

循環型社会で求められる焼却処理の役割向上

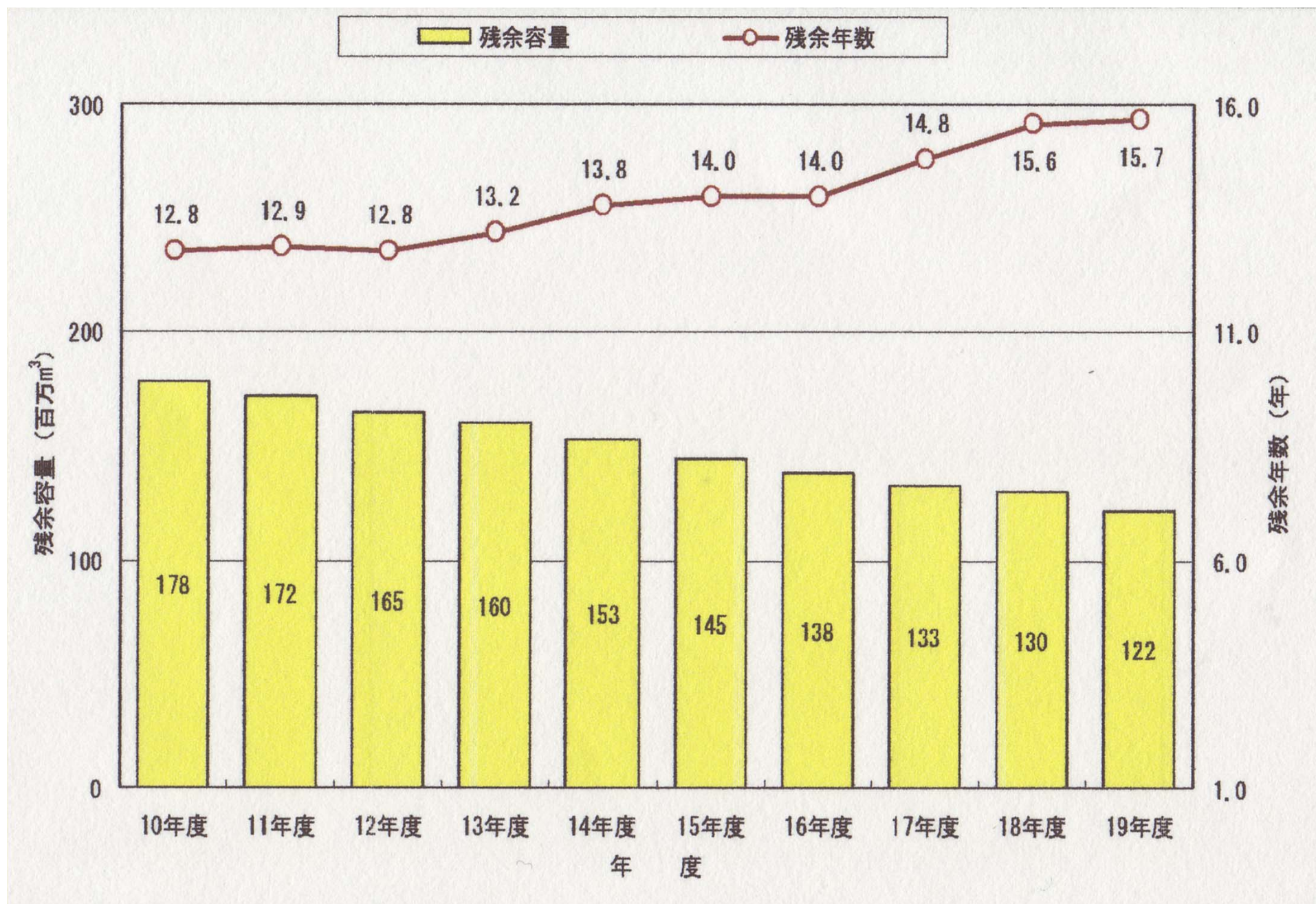


国際環境研究協会

安田 憲二

廃棄物処理の基本

- 廃棄物処理の基本は公衆衛生の向上
- 日本の気候は高温、多湿なため、伝染病が蔓延しやすいことから、焼却などの熱処理は公衆衛生の向上に貢献している
- 焼却処理は廃棄物の効果的な減量化を実現し、埋立容量の減少効果をもたらす
- 焼却処理は、廃棄物の持つ発熱量を熱エネルギーとして資源化でき、発電利用などにより二酸化炭素の低減にも寄与している



一般廃棄物最終処分場の残余年数(平成19年度)

循環型社会で必要とされる焼却炉の機能

背景

- ★ 焼却処理の過程では大量の二酸化炭素が排出されている。
- ★ 平成20年度の日本における温室効果ガス総排出量排出量は12億8,600万トン(CO₂換算)である。これに対して、廃棄物分野からの排出量は3,768万トンであり、総排出量の2.9%を占めている。
- ★ 廃棄物分野からの温室効果ガス排出量のうち、一般廃棄物および産業廃棄物の焼却による排出量が全体の4分の3を占めている。
- ★ このうち一般廃棄物の焼却処理では3割強を占めている。

実態調査から見た焼却処理の現状と対策

調査施設の概要

No.	燃焼方式等	焼却能力	完成年月	脱硝方式	灰溶融方式
1	ストーカ炉	120 t/d × 2炉	2002.04	触媒脱硝	
2	ストーカ炉	90 t/d × 3炉	2003.12	無触媒	
3	ストーカ＋灰溶融	193 t/d × 3炉	2005.02	触媒脱硝	プラズマ式
4	ストーカ＋灰溶融	130 t/d × 3炉	2001.03	触媒脱硝	アーク式
5	ストーカ＋灰溶融	135 t/d × 3炉	2002.12	触媒脱硝	プラズマ式
6	ストーカ＋灰溶融	150 t/d × 3炉	2006.03	触媒脱硝	電気式
7	ストーカ＋灰溶融	123 t/d × 2炉	2003.04	触媒脱硝	プラズマ式
8	ストーカ＋灰溶融	100 t/d × 3炉	2003.03	無触媒	プラズマ式
9	流動床＋灰溶融	144 t/d × 3炉	2003.03	触媒脱硝	プラズマ式
10	シャフト式ガス化溶融炉	129 t/d × 3炉	2003.03	触媒脱硝	
11	シャフト式ガス化溶融炉	80 t/d × 2炉	2003.03	無触媒	
12	流動床式ガス化溶融炉	115 t/d × 2炉	2003.03	触媒脱硝	
13	流動床式ガス化溶融炉	140 t/d × 3炉	2002.11	触媒脱硝	
14	流動床式ガス化溶融炉	98 t/d × 2炉	2003.04	触媒脱硝	
15	キルン式ガス化溶融炉	105 t/d × 2炉	2003.03	燃焼制御	

調査施設の運転状況

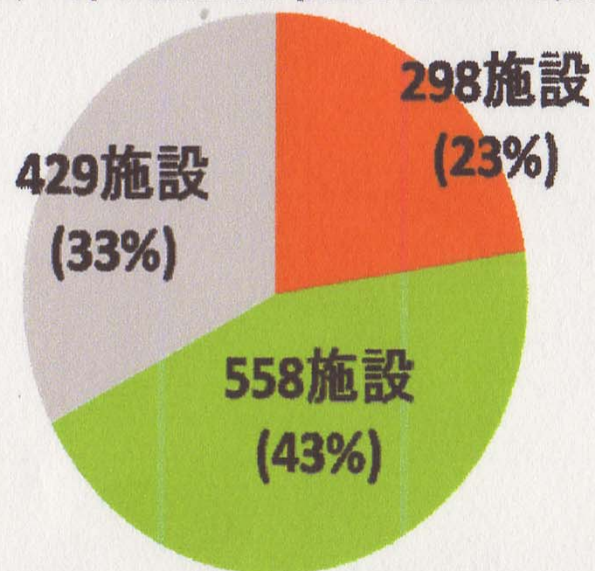
No.	ごみ発熱量 (kJ/kg)	ごみ焼却量 (t/年)	発電電力量 (MWh/年)	発電効率 (%)	売電力量(%) (MWh/年)
1	8,400	50,506	10,681.1	9	2,679.7(25.1)
2	8,400	55,049	12,593.5	10	5,049.1(40.1)
3	8,780	166,883	61,136.3	15	10,196.9(16.7)
4	9,450	103,602	49,783.5	18	16,473.1(33.1)
5	8,000	68,412	32,354.2	21*	0
6	10,500	46,882	30,998.8	15	10,882.2(35.1)
7	7,542	32,791	9,573.0	14	0
8	8,500	35,209	14,542.0	17	3,938.0(27.1)
9	8,800	48,141	13,746.6	12	0
10	8,026	111,554	4,566.2	11	1,708.2(37.4)
11	10,880	10,880	5,728.8	11	0
12	8,990	70,916	18,346.5	10	5,821.1(31.7)
13	9,200	79,971	40,931.0	20	9859.0(24.1)
14	8,800	50,972	13,771.6	11	1,725.1(12.5)
15	9,630	27,895	7,323.9	10	135.3 (1.8)

注) *スーパーごみ発電

■余熱利用施設の状況

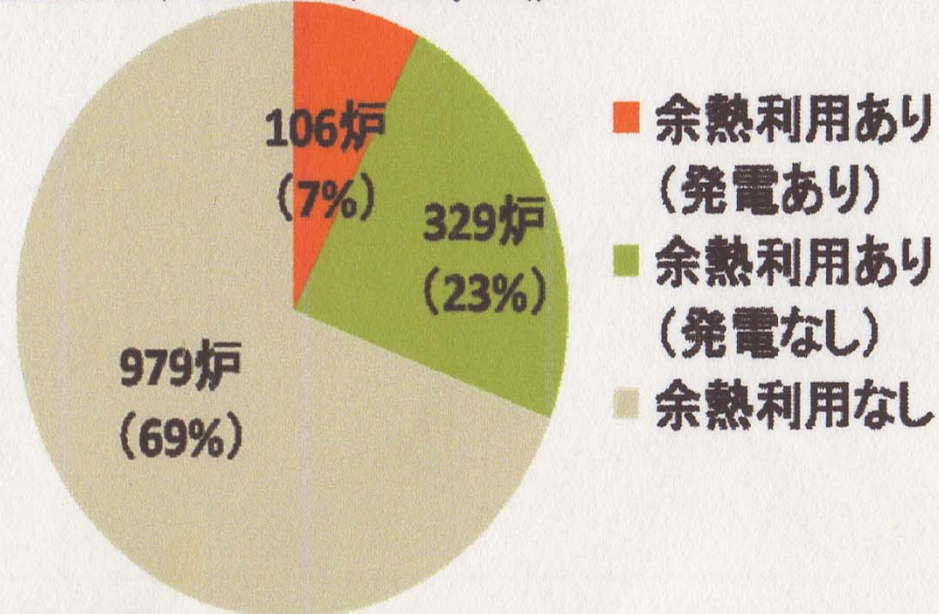
一般廃棄物焼却施設(平成19年度)

(市町村、一部事務組合が設置した1285の焼却施設)

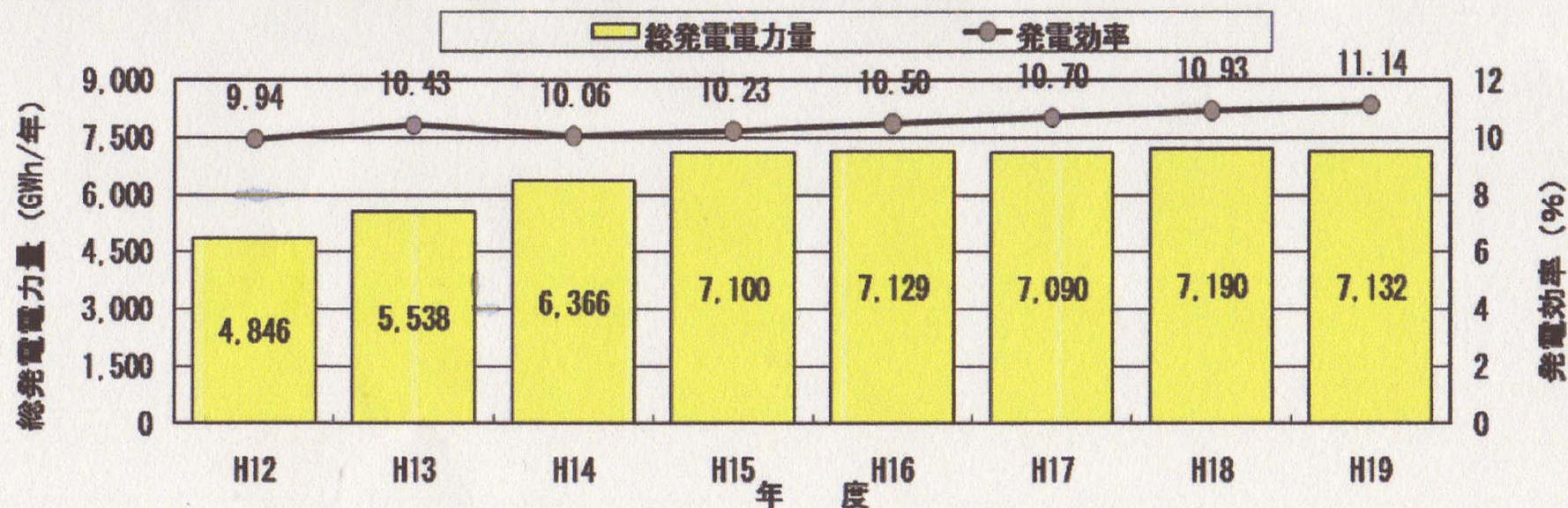


産業廃棄物焼却炉(平成20年度)

(調査に対する回答のあった1,414炉)



■廃棄物発電の総発電電力量と発電効率(一般廃棄物)



廃棄物発電・熱利用によるCO₂削減可能量

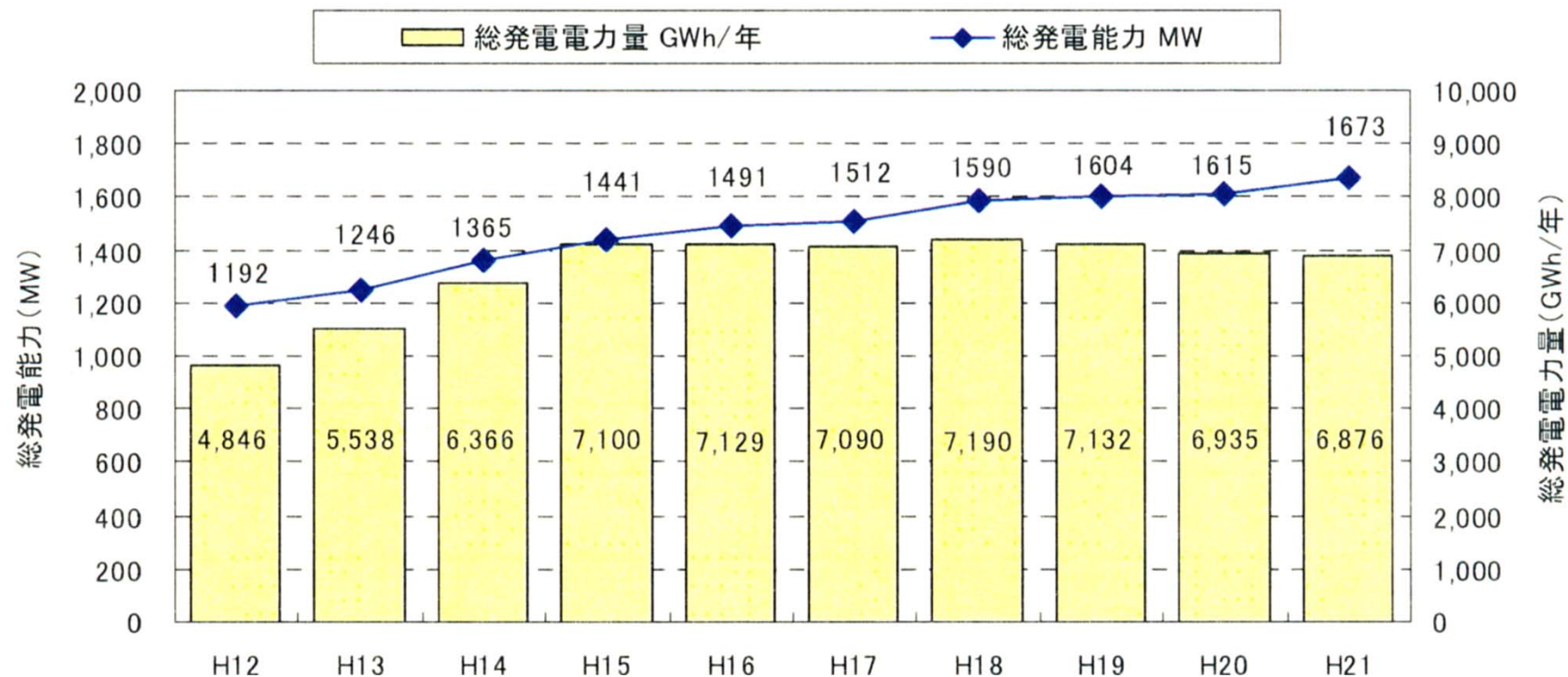
		現状※	シナリオ1	シナリオ2
発電条件	対象ごみ	63% 24,678トン	80% 31,313トン	100% 39,142トン
	発電効率	11.6%	20%	25%
余熱利用条件	対象ごみ	97% 38,139トン	100% 39,142トン	
	熱利用率	5%	10%	
回収熱量(GWh)	発電	7,129	15,657	24,464
	余熱利用	4,767	9,785	
CO ₂ 削減量 (千トン-CO ₂)	発電	3,957	8,689	13,577
	余熱利用	1,174	2,410	
	合計	5,131	11,100	15,988
	現状との差	—	5,969	10,857
一般廃棄物焼却由来のCO ₂ 排出量(15.4百万トン)に対する割合		33%	72%	104%
文献(8)による追加削減量 (20～34百万トン)に対する割合		—	18～30%	32～54%

注)ごみ発熱量9MJ/kg、電力の排出係数0.555kg-CO₂/kWh、原油の発熱量0.258kLあたり10GJ、原油の排出係数18.66t-C/TJ

※「現状」は2004年時点、一部仮定を含む。

3-1. ごみ発電の観点からみたごみ処理の広域化

(1) 既存ごみ発電施設の有効活用検討 ～背景～



出典：環境省)日本の廃棄物処理 平成21年度版

- ・総発電能力は年々増加
- ・総発電電力量は停滞



ごみ量減少により
既存ごみ発電施設の
稼働率低下

2007年10月29日
朝日新聞(朝刊)

廃プラ焼却7割

主要都市調査 埋め立て限界

「不燃ごみ」扱いされるもの多かったプラスチックごみを「可燃ごみ」として焼却処分する自治体が急増、政令指定都市、県所在地市合わせて50の主要都市では、割にのぼっていることが朝日新聞社の調べでわかった。背景には焼却処分方向転換する東京33区同様、焼却炉の性能向上でダイオキシンなどの排出が抑制される一方、埋め立て用地の確保が困難になってきていることがあ

る。ただ、安易な焼却はごみ減量化への動きに水を差しかねないとの懸念もある。(杉本裕明)

調べによると、プラ

スチックごみを「不燃ごみ」として収集しているのが、名古屋市の約4割が「焼却不適物」として収集した後大半を燃やしている市もある。実際に焼却している自治体の数は

戸など10市。すべてリサイクルが鳥取市。過去5年で前橋、新潟、大分など11市が焼却に姿を消した。埋め立てだった東京23区は10月から一部を焼却、来年度全面実施する。

容器包装リサイクル法のもとでリサイクルしているのが32市あった。環境省によると、全国の市区町村の約4割がプラスチックごみを「不燃ごみ」として収集しているが、名古屋市の約4割が「焼却不適物」として収集した後大半を燃やしている市もある。実際に焼却している自治体の数は

もともと多く、今後も増加していった。ただ、地元住民の約束で焼却ができなかった自治体もある。焼却処分を後押ししたのは02年のダイオキシン規制強化。ダイオキシン発生抑制のために高温焼却が義務づけられ焼却炉の改修・新設が進んだ。熱量が高く炉を傷めるとして埋め立て処分していたプラスチックごみも燃やせるようになった。一方で、埋め立て処分場が限界にきているのも事実だ。さらに、環境省が05年5月、自治体に通じた廃棄物処理法の基

本方針も拍車をかけている。「プラスチックごみは埋め立てを避け、焼却施設での発電など熱回収が適当」との内容だ。

しかし、安易な焼却処分に警鐘を鳴らす意見もある。倉阪秀史・千葉大准教授(環境政策)は「燃やせばごみの生は終わりに近づいてしまう。埋め立てよりはまだいいが、再使用やリサイクルして有効に活用した後、燃やす以外に方法がなくなっ

てからにすべきだと指摘。ごみ減量化の動きにつながる政策を打ち出すことが先決と主張する。

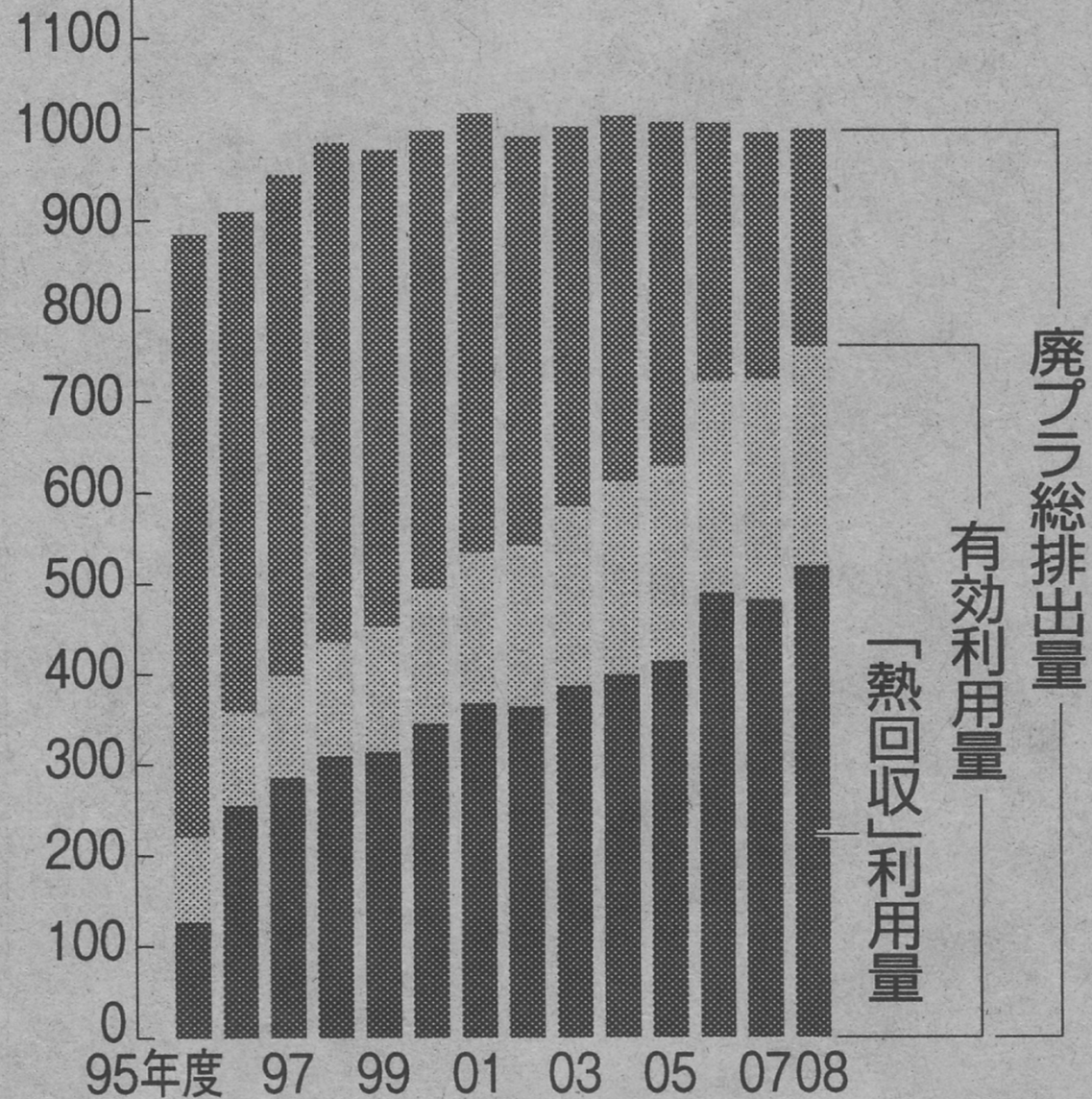
政令指定都市と県庁所在地市のプラスチックごみ処理		容器包装はペットボトル、トレーを除いた。カッコ中の数字は02年以降焼却に転換した年	
容器包装プラスチックの分別・リサイクル		実施	実施せず
残ったプラスチックごみの処理方法		焼却	埋め立て
札幌	札幌	○	●
青森	青森	×	●
盛岡	盛岡	×	●
仙台	仙台	×	●
秋田	秋田	×	●(02)
山形	山形	×	●
福島	福島	○	●
水戸	水戸	×	●
宇都宮	宇都宮	×	●
前橋	前橋	○	●(04)
さいたま	さいたま	○	●
千葉	千葉	×	●
横浜	横浜	○	●
川崎	川崎	×	●
新潟	新潟	○	●(06)
富山	富山	○	●(07)
金沢	金沢	○	●
福井	福井	○	●
甲府	甲府	×	●
長野	長野	○	●
岐阜	岐阜	×	●
静岡	静岡	×	●
浜松	浜松	○	●
名古屋	名古屋	○	●
大津	大津	○	●
京都	京都	○	●
大阪	大阪	○	●
堺	堺	×	●
神戸	神戸	×	●
奈良	奈良	○	●
和歌山	和歌山	○	●
鳥取	鳥取	○	●
徳島	徳島	○	●
高松	高松	○	●
松山	松山	○	●
高知	高知	○	●(02)
福岡	福岡	×	●
北九州	北九州	○	●
佐賀	佐賀	×	●(03)
長崎	長崎	×	●
熊本	熊本	○	●(07)
大宮	大宮	○	●(05)
鹿児島	鹿児島	○	●(07)
那覇	那覇	×	●(06)

廃プラスチック類処理の変遷 ー埋立処分から焼却処理へー

都 市 名	焼却に転換した年
秋田市	2002年から
前橋市	2004年から
東京都23区	2008年から(予定)
新潟市	2006年から
富山市	2007年から
広島市	2004年から
高知市	2002年から
佐賀市	2003年から
大分市	2007年から
宮崎市	2005年から
鹿児島市	2007年から
那覇市	2006年から

廃プラの有効利用量の推移

1200 (万トン)



(プラスチック処理促進協会調べ)

2010年6月24日
朝日新聞(夕刊)

欧州における一般廃棄物焼却施設からの電力・熱の販売量

国名	電力 (MWh/年)	熱 (MWh/年)	ごみ処理量 (t/年)	電力 (kWh/ごみt)	熱 (kWh/ごみt)
オーストリア	23,412	844,200	842,230	28	1,002
ベルギー	460,390	69,324	1,370,693	336	51
チェコ共和国	5,702	694,719	410,383	14	1,693
デンマーク	1,183,653	6,156,051	3,009,953	393	2,045
フィンランド	0	104,700	49,000	0	2,137
フランス	1,083,137	4,691,580	8,238,173	131	569
ドイツ	3,905,450	8,327,206	15,259,766	256	546
英国	439,625	51,459	872,797	504	59
ハンガリー	40,291	47,684	160,054	252	298
イタリア	1,855,245	509,498	4,453,738	417	114
オランダ	2,010,257	659,818	5,158,988	390	128
ノルウェー	132,593	1,076,679	766,723	173	1,404
ポルトガル	282,726	0	648,463	436	0
スペイン	4,381,060	0	2,221,218	1,972	0
スウェーデン	624,049	6,088,072	3,077,906	203	1,978
スイス	993,982	2,019,972	3,024,847	329	668

ヨーロッパにおける取り組み

(EU-court(C-458/00 Par.34))

- 現状における発電効率は**20-28 %**
- 焼却廃熱の**80-85 %**は蒸気あるいは電気として回収可能
- 今後は焼却炉をエネルギーリサイクルプラントとして位置づける
- 以下の式に基づいたエネルギー回収効率を基準として判断

年間のエネルギー使用効率 = $(E_p / (0.97 \times E_w))$ E_p : 回収、使用熱量

E_w : ごみの熱量

電気 = 1MWh $abs = 2.6$ MWh $equ.$

蒸気 = 1MWh $st abs = 1.1$ MWh $equ.$

★効率 **0.60**: 現在から**2008.12.31**まで許容される焼却炉

0.65: **2009.01.01**以降から許容される焼却炉

(文献)

B.BILITEWSKI: STATE OF THE ART OF THERMAL TREATMENT, Proceeding Sardinia 2007,
Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy



3-2. 再生可能エネルギーとしての位置づけ

5)ごみ発電普及のための課題と施策

(1)他の再生エネルギーとの比較

- | | |
|----------|-----------|
| ①太陽光発電 | 約49円/kWh |
| ②風力(大規模) | 9~14円/kWh |
| ③地熱 | 16円/kWh |

出典:新エネルギー部会中間報告(H21年8月31日)、総合資源エネルギー調査会 新エネルギー部会

(2)ごみ発電

- ①約14円/kWhと試算
- ②天候等に左右されない安定した電源

発電コスト、および、発電の安定性の観点から、ごみ発電は今後の新エネルギー導入推進の取り組みにおける有望なエネルギー源のひとつであると考えられる。



3-3. 環境基準値とのトレードオフ

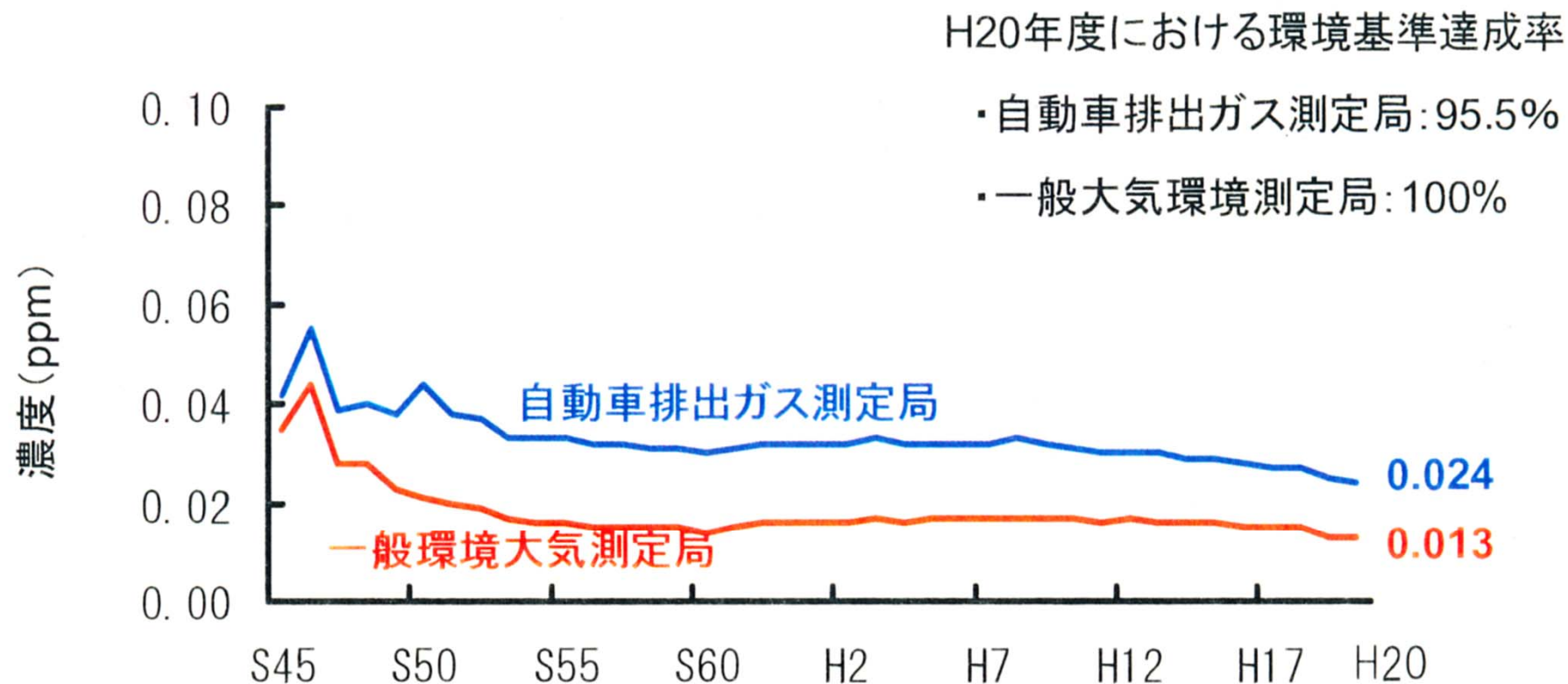
都市ごみ焼却施設においてよりいっそうの発電量の向上が望まれている。
その一つの方法として環境規制の緩和と発電効率向上の関係を取り上げた。

内容

- ・国内におけるNOxの排出状況
- ・都市ごみ焼却施設における自主規制値状況
- ・NOx低減技術の紹介, 性能比較
- ・NOx自主規制値緩和による影響評価
(排出増加量, 大気環境濃度, メリット・デメリット)

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

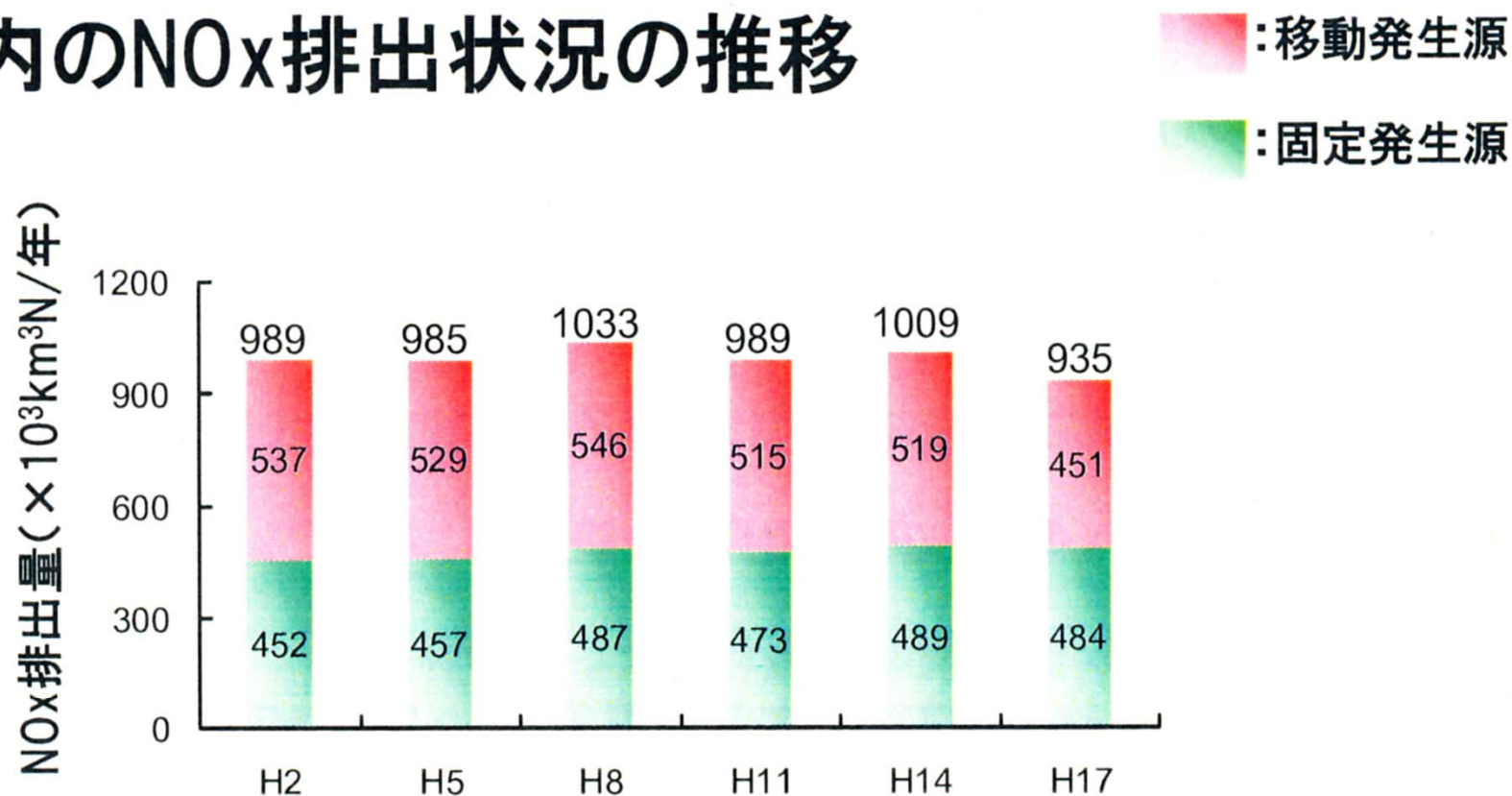
大気環境におけるNO₂濃度の年平均の推移



※環境省水・大気環境局『平成20年度大気汚染状況について』より

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

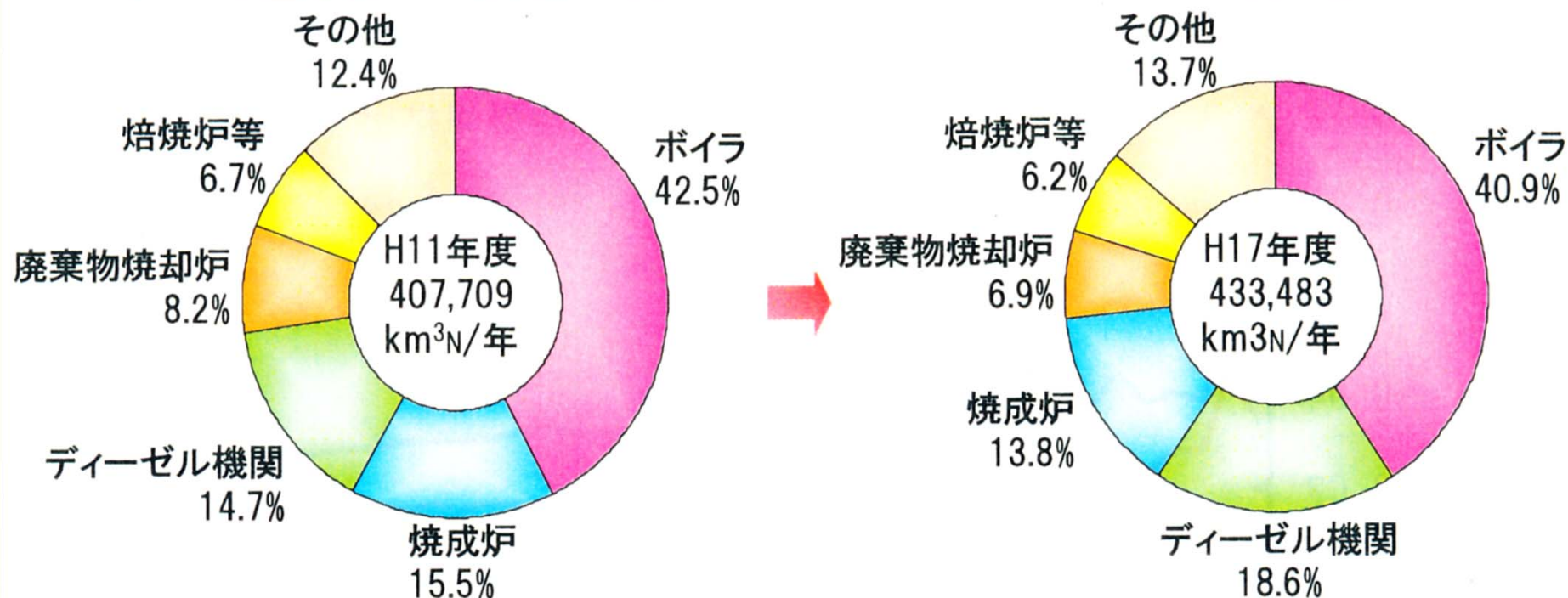
国内のNOx排出状況の推移



※『OECD Environmental Data Compendium』より作成

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

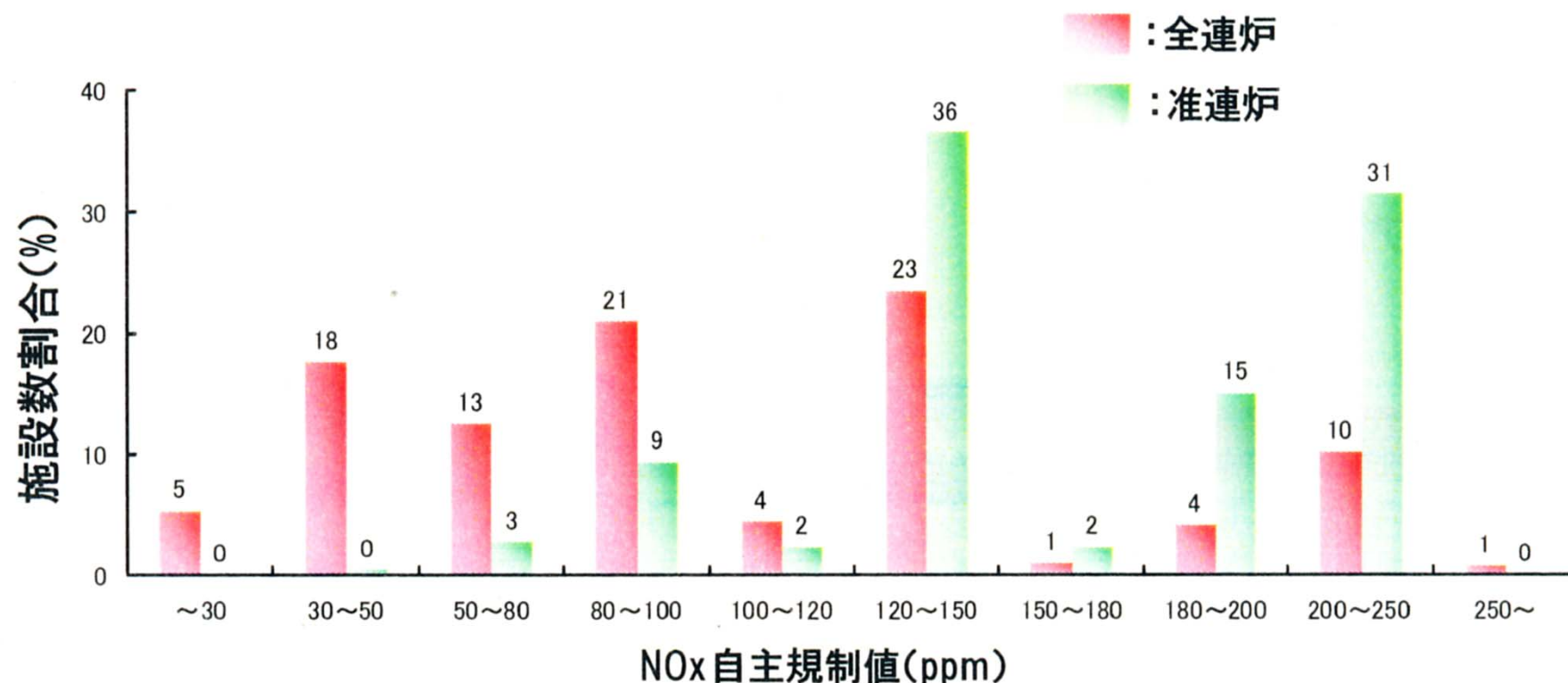
ばい煙発生施設別のNOx排出状況の推移



廃棄物焼却炉のNOx排出量は、H11年度(33,321km³N/年)に比べ、H17年度(29,842km³N/年)は1割ほど削減されている。

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

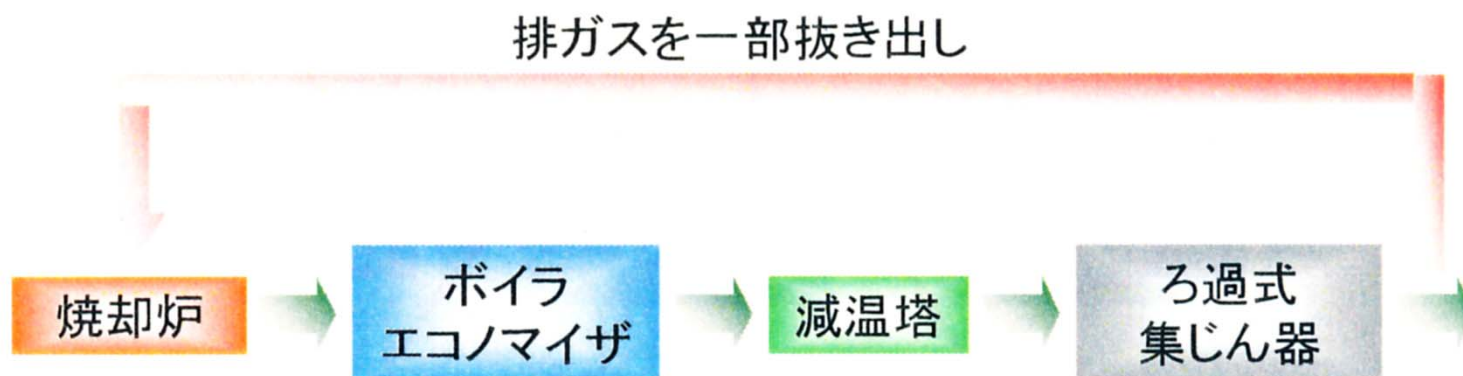
都市ごみ焼却施設のNOx自主規制値



※財団法人廃棄物研究財団『ごみ焼却施設台帳 H18年度版』より作成

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

NOx低減技術(1)排ガス再循環システム(EGR)



- ・低酸素な排ガスを燃焼空気の代替として用いることで、局所的な高温場や高酸素濃度場を無くす方法。従来燃焼の半分程度までNOxを抑制できる。

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

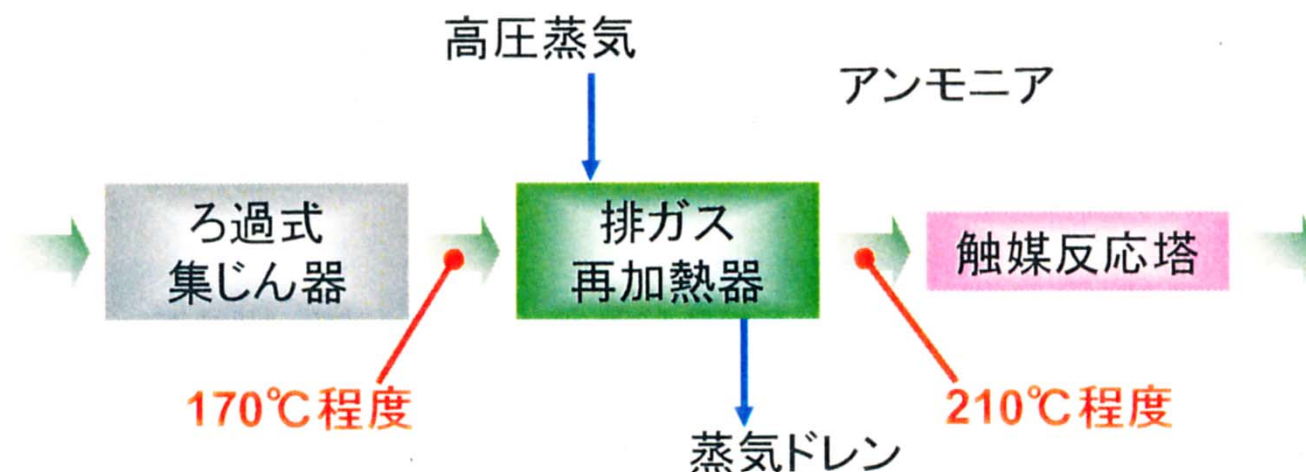
NO_x低減技術(2)無触媒脱硝技術 (SNCR)



- ・炉内に還元剤を吹込み、NO_xを分解する方法
- ・脱硝率30～40%程度。余剰の還元剤による白煙が発生するため、多くは吹込めない。
- ・最適な温度域に還元剤を供給することで60%以上の除去率を得られるとの報告有り。
- ・還元されたNO_xの20%程度のN₂Oが生成するとの報告もされている。

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

NO_x低減技術(3)触媒脱硝技術 (SCR)



- ・210℃程度まで加熱された排ガスにアンモニアを混合させ触媒に通すことでNO_xを分解除去する。温度が高いほど高い脱硝率が得られる。
- ・排ガス温度が低いと、被毒による性能低下を引き起こす。
- ・低温でも性能低下に強い触媒が開発されている。



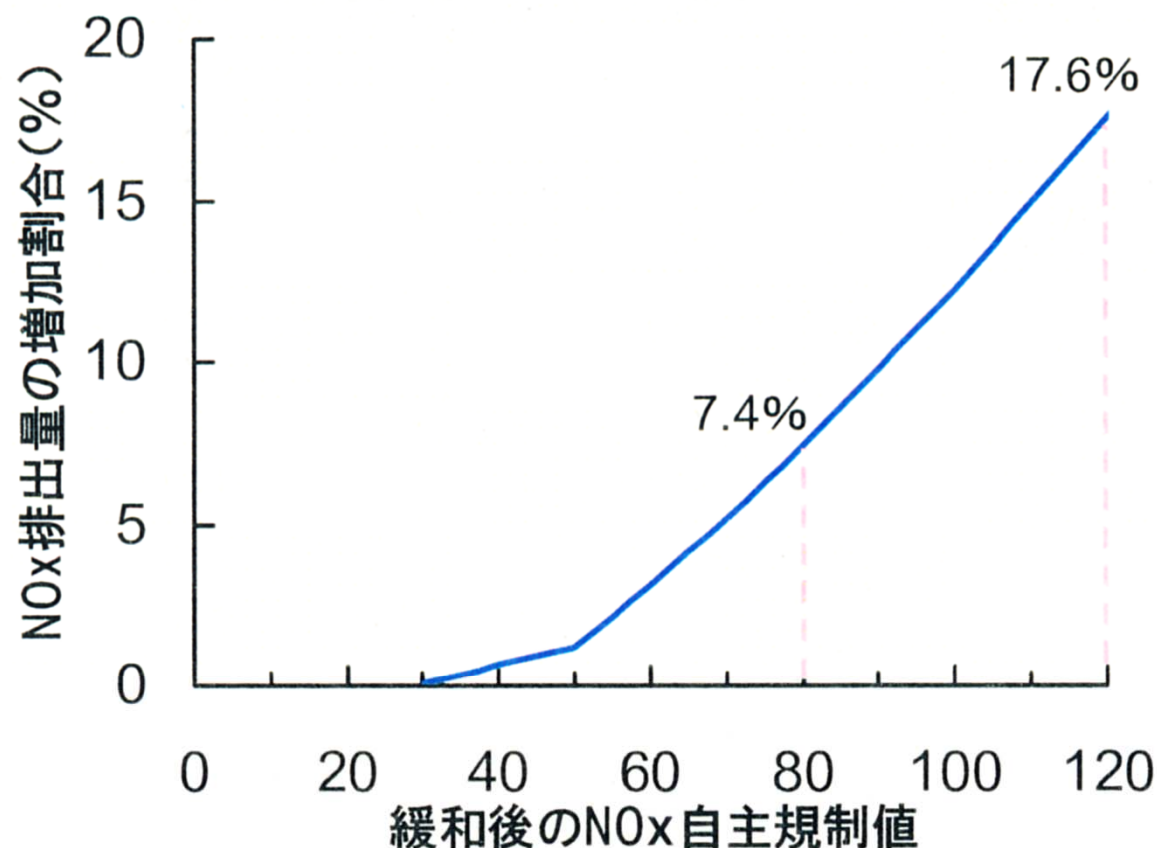
3-3. 環境基準値とのトレードオフ

脱硝技術の性能比較

条 件	NOx排出濃度 (酸素12%換算・単位ppm)
いずれの技術も 採用しない場合	100～120
EGRを採用	40～70
SNCRを採用	40程度
SCRを採用	20以下

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

自主規制緩和の影響(1)排出増加量

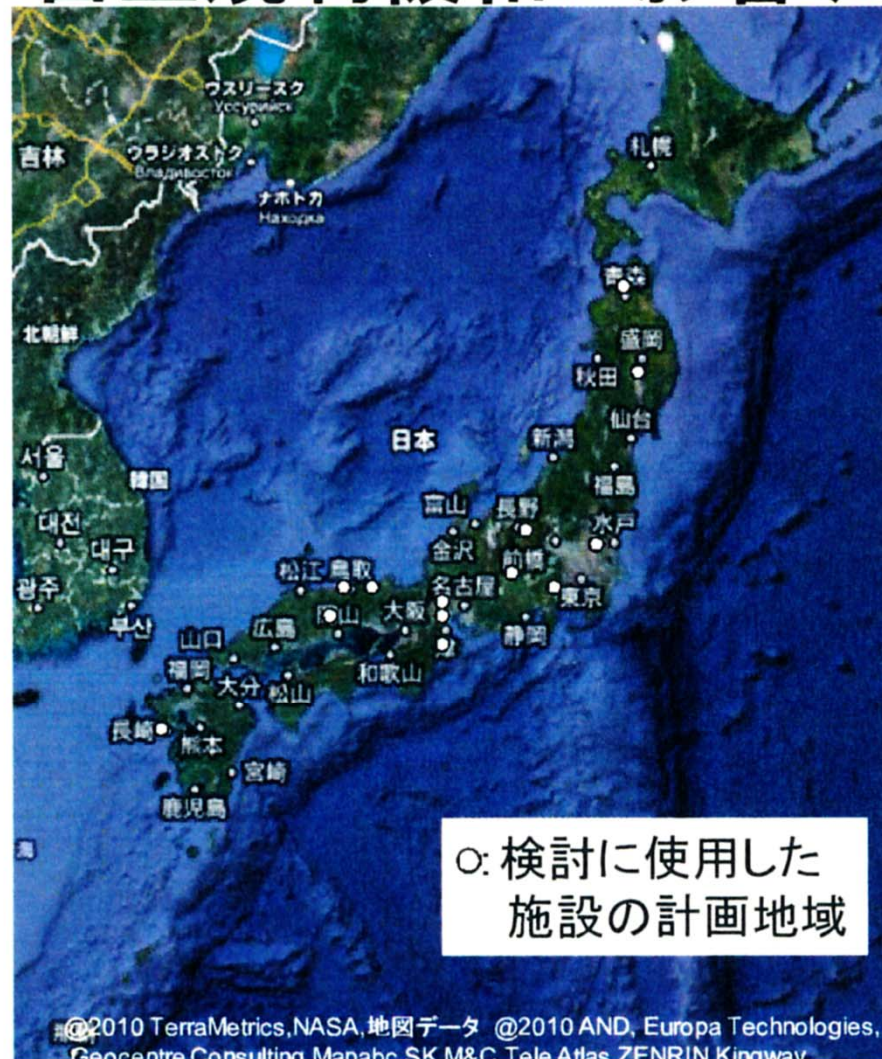


総量規制地域外で、
触媒脱硝装置を備えた
全連炉138施設について
現行の規制値が最大
120ppmまで緩和された
時のNOx排出量の増加
割合を算出

- ・120ppmまで緩和されると、その増加分は**国内の総NOx排出量に対して0.6%の上昇に相当**する(ばい煙発生施設からの排出量に対しては、1.2%の上昇)

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

自主規制緩和の影響(2)周辺地域の大気環境



＜評価方法＞

- ・現在新設の計画が進められている国内14施設をピックアップし、計画処理量から排ガス量を算出
- ・排出濃度を50ppm, 120ppmと仮定し、煙突拡散計算から最大着地濃度を算出
- ・建設される各地域のバックグラウンド濃度に、算出濃度を足し合わせて周囲の大気環境への影響を予測

＜結果＞ 50ppm時 0.014～0.033ppm
120ppm時 0.015～0.034ppm

NO₂環境基準0.04～0.06ppmに対して
1～4%程度の増加にとどまることが
推算された。

3-3. 環境基準値とのトレードオフ

自主規制緩和の影響(3)期待される効果

〈結果〉

自主規制緩和により、触媒脱硝装置が不要となる場合の**メリット**、**デメリット**を評価

〈評価方法〉

- ・施設規模150t/日×2炉稼働日数280日の施設を想定
- ・算出された発電量，設備費用，薬剤費用などから，CO₂削減量，NO_x増加量，設備およびランニングコストを評価

発電増加量	(MWh/年)	2, 205
CO ₂ 削減量	(t/年)	1, 237
NO _x 増加量	(km ³ N/年)	35.3
設備コスト		
排ガス再過熱器	(百万円)	41
触媒脱硝装置	(百万円)	106
削減費用の合計	(百万円)	147
ランニングコスト		
発電収益	(百万円/年)	15.4
薬剤消費	(百万円/年)	6.1
交換触媒	(百万円/年)	22.4
削減費用の合計	(百万円/年)	43.9

調査施設における環境保全管理値

No.	ダイオキシン類 (ng-TEQ/m ³)	ばいじん (g/m ³)	塩化水素 (ppm)	窒素酸化物 (ppm)	硫黄酸化物 (ppm)
1	0.1	0.01	50	30	25
2	0.1	0.02	70	70	50
3	0.05	0.04	50	60	20
4	0.1	0.02	50	70	30
5	0.1	0.01	10	30	10
6	0.1	0.01	50	50	20
7	0.05	0.01	80	80	20
8	0.1	0.01	50	100	80
9	0.1	0.02	10	30	10
10	0.05	0.01	30	60	20
11	0.01	0.01	50	100	30
12	0.01	0.02	50	60	50
13	0.05	0.01	10	50	10
14	0.1	0.01	50	100	20
15	0.1	0.01	50	100	50