

小規模火力発電等の
望ましい自主的な環境アセスメント
実務集

(案)

平成 29 年●月

環 境 省

この「小規模火力発電等の望ましい自主的な環境アセスメント 実務集」は、事業者自らができる限りより良い環境保全対策を検討する際の、また、地方公共団体が発電事業者等から助言を求められた際の参考となるよう自主的な環境アセスメントの在り方等を取りまとめたものです。

本実務集は、小規模火力発電等に係る事業者等関係者が環境保全の意義と必要性を共有し、積極的により良い環境配慮を行うための具体的な方法を紹介したものであり、事業者にとっての義務や要件ではなく、何らかの拘束力を有するものではありません。

<目 次>

1. 実務集の概要	1
1.1 背景	1
1.2 小規模火力発電等における環境配慮の必要性	2
1.2.1 大気質への影響	2
1.2.2 温室効果ガスの排出	4
1.3 本実務集の対象と目的	5
1.4 自主的な環境アセスメントの意義と効果	5
1.5 火力発電の事業特性と環境上の特徴	7
1.5.1 燃料種	7
1.5.2 発電方式	8
(1) 汽力発電	9
(2) ガスタービン (GT) 発電	11
(3) コンバインドサイクルガスタービン (GTCC) 発電	11
(4) 内燃力発電	12
1.5.3 発電設備のフロー	15
2. 小規模火力発電の望ましい自主的な環境アセスメント	16
2.1 本実務集で対象とする小規模火力発電	16
2.1.1 小規模火力発電の事業特性と環境上の特徴	17
2.2 自主的な環境アセスメントの手順	18
2.2.1 手順の概要	18
2.2.2 事前準備	20
(1) 自主的な環境アセスメントの計画を立案する	20
(2) 自主的な環境アセスメントについて、事前に地方公共団体に相談する	20
(参考事例 1) 地方公共団体への事前相談	21
(参考事例 2) 地方公共団体へ相談に行く時期	21
2.2.3 関係者との情報交流・参加	21
(1) 評価結果や環境保全措置の検討結果を環境影響評価書 (案) として取りまとめる	21
(2) 環境影響評価書 (案) を公表し、住民等から意見を受け付ける	24
(参考事例 3) 説明会の開催回数	24
(参考事例 4) 類似施設等の見学会により理解促進を図った事例	25
(参考事例 5) 他の協定事例を示すことで理解促進を図った事例	25
(3) 住民等からの意見に対し回答を整理し、必要に応じて環境保全措置等を見直す	26
(参考事例 6) 地元意見を踏まえて施工に関する調整を行った事例	27
(4) 住民等の意見やそれに対する回答、見直し結果を修正して環境影響評価書を確定させ、公表するとともに、市町村に情報共有する	28

2.2.4	モニタリング	28
	(参考事例7) 運転開始後に継続的に住民等とのコミュニケーションを行っている事例	29
	(1) 施設の稼働に伴う大気質への影響・騒音の発生	29
	(2) 施設の稼働に伴う二酸化炭素の排出	30
	(参考事例8) 公害防止協定等の締結	31
	(参考事例9) 環境保全協定の履行状況や事業者の環境保全活動を公表している事例	32
2.2.5	事業や地域の状況に応じた対応	32
	(1) 方法書に準じた図書を公表し、住民等や地方公共団体からの意見を聴く	32
	(2) 自主的な環境アセスメントについて、専門家の意見を聴く	32
	(参考事例10) 自主的な環境アセスメントにおいて専門家に意見を聴いた例	33
	(参考事例11) 自主的な環境アセスメントの実施事例	33
2.3	環境アセスメントの実施	34
2.3.1	体制づくり	34
2.3.2	技術的事項のための想定ケースの諸元	34
2.4	評価項目の選定	36
2.4.1	基本的な評価項目	36
	(1) 施設の稼働に伴う大気質への影響(硫黄酸化物、窒素酸化物、浮遊粒子状物質)	36
	(2) 施設の稼働に伴う騒音の発生	36
	(3) 施設の稼働に伴う二酸化炭素の排出	36
2.4.2	必要に応じた評価項目	37
	(1) 施設の存在・機械等の稼働に伴う石炭粉じん	37
	(2) 排水に伴う水の汚れ・富栄養化	37
	(3) 温排水に伴う水温、流向及び流速、海域に生息・生育する動植物への影響	38
	(4) 陸域の動植物・生態系への影響	38
	(5) 施設の存在に伴う主要な眺望景観への影響	38
	(6) 施設の稼働に伴う産業廃棄物	38
	(7) 工事中の影響・運転時の資材等の搬出入の影響	38
2.5	調査・予測・評価手法の選定	42
2.5.1	施設の稼働に伴う大気質への影響(硫黄酸化物・窒素酸化物・浮遊粒子状物質)	42
	(1) 調査	42
	(2) 予測	43
	(3) 評価	46
2.5.2	施設の稼働に伴う騒音の発生	46
	(1) 調査	47
	(2) 予測	47
	(3) 評価	47
2.5.3	施設の稼働に伴う二酸化炭素の排出	48

(1) 予測	48
(2) 評価	48
2.5.4 その他の項目	52
(1) 排水に伴う水の汚れ・富栄養化	52
(2) 施設の使用に伴う主要な眺望景観への影響	52
(3) 施設の稼働に伴う産業廃棄物の発生	52
(4) 工事中の影響・運転時の資材等の搬出入の影響	53
2.6 環境保全措置の検討	54
2.6.1 大気環境保全対策	55
(1) 燃料の選択	55
(2) 燃焼過程における発生抑制	56
(3) 処理装置等による除去	58
(4) 排煙の拡散	66
2.6.2 騒音対策	66
2.6.3 二酸化炭素排出削減対策	67
(1) 燃料の選択	67
(2) バイオマス燃料の混焼	68
(参考事例 12) バイオマス利用に取り組む事例	70
(3) 発電効率の高い設備の導入	73
(4) コージェネレーションの導入	75
2.6.4 その他の環境保全対策	78
(1) 石炭粉じん対策	78
(2) 水質保全対策	78
(3) 温排水対策	79
(4) 動物・植物・生態系の保全対策	79
(5) 景観保全対策	80
(6) 産業廃棄物対策	80
(7) 工事中、運転時の資材等の搬出入に対する環境保全対策	80
(8) 白煙、悪臭対策等	81
3. 燃料転換の望ましい自主的な環境アセスメント	82
3.1 本実務集で対象とする燃料転換事業	82
3.1.1 燃料転換の事業特性と環境上の特徴	82
3.2 自主的な環境アセスメントの手順	83
(参考事例 13) 燃料転換における自主的な環境アセスメントの実施事例	84
(参考事例 14) 自主的に条例に準じた環境アセスメントを行っている例	84
3.3 環境アセスメントの際の留意事項	85

3.3.1	評価項目の選定の際の留意事項	85
3.3.2	調査・予測・評価手法の選定の際の留意事項	85
3.3.3	環境保全措置の検討の際の留意事項	86
4.	環境アセスメント実施後長期間未着工の火力発電所の自主的な環境アセスメント	87
4.1.1	環境アセスメントの意義	87
	(参考事例 15) 環境アセスメント実施後長期間未着工の火力発電の自主的な環境アセスメント	87
4.1.2	自主的な環境アセスメントの留意事項	87
	おわりに	88

1. 実務集の概要

1.1 背景

近年、環境影響評価法（平成9年法律第81号）の対象規模未満、特に、第二種事業の規模要件である11.25万kWをわずかに下回る程度の小規模火力発電の設置等の事業が急増しています。この背景として、東日本大震災以降の電力需給構造の変化や電気料金の上昇、電力システム改革、発電設備の更新時期の到来等の要因が挙げられます。

まず、平成23年3月11日に発生した東日本大震災及びそれに伴う原子力発電所の事故以降、ベースロード電源である原子力発電所の稼働停止に伴い、不足した電力供給量を賄うために、緊急的に設置された火力発電や運転停止中であった火力発電が稼働し、燃料価格の高騰もあり、電気料金が上昇しました。また、平成25年4月に策定された「電力システムに関する改革方針」において、電気の小売業への参入の全面自由化及び法的分離による送配電部門の中立性の一層の確保が示され、これを踏まえた電気事業法（昭和39年法律第170号）等の改正が段階的に進められたことなどにより、電気事業への新規参入が進んでいます。さらに、設置から30～40年以上経過した自家発電設備の更新に当たって、効率が良く発電容量の大きい設備を導入し、自家消費に加えて一部売電も行ったり、発電設備を新設し全量売電を行ったりする事業者が見られるようになっています。

また、タービン・発電機は交換せず、ボイラの交換又は改造とともに燃料種の転換を行う「燃料転換」は、環境影響評価法の対象となっていませんが、近年、大規模な火力発電において原油・重油から石炭に燃料転換を実施する事例が見られます。制度に基づく環境アセスメントの実施後、長期間未着工であった火力発電が着工に至る事例もあります。

このような状況を受け、平成27年度には、「小規模火力発電等の環境保全に関する検討会」を開催し、小規模火力発電等の環境保全対策について、様々な観点から総合的に検討を行い、今後の小規模火力発電等の環境保全について、環境影響評価法の対象規模の見直しや自主的な環境アセスメントの奨励を含む課題・論点を取りまとめました。その後、平成28年2月に環境大臣・経済産業大臣が電気事業分野における地球温暖化対策について合意した内容を公表し、電力業界の自主的枠組みに対しては、引き続き実効性・透明性の向上等を促していくとともに、その目標達成に向けた取組を促すため、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（昭和54年法律第49号。以下「省エネ法」という。）、「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」（平成21年法律第72号。以下「高度化法」という。）等に基づく政策的対応を行うことにより、小規模火力発電等を含めて電力業界全体の取組の実効性を確保していくこととしました。

これらを踏まえ、平成28年3月の中央環境審議会総合政策部会環境影響評価制度小委員会で状況が報告され、早急な対応として、小規模火力発電等の事業者による自主的な環境配慮の取組を促していく必要性について議論が行われました。

本実務集は、これらの背景を踏まえ、小規模火力発電等に係る適切な環境配慮や住民理解等を促進する観点から、地方公共団体、事業者等の意見も伺いつつ、小規模火力発電等に関する実態を踏まえて、地域にとって望ましくかつ事業者が積極的に取り組める内容として、小規模火力発電等の望ましい自主的な環境アセスメントの在り方等を紹介しています。

1.2 小規模火力発電等における環境配慮の必要性

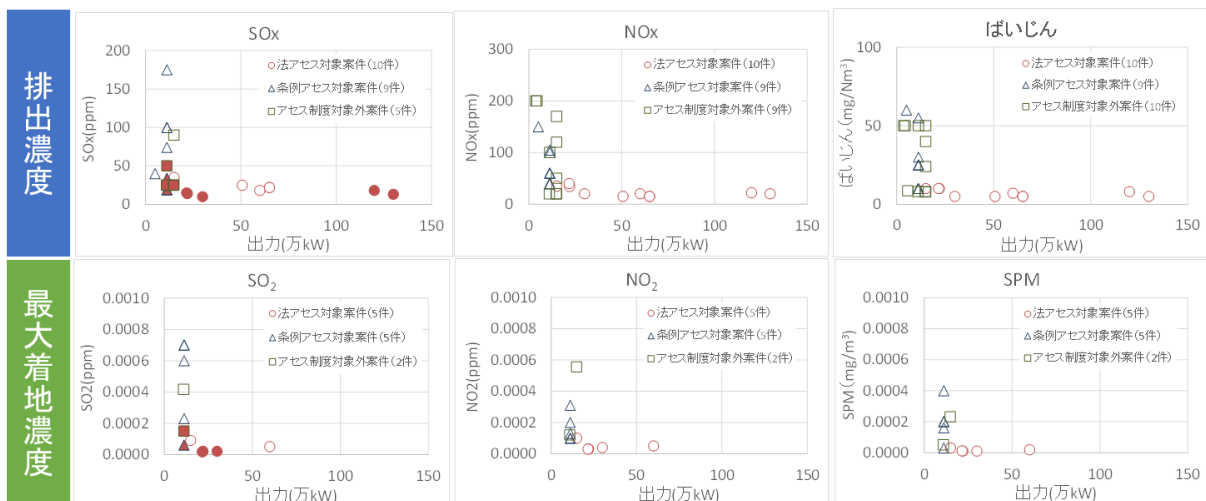
ここでは、小規模火力発電等の主要な環境影響として、大気質への影響と、温室効果ガスの排出について概説します。

1.2.1 大気質への影響

我が国では、高度経済成長に伴って、工場から排出されるばい煙や、急速な都市化や交通量の増加に伴う排気ガスの増加等による大気汚染問題が、全国各地で深刻化し、ばい煙等に含まれる硫黄酸化物（以下「SO_x」という。）等による影響が問題となりました。その後、各企業が脱硫・脱硝・集じんに関する技術開発や工場・事業所等への排煙処理装置等の導入を行うことで、大気汚染の状況は改善してきています。例えば、平成 26 年度の一般環境大気測定局における二酸化窒素の環境基準達成率は 100%、二酸化硫黄の環境基準達成率は 99.6%です¹。

火力発電においては、化石燃料を燃焼することにより、燃料の性状に応じて、SO_x や窒素酸化物（以下「NO_x」という。）、ばいじん、水銀等の重金属等の大気汚染物質が大気中に放出されます。この量の低減が、大気汚染防止に向けた課題となります。製造業等が設置する火力発電の燃料は、工場等から排出される副生物等を使用する場合も多く、燃料中の硫黄分や窒素分等の割合が高い重質燃料の場合には特に大気汚染防止対策の重要度が増します。

小規模火力発電については、10 万 kW 前後の案件では、環境影響評価法の対象案件より、それ以外の案件の排出ガス濃度が高い傾向にあります。また、環境影響評価法の第二種事業であれば、累積的影響により第一種事業に相当する（一定範囲の地域に工事時期が重なる小規模火力発電が複数設置されることにより、総体として発電出力が第一種事業規模に該当する²）として環境アセスメントの対象となり得る事例が複数確認されています。



注) 赤塗りは大気汚染防止法の総量規制地域に立地するものを示す。
 ○ 数値比較を行うため、石炭を主燃料とする事例のみ対象とした（バイオマス混焼案件を含む）。
 △ 環境アセスメントの対象事例のうち、配慮書段階の事例は計画見直しの可能性があるため対象外とした。また方法書段階の事例は予測値の記載がないため、最大着地濃度の調査の対象外とした。
 □ 排出濃度は事業者調査結果から、最大着地濃度は環境影響評価書等から確認できた数値を整理しているため、排出濃度と最大着地濃度でサンプル数が異なる。

図 1.2-1 火力発電からの SO_x・NO_x・ばいじんの排出濃度及び最大着地濃度

¹ 「平成 28 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」（平成 28 年 5 月 31 日閣議決定）

² 発電所の設置又は変更の工事の事業に係る計画段階配慮事項の選定並びに当該計画段階配慮事項に係る調査、予測及び評価の手法に関する指針、環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針並びに環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令（平成 10 年通商産業省令第 54 号）第 16 条第 1 項第 4 号参照

燃料転換については、燃料転換に合わせて環境保全対策を講じることによって、排出量が減少している事例が多く見られますが、原油・重油から石炭への燃料転換では、排出ガス量が増加する事例も見られます。

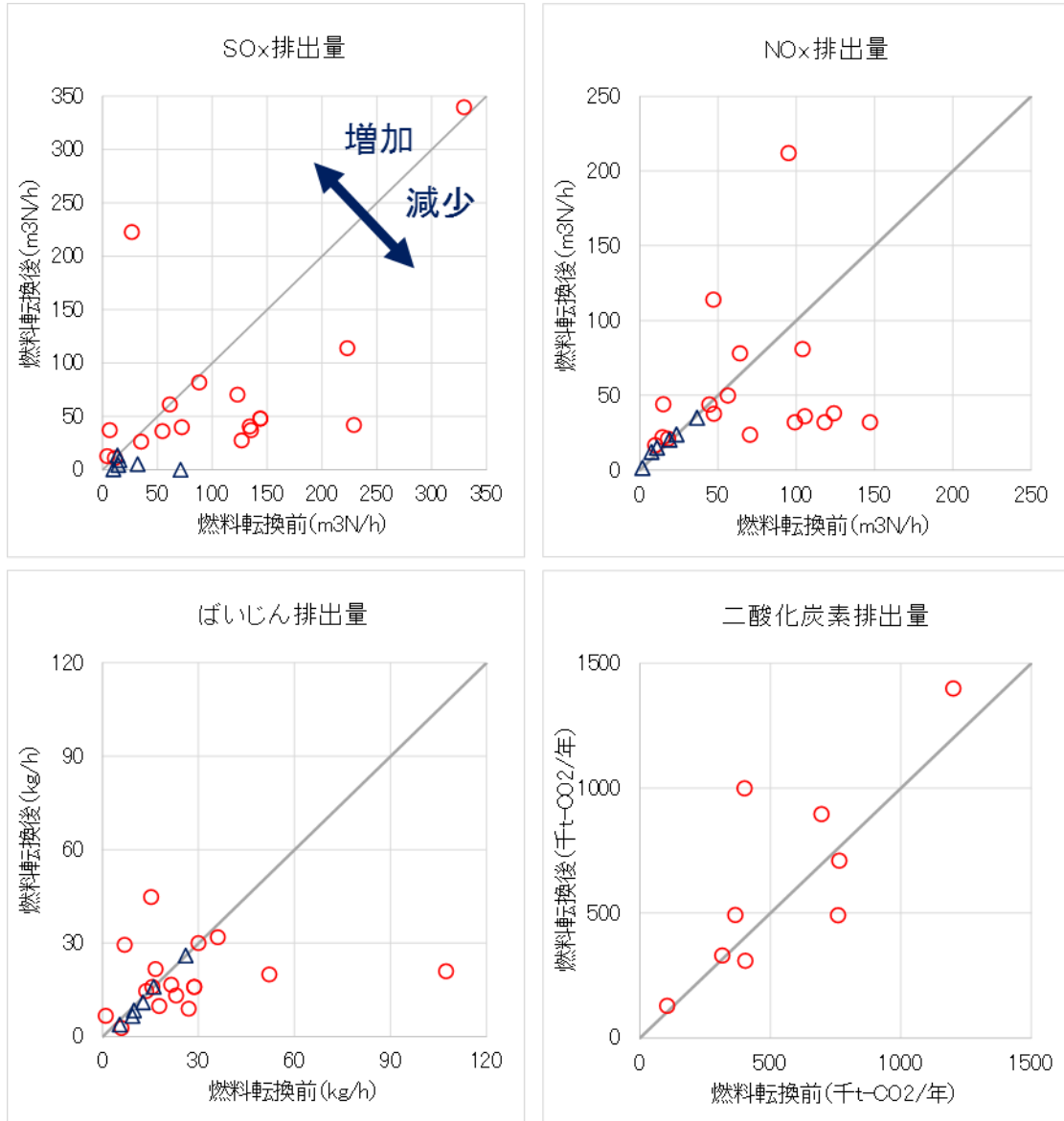


図 1.2-2 燃料転換前後の環境負荷

※平成 27 年 8～9 月事業者調査により回答が得られたデータから作成

1.2.2 温室効果ガスの排出

地球温暖化とは、大気中の二酸化炭素等の温室効果ガスの濃度が増加し、地上の温度が上昇する現象です。「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)の第5次評価報告書によると気候システムの温暖化については疑う余地がないと指摘されており、これ以上の影響拡大を防ぐための対策が喫緊の課題となっています。

地球温暖化対策については、平成27年12月12日(フランス現地時間)に国連気候変動枠組条約第21回締約国会議において「パリ協定」が採択されました。同協定は平成28年11月4日に発効し、我が国は同年11月8日に同協定を締結しています。同協定が掲げる長期的目標(世界全体の平均気温上昇を産業革命前に比べて2℃より十分低く保持すること、1.5℃に抑える努力を追求すること等)及び今世紀後半の温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成すること等に我が国としても取り組む必要があります。我が国は、同協定に基づく我が国の貢献としての2030年度に2013年度比26.0%減(2005年度比25.4%減)という温室効果ガス削減目標を掲げており、これを含む地球温暖化対策計画を平成28年5月13日に閣議決定しています。この温室効果ガス削減目標を着実に達成するとともに、同計画に示されているとおり、地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指して、戦略的に取り組んでいく必要があります。こういった中、我が国の温室効果ガスの大宗を占める二酸化炭素(以下「CO₂」という。)の主要な排出源の1つである火力発電からの二酸化炭素排出量の削減は非常に重要な課題です。

電力部門からの二酸化炭素排出量は、エネルギー起源CO₂排出量の約4割を占めます。火力発電、とりわけ石炭火力発電のCO₂排出量は非常に多く、一般的に一度建設すると40年程度という長期間にわたり稼働するため、この排出量削減は極めて重要です。

「長期エネルギー需給見通し」(平成27年7月16日経済産業省公表)は、エネルギー政策の基本的視点である、安全性(Safety)、安定供給(Energy security)、経済効率性(Economic efficiency)及び環境適合(Environment)について達成すべき政策目標を想定したものであり、これにおいては、2030年度の電力由来エネルギー起源CO₂排出量は3.60億t-CO₂としていますが、現状(2013年度)で5.48億t-CO₂を排出しています。「長期エネルギー需給見通し」と整合的なものとなるよう作成された地球温暖化対策計画に掲げられた目標を達成するためには、この差である約1.9億t-CO₂を削減しなければなりません。

「長期エネルギー需給見通し」において、2030年度の総発電電力量に占める石炭火力発電の割合は26%程度(約2,810億kWh程度(自家発電等を含む))であり、原子力発電が稼働していない2013年度実績においては石炭火力発電の電力量(約2,850億kWh・設備容量約4,000万kW(一般電気事業者(他社受電分含む)))が既にそれを上回っている状況にあります。さらに、過去10年の立地・運転開始のペースを大きく上回る石炭火力発電の立地・運転開始が計画されています。現時点で計画されている石炭火力発電所による新增設分の設備容量は約2,050万kWであり、このうち小規模石炭火力発電は約160万kWと、その約1割弱を占めます。(平成28年12月時点)

平成28年度版環境白書においては、「今後、このようなCO₂排出量が多い石炭火力発電所の立地・運開が進んだ場合には、電力部門におけるCO₂排出係数が相当程度増加することは否定できません。」「電力部門におけるCO₂排出係数が相当程度増加することは、企業や家庭における省エネの取組(電力消費量の削減)による削減効果に影響を与えることが懸念されるため、電力部門の温暖化対策を計画的に進めることは極めて重要です。」とされています。

小規模火力発電については、仮に既設火力発電の運用がこれまでと変わらずに、計画が公表されている小規模火力発電が新增設され、運転開始された場合には、約 1,100 万 t-CO₂が増加する見込みとなり³、これは電気事業における低炭素社会実行計画に基づく最大削減ポテンシャル⁴に相当します。

日本の小規模火力発電の発電効率は世界的に見れば高いものの、大規模のものと相対的に比較して見れば発電効率は劣ります。例えば石炭火力発電の場合、一般的に小規模火力発電の CO₂ 排出係数は大規模なものと比較して 1 割程度大きくなります（なお、大規模な石炭火力発電であっても、天然ガス火力発電と比較すると約 2 倍の CO₂ 排出係数となります）。

燃料転換については、タービン・発電機を交換すれば、最新の技術により環境負荷が低減できますが、燃料転換では環境負荷が最新の技術ほど低減できないと言われています。事業者へのアンケート調査結果では、CO₂については、燃料転換に伴い排出量が増加している事例が見られます（図 1.2-2 参照）。

1.3 本実務集の対象と目的

上述のような背景や環境配慮の必要性を踏まえ、本実務集は、事業者による自主的な環境配慮の取組を促すため、その取組の一つである自主的な環境アセスメントについて、①小規模火力発電を設置する事業、②燃料転換を行う事業、③環境アセスメント実施後長期間未着工の火力発電所を設置する事業を対象として、自主的な環境アセスメントの実施を通じた事業計画の早期段階からの適切な環境配慮及び関係者との情報交流を事業者にも促すことにより、これらの事業に係る適切な環境保全措置の実施と住民理解等の促進を図ることを目的としています。

具体的な活用の場面としては、例えば、事業者において小規模火力発電等の計画に当たっての検討の際の、また、地方公共団体の環境部局において発電事業者等から助言を求められた際の参考としていただくことを想定しています。さらに、条例に基づく環境アセスメントの事例等を取りまとめることにより、メリハリをつけた手法等、条例に基づく環境アセスメントにおいても技術的に参考となる情報として活用いただけるものとしています。

なお、本実務集は、小規模火力発電等に係る事業者等関係者が環境保全の意義と必要性を共有し、積極的により良い環境配慮を行うための具体的な方法を紹介したものであり、事業者にとっての義務や要件ではなく、何らかの拘束力を有するものではありません。

1.4 自主的な環境アセスメントの意義と効果

持続可能な社会をつくるためには、あらゆる事業・計画の中で環境保全に取り組むことが不可欠であり、大気汚染や騒音のみならず、地球温暖化等、様々な環境事象に総合的に対応することが求められます。

「環境アセスメント」は、事業実施に当たって事業・計画に環境保全を組み込むための重要な

³ 出典：「今後の小規模火力発電等の環境保全について（課題・論点のとりまとめ）」（平成 27 年 12 月小規模火力発電等の環境保全に関する検討会）

⁴ 電気事業における低炭素社会実行計画（平成 27 年 7 月 17 日電気事業連合会・電源開発株式会社・日本原子力発電株式会社・特定規模電気事業者有志）では、2030 年度に火力発電所の新設等に当たって BAT（Best Available Technology）を活用すること等による最大削減ポテンシャルが約 1,100 万 t-CO₂であると示しています。

手段の一つです。我が国においては、事業・計画の種類や規模、地域の状況等に応じ、法律に基づく環境アセスメント、地方公共団体の条例に基づく環境アセスメント、そして事業者が率先して行う自主的な環境アセスメントがあり、これらを適切に組み合わせて、あらゆる事業・計画に環境配慮を促し、持続可能な社会の構築に貢献していくことが重要です。

自主的な環境アセスメントは、特に事業者の自主性を尊重しつつ、事業者が積極的に取り組めるようその負担にも十分に考慮しながら、環境配慮を事業・計画に組み込み、事業を円滑に進めるための重要な手段となるものです。また、自主的に環境アセスメントを実施することによって、事業の環境面における影響とその最小化のための努力・取組を明確にし、可視化することができ、それらの情報を提供することが、様々な人々の安心や信頼を得ることにつながります。事業者の環境保全に関する取組状況やその成果について住民等へ適切に情報提供を行い、環境保全に向けて努力していく姿勢を示すことは、事業者の社会的評価を高めることにつながり、事業者自身にとってもCSR（Corporate Social Responsibility：企業の社会的責任）に関する取組を社会的にアピールする上で有効です。例えば、一部の都道府県・政令市においては、環境影響評価条例において、条例に準じた環境アセスメントを行うことを都道府県知事等に自主的に申し出ることができるよう規定しており、これを活用した事例では、その効果等として、「地方公共団体の環境影響評価制度の枠組みを活用することによって、準備書の公表や説明会の開催に関する周知が十分にでき、本事業における環境配慮の取組や事業自体に対する理解がより深まった」「公告・縦覧や説明会の開催等を通じて、事業に対する地域住民や有識者等の理解が進み、事業の円滑な実施につながった」という事業者の意見もあります。

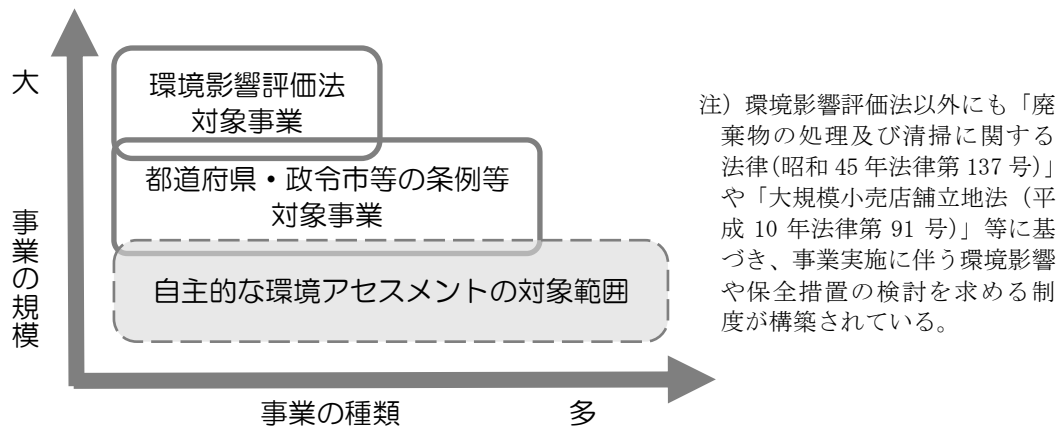


図 1.4-1 各種環境アセスメントの対象範囲のイメージ

(参考 1) 金融機関におけるリスク管理としての環境アセスメント（赤道原則）

世界の 87 の金融機関（平成 28 年 12 月時点）は、持続可能な環境及び社会の発展を促進し、より進化した金融、環境及び社会的成果をもたらすため、「エクエーター原則／赤道原則」を採択している。これは、大規模なインフラ及び産業に係わるプロジェクトは、人及び環境に負の影響を及ぼす可能性があるとの認識の下、プロジェクトにおける環境・社会リスクを特定・評価・管理するための自主的な業界基準として定められているものである。これに基づき、「エクエーター原則／赤道原則」を採択した金融機関は、顧客に対し、アセスメントを実施することを求めている。

このように、世界ではアセスメントが環境・社会リスクと影響を特定するプロセスとして、民間事業者により率先して活用されている。

1.5 火力発電の事業特性と環境上の特徴

自主的な環境アセスメントに先立ち、まずは小規模火力発電等に関する理解の促進のため、ここでは火力発電の事業特性と環境上の特徴について基礎的な事項を概説します。

1.5.1 燃料種

火力発電で用いられる化石燃料としては、一般に石炭と天然ガスが候補となります。表 1.5-1 に石炭と天然ガスの比較を示します。

石炭は、天然ガスに比較して安価である一方、CO₂ 排出量が多く、また石炭の性状によっては、水銀等の有害物質が含まれ、適切な排ガス処理を行う必要があります。また、石炭火力発電の建設には、天然ガス火力発電と比較して、排ガス処理装置等を含めた多額の初期設備費、貯炭場等のための広い敷地、灰処理等の検討が必要になります。

その他の燃料として、副生物（高炉ガス、転炉ガス、コークス炉ガス、黒液、汚泥、廃油（使用済み潤滑油、副生タール・ピッチ類、廃溶剤等）、廃棄物固形燃料（RDF）等）やバイオマス（木質ペレット、木質チップ等）があります。副生物を発電に用いることは、不要なものとして処理される場所であったものの有効利用として循環型社会の形成にも資するものです。なお、廃棄物燃料⁵が用いられる場合、その性状によっては、廃棄物焼却施設と同様にダイオキシン類等の対策が求められます。また、バイオマスのうち特にパームやし殻（PKS）は輸入時の状態によって臭気が発生することも多く、貯留の際は密閉するなどの対策が求められます。

特に小規模火力発電では、調達可能性及び貯留能力等を考慮した上で、できるだけ安価なものが選択される傾向にあります。また、同種の燃料でも品質の劣るものが選択される傾向があります。このような安価かつ低品位の燃料に適した中で最も効率の良い発電設備（ボイラ等）が採用されると想定されます。

表 1.5-1 石炭と天然ガスの比較

		石炭	天然ガス
設備	設備費	高い	安い
	建設期間	長い	短い※
	敷地面積	大	小※
	公害対策	大	小
燃料	燃料価格	安い	高い
	価格変動	小	大
	燃料輸送	外洋輸送（ばら積み船）し、発電所の埠頭に荷揚げ、又は、コールセンターを経由し、内航船又は陸上輸送する。	専用船により外洋輸送（LNG 船）し、LNG 基地で受入後、陸上輸送（パイプライン、タンクローリー等）する。（二次基地・サテライト基地を経由する場合もある。）
	廃棄物処理	必要（石炭灰等）	不要

※：ガスタービン及び汽力の複合発電の場合。なお、ガスタービン及びガスエンジンでは、さらに建設期間が短く、敷地面積が小さい。

出典：「火力原子力発電必携」（平成 25 年一般社団法人火力原子力発電技術協会）、「コスト等検証委員会報告書」（平成 23 年 12 月 19 日エネルギー・環境会議コスト等検証委員会）、「電気工学ハンドブック」（平成 25 年）、「コール・ノート 2013 年版」（平成 26 年石炭エネルギーセンター）等より作成

⁵ 廃棄物燃料とは、本実務集では、建設発生木材のような廃棄物等を燃料化したものを指しています。

1.5.2 発電方式

発電方式（原動力の種類）としては、汽力、ガスタービン（以下「GT」という。）、汽力及びGTの複合発電（ガスタービンコンバインドサイクル発電。以下「GTCC」という。）並びに内燃力（ガスエンジン（以下「GE」という。）等）があります。発電方式（原動力の種類）及び燃料種により、熱効率、発電電力量当たりの排ガス中のCO₂及び大気汚染物質の量等が異なります。

以下に各発電方式の仕組み及び環境上の特徴を整理します。

効率に関する用語	説明
熱効率	投入した熱量に対して取り出された仕事量の比率。熱機関のエネルギー変換効率を示す指標。
発電効率	投入した熱量に対して取り出された電気エネルギーの比率。火力発電の場合、熱効率＝発電効率となる。本実務集では電気に着目していることを明確にするために、電気と熱の両方を利用するコージェネレーションに関する部分では、熱効率ではなく発電効率と表記している。
発電端効率	投入熱量に対する発電端電力量（発電機で発生した電力量）の比率で表した効率。
送電端効率	投入熱量に対する送電端電力量（発電機で発生した発電端電力量から発電所内で消費される所内電力量を差し引いた量）の比率で表した効率。
所内率	発電端電力量に対する発電所内で消費される所内電力量の比率。

(参考3) 燃料の発熱量の表示方法：高位発熱量（HHV）と低位発熱量（LHV）の関係

燃料が持つ発熱量（燃料が完全燃焼するときに発生する反応熱）の表示方法には、燃焼ガス中の水分が凝縮した水の状態の「高位発熱量」（Higher Heating Value; HHV、又は総発熱量）と、水分が蒸発した水蒸気の状態の「低位発熱量」（Lower Heating Value; LHV、又は真発熱量）との2種類がある。HHVはLHVに水分の蒸発潜熱を加えた値になる。

我が国のエネルギー統計では、「総合エネルギー統計」（経済産業省資源エネルギー庁）をはじめ基本的にHHVで表示されており、火力発電の熱効率もHHVで表示されている。一方、LHVを用いて熱効率を表示することが一般的な分野もあり、ガスタービンやガスエンジン、ごみ発電ではLHVで表示されている。

HHVとLHVの関係は、燃料の組成や含水率によって異なる。本実務集では、両者を変換する場合には「東京電力の火力電源入札に関する関係局長級会議取りまとめ」（平成25年4月25日経済産業省・環境省。以下「局長級取りまとめ」という。）の「BATの参考表【平成26年4月時点】」で用いられている以下の関係式で算出している。

$$\text{石炭：熱効率（LHV）} = \text{熱効率（HHV）} / 0.95$$

$$\text{LNG：熱効率（LHV）} = \text{熱効率（HHV）} / 0.9$$

なお、バイオマス燃料は、石炭と比べて燃料中の水素分が多く、かつ含水率が高いため、HHV基準の熱効率はLHV基準の熱効率よりも大きく低下する。

(1) 汽力発電

汽力発電は、ボイラで沸かした蒸気でタービンを回転させる発電方式で、微粉炭方式（以下「PC」という。）と循環流動床方式⁶（以下「CFB」という。）があり、大規模な火力発電では主にPC、小規模火力発電では主にPC及びCFBの2方式が採用されています。図1.5-1に汽力発電（PCとCFB）で採用されるボイラの構造図を示します。ボイラに燃料を投入し、燃焼させることから、多様な燃料種が選択可能です。このため、CO₂及び大気汚染物質の排出量等は燃料種に大きく依存することとなり、特に、石炭の場合にはその量が多くなります。また、コージェネレーションに当たっては、タービンの種類（表1.5-2）により、目的に応じた蒸気の量を取り出すことが可能です。

発電を主体に行う場合や蒸気の利用量が少ない場合には、タービンを通じた蒸気を水に戻す復水の過程で冷却する必要があります。国内の大規模な火力発電では海水を使用する方式（以下「海水冷却方式」という。）が採用されることが多いですが、小規模火力発電では主に冷却塔を利用する方式（以下「冷却塔方式」という。）が採用されています。

売電を目的とする事業の場合、高い売電価格を確保するために、再生可能エネルギーにより発電した電気の固定価格買取制度⁷の対象となる木質系バイオマスが燃料として選択（混焼を含む。）されることがあります。この場合、地球温暖化対策や廃棄物等の循環利用の観点からは有利となる一方、使用するバイオマスの性状に応じて、大気汚染物質の量等が変化することから、排ガス処理方法の検討やアルカリ金属による設備の腐食防止等に留意する必要があります。他方、国内のバイオマスについてはその量が限られていること等を踏まえ、地域において適切に活用されるよう留意が必要であるとともに、国外からの輸入については輸送行程も含めた環境配慮が求められます。

PCとCFBを比較すると、前者は、比較的、熱効率が高くなりますが、バイオマス燃料においては高品位な燃料が必要になるのに対して、後者は、固体燃料であれば、バイオマス・廃棄物燃料等の高品位から低品位のもの、均質・不均質なもの等の多様な燃料を採用可能であり、これらを複数種類混焼する事例もあります。なお、PCについては、従前より発電規模の大型化が進められてきており、10万kW前後の実績も数多くありますが、CFBについては、国内で10万kWを超える規模の実績は多くはありません。

⁶ 流動床方式とは、空気を投入して作り出す流動状態で固体燃料を燃焼させる方式です。CFBでは、排ガス中の粒径の大きい流動媒体や未燃分をサイクロンにより捕捉し、ボイラ本体に戻します（図1.5-1参照）。なお、常圧の流動床方式のボイラとしては、CFB以外にも、主に数万kW以下で採用されているバブリング方式や内部循環流動床方式（ICFB）がありますが、本実務集では、近年の実績を踏まえ、CFBについて説明しています。

⁷ 「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（平成23年法律第108号）によります。

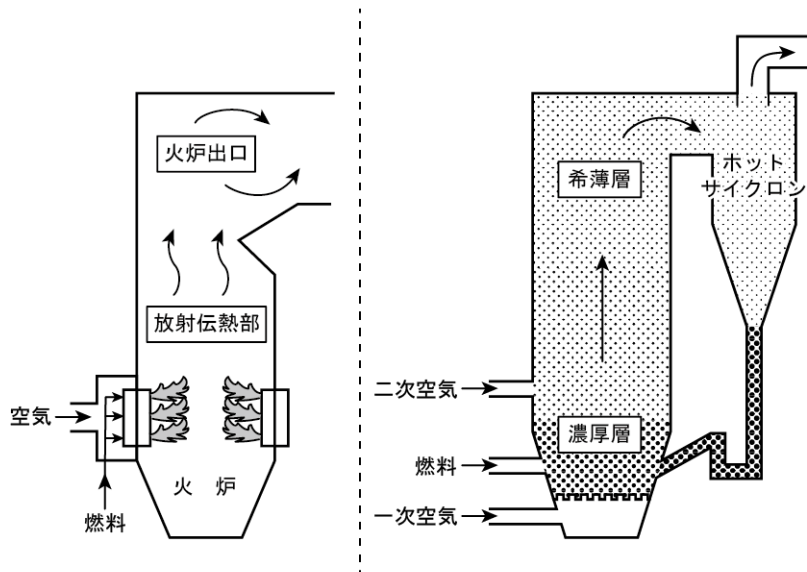


図 1.5-1 汽力発電 (PC と CFB) で採用されるボイラの構造図 (左 : PC、右 : CFB)

出典 : PC については「火力発電総論」(平成 14 年一般社団法人電気学会)、CFB については「機械工学便覧 応用システム編 γ5 エネルギー供給システム」(平成 17 年社団法人日本機械学会編) より作成

表 1.5-2 汽力発電における蒸気利用からみたタービンの種類

タービンの種類	特徴	採用事例 ^{※1}
復水タービン	蒸気タービンの排気の全量を復水器で凝縮させて水に戻す方式で、最も発電効率が上がる。復水器では真空(負圧)状態にすることで、蒸気タービンの効率が上がる。	大規模な火力発電を含め発電専用で数多く採用されている。
抽気復水タービン	蒸気タービンの途中で蒸気の一部を取り出して利用し、残りの蒸気で発電し、復水器に通す方式で、比較的高い発電効率と蒸気利用を両立できる。蒸気使用量の変動が大きく、相対的に電気の使用量が多い場合に用いられる。抽気では、排気よりも高温・高圧の蒸気を利用することができる。	蒸気を必要とする工場等で多数採用されているが、15 万 kW を超える規模では少ない。
背圧タービン	タービン出口の排気圧力を大気圧力以上(正圧)とし、復水せずに、そのままタービン外の工場等で全量の蒸気を利用する方式。発電効率は低下するが、大量の蒸気利用が可能となる。	電気に比べ蒸気を多く必要とする工場等で多く採用されており、3 万 kW 未満がほとんどである。
抽気背圧タービン	2 種類以上の圧力の蒸気が必要な場合に用いられる。タービンに供給された蒸気を、抽気及び排気で利用する。	電気に比べ蒸気を多く必要とする工場等で多く採用されており、10 万 kW 未満で採用されている。

※1 : タービン種類別の出力規模別の設置状況は、「火力・原子力発電所設備要覧 (23 年改訂版)」(平成 24 年一般社団法人火力原子力発電技術協会) 掲載情報より

(2) ガスタービン (GT) 発電

GT 発電は、燃焼器で燃料を燃焼し発生させた高温・高圧のガスでタービンを回転させて発電します。図 1.5-2 に GT 発電の構造図を示します。石炭等と比較して環境負荷が小さい天然ガスや軽油等の気体燃料又は液体燃料が採用されます。高温の排ガスが発生することから排ガス処理が困難な場合がありますが、復水冷却の必要がありません。また、燃料由来の廃棄物がほとんど出ません。なお、気体燃料又は液体燃料を用いるものの中では GT 単体での熱効率は低いです。次に記載するコンバインドサイクル化による熱効率の向上や高温のガスを利用した熱供給（コジェネレーション）による総合効率の向上が可能です（p. 77 参照）。

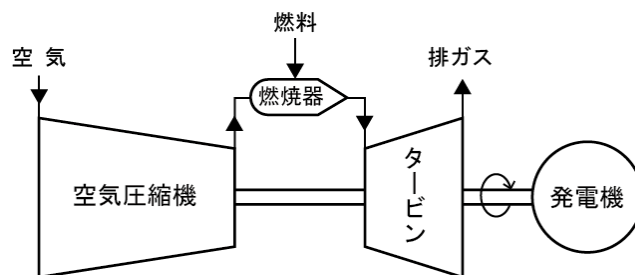


図 1.5-2 GT 発電の構造図

(3) コンバインドサイクルガスタービン (GTCC) 発電

GTCC 発電は、GT から発生する高温の排ガスを排熱回収ボイラで回収し、汽力（蒸気タービン）で再び発電する方式で、現在、最も熱効率が高くなる発電方式です。図 1.5-3 に GTCC 発電の構造図を示します。GT 単体と比較して、排ガス温度が低減され、効率的な排ガス処理が可能です。復水冷却が必要となります。なお、発生した蒸気については、一部を発電に利用するとともに、一部を熱として利用することで、熱電比の可変範囲の広いコジェネレーションシステムとすることも可能です。

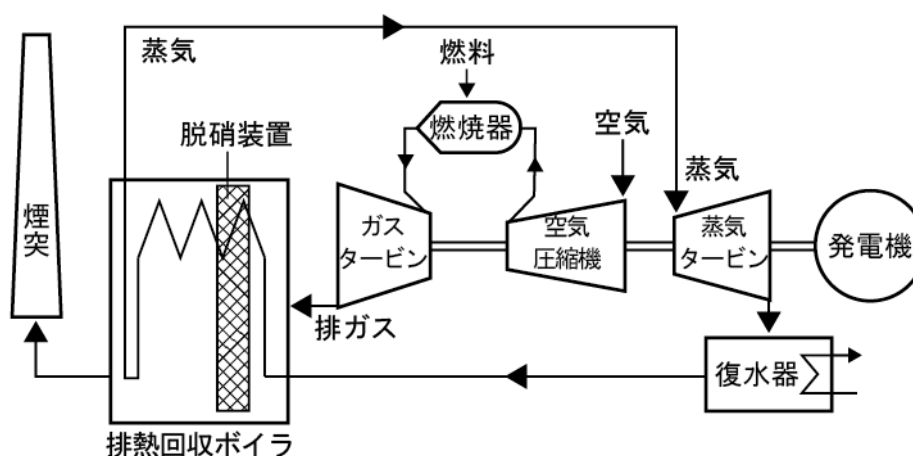


図 1.5-3 GTCC 発電の構造図

(4) 内燃力発電

内燃力発電は、レシプロエンジン（往復動機関）で発電機を稼働するもので、ガスを燃料とする GE、軽油を燃料とするディーゼルエンジンがあります。図 1.5-4 に内燃力発電の構造図を示します。同一出力規模の GT と比較して、熱効率は高く、排ガス中の大気汚染物質の量、特に、NO_x の排出量が多くなる傾向があります⁸。コージェネレーションの観点からは、GT と比較して回収できる蒸気が少なく、総合効率を高めるためには温水を利用する必要があります(p. 77 参照)。

GE の単機出力は最大でも 1 万 kW 程度ですが、複数台設置することで、総出力 10 万 kW 程度の発電所を設置する事業があります。このような場合、火力発電所全体の熱効率は同規模の GTCC に匹敵する程度になると考えられるほか、設備の一部を停止する等により、需要変動に合わせて非常に広い出力範囲で高い発電効率を維持することができ、調整電源としての活用も期待できます。

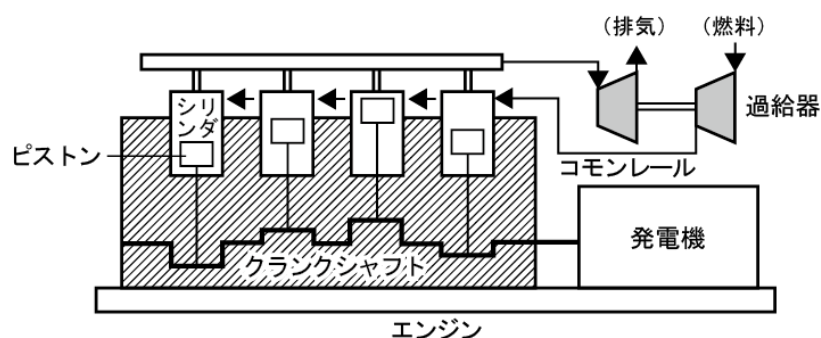


図 1.5-4 内燃力発電の構造図

出典：「進化する火力発電」（平成 24 年）より作成

⁸ なお、ディーゼルエンジンは、ばいじんの排出量が多く、窒素酸化物の排出量が GE よりもさらに多くなります。

表 1.5-3 火力発電の発電方式（原動力の種類）

発電方式 (原動力の種類)	規模 (単機出力)	主な燃料種	熱効率 ^{※2} (発電端・HHV)	環境上の特徴
火力 【微粉炭方式 (PC)】	10～110 万 kW 程度	<ul style="list-style-type: none"> 石炭（瀝青炭等 灰融点の高い もの） バイオマス（ペ レット等高品 質・均質のも の） 石油（重油・軽 油等） 天然ガス 副生ガス 	<ul style="list-style-type: none"> 10 万 kW 程度 ～41% 20～110 万 kW 41～43%^{※3} 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭を燃料とする場合、CO₂や大気汚 染物質が多量に発生する。 バイオマス燃料においては、比較的 高品位なものが必要となる。混焼率 を高めるため、熱量比率 25%重量比 33%の実証事業を経て、商用運転が 計画されている。 復水冷却が必要な場合がある。 コージェネレーションに当たっては、 タービンの種類により、目的に応じ た蒸気の量等を取り出すことが可能 である。
火力 【循環流動床方 式 (CFB)】	～15 万 kW 程 度	<ul style="list-style-type: none"> 石炭 バイオマス、廃 棄物等（高品位 から低品位、均 質・不均質等の 多様なもの） 	<ul style="list-style-type: none"> 10 万 kW 程度 ～37.5%^{※4} 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭を燃料とする場合、CO₂や大気汚 染物質が多量に発生する。 バイオマスや廃棄物燃料等多様な燃 料種を、専焼又は高い混焼率で利用 できることから、地球温暖化対策・ 廃棄物等の循環利用の点で有利。 所内率は PC よりも 2%ほど高く、送 電端効率はより差が大きくなる。 復水冷却が必要な場合がある。 コージェネレーションに当たっては、 タービンの種類により、目的に応じ た蒸気の量等を取り出すことが可能 である。
ガスタービン発 電 【シンプルサイ クル発電 (GT)】	～15 万 kW 程 度	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス 石油（軽油等） 副生ガス 	<ul style="list-style-type: none"> 10 万 kW 程度 ～40% 	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガスを燃料とする場合、CO₂や大 気汚染物質の発生が少ない。 排ガス温度が高いため、排ガス処理 が困難な場合がある。 熱電比の可変範囲の広いコージェネ レーションシステムとすることが可能 である。
ガスタービン及 び火力の複合発 電 【ガスタービン コンバインドサ イクル発電 (GTCC)】	～80 万 kW 程 度	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス 石油（軽油等） 副生ガス 	<ul style="list-style-type: none"> 10 万 kW 程度 ～49% 40～80 万 kW <東日本 (50Hz 地域)> 50.5～52%^{※3} 20～60 万 kW <西日本 (60Hz 地域)> 51～52%^{※3} 	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガスを燃料とする場合、CO₂や大 気汚染物質の発生が少ない。 現時点で最も熱効率が高くなる方式 である。 復水冷却が必要な場合がある。
内燃力発電 【ガスエンジン (GE)】	～1 万 kW 程度	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス 	<ul style="list-style-type: none"> 1 万 kW 程度 ～44% 	<ul style="list-style-type: none"> GT に比べて熱効率は高いが、NO_x の 量が多くなる。 GT と比較して、蒸気の量は少ない。

※1：表内は原則、国内における火力発電の事例

※2：熱効率は、GE では 1 万 kW 程度、その他では 10 万 kW 程度の規模（単機出力）において、調査により把握できた最も熱効率の良い事例を掲載している。なお、GT・GE の熱効率は一般的に LHV で表示されるが、比較のために HHV に換算している（HHV と LHV の関係については p. 8 参照）。

※3：環境影響評価法の対象事業規模における熱効率として、局長級取りまとめの「BAT の参考表【平成 26 年 4 月】」から「(A) 経済性・信頼性において問題なく商用プラントとして既に運転開始をしている最新鋭の発電技術」の設計熱効率（発電端：HHV）を掲載した。

※4：石炭にバイオマス 50%を混焼する火力発電所の事例である。便宜的に石炭の式で LHV から HHV に換算している（p. 8 参照）。

※5：コージェネレーションの場合には、熱利用を伴うことから、総合効率も指標の 1 つとなる（p. 77 参照）。

(参考 4) 発電目的と運転方法について

発電事業の目的により、ベースロード、ミドルロード等、運転方法が異なります。ベースロード電源として運転する場合、負荷変動が少なく継続的に高負荷で運転するため、定格運転での発電効率が低いことが求められます。一方、ミドルロード電源等として負荷変動に追従して運転する場合には、最低出力、部分負荷運転での発電効率、起動・停止時間、出力変化速度等の調整電源としての性能指標の重要性が増します。

従来、燃料費は高いが設備費は安くなるガス火力発電はミドルロード電源等に用いられる一方、設備費は高くなるが燃料費の安い石炭火力発電は設備利用率の高くなるベースロード電源として用いられてきました。しかしながら、再生可能エネルギーの大量導入が進んでいる諸外国の中には、火力発電の負荷が変動し、運転時間が減少し、石炭火力発電でも起動回数が増加している事例があることも報告されています（出典 1）。我が国においても、固定価格買取制度においては、時間の制限なく無補償で出力抑制を行うことを前提とした太陽光発電等の再生可能エネルギーの接続が認められる指定電気事業者の再生可能エネルギーの接続可能量の算定では、火力発電の出力については、安定供給上必要な下限値まで抑制又は停止しながら、可能な限り経済的な運用を行うことを前提に計算がなされています。

また、再生可能エネルギーのさらなる大量導入が進むと、このような電力需給の調整面だけではなく、電力系統の事故時に周波数を維持する能力が低下することが懸念されています（出典 2）。汽力発電等のタービンに結合した発電機⁹には、通常、同期発電機と呼ばれる電力系統全体の安定運転に貢献する発電機が採用されています。そこで、再生可能エネルギーの大量導入が進んだ場合においては、電力系統の事故時の周波数を維持するために、一定の規模の同期発電機を部分負荷運転等の状態で電力系統に接続させておくことも、一つの方策になり得ると想定されます。

この他に、小規模火力発電が局所的に電力系統の安定化に貢献できる可能性としては、例えば、系統規模の小さい地域での AVR（自動電圧調整装置）による電圧維持への効果が挙げられます。

出典 1：エマニュエル・カカラス「欧州における発電事業の現状」（金子祥三・前田正史編集「世界の中の日本 これからを生き抜くエネルギー戦略」東京大学生産技術研究所エネルギー工学連携研究センター先端エネルギー変換工学寄付研究部門（2015）所収）

出典 2：NEDO 編「NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第 2 版」（第 9 章 系統サポート技術）（2014）

⁹ タービン発電機は、重たい回転体であることから、電力系統での非常に短い周期の変動を吸収する調整電源能力（慣性力）を自動的に備えているといえます。

1.5.3 発電設備のフロー

排ガスや排水、廃棄物処理等が最も複雑な石炭を燃料とする火力発電（PC）を用いて、発電設備のフローを説明します。（図 1.5-5 参照）

火力発電所に受け入れられた石炭は、一旦、石炭サイロ等の貯炭設備に貯留されます。石炭バンカより供給された石炭は、微粉炭機で粉砕され、燃料（微粉炭）としてボイラに供給され、高温で燃焼されます。この熱で高温・高圧の蒸気を発生させ、その蒸気でタービンを回転し、発電を行います。蒸気タービン通過後の排気は、復水器において冷却水で冷却されて水に戻り、給水ポンプで再びボイラへ送られます。復水器で用いられた冷却水は温度が上昇するため、大規模な火力発電では、主に海水冷却方式、小規模火力発電では、主に冷却塔方式で温度を低下させています。

ボイラで発生した排ガスは、排煙脱硝装置や集じん装置、排煙脱硫装置等の排ガス処理装置で大気汚染物質を分解又は除去した後、大部分は大気や水域に排出されます。除去された大気汚染物質は石こう等の副産物として回収されたり、湿式排煙脱硫装置の排水等へ移行する場合もあり、排水に関しては、排水処理装置により処理された後に放流されます。

石炭には灰分が多く含まれているため、集じん装置で捕集される細粒のフライアッシュやボイラ底部に落下した塊状のクリンカアッシュ（ボトムアッシュ）等の石炭灰が大量に発生します。これらの廃棄物についてはセメント原料等として有効利用が図られています。

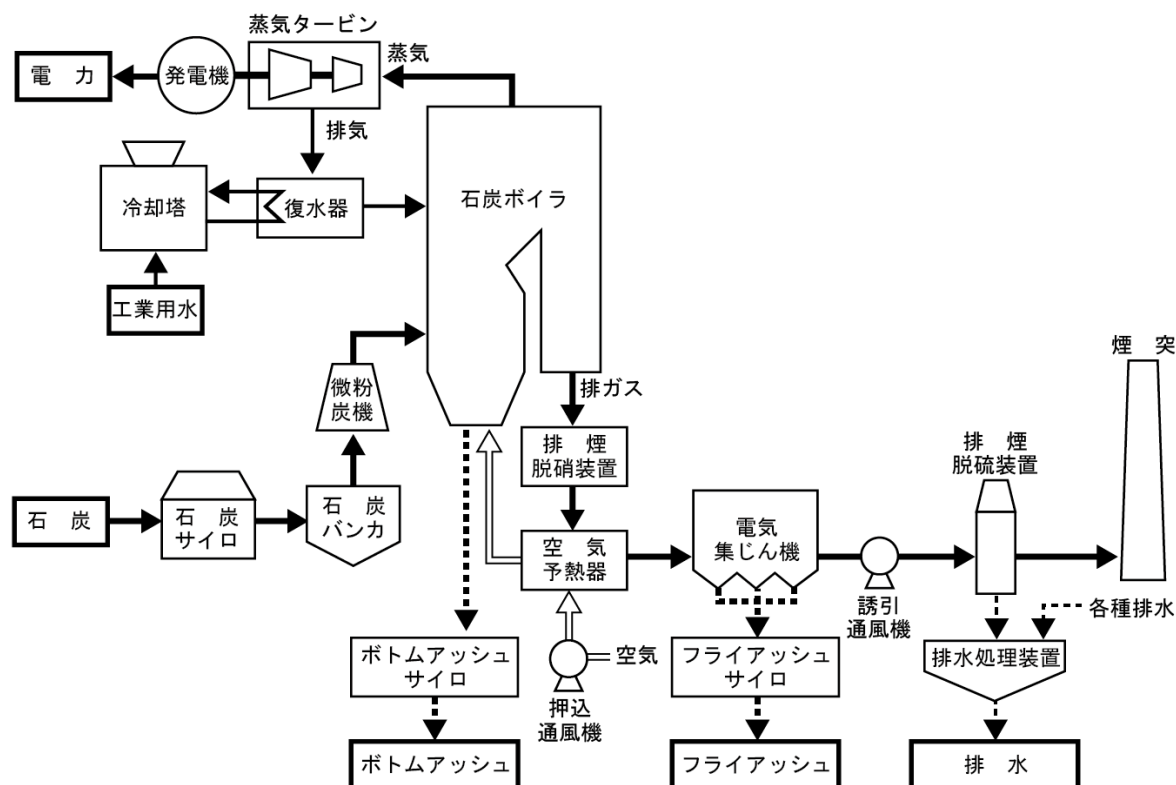


図 1.5-5 火力発電における火力発電（PC・石炭）の発電設備フロー図

出典：「火力発電総論」（平成 14 年一般社団法人電気学会）、「進化する火力発電」（平成 24 年）、「火力原子力発電必携」（平成 25 年一般社団法人火力原子力発電技術協会）、「電気工学ハンドブック」（平成 25 年一般社団法人電気学会編）等を参考に作成

2. 小規模火力発電の望ましい自主的な環境アセスメント

2.1 本実務集で対象とする小規模火力発電

本実務集において小規模火力発電とは、出力規模が1～11.25万kW（売電用発電・自家消費用自家発電を問わない）としています。

環境影響評価法においては、15万kW以上の火力発電所の設置等の事業を、必ず環境アセスメント手続を実施する「第一種事業」、11.25万kW以上15万kW未満を、手続を行うかどうかを個別に判断する「第二種事業」としています。また、すべての都道府県及び環境影響評価法施行令（平成9年政令第346号）第11条で定める市（以下「政令市」という。）の計67県市で環境影響評価条例が定められており、このうち、55県市では、火力発電所を明確に対象としています。その内訳をみると、環境影響評価法の第二種事業の規模要件である11.25万kWを下回る規模の火力発電所を対象としているのが40県市あり、さらに対象となる出力規模の下限が7万kW未満であるのが22県市です（表2.1-1参照）。

本実務集で対象とするのは、11.25万kW未満であって、地方公共団体の環境影響評価条例の対象となっていないものです。2.2の「自主的な環境アセスメントの手順」については、これらすべてのものを対象としています。また、2.4～2.6で示す自主的な環境アセスメントの評価項目や調査・予測・評価手法の選定方法、環境保全措置の検討については、一般的な小規模火力発電における設備等を基に設定した「技術的事項のための想定ケースの諸元」（2.3.2参照）を前提として整理しています。なお、本実務集で示す評価項目や調査・予測・評価手法等の技術的な事項については、条例に基づく環境アセスメントにおいて参考していただくことも念頭に置いて取りまとめています。地域の状況に応じて地方公共団体により技術指針等が定められている場合には、それを踏まえる必要があります。

表 2.1-1 地方公共団体の環境影響評価条例における火力発電所の取扱い

対象となる出力規模の下限		自治体数
火力発電所を明示的に対象	11.25万kW以上	15県市
	11.25万kW未満7万kW以上	18県市
	7万kW未満	22県市
工場・事業場の要件に該当する場合には対象等		12県市
合計		67県市

※平成28年12月時点

2.1.1 小規模火力発電の事業特性と環境上の特徴

一般的に火力発電は、発電出力（規模）が小さくなるほど、熱効率の低下により発電電力量当たりの燃料消費量が増大すること、また、スケールメリットの低下により工作物の建設単価が増加することが想定されます。このため、小規模火力発電の計画検討に当たっては、発電設備全体の経済性（コストパフォーマンス）を確保することから以下の事業特性を有する傾向にあります。

① 燃料種

小規模火力発電においては、燃料種として、一般に石炭が採用されやすい傾向があります。これは、石炭に比べ、天然ガスは発電原価に占める燃料価格の割合が高く、大規模な火力発電に比べて効率が低い小規模火力発電では相対的に燃料費が増加すること、天然ガスは価格変動の影響を受けやすいこと、さらには、中小規模の需要家が、天然ガスを産出国で液化して国内需要地まで運搬するための膨大なインフラ整備を行うことは困難であり、このため天然ガスが活用できるのはインフラが既に整備された地域に限られること等によります。

② 大気質への影響

小規模火力発電は、大規模な火力発電と比べると熱効率が低いため、燃料種が同じであれば発電電力量当たりの大気汚染物質の量は多くなる傾向があります。また、排ガス処理については、最も処理効率の高い設備が選択される場合もありますが、総事業費に占める相対的な処理設備費率は大規模な火力発電に比べて高く、極力費用を抑制する必要性等の観点から、排出基準や地方公共団体との公害防止協定等で求められる範囲内で選択される傾向にあります。

③ コージェネレーションの採用

周辺に熱需要がある場合、発電と合わせて、蒸気等の熱も利用するコージェネレーションを採用し、実質的な熱効率を上げ、発電コストやCO₂排出量を低下させることも可能です。

④ 既存インフラの活用

工場等を保有する事業者の場合、タービン・発電機等の発電設備や燃料インフラ、煙突、排ガス処理、排水処理装置等の既存インフラを活用することも可能です。

⑤ 冷却塔の採用

小規模火力発電においては、海水冷却方式ではなく、冷却塔方式を採用する事例が多いです。工場等が併設されている場合には、工場等への蒸気を送気する等で、復水器の排出熱量（冷却放熱）を削減している事例があります。冷却塔方式を採用することで、多量の温排水による影響が回避できます。

⑥ 内陸用地の活用

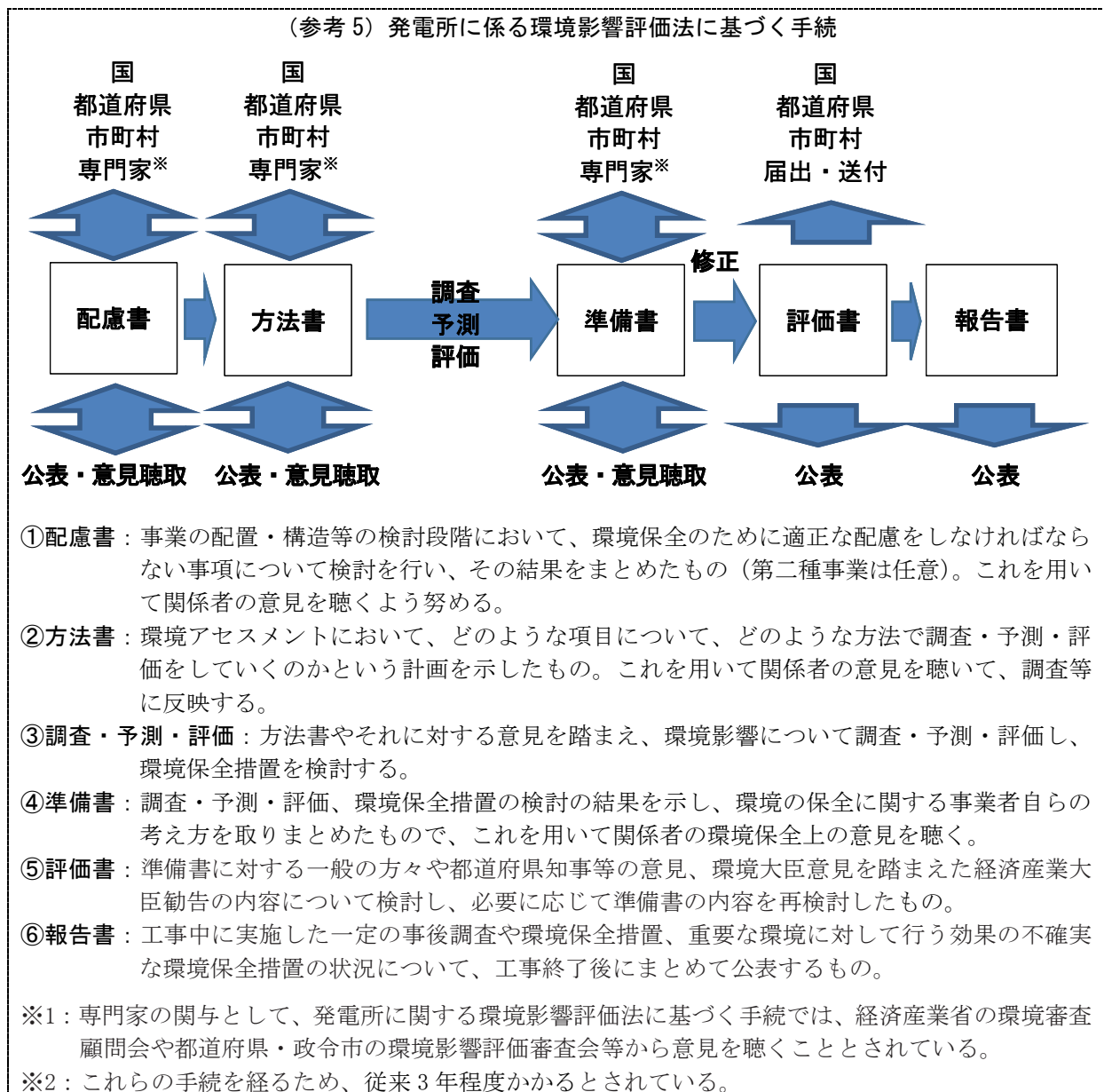
多量の冷却用海水の確保や大型の発電設備等の設置のために、大規模な火力発電では、海洋に面した既埋立地や工場跡地、未利用地等に設置されていますが、小規模火力発電では、必ずしもその必要がなく、内陸の工場跡地や未利用地等に設置される場合もあります。このため、民家や病院、学校等が比較的近傍に存在する場合があります。

2.2 自主的な環境アセスメントの手順

2.2.1 手順の概要

環境アセスメントは、事業の内容を決めるに当たって、それが環境にどのような影響を及ぼすかについて、あらかじめ事業者自らが調査・予測・評価を行い、その結果を公表して一般の方々、地方公共団体等から意見を聴き、それらを踏まえて環境の保全の観点からより良い事業計画を作り上げていくものです。

環境影響評価法（電気事業法による特例を含む）においては、火力発電所の環境アセスメントについて、①事業の計画段階における「配慮書」、②環境アセスメントの実施方法をまとめる「方法書」、③環境影響についての「調査・予測・評価」、④その結果を取りまとめる「準備書」、⑤準備書に対する意見を反映した「評価書」、⑥事業実施後の事後調査結果等を取りまとめる「報告書」等の多段階にわたる手続が定められています。地方公共団体の環境影響評価条例においても、ほぼ同様の内容が定められています。



これに対し、小規模火力発電の望ましい自主的な環境アセスメントにおいては、環境影響評価法や小規模火力発電を対象としている環境影響評価条例とのバランスにも配慮しつつ、自主的な取組として環境アセスメントに要する時間やコスト等の事業者の負担を考慮して、事業者が自主的に積極的に取り組める手順とすることが重要です。このような観点から、小規模火力発電の望ましい自主的な環境アセスメントの手順については、重点に絞った内容として、図 2.2-1 に示すとおり、①環境影響についての調査・予測・評価、②関係者との情報交流・参加のステップとしています。また、運転開始後に関係法令に基づくモニタリング等を行います。

以下ではステップごとに概説するとともに、2.2.2以降で手順の詳細や留意事項を解説します。

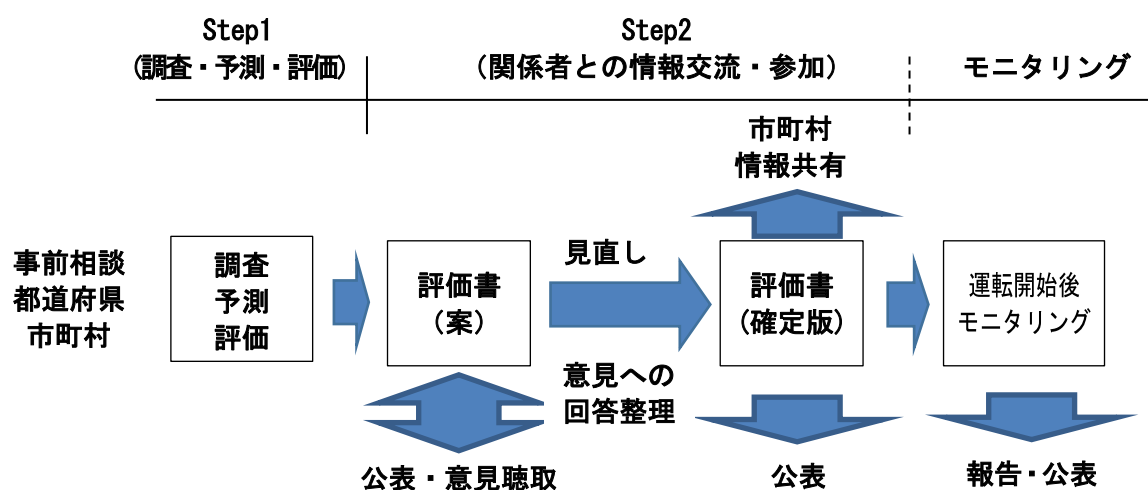


図 2.2-1 小規模火力発電の望ましい自主的な環境アセスメントの手順のフロー

まず、事前準備として、本実務集を基に自主的な環境アセスメントの計画を立て、その計画について、状況に応じてできるだけ早期の段階から立地を予定する地方公共団体に相談します。

Step1 調査・予測・評価：環境に関する調査を行い、事業実施に伴う影響を予測・評価するとともに、環境保全措置を検討します。これらの詳細については、2.4～2.6を参照して下さい。

Step2 関係者との情報交流・参加：Step1の結果を環境影響評価書（案）として取りまとめ、公表し、住民等から意見を受け付けます。住民等からの意見を受けて、事業者の回答を整理するとともに、必要に応じて環境保全措置の内容等を見直します。住民等の意見やそれに対する回答、見直し結果を反映して環境影響評価書を確定させ、公表するとともに、市町村に情報共有します。

モニタリングの実施等：事業着手後、建設工事中や運転開始後において、環境影響評価書（確定版）に従って、環境保全措置等を講じます。その結果を関係法令に基づくモニタリング等によって確認し、報告・公表します。

これらの手順を実施する場合のスケジュールのイメージは、個別事業の状況にもよりますが、概ね1年弱の期間が想定されます（図 2.2-2 参照）。手順ごとの期間は、例えば、環境に関する調査は既存データ等を収集しますが、データの取得のための申請から提供までの時間として1.5か月程度、環境影響に関する予測は市販のソフトウェア等を使用することにより1.5か月程度、住民等の意見を受け付けてから事業者の回答を整理するとともに、必要に応じて環境保全措置の内

容等を見直すまでは、一般的に 1.5 か月程度等が想定されます。

このように環境配慮と住民等の理解を得るための手順と期間をあらかじめ想定して自主的な環境アセスメントを実施することは、事業者にとっても事業の見通しを立てることに資すると想定されます。

所要月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Step1	事前準備	→											
	調査の実施 予測・評価、環境保全措置の検討		→			→		→					
Step2	環境影響評価書(案)のとりまとめ				→		→						
	環境影響評価書(案)の公表 住民等の意見の受付							→		→			
	事業者の回答整理									→			
	環境保全措置等の見直し								→				
	環境影響評価書の修正 環境影響評価書(確定版)の公表								→		→		
Step3	事業の着手、モニタリング										→		

図 2.2-2 小規模火力発電の望ましい自主的な環境アセスメントのスケジュールのイメージ

調査・予測・評価については 2.5、環境保全措置の検討については 2.6 を参照してください。ここでは、それ以外の手順について説明します。

2.2.2 事前準備

(1) 自主的な環境アセスメントの計画を立案する

2.4 で示す考え方により、自主的な環境アセスメントの評価項目の案を選定します。選定した項目について、2.5 で示す調査・予測・評価手法により、自主的な環境アセスメントの計画を立てます。

なお、環境アセスメントは、事業者が主体的に行うものですが、その実施に際しては、環境アセスメントに関する専門的な知識を持つコンサルタント等に委託することが一般的です(2.3 参照)。

(2) 自主的な環境アセスメントについて、事前に地方公共団体に相談する

火力発電所の立地に当たって、各種法令に基づく届出等を含めて、立地を予定する地方公共団体との関係構築は不可欠であり、事業者は、円滑な火力発電所の設置・運転のためにも、できるだけ早期の段階から地方公共団体に事前に相談に行くことが重要です。

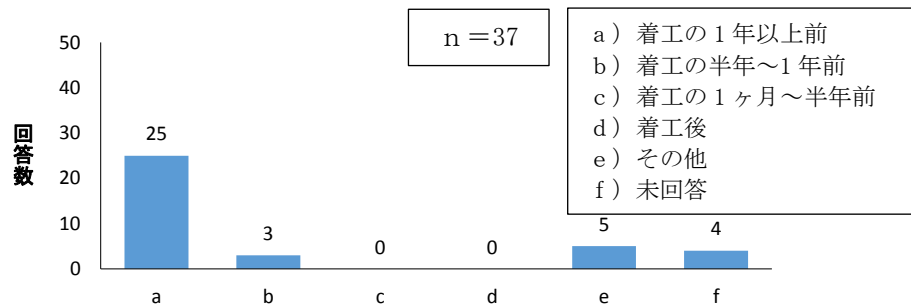
地域特性を踏まえた評価項目の選定や、住民理解を得るための地域の状況に応じた進め方、類似の既存事業における公害防止協定等の締結状況や協定値の設定の有無等については、市町村に事前に相談することが有効であり、環境アセスメントの進め方については環境影響評価条例を定めている都道府県・政令市に事前に相談することが有効です。

(参考事例1) 地方公共団体への事前相談

- ✓ 小規模火力発電等立地（予定）市町村に対するアンケート調査では、小規模火力発電に関する事業者からの事前の相談に対し、学校が近いことから騒音等を考慮すること、上乗せ排出基準の説明、漁業協同組合との調整を行うこと、公害防止協定の締結等の助言を行ったとの回答があった。
- ✓ 都道府県・政令市等に対するアンケート調査では、小規模火力発電に関する事業者からの事前の相談に対し、自主的な環境アセスメントの実施、環境法令への対応等の助言を行ったとの回答があった。

(参考事例2) 地方公共団体へ相談に行く時期

小規模火力発電等事業者に対するアンケート調査では、地方公共団体への相談は 37 施設中着工の1年以上前が 25 施設、一部着工の半年～1年前が 3 施設であった。



2.2.3 関係者との情報交流・参加

環境アセスメントでは、地方公共団体、住民、NGO 等広く国民の意見や情報を収集し、環境に配慮したより良い事業とすることが重要です。これらを通じ、事業に対する住民等の理解が進み、環境保全をめぐる紛争を防止し円滑な事業の実施にもつながります。

(1) 評価結果や環境保全措置の検討結果を環境影響評価書（案）として取りまとめる

調査・予測・評価や環境保全措置の検討結果を、環境影響評価書（案）に取りまとめます。環境影響評価書（案）に記載する事項を表 2.2-1 に示します。なお、当然のことながら、記載する内容に企業秘密は含まれません。

環境影響評価書（案）の作成に当たっては、誰もがわかりやすくなるよう配慮することが重要であり、例えば、

- ・できる限り平易な文章とし、学術用語、法令用語等は必要最小限にとどめ、やむを得ず使用する場合には必要に応じ、注釈や用語解説¹⁰をつける
- ・写真、図、グラフ等視覚的な表示を活用する
- ・フォントは見やすい大きさとし、行間を詰めすぎない
- ・既存文献等を用いる場合は、出典を明記する
- ・客観的な事実と、それを基に推論した見解は明確に区別する

などの点に留意することが、わかりやすい環境影響評価書の作成に当たって有効です。

¹⁰ 環境アセスメントに関する用語については、「環境影響評価情報支援ネットワーク」において用語集が公開されています。<http://www.env.go.jp/policy/assess/6term/index.html>

表 2.2-1 環境影響評価書（案）の記載内容

項目	内容	留意事項
第1章 事業計画 1.1 事業者の名称、代表者の氏名及び主たる事務所の所在地		<ul style="list-style-type: none"> 事業者の名称、代表者の氏名及び主たる事務所の所在地を記載
1.2 事業の目的	事業の目的	<ul style="list-style-type: none"> 事業の目的、運転開始時期を記載 事業に係る内容の具体化の過程における環境保全の配慮に係る検討の経緯及びその内容について記載
1.3 事業の内容	(1) 事業の名称 (2) 発電所の原動力の種類 (3) 発電所の出力 (4) 事業用地※ (5) 配置計画、主要な機器の種類等 ①配置計画 ②主要機器等の種類 ③発電用燃料の種類 ④ばい煙に関する事項 ⑤復水器の冷却水に関する事項 ⑥一般排水に関する事項 ⑦騒音・振動に関する事項 ⑧工事に関する事項 ⑨交通に関する事項 ⑩環境保全措置	<ul style="list-style-type: none"> 事業の名称を記載 原動力の種類として、汽力、ガスタービン又は内燃力の別を記載（二以上の原動力を組合せたものは各々記載） 増設の場合は既設も記載 発電所の出力（キロワット）を記載 増設の場合は既設も記載 地図上に事業用地の位置を記載 用途地域、面積を記載 発電所全体の配置計画の概要を記載 ボイラ、タービン、発電機、復水器冷却方式、ばい煙処理装置、排水処理装置の種類・概要を記載 ガス、液体又は固体燃料の種類及び年間使用量を記載 燃料の成分がすでに判明している場合にはその内容を記載 煙突高さ、ばい煙の排出濃度及び排出量（1時間値）、ばい煙処理設備の概要を記載 復水器冷却水の冷却方式（取放水方式含む）の種類を記載 排水の方法、排水量、排水の水について記載 主要な騒音・振動発生機器の種類について記載 工事の期間及び工程計画の概要について記載 工事中及び運転開始後における主要な交通ルートについて記載 工事中及び運転開始後における環境保全措置や環境保全活動について記載（第3章で記載するもの以外のもの）

項目	内容	留意事項
第2章 環境影響評価の項目並びに調査、予測及び評価の手法 2.1 環境影響評価の項目の選定 2.2 調査、予測及び評価の手法の選定		<ul style="list-style-type: none"> ・「必要に応じた項目」の選定に関するチェックリストを掲載 ・本実務集掲載の手法以外の手法を用いる場合には、その理由を記載
第3章 環境影響評価の結果 3.1 施設の稼働に伴う大気質 3.2 施設の稼働に伴う騒音 3.3 施設の稼働に伴う温室効果ガス (その他の項目) 3.4 環境影響の総合的な評価	<p>(1) 調査の結果の概要</p> <p>(2) 予測の結果</p> <p>(3) 評価の結果</p> <p>同上</p> <p>同上</p> <p>(1) 環境保全措置</p> <p>(2) 環境影響の総合的な評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・環境影響評価の項目ごとに取りまとめる。 ・調査結果とともに、調査方法の概要を記載 ・予測結果を記載 ・本実務集掲載以外の予測手法を用いた場合は、予測式、諸元、予測条件等と予測結果の関係を整理し、記載 ・環境影響の回避・低減の評価、基準・目標との整合性の評価を行った結果を記載 ・「必要に応じた評価項目」を選定する場合には、同様に記載 ・選定項目に関連する環境保全措置について、項目間のトレードオフの関係等も含めて、総合的判断の下、採用した環境保全措置について記載 ・選定項目ごとに取りまとめられた調査、予測及び評価の結果を一覧できるようにした上で、総合的な評価を記載
第4章 モニタリング計画	<p>(1) 大気質</p> <p>①モニタリング項目・時期・方法</p> <p>②報告・公表の方法</p> <p>(2) 騒音 同上</p> <p>(3) 温室効果ガス 同上</p> <p>(その他の項目)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリング項目ごとに取りまとめる。

※本実務集において「事業用地」とは、発電所又は発電設備に係る電気工作物全て、石炭灰処分場、港湾施設、発電所の設置に必要となる付替道路、取付道路及び工事用仮設道路並びに土捨て場、土取り場、工事用濁水処理施設、仮設プラントの敷地及びこれら間にある小規模な面積を含みます。

(2) 環境影響評価書（案）を公表し、住民等から意見を受け付ける

以下の2つの方法を併用することにより、幅広い関係者に対し、環境影響評価書（案）を公表し、意見を受け付けます。関係者とのコミュニケーションは、事業に伴う環境影響を受けやすい地域住民等が中心となると想定されますが、地球環境保全の観点からより広範な方々からも意見を聴くことが重要です。

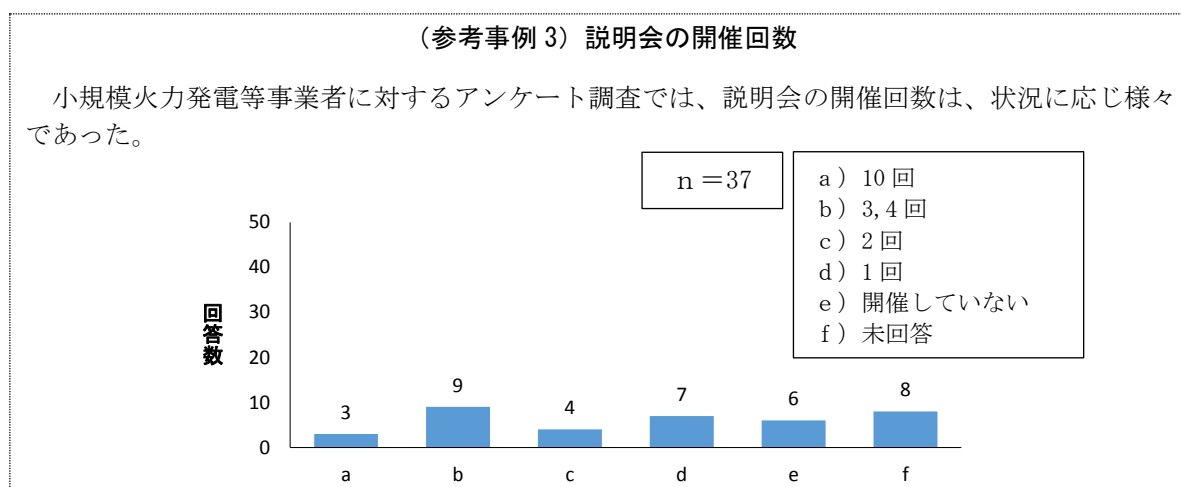
(a) 説明会を開催し、その場で意見を受ける

説明会の開催は、小規模火力発電を設置する際に一般に行われている取組です。環境影響評価書（案）の内容に関する説明会を開催し、住民等から直接質問や意見を受け付け、それに対し回答を行うことで、双方向のコミュニケーションを行うことができます。なお、環境影響評価書（案）の内容を説明するためだけに単独で説明会を開催する必要はなく、その他の事業内容等の説明の機会や地域住民との定期的な会合を活用することも想定されます。

説明会を開催する場所は、事業に伴う環境影響を受けやすい地域住民等が容易にアクセスできる地域として、小規模火力発電の立地を予定する市町村内が基本となります。

説明会の開催回数は、事業の内容や地域の状況（自治会等地域コミュニティの単位等）に応じて必要と考えられる回数を判断します。

説明会の開催場所や開催回数について、事業者のみでは判断が難しい場合には、市町村等に相談することが有効です。



(b) 事務所やインターネット等で環境影響評価書（案）を縦覧・公表し、意見を受け付ける

外出が難しい高齢者や、平日は勤務している勤労世代等にとって、説明会への参加は必ずしも容易ではなく、多様なライフスタイルの住民等が情報にアクセスできることが重要です。

このため、説明会の開催に加え、環境影響評価書（案）を事務所等に備え付けることによる縦覧や、インターネットによる公表を行い、意見を受け付けます。意見の受付は、郵送やウェブフォーム等の手段が挙げられます。縦覧を行う場所は、地域の住民等が容易にアクセスできる地域として、小規模火力発電の立地を予定する市町村内が基本となり、縦覧・公表の期間は、可能な限り夜間・休日等も含め、環境影響評価法も参考に、1か月間程度が目安となります。立地を予定する市町村内に縦覧に適した事務所を有していないなど、縦覧は事業者にとって負担が大きい場合も想定されることから、そのような場合には、インターネットによる公表と意

見の受付のみとすることも想定されます。

(参考事例 4) 類似施設等の見学会により理解促進を図った事例

[ポイント]

- ・地方公共団体からの依頼により説明会を実施。住民とのコミュニケーションの充実を図ることの重要性を認識した
- ・環境影響を実感してもらうため、同規模・同仕様で運転している他の発電所の見学会を実施した
- ・完成した発電所の理解を深めてもらうため、発電所の竣工式にあわせて見学会を実施した

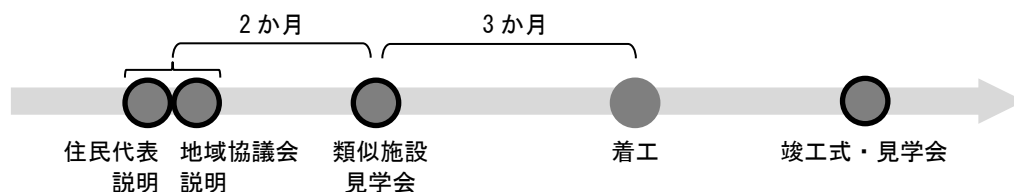
この事例は、運転中の類似する発電所の見学会を開催することで、住民等への理解促進を図ったものである。

まず、計画策定段階では、地元住民代表（町内会長 4 名）に対して、説明会及び意見交換会を実施した。また同月には、地域協議会（会員及び市議会議員）に対して施工会社も同席の上説明と各種質疑対応を行った。これらの説明は、地方公共団体からの依頼を受け、住民とのコミュニケーションの充実を図ることの重要性を認識したために行ったものであり、環境に配慮した設計や工事計画等の内容をわかりやすく伝えるよう努めている。

その 2 か月後、発電所が実際に稼働している状況を確認することで、騒音、振動等の影響について理解を深めていただくため、地元住民及び隣接する産業団地内企業を対象に、同規模、同仕様で運転開始している発電所の見学会を実施した。この見学会では、例えば建屋の中と外での騒音の違いや、離れた位置での騒音の聞こえ方等、周辺環境に及ぶ影響を極力実感してもらえるように見学内容の充実を図っている。

そして、発電所の完成後には、実際の設備を直接見て理解を深めてもらうため、発電所の竣工式にあわせて見学会を実施した。見学会には、付近の住民代表及び地域協議会会員、市議会議員、市長らが参加した。

これらの見学会で実際に稼働している発電所を見学していただくことで、地元住民からは理解が深まったと好評を得ている。



※図は開催時期や間隔等の事例を参考として示したものであり、必ずしもこれが標準となるものではない。

(参考事例 5) 他の協定事例を示すことで理解促進を図った事例

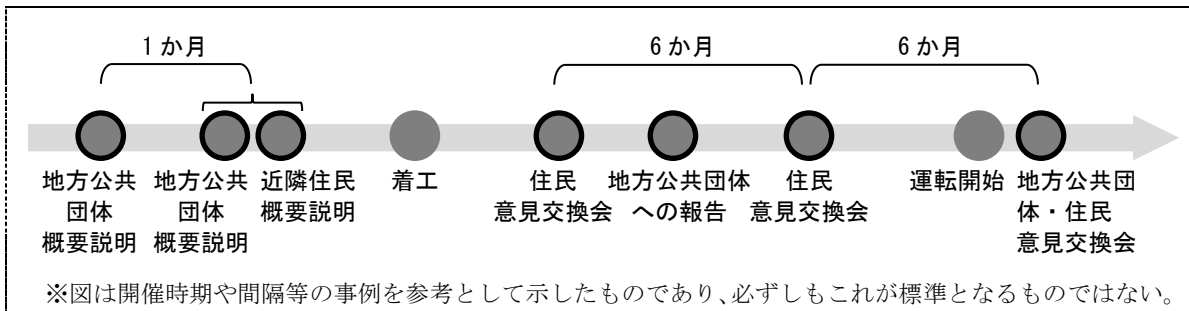
[ポイント]

- ・他地域の自社発電所での公害防止協定と比較しつつ、計画中の発電所の協定内容を説明
- ・工事実施段階～運転開始後に住民との意見交換会を複数回開催し、トラブルの未然防止に配慮

この事例は、他の協定事例を示すことで住民等への理解促進を図ったものである。

計画策定段階では、地方公共団体に対して、ボイラ新設についての概要説明及び質問への回答を実施したほか、近隣地域住民に対しても概要説明を行った。同社は他地域にも発電設備を有していることから、説明では他地域での公害防止協定の事例を示し、これから設置する発電設備の計画と比較することで、計画における協定が十分であることを説明した。

工事実施段階には、おおむね半年の間において 2 回、地域住民との意見交換会を実施し、住民等とのトラブルの未然防止に努め、運転開始後にも同様の意見交換会を開催している。



【説明会等の周知の方法】

説明会、縦覧・公表等の効果的・効率的な周知の方法は、地域によっても異なることが想定されます。そのため、説明会や縦覧・公表の周知の方法については、必要に応じて市町村等とも相談し、例えば自治会を通じて周知するなど、地域の状況に応じて判断します。

【意見を聴取する範囲】

関係者とのコミュニケーションは、事業に伴う環境影響を受けやすい地域住民等が中心となると想定されますが、火力発電による主要な環境影響である CO₂ の排出等は、地球環境保全に関わるものでもあることから、より広範な方々から意見を聴くことが重要です。また、環境情報（動植物の生息・生育状況やより環境影響が低減できる環境保全措置等）は、その地域の住民に限らず、環境の保全に関する調査研究を行っている専門家等によって広範に保有されていること等を踏まえ、環境影響評価法では、意見提出者の地域的範囲を限定せず「環境保全の見地から意見を有する者」としています。さらに、小規模火力発電が環境影響評価条例の対象で、火力発電に係る条例に基づく環境アセスメントの審査実績がある都道府県・政令市等に対する調査では、そのすべて（16 自治体）において、意見を提出できる者は環境影響評価法と同じ「環境の保全の見地からの意見を有する者」と規定しています。

これらを踏まえ、意見を聴く範囲は、環境影響評価法・環境影響評価条例も参考に、地域的範囲等により意見提出者を限定せず、「環境保全の見地からの意見を有する者」とします。

（参考 6）環境アセスメントと NGO/NPO の関わり

例えば EU の環境アセスメントに関するガイドラインでは、積極的に情報交流を図るべき対象の一つに、「事業実施区域及びその周辺で活動を行っている団体」が挙げられている。また米国では、環境アセスメントに関して図書等を公表する際には、地域住民や事業者のみならず、「関心を持つ可能性のある団体」に対しても通知が行われている。

近年では、地球規模での環境問題に取り組む国際環境 NGO の活動も活発である。また、公的資金で支援された開発プロジェクトが地域の環境や社会に及ぼす影響についてチェックしたり、参考 1 に示したエクエーター原則の改訂に対して提言したりするなどの活動を行う NGO もある。

日本においても、自主的な環境アセスメントを支援している NPO もある。地域の環境に関する情報の効果的な収集や、客観性の確保のために、NGO/NPO が環境アセスメントに関わることは有効である。

(3) 住民等からの意見に対し回答を整理し、必要に応じて環境保全措置等を見直す

より良い事業計画を作り上げていくためには、関係者との双方向のコミュニケーションを通じて、事業に対する意見等を含めた環境情報の収集を図ることが効果的です。こうした交流・

参加を通じて、事業に対する関係者の理解や受容が促進される効果も期待されます。

また、地方公共団体からも、「見解の相違がある場合、事業者の見解を住民は知りたいと思うし、中長期的な観点から事業の円滑な推進のために実施した方がよいと思う」「双方向のコミュニケーションが望ましいため、地域住民等への意見に対する回答(見解)は公表すべき」「同じような意見・疑問を持つ住民に対する回答として統一できるため」といった理由から、住民等からの意見に対し、事業者の回答を公表するとよいとの意見が多くあります。

これらのことから、住民等からの意見に対し、事業者の回答を整理し、公表します。公表の方法は、事業者の負担や情報を一体的に取りまとめることによる理解のしやすさ等に鑑み、環境影響評価法・環境影響評価条例を参考に、意見の概要とともに環境影響評価書(確定版)に記載することが基本となります。

具体的な手順としては、まず、住民等の意見について概要を取りまとめます。寄せられた「環境の保全の見地からの意見」は、もれなく概要において扱うことが重要です。意見の概要ですので、重複した意見をまとめたり、要約したりすることにより、正確かつわかりやすく取りまとめることが有効です。また、住民等の意見の概要とそれに対する事業者の回答を大気環境、水環境等の項目ごとに分け、住民等の意見の概要とそれに対する回答を対比して理解できるようにすることが有効です。

また、環境アセスメントは、事業が環境保全上より望ましいものとなるよう、収集した環境情報を事業計画において考慮するものです。そのため、住民等からの意見を受けて、改めて環境保全措置等を検討し、必要に応じ見直します。なお、事業者が考慮する意見は、環境影響評価法を参考に、環境の保全上の理由が述べられた「環境保全の見地からの意見」であり、事業に対する単なる反対あるいは賛成といった意見は含みません。

(参考事例6) 地元意見を踏まえて施工に関する調整を行った事例

[ポイント]

- ・説明会に住民等が参加しやすいよう、開始時刻や場所を工夫した
- ・説明会での意見により、地元交通に配慮した燃料搬送の時間帯設定につながられた
- ・説明会に市職員も参加してもらうことで、住民に事業の地域貢献についても説明できた

この事例は、事業の進捗段階ごとに丁寧に説明を実施し、地元意見を踏まえて施工に関する調整を行い、理解促進を図ったものである。

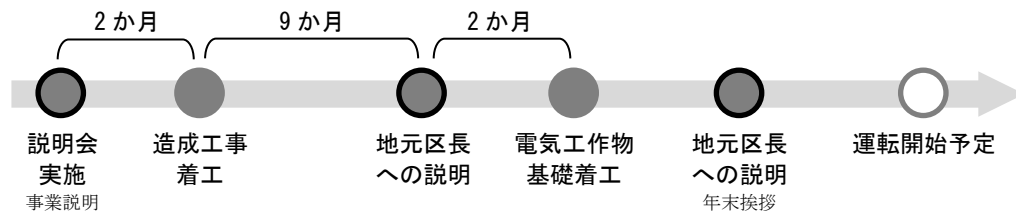
まず、計画策定段階では、市からの要請を踏まえて、地元区長、議員、地区代表の方々に発電事業の説明会を実施した。この説明会では、開催時刻を午後7時にする、また地元から指定を受けたアクセスの良い公民館を会場とするなど、できるだけ住民の方等が参加しやすいよう工夫をしている。

着工後の工事実施段階では、地元区長に工事に関する説明を個別に複数回実施した。これは、事前に区長に相談した結果、事業者はまず区長に説明し、その後区長から関係者に報告するという形をとることとしたためである。説明は、工事の段階に応じた時期に加え、年末挨拶も兼ねて状況報告を行うなど、地元とのコミュニケーションに配慮したタイミングで行った。

こうした対応により、計画策定段階の説明会では、参加者から忌憚のない意見をもらうことができ、配慮すべき内容を聞き取るよい機会となった。例えば、燃料搬送ルートと近隣施設へのアクセスルートが重複する場所については、近隣施設からの車両出入りの多い時間を教えてもらうことで、地元交通に配慮した燃料搬送の時間帯を設定することにつながった。また、地方公共団体と連携し説明会には市職員にも参加してもらうとともに、事業の地域貢献についても説明した。

工事実施段階の説明では、重機類、トラック等の出入りが増えることについて事前に理解を得

ることができ、工事全般に係る進捗状況に対する理解促進が図られた。



※図は開催時期や間隔等の事例を参考として示したものであり、必ずしもこれが標準となるものではない。

(4) 住民等の意見やそれに対する回答、見直し結果を修正して環境影響評価書を確定させ、公表するとともに、市町村に情報共有する

住民等の意見やそれに対する回答、見直し結果を修正して環境影響評価書を確定します。

確定した環境影響評価書は、環境アセスメントの事業実施前の最終成果物であり、それまで関与してきた住民等を含め周知されることが重要です。また、地方公共団体からも、「住民等からの意見を反映させて作成した評価書であるので、公表して、住民等も内容を把握できるようにした方が良い」「地域住民からの信頼が得られると考えられるため」「事業者の環境意識を示す上で有用であると考えられる」といった理由から、環境影響評価書（確定版）をインターネット等で公表するとよいとの意見が多くあります。

これらのことから、インターネット等により環境影響評価書（確定版）を縦覧・公表します。公表の期間は、環境影響評価法を参考に、1か月間程度が目安となりますが、特段の理由がない限り、発電所の工事・運転中は引き続き公表することが、継続的な住民理解等の促進にとって有効です。

また、市町村は、小規模火力発電を行う事業者と公害防止協定等を締結することが多く（参考事例8参照）、小規模火力発電の環境影響について住民等から問合せを受けることもあります。そのため、環境影響評価書（確定版）は、市町村に情報共有します。

2.2.4 モニタリング

環境アセスメントは、事業の実施前に調査・予測・評価を行い、環境保全措置を検討するものですが、環境アセスメントを行うこと自体が目的ではなく、その結果が実際の事業計画に反映され、適切な措置により環境が保全されることが重要です。関係法令で求められている測定事項等も踏まえ、環境保全措置やモニタリングを実施し、その結果について公表することにより、環境アセスメントの結果が実際に事業に反映されていることを確認し、説明することは、継続的な住民等の信頼の確保、透明性・客観性の確保の観点から、大規模な火力発電と同様に小規模火力発電においても極めて重要です。

また、地方公共団体からも、「住民等が結果を把握できた方が、不安解消にもつながる」「アセスの実施有無にかかわらず、事業活動の環境保全対策の一環として、実施された取組が広く公表されることが望ましい」「自主的な環境アセスメントの結果に実行性を持たせる上で、必要と考えるため」といった理由から、運転開始後に、環境保全措置の実施状況、モニタリング結果等を公表するとよいとの意見が多くあります。さらに、事業者の環境保全に関する取組状況やその成果について住民等へ適切に情報提供を行い、環境保全に向けて努力していく姿勢を示すことは、事業者の社会的評価を高めることにつながり、事業者自身にとってもCSRに関する取組を社会的に

アピールする上でも有効です。

(参考事例 7) 運転開始後に継続的に住民等とのコミュニケーションを行っている事例

(一社) 日本化学工業協会では、規制だけでなく自主的に環境・安全・健康面の対策を行い、その成果を公表する「レスポンシブル・ケア活動」を推進している。レスポンシブル・ケア活動の実施項目は、「環境保全」「保安防災」「労働安全衛生」「化学品・製品安全」「物流安全」「対話」の 6 項目であり、このうち「環境保全」に関しては、地球温暖化防止や産業廃棄物削減、化学物質排出削減、大気汚染・水質汚濁防止、土壌・地下水防止、PCB 対策、環境投資、生物多様性等について取り組んでいる。

レスポンシブル・ケア活動の実施状況は、各社が CSR レポート等において取りまとめている。協会の会員企業の 90%弱が事業者単位でレポートを発行しており、また会員企業の約 3 割は工場単位のレポートも発行している。会員企業のレポートでは、大気汚染・水質汚濁防止の自主管理値の遵守状況に加え、二酸化炭素や大気汚染物質の年間総排出量等も取りまとめている。レポートは、近年各社のホームページに掲載することが多い。さらに、1~2 年に一度、地域対話集会を開催し、その場で地域住民へ説明している。その際に、地域住民から悪臭等についてご意見があれば、対策を行うこともある。

このような活動は、消費者の化学製品への理解につながり、また工場の操業においても、地域住民の正しい理解により、通常の操業でも起こりうるちょっとしたトラブルで不安とならないなど地域との問題発生の予防になることから、事業者としても有意義であると考えているとのことである。

参考：(一社) 日本化学工業協会ホームページ レスポンシブル・ケア RC 報告書
<https://www.nikkakyo.org/organizations/jrcc/rc-report-page/>

(参考 7) 事業者向け公害防止ガイドライン

環境省と経済産業省は、平成 19 年 3 月に「公害防止に関する環境管理の在り方」に関する報告書を取りまとめ、事業者が実効性のある公害防止に関する環境管理を実践するための行動指針を示した。公害防止管理者制度の適切な運用に向けて役立つ情報をまとめた経済産業省の「公害防止ガイドライン」のサイトでは、事業者の公害防止に関する環境管理の基本的な方向性についての 5 つの行動指針（方針の明確化、組織の構築、予防的取組、事後的取組、関係者との連携）等が解説されている。

出典：

http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/kankyokeiei/environmentguideline/index.html

これらのことから、小規模火力発電の運転開始後において、環境保全措置の実施状況やモニタリング結果について報告・公表します。具体的なモニタリング・公表方法は以下のとおりです。

(1) 施設の稼働に伴う大気質への影響・騒音の発生

大気汚染防止法の対象となるばい煙発生施設（一定規模以上のボイラ、ガスタービン、ガス機関等）については、ばい煙排出者はばい煙量又はばい煙濃度を測定してその結果を記録・保存する義務があります。また、発電所において騒音規制法（昭和 43 年法律第 98 号）の特定施設に該当する電気工作物として、一定規模以上の空気圧縮機及び送風機等があり、これらの設置に際しては届出が必要であるほか、騒音規制法に基づく指定地域に位置する場合は、特定工場等において発生する騒音の規制に関する基準を遵守する義務があります。

多くの小規模火力発電では、地方公共団体との間に、大気汚染や騒音に関して公害防止協定

等を締結しており、協定の履行状況を締結先に報告しています。地方公共団体の中には、協定の履行状況や事業者の自主的な環境保全活動の状況を年1回、地方公共団体のホームページで広く公表している例もあります（参考事例9参照）。

これらを踏まえ、大気質についてはばい煙量及びばい煙濃度について定期的に、騒音については敷地境界の測定結果について工事完了時に、環境影響評価書（確定版）を情報共有した市町村等に報告するとともに、環境保全上特に配慮を要する事項が判明した場合には、速やかに市町村等と協議を行い、所要の対策を講じます。さらに、これらの状況について、説明会やインターネット等により公表することが、継続的な住民等の信頼の確保のために有効です。

(2) 施設の稼働に伴う二酸化炭素の排出

発電事業者（電気事業法第2条第1項第15号に規定する発電事業者をいう。以下同じ。）は、省エネ法第5条に基づき定められた「工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準」（平成21年経済産業省告示第66号）において示されている、電気供給業に関するベンチマーク指標について、ベンチマークの状況や省エネルギーのために実施した措置を、経済産業省に毎年度報告する義務があります。また、バイオマス混焼を行う場合には、実際に使用したバイオマス燃料の種類や混焼率等を、ベンチマーク指標の向上に関して共同取組を行っている場合には、その措置を報告することとされています。また、電気供給業におけるベンチマーク制度の見直しについて取りまとめた「総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会火力発電に係る判断基準ワーキンググループ最終取りまとめ」（平成28年3月29日経済産業省）においては、「電力供給業のベンチマーク制度の対象事業者は、CSR報告書や環境報告書などで自らのベンチマーク指標に関する情報を掲載することに努めるべきである。」とされています。

これらを踏まえ、省エネ法に基づき報告する内容を基本に、ベンチマーク指標の目指すべき水準の達成に向けた取組内容・達成状況を公表します。この際、バイオマス混焼を行っている場合には、実際に使用したバイオマス燃料の種類や混焼率等を、ベンチマーク指標の向上に関して共同取組を行っている場合は、共同する事業者等をあわせて公表することが、事業者としての継続的な取組内容を社会的にアピールするために有効です。なお、当然のことながら、公表する内容に企業秘密は含まれません。

二酸化炭素の排出については、地球環境保全に関わるものであり、地域の住民に加え、より広範な方々と十分なコミュニケーションを図ることが重要であることを踏まえ、公表の方法は、CSR報告書や環境報告書等に記載しインターネット等により公表することが基本となります。

省エネ法に基づくベンチマーク指標については、2.5.3を参照してください。

(3) 必要に応じた評価項目

施設の稼働に伴う大気質・騒音・CO₂以外の必要に応じた評価項目（2.4.2参照）について評価を行う場合には、モニタリングについて、関係法令で既に義務付けられている測定事項等を踏まえ、事業者の負担や住民等の意見を考慮し、モニタリング方法やその結果の報告・公表方法を検討します。

【モニタリング結果を公表する際の留意事項】

モニタリング結果を整理する際は、環境アセスメントの予測の際にその前提となる環境の状況として設定した条件等も合わせて記載し、予測条件・結果とモニタリング結果が比較できるようにすることがわかりやすさの観点から有効です。なお、運転開始後に、環境保全に関する新たな施策等が決定されるなど環境保全に関する施策の変更が生じた場合には、モニタリング結果を、環境アセスメントの条件・結果との比較に加え、新たな環境保全に関する施策とも比較することが適切な環境配慮のために有効です。

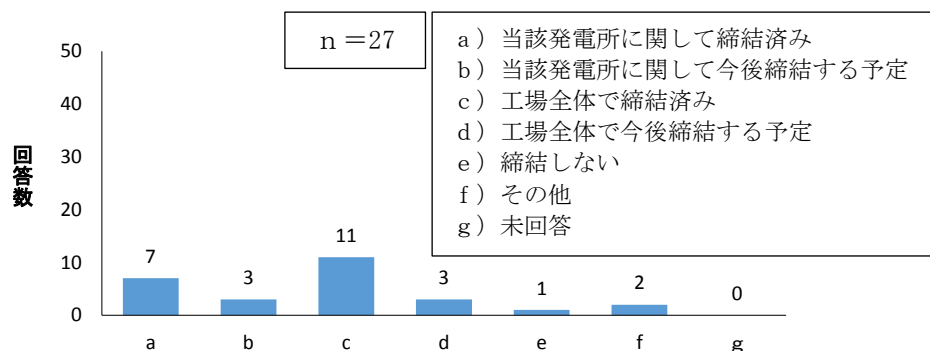
一方で、予測には常に誤差や不確実性があることに留意する必要があります。例えば、大気汚染物質の濃度の予測は、設定した気象条件や排出条件を用いて、大気汚染物質の濃度の平均値を求めるものであることから、ある変動幅をもった平均値として計算するものです。これらを踏まえ、2.5 で示すように、一般に予測に当たっては安全側の見地から影響の程度を勘案して条件を設定するため、予測結果と比較して環境影響が小さい場合も多くあります。予測条件・結果と比較してモニタリング結果の環境影響が小さかった場合に、その要因を分析し、積極的な環境保全措置の効果であると認められる場合に、その旨を公表することは、住民等の安心感につながるとともに、事業者の積極的な取組をアピールする観点からも有効です。また、仮に、予測に反してモニタリング結果の環境影響が大きかった場合には、その原因を考察し、必要に応じ追加の環境保全措置等を実施することと合わせて、丁寧に経緯や内容等を公表することが、住民等の信頼を確保する上で有効です。

【環境アセスメントの結果の活用】

住民等の意見を考慮し事業者が実行可能な範囲で環境影響を最小化するための環境保全措置を検討した環境アセスメントの結果を、実際に事業に反映し、また環境保全に取り組んでいることを客観的に説明することは重要です。例えば、環境アセスメントと公害防止協定等は異なる取組ですが、地方公共団体との協議によりこれらを組み合わせ、環境アセスメントの結果を踏まえ協定値を設定して公害防止協定等を締結することは、環境アセスメントの結果を有効に活用する事例です。

(参考事例 8) 公害防止協定等の締結

小規模火力発電等立地（予定）市町村に対するアンケート調査では、約 9 割の市町村が、小規模火力発電等事業者と、その施設に関し公害防止協定等を締結している。



(参考事例 9) 環境保全協定の履行状況や事業者の環境保全活動を公表している事例

兵庫県では、法令の規制を上回る自主的な環境保全対策を事業者に促すため、大規模な事業所が集中して立地している地域において、地元市町の要請に基づき、県、市町及び主要事業所で環境保全協定を締結している。

協定では、大気汚染や水質汚濁等事業活動に伴って生ずる環境への負荷を低減するため事業者が実施すべき対策を定め、環境保全を図るとともに、事業者が自主的かつ率先的な環境保全活動を行い、地域の快適な環境の創造や地球環境の保全に資することを促しており、協定の履行状況や環境保全活動の状況を、県や市のホームページを通じて広く公表している。

また、環境保全協定には以下の内容も含まれる。

○苦情の対応、補償並びに県及び市町によるあっせん

事業者は、地域住民からの苦情に責任をもってその解決にあたりるとともに、被害を与えた場合は、補償その他適切な措置を講じる。さらに、当事者のみでは解決が困難であり、申出があった場合、県又は市町はあっせんその他必要な協力を行う。

○情報公開

事業者は、協定の履行状況について、公表に努める。また、県又は市町は、協定の概要、履行状況等を公開する。

○環境保全協議会等

県、市町及び事業者は、協定に定める環境保全対策の確実な履行を確保するため、地域住民の参加を得て環境保全協議会等を設置することができる。

出典：兵庫県ホームページ

<http://www.kankyo.pref.hyogo.jp/JPN/apr/keikaku/kyotei/kankyohozenkyotei.htm>

2.2.5 事業や地域の状況に応じた対応

(1) 方法書に準じた図書を公表し、住民等や地方公共団体からの意見を聴く

環境影響評価法においては、事業や地域に応じた環境アセスメントを行うことが必要であるため、環境アセスメントの方法を確定するに当たっては、環境アセスメントにおいて、どのような項目について、どのような方法で調査・予測・評価をしていくのかという計画について、地域の環境をよく知っている住民を含む一般の方々や、地方公共団体等の意見を聴く「方法書手続」が定められています。都道府県・政令市が定めるすべての環境影響評価条例においても、同様の手続が定められています。

「技術的事項のための想定ケースの諸元」(2.3.2 参照)を前提とした調査・予測・評価手法を選定する場合には、原則として不要ですが、「技術的事項のための想定ケースの諸元」から事業内容が大きく異なり環境に及ぼす影響の程度が大きくなるおそれがあるなど、個別に調査・予測・評価手法を検討する場合には、方法書の手順を経ることが有効となる場合もあります。

(2) 自主的な環境アセスメントについて、専門家の意見を聴く

一般的に、環境アセスメントにおいて専門家に意見を聴くことは、透明性や社会的な理解を高める観点から望ましいと言えます。小規模火力発電の自主的な環境アセスメントにおいても、2.3.2 で示す「技術的事項のための想定ケースの諸元」に該当せず、調査・予測・評価手法や環境保全措置の内容が確立されていない場合等には、コンサルタントに加え分野に応じた専門家の意見を聴くことが、適切な環境アセスメントを実施するために有効な場合があります。また、住民理解等の促進の観点から、自主的な環境アセスメントの客観性・透明性・信頼性を高めるために、第三者である専門家等に意見を聴くことが有効な場合もあります。

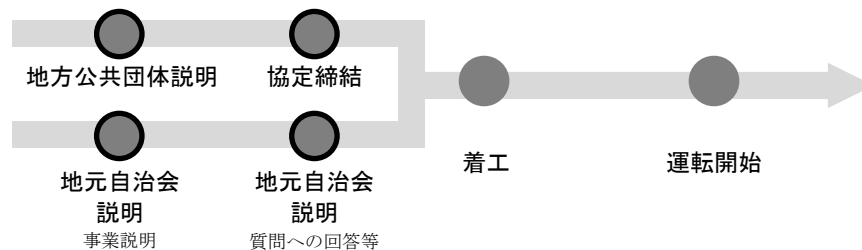
例えば、動植物等を評価項目とする場合には地域の自然環境に知見を有する者に意見を聴くことが想定され、そのような知見者として、地方公共団体の協力が得られる場合には、地方公共団体の環境影響評価審査会の委員や、地域を活動の場とする環境保護団体等が挙げられます。また、特殊な事業内容に応じた調査・予測・評価手法等を用いる場合には、その分野の専門家に意見を聴くことが想定され、その分野の学会に所属している専門家等が挙げられます。

(参考事例 10) 自主的な環境アセスメントにおいて専門家に意見を聴いた例

- ✓ 外部有識者を委員とした環境審議会にて意見をいただいた。
- ✓ 自治体(市)が設置する公害防止対策委員会は市議会議員、工場・事業場代表者、学識経験者及び住民代表者より構成されており、本委員会にて審議されている。

(参考事例 11) 自主的な環境アセスメントの実施事例

計画策定段階では、公害防止協定を締結するために自治体に対して自主的な環境影響評価の実施結果等を説明した。加えて、主に環境保全対策に対する理解を深めてもらうとともに意見や要望を受けるために、地元自治体に対して発電所建設計画の説明を行った。ここでは、一般の方にはわかりづらい発電所のプロセスフローを簡単に表現し、色を付けてわかりやすくしたパンフレットを用いて説明したことで、理解の深化を図った。また、その後、再度説明する場を設け、前回説明時に出された質問に回答すると同時に、自主的な環境影響評価の報告書(概要版)の説明を行った。自主的な環境影響評価の報告書(概要版)を説明することで、周辺地域への影響を具体的なデータとして認識してもらえよう工夫している。



※図は模式的なものであり、協定締結と地元説明等の時期の関係を示したものではありません。
 ※図は開催時期や間隔等の事例を参考として示したものであり、必ずしもこれが標準となるものではありません。

2.3 環境アセスメントの実施

2.3.1 体制づくり

環境アセスメントは、事業者が主体的に行うものですが、その実施に際しては、環境アセスメントに関する専門的な知識を持つコンサルタント等に委託することが一般的です。

環境アセスメントを委託する場合には、火力発電所の環境アセスメントの実務経験があるか、事業の立地する地域の環境に精通しているか、適切な能力を有した技術者等が担当できるかなどを踏まえて、コンサルタントを決めることが有効です。

(参考 8) 環境アセスメントに関する技術者・団体

専門的知識を用いて事業者にアドバイスを行う技術者等として、以下が挙げられる。

■技術士 <http://www.engineer.or.jp/>

技術士とは、技術士法（昭和 58 年法律第 25 号）に基づく国家資格で、科学技術に関する高度な知識と応用能力が認められた技術者である。技術士には 21 の技術部門があり、このうち「環境部門」には環境影響評価に特化した分野が設けられている。

■環境アセスメント士 <http://www.jeas.org/modules/machine5/>

環境アセスメント士は、環境アセスメントに関する環境の調査、予測及び評価の実施、環境保全措置の検討、環境影響評価図書の作成・支援、環境アセスメントの制度、手続等の実務について、専門的な技術・技能を有し、その実務を的確に行う技術者である。

■一般社団法人 日本環境アセスメント協会 <http://www.jeas.org/>

日本環境アセスメント協会（JEAS）は、我が国で唯一の環境アセスメント、環境調査等を業とする会員による全国組織で、環境アセスメント技術と技術者資質の向上、アセスの普及・啓発をめざした活動を推進している。

■環境アセスメント学会 <http://www.jsia.net/>

環境アセスメントには、大気や水・動植物・社会の調査・予測だけでなく、法制度や計画立案の方法、環境アセスメントのシステム、運用の方法等、様々な側面があり、多岐にわたる問題を扱うため、会員も学識経験者だけでなく、行政関係者、ODA 関係者、NGO、民間事業計画者、民間コンサルタント会社等、幅広い分野にわたっている。

■環境に関する NPO・NGO 等の団体 <http://www.erca.go.jp/jfge/ngo/html/main.php>

環境に関する活動を行っている NPO・NGO 等の中には、自主的な環境アセスメントの実施や、環境調査への協力等を行っている団体もある。また、地域の環境に関する情報を豊富に有していることも多いことから、こういった団体の意見を聴いたり、協働によって環境配慮の取組を進めたりすることも効果的である。

また、より適切な環境アセスメントの実施の観点や住民理解等の促進の観点から、自主的な環境アセスメントの客観性・透明性・信頼性を高めるため、第三者である専門家や環境保護団体に意見を聴いたり、環境アセスメントの実施に加わってもらったりすることが有効な場合があります。

2.3.2 技術的事項のための想定ケースの諸元

小規模火力発電の事業特性は様々であり、それに伴う環境影響も様々な事項が想定されます。本実務集においてそのすべてを網羅することは現実的でないことから、一般的に参考となる環境影響の評価項目や調査・予測・評価手法、環境保全措置を整理するに当たり、条例に基づく環境アセスメントの事例を参考に、前提とする「技術的事項のための想定ケースの諸元」（7～11.25

万 kW 程度の売電用発電を想定) を表 2.3-1 のとおり設定しています。

事業内容が「技術的事項のための想定ケースの諸元」に該当している項目については、2.4~2.6 に示す評価項目や調査・予測・評価手法、環境保全措置を参考にできますが、該当しない項目については、個別に検討する必要があります。

表 2.3-1 小規模火力発電に係る技術的事項のための想定ケースの諸元

想定ケースの諸元		環境影響との関係
工業専用地域に立地する。	周囲には既に工場等が立地しており、隣接して学校、病院等が存在しない。	<ul style="list-style-type: none"> ・景観への環境影響の程度が小さい。 ・資材等の搬入に伴う環境影響の程度が小さい。
	土地の開発を前提とした用途地域であり、重要な自然環境や自然との触れ合い活動の場は事業用地に隣接しない。	<ul style="list-style-type: none"> ・陸域の動植物・生態系への環境影響の程度が小さい。 ・人と自然との触れ合いの活動の場への環境影響の程度が小さい。
港湾設備、貯炭設備又はLNG導管等のインフラが既に整備されている。	付帯設備の設置工事が不要で、工事期間が短く、工事量が少ない。	<ul style="list-style-type: none"> ・工事の実施に伴う環境影響の程度が小さい。 ・石炭粉じんに関する環境影響の程度が小さい。
造成された土地であり、樹木(人工的な植栽を除く)の伐採、浚渫工事、大規模な切土・盛土、公有水面埋立等を行わない。	土木工事が簡素となり、工事期間が短く、工事量が少ない。	<ul style="list-style-type: none"> ・工事の実施に伴う環境影響の程度が小さい。 ・陸域の動植物・生態系、重要な地形及び地質、流向及び流速、海域の動植物への環境影響の程度が小さい。
	残土が発生しても量は少ない。	<ul style="list-style-type: none"> ・工事の実施に伴う環境影響の程度が小さい。
出力規模は7~11.25万kW程度で、プラントメーカーにより製品化された発電設備(ボイラ、環境対策設備等の詳細設計が不要な設備)を導入する。	環境対策設備が想定できる。	<ul style="list-style-type: none"> ・環境対策設備が想定できる。
	発電設備の設置工事が簡略化され、工事期間が短く、工事量が少ない。	<ul style="list-style-type: none"> ・工事の実施に伴う環境影響の程度が小さい。
復水器の冷却は、冷却塔方式を採用する。	取放水設備の設置工事が不要で、工事期間が短く、工事量が少ない。	<ul style="list-style-type: none"> ・工事の実施に伴う環境影響の程度が小さい。
	温排水が発生しない。	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の稼働に伴う温排水による環境影響がない。

(参考9) 「技術的事項のための想定ケースの諸元」に該当しない場合の例

- ✓ プラントメーカーにより製品化された発電設備ではなく工場において製造工程と一体的に設計・運用される自家消費用自家発電設備の場合は、個別発電施設ごとの環境アセスメントではなく、製造工程全体としてとらえることが重要である。
- ✓ 燃料を燃焼せず高炉ガスの圧力エネルギーやコークスの顕熱、蒸気を電気に転換する発電設備は、大気汚染物質やCO₂は発生せず、また生産設備に隣接して設置するため、騒音の影響も小さい。
- ✓ 副生ガスや廃棄物燃料を使用する場合には、SO_x、NO_x、SPM 以外の大気汚染物質にも留意が必要である。
- ✓ ごく小さな出力規模の発電所の場合は、採用できない環境保全措置がある。

2.4 評価項目の選定

評価項目の選定に当たっては、立地を予定する地域の環境に関する苦情の状況を聞き取るなど地方公共団体等の意見を取り入れ、柔軟に選定することが、地域の状況に応じた適切な環境配慮、住民理解等の促進のために重要です。

本実務集では、自主的な環境アセスメントを実施する際の参考となる評価項目を、①基本的な評価項目、②事業特性及び地域特性を踏まえ必要に応じた評価項目に整理しています。

2.4.1 基本的な評価項目

本実務集において、小規模火力発電については、1.2 で示した環境配慮の必要性や地域にとって環境保全上重要な項目等を踏まえ、下記の3項目を、すべての小規模火力発電において基本的に調査・予測・評価を実施する「基本的な評価項目」としています。

(1) 施設の稼働に伴う大気質への影響（硫黄酸化物、窒素酸化物、浮遊粒子状物質）

燃料が石炭、副生物等（天然ガス・都市ガス以外）の場合は、施設の稼働に伴い発生するSO_x、NO_x、浮遊粒子状物質（以下「SPM」という。）です。燃料が天然ガス・都市ガスの場合は、一般にSO_x、SPMは排出されないため、施設の稼働に伴うNO_xのみです。

排ガス中の大気汚染物質は、そのほとんどが燃料の成分に由来していますが、NO_xは、燃料中の窒素分が酸化して生じるもの（Fuel（フューエル）NO_x）に加え、空気中の窒素分が燃焼過程の高温下で酸化して生じるもの（Thermal（サーマル）NO_x）があります。

SO_x、NO_x及びばいじんについては、火力発電所の燃焼設備（ボイラ、ガスタービン、ガスエンジン等）がばい煙発生施設として、大気汚染防止法（昭和43年法律第97号）等により、その排出量が規制されています。規制値は、対象となる施設の種類及び規模に応じて区分されているほか、K値規制や総量規制により、地域に応じた値が設けられています。さらに、より一層の大気汚染対策が必要な地域においては、地方公共団体の条例による上乘せ基準が設けられている地域もあります。また、法令により発電所からの大気汚染物質の排出を規制するだけでなく、事業者と地方公共団体の間で公害防止協定等を締結し、事業者ごとに更なる排出量の低減を図っている事例も多く見られます。

(2) 施設の稼働に伴う騒音の発生

事業者と地方公共団体で締結する公害防止協定等において、大気質に次いで締結されることが多い項目であり、地域の関心が高い項目です。小規模火力発電では、発電設備等の設置位置が周辺民家に近く、また建屋のつくりが簡素な場合も想定されます。

なお、騒音規制法の指定地域となっていない地域かつ騒音に係る環境基準の類型が指定されていない地域又は山間地等の原野に、火力発電を設置する場合であって、運転開始後の時点においても事業用地近傍（1km範囲内）に民家等が設置されるおそれがない場合には、施設の稼働に伴う騒音の評価は不要です。

(3) 施設の稼働に伴う二酸化炭素の排出

施設の稼働に伴うCO₂排出量の削減は、地域によらず重要です。なお、バイオマスのみを燃料として利用するなどCO₂の排出が想定されない場合には、施設の稼働に伴うCO₂の評価は不要

ですが、CO₂削減量を予測することは、事業者の積極的な取組をアピールする観点からも有効です。

2.4.2 必要に応じた評価項目

2.3.2 で示した「技術的事項のための想定ケースの諸元」に該当しない場合、また「技術的事項のための想定ケースの諸元」に該当する場合であっても湿式脱硫装置を新設し公共用水域に排水するなど一定の事業特性を有する場合には、「基本的な評価項目」に加えて、事業特性や地域特性に応じて評価項目を検討することが重要です。表 2.4-1 に必要に応じて検討する評価項目の選定の考え方を整理しています。その選定フローは図 2.4-1 のとおりです。

なお、環境アセスメントは、事業の実施前に調査・予測・評価を行い、環境保全措置を検討するものですが、環境アセスメントを行うこと自体が目的ではなく、その結果が実際の事業計画に反映され、適切な措置により環境が保全されることが重要です。選定した評価項目について、定量的な予測・評価を行わなくとも、十分な環境保全措置を講じ、それを説明できる場合には、厳密な調査・予測・評価を省略することも想定されます。

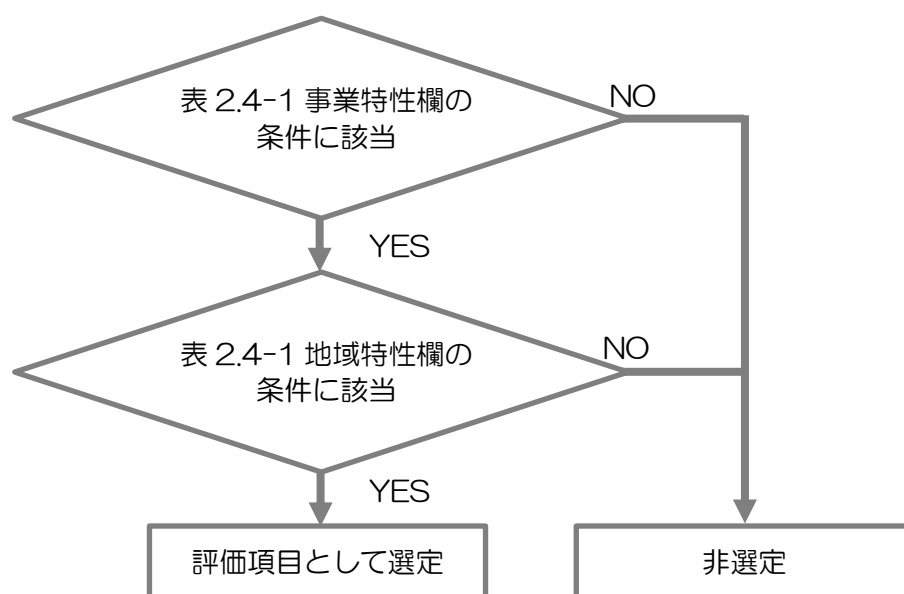


図 2.4-1 必要に応じた評価項目の選定・非選定フロー図

想定される具体的な環境影響は以下のとおりです。

(1) 施設の使用・機械等の稼働に伴う石炭粉じん

屋外に貯炭場を新設する場合は、風の影響により石炭粉じんが周辺に飛散するおそれがあります。また、石炭を貯炭場からボイラに搬送する際にも、石炭粉じんが周辺に飛散するおそれがあります。

(2) 排水に伴う水の汚れ・富栄養化

石炭中にはフッ素、ホウ素、セレン等の物質が含まれており、湿式脱硫装置を設置する場合

には、脱硫排水中に移行します。特に、低品位炭を使用する場合は、排水中の窒素分が多くなることから、閉鎖性水域に排水を行う場合には、富栄養化の要因物質である窒素分の低減に留意する必要があります。なお、水質汚濁防止法（昭和 45 年法律第 138 号）により、「石炭を燃料とする火力発電施設のうち、廃ガス洗浄施設」は特定施設として規制の対象となっています。

また、火力発電所の稼働に伴い排水が発生します。タービン室・ボイラ室床等から発生するプラント一般排水や、NO_x 及び SO_x に起因する COD 成分、金属等を含む脱硫排水や機器洗浄排水が発生します。これらの排水の性状は燃料によって異なります。その他、事務所等から生活排水が発生します。

(3) 温排水に伴う水温、流向及び流速、海域に生息・生育する動植物への影響

発電に利用した蒸気の復水方法は、主に海水冷却方式と冷却塔方式に区別されます。海水冷却方式の場合、復水器の中で蒸気を冷却した海水は、冷却に伴う熱交換によって取水時よりも水温が上昇した状態（温排水）で海に放流されることにより、水温上昇及びそれに伴う海生生物への影響、取水に伴う生物影響、付着生物対策剤（塩素）による生物影響等が想定されます。

(4) 陸域の動植物・生態系への影響

緑地等に発電所を設置する場合には、樹木の伐採や地形の改変等により陸域の生物・生態系に影響を及ぼすおそれがあります。

(5) 施設の存在に伴う主要な眺望景観への影響

事業用地及びその周辺の区域において、地方公共団体の景観計画等において景観形成に関する方針が定められている場合には、タービン建屋や煙突、冷却塔等の新たな構造物を設置することにより、周辺の眺望点からの眺望景観等に影響を及ぼすおそれがあります。

(6) 施設の稼働に伴う産業廃棄物

石炭、木質系バイオマス等を燃料とする場合には、フライアッシュ（集じん装置捕集灰）及びクリンカアッシュ（炉底灰）が多量に発生します。

その他、排ガス処理や排水処理等の方式に応じて、脱硫石膏、排水汚泥等が発生します。

(7) 工事中的影響・運転時の資材等の搬出入の影響

発電所の周辺地域に民家等が存在する場合には、建設工事に伴う騒音や振動、粉じん等の影響が発生するおそれがあります。また、工事用車両が走行する道路沿道に民家等が存在する場合には、車両の走行に伴うこれらの影響が発生するおそれがあります。

なお、小規模火力発電においては、発電所内に貯炭場等を設置せず、周辺の貯炭場等から石炭等の燃料を随時輸送する場合があります。燃料運搬車両が走行する道路沿道に民家等が存在する場合には、車両走行に伴う騒音や振動、粉じん等の影響が発生するおそれがあります。

表 2.4-1(1) 必要に応じた評価項目選定の考え方（土地又は工作物の存在）

技術的事項のための想定ケースの諸元に該当しない場合			選定を検討する評価項目
事業特性	地域特性	(既存資料等によるチェック方法)	
港湾設備の新設、又は公有水面の埋立てを行う	—		地形改変及び施設の存在に伴う流向及び流速、海域に生息・生育する動植物
以下のいずれかを行う場合 ・人為的な植栽を除く樹木の伐採を行う ・大規模な切土・盛土等の造成工事を行う	人為的改変を受けていない自然環境又は野生動物の重要な生息・生育の場である自然環境に隣接している	下記資料により、事業用地に隣接して人為的改変を受けていない自然環境（※）が存在するかを確認する。 ・「現存植生図」（環境省、地方公共団体） ※：ここでは便宜的に、人為的改変を受けていない自然環境を現存植生図より区分される植生自然度が9・10のものとする。 下記資料により、事業用地に隣接して野生動物の重要な生息・生育の場である自然環境が存在するかを確認する。 ・「絶滅のおそれのある野生動物の種の保存に関する法律」（平成4年法律第75号）における生息地等保護区（環境省、地方公共団体） ・「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約（ラムサール条約）」の指定湿地（外務省） ・「自然環境保全基礎調査」における特定植物群落（環境省） ・「レッドリスト」、「レッドデータブック」における地域個体群（環境省、地方公共団体） ・「文化財保護法」（昭和25年法律第214号）に基づき指定された地域の動植物（文化庁、地方公共団体） ・環境アセスメント環境基礎情報データベースシステム（環境省）	地形改変及び施設の存在に伴う陸域の動植物、生態系
(すべての事業で地域特性を確認する)	景観計画等に基づく配慮が必要となる地域に立地する	下記資料により、事業用地及びその周辺の景観計画等の策定状況を把握する。 ・地方公共団体景観計画関連資料等	施設の存在に伴う主要な眺望景観
(すべての事例で地域特性を確認する)	事業用地の近傍に民家等が存在する	下記資料及び現地踏査により、事業用地近傍の民家等の立地状況を確認する。 ・住宅地図、地方公共団体発行のガイドマップ等	機械等の稼働に伴う振動
湿式脱硫装置を新設し、公共用水域に排水する	排水先の環境基準が超過している	下記資料により、排水先の水質の状況を確認する。概ね5年間の水質汚濁に係る環境基準（BOD又はCOD）の達成状況について把握する。 ・公共用水域の水質の測定結果（国立環境研究所、地方公共団体）	排水に伴う水の汚れ

技術的事項のための想定ケースの諸元に該当しない場合			選定を検討する評価項目
事業特性	地域特性	(既存資料等によるチェック方法)	
		湿式脱硫装置を新設し、閉鎖性の公共用水域に排水する	
復水器の冷却に海水冷却方式を採用する	—	—	温排水に伴う水温、流向及び流速、海域に生息・生育する動植物
車両を用いて工業専用地域外を通過し燃料を輸送する	輸送経路沿いに民家等が存在する	下記資料により、輸送経路沿いの用途地域の指定状況を確認する。輸送経路沿いの用途地域が工業専用地域、工業地域以外の場合は、民家や病院、学校等が立地する可能性がある。 ・都市計画図（用途地域図）等	資材の搬出入に伴う窒素酸化物、粉じん等、騒音、振動
	資材等の搬出入に伴う車両が主要な人と自然との触れ合いの活動の場へのアクセスルートを通行する	下記資料より、事業用地周辺の人と自然との触れ合い活動の場（※）の位置を把握する。 ・市町村要覧、地方公共団体の観光関係資料、全国環境情報データベース等 ※：人と自然との触れ合いの活動の場とは、キャンプ場、海水浴場、公園、登山道、遊歩道、自転車道等自然との触れ合い活動ができる場をいう。	資材の搬出入に伴う主要な人と自然との触れ合いの活動の場
燃料に石炭、木質バイオマス等を利用する	—	—	施設の稼働に伴う産業廃棄物

※その他、大規模な火力発電所の環境アセスメントにおいては、「地形改変及び施設が存在に伴う重要な地形及び地質」「地形改変及び施設が存在に伴う主要な眺望点及び景観資源」及び「地形改変及び施設が存在に伴う主要な人と自然との触れ合い活動の場」への影響が「参考項目」（3.4.1参照）とされている。

表 2.4-1(2) 必要に応じた評価項目選定の考え方（工事中）

技術的事項のための想定ケースの諸元に該当しない場合			選定を検討する項目
事業特性	地域特性	(既存資料等によるチェック方法)	
		以下のいずれかを行う場合 ・港湾設備、貯炭設備、LNG導管等のインフラを新たに整備する ・大規模な切土・盛土等の造成工事を行う ・浚渫工事、公有水面埋立等を行う ・プラントメーカーにより製品化されたものではない発電設備を導入する ・復水器の冷却に海水冷却方式を採用する	輸送経路沿いに民家等が存在する
工事用資材等の搬出入に伴う車両が主要な人と自然との触れ合いの活動の場へのアクセスルートを通行する	下記資料より、事業用地周辺の人と自然との触れ合い活動の場（※）の位置を把握する。 ・市町村要覧、地方公共団体の観光関係資料、全国環境情報データベース等 ※：人と自然との触れ合いの活動の場とは、キャンプ場、海水浴場、公園、登山道、遊歩道、自転車道等自然との触れ合い活動ができる場をいう。		工事用資材等の搬出入に伴う主要な人と自然との触れ合いの活動の場
工事場所近傍に民家等が存在する	下記資料及び現地踏査により、工事場所近傍の民家等の立地状況を確認する。 ・住宅地図、地方公共団体発行のガイドマップ等		建設機械の稼働に伴う窒素酸化物、粉じん等、騒音、振動
—	—		造成等の施工に伴う産業廃棄物
浚渫工事を実施する	—	—	建設機械の稼働に伴う水の濁り、有害物質
大規模な切土・盛土等の造成工事を行う	—	—	造成等の施工による水の濁り、残土
人為的な植栽を除く樹木の伐採や大規模な切土・盛土等の造成工事を行う	人為的改変を受けていない自然環境又は野生動植物の重要な生息・生育の場である自然環境に隣接している	下記資料により、事業用地に隣接して人為的改変を受けていない自然環境（※）が存在するかを確認する。 ・「現存植生図」（環境省、地方公共団体） ※：ここでは便宜的に、人為的改変を受けていない自然環境を現存植生図より区分される植生自然度が9・10のものとする。 下記資料により、事業用地に隣接して野生動植物の重要な生息・生育の場である自然環境が存在するかを確認する。 ・「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」における生息地等保護区（環境省、地方公共団体） ・「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約（ラムサール条約）」の指定湿地（外務省） ・「自然環境保全基礎調査」における特定植物群落、（環境省） ・「レッドリスト」、「レッドデータブック」における地域個体群（環境省、地方公共団体） ・「文化財保護法」に基づき指定された地域の動植物（文化庁、地方公共団体） ・環境アセスメント環境基礎情報データベースシステム（環境省）	造成等の施工による陸域の動植物・生態系

2.5 調査・予測・評価手法の選定

調査の手法は、文献その他の資料により、予測及び評価に必要な情報が得られる場合はその情報を活用し、必要な情報が得られない場合には、現地調査を実施します。また、予測の手法は、以下に示す方法等により定量的に把握する手法を基本とし、定量的な把握が困難な場合は、定性的に把握する手法を選定します。2.3.2 で示した「技術的事項のための想定ケースの諸元」に該当する場合には、以下で示す合理的な範囲で期間の短縮が可能な手法が活用できます。

評価の基本的な考え方は、法に基づく環境アセスメントと同様に、①実行可能なより良い技術が取り入れられているか否かについて検討すること（回避・低減に係る検討）、②国又は地方公共団体の環境保全施策との整合性が図られているか否かについて検討すること（基準・目標との整合性の検討）です。

2.5.1 施設の稼働に伴う大気質への影響（硫黄酸化物・窒素酸化物・浮遊粒子状物質）

施設の稼働に伴う大気質への影響（SO_x、NO_x、SPM）については、実行可能なより良い技術が取り入れられているか、大気の汚染に係る環境基準や地方公共団体の環境目標値等との整合が図られているかについて評価するため、既存の測定データ等を収集し、大気の拡散式に基づくソフトウェアの利用等により、環境濃度への影響を予測します。なお、大気汚染物質が滞留しやすい地域（盆地や谷間等）、大気の汚染に係る環境基準等が確保されていない地域、後述の建物ダウンウォッシュが回避できないような煙突高さである場合など、地域特性や事業特性がばい煙の拡散に留意すべき状況である場合には、より丁寧な調査・予測・評価を行うことが重要です。

(1) 調査

(a) 濃度の状況

濃度の状況の調査は、現況濃度の把握や将来濃度予測における予測条件（バックグラウンド濃度等）の把握のために行います。

調査は、二酸化硫黄、二酸化窒素及び浮遊粒子状物質（燃料が天然ガス・都市ガスの場合は二酸化窒素）について、国又は地方公共団体が設置・測定している大気汚染常時監視測定局（以下「測定局」という。）の測定データ（年平均値、日平均値の年間 98%値等）を収集します。

調査地域は半径 10 km の範囲を目安とし、調査地域内の測定局を対象に測定データを収集します。なお、調査地域を半径 10 km よりも狭める場合は、拡散計算により最大着地濃度地点の位置を明らかにし、調査地域を狭める根拠を示します。

調査対象時期は、濃度の経年変化を把握するために入手可能な最新の 5 年間です。

調査結果は、測定局ごとに環境基準の達成状況が把握できるように整理します。

(b) 気象の状況

気象の状況の調査は、将来濃度予測における予測条件（風向、風速、大気安定度等）の把握のために行います。

調査項目は、地上気象を対象とし、風向、風速、日射量及び放射収支量（放射収支量のデータがない場合には雲量）です。最寄りの気象官署や測定局、学校・市役所等の公共施設の測定データについて、入手可能な最新の 1 年間収集します。なお、既に小規模火力発電を設

置しようとする事業者が測定したデータがある場合、近接地において他の事業者が環境アセスメント手続等のために測定したデータが公表されている場合には、これらのデータを活用することもできます。

大気汚染物質の拡散予測を行うためには、大気安定度¹¹を求める必要があります。大気安定度の算出には、風速と併せて日射や放射の情報が必要となりますが、入手可能な情報に応じて下表に示す方法から選択します。

表 2.5-1 大気安定度の算定方法

入手可能な情報	想定される情報源	大気安定度の分類方法
昼間の日射量 夜間の放射収支量	放射収支量を測定している測定局のデータを活用する場合等	「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（昭和 57 年原子力安全委員会決定）に示されたパスキル安定度階級分類表（原安委気象指針式）
昼間の日射量 夜間の雲量	雲量を観測している気象官署のデータを活用する場合等	日本の気象観測データに併せて作成されたパスキル安定度階級分類表（日本式）
昼間の日照率（日照時間）のみ	周囲に活用可能な放射収支量や雲量のデータがなく、アメダスのデータを活用する場合	吉門の研究 [*] に基づき、経済産業省が開発した低煙源工場拡散モデル METI-LIS に採用されているパスキル安定度階級分類表

※吉門洋，1990：アメダス日照データと毎時全天日射量の関係，公害，26，1-8.

調査結果は、年間の気象特性を把握するために、風速階級別風向出現頻度表や全日及び昼夜別の風配図に整理します。また、パスキル大気安定度階級分類表（「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（昭和 57 年原子力安全委員会決定））の大気安定度分類等によって統計処理し、出現頻度表を作成します。

(2) 予測

予測の基本的な手法は、簡易な手法として、大気拡散予測のためのソフトウェアを利用することが想定されます。例えば、経済産業省と（一社）産業環境管理協会が開発した「低煙源工場拡散モデル METI-LIS」¹²や（一財）電力中央研究所が開発した「火力発電所用大気アセスメント支援ツール」¹³、その他の市販の拡散計算ソフト等があります。

予測項目は、予測モデルの精度や評価の観点から、時間スケールの大きい年平均値予測を行

¹¹ 気温が下層から上層に向かって低い状態にあるとき、下層の大気は上層へ移動しやすくなります。このような状態を「不安定」といいます。また、温度分布が逆の場合は、下層の大気は上層へ移動しにくくなります。このような状態を「安定」といいます。例えば、晴れた日の日中は、地表面が太陽光線で暖められ、それにより周辺大気も暖められるので下層の大気の方が上層より気温が高い状態になります。これが夜間になると、地表面は放射冷却現象により冷却され、それに伴い周辺大気も冷却されることから、下層の大気の方が上層より気温が低い状態になります。このような大気の安定性の度合いを大気安定度といい、大気汚染と関係が深いものです。

¹² 低煙源工場拡散モデル METI-LIS <http://www.jemai.or.jp/tech/meti-lis/download.html>

¹³ 火力発電所用大気アセスメント支援ツール
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V13020.html>

います。また、特殊気象条件下の1時間値の予測として、煙突ダウンウォッシュ時、建物ダウンウォッシュ時の予測を行います。

予測地域は調査地域と同様です。予測対象時期は発電設備の定格運転の状態を基本とし、年間の設備利用率や昼夜の運転パターンを予め設定できる場合には、これを勘案して行います。

(a) 年平均値の予測

年平均値の予測結果は、汚染物質ごとに予測地域内の影響を等濃度線図等により明らかにし、あわせて最大着地濃度及びその出現地点も明らかにします。また、環境基準の日平均値と比較するために、常時監視測定結果を利用して、年平均値から日平均値の年間2%除外値あるいは98%値を推定するための変換式を作成し、最も寄与濃度が高い測定局等を対象として環境基準と比較します。

なお、年平均値から日平均値の2%除外値又は98%値への換算は、濃度の状況に関する調査で収集した、調査地域内の測定局測定データ（年平均値、2%除外値又は98%値 それぞれ5年分）を用いて変換式を作成し、これにより行います。

$$y = ax + b \quad (y : 2\% \text{除外値又は} 98\% \text{値}, x : \text{年平均値})$$

(b) 特殊気象条件下の1時間値の予測

以下の特殊な気象条件は、年間を通じて発生する頻度が限られますが、環境濃度に対する寄与率が高くなるおそれがあり、小規模火力発電の環境影響として留意が必要であることから、基本的に煙突ダウンウォッシュ時及び建物ダウンウォッシュ時の1時間値を予測します。

【煙突ダウンウォッシュ時】

煙突から排出された煙は普通、その吐出速度と高温による浮力によって上昇し、気流や希釈により大気中に拡散します。しかし、排出されるガスの吐出速度が周囲の風速よりも小さく、また、排煙温度が低い場合には、煙はあまり上昇せず、煙突の背後の気流の変化によって生じる渦に巻き込まれて降下することがあります。この現象を煙突ダウンウォッシュと呼びます。

強風時には、図 2.5-1 のように煙突自体の風下側に生じる渦に排煙が巻き込まれる現象が発生する場合があります。この現象が生じると排煙による上昇がなくなり、有効煙突高さ¹⁴が低くなるため、地上濃度が高くなることがあります。周囲に支え等がない円形の自立型煙突では、吐出速度と風速の比 (V_s/u) が 1.5 程度以下である状況で、煙突ダウンウォッシュが発生するとされています。

¹⁴ 排出ガスが、排出先の環境大気より高温である場合や排出ガスが上方に速度を持っている場合には、排出されたプルームは実際の排出口高さよりも上昇してから移流・拡散します。その上昇分を実際の排出口高さに加えたものを有効煙突高さといえます。

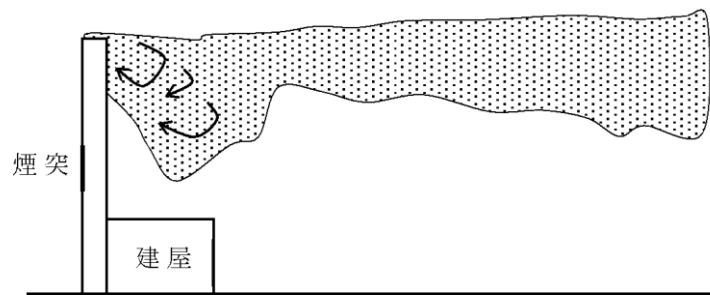


図 2.5-1 煙突ダウンウォッシュ時の概念図

出典：「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引」（平成 27 年 7 月改訂経済産業省）

【建物ダウンウォッシュ時】

強風時には、図 2.5-2 のように近隣の建物影響により、風下側に生じる渦に排煙が巻き込まれ、煙が地上付近に到達することにより、地上で高濃度が発生することがあります。煙突高さが周囲の高い建物の約 2.5 倍程度以下である状況では、建物ダウンウォッシュが発生する可能性があると考えられています。

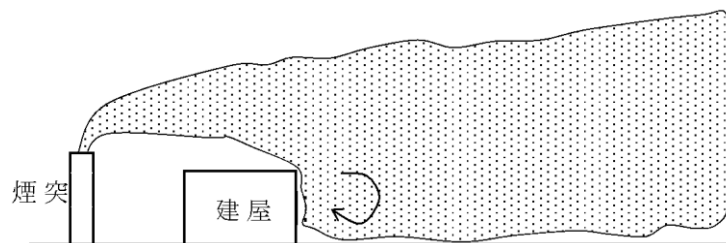


図 2.5-2 建物ダウンウォッシュ時の概念図

出典：「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引」（平成 27 年 7 月改訂経済産業省）

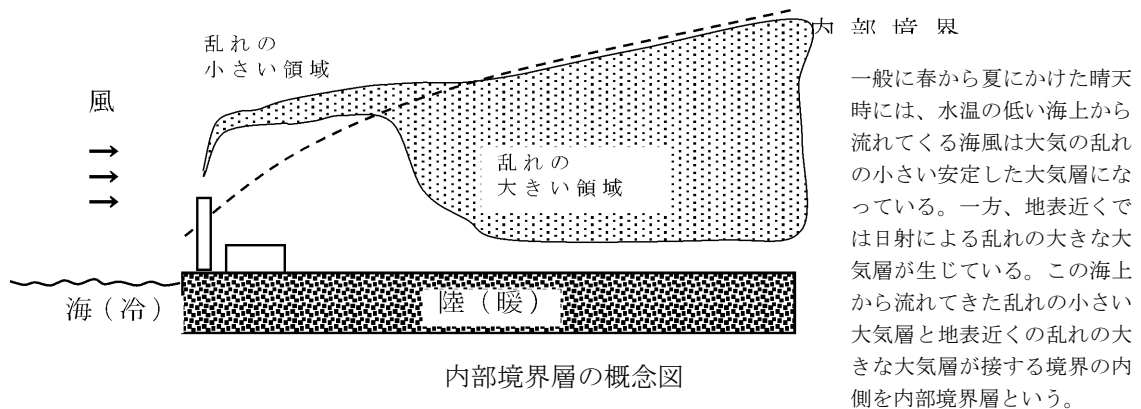
予測における風向・風速及び拡散条件等は、安全側の見地から影響の程度を勘案し、感度解析等を踏まえて設定します。

1 時間値の予測結果は、煙軸上の最大着地濃度及びその出現地点を明らかにします。

(参考 10) 内部境界層発達によるフミゲーション発生時の予測

沿岸部においては、海風が吹いているときに、日射によって対流・混合の盛んな領域が発達することによって熱的な内部境界層が形成される場合がある。このような場合には、沿岸域の煙突から排出されたガスは乱れの小さい領域において高濃度のまま内陸側に流れていき、陸域の乱れの大きい領域において一気に対流・混合が起こって地表付近に高濃度の排出ガスが降下することがある。この現象を内部境界層発達によるフミゲーションと呼ぶ。

「大気環境予測講義」(岡本眞一著、2001年)によれば、我が国では北海道の南東部から東北の三陸沖、さらに北関東の太平洋沿岸にかけてこのような現象が起こる可能性が高いとされていることから、これらの地域での立地を計画する場合には、事前に専門家等に相談し、フミゲーション発生時の予測の要否について検討する。



出典：「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引」(平成27年7月改訂経済産業省)

(3) 評価

(a) 回避・低減に関する検討

環境保全措置の実施の方法、効果、その措置の実施に伴い生ずるおそれのある環境影響について検討し、2.6.1で示す最新の技術を参考に、事業者により実行可能な範囲内で事業に係る環境影響ができる限り回避され、又は低減されているかどうかを検証することにより評価します。なお、煙突ダウンウォッシュを防止するには煙の吐出速度を十分に大きくすることが、また建物ダウンウォッシュを避けるためには、周囲の最も高い建物を考慮した煙突高度とすることが重要です(p.66参照)。

(b) 基準・目標との整合性の検討

大気の汚染に係る環境基準や地方公共団体の環境目標値等との整合が図られているか評価します。環境基準との整合に係る評価に当たっては、最大着地濃度地点、及び最寄りの民家を代表して測定局において、長期的評価(日平均値の2%除外値若しくは98%値、又は年平均値と環境基準等との対比)及び短期的評価(1時間値と環境基準等との対比)を行います。

2.5.2 施設の稼働に伴う騒音の発生

施設の稼働に伴う騒音の発生については、実行可能なより良い対策が取り入れられているか、騒音に係る環境基準や騒音規制法による規制基準との整合が図られているかについて評価するた

め、1日程度の現地調査を行い、音の伝搬理論に基づく市販の計算ソフトの利用等により、環境騒音への影響を予測します。

(1) 調査

騒音の状況の調査は、現況騒音の把握や将来騒音予測における予測条件（環境騒音）のために行います。

調査項目は、環境騒音です。予測地点における既存の騒音の情報がないことが多いため、一般的には現地調査を行います。現地調査では、「騒音に係る環境基準について」（平成10年環境庁告示第4号）に定める測定方法により、等価騒音レベル L_{Aeq} を測定します。また、騒音規制法に基づく規制基準との対比を考慮して、時間率騒音レベル（90%レンジの上端値 L_{A5} 等）についても測定します。調査地域は、音の伝搬特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域とし、発生源位置からの距離減衰を考慮し対象音源からの影響が予想される範囲（事業用地周辺約1kmの範囲内）が目安です。調査地点は、調査地域における騒音に係る環境影響を予測し、及び評価するために適切かつ効果的な地点（事業者の敷地境界及び周辺の住居系地域）です。調査期間は、原則平日の昼間及び夜間の連続調査とし、施設の稼働状況も踏まえ設定します。

調査結果は、環境基準や規制基準の時間帯別に整理します。

その他、騒音に係る環境基準や騒音規制法に基づく規制基準の類型指定状況を把握します。

(2) 予測

予測の手法は、音の伝搬理論に基づく計算を基本とし、簡易な手法として、市販の計算ソフトを利用することが想定されます。なお、類似事例の引用により十分に騒音の予測が可能と判断される場合には、事例の引用又は解析をすることができます。

予測項目は、騒音レベルです。一般に、発電設備は定常騒音の発生源として予測を行います。予測では、点音源を仮定し、伝搬過程における距離減衰を考慮した計算式によって、それぞれの音源における到達騒音レベルを計算し、これらを合成します。音源の騒音パワーレベルは、類似事例の条件やメーカー値等から設定します。予測地点は調査地点と同様です。予測対象時期は発電設備が定格運転の状態を基本とし、影響が最大となる条件を設定することができる場合にはその時期も併せて行います。

騒音レベルの予測結果は、予測地点ごとに予測値と環境騒音の合成値を一覧表等にして整理します。

(3) 評価

(a) 回避・低減に関する検討

環境保全措置の実施の方法、効果、その措置の実施に伴い生ずるおそれのある環境影響について検討し、2.6.2で示す措置を参考に、事業者により実行可能な範囲内で事業に係る環境影響ができる限り回避され、又は低減されているかどうかを検証することにより評価します。

(b) 基準・目標との整合性の検討

騒音に係る環境基準や騒音規制法に基づく規制基準との整合が図られているか検討します。

2.5.3 施設の稼働に伴う二酸化炭素の排出

施設の稼働に伴う CO₂ の排出については、実行可能なより良い対策が取り入れられているか、国の温室効果ガス削減目標との整合が図られているかについて評価するため、CO₂ 排出量を予測します。

(1) 予測

火力発電の発電用燃料の燃焼に伴って発生する CO₂ 排出量を、燃料使用量及び燃料成分から算出します。そのため、発電所の出力、台数、熱効率、想定利用率及び燃料成分を整理します。予測対象時期は発電設備が定格運転の状態を基本とします。この際、2.6.3 に示すバイオマス混焼やコージェネレーションの導入を行う場合には、これらの措置を考慮しない場合の CO₂ 排出量をベースラインとし、そのベースラインからの削減量を予測することもできます（参考 18 参照）。CO₂ 排出量の予測結果は、CO₂ 排出係数（CO₂ の kWh 当たりの排出量）及び年間総排出量を整理します。

また、事業者が保有する他の火力発電設備の熱効率・発電量についても把握し、(2) で示すように、省エネ法に基づくベンチマーク指標を整理します。省エネ法に基づくベンチマーク指標は、設計効率ではなく実績効率（実績効率は、低負荷運転等により一般に設計効率より低い値となる）で算出するものですが、小規模火力発電は負荷変動が大きくなることも想定され、運転開始前の環境アセスメントの段階で実績効率の想定が困難である場合には、設計効率を用いることができます。

(2) 評価

我が国の地球温暖化対策の目標は、「地球温暖化対策計画」（平成 28 年 5 月 13 日閣議決定）において、2030 年度に 2013 年度比▲26.0%（2005 年度比▲25.4%）の水準にすることとされています。また、同計画では、その目標達成に向けた対策・施策を盛り込んでおり、電力業界の低炭素化の取組については、平成 27 年 7 月に発表された電力業界の自主的枠組みに加え、省エネ法や高度化法等の政策的な対応措置等に取り組み、局長級取りまとめに沿って、電力業界全体の取組の実効性を確保することとされています。これらの対応措置により、温室効果ガス削減目標を達成する必要があります。

以上を踏まえ、CO₂ についての基準・目標との整合性の検討は、以下のように行います。また、地方公共団体が策定する「地方公共団体実行計画（区域施策編）」との整合性についても検討します。

さらに、2.6.3 で示す最新の技術を参考に、事業者により実行可能な範囲内で事業に係る環境影響ができる限り回避され、又は低減されているかどうかを検証することにより評価します。

(a) 省エネ法に基づくベンチマーク指標

省エネ法では、設備単体に着目するのみならず、事業者全体としてエネルギー消費原単位の低減を促しています。「長期エネルギー需給見通し」の実現に向けた火力発電の高効率化を

図るに当たっては、新設する発電専用設備のみならず、既設についても老朽化した設備の廃止や稼働減を進めることで、事業者が所有する発電専用設備全体としての発電効率を向上させていくことが重要です。そのため発電事業者については、事業者が所有する発電専用設備全体で、以下2つのベンチマーク指標を両方算出し、いずれについても、2030年度における目指すべき水準の達成に向けた取組について、現時点での取組内容について可能な限り環境影響評価書に記載します。加えて、必要に応じ、その目標達成に向けた更なる取組内容を検討し、公表することが重要です。

(火力発電効率 A 指標)

石炭、LNG、石油等という燃料種ごとの発電設備の熱効率について、「長期エネルギー需給見通し」と整合的な熱効率であるか評価するものです。

(火力発電効率 B 指標)

「長期エネルギー需給見通し」において実現を目指す石炭、LNG、石油等という燃料ごとの発電量比率も考慮して評価するものです。

火力発電効率 A 指標・火力発電効率 B 指標の具体的な算出方法と目指すべき水準は次のとおりです。

<ベンチマーク指標（発電事業者単位・共同取組も可）>

【火力発電効率 A 指標】

A 指標	=	$\frac{\text{全石炭火力実績値}}{\text{石炭火力目標41\%}} \times \frac{\text{石炭火力発電量比率実績値}}{\text{石炭火力発電量比率実績値}}$	
↓	+	$\frac{\text{全LNG火力実績値}}{\text{LNG火力目標48\%}} \times \frac{\text{LNG火力発電量比率実績値}}{\text{LNG火力発電量比率実績値}}$	
↓	+	$\frac{\text{全石油等火力実績値}}{\text{石油等火力目標39\%}} \times \frac{\text{石油等火力発電量比率実績値}}{\text{石油等火力発電量比率実績値}}$	
目標値1.00以上			

【火力発電効率 B 指標】

B 指標	=	$\frac{\text{全石炭火力実績値}}{\text{(目標値41\%)}} \times \frac{\text{石炭火力発電量比率実績値}}{\text{(目標値は1.26の26\%)}}$	
↓	+	$\frac{\text{全LNG火力実績値}}{\text{(目標値48\%)}} \times \frac{\text{LNG火力発電量比率実績値}}{\text{(目標値は1.27の27\%)}}$	
↓	+	$\frac{\text{全石油等火力実績値}}{\text{(目標値39\%)}} \times \frac{\text{石油等火力発電\%比率実績値}}{\text{(目標値は1.03の3\%)}}$	
目標値44.3%以上			

※発電効率は**実際の運転時の効率**（実績効率・設計時より低下）で評価

これらの算出の際、副生物、コージェネレーション、バイオマス混焼による発電については、以下のように考慮することとされています¹⁵。

¹⁵ 総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会火力発電に係る判断基準ワーキンググループ最終取りまとめ（平成28年3月29日経済産業省）

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/sho_ene/karyoku/pdf/report01_01.pdf

① 副生物

副生物（副生物、廃棄物、副生ガス、廃熱、その他事業の過程で副生するエネルギー源又はエネルギーであって、発電以外に利用するには技術的又は経済的困難を伴い、発電以外の用途に乏しいもの。主な事例として、高炉ガス、転炉ガス、コークス炉ガス、黒液、汚泥、廃油（使用済み潤滑油、副生タール・ピッチ類、廃溶剤等）、廃棄物固形燃料（RDF）が該当する。）については、以下のとおり、投入する副生物のエネルギー量をエネルギー使用量から除外することとされています。

副生物を発電に用いる場合の「省エネ法における発電効率」の算出方法

$$\frac{\text{発電専用設備から得られる電力エネルギー量}}{\text{発電専用設備に投入するエネルギー量} - \text{発電専用設備に投入する副生物のエネルギー量}}$$

※いずれも設計上における定格運転時の値

② コージェネレーション

コージェネレーションは、次のとおり、電気と熱の総合効率を発電効率として扱うこととされています。

電気と熱の両方を発生させる場合の「省エネ法における効率」の算出方法

$$\frac{\text{発電専用設備から得られる電力エネルギー量} + \text{発電専用設備から得られる熱エネルギー量のうち熱として活用されるもの}}{\text{発電専用設備に投入するエネルギー量}}$$

※いずれも設計上における定格運転時の値

③ バイオマス混焼

バイオマス混焼での発電については、電気（非化石エネルギー由来の電気も含めた全ての電気）を生産するために必要な化石燃料を減少させる点で評価され、以下のように投入するバイオマス燃料のエネルギー量をエネルギー使用量から控除することとされています。

バイオマス混焼の「省エネ法における発電効率」の算出方法

$$\frac{\text{発電専用設備から得られる電力エネルギー量}}{\text{発電専用設備に投入するエネルギー量} - \text{発電専用設備に投入するバイオマス燃料のエネルギー量}}$$

※いずれも設計上における定格運転時の値

一方で、非化石エネルギーを活用する設備は、一般的な設備と異なり、導入しただけでは恒久的な省エネにはならず、安定して非化石エネルギーを使用し続けるための運用管理と一体で初めてエネルギー消費原単位を低位に保つことができ、省エネ取組として評価されることに留意が必要です。

また、省エネ法においては、ベンチマーク制度の対象事業者同士で、ベンチマーク指標の向上に向けた事業者ごとの役割分担と実施責任を明確にして、共同して取り組む場合については、その共同実施を勘案して評価することとされています。

(b) 高度化法・自主的枠組み

平成 27 年 7 月に、主要な事業者が参加する電力業界の自主的枠組み及び低炭素社会実行計画(国の「長期エネルギー需給見通し」及びCO₂削減目標とも整合する排出係数 0.37kg-CO₂/kWh 程度を目標としている。)が発表されました。また、平成 28 年 2 月には、電気事業低炭素社会協議会が発足し、個社の削減計画を策定し、業界全体を含めて PDCA を行うなどの仕組みやルールが発表されました。さらに、高度化法に基づき、小売電気事業者は、販売する電力のうち、非化石電源が占める割合を 44%以上とすることが求められています。

発電事業者は、小売段階が調達する電力を通じて発電段階での低炭素化が確保されるよう、高度化法では小売段階において低炭素化の取組が求められていることを理解し、自主的枠組みの参加事業者に電力を供給することが決定している場合にはその旨を環境影響評価書に記載するなど、できる限り具体的に説明します。

(c) 自家消費用自家発電

自家消費用自家発電の電力については、「長期エネルギー需給見通し」における 2030 年度の総発電電力量及び電力由来 CO₂ 排出量 (3.6 億トン) には含まれています。しかし、省エネ法に基づくベンチマーク指標は、発電事業者、すなわち、自家発自家消費率が 5 割以下 (出力 10 万 kW 未満の場合。10 万 kW 以上は 1 割以下。) であると見込まれること等の要件を満たした事業者が対象です。また、高度化法・自主的枠組みは、前者は小売事業者等を対象としており、後者は小売段階での目標値を設定しているため、他社に売電する場合に関わるものです。したがって、自家消費用自家発電は省エネ法に基づく電気供給業に関するベンチマーク指標等の取組の対象となっておりません。このため、自家発自家消費の電力については、事業者が属する各業界の実態に応じて、実効性・透明性を確保する取組が進められることが必要です。

このような状況に鑑み、自家消費用自家発電については、効率の高い設備の導入、コジェネレーションの導入等実行可能な範囲内で最大限の二酸化炭素排出削減対策に係る検討を行うとともに、事業者が属する業界の低炭素社会実行計画等の下での取組を検討します。

2.5.4 その他の項目

(1) 排水に伴う水の汚れ・富栄養化

湿式脱硫装置を設置する場合には、脱硫排水中に窒素分が移行し、また排水量も多くなることから、排水先である公共用水域の水質に影響を及ぼすおそれがあります。排水先の公共用水域において、環境基準が超過している場合には排水に伴う水の汚れとして COD 又は BOD を、富栄養化として全窒素及び全リンを評価項目として選定します。

排水に伴う影響を予測・評価するためには、排水先の水質の状況を把握する必要があります。調査は、地方公共団体が有する公共用水域水質調査結果等の資料を用いて、予測の対象となる項目の水質の現況を把握します。

予測は、発電所から排出される COD 又は BOD、全窒素及び全リンの濃度及び負荷量の計画値を元に、下記のいずれかの手法を用いて、排水口付近の水質を算出します。

- ・河川の場合：単純混合式
- ・海域の場合：新田の実験式とジョセフ・センドナー式の組合せ

評価は、環境基準の超過状況に対する事業による環境影響の程度を明らかにし、事業者により実行可能な範囲内で事業に係る環境影響ができる限り低減されているかどうかを検証します。

(2) 施設の使用に伴う主要な眺望景観への影響

事業用地及びその周辺区域において、地方公共団体の景観計画等において景観形成に関する方針が定められている場合には、タービン建屋や煙突、冷却塔等の新たな構造物を設置することにより、周辺の眺望点からの眺望景観等に影響を及ぼすおそれがあります。

景観への影響を予測・評価するためには、調査では、既存資料や現地踏査により、事業用地周辺の眺望点の位置、利用の状況等を把握します。

主要な眺望景観については、下記のいずれかの手法を用いて、眺望点からの眺望の変化を視覚的表現によって予測します。

- ・フォトモンタージュ法：主要な眺望点から撮影した写真に、発電所完成予測図を合成して景観の変化を予測する方法
- ・透視図法：主要な眺望点からの発電所完成予想図を透視図によって描く方法
- ・コンピュータグラフィックス：コンピュータを用いて地形、植生、構造物（既存のもの、事業により新たに出現するもの）の全てを作画する手法

評価は、地方公共団体の景観計画等と照らし合わせ、景観形成方針等に沿ったデザイン、色彩等を採用しているか、周辺景観との調和が図られているか等の観点で行います。

(3) 施設の稼働に伴う産業廃棄物の発生

石炭、木質系バイオマス等を燃料とする場合には、フライアッシュ（集じん装置捕集灰）及びクリンカアッシュ（炉底灰）が多量に発生します。その他、排ガス処理や排水処理等の方式に応じて、脱硫石膏や排水汚泥等が発生します。

下記のいずれかの予測手法を用いて、発生量を予測します。また、発生量だけでなく、再利用、再生利用や中間処理について検討し、それぞれの処理量等を予測します。できる限り削減することを目指します。

- ・焼却灰、脱硫石膏及び排水汚泥量を、燃料使用量、燃料性状、排水性状、排水量等により

算出する方法

- ・既存の類似事例等から発生する産業廃棄物の種類ごとの排出量を予測する方法

評価においては、それぞれの産業廃棄物の発生量抑制、再利用や再生利用の促進、中間処理による減容化の順に、事業者として採用し得る対策が取られているかを明らかにし、最終処分量ができる限り削減される計画であることを示します。

(4) 工事中の影響・運転時の資材等の搬出入の影響

工事の実施に伴う影響や運転時の資材等の搬出入の影響については、まずは事前に地方公共団体に相談する際に、主要な工事内容や交通量の増加予測を示して意見を聴くことで、定量的に調査・予測・評価を行う必要があるか決定するなど、状況に応じた簡易な方法が想定されます。

2.6 環境保全措置の検討

環境アセスメントは、環境影響評価法制定以前は、あらかじめ事業者が環境基準や行政上の指針値等を環境保全目標値として設置し、その目標値を達成しているかどうかを評価する「目標クリア型」でしたが、現在は、個別の事業において事業者が実行可能な範囲内で、可能な限り環境絵への影響を回避し、低減するものであるかどうかを評価する「ベスト追求型」となっています。したがって、ここで示す処理能力等は先進事例であり目標ではありませんが、これを参考に、事業者自らが実行可能な範囲で最大限の環境保全措置を講じているかどうかを検討し、評価します。

なお、燃料の選択は、小規模火力発電における個々の事業者において、事業の目的（既存インフラ（石炭ヤード等）の活用や地域の森林資源の活用、副生残さの処理）及び現実的な燃料調達方法（天然ガスではパイプラインやタンクが必要等）を踏まえて検討されるものであり、環境保全の観点からのみから判断されるものではありませんが、可能な限り環境負荷の小さい燃料種が選択されることが重要です。

表 2.6-1 に示すとおり、環境保全対策の検討に当たっては、回避し、又は低減することを優先し、それでもなお残る環境への影響について代償措置を検討することが重要です。また、1 つの環境保全措置だけに着目するのではなく、発電設備や排ガス処理装置等の環境装置の組み合わせを複数案検討し、CO₂や大気汚染物質の排出等の環境負荷が効果的かつ実行可能な範囲で最大限低減できる環境保全対策を総合的に判断することが重要です。

表 2.6-1 環境保全措置の分類

環境保全措置の分類	概要
回避	<p>行為（影響要因となる事業行為）の全体又は一部を実行しないことによって影響を回避する（発生させない）こと。重大な影響が予測される環境要素から影響要因を遠ざけることによって影響を発生させないことも回避といえる。</p> <p>（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料に天然ガスを採用することで、SO_x・ばいじんを発生させない。 ・既存インフラが利用できる場所に立地することで新たな土地の改変を回避する。 ・冷却塔方式の採用により温排水による影響を回避する。
低減	<p>行為（影響要因となる事業行為）の実施の程度又は規模を制限することにより、また、発生した影響を何らかの手段で軽減又は消失させることにより、影響を最小化すること。</p> <p>（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオマス燃料を混焼し、CO₂排出量を削減する。 ・脱硝装置を設置し、NO_xの排出量を低減する。 ・騒音・振動が発生する設備を民家等から可能な限り離す。
代償	<p>行為（影響要因となる事業行為）の実施により損なわれる環境要素と同種の環境要素を創出すること等により、環境の保全の観点からの価値を代償すること。</p> <p>（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火力発電から排出されるCO₂排出量を、工場全体の省エネルギーや再生可能エネルギー発電設備の導入等によるCO₂排出量の削減量で相殺する。 ・緑地の改変に当たって、代替緑地を創出する。

出典：「環境アセスメント技術ガイド 大気・水・土壌・環境負荷」（平成 18 年環境省総合環境政策局編）を参考に作成

2.6.1 大気環境保全対策

小規模火力発電における排ガス処理系統について、石炭等を燃料とするPC及びCFBでの概要を図2.6-1に示します。なお、いずれも代表的なケースを示すものであり、全ての発電所に適用されるものではありません。

発電所の設置検討に際しては、周辺地域での人が生活する地表付近での濃度（着地濃度）の予測結果等を踏まえ、排ガス処理装置等が設計されます。大気環境保全対策の検討に際しては、個々の装置単体での能力だけに注目するのではなく、施設全体としての対策内容を考えることが重要です。

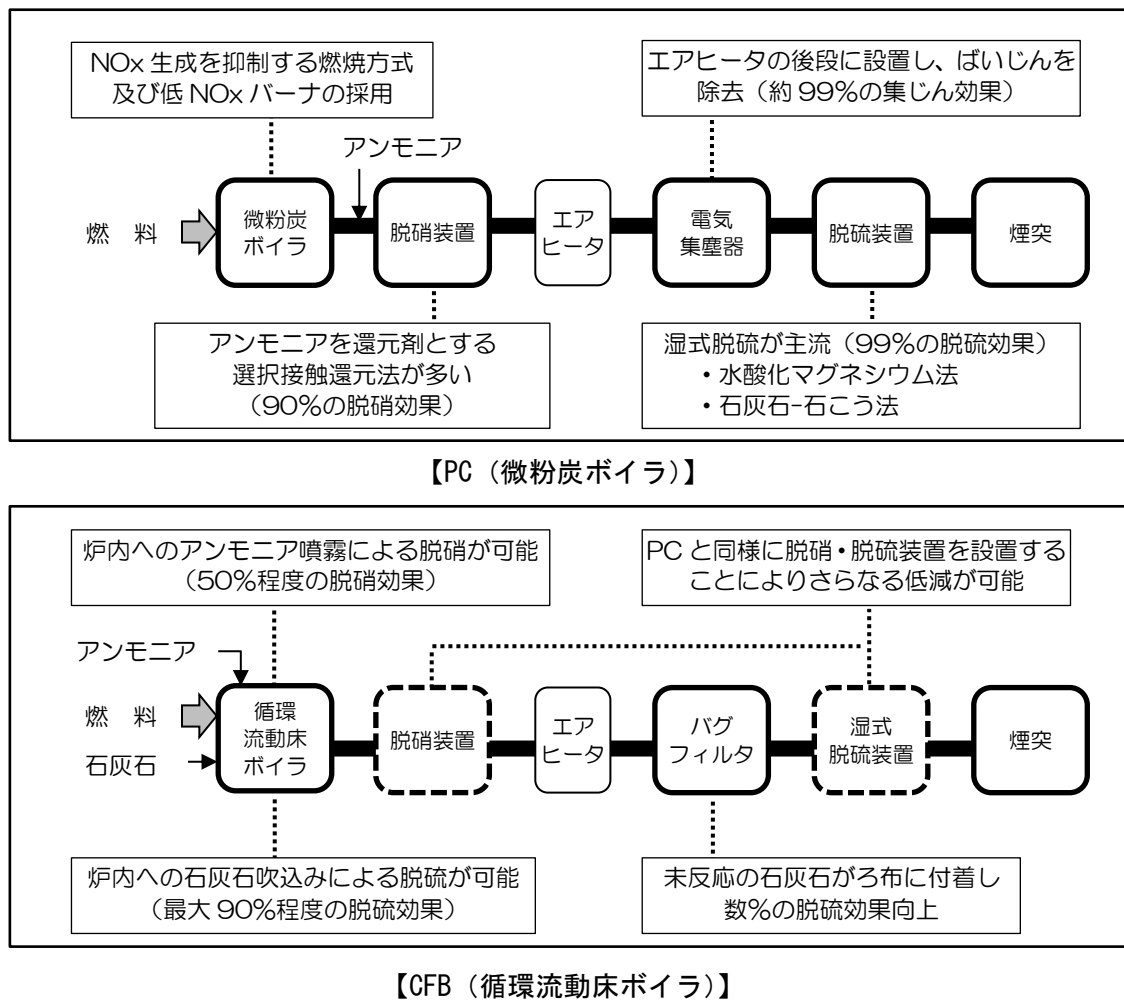


図 2.6-1 小規模火力発電における排ガス処理系統 (PC 及び CFB)

(1) 燃料の選択

小規模火力発電では、石炭を中心に、天然ガスや副生物、バイオマス等の多様な燃料が、混焼も含め使用されることが想定されますが、燃料の性状（含有硫黄分や含有窒素分、灰分、発熱量等）によって、発生する大気汚染物質の種類及び量は異なります。

例えば天然ガスについては、発生する大気汚染物質は主に NOx のみであり、その量も比較的少ないですが、石炭は NOx に加え、SOx やばいじん等も発生します。また、石炭には水銀等の

重金属が含まれており、これについても十分な対策を講じていくことが重要です。バイオマスの含有硫黄分は石炭と比較して少ないですが、ナトリウム、カルシウム、塩素、カリウム等を多く含むため、石炭と比較してより多くの処理装置用触媒を必要とすると言われています。

燃料の選択は、事業計画に関わるものであり、必ずしも環境保全の観点からのみで判断されるものではありません。ただし、燃料の種類は、排ガス中の大気汚染物質に影響を与えることから、検討段階から使用予定の燃料の特性を十分に把握し、大気汚染物質の発生抑制、除去等の実行可能な環境保全対策を検討することが重要です（表 2.6-2 参照）。

表 2.6-2 燃料種と排ガス含有物質及び環境対策装置の関係

燃料種		排ガス含有物質			環境対策装置		
		NOx	ばいじん	SOx	脱硝装置	集じん装置	脱硫装置
石炭		○	○	○	○	○	○
石油	高硫黄分	○	○	○	○	○	○
	低硫黄分	○	○	—	○	○	—
天然ガス		○	—	—	○	—	—

出典：「火力発電所（全体計画と付属設備）（改訂版）Ⅲ．環境対策」（平成 25 年 7 月）より作成

なお、石炭を燃料とする場合には、石炭の運搬や貯蔵時に屋外貯炭場等から石炭粉じんが飛散するおそれがあります。その対策として、石炭の貯蔵・運搬に当たって密閉構造を採用する（貯蔵にサイロ方式を採用、運炭用のベルトコンベアを密閉構造にする）ことや、屋外に貯炭場（石炭ヤード）を設置する場合の散水や表面硬化剤の散布、貯炭場周囲への防じんネット設置等の飛散防止対策が挙げられます。

(2) 燃焼過程における発生抑制

(a) 窒素酸化物（NOx）

火力発電所から排出される排ガス中の NOx のうちサーマル NOx（p. 36 参照）の割合は、燃料が石炭の場合は約 2 割、天然ガスの場合は全てとなります。

このサーマル NOx の発生抑制方法として、燃焼方法の工夫等が挙げられます。なお、CFB においては、800～900℃程度と燃焼温度が低いため、サーマル NOx が比較的発生しにくいという特徴があります。

(燃焼方法の工夫等)

表 2.6-3 に PC や CFB における燃焼方法とその特徴を示します。二段燃焼法は PC や CFB で、排ガス混合燃焼法と低 NOx バーナは PC で採用されています。なお、炭種、ボイラの規模、燃焼温度等により NOx 発生濃度は変動するため、小規模火力発電と単純に比較することはできませんが、低 NOx バーナの性能向上に向けた更なる研究・開発が進められており、大規模な火力発電での事例では、NOx 発生濃度が 80～130ppm から 40～80ppm（酸素濃度 6%）へ更に抑制されたという報告もあります。

表 2.6-3 燃焼方法とその特徴 (PC 及び CFB)

燃焼方式	二段燃焼法	排ガス混合燃焼法	低 NOx バーナ (段階的燃焼形)
適用先	PC、CEB で採用されている。	PC で採用されている。	PC で採用されている。
概念図			
特徴	燃焼用空気を二段階に分けて供給し、急激な燃焼反応を抑制することで、NOx の生成を抑制する。	燃焼排ガスの一部を燃焼用空気に混合し燃焼することで、火炎の最高温度を低下させ NOx の生成を抑制する。	低 NOx バーナの一つ。段階的燃焼によって、1 段目で酸素濃度の低い燃焼状態を作ることによって NOx を低減させる方法である。

出典：「火力発電所の環境保全技術・設備（改訂版）Ⅰ．火力発電所の環境保全対策の概説」（火力原子力発電、平成 24 年 4 月）、「新・公害防止の技術と法規 2014 大気編」（平成 26 年 1 月一般社団法人産業環境管理協会）及び「火力発電総論」（平成 14 年 10 月一般社団法人電気学会）より作成

表 2.6-4 に GT における燃焼方法とその特徴を示します。水蒸気や水を燃焼室に送ることにより、燃焼温度を低下させて NOx の低減を図る方法があります。ただし、一般に燃焼温度を低下させると熱効率が低下するので、留意が必要です。また、燃料を燃焼室に噴射する際に予め空気と十分に混合することで燃焼室内の温度分布を低く均一なものとする希薄予混合型により、3 万 kW 級で 15ppm（酸素濃度 15%）のタービン出口濃度を達成しています。

GE では、燃料の希薄化により 1 万 kW 弱の出力規模で 200ppm（酸素濃度 0%）のエンジン出口濃度を達成しています。

表 2.6-4 燃焼方法とその特徴 (GT)

燃焼方式	水蒸気又は水吹き込み	排ガス混合燃焼法
適用先	GT で採用されている。	GT で採用されている。
概念図		
特徴	燃焼火炎中に水蒸気又は水を吹き込むことによって燃焼温度を低下させ、サーマル NOx の低減を図る。	燃焼前にあらかじめ燃料と空気の均一な混合気体を作って燃焼させ、局所的に発生する高温域を小さくし、火炎温度自体も低下させることによって、NOx を低減させる方法である。

出典：「火力発電所での窒素酸化物 (NOx) 低減技術開発の歴史 (2)」（平成 25 年 1 月火力原子力発電）及び「火力発電所での窒素酸化物 (NOx) 低減技術開発の歴史 (5)」（平成 25 年 4 月）を参考に作成

(3) 処理装置等による除去

(a) 硫黄酸化物 (SO_x)

SO_x は、燃料に含まれる硫黄分が燃焼過程で SO_x に転換して発生し、その量は燃料の成分に依存します。表 2.6-5 に脱硫方式とその特徴を、図 2.6-2 に排煙脱硫装置の方式別概念図を示します。

(燃焼装置内での処理)

CFB では、炉内への石灰石の吹込みによる炉内脱硫が可能です。これにより最大で燃料中の硫黄分の 90%程度を脱硫できます。

(排煙の処理)

小規模火力発電では、PC 等において、湿式脱硫装置が多く採用されており、主に処理装置がシンプルな水酸化マグネシウム法と大規模な火力発電でも採用されている石灰石-石こう法（反応生成物を石こうとして回収）が採用されています。どちらもほぼ同じ原理であり、技術的には排ガス中の硫黄分の 99%程度を脱硫できます。

湿式脱硫装置は、SO_x の除去のみならず、ばいじん等の不純分が除去されるなどの大気環境保全上のメリットがあります。一方で、脱硫排水が生じるため、その処理を適切に行う必要があります。排水の排出量は石灰石-石こう法より水酸化マグネシウム法の方が多くなります。

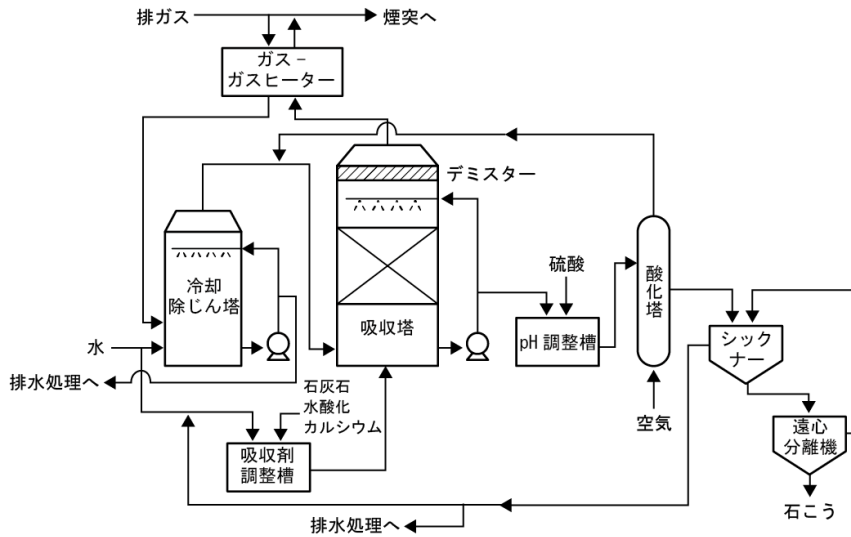
なお、大規模な火力発電では、活性炭（活性コークス）を用いた乾式脱硫脱硝装置により脱硫脱硝を同時に行っている事例があります。脱硫効率は 98%以上、脱硝効率は活性炭（活性コークス）の状態によりますが 40~80%程度です。この方式は、設備の設置面積が比較的小さい、用水使用量が少なく済むなどのメリットがあります。

表 2.6-5 脱硫方式とその特徴

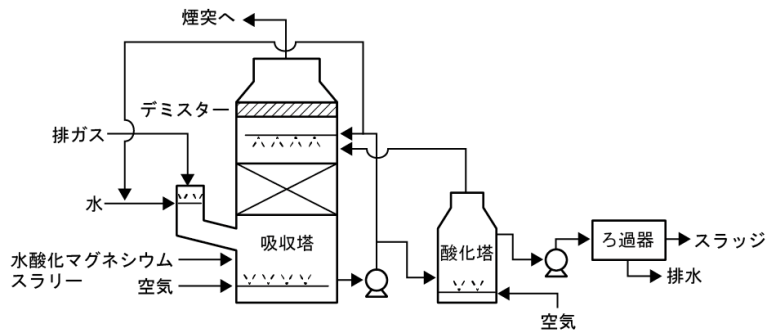
脱硫方式	炉内脱硫	排煙脱硫装置による脱硫	
		石灰石-石こう法	水酸化マグネシウム法
適用先	・小規模火力発電のうちCFBで採用されている。	・火力発電所で広く普及している方式であり、小規模火力発電での事例もある。	・小規模火力発電での事例が多い。
運転中 又は計画 中の事例 ^{※1}	(石炭専焼時 60ppm (O ₂ :6%))	97% (BTG、19ppm (O ₂ :6%))	96% (BTG、約 25ppm (O ₂ :6%))
技術的には可能な 脱硫効率 ^{※2}	90%程度	99%	99%
反応剤	石灰石 (炭酸カルシウム)	石灰石 (炭酸カルシウム) 消石灰 (水酸化カルシウム)	水酸化マグネシウム
副産品	—	石こう	硫酸マグネシウム (放流)
利点	・炉内で脱硫するため、脱流のためのスペースは不要である。 ・排水が発生しない。	・石灰石及び石こうの取り扱いが容易である。	・他方式と比較して、簡易で設備費が安価である。
留意点	・石灰石の調達先を確保する必要がある。 ・石灰石を貯蔵等するための敷地が必要となる。 ・石炭灰の中に石こうが混じるため、石炭灰の利用先が限定される場合がある。	・石灰石 (消石灰) の調達先及び副産品としての石こうの販路を確保する必要がある。 ・石灰石や石こうを貯蔵等するための敷地が必要となる。 ・硫黄分の少ない炭種やバイオマスを利用する場合は、石こうの純度が低下する。	・石灰石-石こう法と比較して、排水量が多い。

※1：運転中又は計画中の事例は、地域や事業の特性に応じた規制・協定等に対応した場合の実際の事例のうち優良事例であり、環境省が小規模火力発電の事業者を対象に実施した調査により把握したもの。また表中の大気質濃度は、排出濃度 (計画値を含む)。

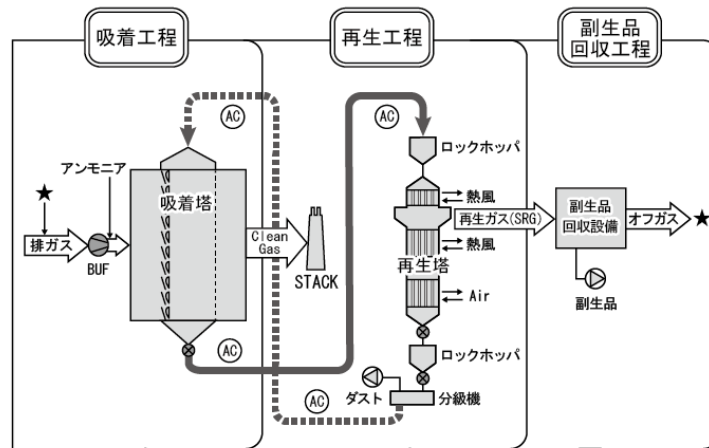
※2：ボイラ出口の排ガス中のSO_x濃度が低いほど脱硫効率は下がる。また、地域の特性等に応じてSO_x排出濃度や排出量は設定されるものであり、脱硫効率は燃料の性状や地域の特性等によって制約・設定される。



【石灰石-石こう法】



【水酸化マグネシウム法】



【活性炭法（同時脱硝・脱硫法）】

図 2.6-2 排煙脱硫装置の方式別概念図

出典：「新・公害防止の技術と管理 2014 大気編」（平成 26 年 1 月一般社団法人産業環境管理協会）、
「石炭火力発電所の高効率発電と環境保全対策」（平成 23 年 12 月エネルギーレビュー、外村健次郎）より作成

(b) 窒素酸化物 (NOx)

NOx は、サーマル NOx の発生に加えて、燃料に含まれる窒素分が燃焼過程で NOx に転換するフューエル NOx も発生します。燃料由来のフューエル NOx の発生量は、燃料の成分に依存します。表 2.6-6 に脱硝方式とその特徴を、図 2.6-3 に排煙脱硝装置の方式別概念図を示します。

(燃焼装置内での処理)

CFB では、炉内（サイクロン部分）へのアンモニア水等の吹込みによる炉内脱硝が可能です。これにより、発生する NOx の 50%程度を脱硝できます。

(排煙の処理)

小規模火力発電では、PC や GT、GE 等において、大規模な火力発電に採用されているアンモニア等を還元剤とする乾式を選択接触還元法（触媒を利用）が主に採用されています。技術的には、燃料種や原動力の種類によらず排ガスに含まれる NOx の 90%以上を脱硝できます。この際、還元剤（アンモニア等）が未反応のまま排出されるリークアンモニアによる悪臭対策を検討することが重要です。

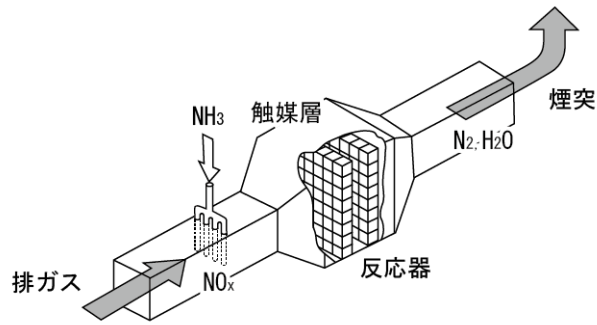
なお、大規模な火力発電では、活性炭（活性コークス）を用いた乾式脱硫脱硝装置により脱硫脱硝を同時に行っている事例があります。脱硫効率は 98%以上、脱硝効率は活性炭（活性コークス）の状態によりますが 40~80%程度です。この方式は、設備の設置面積が比較的小さい、用水使用量が少なく済むなどのメリットがあります。【前掲】

表 2.6-6 脱硝方式とその特徴

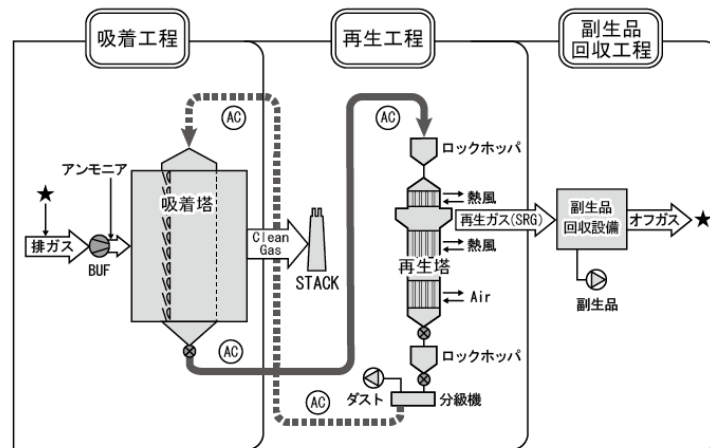
脱硝方式	炉内脱硝	排煙脱硝装置による脱硝
		選択接触還元法
適用先	・小規模火力発電のうち CFB において採用されている。	・火力発電で広く普及している方式であり、小規模火力発電でも PC や GT、GE 等において多く採用されている。
運転中 又は計画 中の事例 ^{※1}	(100~140ppm (O ₂ :6%))	・80~90% (BTG、20ppm (O ₂ :6%)) ・60~90% (GTCC、5ppm 以下 (O ₂ :16%)) ・90% (GE、30ppm (O ₂ :0%))
技術的には可能な 脱硝効率 ^{※2}	50%程度	90%以上
反応剤	アンモニア 尿素水	アンモニア
触媒	—	酸化チタン等
利点	・炉内で脱硝するため、脱硝のためのスペースは不要。	・装置の構成が単純であり、大量の排煙処理に適している。
留意点	・アンモニアに比較して取扱いが安全な尿素水が利用できる。	・脱硝効率を上げるために、アンモニアの投入量を増加する場合には、リークアンモニアによる悪臭対策に留意する必要がある。

※1：運転中又は計画中の事例は、地域や事業の特性に応じた規制・協定等に対応した場合の実際の事例のうち優良事例であり、環境省が小規模火力発電の事業者を対象に実施した調査により把握したものに、メーカーヒアリングの結果を踏まえて記載した。表中の大気質濃度は、排出濃度（計画値を含む）。

※2：ボイラ出口の排ガス中の NOx 濃度が低いほど脱硝効率は下がる。また、地域の特性等に応じて NOx 排出濃度や排出量は設定されるものであり、脱硝効率は燃料の性状や地域の特性等によって制約・設定される。



【選択接触還元法】



【活性炭法（同時脱硝・脱硫法）】

図 2.6-3 排煙脱硝装置の方式別概念図

出典：「排煙脱硝装置の最新技術」（平成 11 年石川島播磨技報、小澤政弘他）、「石炭火力発電所の高効率発電と環境保全対策」（平成 23 年 12 月エネルギーレビュー、外村健次郎）を参考に作成

（GE を複数台設置する場合）

GE 発電設備を複数台設置し、10 万 kW 級の発電所を設置する事業があります。GE 単体からの NOx 排出量は小さいですが、排出濃度は GT と比べて高濃度であるため、特に複数台設置された場合には、その環境影響は大きいものになると想定されます。

このような事業の場合においては、NOx の排出濃度が小さい発電設備を採用した上で、発電所の運用形態を踏まえ、個々の GE 又は GE 複数台のユニットごとに選択接触還元法等の脱硝装置を設置し、NOx の総排出量の低減を図ることが重要です。

（c）浮遊粒子状物質（ばいじん）

燃料に含まれる灰分や未燃分がばいじんとなります。その量は燃料の成分等に依存します。表 2.6-7 に集じん装置の分類とその特徴を、図 2.6-4 に集じん装置の概念図を示します。

（排煙の処理）

小規模火力発電では、PC において、大規模な火力発電で一般的に採用されている電気集じん装置（Electrostatic Precipitator；EP 又は ESP）が多く採用されています。また、CFB

では、集じん効率の高いバグフィルタが多く採用されています。

EPは、ばいじん粒子を帯電させ、集じん極に引き寄せて捕集するものであり、ばいじんの電気抵抗率によって集じん効率に変化します(表2.6-7参照)。ばいじんの電気抵抗率は、燃料種や通過させる排ガスの温度域によって異なりますが、PCの場合では、技術的には、ばいじんの99.9%程度を捕集できます。小規模火力発電では、ガス-ガスヒータ(GGH)が設置されていることが少ないため、低温EP(ガス温度130℃程度)が採用されています。一方、大規模な火力発電では近年、さらに排ガスの温度を低減した上で、低々温EP(ガス温度90℃程度)が採用され、集じん効率の向上が図られています。

バグフィルタは、円筒状のろ布に排ガスを通過させ、ガス中のばいじんを捕集する方式で、多様な燃料種を採用できるCFBにおいても、燃料による集じん効率低下の影響を受けにくい特徴をもっています。ただし、メンテナンスが比較的容易なEPと比べて、日常点検や定期的なろ布の交換等を行う必要があります。

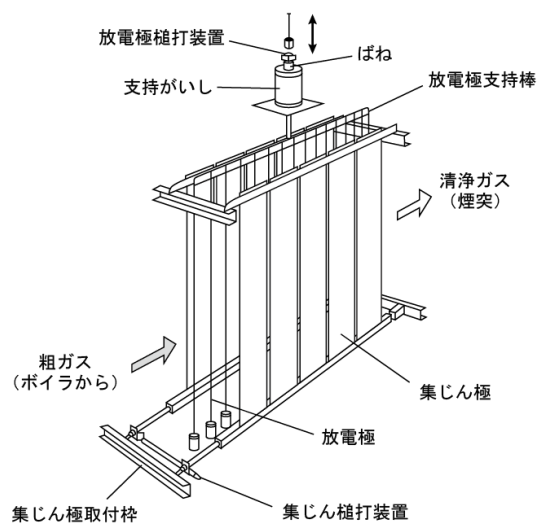
なお、EP又はバグフィルタの後段に湿式脱硫装置を導入することで、EP等で捕集できなかったばいじん等を脱硫汚泥とともに捕集でき、総合的な集じん効率を向上することができます。

表 2.6-7 集じん装置の分類とその特徴

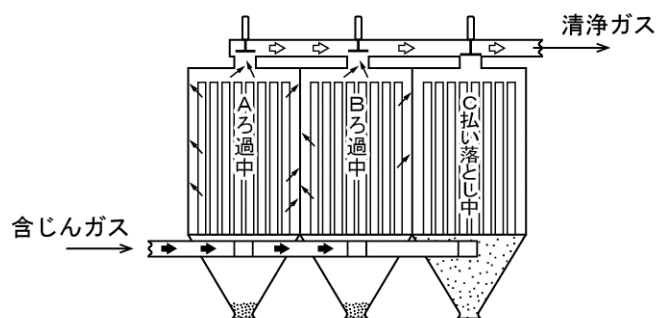
方式	電気集じん装置 (EP)	バグフィルタ
適用先	<ul style="list-style-type: none"> 火力発電所で広く普及している方式であり、小規模火力発電でもPCにおいて採用されている。 小規模火力発電では、低温EP(ガス温度130℃程度)の採用が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 小規模火力発電でも多く採用されており、特に多様な燃料を燃焼するCFBでの採用が多い。
運転中又は計画中の事例 ^{※1}	99%以上 (BTG、10mg/m ³ _N 未満 (O ₂ :6%))	99% (BTG、10mg/m ³ _N 未満 (O ₂ :6%))
技術的には可能な除去効率 ^{※2}	90~99.9%	90~99.9%
粒度	20~0.05 μm	20~0.05 μm
圧力損失	0.1~0.2kPa	1.0~2.0kPa
利点	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンスが比較的容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> 集じん効率は、燃料種の影響をほとんど受けず、粒子径によらず高い。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> 集じん効率は、ばいじんの電気抵抗率の影響を受けるため、燃料種や排ガスの温度域によって変化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 日常のメンテナンス及び定期的な保守点検・ろ布の交換(2~3年に1回)が必要。 バイオマス混焼によって、灰は不均一になり粘性が高くなる場合がある。ろ布の材質を燃料にあわせて選定することが重要である。

※1: 運転中又は計画中の事例は、地域や事業の特性に応じた規制・協定等に対応した場合の実際の事例のうち優良事例であり、環境省が小規模火力発電の事業者を対象に実施した調査により把握したものの。また表中の大気質濃度は、排出濃度(計画値を含む)。

※2: ボイラ出口の排ガス中のばいじん濃度が少ないほど除去効率は下がる。また、地域の特性等に応じてばいじん排出濃度や排出量は設定されるものであり、除去効率は燃料の性状や地域の特性等によって制約・設定される。



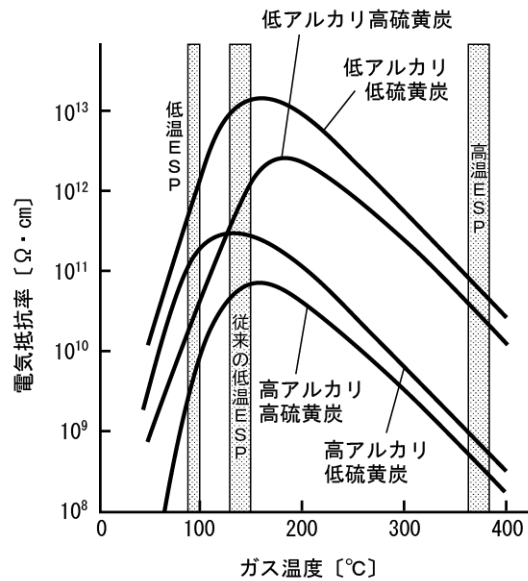
【電気集じん装置】



【バグフィルタ】

図 2.6-4 集じん装置の概念図

出典：「集塵の技術と装置」（平成9年日本粉体工業技術協会編）、「大気環境保全技術と装置事典」（平成15年5月産業調査会事典出版センター）より作成



高アルカリ炭とは、ナトリウム分がNa₂O換算で灰分中に約1%以上含む石炭、高硫黄炭とは、硫黄分を約1%以上含む石炭

図 2.6-5 石炭灰の電気抵抗率に及ぼすガス温度の影響

※：本文中の「低温 EP」が図中の「従来の低温 ESP」に、「低々温 EP」が「低温 ESP」に該当します。

出典：「火力原子力発電必携 第6版」（平成12年火力原子力発電技術協会編）より作成

(参考 12) 施設運転時の留意事項

処理装置の設置は、排ガス中の大気汚染物質の低減に寄与するが、その処理能力を維持するために適切な維持管理が必要になる。以下に、施設運転時における留意すべき事項の例を、大気汚染物質ごとに示す。

なお、施設運転時の留意事項は、設備ごとに多岐に亘る。ここでは、公表資料等で把握できる主な事項を挙げているが、設備や燃料その他諸条件の違いにより実施可否が分かれる。

■ 硫黄酸化物 (SO_x)

- スケーリングによる、排ガス通風圧力損失の増大（固形物付着によるガス流路の狭隘化）や、脱硫性能の低下（液噴射ノズルの閉塞等）等
- 副生物（石こう等）の品質低下
- 装置材料の腐食による液・ガスの漏洩（ガス等の設計温度超過による耐熱性に乏しい樹脂やゴム等の損傷等）

■ 窒素酸化物 (NO_x)

- 脱硝触媒の性能低下（ダストによる触媒磨耗や触媒表面のコーティングや、触媒被毒成分（ナトリウム、カリウム、ひ素、りん）の付着等による劣化）

■ 粉じん

- (電気集じん装置)
- 電極の異常（集じん極の変形、放電電極の断線、付着ダストによる極間距離の狭隘化等）（バグフィルター）
- 圧力損失の上昇（ろ布の目詰まり及び払い落とし機構の故障等）

出典：「新・公害防止の技術と管理 2015 大気編」（平成27年1月一般社団法人産業環境管理協会）を参考に作成

(4) 排煙の拡散

発電所からの排ガスによる周辺地域への影響は、排出量での評価ではなく、人が生活する地表付近での濃度（着地濃度）で評価することが重要です。発電所から大気中に排出された排ガスは、拡散され、大気中で希釈されます。一般に、より高いところから排出すると拡散による希釈の効果が高まり、地表付近での着地濃度はより低くなります。そのため、排ガス中に含まれる大気汚染物質の着地濃度を低減させるための対策として、煙突高さを高くすること、煙の上昇高さを高めることが大切です。特に、ダウンウォッシュ（2.5.1 参照）等の煙の巻き込み現象が生じないような煙突形状を採用することは重要です。

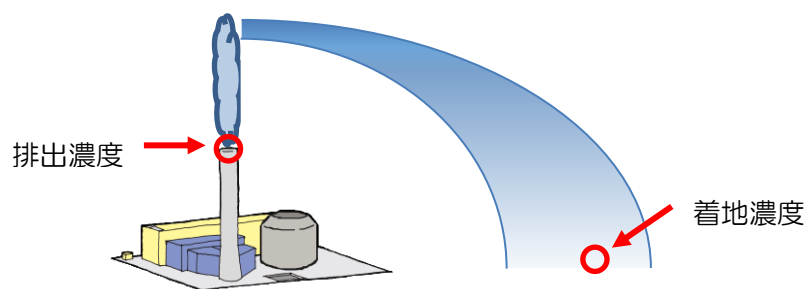


図 2.6-6 排煙の拡散イメージ図

煙突ダウンウォッシュを防止するためには、煙の吐出速度を十分に大きくすることが重要です。周囲に支え等が無い円形の自立型煙突では、吐出速度と風速の比 (V_s/u) が 1.5 程度よりも大きくなれば、ダウンウォッシュの発生は少なくなります。また、建物ダウンウォッシュを避けるためには、周囲の最も高い建物の約 2.5 倍程度の煙突高度が必要であるといわれています。

2.6.2 騒音対策

それぞれの事業に応じた形で、下記に示す「発生源対策」と「伝搬経路対策」を組み合わせ、騒音対策を講じることが重要です。なお、騒音対策の検討手順としては、発生源となる設備の位置を確定後、防音壁、消音装置、吸音ルーバー、防音建屋（エンクロージャー）の順で検討することが多いといわれています。

【発生源対策】

- ✓ 発電設備を防音建屋（エンクロージャー）等に格納します。
- ✓ 煙突に消音装置（サイレンサー）を設置します。
- ✓ 冷却塔に低騒音ファンを採用します。
- ✓ 吸気口等の開口部分に吸音ルーバーを設置します。
- ✓ 低騒音、低振動の機器を採用します。
- ✓ 振動源となる機器に対して、防振・制振対策を行います。

【伝搬経路対策】

- ✓ 発生源となる設備は民家等から遠い位置に配置します。
- ✓ 敷地境界に防音壁を設置します。

運転開始後に影響が明らかになった場合においては、その要因を特定し、適切な対策を実施することに留意します。

低周波領域の騒音は、その特性として防音壁や吸音対策の効果が得られにくい性質を持っています。そのため、例えばボイラから生じる騒音の場合には仕切り板の設置等により管路系の固有振動数を変える、又は、ファンの旋回失速により騒音が生じている場合には回転数を調整するなど、発生源対策を中心に検討することに留意します。

2.6.3 二酸化炭素排出削減対策

(1) 燃料の選択

CO₂排出量の小さい、すなわち単位発熱量当たりの炭素含有量が少ない燃料が採用されることが地球温暖化対策の観点から重要です。小規模火力発電の場合、燃料の選択は、必ずしも環境保全の観点からのみで判断されるものではありませんが、できる限り環境負荷の小さい燃料の選択を、混焼を含め、検討した上で、その他の実行可能な環境保全対策を慎重に検討することが重要です。

(参考 13) 主な燃料の発熱量と炭素排出係数の例

燃料	発熱量 (GJ/固有単位)	炭素排出係数 (tC/GJ)
一般炭	25.7 GJ/t	0.0247
A 重油	39.1 GJ/kl	0.0189
B・C 重油	41.9 GJ/kl	0.0195
石油コークス	29.9 GJ/t	0.0254
LNG	54.6 GJ/t	0.0135
都市ガス	44.8 GJ/1,000Nm ³	0.0136

※：例えば、一般炭 1t を燃焼した場合の CO₂ 排出量は下記の式で計算される。

$$1 \text{ (t)} \times 25.7 \text{ (GJ/t)} \times 0.0247 \text{ (tC/GJ)} \times 44 \text{ (tCO}_2\text{)} \div 12 \text{ (tC)} = 2.33 \text{ (tCO}_2\text{/t)}$$

なお、標準発熱量は HHV で表示される。(HHV と LHV の関係については p.8 参照)

出典：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令（平成 14 年政令第 143 号）より作成

小規模火力発電においては、低品位の石炭や副生燃料（製油所での重質な副生残さ等）、廃棄物燃料等の大規模な火力発電では採用されることが少ない燃料を利用する場合（混焼を含む。）があり、廃棄物量の縮減や燃料種の多様化による安定供給の確保の面で優位になりますが、CO₂ の排出係数が高くなる可能性があります。

(参考 14) 石炭の種類による発熱量と炭素排出係数の違い

石炭の種類	低位発熱量 (GJ/t) (デフォルト値)	炭素排出係数 (kgC/GJ) (デフォルト値)
Anthracite (無煙炭)	26.7	26.8
Coking Coal (原料炭)	28.2	25.8
Other Bituminous Coal (他の瀝青炭 (一般炭))	25.8	25.8
Sub-Bituminous Coal (亜瀝青炭)	18.9	26.2
Lignite (褐炭)	11.9	27.6

出典：“2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”より作成

(2) バイオマス燃料の混焼

木材等のバイオマスに含まれる炭素は、植物が光合成により大気中から吸収した CO₂ に由来するため、燃焼しても追加的な CO₂ の排出になりません¹⁶。また、固定価格買取制度では、化石燃料等を用いた場合の一般的な発電単価よりも高い水準での一定期間の買い取りが、バイオマスを燃料とする場合にも保証されています¹⁷。これらを背景に、バイオマスを専焼する、又は石炭等と混焼する発電事業が進められています。

固体燃料を燃焼可能な汽力発電では、主に木質系バイオマス（建設廃材を含む）が採用されています。汽力発電のボイラの燃焼方式は、燃料の流動形態の面から、固定床、流動床、噴流床（気流搬送；PC）に区分されますが、小規模火力発電では、大規模な火力発電で主に採用されている PC に加え、CFB が採用されています。表 2.6-8 にバイオマス混焼からみた両方式の特徴を示します。

PC では、高い混焼率を実現する場合のバイオマス燃料については、高品位な木質ペレットや木質チップが利用されます。しかし、現在の国内の木質ペレット工場の生産規模は大きくても数万 t/年です。一方で、11 万 kW 級の火力発電では、石炭換算で 30 万 t/年以上の燃料を消費することとなり、熱量の小さい木質ペレット等ではそれ以上の量が必要となります。このため、既存の国内供給ルートでは木質ペレット等の供給量が不足し、国外からの輸入に頼らざるを得ないケースがあります。CFB においては、木質ペレットを含む多様なバイオマス燃料を利用できるため、比較的量を確保しやすいですが、調達範囲を発電所周辺に限定すると、やはり不足する可能性があります。

このため、小規模火力発電においてバイオマス燃料を大量に使用するためには、発電事業者自身による十分な調達量や貯留スペースの確保に加え、国外からの輸入や大型の貯留地も含めた供給ルートの構築等の条件整備が課題となります。

なお、PC における高比率混焼では、前述のように比較的加工度が高いバイオマス燃料が用いられます。このため、加工や輸送工程のエネルギー消費量もできる限り低減するなどにより、バイオマス燃料による温室効果ガスの削減効果を総合的に向上することが求められます¹⁸。

¹⁶ 現在の温室効果ガス排出量の算定ルール上は、伐採木材製品は、森林を伐採・搬出した時点で排出として計上されており、燃焼しても排出量は計上しないことになっています。

¹⁷ 現時点で、バイオマスについては、メタン発酵ガス（バイオマス由来）、間伐等により発生する未利用の木質バイオマス（輸入されたものを除く。）、一般木質バイオマス・農作物残さ、建設資材廃棄物、一般廃棄物その他のバイオマスに区分して、それぞれ買取価格が設定されています。これらの区分方法や買取価格等は毎年見直される可能性があります。個々の発電事業ごとには売電開始時点での価格が一定期間（バイオマスは 20 年間）保証されています。なお、「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」（平成 24 年 6 月林野庁）に基づく証明のない場合は、最も買取価格の安い建設資材廃棄物として取り扱うこととなっています。

¹⁸ 「バイオ燃料の温室効果ガス削減効果に関する LCA ガイドライン Ver. 1.0」（平成 22 年 3 月環境省）

表 2.6-8 バイオマス混焼からみた汽力発電のボイラの特徴

		微粉炭方式 (PC)	循環流動床方式 (CFB)
採用可能なバイオマスの種類・特性		<ul style="list-style-type: none"> 木質ペレットや木質チップ等品質の良く性状が均質のものを微粉碎して用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> 長い燃焼時間が確保できることから、多様な固体燃料を燃焼可能である。このため、木質ペレットや木質チップに加え、林地残材や建設廃材、パームやし殻 (PKS) 等各種のバイオマス燃料を採用することが可能である。 2 種以上のバイオマス燃料種の混焼事例もある。
混焼率	実際の事例	<ul style="list-style-type: none"> 既存の微粉炭機混合破砕方式により、1～数%混焼している事例が、大規模な火力発電を含め複数ある。 	<ul style="list-style-type: none"> 専焼については 7.5 万 kW の計画が公表された。
	現時点で技術的に可能な水準	<ul style="list-style-type: none"> 既存の微粉炭機に少量の木質チップを混合して破砕する方式では数%程度である。 	<ul style="list-style-type: none"> バイオマスを 100% 専焼することも可能である。
	今後の技術開発の動向	<ul style="list-style-type: none"> 石炭とは別に、木質ペレットを単独で粉砕する方式により、熱量比率で 30～50% 程度混焼可能とする技術開発が進められている。熱量比率 25% 混焼に関しては実証事業を終え、商用運転に向けた準備段階にある。 木質ペレット以外に半炭化 (トレファクション) により粉砕性等を高めることで高い混焼率を可能とする研究開発が進められている。 	<ul style="list-style-type: none"> 高い混焼率でも CFB 石炭専焼に匹敵する発電効率を達成するために、従来よりも蒸気条件の高温・高圧化が検討されている。 なお、バイオマスの種類によっては、含有成分による腐食リスクがあることから、高い混焼率では留意が必要である。
留意事項		<ul style="list-style-type: none"> 品質の良い木質ペレットを多量使用するためには、国内の供給ルートのみでは十分な量を確保できず、国外からの輸入を行う必要がある。 木質ペレットは、原料となる粉砕された木材を圧縮成型して加工した高品質な燃料であり、石炭と比べて必ずしも安価ではない。 木質ペレットを微粉砕するための専用ミルが必要な場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 多様なバイオマス燃料を利用できることから、発電規模・混焼率によっては国内でも十分な量を確保できる可能性がある。 一方で、利用可能なバイオマスの種類や量は地域特性により異なり、分散して発生するものが多く、運搬経費等も踏まえれば収集可能な地理的範囲には限界がある。 対象燃料に異物・不純分等を含む場合には、異物除去等の前処理等の対策が必要である。また、設備の摩耗・腐食に対応するための維持管理に留意が必要である。
		<ul style="list-style-type: none"> バイオマス (特に木質チップ等) はかさ密度が小さいため、石炭と比べて貯留に必要な面積が大きい。 雨水対策が求められる。 特に PKS は輸入時の状態によって臭気が発生することも多く、貯留の際は密閉するなどの対策が求められる。 	

(参考事例 12) バイオマス利用に取り組む事例

■川崎バイオマス発電所：川崎バイオマス発電株式会社（神奈川県川崎市）
2011年2月 営業運転開始 （敷地面積 2.2ha、改変面積 4,630m²）

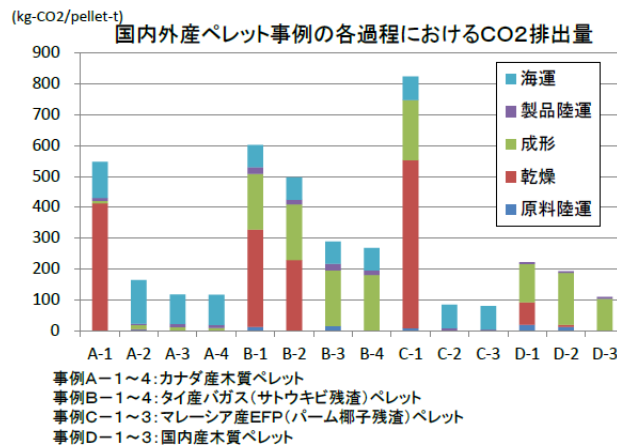
- ✓ 建築廃材等の木質バイオマス燃料を利用した出力 33,000kW の国内最大級のバイオマス専焼発電所
- ✓ 住宅需要が多い都市部で多く発生する建設廃材、食物残渣（コーヒー/大豆/お茶かす）等をバイオマス燃料として発電向けに利用
- ✓ 発電した電気はFITではなく、RPS等による卸売としている。
- ✓ 燃料は、他のバイオマス発電事業者（FIT含む）も積極的に調達するために、必要量の確保が重要な要素となる。
- ✓ 事業者によれば、バイオマス燃料の確保が将来的に困難となった場合は、石炭の混焼ではなく、発電量を少し抑制してでも環境価値を維持することで差別化をはかり、競争力を確保するのが現在の考えである。



(参考 15) バイオマス燃料の製造・輸送に関する二酸化炭素排出量について

国内外産ペレット事例の各工程における CO₂ 排出量については、「国内・外産石炭火力混焼用バイオマス燃料の製造・輸送に係わる CO₂ 排出量の評価」（電力中央研究所報告）で事例が紹介されている。これによると、国外産、国内産ともに、同一の国で製造されたペレットであっても製造過程の違いにより CO₂ 排出量にはばらつきがあること、また国内産と国外産のペレットを比較すると、輸送分を考慮しても国外産の CO₂ 排出量が少ない場合もあることがうかがえる。

バイオマス混焼に際しては、燃料製造に係る二酸化炭素排出量等も考慮し、更なる環境配慮につなげることが有効である。



出典：「国内・外産石炭火力混焼用バイオマス燃料の製造・輸送に係わる CO₂ 排出量の評価」
(平成 23 年 5 月電力中央研究所報告)

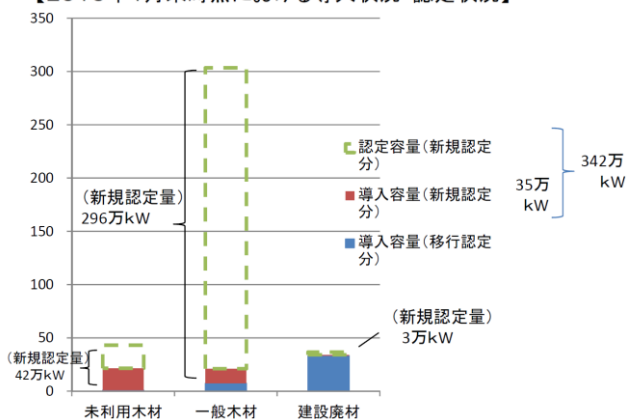
(参考 16) バイオマス燃料の持続可能な利用

◆持続可能性を考慮したバイオマス燃料調達の必要性

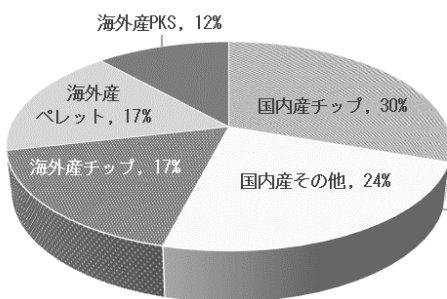
資源エネルギー庁資料によると、固定価格買取制度開始後、約 342 万 kW がバイオマス発電の新規認定を受け、そのうち主に一般木材及び農作物残さを利用するものの認定量が約 296 万 kW と大きな割合を占めている。現在計画・運転されている小規模火力発電においても、燃料にバイオマスを選定している例は多く、小規模火力発電事業者に対するアンケート調査によると、バイオマス燃料の調達先として海外産が約 5 割を占めている。

このような状況に対し、「持続可能なバイオマス発電のあり方に係る調査報告書」（平成 28 年 2 月経済産業省）では、現状の国内森林からの未利用材の供給量を考えれば、輸入バイオマスの利用も視野に入れた検討が必要となるが、輸入バイオマスについても生産・流通実態を考慮し、持続的に利用していく必要があるとしている。輸入バイオマスを含め、バイオマス燃料を調達する際に環境保全の観点を含め持続可能性を考慮することは重要である。

【2016年4月末時点における導入状況・認定状況】



小規模火力発電 バイオマス調達先

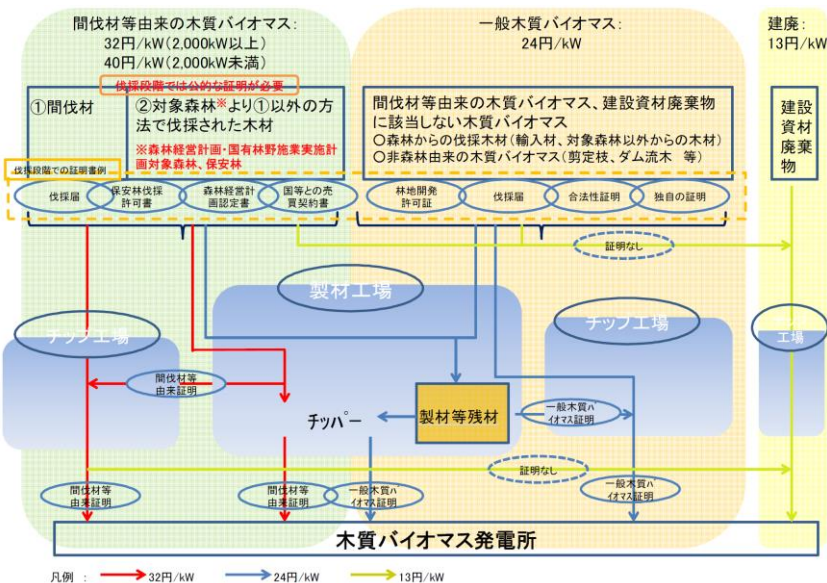


※平成 27 年 8～9 月事業者調査、湿潤ベース
出典：「今後の小規模火力発電等の環境保全について（課題・論点のとりまとめ）」（平成 27 年 12 月小規模火力発電等の環境保全に関する検討会）の事業者調査結果を基に作成

出典：「シンポジウム「固体バイオマスの持続可能性確保へ向けて～英国の事例と日本の課題～」」（平成 28 年 9 月資源エネルギー庁資料）

◆日本における木質バイオマス燃料の持続可能性に関わる取組例

「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」（平成 24 年 6 月林野庁）は、発電の燃料としての木質バイオマスが適切に分別管理・証明されるよう、供給者が取り組むに当たって留意すべき事項等を取りまとめている。ガイドラインに基づく木質バイオマスの証明と流通の主な流れは下図のようになり、間伐材等由来の木質バイオマス、一般木質バイオマス及び建設資材廃棄物の種類別に適切な識別・証明を行う必要がある。



出典：「木質バイオマス発電・証明ガイドライン Q&A」（平成 27 年 7 月林野庁）

また、「合法伐採木材等の流通及び利用の促進に関する法律」（平成 28 年法律第 48 号。平成 29 年 5 月施行）では、我が国又は外国における違法な伐採及び違法伐採に係る木材の流通が、森林の有する多面にわたる機能（地球温暖化の防止、自然環境の保全、林産物の供給等）に影響を及ぼすおそれがあることに鑑み、合法伐採木材等（我が国又は原産国の法令に適合して伐採された樹木を材料とする木材及び家具、紙等の物品）の流通及び利用を促進することとしている。本法では、国が定める基準を踏まえ、合法伐採木材等の利用を確保するための措置を適切かつ確実に講ずる者は「登録木材関連事業者」として登録を受けることができる。こうした、「登録木材関連事業者」の登録を進め、合法伐採木材等の利用を推進することは、自然環境の保全に配慮した木材産業の持続的かつ健全な発展並びに地域及び地球の環境の保全に資するものである。

◆国際的なバイオマスの持続可能性に係る指標

バイオマスエネルギーの持続的発展を図ることを目的に、GBEP (Global Bioenergy Partnership : 国際バイオマスエネルギー・パートナーシップ) が 2006 年に設立され、現在日本を含む 23 か国と 14 の国際機関がメンバーとして参加している。

GBEP は、バイオマスエネルギーの生産・利用に関する持続可能性を評価する世界共通のツールを提供することで、各国のバイオマスエネルギー政策を支援することを目的としている。「農林水産政策研究所成果報告会資料」（平成 23 年 8 月 30 日）によれば、指標は大きく環境、社会、経済及びエネルギー安全保障の分野に分かれ、環境ではライフサイクル温室効果ガス排出量、バイオ燃料の原料生産に伴う土地利用と土地利用変化等の 8 つの指標が示されている。指標の選択や実際の利用方法は、生産事例の実情に合った指標を選択し評価することが紹介されている。

◆燃料調達に持続可能性を考慮した英国の取組事例

英国では、欧州委員会の「RED : Renewable Energy Directive (再生可能エネルギー指令)」に基づき、GBEP 指標と同様にバイオマスの持続可能性を考慮するため、「Sustainability Criteria」(OFGEM: The Office of Gas and Electricity Markets (英国電力規制庁)) で基準の設定、要件、算定方法が示されている。また、違法伐採等、土地に関わる基準設定や遵守方法は、「Woodfuel Advice Note : 木質燃料アドバイスノート」(Department of Energy and Climate Change 平成 26 年) に示されている。「Sustainability Criteria Guidance : 持続可能性基準に関する手引き書」では、ライフサイクル全体で温室効果ガス排出に関わる発電までの各プロセスのインプットデータが例示され、実データを用いた算定手順も示されている。また、算定マニュアルや OFGEM に報告するためのツール等も紹介されている。英国ではこれらに基づき持続可能性を評価し、年次報告することが求められている。



図 固形バイオマス発電のサプライチェーンの例(短期伐採林ペレット)

入力データ

- | | |
|---------------|------------------|
| ・ 窒素肥料の施用量 | ・ 処理効率 |
| ・ 収穫量 | ・ 燃料の種類・需要 |
| ・ 栽培のための燃料使用量 | ・ 電力需要 |
| ・ 輸送距離 | ・ 副産物の収量・エネルギー含量 |

CHP※1 発電所以外

$$\text{GHG 排出量 (gCO}_2\text{eq/MJ electricity)} = \frac{\text{バイオマス生産に伴う排出量}}{\text{発電所の発電効率}}$$

CHP※1 発電所

$$\text{GHG 排出量 (gCO}_2\text{eq/MJ electricity)} = \frac{\text{バイオマス生産に伴う排出量}}{\text{発電所の発電効率}} \left(\frac{\text{発電所の発電効率}}{\text{発電所の発電効率} + \text{Ch}^{\ast 2} \times \text{発電所の熱効率}} \right)$$

※1 CHP: 熱電併給システム

※2 Ch: 熱補正係数

出典: 「Renewables Obligation: Sustainability Criteria」(平成 28 年 3 月英国電力規制庁 (OFGEM: The Office of Gas and Electricity Markets))

URL : <https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/renewables-obligation-sustainability-criteria>

(3) 発電効率の高い設備の導入

表 2.6-9 に現時点で計画されている発電設備の発電効率（汽力；固体燃料）を、表 2.6-10 に現時点で達成可能な発電設備の発電効率（気体燃料）を示します。なお、表 2.6-10 に示す発電効率は、発電のみを行う場合の値であり、蒸気利用も行う場合にはこれより低下することがあります。

表 2.6-9 現時点で計画されている発電設備の発電効率（汽力；固体燃料）

発電方式 (原動力の種類)	規模 (単機出力)	燃料種	発電端効率 (%)		送電端効率 (%)		所内率 (%)
			HHV	LHV	HHV	LHV	
汽力 (PC)	11 万 kW	石炭 (瀝青炭) 等	39.5	41.5	36.5	38	8
石炭専焼の事例であり、タービン入口蒸気条件は 16.6MPa (主蒸気温度 566℃、再熱温度 566℃) である。							
汽力 (PC)	11 万 kW	石炭 (瀝青炭) 等	40~41	42~43	35.5~ 36.5	37.5~ 38.5	10~11
石炭専焼の事例であり、タービン入口蒸気条件は 16.6MPa (主蒸気温度 566℃、再熱温度 566℃) である。							
汽力 (CFB)	11 万 kW	石炭、バイオマス (50%混焼)	37.5 ^{※1}	39.5 ^{※1}	※2		
高い比率でバイオマスを混焼する事例であり、タービン入口蒸気条件は 12.5MPa (主蒸気温度 538℃、再熱温度 538℃) 級であると考えられる。							

※1：発電端効率は炭種、外気温度により変化する。また、所内率は復水器の冷却方式や環境対策装置の仕様によっても変化するため、送電端効率もこれらの条件に応じて相違する。

※2:PC と比較して幅広い範囲の燃料を活用でき、燃料によって燃焼特性、腐食リスク等が変わるため、発電効率も変わる。PC と CFB は燃料種等の条件が異なっているため、発電効率を単純に比較することはできないことに留意する必要がある。なお、ここでは便宜上石炭の関係式で計算しているが、バイオマスと石炭とでは含水率等の違いより、HHV と LHV の関係が異なる (p.8 参照)。

※3：計画事例での所内率及び送電端効率は不明だが、PC に比べて CFB の所内率は 2%程度高いことが見込まれている。(送電端効率=発電端効率 × (1-所内率))

※4：表中の値は、平成 26 年 10 月時点で確認できたものを含む。

表 2.6-10 現時点で達成可能な発電設備の発電効率（気体燃料）

発電方式 (原動力の種類)	規模 (単機出力)	燃料種	発電端効率 (%)	
			HHV	LHV
GTCC	5万kW程度	天然ガス	48	53
	10万kW程度		49	54
GT	3万kW程度		36	40
	10万kW程度		40	44
GE	8,000kW程度	44	49	

※1：外気温度等の機器の設置状況により実際の発電端効率は相違する。特にガスタービンは、吸い込む空気の質量変化による影響があり、大気温度が上昇すると空気密度が小さくなるので、燃焼器へ送られる空気の質量が低下し、発電効率が低下する。GTCC は、基本的には補機動力控除後の仕様値を掲載しているが、環境保全装置の付加等により、これよりも低下する可能性がある。また、GT は吸気温度 15℃、大気圧力 103.3kPa、給排気圧損なしの ISO 条件での値であり、実際の発電端効率はこれよりも数%低下する。

※2：ガスの HHV 基準の発電効率は、LHV = HHV / 0.9 として計算した (p.8 参照)。

出典：“Gas Turbine World 2014 Performance Specs” (平成 26 年 Pequot Publishing Inc.)、「天然ガスコージェネレーション機器データ 2013」(平成 25 年日本工業出版株式会社)より作成

汽力発電及びGTCC発電では、高効率の原動力（ボイラ等）に加えて、タービンや発電機等を含め発電設備全体として最適な発電効率となるよう設計されます。PCとCFBでは、同一の蒸気条件であればタービンや発電機の効率は同様ですが、燃料の性状等によるボイラ効率の差によって発電効率が異なります。CFBでは媒体の流動のための動力が必要なことから、PCと比べて所内率が高くなり、発電端効率が同等でも送電端効率は低下しますが、サイクロン内部に回転ロータを設置して未燃分の回収効率を高める工夫を行い、ボイラ効率を向上させている事例があります。

これまでの火力発電は規模の大型化に伴い、蒸気を高温・高圧化することで、発電効率を大幅に向上してきました。一方、従来の小規模火力発電設備では、蒸気条件が高温・高圧のものでも、非再熱方式で蒸気温度が530℃程度、蒸気圧力が12MPa程度でしたが、近年の11万kW級の発電所の計画では、15～20万kW程度の発電所と同様に、再熱方式を採用し、主蒸気の温度を566℃、蒸気圧力を17MPa程度にまで向上させています。また、発電端効率の向上のほかにも、所内動力や送電ロスの削減も対策として挙げられます。

なお、発電効率の向上による燃料消費量の低減は、発電電力量当たりの排ガス量の低減、すなわち、大気汚染物質の排出量に、また、発電電力量当たりの排熱量の減少、すなわち、温排水の排出量の減少にもつながります。このように、発電効率の向上は、地球温暖化対策以外の面でも効果があります。

（参考17）低炭素電力供給システムのための火力発電の役割（調整電源機能）

「低炭素電力供給システムの構築に向けて～低炭素電力供給システムに関する研究会報告書」（平成21年7月資源エネルギー庁電力・ガス事業部電力基盤整備課）においては、火力発電による出力調整能力についてはこれまで以上にその必要性が高まることに十分留意することが必要であるとされている。具体的には、太陽光発電等の大量導入時における火力発電には、

- 発電開始までの立ち上げ時間が短いこと
- 急激な需要変動に対応可能な出力変化速度（kW/分）が大きいこと
- 最低負荷の小さいこと（いわゆる「下げ代」が大きい）
- 十分なガバナフリー¹⁹容量及びLFC²⁰容量の確保
- 低負荷運転時に効率の低下が小さいこと
- 多様な燃料種への対応

等の性能が重要であるとされている。

¹⁹ 発電機出力や周波数の増減に応じて回転数変化を検出し制御弁を開閉することで、発電機の回転数を一定に制御させるもの（出典：同研究会報告書）

²⁰ Load Frequency Control：給電指令所の自動周波数制御装置により周波数偏差を検出し、短周期の負荷調整を行う出力指令信号（出典：同研究会報告書）

(4) コージェネレーションの導入

発電と同時に、発生する蒸気や排熱²¹を利用するコージェネレーションにより、総合的なエネルギー利用効率を高めることができます。このため、周辺に安定した熱需要がある場合には、コージェネレーションの導入を積極的に検討することが求められます。特に、小規模火力発電においては、発電設備の規模が小さくなり、発電効率が低下することから、総合的なエネルギー利用効率を向上させるために、積極的にコージェネレーションを採用することが重要です。これまでの小規模火力発電では、工場等の熱需要を賄いつつ、主に自家消費のための発電を行う目的で、コージェネレーションは導入されていますが、小規模火力発電を設置する周辺の熱需要も勘案して、コージェネレーションの導入を検討することが重要です。5万kW程度の出力規模の小規模火力発電では、ほとんどがコージェネレーションを導入していると言われています。

コージェネレーションの導入においては、熱・電気の需要規模や比率（熱電比）等を踏まえ、高い総合的なエネルギー利用効率が確保できるようなシステムを事業計画段階から検討することが重要です。

その際、電気が熱に比べエネルギーとして質が高い（仕事に変換できる割合が高い）ことを踏まえれば、発電効率をできるだけ向上させた上で、必要な温度の熱を取り出せる方式が選択されることが一般的には有効です。さらに、生産設備等における熱需要の削減等の省エネルギー対策を実施した上で、コージェネレーションを導入することが、総合的な省エネルギーにつながります。

環境面からは、コージェネレーションについては、これを熱需要まで含めたトータルのエネルギーシステムとして捉え、コージェネレーションを採用しない場合との何らかの比較によって、CO₂排出量の削減効果を評価することができます（参考18参照）。

以下に、発電方式（原動力の種類）別のコージェネレーション利用上の特徴を説明します。

汽力発電では、蒸気の取り出し方に応じた複数のタービンの種類があり、事業の目的に応じて、大量の蒸気利用を行うことも、必要に応じた蒸気の量を取り出すことも可能であり、利用する蒸気の量等に応じ、抽気復水タービン、背圧タービン等が用いられます。エネルギーの有効利用のためには発電専用設備と同様に蒸気条件の高温・高圧化が求められます。なお、再熱サイクルにおける抽気蒸気の利用は、再熱化により発電効率を向上させつつ、蒸気利用も行えるものの、抽気蒸気量の変動や設備の複雑化への対応が必要となるなどの課題があります。

GT 発電では、GT の排ガス温度が高いため、排熱回収ボイラにより蒸気利用が可能です。GT と排熱回収ボイラを単純に組み合わせたシステムでは、発電出力と発生蒸気量の比率は基本的には一定となりますが、さらに蒸気タービンと組み合わせて余剰蒸気により発電も行うシステムでは、熱電比の可変性を高めることができます。

GE は、同一出力規模での単体での発電効率は GT より高いですが、ボイラを設置して取り出せる蒸気量は GT より少なく、排熱としては温水の割合も多いため、熱電比が低い場合（熱に対して電気の需要が大きい場合）に向いています。

コージェネレーションにおいて、発電効率と熱回収効率（投入熱量に対して熱利用のために回

²¹ コージェネレーションという用語は、発電に用いる GT や GE 等内燃機関の排熱を利用するシステムのみを指す場合もあります。本実務集では、ボイラ蒸気を発電と熱の利用の両方に用いる場合も含めて熱電併給（熱併給発電）として広義に用いています。

収された熱量の比率)を単純に足した値を総合効率(総合エネルギー効率、あるいは総合熱効率と呼ばれることもある。)といます。ここで、総合効率の「分子」には、電気(仕事)だけでなく熱の量も含まれています²²。環境省では、先導的(Leading)な低炭素技術(Low-carbon Technology)=L2-Tech(エルツーテック)の普及・拡大を目的として、日本法人が製造又は販売する製品を対象として幅広くL2-Tech認証を行っています。認証に用いられる「L2-Tech水準」の中では、コージェネレーションについては、表2.6-11のような数値が示されています。

表 2.6-11 L2-Tech水準表に示されたコージェネレーションの総合効率の水準

設備・機器等の名称	クラス		L2-Tech水準・測定単位		
	条件	能力 (発電出力)	水準	単位	名称
ガスエンジンコージェネレーション	50Hz	3000kW超	85.5	%	総合効率
	60Hz	3000kW超	85.6	%	総合効率
ガスタービンコージェネレーション	50Hz	40000kW超	84.0	%	総合効率
	60Hz	40000kW超	84.0	%	総合効率

出典：「2016年度夏版L2-Tech水準表」(平成28年8月環境省地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室)の「区分(技術分類)：コージェネレーション」のうち、能力(発電出力)が最大の階級について抜粋して作成

注) 同程度の総合効率であっても、電気と熱の比率、及び、回収される熱のうちの蒸気と温水の比率は、設備・機器により相違することがある。また、同じ設備・機器であっても、回収する蒸気や温水の比率や圧力・温度により、総合効率は変化することがある。

²² 熱は温度によりエネルギーとしての質が異なる点を考慮し、熱を電気と等価値に換算して示す「エクセルギー効率」も提案されています。

(参考 18) コージェネレーション導入による二酸化炭素排出量の削減効果の評価手法

コージェネレーションシステムの導入に当たっては、熱と電気の両方が供給されることから、その両者を勘案した定量的な CO₂ 排出量の削減効果の評価する必要があり、以下のような手法がある。

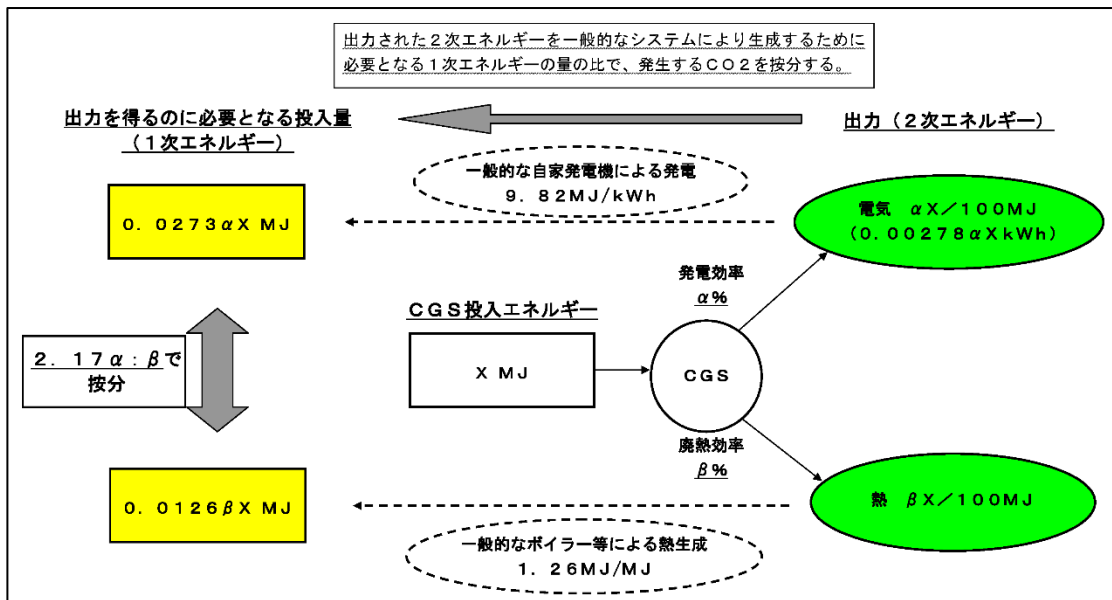
①二酸化炭素排出削減量による評価

コージェネレーションの導入による CO₂ 排出量の削減量は、導入しない場合との比較で評価される。導入しない場合の排出量は、コージェネレーション導入前の排出量や、そのコージェネレーションを導入しなかった場合の仮想シナリオ（ベースライン）による排出量を用いることが考えられる。

前者では、現況よりも悪化しないと評価できる。後者では、ベースラインについてコージェネレーションで代替される系統電力や熱供給のそれぞれの CO₂ 排出量（排出係数）を定める必要がある点に留意する必要がある。「J-クレジット制度」における方法論（「方法論 EN-S-007 (ver. 1.0) コージェネレーションの導入」（平成 25 年 J-クレジット制度運営委員会承認））等が参考になる。

②電気の二酸化炭素排出係数による評価

地球温暖化対策の推進に関する法律（平成 10 年法律第 117 号）に基づく算定・報告・公表制度においては、電気事業者が排出係数（kgCO₂/kWh）を算定するための方法が示されており、コージェネレーションの場合の二酸化炭素排出量を電気と熱に配分する方法も示されている（下図参照）。これは、二酸化炭素排出量を、電気と熱のそれぞれの熱量で単純に按分するのではなく、電気と熱をそれぞれ単独で得る場合の（標準的な）熱効率で割り戻して按分する方法である。この方法で求められるコージェネレーションによる電気部分を取り出した CO₂ 排出係数は、発電単独の場合の CO₂ 排出係数と比べて、大きく低下する場合もあるが、電気と熱を総合して考えれば、温室効果ガス削減となっている。



出典：「電気事業者ごとの実排出係数及び調整後排出係数の算出及び公表について」（平成 27 年 4 月 1 日改正）

2.6.4 その他の環境保全対策

ここでは、2.4.2 で示した「必要に応じた評価項目」に関する対策を示します。想定される具体的な環境影響については、2.4.2 を参照してください。

(1) 石炭粉じん対策

【飛散防止対策の例】

- ✓ 場内を走行する車両等による巻き上げを防止するため、路面清掃や散水を行います。
- ✓ 石炭の貯留に際しては、サイロ方式を採用します。
- ✓ 屋外貯炭場（石炭ヤード）を設置する場合は、散水や表面硬化剤の散布、貯炭場周囲への防じんネット設置等を行います。
- ✓ 運炭用のベルトコンベアは、密閉構造とします。
- ✓ 石炭運搬車両を使用する場合は、飛散防止カバー付きの車両を使用します。
- ✓ 運搬車両から石炭貯留設備に運搬する場合は、屋内で作業します。

(2) 水質保全対策

【発電設備個別における排水処理の例】（図 2.6-7 を参照）

- ✓ 窒素分や金属類を含む脱硫排水や機器洗浄排水は、凝集沈殿装置やろ過装置、イオン交換装置、中和装置等により、窒素分や金属類、フッ素等を除去した後、放流します。
- ✓ ボイラ等から生じるプラント一般排水、窒素分等を含まない排水等は、pH 調整による中和処理と、凝集沈殿・ろ過による浮遊物質を除去した後、放流します。
- ✓ 生活排水は、BOD 又は COD 成分や浮遊物質等を除去した後、放流します。
- ✓ これらの方法によって除去が困難な物質（ホウ素等）が含まれる場合には、個別の物質に応じた凝集沈殿法や吸着法を採用します。

【工場全体における排水処理の例】

- ✓ 工場等に発電設備を設置する場合、工場全体の総合排水処理システムを活用することもあります。

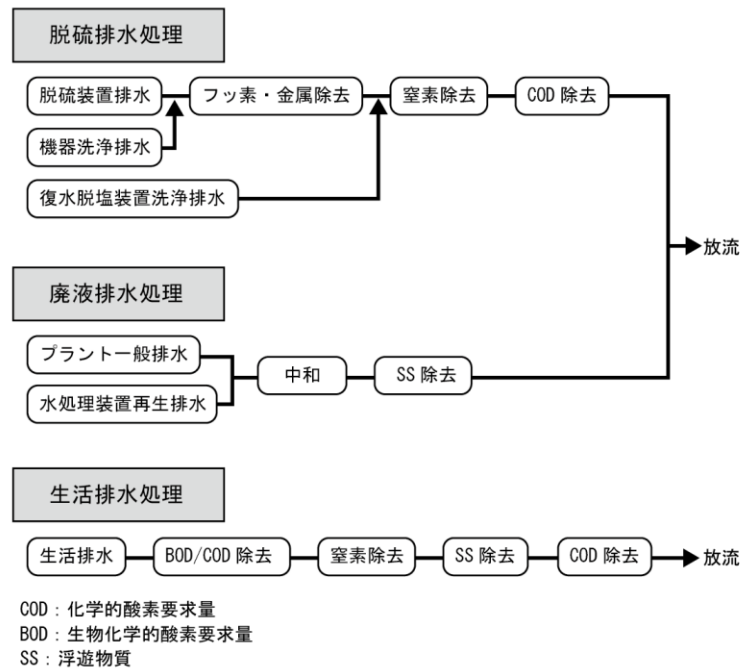


図 2.6-7 排水フロー図

出典：中部電力 Web サイトより作成

(http://www.chuden.co.jp/energy/ene_energy/thermal/hat_thermal/sea/index.html)

(3) 温排水対策

【取水・放水・水温上昇に関する対策の例】

- ✓ 海水取放水温度差を 7℃以下とすること、取水流速をできる限り遅くすること等の対策があります。
- ✓ 海水取水方式として深層取水やカーテンウォール方式等を採用します。
- ✓ 海域への放水方式として、温排水の拡散範囲を小さくするために水中放水方式を採用します。

(4) 動物・植物・生態系の保全対策

重要種の生息・生育の可能性がある場合には、地方公共団体や住民等とのコミュニケーションを十分に行い、地域の理解を得ながら対策を行うことが重要です。

【生物の生息・生育環境改変の回避・低減の例】

- ✓ 発電所の設置場所に施設跡地等を採用する等、新たな地形改変や植生改変を行わないよう配慮します。
- ✓ 生物の生息・生育環境として重要と思われる環境の改変を回避する、又は改変面積を最小限にします。

【工事の方法等の配慮の例】

- ✓ 重要な動物の繁殖地に近接する場合は、繁殖期における工事の方法を工夫するなど、工事計画において配慮します。

【緑化樹種選定における配慮の例】

- ✓ 臨海部における緑化樹種は、地域の植物誌等を参考に、潜在自然植生を踏まえ、潮風害

に抵抗性のある種等から選定します。

- ✓ 内陸部における緑化樹種は、周辺植生との連続性に配慮するとともに、地域の植物誌等を参考に郷土種から選定します。

(5) 景観保全対策

【配置、形状及び色彩への配慮の例】

- ✓ 構造物の配置、形状及び色彩については、周辺景観との調和を図ることで、眺望景観への影響を緩和します。
- ✓ 修景緑化を行うことで、設備等の人工構造物が出現することによる影響を緩和します。
なお、遊覧船が就航している場合等、海上からの眺望にも配慮が必要な場合があることに留意します。

(6) 産業廃棄物対策

【廃棄物等の発生抑制の例】

- ✓ 灰分の少ない炭種を選定します。ただし、脱硫に石灰-石こう法を用いる場合は、硫黄分の少ない炭種を選定したり、バイオマスを混焼することによって、得られる石こうの純度が低下し、有効利用の妨げとなる場合もあるため、排ガス処理方式等と併せて総合的に検討することが重要です。

【廃棄物等の再生利用の例】

- ✓ 発生する副生品は、有効利用を図ります。
(副生品の有効利用例)
 - ・フライアッシュ：セメント原料、肥料、土木材料（土壌改良剤等）
 - ・クリンカアッシュ：セメント原料、土木材料（路盤材、軽量盛土材等）
 - ・脱硫石膏：セメント原料、石膏ボード原料
- ✓ 事業の計画段階から、発生する副生品の量に応じて、副生品の引取先等を検討することに留意します。
- ✓ 脱硫排水の処理汚泥を脱水・焼却後、セメント原料として再生利用します。

(7) 工事中、運転時の資材等の搬出入に対する環境保全対策

【建設機械の対策の例】

- ✓ 低騒音、低振動工法を採用します。
- ✓ 環境保全型建設機械（排出ガス対策型や低騒音型、超低騒音型、低振動型、低炭素型建設機械等）を使用します。
- ✓ 建設機械の点検・整備を十分に行います。
- ✓ 建設機械の集中稼働を行わないよう、工事工程の平準化、建設機械の効率的稼働を行います。

【工事区域における対策の例】

- ✓ 工事区域に、適宜散水を実施します。
- ✓ 工事区域の周囲に仮囲いを設置します。

【工事用車両、運転時の資材等の搬出入車両の対策の例】

- ✓ 車両は、低公害・低燃費車を使用します。
- ✓ 乗り合いを励行し、作業員の通勤車両や工事用車両の台数を削減します。
- ✓ 資材等の搬出入車両の走行時間帯、曜日、ルートに配慮するとともに、車両台数の平準化を図ります。
- ✓ 規制速度遵守やアイドリングストップの励行、定められた走行ルートの利用徹底等を運転者へ教育・指導します。

(8) 白煙、悪臭対策等

小規模火力発電では、主に冷却塔方式が採用されます。空気と接触させて冷却水を冷却する方式の冷却塔では、湿った空気がエアロゾル状の白煙となり、大気中に熱とともに放出されます。特に湿度の高い梅雨の時期や大気温度の低い冬季に白煙が生じやすくなります。

影響範囲に民家や道路、また白煙の影響を受けやすい業種の工場・事業所等が位置する場合には、地域の特性に応じて対策を検討することが重要です。

【白煙防止の例】

- ✓ 冷却塔をできる限り敷地境界から離して配置します。
- ✓ 白煙除去装置を採用します。

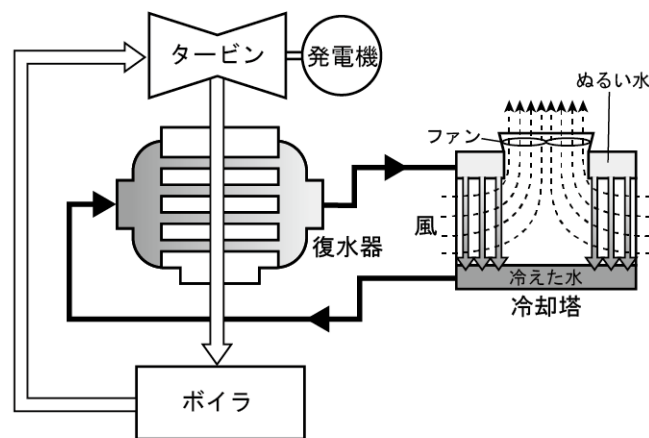


図 2.6-8 復水器及び冷却塔の概念図

また、近年、燃料にバイオマスを選定することが増えていますが、バイオマスの種類によっては臭気が懸念されるものがあります。特に PKS は輸入時の状態によって臭気が発生することもあり、多いことに留意が必要です。

【バイオマス燃料の密閉保管の例】

- ✓ バイオマス燃料を使用する場合は、臭気発生の有無について十分情報を収集した上で、必要に応じて、臭気が漏れることのないよう、密閉して保管できる施設を用意します。

3. 燃料転換の望ましい自主的な環境アセスメント

3.1 本実務集で対象とする燃料転換事業

本実務集における「燃料転換」とは、タービン・発電機は交換せず、ボイラの交換又は改造とともに燃料種（主燃料）の転換を行うもので、出力 11.25 万 kW 以上（売電用発電・自家消費用自家発電を問わない）とします。火力発電所は、技術的・経済的・社会的・環境的な面で規模による違いが大きいと考えられることから、規模に着目して整理しているため、11.25 万 kW 未満の燃料転換を行う事業については、2. を参照してください。

環境影響評価法の対象となる火力発電所の設置の事業の種類は、環境影響評価法施行令の規定により「発電設備の新設を伴う火力発電所の変更の工事の事業」とされており、原動力設備のみの変更（ボイラの改造等であって、石炭、石油、液化ガス等の燃料の種類の変更を含む）を行う「燃料転換」は、発電設備の新設を伴わないため対象となっていません。また、燃料転換を環境影響評価条例の対象事業と明示している地方公共団体はありません。

そのため、燃料転換に係る環境アセスメントの実施は事業者の判断に任されています。

3.1.1 燃料転換の事業特性と環境上の特徴

燃料転換は、原油・重油から石炭等への転換が 29 事例、原油・重油から天然ガス等への転換が 32 事例の実績が明らかとなっています（出力が 11.25 万 kW 以上の発電所を有する事業者に対し調査。昭和 52 年 7 月以降の事例）。

また、燃料転換を行う際の工事内容は、バーナや燃料系統のみの交換、ボイラ全体の交換、貯炭場や環境保全対策設備を新設するなど多様です。

(参考 19) 燃料転換を行う際の工事内容

平成以降の燃料転換実施（予定）事業者に対して実施したアンケート調査では、回答のあった 19 施設のうち、ボイラ全体の交換は 10 事例、バーナや燃料系統のみの交換は 9 事例であった。また、ボイラ交換に伴い、貯炭場や環境対策設備を設置する事例もあった。

ボイラの交換	新たなボイラを設置
	ボイラ全体を交換
	ボイラの老朽更新
	ボイラの老朽更新
	燃料種の異なる新ボイラを建設し、転換前のボイラの運用を停止
	石炭焼きボイラ～煙突を新設し、重油焼きボイラ～煙突を撤去
	蒸気タービン・発電機は流用
	ボイラ交換の他、屋内貯炭場、石炭灰貯蔵設備、石炭受入設備、環境対策設備設置
	ボイラ交換の他、屋内貯炭場、石炭灰貯蔵設備、石炭受入設備、環境対策設備設置
	ボイラ全体を交換
バーナ等の交換	ボイラ全体を更新
	ガスタービンのバーナを含む燃焼器まわりの改造、及び燃料設備（LNG ステーション）の新設
	バーナ、チップ、ポンプ更新、バーナ挿入部（ボイラ本体）改造、流量計（オーバルメーター）更新、噴霧蒸気設備改造（減温設備新設）、C 重油用配管保温トレース撤去
	バーナ、燃料系統を追加予定
	天然ガス受入設備及び天然ガス減圧設備新設、ボイラ改造（バーナ入替他）
	天然ガス受入設備及び天然ガス減圧設備新設、ボイラ改造（バーナ入替他）
	SDA ピッチ用タンク 1 基及びポンプ 2 基、同熱交換器 1 基、燃焼設備一式、燃料添加剤用タンク、ポンプ、注入設備一式、脱硝設備の新設、電気集塵器、炉内煤吹き装置の能力増強更新
	バーナや燃料系統を交換
GMF（ガスマキシングファン）の追加、重原油バーナを天然ガスバーナへ交換	
石油コークス用バーナへ変更するなどボイラ内部を改造	
環境設備を増強するとともに、石油コークス受入設備・粉碎設備を新設	

3.2 自主的な環境アセスメントの手順

本実務集の対象とする燃料転換は、出力規模は法対象規模と同等に大きく、さらに事業の内容が多様であり、想定ケースのような形で評価項目や調査・予測・評価手法を定型的に示すことが困難です。また、発電設備の新設を伴う場合で、環境影響評価書を公告する前、又は公告した後であって着工前に燃料の種類を変更した場合は、環境影響評価法に基づく環境アセスメントの手続を再実施する必要があります。

これらのことから、燃料転換については、小規模火力発電における手順に加え、環境影響評価法・環境影響評価条例を参考に、方法書相当の手順を実施することが重要です。また、その手順の一環として、これについて、住民等や地域の環境保全に責任を有する地方公共団体、専門家から意見を聴くことが重要です。

これらを踏まえ、燃料転換の望ましい自主的な環境アセスメントの手順は、図 3.2-1 に示すとおり、①方法書相当段階、②準備書相当段階、③評価書相当段階、④報告書相当段階の 4 つのステップとしています。

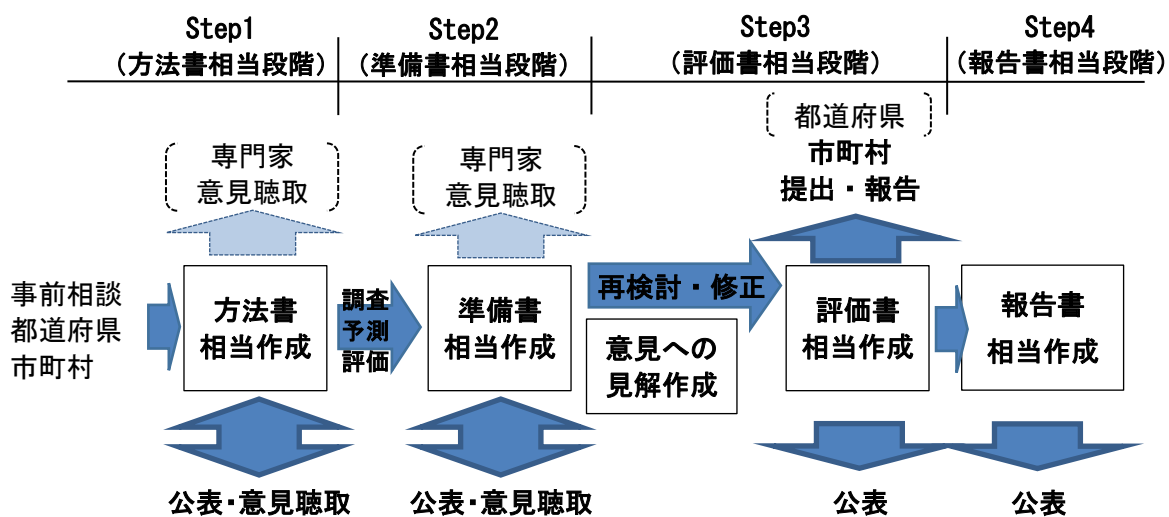


図 3.2-1 燃料転換の望ましい自主的な環境アセスメントの手順のフロー

まず、事前準備として、自主的な環境アセスメントの計画を立て、その計画について、立地を予定する地方公共団体に相談にいきます。

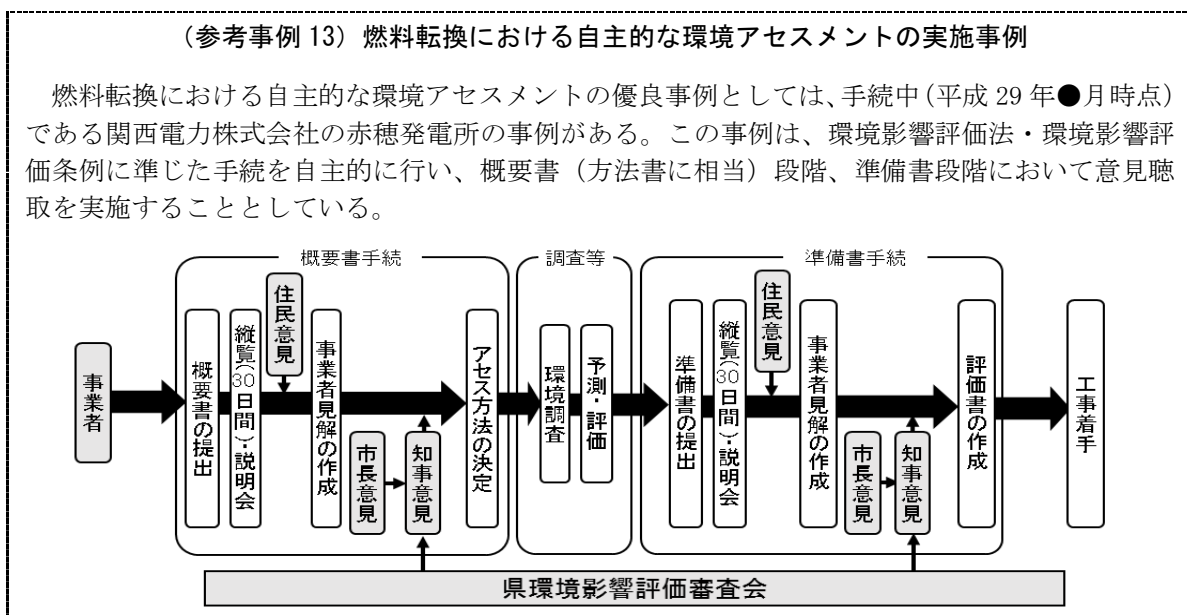
Step1 (方法書相当段階): 環境影響評価の項目、調査・予測・評価の手法を検討し、これを方法書相当の図書として取りまとめます。取りまとめた方法書相当の図書を公表し、地方公共団体、住民等から意見を受け付けます。

Step2 (準備書相当段階): 方法書相当の図書に対する意見を踏まえ、環境に関する調査を行い、事業実施に伴う影響を予測・評価するとともに、環境保全措置を検討し、これを準備書相当の図書として取りまとめます。取りまとめた準備書相当の図書を公表し、地方公共団体、住民等から意見を受け付けます。

Step3 (評価書相当段階): 住民等からの意見をを受けて、事業者の見解を整理するとともに、必要に応じて環境保全措置の内容等の再検討を行います。住民等の意見やそれに対する回答、再検討結果を評価書相当の図書を修正し、公表するとともに、市町村に情報共有します。

Step4 (報告書相当段階): 事業着手後、建設工事中や運転開始後において、環境影響評価書に従って、環境保全措置を講じます。その結果を関係法令に基づく測定や事後調査等によって確認し、報告・公表します。

なお、燃料転換は、ボイラ本体の取替えから燃料系統の改造を行うものまで、また環境施設（排ガス、排水処理等）も全体の設備改造から既設の有効利用まで多様であり、環境アセスメントの実施に当たっては、改造範囲や地方公共団体との公害防止協定等をはじめとした地域特性も踏まえることが重要です。また、燃料転換によって大気汚染物質や温室効果ガス等による環境負荷が低減されることが明らかな場合には、その旨を説明した上で、タービン・発電機が変わらないことや工事内容が多様であること等の燃料転換の特性も踏まえて、柔軟に自主的な環境アセスメントの手順を検討することも想定されます。さらに、その立地地域で既に事業を営んでおり、立地する地方公共団体や住民等と事業者との間でコミュニケーションの仕組みが既にある場合も想定されます。自主的な環境アセスメントの具体的な手順を検討する際には、これらのような事業特性・地域特性を踏まえ、コミュニケーションの仕組みが既にある場合には、それを尊重して自主的な環境アセスメントを実施することが、適切な環境配慮と住民理解等の促進にとって重要です。その際、火力発電による主要な環境影響である CO₂ の排出等は、地球環境保全に関わるものであることから、地域の住民に加え、より広範な方々から意見を聴くことも重要です。



(参考事例 14) 自主的に条例に準じた環境アセスメントを行っている例

関係団体ヒアリングで紹介された事例では、環境影響評価条例上の規定はないが、事業者から知事意見の求めがあれば回答できるとの判断により、事業者からの申出を受けることで、条例に準じた手続を自主的に行っている。このような取組のほか、長崎県、新潟市、さいたま市、川崎市等においては、環境影響評価条例において、条例に準じた環境アセスメントを行うことを都道府県知事等に申し出ることができるよう規定している。特に、川崎市においては、手続事例が 14 事例あり、公共事業だけでなく、民間企業による事業も自主的な環境アセスメントを条例に準じて行っている。また、沖縄県は条例に定めはないが、運用において事業者の自主的な環境アセスメントを支援した事例がある。

3.3 環境アセスメントの際の留意事項

3.3.1 評価項目の選定の際の留意事項

環境影響の評価項目の選定は、「発電所の設置又は変更の工事の事業に係る計画段階配慮事項の選定並びに当該計画段階配慮事項に係る調査、予測及び評価の手法に関する指針、環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針並びに環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令(平成10年通商産業省令第54号。以下「発電所アセス省令」という。)を参考に、事業に伴う影響要因がその影響要因により影響を受けるおそれがある環境要素に及ぼす影響の重大性について客観的かつ科学的に検討することにより、発電所アセス省令に掲げられた一般的な事業の内容と事業特性との相違を把握した上で、一般的な事業の内容によって行われる事業に伴う影響要因について発電所アセス省令においてその影響を受けるおそれがあるとされる環境要素に係る項目(以下「参考項目」という。)を勘案しつつ、把握した事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、環境影響の評価項目の選定を行うことが求められます。想定された一般的な事業内容及び参考項目の選定根拠については、「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引」(平成27年7月改訂経済産業省)において解説されており、これを参考にすることができます。

ただし、燃料転換の事業の内容は多様であることから、必ずしも参考項目にとらわれず、方法書相当段階を通じて地方公共団体等の意見を取り入れ、柔軟に選定することが、地域の状況に応じた適切な環境配慮、住民理解等の促進のために重要です。

なお、燃料転換に係る評価項目の選定に当たり、留意すべき事項として以下の点が挙げられます。

【動植物・生態系への影響】

- ・動植物・生態系への影響は参考項目とされていますが、関連設備を整備せずに土地の改変が限定的な場合には、事前準備で既存文献等を用いた調査・予測・評価を行い、既存文献等により影響が小さいと評価される場合には、ティアリングにより現地調査等を行わないことができます。
- ・動物・植物と生態系はセットとして考えるべきであり、動物・植物の重要種の調査・予測・評価を行うのであれば、生態系の評価も行うことが重要です。

3.3.2 調査・予測・評価手法の選定の際の留意事項

調査・予測・評価手法は、発電所アセス省令別表備考第二号に掲げる一般的な事業の内容と事業特性との相違を把握した上で、参考項目ごとに別表第7に掲げられた参考となる調査及び予測の手法(以下「参考手法」という。)を勘案しつつ、最新の科学的知見を踏まえるよう努めるとともに、把握した事業特性及び地域特性を踏まえ調査・予測・評価手法の選定を行うことが求められます。参考手法の具体的内容については、「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引」において解説されているので、参考にしてください。

また、法対象事業であるタービン・発電機を交換するリプレース事業については、リプレース後に、発電所からの温室効果ガス排出量、大気汚染物質排出量、水質汚濁物質排出量及び温排水排出熱量の低減が図られる(温室効果ガス排出量以外の項目については現状非悪化となる場合も含む。)事業であって、かつ、対象事業実施区域が既存の発電所の敷地内又は隣接地に限定される

等により、土地改変等による環境影響が限定的となり得る事業に関し、調査又は予測手法の簡略化の適正な運用を図るための基本的な考え方及び技術的な内容について示した「火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン」(平成24年3月(平成25年3月改訂)環境省)が取りまとめられており、リプレース前後の予測比較結果を示すなどの合理化された手法が記載されています。これについても参考とすることができます。

ただし、燃料転換の事業の内容は多様であることから、必ずしも参考手法等にとらわれず、方法書相当段階を通じて地方公共団体等の意見を取り入れ、柔軟に選定することが、地域の状況に応じた適切な環境配慮、住民理解等の促進のために重要です。また、最新の環境保全技術や関係法令等の状況を踏まえつつ、従前の環境影響評価の結果等も活用して、メリハリをつけた手法を採ることもできます。

なお、燃料転換に係る調査・予測・評価手法の選定に当たり、留意すべき事項として以下の点が挙げられます。

【水環境への影響】

- ・湿式脱硫装置を新設するなど一般排水の汚濁負荷が変化する場合には、量とともに性状の変化に留意します。
- ・水環境に関しては、温排水の放水方式を変更することで温排水の拡散範囲を改善することも想定されます。環境影響はマイナスの変化だけでなく、プラスの変化も含めて予測することも有効です。

3.3.3 環境保全措置の検討の際の留意事項

法に基づく環境アセスメントでは、環境の構成要素に係る項目ごとに調査・予測・評価を行う過程において、その事業に係る実行可能なより良い技術の環境保全措置を検討すること等とされています。燃料転換においても、同様の観点から環境保全措置を検討します。

燃料転換における環境保全措置の事例としては、以下のものが挙げられます。

【大気汚染対策の例】

- ・重油専焼からオイルコークス混焼への燃料転換を機に、ばい煙処理施設として、排煙脱硫装置及び排煙脱硝装置を新設するとともに、乾式電気集塵機に加えて湿式電気集塵機を増設することによって、大気汚染物質の排出量が燃料転換前よりも改善されるように対策した。
- ・重油から石油残渣物に燃料転換を実施した事例では、アンモニア接触還元方式を用いた脱硝装置を新設するとともに、乾式電気集塵器の容量を増加させることで、大気汚染物質の排出量が燃料転換前よりも増加しないように対策した。

【二酸化炭素排出削減の例】

- ・石油から天然ガスに燃料種を転換することにより、CO₂排出係数を約3割低減した。
- ・最新の技術水準を踏まえたボイラを設置することにより、CO₂の排出量を低減した。

4. 環境アセスメント実施後長期間未着工の火力発電所の自主的な環境アセスメント

4.1.1 環境アセスメントの意義

火力発電においては、制度に基づく環境アセスメントを実施後、長期間未着工だったものを設置する事例があります。

(参考事例 15) 環境アセスメント実施後長期間未着工の火力発電の自主的な環境アセスメント

東北電力株式会社の能代火力発電所は、環境影響評価法が制定される以前に行われていた、「発電所の立地に関する環境影響調査及び環境審査の強化について」（昭和 52 年 7 月通商産業省省議決定）に基づく環境アセスメントを、1～3 号機で一括して昭和 56 年に終了後、1・2 号機については着工・運転開始していたが、3 号機については、平成 27 年 10 月に自主的な環境アセスメントが実施され、その後着工した。

環境影響評価法に基づく環境アセスメントを実施し、評価書の公告を行った後に、長期間未着工である場合においては、その間に環境の状態の著しい変化が生じ、手続を行った時点の予測評価の前提が変わり、それに伴って環境保全措置を変更すべき場合があります。

環境影響評価法第 32 条においては、評価書の公告を行った後に、対象事業実施区域及びその周囲の環境の状況の変化その他の特別の事情により、事業の実施において環境の保全上の適正な配慮をするために環境影響評価手法等を変更する必要があると認めるときは、その変更後の事業について、更に環境影響評価その他の手続を行うことができると規定されています。

どのような場合にこの規定に基づく環境アセスメントを実施すべきかは別途の検討を要しますが、環境影響評価法の規定による環境アセスメント手続を再実施するに至らない場合においても、少なくとも自主的な環境アセスメントを実施することが重要です。当初環境アセスメント手続を行った際に予定していた着工期から長期間着工が遅れた場合には、多少なりとも環境の状態が変化し、住民等や地方公共団体には、適切な環境影響の評価とそれに基づく環境保全措置が実施されるか等について不安が生じ得ます。このため、事業の実施予定時期から長期間が経過した火力発電所について、環境の状態の変化に伴い当初の環境アセスメントの予測・評価の前提が変わっている場合には、適切な環境配慮や住民理解等の促進のため、少なくとも自主的な環境アセスメントを実施し、その結果を公表することが重要であり、これを通じて円滑な事業の実施にも資するものとなります。

4.1.2 自主的な環境アセスメントの留意事項

環境影響評価法第 32 条においても、事業の目的及び内容は変更しないことを前提とするものであり、また、「環境の状況の変化その他の特別の事情」により行われるものであることから、従前の環境影響評価の結果等を踏まえることにより、方法書手続を行わなくとも、適切に環境影響評価の項目及び手法を選定し得る場合もあることを踏まえ、事業者の判断により、方法書手続を省略することができるかとされています。これを踏まえ、自主的な環境アセスメントの手順は、個別の状況に応じ、方法書相当の手続又は準備書相当の手続から実施することが想定されます。

自主的な環境アセスメントを行う際には、最新の環境保全技術や関係法令等の状況を踏まえつつ、従前の環境影響評価の結果等を基礎として、環境の状態の変化等が生じた項目に絞ること等により、メリハリをつけた手法を採ることができます。

おわりに

環境影響評価法の対象規模未満である小規模火力発電や、同法の対象とならない燃料転換、環境アセスメント実施後長期間未着工の火力発電においても、大気質への影響や温室効果ガスの排出をはじめとした環境影響が生じます。火力発電所は運転を開始すると長期にわたり環境負荷を生じさせることから、環境保全における未然防止の考え方を踏まえ、対応することが必要です。持続可能な社会をつくるためには、あらゆる事業・計画の中で環境保全に取り組むことが不可欠であり、「環境アセスメント」は、事業実施に当たって事業計画に環境保全を組み込むための重要な手段の一つです。本実務集を基に、発電を行う事業者や地方公共団体等、小規模火力発電等に関わるすべての主体が参加して自主的な環境アセスメントが実施され、小規模火力発電等における適切な環境配慮と住民理解等が促進されることが期待されます。

また、環境省では、本実務集を事業者向けセミナーや地方公共団体の担当者会議等を通じ、周知していくとともに、引き続き、小規模火力発電等の計画状況・自主的な環境アセスメントの実施状況の把握や、温暖化対策に関する毎年度の進捗状況の評価を踏まえ、今後の動向を見定めながら、必要に応じて施策の見直し等について検討していきます。

