

環境配慮型サイクル媒体を用いた 低温排熱回収バイナリー発電機の100 kW級実証試験の完了



100 kW級バイナリー発電実証試験機
100 kW-class binary-cycle power generation test unit

一般的に産業・発電の分野では、プロセスに投入された熱エネルギーのうち、低温となったものは利用しきれずに、未利用熱として存在する。持続可能なカーボンニュートラル社会の実現には、この未利用熱を有効利用することが重要となる。日本国内では、200℃以上の未利用熱は省エネ努力により減少しているが、200℃未満の未利用熱はほとんど手付かずである。

そこで当社は、150℃未満の未利用熱を効率的に電気エネルギーへ変換するバイナリー発電機を開発し、100 kW級試験機での実証試験を完了した。この発電機は、産業プロセス・発電プラントの排出ガス・蒸気・温水や、地熱から排出される低温蒸気・温水など、多種多様な低温の未利用熱を想定し、当社のCO₂(二酸化炭素)分離回収技術を応用して、CO₂を含んだアミン水溶液をサイクル媒体とする。

アミン水溶液は、温暖化係数が小さくてオゾン層保護法の規制対象外の持続可能な物質であり、かつ非引火性で取り扱いが容易で、長期間にわたり安全に運用が可能である。低温でCO₂を吸収し、高温でCO₂を放出するアミン水溶液を、閉サイクル内で循環させることが発電サイクルの特徴である。アミン水溶液のCO₂放出時における吸熱反応を活用し、低温熱源から高い熱回収量を実現させることにより、既存技術(有機ランキンサイクル)に対して同一熱源条件で、発電出力が10%以上優位であった。100 kW級試験機の実証試験では、発電システムの最適化と、安全かつ安定した運転方法を確立した。

今後、得られた知見を反映した100 kW級商用機の設計・社会実装により、この技術の普及を推進する。また、将来的には大容量化に取り組み、低温未利用熱の更なる有効活用の拡大を目指し、省エネに貢献する。

この成果は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」(JPNP21005)の「アミン-CO₂サイクルを使った発電機の開発」(学校法人 早稲田大学との共同実施)で得られたものである。

東芝エネルギーシステムズ(株)

海外火力発電所を建設するEPC事業の工事完了



ベトナム バンフォン1発電所1, 2号機
Van Phong Thermal Power Plant Units 1 and 2, Vietnam



バングラデシュ マタバリ発電所1, 2号機
Matarbari Power Plant Units 1 and 2, Bangladesh

超臨界圧火力発電所であるベトナム バンフォン1発電所1, 2号機は2023年10月, 2024年1月に, 超々臨界圧火力発電所であるバングラデシュ マタバリ発電所1, 2号機は2023年12月, 2024年7月に, 工事を完了し, 商業運転が開始された。

当社は, 各発電所ともにタービンアイランド(蒸気タービン, 発電機など)を担当し, 高反動翼設計を適用した高性能タービンの採用などで高効率化を実現し, CO₂排出量の抑制に貢献している。

バンフォン1発電所は, 当社初のベトナムEPC(設計, 調達, 建設)事業で, IPP(独立系発電事業者)オーナーの住友商事(株)から4社のコンソーシアムで受注した。当社は, コンソーシアムのリーダーとして, ベトナムの法規制に基づく官庁許認可の取得や監査対応も遂行した。また, IPPオーナーには, CMMS(コンピューター化保守管理システム)を提供し, プラント情報を活用した設備運営や保守サポートを行っている。更に, 機械エンジニアリングの海外アウトソーシング活用を採用し, 設計・品質管理の面で据え付け・試運転時に労力は要したが, 無事に工事を完了した。

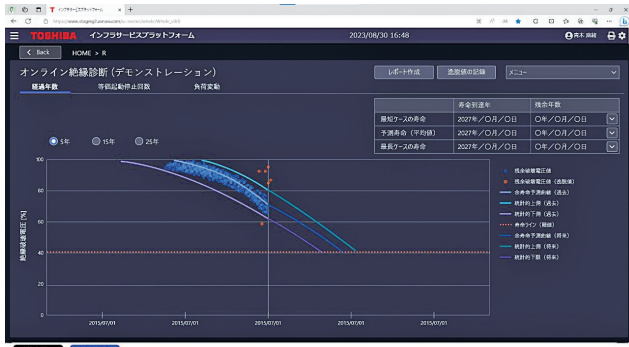
マタバリ発電所は, 先行機での高圧蒸気タービン排気温度上昇を防止するという課題に対し, 新設計の高圧タービン排気エバキュエーション系統で対策し, 試運転までを通して, 効果を検証できた。また, PADOと呼ばれるオンラインのプラント性能分析・異常検知システムを導入し, プラント安定運転の実現を図った。

各発電所とも, 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の影響のため入国制限措置や水際対策が取られるなど事業遂行に困難は生じたが, 影響を最小に抑えることができた。エンジニアリングでは, リモートシステムの積極的活用や, 第三者機関を活用したベンダー工場立ち合いなどの代替方法を模索し, 据え付け・試運転では, 感染症対策の徹底及び火力事業移管先の東芝プラントシステム(株)と一体になった合理的体制の構築で, 建設・試運転を完遂した。

今後, これら運転開始済みの火力発電所で, DX(デジタルトランスフォーメーション)を活用した設備運用効率の向上, 脱炭素化の推進に取り組んでいく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

IoTアプリケーションによる発電機異常予兆診断のPoC開始



IoTアプリによる発電機固定子オンライン絶縁診断の評価画面の例
Screenshot of Toshiba Internet of Things (IoT) application for online generator stator insulation diagnosis

再生可能エネルギーの普及によって、火力発電所の運用は調整用電源へと変化しており、発電機の出力変動による経年劣化の加速や運転中の故障リスクの上昇が懸念される。

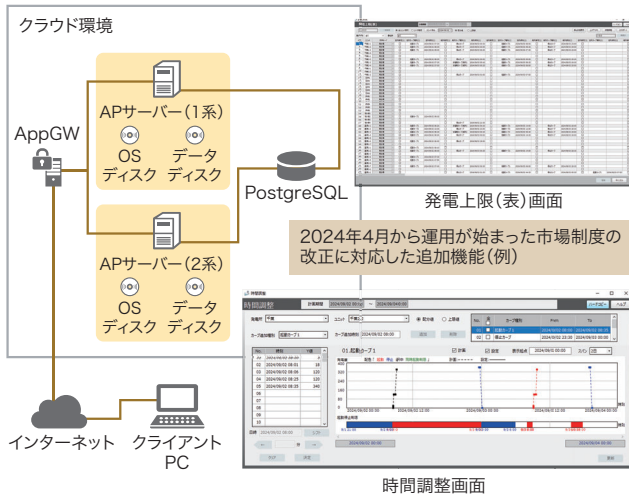
そこで当社は、当社のIoT (Internet of Things) アプリケーション (以下、IoTアプリと略記) を用いた発電機の異常予兆診断として、発電機固定子オンライン絶縁診断の部分放電モニタリングシステムの検出装置を製品化し、初めて中国電力 (株) 新小野田発電所1号機に導入して概念実証 (PoC: Proof of Concept) を開始した。

運転データは、メモリーカードによるデータ授受とし、IoTアプリに入力して、発電機固定子コイル絶縁劣化の予兆診断評価を行う。このアプリの評価画面の例を図に示す。

IoTアプリの発電機異常予兆診断では、上記以外に、ローターの異常検出や、クーラーの性能劣化予測、コレクターの火花監視などを準備している。今後、オンラインによるデータ授受を含め、顧客ニーズに応じたメニューを提供していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

(株) JERA 納入クラウド版最経済運用システムの実運用開始



AppGW: アプリケーションゲートウェイ
AP: アプリケーション
OS: 基本ソフトウェア
PC: パソコン

(株) JERA 納入クラウド版最経済運用システムの構成
Configuration of cloud thermal operation planning system for JERA Co., Inc.

最経済運用システムは、オンプレミス版システムを (株) JERA に納入し、運用されてきた。2024年4月の発電販売計画・需給調整市場の制度改正に基づく新たな運用の開始に対応した機能を追加し、かつクラウド上で24時間365日稼働できる高可用性システムとして再構築したクラウド版システムをリリースし、(株) JERA に納入して実運用を開始した。

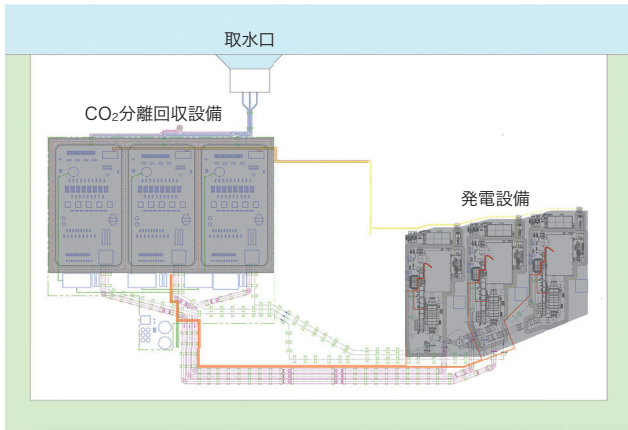
このシステムは、(株) JERA の東日本エリアの全火力発電所への電力需要に対し、各発電所の運用制約条件を全て満たした上で、全体の燃料費を最小に抑えて最も経済的に運用するための高機能最適化ソフトウェアである。また、各発電所の起動・停止・出力変化タイミングを算出する世界最大規模の最適化問題の解を、実運用時間内に算出可能である。

このシステムを顧客のクラウド環境で初めて実現したことにより、計算規模に応じたスケーラビリティの確保と、制度改正などによる機能追加・変更の要請に応じたソフトウェア改修でのメンテナンス性向上を実現した。

今後、(株) JERA の西日本エリアへの適用に加え、他の電力会社にも展開する。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 大規模 CO₂ 分離回収設備のFS 推進



CO₂ 分離回収設備を発電所に追設するプラントレイアウト
Layout of plant with CO₂ capture facility

CO₂ 分離回収では、吸収液から CO₂ を解離させる際に大量の熱エネルギーを使用する。発電所に設置された場合、熱源に発電所の蒸気を利用できる。

当社は、バイオマス発電所から CO₂ 約 600 t/日の回収設備で建設・運転実績がある。更に大規模な CO₂ 回収の顧客への提供に向け、国内の天然ガスコンバインドサイクル発電所から CO₂ 約 14,000 t/日を低エネルギーで回収する大規模設備のFS（フィジビリティスタディー）を実施し、実現可能と確認した。

当社の蒸気タービンサプライヤーとしての知見から、発電出力の低下を最小限に抑える抽気点を選定した。また、排ガスの一部を再循環させて設備入り口での CO₂ 濃度を高める技術の採用で一層効率良く CO₂ を回収できること、及び低 CO₂ 濃度域で従来より回収エネルギーが低い吸収液の適用により低エネルギーで回収可能なことも確認できた。

大規模火力発電所へのアドオンを含む複数FSを遂行中で、今回の成果も生かし、カーボンニュートラルに貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ オーストラリア カライド発電所 C4 号機の大型改修プロジェクト工事完了



事故発生直後のカライド発電所 C4 号機タービン及び発電機
Turbine and generator at Callide Power Station Unit C4, Australia immediately after incident

オーストラリアのカライド発電所 C4 号機で、2021 年 5 月に電源喪失によるタービン保護システムの機能不全から、タービン及び発電機が大きな損傷を受けて修復困難な状態となった。当社は、大型改修プロジェクトとして、タービン及び発電機の新規製作・供給を行って 2023 年 6 月に据付工事を完了し、2024 年 8 月に営業運転が再開された。

復旧対応では多くの技術課題もあったが、東芝インターナショナル・オーストラリア社との緊密な連携と当社の豊富な経験を生かしてタービンと発電機を短納期で供給し、円滑に据え付け・試運転を完了できた。

また、タービンは、最新技術を用いて信頼性を向上させ、高性能な翼列とシール技術によって効率を高めたことで、CO₂ の排出削減にも貢献している。

プロジェクトの成功で、顧客ニーズに的確に答えて短納期で対応できる能力を示せた結果、顧客の信頼を得て、隣接する 3 号機の発電機補修プロジェクトを受注した。今後もオーストラリアの電力安定供給に貢献していく。



更新後のカライド発電所 C4 号機タービン及び発電機
Upgraded turbine and generator at Callide Power Station Unit C4

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 五井火力発電所 EPC 事業における土木建築工事完了



1号タービン・電気制御建屋
Goi Thermal Power Station Unit 1 turbine and control building



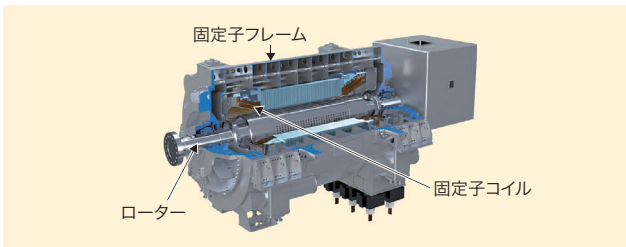
サービスビル
Service building

2024年8月に1号機の営業運転が開始された五井火力発電所の建設工事は、当社が東芝プラントシステム(株)とのJV(ジョイントベンチャー)として共同で、発電設備だけでなく土木建築設備まで一式をEPC事業で受注した最新鋭のコンバインドサイクル火力発電設備である。土木建築工事は、当社が設計施工元請けとなる国内火力発電所としては最大規模であり、2024年7月末に全土木設備の納入、8月には全ての建築完了検査を予定どおり完了した。

土木建築込み元請け事業の価値最大化を目指し、発電設備配置・建屋計画では土木建築工事工程の最適化と、工期短縮に向けた施策を施し、発電設備計画との協調により設計後戻りを抑止した。また、2号機・3号機を含めた発電所全体のデザインコンセプトを策定し、3台の発電設備で構成される発電所の機能性、意匠性の向上を図った。工事に際しては一部、顧客による既設発電所除却工事と当社の新設工事が並行したが、関係者間の綿密な調整、当社JVによる一貫した工事事質・安全管理により、遅れなく推進できた。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ フィリピン カラカ発電所2号機で発電機交換の工事完遂



一般的な蒸気タービン発電機の構造
Typical steam turbine generator structure

フィリピン カラカ発電所は、同国の電力供給において重要な役割を担っている。1995年に運転開始の他社製2号機の発電機は、2020年に一式更新されたが、2度の地絡事故の発生に加え、振動問題があり、定格に対して6割程度の出力しか得られず、顧客から再更新を希望されていた。

当社は、顧客保管中の旧発電機の固定子コイル巻き替え・再利用という競合他社に対して納期・コスト面で優位な提案をして受注し、2024年5月に工事を完遂した。

他社製のため、詳細図面・素材・寸法などの情報が限られ、固定子コイル巻き替え後の旧発電機への交換作業を顧客と当社で分担する中、担当作業の受け渡しが12回発生し、工程遅延につながりやすい作業状況であった。そのため、顧客作業も遅滞がないよう積極的に注意喚起して現地工程の工期を守った。これには、経験豊富な当社京浜事業所技術者の協力確保など、これまでに培った経験を生かした社内・現地体制の構築が大きく寄与した。交換工事後、発電出力は定格の300 MWへ向上し、安定して運転できている。



固定子コイル巻き替え後の旧発電機固定子のつり込み作業
Hoisting old generator stator onto foundation after stator coil rewinding at Calaca Power Station Unit 2, Philippines

東芝エネルギーシステムズ(株)