

小規模火力発電に係る環境保全対策

小規模火力発電に係る環境保全対策ガイドライン

～自治体や事業者の方に広くご活用いただくための環境保全技術先進事例とりまとめ～

1. 背景・概要

東日本大震災以降の電力需給や電力自由化を巡る動向を背景に、環境影響評価法における対象規模未満の火力発電所（発電規模1～11.25万kW未満）の設置事業計画が増加。**小規模火力発電所の事業者自らが実行可能な最大限の環境保全対策を講じるための、また、自治体業務の参考として、優良な事例を収集・整理**してとりまとめたもの（平成26年10月3日公表、担当：環境省 総合環境政策局 環境影響評価課・環境影響審査室）。本文はダウンロードで(<http://www.env.go.jp/policy/assess/>)入手可能。

2. 内容

小規模火力発電所の特徴や環境影響、環境保全対策などについて記載。特に、**火力発電の設置は、環境負荷の発生源が地域に長期にわたって固定化**されることになり、小規模といえども設置数が増えれば、著しい環境影響が生じるおそれのある石炭火力では、慎重な環境保全対策を検討することが重要。そこで、重要な環境保全対策として、**二酸化炭素排出削減対策**及び**大気環境保全対策**に着目し、取り得る様々な技術を紹介。

3. 公表後の対応

本ガイドライン（環境保全の技術先進事例）の**周知に努め、活用状況を把握**しつつ、改訂等の必要な対応を検討。

①小規模火力発電における環境保全対策セミナー（開催済み）

平成26年11月21日（金） 14:00～16:00（三田共用会議所 3階 大会議室） 参加者約110人

内容1：講演「小規模火力発電の意義と課題」金子祥三 東京大学生産技術研究所 特任教授

内容2：ガイドライン説明会 環境省総合環境政策局環境影響評価課

②小規模火力発電に係る環境保全対策ガイドラインに関するフォローアップ検討会（第1回）（開催予定）

平成26年12月26日（金） 13:00～15:00（環境省 19階 第2・第3会議室）

小規模火力発電に係る環境保全対策ガイドライン（概要）

- 本ガイドラインは、環境保全に関する先進的な技術事例をとりまとめたもの。
 - 特徴、性能に係る数値は原則としてカタログ値。実際には装置の組み合わせや地域的・社会的状況に応じて達成されない場合もある。
- ⇒ 義務や要件としてではなく、環境保全の意義と必要性を共有し、より良い環境保全のための具体的な方法を紹介。

1. 背景、目的及び想定する対象

1.1 背景

1.2 目的

1.3 想定する対象

2. 小規模火力発電所の事業特性と採用される可能性のある発電方式

2.1 小規模火力発電所の事業特性と環境上の特徴

2.2 小規模火力発電所で採用される可能性のある発電方式と環境上の特徴

3. 小規模火力発電所における環境保全対策

3.1 特に重要な環境保全対策

3.2 その他の環境保全対策

4. その他の留意事項

1. 背景、目的及び想定する対象

1.1 背景

- 東日本大震災以降、不足した電力供給量を賄うために、火力発電の割合が増加している。
- 一方、電気料金の上昇や「電力システム改革」に掲げられた施策が、事業者の新規参入を後押し。
- このような背景のもと、**小規模火力発電所**の設置・計画が多数明らかになってきた。
- 大規模な火力発電所では、環境影響評価手続を通じて環境保全対策が追求されてきたが、小規模火力発電所においても、設置後長期間にわたって運転されることを踏まえると、環境負荷に鑑みて**実行可能な最大限の環境保全対策**を講じることが望まれる。

小規模火力発電所

- 環境影響評価法の対象規模未満の火力発電所
- 発電規模 **1~11.25万kW**

1.2 目的

- 本ガイドラインは、小規模火力発電所の設置に際して、発電事業者が必要とする環境保全対策等の情報について、小規模火力発電所の事業の特性を踏まえて整理するとともに、特に重要な環境影響が想定される温室効果ガス及び大気汚染物質の排出を削減するための技術的な環境保全対策について示している。
- 発電事業者において小規模火力発電所の計画に当たっての環境保全対策の検討の際の、地方公共団体の環境部局において発電事業者等から環境保全対策についての助言を求められた際の参考としていただくことなどにより、小規模火力発電所における環境配慮がさらに行われることを目的としている。

1.3 想定する対象

- 本ガイドラインは環境影響評価法の対象事業規模未満である発電出力1万～11.25万kWの小規模火力発電所を想定している。
- 燃料種については、二酸化炭素排出削減及び大気汚染等の観点から影響が大きいと考えられる石炭を中心としているが、その他のガスやバイオマス、副生物等及びそれらの混焼についても想定したものとなっている。
- 原動力の種類（発電方式）については、石炭を中心とすることから、汽力を中心に整理しているが、ガス等の燃料種に係るガスタービン（汽力との組み合わせを含む）及びガスエンジン並びにそれらが複数台設置された場合についても想定したものとなっている。

2. 小規模火力発電所の事業特性と採用される可能性がある発電方式

2.1 小規模火力発電所の事業特性と環境上の特徴

小規模火力発電所の特徴

発電出力が小さくなるほど、熱効率が低下し、発電電力量当たりの燃料消費量が増大

スケールメリットの低下から
工作物の建設単価が増大

発電設備全体の経済性を確保するための選択がなされる

- ① 安価な燃料
- ② 目標値を達成する範囲での排ガス処理
- ③ コージェネレーションの採用
- ④ 既存インフラの活用

経済性以外の特徴

- ⑤ 冷却塔の採用
- ⑥ 内陸用地の活用

2.1小規模火力発電所の事業特性と環境上の特徴

小規模火力発電所の環境上の特徴・影響

- 燃料によっては、多くの二酸化炭素や大気汚染物質を排出するおそれがある。
- コージェネレーションによる蒸気利用により総合効率は向上。
- 既存インフラの活用により、土地改変面積は必要最小限となるが、既設の処理装置等の性能が引き継がれる。
- 冷却塔の採用により、温排水排出の影響が回避できるが、白煙による視程障害や騒音などへの対策の検討が必要。
- 内陸の用地を活用する場合、内陸地特有の状況が想定される。
- 住居等が近傍にある場合、騒音・振動や悪臭、日照障害等について環境保全対策を検討する必要がある。

2.2 小規模火力発電所で採用される可能性がある発電方式と環境上の特徴

汽力発電

- 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
- 多様な燃料種が選択可能
- 石炭の場合、二酸化炭素及び大気汚染物質の排出量が多い

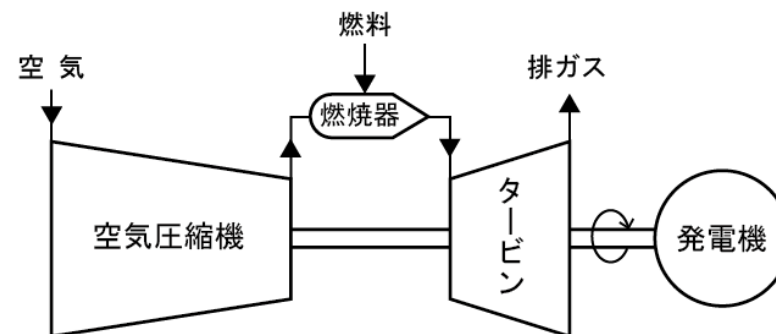
ボイラ形式	微粉炭方式 (PC)	循環流動床方式 (CFB)
構造図		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 大規模な設備も含めて比較的発電効率が高い • バイオマスについては高品位の燃料が必要 	<ul style="list-style-type: none"> • バイオマスについて多様な固体燃料を採用可能 • 国内で10万kWを超える規模の実績は少ない

出典：PCについては「火力発電総論」（一般社団法人電気学会、平成14年）、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」（社団法人日本機械学会編、平成17年）より作成。

2.2 小規模火力発電所で採用される可能性がある発電方式と環境上の特徴

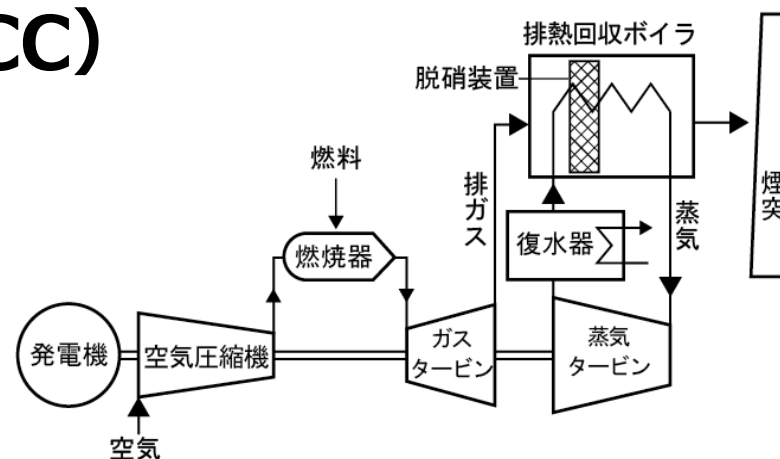
ガスタービン (GT)

- 燃焼器で燃料を燃焼し、高温・高圧のガスでタービンを回転させる。
- 高温の排ガスが発生するが、燃料由来の廃棄物はほとんど発生しない。



コンバインドサイクル発電 (GTCC)

- 汽力及びGTの複合発電によって、最も熱効率が高くなる発電方式。
- GTより排ガス温度が低減され、効率的な排ガス処理が可能。



内燃力 (ガスエンジン (GE)、ディーゼルエンジン)

- レシプロエンジン (往復動機関) で発電機を稼働する。
- 同一規模のGTと比較して、発電効率が高い。

2.2 小規模火力発電所で採用される可能性がある発電方式と環境上の特徴

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
汽力 【微粉炭方式 (PC)】	～ 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 39.5% (参考) ・20～110万kW 41～43% 	<ul style="list-style-type: none"> ・石炭を燃料とする場合、二酸化炭素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。30%の高混焼率の計画がある。 ・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。
汽力 【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、二酸化炭素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、専焼若しくは高い混焼率で利用できることから、二酸化炭素排出削減対策・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。

※1：表内は原則、国内における火力発電所の事例。

※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。

2.2 小規模火力発電所で採用される可能性がある発電方式と環境上の特徴

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
ガスタービン及び 汽力の複合発電 【ガスタービンコン バインドサイクル 発電(GTCC)】	～ 80 万 kW 程度	・天然ガス ・石油(軽油等) ・副生ガス	・10万kW程度 49% (参考※3) ・40～80万kW<東日本 (50Hz地域)> 50.5～52% ・20～60万kW<西日本 (60Hz地域)> 51～52%	・天然ガスを燃料とする場合、二酸化炭素 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。
ガスタービン発電 【シンプルサイク ル発電(GT)】	～ 15 万 kW 程度	・天然ガス ・石油(軽油等) ・副生ガス	・10万kW程度 40%	・天然ガスを燃料とする場合、二酸化炭素 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。
内燃力発電 【ガスエンジン (GE)】	～1万kW程度	・天然ガス	・1万kW程度 44%	・GTに比べて熱効率は高いが、窒素酸化 物の量が多くなる。 ・GTと比較して、蒸気量は少ない。

※1：表内は原則、国内における火力発電所の事例。

※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。

3. 小規模火力発電所における環境保全対策

- 環境保全対策の検討にあたっては、**回避・低減・代償の順**に検討することが重要。
- 発電設備及び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、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。

環境保全対策の分類	小規模火力発電所での事例
回避	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 排ガス処理装置として、脱硝装置を設置する。• 騒音・振動が発生する設備を住居等から可能な限り離す。
代償	<ul style="list-style-type: none">• 火力発電所の新增設で新たに排出される二酸化炭素排出量を、工場全体の省エネルギーや他所での再生可能エネルギー発電設備の導入による二酸化炭素排出量の削減量で相殺する。• 代替緑地の創出

3.1 特に重要な環境保全対策

- 特に重要な環境保全対策として、**二酸化炭素排出削減対策**及び**大気質保全対策**に着目。
- 発電設備及び排ガス処理装置等の技術的な環境保全対策を中心に整理している。

3.1.1 二酸化炭素排出削減対策

(1) 小規模火力発電所から排出される二酸化炭素

- 火力発電所は、我が国の温室効果ガスの大半を占める二酸化炭素の主要な排出源の一つ。
- 火力発電所は規模が小さくなることで発電効率が低下するため、大規模な火力発電所を建設する場合よりも、結果として発電電力量当たりの二酸化炭素排出量が増加する。
- そのため、小規模火力発電所においても、実行可能な最大限の環境保全対策を実施することが重要。

(2) 小規模火力発電所における主要な二酸化炭素排出削減対策

a) 燃料の選択

- **単位発熱量当たりの炭素含有量の少ない燃料**が採用されることが二酸化炭素排出削減対策上重要。
- **低品位の石炭や副生燃料、廃棄物燃料等の燃料**を利用する場合があります、二酸化炭素の排出係数が高くなる可能性もある。
- 燃料の選択は、環境保全の観点からのみで判断されるものではないため、その他の実行可能な環境保全対策の検討も必要。

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

(2) 小規模火力発電所における主要な二酸化炭素排出削減対策

b) バイオマス燃料の混焼

- 木材などのバイオマスに含まれる炭素は、燃焼しても追加的な二酸化炭素の排出にならない。
- 固体燃料を燃焼可能な汽力発電では、主に建設廃材を含む木質バイオマスが、専焼、または石炭等と混焼して用いられている。
- バイオマス燃料の大量使用のためには、調達・貯留に係る条件整備が課題になる。

	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	木質チップ、木質ペレットなど品質のよい性状が均質のものを、微粉碎して用いる。	長い燃焼時間が確保でき、多様な固体燃料を燃焼可能。林地残材、建設廃材、パームやし殻など各種の燃料に対応が可能である。
現状の混焼率	既存の微粉炭機に少量の木質チップを混合して破碎する方式では数%にとどまる。	バイオマス100%専焼まで可能。専焼では、国内では最大で3万kW程度の事例がある。

(2) 小規模火力発電所における主要な二酸化炭素排出削減対策

c) 発電効率の高い設備の導入

汽力；固体燃料 現時点で計画されている発電設備の発電効率

原動力の種類	出力規模	燃料種	発電端効率(%)		送電端効率(%)		所内率(%)
			HHV	LHV	HHV	LHV	
PC	11万kW	石炭（瀝青炭）等	39～40	41～42	36～37	38～39	7～8
CFB	11万kW	石炭、バイオマス（50%混焼）	39～40(LHV) ※1		※2		

※1 PCと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。また、混焼率が高いことなどからHHVには換算していない。（バイオマスと石炭とでは含水率等の違いにより、HHVとLHVの関係が異なる。）

※2 計画事例での所内率及び送電端効率は不明であるが、PCに比べてCFBの所内率は2%程度高いことが見込まれる。（送電端効率＝発電端効率×（1－所内率））

気体燃料 現時点で達成可能な発電設備の発電効率

原動力の種類	出力規模	燃料種	発電効率(%)	
			HHV	LHV
GTCC	10万kW程度	天然ガス	49	54
GT	3万kW		36	40
	10万kW		40	44
GE	8,000kW程度		44	49

あくまで参考として示したものの。地域、装置の組み合わせ等の諸条件によって異なる

(2) 小規模火力発電所における主要な二酸化炭素排出削減対策

d) 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可能
- 大規模な火力発電所に比べ発電効率が低下する小規模火力発電所では、積極的にコージェネレーションを採用することが重要

原動力の種類	コージェネレーション利用上の特徴
汽力	蒸気の取り出し方に応じて複数の種類のタービンがあり、 大量の蒸気利用 を行うことも、 必要量に応じた量 を取り出すことも可能。
GT	ガスタービンの排気温度は高いため、排熱回収ボイラにより蒸気利用が可能。 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可能 。
GE	同一出力規模での単体での発電効率はガスタービンより高いが、取り出せる蒸気量が少なく、高温水等が中心となる。

3.1.2 大気環境保全対策

(1) 大気汚染と小規模火力発電所

- 火力発電所においては、化石燃料を燃焼することにより、燃料の性状に応じて、**NOx・SOx・ばいじん、重金属等の大気汚染物質**が大気中に放出される。
- 小規模火力発電所は、大規模発電所に比べて発電効率が低く、工場から排出される副生燃料等を使用する場合も多いため、発電電力量当たりの大気汚染物質質量が多くなりやすい。
- 副生燃料・副生残渣等で重質燃料を使用する場合には、特に大気汚染防止対策の重要度が増す。

大気保全対策に係る小規模火力発電所に特有の発電方式

- ① **循環流動床方式（CFB）**では炉内脱硫・脱硝が可能。
- ② **ガスエンジン（GE）**は、同一燃料でも発生するNOx濃度がガスタービンより高くなる傾向にある。

(2) 小規模火力発電所における主要な大気保全対策

a) 燃料の選択

- 燃料の性状（含有硫黄分、含有窒素分、灰分及び発熱量等）によって、発生する大気汚染物質の種類及び濃度は異なる。
- 石炭ノ場合、水銀等の重金属や粉じんの飛散等にも対策を検討する必要。
- 燃料の選択は環境保全の観点からのみで判断されるものではないが、検討段階から使用予定の燃料特性を十分に把握し、環境保全対策を検討することが重要。

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		○	—	—	○	—	—

(2) 小規模火力発電所における主要な大気保全対策

b) 燃焼過程における発生抑制 (a) 窒素酸化物 (NOx)

- 燃焼過程におけるサーマルNOxの発生抑制方法として、NOx低減のための**燃焼方法**の工夫や**低NOxバーナ**の採用がある

燃焼方式	二段燃焼法	排ガス混合燃焼法	水蒸気又は水吹き込み
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。	燃焼排ガスの一部を燃焼用空気に混合することで、火炎の最高温度を低下させる。	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）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）」（火力原子力発電、平成25年4月）より作成。

(2) 小規模火力発電所における主要な大気保全対策

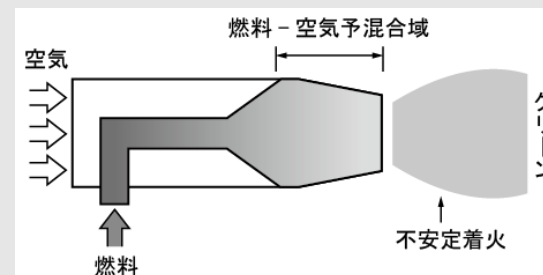
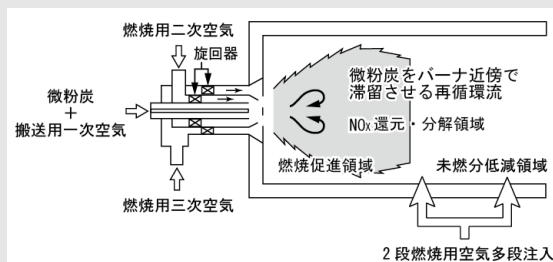
b) 燃焼過程における発生抑制 (a) 窒素酸化物(NOx)

低NOx
バーナ

段階的燃焼型

希薄予混合型

概念図



特徴

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。PCにおいて多数採用されている。

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、火炎温度を低下させる。GTで主に採用されている。

出典：「新・公害防止の技術と法規2014大気編」（社団法人産業環境管理協会、平成26年）、「火力発電所での窒素酸化物（NOx）低減技術開発の歴史（2）」（火力原子力発電）及び「火力発電総論」（一般社団法人電気学会、平成14年10月）を参考に作成。

- CFBにおいては、800～900℃程度と燃焼温度が低いいため、サーマルNOxが比較的発生しにくい特徴がある。

(2) 小規模火力発電所における主要な大気保全対策

c) 処理装置等による除去 (a) 硫黄酸化物(SO_x)

- 燃焼に含まれる硫黄分が燃焼過程でSO_xに転換する。その量は、燃料の成分に依存。

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。
- 最大で**90%程度**の脱硫効率が期待される。
- 後段にバグフィルタを設置している場合、炉内で未反応の石灰石がバグフィルタのろ布に付着することで、さらに数%の脱硫効果が期待できる。

(2) 小規模火力発電所における主要な大気保全対策

c) 処理装置等による除去 (a) 硫黄酸化物 (SOx)

排煙の処理

- 排煙脱硫装置としては、**湿式脱硫装置**が多く採用されている。

脱硫方式	【湿式】 石灰石こう法	【湿式】 水酸化マグネシウム法	【乾式】 活性炭法 (同時脱硝・脱硫法)
脱硫効率	99%程度	99%程度	98%以上
反応剤	石灰石、消石灰	水酸化マグネシウム	活性炭（活性コークス）
副生品	石こう	硫酸マグネシウム	硫酸、石こう
利点	石灰石及び石こうの取扱いが容易である。	他方式と比較して、簡易で設備費が安価である。	設備設置面積が比較的小さく、用水使用量が少ない。水銀、ダイオキシン類も同時に吸着が可能
留意点	反応剤の調達先及び副生品の販路を確保する必要がある。	石灰石こう法と比較して、排水量が多い。	高温の排ガスには適用できない。
適用先等	小規模での事例もある。	小規模火力発電所での 採用事例が多い。	大規模火力発電所での事例がある。

(2) 小規模火力発電所における主要な大気保全対策

c) 処理装置等による除去 (b) 窒素酸化物 (NO_x)

- 燃焼過程におけるサーマルNO_xの発生に加えて、燃料に含まれる窒素分が燃焼過程でNO_xに転換して発生する。

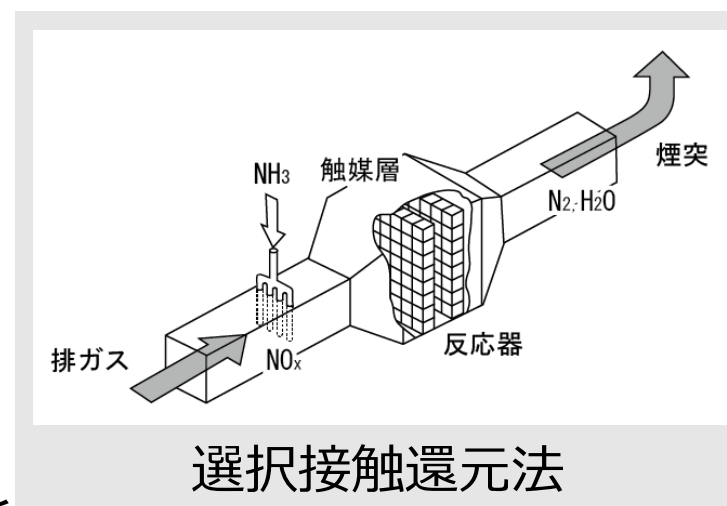
燃焼装置内での処理

- CFBでは、炉内（サイクロン部分）へのアンモニアの吹込みによる**炉内脱硝**が可能。
- **50%程度**の脱硝効果が期待できる。

排煙の処理

- 排煙脱硝装置としては、アンモニア、尿素等を還元剤とする乾式の**選択接触還元法**（触媒を利用）が一般的。
- 燃料種や原動力の種類によらず、十分な還元剤を投入すれば、除去効率を**90%以上**とすることが可能。

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



(2) 小規模火力発電所における主要な大気保全対策

c) 処理装置等による除去 (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、その量は燃料の成分に依存する。

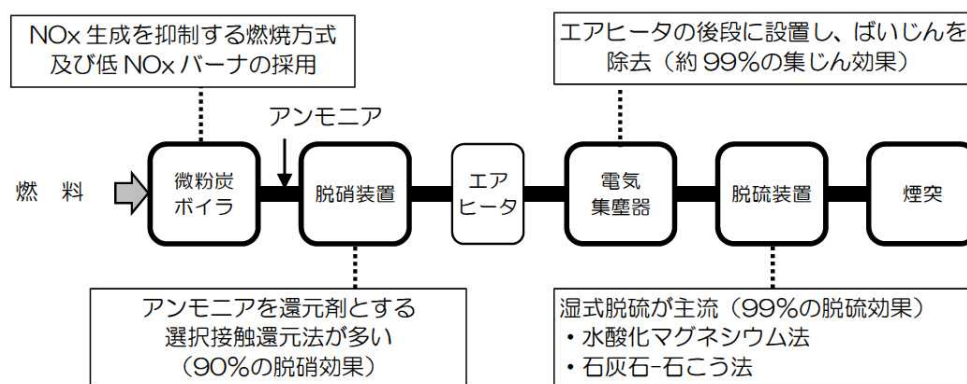
排煙の処理

- 大規模火力発電所で一般的に用いられている**電気集じん装置**や**バグフィルタ**が用いられる。

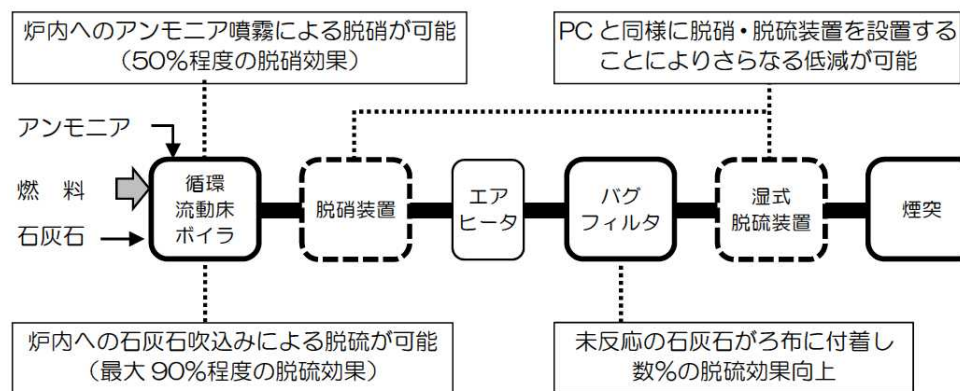
方式	電気集じん装置 (EP)	バグフィルタ
除去効率	90~99.9%	99%以上
利点	メンテナンスが比較的容易。	集じん効率は、燃料種の影響をほとんど受けず、粒子径によらず高い。
留意点	集じん効率は、燃料種や排ガスの温度域によって異なる。	日常のメンテナンス及び定期的な保守点検・ろ布の交換が必要。
適用先等	火力発電所で広く普及おり、小規模でも採用されている。 (低温EPが多い)	小規模火力発電所でも多く採用されおり、特に多様な燃料を燃焼するCFBでの採用が多い。

(3) 小規模火力発電所における排ガス処理系統（処理フロー）

- 小規模火力発電所における排ガス処理の流れについて、石炭を燃料とするPC及びCFBの代表的なケースを示す。



PC（微粉炭ボイラ）



CFB（循環流動床ボイラ）

3.2 その他の環境保全対策

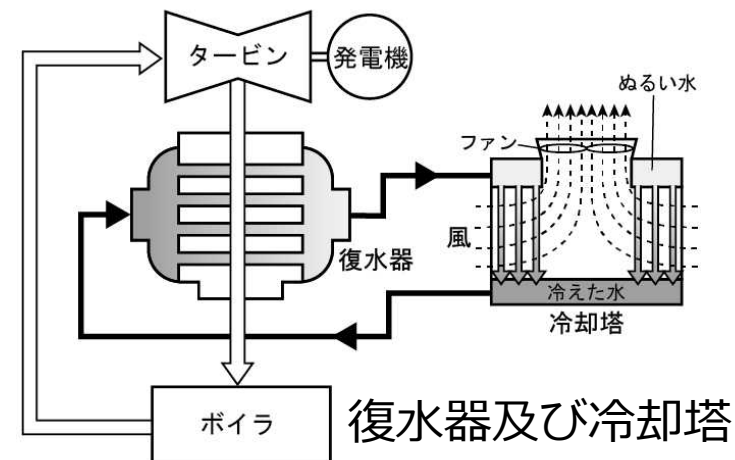
- 冷却塔方式の採用等の小規模火力発電所に特徴的なものを含め、その他の環境保全対策を提示しています。

3.2.1 水環境保全対策

環境要素・要因	想定される環境影響	主要な環境保全対策
水質保全対策	<ul style="list-style-type: none">• プラント一般排水の他、脱硫排水や機器洗浄排水として、COD成分、金属や石炭中のフッ素等を含む排水が発生。• 閉鎖性水域に排水を行う場合には、窒素分の低減に留意する必要がある。	<ul style="list-style-type: none">• 排水性状に応じて、凝集沈殿装置、ろ過装置、イオン交換装置等により構成される排水処理装置で処理する。• 工場等に発電設備を設置する場合には、工場全体の総合排水処理システムの活用もある。
温排水対策	<ul style="list-style-type: none">• 蒸気の復水方法として、冷却水を使用する場合や冷却塔ブロー水が生じる場合、温排水を水域に放流することにより、水温上昇や生物影響等が考えられる。	<ul style="list-style-type: none">• 排水温度を下げる。• 温排水の影響が少ない、取水方式、放水方式とする。• 付着生物対策剤としての塩素の使用量を最低限とする。

3.2.2 冷却塔設置による環境影響への対策

- 発電に利用した蒸気を復水する方法として、一般的に**冷却塔方式**が採用されることが主流である。



環境要素・要因	想定される環境影響	主要な環境保全対策
冷却塔の設置	<ul style="list-style-type: none"> 空気との接触により冷却水を冷却する方式の冷却塔からは、湿った空気が白煙となり、大気中に熱とともに放出される。 冷却塔にファンを採用した場合に、騒音影響が想定される。 冷却水がレジオネラ属菌に汚染され、外部に飛散するおそれがある。 	<ul style="list-style-type: none"> できる限り敷地境界から離す。 白煙除去装置を採用する。 冷却塔へ低騒音ファンを採用する。 レジオネラ属菌対策として、補給水水質に合わせて適切な薬剤処理を行う。 等

3.2.3 周辺住民の生活環境対策

環境要素・要因	想定される環境影響	主要な環境保全対策
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none">・発電設備等から発生する騒音・振動により、周辺地域に影響を及ぼすおそれがある。	<ul style="list-style-type: none">・それぞれの事業に応じた形で発生源対策（防音建屋、消音装置等）と伝播経路対策（防音壁等）を組合せ、影響を最小限にする。・運転開始後に影響が明らかになった場合には、要因を特定し、適切な対策を実施する。
悪臭	<ul style="list-style-type: none">・排煙処理装置に使用するアンモニアによって、周辺環境に影響を及ぼすおそれがある。	<ul style="list-style-type: none">・アンモニアの過剰注入を防止し、設備の適正な維持管理によって漏洩を防止する。

3.2.3 周辺住民の生活環境対策

環境要素・要因	想定される環境影響	主要な環境保全措置
日照阻害	<ul style="list-style-type: none">・発電所の施設や防音壁などにより、日照阻害が発生するおそれがある。	<ul style="list-style-type: none">・日影の範囲が小さくなるように、設備等の配置を検討する。
工事中	<ul style="list-style-type: none">・周辺地域や車両が走行する道路沿道に民家等の保全対象が存在する場合には、建設工事に伴う影響や工事用車両の走行に伴う影響が発生するおそれがある。	<ul style="list-style-type: none">・環境保全型建設機械を積極的に使用する。・工事区域の周囲に仮囲いを設置する。・車両の台数を削減する。 等

3.2.4 生物・生態系及び景観・人と自然との触れ合いの活動の場の保全対策

環境要素・要因	想定される環境影響	主要な環境保全対策
<p>生物・生態系</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・重要と思われる環境の改変の回避、改変面積最小化を図る。 ・対象地域に応じた緑化樹種の選定を行う。
<p>景観・人と自然との触れ合いの活動の場</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・新たな構造物によって、眺望景観等に影響を及ぼすおそれがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・配置、形状及び色彩への配慮を行う。 ・修景緑化により影響を緩和する。
<p>廃棄物</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・フライアッシュ、クリンカアッシュ、脱硫石こう、排水汚泥等が発生する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・灰分の少ない炭種を選択する等によって発生を抑制 ・副生品の有効利用を図る。 ・事業の計画段階から、発生する副生品の引き取り先等を検討する。

4.その他の留意事項

- 地方公共団体や周辺の住民の方々の声にも十分配慮し、事業の概要や環境保全対策等を丁寧に説明していくことが必要。
- 一般電気事業者が実施する大規模な火力発電所と同様に、実行可能な範囲で実態に即した環境保全対策を検討することが重要。
- 事業地内の他の施設・設備も含めた全体のエネルギーロスの削減や再生可能エネルギーの導入等を検討し、事業地全体、あるいは企業全体として、環境保全対策を検討することが効果的。

特に、小規模火力発電所の設置数や設備容量が増加することで、著しい環境影響が生じるおそれのある石炭火力では、慎重に環境保全対策を検討することが重要。

環境省としては、事業者の皆様が本ガイドラインを参考に、可能な限り環境負荷が低減された小規模火力発電所を設置し、地域住民の理解を得つつ、積極的・意欲的に環境負荷の回避・低減に取り組んで下さることを期待します。