系統インフラとしてのLAESと運用高度化技術

LAES for Grid Infrastructure and Advanced Operation Technologies

●秋　元　慎　介*
Shinsuke AKIMOTO



SHI 廿日市エネルギー貯蔵発電所
Sumitomo Heavy Industries, Ltd. Hatsukaichi LAES power station

1　はじめに

カーボンニュートラルに向けた再生可能エネルギーの導入拡大に伴い，電力システムは大きな転換期にある。太陽光や風力発電は出力が自然条件に左右されることから発電と需要の間には時間的なずれが生じる。また，火力発電所等の同期発電機の稼働低下により，慣性力や無効電力といった系統安定化機能の確保も課題とされている。

こうした背景のもと，将来の電力システムには「電力を必要な時間帯に供給する機能」と「系統を安定的に維持する機能」の双方を担う新たなインフラが求められている。当社はこの課題の解決に向け，2020年２月，液体空気エネルギー貯蔵（LAES）技術の開発を手掛ける英国Highview Power社（旧Highview Enterprises社）に出資した。さらに，広島県廿日市市に出力4.99MW，貯蔵容量約20MWh（４時間）の実証プラントを建設し，2025年12月より商用運転を開始した[(1)]。本報では，LAESの概要ならびに電力システムにおける役割やシステム構成について概説し，自動起動停止機能および運転支援システムIZANAを活用した運用高度化の取組みについて紹介する。

2　系統インフラとしてのLAES

2.1　電力システムにおけるLAESの役割

LAESは，電力を液体空気のかたちで貯蔵し，必要な時間に放電するエネルギー貯蔵技術である。「プラント規模の蓄電池」のようなものと捉えると理解しやすい。

本技術には大きく２つの役割がある。

（1）余剰電力を需要の高い時間帯へ移動する役割（エネルギーシフト）

太陽光発電などにより余った電力を貯蔵し，需要が増加する時間帯に放電して供給することで，発電と需要の時間的なずれを調整し，再生可能エネルギーの有効利用を促進する。

（2）系統を安定化する役割

回転体である同期発電機を用いた発電システムによって，慣性力や無効電力の供給が可能となり，電圧および周波数の安定化に寄与する。

これらの役割からLAESは，単なる蓄電設備ではなく，エネルギーシフトと系統安定化の双方を担うインフラとして位置付けられる。

2.2　LAESの仕組み

図１に，LAESの基本構成を示す。

LAESは充電，貯蔵，放電の３つのプロセスで構成される。充電時には，空気を圧縮・冷却することで液化空気を生成し，タンクに貯蔵する。圧縮過程で発生する熱は回収して蓄熱する。放電時には，液化空気を気化・加熱してタービンへ供給し発電する。気化時に発生する冷熱を回収して蓄冷する一方，充電時に回収した熱を再利用することで，プロセス全体の効率向上を図っている。

また，LAESは圧縮機，熱交換器，タービン等の既存技術を組み合わせた設備なので，大規模化が容易であるうえに立地の柔軟性に優れている点も大きな特長である。

2.3　商用実証プラント概要

広島県廿日市市に4.99MW×４時間（約20MWh）の実証プラントを設置し，2025年12月から商用運転を開始した。本設備は，世界初（当社調べ）の液化空気の製造および貯蔵，発電までを一つのシステムで構成したフルパッケージであり，容量市場，卸電力市場，需給調整市場への対応を想定して実運用データの蓄積を進めている。この実証プラントにより，LAESが実際の電力系統において供給力および調整力として機能することが明らかになりつつある。

3　LAES運転上の特徴と課題

3.1　充放電タイミングの重要性

LAESは，電力が余っている時間帯に充電し，需要が高ま

＊エネルギー環境 SBU

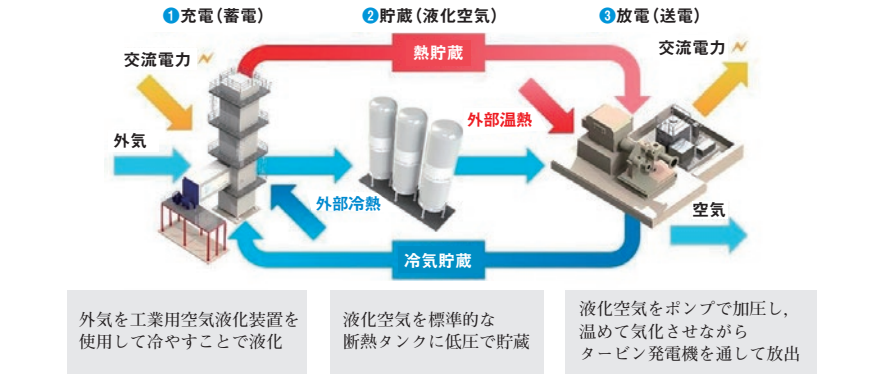

図１　LAES のプロセスイメージ
Schematic diagram of LAES process

る時間帯に放電することで，電力を時間的に融通する機能を十分に発揮できることから，いつ充電し，いつ放電するかが重要となる。

また，充電，放電，待機の各モードを切り替えながら運転するので各モードでの確認すべき設備状態が異なり，温度，圧力，流量，貯蔵量など多くの情報を踏まえた判断が必要となる。したがって，LAESを安定して活用するには，充放電のタイミングを適切に判断し，設備状態を把握しながら運転する仕組みが重要となる。

3.2　従来運用の限界

LAESプラントでは，液化空気タンク残量，蓄熱・蓄冷設備の状態，圧縮機や発電設備の運転状態など，多くの状態量を監視する必要がある。さらに，起動停止を判断する際には，設備の状態だけでなく，電力需要や市場動向も考慮することが求められる。

これらを人手だけで常に把握し，適切な判断につなげることは容易ではないことから，運転状態の可視化や判断支援を行うデジタル技術の導入が重要となる。

4　運転を支援する自動化・デジタル技術

4.1　自動起動停止

LAESの起動時には，液化空気製造設備，熱・冷熱貯蔵設備，発電設備など複数の設備を相互に状態を確認しながら所定の順序で立ち上げる必要がある。しかし，本実証設備では，これらの起動・停止シーケンスを自動化することにより，オペレータは起動指令を与えるのみで，設備状態を監視していれば自動的にフル負荷まで立ち上がる。

その結果，起動停止操作の標準化やオペレータ依存の低減が図れるとともに，確実な起動と安定した運転が可能となる。

4.2　IZANA による運転支援（図２）

IZANAは，当社が循環流動層（CFB）ボイラ向けに開発してきたプラント運転支援システムである[(2)]。運転データを収集・解析し，プラント状態の可視化，異常兆候の検知，運転判断に必要な情報提供を行う機能を有する。CFBボイラで培った知見をLAES設備にも適用することで，運転の高度化を図っている。

LAESプラントでは，液化空気の貯蔵量をはじめ，蓄熱・蓄冷設備の状態や発電設備の運転状況など，多数の状態量を監視・管理する必要がある。IZANAを適用することによって，



図２　IZANA による運転支援イメージ
Example of operation support using IZANA

これらの情報を一元的に把握し，起動停止や充放電タイミングの判断を支援するとともに，将来的には設備異常の早期検知への活用も期待される。

4.3　自動化・運転支援による効果

自動化とIZANAの組み合わせにより，「起動・停止操作の標準化」「設備状態の監視・管理の容易化」「充放電タイミングの判断支援」といった効果が期待できる。

これによりオペレータは，設備状態や運転履歴を容易に把握でき，より適切な運転判断が可能となる。

5　おわりに

本報では，LAESの基本概念と電力系統における役割，および自動起動停止機能と運転支援システムIZANAによる運用高度化の取組みについて紹介した。

(1) LAESはエネルギーシフトと系統安定化機能を同時に提供する技術である。

(2) 将来の再生可能エネルギー大量導入を支える電力インフラとして期待される。

(3) 自動化および運転支援技術により，オペレータの判断を支援し，安定した運転に寄与できる。

今後は，運転データの活用や自動化技術の発展により，設備状態の把握と，運転判断の高度化を図り，より安定したプラント運転を目指していく。

(参考文献)
(1)　液化空気エネルギー貯蔵（LAES）商用実証プラント，住友重機械技報，218 (2026)，9.
(2)　IZANA™（プラント運用支援システム）の開発，住友重機械技報，202 (2022)，25-26.

※「IZANA」は，住友重機械工業株式会社の登録商標です。