MOVE THE WORLD FORWARD　MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES GROUP

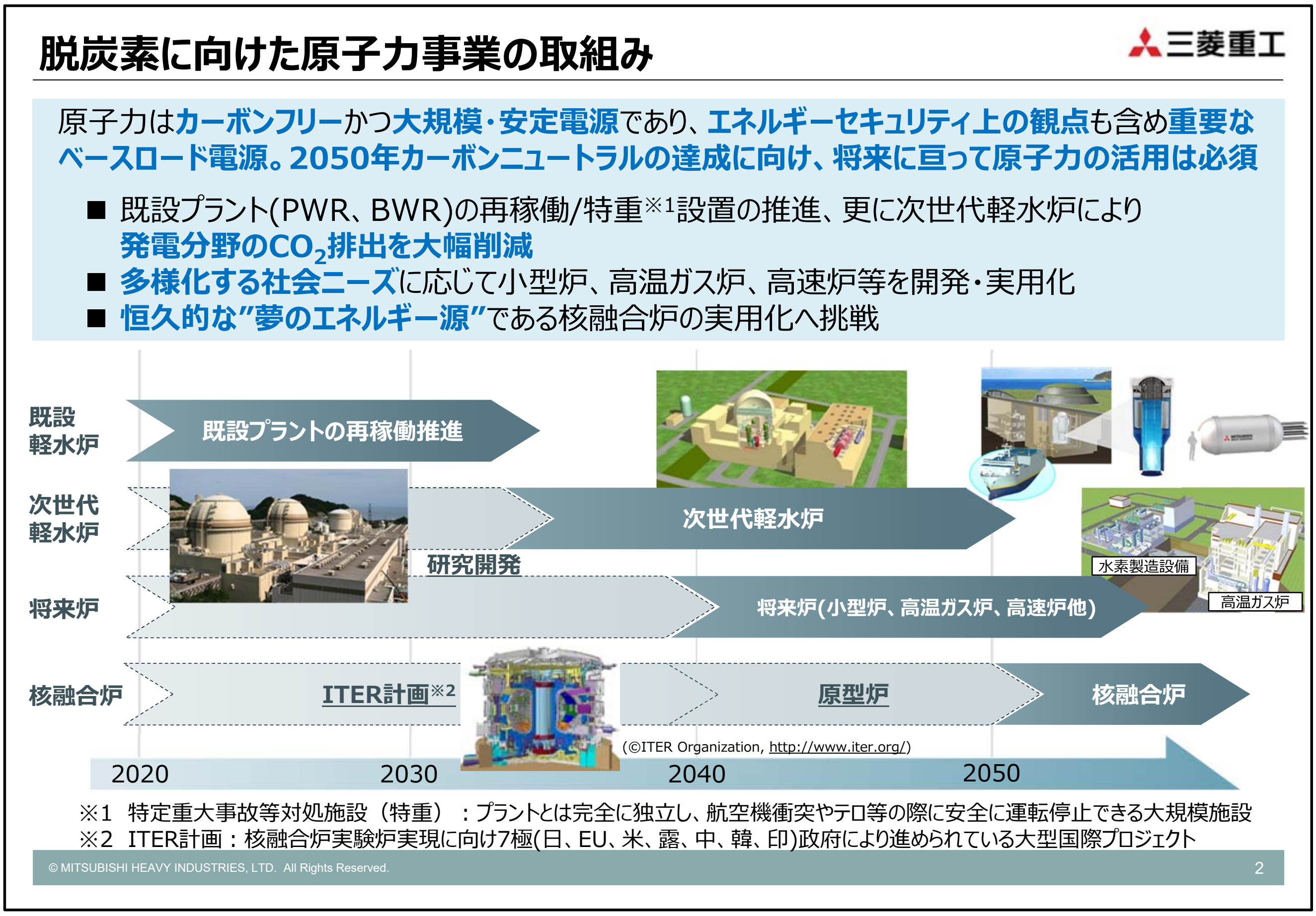
脱炭素に向けた原子力事業の取組み

常務執行役員
原子力セグメント長

加藤 顕彦

原子力セグメント長の加藤です。

脱炭素に向けた当社原子力事業の取組みについて、説明します。



原子力はカーボンフリーかつ大規模・安定電源であり、エネルギーセキュリティ上の観点も含め重要なベースロード電源です。そのため、2050年カーボンニュートラルの達成に向け、将来に亘って原子力の活用は必須と考えています。その認識のもと、当社原子力事業の取組みの概要を2ページに示します。

まず、当面は、既設プラントの再稼働並びに特定重大事故等対処施設設置の推進に注力していきます。併行して、2030年代半ばの実用化を目指して次世代軽水炉の開発に取り組んでいきます。カーボンフリー電源である原子力を一定規模確保し、発電分野でのCO2排出の大幅削減に貢献したいと考えています。
さらに、多様化する社会のニーズに原子力技術で応えるべく、小型炉、高温ガス炉、高速炉等といった将来炉の開発・実用化を進めていきます。
また、長期的視野にたち、恒久的な夢のエネルギー源である核融合炉の実用化に向けても挑戦していきます。

以上の様に、2050年、更にはその先も見据えた長期的な視野に立ち、脱炭素に向け、CO2を排出しないエネルギー源である原子力を有効活用するべく、現時点から着実に事業の取組みを進めていきます。

原子力に係る当面の取組み

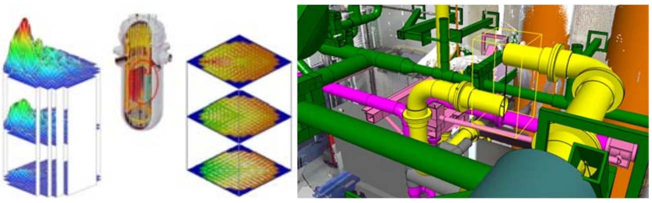
三菱重工

既設プラント再稼働/特重設置の推進

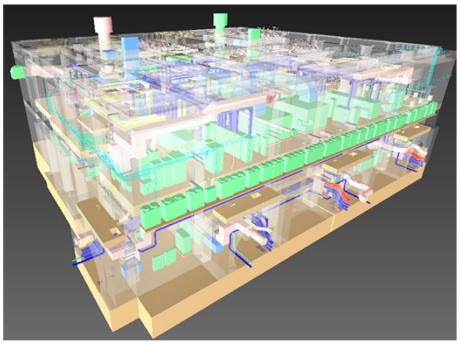
- **世界最高水準の国内新規制基準に適合**させるべく、**各種解析・評価・試験等により電力事業者を支援**
- **PWR(当社建設プラント)のみならずBWRも含め、再稼働に向け多数の安全対策※工事、特重設置を推進中**

※安全設備/電源設備の強化、自然ハザードに対する耐性強化(耐震補強、竜巻対策)等

【解析例(安全解析/耐震評価(配管))】



【特定重大事故等対処施設(イメージ)】



【試験例(耐震試験)】

【安全対策例(電源強化)】

非常用ガスタービン発電機

PWR: Pressurized Water Reactor　BWR: Boiling Water Reactor

© MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved.

3

それでは、各取組みについて、もう少し詳細に説明します。

まずは当面の取組みである既設プラントの再稼働、特定重大事故等対処施設設置の推進についてです。

東日本大震災以降、原子力発電所に対する規制基準は世界最高水準に強化されました。その新規制基準に適合させるべく、3ページに示しているような安全解析、耐震評価、耐震試験等を実施して電気事業者を支援しています。

さらに、非常用ガスタービン発電機設置による電源強化といった各種安全設備の強化や、耐震補強・竜巻対策といった自然ハザードに対する耐性強化等再稼働に必要な各種の安全対策工事を実施しています。現時点で当社建設プラントであるPWR 9基の再稼働を達成し、さらに、右に示す、大規模施設である特定重大事故等対処施設の設置も進めています。

引き続き、PWRのみならずBWRも含め、再稼働に向けた多数の安全対策工事、特重設置を推進し、残るプラントの早期再稼働に貢献します。

原子力に係る当面の取組み

三菱重工

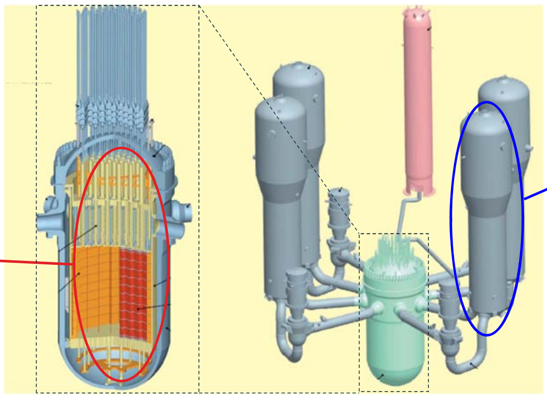
既設プラント再稼働後の保全

- ■ 再稼働後の60年運転を見据え、**大型保全工事(SGR,CIR,CBR他※)**を計画的に実施
- ■ 更に、**継続的な安全性向上に向けた評価や最新知見/技術を取り入れた保全等**を実施

⇨ **プラントの安全･安定運転**に貢献

【大型保全工事例】 ※ SGR：蒸気発生器取替工事、CIR：炉内構造物取替工事、CBR：中央制御盤取替工事

【炉内構造物取替工事】(CIR)



【蒸気発生器取替工事】(SGR)

【中央制御盤取替工事】(CBR)
最新デジタル制御技術の適用

© MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved. 4

再稼働したプラントは安全・安定運転をしていくことが重要です。

再稼働後は、60年運転を見据え、大型保全工事を計画的に実施します。4ページには大型保全工事の例を示しています。炉内構造物取替工事、蒸気発生器取替工事といった大型機器の取替工事や、最新デジタル制御技術を適用する中央制御盤取替工事があります。

さらに、新規制基準で要求されている継続的な安全性向上に向けた評価や最新知見/技術を取り入れた保全等も実施することになります。電気事業者を支援し、プラントの安全・安定運転に貢献していきます。

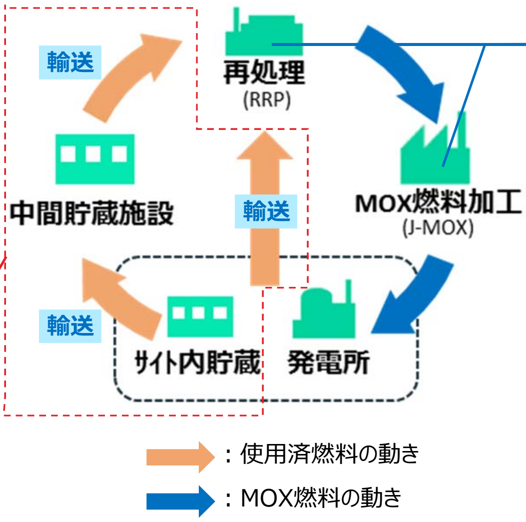
原子力に係る当面の取組み

三菱重工

燃料サイクル確立

■**燃料サイクル確立**が重要であり、**六ケ所再処理工場(RRP)、MOX燃料加工工場(J-MOX)の早期竣工**に向け、**主幹会社として工事推進中**
■使用済燃料の再処理までの中間貯蔵対策として、**輸送・貯蔵兼用キャスク(設計/製造他)**も積極的に対応
⇒**六ケ所施設竣工後の安全・安定運転**も支援するべく、**竣工後の保全計画策定**を推進

■型式証明/指定取得済
■実機製造(量産準備完了)



【再処理工場】

【MOX燃料加工工場】

■早期竣工対応
■サイクル施設の安全・安定運転

© MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved.
5

原子力発電を活用していくためには、燃料サイクルを確立させることも重要です。

5ページの図をご覧ください。燃料サイクルとは、発電所で使用された使用済燃料を再処理工場へ輸送して再処理を行い、その後MOX燃料加工と進め、発電所へ再度燃料を供給する一連の流れを示しており、核燃料資源の有効活用として重要です。

このサイクルを早期に確立させるべく、現在建設中の再処理工場、MOX燃料加工工場の早期竣工に向け主幹会社として工事を推進しています。また、再処理までの使用済燃料の中間貯蔵対策である輸送・貯蔵兼用キャスクは、既に型式証明等を取得、量産準備も完了しており、電力事業者の計画に沿って設計、製造を進めていきます。

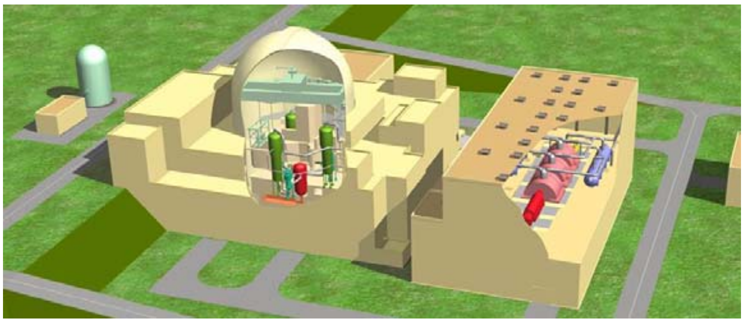
六ケ所施設の竣工後の安全・安定運転も支援するべく、竣工後の保全計画策定についても事業者を支援していきます。

原子力に係る将来に向けた取組み

三菱重工

次世代軽水炉プラント(世界最高水準の安全炉の実現)

- 原子力は、将来に亘って、**カーボンフリーかつエネルギーセキュリティーの観点から必要とされる**と認識
- **高い経済性**に加え、**革新技術の適用による世界最高水準の安全炉**の研究開発を推進中(2030年代半ばの実用化を目標)



- 福島第一事故を踏まえ、あらゆる災害に対する安全性を強化
- 最新の知見や革新技術を導入し、従来にない新しい安全コンセプトを実現
  ⇒例：住民避難の不要化

⇒ **世界最高水準の安全炉**

- 国内の原子力産業基盤の維持･活用

© MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved. 6

6ページからは将来に向けた取組みを紹介します。

まずは次世代軽水炉プラントについて説明します。原子力は将来に亘って必要とされるとの認識の下、高い経済性に加え、革新技術の適用による世界最高水準の安全炉を実現するべく、電気事業者と意見交換しながら研究開発を推進しています。福島第一事故を踏まえ、あらゆる災害に対する安全性を強化するだけでなく、最新の知見や革新技術を導入し、従来にない新しい安全コンセプトを実現していきます。

その一例が、住民避難の不要化です。万一の事故が発生した場合においても、放射性物質が発電所外へ放出されることを防止し、住民避難を不要化するという革新的な安全コンセプトです。

今までに築いてきた国内の原子力産業基盤の維持・活用も念頭に置きつつ、2030年代半ばの実用化を目指して安全炉の開発を進めていきます。

原子力に係る将来に向けた取組み

三菱重工

将来炉(多様化する社会ニーズへの適用)

- 原子力エネルギーは発電のみならず、熱利用、僻地/離島/宇宙開発等へのエネルギー供給等、**多くのポテンシャルを保有**
- 当社も**多様化する社会ニーズへの適用**を見据えた将来炉の研究開発を推進中

小型炉/マイクロ炉(多目的電源)

- 発電炉に加え、災害地/僻地/離島/宇宙開発等へのエネルギー供給も可能とするモバイル炉を検討

主機一体型原子炉
(原子炉容器と蒸気発生器を一体化)

【軽水小型炉(発電炉/舶用炉)】

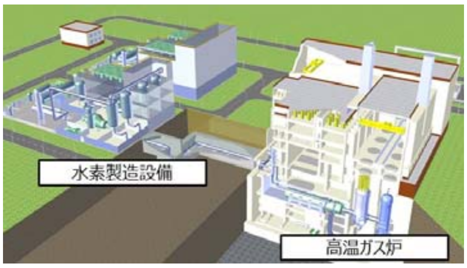
災害地　エネルギーセキュリティ(備蓄)

宇宙　僻地/極地

【マイクロ炉(コンテナ収納型)】

高温ガス炉(水素製造)

- 900℃以上の高温の核熱を利用
- 大量かつ安定的に水素を生成、水素還元製鉄によりCO_2発生を防止



© MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved. 7

次に、将来炉について説明します。

原子力エネルギーは発電のみならず、熱利用や僻地、離島、宇宙開発等へのエネルギー供給等、多くのポテンシャルを保有しています。多様化する社会ニーズへの適用を見据え、国のイノベーション事業のもとで将来炉の研究開発を進めています。

7ページの図をご覧ください。左は小型炉、マイクロ炉です。小規模グリッドに対する分散型電源としての発電炉に加え、災害地/僻地/離島/宇宙開発等へのエネルギー供給も可能とするモバイル炉として開発を進めています。

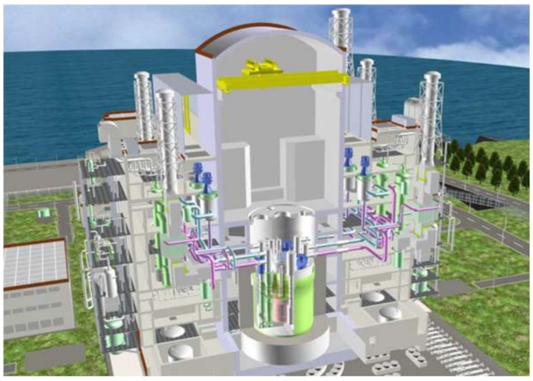
右は高温ガス炉です。高温ガス炉による900℃以上の高温の核熱を利用し、大量かつ安定的に水素を生成します。生成した水素は、例えば水素還元製鉄に活用しCO2発生を防止する等を考えています。製鉄業界と連携して技術開発を進めていきます。

原子力に係る将来に向けた取組み

三菱重工

高速炉(発電炉)

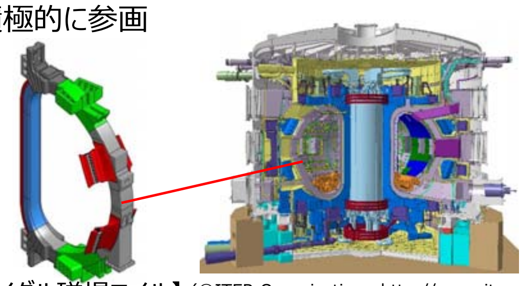
- ■ 高速中性子による核分裂反応をエネルギー源とした発電炉
- ■ 核燃料資源の有効活用や高レベル放射性廃棄物の減容等に利用可能
- ■ 国際協力(日仏/日米協力等)含め開発推進中



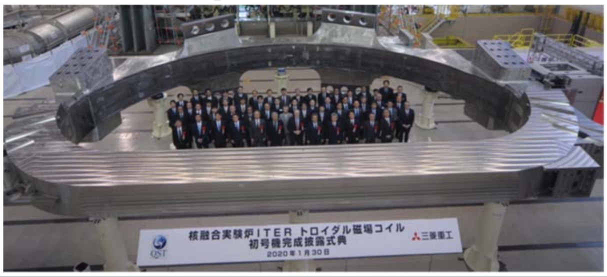
(出典：令和元年度　高速炉の国際協力等に関する技術開発)

核融合(ITER計画)

- ■ 世界に先駆けトロイダル磁場コイル初号機を出荷し、主要機器の製造に貢献
- ■ 核融合実現に向け必要な研究開発等にも積極的に参画



【トロイダル磁場コイル】(©ITER Organization, http://www.iter.org/)



© MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. All Rights Reserved.

8ページの図をご覧ください。

左は高速炉です。高速炉は、軽水炉とは異なり高速中性子による核分裂反応をエネルギー源とした発電炉で、核燃料資源の有効活用や高レベル放射性廃棄物の減容等に利用することができます。原子力を有効活用していく上で、技術選択肢を複数保有するのは望ましいことです。当社は国から高速炉開発の中核企業に選定されており、国の予算措置のもと国際協力含め開発推進中です。

右が核融合炉です。現在はITER計画に参画し、主要機器の製造を対応しており、世界に先駆け核融合実験炉ITERの主要機器であるトロイダル磁場コイル初号機を完成させ、出荷しました。
下の写真は今年1月の完成式典時のものですが、大型の構造物に対する極めて高精度の製作を実現したことで、当社の技術力の高さが評価されたと自負しています。
今後は、必要な研究開発等に積極的に参画し、核融合炉実現に向け挑戦をしていきたいと思います。

以上、脱炭素に向けた当社の原子力事業の取組みについて説明しました。
原子力産業界におけるリーディングカンパニーの自負の下、脱炭素に向けて技術開発並びに実用化を着実に推進していきます。

MOVE THE WORLD FORWARD

MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP