

分置

PNC <sup>T</sup>SN 242 84-03

配布限定

本資料は 01 年 7 月 31 日付けで登録区分、  
変更する。

[技術情報室]

# 海外の設計研究にみる FBRのハイ・テクノロジー

1984年 2 月

高速増殖炉開発本部

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)

御注意

- (1) 本資料は非公式入手情報を含んでいるので  
取扱注意 して下さい。
- (2) 内容には会話で得た情報や推定も含まれて  
います。

PNC T  
SN242 84-03



## 海外の設計研究にみるFBRのハイ・テクノロジー

1984年2月

奈良 義彦\*

### 要 旨

開発のテンポに多少のちがいはあるが、各国ともFBR実用化に向けた開発を着実に進めている。これらの国々のFBR実証炉及至実用炉開発計画の共通した特徴は、建設費低減を標榜していることであり、それぞれの国の実験炉、原型炉及び関連研究開発の経験を生かした設計改良・体制づくりを進めている。

この建設費低減の努力の技術面を、各国がどのような方向に向けようとしているかは、その国の新しい設計研究や開発研究の内容を吟味することによって知ることができる。

本調査は、この2～3年間に行なわれている設計研究のうち、とくに米国ウェスティングハウス社、ロックウェル・インターナショナル社及びゼネラル・エレクトリック社の3つの設計研究例について、その中から読みとれる比較的高度な技術の方向をぬき出しまとめたものである。

その他の米国LSPB、英国CDFR及び仏国Super Phenix-IIについても、比較しながら見ることができるように整理記載したが、これらは既存の調査報告から抜粋したものである。

なお、本作業は動力炉幹部会への報告のために行ったものである。

(追記：本報告書の主要な表と図は1984.3.21の同幹部会資料「資3/21-F-1」にまとめられている。)

---

\* 高速増殖炉開発本部 開発調整室 実証炉ブロック

PNC <sup>T</sup>SN242 84-03



## 海外の設計研究にみる FBR のハイテクノロジー

### 目 次

	ページ
1. はじめに .....	1
2. フォークスワーゲン設計 ( ウェスティングハウス, バーンズアンドロウ ) .....	3
3. インテグラル・リアクター ( ロックウェル, アルゴンヌ ) .....	4
4. モジュラー・プラント ( ゼネラル・エレクトリック ) .....	4
5. おわりに .....	5
参考文献 .....	6
参 考 ( COFR, スーパー・フェニクスⅡ ) .....	19
付 録 .....	26



## 海外の設計研究にみる FBR のハイ・テクノロジー

## 1. はじめに

開発のテンポに多少のちがいはあるが、各国とも FBR 実用化に向けた開発を着実に進めている。これらの国々の FBR 実証炉及至実用炉開発計画の共通した特徴は、建設費低減を標榜していることであり、それぞれの国の実験炉、原型炉及び関連研究開発の経験を生かした設計改良・体制づくりを進めていることである。そこには、商業化を目指した国際的な競争と協調の意図が感じられる<sup>(1)</sup>。

この建設費低減の努力の技術面を、各国がどのような方向に向けようとしているかは、その国の新しい設計研究や開発研究の内容を吟味することによって知ることができる。

本調査は、この 2～3 年間に行なわれている設計研究のうち、とくに米国ウェスチングハウス社、ロックウェル・インタナショナル社及びゼネラル・エレクトリック社の 3 つの設計研究例について、その中から読みとれる比較的高度な技術の方向をぬき出しまとめたものである。

その他の米国 LSPB、英国 CDFR 及び仏国 Super Phenix-II についても、比較しながら見ることができるように整理記載したが、これらは既存の調査報告<sup>(2)</sup>から抜粋したものである。なお、ウェスチングハウス社の設計研究についての調査報告もすでに行なわれている。<sup>(3)</sup>

これら最近の海外の大型炉設計研究の要点をまとめて表 1 に示す。表 1 の技術的特徴を通覧して分ることは下記のとおりである。

(1) 全体として、技術開発の方向が、基本的には原子炉・蒸気供給系 (NSSS: Nuclear Steam Supply System) の建家の縮小化・簡素化を直接的・間接的に狙っている。

これは、動燃が 57 年度に第 2 次概念設計研究を開始するとき、その構想準備段階で分析した結果と同じとみられる<sup>(1)</sup>。

種々の輸送・伝達系の物量<sup>(脚注)</sup>、ライナー等の物量及びコンクリート等の物量は、原理的には、それぞれ建家の代表長さの1乗、2乗及び3乗に比例し、また物量の低減は工期短縮にもつながるからである。経験的にみても、軽水炉でもそうであったように、建設費低減の第1ステップは全体の大きさの縮小に向けられている。

それを実現する手段として、表1の例で云えば、配管ベローズ(米国W社 Volkswagen Design, R I社 Integral Reactor 及びG E社 Modular Plant)、サイホン・ブレーカ、SG・IH Xを同室(米国W社 Volkswagen Design)、原子炉建家の屋根穴からの機器取出し(米国R I社 Integral Reactor)などの技術的特徴が現われている。タンク型炉(米国R I社、G E社)も同様の側面をもっているとみることができる。

- (2) 第2の共通的な傾向は、(工学的)安全防护(設備)のより一層の追求であり、炉停止と炉心冷却という安全上の基本機能を「固有の安全性により近い」方法で実現しようとしていることである。何らかの異常事象から炉心事故に至る径路を遮断(isolate)する手段に、自然法則をより直接的に利用する。言いかえれば、できるだけあるがままで(more passive)しかも炉心により近い場所でできるだけ無理なく機能させることである。

これは、事故予防能力の拡大を目的としたものであり、それぞれ高い信頼度の方法が開発しうるならば、従来からの方法との対比で言って、とり得る手段の多様化とみることができる<sup>(1)</sup>。

このような意味での新型炉停止装置は、付図-1に示すように2種に大別でき、ひとつは炉心への挿入方式が従来と異なるもの(表1の例;米国G E社 Modular Plant、仏国 Super Phenix-II)であり、もうひとつは自己作動型(SASS; Self Actuated Shutdown System)のもの(表1の米国W社 Volkswagen Design)である。

---

(注) 輸送・伝達系の物量: 原子炉の場合、大きく次の4つに分類できる。

- ① 熱(即ち冷却材)を輸送する配管系の配管, サポート, 保温材, 予熱系など,
- ② 信号を輸送(伝達)する情報系のケーブル, トレイなど,
- ③ 補助流体(気体, 液体)を輸送する補助系・空調系の配管, ダクトなど
- ④ 動力を輸送(伝達)する電源系のケーブル, トレイなど。

直接炉心冷却系は、付図-2に示すように、原子炉容器を直接冷却する方式（米国GE社Modular Plant - RVACS と称んでいる）や原子炉容器内に熱交換器を挿入する方式（英国CDFR, 仏国Super Phenix-II-DRACS）が追求されている。

- (3) 大型化を指向する場合に克服しなければならない問題点のひとつは、炉壁断熱 (Thermal Isolation) の問題である。

これを解決するためのアプローチの仕方には、付図-3に示すように、低温炉壁方式（米国RI社Integral Reactor）や炉壁に断熱材を内張りする方式（英国CDFR-ガスダム方式）などが研究されている。

- (4) 大型化を指向する場合のもうひとつの問題点である地震床応答低減については、付図-4に示すように、重心を下げる方式（米国RI社Integral Reactor, 英国CDFR）や建家に免震構造を用いる方式（仏国Super Phenix-II）などが追求されている。

以上は、大型化・実用化を目指した技術開発の世界共通の課題であるが、米国3社の設計研究にはそれぞれ独自のアイデアも提案されている。それについては、次章以下でその要点を述べることにする。

## 2. フォークス・ワーゲン設計（ウエスティングハウス、バーンズアンドロウ）

この設計研究の狙いは、将来のループ型炉のアイデアル・プラントの像を画こうとしたものである（図1参照）。

前章で述べた共通的な課題追求のほか、表1に示すように原子炉冷却材出入口をデッキ部流入方式にとっている点（図2）、使用済燃料の水中貯蔵（図4）、単一の格納容器の代りに冷却系室毎に区分された格納セル方式をとっている点（図4）などの特徴をもっている。

これらにより、建家の小型化を図り、建設費最小のFBR商業炉を描こうとしている。その前提として、想定している設計基礎技術が、許認可上解決されたと仮定し、またORBRPに次ぐ大型炉で技術が実証されたという前提をおいたものである。

なお、この設計研究は1981-82年に行なわれたものであり、ウエスチングハウス社は、現在すでに新しい設計研究（LOP: Low Cost Plant）を進めている。



### 3. インテグラル・リアクター（ロツクウエル，アルゴンヌ）

この設計研究は，もともとR I社とANLが独立に始めたものを基礎にして，1983年に合同したものであり，1984年秋までの予定で進行中のものである。

この設計研究の狙いは，20年近い運転実績をもつEBR-IIの経験を最大限に生かそうとしたものであり，炉形式の面でもまた燃料サイクルの面でもインテグラル型（炉形式でいえば一体型炉<sup>(4)</sup>）と特徴づけることができ，その両面で固有の安全性を強調している（図5）。

第1章で述べた共通的なことのほかに，表1に示すように，炉心に合金燃料を用いること（これはANL側の提案であり，R I社側のもとの提案は酸化物燃料），炉心支持のバックアップを設けていること（図6），スイング式のAフレーム型燃料出入機を用いていること（図7），1次主ポンプにインデューサ・ポンプを用いていることなどの特徴をもっている。

前述の合金燃料を用いることにより，EBR-IIで実績をもち，その後も技術改良をした乾式再処理を，原子炉プラントと直結した形式で行なえる点も特徴のひとつである（図8）。

### 4. モジュラー・プラント（ゼネラル・エレクトリック）

この設計研究の特徴は，大型プラントを小型ユニットのモジュールの組み合わせによって実現しようとしていることであり，現在の米国の社会的要求を直接的に満足しうるものを提供しようとしていることである（図9）。

これを経済性の面から言えば，付図-5の中に示すように，最近の米国の建設費高の大きな一因が建設中のエスカレーションや金利にあることを設計上に反映したものとみることができる。

第1章で述べた共通的なことのほかに，表1に示すように，原子炉容器（タンク型なので通常は主容器と呼ぶべきもの）の蓋がホットプラグであること，炉内に中間熱交換器を内蔵していること，炉底に電磁式の主ポンプを設けていること，主1次系を全部収納する原子炉容器を外径9mのしゃへい格納容器に挿入していること（以上10図）などの特徴をもっている。

## 5. あとがき

海外のFBRの“新しいアイデア”を動力炉幹部会で紹介するように指示を受け、周囲の方々の御意見を聞いたり、御相談したりした結果、これを“今日すぐ実現するのは一寸難しいが、明日ならば手の届く技術”としてとらえてみることにした。

本報告は上記幹部会へ報告した内容を中心に、若干の手を加えて、編集したものである。

わが国同様、海外でも次の段階のFBRには、当面は主として経済性向上のために、新しいより高度の技術を取った設計研究や研究開発を試みている。

勿論、こういった技術の先取りは今に始まったことではなく、実験炉・原型炉の段階でも、それぞれの時代にふさわしいやり方で行なわれてきた。一般的にも、新しい設計研究を進めるときは、ある目標の建設スケジュールの上で、利用可能な資源で“開発しうると判断した技術”を用いて設計をするのがふつうである。

各国がFBR開発の努力の技術面をどんな方向に向けようとしているかは、その国の新しい設計研究や研究開発の内容を吟味することによって推定することができる。これらの努力の方向は、各国がもっているFBRプラントの累積運転経験（付図-6）を基礎に、技術開発の長期展望（例：付図-7<sup>(5)</sup>）のもとに、それぞれの国が置かれた条件と社会的要求との一致を目指して生れたものである。動燃の場合の例を付図-8～11に示す。

本調査を行なうに当っては、社内及び社外の方々から種々の御教示を頂いた。取扱いの難しい情報をもとに、設計研究自体だけでなく、各国の研究開発の動向をも参考にしながら、推定を加えてまとめた。

また、これまでに多くの方々から収集された資料や、既存の調査報告書も利用させて頂いた。

ここに記して感謝の意をあらわしたい。

## 参 考 文 献

- (1) 高速増殖炉開発本部, 高速増殖実証炉の設計研究の現況, 動力炉技報 No. 45 (1983, 3)
- (2) 実証炉設計技術検討Working Group, 高速増殖炉第1巻, 世界各国の技術調査, 第1分冊ループ型炉, PNC SN341 83-08(1), 1983年11月
- (3) 実証炉設計技術検討Working Group, 高速増殖実証炉, 第1巻, 世界各国の技術調査, 第2分冊タンク型炉, PNC SN241 83-08(2), 1983年4月
- (4) 久保田淳, 林道寛, 競争力のあるLMFBR資本コスト達成の設計アプローチ  
(原著者: W. A. Arnoid and J. E. Sharbaugh(W社), W. H. Young and C. S. Ehman(B & R社)), 動燃 部内資料, 1982年
- (5) 野本昭二, 高速増殖炉開発の現状と動向について, 第4章 長期開発の展望, 日本機械学会講習会資料(「最近の原子力プラント技術における進歩と動向について」の一部), 1982年12月

# 表 1 . 最近の海外の大型炉設計研究

1984.2

(注) 一部推定を含む

	米 国				英	仏	備 考
	Volks Wagen	Integral Reactor	Modular Plant	LSPB	CDFR	Super Phenix-II	
注 文 主 設 計 実 施 者 設 計 実 施 年 着 工 想 定 年	自社研+DOE 補助 W, B & R 1981~82 (商業段階)	自社研+DOE 補助 RI, ANL 他 1983~84	自社研+DOE 補助 GE 1982~84	DOE, EPRI CoMO, W, RI, GE 1982~84/9	UKAEA NNC 1979~81 1987	EdF Novatom 1977~80 1986	
出 力 万kWe 熱 効 率 % 原 子 炉 温 度 °C	150 net 39.1	135 38.3 530	11×3×4 470	135 510	130 gross 40 540	150 545	
技 術 的 特 徴	● SASS	● 金属燃料	● 熱膨張で炉停止	● 非均質炉心	● 外側遮蔽体交換せず	● 新型炉停止	
	● デッキ部流入方式 ● 使用済燃料水中貯蔵	● 低温炉壁方式 ● 炉心支持のバックアップ ● スィング式 Aフレーム出入機	● ホットプラグ ● 自然冷却 ● 崩壊熱除去	● 流量調節式 DRACS ● スィング式 Aフレーム出入機	● 半径ブランケット ● 出口T/C省略 ● ガスダム式 炉壁断熱 ● Aフレーム式 出入機	● 安全容器とライナー共用 ● IVST ● 破損燃料確認 ● 炉室水冷却	
	● ベローズ配管 ● サイホンブレイカー ● 2重管 SG	● 2次系ベローズ ● インデューサポンプ	● 炉内設置 IHX ● 炉底設置 電磁ポンプ	● 2次系ベローズ ● サイホン・ブレイカー	● DRACS 内蔵 IHX ● 2段式ポンプ	● DRACS ● Na 水反応生成物 放出タンク共用	
	● SG・IHX を同室 ● 格納セル方式	● 屋根穴から 機器取出し	● しゃへい格納 容器	● 角型格納容器 ● 格納セル方式	● メンテナンス 建屋と地下セルで結合 ● 落としこみ ベースマット	● 炉上部格納 ドーム省略 ● 角型原子炉建 家 ● 免震パッド	
総 合 的 特 徴 (狙い)	● アイデアル・プラント ● ループ型	● EBR-IIの発展 ● インテグラル・サイクル	● 小型タンク型 ● 短工期	● ループ型	● コンパクト化	● ステップ・アップ ● センター立地	

図 1 .

W社・B & R社      Volks Wagen Design

---

ベローズ配管ループ型炉

(1) 建設費最小のFBR商業炉

(ゴールはPWRと競争できるkW単価)

(同じ設計で5基運転を想定)

(ループ型もタンク型も同程度)

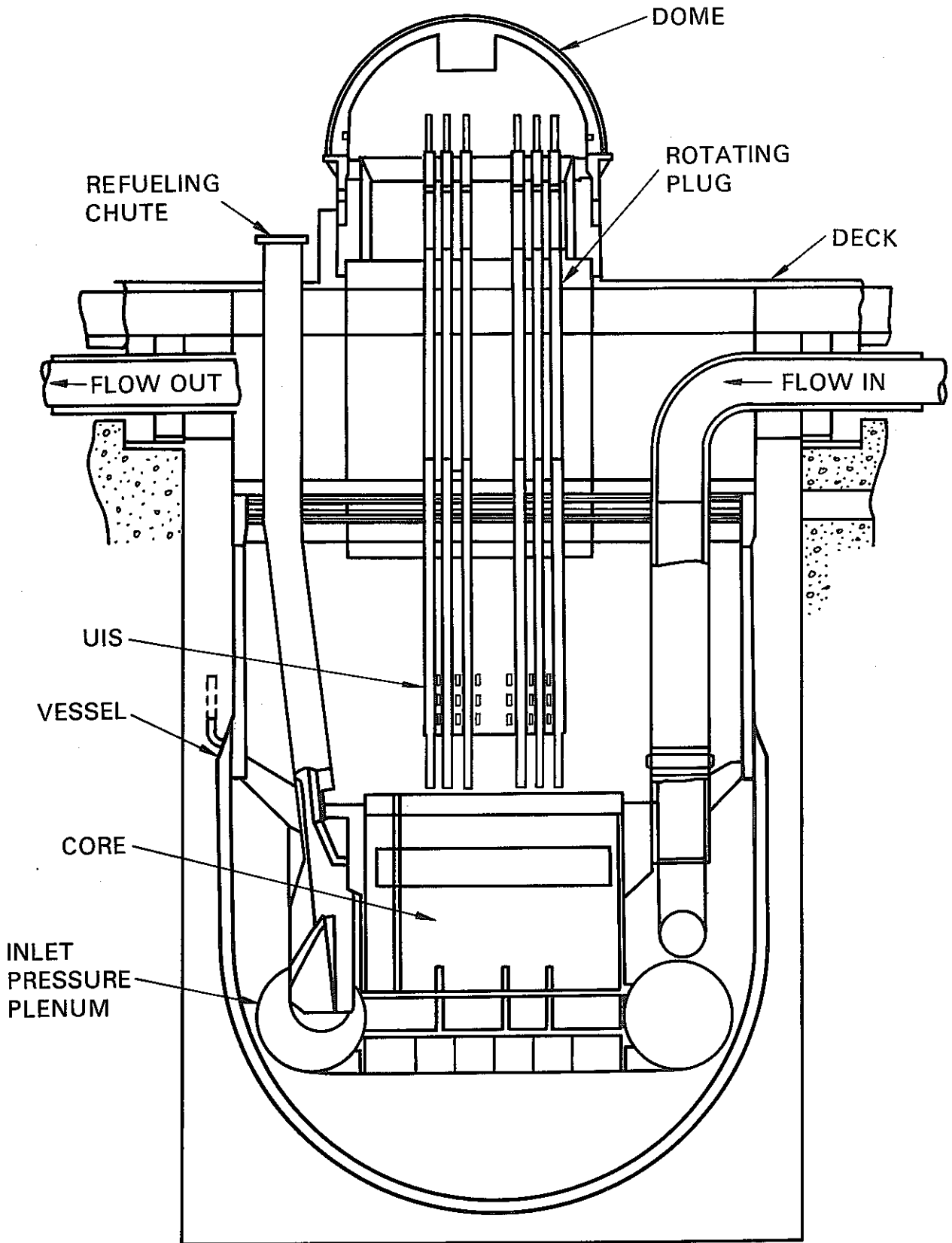
(2) 許認可上の問題は解決されたと仮定

(3) 建家の小型化

簡素化、コンパクト化、機器・システム省略

(4) Base Program、CRBRP、大型炉で技術の実証  
が必要

图 2 .



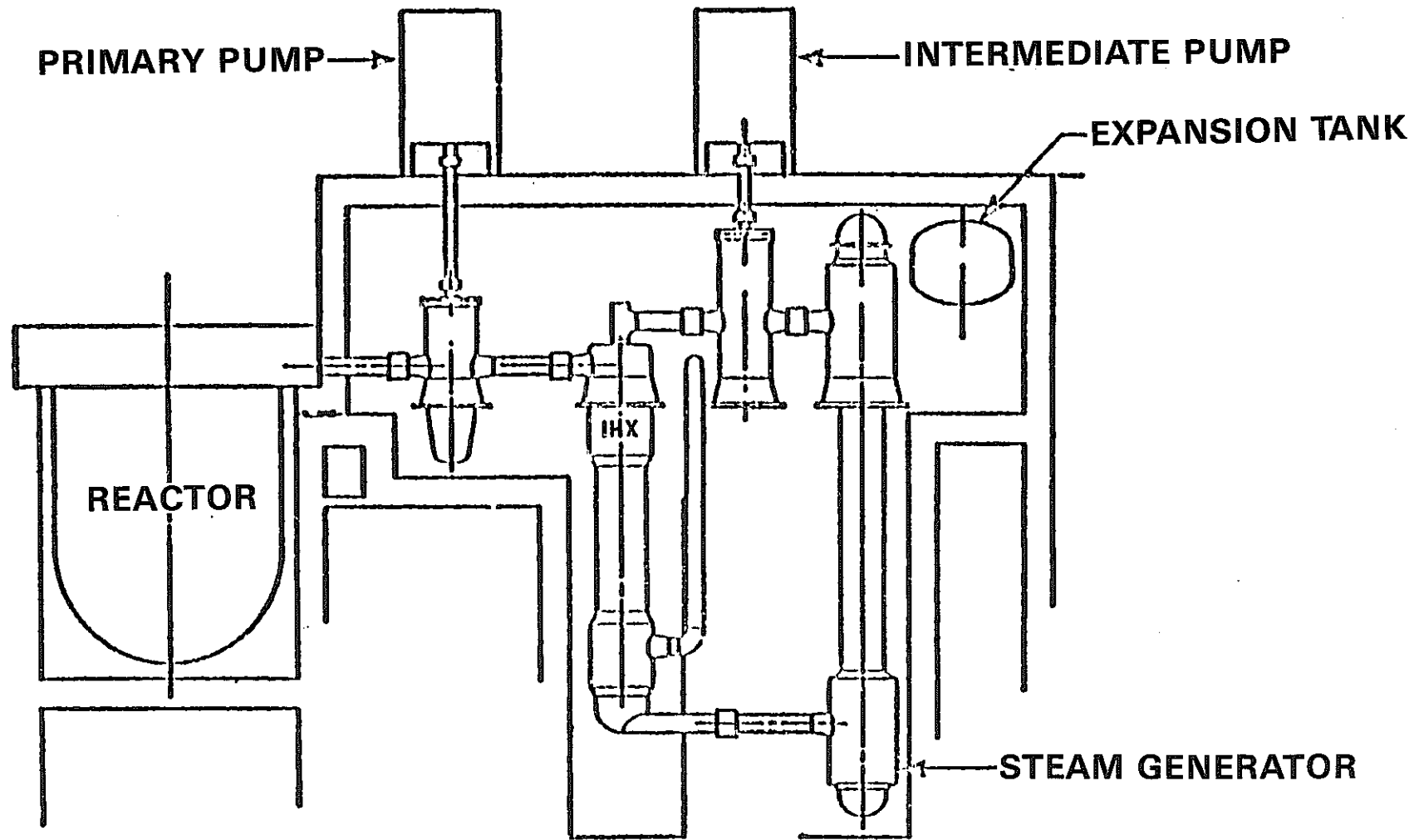
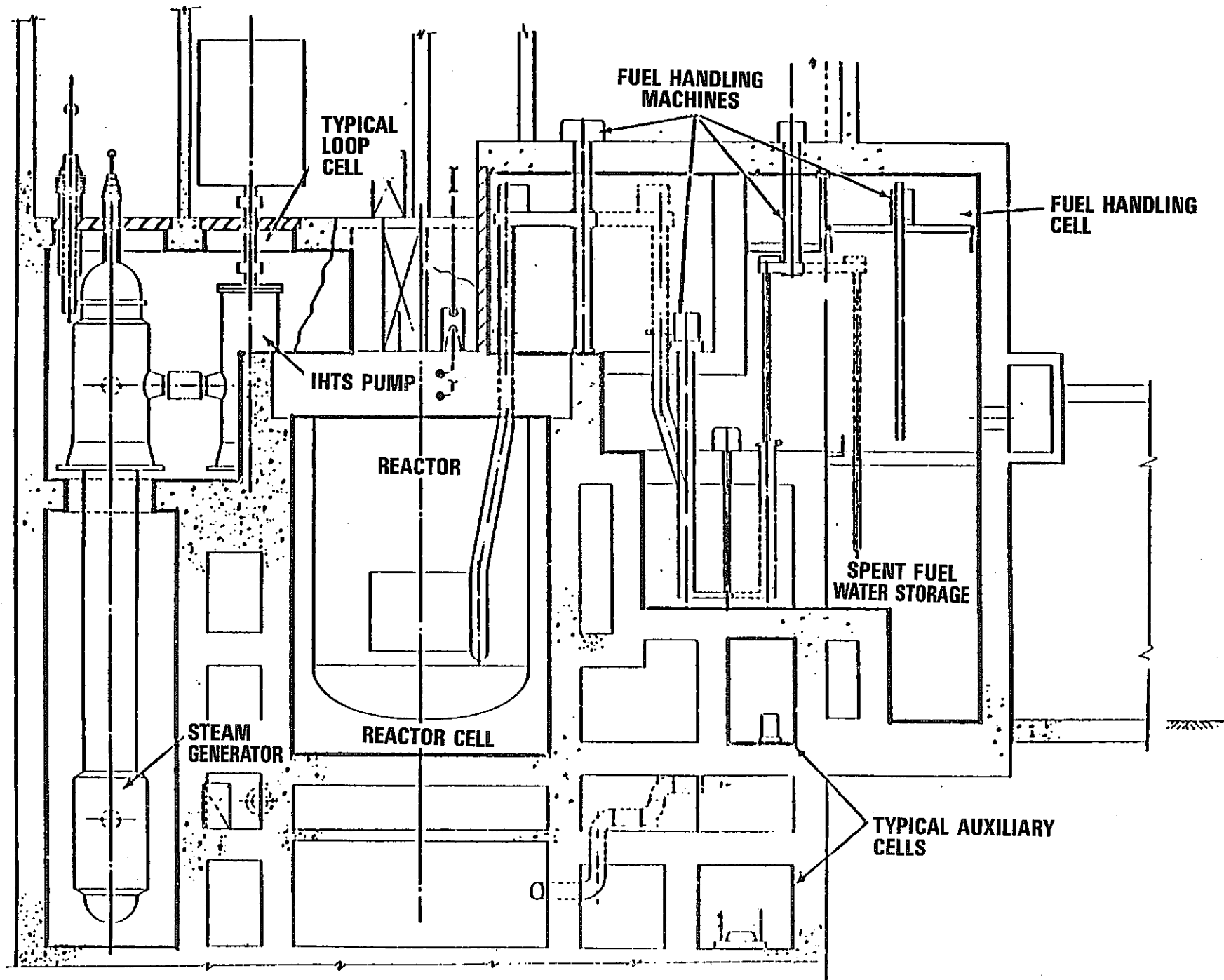


图 3 . Heat Transport System Schematic



-11-

图 4 .



図 5 .

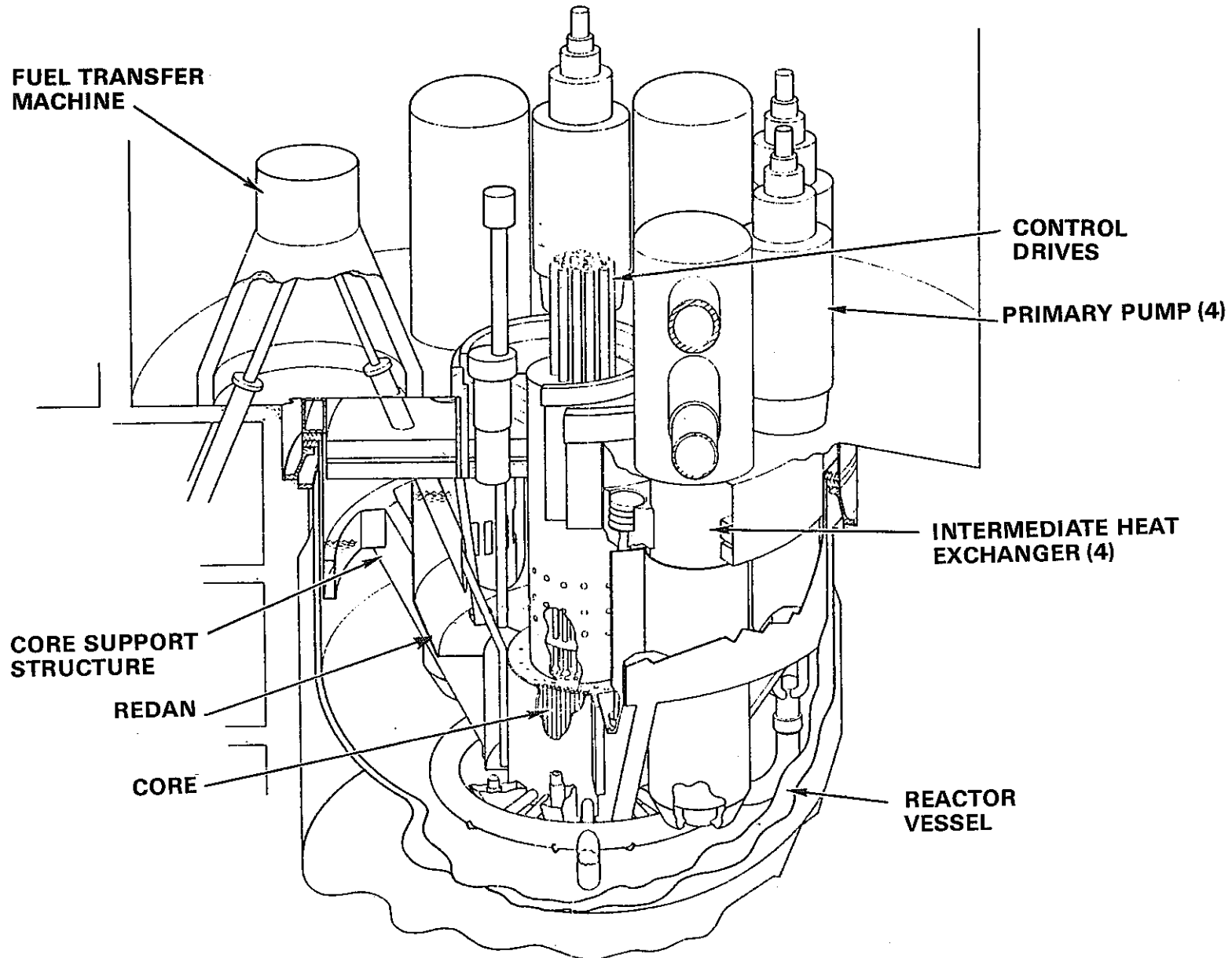
RI社・ANL INTEGRAL FAST REACTOR

---

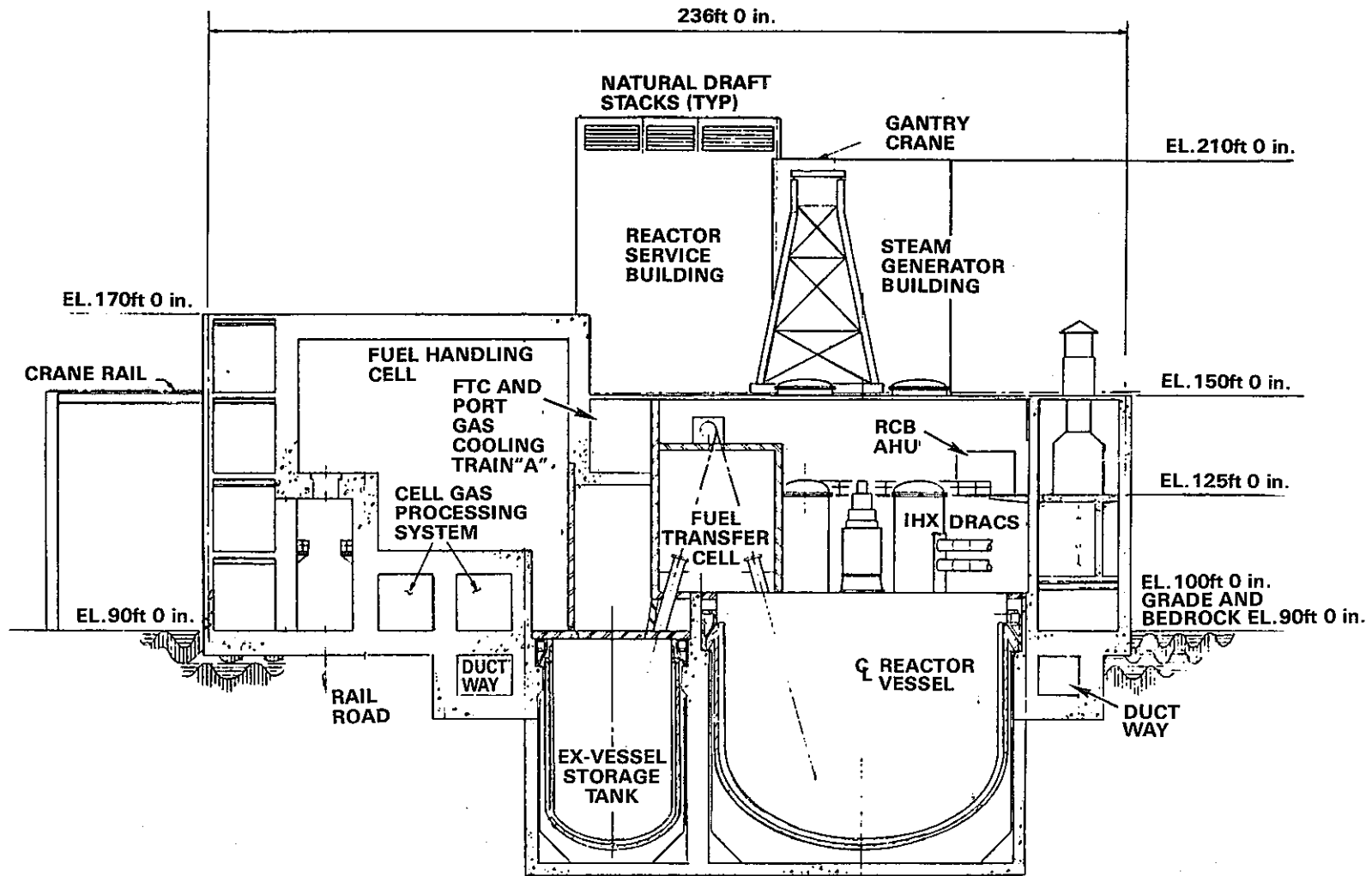
タンク型炉＋金属燃料＋乾式再処理

- (1) EBR-II の実績
- (2) インテグラル・サイクル
- (3) 燃料のサイクル・インベントリー 小さい
- (4) 固有の安全性
- (5) ウラン燃料でスタート 可
- (6) 核拡散防止

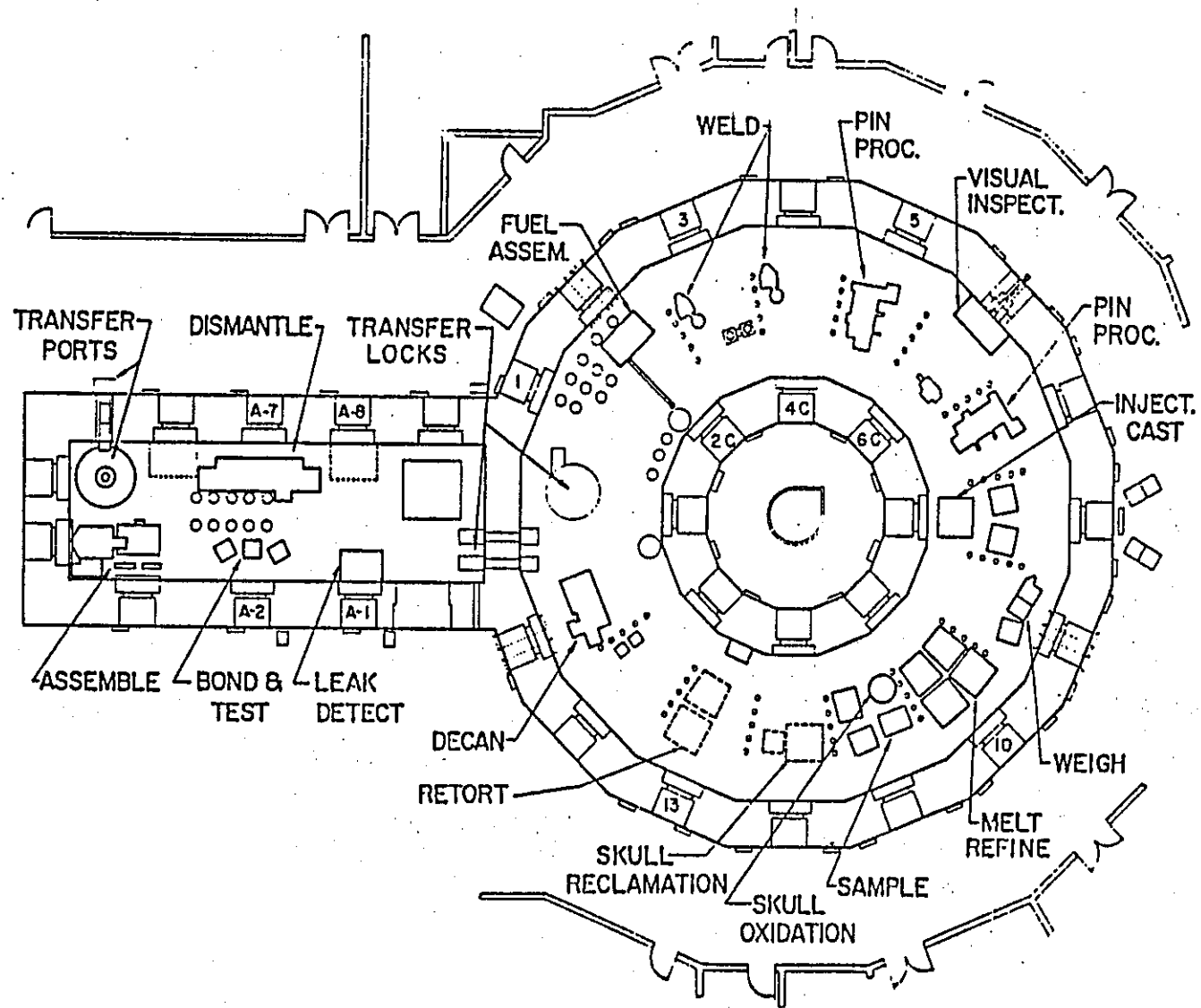
# 图 6 . REACTOR ASSEMBLY



# 图 7 . NUCLEAR ISLAND ELEVATION



# ⊗ 8 . Reprocessing and Refabrication in a Single Cell



(EBR-II Fuel Cycle Facility Layout)

## 図 9 .

# GE社 MODULAR PLANT CONCEPT

### 小型ユニット型

(110MWe 級ユニット × 3 + 330MWe T/G) × 4

#### (1) 小 型

- ① 公衆リスク・レベル低い
- ② 敷地レイアウトの自由度大きい
- ③ 逐次増設可  
(当初投資小、資金回収しつつ増設可、経営リスク小)
- ④ 1 体工場生産・1 体据付  
(現地工事短かい)
- ⑤ 1 体廃炉可

#### (2) 標 準 化

- ① 同一設計  
(量産・逐次製造)
- ② 互換性
- ③ 許認可とり易い
- ④ 短工期  
(3年～4年)
- ⑤ リードタイム短かい

図10.

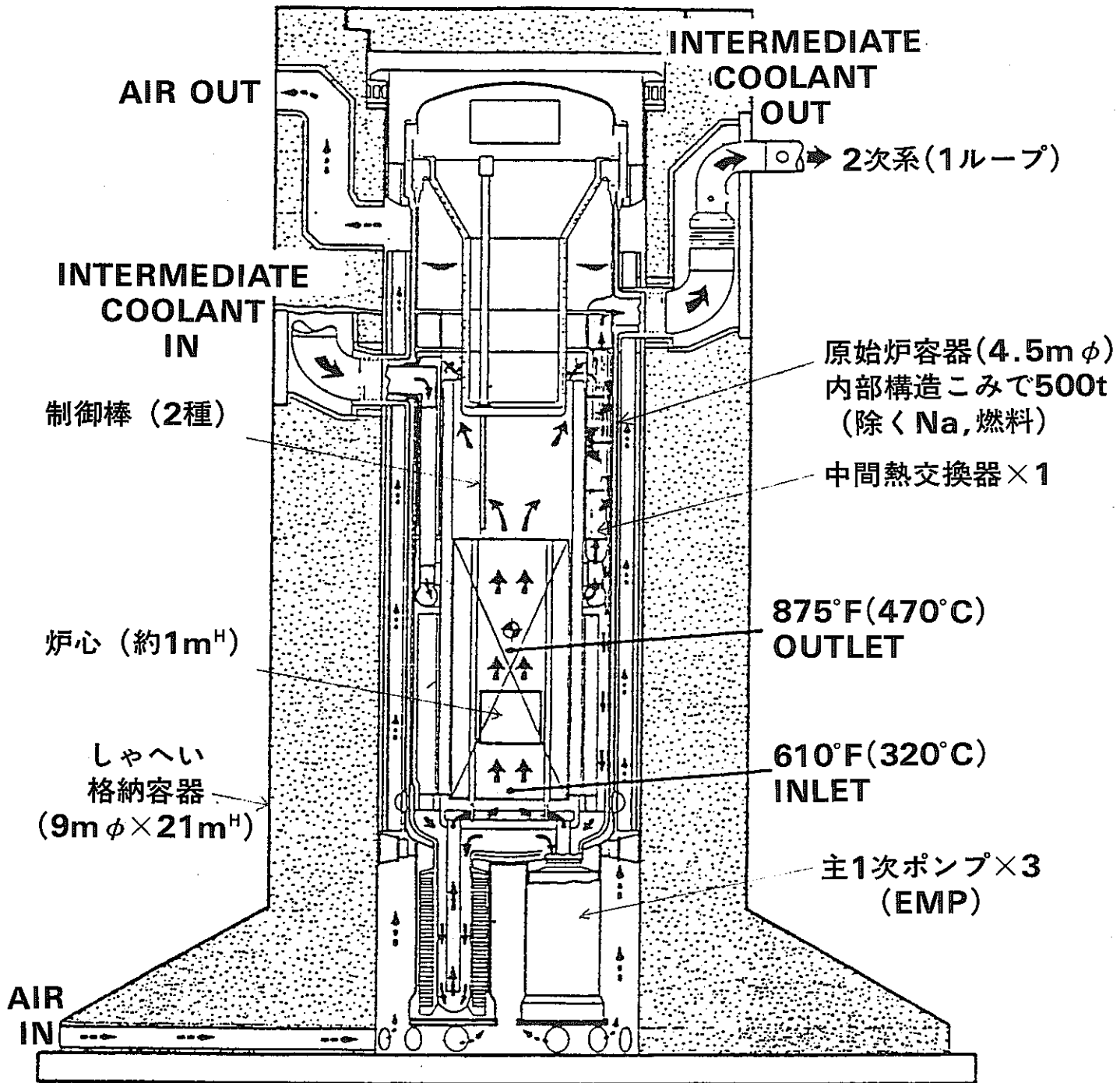
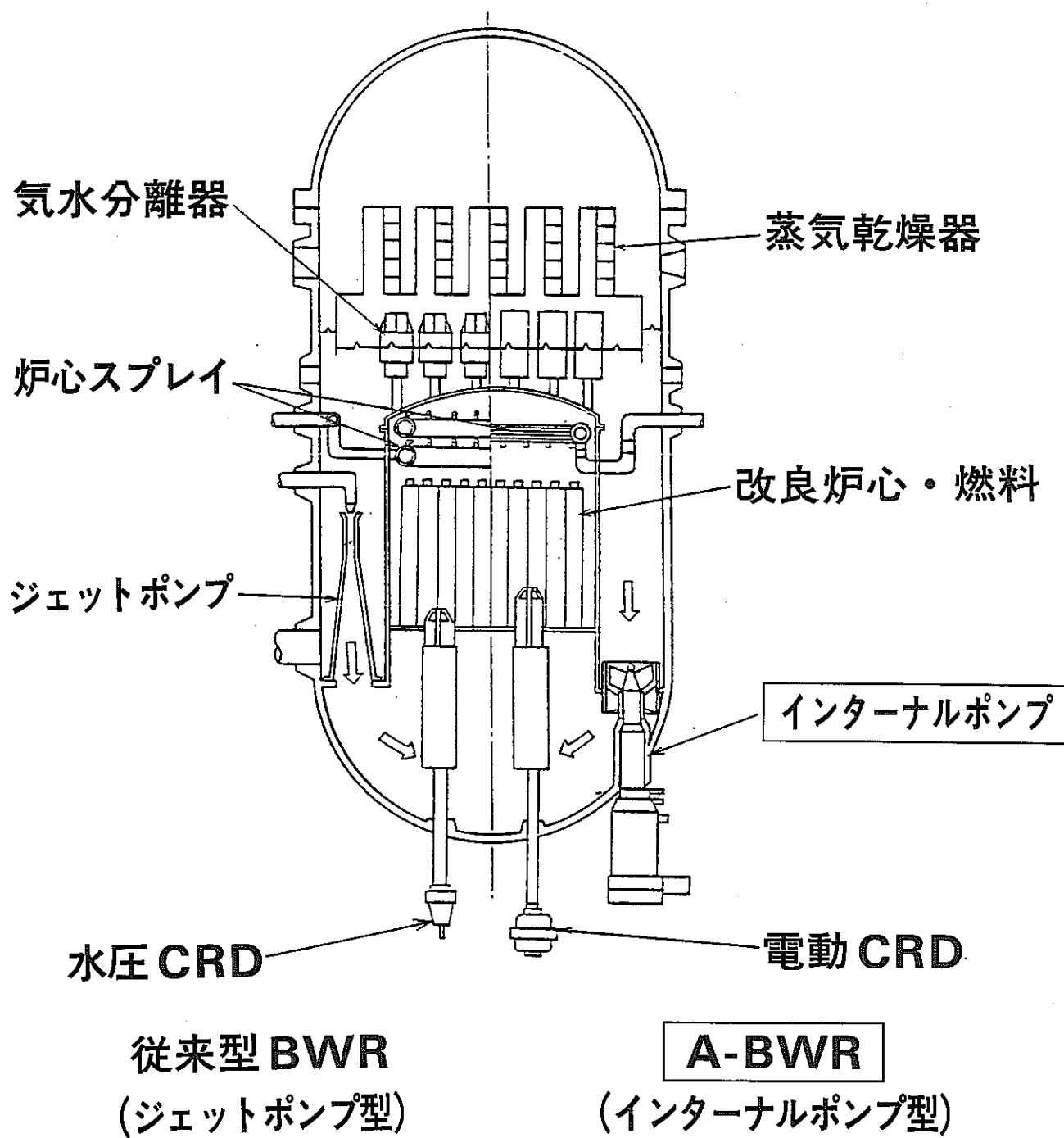


図11. 炉内構造物概略図 (比較)

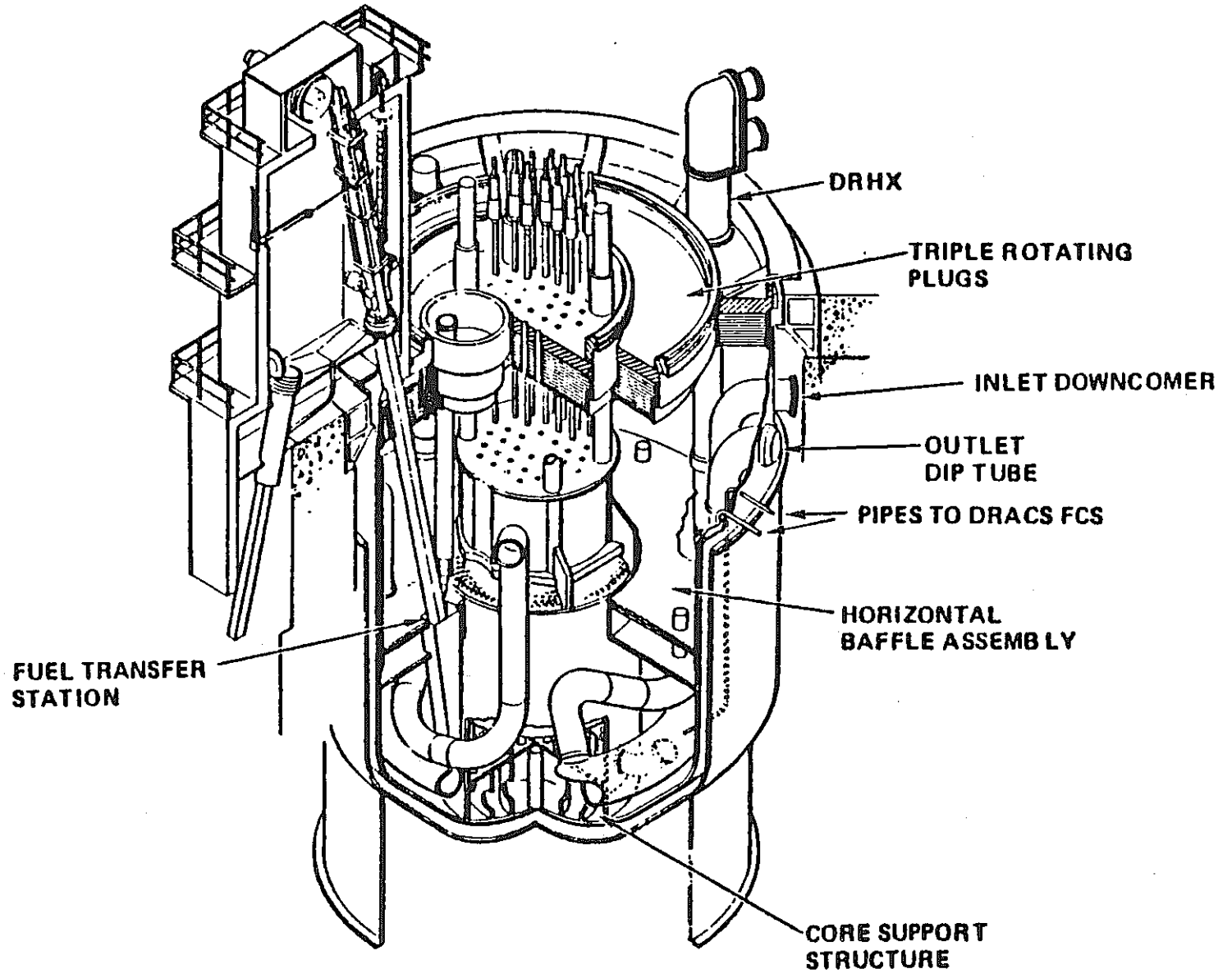


参 考

- (1) L S P B ( 图 1 2 ~ 1 3 )
- (2) C D F R ( 图 1 4 ~ 1 5 )
- (3) S u p e r P h e n i x - I I ( 图 1 6 ~ 1 7 )



# 图12. REACTOR ASSEMBLY



13. LSPB 1350 MWe LOOP PLANT

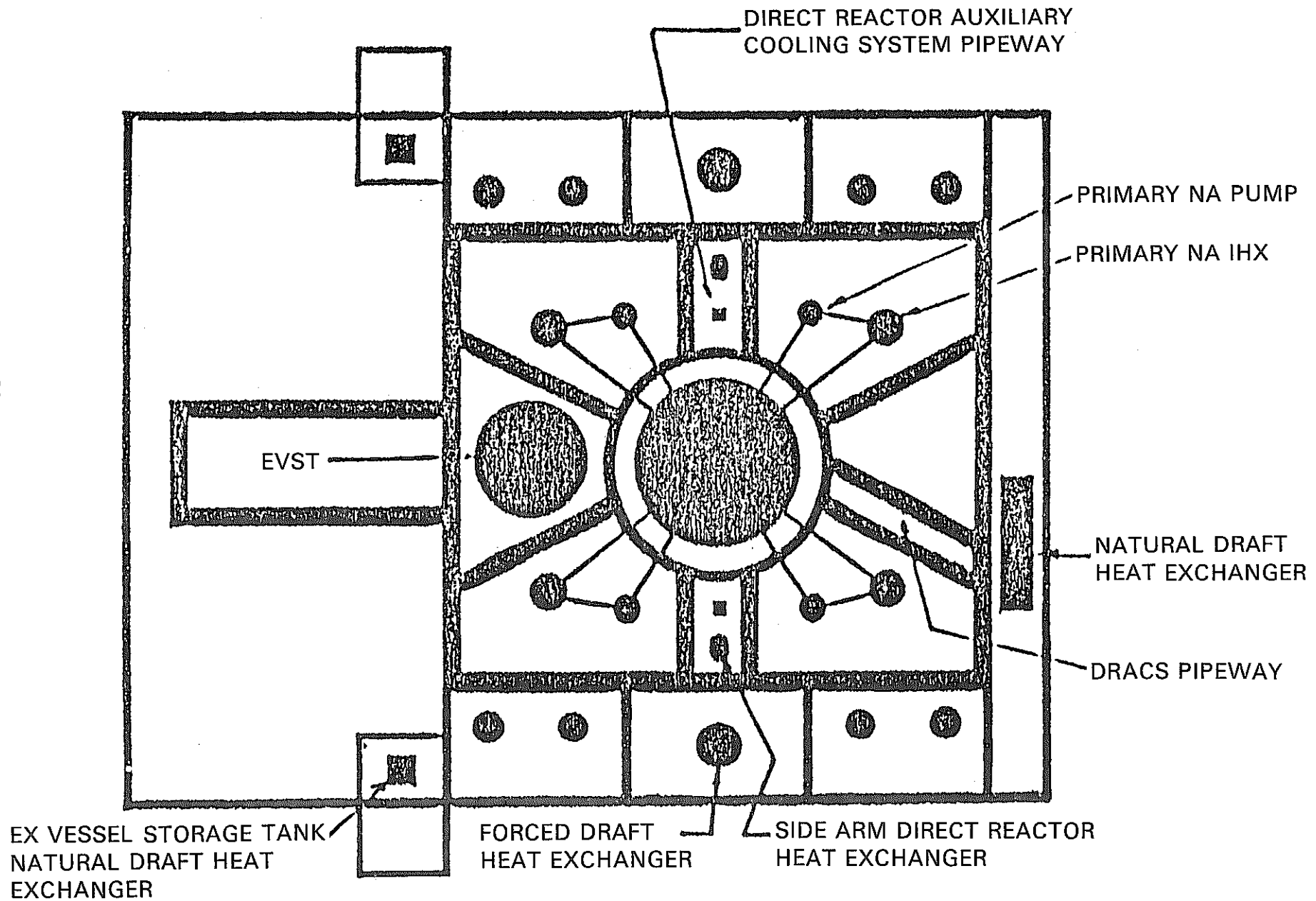
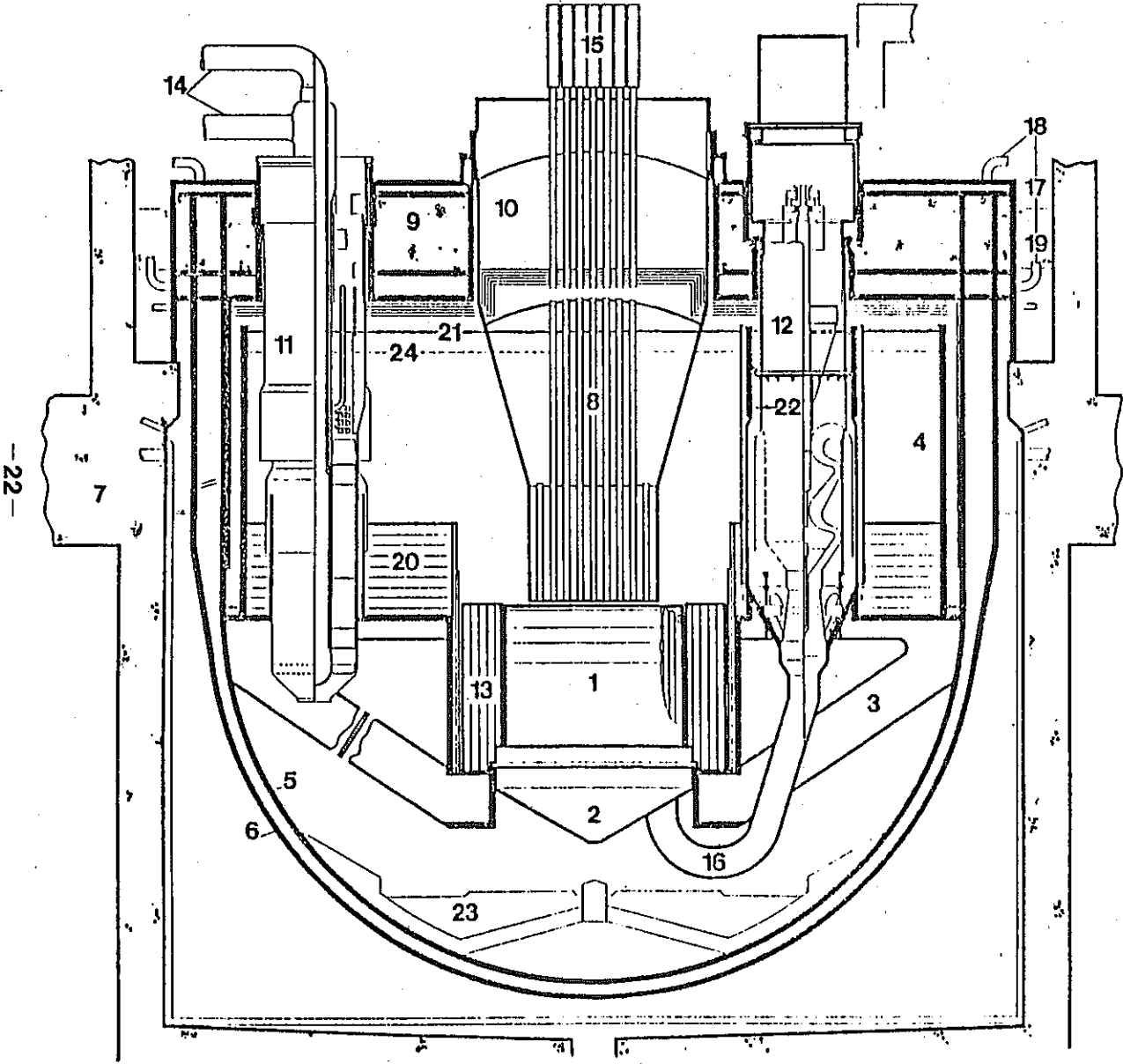
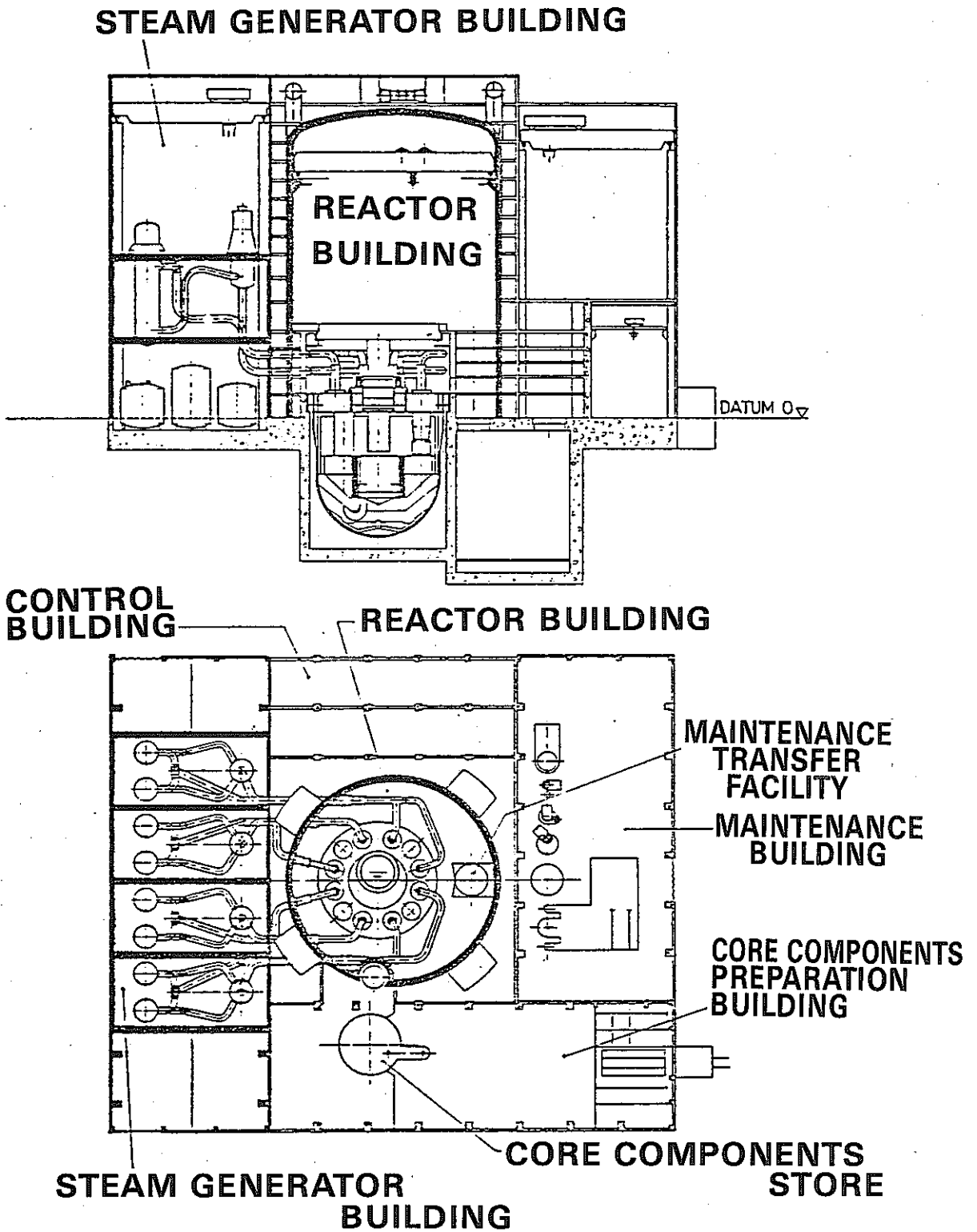


图14.

### CDFR Reactor Arrangement

- 1 Core
- 2 Diagrid
- 3 Strongback
- 4 Inner Tank
- 5 Primary Vessel
- 6 Guard Vessel
- 7 Vault
- 8 Above Core Structure
- 9 Roof
- 10 Rotating Shield
- 11 IHX
- 12 Primary Pump
- 13 Outer Neutron Shield
- 14 Secondary Sodium Pipework
- 15 Control Rod Mechanisms
- 16 H.P. Piping
- 17 Roof Cooling
- 18 Gas Inlet
- 19 Gas Outlet
- 20 Intermediate Plenum
- 21 Dynamic Level 540°C
- 22 Dynamic Level 370°C
- 23 Debris Tray
- 24 Static Level 370°C





15. COMMERCIAL DEMONSTRATION FAST REACTOR NUCLEAR ISLAND

# SUPERPHENIX 1

ドーム  
Dome

中間熱交換器  
Intermediate Heat Exchanger

安全容器  
Safety vessel

# SUPERPHENIX 2

回転プラグ駆動モータ  
Rotating plug energy supply

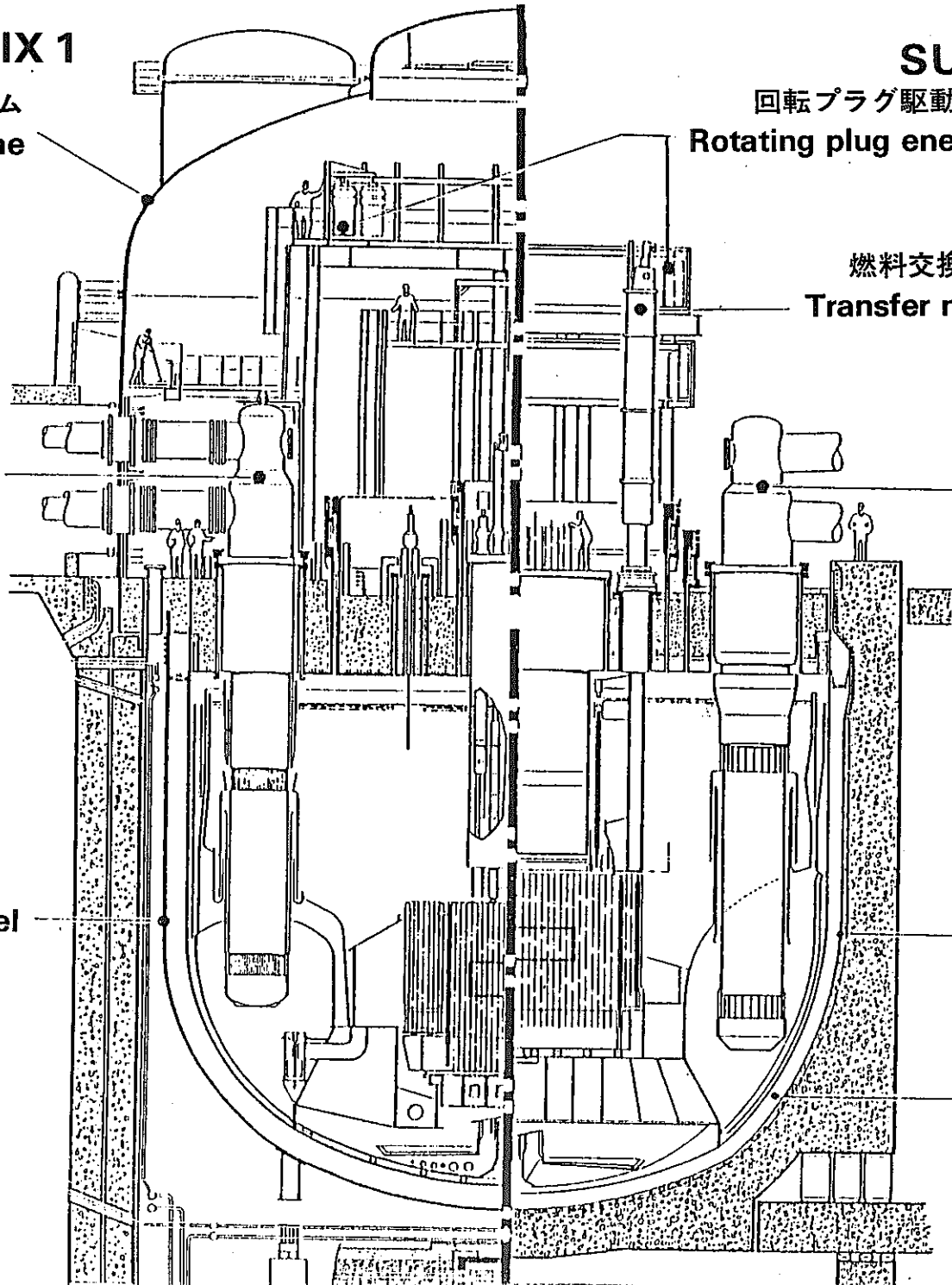
燃料交換機  
Transfer machine

中間熱交換器  
Intermediate Heat Exchanger

安全容器  
Safety vessel

炉容器ピット  
Reactor cavity

図16.



# SUPERPHENIX 2

主容器直径 20m φ  
// 肉厚  
{ 胴部 25mm  
鏡部 35mm

1次主循環ポンプ  
Primary pump

# SUPERPHENIX 1

ドーム  
Dome  
主容器直径 21m φ  
// 肉厚  
胴部 25mm

1次主循環ポンプ  
Primary pump

小回転  
プラグ  
大回転  
プラグ

安全容器  
Safety vessel  
(スチール・ライナ張り)  
コンクリート・ピット

安全容器  
Safety vessel

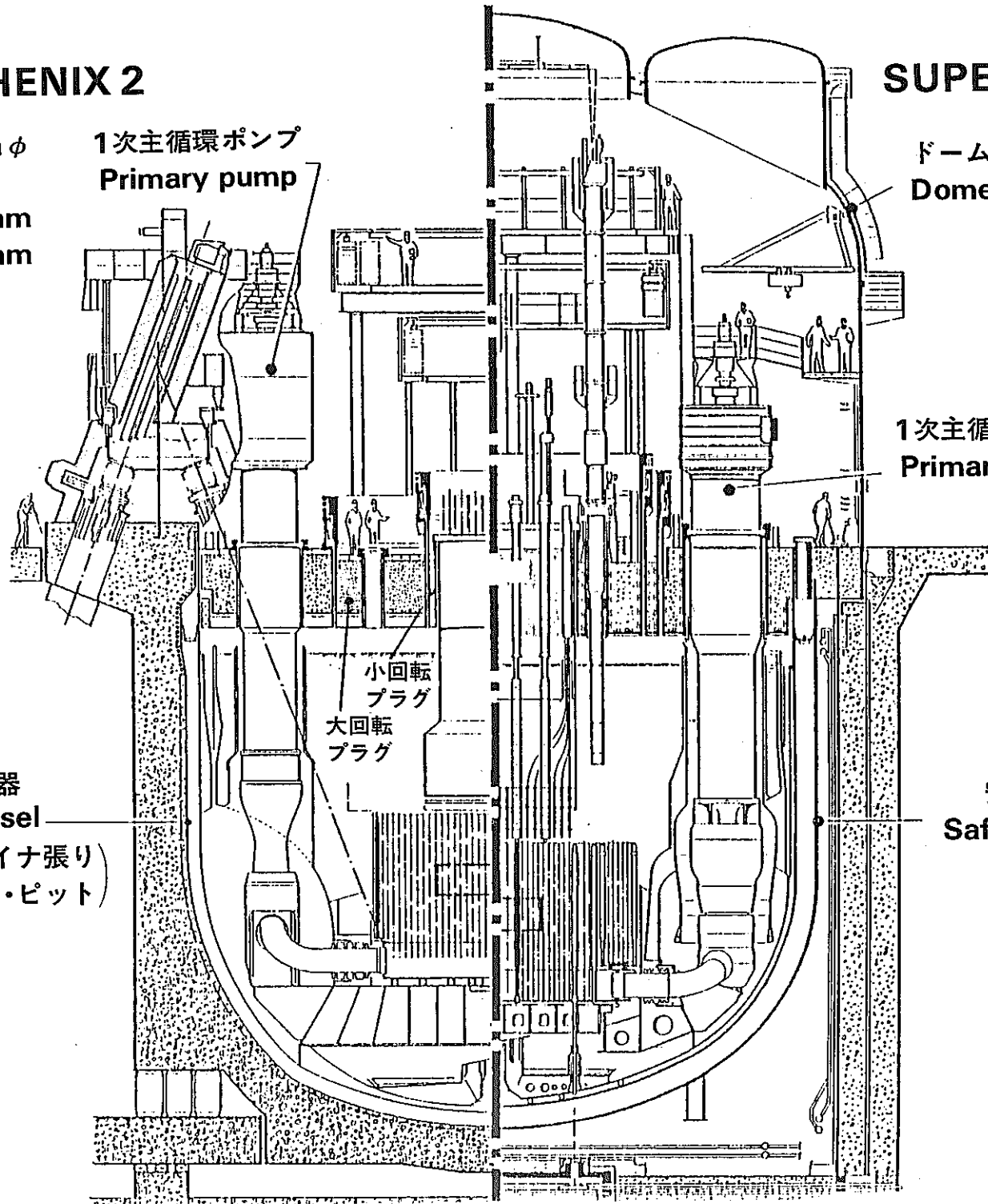


図17.

P N C S N 2 4 . 2 8 4 - 0 3

付 図 集

## 付図— 1 . 新型炉停止装置

### (1) 炉心への挿入の仕方が異なるもの

例 — 関節をもつ制御棒 (Articulated Type)

— 下方から操作する制御棒

### (2) 自己作動式のもの (Self Actuated Shutdown System)—SASS

例 — 冷却材の流れで浮かしておく方式

— 冷却材の温度が上ると電磁石が切れて落ちる方式



## 付図— 2 . 直接炉心冷却系

- (1) 原子炉容器を外側から直接冷却する方式
- (2) 原子炉容器内に熱交換器を直接挿入する方式
- (3) 原子炉容器から冷却材を取出し、熱交換器で直接冷却する方式

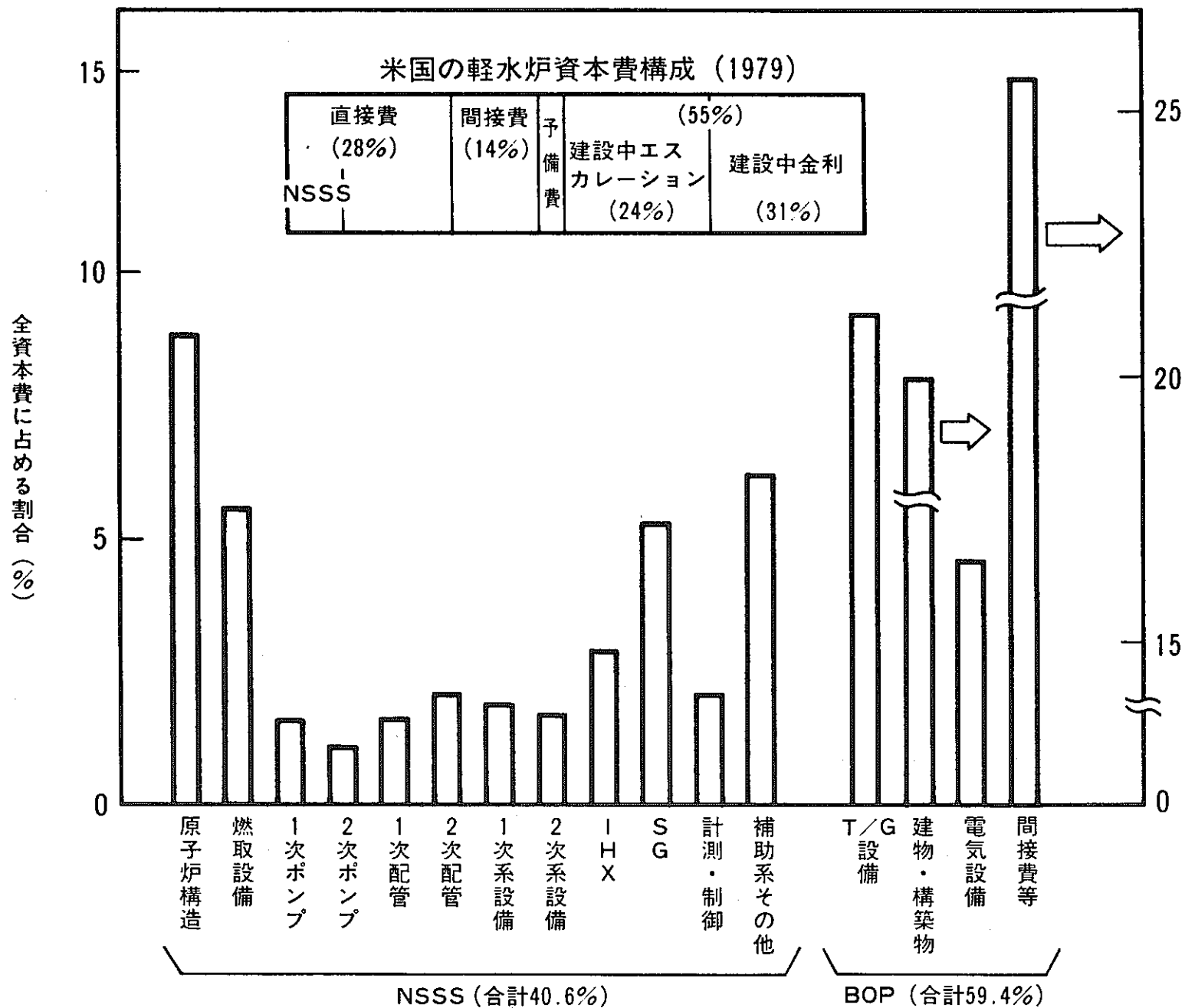
### 付図— 3 . 炉壁断熱へのアプローチ

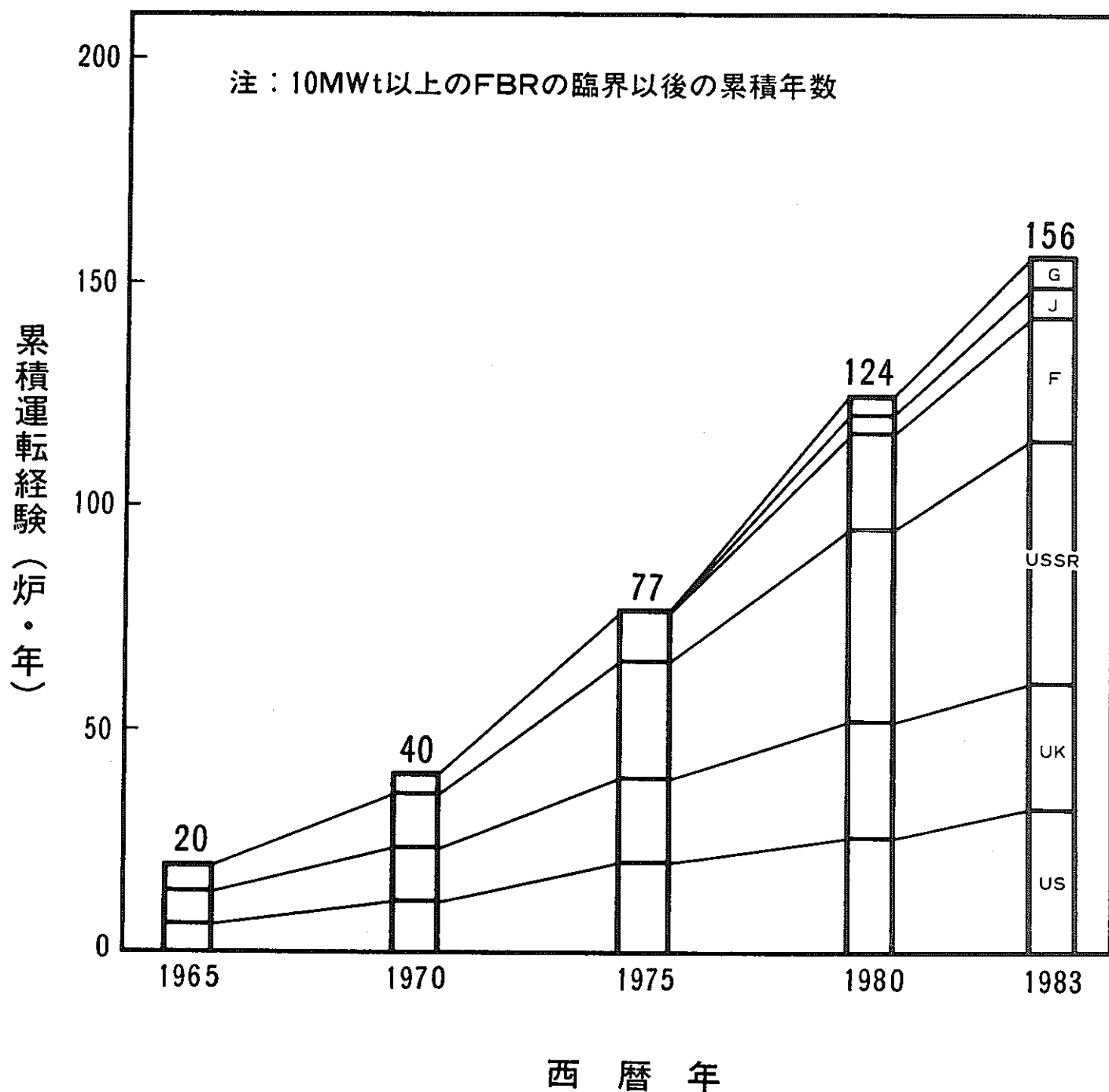
- 1 . 炉壁の内側に断熱材を内張りし、高温プレナム内冷却材の温度変化から炉壁を隔離する。
- 2 . 炉壁を低温に保つ
  - (1) 炉心入口側の低温冷却材を少量バイパスさせて炉壁に沿って流し、炉壁を高温プレナムから断熱する。
  - (2) 炉壁の内側に隔壁を設け、両者の間を低温プレナムにすることにより、炉壁を高温プレナムから断熱する。

## 付図一 4 . 地震床応答の低減

- (1) 建家の重心を低くする。
- (2) 建家の剛性を調節して、振動共鳴点をずらす。
- (3) 建家下面または機器据付面に免震構造を挿入する。

付図—5. 高速増殖炉の建設費の割合 (大型炉設計研究、1982)



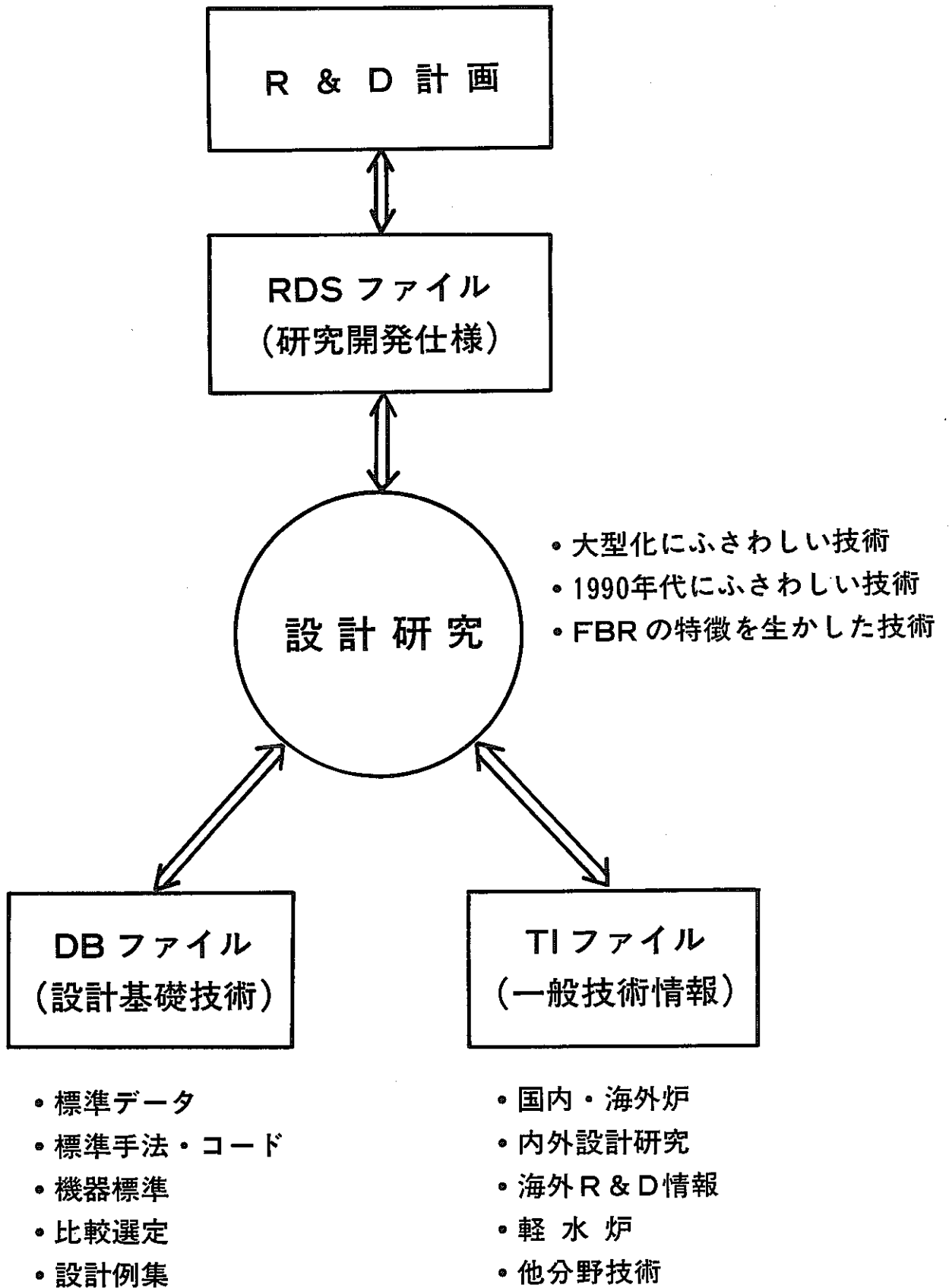


付図—6 . FBRプラント運転経験の趨勢

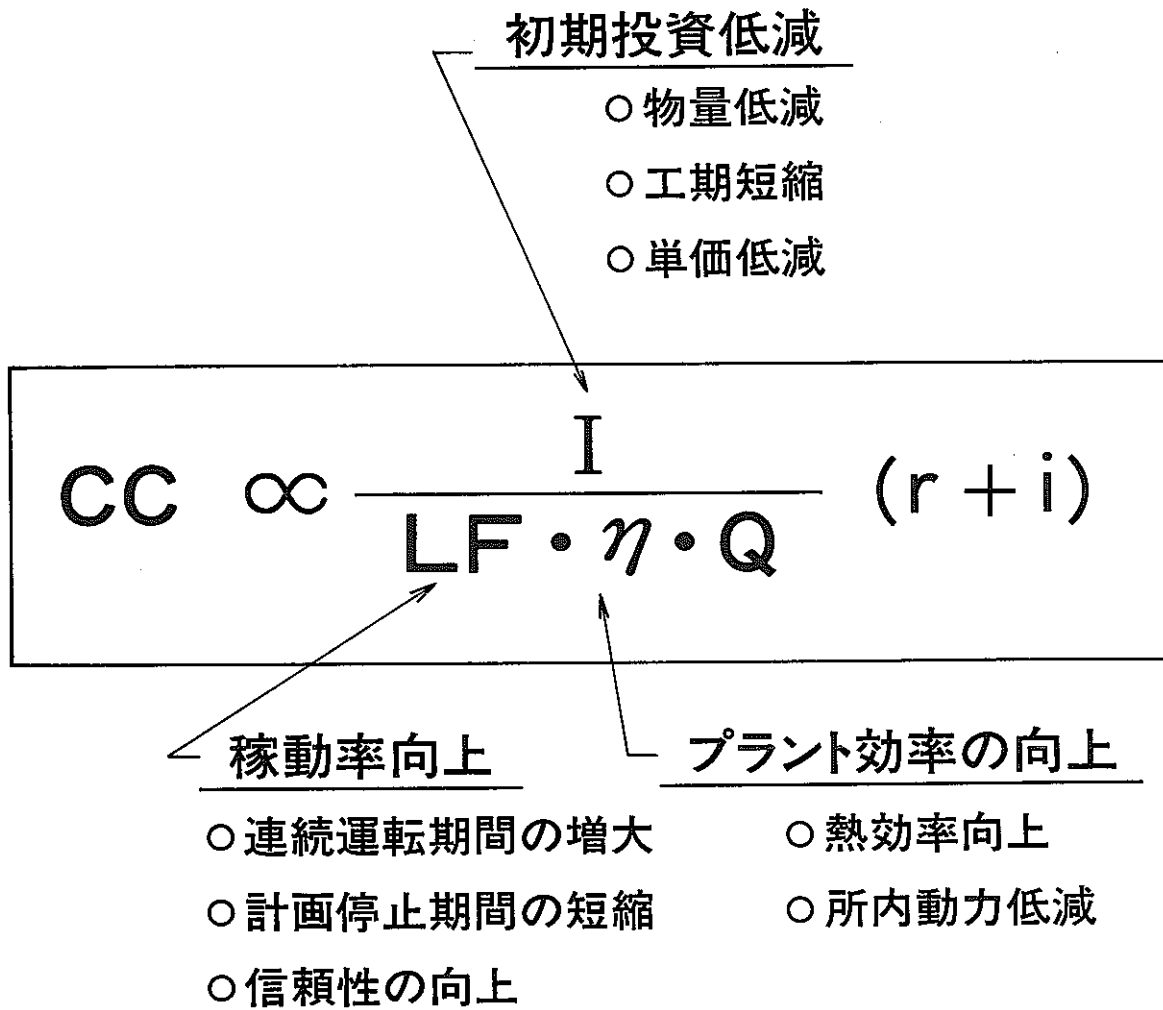
付図－7 長期FBR技術開発の展望

	実験炉段階	原型炉段階	実証化段階		本格的実用化段階	
	Stage-1	Stage-2	Stage-3	Stage-4	Stage-5	Stage-6
各発展段階 の 基本課題	FBR技術 実証の時代	FBR発電炉 実証の時代	実用規模 発電炉成立性 実証の時代	建設低減化の時代 ○改良標準化	出力規模多様化の時代 (30~150万kwe) 炉概念の多様化	増殖性能多様化の時代 (BR1.1~1.3.DT 15~30y)
発展段階で必要とな る特徴的な主要技術 (10項目以内)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○高速中性子物理</li> <li>○Na技術</li> <li>○MOX技術</li> <li>○材料サーベランス</li> <li>○FFD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○高温構造</li> <li>○ISI装置</li> <li>○高燃焼度</li> <li>○USV</li> <li>○FFDL</li> <li>○マルチプレクサー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○破損燃料処理</li> <li>○汚染プラントの 運転</li> <li>○定検期間短縮</li> <li>○炉内検査装置</li> <li>○配管ベローズ</li> <li>○免震概念</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○FBR解体技術</li> <li>○稼働率向上</li> <li>○建設費低減材料</li> <li>○2重管SG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○コンパクトプラント (輸出用・ヘキ地 用含む)</li> <li>○海上プラント</li> <li>○FBRサイクルセン ター</li> <li>○出力密度増加</li> <li>○2次系省略</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○炭化物燃料等</li> <li>○非均質炉心</li> <li>○高崩壊熱SF輸送</li> </ul>

付図— 8.



付図— 9.



LWR (日本)		FBR (SPX-1)
	燃料費	
	運転費	
	資本費	



# 付図—10. 主な技術的特徴 (大型炉設計研究、1983)

## (炉心系関係)

- 新型炉停止装置
- 半径方向ブランケット燃料最小化
- 外側しゃへい集合体は計画交換しない
- 黒鉛、 $B_4C$ などのしゃへい材
- 制流式制御棒
- 制流式ブランケット燃料
- モジュール式燃料集合体支持構造

## (原子炉系関係)

- 炉壁断熱構造
- 上部流入方式
- 直接炉心冷却系
- 炉内配管監視装置
- 原子炉システム計装

## (冷却系関係)

- 配管短縮技術
- 断熱サポート
- 主流量計システム
- 入口部低圧損中間熱交換器
- 無液面式蒸気発生器
- 炉内設置1体型Na純化装置

## (燃料取扱系関係)

- 斜めシュート式燃料出入機
- 使用済燃料水中貯蔵

## (プラント関係)

- 床応答低減技術
- Na火災抑制装置

## 付図－ 1 1 概念設計研究の目標

(大型炉設計研究、1982)

1983. 8. 26

- 〔経済性〕 1. 一定の条件のもとで建設費低減を第1優先とする。
- 〔安全性〕 2. 自然法則・自然現象にもとづく固有の安全性を重視する。  
3. 事故防止能力の拡大を図る。  
4. 軽水炉の規制の動向を反映しつつ、FBRの特徴を最大限に活かしたロジックを固める。(LODの適用)
- 〔増殖性〕 5. 実証炉自体の増殖比は多少低下しても建設費低減を優先させる。
- 〔運転制御〕 6. 基底負荷運転用とし、負荷追従性は建設費が過大にならない範囲の最小限とする。  
7. 運転継続可能な燃料破損率をできるだけ低くする。
- 〔保守性〕 8. 点検・保守・補修(I S I含む)のための接近性を考慮し、ロボット等遠隔技術をとりこむ
- 〔耐震〕 9. 床心答加速度の大幅な低減を図る。
- 〔熱過渡〕 10. Na機器の主要部を熱過渡・熱サイクルから保護するための断熱構造(熱過渡遮断又は緩和)を強化する。
- 〔その他〕 11. 計算誤差および運開後のリスクを評価し、設計余裕の切りつめを重視する。