



環境研究総合推進費課題【5-1708】 大型ばい煙発生施設の排煙処理装置における PM_{2.5}の除去特性に関する研究

研究実施期間：平成29年度～令和元年度
研究経費(累計額)：72,771千円

電力中央研究所 エネルギー技術研究所

研究代表者： 木本 政義

令和元年度終了課題成果報告

本研究の背景

- ✓ 大型ばい煙発生施設は、PM2.5に影響を及ぼす固定発生源の一つに挙げられている。
- ✓ 排煙処理装置として採用されている各機器における、PM2.5の原因とされる「**2.5 μ m以下の固体粒子**」や「**凝縮性ダスト**」の排出抑制効果は、十分に解明されていない。

※2.5 μ m以下の固体粒子：固体粒子として存在するダストのうち、50%分級径が2.5 μ m(空気動力学径)となる分級装置で分離された粒子

※凝縮性ダスト：排ガス中のガス状物質が大気への排出直後に冷却されて凝縮し粒子化するもの

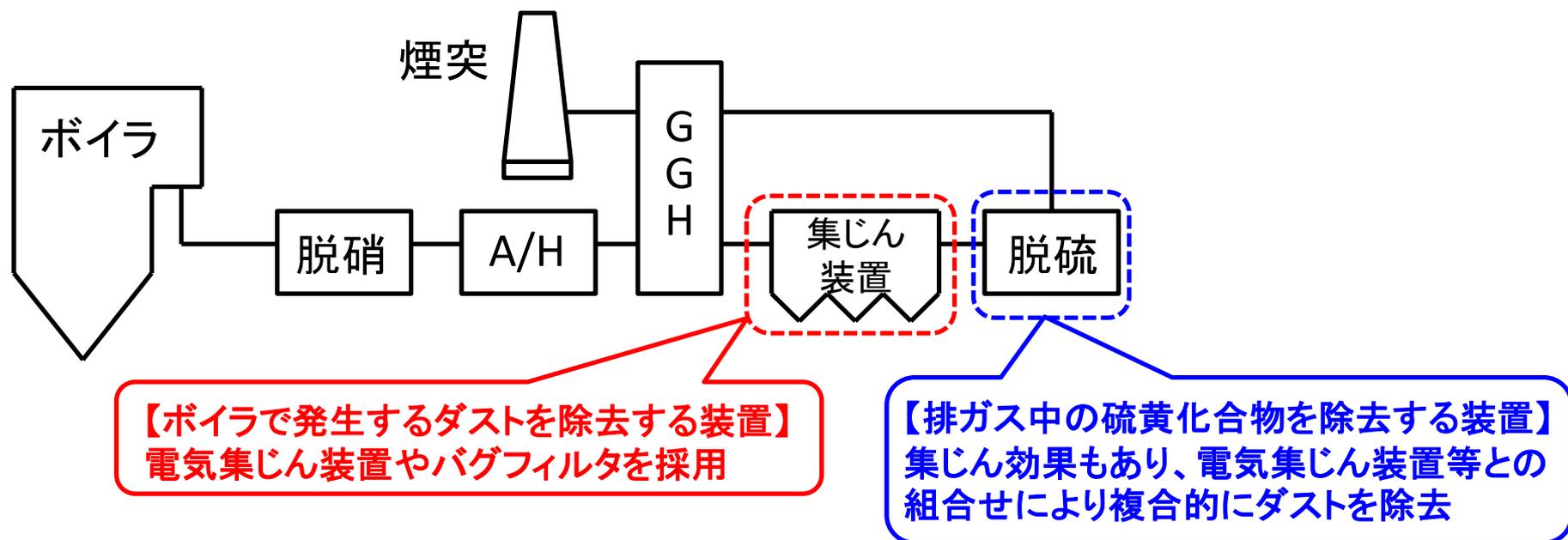


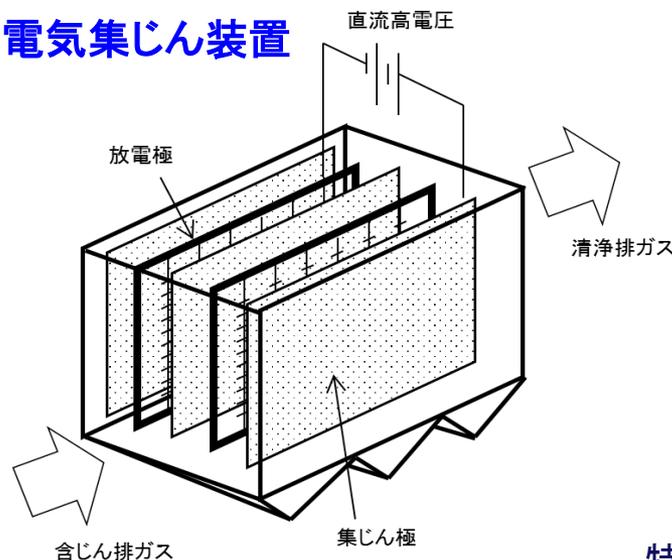
図 大型ばい煙発生施設におけるダスト除去のための機器

本研究の目的

- ◆ 各排煙処理装置(電気集じん装置、バグフィルタ、湿式脱硫装置)の2.5 μm 以下の固体粒子に対する集じん特性の解明
- ◆ その集じん特性に及ぼす各装置の操作条件の影響解明

※「凝縮性ダスト」については、国内で固定発生源を対象とした測定法が未だ検討段階であることから、本研究では、「2.5 μm 以下の固体粒子」のみを研究対象とした。

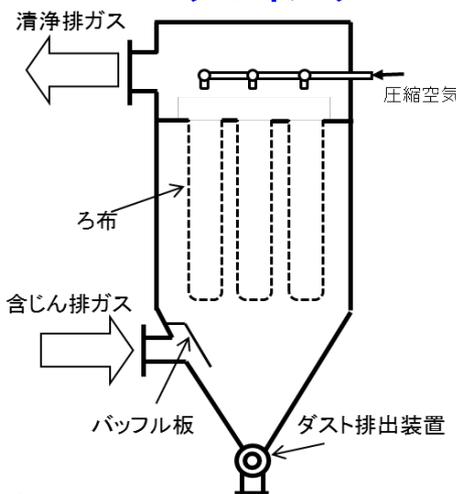
電気集じん装置



特徴

燃焼排ガス中に含まれるダストを静電気力を利用して除去する装置。

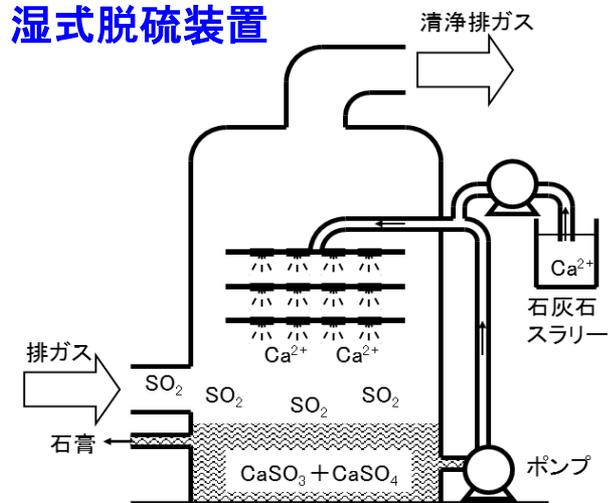
バグフィルタ



特徴

筒状のろ布が多数設置されており、燃焼排ガスを通過させることで、排ガス中のダストをろ布に捕集させて除去する装置。

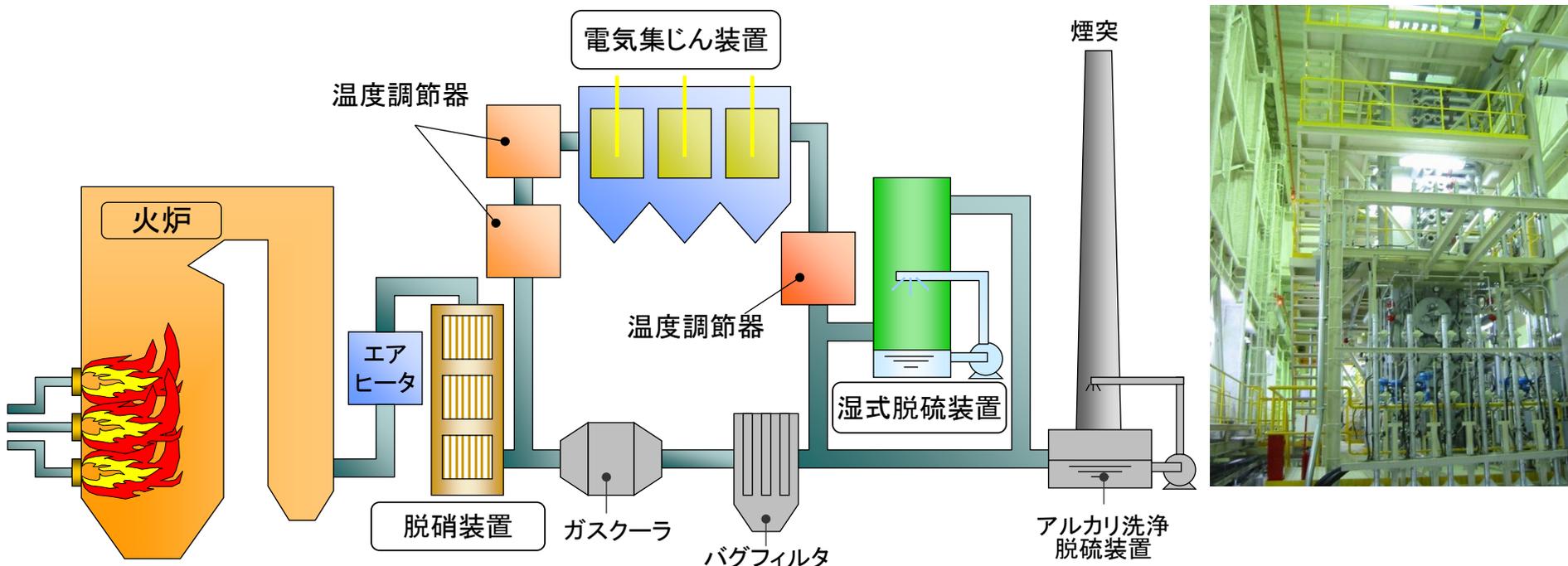
湿式脱硫装置



特徴

燃焼ガス中の SO_2 (硫黄酸化物)を吸収剤にて除去する装置。排ガス中のダストは、装置内で吸収剤液滴との接触により捕集されるため、集じん効果も有す。

電力中央研究所保有の試験設備



主な仕様

- ・燃料投入量: 約300kg/hr
- ・燃料種: 石炭
- ・排ガス量: 約3,000m³/hr

主な特徴

- ・燃焼から排煙処理までの一貫設備
- ・燃焼条件、排煙処理操作条件が幅広く調整可

排煙処理装置:装置規模の違いによる性能差があるものの、装置の操作条件など諸因子の集じん特性への影響は大型ばい煙発生施設と同じような傾向

本研究では、各装置の入口と出口において、**ダスト濃度(JIS Z8808)および2.5 μ m以下の固体粒子濃度(JIS Z7152)を測定**

電気集じん装置の2.5 μm 以下の固体粒子に対する集じん性能

本研究では、A炭を基準炭、B炭とC炭は、EPの集じん性能(灰の電気抵抗率)に関連深い灰組成の異なる炭種として比較評価

表 3炭種の主な性状

項目	単位	A炭	B炭	C炭
石炭中の灰分含有率(無水基準)	wt%	12.1	15.6	6.1
灰中の酸化ナトリウム(Na ₂ O)含有率	wt%	0.3	0.6	2.3
灰中の酸化カリウム(K ₂ O)含有率	wt%	1.3	0.6	0.5

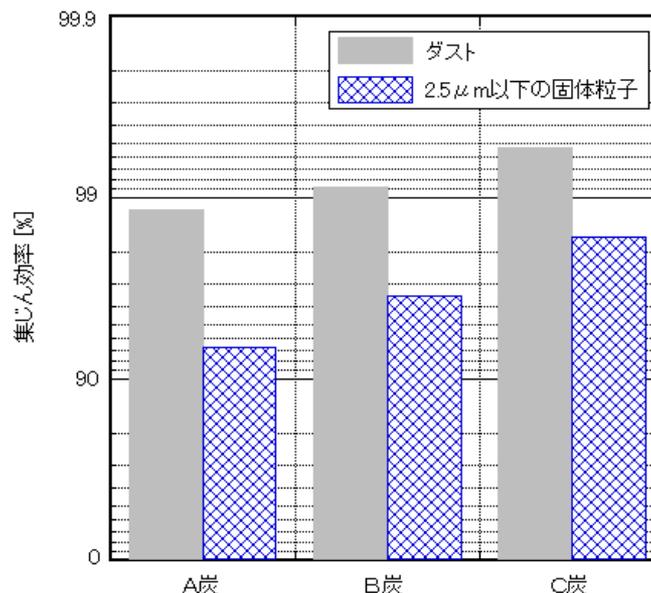


図 3炭種における集じん効率

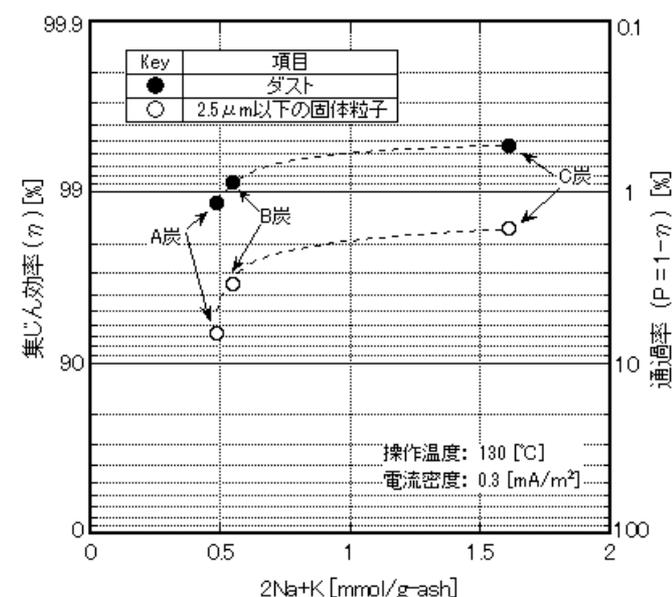


図 評価因子 $2\text{Na}+\text{K}$ と集じん効率の関係

- ✓ ダスト全体の集じん効率が高い炭種は、 $2.5\mu\text{m}$ 以下の固体粒子の集じん効率も高い
- ✓ ダストの集じん効率と同様に、 $2.5\mu\text{m}$ 以下の固体粒子の集じん効率は、ダスト中のNaおよびKの含有率から算出した同じ評価因子 $2\text{Na}+\text{K}$ と良好な相関

ダストの集じん効率は、排ガス中の水分と SO_3 の濃度がほぼ等しい条件では、ダスト中のNaとKの含有率が高いほど上昇する傾向であることが既知。

電気集じん装置の集じん性能に及ぼす操作条件の影響

本研究では、電気集じん装置の荷電条件と運転温度が集じん性能に及ぼす影響を評価

※操作温度(運転温度): 試験装置では変更可能であるが、実機では設計時に決まっており、変更はできない。

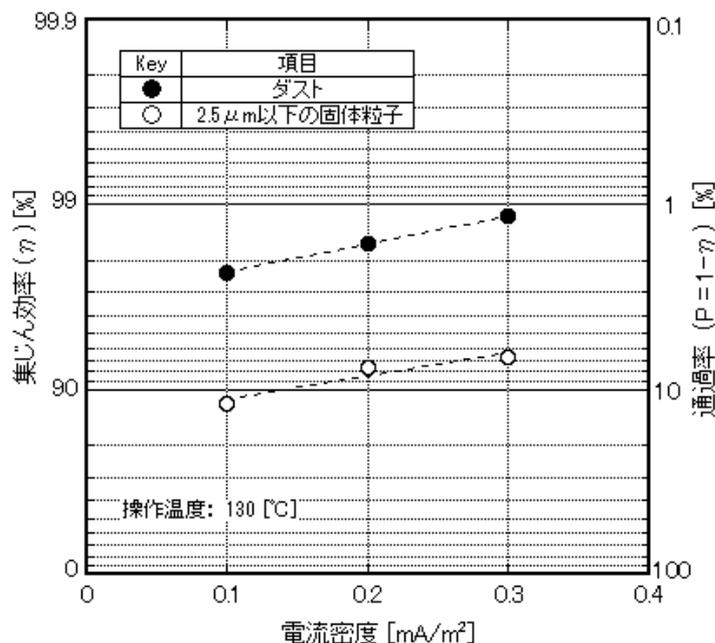


図 電流密度と集じん効率の関係

✓ 2.5μm以下の固体粒子の集じん効率は、ダストの集じん効率と同様に、電流密度の増加により上昇

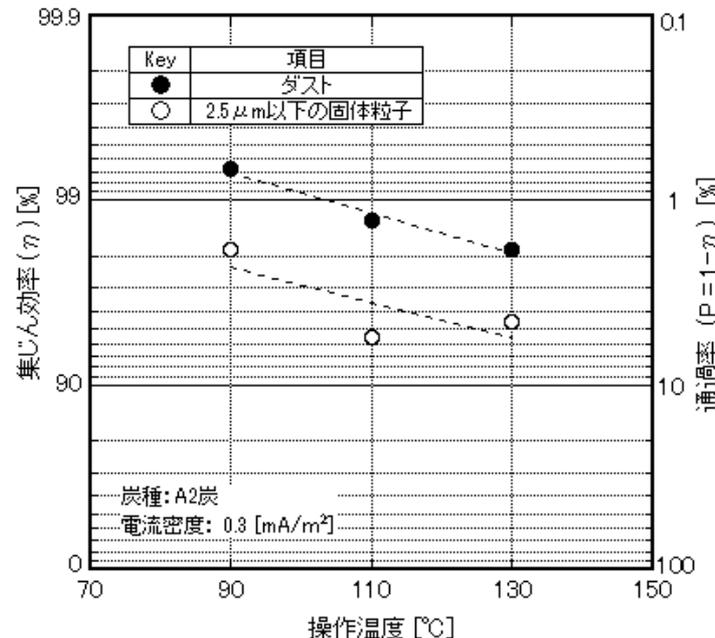


図 操作温度(運転温度)と集じん効率の関係

✓ 2.5μm以下の固体粒子の集じん効率は、ダストの集じん効率と同様に、操作温度が低いほど上昇

ダストの集じん性能が高くなる操作条件ほど、2.5μm以下の固体粒子の排出抑制効果も上昇。

バグフィルタの集じん性能

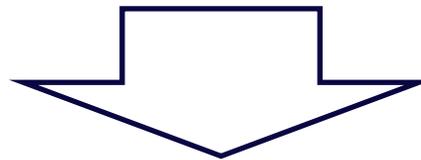
本研究では、ろ布使用経過時間が集じん性能に及ぼす影響を評価

➤ ダストの集じん効率:

99.984%(新品)→99.993%(330時間経過)→99.992%(545時間経過)

➤ 2.5 μm 以下の固体粒子の集じん効率:

99.993%(新品)→99.992%(330時間経過)→99.976%(545時間経過)



バグフィルタでは、使用経過してもダストおよび2.5 μm 以下の固体粒子ともに集じん効率は高い。

湿式脱硫装置における除去性能

本研究では、脱硫装置の運転パラメータである噴霧吸収液量と処理ガス量の比率が脱硫性能と粒子除去効果に及ぼす影響を評価

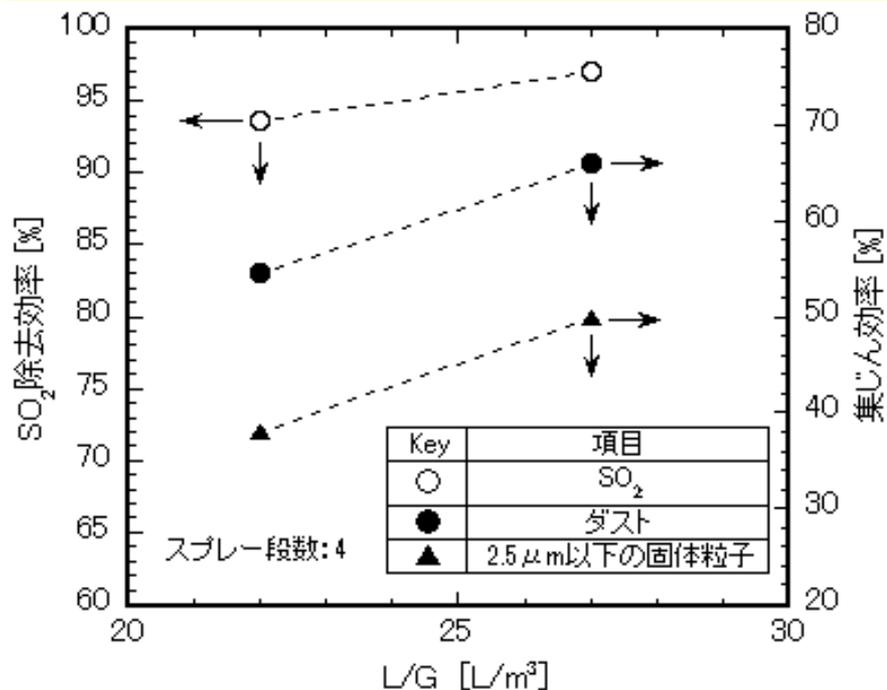


図 L/GとSO₂除去効率および集じん効率との関係

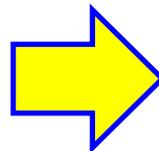
- ✓ 脱硫装置においては、2.5 μm以下の固体粒子も除去
- ✓ 脱硫性能を上げるように噴霧吸収液量と処理ガス量の比率(L/G)を高くするとダストや2.5μm以下の固体粒子の集じん効率も向上

大型ばい煙発生施設では、集じん装置との組み合わせによって複合的なダスト対策を行っており、この対策は2.5μm以下の固体粒子の排出抑制にも寄与している。

まとめ

- ✓ 電気集じん装置は、 $2.5\mu\text{m}$ 以下の固体粒子の除去に有効であり、ダストの集じん性能が高くなる条件ほど、 $2.5\mu\text{m}$ 以下の固体粒子の排出抑制効果も高い。
- ✓ バグフィルタでは、ダストおよび $2.5\mu\text{m}$ 以下の固体粒子ともに高性能で除去できており、使用経過しても集じん効率は高い。
- ✓ 湿式脱硫装置においては、 $2.5\mu\text{m}$ 以下の固体粒子も除去できており、排煙処理装置全体での排出抑制に寄与している。

既存の排煙処理装置はダストや SO_2 の除去に対して性能が高くなるように運用



現在の運用は $2.5\mu\text{m}$ 以下の固体粒子の排出抑制にも効果的