

原子力発電の安全性向上技術

西田 浩二
Nishida Koji

足立 浩一
Adachi Hirokazu

木下 博文
Kinoshita Hirofumi

武士 紀昭
Takeshi Noriaki

栗原 貴雄
Kurihara Takao

吉川 和宏
Yoshikawa Kazuhiro

伊藤 寛太
Itou Kanta

日野 哲士
Hino Tetsushi

原子力発電における日立グループの取り組みとして、現在開発または推進中の安全性向上技術について述べる。国内においては、福島第一原子力発電所の廃止措置に向けたさまざまな取り組み状況を、海外においては、英国に

建設予定のABWRに対する英国原子力規制関連機関による包括的設計審査の状況を、また次世代炉の開発状況として、核廃棄物を低減させることにより環境への負荷を低減する新たな原子炉について述べる。

1. はじめに

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故以降、日立グループは、被災地域や福島第一原子力発電所の復旧、復興に全面的に協力し、被災した原子炉の調査や汚染水処理などで貢献してきた。また国内プラントの再稼働に向けた取り組みとして、福島第一原子力発電所の事故を教訓として2013年7月に施行された、過酷事故や自然災害、人為的攻撃（テロリズム）への対策を含む新規規制基準に則り、安全裕度をさらに向上させた安全性向上技術の開発を推進している。

一方海外においては、原子力発電の特徴である発電の過程で温室効果ガスを排出しないことや、世界的なエネルギー需要の増加に対し、今後も安定したエネルギー源としての役割を担う期待から、新興国などをはじめとして、原子力発電所新設のニーズが高まりつつある。このような世界的な要請に対して日立グループは、高い安全性能と豊富な実績を有するABWR（Advanced Boiling Water Reactor：改良型沸騰水型軽水炉）を提供していくことを方針として、現在、英国やリトアニアにおいて原子力発電所新設の準備を進めている。さらに新たな取り組みとして、実績を有するBWR技術をベースとして、高レベル廃棄物による環境への負荷を緩和できる次世代軽水炉の開発も推進している。

これらの日立グループの取り組みの中から、本稿では、福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた取り組み、欧州での原子力発電所新設への取り組みおよび次世代軽水炉の開発状況について述べる。

2. 福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた取り組み

2.1 4号機使用済み燃料取り出しへの取り組み

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震により襲来した津波およびその後の水素爆発により福島第一原子力発電所の1～4号機は本来の機能を喪失した。中でも4号機の原子炉建屋（以下、「R/B」と記す。）内の使用済み燃料プール（以下、「SFP」と記す。）には、1～4号機の中で最も多い1,535体の燃料が保管されていたため、一刻も早い燃料取り出し作業への着手が望まれており、東京電力が対外的に約束した「福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」の第1期の完了要件であった。

本来の機能を喪失したR/Bから使用済み燃料を取り出すという世界初の試みのために、

- (1) 既設R/B上面に堆積したがれきの撤去
- (2) 燃料取り出しに必要な機電設備の選定および設計／製作
- (3) 損傷を受けたR/Bに荷重を掛けない燃料取り出し用カバー（以下、「カバー」と記す。）架構計画および機電設備配置計画
- (4) カバーおよび機電設備の設置・据付
- (5) SFP内に堆積したがれきの撤去および燃料移送作業（水中遠隔作業）

の諸作業を順次実施した。特に(1)、(4)、(5)の現地作業については、震災後の高線量環境下作業という面でもこれまで経験のない作業であった。



注：略語説明 3D (Three-dimensional), CAD (Computer Aided Design)

図1 4号機カバーおよび機電設備設置状況

(1)にカバー3D CAD計画図を、(2)にカバー完成状況を、(3)に機電設備設置状況(燃料取扱機、天井クレーン設置状況)を、(4)に燃料取り出し状況(燃料取扱機による実作業状況)を、(5)に燃料キャスク(使用済み燃料移動状況)をそれぞれ示す。

図1に4号機カバーおよび機電設備設置状況を示す。

(1) 既設R/B上面からのがれき撤去

震災直後の4号機R/Bは、水素爆発で建屋上部の屋根、壁、床の一部が吹き飛び、残りの躯体(く)体も損傷している状況であり、定期検査中のため5階床上に仮置きされていた容器類の蓋や燃料取扱設備の上にも多量のがれきが降り積もっていた。

2011年10月から2012年10月にかけて、これらがれきの撤去のために4号機R/B西側に大型クローラクレーンを配置し、がれきを解体し、地上に吊り下ろす作業を行った。建屋の屋根、壁などの躯体のがれきは株式会社竹中工務店、機電設備関連のがれきは日立GEニュークリア・エナジー株式会社(以下、「日立GE」と記す。)にて撤去作業を実施した。

(2) 燃料取り出しに必要な機電設備およびカバーの設計、製作、現地据付

4号機R/Bオペレーションフロアは他号機と比較して雰囲気線量が低く、作業員の立ち入りが可能であったため、SFPにキャスクを設置し、燃料取扱機にて燃料をキャスクに収納後、天井クレーンにて建屋外に運び出す、従前の手順を有人作業で実施する方向で燃料取扱設備の検討を行った。また、放射性物質の飛散・拡散の抑制およびカバー内

での有人作業環境保持のための換気・空調設備や作業に必要な水、空気、電気などを供給する設備の設置を計画するとともに、SFP内に堆積したのがれきの撤去を目的とした設備の設置も併せて検討した。

燃料取扱設備の支持および放射性物質の飛散・拡散防止を目的としたカバーは、竹中工務店と協力して検討し、水素爆発で損傷を受けたR/Bに荷重を掛けない構造とするため、R/B南側に新たに構築した基礎で支持する片持ち構造を採用した。また、カバー架構(一辺3mのボックス形状)の一部を換気設備の給排気ダクトに流用することでダクト物量および現地据付工数低減を実現した。

カバーおよび機電設備の現地据付作業は、2012年8月から2013年10月にかけて実施した。被ばく線量低減対策として、カバー据付は、福島第一原子力発電所サイト構外で柱・梁(はり)を地組し、現地組み立て時には架構内部(鉄板厚さ30mm程度)から作業員がボルト締めする手順で実施し、機電設備設置についても低線量エリアで地組したユニットを順次カバー内に運び込み、組み立てることでR/B上での作業を最小とした。

(3) 燃料取り出し準備作業

燃料取り出し作業に着手する前の準備作業として、SFP内に堆積したのがれきの撤去作業を行った。

水中カメラなどにて実施した事前調査で種類、大きさなどを確認したおのおのがれきに対して回収計画を策定し、必要な把持具、吸引設備を準備し、十分な事前準備を実施のうえ、現地作業に臨んだ。この結果、2013年10月の大型のがれき撤去、2013年10月～2014年3月にかけての小型のがれき撤去をノートラブルで完遂することができた。

(4) 燃料取り出し作業

2013年11月のカバー竣(しゅん)工後、11月18日から、東京電力による燃料取り出し作業が開始された。燃料と保管ラックとの隙間に小がれきが入り込んでいる可能性があるため、水中カメラでの事前確認や燃料取扱機で引き上げる際に吊り上げ荷重を確認しながら慎重に作業を行った結果、2014年11月5日に全使用済み燃料(1,331体)の取り出しが完了し、同年12月22日にすべての燃料の取り出し作業を完遂した。

2.2 R/B内調査用ロボットの開発

福島第一原子力発電所では、冷却水がR/Bの地下階などに漏えいし、滞留水となっている。滞留水を減少させるには、漏えい箇所を特定し、補修(止水)することが必要となっている。また、格納容器内地下階に拡散したと推定される燃料デブリを調査し、燃料デブリの取り出し工法の検

討を進めることが求められている。

こうした状況に対して、気中・水中における漏えい箇所の調査ロボットと、原子炉格納容器内部の調査ロボットの開発を行い、現地建屋内での調査を進めている。

これらのロボットは、資源エネルギー庁が補助事業として進めている福島第一原子力発電所での燃料取り出し作業に用いる技術開発として現地実証試験を行った。

図2に各種調査ロボットの概要を示す。

(1) R/B地下階調査用ロボット

R/B地下階調査用ロボットは、配管などからの漏えい箇所を調査するS/C(Suppression Chamber: 圧力抑制室)上部調査ロボットと、水中での漏えい箇所を調査する床面走行ロボットと水中遊泳ロボットにて構成される。特に水中調査用の床面走行ロボットは、1組の走行機構と、垂直、水平方向に合計6基のプロペラ型推進機を搭載し、遊泳による障害物回避や、姿勢変化による壁面走行の機能も有している。

これらのロボットは現地実証を行い、1号機では、気中配管伸縮継手部の漏えい箇所を確認し、止水作業計画に有益な情報を得た。

(2) 原子炉格納容器内調査用ロボット

原子炉格納容器内部の調査用ロボット投入には、開口となる直径100mmの管内走行と床面上の安定走行を両立す

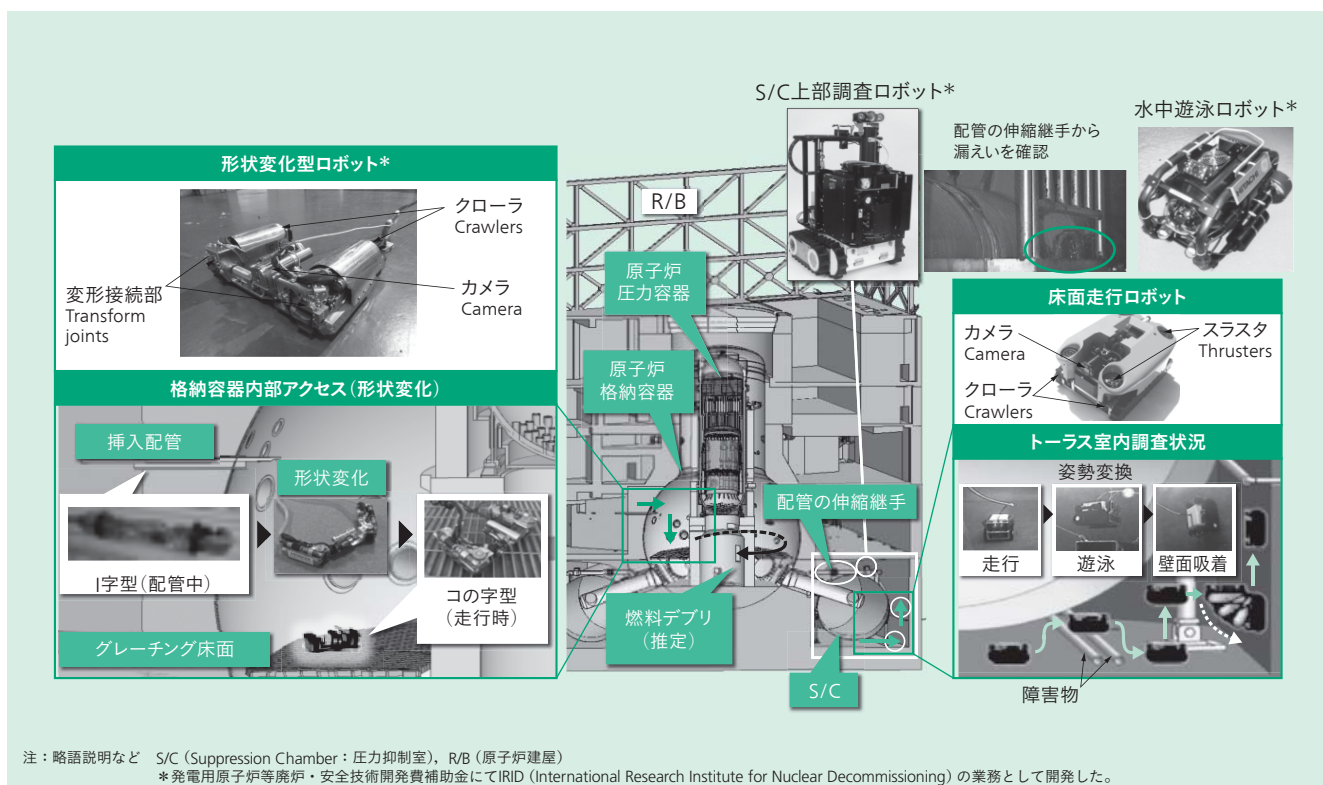


図2 R/B内調査用ロボットの概要

R/B内を調査するために、地下階調査用ロボット(3種)と格納容器内部調査用形状変化型ロボットの開発を行い、現地実証を実施した。1号機地下階トーラス室内調査では、S/C上部調査ロボットにより配管の伸縮継手からの漏えい箇所を確認し、止水作業計画に有益な情報を得た。また、格納容器内部調査では、床面を2/3周程度走行し、温度、放射線量の分布および機器の配置状況、地下階アクセスルートなどの情報を得た。

る課題があった。この課題に対し、移動機構を変化させ、狭あい空間通過可能なI字型姿勢と、床面を安定走行可能なコの字型姿勢への変化を可能とした形状変化型ロボットの開発を行った。この形状変化型ロボットにより1号機の原子炉格納容器内部1階グレーチング上の調査を行い、地下階における燃料デブリの分布調査を進めるための有益な情報を得た。

2.3 汚染水対策への取り組み

福島第一原子力発電所において、現在日立GEが取り組んでいる汚染水処理の現況と主要な処理設備を図3に示す。2011年の震災時に津波によって建屋内に浸入した海水および1～3号機の炉心冷却のために使用された注水水が、各建屋の地下に放射性物質による汚染水として滞留していた。

さらに、建屋への地下水流入により、汚染水は日々約400 t増加する状況であった。このためこれを浄化する各設備を設置し、循環ループを作り浄化を進めてきた。一方で増え続ける汚染水（地下水の流入など）を抑制するため、各建屋滞留水の抜き出し、水位低下による地下水の流入抑制、漏えいリスク低減のための循環ループの縮小、そして

滞留水を抽出して各建屋をドライアップさせることに取り組んでいる。主な納入設備を以下に示す。

- ・サブドレン浄化設備（図4左参照）
- ・高性能多核種除去設備（図4右参照）
- ・RO (Reverse Osmosis) 濃縮水処理設備
- ・建屋内RO循環設備
- ・建屋内滞留水移送設備
- ・貯蔵タンク（1,000 t, 63基）

(1) 主要設備概要と現況

(a) サブドレン浄化設備

サブドレン浄化設備は1～4号機のタービン建屋などの周辺に複数設置されているサブドレン・ピットから、わずかに汚染されている地下水をくみ上げて放射性核種を取り除く設備で、建屋内への地下水流入を抑制し、将来的に建屋内に滞留している汚染水の水位を低下させるために不可欠な設備である。日立GEは米国AVANTech社との協業体制で設計・製作を進め、約6か月という原子力設備としては異例の短期間で設置工事を完了した（図4左参照）。2015年9月には、本格運用に向けた処理運転を開始し9月14日に海洋へ排水を開始した。

(b) 高性能多核種除去設備

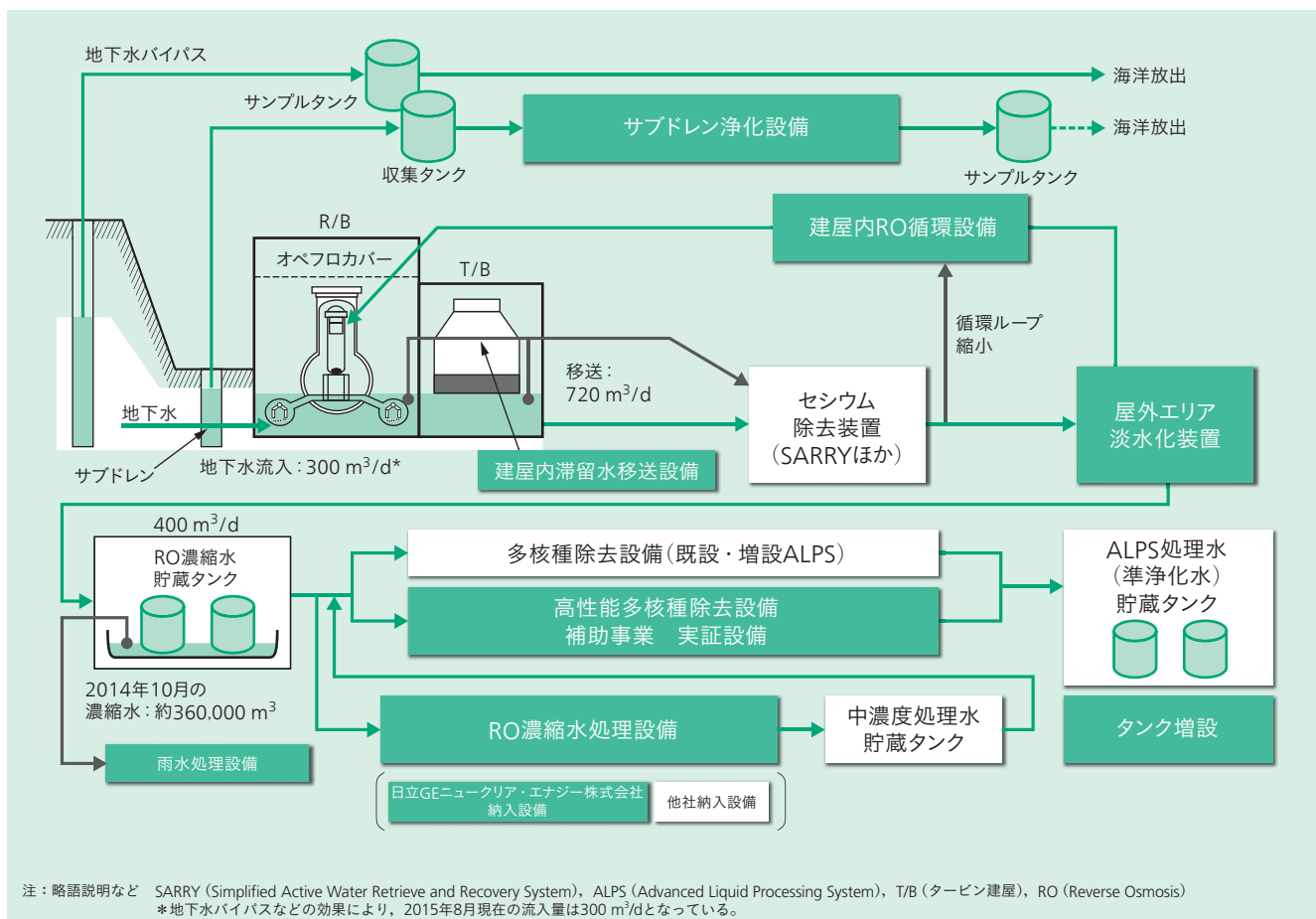


図3 | 汚染水対策処理設備全体概要

日立GEでは多くの主要な汚染水処理設備を納入している。

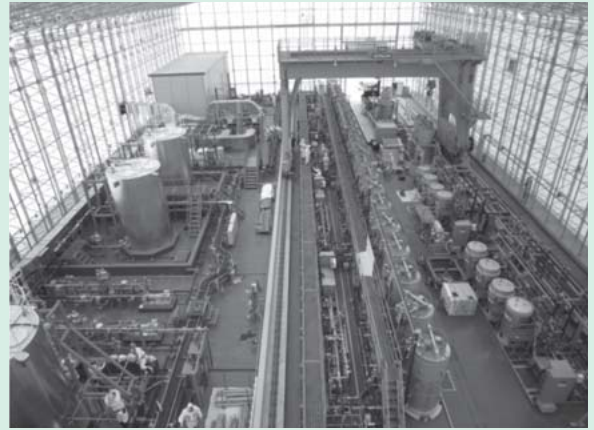


図4 | サブドレン浄化設備と高性能多核種除去設備

汚染水処理で注目されているサブドレン浄化設備および高性能多核種除去設備の設置状況外観を示す。

福島第一原子力発電所構内に貯蔵されている高濃度汚染水(約36万トン)を対象に、トリチウムを除く62核種を検出下限値レベルに浄化する設備で(ストロンチウム-90で1億分の1に低減;資源エネルギー庁の補助事業),2015年8月末時点で、約90,000 m³の汚染水処理を実施した(図4右参照)。

(2) 今後の取り組み

このように日立GEは、福島の復興に向け汚染水処理へのさまざまな取り組みを進めている。

福島の復興は、原子力産業の見直し、エネルギー環境の改善など大きな課題となっている。日立GEはこの大きな課題に対し、一つの切り口である汚染水処理への対応を通じて貢献に取り組んでいる。2011年の震災から4年が経過し、この歩みは着実に進んできたと考えている。今後もさまざまな対応を通して復興に向けた取り組みを推し進めていく。

3. 欧州での原子力発電所の新設

3.1 英国

英国政府は、低炭素社会の実現をめざして、2007年以降、原子力発電設備の導入を支持している。英国内では現在16基の原子力発電設備が稼働し、同国内の全発電電力量の約2割を供給しているが、既存設備の老朽化・建て替え時期の到来により、原子力発電設備の新規建設に向けた動きが活発化している。

日立製作所は、2012年11月に英国の原子力発電事業開発会社であるホライズン社(Horizon Nuclear Power Limited)を取得し、ホライズン社が所有する英国内2か所[ウィルヴァ(Wylfa)およびオールドベリー(Oldbury)]のサイトに、1,300 MW級の原子力発電所をそれぞれ2~3基建設する方針を策定した(図5参照)。日立製作所は、最初の

プロジェクトである「ウィルヴァ・ニューウィッド(Wylfa Newydd)」において必要となるすべてのライセンスや許可を2018年までに英国政府から取得し、2020年代前半には

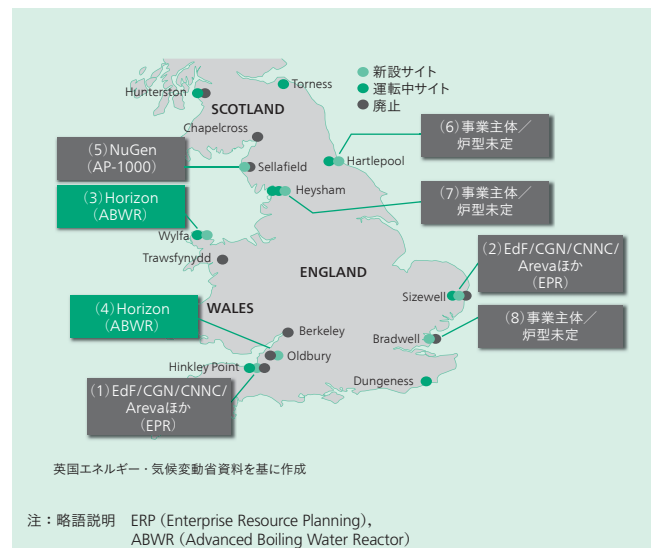


図5 | 英国原子力発電所新規計画

英国内新規計画のうち、図中の(3)ウィルヴァ(Wylfa)と(4)オールドベリー(Oldbury)がホライズン社のプロジェクトである。



図6 | ウィルヴァ・ニューウィッド建設予定地

ウィルヴァ・ニューウィッド原子力発電所建設予定地を示す。

最初の原子炉を稼働させる予定である(図6参照)。2013年4月より、同国向け改良型沸騰水型軽水炉[UK(United Kingdom)ABWR]の4つのステップから成る包括設計審査(GDA:Generic Design Assessment)の許認可手続きを進めており、すべてのステップを2017年12月までに完了する予定である。GDAではABWRに対して、日本国内3つのサイトでの合計4基の建設・運転実績に加えて、福島第一原子力発電所事故から得た教訓を反映したより高い安全性の実現が期待されている。

現在、GDAで許認可手続きを進めているUK ABWR設計は、日本国内の新規制に対応して安全性強化を推進中の日本国内ABWR(新規制対応ABWR)と、基本的なプラントコンセプトにおいて変わるところはない(図7参照)。すでに国内において建設・運転実績を持つという点がABWRの大きな強みであり、その設計をベースに以下のような設計最適化・サイト適合化を実施中である。

(1) 福島第一原子力発電所の事故を踏まえた安全対策

事故の教訓から、設計基準を超えたハザードへの備えとして、主要建屋の浸水対策の強化や過酷事故時に使用可能な可搬型設備を用意するほか、R/Bとは距離を置いた位置に代替注水系や代替交流電源を持つバックアップ建屋を新設し、過酷事故時にも炉心冷却などを実施できる設計とする。これは日本の新規制対応ABWRにおける特定重大事故等対処施設と共通するコンセプトである。

(2) 当該国規制や規格基準に合わせた設計の見直し

英国の規制・規格基準への準拠に加え、既設炉の設計思想などにも配慮した設計を行っている。例えば、英国原子力規制における安全評価原則では、R/B内への高火災荷重設備の設置が実質的に認められていないため、原子炉建屋とは別に非常用ディーゼル発電設備専用の建屋を設置することとした。また、電源系や計装制御系に対する英国独特の多様性要求にも対応する必要がある。

(3) 国内とは異なるサイト条件への適合

海外では、国内とは耐震条件が異なるほか、気象条件についても異なる設定を行う必要がある。例えば高緯度に位置する英国では、国内の設計条件よりもさらに厳しい真冬の低温を考慮した換気空調系や暖房設備を計画している。

3.2 リトアニア

バルト三国の1つであるリトアニアは、ガスの輸入も含めると、国内エネルギー消費の約8割をロシアに依存している。2006年にエストニア、ラトビア、リトアニアはこのようなエネルギー安全保障問題の解決を図り、将来のエネルギー市場統合を見据えて、ビサギナス原子力発電所の建設に合意した(図8参照)。ビサギナス原子力発電所は2009年にバルト海沿岸8か国が合意したエネルギー市場統合計画BEMIP(Baltic Energy Market Interconnection Plan:バルト海エネルギー市場相互接続計画)にも組み込まれている。日立製作所は、2011年に実施された戦略的投資家(SI:Strategic Investor)選定入札において、福島第一原子力発電所事故の対策を反映してさらに安全性を高めた1,300 MW級のABWRを提案し、優先交渉権を得た。その後、同計画はリトアニア政府と日立製作所間による事業権譲渡契約の合意(2012年3月)などを経て、同年6月に関連法案とともに国会審議の末に承認されたが、2012年10月の政権交代および国民投票結果を踏まえて、リトアニア国会特別委員会によるエネルギー戦略の見直しが要請された。現在、リトアニアでは新たな国家エネルギー戦略の策定が進められており、その中でビサギナス原子力発電所建設の位置づけが2015年内にも明確にされる見通しである。一方、バルト三国の合同委員会では同発電所を送電網に連携させた場合の技術的課題を検証して問題がないことを確認している。さらに、日本政府などの支援による原子力人材育成事業を推進しており、また先行する英国ホライズンプロジェクトの成果を反映させることによりプロジェクト成立性を高めている。



図7 | UK ABWRイメージ図

UK(United Kingdom)ABWRのイメージ図を示す。2020年代前半の運転開始をめざす。

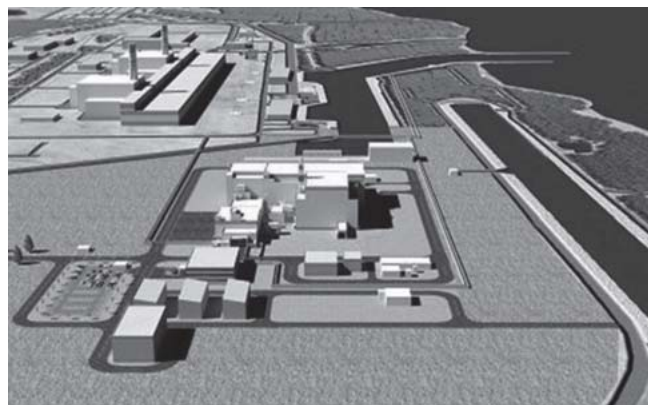


図8 | ビサギナス原子力発電所の完成予想図

ビサギナス原子力発電所の完成予想図を示す。

日立グループは、多くの建設実績があり、福島第一原子力発電所の教訓が反映された、より安全、安心な原子力発電所の建設により、各国の社会インフラの発展、低炭素社会の実現に貢献できるものと考えている。

4. 次世代軽水炉の開発

4.1 市場に対応した炉型ラインアップ

日立グループが開発する沸騰水型原子炉（BWR）の特長である沸騰により蒸気（ポイド）が発生することを生かして市場ニーズに適合した新型炉を開発している（図9参照）。

大規模な電力需要に対応し送電網が充実している地域には、スケール効果などによる経済性向上が可能な集中電源である大型炉が適切と考えている。国内実績のあるABWRの高度化や、炉内にポイドが存在することを活用した自然循環型のESBWR（Economic Simplified BWR）、さらに、動的／静的ハイブリッド安全系を持つ次世代BWRの開発を進めている。

一方、送電容量に制限がある地域や、初期投資を抑制したいユーザーのニーズに柔軟に対応できる中型BWR、小型BWRの開発も進めている。中型BWRではABWRからダウンサイジングするだけでなく、安全性を十分確保したうえでシステムの簡素化も図っている。小型BWRでは炉内のポイドの存在を利用した自然循環により、さらなる簡素化も図っている。また、実績あるBWRの技術をベースに、高レベル廃棄物の有害度を低減し、環境負荷低減を可能とするRBWRも開発している。

ここでは、環境負荷低減を可能とするRBWR（Resource-renewable BWR）の開発状況について述べる。

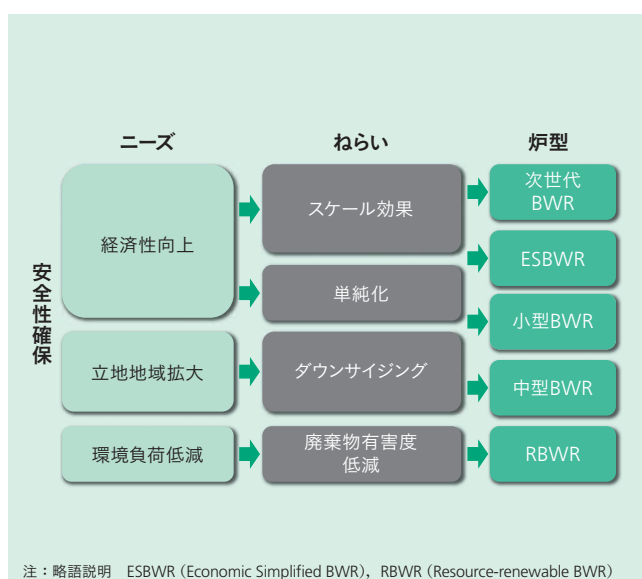


図9 | 多様なニーズに対応する新炉型開発

ニーズに対応した炉型開発を進めている。

4.2 超ウラン元素燃焼炉

長寿命の超ウラン元素（TRU：Transuranium Elements）を燃料として燃やすRBWR¹⁾の開発に取り組んでいる。原子力発電では、燃料であるウランを燃焼した際に副産物として発生するTRUが廃棄物となって蓄積することが問題となっている。TRUを含む廃棄物の有害度が天然ウランと同程度に減衰するまで約10万年かかり、TRUを燃やし尽くし、核廃棄物からTRUを除くことができれば、その時間を数百年に短縮できるとされている。

RBWRはBWR技術をベースに、燃料棒および燃料集合体を短尺化する炉心以外の炉内機器（蒸気乾燥器、気水分離器、再循環ポンプなど）および安全系には最新のABWR炉内機器を適用する（図10参照）。電気出力、炉内圧力などの運転条件はABWRを踏襲する。炉心内の燃料に対する冷却材の割合を小さくしてTRUを効率よく燃焼させるため、燃料集合体はABWRと比較して大型で、六角型のチャンネルボックス内に細径の燃料棒をちゅう密配置するとともに、チャンネルボックス間を狭あい化している（図11参照）。

RBWRではABWRの機器概念を適用するために技術課題は少ないが、新たに開発する燃料集合体および炉内機器の成立性を確認する必要がある。

RBWRの燃料集合体は細径の燃料棒をちゅう密に配置した構造であり、燃料棒の流体関連振動が変化する可能性があるため、常温常圧下の水-空気試験装置（図12参照）で燃料棒の振動健全性を評価した。試験体は加速度計を取り付けた模擬燃料棒、上部タイプレート、燃料スペーサ、

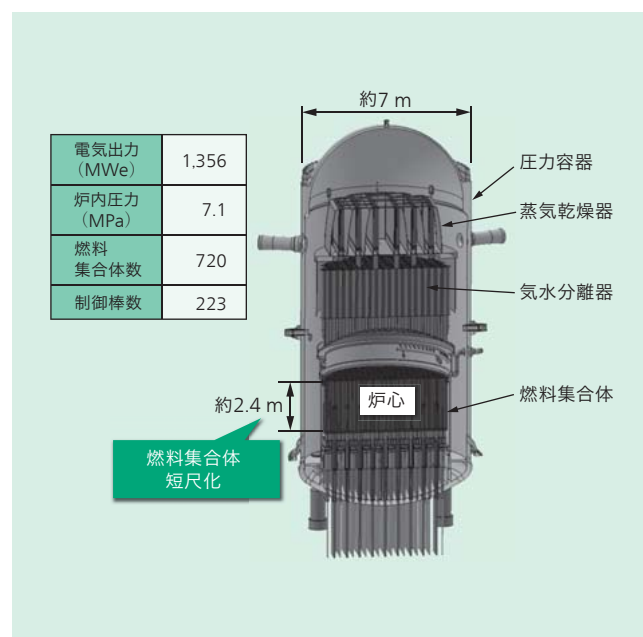


図10 | 環境負荷を低減するRBWRの炉内機器

実績のあるABWR技術を適用し、安全性を確保しながら高レベル廃棄物の有害度を低減し、環境負荷低減を可能とするプラント概念と仕様を構築している。

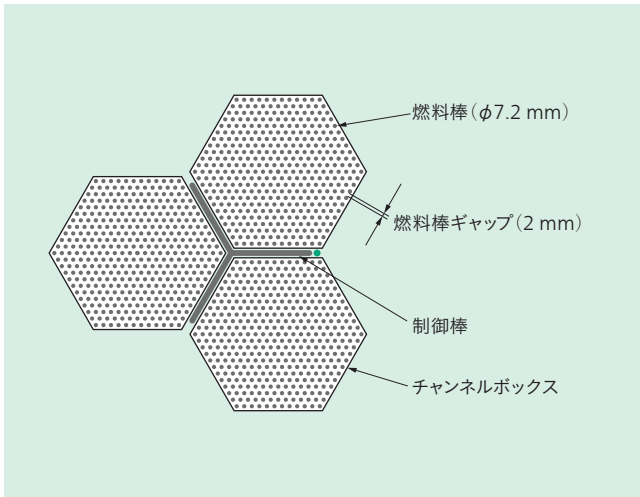


図11 燃料集合体

安全性を確保しながら燃料集合体および炉心の燃料に対する冷却材の割合を小さくしてTRUを効率よく燃焼させるため、六角型チャンネルボックス内に細径の燃料棒をちゅう密に配置し、さらにチャンネルボックス間を狭あい化させている。

下部タイプレートで構成される。

上部タイプレートは二相流で流れる冷却材の流動抵抗を小さくしながら十分な強度を持つように設計している。燃料スペーサは燃料集合体の除熱性能の確保、流動抵抗の低減を考慮したセル型構造である。下部タイプレートの上面には、燃料棒の支持孔と、ちゅう密配置する燃料棒部に冷却材を供給するために流路孔を設けている。下部タイプレート下部には連結管が設けられ、この連結管を燃料支持金具に挿入させることにより、燃料集合体は自立できる。

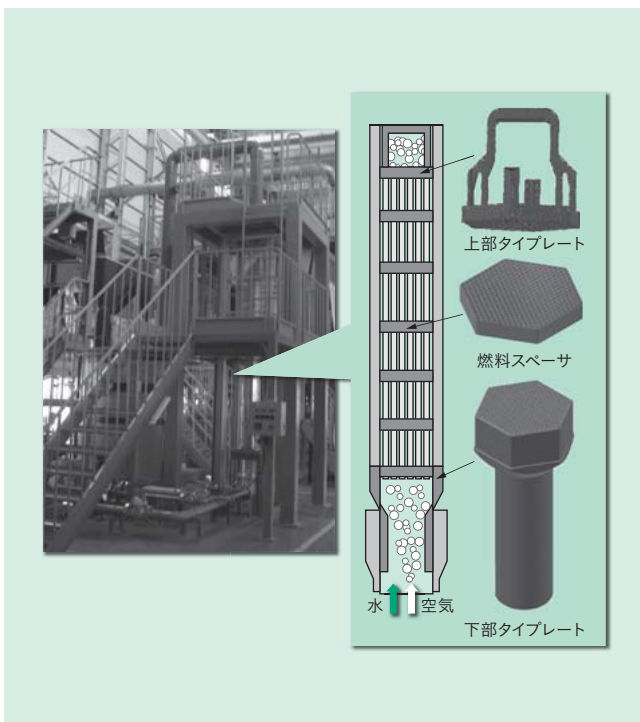


図12 RBWR燃料集合体の流動振動試験

RBWR燃料集合体内にちゅう密に配置した細径燃料棒の流体振動に対する健全性を、実機流動を模擬した試験で確認している。

常温常圧下の水-空気試験を実施し、燃料棒の最大振動振幅はABWRと同等以下であり、かつ燃料棒ギャップより十分小さく、健全性上、問題とならないことを確認している²⁾。

RBWRの燃料集合体は上端で隣接する燃料集合体と接触し、炉心最外周の燃料集合体は、炉心支持棒で支持する(図13参照)。下端は炉心支持板上の燃料支持金具にて支持する。燃料集合体の上端の支持方法がABWRと異なるため、地震時の燃料集合体群の振動解析で、健全性を評価した。720体の燃料集合体はビーム要素でモデル化し、燃料集合体の冷却材による連成効果を、流体力による付加質量効果としてモデル化している。燃料集合体どうしの接触挙動を模擬するため、隣接する燃料集合体をギャップ要素で結合している。

人工地震波に対する燃料集合体群の振動応答を評価し、燃料集合体の最大変位は図13に示すように、炉心支持棒の影響で炉心周辺部において発生していることを確認している。さらに、燃料集合体の最大曲げモーメントはABWRと同程度であることを確認している³⁾。今後、本解析技術を高度化し、制御棒の挿入性について検討する予定である。

日立グループはEPRI (Electric Power Research Institute) への委託研究として2007年から2011年に米国の大学にTRUを核分裂させる性能や安全性などの検討を依頼し、実現を妨げる致命的な問題はない、との結論が得られている⁴⁾。また、その後、米国の大学が独自に開発したより精度の高い解析手法を用いての共同研究も開始した⁵⁾。さらに、日立グループでもRBWRの核熱力成立性についての検討を継続しており、燃料集合体の限界出力予測手法の高

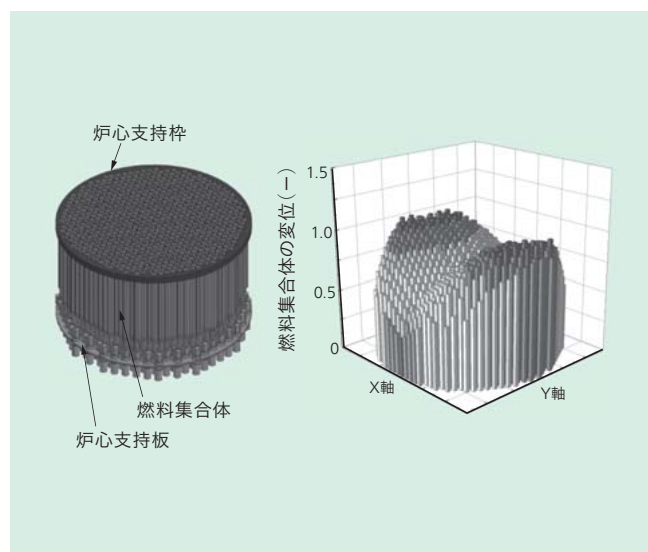


図13 炉心構造の耐震解析

RBWR燃料集合体および炉心の支持構造を模擬する振動解析モデルを開発し、地震時の健全性を確認している。

精度化を進めている⁶⁾。

以上、RBWRの概要と最近の開発状況を示したが、今後も検討を進め、高レベル廃棄物の有害度を低減し、環境負荷を低減できる技術を構築したいと考える。

5. おわりに

本稿では、日立グループの原子力発電の安全性向上技術への取り組み状況の一部を述べた。福島第一原子力発電所の事故後、原子力発電を取り巻く状況は大きく変化したが、この事故の教訓を踏まえ、今後も、さらなる安全への取り組みを継続して、原子力発電の信頼回復に努めていく。

またこれらの成果を国内外の原子力発電に適用し、安全かつ安定した技術として提供していくことにより、世界的なエネルギー需要の高まりに対し、積極的に貢献していく。

参考文献など

- 1) 日野, 外: 核廃棄物の環境負荷を低減する軽水炉システム, 日立評論, 96, 7-8, 516~522 (2014.7)
- 2) 高橋, 外: 日本原子力学会2015秋の講演集, A05, 日本原子力学会 (2015)
- 3) 小出, 外: 日本原子力学会2015秋の講演集, A06, 日本原子力学会 (2015)
- 4) Technical Evaluation of the Hitachi Resource-Renewable BWR (RBWR) Design Concept, EPRI Technical Report 1025086 (2012)
- 5) 日立ニュースリリース, 廃棄物の放射能減衰にかかる時間を短縮する資源再利用型沸騰水型原子炉に関する共同研究を米国3大学と開始 (2014.8), <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2014/08/0828.html>
- 6) T. Hino, et al.: Development of RBWR (Resource-renewable BWR) for Recycling and Transmutation of Transuranium Elements (1) - Overview and Core Concept -, Proceeding of ICAPP 2015, p.26 (2015)

執筆者紹介



西田 浩二

日立GEニュークリア・エナジー株式会社
原子力エンジニアリング・調達本部 原子力計画部 所属
現在、次世代BWRの開発に従事
工学博士
日本原子力学会会員, 日本機械学会会員, 日本混相流学会会員



足立 浩一

日立GEニュークリア・エナジー株式会社 福島プロジェクト本部
福島技術部 所属
現在、プロジェクトマネージャとして福島第一原子力発電所の燃料取り出しに係るプロジェクトに従事



木下 博文

日立GEニュークリア・エナジー株式会社 福島プロジェクト本部
福島技術部 所属
現在、プロジェクトマネージャとして福島第一原子力発電所の廃炉に係る研究開発プロジェクトに従事



武士 紀昭

日立GEニュークリア・エナジー株式会社 福島プロジェクト本部
福島技術部 所属
現在、プロジェクトマネージャとして福島第一原子力発電所の汚染水処理プロジェクトに従事



栗原 貴雄

日立製作所 電力システムグループ
原子力海外技術センター 兼 欧州原子力EPC本部 所属
現在、欧州での原子力発電所建設プロジェクト推進に従事



吉川 和宏

日立GEニュークリア・エナジー株式会社
原子力エンジニアリング・調達本部 原子力計画部 所属
現在、海外向け原子力発電所の系統設計に従事



伊藤 寛太

日立GEニュークリア・エナジー株式会社 原子力国際技術本部
原子力海外技術部 所属
現在、英国での原子力発電所建設プロジェクトに従事



日野 哲士

日立製作所 研究開発グループ エネルギーイノベーションセンター
原子力システム研究部 所属
現在、BWR炉心システムの研究開発に従事
理学博士
日本原子力学会会員, 米国原子力学会会員