

電力システム社は、グローバル規模で拡大する電力エネルギー需要と、温暖化ガス排出量削減に代表される地球環境負荷の低減というニーズに対して、長年蓄積した基盤技術を基に、更に革新的な技術開発を進め、大容量で小型・高効率な電力システム機器を市場に供給することで応えています。

最近の主なトピックスとして、世界最高水準の稼働率、安全性、及び経済性を持ち、他電源や競合炉をしのぐ次世代軽水炉の開発推進、東京電力(株)富津火力発電所への国内初となる9H型1,500℃級最新鋭高効率コンバインドサイクル発電設備の据付け^(注)、及び中部電力(株)亀山変電所へのコンパクト化により六フッ化硫黄(SF₆)ガス使用量の大幅な低減と耐震性を向上させた変電機器の納入^(注)などがあります。海外では、高性能蒸気タービンを適用したメキシコ バジャドリドⅢ発電所の運転開始^(注)、マレーシア最大容量機となるタンジュンビン発電所1号機(出力700 MW)の世界最短レベルの納期での完成と運転開始、更に、ルーマニアで初となるガス絶縁開閉装置(GIS)を適用した変電所の第1期工事の完了及び受電などの成果を上げております。また、家庭用固体高分子型燃料電池が長期の大規模実証試験において省エネ率15%を達成するなど、地球環境に配慮した技術や製品の開発を進めています。

当社は、今後も電力システム分野のリーディングカンパニーとして、社会に貢献していきます。

(注) ハイライト編のp.17-21に関連記事掲載。

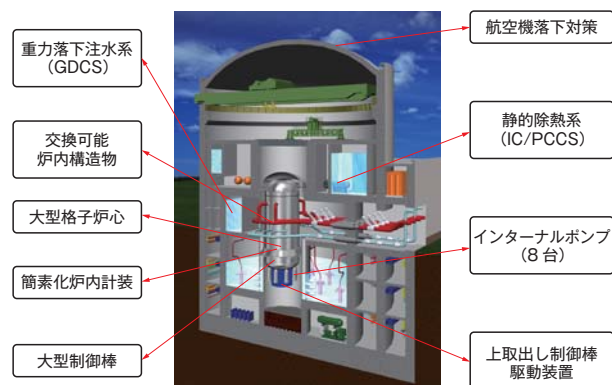
統括技師長 須藤 亮

1 原子力

● 次世代軽水炉の開発

2010年代後半の建設を目指し、世界最高水準の稼働率、安全性、及び経済性を持ち、他電源や競合炉をしのぐ電気出力160万 kW級の次世代軽水炉(AB1600)の開発を推進している。

地震や津波に対しても、静的な熱交換システムで原子炉崩壊熱を大気へ放出できるようにし、非常用AC(交流)電源及び海水冷却系から独立した安全系コンセプト(静的安全系+準静的バッテリー駆動ポンプ)を採用した。これにより、炉心の長期冠水の維持と、非常用発電機及び大幅な補助設備の削除が可能となり、安全性の向上、建設初期コストの削減、及び保守性の改善を達成している。今後の国内外の原子力発電所の新規建設やリプレース需要の候補となる次世代軽水炉を目指す。



IC：非常用復水器 PCCS：静的格納容器冷却系

AB1600原子炉建屋の概略図

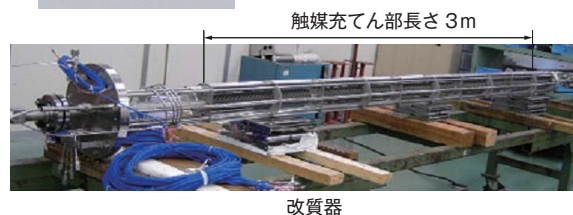
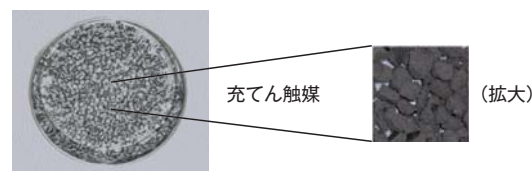
Building for AB1600 next-generation light-water reactor

● ジメチルエーテル水蒸気改質による水素製造法の開発

300℃程度の低温で水蒸気改質できるジメチルエーテル(DME：(CH₃)₂O)を原料にし、熱源として軽水炉の熱やこれまでに使われることのなかった低温廃熱を利用する水素製造システムの開発を行っている。

2006年度は、低温で高活性を示す触媒と廃熱利用DME改質器の開発を進め、単管の改質器で1.4 m³/hの水素製造を達成した。この水素発生効率は、現在実用化されているメタン改質水素ステーション(30 m³/h級)に比肩するものであり、実用化の見通しを得た。

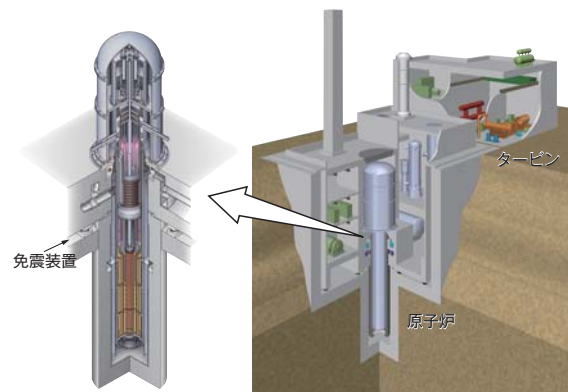
今後、大型改質器開発と触媒の耐久性向上を行うとともに、産業廃熱を利用するフィールド試験により、DME水素製造の実用化を加速する。



単管改質器と充てん触媒

Single-tube reactor and catalysts for dimethyl ether (DME) hydrogen production system

● 小型ナトリウム冷却高速炉 4Sの開発



4Sの概念

Concept of "Super-Safe, Small & Simple" (4S) small liquid-sodium-cooled fast reactor

10～50 MWe級の固有の安全性を持つ小型ナトリウム冷却高速炉 4S (Super-Safe Small & Simple) の開発を (財) 電力中央研究所と進めている。このプラントは多様な顧客ニーズに対応することが可能な地域密着型の原子炉である。

2006年度は、世界展開を目指し、世界標準である米国基準 (Regulatory Guide 1.60, 1.61) に準じて耐震評価を実施した。立地依存性の緩和を目的に採用している水平免震の効果を加味するため、米国基準の地震波に対して低周波側の加速度を増加し、その地震波に基づき検討と評価を行った。その結果、最小限の振れ止めの導入と一部構造剛性を強化することで、基本構造を変えることなく耐震性を確保できることを確認した。

● 非常用炉心冷却系ストレーナ



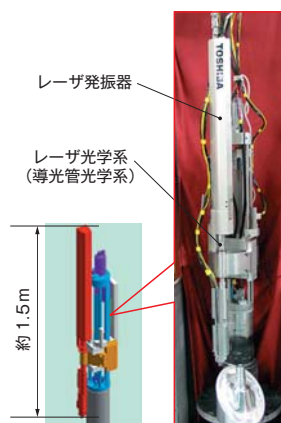
カセット型ストレーナ

Cassette type strainer for emergency core cooling system (ECCS)

冷却材喪失事故 (LOCA) 時に格納容器ドライウエル内保温材が損傷すると、非常用炉心冷却系 (ECCS) ストレーナの閉塞 (へいそく) が懸念されるため、国内沸騰水型原子炉 (BWR) プラントでは2006年初頭からストレーナを大容量化するなどの対策が計画されてきている。

当社は、カセット形状のフィルタを採用することで空間スペースに比べてフィルタ面積が大きくなる、スイスCCI社のコンパクトなストレーナを採用し、圧損に対する厳しい要求に応えながら、中部電力 (株) 浜岡原子力発電所5号機をはじめとする7プラントの対策を行った。今後、ほかのプラントでも順次取替え工事を実施していく予定である。

● ポータブルレーザーピーニング装置



BWR炉底部施工用ポータブルレーザーピーニング装置

Portable laser peening system for boiling water reactor (BWR) bottom

国内外のBWR及び加圧水型原子炉 (PWR) の炉内において、応力腐食割れ (SCC) の予防保全として応力改善を施すべき対象部位が多数ある。当社ではレーザーピーニングを実用化し、他社に先駆けた炉内応力改善工事を推進してきた。

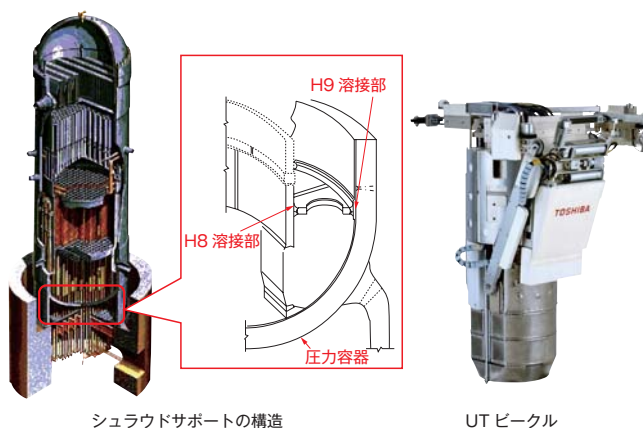
このたび、耐水型小型レーザー発振器の開発に成功し、これを施工装置本体に搭載して、従来の大型コンテナやファイバを使用しない実機適用性の高い施工システムを実現した。更に、伝送方式にエネルギー損失の少ない導光管を適用することにより、施工時の裕度も大きく向上した。従来の現地施工よりも装置スペースを縮小でき、準備や片づけ期間を短縮することができる。今後、国内外の市場に大きく貢献できる技術である。

● シュラウドサポート用 UTビークル

シュラウドサポートの溶接部(H8, H9溶接部)の超音波探傷試験(UT)を行える遊泳式検査装置(ビークル)を開発した。

シュラウドサポートは、原子炉压力容器の下部に位置する炉内構造物で、過去にSCCが確認されており、点検の必要性が高い。しかし、従来の検査装置は大型で取扱いに時間を要し、取り外す必要のある炉内の構造物の量が多いといった課題があった。

これに対して、このビークルは小型であるため2人で運搬が可能であり、取り外す構造物の量も従来の約10%と大幅に低減できる。これによって短工期での点検が可能となり、プラント稼働率の向上に寄与する。



シュラウドサポートの構造

UTビークル

シュラウドサポートの構造とUTビークル

Shroud support structure and ultrasonic testing vehicle

● 中部電力(株)浜岡原子力発電所3, 4号機 耐震安全性評価の実施

国の審査基準である「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」が2006年9月に25年ぶりに改訂された。この改訂に伴い、原子力安全・保安院は、稼働中及び建設中の原子力施設に対し、改訂指針に照らした耐震安全性評価の結果を報告するよう求めている。

当社は中部電力(株)からの委託により、稼働中の全原子力発電所の第一陣として、浜岡原子力発電所3, 4号機の耐震安全性評価を実施した。この評価にあたっては、想定東海地震のほか影響が考えられる地震に基づき、更に、不確かさを考慮して定めた4種類の基準地震動を策定し、耐震安全性を確認した。



中部電力(株)浜岡原子力発電所

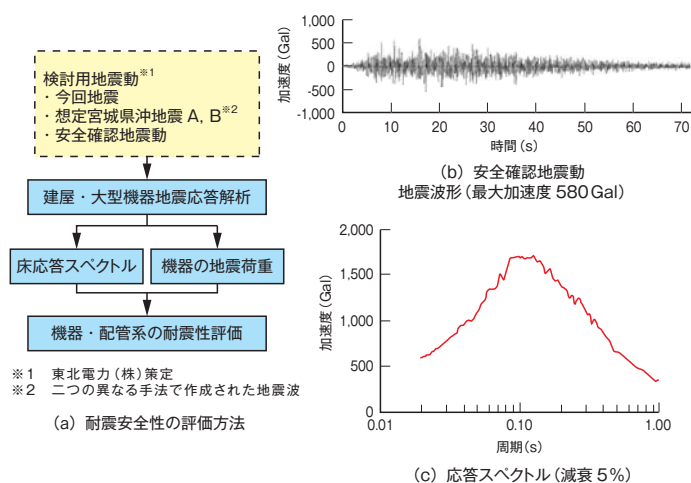
Hamaoka Nuclear Power Station of Chubu Electric Power Co., Inc.

● 東北電力(株)女川原子力発電所の宮城県沖地震に伴う安全性評価完了

女川原子力発電所は、2005年8月16日に発生した地震の影響により、1~3号機が自動停止(設計どおり)した。運転再開のため、同原子力発電所設備の耐震安全性を詳細検討してきたが、2006年9月に安全性評価を完了した。

詳細評価にあたっては、今回の地震に加え、近い将来発生が予想される地震(想定宮城県沖地震)、及び更に厳しい大地震(安全確認地震動)を用いて、安全上重要な設備の耐震安全性が確保されていることを確認した。1号機については経年化の影響についても評価し、耐震安全性に影響がないことを確認した。

これらの評価結果は原子力安全・保安部会の耐震・構造設計小委員会で審議され、安全性が確認された。



設備の耐震安全性評価の流れ

Flow of seismic evaluation of facilities

● FPGA適用型 原子炉核計装監視装置 A-TOSDIA™



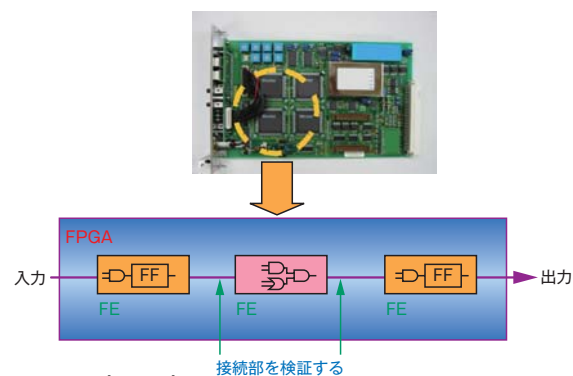
FPGA適用型 原子炉核計装監視装置 A-TOSDIA™
A-TOSDIA™ FPGA-based neutron monitor

原子炉核計装は原子力発電所の原子炉内中性子束を監視するシステムである。このシステム向けに、デジタル信号処理を集積論理素子(FPGA : Field Programmable Gate Array)だけで実施する新型監視装置A-TOSDIA™を開発した。

主な特長は、次のとおりである。

- (1) CPUと関連部品を不要とし部品改廃の影響を低減させることで、長期継続供給を実現
- (2) 既設の装置と互換性を持たせ、短期間でのシステム更新が可能
- (3) 検証済みの小規模回路を接続することでFPGA内ロジック回路を構成し、透明性を向上

● 米国NRC適合に向けたFPGA型監視装置



FF : フリップフロップ

監視装置基板とFPGA回路構成

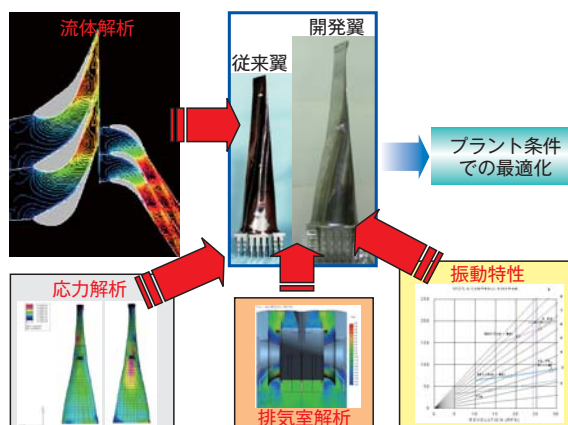
Circuit board of monitoring unit and configuration of field programmable gate array (FPGA)

デジタル信号処理を集積論理素子FPGAだけで実施する新型監視装置A-TOSDIA™を開発した。米国内原子力発電所の安全系に適用するために、U.S.Nuclear Regulatory Commission (NRC)へのライセンス申請準備として、監視装置の認証試験を実施した。

安全系への適用を考慮し、透明性を向上させた、次の特長を持つ検証方法を独自に開発した。

- (1) FPGA内の回路を、検証済みの小規模回路(FE)を接続して構成
- (2) FE間の接続が設計どおりであることを、接続部の入出力で検証

● 次期原子力タービン用 高性能最終段翼の開発



高性能最終段翼の開発技術

Technology for development of last-stage blade for high-performance turbine

次期原子力タービン用最終段翼に対する解析検証を完了し、実機適用に向けた最終の試験段階に入った。

翼形状の開発では、当社で多くの実績のある長翼設計の更なる高性能化を目指し、構造や蒸気の流れの観点から流体解析及び構造・振動解析を行い、翼根元から先端にわたる広い範囲で蒸気の流れを最適化し、構造の健全化を図った。また、タービン排気形状についても、流体解析により高性能化を図った。

これらの成果は、次期大容量化タービンだけでなく、将来の1,000~1,300 MWeクラスのタービンを含む広い範囲での適用を図っていく。