

五井ユナイテッドジェネレーション(同)五井火力発電所の 総合運転開始



五井火力発電所全景
Aerial view of Goi Thermal Power Station



蒸気タービン・発電機
Steam turbine and generator

五井火力発電所は、2025年3月に3号機の営業運転が始まり、先に営業運転を開始していた1号機(2024年8月)、2号機(同年11月)とともに総合運転開始となった。

2019年に、当社と東芝プラントシステム(株)は共同で、(株)JERA、ENEOS Power(株)、及び九州電力(株)が共同出資する五井ユナイテッドジェネレーション(同)から、更新工事をEPC(設計、調達、建設)一括で受注した。当社が蒸気タービンなどの機器供給及び土木建築設計・施工(一次協力会社:(株)竹中工務店、(株)竹中土木)を、東芝プラントシステム(株)が発電システム全体設計、据付工事、及び試運転を、それぞれ担当した。

五井火力発電所は液化天然ガス(LNG)を燃料とする発電規模合計2,340 MW(780 MW×3基)のコンバインドサイクル方式の火力発電所である。GEベルノバ社製の最新鋭ガスタービン9HA.02に、当社製の高効率蒸気タービン及び発電機を組み合わせ、発電システム全体の最適設計などにより、世界最高水準である発電効率約64%(低位発熱量基準)を実現した。二酸化炭素(CO₂)排出量の削減による環境負荷の低減、及び安定した電力供給力として電力需要に寄与できる。

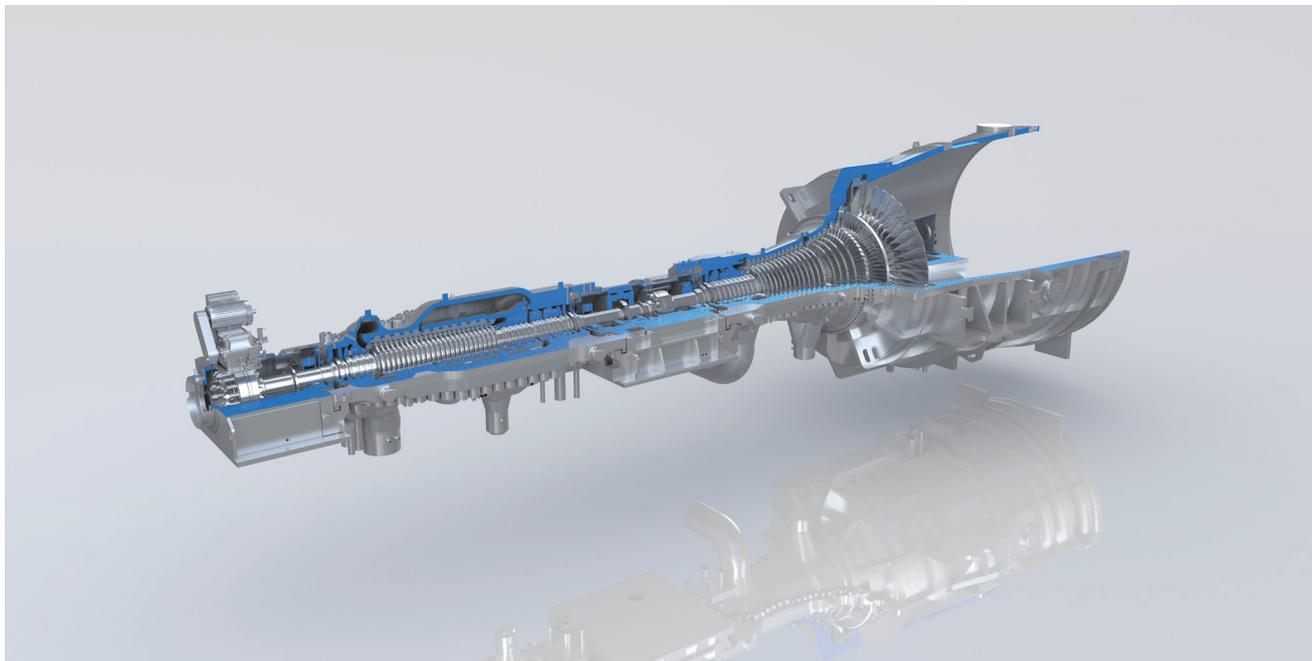
これまでの数多くの経験やエンジニアリング・マネジメント力を生かし、従来のプラント建設よりも約2か月の工期短縮を実現した。また、中央操作室以外の発電所内のどこからでもプラント運転・操作ができるモバイルOPS(Operators Station)を導入するなど、デジタル・セキュリティ技術も搭載した最新鋭の発電所とした。

最新鋭の火力発電所に相応しい、先進的かつヒューマンエラーを未然に防ぐデザインを、“見やすい・理解しやすい・心地よい・運用しやすい”をグランドコンセプトとして検討した。その結果、機能的で、効率と安全を両立した働く環境に配慮した発電所として評価され、2025年度グッドデザイン賞を受賞した。

今後も顧客の要望に応じて、高効率な発電プラントを納めることで、カーボンニュートラル社会の実現に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

メキシコ サンルイスポトシ ガス焚複合火力発電所の運転開始



蒸気タービン発電機
Steam turbine and generator at power plant in San Luis Potosi, Mexico

メキシコ サンルイスポトシ ガス焚複合火力発電所は、2025年7月に商業運転を開始した。当社は、2022年に三菱パワーアメリカ社から、メキシコ電力庁が建設するサンルイスポトシ ガス焚複合火力発電所向け145 MW 蒸気タービン発電機一式を受注し、2023年1月に出荷した。この発電所は、メキシコ国内の緊急電源対策の一環として計画されており、当社は短期間での見積提示並びに短納期であることが高く評価され、受注に至った。

納入した蒸気タービンには、高圧タービンと中低圧タービンから成る串形2車室単流排気形を採用した。定格主蒸気温度は585℃であり、35インチ(89cm)最終段を軸流排気に適用した当社初の仕様である。中低圧タービンを単一車室で実現するため、2種類の材質を、中間の継ぎ手で締結するローターを適用した。また、中圧部ローターの冷却技術を適用するとともに、当該部材質にCrMoV(クロムモリブデンバナジウム)鋼を採用し、手配期間を最小化して短納期を実現した。

発電機には、60 Hzの170 MVA水素(H₂)間接冷却方式の高効率タービン発電機を採用した。H₂ガスの制御方式は連続掃気システムとし、H₂ガス乾燥機ユニットを設置して、再生処理運転を行う。

エンジニアリング遂行にあたっては、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の影響で海外渡航が制限される中、顧客との週次電話会議を通じて技術課題の早期解決に努めた。各製品の製造進捗を随時収集して納期管理を徹底するとともに、長納期品に対してはジャストイン交渉を行うことで現地据付への影響を回避し、全製品の出荷を完遂した。

据付作業・試運転において一部の手配品に不備が生じたものの、当社指導員との密な情報交換により原因を特定し、必要物品の迅速な出荷及び的確な対策を実施することで、現地工程の遅延を回避した。

近年、世界的な電力需要の高まりを受け、北米市場では複合火力を中心に火力発電所の建設計画が急増しており、後続案件の受注が続いている。今後も、環境に配慮した安定的な電力供給の実現と、発電所建設・サービスを通じて多様な顧客ニーズに応えるべく、高効率タービン発電機をはじめとする様々な付加価値製品の提供に取り組んでいく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

クウェート ドーハイースト発電所 潤滑油事故復旧工事の完遂



ドーハイースト発電所復旧工事（タービン側）
Doha East Power Plant recovery work (turbine side)



ドーハイースト発電所復旧工事（発電機側）
Doha East Power Plant recovery work (generator side)

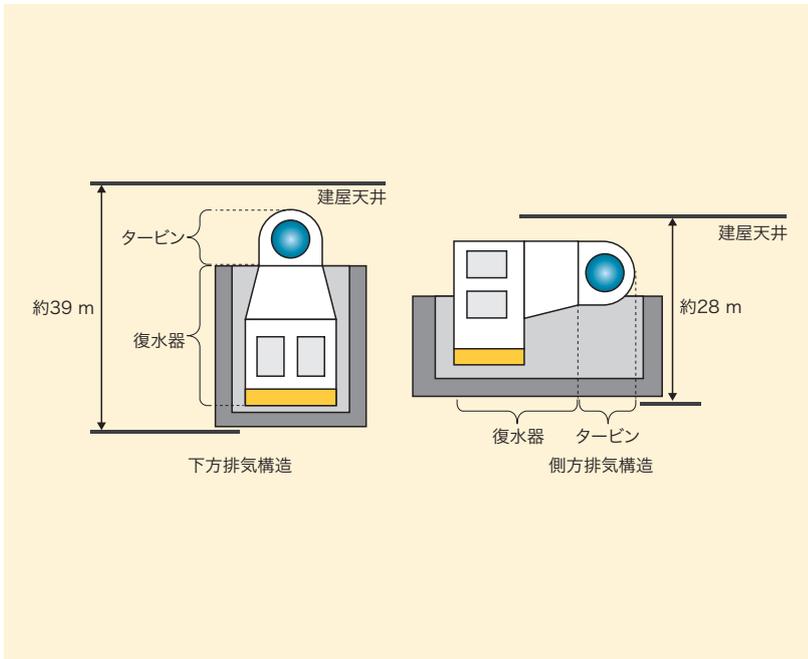
2024年8月、クウェートのドーハイースト発電所において、系統側事故によりプラントトリップが発生した際に、非常用潤滑油系統の一部が損失する事象が発生した。その結果、全7ユニット中4ユニットのタービン及び発電機の軸受部に重大な損傷が生じ、再起動が不可能となる深刻な事態となった。顧客であるクウェート政府の水電力庁からは、電力需給が逼迫（ひっぱく）する翌2025年6月末の酷暑期までの早期復旧が強く要請された。当社は、タービン・発電機のOEM (Original Equipment Manufacturer)として、各技術部門、営業、工場、及び現地法人が一体となり、緊急対応体制を構築した。1970年代後半に運転開始して40年以上の運転実績がある経年機であるため、設計・製造・調達それぞれの難易度が高い復旧工事であったが、限られた時間の中で、合理的かつ実効性の高い復旧プロセスを策定した。

- (1) 現地調査と早期受注 事故発生直後、当社は調査団を結成して現地に派遣した。被害状況を迅速に把握して、最適かつ最速の復旧計画を立案し、短期間での復旧部品の受注を実現した。
- (2) グローバル調達による納期短縮 復旧部品は通常納期では復旧期限に間に合わないため、グローバルサプライチェーンを積極的に活用した。世界各地のサプライヤーとの交渉を進め、重要部品の納期を大幅に短縮した。
- (3) 現地の施工計画・工程・品質管理 2025年1月に復旧工事を開始した。当社主導で地場業者を含めた施工計画を策定し、部品納期を考慮した工程最適化を実施した。作業効率を最大化するために、2台並行作業、部品運搬用クレーンの使用制限を踏まえた工程調整、昼夜2交代制による24時間体制を導入することで、効率的かつ高品質な復旧を実現した。

これらの取り組みにより、顧客要求より1か月前倒しとなる2025年5月末に、復旧工事と系統への再併入を無事故・無災害で達成した。短期間での確実な対応は、顧客の信頼を更に強固なものとし、当社の技術力とプロジェクト遂行力を改めて証明する結果となった。

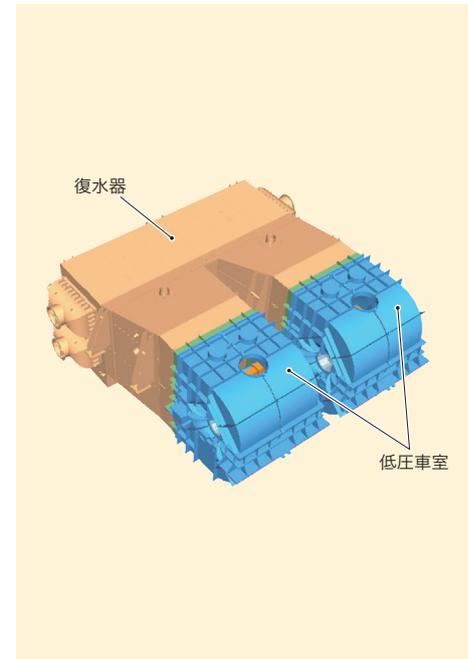
東芝エネルギーシステムズ(株)

コンバインドサイクル向け蒸気タービンへの低圧側方排気構造の適用拡大



下方排気構造と側方排気構造の比較

Comparison of combined-cycle power plants with downward- and side-exhaust steam turbines



側方排気構造の蒸気タービンの概要

Side-exhaust steam turbine schematic

蒸気タービンの低圧排気室に、側方排気構造の実機適用を進めている。従来の下方排気構造は復水器が低圧タービンの真下にあるのに対して、側方排気構造は低圧タービンの横に復水器を配置するため、蒸気タービンと復水器の据え付けを並行して実施することで、据付工期を短縮できる。また、タービフロアが従来の3階から2階になるので、建屋高さが低くなり、シビルコストが大幅に削減可能である。

当社は、小型の蒸気タービンで側方排気構造の採用実績があるが、2014年から大型事業用コンバインドサイクル向けの開発に着手した。側方排気構造を適用した五井火力発電所が2024年8月に1号機の営業運転を開始し、2025年3月に最後の3号機の営業運転が始まった。五井火力発電所は、1軸型コンバインドサイクル発電設備であり、定格出力は234万kW(78万kW×3基)、発電端熱効率は64%(低位発熱量基準)の高効率・高出力が特長である。低圧タービンと復水器の取り合いは全面開口型であり、4流2車室の低圧タービンに対して、復水器は1機である。復水器は、二つの低圧タービン車室から大きな真空荷重や熱荷重を受けるため、各機器の固定位置・方法や耐荷重構造に配慮して設計した。低圧タービンは、基礎台に固定した支持梁で内部車室を支え、タービンローターは軸受台を介して基礎台で支持する。タービンローターと内部車室を外部車室から独立させて、外部車室の変形が回転体と静止体の間隙に影響しない構造を採用した。これにより、外部車室は流体抵抗となる内部構造物を減らし、補強部材を外部車室の外面に設置する外リブ構造を採用して、性能向上も達成した。

国内では、知多エネルギーソリューションズ(同)知多火力発電所7、8号機で側方排気構造の採用が決定しており、後続案件への適用計画も進めている。海外でも側方排気構造の要求が増えており、複数の北米案件で適用計画を進めている。

今後も、国内外でコンバインドサイクル火力発電所の計画が続く見通しである。高効率化、コスト低減、現地工期短縮が可能な低圧側方排気構造の適用拡大と各種技術開発を進めながら、電力の安定供給に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ フィリピン タナワン地熱発電所が営業運転を開始



蒸気タービン発電機
Tanawon Geothermal Power Plant steam turbine generator

フィリピンのタナワン地熱発電所が、2025年に営業運転を開始した。当社は、蒸気タービン発電機や、復水器、クーリングタワー、主変圧器、スイッチギア、DCS（分散制御システム）などの発電機設備一式の機器供給、及び試運転を担当した。

蒸気タービンは、高性能かつコンパクトな当社製標準型ポータブル地熱発電設備 Geoportable-X を採用した。タービン出力は21 MWであり、コンパクト化のために4,900 rpmの高速回転とし、減速機を介して発電機と結合した。

この発電所は、機器供給が当社、機器の据え付けが他社の所掌であり、更に試運転を当社が実施するという、初の変則的なスキームであった。当初、試運転移行時に混乱が生じることが危惧されたが、現地においてきめ細かいコミュニケーションを図ることで円滑な移行を実現し、現在は順調に稼働している。

当社は、今後も高性能・高品質・高経済性を持つ地熱発電機設備を供給し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ ケニア オルカリア第一地熱発電所 蒸気タービン・発電機制御装置の納入



オルカリア第一地熱発電所
Olkaria I Geothermal Power Plant

ケニア オルカリア第一地熱発電所の1～3号機は、1980年代に建設された設備であり、老朽化が進んだためスクラップアンドビルド方式による改修工事が計画された。

当社は、2023年に蒸気タービン・発電機及びそれらの制御装置を受注し、2025年春～夏に、計画どおり現地に納入した。

今回納入した蒸気タービン・発電機制御装置には、緊急時に人命及び設備を保護するために、安全度水準（SIL：Safety Integrity Level）レベル2に準拠した、当社製保護モジュールを採用した。また、従来は別装置で構成されていた事故解析機能を蒸気タービン制御装置に統合することで、監視・制御・保護機能を一体化し、効率性と信頼性の向上を図った。

今後は、2026年度の営業運転開始を目指して、試運転フェーズを工程どおりに遂行する。ケニアにおける発電能力の拡充を通じて、地熱発電の更なる拡大・推進に貢献していく。



蒸気タービン制御装置
Turbine control panel

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 東北電力(株)原町火力発電所1号機 既設大型蒸気タービンの一式更新による性能向上



高圧ローター・内部車室の据付状態
Installation of high-pressure (HP) rotor and inner casing at Haramachi Thermal Power Station Unit 1

東北電力(株)原町火力発電所の1号機は、1997年に運転を開始した出力1,000 MWの超々臨界圧火力発電設備であり、約30年の運用を経て大型改修の時期を迎えていた。当社は、今後の継続運用と再生可能エネルギーの利用拡大に伴う運用性・信頼性の向上を目的として、蒸気タービンの高温部品の更新を含む高圧・中圧タービンの一式更新を受注した。

当初はローターだけの更新案も検討されたが、内部車室の更新による工程短縮や段落数増加による性能向上を提案し、内部車室も含めた一式更新が採用された。羽根・ノズルの段落数増加、高性能ノズル、新しい制振構造、リーク低減型シールパッキンなどの最新技術を導入し、効率向上を図った。また、改修前の定期検査で寸法計測を事前に実施することで、更新部品と流用部品の調整加工を効率化し、工期短縮にも寄与した。改修工事は2025年8月に開始し、12月に組み立てが終了し、2026年1月に全工程が完了した。

今後も、低炭素社会の実現と安定的な電力供給に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ タービン発電機向け点検ロボットの導入拡大



タービン発電機向け点検ロボット
Inspection robot for turbine generators

当社が開発し、提供しているタービン発電機向け点検ロボットが、2025年に、相馬共同火力発電(株)新地発電所2号機及び北海道電力(株)石狩湾新港発電所1号機の定期検査に適用された。2024年の、北海道電力(株)知内発電所2号機への国内初導入に続き、国内火力発電所への本格的な展開が進んでいる。

従来の発電機点検は、回転子を固定子から引き抜き、複数の専門検査員を要する精密作業であった。この点検ロボットの導入により、回転子を取り出さずに検査できるようになった。検査項目は従来と同等のまま、点検工期の短縮と作業員の負担軽減を同時に実現した。この検査には、業界最薄クラスの厚さ10 mmの薄型ロボットを適用し、回転子の目視検査(傷、過熱痕、通風孔詰まり)、固定子の目視検査(傷、過熱痕)、及び固定子楔(くさび)緩み検査を実施した。検査は支障なく完了し、発電機の健全性を確認できた。

今後も、タービン発電機検査の効率化による発電所の稼働率向上、及び保守費削減による顧客利益の最大化に貢献していく。

関係論文：東芝レビュー、2025、80、1、p.29-32。

東芝エネルギーシステムズ(株)



点検ロボットを用いた発電機点検の様子
Generator inspection using inspection robot