

## トレンド

# 原子力活用に対する東芝グループの取り組み

### Toshiba Group's Approaches to Effective Utilization of Nuclear Power

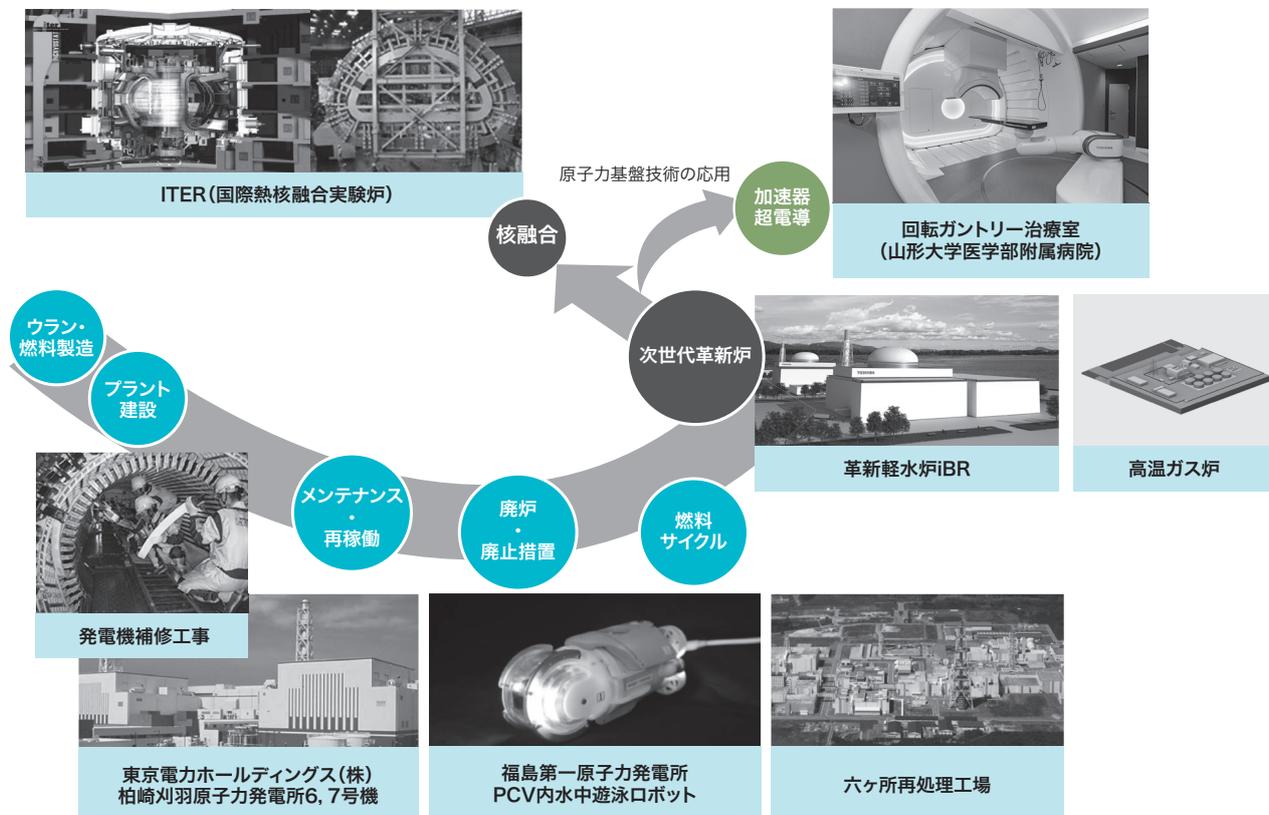
薄井 秀和 USUI Hidekazu   萩原 剛 HAGIWARA Tsuyoshi

我が国では、2030年度の温室効果ガス46%削減や2050年のカーボンニュートラル実現を目指し、安定的で安価なエネルギー供給の課題に対して、需給構造を転換するグリーントランスフォーメーション(GX)を掲げており、GXの実現には原子力の活用が重要な役割を担っている。また、近年はエネルギー安全保障の観点でも原子力への期待が高まってきている。

これらの社会的なニーズに応えられるよう、東芝グループは、プラント建設・燃料供給から、運転・保守サービスの提供、次世代革新炉や原子力応用技術の開発に至るまで、幅広い事業を展開・推進することで、GX実現に寄与していく。

Toward the reduction of greenhouse gas emissions by 46% in FY2030 and the achievement of carbon neutrality by 2050, the Japanese government is promoting green transformation (GX) with the objective of reforming the country's energy supply and demand structure and ensuring stable and economical energy supplies. The effective utilization of nuclear power is an important factor in achieving this objective. In addition, the role of nuclear power has become increasingly significant from the viewpoint of energy security in recent years.

The Toshiba Group is responding to these social requirements by making efforts to contribute to the realization of GX by promoting the development and expansion of a wide variety of businesses related to nuclear power. These include (1) construction of plants and supply of fuel, (2) provision of operation and maintenance services, and (3) development of next-generation innovative reactors and nuclear applications.



特集の概要図。原子力活用に対する東芝グループの取り組み

Toshiba Group's approaches to utilization of nuclear power

## 1. まえがき

温室効果ガスの排出による地球温暖化や気候変動を防止するため、我が国は2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言した。また、昨今ではロシアのウクライナ侵略に起因するエネルギー需給のひっ迫などの影響で、国内外においてエネルギー安定供給の重要性が高まり、安全性(Safety)を大前提として、自給率(Energy Security)、経済効率性(Economic Efficiency)、及び環境適合(Environment)を同時達成する「S+3E」の取り組みが、一層重要になってきた。これらを背景として、内閣官房主導で進めていたGX実行会議<sup>(1)</sup>や各省における審議会などで取りまとめた「GX実現に向けた基本方針」では、国民生活及び社会・経済活動の根幹である安定的で安価なエネルギー供給を最優先課題とし、エネルギー危機に耐え得る強靱(きょうじん)なエネルギー需給構造に転換していくことを掲げている。特にエネルギー供給においては、足元の危機を乗り越えるためにも、再生可能エネルギー(以下、再エネと略記)だけではなく、安定供給に有効な原子力なども含めて、カーボンニュートラルを実現できる電源を最大限活用することがポイントである。

出力が安定的であり、自律性が高い原子力発電は、カー

ボンニュートラル及び「S+3E」実現に向けたベースロード電源としての重要な役割を担う。2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画<sup>(2)</sup>では、**図1**に示すように2030年度電源構成に占める原子力比率の20～22%達成を掲げている。目標達成には、既設原子力発電所の再稼働が急務であり、その前提として東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所事故の反省と教訓を生かし、規制要求に加え、自主的に安全性を向上し続けていくことが重要である。また、持続的な原子力活用のためには、核燃料サイクルの推進など、バックエンド問題を進展させ、並行して新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発にも、原子力プラントメーカーとして取り組む必要がある。

ここでは、これらを実現するための、東芝グループの技術開発について述べる。

## 2. 既設原子力発電所・原子燃料サイクルへの取り組み

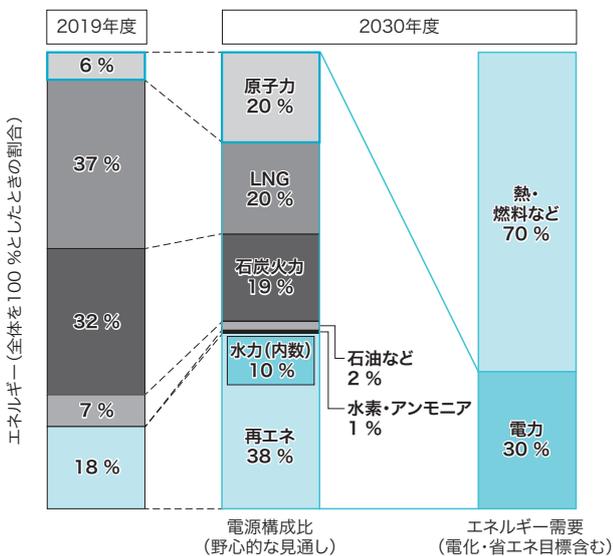
東芝グループは国内黎明(れいめい)期から原子力産業に携わり、現在に至るまでその技術・ノウハウを蓄積してきた。また、大型プロジェクトにおけるオンスケジュール・オンバジェット遂行能力や、サプライチェーンマネジメントなどのEPC(設計、調達、建設)事業に強みを持つ。現在、原子力事業を管轄する東芝エネルギーシステムズ(株)を中心として、**特集の概要図**に示すとおり、プラント建設・燃料供給から、運転・保守サービス、次世代革新炉の開発、原子力基盤技術の応用に至るまで幅広い事業を展開している。

福島第一原子力発電所においては、安全性と信頼性に優れた計画・設計・製造・工事・サービスを迅速に提供し、高線量・高汚染の現場に対応できるエンジニアリング・施工技術を強みとして、廃炉・汚染水対策に貢献している(この特集のp.6-10参照)。

2030年度電源構成に占める原子力比率20～22%達成の鍵となる再稼働への取り組みは、**図2**に示すとおり、安全性向上のために、事業者及び協力企業と一丸となって難易度の高い工事を遂行している。例えば、東北電力(株)女川原子力発電所2号機では、既往の工事工程管理にデジタル化技術などを取り入れて、工事の効率化を図っている(同p.11-14参照)。

また、再稼働後を見据えて、今まで蓄積したプラント運転・保全データやノウハウを活用し、運用・メンテナンス(O&M)の最適化や、安全性向上、予防保全などの技術的オピニオンリーダーとして事業者を支援できるよう準備を進め、プラントの安定運転や発電所の運営効率化に貢献している(同p.15-18参照)。

将来にわたって、原子力発電によるエネルギーを安定的に



LNG:液化天然ガス

\*経済産業省 資源エネルギー庁、「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」<sup>(2)</sup>を基に作成

**図1. 2030年度の原子力発電の一次エネルギー供給に占める割合**

第6次エネルギー基本計画では、2030年度の電源構成に占める原子力比率を20～22%に引き上げることで、電力の安定供給を実現することを目標としている。

Projected share of nuclear power generation in Japan's primary energy supply in FY2030

供給するためには、使用済み燃料を再処理し、燃料として使える成分を回収・再利用する原子燃料サイクルの確立が求められている。東芝グループは、その中核を担う日本原燃（株）六ヶ所再処理工場のしゅん工に向け、新規規制基準に適合した設備の評価・改造を進めている（同p.19-22参照）。

### 3. 次世代革新炉開発への取り組み

原子力の長期的かつ持続的な活用によるエネルギー安定供給とカーボンニュートラルの実現には、既設炉だけではなく、将来を見据えた原子力発電所の建て替えや、新規建設が必要である。東芝グループは、軽水炉の安全システム開発技術や、高速炉及び高温工学試験研究炉の設計・建設・試験・運転など、豊富な実績を持っており、その知見を生かし、2種類の次世代革新炉の開発に注力している（図3）。

まず一つ目は、大容量発電が可能な次世代革新炉として、世界最高水準の革新的安全性を持つ革新軽水炉 iBR<sup>(注1)</sup> である。iBRは深層防護を考慮した安全設計により、緊急避難・長期移住を不要とし、静的安全系による7日間のグレースピリオド（運転員の操作が不要で安全を確保できる期間）を実現できるベースロード電源である。建設実績のあ

るABWR（改良型沸騰水型原子炉）をベースとすることで、建設実現性と経済性を高めている（この特集のp.23-26参照）。

二つ目は、プラント固有の高い安全性を持ち、多目的利用が可能な高温ガス炉である。この高温ガス炉は、高温蓄熱槽接続発電方式を採用することで、負荷変動（出力制御）を実現することが可能である（同p.27-30参照）。

これら2種類の次世代革新炉の開発を進め、建設を実現することで、安定的なエネルギーの供給と、負荷変動にも対応できる無駄のない原子力発電を実現する。

### 4. 海外原子力発電への貢献

海外でも、カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の観点から、原子力発電の新設需要が高まっている。建設実績のあるAP1000, APR1400, EPRなどの大型軽水炉に加え、SMR（小型モジュール原子炉）や非軽水炉の革新炉など、多数の建設計画が表明されている。また、海外ではプラントの寿命延長がトレンドともなっており、原子力発電所の寿命延長や安定運転に寄与する技術も求められている。

東芝グループには、加圧水型原子力発電所向け蒸気タービン・発電機をはじめとした大型機器の供給や、O&Mサービスを提供してきた豊富な実績がある。グローバルスタ

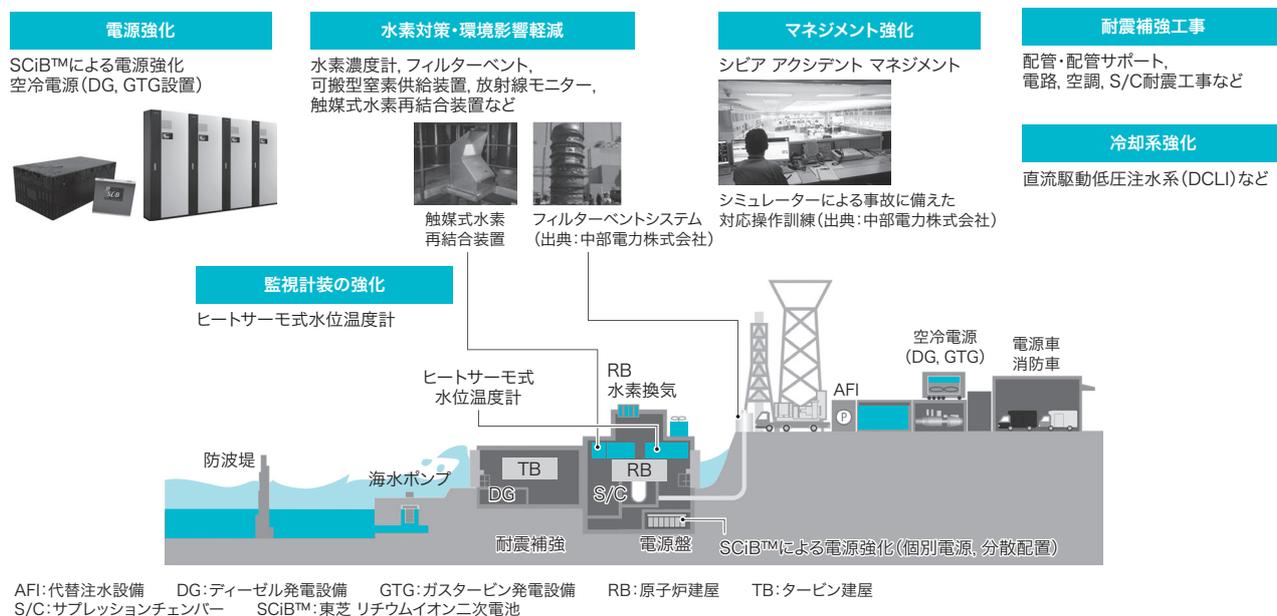


図2. 再稼働に向けた安全性向上対策工事の具体例

東芝グループは、国内原子力発電所の再稼働に向けて、多種多様な安全対策工事を実施している。

Examples of countermeasures to enhance safety for restarting of nuclear power stations

(注1) 従来はiB1350という名称を使用していたが、電気出力800～1,600 MWのラインアップが可能であるため、出力を限定しないiBRという名称に変更した。

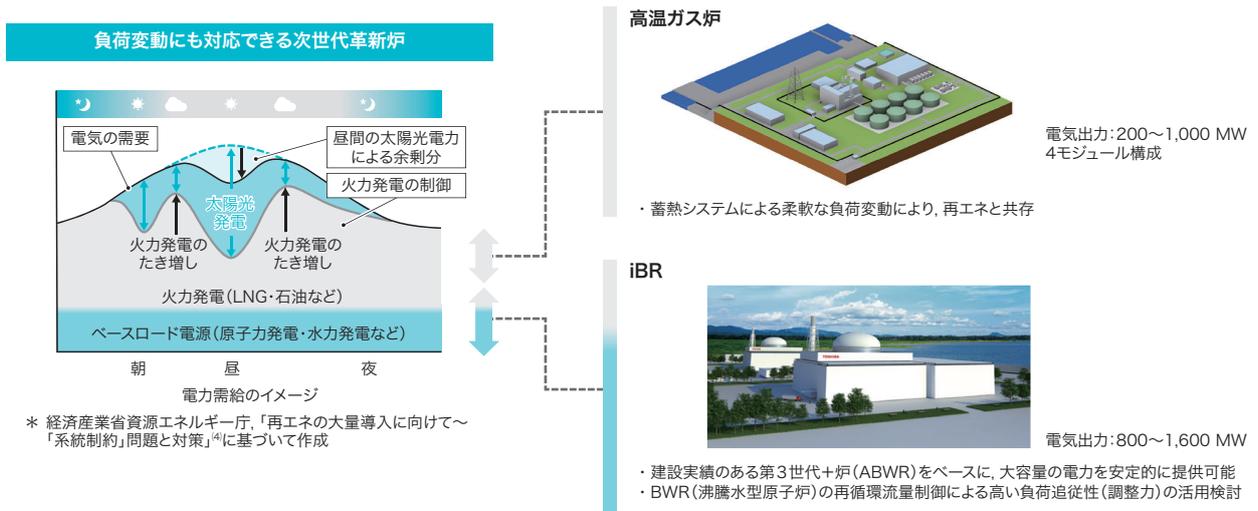


図3. 東芝グループの主要な次世代革新炉

iBRと高温ガス炉の2炉型を主軸に安定的なエネルギーの供給を実現し、負荷変動にも適用できる原子力発電所を提供していく。

Main next-generation innovative reactors being developed by Toshiba Group

ンダードに対応できる品質保証体制の下、引き続き海外原子力発電所向けに信頼性の高い機器とO&Mサービスを提供することで、世界の安定な電力供給に貢献していく(この特集のp.31-34参照)。

### 5. 原子力基盤技術の応用と発展

東芝グループは、原子力発電だけでなく、原子核物理の知見を応用して様々な技術を開発してきた。例えば、加速器・超電導技術を応用した製品として、粒子線がん治療装置がある。また、エネルギーシステム技術開発センターでは、原子力分野のコア技術領域の各技術を基に、社会的要請に応える原子力システム構築を目指してイノベーションを推進している。これらの基盤技術を基に、カーボンニュートラルや社会システムの強靱化などの多様なニーズに貢献する技術開発に注力しており、この特集ではその一例として次の三つの取り組みを紹介する(この特集のp.35-39参照)。

- ① 炉物理と熱流体の基盤技術をベースとした東芝型超小型炉 MoveLuX™の概念構築
- ② 先端材料・検査技術(事故耐性炉心材料, 機械学習を用いた超音波探傷画像の判定支援)
- ③ 宇宙線ミュオン技術の活用と他分野への展開

東芝グループは、これら原子力の応用技術を社会の発展に生かすために、社会実装に向けた開発を進めるとともに、これからも多様な社会的課題解決に貢献する新技術・システム創出を推進していく。

### 6. 今後の展望

カーボンニュートラルの実現やエネルギー安定供給など、原子力が「S+3E」のために果たせる役割は極めて大きい。東芝グループは、その期待に応える原子力事業を推進することで、GX実現に貢献していく。

### 文献

- (1) 経済産業省。「GX実現に向けた基本方針」が閣議決定されました。 <<https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230210002/20230210002.html>>, (参照 2023-03-14)。
- (2) 経済産業省。「第6次エネルギー基本計画」が閣議決定されました。 <<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005.html>>, (参照 2023-02-10)。
- (3) 経済産業省 資源エネルギー庁。2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)。2021, 86p. <<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-3.pdf>>, (参照 2023-02-10)。
- (4) 経済産業省 資源エネルギー庁。再エネの大量導入に向けて～「系統制約」問題と対策。 <<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/saiene/keitouseiyaku.html>>, (参照 2023-02-10)。



薄井 秀和 USUI Hidekazu  
東芝エネルギーシステムズ(株)  
取締役  
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.



萩原 剛 HAGIWARA Tsuyoshi, D.Eng.  
東芝エネルギーシステムズ(株)  
技師長  
博士(工学)  
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.