

ドキュメント

CHALLENGE 省エネ

FILE No.176

三菱重工エンジン&ターボチャージャ

三菱重工エンジン&ターボチャージャは、太陽光発電などの再生可能エネルギー発電、レシプロエンジン発電、蓄電池を組み合わせ、最適制御を可能とするトリプルハイブリッド自立給電システム「EBLOX」（イブロックス）を開発した（写真-1）。不安定な再エネの電力を安定化できる強みを持ち、低コストで高効率な分散電源が構築できる。世界的には送配電網の整備が進まない地域におけるオフグリッドの自立電源として、日本では系統連系しつつ、再エネを最大限活用するシステムとして普及促進を図っている。（編集部）



写真-1 相模原工場内のトリプルハイブリッド自立給電システム「EBLOX」

トリプルハイブリッド自立給電「EBLOX」 太陽光発電, エンジン, 蓄電池を最適制御

「EBLOX」開発の狙い

三菱重工エンジン&ターボチャージャは、三菱重工業のエンジン事業、ターボチャージャ事業を分割し、2016年に設立。ディーゼルエンジン、ガスエンジンやターボチャージャなどは多様なラインアップを揃える。国内にとどまらず世界展開しており、長年培った技術力で高品質な製品を開発、生産し、アフターサービスまで一貫体制で提供。製品開発・技術力のさらなる強化とともに、分散型エナジーソリューションの提供に力を入れている。

トリプルハイブリッド自立給電システム「EBLOX」（図-1）は、世界的な再エネの導入拡大を視野に、新たな分散電源の形を追求したもの。当初の開発の狙いとしては、アフリカや東南アジアの島しょ地域を念頭に、電力系統にはつながっていないが、村や集落の単位で生活に必要な電気を供給する自立給電システムのアイデアを具体化したもの。例えば、アフリカには電力系統にはつながらず、大小1,000カ所を超えるディーゼル発電所が点在している実態

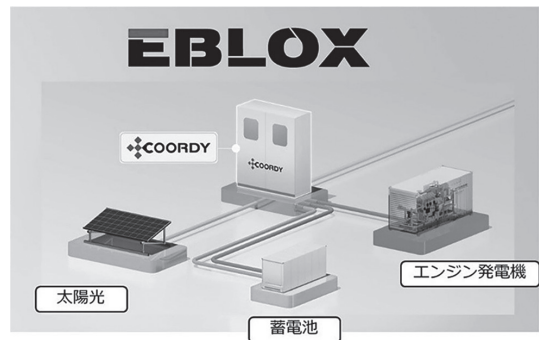


図-1 「EBLOX」のイメージ

がある。ただ、世界的な再エネの導入拡大機運を受け、そうした地域専用の発電所にも太陽光発電設備が併設されるケースが今後増加していくことが想定される。そこで単純に太陽光発電設備を追加するだけでは、その規模によっては周波数や電圧が大きく変動し、これまでは使用できていた家電製品などが、使用できなくなる恐れもある。そこで、太陽光発電、エンジン、蓄電池を一つのパッケージとし、安価に安定した電力を供給できるコンパクトな発電所

が今後求められる可能性が高いと判断。「EBLOX」の製品化を進めることになった。

一方、この数年は世界的な新型コロナウイルスの感染拡大を受け、海外に向けたビジネス展開には相当な制約が生じていた。このため、「EBLOX」の今後の展開として、あらためて日本国内に目を転じ、市場のニーズを検討した。分散電源の動向としては、完全な自立給電よりむしろ電力系統につながりながらも、再エネを最大限活用したいニーズが強まっている状況がある。このため、当初のオフグリッドだけでなく、系統連系の機能を加えた製品開発も推進した。

国内では実際、太陽光発電の自家消費の機運が高まっている。ただ、施設によっては屋根などの上に太陽光発電パネルを置く余地はあるものの、自家消費を超える規模になるため、これをためらうケースがある。また、太陽光発電の余剰電力を蓄電池に貯めて使用するなど、最適な制御を求めるニーズも強まっている。一方ではレジリエンスの観点から、自然災害により電力系統からの供給が途絶えた場合でも自立した電源を確保したい要望も、自治体などから多く聞かれるようになった。そこで、国内での普及を視野に機能の充実を図ることにした。

既に海外を念頭に置いたオフグリッド版は2021年5月に販売を開始している。主に日本国内を意識した系統連系版は2022年8月から販売を開始したところである。

技術的な特長

「EBLOX」の特長は、トリプルハイブリッドである三つの電力設備それぞれの特性を踏まえた最適制御の実現にある。例えば、工場の電源として使用する場合、電力デマンドが一定として、太陽光発電の昼夜の出力の有無に応じてエンジンの稼働を変えて対応しながら、さらに太陽光発電が稼働時にも出力の著しい変動部分は、蓄電池の素早い充放電で平準化することができる（図-2）。こうした機能を実

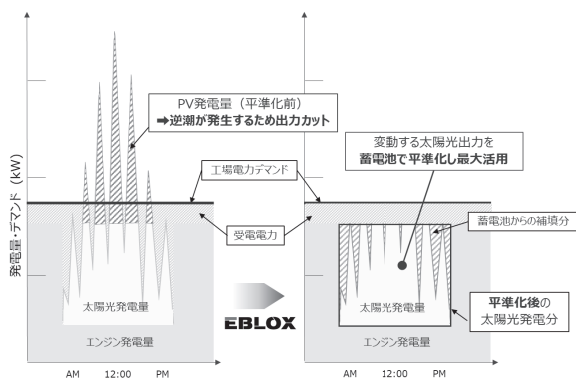


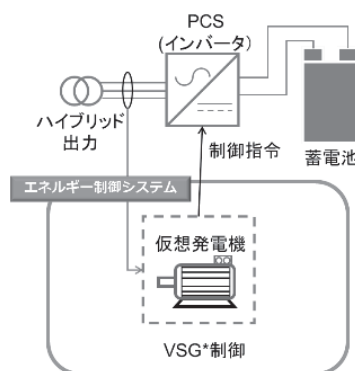
図-2 再エネ発電電力の変動を蓄電池で吸収／平準化

現するのは、蓄電池の出力側に用いた仮想同期制御発電機（VSG：バーチャル・シンクロナス・ジェネレーター）技術（図-3）をはじめ、専用の制御システムとして開発した「COORDY」（コーディネー）によるものである。

VSG技術は、蓄電池の出力を、あたかも回転機の発電機で生み出したかのような性質に変えることができる制御技術である。蓄電池の出力する電力は、一定の周波数を維持する方向に働く「慣性力」を持たないことから、特別に「慣性力」を付加するものだ。これにより、系統に接続されていない状態で、「EBLOX」内の太陽光発電の出力変動で母線の周波数が変動した場合、蓄電池に素早く充放電の指令を出し、母線の安定化を図ることができる。これまでの実証のデータから、周波数の変動を50%改善できることを確認している（図-4）。

このVSG技術は最近注目されるもので、三菱重工エンジン&ターボチャージャが長年のエンジン装置開発で培ったドループ制御技術や異機種原動機間の連携技術を組み合わせた新たな制御方法を採用。独自のVSG技術として特許も取得しているという。

「COORDY」は、一つの制御盤に収められるコンパクト



VSG*: Virtual synchronous generator

図-3 VSG制御システム

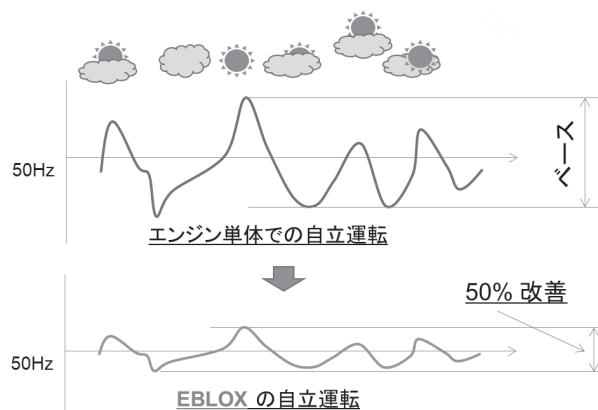


図-4 VSG技術を用いて周波数の変動を改善

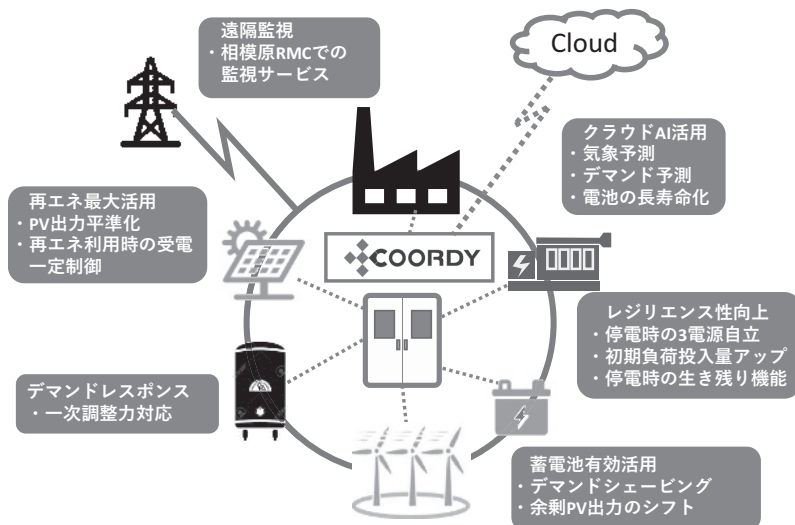


図-5 再エネを含むグリッド内を最適制御する「COORDY」

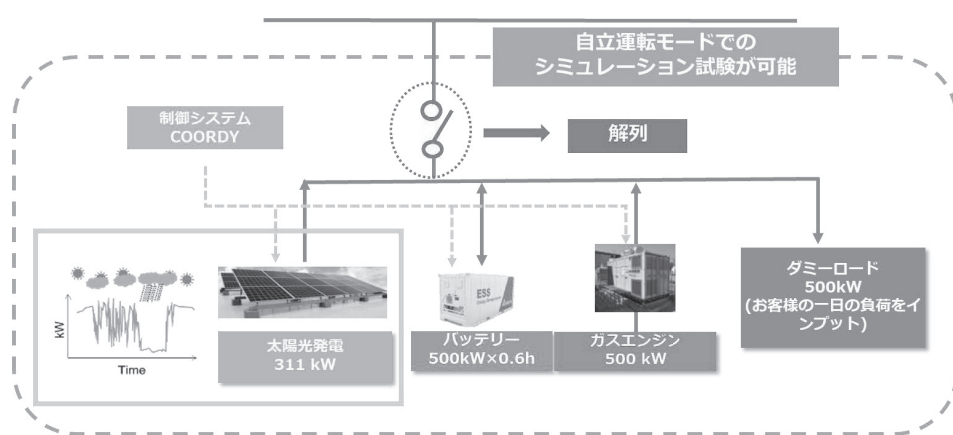


図-6 相模原工場における「EBLOX」の実証システム図

な特長を持つ経済的なマイクログリッド専用コントローラー。様々な機能を開発している。一番基本となるのは、マイクログリッド内の設備に働きかけ、太陽光発電を最大限活用する制御機能がある。逆潮流しないよう太陽光発電の出力をカットすることなく、蓄電池に蓄えたり、夜はエンジンや蓄電池の電力を十分に活用したりするなど、最適制御を実現し、きめ細かな運用が自動で行える。さらに、系統連系して「EBLOX」を使用する場合、デマンドレスポンス（DR）に対応。系統側の要求に素早く応じ、調整力を提供することが可能になっている。このほか、クラウドAI（人工知能）とも連携し、気象予測、デマンド予測などを活用。AIの指令で稼働させる機能も持っている。もちろん、「EBLOX」の当初の開発目的でもあった系統に頼らない自立給電の機能も、グリッド内を最適制御できる基盤

の確立で可能になっている（図-5）。

なお、実際に「EBLOX」が適用できる使用環境としては、例えば工場などの場合、電力デマンドが6,000～7,500kWまでは十分に対応できるという。

相模原工場での実証

2019年6月、三菱重工エンジン&ターボチャージャの主力拠点である相模原工場内で、「EBLOX」の実証設備が運転を開始した。これは相模原工場に電力を供給するものではなく、ダミーロード対応や系統連系するなど、純粋に実証を目的としたシステムとなっている（図-6）。具体的には、太陽光発電設備は311kW、ガスエンジン発電設備は500kW、蓄電池システムは500kW・331kWh（40分）で構成。これを「COORDY」が制御している。

システム内に設けたダミーロードは500kW。実際に太陽光発電設備もあるが、このダミーロードでも変動する太陽光発電の出力を模擬することができるようになってい



写真-2 高橋さん

さらに、「EBLOX」に関心を寄せる顧客などを想定し、「お客様の工場の状況などについて、朝昼晩の電力デマンドのデータをいただき、ダミーロードにインプットすれば、どのように稼働するのかを完全に再現できると三菱重工エンジン&ターボチャージャのエンジン・エナジー事業部営業部マネージングエキスパートである高橋英二(写真-2)さんは説明する。あらかじめ実態に合ったリアルなシミュレーションを提供できるという。

一方、この実証設備では、系統連系を踏まえたDR対応でも実証を行っている。「EBLOX」を分散型リソースの一つに見たて、需給調整市場(1次調整力)、容量市場・需給調整市場(3次調整力)にも対応できるよう、技術的な検証を実施している。

需給調整市場(1次調整力)対応は、電力系統からの調整力の要請に効率的に応えることができるか、検討・検証している。系統の周波数変化に応じたガバナフリー相当を対象とするもので、実際にはまだ技術的な要件などが確定していないため、これを先取りするような形で試みている。今後製品化する予定としている。

需給調整市場(3次調整力)対応では、クラウド型DRシステムを活用し、指令を出す側のリソースアグリゲーション事業者とリソースとして設定された相模原工場内の実証設備との間をつないでいる。ここで得られた知見は既

に「COORDY」の機能の一つとして製品化している。太陽光発電の出力変動を蓄電池で平準化して工場の電力デマンドに合わせて最適制御する技術が確立できているからこそ、上げ・下げDRの調整力の指令に対しても問題なく対応できるとしている。

トルコでデモプラント

現在、「EBLOX」は相模原工場内のほか、トルコの総合エネルギー・インフラ事業者であるチャルックエナジー社が建設したデモプラントが稼働している(図-7)。チャルックエナジー社のグループ企業で、デニムの製作を営む企業のトルコ内の工場にあるもので、アフリカやトルコなどに向けたショーケースとして運用されている。

設備は太陽光発電120kW、蓄電池150kW/150kWh、エンジン発電機34kW×2セット。ダミーロードは300kWを備え、「COORDY」を搭載している。相模原工場内の実証設備をやや小さくした規模だが、ほぼ同様の構成だ。

2022年3月に建設された。デモプラントとしてデータを集めるほか、送配電網の整備が遅れているアフリカなどに対し、潜在的な顧客を招き、この実機を見てもらい、自立給電のシステムの有効性をPRしていく。

今後の展望

海外展開については、新型コロナの感染状況を踏まえながら、アフリカをはじめ、インドネシアなどの東南アジア島しょ地域を対象に拡販する考え。アフリカなどでは各地の電力会社や炭鉱の運営会社などへのアプローチを強化することを想定。東南アジアなどでは、電力会社だけでなく、IPPデベロッパーなどを視野に入れる。

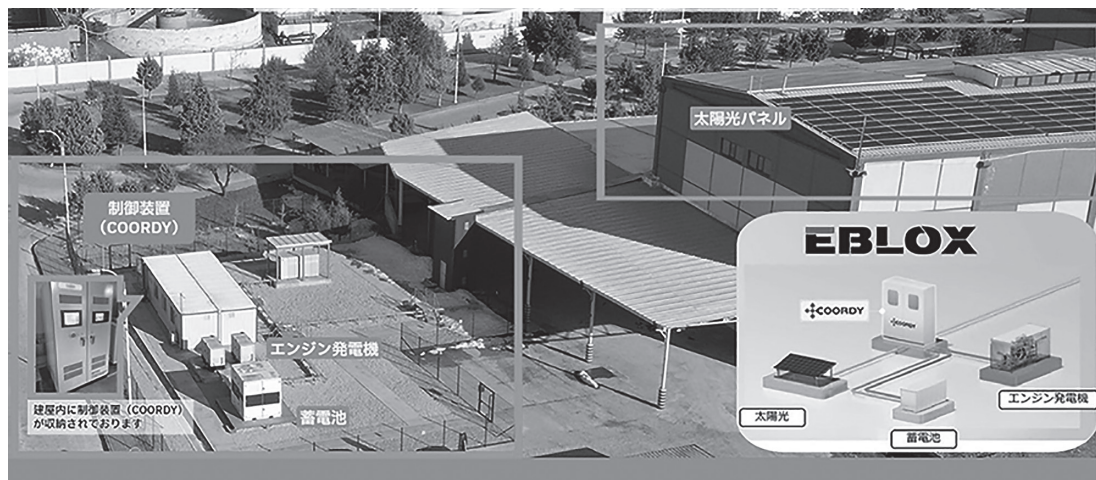


図-7 「EBLOX」のトルコデモプラント

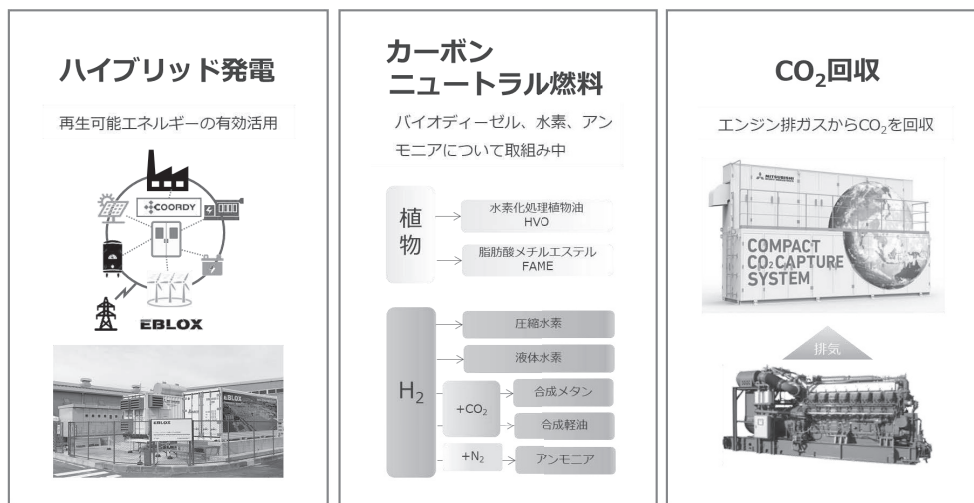


図-8 三菱重工エンジン&ターボチャージャのカーボンニュートラルに向けた取り組み

国内では系統連系の機能を拡充したものをPRしていく。特により多くの太陽光発電が活用できる自家消費を支援するものとして積極的に展開する。単純な自家消費にとどまらず、余剰電力を工場間で融通する自己託送にも対応できることなども訴求する。また、台風などの自然災害に伴う長期の停電が最近でも発生しており、地域マイクログリッドの観点からは、系統に依存し過ぎない自立電源のメリットを生かし、レジリエンスを高めるシステムとして活用してもらえよう、周知を図っていく。系統連系を前提に、調整力市場にマッチした製品として仕上げる開発にも努めるという。

カーボンニュートラルに向けて

三菱重工エンジン&ターボチャージャでは、カーボンニュートラルへの対応策として、再エネを有効活用できる「EBLOX」をはじめ、エンジンメーカーとしてカーボンニュートラル燃料に前向きに取り組んでいる。さらに、三菱重工業のグループ力も生かし、エンジン排ガスからのCO₂回収の取り組みも実施している(図-8)。

このうち、水素への対応について、三菱重工エンジン&ターボチャージャのエンジン・エネルギー事業部副事業部長の遠藤浩之さん(写真-3)は、写真-3 遠藤さん



「最初は都市ガスに混ぜる形で市場ができてくるのではないかと考えている」としており、既に東邦ガスとの共同研究に着手。450kWの現行のガスエンジンをベースに、水素混焼率35%でもエンジン側を変えずに燃焼できるのが分かってきている。今後は1,000~5,750kWでも混焼に取り組む予定だ。エンジン本体は基本的に現状のまま、安全装置を追加するなど、今後の製品化を踏まえた仕様の検討を進める考えだ。

また、水素専焼へも対応し、コストなどの課題を見極めつつ、技術開発を推し進める方針。一方、相模原工場内の1,500kWガスエンジンを活用し、排ガスからCO₂を回収する実証を2022年7月から実施している。現状では回収までの技術的な検証にとどまっているが、将来的なCO₂の利活用なども検討していく。

[事業者概要]

三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社

本社所在地：神奈川県相模原市中央区田名3000番地

設立：2016年4月1日

事業概要：エンジンの開発・製造・調達・品質保証・建設・販売・サービス、発電システム(エンジニアリング、EMS)、発電セットのリース・レンタル、ターボチャージャの開発・製造・調達・品質保証・販売・サービス。

従業員数(連結)：5,500人(2022年1月1日時点)