込みの解釈・評価を行う。</p>		
備考	関連基本計画書として、構造・材料の「き裂評価手法の高度化」がある。		

(自) 機器構造材料研究開発費 (節) 7 構造健全性確立のための研究

対象 多目的炉/実証炉

研究開発項目

2次系削除プラント(4)
重い云々の LBBR 評価

(改 21991.12)

年月度		西暦 平成	1990												1995												2000												△MK-II炉心																					
基本 工 程	常 陽		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																													
	もんじゅ		(建設) MK-II												▼MK-II炉心																																													
	実証炉		<基本仕様選定>												<安全審査>												<着工(建設)>																																	
	実用化炉		(設計研究・研究開発)												(概念設計)												基本仕様選定▼																																	
研究開発小項目		研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)																																	担当課室	使用する施設																								
実験解析・評価 内圧不安定破壊試験機 (メカ)																																構造室 構造室 機材室	内圧バースト試験機 を使用																											
解析・評価法作成 (決定論的手法)																														構造室																														
資金計画																																			(総計) 百万円																									
要員計画																																				(総計) 人工																								

基本計画書 【安全論理構築】		整理番号	72300
研究開発項目	2次系削除システム安全評価手法の開発	対象	実用炉／PROFIT計画
達成目標	<p>1. 安全設計基準及び安全評価指針の確立 2次系削除プラントでのSG伝熱管リーク事象の影響評価手法を整備し、2次系削除プラントの設計成立条件を明らかにし、最終的には安全設計基準及び安全評価指針の確立に資する。</p> <p>2. 工学的安全設備の最適概念の創出 SG事故時に炉心及びプラントを保護し、その影響を極力緩和する最適な工学的安全設備の概念を提示する。</p>		
反映効果	<p>1. 2次系削除プラントの設計成立要件を明らかにし、また解析・評価を通してプラント概念構築のための設計研究を分担する。さらに、開発したコードシステムを用いて2次系削除プラントの安全設計及び安全審査を支援する。</p>		
今までの成果	<p>1. 2次系削除プラントにおける微小～小リーク挙動を評価するため、水素計によるセーフティマップを作成し、事故の拡大を防ぐための水リーク検出計の要求条件を明らかにした。また、微小～小リーク事故の際にNa-H₂O反応によって生成される水素気泡の溶解移行挙動を評価するため、水素気泡溶解挙動解析コードを開発したほか、3年度には、NaOH等の反応生成物の移行挙動解析モデルの作成を行った。</p> <p>2. 水素気泡の炉心流入を防止するボイドバルブの機能に関する小規模実験を実施し、基本的なシステム概念を構想した。</p>		
実施内容	<p>1. 解析コードの整備</p> <p>①発生水素気泡による反応度効果、固体状反応生成物による局所閉塞の可能性を明らかにするための反応生成物挙動解析コードを開発する。</p> <p>②ナトリウム－水反応による圧力・流動効果による炉心、冷却系、ナトリウム・バウンダリの機械的影響を評価し、影響緩和システムの応答を解析するコードを整備する。</p> <p>2. 炉外試験</p> <p>①水素気泡の溶解挙動及び固体状反応生成物の沈着挙動を観察するための小規模実験を行い、上記①コードを検証・高度化する。</p> <p>②縮小モデル試験により、事故時の機械的影響、影響緩和システム（工学的安全設備）の機能を確認するとともに、上記②コードの検証・高度化を図る。</p> <p>③SG事故に対するナトリウム－水反応事故模擬総合試験を実施し、2次系削除システム全体としての安全性を確認し、「常陽」MkIII及び実用炉段階での安全審査に反映する。</p>		
備考			

項目：2次系削除システムの開発

小項目：2次系削除プラント安全評価手法の開発

(目) 安全研究開発費 (節) 8.蒸気発生器安全性試験

年度	西暦	1990	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
平成元	西暦	1990	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
基本工程	常陽	MK-II													▼MK-III炉心
もんじゅ	(建 設)	▼臨界	▼運開	(運 転)											
実証炉	▼	<基本仕様選定>		<安全審査>	<建 設>										
実用化炉	(設 計 研究・研究開発)	(概 念 設 計)	基本仕様選定▼												
実施内容	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)														コード名/施設名/原子炉名
8(3) (評価・解析) 微小リーケ挙動評価	微小リーケ挙動評価														
動的影響の評価															
反応生成物挙動の評価 ・水素気泡溶解挙動評価コードの開発	島気泡コードの開発	島気泡コードの検証と2相流モデルへの拡張													
・反応生成物沈着挙動評価コードの開発															
(炉外試験)															
反応生成物挙動試験 ・水素溶解挙動試験	計画	水素溶解挙動試験													F安第3試験室内に設置
・反応生成物沈着挙動試験		反応生成物沈着挙動試験													
安全性総合試験															
資金計画															(総計) 百万円
要員計画															(総計) 人工

基 本 計 画 書		整 理 番 号	
研 究 開 発 項 目	「常陽」改造方策	文 書 種	中間系合理化システムの開発
達 成 目 標	「常陽」を活用した「中間系合理化システムに実証試験」を実現化することにより、新概念システムがライセンサブルであることを実証する。この目標を達成するための一環として、「常陽」への二重管 SG 設置に係わるプラントシステム設計、安全性評価、改造計画、据付工事、機能試験、及び Na - 水反応事故時における炉心安全性影響評価のための関連 R & D として反応生成物炉内挙動解析を実施する。		
反 映 / 効 果	<ul style="list-style-type: none"> ・実用化炉への中間系合理化システムに対するライセンシビリティーの反映（システムの実証） ・実用化炉への実炉における安全運転実績（実証データ）の反映 ・実用化炉への二重管 SG 製作・据付、試験、運転に係わる経験の反映 ・実用化炉への中間系合理化システムに対する P A 効果 ・実用化炉への中間系合理化システムに対するライセンス取得の容易化 		
今 ま で の 成 果	<p>1 次系設置方式 2 案 (IHX 有, 無) 及び 2 次系設置方式 1 案の計 3 案方式に対する予備検討を行い、概念的なプラント・システム像を提示すると共に、Na - 水反応事故 (1 本ギロチン破断) を想定したとしても、反応生成物収納設備の効用により安全性は確保でき、プラント成立性の見通しを得た。</p> <p>また、その他リーク検出系開発に係わる R & D のための参考データ (プラント側仕様データ) を得た。</p>		
実 施 内 容	<p>平成 12 年度 (2000 年度) に予定されている実証試験開始を目指し、R & D 側との調整を図りながら、以下の設計・検討を添付の工程表に従って進めていく。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① プラント・システム設計 ② 安全性評価 (添 10 評価) ③ 改造計画、製作・据付工事 ④ 機能試験、特性試験 ⑤ 反応生成物炉内挙動解析 		
備 考			

対象		研究開発項目 二重管蒸気発生器の設置検討											(目)	費(節)	費		
年 度		西暦 平成		1991				1996			2000						
基 本 工 程	常 閑	MK-IIIステップ1▼				ステップ2▼			▼ステップ3								
	もんじゅ	(建 設) ▼臨界 ▼運開 (運転)					▼安全審査 ▼着工 (建 設)										
	実 証 炉	▼安全審査					▼着工 (建 設)										
	実用化炉	(設 計 研究・研究開発) (概念 設 計)					基本仕様選定▼										
	研究開発項目	研究開発の展開 (工程、達成時期、反映先)											担 当 課 室	使用する施設			
リーク検出系 応答解析		リーク検出性能条件、要求条件の提示		安全審査 (添 8 対応)										技術課	—		
反応生成物 炉内挙動解析		伝熱管破損検出系の開発 (R&D)		安全審査 (添 10 対応)										技術課	水流動試験施設		
プラント システム設計		炉内挙動予備解析		安全審査 (添 8、添 10 対応)										技術課 原 2 課	—		
安全性評価		概念設計		安全審査 (添 8、添 10 対応)										技術課	—		
改造計画 製作 据付工事		炉内挙動解析 (炉心閉塞等)		基本設計		詳細設計		製作設計						技術課 原 2 課	—		
機能試験等		(異常過渡解析、事故解析、BDBE事象解析等)		安全解析 (添 10 対応)										技術課 原 2 課	—		
資金計画		0	0	0	80	100	400	400	8000	15000	10000			(総計)	百万円 33,980		
要員計画													(総計) 人工				

基本計画書		整理番号	
研究開発項目	「FBR安全特性試験」及び関連研究開発	対象	実用化炉
達成目標	<ul style="list-style-type: none"> - 「常陽」を用いた「FBR安全特性試験」を実施し、プラントシステム動特性解析コード等の検証データを取得する。 - 検証データを用いて、熱過渡解析、炉心変形解析、炉物理解析等が連携した総合的解析手法の確立を図り、将来のFBRの合理的設計・評価にします。 		
反映効果	<ul style="list-style-type: none"> - 設計手法の高度化を図り、炉心及びプラントの固有の安全特性を強化し積極的に活用することにより、安全確保の方策として具備する工学的安全施設の機能の一部を代替する、あるいは新たな方策が必要とならないようにする、などの考え方を推進することが可能になる。 - 設計基準を越える事象に対しても事象推移を現象論的に的確に説明しうる手段を提供できるようになり、反応度抑制機能喪失（ATWS）事象等を想定した場合でも、主要事象が炉容器内で終息することを裏付けられるようになる。 		
今までの成果	<p>(1) 「常陽」で実施可能な試験の範囲の評価（技術課） • 「常陽」で実施可能な最大限の過渡試験の範囲についての輪郭を定めるための評価研究を、ATWS事象及びPLOHs事象を対象に、SUPER-COPDを用いて実施した。</p> <p>(2) 大型炉の負の反応度効果の評価（炉工室） • 固有の安全性による過渡事象の影響緩和を目指す炉心設計に資するため、プラントの熱過渡応答が要因となって生じる負の反応度効果の活用に着目した解析研究を実施し、大型炉のATWS時の炉心損傷に至る以前の過渡現象における事象推移の支配因子についての分析結果をまとめた。</p>		
実施内容	<p>(1) 「FFTF受動的安全性試験」への参加 —— (FFTF受動的安全性試験評価タスクチーム) • 「FFTF受動的安全性試験」に参加し、その解析・評価を行うとともに、必要に応じて炉心変形挙動解析コード等の改修を行う。</p> <p>(2) 「常陽」を用いた「FBR安全特性試験」の計画の見直し —— (PROFIT第3分科会) • 「FFTF受動的安全性試験」に参加して得られた研究成果を基に、「常陽」を用いた「FBR安全特性試験」の計画の見直しを行い、必要性の再検討、「常陽」で実施可能な試験の範囲の評価、試験シリーズの構成の具体化、必要な試験設備の設計・製作、安全審査への対応等の試験の準備作業を行う。</p>		
備考			

対象 実用化炉

研究開発項目

FBR安全特性試験(1/2)

年度	西暦 平成	1990							2000						
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
基本工程	常陽			MK-II											▼MK-III
	もんじゅ	(建設)		▼臨界		▼運開			(運転)						
	実証炉			<基本仕様選定>				<安全審査>			<着工(建設)>				
	実用化炉	(設計研究・研究開発)			(概念設計)			基本仕様選定▼							
研究開発小項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)													担当課室	使用する施設
①FBR安全特性試験全体とりまとめ	予備検討	計画推進	F					安審対応・試験指揮						技術課	
②安全審査を必要としない試験	計画策定及び予備解析	T						詳細解析						技術課 炉工室 プラ工室	「常陽」
1) 反応度係数評価用基礎試験 2) PLOHS試験	F							試験(I)・評価							
③安全審査を必要とする試験	受動的							試験・計測技術の検討						技術課 照射課 炉工室 プラ工室 炉安室	「常陽」
1) 反応度係数評価用基礎試験 2) PLOHS試験 3) ATWS試験	安全性試験							安全審査・施設改造							
	馬鹿力口							詳細解析及び安全評価							
								安全審査・試験(II)・評価							
								詳細解析及び安全評価							
								安全審査・試験(III)・評価							
資金計画	10	10	0	0	60	520	20	10	10	10				(総計) 650 百万円	
要員計画	1	2	0	0	3	3	2	2	2	2				(総計) 17 人工・年	

対象 実用化炉

研究開発項目 FBR安全特性試験(2/2)

年度 西暦 平成	1990													2000
		元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
基本工程	常陽 もんじゅ 実証炉 実用化炉	MK-II (建設) <基本仕様選定> (設計研究・研究開発)	▼臨界 <安全審査>	▼運開 <着工(建設)>		▼MK-III (運転) (概念設計 基本仕様選定▼)								
研究開発小項目	研究開発の展開(工程、達成時期、反映先)												担当課室	使用する施設
④FBR安全特性試験 関連研究開発の全体 とりまとめ	1988年設計 新技術成立性評価 革新技術適用性評価	実用化炉概念設計	研究分野間の調整	大型炉への総合的 解析手法の適用研究									プラ工室	
⑤炉物理・核設計	変形炉心の反応度 簡易評価モデルの開発	試験の評価 反応度係数評価	詳細評価③ (反応度)										プラ工室	
⑥熱過渡応答	SSC 反応度の不確定性の影響評価 (核・熱) (構造)	SSCへの モデル組込	試験の評価 熱・構造・核の連立解析	熱・構造・核の総合的 解析手法の適用性評価									炉工室 技術課	
⑦炉心変形	FINAS 炉心支持板 熱応答評価	過渡時炉心変形挙動 解析コードの開発	詳細評価① (熱過渡)	詳細評価② (炉心変形)									技術課 構造室	
⑧燃料挙動	BEACONの改良 集合体変形挙動解析モデルの開発	CEDAR-transient の開発	試験の評価 CEDAR, PAPASの改良・検証										ADS 炉工室	
⑨安全評価	F F T F受動的安全性 試験の解析・評価活動	SAS4Aの改良・検証	大型炉の ATWS評価研究										炉工室	
資金計画	-	20	50	70	100	100	70						[総計] 410 百万円	
要員計画	-	1	2	3	3	3	3						[総計] 15 人工・年	