本書の概要をお知りいただくため
本項に続き「目次」および「第１部」を
公開しておりますのでぜひご覧ください

「コージェネレーション白書 2025」プレビュー

解説

「コージェネレーション白書 2021」から約 3 年半、待望のアップデートとなる「コージェネレーション白書 2025」がついに登場です。最新の導入統計、国内外の政策動向を余すところなく反映し、さらにエネルギー高度利用の最前線を走る先進的なコージェネレーション導入事例を新たに収録し、その可能性を多角的に解説します。

第１部では、過去・現在・未来におけるコージェネレーションの提供価値について解説。省エネルギー、経済性はもとより、エネルギーセキュリティの強化、カーボンニュートラル実現への貢献、再生可能エネルギーとの高い親和性、そして電力グリッドの需給調整を担うポテンシャルまで、コージェネレーションが秘める多岐にわたる価値を徹底解剖します。まさに本書の「要旨」であり、必見の内容です。

第２部では、コージェネレーションに関する最新の動向を多角的に分析。従来通りコージェネレーションの概要および技術動向について解説するとともに、国内外のコージェネレーション導入統計をアップデート。今回は、導入統計の分析をより拡充しました。
また、エネルギー政策の潮流を捉え、コージェネレーションに関わる最新のエネルギー環境関連政策・法令情報を集約し紹介。「第７次エネルギー基本計画」、「GX2040 ビジョン」、「地球温暖化対策計画」、「水素社会推進法」といった国内の重要政策に加え、海外のエネルギー・環境政策動向も詳細に解説し、グローバルな視点からコージェネレーションの現在と未来を展望します。
さらに、コージェネレーションを活用した最先端の事例を厳選して 8 件ご紹介。具体的な事例を通して、その導入効果や活用方法をより具体的にイメージしていただけます。

「コージェネレーション白書 2025」は、事業者の方のみならず、自治体、研究機関、そしてエネルギー高度利用に関心のあるすべての皆様にとって、羅針盤となる一冊です。

2025 年 5 月　コージェネ財団

目次

第１部　最近のコージェネレーションを取り巻く動きと
カーボンニュートラルに向けて期待されるコージェネレーションの提供価値

1.　はじめに …… 11
　1.1　脱炭素に向けて高まるコージェネレーションへの期待
　1.2　国内の脱炭素技術の進展
　1.3　海外の環境エネルギー情勢
2.　現時点におけるコージェネレーションの役割 …… 13
　2.1　産業用・業務用分野
　　2.1.1　エネルギーの高度利用
　　2.1.2　エネルギーの面的利用
　2.2　家庭用分野
　　2.2.1　家庭用コージェネレーションの現状
　　2.2.2　家庭用燃料電池の課題と取組みの方向性
3.　トランジション期におけるコージェネレーションの役割 …… 14
　3.1　分散型電源としての価値
　3.2　熱と電気を脱炭素する電源としての役割
4.　カーボンニュートラル社会におけるコージェネレーションの役割 …… 16

第２部　コージェネレーションに関する動向

第Ⅰ章　コージェネレーションの概要

Ⅰ.1　コージェネレーションの種類と特徴 …… 18
　Ⅰ.1.1　コージェネレーションの定義と概要
　Ⅰ.1.2　コージェネレーションの種類
　　Ⅰ.1.2.1　ガスエンジン
　　Ⅰ.1.2.2　ガスタービン
　　Ⅰ.1.2.3　ディーゼルエンジン
　　Ⅰ.1.2.4　燃料電池
　　Ⅰ.1.2.5　蒸気タービン
　Ⅰ.1.3　コージェネレーションの特徴
　　Ⅰ.1.3.1　省エネルギー・環境保全性
　　Ⅰ.1.3.2　電力負荷平準化効果
　　Ⅰ.1.3.3　エネルギーセキュリティの向上
　　Ⅰ.1.3.4　経済性
　　Ⅰ.1.3.5　再生可能エネルギーの調整電源としての役割

第Ⅱ章　コージェネレーションの関連政策
（エネルギー・環境政策におけるコージェネレーションの位置付け）

Ⅱ.1　エネルギー・環境政策検討の基本的な枠組み …… 26
Ⅱ.2　エネルギー政策におけるコージェネレーションの位置付け …… 28
　Ⅱ.2.1　エネルギー政策基本法
　　Ⅱ.2.1.1　エネルギー基本計画

Ⅱ.2.1.2　発電コスト検証ワーキンググループ（2025年2月6日とりまとめ）
Ⅱ.2.2　エネルギーシステム改革
Ⅱ.2.2.1　電力システム改革
Ⅱ.2.2.2　ガスシステム改革
Ⅱ.2.3　再生可能エネルギー関連施策（FIT制度・FIP制度）
Ⅱ.2.4　省エネルギー関連政策
Ⅱ.2.4.1　エネルギーの使用の合理化等及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律（省エネ法）
Ⅱ.2.4.2　建築物のエネルギー消費性能の向上等に関する法律（建築物省エネ法）
Ⅱ.3　GX政策におけるコージェネレーションの位置付け …… 70
Ⅱ.3.1　GX実現に向けた基本方針
Ⅱ.3.1.1　脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律（GX推進法）
Ⅱ.3.1.2　脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律（GX脱炭素電源法）
Ⅱ.3.2　脱炭素成長型経済構造移行推進戦略（GX推進戦略）
Ⅱ.3.3　GX2040ビジョン（脱炭素成長型経済構造移行推進戦略 改訂）
Ⅱ.4　環境政策におけるコージェネレーションの位置付け …… 76
Ⅱ.4.1　環境基本法
Ⅱ.4.1.1　環境基本計画
Ⅱ.4.2　地球温暖化対策の推進に関する法律（地球温暖化対策推進法）
Ⅱ.4.2.1　地球温暖化対策計画
Ⅱ.4.3　その他コージェネレーション関連政策
Ⅱ.4.3.1　CO_2削減量の算定方法について
Ⅱ.4.3.2　小規模火力発電に係る環境保全ガイドライン
Ⅱ.4.3.3　地域脱炭素ロードマップ
Ⅱ.5　国土強靭化におけるコージェネレーションの位置付け …… 88
Ⅱ.5.1　国土強靭化基本法
Ⅱ.5.1.1　国土強靭化基本計画
Ⅱ.6　水素戦略におけるコージェネレーションの位置付け …… 94
Ⅱ.6.1　水素基本戦略
Ⅱ.6.2　脱炭素成長型経済構造への円滑な移行のための低炭素水素等の供給及び利用の促進に関する法律（水素社会推進法）
Ⅱ.6.3　二酸化炭素の貯留事業に関する法律（CCS事業法）
Ⅱ.7　コージェネレーションに関わる海外の動向 …… 98
Ⅱ.7.1　ESG投資
Ⅱ.7.2　RE100
Ⅱ.7.3　SBTi
Ⅱ.7.4　EUタクソノミー
Ⅱ.7.5　インフレ抑制法（IRA）

第Ⅲ章　コージェネレーションの技術動向

Ⅲ.1　コージェネレーション原動機の技術開発動向 …… 104
Ⅲ.1.1　コージェネレーションの高効率化の方向性
Ⅲ.1.2　コージェネレーション用 ガスエンジン（GE）
Ⅲ.1.2.1　ガスエンジンの作動原理

Ⅲ.1.2.2　ガスエンジンの種類と特徴
Ⅲ.1.2.3　ガスエンジンの付属装置
Ⅲ.1.2.4　コージェネレーション用ガスエンジンの特徴
Ⅲ.1.2.5　ガスエンジンの効率改善
Ⅲ.1.2.6　ガスエンジンの低炭素・脱炭素への取組み
Ⅲ.1.3　コージェネレーション用 ガスタービン（GT）
Ⅲ.1.3.1　ガスタービンの作動原理と構造
Ⅲ.1.3.2　ガスタービンの特徴
Ⅲ.1.3.3　ガスタービンの燃焼方式と低エミッション化
Ⅲ.1.3.4　脱炭素社会に向けたガスタービンの技術開発
Ⅲ.1.3.5　BCP（事業継続計画）対応ガスタービン
Ⅲ.1.4　コージェネレーション用 ディーゼルエンジン（DE）
Ⅲ.1.4.1　ディーゼルエンジンの作動原理と構造
Ⅲ.1.4.2　低NOx化技術
Ⅲ.1.4.3　低燃費化技術
Ⅲ.1.4.4　GHG低減に向けた取組み
Ⅲ.1.5　コージェネレーションの排熱利用技術
Ⅲ.1.6　コージェネレーション周辺技術
Ⅲ.1.7　蒸気タービン
Ⅲ.1.7.1　蒸気タービンの作動原理とタービン形式
Ⅲ.1.7.2　コンバインドサイクル用蒸気タービン
Ⅲ.2　コージェネレーション関連機器の技術開発動向……119
Ⅲ.2.1　排熱利用吸収式冷凍機
Ⅲ.2.1.1　冷える原理
Ⅲ.2.1.2　排熱の種類と排熱利用吸収式冷凍機
Ⅲ.2.1.3　各排熱利用吸収式冷凍機の特徴
Ⅲ.2.2　バイナリー発電装置
Ⅲ.2.3　蒸気駆動式排熱利用機器
Ⅲ.2.4　排熱利用乾燥・減容装置
Ⅲ.2.5　デシカント空調機
Ⅲ.2.6　吸着冷凍機
Ⅲ.3　燃料電池の技術開発動向……124
Ⅲ.3.1　燃料電池の種類と特徴
Ⅲ.3.1.1　燃料電池とは
Ⅲ.3.1.2　燃料電池の特徴
Ⅲ.3.1.3　燃料電池の用途
Ⅲ.3.2　業務用燃料電池
Ⅲ.3.2.1　りん酸形燃料電池
Ⅲ.3.2.2　固体酸化物形燃料電池
Ⅲ.3.3　家庭用燃料電池
Ⅲ.3.3.1　家庭用燃料電池の普及
Ⅲ.3.3.2　家庭用燃料電池（エネファーム）の技術開発動向
Ⅲ.3.3.3　固体高分子形燃料電池（PEFC）の特徴
Ⅲ.3.3.4　固体酸化物形燃料電池（SOFC）の特徴
Ⅲ.3.3.5　家庭用燃料電池の展望

Ⅲ.4　電気機器とシステム……………………………………………………………………………………………134
Ⅲ.4.1　主要電気機器
Ⅲ.4.1.1　発電機の種類と選定
Ⅲ.4.1.2　同期発電機の構造
Ⅲ.4.1.3　受変電設備
Ⅲ.4.2　システム制御
Ⅲ.4.2.1　電気システム
Ⅲ.4.2.2　発電機盤の回路構成例（単線結線図）
Ⅲ.4.2.3　システム制御・回路
Ⅲ.4.2.4　系統連系保護
Ⅲ.4.2.5　コージェネレーションの停電対策
Ⅲ.4.2.6　停電時のコージェネレーション起動（ブラックアウトスタート）
Ⅲ.5　再生可能エネルギーの活用………………………………………………………………………………………140
Ⅲ.5.1　バイオマス
Ⅲ.5.1.1　バイオガス利用
Ⅲ.5.1.2　木質バイオマス利用（チップ、ペレット等、製紙黒液の直接燃焼）
Ⅲ.5.1.3　バイオディーゼル（廃食用油の活用）
Ⅲ.5.2　太陽エネルギー
Ⅲ.5.2.1　太陽熱併用（ソーラークーリング）
Ⅲ.5.2.2　太陽光発電併用（W発電）
Ⅲ.5.3　再生可能エネルギー電源の出力変動に対するコージェネレーションの調整力
Ⅲ.5.3.1　調整力の技術的課題
Ⅲ.5.3.2　出力変動の調整力
Ⅲ.5.3.3　余剰電力への対応
Ⅲ.6　BCP対応コージェネレーション…………………………………………………………………………………145
Ⅲ.6.1　商用電力系統の供給支障について
Ⅲ.6.2　停電対応ガスコージェネレーションの電力システム
Ⅲ.6.2.1　起動方式
Ⅲ.6.2.2　生残り
Ⅲ.6.2.3　ブラックアウトスタート
Ⅲ.6.2.4　自立給電
Ⅲ.6.2.5　再連系
Ⅲ.6.3　負荷投入率の課題に対応したシステム
Ⅲ.6.3.1　ガスコージェネレーションと蓄電池を組合せたシステム
Ⅲ.6.3.2　負荷投入特性を考慮した自動負荷選択投入システム
Ⅲ.6.4　熱利用と冷却水確保
Ⅲ.7　エネルギーマネジメントシステム（xEMS）……………………………………………………………………150
Ⅲ.7.1　エネルギーマネジメントシステム（xEMS）
Ⅲ.7.2　xEMSによるコージェネレーション活用
Ⅲ.7.3　xEMSによる最適運転制御
Ⅲ.7.4　xEMSの事例と動向

第Ⅳ章　コージェネレーションの先進事例

Ⅳ.1　「エネルギーの高度利用」の先進事例 ……………………………………………………………………156

Ⅳ.1.1　岡山ガス株式会社　本社ビル
Ⅳ.1.1.1　概要
Ⅳ.1.1.2　導入経緯（ZEB Ready取得のための方策）
Ⅳ.1.1.3　特長
Ⅳ.1.2　旭化成延岡地区
Ⅳ.1.2.1　概要
Ⅳ.1.2.2　導入経緯
Ⅳ.1.2.3　特長
Ⅳ.2 「エネルギーの面的利用」の先進事例 …… 160
Ⅳ.2.1　瑞穂町地域スマートエネルギー
Ⅳ.2.1.1　概要
Ⅳ.2.1.2　導入経緯
Ⅳ.2.1.3　特長
Ⅳ.2.2　新さっぽろエネルギーセンター
Ⅳ.2.2.1　概要
Ⅳ.2.2.2　導入経緯
Ⅳ.2.2.3　特長
Ⅳ.3 「分散型電源としての価値」の先進事例 …… 164
Ⅳ.3.1　八重洲エネルギーセンター
Ⅳ.3.1.1　概要
Ⅳ.3.1.2　導入経緯
Ⅳ.3.1.3　特長
Ⅳ.3.2　鹿島南共同発電所
Ⅳ.3.2.1　概要
Ⅳ.3.2.2　導入経緯
Ⅳ.3.2.3　特長
Ⅳ.4 「熱と電気を脱炭素する電源としての役割」の先進事例 …… 168
Ⅳ.4.1　清水建設北陸支店新社屋
Ⅳ.4.1.1　概要
Ⅳ.4.1.2　導入経緯
Ⅳ.4.1.3　特長
Ⅳ.4.2　トヨタ自動車本社工場
Ⅳ.4.2.1　概要
Ⅳ.4.2.2　導入経緯
Ⅳ.4.2.3　特長

第Ⅴ章　コージェネレーションの導入状況

Ⅴ.1　民生用・産業用の導入状況 …… 174
Ⅴ.1.1　総括（2023年度）
Ⅴ.1.2　年度別導入状況
Ⅴ.1.3　民生用導入状況
Ⅴ.1.4　産業用導入状況
Ⅴ.1.5　原動機種別導入状況
Ⅴ.1.6　単機容量別導入状況

Ⅴ.1.7　排熱回収状況と回収熱利用状況
Ⅴ.1.8　燃料別導入状況
Ⅴ.1.9　地域別導入状況（参考）
Ⅴ.2　家庭用の導入状況…… 196

第Ⅵ章　海外におけるコージェネレーション

Ⅵ.1　欧州におけるコージェネレーション関連政策および補助制度…… 200
Ⅵ.1.1　欧州のCHP（Combined Heat & Power）市場概要
Ⅵ.1.2　EUによるCHP関連法令
Ⅵ.1.2.1　Fit For 55
Ⅵ.1.2.2　EU域内排出量取引制度（EU ETS）
Ⅵ.1.2.3　炭素国境調整措置（CBAM）
Ⅵ.1.2.4　再生可能エネルギー指令（RED Ⅲ）
Ⅵ.1.2.5　エネルギー効率指令（EED）
Ⅵ.1.2.6　建築物におけるエネルギー性能指令（EPBD）
Ⅵ.1.3　EUにおけるCHP補助制度
Ⅵ.1.4　欧州各国におけるCHP関連法規と補助制度
Ⅵ.2　2023年度　コージェネ財団海外視察報告 …… 212
Ⅵ.2.1　実施目的
Ⅵ.2.2　概要
Ⅵ.2.3　調査結果
Ⅵ.3　コージェネ世界連合（CWC）による導入実績統計 …… 215
Ⅵ.3.1　世界の概要
Ⅵ.3.1.1　発電量・熱出力
Ⅵ.3.1.2　燃料構成
Ⅵ.3.2　欧州
Ⅵ.3.2.1　欧州全体
Ⅵ.3.2.2　EU27加盟国
Ⅵ.3.2.3　ドイツ
Ⅵ.3.3　北米
Ⅵ.3.3.1　北米全体
Ⅵ.3.3.2　アメリカ合衆国
Ⅵ.3.4　中・南米
Ⅵ.3.4.1　南米
Ⅵ.3.4.2　ブラジル
Ⅵ.3.5　アジア
Ⅵ.3.5.1　アジア全体
Ⅵ.3.5.2　中国
Ⅵ.3.6　アフリカ
Ⅵ.3.7　CHP市場の現状と将来の動向

終わりに

1　コージェネ財団について …… 222

1.1　コージェネ財団のあゆみ
1.2　コージェネ財団の概要
1.3　コージェネ財団ホームページの紹介

索引……………………………………………………………………………… 225

第 1 部
最近のコージェネレーションを
取り巻く動きと
カーボンニュートラルに向けて
期待されるコージェネレーションの
提供価値

1. はじめに

1.1 脱炭素に向けて高まるコージェネレーションへの期待

コージェネは、都市ガス等を燃料に需要サイトで発電し、排熱を利用する熱電併給設備であり、高効率でその優れた省エネ性や経済性からこれまで着実に普及が進められてきた。さらに、省エネ性以外にもオンサイトでの分散型電源としてエネルギーセキュリティへの貢献など様々な提供価値が評価されてきており、先進的な導入事例や取組みも数多く出現してきている。カーボンニュートラル社会に向かうトランジション期においても、コージェネはエネルギーの高度利用に始まりエネルギーセキュリティなど様々な面で高い貢献が期待されている。

1.2 国内の脱炭素技術の進展

気候変動問題の対応策を模索する中で国際的な取組みが加速し、2015年12月開催の国連気候変動枠組条約締約国会議（COP21）で採択された「パリ協定」で、世界共有の長期目標として産業革命以降の世界平均気温上昇を1.5℃に抑える努力目標が掲げられた。これを受け、我が国においても2020年10月の菅総理大臣による所信表明演説にて「日本が2050年までにカーボンニュートラルを目指す」ことが宣言された。翌年10月に国連に提出されたNDC（Nationally Determined Contribution：国が決定する貢献）では「2050年カーボンニュートラルと整合的で、野心的な目標として、我が国は、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46％削減することを目指す。さらに50％の高みに向け、挑戦を続けていく。」ことが掲げられた。

次世代エネルギーとして再生可能エネルギー（以下、再エネ）由来のグリーン水素が注目されている。水素へのエネルギー転換は国内での変動性再エネの需給調整として、また海外からは低コストの再エネ輸送手段として重要な役割が与えられている。

従来のガスエンジンやガスタービンも水素燃焼に向けた技術開発が進んでおり、トランジション期においては、従来燃料と混焼することにより脱炭素に貢献することが期待されている。現在利用されている既存設備を更新することなく改造することで対応が可能であり、ユーザー資産を有効に活用する経済性に優れた脱炭素手法として、メーカー各社で取組みが始まっている。水素に加えて、水素キャリアでもあるアンモニアやメタンの高効率な合成や利用技術に関しても開発が進んでいる。特に水素とCO_2から合成されたメタン（以下、e-methane）は、既存の都市ガスインフラを活用することが可能であり、輸送コストや利用機器も含めた総合的な費用負担が少ないカーボンニュートラル燃料として、都市ガス会社を中心に実用化に向けた取組みが加速している。また、（ブルー）アンモニアについても各電力会社・メーカー等を中心に供給から技術開発の検討を進めている。

1.3 海外の環境エネルギー情勢

国際社会は脱炭素社会の実現に向けて必要な枠組みやルールの策定を進めている。現在までに、2050年等の年限付きのカーボンニュートラルの実現を表明している国・地域は合計で150以上にものぼっており、これらの国・地域におけるGDPは世界全体のGDPの約94％を占めている。表1.1に主要各国のNDC目標について、またNDC達成に向けた各国のエネルギー政策について表1.2にまとめた。

表1.1　主要各国のNDC目標

	NDC目標（2030年目標）		（参考）2013年比の2030年目標の水準	カーボンニュートラル目標（ネットゼロ達成時期）
	削減率	基準年		
英国	68%以上	1990年	54.6%減	2050年
ブラジル	50%	2005年	48.7%減	2050年
日本	46%	2013年	46.0%減	2050年
米国	50~52%	2005年	45.6%減	2050年
EU	55%	1990年	41.6%減	2050年
韓国	40%	2018年	23.7%減	2050年
中国	65%	2005年	14.1%増	2060年
インド	45%	2005年	99.2%増	2070年

（出典：エネルギー白書2023　https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2023/html/）

表1.2　主要各国のエネルギー政策

	水素	再エネ	電化	原子力
米国	税額控除等により、クリーン水素製造を促進	税額控除等により、太陽光・風力等の導入を促進	家庭部門等への電化の支援に加え、EVメーカー等への支援でEV普及も促進	老朽原子力発電所への支援や税額控除等により、原子力発電を促進
EU	グリーン水素の生産能力拡大と、コスト競争力の向上を促進	再エネ導入目標を引き上げ、再エネの導入を促進	ヒートポンプの導入等により、産業界の電化を促進	原子力を持続可能な活動として認識
英国	低炭素水素の生産能力の拡大を促進	クリーンな国産エネルギー拡大に向け太陽光・風力等の導入を促進	公共充電設備の拡充等により、EVの普及を促進	クリーンな国産エネルギー拡大に向け、原子炉の新設を促進
ドイツ	国内での生産能力拡大と輸入調達の強化を促進	2035年の電力供給をほぼ再エネでまかなうため、再エネの導入を促進	ヒートポンプの導入等により、建築分野の電化を促進	廃止していく方針
フランス	エネルギー集約型産業におけるグリーン水素の活用を促進	行政手続きの簡素化等により、太陽光・風力等の導入を促進	EV補助金やリース制度構築等により、EVの普及を促進	次世代原子炉の建設と、原子炉の開発を促進
インド	送電料金の支払免除等により、グリーン水素等の製造を促進	太陽光を中心に再エネの導入を促進	EV補助金や充電インフラ整備等により、EVの普及を促進	増加する電力需要への対応として原子力の活用を促進
韓国	水素分野のネットワーク構築等により、水素経済の実現を促進	電源構成に占める再エネの拡大に向け、再エネの導入を促進	EV補助金の拡充等により、EVの普及を促進	中断していた原子炉の建設再開に加え、原子炉の開発や輸出を促進

（出典：エネルギー白書2023　https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2023/html/）

パリ協定では、長期目標の実現に向けて、世界全体の気候変動対策の進捗度を5年ごとに確認することになっている。これはグローバル・ストックテイク（以下、GST、ストックテイク：棚卸）と呼ばれており、その成果を受けて、各国は次の期の排出削減目標を立てることになっている。第1回のGSTは2023年に実施され、国連気候変動枠組条約第28回締約国会議（COP28）において成果文書が提出された。

2023年11月にアラブ首長国連邦（UAE）のドバイで開催されたCOP28では、参加した約200カ国が化石燃料からの脱却と再生可能エネルギーなどゼロ・エミッションおよび低排出技術の加速に合意した。GST成果文書においては、再エネ発電容量3倍・省エネ改善率2倍のほか、化石燃料、ゼロ・低排出技術（原子力、CCUS、低炭素水素等）などが明記された。各国は、この成果文書を参照して、2025年までに次期目標（2035年目標）を立てることになる。

2.　現時点におけるコージェネレーションの役割

2.1　産業用・業務用分野

2.1.1　エネルギーの高度利用

コージェネは、燃料の燃焼により得られる熱エネルギーを高温度レベルで動力として回収した後に、そこから排出される低温度の排ガスを順次加熱源等として利用する「熱のカスケード利用」により、熱エネルギーを使い切るシステムである。排熱を温度レベルに応じ、蒸気や温水に加え、排熱投入型吸収冷温水機（ジェネリンク）等を通じて冷熱（冷房）に変換するなど多様な熱用途に対応できる。

2022年6月に改正された建築物省エネ法では、2025年度より、全ての新築住宅・非住宅建築物に省エネ基準の達成が義務付けられることとなった。その中でコージェネは太陽光発電等と同様に「エネルギー利用効率化設備」として評価されている。また、ZEBの算定においては、エネルギー消費性能計算プログラム（WEBPRO）での評価対象となっており評価向上のアイテムとなっている。

2.1.2　エネルギーの面的利用

熱は電気と比較して広域ネットワークが構築されておらず、遠方までパイプライン等で輸送するより需要地近傍で地産地消することに適する。地域に熱導管インフラを敷設して「エネルギーの面的利用」（複数施設への熱供給）を行うことにより、コージェネの排熱を余すことなく活用でき、地域のエネルギー最適化を実現する。さらに、コージェネを核として地域で発生する熱と電気のローカルネットワーク化と再生可能／未利用エネルギーの地産地消、エネルギーマネジメントを組み合わせた「スマートエネルギーネットワーク」を構築することにより、地域単位でレジリエンス性を高めたエネルギーの最適化が図られる。特に都市部においてはエネルギー消費の集積度が高いため、発電量が変動する再生可能エネルギーや蓄電池だけでは需要に対応するのが難しくコージェネを組み合わせることにより安定した理想的なシステムが構築される。

2.2　家庭用分野

2.2.1　家庭用コージェネレーションの現状

2009年5月に世界に先駆けて商品化された家庭用燃料電池「エネファーム」は、2023年11月末に累計販売台数が50万台を突破した。固体高分子形燃料電池（PEFC）に加えて発電効率の高い固体酸化物形燃料電池（SOFC）が商品化され、また停電時でも運転を継続できる自立運転機能付き機種やIoT対応機種など機能が向上し、着実に普及が進んでいる。

特に、近年では自然災害等に伴う長期停電リスクを回避するために家庭用燃料電池「エネファーム」の自立運転機能が注目されており、停電時においても電力と熱の供給ができることから、災害時にも活躍する電源として認識されている。

また、北海道ガスでは、負荷追従型で排熱を暖房に利用し貯湯タンクを必要としない、寒冷地に適した家庭用ガスエンジンコージェネの開発を進め、潜熱回収型温水機器（エコジョーズ）と組み合わせて排熱を暖房に利用する「コレモ」を2011年5月に発売した。さらに2017年8月には総合効率90％を維持したまま、本体重量を約12％低減し、耐久時間は従来の約24,000時間から約32,000時間に向上した新型機を発売。2021年には外部電源オプションの投入により、レジリエンスへの対応を強化し、年々販売台数も増加している。

2.2.2　家庭用燃料電池の課題と取組みの方向性

家庭用燃料電池の普及に向けた課題と方向性について、以下の検討すべき項目がある。

（1）普及の進んでいない分野の市場開拓

これまで、主に大手ハウスメーカーを中心とした新築戸建住宅市場で普及してきたが、小型化・省スペース化や既設給湯器への後付けにより既存戸建住宅市場へも普及が進んできた。今後は、新築集合住宅への更なる導入拡大やLPガス市場での普及拡大が期待される。

（2）コスト低減と市場拡大に向けた具体的なアクションプランの策定

家庭用燃料電池（エネファーム）の販売価格は、固体高分子形燃料電池（PEFC）の場合、300万円超から100万円を切る水準までコスト低減が進んできたが、昨今の資材高騰の影響によりコスト低減が鈍化してきている。一方で、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では2030年頃までに投資回収年数を5年とするよう描かれており、メーカー・ガス事業者・建築事業者といった各事業者が連携して、更なるコスト低減と市場の拡大に努める必要がある。2023年度からは、国の補助金が再び設定され、販売価格低減の下支えとなっている。

（3）逆潮流アグリゲーションビジネスに係るビジネスモデルの確立

エネファームを定格運転すると発電量が電力消費を上回る時間帯では余剰電力を送電網に送出（逆潮流）することとなる。現在、この逆潮流は一部のガス事業者での対応となっているが、エネファームを定格運転させることにより、更なる省エネ・省CO_2への貢献が期待される。今後は、再生可能エネルギーの大量導入に代表される電力供給構造の変化に伴い、系統混雑や電力品質問題が深刻化することが懸念されることから、燃料電池・コージェネ等の分散型エネルギーリソース（DER）の供給力や調整力としての価値が注目されている。各種市場（需給調整市場、容量市場、等）の整備を含めた制度的対応や継続的な各種支援が必要である。

（4）海外市場の開拓

国内のエネファーム主要メーカー各社は、欧州等のボイラーメーカーとのアライアンスを通じて、海外市場の開拓を進めてきており、海外での導入に対する政策支援も活用する等により、普及の拡大を進めることが必要となる。

3.　トランジション期におけるコージェネレーションの役割

3.1　分散型電源としての価値

コージェネの導入は、風水害や地震等の災害や停電等に対するエネルギー供給の強靭化に貢献する。耐震性の高い燃料インフラと併せて停電対応仕様機を採用することにより、商用系統の停電時における重要負荷への電力供給を確保できる。さらに電力だけでなく熱の確保も可能であることから、工場の操業や病院等の機能維持にも貢献できる。

実際に、近年の災害では、停電時にコージェネやエネファームなどが継続的に稼働し、社会機能の維持に役立っている事例が増加している。例えば、2018年の北海道胆振東部地震により発生したブラックアウトでは、帰宅困難者の避難場所としてコージェネを備えた複合施設である「さっぽろ創世スクエア」が活用され、同街区内の電力や熱を供給し続けた。また、2019年の台風15号で発生した大規模停電では、千葉

県の「むつざわスマートウェルネスタウン」が、道の駅および周辺の町営団地に向けてコージェネで電力や排熱温水を供給し、防災拠点として機能しただけでなく、災害時の早期復旧にも貢献した。

累積導入容量が1,393万kWに達しているコージェネは、変動性再エネが増加するなか、出力変動への対応が期待できるLNGなどの大規模火力発電とともに貴重な電源といえる。また、大規模電源と比較して短納期であることから、即効性のある供給対策にもなる。機動性、負荷追随にも優れた安定した電源であり、ピーク需要期における電力の確保だけでなく、電力市場の整備を通じ、系統安定化のための出力調整機能としての役割を担うことが可能である。

コージェネを含む分散型電源や、需要家側の負荷調整機能（デマンドレスポンス）をアグリゲーターが統合的に制御することで、一つの発電所のように機能させるVPP（Virtual Power Plant：仮想発電所）は、需給調整に寄与するとともに、再生可能エネルギーの導入促進につながるものである。例えば、5,000kW級コージェネを複数台所有している六本木エネルギーサービス株式会社では、六本木ヒルズ地区の需要に応じた電力と熱の供給を行っているが、2020年から、アグリゲーターを通じて、太陽光発電の日射量低下に伴う出力変動等を補完すべく、コージェネ増出力による卸電力市場への電力供給を開始した。この取組みは、翌2021年の冬期に発生した電力需給ひっ迫の際にも継続的に行われその緩和に貢献した。変動性再エネの増加等により、電力需給ひっ迫は当面慢性的に発生する状況であり、分散型電源としてのコージェネの役割はますます高まっている。

メガソーラーや風力発電などの変動性再生可能エネルギー電源が需要地から離れた地点に導入された場合には、送配電網の設備投資増大や利用率低下を招くことがある。一方で、コージェネは大都市圏に設置されることから送電量の低減に資することができ、電力系統の潮流改善が期待できる。また、再生可能エネルギーは発電出力が変動することに加えて、インバーターを介して系統に接続しているため系統側の周波数変動に弱く、連鎖的な発電停止により大規模停電を誘発するなど、電力系統の不安定要素となりうる。一方で、コージェネには大規模火力発電所と同じ同期発電機が採用されていることから、慣性モーメント（慣性力）を有しており、周波数変動に強いという特性がある。今後の再エネ主力電源化の流れの中では、電力系統安定化のための慣性力が注目されており、その観点からもコージェネに期待が寄せられている。

また、2023年6月に改訂された「水素基本戦略」では、家庭での熱需要の脱炭素化・熱の有効利用に貢献する省エネ機器として期待されている。災害時のバックアップ電源や調整力としても活用可能な家庭用燃料電池について導入拡大やコスト低減、将来的には需給調整市場への参加などを通じて、普及拡大に繋げていくとしている。

カーボンニュートラルに向けたトランジション期である現在において、家庭用コージェネは、引き続き省エネルギーの推進とレジリエンス価値の提供をしていくともに将来的には、VPP実証事業による知見を活かした電力系統への供給力・調整力への貢献や燃料の脱炭素化時においては、非化石エネルギーの導入拡大にも寄与することが期待されている。

3.2　熱と電気を脱炭素する電源としての役割

コージェネは、再生可能エネルギーであるバイオマスを燃料として利用可能である。代表的なバイオマス燃料としては、間伐材などの木質系、都市ごみや産廃など廃棄物系、下水処理場で発生する消化ガス（バイオメタン）等が挙げられる。地域で発生するバイオマスをコージェネによって地産地消することは、脱炭素だけでなく産業振興や持続的な地域発展に貢献する。

一方で、廃棄物発電は脱炭素電源として大きなポテンシャルを有しているものの、その熱の利活用が大きな課題となっている。廃棄物発電とコージェネを組み合わせることにより、効率改善やレジリエンスの向上に貢献する事例も報告されており、今後の発展が期待されている。

2050年における二酸化炭素実質排出ゼロ（ゼロカーボンシティー）を表明する地方公共団体が増えつつあり、地域で発生するバイオマス資源の有効活用先として、コージェネが注目されている。発電した電力は、他の再生可能エネルギー電源と組み合わせることにより、ゼロカーボンシティーの達成に貢献する。

水素やアンモニアの本格導入に向けては、インフラ整備が待たれるが、e-methaneやバイオガス等のクリーンガスであれば、既存の都市ガスインフラを活用できるため既存のコージェネが電力と熱の脱炭素を同時に達成できるアイテムとして活用できる。クリーンガスに関しては「クリーンガス証書」の活用も含めて現在ソフトハードの両面において体制整備が進みつつある。

4. カーボンニュートラル社会におけるコージェネレーションの役割

2050年カーボンニュートラル社会の実現には、再生可能エネルギーや原子力など非化石電源の拡大、モビリティーや加熱分野における高効率な電化、電化が困難な分野における水素化、e-methaneなどのカーボンニュートラル燃料を通じた脱炭素化が重要な課題である。一方で、大幅なエネルギー費用の増大を抑制するためには、既存設備を最大限活用するとともに需要サイドにおけるエネルギー転換の受容性を高めるなど段階的な取組みが必要とされている。様々な課題の克服に向け水素利用技術をはじめとした要素研究や社会実装の取組みが加速しつつある状況である。

そのような環境の下で、コージェネはカーボンニュートラル燃料を用いることにより、熱と電気の脱炭素を同時に達成できるツールである。これはエネルギーの高度利用につながり、貴重なカーボンニュートラル燃料を有効活用する省エネアイテムとして重要な役割を果たす。加えて、デマンドレスポンスなど変動性再生可能エネルギーの調整電源としての役割も含めて、カーボンニュートラルの時代においてもコージェネは価値の高い電源である。また、e-methaneは既存の都市ガスインフラを活用できるため、その高い信頼性や耐震性などにより災害、停電時におけるレジリエンス向上にも大きく寄与する。カーボンニュートラル社会の実現に向けたコージェネの役割を図1.1に示す。

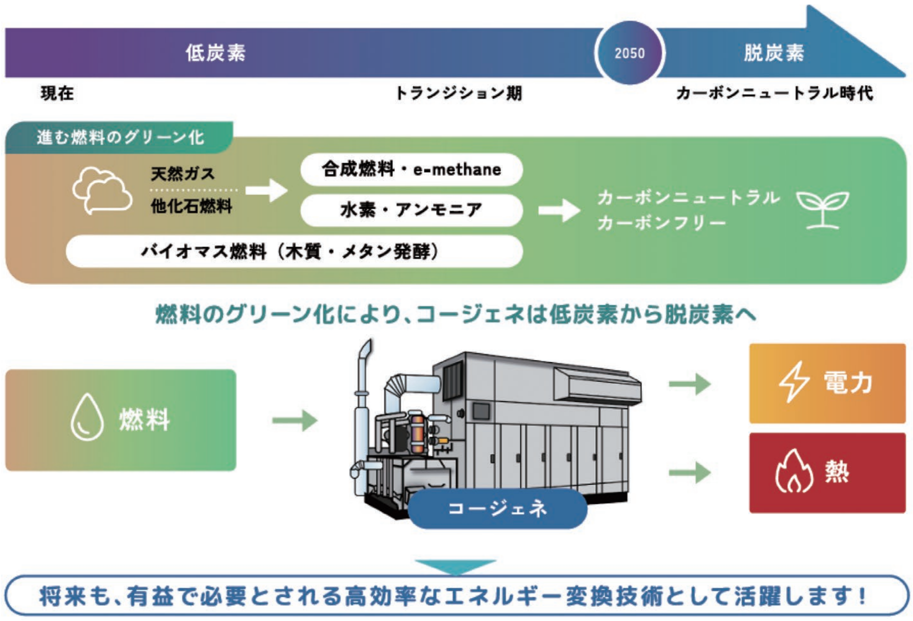

図1.1　カーボンニュートラル社会の実現に向けたコージェネの役割