

■ BLENDer向けサービス運用基盤を活用したデータ・AIによる循環型 デジタル・エンジニアリングの推進 ★

Promoting Circular Digital Engineering through Data and AI Using Service Operation Infrastructure for BLENDer

当社は2023年度IR(Investor Relations)で循環型 デジタル・エンジニアリングを経営戦略に掲げた。これは、当社グループが顧客から入手した様々なデータを活用して新たなソリューションを開発・運用し、社会課題解決に貢献していくことを宣言したものである(図1)。この循環型 デジタル・エンジニアリングを推し進めるに当たって当社DXイノベーションセンターではデジタル基盤“Serendie”を立ち上げて、事業領域を横断した価値創造の活動を進めている。また、当社電力ICTセンターでもSerendieを活用したソリューション創出の取組みを進めている。

次に、その活動内容について述べる。

(1) BLENDer向けサービス運用基盤

電力ICTセンターでは、電力システムの運用に関する様々なソリューション群(“BLENDer”シリーズ)を提供している。これらの開発・運用プロセス全体の最適化、サービス提供型事業へのシフト及び循環型 デジタル・エンジニアリングによる価値創出を推進するため、ITIL(注)4にのっとったBLENDer向けサービス基盤を運用している。

この基盤では、①クラウド開発：クラウドネイティブアーキテクチャー・セキュア開発への対応やCI/CD(Continuous Integration/Continuous Delivery)などの開発自動化、②クラウド運用：サービスデスクやサービス監視・OSS(Open Source Software)脆弱(ぜいじゃく)性管理や不適切な設定防止などセキュリティー監視、③データ活用：事業サービスのデータの収集・分析・価値創出、及び④AI活用：生成AI活用による業務改善、の4項目の

開発・運用に注力している。

これらの各項目について、アジャイル開発手法の採用、積極的なAI活用、スムーズにこの基盤を活用するための伴走を実施して、先に述べた取組みを推し進めている。

次の(2)で③の取組み、(3)で④の取組みについて詳細を述べる。

(2) データ活用：事業データの収集・分析・価値創出

循環型 デジタル・エンジニアリングを進めるため、事業データを集積・分析するデータ基盤を構築した。この基盤はSerendieの成果を活用して構築しており、データプールはSnowflake(注)、分析ツールはDataiku(注)を使用している。この基盤を活用して、事業データをデータメッシュとして効率的に管理し、可視化や様々な分析手法を駆使することで、柔軟かつ迅速に仮説検証を進めている。

現在は、分散型電源やスマートメーターのデータを一元管理するプラットフォーム(BLENDer DEP)と接続して太陽光発電などのデータを収集しており、これらの故障推定など仮説検証を実施している(図2)。その他のBLENDerシリーズの事業データに関しても、今後、収集・活用していく予定である。

(3) AI活用：生成AI活用による業務改善

生成AIは、タスクの自動化、リアルタイムなデータ分析、ナレッジの蓄積・共有、情報の一元化を実現するために利用されている。電力分野でも業務効率化が求められる中、当社もこの流れに沿って生成AIを活用している。

図3に生成AIの三つの活用事例を示す。

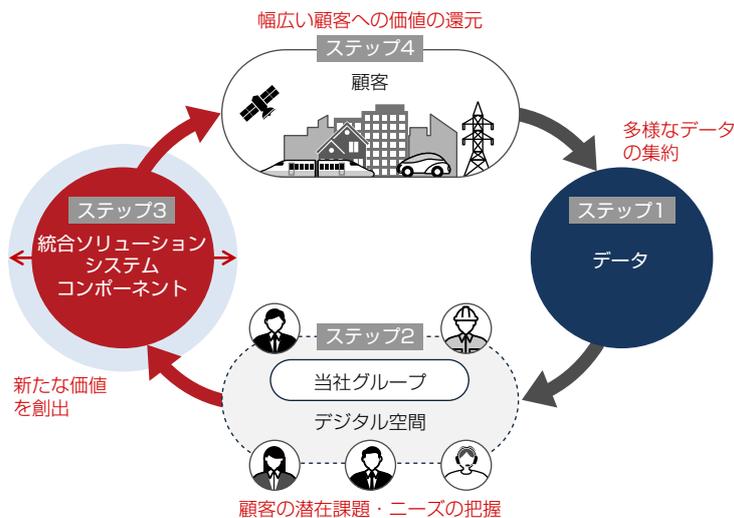


図1-循環型 デジタル・エンジニアリングによる社会課題解決

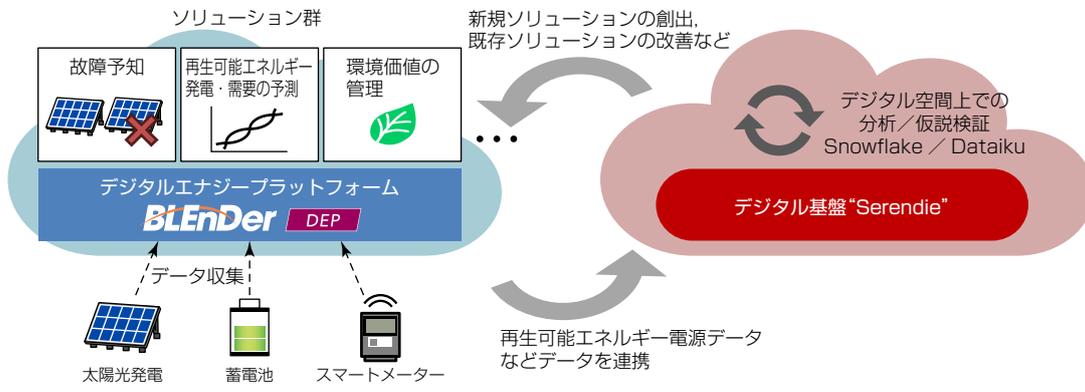


図2-BLENder DEPとSerendieの連携

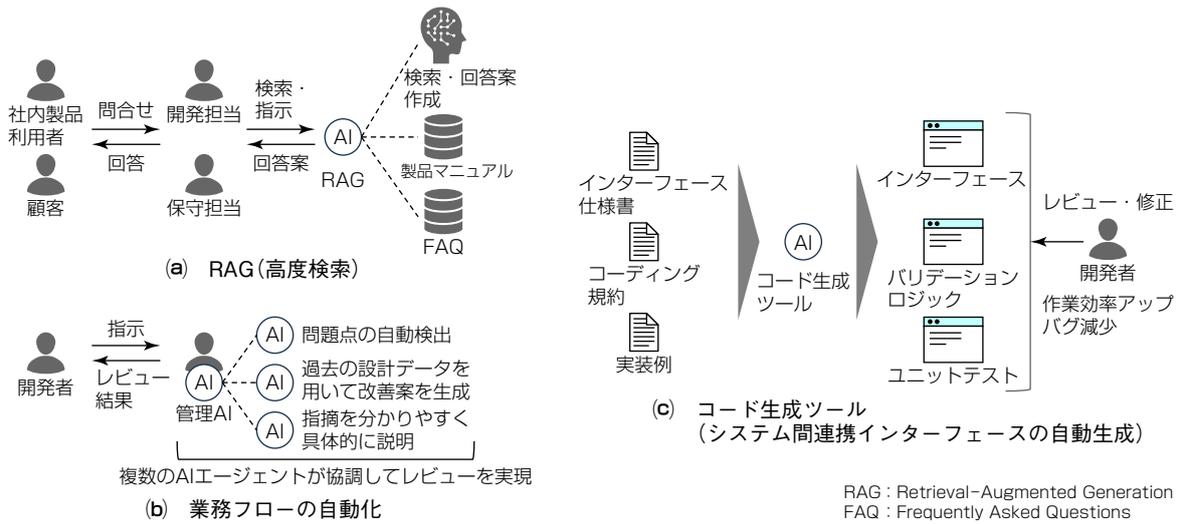


図3-生成AIの三つの活用事例

(a) RAG

手動での製品仕様や過去の類似障害事例の調査は時間がかかるが、仕様書や障害情報を整理して活用しやすくすることで、必要な情報を的確に検索できるようになる。これによって、調査時間の短縮と業務効率の向上を図る。

(b) 業務フローの自動化

経験の浅いメンバーが効果的なレビュー指摘を行えないことがある中、RAGで蓄積された情報を活用し、過去の設計事例を基にAIエージェントがレビュー指摘を行うことで、レビュー品質を向上させる。これによって、不具合を早期に発見できる。

(c) コード生成ツール

システム間インターフェースのバリデーションロジックを、設計書を基に自動生成する。テストコードも同時に生成するため、品質と開発スピードを向上させる。

これらのように、電力ICTセンターのBLENder向け運用基盤での循環型 デジタル・エンジニアリングの取組みは、エンジニアリング事業の効率化と新たな価値創出に寄与する。

今後も持続可能な社会の実現に向けた取組みを進めていく。

“MELPRO-iシリーズ”でのエッジAIの実装とスマート保安への適用

Implementation of Edge AI in “MELPRO-i Series” and Its Application to Smart Maintenance

近年、保安人材の高齢化や人手不足、設備の老朽化などの影響から、スマート保安が注目されている。そのため、従来の保護継電器に対して、機器の異常兆候検知や点検の省力化を目的としたエッジAIを開発し、当社のエッジデバイス“MELPRO-iシリーズ”に実装した。

主な特長は次のとおりである。

(1) スマート保安用CPU(エッジAI)の実装

保護・制御用のCPUとは別に、MELPRO-iにスマート保安用のCPUを追加実装した(図1)。電気設備技術基準によって設置義務のある保護継電器に対して保安に必要な情報を取り込むことで、新たにスマート保安用機器を設置することなく、電気設備の状態監視が可能になる。これによって、保護継電器の設備更新やリレー盤の新設に合わせて、電力業界に求められているスマート保安技術の導入拡大が期待できる。

(2) エッジAIでのデータ処理

当社IoT(Internet of Things)プラットフォーム“INFOPRISM”をエッジAIに採用することで、保護継電器で取得した波形情報を対象に、当社独自のAIエンジン“Maisart”を用いた異常兆候検知が可能である。AIの“類似波形認識”技術を用いて、取得した波形情報に対して“いつもと違う”を検出する異常兆候検知アルゴリズムをMELPRO-iに実装することで、取得した全波形データではなく、検知結果だけを上位サーバーに通知し、通信量の削減も可能になった。また、SD(Secure Digital)スロットや有線LANポートを採用しているため、SDカードに保管した波形データや検知結果を有線LAN経由で閲覧できて、上位サーバーを所有しない高圧需要家も異常兆候検知を利用できる。

引き続き、データの分類(判別)や回帰(予測)などで使用される機械学習手法の一つであるランダムフォレストによる分類器を活用したアルゴリズムの実装を予定している。

(3) セキュリティー対策

SDカードに保存される波形データはユーザーの資産であるため、セキュリティー対策が重要である。SDカードのデータを暗号化することで、第三者がSDカードを取得した場合でも波形データを閲覧できないようにセキュリティー対策を施した。また、有線LANでの通信方式にSSH(Secure Shell)通信方式を採用することで、有線LANポートを経由したユーザー資産の波形データや当社IP(Intellectual Property)への第三者による不正アクセスを防止している。

(4) スマート保安のユースケース

エッジAIを導入したMELPRO-iのユースケースの一つとして、真空遮断器(VCB)の定期点検の省

力化と延伸化を想定している。法律や省令によって義務化されているVCBの点検は、規格やガイドラインに基づいて標準化されており、詳細はメーカー要領に従っている。VCBの取扱説明書に記載されている点検方法を踏襲した場合、ユーザーによっては1~2日程度の長期停電が必要になり、設備稼働時間に大きな影響を与える。そこで、MELPRO-iを用いた異常兆候検知機能による点検作業の短縮可能性を検討した。例えば、点検開始前に点検対象VCBの開閉動作時のセンサーデータをMELPRO-iで取得することで、VCBを新規導入した時点の学習データを基準に、経年や周囲環境が原因で劣化が進行したVCBのセンサーデータの異常兆候を検知し、その検知結果からVCBの劣化レベルを把握できる。MELPRO-iが算出するVCBの劣化レベルを活用した運用・点検作業が電気主任技術者や保安監督部などで許可されている場合、点検対象のVCBの手入れなどの要否を事前に現地又は遠隔で判断できて、点検が不必要と判断されたVCBについては点検作業を省略できると考えている(図2)。点検作業時間の省力化や点検の延伸化によって、設備保有者は点検費用の削減や停電時間の短縮による早期営業再開や本業の利益増大が期待できて、点検事業者は1日当たりの対応件数の増加や停電・復電準備のために確保されている時間外労働の削減が見込める。

今後、実証や共同研究を通じて学習用データを収集し、異常兆候検知の精度向上を図るとともに、ユースケースごとに適切なセンサーやアルゴリズムを選定し、更に効率的で安全なスマート保安の構築を目指す。

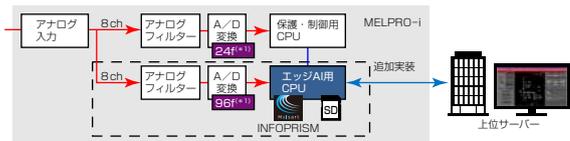


図1 - MELPRO-iでのエッジAIのハードウェア構成

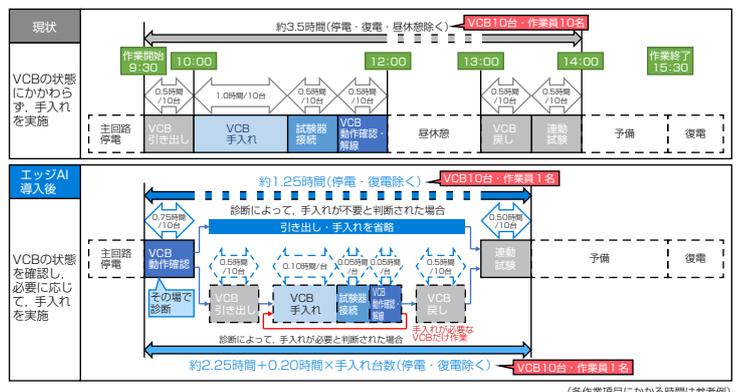


図2-エッジAIを用いたスマート保安のユースケース (VCB定期点検の省力化と延伸化の例)

浮体式洋上風力向け小型低損失HVDC変換器

Small and Low-Loss HVDC Converter for Floating Offshore Wind Farm

2050年カーボンニュートラル社会の実現に向けて、洋上風力発電の大量導入が期待されている。欧州と異なって遠浅海域の少ない日本では現在主流の着床式洋上風力建設に適した海域に限られるため、水深が50mを超える海域にも設置が可能な浮体式洋上風力の開発が急務になっている。浮体式洋上風力の導入に当たっては、運用を含めたLCOE(均等化発電原価)による評価が望ましい。HVDC(高電圧直流送電)では、従来の交流による送電に比べて交直変換を行う変換器設備が必要になるものの、長距離送電では電力ロス、ケーブル関連費用(ケーブル本数、及びそれに伴う建設コスト)が大きい交流送電に比べてLCOEを低減できることが知られている。さらに、交流送電より直流送電を適用した方が有利になる海域を拡大させることで、浮体式洋上風力の普及に貢献できる。そこでLCOE低減を実現する低損失かつ小型化したHVDC変換器を開発した。

HVDCシステムは、**図1**に示すとおり、陸上変換所と浮体式洋上変換所に設置される2組のHVDC変換器によって構成されて、HVDC変換器はSM(サブモジュール)と呼ばれる単位変換器を複数個配置したバルブタワーによって構成される。

次に、HVDCシステムの開発内容について述べる。

(1) SiC適用SMの製作

SMには、低損失パワー半導体として実績のある当社製SiC(シリコンカーバイド)パワーモジュールを適用した。構成部品のキャパシター部分の体積を低減することで、変換器のうちの半導体素子部分の損失低減とSM部分の体積低減を実現した。**図2**に開発したSMの外形を示す。

(2) バルブタワーの設計

開発したSMを浮体式洋上変換所向けのバルブタワーに適用するために、絶縁設計、耐震設計を実施した。特に、浮体式洋上プラットフォームへの適用を考えて、波浪による繰り返し振動や傾きのような環境条件を考慮した耐振動、疲労条件に対する設計検討を行った。環境条件は、日本海域の海象データ、及び浮体式洋上変換所ミニモデルでの水槽試験結果を用いた。その結果、**図3**に示すような±320kVのバルブタワーを設計した。

(3) HVDCシステムの実系統運用での机上検討

実系統での運用に対する検証として、系統シミュレーションによる机上検討を行った。洋上風力システムの解析モデルは、洋上風力発電設備から浮体式洋上変換所に設置されるHVDC変換器を経由し、直流ケーブルによって陸上に送電されて、陸上変換所に設置されるHVDC変換器によって交流に変換されるモデルにした。机上検討の結果、設計したHVDCシステムは起動停止や定常時安定運転、系統事故時運転継続、重故障時安全停止が可能であることを確認した。

(4) SMの妥当性確認

HVDCシステムの電気試験規格であるIEC 62501規格に基づいて20個(10個×2組)のSMを接続した試験回路を構築し、実機最過酷電圧・電流に試験尤度(ゆうど)を加えた条件で連続運転試験を実施し、併せて損失測定も実施した。**図4**に試験回路図と試験風景を示す。その結果、先に述べた条件での運転にSMが耐えられることを確認した。また、目標となるSM損失低減を実現することに成功した。

これらのとおり、浮体式洋上風力向けHVDC変換器としてSiCを適用したSMの製作、及びHVDC変換器を組み合わせた基本システムの検証を行うことで、HVDCシステムの開発を完了した。

なお、この開発内容は、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(JPNP21015)として、2022年5月17日~2025年3月31日に実施した成果をまとめたものである。

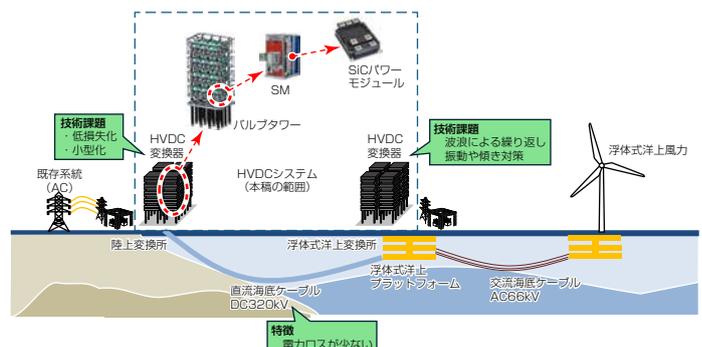


図1-浮体式洋上風力向けHVDCシステム

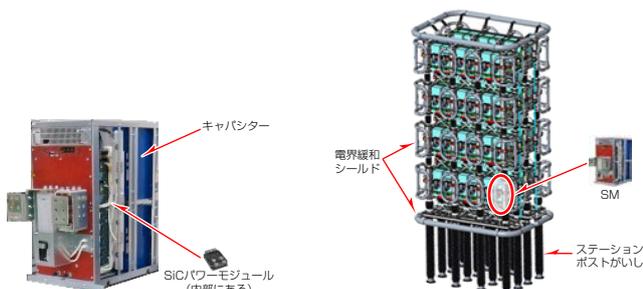


図2-SMの外形

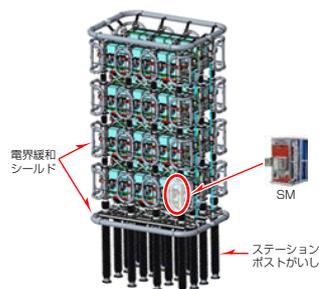


図3-±320kVバルブタワー

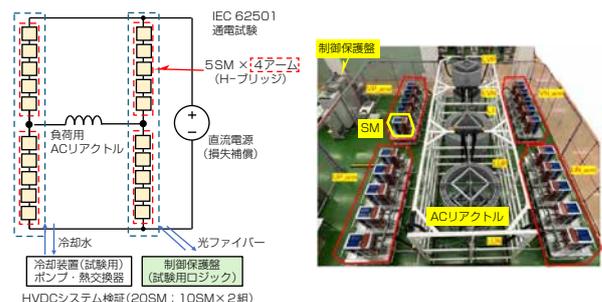


図4-通電試験の回路図と試験風景

高圧真空遮断器“VF-20E/25Eシリーズ”

High Voltage Vacuum Circuit Breaker “VF-20E/25E Series”

環境保全に配慮し、施工性、保守性の向上を従来機種に比べて更に追求した高圧真空遮断器VF-20E/25Eシリーズ(定格遮断電流20/25kA)を新たに開発した(図1)。

主な特長は次のとおりである。

- (1) JEC-2300:2020, IEC 62271-100:2021+AMD1:2024(交流遮断器に関する国内、国際規格)に準拠した。
- (2) 固定枠は従来のJEM 1425:2011と対応国際規格IEC 62271-200:2011を整合させたJIS C 62271-200:2021(金属閉鎖形スイッチギヤ及びコントロールギヤ規格)に対応した。その中の保守点検性区分では、最も作業者の安全性を確保した等級であるLSC2B-PM(母線・

コンパートメントの仕切りの材質が金属)に対応した。

- (3) 環境への配慮として、RoHS(Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment)指令10物質の含有量がしきい値を超える部品は不使用にした。また、取扱説明書を二次元バーコード化することで、使用する紙資源等を削減した。
- (4) 制御コイルの構造最適化によって、投入・開放時の制御電流値を従来機種に比べて約20%低減し、省エネルギー化を実現した。
- (5) 標準品の適用範囲拡大による標準納期の短縮を目的に“試験・接続位置検出用位置スイッチ”を別売品とすることで、発注方法を簡素化し、利便性を向上させた。



図1 - 高圧真空遮断器VF-20E/25Eシリーズ