

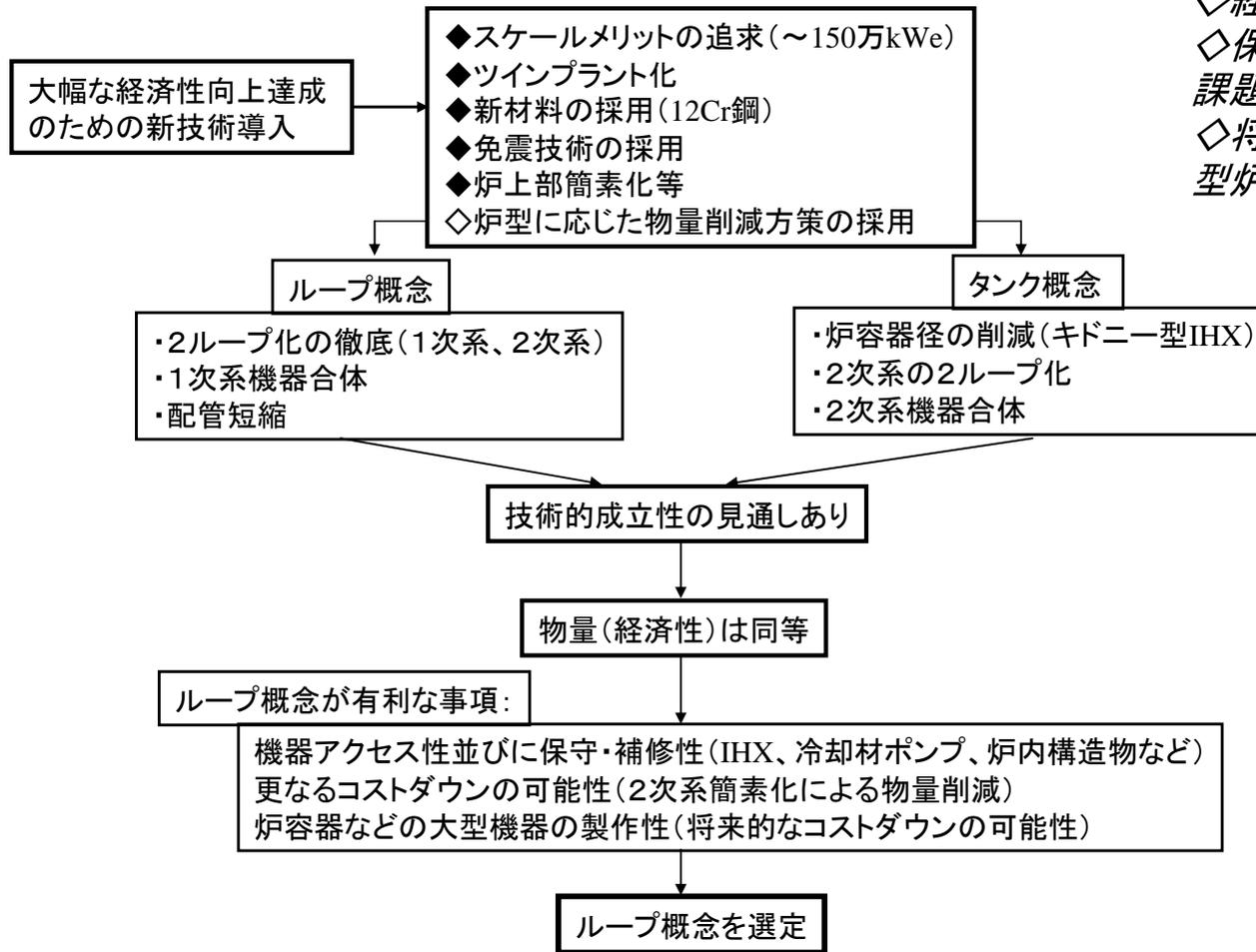


(4) Na冷却炉の炉型選定の考え方



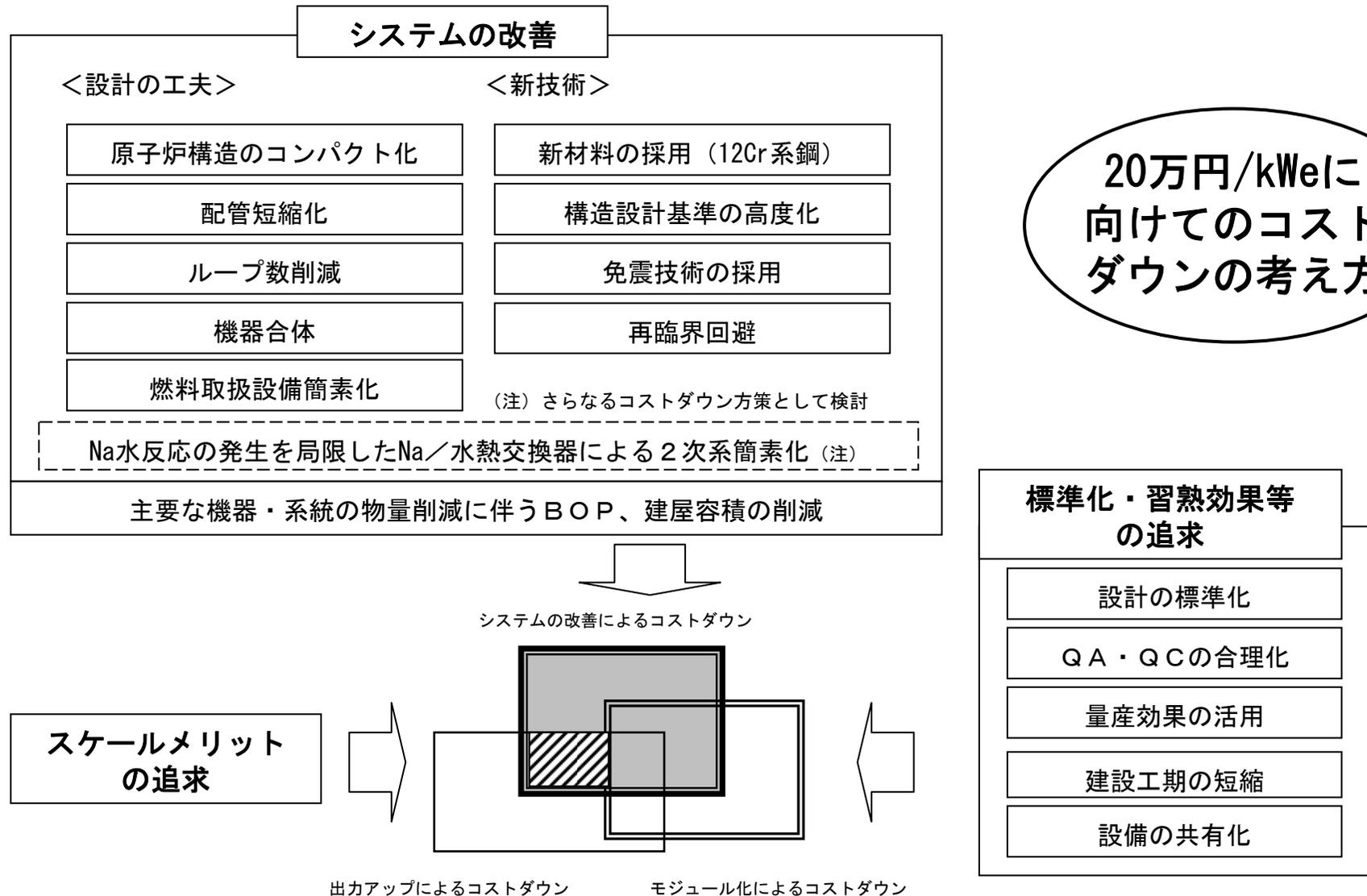
# 1. 実用化戦略調査研究における炉型選定の経緯

ナトリウム大型炉選定の流れ



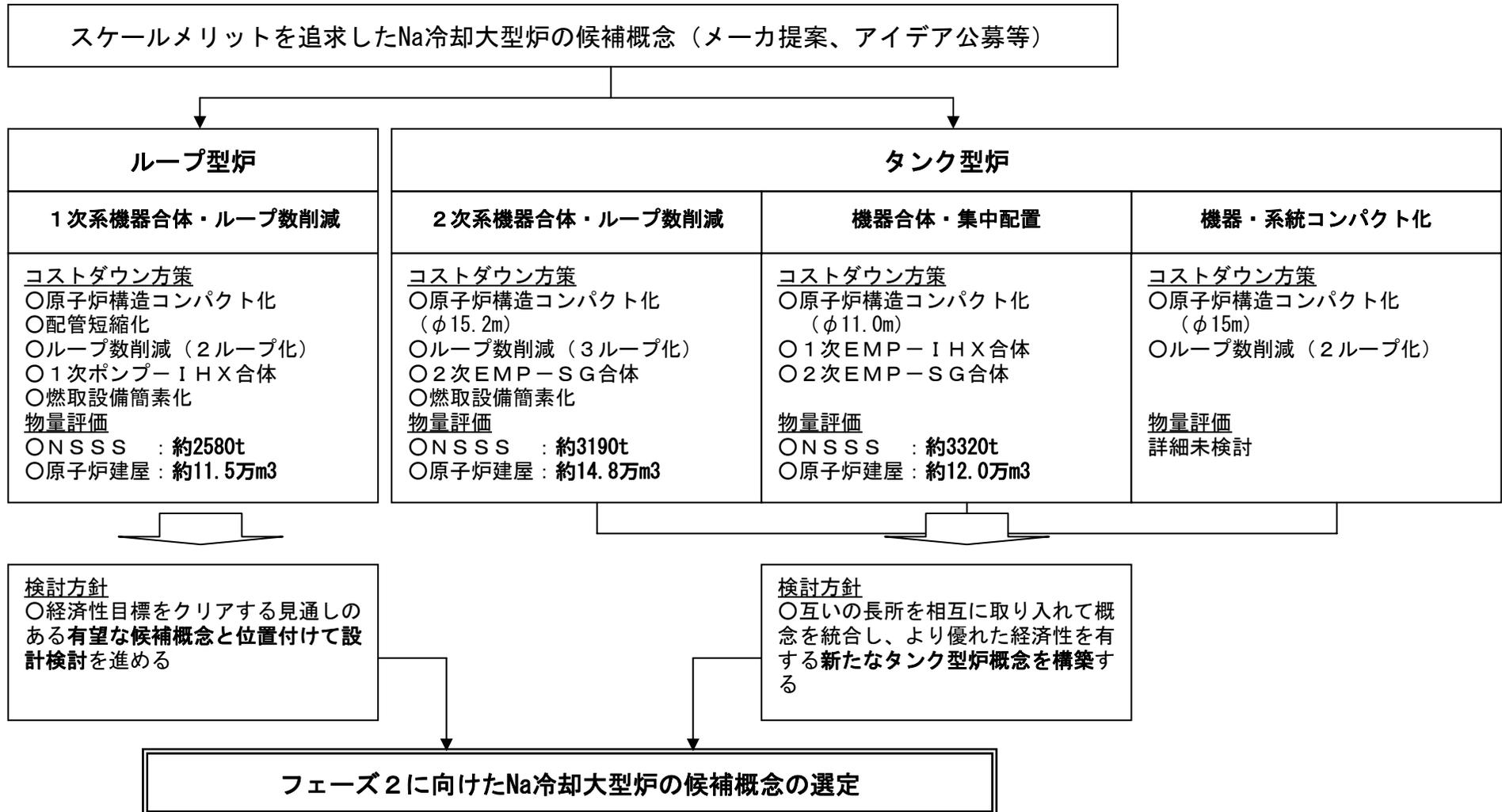
- ◇フェーズ I における検討では、ループ型とタンク型の両者について検討
- ◇経済性目標の達成見通しは同等
- ◇保守・補修性ではタンク型炉に固有の課題がある
- ◇将来的なコストダウンの観点よりループ型炉が有利

## 2. ナトリウム冷却炉の検討方針





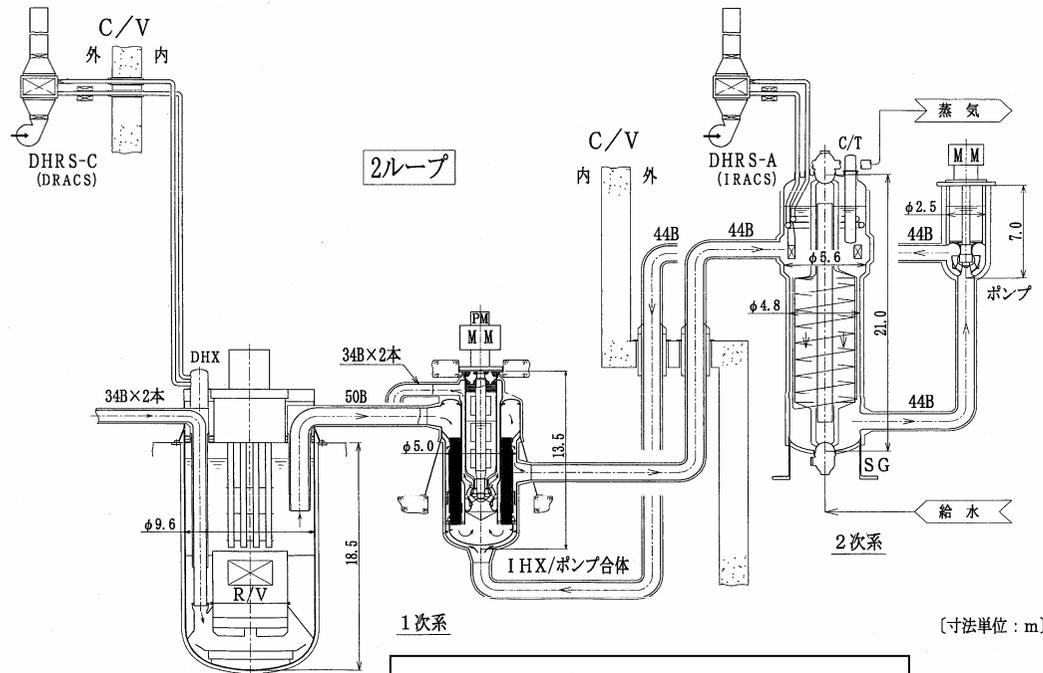
### 3. 候補概念の抽出





# 4. 候補概念の特徴 (1/3)

## ループ型炉概念



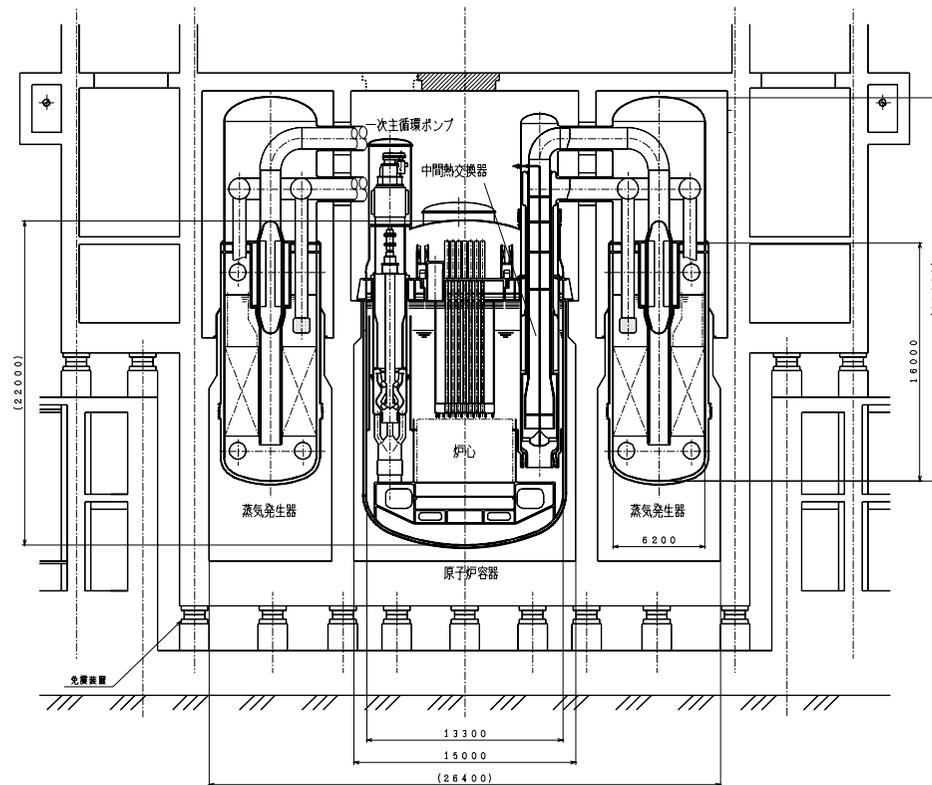
ツインプラントとして計画

主要なコストダウン方策	
<p><b>原子炉構造のコンパクト化</b></p> <p>炉心コンパクト化、炉内燃料取扱方式のコンパクト化 3次元免震、再臨界回避</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉容器径を抑制 (現状設備による一体リング鍛造が可能な範囲)</li> <li>薄肉化、構造簡素化</li> </ul>
<p><b>配管短縮化</b></p> <p>高強度、低熱膨張率の12Cr系鋼採用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大幅短縮化によりコンパクトな機器配置を実現</li> </ul>
<p><b>ループ数削減</b></p> <p>冷却系機器、配管を大型化</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2ループ構成として冷却系統を簡素化</li> </ul>
<p><b>機器合体</b></p> <p>IHXと1次ポンプを合体</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1次冷却系統を簡素化</li> </ul>
<p><b>燃料取扱設備簡素化</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水プール直接貯蔵方式を採用 (EVST削除)</li> </ul>



## 4. 候補概念の特徴 (2/3)

タンク型炉概念



ツインプラントとして計画

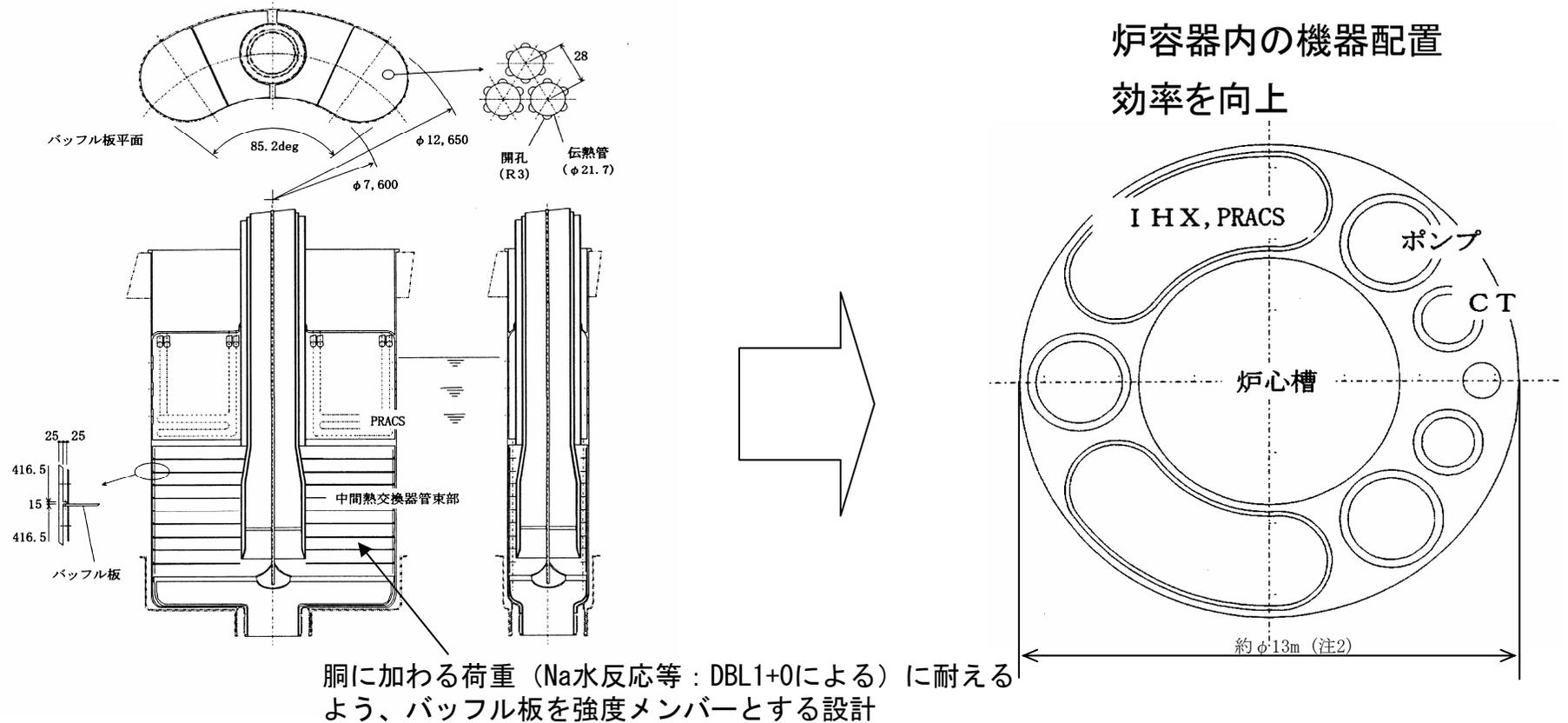
主要なコストダウン方策	
<p><b>原子炉構造のコンパクト化 炉容器径縮小</b></p> <p>ループ型炉と同様の方策+湾曲長円形 IHX の採用による炉容器内機器配置効率の向上</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉容器径を13m台に縮小<sup>(注1)</sup></li> <li>炉容器薄肉化</li> </ul>
<p><b>ループ数削減</b></p> <p>冷却系機器、配管を大型化</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2次系を2ループ構成として冷却系統簡素化 (1次ポンプは3基)</li> </ul>
<p><b>機器合体</b></p> <p>SGと2次EMPを合体</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2次冷却系統を簡素化</li> </ul>
<p><b>燃料取扱設備簡素化</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水プール直接貯蔵方式を採用 (EVST 削除)</li> </ul>

注1) 経済性目標を達成するため、炉容器径を13m程度として物量を大幅に削減した上で、150万kWeを達成できるよう、キドニー型大型IHX、EMP内臓SGの採用等、多くの革新技術を採用 ⇒ 新たな研究開発が必要



## 4. 候補概念の特徴 (3/3)

### タンク型炉の湾曲長円形 I H X



注2) 原子炉容器径は建設・運転実績のあるスーパーフェニックス (124万kWe) では21m、トップエントリー型ループ型炉の実証炉と同時代に設計されたEFR (152万kWe) で17mであり、前者と比較して後者の1次系物量は半分弱であるが、それでもFSの経済性目標は達成できないレベル



## 5. 候補概念の比較検討(1/2)

項目		ループ型炉	タンク型炉	備考
経済性	設計要求の充足度	建設費：設計要求（20万円/kWe以下）を満足できる見通し その他：建設工期、定検期間、稼働率等の設計要求を満足		
	NSSS物量	約2628t	約2770t	原子炉1基当たり
	原子炉建屋容積	約24万m <sup>3</sup>	約26万m <sup>3</sup>	ツインプラント当たり
安全性	設計要求の充足度	下記の設計要求事項を満足できる見通し ①受動的炉停止能力の付与 ②全交流電源喪失への対応 ③再臨界回避 ④炉心損傷発生頻度の低減 (<10 <sup>-6</sup> /ry)		再臨界回避方策の有効性の実証が課題
構造健全性	構造健全性確保の見通し	下記を前提に設計、構造健全性確保は可能な見通し ①使用材料：炉構造 316FR / 冷却系 12Cr系鋼 ②構造設計基準：新構造設計基準の考え方（非弾性解析の採用、許容値の合理化等）を一部先取り ③耐震性確保：3次元免震技術を採用		
	特有の課題	IHX-1次ポンプ合体機器伝熱管の耐摩耗性確保	湾曲長円形IHXの構造健全性確保	
製作建設性	製作建設性の見通し	機器・配管が大型化するが、製作可能な範囲		



## 5. 候補概念の比較検討(2/2)

### 保守・補修性の比較

項目		ループ型炉	タンク型炉
検査性	検査のためのアクセス性	1次冷却材バウンダリ	○ 容器とガードベッセル、配管と外管の間隙を確保して検査機器をアクセス。
		炉内構造物	◎ アクセスホールを通しての検査が可能。
		炉心支持構造物及び入口プレナム	○ 炉心待避後、1次Naをドレンして検査。
	検査の容易性	◎ 検査対象となる炉内構造物が少ない。	△ 検査対象となる炉内構造物が多く、かつ、隔壁構造が複雑。
補修性	補修のためのアクセス性	炉内構造物	○ 炉心待避後、1次Naをドレンして補修。
		1次ポンプ	◎ IHXからの引抜き補修が可能。
		IHX	◎ <u>インプレース補修が可能</u> （ポンプ引抜き孔からのIHXの伝熱管及び管板へのアクセスが可能）。
	補修の容易性	◎ 機器が分散しており、並行作業を行い易い。また、補修対象となる炉内構造物が少ない。	△ 機器が集中しており、並行作業を行い難い。また、補修対象となる炉内構造物が多い。

## 6. フェーズ2候補概念の選定

フェーズ2に向けて最も有望なNa冷却大型炉概念として、

### Na冷却大型ループ型炉を選定する

#### 選定根拠

##### ①経済性、安全性、構造健全性及び製作建設性は、ほぼ同等

- ・ 但し、タンク型固有の技術課題として、大型炉容器（約φ13m）の製作性と品質保証、免震対応による低周波スロッシングと内部機器の構造健全性確保、耐震設計、複雑な炉容器内熱流動挙動等がある

##### ②運転・保守補修性はループ型炉が優れていると判断

- ・ タンク型炉の場合、湾曲長円形 IHX の成立性との関連で、Na水反応の検出性能及び信頼性の向上が必須要件となる
- ・ タンク型炉の場合、1次系機器の補修が相対的に困難、かつ遮蔽対策が必要な原子炉工事となるリスクがある

##### ③ループ型炉は、さらなる経済性向上ポテンシャルである2次系簡素化にも原子炉廻りを大きく変更することなく移行できるメリットがある

- ・ タンク型炉の場合、原子炉廻りの大幅な変更が必要、さらに炉容器内の配置効率が悪くなる