

本資料からの目的外の転載、複写、開示には  
電気事業連合会の確認、同意が必要です

原子力委員会 研究開発専門部会(第8回)

資料第2号

電気事業連合会

# 改良型沸騰水型軽水炉 ( A B W R ) 開発について

2009年3月17日

電気事業連合会

# 目次

- 原子力開発の歴史
- 改良標準化計画
- 開発の経緯と役割分担、開発費
- 開発目標とコンセプト
- 要素技術
- 国内外の実績
- 開発の成功要因

# 原子力開発の歴史

電気事業連合会

1930年

1940年

1950年

1960年



オッター、マイトナーら  
核分裂を発見 1938



世界初の原爆実験  
トリニティ 1945



世界初の商用発電(炭酸ガス冷却炉)  
コールダーホール(6万kW) 1956



世界初のBWR商用発電  
ドレスデン1(20万kW) 1960



CP-1臨界(世界初の原子炉) 1942



世界初の原子力発電(ランプ点灯)  
高速増殖実験炉 EBR-1(100kW) 1951



世界初のPWR商用発電  
 SHIPPINGポート(10万kW) 1957

核分裂の発見から7年で原爆実験。13年ではじめての発電成功。  
実験室で原理の発見      大型化      実用化、商業化

# 改良標準化計画

電気事業連合会

## 改良標準化の目標

- ・安全性、信頼性の向上
- ・稼働率の向上
- ・運転性の向上
- ・作業者被ばくの低減
- ・経済性の向上

### 第一次改良標準化計画 (1975～1977)

- 【BWR】
  - ・格納容器大型化  
(Mark-改良型) など
- 【PWR】
  - ・燃料の改善
  - ・蒸気発生器の改良 など

1960年代  
米国GE社 /  
WH社から導入

### 第二次改良標準化計画 (1978～1980)

- 【BWR】
  - ・燃料自動交換機採用
  - ・原子炉容器溶接線の削除  
など
- 【PWR】
  - ・蒸気発生器伝熱管材料改善
  - ・PCCV製格納容器 など

### 第三次改良標準化計画 (1981～1985)

- ・改良型BWR / PWRの開発
- ・従来型BWR / PWRの改良標準化

【BWR】福島第二2～4号  
【PWR】高浜3, 4号

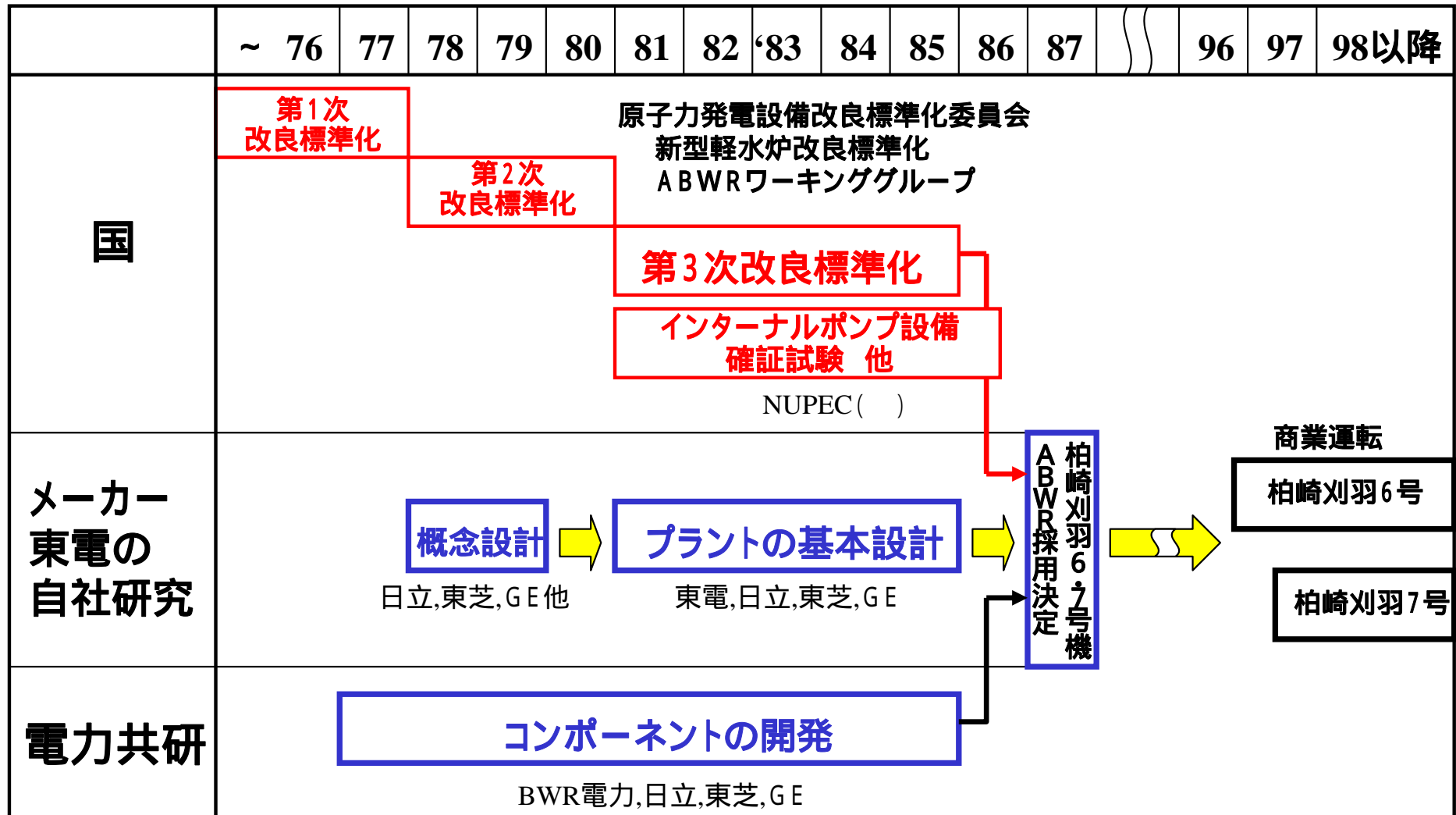
【BWR】柏崎刈羽2～5号  
【PWR】大飯3, 4号

【ABWR】柏崎刈羽6, 7号  
【APWR】敦賀3, 4号

# 開発の経緯と役割分担

電気事業連合会

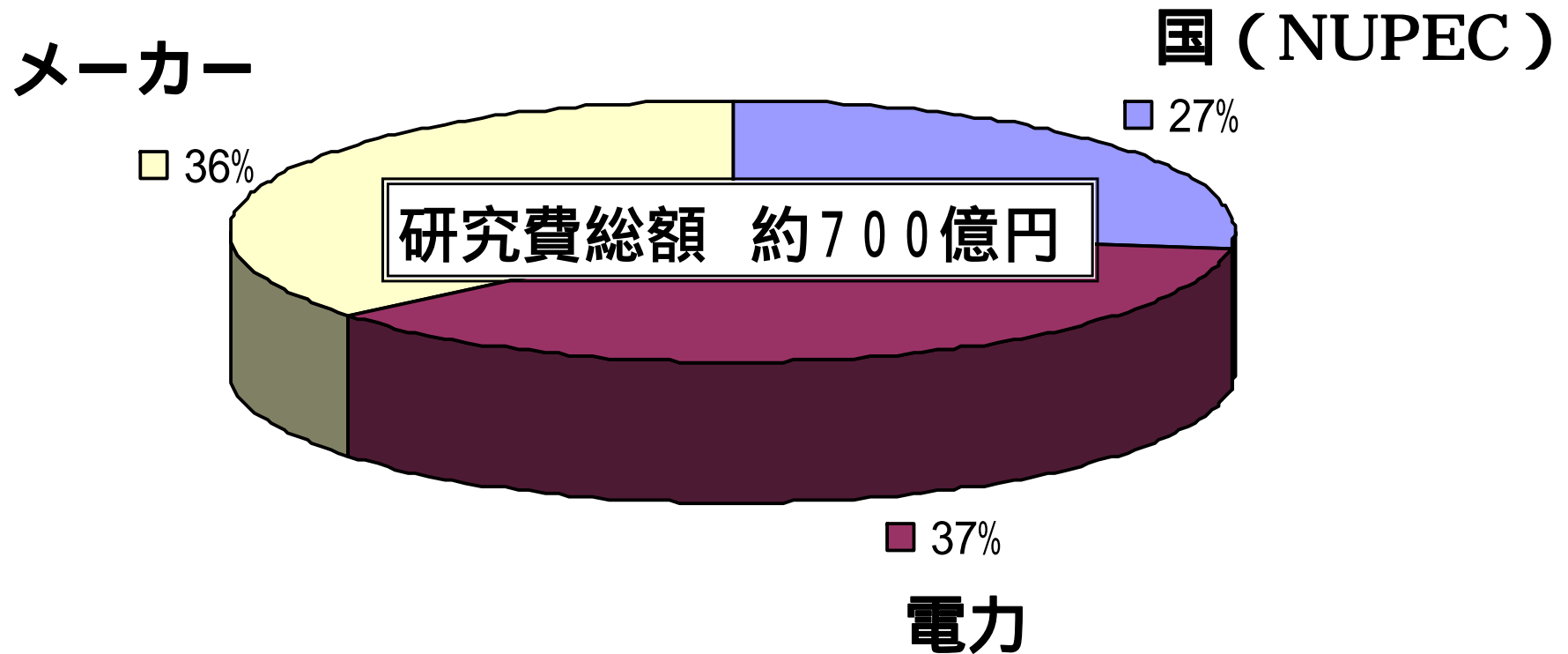
## 国と民間が開発研究と安全性実証を役割分担



NUPEC（原子力発電技術機構）：原子力発電用機器の安全性・信頼性に関する調査、実証又は確証のための試験等を目的として設立された財団法人（2008年に解散）。

# ABWRの開発費

電気事業連合会



## 【国 (NUPEC) の実施概要】

- インターナルポンプ (RIP) の炉内構造物への影響を含めた安全性、信頼性を実証
- RIPの取付溶接部及び下部プレナム炉内構造物の健全性、信頼性を実証
- 微調整制御棒駆動機構 (FMCRD) の通常運転時、経年劣化時、事故時の信頼性を実証

# 開発目標とコンセプト

■ 電気事業連合会

■ 第一次、第二次改良標準化を経て、**次世代のあるべきBWRを再構築**すべきとの機運

■ 開発目標は当時のBWRの課題を反映

安全性を犠牲にすることなく、**経済性**で既存BWRを大きく上回る

…建設費の低減、稼働率の向上

運転員の**負担軽減**

…自動化の推進、事故時操作の容易化など

作業**被ばく**の低減、廃棄物量の低減

…低CO含有材料の採用、復水脱塩器前置フィルターの設置など

過大な開発費用を避けるため、**可能な限り世界に現存する技術**を利用

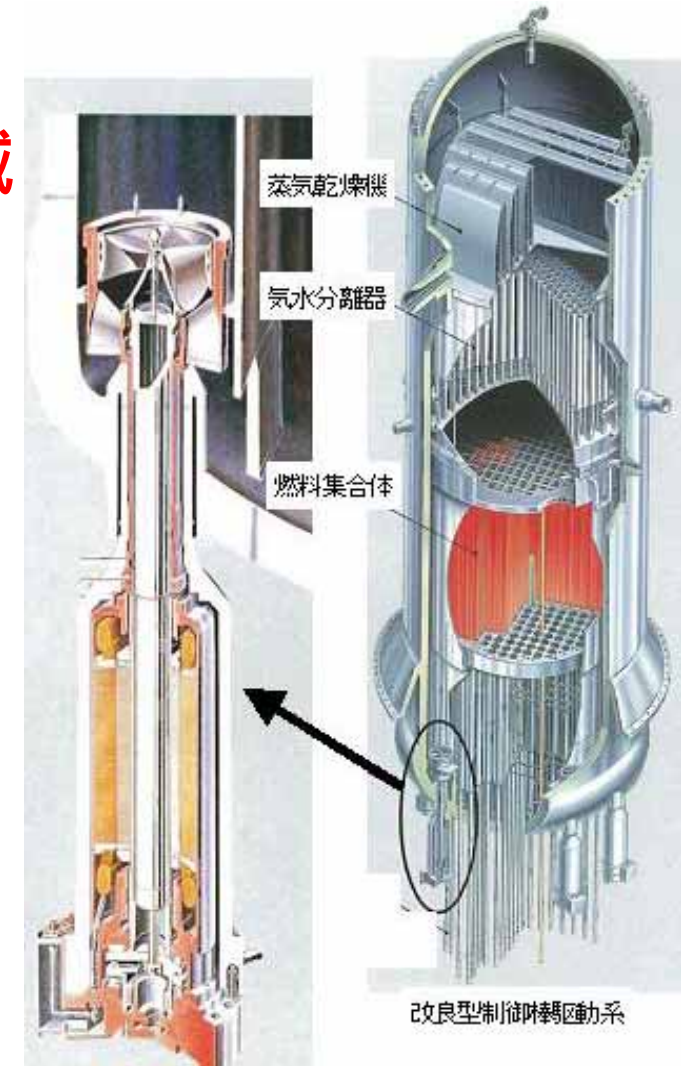
…インターナルポンプの採用など

■ BWRの特徴である**単純さの追求**を開発のコンセプトに

# 要素技術 インターナルポンプ(RIP)

電気事業連合会

- 外部再循環ループの全廃による、  
点検、保守の人工、作業時被ばく線量の低減
- 再循環ポンプの削減による圧力容器の  
低重心化、耐震性向上
- 格納容器の小型化
- 最大口径配管の完全破断においても  
燃料が露出しない設計

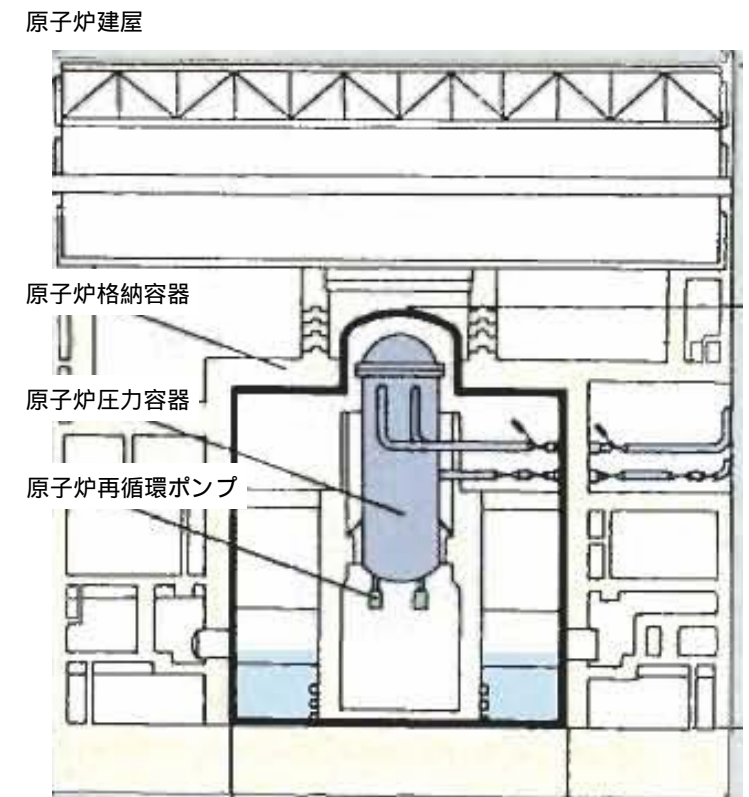




# 要素技術 鉄筋コンクリート製原子炉格納容器(RCCV)

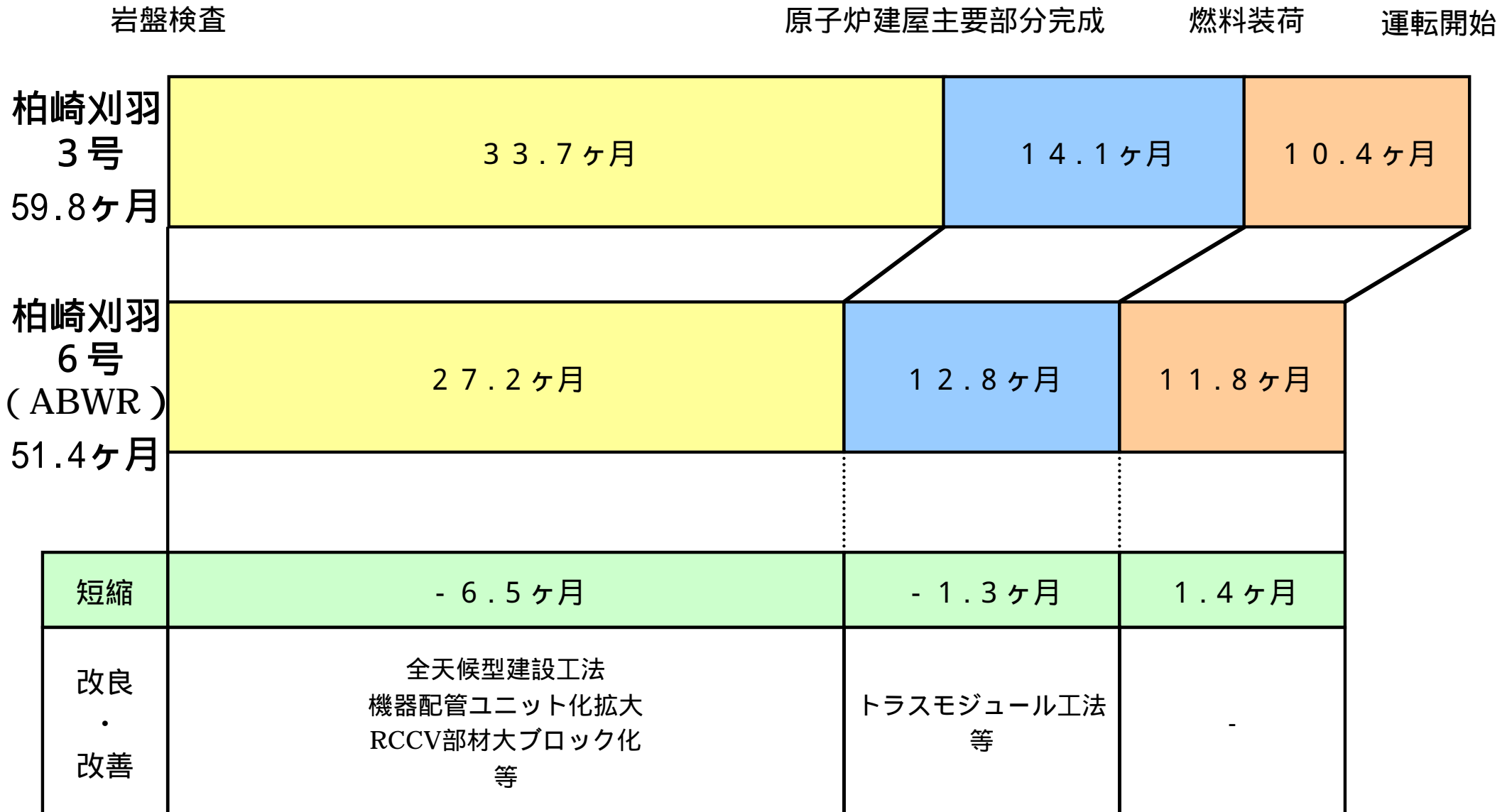
電気事業連合会

- インターナルポンプ採用による原子炉格納容器の**小型化**
- 生体遮蔽壁に耐圧強度を、鋼製ライナーに耐漏洩機能を持たせる**合理化**
- 上部構造物を含む原子炉建屋と**一体構造**として設計、評価
- 鋼製ライナー付鉄筋コンクリート製原子炉格納容器を**建屋と併行して建設**
- 大幅な建設**工程の短縮**



# 建設工程の短縮

電気事業連合会



# 要素技術

## 微調整制御棒駆動機構 (FMCRD)

電気事業連合会

### 【従来】ステップ動作

(引抜き時の反応度変化抑制のため、1回 / 1 制御棒)

#### ➤ FMCRD: 電動駆動連続動作

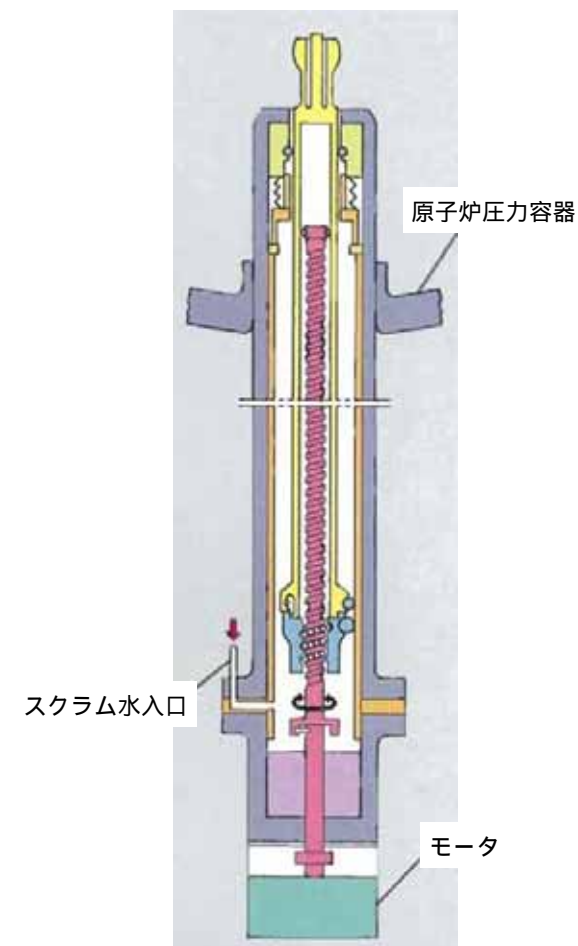
最大26本まで**同時に操作可能**

#### ➤ 複数本同時操作により

**起動時間の短縮と運転自動化を拡大**

#### ➤ 水圧駆動のバックアップとして

電動駆動による挿入で**信頼性を向上**



# 中央制御盤マンマシンインターフェイス改良

電気事業連合会

## 第1世代

1F1 ~ 2F2  
(1971 ~ 1984)

- ・中央集中監視制御の方式
- ・誤操作/誤判断の防止対策を考慮  
(重要計器類の色分け、警報の重要度分類等)

## 第2世代

2F3/4 ~ K3/4  
(1985 ~ 1994)

前世代の特長に加え

- ・主盤・副盤分離により  
運転操作の役割分担
- ・CRTを多用して監視  
体系を充実強化

## 第3世代(ABWR)

K6/7 ~ (1996 ~ )

室内全体を含め総合設計改良

- ・座った状態で監視操作可能な  
コンパクトな主盤
- ・大型表示盤で情報を即時共有
- ・CRT/フラットディスプレイに  
よるタッチオペレーション
- ・警報を集約、階層化
- ・総合デジタル化制御
- ・自動化範囲拡大



福島第一 6号機



福島第二 3号機



柏崎刈羽 7号機

# 国内外の実績

電気事業連合会

## 【国内】

### 運転中(4機)

柏崎刈羽6号機 / 7号機、浜岡5号機、志賀2号機

### 建設中 / 計画中(4機)

島根3号機、大間、東京東通1号機 / 2号機

## 【海外】

### 龍門原子力発電所(台湾) 1号機 / 2号機(建設中)

出力 1350MW

着工 1999年

運開 2009年7月:1号機 2010年7月:2号機

主契約者 原子炉系:GE タービン系:三菱重工 RW系:日立製作所

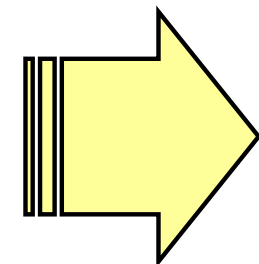
### サウステキサスプロジェクト原子力発電所(米国) 3号機 / 4号機(計画中)

出力 1380MW

着工 2011年

運開 2015年~2016年頃

主契約者 東芝



更なる展開も期待

# 開発の成功要因

電気事業連合会

## ■開発目標

- 運転経験を踏まえた具体的な**技術的開発目標の設定**
- 明確な**採用プロジェクト**の存在(柏崎刈羽6,7号機)

## ■実証性

- 実証性を重んじた基本概念
- 欧米で**実績のある技術**を組み合わせ、その時点で理想的なBWRを指向

## ■経済性

- 競合炉と比肩できる**経済性の達成**

## ■関係機関の適切な協調

- 具体的採用プロジェクトを前提とした電力の関与
- 概念設計、基本設計当初からメーカー3社(GE、東芝、日立)が協力して共同作業を実施
- **規制と推進を一体で**担う研究開発機関(NUPEC)が参画