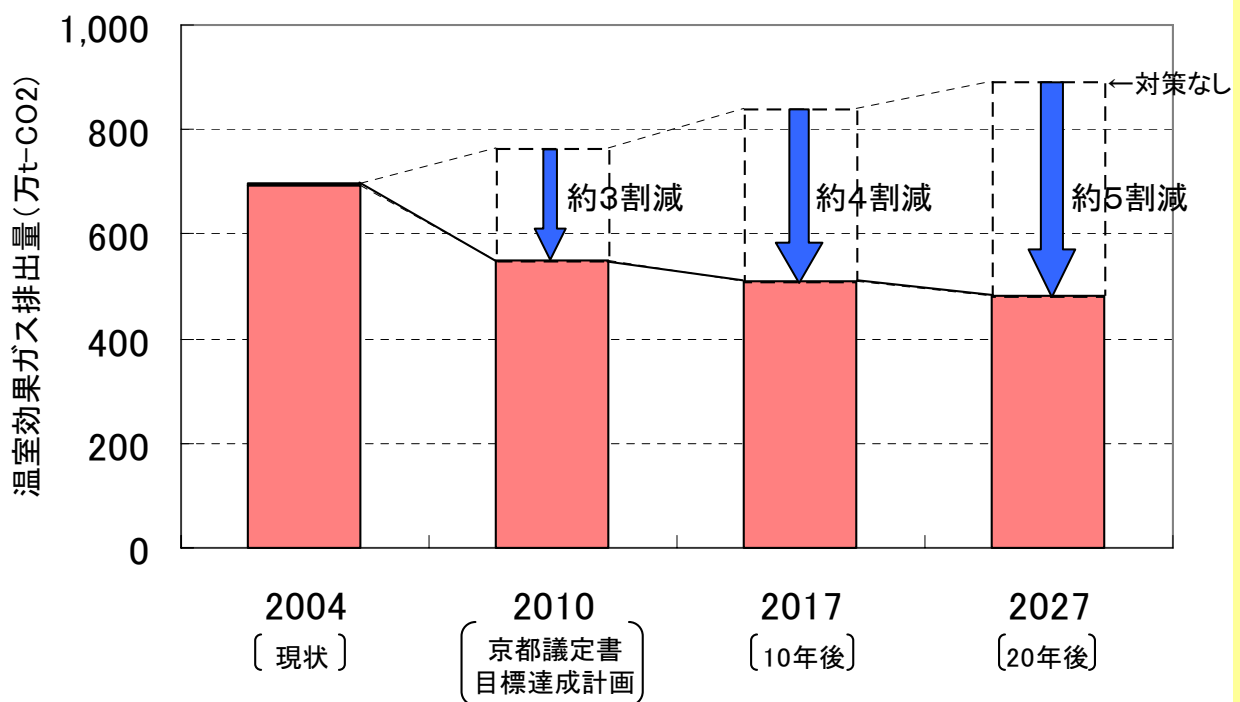


## 今後の下水道分野における温室効果ガス削減の 取り組みについて

### 1. 温室効果ガス削減可能量の試算

○10年後の2017年度、20年後の2027年度における温室効果ガス削減量を算出

今後、温室効果ガス削減対策を行わなかった場合と比較して、  
2017年度において約4割削減（約330万t-CO<sub>2</sub>の削減）  
2027年度において約5割削減（約410万t-CO<sub>2</sub>の削減）



※この試算値は、一定の想定のもと現状の技術レベルで温室効果ガス削減可能量を試算したものである。

## 2. 主な温室効果ガス削減対策

### ① 省エネ対策

- ・ 施設を省エネ対応のものに交換
- ・ 下水汚泥の焼却等に際して使用する補助燃料のガス化（オイル燃料からガス燃料へ）
- ・ 処理施設の運転管理の工夫

### ② 下水道の資源・エネルギーを活用した新エネ対策

- ・ 下水処理の過程で発生するバイオガスの有効利用
- ・ 下水汚泥の固形燃料化による石炭代替によるCO<sub>2</sub>削減

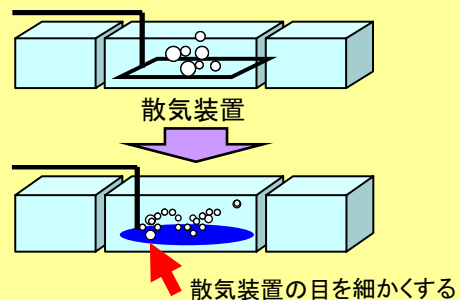
### ③ 汚泥の高温焼却による一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）削減対策

- ・ 汚泥の高温焼却や固形燃料化によるN<sub>2</sub>O削減

## 【対策の具体例】

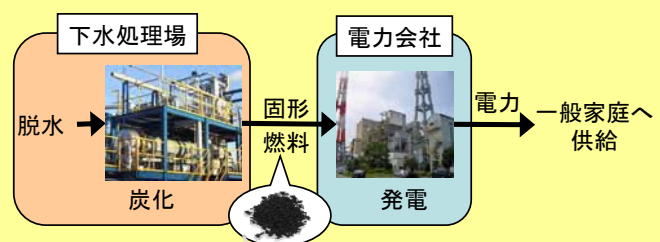
### ① 省エネ対策

生物処理に必要な空気を送る散気装置を、微細な気泡を発生させるものとする事で、酸素が溶解しやすくなり、処理場で最も多くの電力を消費する散気装置の消費電力を約2～3割削減可能



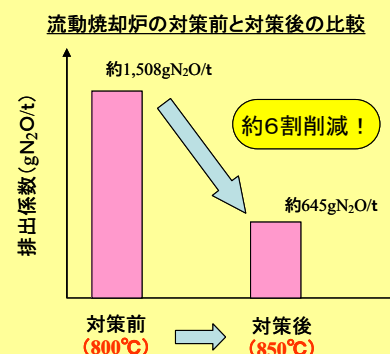
### ② 新エネ対策

電力会社と連携し、炭化した汚泥燃料を石炭代替燃料として火力発電所で発電



### ③ N<sub>2</sub>O削減対策

流動焼却炉において燃焼の高度化（燃焼温度を800℃から850℃に上げる）により、CO<sub>2</sub>の310倍の温室効果を有するN<sub>2</sub>Oを約6割削減



### 3. 取り組みの現状と今後の方向性

#### (1) 国における取り組み

##### 【地方公共団体に対する技術的支援】

- ①産学官連携による下水汚泥資源化の先端技術の開発（LOTUS Project）
- ②下水道管理者向け省エネ診断ソフトの開発
- ③「下水道における温暖化防止実行計画策定の手引き」の策定、見直し
- ④省エネルギー技術情報のデータベース化等

##### 【事業制度による支援】

国庫補助制度により地方公共団体を支援

- ⑤新世代下水道支援制度 未利用エネルギー活用型  
（下水道バイオガスや下水熱等を有効利用し、新エネルギー利用を推進）
- ⑥民間活用型地球温暖化対策下水道事業制度  
（民間企業のノウハウを最大限活用し、下水汚泥等の資源・エネルギー利用を推進）

	～04	05	06	07	08	09	10	11	12	13～
①LOTUS Project		←————→								
②省エネ診断ソフト				←————→	---→					
③手引きの改訂					←————→					
④データベース化等				←————→	---→					
⑤未利用エネルギー活用型										
⑥民間活用型					←————→					

※破線は地方公共団体の意見等に基づく見直し予定を示す

#### (2) 地方公共団体における取り組み

- ①下水道における温室効果ガス削減の目標設定とその達成のための具体的な対策の検討
- ②地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく「地方公共団体実行計画」、エネルギーの使用の合理化に関する法律に基づく「中長期計画」への下水道分野の対策の積極的位置づけ
- ③これらの計画に位置づけられた対策の着実な実行

## 下水処理場における温室効果ガス削減量の算出方法(1)

### 検討対象処理場

- 省エネルギー法において、第1種エネルギー管理指定工場又は第2種エネルギー管理指定工場に指定されている下水処理場(計画中の下水処理場を含む)
- 下水処理場数 271箇所
- 原油量換算によるエネルギー消費量でエネルギー指定工場の消費割合は、下水処理場全体の約77%に相当

### 削減対策

- 省エネルギー対策(エネルギー削減に効果的な対策を抽出)
- 新エネルギー対策(固形燃料化、消化ガス利用、自然エネルギー)
- $\text{NO}_2\text{O}$ 対策(高温焼却、固形燃料化)

アンケート調査の実施

- エネルギー指定工場(271箇所)を対象に平成19年12月に実施
- アンケートの主たる設問項目
  - ・処理工程別のエネルギー消費量(前処理、送風機設備、水処理(送風機設備除く)、汚泥濃縮・汚泥脱水、汚泥焼却 等)
  - ・処理水量、濃縮汚泥量の実績及び将来値
  - ・既設設備の設置時期、省エネ対策の実施状況(今後の計画)
  - ・新エネ対策の実施状況(今後の計画)

## 下水処理場における温室効果ガス削減量の算出方法(3)

### 省エネルギー対策

(温室効果ガス削減量) = (エネルギー削減量) × (CO<sub>2</sub>排出係数) で試算

(エネルギー削減量) = (エネルギー消費量) × (削減効果)

### (エネルギー消費量)

○エネルギー消費量の将来見通しについては、次式で算出。

- ・(水処理に係るエネルギー消費量【将来】) = (処理水量【将来】) × (処理水量当たりのエネルギー消費量【実績】)
- ・(汚泥処理に係るエネルギー消費量【将来】) = (濃縮汚泥量【将来】) × (濃縮汚泥量当たりのエネルギー消費量【実績】)

### (エネルギー削減量の試算条件)

- 各種省エネ対策を未実施の処理場について、設備の処分制限期間が経過した時点で省エネ対応の設備に更新すると仮定
- 各種省エネ対策は、別紙の通り

# 下水処理場における温室効果ガス削減量の試算結果(1)

## 省エネ試算結果(1)

参考(第1回委員会資料)							
対策	エネルギー削減量	削減量 根拠資料	排出係数	実施処理場数	削減量 (千t-CO2/年)	実施処理場数	削減量 (千t-CO2/年)
①反応槽への対策 ・酸素移動効率の良い 散気装置への更新	送風機設備の 電力使用量 × 30%	第44回下水道研 究発表会 II 3-3- 2 新型セラミック散 気装置に関する実 証報告(NGK水環 境システム)	0.555 kg-CO2 /kWh	H19実施中 ⇒ 61	H29(10年後) ⇒ 205 H39(20年後) ⇒ 218	H29(10年後) ⇒ 245	H29(10年後) ⇒ 197
				H29(10年後) ⇒ 259		H29(10年後) ⇒ 235	
				H39(20年後) ⇒ 259		H39(20年後) ⇒ 218	
②ポンプへの対策 ・主ポンプ設備の 流量制御の変更	前処理工程の 電力使用量 × 15%	メーカー 技術資料より	0.555 kg-CO2 /kWh	H19実施中 ⇒ 50	H29(10年後) ⇒ 62 H39(20年後) ⇒ 67	H29(10年後) ⇒ 235	H29(10年後) ⇒ 56
				H29(10年後) ⇒ 257		H29(10年後) ⇒ 235	
				H39(20年後) ⇒ 257		H39(20年後) ⇒ 67	
・返送汚泥ポンプへの流量制御 導入、硝化液循環ポンプの 流量制御(高度処理)、水中 攪拌機の省エネ化(高度処理)	水処理工程 <sup>※</sup> の 電力使用量 × 15%	メーカー 技術資料より	0.555 kg-CO2 /kWh	H19実施中 ⇒ 145	H29(10年後) ⇒ 41 H39(20年後) ⇒ 43	H29(10年後) ⇒ 251	H29(10年後) ⇒ 39
				H29(10年後) ⇒ 259		H29(10年後) ⇒ 251	
				H39(20年後) ⇒ 259		H39(20年後) ⇒ 43	
③受電設備への対策 ・省エネ変圧器の導入、 変圧器の負荷容量に あわせた台数制御	受変電設備の 電力使用量 × 10%	第1回特別研修予 キスト(財)省工 ネルギーセンター 平成18年度)	0.555 kg-CO2 /kWh	H19実施中 ⇒ 71	H29(10年後) ⇒ 11 H39(20年後) ⇒ 11	H29(10年後) ⇒ 227	H29(10年後) ⇒ 9
				H29(10年後) ⇒ 265		H29(10年後) ⇒ 227	
				H39(20年後) ⇒ 265		H39(20年後) ⇒ 11	
・自動力率調整装置と 進相コンデンサの導入	処理場全体の 電力使用量 × 3%	力率を0.95→0.98 に改善すること で、電力使用量を 3%削減	0.555 kg-CO2 /kWh	H19実施中 ⇒ 167	H29(10年後) ⇒ 41 H39(20年後) ⇒ 41	H29(10年後) ⇒ 246	H29(10年後) ⇒ 24
				H29(10年後) ⇒ 267		H29(10年後) ⇒ 246	
				H39(20年後) ⇒ 267		H39(20年後) ⇒ 41	

# 下水処理場における温室効果ガス削減量の試算結果(2)

## 省エネ試算結果(2)

参考(第1回委員会資料)									
対策	エネルギー削減量	削減量 根拠資料	排出係数	実施処理場数	削減量 (千t-CO2/年)	実施処理場数	削減量 (千t-CO2/年)		
④汚泥処理設備への対策 ・機械濃縮機の更新による 動力の低減 (ベルト型濃縮機の導入など)	濃縮設備※の 電力使用量 × 30% ※濃縮・脱水設備 電力使用量 × 25%	新世代下水道支援事業制度 機能 高度化促進事業 新技術活用型ベ ルトろ過濃縮シ ステム 性能評価書 (財)下水道新技 術推進機構 平成 16年12月)	0.555 kg-CO2 /kWh	H19実施中 ⇒ 22	⇒ 31 H29(10年後) ⇒ 33 H39(20年後) ⇒ 33	⇒ 184 H29(10年後) ⇒ 27			
				H19実施中 ⇒ 34				⇒ 224 H29(10年後) ⇒ 238 H39(20年後) ⇒ 238	⇒ 188 H29(10年後) ⇒ 200
・脱水機の機種更新による 効率の向上 (回転加圧方式への更新など)	脱水設備※の 電力使用量 × 75% ※濃縮・脱水設備 電力使用量 × 75%	日本下水道事業 団 設計指針 機 械設備編 第7章 汚泥処理設備(平 成19年4月)		H19実施中 ⇒ 21	⇒ 42 H29(10年後) ⇒ 45 H39(20年後) ⇒ 45	⇒ 120 H29(10年後) ⇒ 41			
				H19実施中 ⇒ 33				⇒ 53 H29(10年後) ⇒ 58 H39(20年後) ⇒ 58	⇒ 119 H29(10年後) ⇒ 49
⑤汚泥焼却設備への対策 ・焼却炉用ブロワ等の 誘引ファンのインバータ 制御導入 ・補助燃料のガス化 (流動床オイルガンをオイル・ ガスガンに変更等)	焼却設備の 電力使用量 × 15% 焼却設備の石油 系燃料使用量 × 30%	メーカー 技術資料より  メーカー 技術資料より	0.555 kg-CO2 /kWh  2.71 kg-CO2 /L	H19実施中 ⇒ 21	⇒ 42 H29(10年後) ⇒ 45 H39(20年後) ⇒ 45	⇒ 120 H29(10年後) ⇒ 41			
				H19実施中 ⇒ 33				⇒ 53 H29(10年後) ⇒ 58 H39(20年後) ⇒ 58	⇒ 119 H29(10年後) ⇒ 49
省エネ対策まとめ					⇒ 710 H29(10年後) ⇒ 754 H39(20年後) ⇒ 754		⇒ 641 H29(10年後) ⇒ 641		



## 下水処理場における温室効果ガス削減量の算出方法(4)

### 新エネルギー対策

$(\text{温室効果ガス削減量}) = (\text{エネルギー発生量}) \times (\text{CO}_2\text{排出係数})$  で試算

#### (エネルギー発生量の試算条件)

##### ○固形燃料化

- ・汚泥焼却設備が耐用年数に達したときに、固形燃料化施設へ改築  
(焼却炉の更新や溶融炉への改築を予定している施設を除く)
- ・ただし、処理場から200km以内にある石炭火力発電所の受入可能量(石炭代替割合2%以内)を勘案
- ・固形燃料化による燃料等の使用量減を想定し、省エネ効果を算定

##### ○消化ガスの利用

- ・利用計画のあるものについては、汚泥消化設備が耐用年数に達したときに、消化ガスを全量、ガス発電等に利用できるように改築
- ・計画のないものについては、10年後9割、20年後全量利用と仮定
- ・ただし、固形燃料化する処理場では消化は取りやめ

##### ○自然エネルギー(小水力発電、太陽光発電、風力発電)

- ・計画中の設備について試算

# 下水処理場における温室効果ガス削減量の試算結果(3)

## 新工ネ試算結果

		参考(第1回委員会資料)					
対策	エネルギー発生量	発生量 根拠資料	排出係数	実施処理場数	削減量 (千t-CO <sub>2</sub> /年)	実施処理場数	削減量 (千t-CO <sub>2</sub> /年)
①固形燃料化 ・化石燃料代替によるCO <sub>2</sub> 削減	汚泥量 × 固形分発熱量	固形分発熱量 17,998MJ/kg- DS、土木研究所 資料第2402号	0.070 kg-CO <sub>2</sub> /MJ	H19実施中 ⇒ 0 H29(10年後) ⇒ 46 H39(20年後) ⇒ 70	729 ⇒ 1,073	H29(10年後) ⇒ 49 H39(20年後) ⇒ 73	786 ⇒ 1,111
	・燃料等の使用量減による CO <sub>2</sub> 削減	汚泥量 × { 0.1284 0.3549 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t)	<低温焼却→固形燃料化> 0.1284 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t) <高温焼却→固形燃料化> 0.3549 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t) ※京都市議定書目標達成計画より	H19実施中 ⇒ 0 H29(10年後) ⇒ 46 H39(20年後) ⇒ 70	134 ⇒ 199	H29(10年後) ⇒ 49 H39(20年後) ⇒ 73	155 ⇒ 215
②消化ガス利用 ・消化ガス発電、 消化ガス外部供給	汚泥量 × 固形分発熱量 × 消化率(50%想定)	固形分発熱量 17,998MJ/kg- DS、土木研究所 資料第2402号	0.070 kg-CO <sub>2</sub> /MJ	H19実施中 ⇒ 15 H29(10年後) ⇒ 71 H39(20年後) ⇒ 68	429 ⇒ 452	H29(10年後) ⇒ 76 H39(20年後) ⇒ 79	615 ⇒ 673
	③自然エネルギー利用 ・小水力発電	処理水量 × 0.1(W/(m <sup>3</sup> /日))	稼働中施設における 水量(1m <sup>3</sup> /日) あたりの出力0.1W (落差2mを想定)	H19実施中 ⇒ 2 H29(10年後) ⇒ 34 H39(20年後) ⇒ 34	3 ⇒ 3		
・太陽光発電	処理場数 × 1処理場あたりの 平均発生電力量	稼働中施設 平均発生電力量 84(千kWh/年)	0.555 kg-CO <sub>2</sub> /kWh	H19実施中 ⇒ 11 H29(10年後) ⇒ 51 H39(20年後) ⇒ 53	2 ⇒ 2		
	・風力発電	処理場数 × 1処理場あたりの 平均発生電力量	稼働中施設 平均発生電力量 1.656(千kWh/年)	H19実施中 ⇒ 1 H29(10年後) ⇒ 11 H39(20年後) ⇒ 12	10 ⇒ 11		
新工ネ対策まとめ					H29(10年後) ⇒ 1,307 H39(20年後) ⇒ 1,741	H29(10年後) ⇒ 1,571 H39(20年後) ⇒ 2,016	

## 下水処理場における温室効果ガス削減量の算出方法(5)

### N<sub>2</sub>O対策

(温室効果ガス削減量) = (対策導入前のCO<sub>2</sub>排出量) - (対策導入後のCO<sub>2</sub>排出量) で試算

#### (N<sub>2</sub>O対策)

- 高温焼却(汚泥の高温焼却によるN<sub>2</sub>O削減、使用燃料増加によるCO<sub>2</sub>増加)
- 固形燃料化(N<sub>2</sub>O削減)

#### (試算条件)

- 高温焼却
  - ・ 固形燃料化施設へ改築するもの以外はすべて高温焼却を実施
- 固形燃料化
  - ・ 汚泥焼却設備が耐用年数に達したときに、固形燃料化施設へ改築(焼却炉の更新や熔融炉への改築を予定している施設を除く)
  - ・ ただし、処理場から200km以内にある石炭火力発電所の受入可能量(石炭代替割合2%以内)を勘案

# 下水処理場における温室効果ガス削減量の試算結果(4)

## N<sub>2</sub>O対策

参考(第1回委員会資料)						
対策	CO <sub>2</sub> 削減量	排出係数	実施処理場数	削減量 (千t-CO <sub>2</sub> /年)	実施処理場数	削減量 (千t-CO <sub>2</sub> /年)
N <sub>2</sub> O対策 ・汚泥の高温焼却	汚泥量 × 1.3377 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t)	<低温焼却→高温焼却> 1.3377 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t) ※京都議定書目標達成計画より	H19実施中 ⇒ 61			
			H29(10年後) ⇒ 74	H29(10年後) ⇒ 511	H29(10年後) ⇒ 499	
			H39(20年後) ⇒ 50	H39(20年後) ⇒ 359	H39(20年後) ⇒ 349	
・汚泥の高温焼却に伴う 使用燃料の増加	汚泥量 × <b>-0.2265</b> (t-CO <sub>2</sub> /DS-t)	<低温焼却→高温焼却> <b>-0.2265</b> (t-CO <sub>2</sub> /DS-t) ※京都議定書目標達成計画より	H19実施中 ⇒ 61			
			H29(10年後) ⇒ 74	H29(10年後) ⇒ <b>-87</b>	H29(10年後) ⇒ <b>-85</b>	
			H39(20年後) ⇒ 50	H39(20年後) ⇒ <b>-61</b>	H39(20年後) ⇒ <b>-59</b>	
・汚泥の固形燃料化	汚泥量 × { 2.1626 0.8249 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t)	<低温焼却→固形燃料化> 2.1626 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t) <高温焼却→固形燃料化> 0.8249 (t-CO <sub>2</sub> /DS-t) ※京都議定書目標達成計画より	H19実施中 ⇒ 0			
			H29(10年後) ⇒ 46	H29(10年後) ⇒ 900	H29(10年後) ⇒ 905	
			H39(20年後) ⇒ 70	H39(20年後) ⇒ 1,314	H39(20年後) ⇒ 1,302	
N2O対策まとめ				H29(10年後) ⇒ 1,325	H29(10年後) ⇒ 1,320	
				H39(20年後) ⇒ 1,611	H39(20年後) ⇒ 1,592	

## 下水処理場における温室効果ガス削減量の試算結果(5)

### 効果のまとめ

対 策	CO2削減量 (千t-CO2/年)		参考(第1回委員会資料)	
	H29 (10年後)	H39 (20年後)	H29 (10年後)	H39 (20年後)
<u>1.省エネルギー対策</u> (エネルギー削減に効果的な対策を抽出)	710	754	641	754
<u>2.新エネルギー対策</u> (固形燃料化、消化ガス利用、自然エネルギー)	1,307	1,741	1,571	2,016
<u>3.N<sub>2</sub>O対策</u> (高温焼却、固形燃料化)	1,325	1,611	1,320	1,592
合 計	3,342	4,106	3,533	4,362

試算における汚泥処理の想定 (処理場数)

項目	現状(2007)	2017	2027
低温焼却(うち消化併用)	59 (25)	0	0
高温焼却(うち消化併用)	61 (18)	74 (23)	50 (19)
固形燃料化(うち消化併用)	0	46 (0)	70 (0)
消化－後段に焼却なし－	47	48	49
その他汚泥処理	34	35	34
汚泥処理施設無し	67	68	68
未供用	3	0	0
計	271	271	271

固形燃料化導入に伴う消化廃止	－	20	24
----------------	---	----	----



石炭火力発電所の石炭使用量に対する下水汚泥固形燃料の割合

石炭火力 発電所名	石炭使用量 (トン/年) ※1	受入上限量 (トン/年) ※2	20年後の受入想定量 (DS-t/年) ※3	②/① ×100%
1 砂川	782,143	15,643	7,539	1.0%
2 苫東厚真	5,428,071	108,561	57,330	1.1%
3 能代	3,754,286	75,086	47,385	1.3%
4 酒田共同	2,190,000	43,800	16,442	0.8%
5 仙台	1,095,000	21,900	17,996	1.6%
6 新地	6,257,143	125,143	103,570	1.7%
7 原町	6,257,143	125,143	119,991	1.9%
8 勿来	4,536,429	90,729	81,067	1.8%
9 常陸那珂	3,128,571	62,571	51,313	1.6%
10 磯子	2,706,214	54,124	45,634	1.7%
11 富山新港共同	1,564,286	31,286	9,500	0.6%
12 碧南	12,827,143	256,543	231,766	1.8%
13 高砂	1,564,286	31,286	19,605	1.3%
14 三隅	3,128,571	62,571	6,207	0.2%
15 水島	879,129	17,583	11,505	1.3%
16 竹原	4,067,143	81,343	5,104	0.1%
17 松浦	6,257,143	125,143	12,405	0.2%
18 港	488,057	9,761	7,108	1.5%

※1 石炭使用量は発電所の認可出力(kW)から推定

※2 受入上限量は石炭使用量の2%を想定

※3 受入想定量は地図上から火力発電所と200km範囲の下水処理場を整理し集計。  
各処理場の固形燃料の量は理論上の最大値（濃縮汚泥の有機分をすべて固形燃料化すると想定）。  
関東圏の一部処理場については、固形燃料の受入先が確保できないため、高温焼却とした。



# 太陽光発電、緑化のポテンシャルについて

## ○エネルギー指定工場(271箇所)における追加対策検討

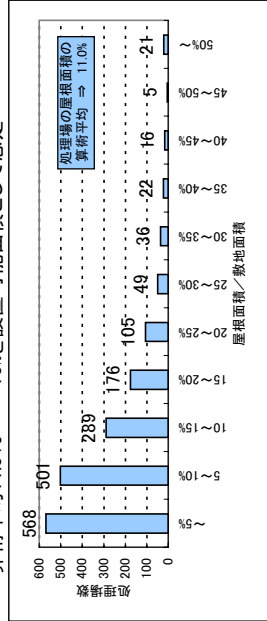
対策	想定条件	想定条件 根拠資料	計算方法	排出係数	削減量 (千t-CO2/年)
・太陽光発電	敷地面積の10%に太陽電池パネルを設置	下水道部既往調査で屋根面積を把握	太陽光発電量＝ 太陽電池パネル1m2当たり発電量(100kWh/年/m2) ×設置面積(敷地面積の10%×傾斜配置の占有率67%)	0.555 kg-CO2 /kWh	133.1
・緑化	エネルギー発生量 敷地面積の20%を緑化	発生量 根拠資料 下水道部既往調査で緑化面積を把握	排出係数 緑化に伴うCO2削減量＝ 炭素プールの収支(樹木の成長等による炭素ストックの変化※) ―石灰施与による炭素排出 ※炭素ストック増加→樹木等によるCO2の吸収→CO2削減 IPCC「土地利用、土地利用変化及び林業に関するグッド・プラクティス・ガイド」に基づく		9.7
追加対策まとめ					142.8

## ○全下水道処理場における追加対策検討

対策	想定条件	想定条件 根拠資料	計算方法	排出係数	削減量 (千t-CO2/年)
・太陽光発電	敷地面積の10%に太陽電池パネルを設置	下水道部既往調査で屋根面積を把握	太陽光発電量＝ 太陽電池パネル1m2当たり発電量(100kWh/年/m2) ×設置面積(敷地面積の10%×傾斜配置の占有率67%)	0.555 kg-CO2 /kWh	275.9
・緑化	エネルギー発生量 敷地面積の20%を緑化	発生量 根拠資料 下水道部既往調査で緑化面積を把握	排出係数 緑化に伴うCO2削減量＝ 炭素プールの収支(樹木の成長等による炭素ストックの変化※) ―石灰施与による炭素排出 ※炭素ストック増加→樹木等によるCO2の吸収→CO2削減 IPCC「土地利用、土地利用変化及び林業に関するグッド・プラクティス・ガイド」に基づく		20.1
追加対策まとめ					295.9

## ○資料

・下水道処理場の屋根面積(水処理施設の覆蓋含む。)の分布  
算術平均11.0% → 10%を設置可能面積として想定



・下水道処理場の緑化面積の分布  
算術平均18.4% → 20%を緑化面積として想定

