

# 核融合開発の推進体制 過去の事例について

令和4年 12月  
研究開発局

# 核融合開発の推進体制 過去の事例

- 2008年に核融合エネルギーフォーラム ITER・BA技術推進委員会において、原型炉の開発、建設体制として下記内容が議論、提案された。

＜核融合エネルギーフォーラム ITER・BA技術推進委員会の提案＞

- 商用炉を民間が主体となり建設するためには、核融合炉建設に必要な全ての設計、製作技術の民間への継承が原型炉段階になされる必要。

- 核融合炉の技術分野は多岐にわたり、確実に技術継承するためにはOJT（On the Job Training）を考慮した体制を構築する必要があるが、その体制構築には相当の期間が必要。開発段階から徐々に立ち上げ、建設段階で最適な体制とする必要。

- 民間への技術継承の観点からは、原型炉一式の製作を請負う企業を定め、そこに全ての技術を集約させることが効率的だが、核融合の原型炉段階では機器製作に開発要素が残ることが想定されるため、開発責任まで民間企業（又は企業体）に負わせることは不適切。

- そのため、開発及び建設の責任主体となる「実施機関」を設ける。一方、次の商用炉建設会社の母体となる企業体（以下では「総合調整会社」と呼ぶ）を設立し、そこに実施機関から構造仕様作成及び総合調整業務を発注するという体制とすることが望ましいのではないかと。

- 各機器の開発要素の解決責任は「実施機関」にあるとするものの、各機器の研究開発は「R&D 機関」が担当する。

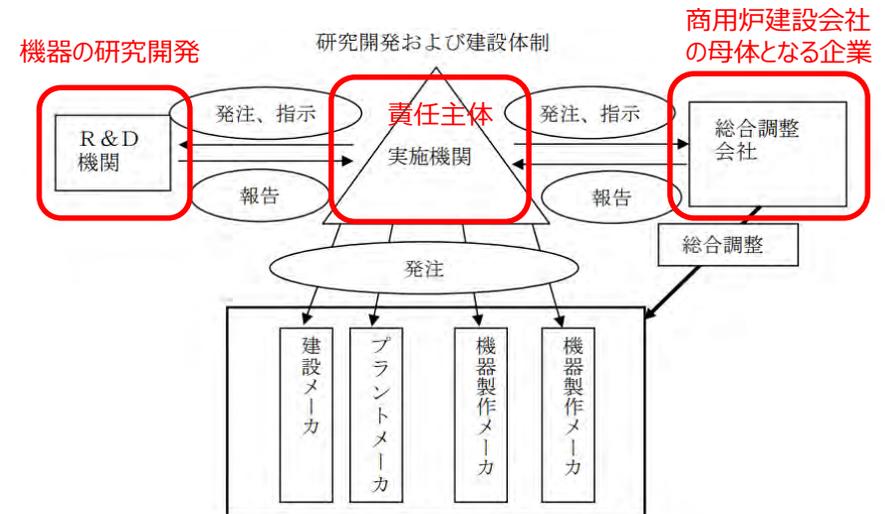


図3 各組織の役割（イメージ図）

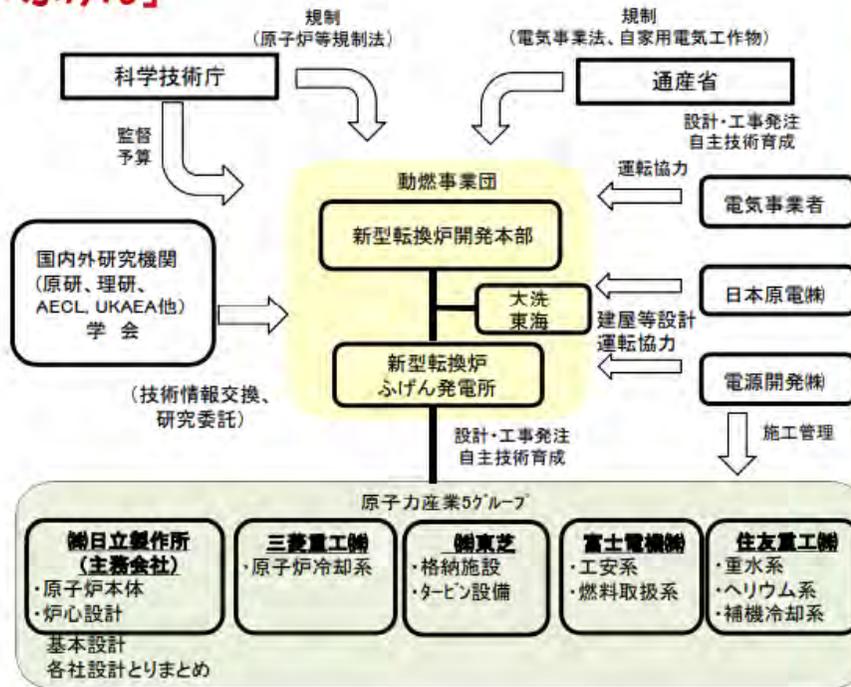
# 原型炉の過去の事例

- 新型転換炉原型炉ふげん、高速増殖原型炉もんじゅの設計・建設運転当初の体制は下記
- 国内外研究機関、電気事業者等からの技術情報交換、設計、運転協力をうけ、動燃事業団（現 JAEA）が主体となり開発

- 「ふげん」「もんじゅ」ともに 産学官の協力体制により開発
- 「ふげん」は設計に一貫性を持たせるため主務会社を置いた
- 「もんじゅ」は主要4社の合同出資による「高速炉エンジニアリング㈱」(FBEC)により各社間調整を実施

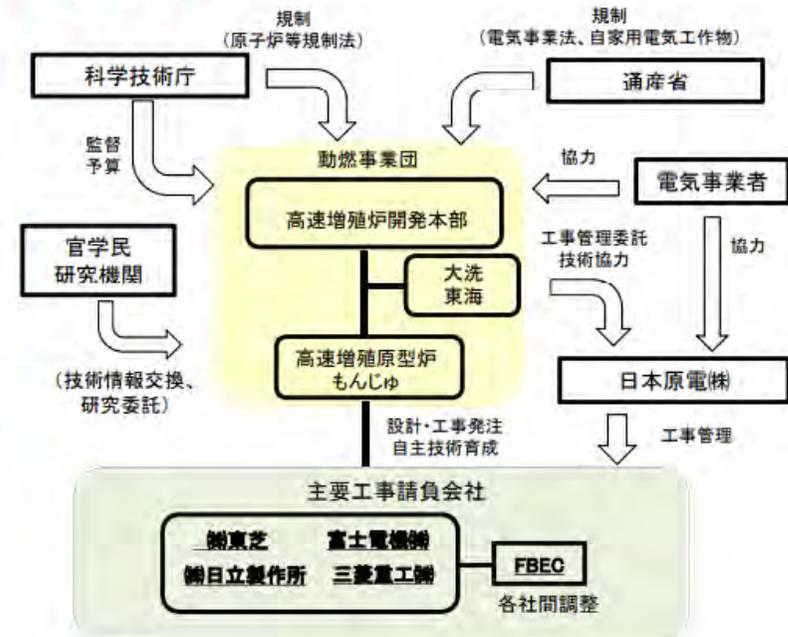
開発体制は  
ほぼ同等と評価

## 「ふげん」



設計・建設、運転当初の開発体制

## 「もんじゅ」



設計・建設、運転当初の開発体制

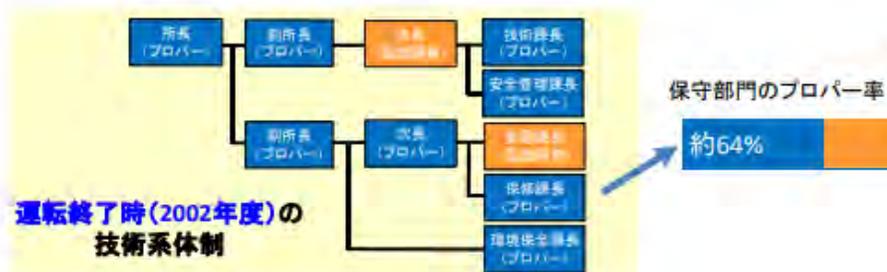
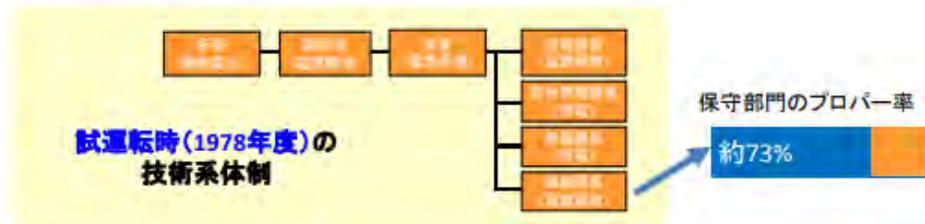
出典：

[https://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2016/06/15/1371601\\_7\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/06/15/1371601_7_1.pdf)

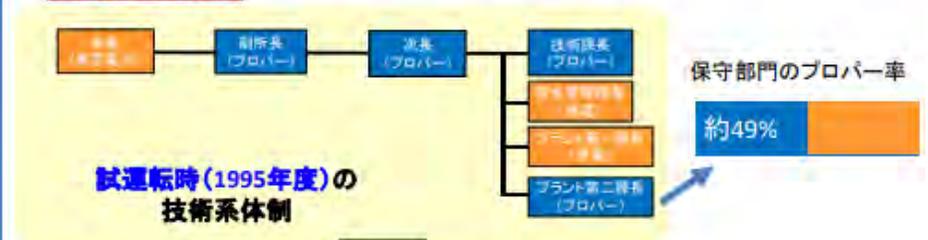
# 原型炉の過去の事例(「ふげん」と「もんじゅ」の組織体制比較)

- 「ふげん」は、試運転時には電力の経験者が現場のライン職制に就き、その下でプロパー職員が技術を習得  
運転終了時には、経験を積んだプロパーがライン職制に就く体制
- 「もんじゅ」は、試運転開始時には電力とプロパーが半々のライン職制の体制  
現在では、ほぼプロパー職員がライン職制に就く体制 (職員層では、保守部門のプロパー率が比較的低い)

## 「ふげん」



## 「もんじゅ」

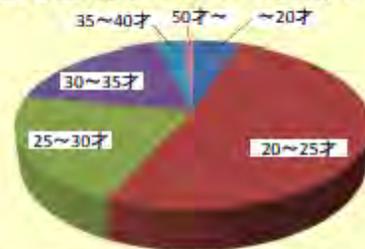


# 原型炉の過去の事例(「ふげん」と「もんじゅ」の要員の経験年数構成)

- 「ふげん」は、試運転時には若手プロパー職員が大半  
⇒ 経験年数の少なかった職員がそのまま運転終了まで従事し、  
結果として運転終了時は、ふげんの現場経験豊富なプロパーが大半を占める
- 「もんじゅ」は、試運転開始時に「ふげん」や「常陽」から職員を集約(幅広い年齢層)  
⇒ 停止期間が長引く間に多くが定年退職/異動となる  
更に要員を大幅に増員したため、もんじゅの現場経験豊富なプロパーの割合が低い

## 「ふげん」

ほとんどのプロパーが若い職員



試運転時(1978年度)の技術系プロパーの年齢構成

試運転時のプロパーがそのまま運転保守に最後まで従事

＜保守部門では20年以上の経験者が約75%＞



運転終了時(2002年度)の技術系プロパーのふげん経験年数

## 「もんじゅ」

「ふげん」や「常陽」から幅広い年齢層の職員を集めた



試運転時(1995年度)の技術系プロパーの年齢構成

経験豊富なプロパーは順次定年退職

＜保守部門では20年以上の経験者は約20%＞



現在(2015年度)の技術系プロパーのもんじゅ経験年数

# 原型炉の過去の事例からの教訓

- **高速増殖原型炉もんじゅの廃止措置決定時に、「もんじゅ」の経験を踏まえた課題と教訓が下記の通り政府において総括され、保全実施体制や、人材育成、責任関係などマネジメントに問題があったと示された。**

《「もんじゅ」の運営に係る問題の検証・総括》

下記、8つの問題が見いだされた。

- ① 拙速な保全プログラムの導入
- ② 脆弱な保全実施体制
- ③ 情報収集力・技術力・保守管理業務に係る全体管理能力の不足
- ④ 長期停止の影響
- ⑤ 人材育成に係る問題
- ⑥ 社会的要請の変化への適応力の不足
- ⑦ 原子力機構の運営上の問題
- ⑧ 監督官庁等との関係の在り方

こうした検証・総括を踏まえ、高速炉開発会議においては、

- (イ) **設計・建設時の縦割りを防ぐとともに、技術的に全体を掌握する幹事会社の特定が必要であること、**
- (ロ) **原子力発電プラントに求められる保守管理を外部からの出向者等に頼らずとも確実に実施できる体制の構築が必要であること、**
- (ハ) 高速炉の実現に向けた道筋が具体的になっていることが必要であること、

といった諸点を今後の実証炉の実現に活用できる教訓として導き出したところである。

このように、「もんじゅ」はプロジェクトの「技術的な内容」に問題があったというよりも、**保全実施体制や人材育成、関係者の責任関係など「マネジメント」に様々な問題があった。**

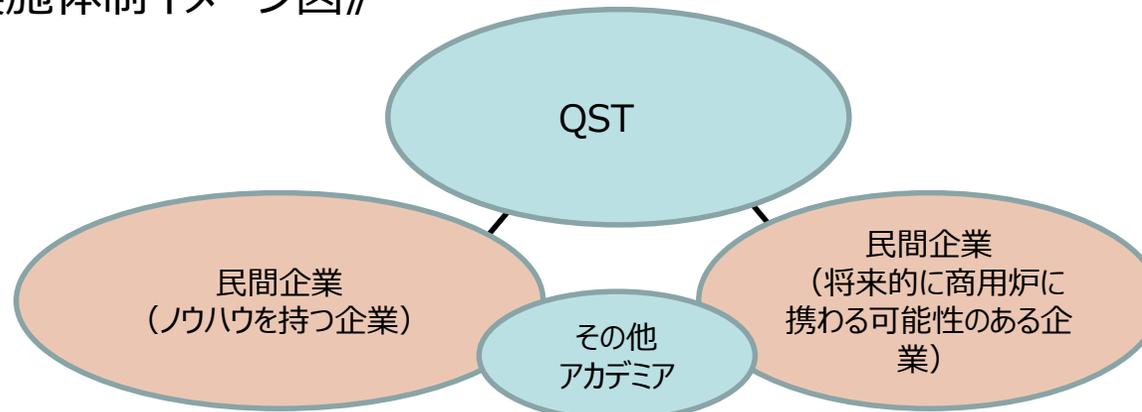
とりわけ、「最先端の研究開発」と「安全な発電事業の実施」という二つの性格が異なる要素が混在する難しいプロジェクトの遂行にあたって、**発電用原子炉としてふさわしい品質保証・保守管理に関する検討や理解が不十分であったといった点に問題があった。**

# 原型炉に向けた実施体制について

過去に検討されていた核融合原型炉の開発、建設体制や、文科省が過去に進めてきた原型炉の実施体制の教訓を踏まえ、

- 核融合原型炉の体制は、
  - ・ 責任体制の明確化
  - ・ 実施体制においては、原子力商用炉の運転経験者からの人材の受け入れを図るが、運転時に原子力発電プラントに求められる保守管理を外部からの人材等に頼らずとも確実に実施できる体制を構築すること等を意識し、
- 現在ITER計画国内機関として原型炉も見据えた核融合開発を行っているQSTを中心としつつ
- 将来の商用炉を見据えて民間に技術継承するためにも、
  - ・ ITERで培われたノウハウを持つ企業
  - ・ 将来の商用炉建設に携わる可能性のある企業が組織として参加するような実施体制が必要ではないか

《原型炉実施体制イメージ図》



以下、参考資料

## 核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略

(2008年6月 核融合エネルギーフォーラム ITER・BA技術推進委員会)

### 3-2 原型炉の開発及び建設体制の例

初代の商業炉を民間が主体となって建設するためには、核融合炉建設に必要な全ての設計、製作技術の民間への継承が原型炉段階になされる必要があるため、その建設段階において、ITER、BAプロジェクト及び原型炉の開発段階で培われた技術の民間への継承を可能とする建設体制を構築し、建設後はその技術が失われない期間（10年程度）のうちに速やかに商業炉段階へと移行する必要がある。核融合炉の設計技術分野は多岐にわたり、確実に技術継承するためにはOJT (On the Job Training) を考慮した体制を構築する必要があるが、そのような体制構築には相当の期間が必要とされるため、開発段階から徐々に立ち上げ、建設段階で最適な体制とする必要があるだろう。

民間への技術継承の観点からは、原型炉一式の製作を請負う企業（又は企業体）を定め、そこに全ての技術を集約できるよう、原型炉一式を発注し、各機器の構造仕様を作成させ、取りまとめさせることが効率的ではあるが、核融合の原型炉では建設段階においても各機器の製作に開発要素が残ることが想定されるため、その開発責任まで民間企業（又は企業体）に負わせることは適切とは言えない。

そこで、本提案例では、開発及び建設の責任主体となる「実施機関」を設ける。一方、次の商用炉建設会社の母体となる企業体（以下では「総合調整会社」と呼ぶ）を設立し、そこに実施機関から構造仕様作成及び総合調整業務を発注するという体制とすることで、民間に核融合炉の設計及び取りまとめ技術を継承しながら建設を進めてゆくという体制とすることが望ましいのではないかと考える。その場合、各機器の開発要素の解決責任は「実施機関」にあるとするものの、各機器の研究開発は「R&D 機関」が担当する。ここで「R&D 機関」には、独立性を確保した「実施機関」の研究開発部門、大学や産業界、および関連する研究機関などが相当する。それぞれの役割と責任をまとめると以下ようになる。

## (参考) 核融合開発の推進体制 過去の事例 (関連箇所抜粋)

### 核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略

(2008年6月 核融合エネルギーフォーラム ITER・BA技術推進委員会)

実施機関： ITER及びBAプロジェクトの成果を継承して、炉全体及び各機器の基本設計を行い、「総合調整会社」に発注し、技術指導して、構造仕様を作成させる。それを基に発注仕様書を作成し、自らの責任で機器を発注する（国内に確保すべき技術を有する案件の発注においては、国内企業又は企業体に留意する）。発注後は「総合調整会社」に総合調整業務を発注するが、実施の責任を負う。また、開発段階から建設終了まで一貫して、各機器の開発要素解決の責任を負い、必要なR&Dを「R&D機関」に発注する。更に、建設終了後は原型炉の運転及び目標達成の責任を負う。

総合調整会社： 次の商用炉建設会社の母体となる企業体で、原型炉建設に向けてその準備段階（基礎設計 段階の後半か工学設計段階）から徐々に立ち上げる。実施機関が作成した基本仕様をもとに、各機器相互の整合性まで考慮した構造仕様を作成し、発注仕様書の作成を支援する。発注後は総合調整業務を受注し、各機器・設備の取り合い調整、工程計画と工程調整、現地工事及び試験・検査の計画と調整を実施すると同時に、建設段階において機器製作上残された開発要素を「実施機関」に報告する。

R&D機関： 実施機関のR&D部門に加え、大学、産業界、関連研究機関も含む。「実施機関」と各機器の開発要素解決のためのR & Dの契約を取り交わし、必要なR & Dを実施する。建設終了後は「実施機関」と共に原型炉の運転と目標達成に協力する。

メーカー等： 各企業の判断により、「総合調整会社」設立及びその会社への人材供出、「実施機関」から発注される案件（特に国内に確保すべき技術を有する案件）の受注、設計、製作、「R&D機関」から発注される開発案件の開発に貢献する。

# (参考) 核融合開発の推進体制 過去の事例 (関連箇所抜粋)

## 核融合エネルギー実用化に向けたロードマップと技術戦略

(2008年6月 核融合エネルギーフォーラム ITER・BA技術推進委員会)

各組織の役割分担

	プロジェクト管理	基本設計	詳細設計	発注	R & D	製作設計	製作設計確認	製作	受入検査	建設	建設管理	総合試験(試運転)	検収	本格運転	商用炉建設会社
実施機関	○	○		○								○	○	○	
総合調整会社	○		○				○		○		○	○			○
R&D機関					○							○		○	
メーカー等						○		○		○		○			

研究開発および建設体制

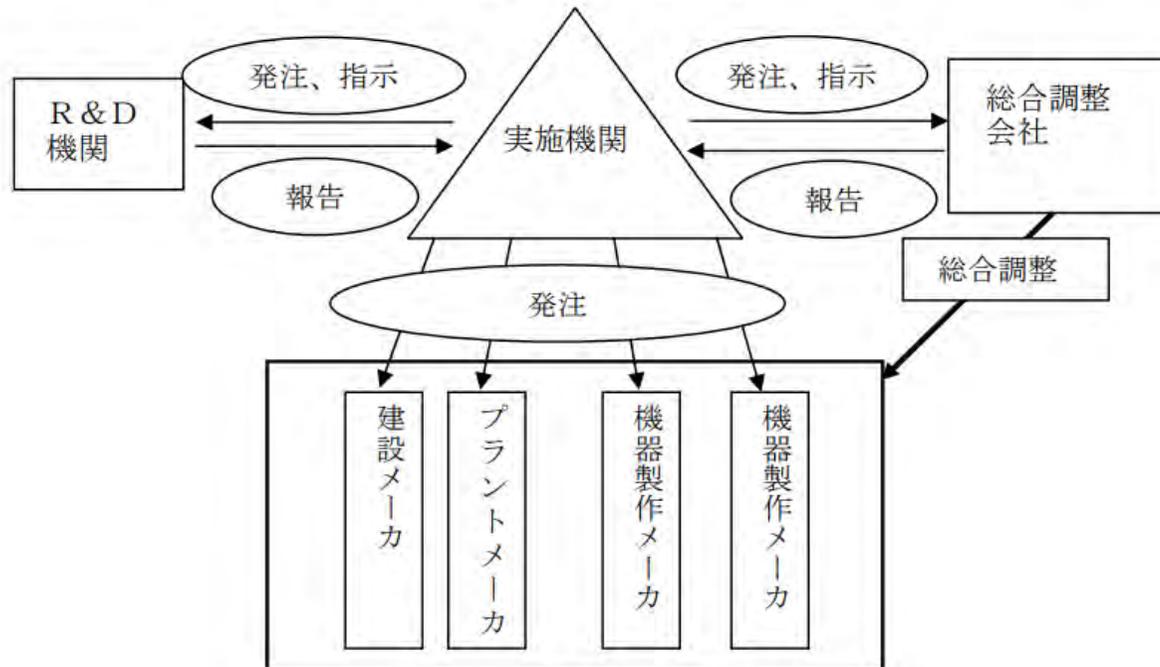


図3 各組織の役割(イメージ図)