

エネルギー基本計画とコージェネレーション

横山 武 (よこやま・たけし)

一般社団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター
(コージェネ財団) 普及促進部長

1. はじめに

コージェネレーション（以下、コージェネ）は、燃料からエンジン、タービン、燃料電池などを用いて電力と熱を生産、供給するシステムである。我が国でもすでに30年以上の実績を有し、コージェネ財団の統計では、累積設置台数17,604台、累積容量で1,060万kWとなり、日本の電力量の5%を占めるにいたっている。2018年7月、我が国のエネルギー政策の基本的方向性を定めるエネルギー基本計画（第5次）が策定された。同計画の中で、コージェネは単に省エネルギーのみならず、様々な役割が期待されており、本稿はそれらについて解説したものである。

2. 第5次エネルギー基本計画について

エネルギー基本計画は、エネルギー政策の基本的な方向性を示すため、エネルギー政策基本法に基づき、政府が策定するものである。第5次エネルギー

基本計画においては、2030年のエネルギーミックス（長期エネルギー需給見通し：2015年7月経済産業省決定、図1参照）の確実な実現へ向けた取組の更なる強化とともに、新たなエネルギー選択として2050年のエネルギー転換・脱炭素化に向けた挑戦が掲げられている（表1参照）。

表1 第5次エネルギー基本計画概要

第5次エネルギー基本計画		
長期的に安定した持続的・自立的なエネルギー供給により、我が国経済社会の更なる発展と国民生活の向上、世界の持続的な発展への貢献を目指す 3E+Sの原則の下、安定的で負担が少なく、環境に適合したエネルギー需給構造を実現		
「3E+S」	⇒	「より高度な3E+S」
○安全最優先 (Safety)	+	技術・ガバナンス改革による安全の革新
○資源自給率 (Energy security)	+	技術自給率向上/選択肢の多様化確保
○環境適合 (Environment)	+	脱炭素化への挑戦
○国民負担抑制 (Economic efficiency)	+	自国産業競争力の強化
情勢変化	①脱炭素化に向けた技術間競争の始まり	②技術の変化が増幅する地政学リスク
		③国家間・企業間の競争の本格化
2030年に向けた対応	2050年に向けた対応	
~温室効果ガス26%削減に向けて~ ~エネルギーミックスの確実な実現~ -現状は道半ば -計画的な推進 -実現重視の取組 -施策の深掘り・強化	~温室効果ガス80%削減を目指して~ ~エネルギー転換・脱炭素化への挑戦~ -可能性と不確実性 -野心的な複数シナリオ -あらゆる選択肢の追求 -科学的レビューによる重点決定	
<主な施策> ○再生可能エネルギー ・主力電源化への布石 ・低コスト化,系統制約の克服,火力調整力の確保 ○原子力 ・依存度を可能な限り低減 ・不断の安全性向上と再稼働 ○化石燃料 ・化石燃料等の自主開発の促進 ・高効率な火力発電の有効活用 ・災害リスク等への対応強化 ○省エネ ・徹底的な省エネの継続 ・省エネ法と支援策の一体実施 ○水素・蓄電/分散型エネルギーの推進	<主な方向> ○再生可能エネルギー ・経済的に自立した脱炭素化した主力電源化を目指す ・水素/蓄電/デジタル技術開発に着手 ○原子力 ・脱炭素化の選択肢 ・安全円滑な再稼働技術開発に着手 ○化石燃料 ・過渡期は主力、資源外交を強化 ・ガス利用へのシフト,非効率石炭フェードアウト ・脱炭素化に向けて水素開発に着手 ○熱・輸送、分散型エネルギー ・水素・蓄電等による脱炭素化への貢献 ・分散型エネルギーシステムと地域開発 (次世代LPエネ、蓄電、EV、マイクログリッド等の組合せ)	

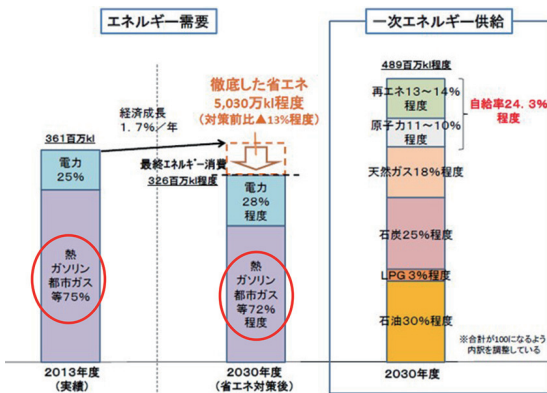


図1 長期エネルギー需給見通しにおけるエネルギー需要と一次エネルギー供給

基本計画の策定 ⇒ 総力戦 (プロジェクト・国際連携・金融対話・政策)
(資源エネルギー庁 HP より)

表2 第5次エネルギー基本計画におけるコージェネに関する記載抜粋

コージェネの意義	記載抜粋
①省エネルギーの推進	(P62)業務・産業用年燃料電池の普及に向けては・・・技術開発を進めるとともに、分散電源として大規模集中型電源を超える発電効率(60%)を備える機器の開発、実装を進める。 (P24)我が国の最終エネルギー消費の現状においては、熱利用を中心とした非電力での用途が過半数を占めている。 (P69)効率87%熱供給の推進・・・主に高温域を占める産業用に関しては・・・コージェネレーションの利用や廃熱のカスケード利用促進を行うことが重要
②再生可能エネルギーの導入促進	(P62)“水素社会”の実現に向けた取組の抜本強化・・・水素から高効率に電気・熱を取り出す燃料電池技術と組み合わせることで、電力、運輸のみならず、産業利用や熱利用、様々な領域で突進的な低炭素化が可能 (P45)コージェネレーション・・・などの需要家側に設置される分散型エネルギーリソースを活用するVPP・・・といった次世代の調整力を活用し、調整力の脱炭素化を進めていくことが重要
③需要サイドが主導する柔軟な需給構造の実現	(P73)需要家側において熱と電気を一体として活用することで、高効率なエネルギー利用を実現するコージェネレーションは、ハイブリッド型の二次エネルギーである。省エネルギー性に加え、送電ロスが少なく、再生可能エネルギーとの親和性もあり、電力需給ピークの緩和、電源構成の多様化・分散化、災害に対する強靱性を持つ。
④国土強靱化への貢献	(P72)再生可能エネルギーやコージェネレーション、蓄電池システムなどによる分散型エネルギーシステムは、危機時ににおける需要サイドの対応力を高めるものであり、分散型エネルギーシステムの構築を進めていく。
⑤地域経済の活性化	(P77)地域のエネルギーを地域で有効活用する地産地消型エネルギーシステムは、省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの普及拡大、エネルギーシステムの強靱化に貢献する取組として重要であり、また、コンパクトシティや交通システムの構築等、まちづくりと一体的にその導入が進められることで、地域の活性化にも貢献・・・する。
⑥エネルギーを通じた国際協力の展開	(P80)アジアの国々が、LNGの導入を進めるための制度やインフラの整備を進めていく際・・・上流も含めたLNGサプライチェーン整備へのファイナンス・技術協力を行うこと・・・で、アジアのLNG導入国が効率的に新たなエネルギー供給構造を構築していくことを支援することが可能

3. コージェネのエネルギー基本計画への貢献

「第5次エネルギー基本計画」において、コージェネは、今後推進すべき分散型エネルギーシステムの一つとして位置付けられており、導入意義としては以下の6つに整理できる。

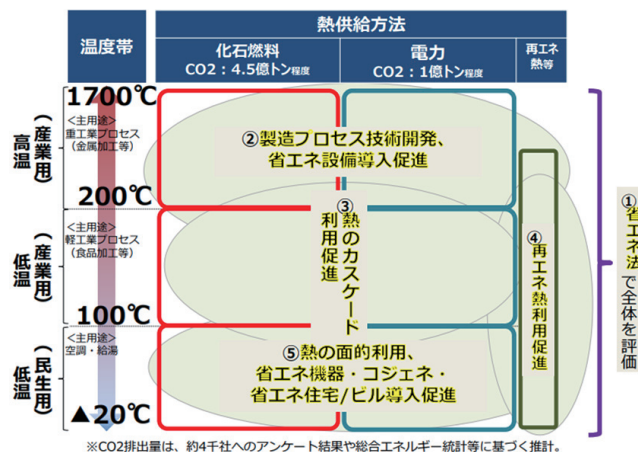
- (1)省エネルギーの推進
- (2)再生可能エネルギーの導入促進
- (3)需要サイドが主導する柔軟な需給構造の実現
- (4)国土強靱化への貢献
- (5)地域経済の活性化
- (6)エネルギーを通じた国際協力の展開

これらコージェネの意義について、同計画における主な記載内容を表2に示すとともに、以降に各項目について解説する。

(1)省エネルギーの推進

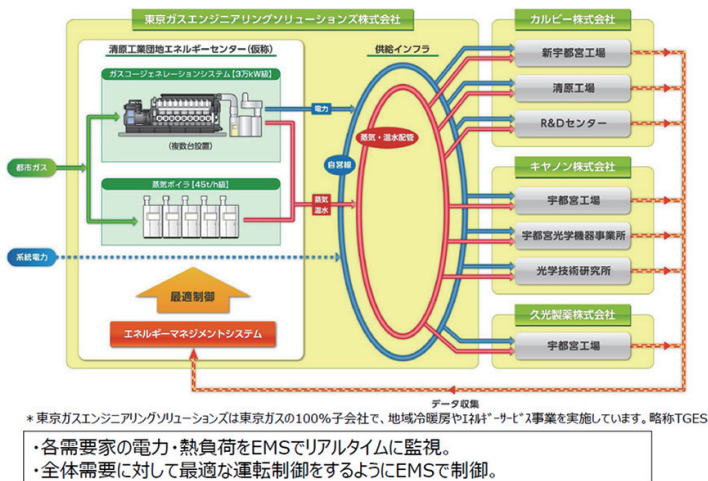
火力発電所などの大規模発電所は、通常需要地から遠い場所に建設されるため、発電時に発生する熱を利用できず捨ててしまうが、コージェネは需要地近くに設置することで排熱も有効活用でき、最も効率的にエネルギーを活用できる方法の一つである。エネルギーの低炭素化においては、電力が注目されがちであるが、熱利用は現状と2030年時点のいずれにおいても、我が国の最終エネルギー消費の約7割を占めており(図1参照)、熱の

低炭素化は非常に重要な課題である。今回、エネルギー基本計画の議論の中で熱の低炭素化についても注目され、コージェネもその重要技術の一つとの位置づけとなった(図2参照)。コージェネ以外にも、熱の低炭素化技術として、「熱のカスケード利用促進」、「熱の面的利用」等が掲げられている。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先ず高温度レベルでしか得られない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や排熱を順次加熱源等として利用するものであり、典型的な「熱のカスケード利用」システムである。また、



出典:経産省 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第23回会合)配布資料

図2 熱の低炭素化に向けた取り組みについて



出典：経産省 省エネルギー小委員会（第19回）配布資料

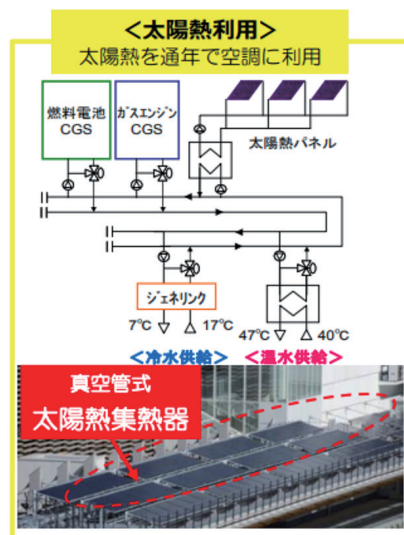
図3 清原工場団地（栃木県）におけるエネルギーネットワーク

熱は遠方にまで輸送するのが難しいため地産地消する必要があり、電力需要に合わせてコージェネを稼働させた場合、一施設への廃熱の供給は、熱需要とのアンマッチングにより多くの熱を捨ててしまう可能性もあるが、地域に熱導管を敷設して「熱の面的利用」（複数施設への熱供給）を行うことにより、排熱を余すことなく活用でき、地域のエネルギー最適化に結び付くものである。コージェネレーションを核とした大規模なエネルギープラントを建設し、工場群に電力と熱を供給する方式の採用も本格化している。図3に示す栃木県清原工業団地の例では、7つの工場群に対し発電能力5,770kWのガスエンジンコージェネを7台導入している。

なお、発電効率についても、大型のガスエンジンや小型のSOFC型燃料電池では発電効率約50% (LHV) のものが商品化されており、発電部分だけをみても高効率火力発電所に近いレベルの省エネルギーな機器となっている。

(2)再生可能エネルギーの導入促進

コージェネは、燃料として、木質バイオマス、廃棄物燃料、下水処理場において処理過程で発生する消化ガス等の再生可能エネルギーを用いることも可能であり、再生可能エネルギーの利用促進の面でも注目されている。また、太陽熱等の再生可能熱とコージェネ排熱を複合利用すれば、コージェネ排熱は通常一定の温度で供給されるため、再生可能熱の出力変動に対する調整機能として活用することも可能である。更に、コージェネを核として、地域で発生す



出典：国立研究開発法人建築研究所 第17回住宅・建築物の省CO₂シンポジウム資料
https://www.kenken.go.jp/shouco2/pdf/symposium/17/17-4_report01-05.pdf

図4 太陽熱とコージェネ排熱を組み合わせた事例

る熱と電気の面的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、ICTによる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システム」を構築することにより、地域単位でエネルギーの最適化が図れる。事例として、図4に田町駅東口北地区地域冷暖房において採用されたコージェネ排熱、太陽熱複合システムのフロー図を示す。

(3)需要サイドが主導する柔軟な需給構造の実現

近年、メガソーラーや風力発電など、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ることにより、送配電網の設備投資増大や利用率低下を招いている。一方でコージェネは熱需要のある地域に設置されるものであり、電力不足地域（系統から電力が流入する地域）と一致することから、送電量の低減に資するものであり、系統の潮流改善が期待できる。また、電力系統はピーク時の最大電力需要を賄えるよう発電・送電設備を整備する必要がある。時間帯や季節ごとの電力需要の変動幅の拡大は、設備の利用率低下を招き、発電電にかかるコストを増大させるため、これらピークの緩和は重要な社会的課題となる。コージェネを夏季のピーク時などに運転し、ピークカット（負荷平準化）することで、電力設備への過剰な投資が抑制され、建設・整備コストが低減されるとともに、電力の安定供給に

繋がる。更に、吸収冷凍機等の廃熱利用機器を中心に構成される空調システムを採用することで、電力ピークカット量を大きくすることができる。

(4)国土強靱化への貢献

Swiss Re（海外の損害保険会社）は、毎年世界で起きた自然災害の被害損失について調査している。同社の調査によれば、2010年代において日本では経済的損失世界最大の被害がすでに2回発生している（2011年の東日本大震災、2016年の熊本地震）。2018年においても、大阪府北部地震、北海道胆振東部地震や度重なる豪雨・台風による被害が発生しており、特に北海道で発生したブラックアウト（大規模停電）や関西空港におけるタンカー衝突など、これまで経験したことのない大規模なインフラ停止を引き起こしている。日本は世界の中で、大きな経済的損失を伴う自然災害が最も発生しやすい災害大国であるといえ、企業や自治体等においても、東日本大震災以降、防災への取組が強化されているところである。

停電対応仕様のコージェネを採用することにより、商用システムの停電時における重要負荷への電力供給を確保することで、事業継続性を高めることができる。燃料に天然ガスを採用した場合、圧力の高い中圧ガス導管は、阪神・淡路大震災、東日本大震災クラスの大地震にも十分耐えられる構造となっており（図5参照）、燃料供給の信頼性を高めることができる。また、燃料の備蓄が必要ない、燃料供給を継続できる等のメリットを有する。なお、強靱化に寄与するコージェネの採用により、単に災害時の対応に留まらず、以下の通り様々な受け手に対し、間接的な便益（NEB：Non Energy Benefit）を提供することができる。



出典：東京ガス(株)ホームページ

図5 変形に強い中圧都市ガス配管

建物ユーザ : BCP ニーズに応えられる
所有者 : 不動産価値が向上する
自治体、周辺居住者 : 被災時の従業員帰宅抑制による駅周辺の混乱防止、地域の防災拠点として機能する

(5)地域経済の活性化

先に述べた通り海外保険会社の評価では、日本は自然災害発生の可能性や脆弱性、資産の規模などから極めてリスクが高いとの扱いになっている。日本の大都市が海外企業にも業務中心地として選択されていくためには、都市機能が集積した拠点において、災害時の業務継続に必要な防災機能を装備する必要があり（BCD：Business Continuity District）、エネルギーの自立化、多重化が求められるところである。耐震性の強い都市ガスの中圧配管と停電対応機能を備えたコージェネを装備し、近隣地区に自営線や熱導管等を通じて電力と熱を供給すれば、地域全体の防災性が向上するとともに街区の低炭素化にも貢献し、大都市としての価値を高めることができる。例として、図6に示す日本橋室町三丁目地区再開発においては、ガスエンジンコージェネ7,800kW×3台を設置し、地域の建物群に電力と熱を供給することで、開発建物だけでなく既存街区の低炭素化と防災対応にも貢献している。

また、現在、我が国は人口減少、高齢化が急速に進んでいる状況にあり、これに伴う消費、経済、労働力の低下は、日本の経済社会に対し大きな重荷となってくることが予想される。特に地方においては、東京一極集中に相まって、地域社会を維持するのが困難になるのではと懸念されており、これらの問題を解決するには、地方に安定した雇用を創出し、地方への人の流れを作り、若い世代の結婚、出産、子育ての希望を実現する「地方創生」の重要性が高まっている。地域がそれぞれの特性を活かして自立的に発展するための産業として期待されているのが、地域エネルギー事業である。地域の資源を活用して域内でエネルギーを生産・供給することで、地域の経済好循環、効率的なエネルギー利用、エネルギーセキュリティの確保などが図られ、地域産業の創出や雇用の確保が期待される。

(1) 事業概要

主な事業者	三井不動産TGスマートエナジー株式会社
事業地	東京都中央区日本橋室町三丁目
施設名称	日本橋室町地区電気・熱供給プラント
面的利用エリア面積	約168,000m ² （開発建物）
主な再生可能エネルギー	ガスコジェネ廃熱利用
面的利用先	日本橋室町三丁目地区
主な導入設備	ガスコジェネ 7,800kW×3台
事業期間（稼働予定）	2016年10月～2019年3月(2019年4月稼働予定)
省エネ効果見込	省エネ量：3,783kL/年、省エネ率：15.9%

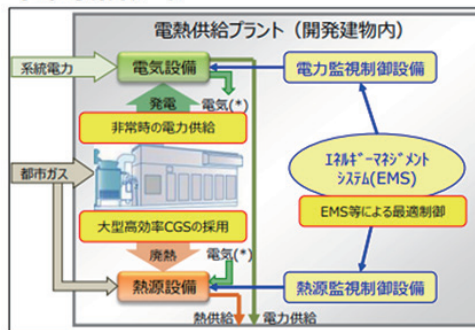
(2) 事業の特徴

- ・ 高効率CGSと廃熱利用機器等による環境性向上
- ・ 電力供給の複線化による長期停電時の50%供給
- ・ 開発建物に加え、既存街区にも電気と熱を供給することにより、エネルギーの自立化を面的に実現
- ・ エネルギーマネジメントシステムによるCGSおよび熱源設備の最適運用
- ・ 街区内既存熱源設備との併用による面的利用最大化

(3) 導入効果

- ・ CGSおよび廃熱利用機器等の無いシステムと比較して、約17%の省CO₂削減を見込む
- ・ 環境性能の向上と防災対応力強化による、まち全体の付加価値の創出

(4) 事業イメージ



(5) 面的利用概要



出典：(一社) 低炭素投資促進機構 平成29年度地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金 採択事業の概要資料 http://www.teitanso.or.jp/resource/1522367194000/docsSCH29ESD_3/20180330_ES_D7.pdf

図6 日本橋室町三丁目地区再開発におけるエネルギーシステム

(6) エネルギーを通じた国際協力の展開

今後、東南アジアなどの国々はエネルギー需要が大きく伸長し、将来的にエネルギーの輸入国になる一方、米国はシェールガス増産により、世界トップレベルの輸出国になっていくものと想定されている。日本にとってはアジアのLNG利用ビジネスに参画し、米国産LNGをアジアに振り分けるなど輸送、仲介に関与することで、新たなビジネスの機会を広げるとともに、世界各国との友好関係構築にもつながっていくことが期待される。その際、上流部門のLNG輸送や受入基地整備だけでなく、環境性、経済性の高いコージェネシステムの導入を含む利用

分野にも関与することで、我が国の更なるビジネス展開やアジア各国の環境対策への貢献を果たすことができる。

4. 終わりに

第5次エネルギー基本計画と、その中におけるコージェネの貢献について解説した。コージェネは単にエネルギーを扱うシステムとしてでなく、防災やまちづくり、地域の発展等様々な課題に対し貢献するものであり、その意義が理解され、活用が広がれば幸いである。