

# 高速増殖炉サイクル研究開発について (現状とこれまでの計画の概要)

# 高速増殖炉サイクル研究開発の全体像

## <高速増殖原型炉「もんじゅ」>

- 高速増殖炉サイクルの研究開発の場の中核
- 運転を通じて「発電プラントとしての信頼性の実証」と「運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立」を達成することを目的とした研究開発

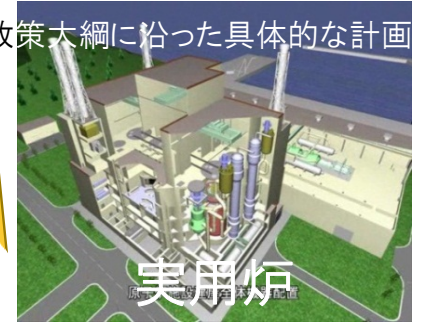


※従来のエネルギー基本計画、原子力政策大綱に沿った具体的な計画

2025年頃

実証炉

実用炉の経済性、  
信頼性の実証



2050年頃

商業ベースでの導入

実用段階(民間主体)

高速増殖炉サイクル  
実用化研究開発  
(FaCT)  
2006年～2015年

研究開発段階(国主体)

実験炉「常陽」

## <高速増殖炉サイクル実用化研究開発(FaCT)>

- 次世代のプラントが具備すべき安全性、経済性等の性能目標を達成する高速増殖炉サイクルの実用化像(実証・実用炉の概念設計)と実用化に至るまでの研究開発計画を2015年頃に提示することを目的とした研究開発
- エンドユーザーである電気事業者及びメーカーの参画も得た実施体制

## <基礎基盤研究>

- シビアアクシデント等の現象の解明・評価のための各種シミュレーション手法の開発整備や、ナトリウム試験技術／分析技術の開発、解析モデルの構築や検証に必要なデータの取得およびデータベース構築、高性能材料開発など高速増殖炉の研究開発の基盤となる研究開発

# 高速増殖炉サイクル研究開発の成果と計画

※従来のエネルギー基本計画、原子力政策大綱に沿った具体的な計画

これまでの研究開発成果

2010年頃

研究開発計画<sup>※</sup>

2015年頃



実験炉「常陽」  
(稼働 約71000時間)

【常陽】

・FBRの基本性能確認

【常陽】

・革新的な燃料・材料開発等のための照射試験

【もんじゅ(設計・建設)】

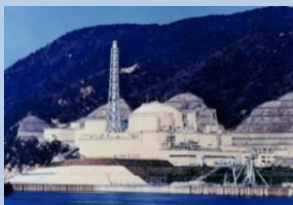
・高燃焼を実現できる燃料被覆管材料の開発  
・安全評価手法の整備  
・高温構造設計指針の整備  
・ポンプ等の大型機器の開発

【もんじゅ(運転、保守・補修)】

●**試運転段階**  
・発電システムとしての性能実証  
・自然循環除熱性能実証  
●**本格運転段階**  
・主要機器設計技術の信頼性の検証  
・炉心燃料設計手法の検証  
・ループ型炉の先進保守技術の確認  
・故障経験を通じた保守管理プロセスの構築

【もんじゅ(運転、保守・補修)】

●**試運転段階**  
・炉心特性の確認(増殖比確認、再起動実証)  
・発電能力の実証(40%出力での発電)



原型炉「もんじゅ」  
(稼働 約5300時間)

「安全性・信頼性・経済性」等に優れた革新技術の研究開発

高速増殖炉サイクル  
実用化戦略調査研究

・実用化を目指すべき有望なシステム概念を摘出し開発対象とする革新技術を決定

フェーズ1  
・実証炉・実用炉に採用を目指す革新技術の採用可能性を判断

高速増殖炉サイクル  
実用化研究開発(FaCT)

フェーズ2  
・実証炉・実用炉の概念設計  
・大規模ナトリウム試験、部分構造試作  
・MOX燃料製造技術の改良  
・軽水炉からFBRの移行期を勘案した再処理技術開発

# 高速増殖原型炉「もんじゅ」の経緯と現状

平成25年度概算要求額 174億円  
(平成24年度予算額 175億円)  
※運営費交付金中の推計額を含む

※エネルギー政策対応費として別途78億円を要求

## 1. 施設概要

特徴: プルトニウムとウランを燃料とし、燃えた以上の燃料を生産できる我が国初の発電する研究開発段階の高速増殖炉

立地場所: 福井県敦賀市

電気出力: 28万KW(一般の原子力発電所は約100万KW)

位置付け: 実験炉と実証炉をつなぐ中間段階のもので、高速増殖炉の実用化のため開発が必要不可欠な原子炉

これまでの予算額: 9,656億円(建設費: 5,886億円(うち、民間支出: 1,382億円)、  
運転費: 3,770億円(昭和55年度～平成24年度))

## 2. これまでの経緯

昭和58年 5月 27日 原子炉設置許可

平成 6年 4月 5日 初臨界

平成 7年 8月29日 初送電

平成 7年12月 8日 ナトリウム漏えい事故(以来、約14年間半停止)

～もんじゅの位置付けや必要性に関する幅広い議論、

ナトリウム漏えい対策の強化、実施主体(動燃)の改革 等を実施～

平成22年 5月 6日 試運転再開(5月8日臨界達成)

平成22年 7月22日 データ取得を完了し、第一段階の試験完了

平成22年 8月26日 炉内中継装置の落下トラブル発生

平成24年 8月 8日 炉内中継装置の復旧完了(トラブル前の状態に復帰)



高速増殖原型炉「もんじゅ」

## 3. 現状について

- 東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故を踏まえた安全対策に最優先に取り組む。特に、破砕帯等をはじめとする地震・津波に関する取り組みについては、規制当局からの指摘等を踏まえて真摯に対応。
- 「革新的エネルギー・環境戦略」を踏まえ、今後、研究計画を策定。

(参考)発電・売電実績等について

- 発電実績: 1億kWh、6億円
- 本格運転時の売電収入想定額  
1サイクル(4ヶ月運転): 43億円(6円/kWh)



# 高速増殖炉サイクル実用化研究開発の経緯と現状

平成25年度概算要求額 28億円  
(平成24年度予算額 33億円)  
※運営費交付金中の推計額を含む

※エネルギー政策対応費として別途78億円を要求

## 1. これまでの経緯

「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故等を踏まえ、再度、ゼロベースで冷却材の選択も含め幅広く高速増殖炉の炉型等を「高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究(FS)」において検討(1999年～2005年)。

その結果、実用施設として実現性が最も高いと考えられるシステム(主概念)として、「ナトリウム冷却炉(MOX燃料)＋先進湿式法再処理＋簡素化ペレット法燃料製造」を選定。

### <FS終了後に定められた研究開発方針>

- 主概念を成立させるために必要な革新技術について、集中的に研究開発を行う
- 2015年頃までに高速増殖炉サイクルの実用化像と実用化に至るまでの研究開発計画を提示



### 高速増殖炉サイクル実用化研究開発(FaCT)を開始

～各フェーズの目標～

フェーズⅠ(2006年～):研究開発を通じて革新技術の採否判断を行い、実証炉等のシステム全体が安全性・経済性等の性能目標を達成することを確認すること

フェーズⅡ:フェーズⅠの結果を踏まえ、2015年頃に高速増殖炉サイクルの適切な実用化像(概念設計)とそこに至るまでの研究開発計画を提示する

これまでの予算額:695億円(文部科学省、平成12年度～平成24年度)

## 2. 現状について

- ◆ 原子力機構において、FaCTプロジェクトのフェーズⅠ(2006～2010年度)成果を取りまとめ公表したが、国の評価が中断中。
- ◆ FaCTプロジェクトのフェーズⅡへの移行は見送り。
- ◆ 平成24年度は、維持管理などの必要な取組を除いて、原則研究開発を凍結。
- ◆ 一方で、国際協力の枠組みを活用し、我が国主導の下、次世代高速炉の開発を進める諸国と連携し、安全設計クライテリアの国際標準化等の取組を実施中

### ナトリウム冷却炉に関する技術開発課題例

1. 高燃焼度炉心・燃料

2. 安全性向上技術

3. コンパクト化原子炉構造

4. 9Cr鋼大口径配管を用いた2ループシステム

5. ポンプ組込型中間熱交換器



6. 直管2重伝熱管蒸気発生器

7. 自然循環除熱式崩壊熱除去システム

8. 簡素化燃料取扱いシステム

9. SC造格納容器

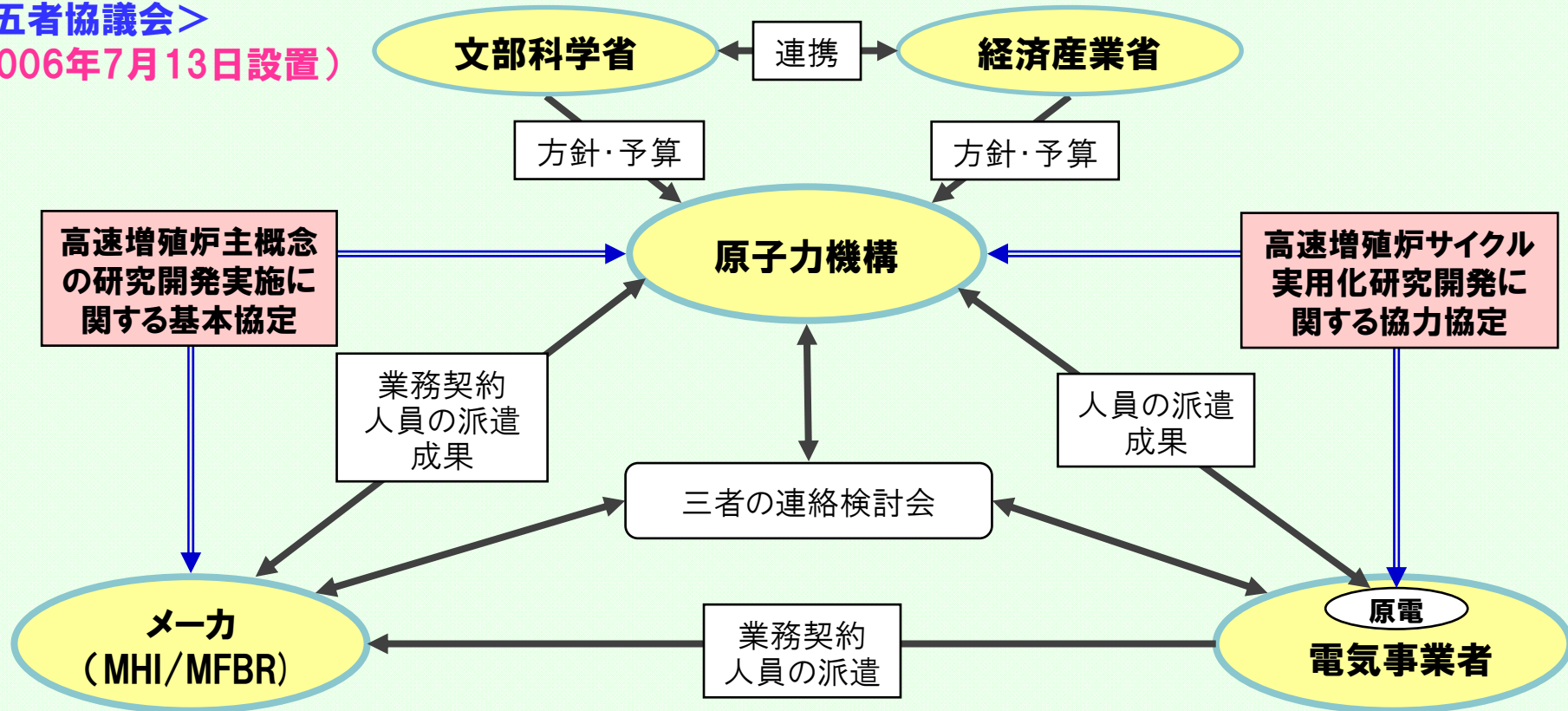
10. 高速炉用免震システム

# FBRサイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会

- 研究開発段階から実証・実用段階に円滑に移行するため、すみやかに研究開発側と導入者側とで円滑な移行に向けた協議を開始することが必要
- 経産省、文科省、電気事業者、メーカ、原子力機構の関係者により、実証プロセスへの移行にあたっての課題を具体的に検討し認識の共有を行うため、本協議会を開始

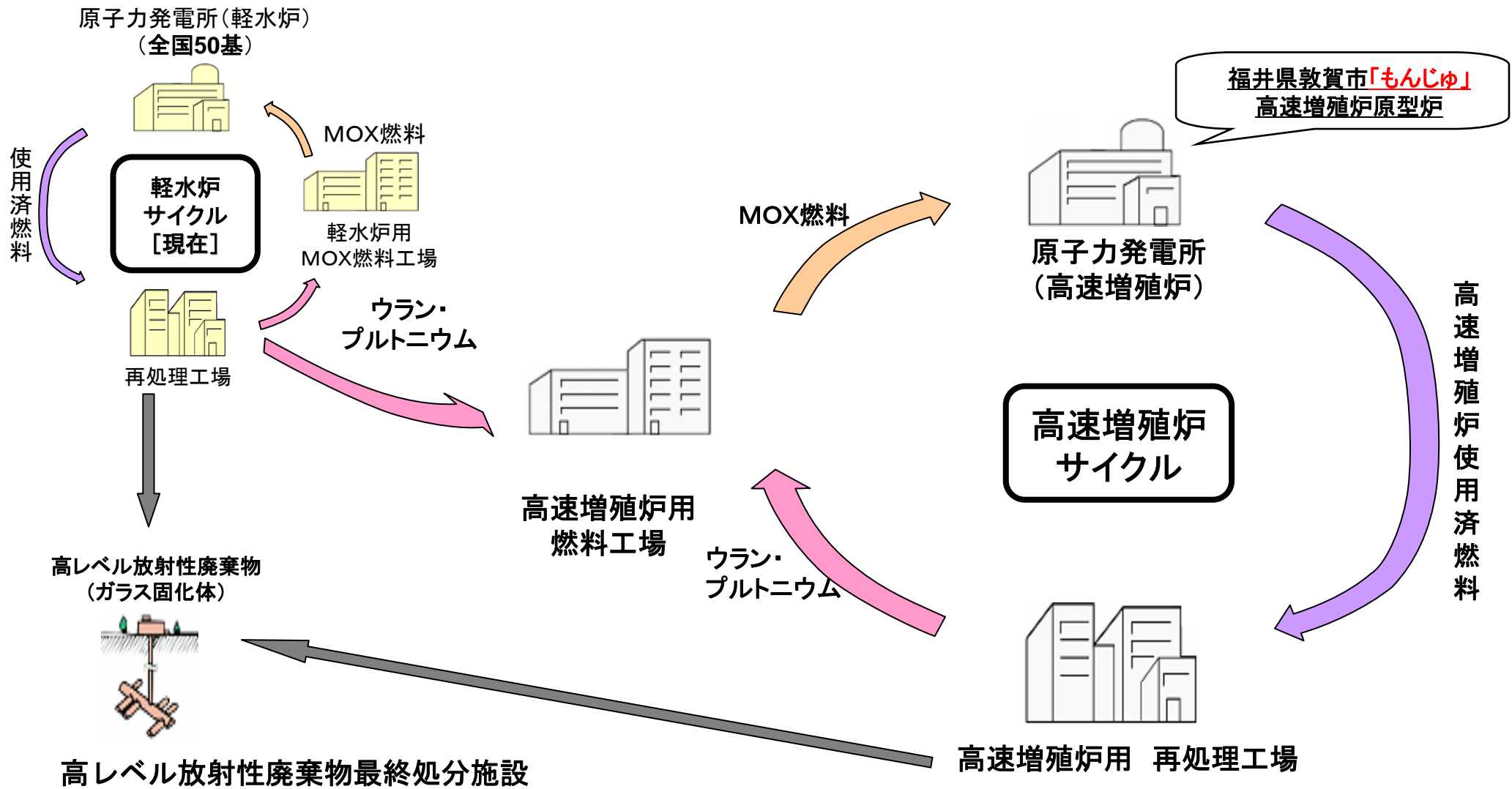
## <五者協議会>

(2006年7月13日設置)



# 参考資料

# 高速増殖炉サイクルの概要

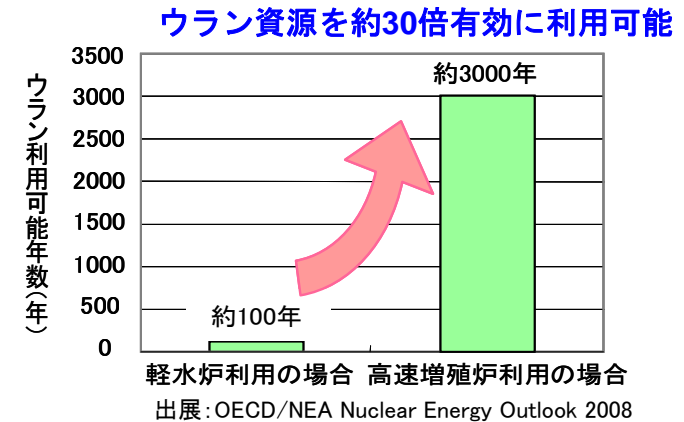




# 高速増殖炉サイクルの技術的特徴

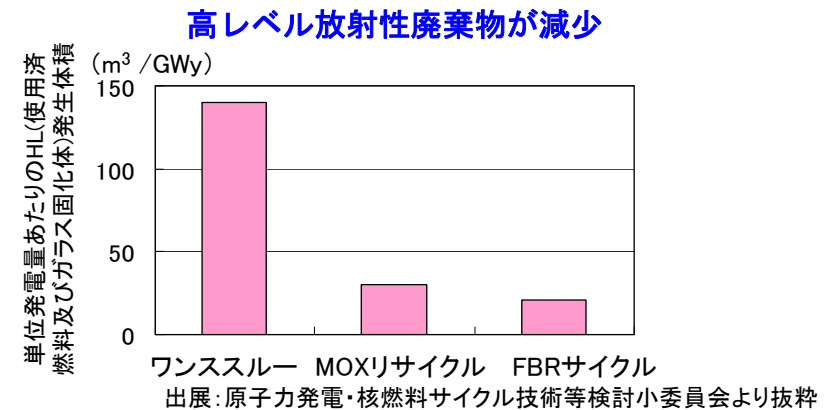
## 1. ウラン資源の利用効率の向上

高速増殖炉は、発電しながら消費した燃料以上の燃料を生産することによりウラン資源の利用効率を飛躍的に高めることができる。



## 2. 高レベル放射性廃棄物の低減

高レベル放射性廃棄物の発生量(単位出力当たり)を削減するとともに、半減期の長いマイナーアクチノイドの燃焼により、高レベル放射性廃棄物の管理期間の軽減を図ることができる。



## 3. 冷却材としてナトリウムを利用

中性子の速度を減速させずに核分裂を行うため、冷却材としてナトリウムを利用。ナトリウムは高い伝熱性を持ち、熱を効率よく取り出すことが可能である等の特徴を有する一方で、化学的に活性であり、水、蒸気と反応するため、十分な対策が必要である。

### 冷却材としての「水」と「ナトリウム」の比較

	高速増殖炉 ナトリウム	加圧水型炉(軽水炉) 水
融点	98℃	0℃
沸点	882.9℃	100℃
熱伝導率	76W/cm・k (327℃)	0.5W/cm・k (15MPa, 327℃)
特徴	圧力を抑える必要がないので 薄い容器・配管がよい	沸騰を抑えるために加圧している ので圧力を抑えるために、 厚い容器・配管が必要

図: (独)日本原子力研究開発機構ホームページより引用

# 高速増殖炉サイクルの位置付けの変遷

高速増殖炉サイクルの実用化に向けた取り組みについては、これまで原子力委員会が策定する「原子力長期計画(～2000年)」及び「原子力政策大綱(2005年～)」において方針が定められてきた。

## 1967年(昭和42年)長計

「昭和40年代後半に原型炉の建設に着手することを目途とする。」

「高速増殖炉は、昭和60年代の初期に実用化することを目標として開発をすすめる。」

## 1982年(昭和57年)長計

「電気出力28万キロワットの原型炉「もんじゅ」を1990年頃に臨界に至らしめるよう早急に建設を進める」

「出来るだけ早期に実用化されるべきであり、2010年頃の実用化を目標に開発を進めることとする。」

## 1987年(昭和62年)長計

「1992年の臨界を目途に原型炉「もんじゅ」の建設を進める。」

「高速増殖炉の実用化には、～(中略)～2020年代～2030年頃における高速増殖炉によるプルトニウム利用の技術体系の確立を目指すものとする。」

1977年  
「常陽」初臨界

天然ウラン確保の見通し、  
経済性向上への課題

## 1994年(平成6年)長計

「原型炉「もんじゅ」については、性能試験を着実に進め、1995年末の本格運転を目指します」

「2030年頃までには実用化が可能となるよう高速増殖炉の技術体系の確立を目指していきます。」

## 2000年(平成12年)長計

「原型炉「もんじゅ」は我が国における高速増殖炉サイクル技術の研究開発の中核として位置付け、早期の運転再開を目指す」

「実用化への開発計画については実用化時期を含め柔軟かつ着実に検討を進めていく。」

## 2005年(平成17年)大綱

「研究開発の場の中核と位置付けられる「もんじゅ」の運転を早期に再開し、」

「高速増殖炉については、～(中略)～2050年頃から商業ベースでの導入を目指す。」

2010年(平成22年)  
エネルギー基本計画

「2010年5月に試運転が再開された高速増殖原型炉「もんじゅ」の成果等も反映しつつ、～(中略)～2050年より前の商業炉の導入に向け、～(中略)～研究開発を推進する。」

1995年「もんじゅ」  
ナトリウム漏えい事故

2005年「もんじゅ」  
改造工事地元了解

# 高速増殖原型炉「もんじゅ」のこれまでの経緯

