

発電機器・システム

1 水のエネルギーを最大限活用する最新技術

インドのパークラ発電所は、日立が水車（発電機は英国製）を納入し、1959年に運転を開始した。その後50年近くが経過して老朽化が進行していたため、フランス水車全5台の大規模改修を2008年1月に受注した。

2010年4月から1台目（2号機）のオーバーホールを開始し、度重なる現地工事の中断を経て、1台目（2号機）は2013年7月、2台目（5号機）は2013年10月に運転開始まで至り、現在順調に営業運転を継続中である。また、後続機の改修工事も今後進められる予定であり、現在3台目（4号機）の現地工事を実施中である。

今回の改修のために最適設計した前進翼ランナ（羽根入口のシュラウド側がクラウン側に対して回転方向に前進する形状）とガイドベーンに更新することで、水車効率を大幅に向上させた。また、水車1台当たり16.6 MW、発電所全体では83 MWの出力を増大させることにより、逼迫（ひっばく）したインド国内の電力需給に対する大きな貢献が期待される。既設ランナはキャビテーション壊食が発生して定期的に補修されているが、更新ランナは当該部のキャビテーション気泡の発生を大幅に改善することにより、補修周期の延長とランナの長寿命化が可能になった。



1 インド・パークラ発電所 128 MWフランス水車

改修後の水車の仕様は、以下のとおりである。

有効落差：134 m（基準）

水車出力：128 MW（最大）

回転速度：166.7 min⁻¹（定格）

（日立三菱水力株式会社）

2 水力発電所の最新の配電盤更新技術

自動監視制御装置G-HIACS（G-Hitachi Integrated Autonomous Control System）を開発し、電源開発株式会社沼原発電所1号自動制御装置、中国電力株式会社新成羽川総合制御装置などの更新に適用した。これらの案件は、2013年10月に現地納入し、据付け試運転を経て運用を開始している。

G-HIACSは、従来のHIACSシリーズに対して、特に保守ツールの機能を強化したものであり、主な特長は以下のとおりである。

(1) トレンドモニタを、従来の1秒周期、48点収録から、演算周期（100 ms）ごとに約100点収録としたことにより、シーケンス動作異常時の現象解析能力が向上した。

(2) ロジック・シミュレータモードにおいて、アナログ信号の変化量設定、デジタル信号のワンショット機能を持た



2 電源開発 沼原発電所1号自動制御装置

せたことで、主機や制御機器を模擬しやすくなり、ロジックデバッグにおける品質を向上した。

また、ユニット形保護リレーNDシリーズを、中国電力新成羽川4号発電電動機保護装置の更新に適用した。電力用規格B-402および国際標準規格IEC60255に準拠しており、リレー要素の使用不使用設定や、広域周波数特性の選択、保護インターロック回路のカスタマイズを可能にした。（日立三菱水力株式会社）

3 CFD適用のランナ更新による特性改善

東京発電株式会社姫川第七発電所1号機の23,300 kW フランス式水車において、効率を向上した土砂摩耗低減型の水車ランナをCFD（Computational Fluid Dynamic：数値流体力学）評価を用いて開発し、2012年3月に更新ランナによる運用を開始した。溶射などの表面改質による土砂摩耗対策が難しいランナの狭小部位を対象に、土砂流れを模擬した固液二相流解析による評価を適用した形状設計で開発したランナを導入している。同年12月に行った9か月運転後の点検において、土砂摩耗が発生していないことが確認されている。2014年2月には、2号機にも更新ランナが導入される予定である。

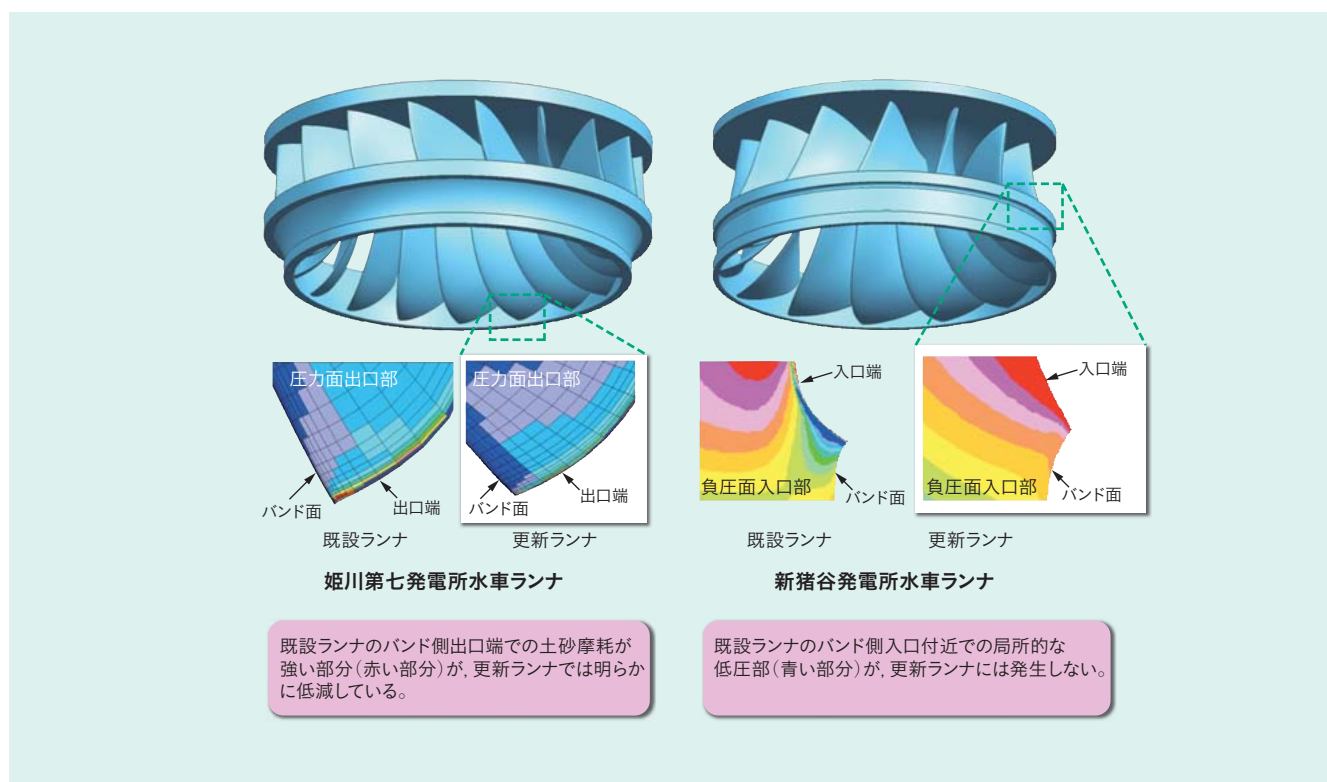
北陸電力株式会社新猪谷発電所の35,000 kW フランス式水車では、キャビテーション特性を改善したランナ更新をCFD評価によって実現し、2013年5月に運用を開始している。三次元的にねじれた羽根形状となる前進翼と呼ばれ

るランナを適用し、キャビテーション発生に関係する局所的な圧力低下が発生しない形状にしている。このようなランナ形状にすることで、安定運転も実現している。（日立三菱水力株式会社）

4 ナイジェリア・ジェバ発電所緊急改修計画、ミャンマー・バルーチャン第二発電所補修計画の受注

ナイジェリアのジェバ発電所は、同国の総発電量の約15%を占める重要な施設であるが、2009年に電気系統事故が発生して4号発電機が損傷を受け、現在は稼働率を半分程度に落ししながら運転している。この緊急改修計画は2012年12月に入札が行われ、自社機（既設機は日立製作所製）の改修提案が評価され、日立三菱水力株式会社が受注した。今後は、2014年3月から10月までの最短8か月工程での現地改修工事が計画されている。

ミャンマーのバルーチャン第二発電所は、同国の総発電量の約10%を占め、豊富な水源によって年間を通じて安定したベースロード電源の発電所として位置づけられている。しかし、1960年に運転を開始して以来、連続稼働運転による機器の劣化や老朽化が進み、早急な機器の補修および更新が必要となっている。この補修計画は、2013年6月に入札が行われ、自社機の改修提案が評価され、日立三菱水力が受注した。今後は、2014年7月から2016年3月にかけて、全6台の現地補修および更新が計画されている。（日立三菱水力株式会社）



3 更新ランナ形状とCFDによる改善ポイントの表示



4 ナイジェリア・ジェバ発電所（上）とミャンマー・パルーチャン第二発電所（下）の所内全景

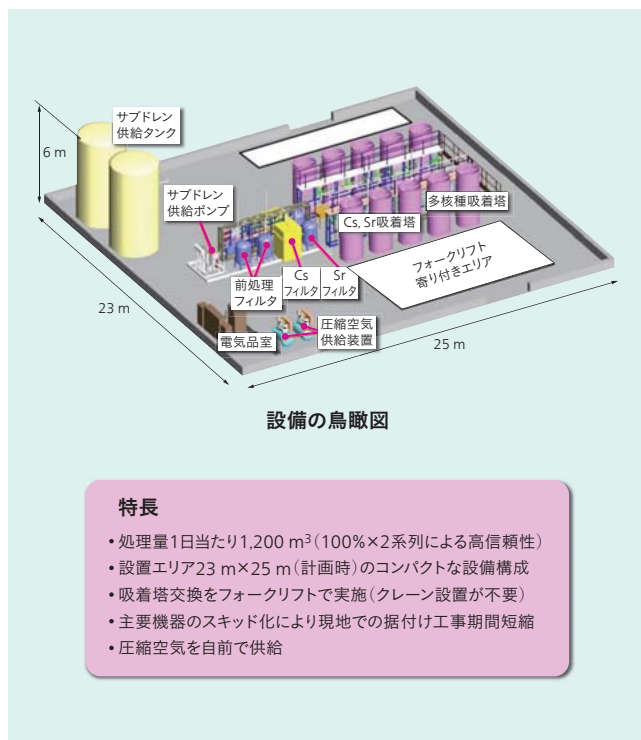
5 サブドレン水浄化設備

福島第一原子力発電所の汚染水には、原子炉建屋、タービン建屋などに滞留している高濃度汚染水のほか、RO（Reverse Osmosis）膜装置から排出される濃縮塩水や、建屋周囲に設置されているサブドレンに滞留している水などが存在する。汚染レベルはさまざまであり、それらの汚染水にはセシウム（Cs-134, Cs-137）、ストロンチウム（Sr-89, Sr-90）、アンチモン（Sb-125）などの多数の放射性核種が含まれている。これに対し、今回、サブドレン水を対象とした汚染水処理システムを開発した。

主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 前処理設備には、通常のろ過フィルタのほか、コロイド除去可能なフィルタを採用している。
- (2) CsとSrの除去に日立が開発したセシウム・ストロンチウム同時吸着剤を採用している。
- (3) 除去対象核種が追加されても対応できるよう、Sbの除去には、国内外の多数の吸着剤の中から適したものを選び、複数の吸着剤を組み合わせ採用している。

開発した設備により、サブドレン水に含まれる放射性核種の濃度を排水中の濃度限度以下にすることができる。この設備を福島第一原子力発電所に導入することで、汚染水



特長

- ・処理量1日当たり1,200 m³（100%×2系列による高信頼性）
- ・設置エリア23 m×25 m（計画時）のコンパクトな設備構成
- ・吸着塔交換をフォークリフトで実施（クレーン設置が不要）
- ・主要機器のスキッド化により現地での据付け工事期間短縮
- ・圧縮空気を自前で供給

5 サブドレン水浄化設備

処理に引き続き貢献する。

（日立GEニュークリア・エナジー株式会社）

6 英国での原子力発電所新設案件

英国政府は、福島第一原子力発電所の事故後も原子力推進政策を変更することなく、原子力を低炭素電源の1つとして固定価格買取制度の法制化を進めている。この電力市場改革のための法案は2012年11月に議会に提出され、2014年に法制化される予定である。

日立は、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）の発行済み株式全てを2012年11月に取得した。

今後、ホライズン社が所有する2サイト（ウィルヴァおよびオールベリー）のそれぞれに、1,300 MW級のABWR（Advanced Boiling Water Reactor：改良型沸騰水型原子炉）を2～3基ずつ建設し、2020年代前半には最初の原子炉を稼働させる予定である。これに向けて、英国原子力規制庁と環境庁による包括設計審査プロセスを、2013年4月から推進している。また、ウィルヴァサイトでの建設計画を進めるため、英国仕様のプラント設計やサプライチェーンマネジメントの構築を含む活動をさらに加速していく。

日立が英国ですでに展開している鉄道事業に原子力発電事業が加わることで、雇用を含め、同国の社会インフラの発展にさらに貢献できるものと考えている。



6 ウィルヴァ発電所の完成予想図

7 メガソーラー向けパワーコンディショナー

太陽光は再生可能エネルギーとして注目されており、1 MWを超える大規模太陽光発電（メガソーラー）が急速に増加している。それに伴い、太陽光発電システムの高効率化と施工コストの低減を目的として、従来の600 Vではなく、海外で主流の1,000 Vを直流電圧に採用したシステムが普及しつつある。

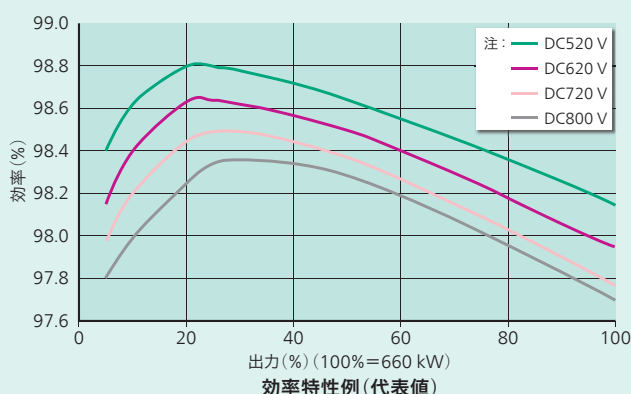
このような中、メガソーラー向けPCS（Power Conditioning System）のラインアップに、直流電圧1,000 Vクラスに対応した660 kW-PCS HIVERter-NP213iを追加した。660 kW-PCSは、インバータに逆変換効率の高い3レベル変換回路を採用している。装置最大効率は98.8%〔DC（Direct Current）520 V時〕であり、交流出力5%～90%の広範囲な領域で98%以上の高い効率（DC620 V時）を維持している。また、系統安定化機能として、電圧変動抑制機能、力率一定運転機能などの無効電力調整機能を標準装備している。さらに、660 kW-PCSを3台収納した屋外パッケージもラインアップに追加した。2 MWクラスの発電設備を1台の屋外パッケージで構築できるため、設置スペースや施工コストの削減を図ることができる。

今後、太陽光発電システムの直流電圧は1,000 Vに移行すると予測されているため、需要の拡大が見込まれる。

（出荷時期：2013年11月）



660 kW PCSの外観
幅：1,400、奥行き：1,000、高さ：1,900（mm）



7 メガソーラー向けパワーコンディショナー

8 3.0 MW二次励磁風力発電用変換器

日立は、風力発電用変換器の分野で2008年から中国市場に参入している。これまでに、1.5 MW、2.0 MW-DF（Doubly Fed：二次励磁）風力発電用変換器と2.0 MW-PMG（Permanent Magnet Generator：永久磁石同期発電機）用風力変換器の製品を中国市場に投入した（1.5 MW-DF運転開始時期：2010年10月、2.0 MW-DF運転開始時期：2013年7月、2 MW-PMG運転開始時期：2012年12月）。

今回開発した水冷式の3.0 MW-DF風力発電用変換器は、中国市場における風力発電機の大容量化のニーズに応えるため、風冷式の2 MW-DFの容量を増加させたものである。

主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 風の変動が激しく、運転／停止の頻度が高い使用環境に対応
- (2) 瞬間的な系統電圧上昇（定格電圧×130%、0.1秒間）でも停止することなく運転を継続
- (3) 瞬間的な系統周波数変動〔定格周波数50 Hz±10 Hz（+10 Hzは0.5秒間、-10 Hzは0.2秒間）〕でも停止することなく運転を継続
- (4) 系統側に接続する変換器単体の運転で無効電力出力運転が可能
- (5) 幅：2,415 mm、奥行き：600 mm、高さ：2,190 mm（突起部除く）、質量：2,600 kg
- (6) 容量体積比：1.01 MW/m³（容量／体積）
- (7) 冷却方式：密閉水冷式

今後は、1.5 MW、2.0 MW-DF風力発電用変換器と同様に、LVRT（Low Voltage Ride Through）認証試験を実施し、新エネルギー分野での実績拡大をめざす。また、さらなるシリーズ展開と日本国内への展開を進めていく。



8 3.0 MW二次励磁風力発電用変換器

9 5 MW大型洋上風力発電システム

近年高まりを見せる再生可能エネルギーに対する要求と、国産エネルギー源の確保の観点から、風力発電への期待が高まっている。現在、日本国内で運転中の風力発電設備は多くが陸上に設置されているが、洋上は一般に陸上よりも風速が高く、騒音や景観に関する評価も容易になるなどの利点があり、その普及が見込まれている。

洋上ウィンドファームの建設は、陸上と比較すると、基礎や据付け工事、海底ケーブルなどにより大きな投資を必要とする。そのため、ウィンドファームの収益性を高めるためには、設置する風車の基数を減らして単機出力を高めることが有効であるとされており、陸上用の大型機である2～3 MWクラスの風車よりも大型の風力発電設備が求められている。

現在洋上向けに開発しているダウンウィンド5 MW風車は、従来の2 MW機から単機出力を増大させるとともに、増速比約1:40の増速機と永久磁石同期発電機の組み合わせによる中速ギアドライブ方式を採用している。また、ナセルの軽量・コンパクト化を図り、ダウンウィンド方式



9 5 MW大型洋上風車

による転倒モーメントの低減効果とともに合理的な基礎設計を可能にしているため、ウィンドファームの建設コスト削減に貢献することができる。

10 メガソーラーシステム

近年、世界各国で太陽光や風力などの再生可能エネルギーの活用が進んでいる。日本でも、2011年8月の「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」の成立を受け、2012年には固定価格買取制度が開始された。そのため、太陽光発電設備の導入計画が急速に拡大しており、国内各所で大規模太陽光発電設備の建設が進んでいる。

日立は、大規模太陽光発電所向け大型PCSの開発にいち早く着手し、2013年末に運転を開始した芦北メガソーラーをはじめ、2014年春に運転開始予定の国内最大級の82 MWとなる大分ソーラーパワーなど、数百メガワットの発電所に導入される見込みである。

大分ソーラーパワー株式会社が事業者として大分県大分市に建設している大分ソーラーパワーは、発電所敷地面積が105ヘクタール(1,050,000 m²)、発電出力が82 MW、年間予想発電電力量が一般家庭約3万世帯分に相当する8,700万kWhという日本最大規模の発電所である。敷設されるパネルを一行に並べると、東京から大阪の距離に匹敵する約500 kmに及ぶ巨大なシステムとなる。

一方、太陽光発電所のコアプロダクトであるPCSのさらなる効率改善も精力的に進めている。従来型のDC 600 V対応の500 kW機に加え、DC 1,000 V対応の660 kW機の販売を開始した。このPCSは、3レベルインバータを採用してチョップパレスとすることで、最大効率で98.8%と世界最高水準の変換効率を達成している。また、日立のこれまでのEPC (Engineering, Procurement and Construction) の経験を生かし、中規模太陽光発電設備向けに基本機器をパッケージ化した「メガキット」の販売も好調である。

今後、引き続き国内を中心に中規模から大規模まで幅広く太陽光発電事業を展開するとともに、海外市場にも積極的に事業を展開する予定である。



10 SGET芦北メガソーラー発電所