

石炭はクリーンではない

検証：日本が支援する海外の石炭火力発電事業

気候ネットワーク、「環境・持続社会」研究センター (JACSES)、
国際環境NGO FoE Japan、CoalSwarm、Friends of the Earth US、シエラクラブ

要約

日本政府は、海外の石炭火力発電設備に対し、OECD加盟国の中で最大、世界でも中国に続く2番目に巨額の公的支援を行っている。国際協力銀行(以下JBICと記載)は2003年から2015年の間、新規の石炭火力発電設備に84.9億米ドルもの融資や保証を行っており、その設備容量の累計は23,933メガワット(MW)にも及んでいる。(詳細は別添1参照)¹

日本政府は、日本の石炭火力発電技術が低公害で競合する他の国々の技術より高効率であり²、石炭火力発電を支援することは当面の気候資金への約束にもなる³とまで主張しているが、データからは別の側面が見える。実際には、JBICが支援する石炭火力発電設備の効率は世界平均と比べても低く、最良の大気汚染対策技術を設置しているとは言えない。

2015年3月のOECD輸出信用グループ向けの内部文書によれば、日本政府は、わずかでも高効率な石炭火力発電設備に対しては返済期限を長期に設定するなどの特典を付けることを提案し、OECDの公的輸出信用機関(ECA)による石炭火力発電設備への公的支援を継続するよう提案している。

日本政府は、日本およびOECD加盟国による石炭火力発電設備の輸出は不可欠であるという立場を取っている。その理由として、その代替として想定されるのは、より効率の低い、中国による亜臨界圧の石炭火力発電設備になるからとしている⁴。しかし、実際には以下に示

す通り、中国が輸出する石炭火力発電設備が低効率であるとの理解は、古い情報に基づいており、最近のデータは考慮されていない。過去5年以上の期間に、改良された中国のボイラーの輸出は大幅に増えており、高効率な石炭火力発電技術の供給国としての日本の立場を中国が追い越す日は近いと考えられる。

さらに、石炭火力発電の効率は、環境と人の健康への影響を計る1つの要素にすぎない。JBICが支援する事業における大気汚染物質対策についても目を向けてみると、**発電所からの汚染物質を除去するための利用可能な最良の技術が導入されていない**。そのため、二酸化硫黄(SO₂)や窒素酸化物、微粒子を含む粒子状物質、硫酸霧や塩酸を含む酸性ガス、重金属などの有害物質に住民がさらされていることを私たちは突き止めた。

本ペーパーでは、はじめにJBICが支援した石炭火力発電設備の実績を世界平均と比較し、次に中国が輸出する石炭火力発電設備の実際のデータを検証した。最後に、JBICが支援した石炭火力発電設備における大気汚染対策技術について検証した。

¹JBICの石炭火力発電設備への支援額の算出には、いくつか異なる数字が使われている。ここでは、2014年10月に入手したOECDの数字と、「環境・持続社会」研究センター(JACSES)の田辺有輝が公開しているデータより収集した資料を利用した。今後、融資、保険、保証における全ての輸出信用機関からの報告が公開され、明確にされる必要がある。透明性確保のため、今回、入手できた全事業については別添1に示す。

²3ページ参照(http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004685/pdf/002_05_00.pdf)と12-15ページを参照(<http://bit.ly/1EJ4TDa>)

³<http://www.japantimes.co.jp/news/2015/03/29/business/japan-accused-of-financing-coal-fired-power-plants/#.VRyf2mSUFsQ>

⁴Ueno, Yanagi, Nakano, "Quantifying Chinese Public Financing for Foreign Coal Power Plants", 2014年11月(リンク先)<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/research/dp/documents/GrasPP-DP-E-14-003.pdf>

1. JBICが支援した石炭火力発電設備はどの程度効率が良いのか？

過去12年にわたり、JBICは、累計23,933MWの発電容量となる43の石炭火力発電用ボイラーの新設に、84.9億米ドルを支援してきた(詳細は別添1を参照)。2003年から2015年の間には以下の発電設備に支援している。

表1. JBICが支援した石炭火力発電設備の燃焼技術 (2003-2015年)

燃焼技術	MW	比率
亜臨界圧	10,144	42%
超臨界圧	12,403	52%
超々臨界圧	1,386	6%
	23,933	100%

出典: Platts WEPP, 2015年1月

JBICが支援した最近の発電設備と世界平均の設備を比較するため、以下の表ではJBICが支援した最も古い7事業(全て亜臨界圧)を除き、JBICが支援した設備のうち2010年以降に完成する発電設備と計画中の発電設備、また、同時期の世界平均の設備を示した。対象期間のJBICが支援した設備の効率は、世界平均を下回っていることがわかる。

表2にある通り、2010年もしくはそれ以降に完成したJBICの支援した発電設備の31%が亜臨界圧であり、この数字は世界の29%とほぼ同等だった。しかしさらにもっと顕著であるのは、JBICが支援した設備のほとんどが超臨界圧であるという点である。**超々臨界圧の石炭火力発電設備は、モロッコのサフィ超々臨界圧石炭火力発電設備の1基のみであり、アジアには全くない。**超臨界圧の世界平均が36%、超々臨界圧が29%となっているのとは比べると、**JBICが支援した石炭火力発電設備の効率の方が劣っていることは明らかである。**

2010年以降、中国が輸出している超臨界圧技術が世界で普及しているが、もはや超臨界圧は「効率的」とはみなされなくなっている。さらに重要なことは、同等の規模の新設発電所を比較した場合、亜臨界圧、超臨界圧、超々臨界圧の発電効率の違いがわずかしかないことである。アメリカのエンジニアリング会社であるサージェント・アンド・ランディ社(Sargent & Lundy, L.L.C.)が、米国環境保護庁(EPA)の依頼により、微粉炭燃焼発電所の燃焼効率をモデルケースとして、瀝青炭を燃料とする600MWの新設の亜臨界圧発電設備と、同規模・同燃料の新設の超臨界圧と超々臨界圧の発電設備の評価比較を行った。その結果、それぞれの発電設備の効率は、亜臨界圧 36.68%、超臨界圧 37.84%、超々臨界圧 38.45%であった⁵。ボイラーの燃焼技術の違いにかかわらず、石炭火力発電は常に温室効果ガスの主たる排出源であり、いずれのタイプも低炭素技術とは考えられないことは明らかである。

⁵サージェント・アンド・ランディ社, 2009年8月28日, "New Coal-Fired Power Plant Performance and Cost Estimates," Project 12301-003 (リンク先) <http://www.epa.gov/airmarkets/resource/docs/CoalPerform.pdf>

表2. JBICが支援した石炭火力発電設備と世界の全石炭火力発電設備との燃焼技術の比較 (2010-2018年)

燃焼技術	2010年以降に完成もしくは計画された発電設備 (JBIC 支援)		2010年以降に完成もしくは計画された発電設備 (世界)	
	MW	比率	MW	比率
亜臨界圧	6,312	31%	262,809	29%
超臨界圧	12,403	62%	327,898	36%
超々臨界圧	1,386	7%	268,411	29%
その他/不明	0	0%	56,395	6%
計	20,101	100%	823,847	100%

出典: Platts WEPP, 2015年1月

2. 中国が輸出する石炭火力発電設備はどの程度効率が良いのか？

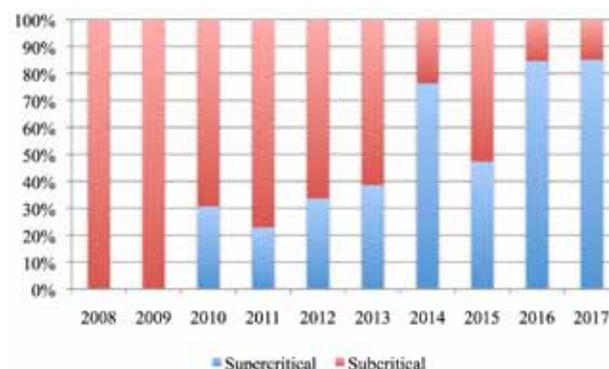
日本政府は、東京大学公共政策大学院(GraSPP)が作成した報告書を基に、中国による石炭火力発電設備の輸出は、亜臨界圧のボイラー技術が主流であるため⁶、OECDの輸出信用機関は、より効率的な石炭火力発電設備の輸出を推し進めるべきとの主張を展開している。この報告書では、2012年の(アメリカの電力データ研究所(UDI)による発電設備のデータベース(Platts UDI World Electric Power Plant Database)を活用し、中国企業と日本企業がそれぞれアジア市場向けに輸出したボイラーの形式の比較が提示されている。著者らは、「2007年以降」に中国がアジア市場向けに輸出した超臨界圧もしくは超々臨界圧のボイラーはわずか35%だったとし、それに対して、日本の同型のボイラー輸出は62%だったと指摘している。

このような比較にありがちだが、落とし穴は細部に潜んでいる。報告書の結論に至ったデータは、2007年以後に商業ベースで稼働を開始した発電設備、もしくは2012年時点で着工されていたものに限られると脚注に記されている。この対象期間以降、中国のボイラー輸出の構成は大きく様変わりしている。

図1は、中国企業から輸出された亜臨界圧の発電設備の割合が急激に減少していることを示している。これは2015年1月のPlatts WEPPの報告によるもので、2008年から2017年の間に中国の主要3社(Dongfang, Shanghai Electric, Harbin)が製造するボイラーを使って中国外で建設される発電設備もしくは建設が予定されている発電設備において、亜臨界圧と超臨界圧の占める割合の経年変化を算出したものだ。このグラフから、2016年までには亜臨界圧技術を使用した石炭火力発電設備の輸出が、15%にまで減少すると見通せる。

⁶脚注4参照

図1. 中国の主要3社(Dongfang, Shanghai Electric, Harbin)が輸出した亜臨界圧と超臨界圧の設備容量の割合推移(2008-2017年)



出典: Platts WEPP, 2015年1月 青:超臨界圧、赤:亜臨界圧

表3. 中国の主要3社(Dongfang, Harbin, and Shanghai Electric)が輸出した新設石炭火力発電設備の設備容量(2008-2017年)

年	メガワット(MW)		割合	
	亜臨界圧	超臨界圧	亜臨界圧	超臨界圧
2008	2,445	0	100%	0
2009	2,145	0	100%	0
2010	4,275	1,890	69%	31%
2011	6,478	1,920	77%	23%
2012	6,495	3,300	66%	34%
2013	7,155	4,500	61%	39%
2014	4,810	15,514	24%	76%
2015	11,472	10,320	53%	47%
2016	1,441	7,920	15%	85%
2017	695	3,970	15%	85%

出典: Platts WEPP, 2015年1月

入手可能な最新のデータに基づくと、中国の超臨界圧の石炭火力発電設備の輸出が亜臨界圧の数を超える勢いで急速に伸びている中では、OECDの輸出信用機関による公的支援が最も効率の良い発電技術を海外に輸出するために不可欠であるという主張は、支持を得られなくなっている。

3. JBICが支援した石炭火力発電設備はどれほど低公害か？

JBICが支援した発電設備の効率性が世界平均よりも低いことに加えて、これらの発電設備の大気汚染物質対策にも疑問点があげられる。これらの発電設備は利用可能な最良の技術を使用しておらず、脱硫装置や繊維フィルター(バグハウス)で対処可能な二酸化硫黄(SO₂)や微粒子を含む粒子状物質、硫酸霧や塩酸を含む酸性ガス、重金属などの有害物質の除去が不十分なこと地域住民を汚染物質にさらす結果となっている。

(a) 二酸化硫黄(SO₂)の除去技術－脱硫

2003年から2015年の期間におけるJBICが支援した石炭火力発電設備の二酸化硫黄(SO₂)除去技術の設備を下表に示す。

表4. JBICが支援した石炭火力発電設備のSO₂除去技術

MW	比率	二酸化硫黄の除去技術
4,708	20%	海水法脱硫装置
8,400	36%	低硫黄炭使用(装置なし)
572	2%	半乾式循環流動床FGD方式
1,700	7%	流動床式
5,270	22%	湿式石灰石FGD方式
232	1%	湿式石灰FGD方式
2,620	11%	脱硫装置なし
23,502	100%	計

出典: Platts WEPP, 2015年1月 青: 超々臨界圧、赤: 超臨界圧

JBICが支援した発電設備のうち半分にしか脱硫処置が施されていない。36%が低硫黄炭を使用となっているが、これは低硫黄炭を使用するので脱硫装置を設置していないことを意味している。Plattsデータベースによれば11%(ベトナム北部のハイフォンI、インドのメジャ、メキシコのパシフィコII)の発電所には脱硫装置の記載がないが、実際に装置がないのか、情報が入手できなかったかのいずれかと思われる。脱硫処置として低硫黄炭を使用しているのは、インド(パール、ジャイピー・ニグリ、クドゥギ、ラジプーラ・ナブハ)、インドネシア(チレボン)、ベトナム(ハイフォンII)の発電設備だった。

低硫黄炭を使用が汚染対策として有効なのかは疑問である。現在、インドでは、どの石炭火力発電に対しても、発電所またはユニット単位でのSO₂/NO_x(窒素酸化物)への規制がない⁷。関連する規制も強制する機関すらないので、低硫黄炭の使用も意味がない状況である。アメリカの未来資源研究所(RFF: Resource for the Future)⁸の研究によれば、インドの石炭火力発電設備に関連した若年死の4分の3は、低硫黄炭からのSO₂排出が原因と考えられており、発電所あたり平均500人になるとのことである。通常、インドの亜歴青炭の多くは、アメリカ産の亜歴青炭に比べて0.2-0.7%高い硫黄を含有している⁹。

未来資源研究所(RFF)は、健康被害を最小限に留めるために、インド国内の全ての発電所で脱硫装置を付けるか、あるいは最低でも石炭の洗浄を行うことを推奨している(現状、インドでは5%の石炭しか洗浄されていない)。アメリカでも同様の硫黄含有量を有する亜歴青炭が多くの石炭発電所で燃やされているが、発電所には脱硫装置が取り付けられている。JBICも、脱硫装置の設置を求めることができたにもかかわらず、対処を怠ったのである。

(b) 粒子状物質の除去

粒子状物質(髪の毛の太さの1/30より小さな物質)の吸入は、心臓発作や脳卒中、呼吸器疾患の発症率を上昇させる。最も小さく、最も危険な微粒子物質であるPM2.5は、肺の奥深くまで侵入してしまう。PM2.5の吸入は、わずかであっても呼吸器や心血管の疾患の原因となり、早死や死亡率の増加を招くことがある。石炭の燃焼がもたらす汚染から人々の健康を守るためには、PM2.5への厳重な対策が不可欠である。

特に微小な粒子状物質を除去するための最適な方法には、捕集用繊維フィルター(ろ過装置)や湿式電気集じん機(WESP)などがある。これらの技術を併用することで、煙突から排出されるほぼ全ての粒子状物質を取り除くことができるが、コストがかかるため、これらの装置が設置されることは少ない。次に有効なのは、ろ過装置単体の設置で、ろ過装置は、粒子全体の99.9%、微粒子の99.0-99.8%を回収することが可能である。3番

目の策として湿式電気集じん機(WESP)単体の設置で、4番目の策として乾式電気集じん機(Dry ESP)が続くが、乾式電気集じん機は粒子全体の99%を除去できるものの、微粒子となると90-95%しか回収することができない。通常の稼働状況下における乾式電気集じん機は、粒子状物質の回収効率ほろ過装置に劣る上、微粒子の除去においても湿式ほどの効果が得られない。表5はJBICが支援した石炭火力発電設備に設置されている粒子状物質除去装置を示している。

表5. JBICが支援した石炭火力発電設備で運用されている微粒子除去装置

MW	比率	粒子除去装置
804	3%	ろ過措置(捕集用繊維フィルター)
2,754	12%	低温電気集じん装置 (エアヒーターの後流に設置)
18,644	79%	不特定の電気集じん装置 (エレクトロフィルター)
1,300	6%	除去措置なし
23,502	100%	計

出典:Pattes WEPP, 2015年1月

JBICが支援した発電設備で使用されている粒子状物質除去装置のほとんど(91%)は低温乾式集じん機か、乾式集じん機以外と思われる不特定の電気集じん装置であることがわかる。湿式集じん機技術が普及し始めてから少なくとも20年が経過しているにもかかわらず、規制がないためにこの装置の実装が伸びず、多くの発電設備が湿式集じん機を利用されていない。つまり、JBIC支援の石炭火力発電設備の5分の4では性能の悪い、劣った技術が使われている。そのような技術では、煙突から排出される有害な微粒子(PM2.5)を全て取り去ることはできない。わずか2つの発電設備で、微粒子除去対策としては次策のろ過装置が設置されているにすぎず、最も効果的に煙突から排出される粒子状物質を回収できるろ過装置と湿式集じん機が設置されている発電設備は1つも無い。

⁷<http://www.greenpeace.org/india/Global/india/docs/India-China-Air-Quality-Standards-Comparison.pdf>

⁸Maureen Cropper and Kabir Malik, "The Hidden Costs of Power: Effects of Coal Electricity Generation in India," 2011年Resources Magazine, <http://bit.ly/117hSO7>

⁹Mittal, M.L., et al., インドの石炭火力発電所からの排出量推定(リンク先)
<http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei20/session5/mmittal.pdf>

4. 結論

JBICは、石炭火力発電設備への支援は中国による亜臨界圧の石炭火力発電設備の建設を実際的に阻止するために必要であると主張しているが、その主張は、限定的な分析と中国の輸出に関する古い統計資料にのみ依拠するものである。しかし、最新のデータでは、中国が輸出する亜臨界圧の発電設備の割合は徐々に減少しており、2015年以後には20%未満になることが示されている。

JBICが支援した石炭火力発電設備は高効率で低公害だと主張されているが、その主張は国際比較により事実ではないことが明らかになった。実際、JBICが支援した石炭火力発電設備は世界平均と比べて効率が悪く、大気汚染対策においてもJBICが支援した発電設備は利用可能な最良の技術を導入していないために、世界中の人々の健康と生命を脅かしている。

日本政府が日本企業への支援を継続し、性能の劣った技術を世界の貧しい国々に展開させていくことは許しがたい行為である。日本は、現在普及している中で最も汚染が少なく、高効率な石炭火力発電技術を輸出しているとは、決して言えない。

他の発電方法と比較してはるかに多くの二酸化炭素を排出し、稼働し始めれば数十年も排出が続くことになる石炭火力発電への支援を続ける正当な理由はない。

日本政府は、海外の石炭発電設備の新設や他の化石燃料に対して行われる支援を認めない方向に舵を切ろうとしているOECD輸出信用グループの動きを支持すべきである。さらに、将来、すべての人々にクリーンなエネルギーを確保するため、アジア太平洋地域で自然エネルギー事業を成長させるために公的資金を使うべきである。

添付1:JBICが支援した石炭火力発電設備(2003年-2015年)

支援年 (百万USD)	JBICの 支援額	発電設備	国名	企業	発電容量 (MW)	状態	操業年	ボイラー 形式	粒子状 物質の 除去対策	SO2の除 去対策
2003	91	ミンダナオ1号機	フィリピン	STEAG STATE POWER INC	116	OPR	2006	SUBCR	BH	WL
2003		ミンダナオ2号機		STEAG STATE POWER INC	116	OPR	2006	SUBCR	BH	WL
2003	91	パロセニ4号機	ルーマニア	SC COMPLEX ENERGETIC HUNEDOARA	150	OPR		SUBCR	ESP	FGD
2003	721	タンジュン・ジャティB・1号機	インドネシア	PT CENTRAL JAVA POWER	660	OPR	2006	SUBCR	CSE	WLST
2003		タンジュン・ジャティB・2号機		PT CENTRAL JAVA POWER	660	OPR	2006	SUBCR	CSE	WLST
2004	408.5	BLCP 1号機	タイ	BLCP LTD	717	OPR	2006	SUBCR	CSE	SWFGD
2004		BLCP 1号機		BLCP LTD	717	OPR	2007	SUBCR	CSE	SWFGD
2004	138	マリツツア・イーストII・1-4号機	ブルガリア	TPP MARITZA EAST-2 PLC	696	OPR	2007-2009	SUBCR	ESP	WLST
2005	62.4	ハイフォンI・1号機	ベトナム	HAI PHONE THERMAL POWER JSC	300	OPR	2011	SUBCR	BLANK	BLANK
2005		ハイフォンI・2号機		HAI PHONE THERMAL POWER JSC	300	OPR	2011	SUBCR	BLANK	BLANK
2007	380	パール1号機	インド	NTPC LTD	660	CON	2015	SUPERC	ESP	CF
2007		パール2号機		NTPC LTD	660	CON	2015	SUPERC	ESP	CF
2007		パール3号機		NTPC LTD	660	CON	2016	SUPERC	ESP	CF
2007	38	ハイフォンII・1号機	ベトナム	HAI PHONE THERMAL POWER JSC	300	OPR	2013	SUBCR	ESP	CF
2007		ハイフォンII・2号機		HAI PHONE THERMAL POWER JSC	300	OPR	2014	SUBCR	ESP	CF
2008	1753	タンジュン・ジャティB・3号機	インドネシア	PT CENTRAL JAVA POWER	660	OPR	2011	SUBCR	ESP	WLST
2008		タンジュン・ジャティB・4号機		PT CENTRAL JAVA POWER	660	OPR	2012	SUBCR	ESP	WLST
2010	1458	パイトン3号機	インドネシア	PT PAITON ENERGY	815	OPR	2012	SUPERC	ESP	FGD
2010	216	チレボン1号機	インドネシア	PT CIREBON ELECTRIC POWER	700	OPR	2012	SUPERC	ESP	CF
2010	273	パシフィコIII・1号機	メキシコ	COMISION FEDERAL DE ELEC	700	OPR	2010	SUPERC	BLANK	BLANK
2011	110	ジャイビー・ニグリ1号機	インド	JAIPRAKASH POWER VENTURES LTD	660	CON	2014	SUBCR	ESP	CF
2011		ジャイビー・ニグリ2号機		JAIPRAKASH POWER VENTURES LTD	660	CON	2014	SUBCR	ESP	CF
2011	81	ラジプーラ・ナブハ1号機	インド	NABHA POWER LTD	700	OPR	2014	SUPERC	ESP	CF
2011		ラジプーラ・ナブハ2号機		NABHA POWER LTD	700	CON	2014	SUPERC	ESP	CF
2011	58	ブンアンI・1号機	ベトナム	PETROVIETNAM POWER CORP	600	CON	2014	SUBCR	ESP	WLST
2011		ブンアンI・2号機		PETROVIETNAM POWER CORP	600	CON	2014	SUBCR	ESP	WLST
2012	216	ジョルラスファール5号機	モロッコ	TAQA NORTH AFRICA	350	CON	2014	SUBCR	ESP	FGD
2012		ジョルラスファール6号機		TAQA NORTH AFRICA	350	CON	2014	SUBCR	ESP	FGD
2013	500	コクラン1号機	チリ	AES GENER SA	286	CON	2017	SUBCR	BH	CFBS
2013		コクラン2号機		AES GENER SA	286	CON	2017	SUBCR	BH	CFBS
2013	85	タイビンII・1号機	ベトナム	PETROVIETNAM POWER CORP	600	CON	2017	SUPERC	ESP	WLST
2013		タイビンII・2号機		PETROVIETNAM POWER CORP	600	CON	2018	SUPERC	ESP	WLST
2014	210	クドゥギ1号機	インド	NTPC LTD	800	CON	2016	SUPERC	ESP	CF
2014		クドゥギ2号機		NTPC LTD	800	CON	2017	SUPERC	ESP	CF
2014		クドゥギ3号機		NTPC LTD	800	CON	2017	SUPERC	ESP	CF
2014	90	メジャ1号機	インド	NTPC LTD	660	CON	2016	SUPERC	ESP	BLANK
2014		メジャ2号機		NTPC LTD	660	CON	2017	SUPERC	ESP	BLANK
2014	908	サフィ1号機	モロッコ	SAFI ENERGY COMPANY SA	693	CON	2018	ULTRSC	ESP	SWFGD
2014		サフィ2号機		SAFI ENERGY COMPANY SA	693	CON	2018	ULTRSC	ESP	SWFGD
2014	202	ピントゥアンIV・1号機	ベトナム	EVN GENCO NO 3	600	CON	2017	SUPERC	ESP	SWFGD
2014		ピントゥアンIV・2号機		EVN GENCO NO 3	600	CON	2018	SUPERC	ESP	SWFGD
2015	409	ズエンハイIII 増設	ベトナム		688	CON	2018	SUPERC	ESP	SWFGD
Totals	8498.9				23933					

出典:OECD、JBICウェブサイト掲載のプレスリリース

Key:

SO2の除去対策

SWFGD	海水法脱硫装置
CF	低硫黄炭(装置なし)
CFBS	半乾式循環流動床FGD方式
FGD	流動床式
WLST	湿式石灰石FGD方式
WL	湿式石灰FGD方式
BLANK	脱硫装置なし

粒子状物質の除去対策

BH	ろ過装置(捕集用繊維フィルター)
CSE	低温電気集じん装置(エアヒーターの後流に設置)
ESP	不特定の電気集じん装置(エレクトロフィルター)
BLANK	除去装置なし