



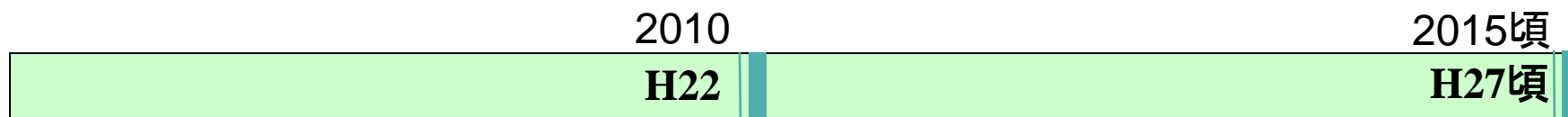
原子炉システムに関する設計研究について

平成18年8月4日

日本原子力研究開発機構



2015年までの原子炉システム設計研究の進め方



高速増殖炉サイクル実用化研究開発

フェーズ I

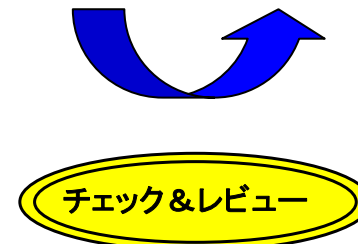
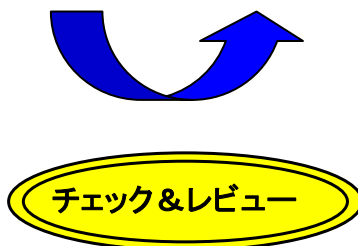
期待する成果

- ・採用する革新技术の決定
- ・実用炉の概念設計
- ・大型試験施設を用いた実証試験計画の立案
- ・実証炉の予備的概念設計

フェーズ II

期待する成果

- ・実用炉の概念設計と成立根拠となるデータ類
- ・大型試験施設の設計・建設、及び試験
- ・実証炉の概念設計
- ・実用化までの研究開発計画の提示





設計研究に関する2010年の成果

●採用する革新技術の決定

革新技術の研究成果を実用炉設計に反映し、その技術的実現性と代替技術を用いた実用炉設計への影響を比較評価し、採用する革新技術を決定する。

- 冷却系2ループ化、ポンプ組込型IHX、原子炉容器コンパクト化、直管二重管型蒸気発生器、高燃焼度化炉心燃料、等

●実用炉の概念設計

実用ナトリウム冷却炉の概念設計として、以下を実施しその技術的成立性を見極める。

- プラント設計、炉心・燃料設計、機器設計、構造設計、システム設計、安全設計

●大型試験施設を用いた実証試験計画の立案

革新技術の技術実証方策を検討し、技術実証計画を立案する。

- 実証試験項目の選定
- 試験スケールの検討
- 技術実証計画のとりまとめ

●実証炉の予備的概念検討

技術実証計画と整合した実証炉プラント概念を提示する。

- プラント主要目の選定
- プラント概念検討

(革新技術)

- ✓高クロム鋼
- ✓冷却系2ループ化
- ✓ポンプ組込型IHX
- ✓原子炉容器コンパクト化
- ✓簡素化燃料取扱系
- ✓SC造格納容器
- ✓高燃焼度化炉心燃料
- ✓Na漏えい対策
- ✓直管2重管型SG
- ✓保守・補修性
- ✓受動的炉停止+自然循環
- ✓再臨界回避技術
- ✓3次元免震



- **実用炉の概念設計とその成立根拠となるデータ類**
 - 2010年の革新技術の採否を反映した設計
 - 実用化研究開発フェーズⅠ及びフェーズⅡでの要素研究成果を反映した設計
 - プラント概念を最適化とその成立根拠となるデータ類(炉心性能評価、構造健全性評価、安全評価、経済性評価、等)
- **大型試験施設の設計・建設及び試験**
 - 大型試験施設の設計・建設を行う(2011～2014年)
 - 大型試験施設を用いた技術実証試験を開始する(2015年)
- **実証炉の概念設計**
 - 2010年の革新技術の採否を反映した設計
 - プラント概念を最適化した設計
 - 設置許可申請書:添付八(プラント機器設計)及び添付十(安全評価)を記載できる技術レベルの達成
- **実用化までの研究開発計画の提示**



実用炉の設計研究

これまでの設計研究成果

- 開発目標を高いレベルで満足する可能性を有する実用炉概念を構築した。
- 構築したプラント概念の技術的成立性を評価し、成立性を概略見通すことができた。

今後の設計研究の課題

- ①実用炉の概念設計と概念最適化
実用炉の概念設計として、プラント設計、炉心・燃料設計、機器設計、構造設計、システム設計、安全設計、等を実施し、その技術的成立性を見通しを得る。
- ②代替技術を適用したプラントの概念設計(～2010年)
革新技術を代替する技術と設定している技術(改良9Cr鋼、3～4ループ冷却系、大型原子炉容器、従来型IHX、既存燃料被覆管材料、ヘリカルコイルSG、水平免震)を適用したプラント概念を構築する。
- ③研究開発成果のプラント設計への反映
2009年頃以降には実用化研究開発フェーズ I で実施されている要素技術研究開発の成果が得られる。これらの成果を反映したプラント概念を構築し、2010年に実施される革新技術採否の判断に供する。

技術開発の概要

- ・プラント設計: 主要目設定、系統設計、計装設計、配置設計を実施。更に設計データに基づいてプラント経済性を評価する。
- ・炉心・燃料設計: 設計要求に適合する炉心及び燃料設計を実施し、サイクル全体評価のためのデータを供する。
- ・機器設計:
各主要機器の設計を実施する。更に、製作性に課題のある機器は部分的に詳細設計を実施し、製作手順を明確にする。
- ・構造設計: 構造熱過渡に対する健全性を評価し、健全性確保を見通す。
- ・システム設計: システム動特性、運転・制御性を評価し、システム成立性を見通す。
- ・安全設計: 設計基準事象、設計基準外事象等に対する安全評価を実施し、安全成立性を見通す。
- ・研究開発成果の反映: 原子炉容器コンパクト化、大口径1次配管、ポンプ組込型IHX、直管2重管型蒸気発生器等
- ・代替技術を適用したプラント設計: 代替技術を適用したプラント概念を構築し、技術的成立性と経済性を評価する。



実証試験計画の立案・大型試験施設及び実証炉の概念構築(1/2)

これまでの設計研究成果

- 要素技術及び機器レベルで研究開発をすすめ、技術実証方策を立案した。
- 実用炉の観点で75万kWeの中型炉の設計研究を実施し、技術的成立性を見通した。

今後の設計研究の課題

- ①実証試験計画の立案
各革新技术の技術実証項目を抽出し、実証ステップと実証スケールを検討する。
それらの検討結果を総合し、大型試験施設の概念を構築する。
- ②大型試験施設の概念検討
上記の実証試験計画に基づき、大型試験施設の概念を構築する。
- ③実証炉の予備的概念設計
2010年に実証炉プラント候補概念を提示することを目的として、プラント概念を検討する。
- ④実証炉の概念設計(2011年～)
選定された実証炉概念について設計研究を実施し、設置許可申請書:添付八(プラント機器設計)及び添付十(安全評価)を記載できる技術レベルを達成。

技術開発の概要

- ①実証試験計画の立案
 - 実証試験項目の選定: 各革新技术について、最適な技術実証方策を選定する。
 - ・水流動試験 ・ナトリウム試験 ・モックアップ試験
 - ・大型試験施設による実証試験
 - ・実証炉を用いた技術実証
 - 試験スケールの検討: 各革新技术について、試験スケールを含む実証ステップを検討する
 - ・大型試験施設 ・実証炉



実証試験計画の立案・大型試験施設及び実証炉の概念構築(2/2)

技術開発の概要(つづき)

②大型試験施設の概念検討

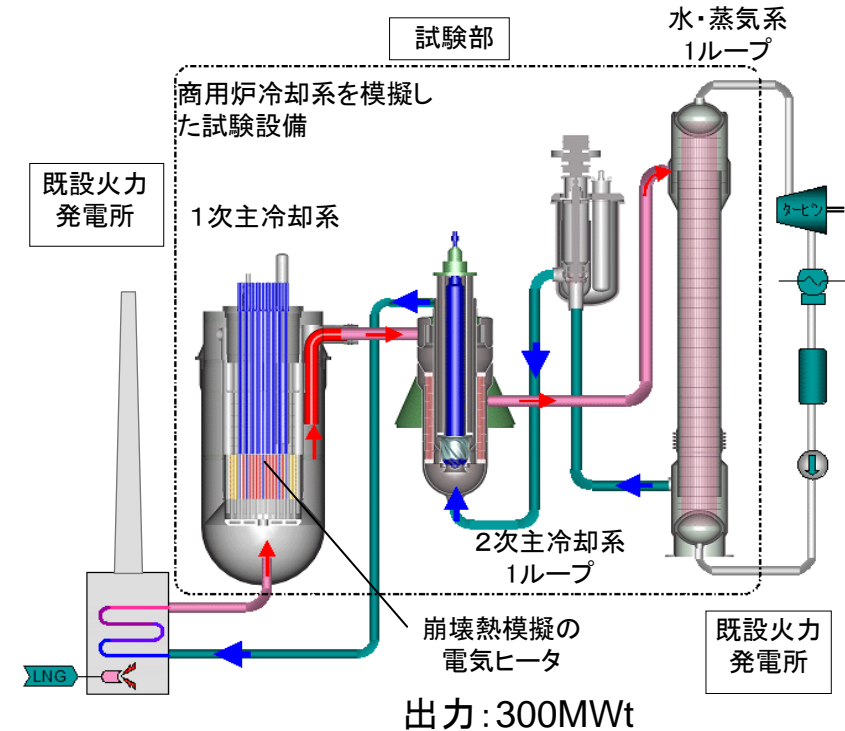
- 大型試験施設の主要目選定
実証試験計画に基づき、大型試験施設への要求条件を整理し、主要目を設定する。
- 大型試験施設の概念構築
前項で設定した主要目に基づき、施設概念を検討する。

③実証炉の予備的概念検討

- プラント主要目の選定
 - ・革新技术の実証試験内容を考慮し、実証炉プラントに必要なスケール、性能、システム等を検討
 - ・製作・建設に関する技術実証項目を考慮し、機器スケールを検討
- プラント概念検討
 - ・各種設計及び評価により、プラント概念の技術的成立性を見通す
 - ・革新技术の研究開発成果を反映しプラント概念を最適化
 - ・建設コスト・運転コストを評価する。

④実証炉の概念設計

2010年の革新技术採否判断と予備的概念設計の成果を踏まえてプラント概念の概念設計を実施し、設置許可申請書、添付書類八及び十に相当する設計及び安全評価書類を作成する。



実証試験施設概念の一例



設計研究の工程

分類	2010	2015	実施内容
「実用炉概念設計」 ・プラント設計 ・炉心・燃料設計 ・機器設計 ・構造設計 ・システム設計 ・安全設計 ・研究開発成果の反映 ・代替設計	概念設計 代替設計	概念最適化	<ul style="list-style-type: none"> プラント設計： 主要目設定、系統設計、計装設計、配置設計を実施。更に経済性を評価する。 炉心・燃料設計： 設計要求に適合する炉心及び燃料設計を実施し、サイクル全体評価のためのデータを供する。 機器設計： 機器の設計を実施する。更に、製作性に課題を有する機器は部分的に詳細設計を実施し製作手順を確認する。 構造設計： 構造熱過渡に対する健全性を評価し、健全性を確認する。 システム設計：システム動特性、運転・制御性を評価し、システム成立性を見通す 安全設計： 設計基準事象、設計基準外事象等に対する評価を実施し、安全成立性を見通す。 研究開発成果の反映： 原子炉容器コンパクト化、大口径1次配管、ポンプ組込型HX、直管2重管型蒸気発生器 等 代替技術を適用したプラント設計： 代替技術を適用したプラント概念を構築し、技術的成立性と経済性を評価する。
「革新技術の実証」 ・実証試験計画 ・大型試験施設 ・実証炉	実証試験計画立案 予備的概念検討	概念検討 設計 製作・建設 試験 概念設計	<ul style="list-style-type: none"> 実証試験計画の立案 <ul style="list-style-type: none"> ○実証試験項目の選定 ○試験スケールの検討 大型試験施設の概念検討 <ul style="list-style-type: none"> ○大型試験施設の主要目選定 ○大型試験施設の概念構築 実証炉の予備的概念検討 <ul style="list-style-type: none"> ○プラント主要目の選定 ○プラント概念検討 実証炉の概念設計 設置許可申請書添付書類八及び十に相当する設計及び安全評価書類を作成する。