

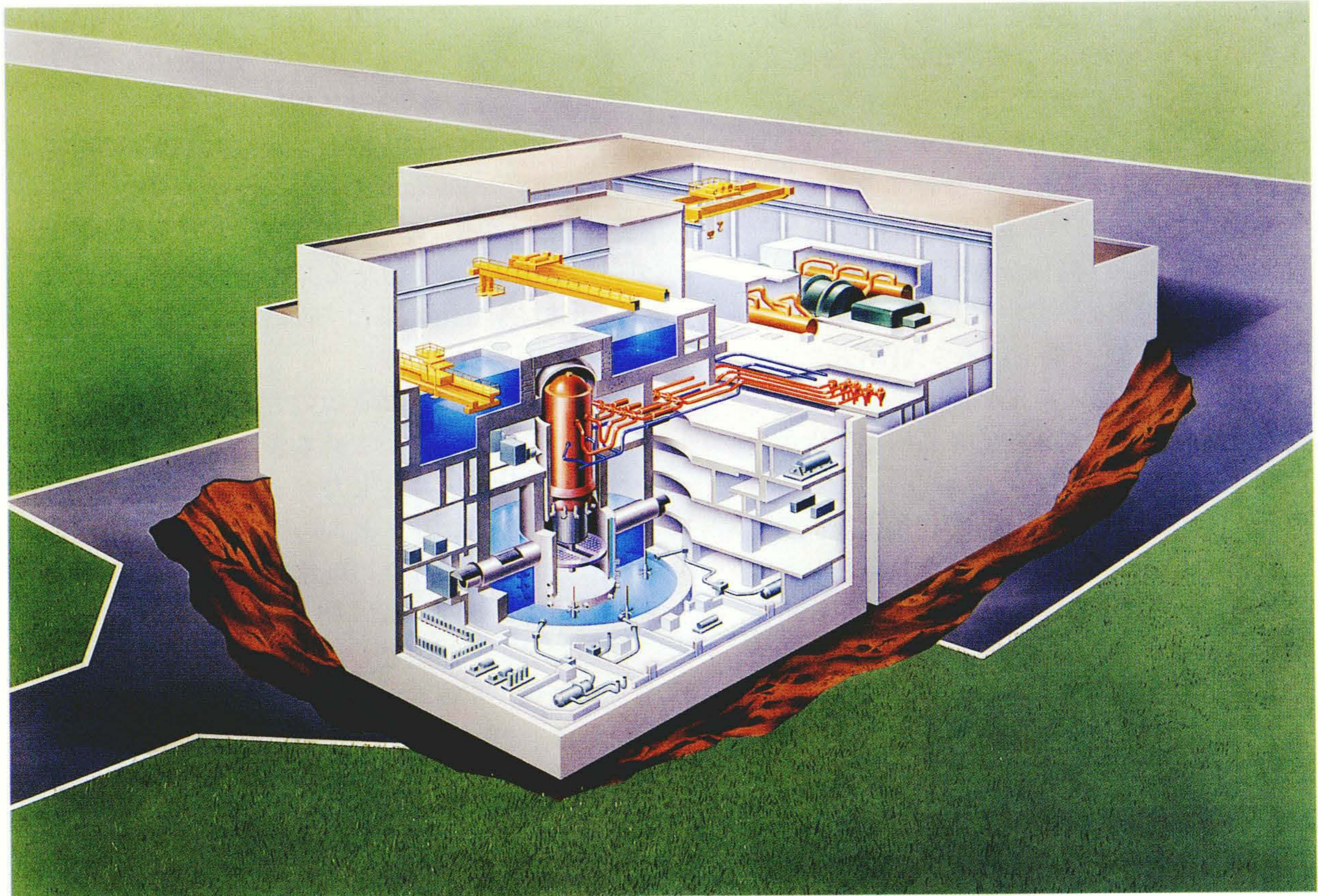
日立製作所における最近の原子力事業の取組み

Nuclear Energy Business in Hitachi

河原 暲* Akira Kawahara

中尾 昇* Noboru Nakao

藤本弘次** Kōji Fujimoto



ABWR(改良型沸騰水型原子炉)の全体鳥観図

日立製作所は、BWR(沸騰水型軽水炉)技術の集大成として完成したABWR(改良型BWR)の定着化とそのいっそうの発展に向けて努力している。

地球環境問題が議論されている中で長期的な電力需要の伸長が見込まれ、クリーンなエネルギーが望まれている。日立製作所は、原子力発電がこの要望にこたえ、社会が必要とする基幹エネルギーの役割を担っていくと確信し、原子力事業に取り組んできた。

今や原子力発電の総発電量に占める割合は30%を超え、主要な電源の一つになっている。また1994年6月には、原子力委員会の「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」が7年ぶりに改定され、

将来計画が具体的に提示されており、原子力発電に対する期待はいっそう大きくなっている。

日立製作所は、日立グループ各社と一体となり、原子力発電所の計画、設計、製作から建設、保守サービス、さらに運転員訓練に至るまで一貫した体制を整えている。現在、原子力発電の主流を占めている、BWRの経済性を含めたいっそうの技術向上を図るとともに、ATR(新型転換炉)、FBR(高速増殖炉)の開発や燃料サイクルの確立に向け、着実な技術開発を続けている。

* 日立製作所 原子力事業部 ** 日立製作所 日立工場

1 はじめに

わが国の原子力発電は、総発電量の30%以上を担うまでになり、安定した電力供給源として社会に貢献している。日立製作所はBWRプラントの総合メーカーとして技術改良を積極的に推進し、現在までに15基のプラント建設を担当してきた。一方、BWR技術の集大成であるABWR 2基の建設にも力を注いでいる。また、ATRやFBRの開発、燃料サイクルの確立に鋭意取り組んでいる。ここでは、日立製作所での原子力事業の現状と今後の展開について述べる。

2 BWR発電プラントの実績

2.1 プラント建設

これまでに日立製作所は、わが国のBWR15基(出力合計12,540 MW)の建設に携わってきた(図1参照)。この間、国内初号機(日本原子力発電株式会社敦賀発電所1号機)、改良標準化初号機(東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機)など、開発のエポックとなるプラントの建設に参画してきた。

1993年には、北陸電力株式会社志賀原子力発電所1号機、中部電力株式会社浜岡原子力発電所4号機が、1994年には東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所(以下、柏崎刈羽原子力発電所と言う。)4号機が次々と運転に入った。現在、ABWR初号機にあたる柏崎刈羽原子力発電所6,7号機を建設中である。

日立製作所は、製品個々の信頼性向上と同時に、プラント建設技術の高度化を図ることにより、建設工事の信頼性向上および建設工程の短縮を目指してきた。さらに、プラント建設技術の高度化を「技術」と「管理」の両面から推進して、計画設計段階から現地建設工事に至るまでの総合的な改善を行ってきた。この中で大型モジュール、クローラクレーンなどを早くから導入し、原子力発電プラントの建設でも大幅な建設工程の短縮を実現した。

また、設計、建設にかかわる膨大な作業管理、データ管理に三次元CAEシステムを適用し、質の高いプラント設計と合理的建設の実現に努力を積み重ねてきた。今後とも社内総合力を結集してプラント建設の推進に万全を期する考えである。

2.2 プラント運転

(1) 設備利用率

日立製作所が建設および保守にかかわっているBWRプラントについて設備利用率の推移を見ると、図2に示すように75%を超える高利用率を達成している。

一方、計画外停止率および事故・故障率の推移を見ると、日立製作所が建設および保守にかかわっているプラントでは、前者が炉年当たり0.24件、後者が炉年当たり0.29件である(最近5年分集計：通商産業省編原子力発電所運転管理年報による)。

このように設備利用率や計画外停止率で優れた成果を上げられたのは、各電力会社の指導・協力のたまものであることは言うまでもないが、日立製作所社内で展開し

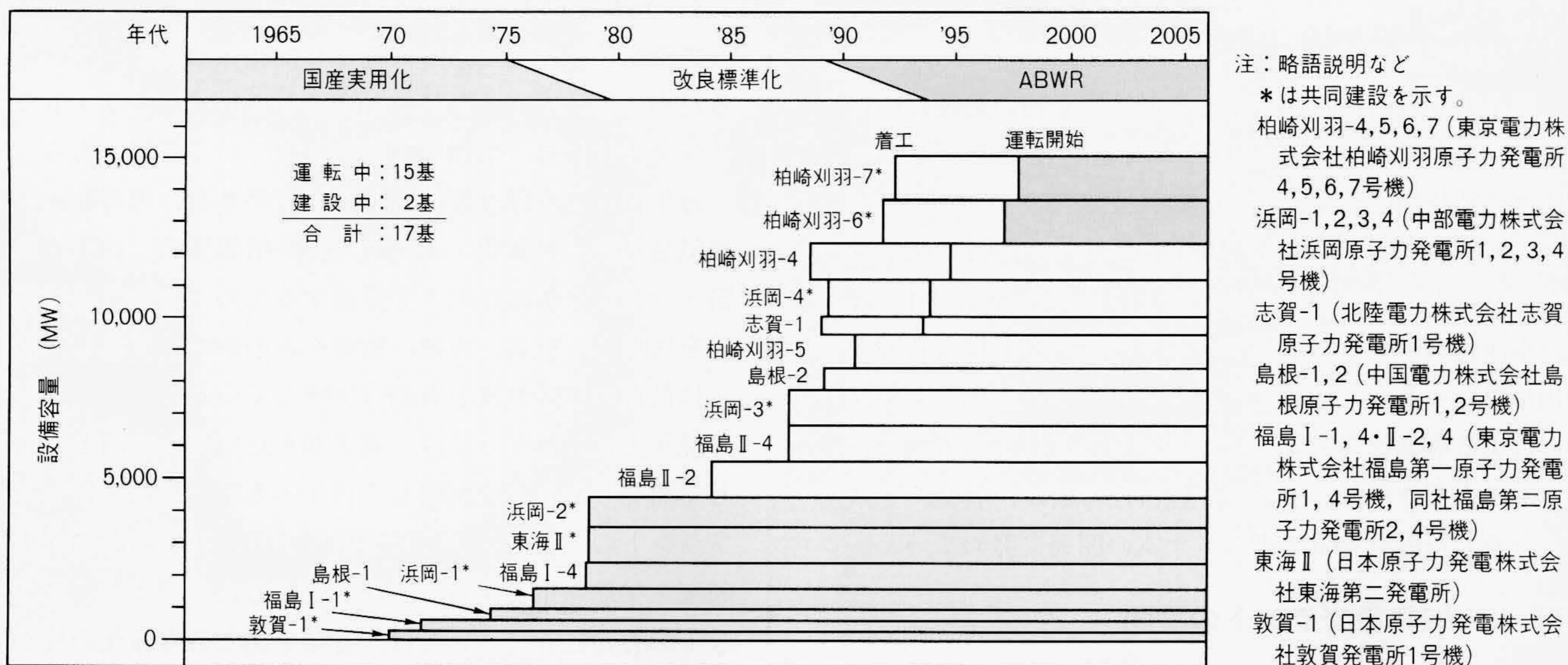


図1 BWR発電プラント建設実績
日立製作所は15基のBWRを完成し、現在ABWR 2基の建設を進めている。

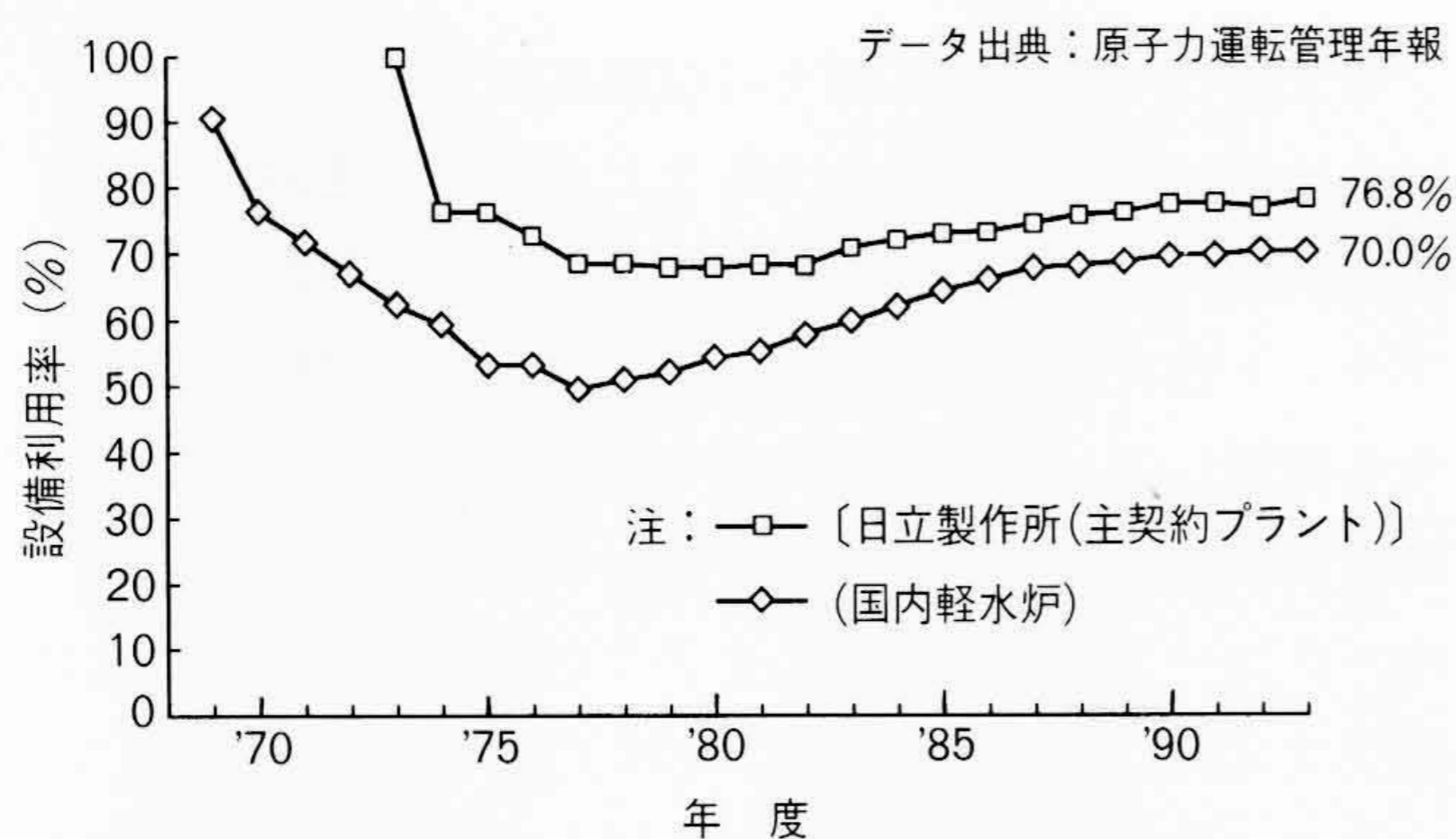


図2 設備利用率の実績

日立製作所の主契約プラントは、設備利用率75%を超える実績を持つ。

てきた信頼性向上運動も大きく寄与してきたと考える。今後は、この運動をさらに推し進め、いっそうの信頼性向上に努める考えである。

(2) 線量当量

日立製作所は、線量当量の低減を作業場所の雰囲気線量当量率の低減と作業時間の短縮の両面からとらえ、総合的な技術開発を進めている。放射能発生源低減を目的とした水質改善、遮蔽、点検スペースの改善、遠隔自動化機器の採用、および手順の見直しなどの管理改善は電力会社の指導の下に進めてきた。これらの成果は新設および既設プラントに順次適用され、作業者が受ける線量当量は年々低下してきた。今後は、いっそうの低線量プラントを目指した技術開発を行うとともに、国際放射線防護委員会(ICRP)新勧告に対応した個人線量当量の低減に向けて、電力会社の指導の下に改善を実施していく考えである。

(3) 放射性廃棄物

原子力発電所から発生する放射性廃棄物の処理については、発生量低減および減容・安定固化処理を重点に種々の新技術開発・改善が行われてきた。

BWRプラントの場合、1981年度から7年間で発電量当たりのドラム缶発生本数は約 $\frac{1}{6}$ に低減された。今後は、復水浄化系への中空糸膜フィルタの採用などによる廃棄物量のいっそうの低減と、セメントガラス固化などの採用による廃棄物の安定固化処理が見込まれている。今後とも日立製作所は、安全性・経済性に優れ、社会ニーズに合致した廃棄物処理システムの開発に努めていく。

3 BWR発電プラントの展開

3.1 次期ABWRプラント

BWRの技術導入以降、多くの貴重な経験を基にして

改良標準化を推進し、BWR技術の集大成としてABWRの開発を完成した。現在、ABWR初号機である柏崎刈羽原子力発電所6,7号機の建設に鋭意取り組んでおり、1996~1997年の運転開始を目指して万全を期す考えである。今後は、この成果の定着化といっそうの発展を図って原子力発電への期待にこたえていきたい。

次期ABWRプラントの計画にあたっては、標準化を基幹としてABWR建設経験を反映しながら、経済性のいっそうの向上に努めていく考えである。

すなわち図3に示すように、これまでの原子力発電プラントの建設・運転実績を基に、設計、製作、資材調達、現地据付け、および品質管理にわたる日立製作所の一貫責任体制の基に、標準化、最適化設計の採用によって信頼性を確保しながら、経済性の向上を目指していく。これらを支える運用管理システムとして日立製作所が開発した、コンピュータネットワークによる一貫データ管理システムは大きな威力を発揮するものと期待できる。

3.2 将来型軽水炉開発

長期的には次世代炉の研究・開発を行っている。中期的にはいっそうの経済性、高度化を目指すプラントとして、ABWR改良発展炉などの将来炉の技術とプラント概念を開発している。これらの開発では大型改良格子炉心やウォータウォール付き格納容器などの日立製作所の独自技術の活用を図っていく。

さらに、BWR炉心の特徴である蒸気泡(ボイド)を最大に活用しPu転換率を格段に向上させた究極の軽水炉の研究開発にも取り組んで行く。

3.3 予防保全の高度化

プラントの安定運転を継続させ生涯稼働率を向上させるためには、保守、更新、寿命延長を行い、プラントライフ全体にわたった保全活動を進めていく必要がある。

毎年行う定常保全活動としては、不具合の再発防止、類似品対策、自動化・省人化、保全情報管理、材料・機器・計装品の信頼性向上を推進するために過去の運転経験を反映し、監視、点検、補修をきめ細かく実施し、さらに最近の技術改良を有効に反映している。

経年劣化対応としては、過去20年近い運転実績と、新しく開発した技術を反映して再生・取替・補修を行ってプラントのリフレッシュを進めており、事前の計画的更新案を早期に策定することが必要と考える。また、プラントの寿命延長については、寿命予測と長寿命化の技術開発が必要であり、その適用には計画の早期策定が重要であると考えられる。

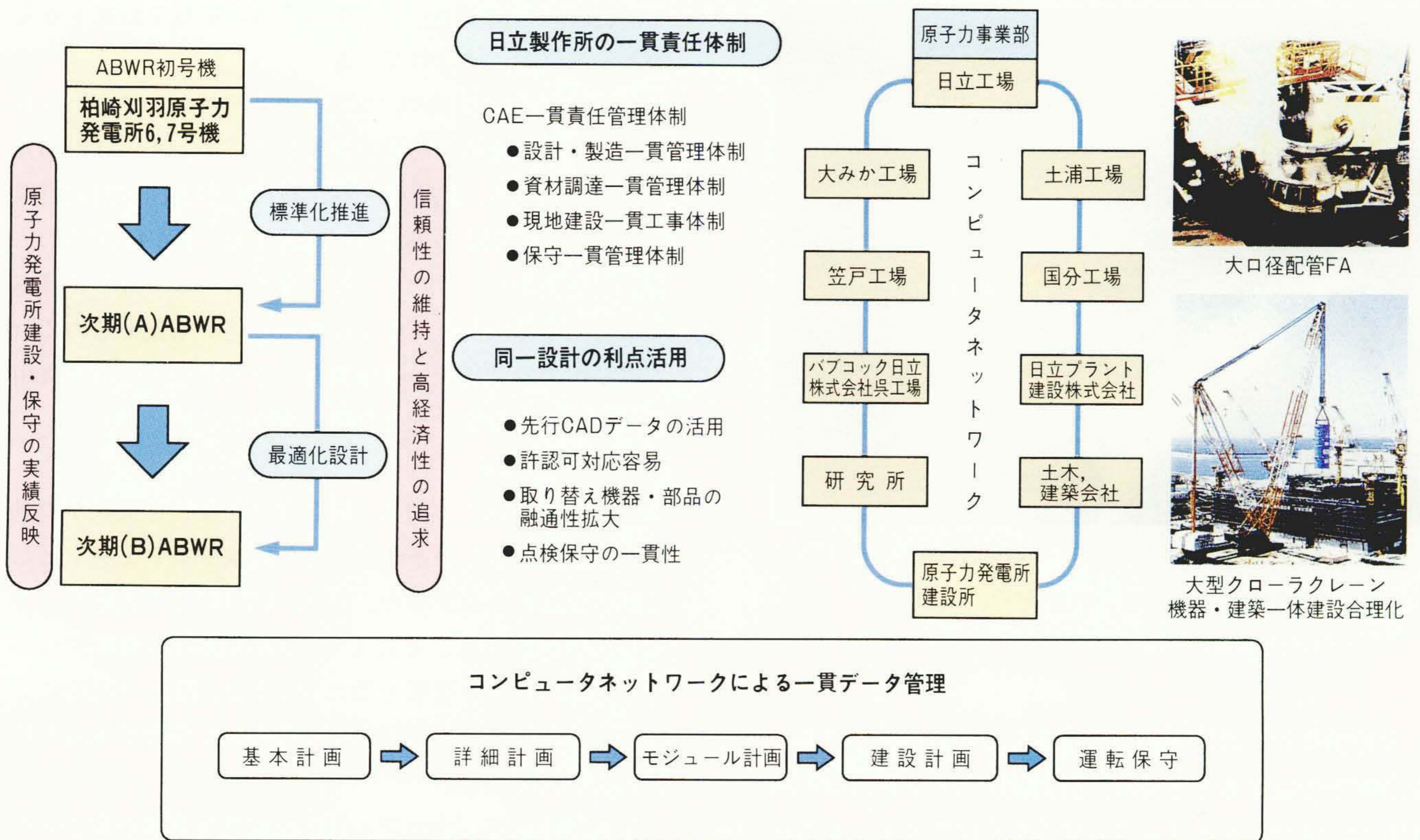


図3 日立製作所の高経済性プラント建設の取組み
日立製作所は、高経済性原子力プラントの創(つ)くり込みをグループ一丸となって推進している。

プラント予防保全技術を支える基礎技術として、材料および水化学技術がある。日立製作所は、これらの技術開発に早くから取り組み、耐SCC(Stress Corrosion Cracking)材料の開発、溶接残留応力低減工法の開発、および最適水質管理システムの開発などで成果を上げてきた。今後は、プラント経年化対応として耐照射材、水素注入による炉内SCC抑制、材料の表面改質、寿命予測、および診断技術などの実機適用化を進める。

これらの原子力発電プラントの予防保全活動をいっそう確実なものとし、信頼性の高いものとするため、日立製作所は「日立BWR予防保全技術センター」を完成した。この設備は実機相当の寸法仕様を持ち、原子炉内構造の取替・補修工事のモックアップ試験が可能である。

この試験設備の活用により、開発技術の実証による高度な技術開発へと成果を上げることができると期待できる。

3.4 BWR燃料

日立製作所がこれまで納入したBWR燃料は、1973年以降約1万2,000体になる。このうち経済性向上を図ったステップI燃料は、約3,700体にのぼる。

また、ステップII燃料は先行使用燃料が1988年に8体

装荷され、1991年度から取替燃料の納入を開始した。ステップI燃料の採用によって従来燃料採用の場合に比べ約450体、割合にして13%低減しており、当初の経済性向上の目標を達成している。

ステップIII燃料は先行使用燃料の許認可を申請して現在審査中であり、認可後の製造、装荷に向けて準備中である。

今後、BWR燃料の開発は経済性だけでなく、使用済燃料発生量の低減やMOX(プルトニウムとウランの混合酸化物)燃料の利用など燃料サイクル全般にわたる観点から開発を進めていく考えである。

4 新型炉と核燃料サイクルへの取組み

4.1 核燃料サイクル自立化への対応

日立製作所は、日本原燃株式会社六ヶ所再処理工場の設計・建設を鋭意推進中である。日立製作所の分担設備は使用済燃料貯蔵施設、溶解オフガス処理設備、高レベル廃液濃縮設備、酸回収設備、および低レベル廃液処理設備などである。再処理プラント設備の信頼性を向上するために、先行海外技術および軽水炉技術の有効活用に努めるとともに、必要な技術の向上に努めている。



(写真提供：動力炉・核燃料開発事業団)

図4 FBR原型炉「もんじゅ」の全景
日立製作所は1次系を主体とした主要設備を納入した。

具体的には、高レベル廃液濃縮などの機器の耐震性、信頼性を確証するとともに、耐硝酸性ステンレス鋼を開発した。また、ジルコニウム機器や高純度ステンレス機器の製作技術の向上にも努めている。

一方、動力炉・核燃料開発事業団のRETF(リサイクル機器試験施設)は、建屋の本格的工事に着手した。日立製作所の分担設備は、計測制御設備、分析設備、オフガス処理設備、および低レベル廃液一時貯蔵設備などである。遠隔操作機器の確証をはじめとして必要な新技術の確立に努めている。次世代の濃縮技術とされるレーザ法の開発にも力を注いでいる。

日立製作所は、レーザ濃縮技術研究組合が建設を推進してきた実験機施設に適用する技術として電子銃、多重反射光学系などの要素開発のほか、レーザ光によって選択電離されたウラン235イオンの回収技術などの分離プロセス技術の開発を推進した。

今後は、実験機の開発技術を踏まえ、研究組合の指導の下に、次期試験機の経済性・信頼性の向上を目指して鋭意開発を進める予定である。

4.2 新型炉開発への取組み

(1) FBRの開発

FBRは、発電しながら消費した以上の核燃料を生成することのできる原子炉であり、ウラン資源の利用効率を飛躍的に高めることができる。その開発成果は、地球環境との調和の観点からも、わが国だけでなく、世界のエネルギー問題解決の重要な役割を果たしうるものであ

り、将来的の核燃料リサイクル体系の中核を形成するものとして位置づけられている。

日立製作所は、1956年にFBRの冷却材として用いられるナトリウム技術の研究を開始して以来、その技術開発を積極的に進め、動力炉・核燃料開発事業団が建設を進めた実験炉「常陽」、原型炉「もんじゅ」(図4参照)の主要機器を製作してきた。また、次のステップとして日本原子力発電株式会社を中心になって建設準備を進めている実証炉の設計研究、技術開発、さらには2030年に実用化を目指した研究にも力を注いでいる。

(2) ATRの開発

ATRは、プルトニウム、回収ウランなどを柔軟かつ効率的に利用できる原子炉として、国家プロジェクトとして開発が進められてきた。また、ATRによる核燃料リサイクルを継続することにより、MOX燃料の利用について国内外の理解と信頼を深めることは、将来のFBRによる本格的なリサイクルを実現するうえで重要であると位置づけられている。

日立製作所は、動力炉・核燃料開発事業団が中心となって開発した原型炉「ふげん」、およびこれに続いて電源開発株式会社が建設準備を進めている実証炉計画で、原子炉メーカー5社の主務会社として炉心・安全設計および原子炉本体などを所掌し主要な役割を果たしている。

5 おわりに

ここでは、日立製作所の原子力事業の現状と今後の展開について述べた。

日立製作所は、原子力技術の研究開発に早くから取り組むとともに、プラント総合メーカーとしてこれまで多くのプラント建設と運転実績を上げてきた。これもひとえに、国および電力会社各位のご指導のたまものと厚く感謝申し上げます。

日立製作所は、今後とも、原子力発電の重要性がますます増大すると認識し、格段の経済性向上に努めるとともに、アジア諸国に向けた国際協力にも取り組んでいく考えである。

参考文献

- 1) 林, 外: BWRの技術開発, 日立評論, 74, 10, 706~712 (平4-10)