

発電コスト検証WG 【コジェネ・燃料電池】

令和6年8月16日
資源エネルギー庁

コージェネレーションシステムの発電コスト検証の考え方

- コージェネレーションシステム（コジェネ）は、熱と電力を同時に生み出す（熱電併給）ため、トータルでは高い総合エネルギー効率を実現可能。燃料としては、天然ガス・石油等が主流。
- 需要地の近接地に置かれる分散型エネルギーであり、熱の有効活用や、少ない送電ロスなどの利点も存在。
- コジェネの特徴や活用のあり方は、前回（2021年）検証時から大きな変化がないことから、コスト検証に当たっては、前回（2021年）までの検証と同様、①熱価値の考え方、②燃料による差異、③燃料費の扱い、について、検討してはどうか。

<コジェネの論点>

- 論点1：熱価値の考え方（発電に付随して生ずる熱をどう評価するか）
- 論点2：燃料による差異（天然ガスや石油等の燃料の違いをどうするか）
- 論点3：燃料費の扱い（燃料費として燃料輸入価格を用いるのが妥当か）

論点2：燃料による差異

ガス製造所・製油所等

論点3：燃料費の扱い

天然ガス、石油等

需要地
(工場・ビル等)

コージェネレーションシステム



論点1：熱価値の考え方

100の
エネルギー

電気エネルギー 45～20%
熱エネルギー 30～60%

利用困難な廃熱 20～25%

総合効率 75～80%

【論点1】熱価値の考え方

- 熱価値の考え方としては、①熱価値を別途計算し、費用から控除する考え方、②電気と熱の出力比率で費用を按分した上で、電気部分のコストを試算する考え方、の2種類が考えられる。
- 2021年コストWGでは、2015年コストWGと同様に①の考え方を採用するとともに、当時のコジェネの活用の実際のあり方を踏まえて、熱が十分に有効活用される状況を前提としたコスト試算を行うこととしている。
- 本WGでは2021年コストWGと同様の考え方を採用してはどうか。

【 熱価値の考え方】

選択肢①

一定の電気を生み出す際に同時に発生する熱の価値を別途計算し、それを費用から差し引く。

$$\text{発電コスト} = \frac{\text{資本費} + \text{燃料費} + \text{運転管理費} - \text{排熱価値}}{\text{発電電力量}}$$

※ **排熱価値** = 総熱利用量 × 単位熱量当たりの市場価値

- この場合、各国の実態に即した熱の価値を設定する必要。
⇒ 同量の熱をボイラで得るために必要な燃料費で代替し計算。

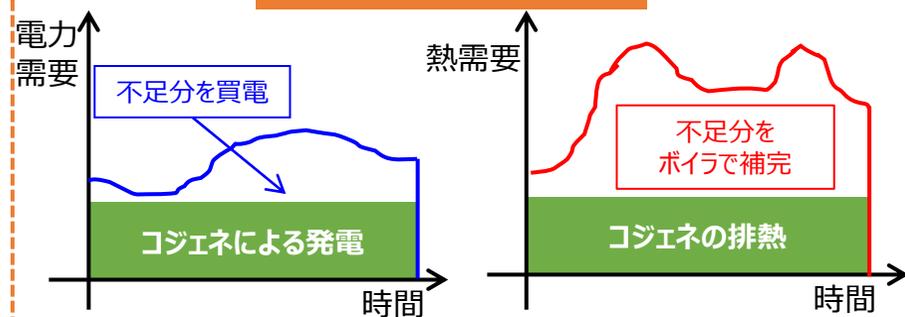
$$\text{単位熱量当たりの市場価値}(a) = \frac{\text{燃料価格}(\$ / t)}{\text{単位燃料当たり発熱量}(Wh / t)} \div \text{ボイラ効率}$$

選択肢②

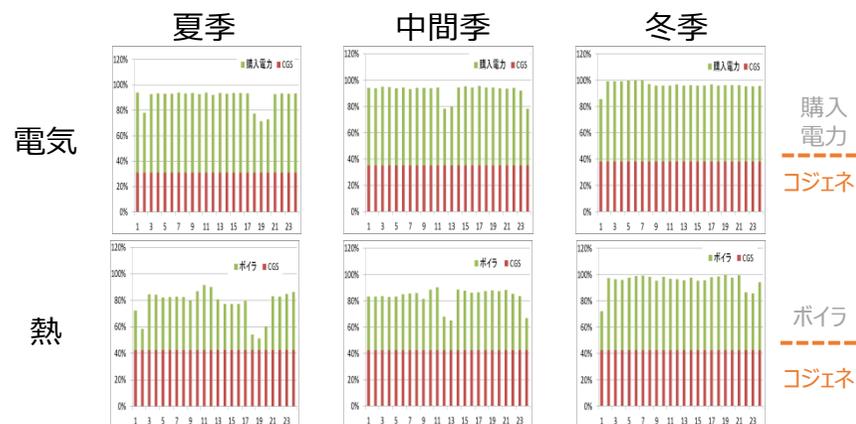
同時に生み出される電気と熱の出力比率で費用を按分した上で、電気の部分だけでコストを試算する。

【 コジェネの活用状況 】

コジェネの導入イメージ



コジェネの活用状況例



□OECD/IEA (“Projected Costs of Generating Electricity (2020)”)では①方式を採用(2020年版報告書では、ヨーロッパにおける高効率ガスエンジンによる熱製造コストにより試算。1MWhの熱利用に対して、37\$/MWhで換算し、排熱価値を控除)。なお、同報告書では、②方式について、「電気と熱は一体的なアウトプットであり、費用を分割することは極めて非実践的」としている。

【論点2】燃料による差異と足下のモデルプラントの考え方①

- コジェネは、天然ガス・石油が主な燃料として活用されており、燃料毎に規模や活用のあり方が異なる（下記）。このため、2021年コストWGと同様、それぞれでモデルプラントを設定してはどうか。
- コジェネの1つである燃料電池についても、コジェネと同様の考え方で、モデルプラントを設定してはどうか。

天然ガスコージェネレーション

- コジェネの総発電容量の約59%を占める。
- 都市ガスの供給区域の需要家を中心に産業・業務用にコジェネを活用する際に導入されており、100kW以下のマイクロコジェネ（小規模業務用）、300～1,000kW程度の小～中型ガスエンジン（病院、ショッピングセンター等）、5,000～7,000kW程度の大型ガスエンジン・ガスタービン（産業用、大規模業務用等）が主流。

石油コージェネレーション

- コジェネの総発電容量の約27%（重油のみ）を占める。
- 都市ガスの供給区域外の需要家を中心に産業・業務用にコジェネを活用する際に導入されており、500～2,000kW程度のディーゼルエンジン（中規模な産業・業務用、病院等）が主流。

燃料電池

- 国内では家庭用燃料電池コージェネレーションシステム（エネファーム）が主流。
- 家庭用燃料電池は都市ガスやLPGを改質して水素を取り出し、燃料電池により高効率な発電を行うとともに、発電時に生じる熱を給湯にも活用する家庭用コジェネであり、700Wの小型が主流。
- 2009年の販売開始以降、既に約50万台超が普及。

【論点2】燃料による差異と足下のモデルプラントの考え方②

○業界団体や事業者からヒアリングを実施したところ、コジェネの主な燃料種や活用の在り方に大きな変化がないことから、今回の検証においても、2021年検証と同様の考え方で、モデルプラントを設定してはどうか。

【モデルプラントの規模の考え方（案）】

- ガスコジェネと石油コジェネについては、直近（2022年度）の導入実績の平均値を用いてはどうか。
- 燃料電池については、現在市販されている機器の標準的な出力を元に設定してはどうか。

【設備稼働率の考え方（案）】

- ガスコジェネは、主流の発電方法であるガスエンジンとガスタービンそれぞれの技術的な稼働特性（※）に応じて、それぞれの設備稼働率を算出した上で、直近（2022年度）のガスエンジンとガスタービンの導入量（それぞれ約6割、約4割）で加重平均することで、ガスコジェネ全体の設備稼働率を設定してはどうか。

※発電効率が高い一方で、取り出せる熱の温度が比較的低いガスエンジンは、起動停止に優れた特性を持っていることから、需要に応じて柔軟な運用が可能である。よって、土日の電力負荷・熱の負荷が少ない需要家にも導入されることが多い。

※廃熱から大量の蒸気（高温熱）を取り出すことができ、特に工業用途で重宝されるガスタービンは、起動停止によって高温部品に熱疲労が発生し設備寿命に影響するため、常時稼働を前提としている。よって、土日含めて電力負荷・熱負荷がある需要家に導入されることが多い。

- 石油コジェネについても、ガスコジェネ同様の方法で設定してはどうか（なお、石油コジェネは燃料貯蔵の観点もあり運転時間の短いディーゼルエンジンの導入量が8割を超えるため、石油コジェネの設備稼働率はガスコジェネの設備稼働率より低い水準となる見込み）。
- 燃料電池については、現在市販されている機器の設備稼働率の実態を踏まえて設定してはどうか。

※なお、コジェネは自家発電として活用されることが多く、一定の出力で稼働していることが多いが、出力を変動させて稼働することも可能。このため、再エネ導入拡大に伴い重要性が高まる調整力の確保や、災害等非常時の電力供給のバックアップにも貢献しうる。

【資本費・運転維持費の考え方（案）】

- ガスコジェネ・石油コジェネ・燃料電池いずれも、モデルプラントと同等規模の機器に要する資本費と運転維持費の実績値の平均値（事業者へのヒアリング）を用いてはどうか。

【論点3】燃料費の扱い

- コジェネの燃料費の扱いについては、大きく分けて以下の2種類の考え方がある。
 - ① 大規模集中電源と同様の燃料価格を試算に活用。
 - ② 需要地における燃料価格を試算に活用。
- 2021年コストWGでは、大規模集中型と分散型とそれぞれに対して妥当であるとの意見があったことから、両方の考え方に基づいてコストを試算。本WGについても同様に両方の考え方を採用してはどうか。

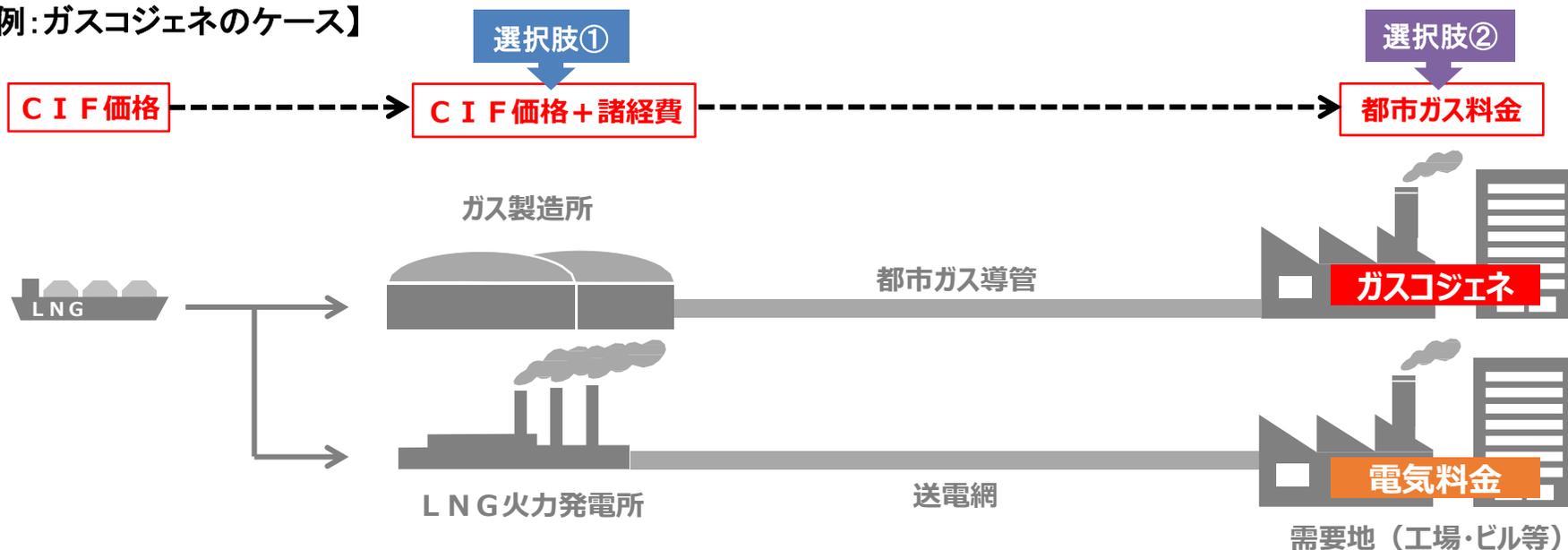
選択肢①

- 火力発電などの大規模集中型電源とコジェネなどの分散型電源を、電源として比較する観点から、例えばガスコジェネでは、LNG火力発電と比較するに当たり、燃料費を統一し、同じ燃料価格を採用。

選択肢②

- 実際に発電する際の燃料費としては、例えばガスコジェネであれば、ガスの託送コスト等も含めた都市ガスの価格を採用。
※選択肢②の燃料費については、激変緩和措置による値引き支援は一時的な措置であるという政策趣旨を踏まえ、現在及び将来の蓋然性の高いコスト試算を行う観点から、支援による影響を取り除いた価格を使用することとする。その上で、コジェネの発電コスト試算に際して費用計上すべき費用総額が変わらないよう、激変緩和措置に必要となる予算は、政策経費にも計上しないこととする。

【例：ガスコジェネのケース】



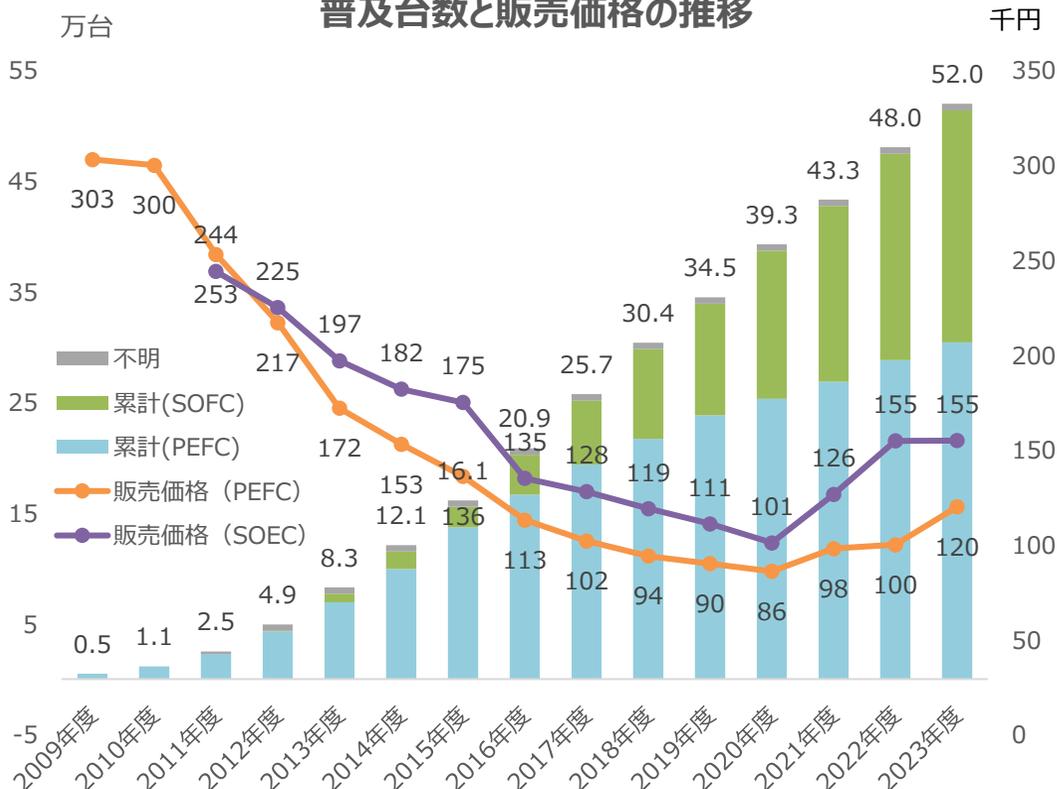
将来の費用低減の考え方（ガスコージェネレーション）

- ガスコージェネについては、将来に向けたガスエンジンおよびガスタービンの技術開発により一定程度の発電効率の向上が見込まれており、こうした要因により、将来の費用低減が期待される。
- 例えば、ガスコージェネのうちガスエンジンについては、モデルプラントと同程度の規模で市販されている最高効率機器の発電効率は、51.0%（2023年度実績）となっており、NEDOが近年実施した研究開発事業（※）によれば、今後、更に2.8%以上発電効率が向上することが見込まれている。
※「コージェネレーション用革新的高効率ガスエンジンの技術開発」（2017年度～2022年度）
- こうした発電効率の向上を見込んだ数値を、ガスコージェネの将来コストの試算において採用してはどうか。

将来の費用低減の考え方（家庭用燃料電池）

- 家庭用燃料電池については、2021年コスト検証時と比較して、市販されている機器の発電効率は横ばい。また、販売価格は2020年度まで減少傾向であったが、材料費及び施工費の高騰により増加した。
- 発電効率は、将来に向けた技術開発により向上が見込まれるため、これを見越した数値を将来の諸元としてはどうか。一方、販売価格は、事業者にヒアリングを実施した結果、足下の販売価格の上昇要因が様々な材料費や施工費の上昇であり、将来価格の想定が困難な面もあるものの、引き続き技術開発によるコスト低減が見込める余地もあることから、こうした事情を踏まえて将来の諸元を設定してはどうか。

普及台数と販売価格の推移



※販売価格は流通費及び施工費を含むエンドユーザー負担額。
 ※事業者からの聴取結果を元に普及台数比で加重平均して算出。

発電効率の将来想定

	現状	将来見込み 2040年想定
固体高分子形燃料電池 (PEFC)	37.0%	41.0 ~59.3% 以上
固体酸化物形燃料電池 (SOFC)	49.6%	

※ HHV表記。
 ※ NEDOの「定置用燃料電池技術開発ロードマップ」の「2040年頃」の目標値は達成すると見込まれることから、その数字を「将来見込み」として設定した。
 ※ 「将来見込み」はPEFCとSOFCを区別せずに幅を持って記載。家庭用燃料電池においては電気需要だけでなく熱需要が求められることから、発電効率の向上だけでなく、熱効率とのバランスを踏まえた多様な製品開発の方向性があり得るため、「将来見込み」も幅を持って設定した。