

エネルギー回収能力増強のための
施設整備マニュアル

平成20年1月

環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課

目 次

第 1 章 総則	1
1-1 目的	1
1-2 用語の説明	5
第 2 章 エネルギー回収能力の増強に係る検討手順	6
2-1 一般的な検討手順	6
2-2 エネルギー回収能力の増強に関して把握、検討すべき重要事項	8
2-2-1 回収・節約可能なエネルギー量の把握	8
2-2-2 エネルギーの用途・必要量の調査	10
2-2-3 エネルギーの回収形態・回収方式の選定	13
2-2-4 エネルギー回収の計画策定とその留意点	14
2-2-5 発電能力増強時の電力系統連系について	15
2-2-6 関連法規の確認・遵守	17
2-2-7 環境影響評価	19
2-2-8 安全対策	20
2-2-9 費用対効果の評価	21
第 3 章 施設整備手法の概要	26
3-1 概要	26
3-2 水噴射式採用施設における整備手法	28
3-2-1 廃熱ボイラ化整備手法例	30
3-2-2 空気加熱器及び温水発生器の能力増強手法例	33
3-3 廃熱ボイラ方式採用施設における整備手法	35
3-3-1 低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加整備手法例	37
3-3-2 廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加整備手法例	40
3-3-3 蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加整備手法例	42
3-4 その他、両方式共通整備手法	44
3-4-1 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム事業例	47
3-4-2 ごみ発電ネットワーク事業例	50
3-4-3 焼却施設における ESCO 事業例	52

参考資料

1. 施設整備メニューの事例…………… 参 1-1
 - 1-1 廃棄物発電ネットワーク化…………… 参 1-2
 - 1-2 自家発を常用化することにより発生する排熱の有効利用…………… 参 1-3
 - 1-3 スーパーごみ発電での蒸気タービンの効率向上…………… 参 1-4
 - 1-4 タービン設計点変更による部分負荷時発電量増加…………… 参 1-5
 - 1-5 蒸気タービン発電出力向上による電力収支の改善…………… 参 1-6
 - 1-6 高効率機器の採用による電力使用量削減…………… 参 1-7
 - 1-7 焼却施設における ESCO 検討…………… 参 1-8
 - 1-8 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム…………… 参 1-9

2. 国内におけるエネルギー回収に係る先進事例…………… 参 2-1
 - 2-1 水噴射炉のボイラ化による廃熱利用例（千歳市）…………… 参 2-2
 - 2-2 焼却施設における ESCO 事業（三鷹市）…………… 参 2-3
 - 2-3 発電ネットワークシステム（東京二十三区清掃一部事務組合）…………… 参 2-4
 - 2-4 高圧蒸気利用率向上に関する取り組み（明石市）…………… 参 2-5
 - 2-5 蒸気タービン増設事例（秋田市）…………… 参 2-6

3. 世界における技術開発・実用化の動向…………… 参 3-1
 - 3-1 欧州など廃棄物発電・熱利用との比較…………… 参 3-2
 - 3-2 ごみ発電システムの高温・高圧化…………… 参 3-4
 - 3-3 欧州における高効率発電及び廃熱有効利用の事例…………… 参 3-5
 - 3-4 欧州ごみ焼却工場のデータ…………… 参 3-14

4. 3R推進交付金（循環型社会形成推進交付金）の概要…………… 参 4-1
 - 4-1 目的…………… 参 4-2
 - 4-2 補助金制度から交付金制度へ…………… 参 4-2
 - 4-3 交付金額の算定…………… 参 4-2
 - 4-4 交付金の改革について…………… 参 4-2
 - 4-5 エネルギー回収推進施設とは…………… 参 4-3

第1章 総則

1-1 目的

本マニュアルは、循環型社会形成推進交付金の交付対象に、建設後15年以内のエネルギー回収推進施設に対してエネルギー回収能力を増強させるために必要な設備を追加して設置する事業が、平成19年度から新たに加わったことを踏まえ、ごみ発電又はごみ焼却熱の利用に係る能力増強方法など施設の増設、改良事業に必要な情報を市町村等に対して提供することにより、ごみ焼却施設における余熱等の有効利用を一層推進することを目的としている。

【解説】

- 地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するため内閣に設置された地球温暖化対策推進本部が、平成14年3月19日に決定した「地球温暖化対策推進大綱」では、廃棄物分野に関連する施策として、廃棄物の発生抑制、再利用、再生利用の推進による廃棄物焼却量の抑制を図りつつ、燃やさざるを得ない廃棄物からのエネルギーを有効活用する廃棄物発電やバイオマスエネルギー活用等により、化石燃料の使用量の抑制を推進している。
- そのため、環境省では、循環型社会形成推進交付金によって発電効率又は熱回収率10%以上の高効率ごみエネルギー回収施設の建設に対する助成を実施しているが、平成17年4月28日に閣議決定された「京都議定書目標達成計画」において、平成22年度のエネルギー起源二酸化炭素の排出削減量を積算する際に見込んだごみ発電の導入量417万kWに対し、平成17年度の総発電能力は約152万kW（前年149万kW）に留まっており、ごみエネルギー回収能力の一層の増強が急務となっている。

表1 ごみ処理施設の発電の状況(平成17年度)

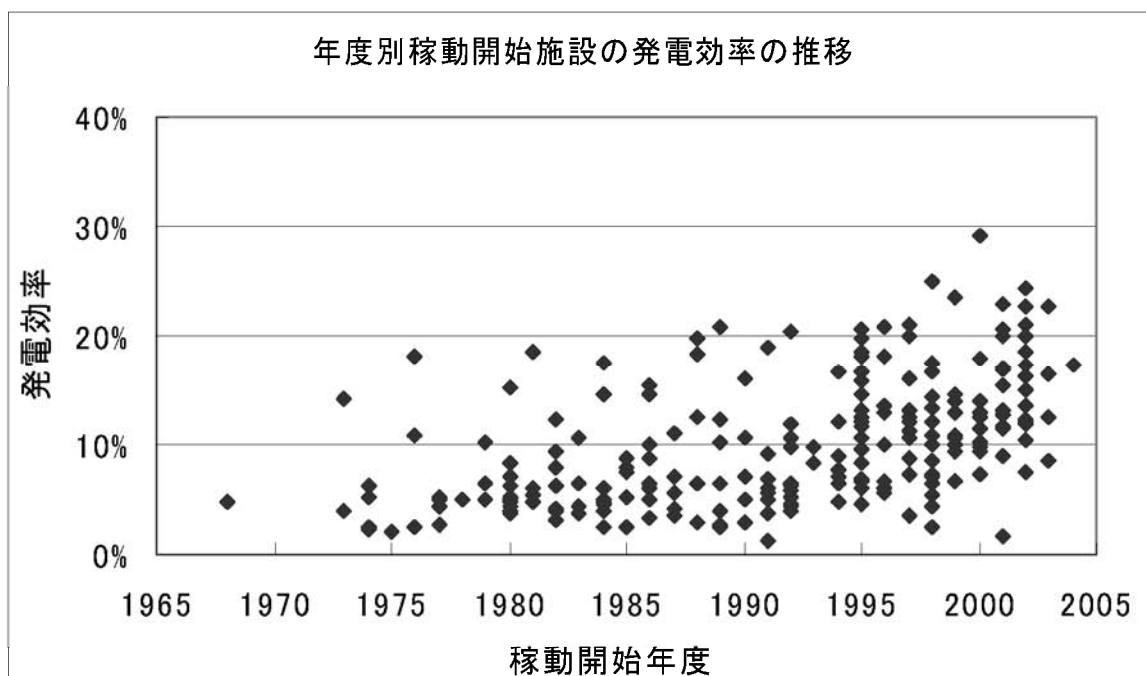
発電施設数	286	(281)
総発電能力 (千kW)	1,515	(1,491)
発電効率(平均) (%)	11.34	(10.50)
総発電電力量 (GWh)	7,036	(7,129)

出典：環境省

- そこで、本マニュアルは、循環型社会形成推進交付金の交付対象に、建設後15年以内のエネルギー回収推進施設に対してエネルギー回収能力を増強させるために必要な設備を追加して設置する事業が、平成19年度から新たに加わったことを踏まえ、ごみ発電又はごみ焼却熱の利用に係る能力増強方法など施設の増設、改良事業に必要な情報を市町村等に対して提供することにより、ごみ焼却施設における余熱等の有効利用を一層推進することを目的として策定したものである。

【参考】

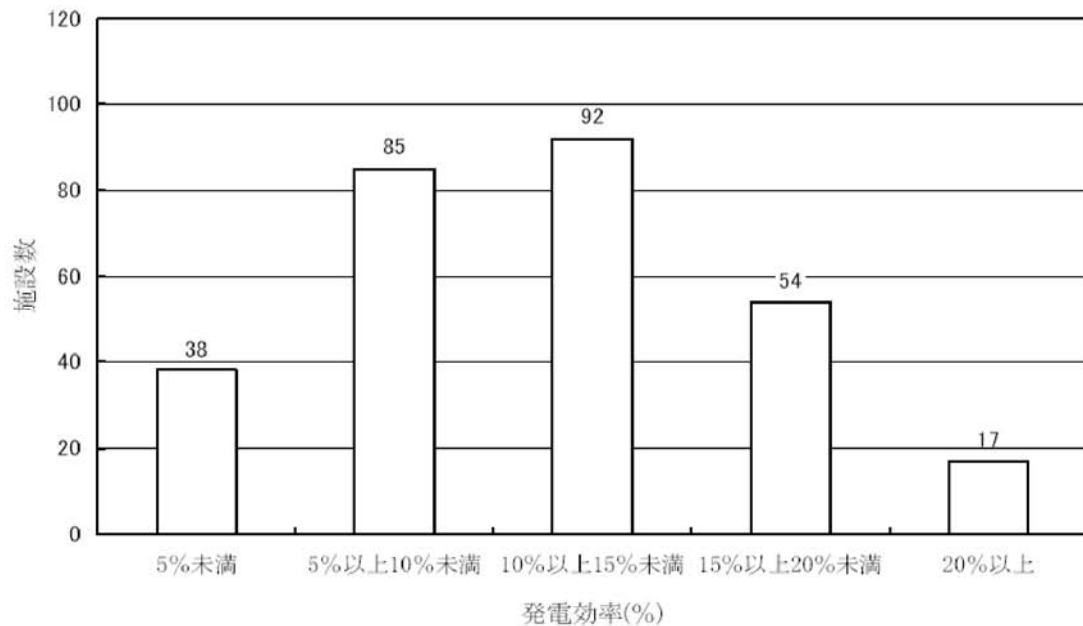
- 平成 17 年度のごみ総処理量は 5,273 万トンであり、直接焼却された量は 3,850 万トン（直接焼却率：77.4%）である。
- 平成 17 年度末におけるごみ焼却施設は 1,320 施設であり、処理能力の合計は 189,678 トン/日となっている。
- ごみ焼却の余熱（以下、「余熱」という。）の利用は全体の約 7 割の 905 施設で実施されている。具体的な利用方法として、発電をはじめ、施設内での暖房・給湯での利用や、施設外での利用として温水プール等への温水・高温水供給、地域暖房への供給等がある。
- 図 1 に年度別稼動開始施設の発電効率の推移を示す。ごみ発電による発電効率は約 10%だが、数%から 20%程度と施設により差がある。



出典：一般廃棄物に係る新基準策定調査報告書
(社)全国都市清掃会議（平成 17 年 3 月）

図 1 ごみ処理施設の総発電電力量の推移

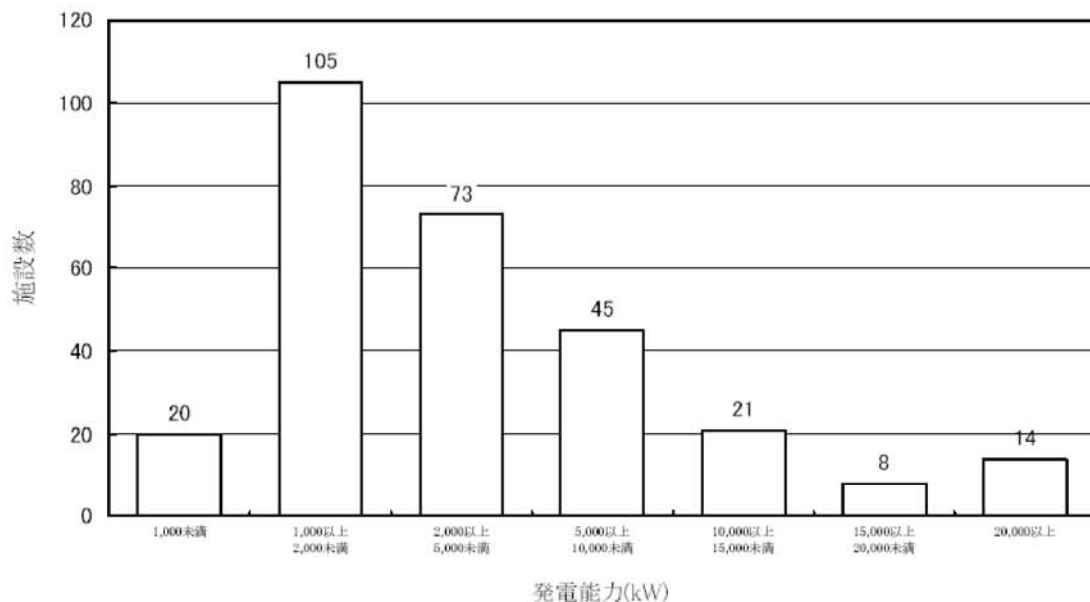
- 発電設備を有する 286 施設（平成 17 年度）のうち、発電効率が 10%以上の施設は 163 施設であり、全体の 57.0%を占める。（図 2）



出典：環境省

図2 ごみ処理施設の発電効率別の施設数

- 発電能力が5,000 kW未満の施設（平成17年度）は198施設であり、全体の69%を占めている。特に、特別高圧連系となる2,000 kW以上を境に施設数が減少している。（図3）



出典：環境省

図3 ごみ処理施設の発電能力別の施設数

表2 ごみ発電施設一覧(発電効率上位50)

出典:平成17年度一般廃棄物処理実態調査結果

都道府県名	地方公共団体名	施設名称	年間処理量 a (t/年度)	処理能力 (t/日)	発電能力 (kW)	総発電量 b (MWh)	発電効率 b/a (kWh/t)	順位
大阪府	豊中市伊丹市クリーンランド	豊中市伊丹市クリーンランドごみ焼却施設(4号炉)	33,325	195	5,000	35,125	1,054	1
石川県	石川北部アール・デイ・エブ広域処理組合	石川北部RDFセンター	38,031	160	7,000	39,717	1,044	2
福岡県	北九州市	北九州市皇后崎工場	199,347	810	36,300	163,756	821	3
千葉県	千葉市	新港清掃工場	125,755	405	21,150	98,074	780	4
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合大田清掃工場第二工場	86,460	420	15,000	58,161	673	5
大阪府	堺市	堺市クリーンセンター東第二工場	134,194	460	16,500	90,154	672	6
大阪府	泉北環境整備施設組合	泉北クリーンセンター1・2号炉	89,777	300	9,300	59,047	658	7
大阪府	大阪市	大阪市環境事業局舞洲工場	234,931	900	32,000	137,277	584	8
埼玉県	東埼玉資源環境組合	第一工場ごみ処理施設	275,865	800	24,000	153,609	557	9
北海道	札幌市	札幌市白石清掃工場	244,424	900	30,000	133,340	546	10
富山県	富山地区広域圏事務組合	富山地区広域圏クリーンセンター	160,713	810	20,000	81,212	505	11
栃木県	宇都宮市	クリーンパーク茂原焼却ごみ処理施設	103,602	390	7,500	52,314	505	12
千葉県	佐倉市、酒々井町清掃組合	酒々井リサイクル文化センター焼却処理施設(D系)	27,943	100	2,500	13,923	498	13
大阪府	大阪市	大阪市環境事業局平野工場	243,854	900	27,400	120,119	493	14
宮城県	仙台市	松森工場	129,530	600	17,500	62,826	485	15
佐賀県	佐賀市	佐賀市清掃工場	67,711	300	4,500	32,546	481	16
大阪府	大阪市	大阪市環境事業局西淀工場	177,856	600	14,500	84,989	478	17
福岡県	福岡市	福岡市 臨海工場	209,955	900	25,000	97,785	466	18
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合新江東清掃工場	429,165	1800	50,000	198,182	462	19
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合中央清掃工場	177,047	600	15,000	80,733	456	20
京都府	京都市	京都市東北部クリーンセンター	205,404	700	15,000	93,024	453	21
熊本県	熊本市	東部環境工場	157,564	600	10,500	70,391	447	22
大阪府	大阪市	大阪市環境事業局鶴見工場	168,050	600	12,000	74,470	443	23
大阪府	大阪市	大阪市環境事業局住之江工場	143,161	600	11,000	63,264	442	24
奈良県	橿原市	クリーンセンター かしはら	39,633	85	5,000	17,215	434	25
神奈川県	横浜市	資源循環局 金沢工場	287,096	1200	35,000	122,658	427	26
高知県	高知市	高知市清掃工場	121,993	600	9,000	51,866	425	27
愛知県	春日井市	春日井市クリーンセンター3、4号炉	84,567	280	7,000	35,474	419	28
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合足立清掃工場	178,706	700	16,200	74,307	416	29
秋田県	秋田市	秋田市総合環境センター溶融施設	129,932	400	8,500	53,887	415	30
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合板橋清掃工場	163,027	600	13,200	67,139	412	31
北海道	十勝環境複合事務組合	くりりんセンター	73,363	330	7,000	30,203	412	32
神奈川県	横浜市	資源循環局 鶴見工場	245,660	1200	22,000	100,113	408	33
兵庫県	神戸市	神戸市東クリーンセンター	213,267	900	20,000	85,396	400	34
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合港清掃工場	198,841	600	22,000	79,585	400	35
愛知県	豊橋市	豊橋市資源化センターごみ処理施設	102,949	400	8,700	41,121	399	36
埼玉県	川口市	川口市朝日環境センター	103,314	420	12,000	40,930	396	37
鳥取県	米子市	米子市クリーンセンター	54,314	270	4,000	21,397	394	38
大阪府	大阪市	大阪市環境事業局八尾工場	140,728	600	14,500	55,094	391	39
長野県	松本西部広域施設組合	松本西部広域施設組合 松本クリーンセンター(可燃処理施設)	98,711	450	6,000	38,458	390	40
茨城県	筑西広域市町村圏事務組合	筑西広域市町村圏事務組合環境センター	59,561	240	3,800	22,918	385	41
東京都	柳泉園組合	柳泉園クリーンボート	88,602	315	6,000	33,808	382	42
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合墨田清掃工場	172,446	600	13,000	64,526	374	43
石川県	白山石川広域事務組合	松任石川環境クリーンセンター	54,511	240	2,900	20,379	374	44
大阪府	茨木市	環境衛生センター第2工場	83,930	300	6,700	31,300	373	45
大阪府	茨木市	環境衛生センター第1工場	43,440	150	3,300	16,200	373	46
埼玉県	川口市	川口市戸塚環境センター西棟(3号炉)	31,682	150	1,780	11,795	372	47
静岡県	静岡市	沼上清掃工場	155,942	600	8,390	58,037	372	48
東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合千歳清掃工場	153,789	600	12,000	56,594	368	49
東京都	多摩川衛生組合	クリーンセンター多摩川	98,766	450	6,000	36,166	366	50

1-2 用語の説明

本マニュアルにおいて使用する用語を、次のように説明する。

1 ごみ焼却施設

熱分解、燃焼、溶融等の単位反応を単独又は組合せで適用することにより、ごみを高温酸化して容積を減じ、残渣又は溶融固化物に変換する施設をいい、ストーカ式燃焼装置、流動床式燃焼装置、回転式燃焼装置等を有するごみ焼却施設の他、ガス化溶融施設等を含む。

2 余熱の有効利用

ごみを焼却した際に発生する排ガス等に保有される熱エネルギーを回収して、発電、熱供給、その他の余熱等の有効利用すること。

3 施設外熱供給

ごみ焼却施設から外部の施設へ余熱を供給すること。

4 ESCO 事業

ESCO (Energy Service Company、エスコと称される。)事業とは、工場やビルなどの省エネルギー化に関する包括的なサービスを提供する事業である。本事業に係る経費は、削減された省エネルギーメリット (電気料金など) の一部から支払われることとなり、初期投資費用を負担する必要がない。また、エネルギー削減量については ESCO 事業者が保証をするため、より確実に省エネルギーが実現できることも大きな特徴の一つである。

5 LCCO₂

LCCO₂ (Life Cycle CO₂) とは、CO₂ の排出量を製品の製造時から廃棄時までをトータルに見つめたもので、環境に及ぼす影響を総合的に考慮する手法。

第2章 エネルギー回収能力の増強に係る検討手順

2-1 一般的な検討手順

エネルギー回収能力の増強に係る一般的な検討手順は図4のとおりである。

【解説】

○ 図4に示す手順の具体的な内容は次のとおりである。

1 構想・計画段階

- (1) 回収・節約が可能なエネルギー量の把握
- (2) エネルギーの用途・必要量の調査
- (3) エネルギーの回収形態・回収方式の選定
- (4) 熱回収の計画策定
- (5) 関連法規の確認・遵守
- (6) 環境影響評価（CO₂削減効果も含む。）
- (7) 安全対策
- (8) 費用対効果の評価

2 実施段階

- (1) 基本設計
- (2) 設備の詳細設計
- (3) 設備の改造工事
- (4) 試運転・性能検査

3 検証段階

- (1) 通常運転
- (2) 定期整備
- (3) 事後評価の実施

○ 詳細については、2-2-1～2-2-8にて解説する。

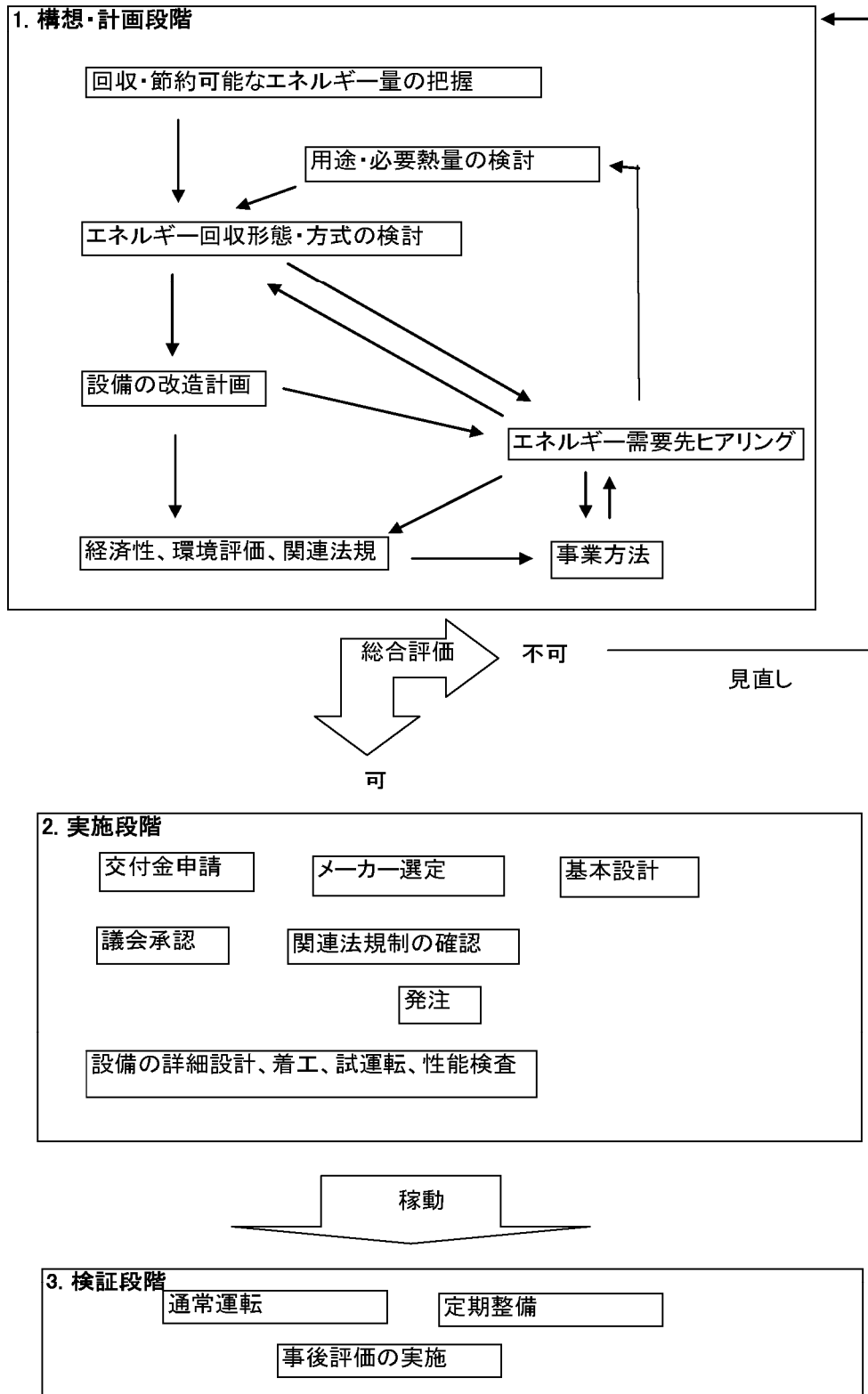


図4 エネルギー回収増強の施設整備の流れ

2-2 エネルギー回収能力の増強に関して把握、検討すべき重要事項

把握、検討すべき重要な事項として、回収・節約が可能なエネルギー量、エネルギーの用途・必要量、エネルギーの回収形態・回収方式などがある。また、関連法規の遵守、環境影響評価、安全対策の実施、経済性についても検討が必要である。

2-2-1 回収・節約が可能なエネルギー量の把握

施設において有効活用されていないエネルギーや省エネルギー化または代替化により削減可能なエネルギーについて、最新の知見をもとに調査し、回収可能なエネルギー量を把握する。

【解説】

- 施設改造により、以下のような潜在的エネルギーの回収が可能と考えられる。

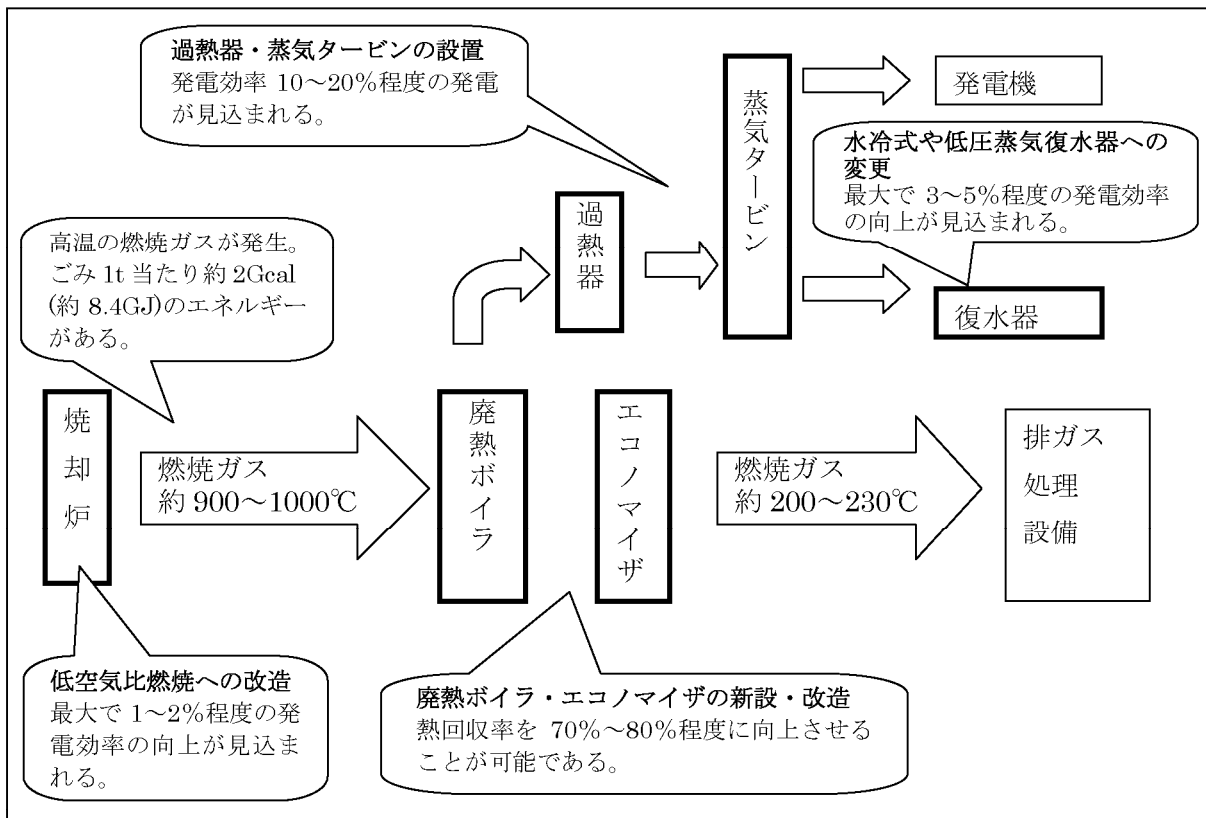


図5 潜在的エネルギーの回収例

- 廃熱ボイラの設置により、ごみの持つエネルギーの約 70～80%程度が、余熱利用等のための有効利用可能熱として、蒸気エネルギーに変換し得る。
- 半ボイラ方式では、既設ボイラを撤去し全ボイラ方式に改造できる炉構造か、また、建屋構造かを確認し、増強等が可能であれば、可能回収熱量を上限として、回収熱量を自由に選択できる。
- 熱交換器を排ガス中や高温空気中に設ける例では、ごみ質、炉の容量等によって異なるが、ごみの持つエネルギーの 3～10%程度の熱を温水として回収できる。
- 熱回収率の向上に関する手法として、以下のような事例がある。

表 3 施設整備手法例

種別	節 No.	項目 No.	内容
水噴射	3-2	3-2-1	水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化整備手法例
		3-2-2	空気加熱器及び温水発生器の増強手法例
廃熱ボイラ	3-3	3-3-1	低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加手法例
		3-3-2	廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加手法例
		3-3-3	蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加手法例
その他 共通	3-4	3-4-1	潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム事業例
		3-4-2	ごみ発電ネットワーク事業例
		3-4-3	焼却施設における ESCO 事業例

2-2-2 エネルギーの用途・必要量の調査

施設内・施設外において、どのようなエネルギー利用の需要があるか調査する。また、必要なエネルギー量を算出する。

【解説】

- エネルギーの最終利用先の用途（場内設備・場外設備）により、熱回収形態とその必要量は、様々である。
- 参考として、表 4 に各熱回収形態とその必要熱量の一般的な数値を示す。なお、本表に示す必要熱量、単位当りの熱量は寒冷地等地域特性を配慮しない一般的な値を示しており、施設の条件により異なる場合がある。
- 実際の計画ではそれぞれの施設・地域に応じた条件で、熱収支計算を行って検討する必要がある。

表 4 熱回収形態とその必要熱量

用途		設備能力(例)	エネルギー 回収形態	必要熱量 MJ/h	単位当り熱量	備考
場 内 プ ラ ン ト 関 係 熱 回 収 設 備	誘引送風機の タービン駆動	タービン出力 500kW	蒸 気	33,000	66,000kJ/kWh	蒸気復水器にて大 気拡散する熱量を 含む
	排水蒸発 処理設備	蒸発処理能力 2,000t/h	蒸 気	6,700	34,000kJ /排水 100t	
	発 電	定格発電能力 1,000kW (背圧タービン)	蒸 気	35,000	35,000kJ/kWh	蒸気復水器にて大 気拡散する熱量を 含む
		定格発電能力 2,000kW (復水タービン)	蒸 気	40,000	20,000kJ/kWh	
	洗車水加温	1日(8時間) 洗車台数 50台/8h	温 水	310	50,000kJ/台	5-45°C加温
	洗車用スチ ームクリー ナー	1日(8時間) 洗車台数 50台/8h	蒸 気	1,600	250,000kJ/台	蒸気噴霧
場 内 建 設 関 係 熱 回 収 設 備	工場・管理棟 給湯	1日(8時間) 給湯量 10 m ³ /8h	蒸 気 温 水	290	230,000kJ/m ³	5-60°C加温
	工場・管理棟 暖房	延床面積 1.200 m ²	蒸 気 温 水	800	670kJ/m ² ・h	
	工場・管理棟 冷房	延床面積 1.200 m ²	蒸 気 温 水	1,000	840kJ/m ² ・h	吸収式冷凍機
	作業服 クリーニング	1日(4時間) 50着	蒸 気	≒0	—	蒸気洗浄
	道路その他の 融雪	延床面積 1.000 m ²	蒸 気 温 水	1,300	1,300kJ/m ² ・h	

用途	設備能力(例)	エネルギー 回収形態	必要熱量 MJ/h	単位当り熱量	備考	
場 外 熱 回 收 設 備	福祉センター 給湯	収容人数 60 名 1 日(8 時間) 給湯量 16 m ³ /8h	蒸気 温水	460	230,000kJ/m ²	5-60°C加温
	福祉センター 冷暖房	収容人数 60 名 延床面積 2,400 m ²	蒸気 温水	1,600	670kJ/m ² ・h	冷房の場合は暖房 時必要熱量×1.2 倍となる
	地域集中給湯	対象 100 世帯 給湯量 300l/世帯・日	蒸気 温水	84	69,000kJ/ 世帯・日	5-60°C加温
	地域集中暖房	集合住宅 100 世帯	蒸気	4,200	42,000kJ/ 世帯・h	冷房の場合は暖房 時必要熱量×1.2 倍となる
		個別住宅 100 棟	温水	8,400	84,000kJ/ 世帯・h	
	温水プール	25m 一般用・ 子供用併設	蒸気 温水	2,100		
	温水プール用 シャワー設備	1 日(8 時間) 給湯量 30 m ³ /8h	蒸気 温水	860	230,000kJ/m ²	5-60°C加温
	温水プール 管理棟暖房	延床面積 350 m ²	蒸気 温水	230	670kJ/m ² ・h	冷房の場合は暖房 時必要熱量×1.2 倍となる
	動植物用温室	延床面積 800 m ²	蒸気 温水	670	840kJ/m ² ・h	
	熱帯動植物用 温室	延床面積 1,000 m ²	蒸気 温水	1,900	1,900kJ/m ² ・h	
	海水淡水化設備	造水能力 1,000 m ³ /日	蒸気	18,000 (26,000)	430kJ/造水 1l (630kJ/造水 1l)	多重効用缶方式 (2 重効用缶方式)
	施設園芸	面積 10,000 m ²	蒸気 温水	6,300~ 15,000	630~1,500kJ /m ² ・h	
	野菜工場	サラダ菜換算 5,500 株/日	電力	700kW		
アイススケート場	リンク面積 1,200 m ² 滑走人数 500 名	蒸気 温水	6,500	5,400kJ/m ² ・h	吸収式冷凍機	

出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」

(社)全国都市清掃会議（平成 18 年 6 月）を編集

2-2-3 エネルギーの回収形態・回収方式の選定

エネルギーの供給媒体（電気・蒸気・温水・高温空気等）及びエネルギーの輸送距離を考慮し、実行可能で効率的なエネルギー回収形態・回収方式を選定する。

【解説】

- 回収されたエネルギーは、最終需要先での利用やそこまでの輸送等に適した形態のエネルギー供給媒体に変換されて、最終利用される。
- 温水、高温水、蒸気等は、配管や専用車両を使って移送され、最終利用先でその熱を放出させて、空調温水、ロードヒーティング、吸収式冷凍機等に利用される。また、蒸気は、タービンを駆動させることにより動力源としても使用でき、更に誘導発電機により電気エネルギーにも変換される。電気は工場内で使用するのみならず、外部電力系統への送電も考えればその需要量は膨大である。
- なお、循環型社会形成推進交付金では、熱回収施設は発電効率又は熱回収率 10%以上のものを交付対象としている。なお、回収した熱には施設内で利用される分を含む。
- ごみ焼却廃熱の回収方法と熱利用方法について表 5 に示す。

表 5 ごみ焼却廃熱の回収方法と熱利用方法

回収方式	適用施設	熱回収率	熱利用方法					
			供給先	利用方法	熱利用率向上策			
廃熱ボイラ式 蒸気回収式	大型連続運 転焼却炉	70~80%	タービン駆動	発電	ガスタービンと組み合わせたスーパーごみ発電方式 ボイラ蒸気の高温・高圧化 誘導発電方式の採用			
				大型補機駆動	補機のタービン駆動			
				抽気蒸気の活用	低温・低圧蒸気の供給 熱交換器による温水の製造・供給			
				排気蒸気の活用	熱交換器による低温水製造・供給 ヒートポンプによる低温水の製造・供給			
				温水熱交換器	施設内温水供給	暖房・給湯用熱源、構内道路融雪用熱源、屋上融雪用熱源		
					施設外温水供給	地元還元施設用熱源、搬入道路融雪熱源、他都市施設・産業用に供給		
			蒸気供給	施設内供給	燃焼用空気加熱器・白煙防止用排ガス加熱器等に供給			
				施設外供給	地元還元施設、他都市施設・産業用に供給			
			空気加熱式	小型連続運 転焼却炉及び 間欠運 転焼却炉	15~30%	燃焼炉	燃焼用空気	完全燃焼対策
						煙突	白煙防止用	積極的な熱利用とは言いがたいが、住民要望は強い
屋根	融雪用	豪雪地帯では強い要望あり						
温水熱交換器	施設内温水供給	暖房・給湯用熱源						
	施設外供給	給湯用熱源						

出典：「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」

(社)全国都市清掃会議（平成 18 年 6 月）

2-2-4 エネルギー回収の計画策定とその留意点

エネルギー回収の計画策定に当たっては、回収するエネルギーが年間を通じたごみ質・量の変動及び、焼却施設の運転パターンに対して無理のないものとし、安定した運転が可能な施設とする必要がある。

【解説】

- エネルギー回収の計画策定当たっては、以下の点に留意する必要がある。
 - 1 季節的な変動（例：生ごみ増加によるごみの発熱量の低下）を想定し、年間を通じたごみの質及び量の変動に対して無理のない熱回収計画とし、安定した運転が可能な施設とする。
 - 2 ごみ焼却施設は、各種設備の定期点検や修繕等のため熱回収できない期間があるので、ごみ焼却施設の稼働計画と熱利用施設の熱利用需要について協議、検討し、熱利用施設ではごみ焼却施設停止時のバックアップ方法を確保しておく必要がある。
 - 3 施設内では、機器や配管の保護のために、用水に薬剤注入をする場合が多いが、使用する薬品（例：清缶剤、脱酸素剤）によっては余熱利用先での機器等の材料に制約を与える場合があるので配慮が必要である。
 - 4 運転管理が容易なシステム構成とする。
 - 5 熱利用先の機器・配管等にトラブルが発生した場合には、給熱が速やかに停止できるようにする等の安全面・保安面の配慮が必要である。
 - 6 外部に熱供給を行う場合は、あらかじめ財産区分や管理区分を明確にする必要がある。
 - 7 排水無放流の施設では、ガス冷却用水として排水が利用されるため、熱回収能力を増強させるのに支障となる場合がある。
 - 8 白煙の発生を防止している施設では、回収されたエネルギーが排ガス再加熱に消費されるため、蒸気タービンや余熱利用設備に供給できる熱量が低下する。より効率的なエネルギー回収のため、白煙防止装置を利用しない対応も検討する意義がある。

2-2-5 発電能力増強時の電力系統連系について

発電能力の増強に伴い、発電設備の出力容量が2,000kW以上になる場合には、電力系統連系については原則として高圧連系から特別高圧連系への変更が必要となるが、近隣の変電所や配電線の能力に余裕があるなど地域の状況に応じて、高圧連系が認められる場合があるので、一般電気事業者との協議にはこの点に留意することが必要である。

【解説】

- ごみ発電した電力を売電するには、一般電気事業者の送配電線と接続する必要がある。
- 資源エネルギー庁では、一般電気事業者以外のものが設置する電源を一般電気事業者の電力系統に連系する場合の技術要件として「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」を策定している。
- このガイドラインは、一般電気事業者がその供給区域内で設置する発電設備等以外の発電設備等を一般電気事業者の系統に連系するために必要となる要件のうち、電圧、周波数等の電力品質を確保していくための事項及び連絡体制等について考え方を整理したものである。
- 高圧配電線との連系については、電力容量が原則として2,000kW未満の発電設備等は、技術要件を満たす場合には高圧配電線と連系することができるとされている。
- また、ガイドラインは技術要件についての標準的な指標であり、実際の連系に当たっては、発電設備等設置者及び系統側電気事業者は誠意を持って協議に当たるものとされている。

表6 電力系統連系に係る区分

	発電機容量の方が大きい場合 (受電容量<発電機容量)	受電容量の方が大きい場合 (発電機容量<受電容量)
2,000kW以上	原則として特別高圧連系	特別高圧連系
2,000kW未満	高圧連系	高圧連系

- これまで、一般電気事業者の高圧配電線と連系していた施設が、発電能力の増強に伴い、発電設備の出力容量が2,000kW以上となる場合には、原則として特別高圧電線路との連系に変更が必要となるが、近隣の変電所や配電線の能力に余裕があるなど地域の状況に応じて、高圧連系が認められる場合があるので、一般電気事業者との協議にはこの点に留意することが必要である。

表7 にその事例を示す。

表 7 発電設備の出力容量が 2,000 kW 以上の高圧連系施設例

施設名称	処理能力(t/日)	発電機容量 または発電能力 (kW)	受電容量または 契約電力(kW)	使用開始年度
A工場	320	3500	1860	1997
B工場	230	2600	1370	2002
C工場	145	7200	2500	2005
D工場	195	1500+1100	1950	2001
E工場	192	2400	1990	2002
F工場	201	2400	1980	2002
G工場	270	3000	1350	2003
H工場	207	3000	2800	2004
I工場	218	2150	2100	2009
J工場	166	2300	1700	2004
K工場	626	4000	1900	1994
L工場	160	2400	1980	2002
M工場	200	2300	1500	2002

日本環境衛生施設工業会調査による。

2-2-6 関連法規の確認・遵守

施設整備計画の策定及び整備事業の実施に当たっては、規制を受ける法令について確認し、遵守すること。

【解説】

- ごみ焼却施設は、排ガスや排水、悪臭、騒音、振動等の公害を発生する設備から構成されている。また、ボイラや高圧電気設備など危険を伴う設備が設けられているため、大気汚染防止法や水質汚濁防止法、さらには電気事業法や労働安全衛生法など、多様な法令等の規制を受けるのでそれらの内容をあらかじめ確認し、遵守すること。
- 主な関連法規は、以下のとおりである。

1 環境面

	法律名	適用範囲等
1)	廃棄物処理法	処理能力が1日5t以上のごみ処理施設（焼却施設にあっては、1時間当たりの処理能力が200kg以上又は、火格子面積が2m ² 以上）は本法の対象となる。
2)	大気汚染防止法	火格子面積が2m ² 以上又は、焼却能力が1時間当たり200kg以上であるごみ焼却炉は、本法のばい煙発生施設に該当する。
3)	水質汚濁防止法	処理能力が1時間当たり200kg以上又は、火格子面積が2m ² 以上のごみ焼却施設から河川、湖沼等公共用水域に排出する場合、本法の特定施設に該当する。
4)	騒音規制法	空気圧縮機及び送風機（原動機の定格出力が7.5kW以上のものに限る）は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。
5)	振動規制法	圧縮機（原動機の定格出力が7.5kW以上のものに限る）は、本法の特定施設に該当し、知事が指定する地域では規制の対象となる。
6)	悪臭防止法	本法においては、特定施設制度をとっていないが、知事が指定する地域では規制を受ける。
7)	下水道法	1時間当たり200kg以上又は、火格子面積が2m ² 以上の焼却施設は、公共下水道に排水を排出する場合、本法の特定施設に該当する。
8)	ダイオキシン類対策特別措置法	工場又は、事業場に設置される廃棄物焼却炉その他施設で焼却能力が時間当たり50kg以上又は、火格子面積が0.5m ² 以上の施設で、ダイオキシン類を発生し及び大気中に排出又はこれを含む汚水もしくは廃水を排出する場合、本法の特定施設に該当する。

2 安全面

	関 連 法 令	適 用 範 囲 等
1)	消防法	建築主事は、建築物の防火に関して、消防庁又は、消防署長の同意を得なければ、建築確認等は不可である。 重油タンク等は危険物貯蔵所として本法により規制される。
2)	労働安全衛生法	事業上の安全衛生管理体制等ごみ処理運営に関連記述が存在する。また、廃熱ボイラは、発電を行う場合は、電気事業法の適用となり、発電をしない場合は、労働安全衛生法の適用となる。
3)	建築基準法	建築物を建築しようとする場合、建築主事の確認が必要である。

3 事業面

	関 連 法 令	適 用 範 囲 等
1)	電気事業法	特別高圧（7,000V以上）で受電する場合。 高圧受電で受電電力の容量が50kW以上の場合。 自家用発電設備を設置する場合及び非常用予備発電装置を設置する場合。
2)	高圧ガス保安法	高圧ガスの製造、貯蔵等を行う場合。
3)	熱供給事業法	複数の建物に配管を通して、冷水・蒸気（温水）を送って冷房・暖房等を行う場合。

2-2-7 環境影響評価

施設整備事業に伴って、廃棄物処理法に基づく生活環境影響調査が必要な場合は、実施する。また、条例で環境影響評価を実施する場合には、関係部局と十分調整して行う。

【解説】

- 廃棄物処理法の軽微変更を越える改良の場合には、生活環境影響評価を実施する必要がある。
- 例えば、蒸気タービンの設置により、騒音や振動の発生が懸念されるため、周辺地域の生活環境に及ぼす影響の程度を分析するとともに、防音対策を講じるなどの注意が必要である。
- 施設整備の対象事業が条例に定める環境影響評価手続きを必要とする場合には、当然のことながら、現地着工の必要条件である計画通知提出前に環境影響評価を終えている必要があり、これらの手続きを行う日程は関係各部署と十分調整を図る必要がある。
- なお、環境影響評価手続きが必要のない場合でも、温暖化効果ガスの排出削減効果について確認する必要がある。

2-2-8 安全対策

施設整備事業の実施に当たっては、必要な安全対策を講じること。

【解説】

- 安全対策については、基本設計から試運転までの各段階を通じて検討する必要がある、セーフティーアセスメントの実施が望ましい。
- 労働安全衛生上で重要なことは設備の構造・作業方法を安全面から見直し、危険性や有害性のない構造、工程とすることである。災害誤操作や故障が生じた場合でも機器が安全側に働き災害に至らないようにする等の対策や、複雑な操作そのものを排除する等の人間の注意力に頼らないで済む安全対策が望まれる。
- 車両の通行、機器の運転、薬品の取扱い、高温ガス、蒸気、焼却残さ等の取扱いや点検等の作業により事故につながる恐れがあるので、安全には十分注意する必要がある。
- 安全対策の例として、以下のような配慮等が望ましい。
 - 1 関係者以外の立ち入りが危険な場所や、作業者に危険性を喚起する必要がある場所には、標識を設置する。
 - 2 機械の回転部、運動部分、突起部に、必要に応じ保護カバーを設置する。また、危険表示の彩色をする。
 - 3 都市ガス・油・薬品・蒸気等の配管は、漏れが容易に発見・修理できるように特に配置を工夫し、流体の種類・流れ方向が識別できるように表示する。
 - 4 弁類は容易に操作できる位置に取り付け、開閉の状態が容易に識別できる措置を講ずる。
 - 5 停電時において最低必要限度の設備の操作を行えるようにするための保安灯を設置する。

2-2-9 費用対効果の評価

施設整備事業の実施に当たっては、平成12年3月10日付け衛環第18号により通知した「廃棄物処理施設整備に係る費用対効果分析について」に基づき、費用便益、費用対効果を検証する。以下に、エネルギー回収能力増強事業の試算例を示す。

【解説】

○ 試算に用いた施設整備事業の例

- 1) 施設名称 Aクリーンセンター
- 2) 所在地 A県A市
- 3) 施設規模 300t/24h×1炉
- 4) 改造概要

廃熱ボイラは設置されているものの、余熱利用は熱供給のみで、発電設備は設置されていない焼却炉においてエネルギー回収能力を増強化する事業を実施する。

増強化では、余剰のボイラ蒸気を有効利用するために、1,998kWの背圧タービン設備を新たに設置し、発電した電力は施設内で使用するほか、余剰分を売電する。

増設する主な設備は、図6に示す点線で囲まれた内部のもので、他に排気復水タンク、蒸気タービン用機器冷却塔及びポンプ等があげられる。

<蒸気タービン仕様>

- ・形式 : 減速式背圧タービン ・発電出力 : 1,998kW

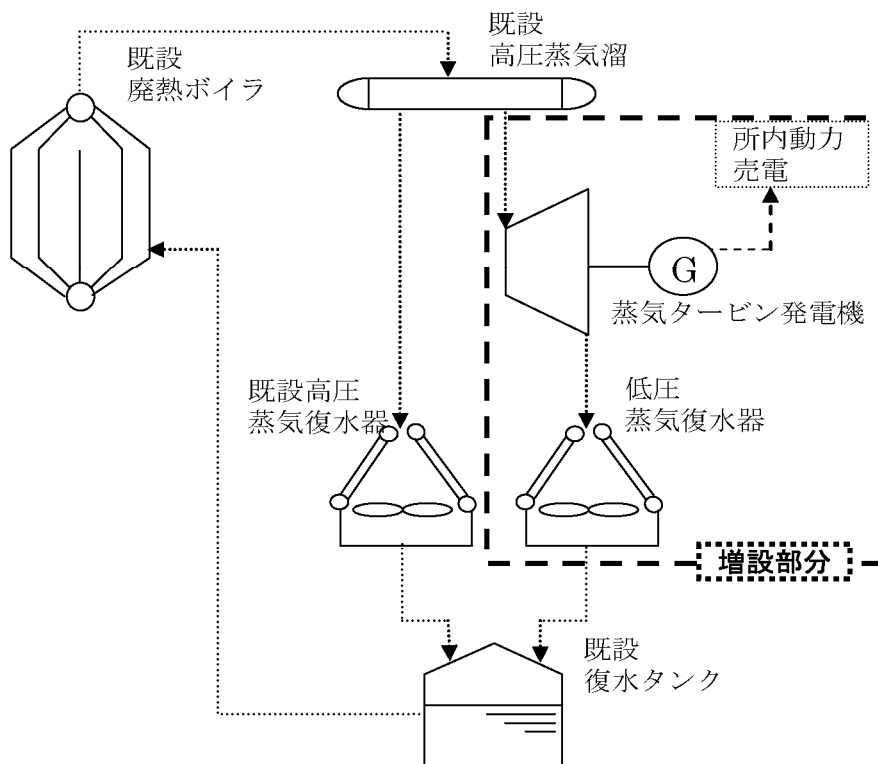


図6 増設した設備

- 事業目的の明示
費用対効果分析を実施する場合は、事業の目的を明示し、事業を実施する場合と実施しない場合の比較を行う。
- 費用の計測
費用については、エネルギー回収能力増強化整備に係る建設費及び年度別維持管理費（増額分）を計上する。なお、当該事業に伴う収益（売電収入、熱供給による収入等）については、便益に計上する。

$$\text{費用} = \text{建設費} + \text{年度別維持管理費}$$

- その他、以下に示すような効果が考えられるが、実際の分析においては、地域特性に応じて例示した効果を含め考えられるすべての効果を抽出し計上する必要がある。

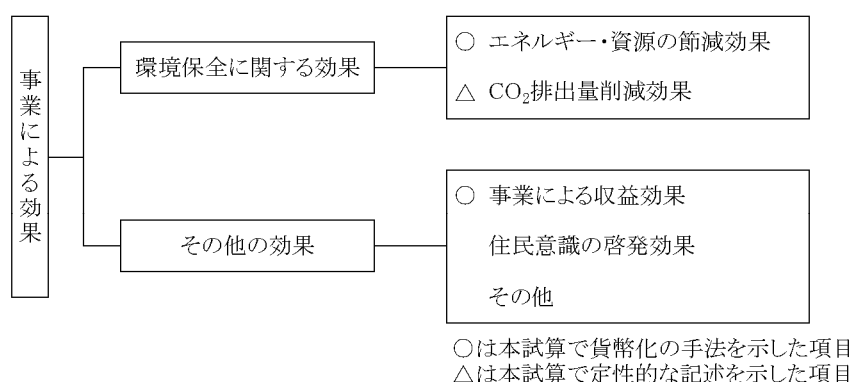


図7 エネルギー回収能力増強化整備による効果（例）

- 費用と便益の関係
以下の試算では、図8に示すように、代替措置を「現状の維持管理に係る費用」とした場合について、本事業の各効果ごとに貨幣化を行い、費用と便益の比較を行った。

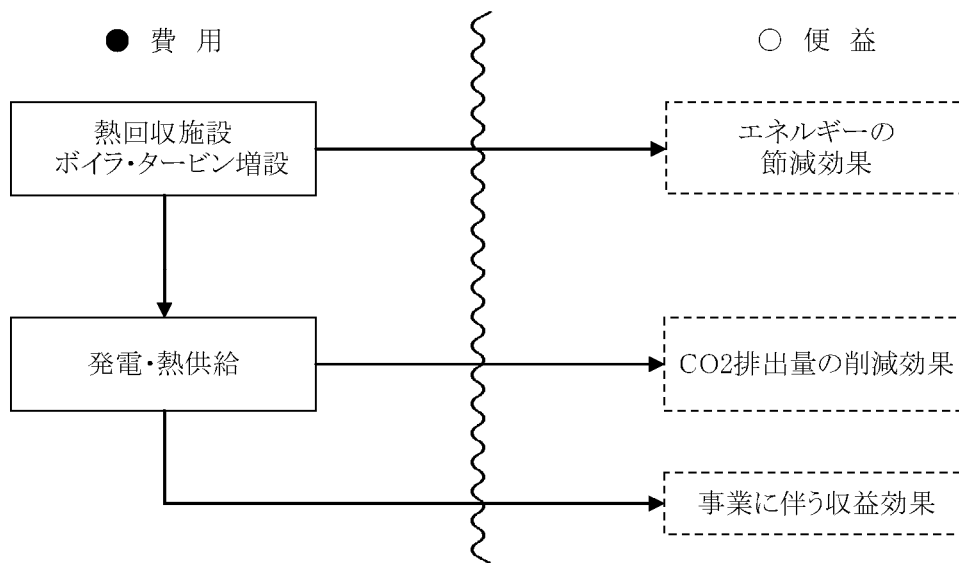


図8 処理フローと費用・便益の関係図

○ 効果の計測

(1) 環境保全に関する効果（エネルギー・資源の節減効果）

エネルギー・資源の節減効果は、電気使用量の削減及び燃料利用量の削減として貨幣化が可能である。効果の計測は、電気及び燃料の削減費用を計上する。

$$\text{エネルギー・資源の節減効果} = \text{電気料金の削減費用} \\ + \text{熱利用による燃料削減費用（燃料削減量} \times \text{燃料単価）}$$

(2) その他の効果（事業による収益効果）

事業を実施した場合は、電気（熱）を外部に供給し収益を得ることが可能となるので、年度別の収益費用を計上する。

$$\text{事業による収益効果} = \text{売電力量} \times \text{売電単価（熱供給量} \times \text{熱量単価）}$$

○ 貨幣化できない便益の記述における考え方の例

・ 環境保全に関する効果（CO₂排出量削減効果）

事業を実施した場合は、廃棄物発電によりCO₂削減が見込めるため、CO₂排出削減量を記載する。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出削減量} = \text{発電 1 kWh [キロワットアワー]} \text{ につき } 0.555 \text{ kg-CO}_2$$

（注：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル

環境省・経済産業省 平成19年2月）

なお、CO₂排出権取引制度の進展により、貨幣化が可能となった場合には、貨幣化すること好ましい。

○ 費用便益分析、費用対効果分析の例

(1) 事業の目的

既存熱回収施設にエネルギー回収能力増強のための改修を施し、効率的、かつ、効果的な熱回収・熱利用を行うことを目的とする。

(2) 分析の対象期間

施設の建設期間を2年間、施設全体の耐用年数を残り12年間とし、計14年間を対象期間とする。

(3) 社会的割引率

4%とする。

(4) 費用の計測

対象とする費用

◆試算条件

熱回収施設 (300t/24h×1 炉) 発電設備 1,998kW

建設費 515,000 千円

維持管理費 12,000 千円/年

注) 本試算では、改修による運転人員の増減はないものとした。

ア 効果の計測

対象とする効果

◆試算条件

売電収益 30,000 千円/年

注) 売電時のRPS法に基づく、RPS制度の売電単価上乘せ分を計上してもよい。

電気料金削減費用 60,000 千円/年

注) 電気料金削減費用には、契約電力の低減化に伴う基本料金の削減分を含む。

燃料料金削減分 15,000 千円/年

CO₂排出削減量 7.452 t-CO₂/年

(=1,998kW×24時間×280日稼動×0.555kg-CO₂)

イ 事業の評価

本事業においては、既存熱回収施設に1,998kWの発電設備を増設することで、7年目に費用便益比が1を上回る。なお、対象期間最終年における費用便益比は1.555である。

また、CO₂排出量は、廃棄物発電により7.452 t-CO₂/年を削減できる。

よって、費用対効果の極めて高い対策と言える。

表 8 試算条件

社会的割引率 r		4%	
施設規模		300	t/日
ごみ量等	ごみ処理量	220.93	t/日 目標年次
		80,639	t/年 目標年次
費用	施設建設費	515,000	千円
	維持管理費	12,000	千円/年
	人件費	-	千円/年
便益	売電収益	30,000	千円/年
	電気料金削減費用	60,000	千円/年
	燃料料金削減分	15,000	千円/年

表 9 費用と効果の計測結果

年 j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
平成	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
換算係数 (1+r) ^(j-1)	1.000	1.040	1.082	1.125	1.170	1.217	1.265	1.316	1.369	1.423	1.480	1.539	1.601	1.665	
ごみ処理量															
整備計画	施設建設														
費用	施設建設費	154,500	360,500												
	維持管理費			12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
	人件費														
	補修費														
	費用合計	154,500	360,500	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
	費用現在価値	154,500	346,635	11,091	10,667	10,257	9,861	9,487	9,119	8,766	8,433	8,109	7,798	7,496	7,208
コスト 累計	154,500	501,135	512,226	522,893	533,150	543,011	552,498	561,617	570,383	578,816	586,925	594,723	602,219	609,427	
便益	売電収益			30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	
	電気料金削減費用			60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	
	代替燃料費用			15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	
	費用合計	0	0	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	105,000	
	費用現在価値	0	0	97,043	93,334	89,744	86,278	83,004	79,788	76,699	73,788	70,946	68,227	65,585	63,064
	便益 累計	0	0	97,043	190,377	280,121	366,399	449,403	529,191	605,890	679,678	750,624	818,851	884,436	947,500
B/C	0.000	0.000	0.189	0.364	0.525	0.675	0.813	0.942	1.062	1.174	1.279	1.377	1.469	1.555	

※費用現在価値＝費用合計÷換算係数

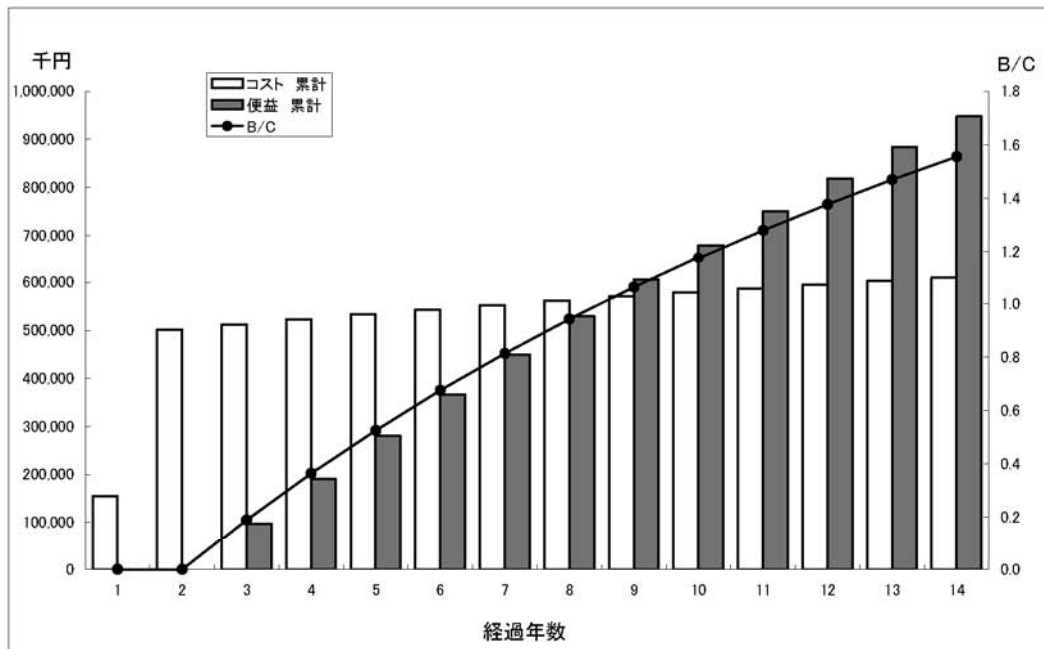


図 9 費用対効果 (B/C) の結果

第3章 施設整備手法の概要

3-1 概要

ごみ焼却施設の燃焼ガス冷却方式には、大きく分けて水噴射式と廃熱ボイラ方式の二つがある。

燃焼ガス冷却設備の改造により、エネルギー回収能力の増強を図る方法について解説する。

【解説】

- ごみ焼却施設における燃焼ガス冷却設備は、ごみ焼却後の燃焼ガスを、排ガス処理装置が安全に、効率よく運転できる温度まで冷却する目的で設置されるが、ごみの焼却による燃焼廃熱を、エネルギーとして効率よく回収するための重要な設備である。
- 環境省調査の平成15年度のごみ焼却施設の炉型別施設数を図10に示す。また、(財)廃棄物研究財団が調査した「ごみ焼却施設台帳 平成15年度版(平成17年4月)」によると、平成15年度における全連続式焼却施設のガス冷却方式の内訳は、全582施設の調査のうち、水噴射式が233施設、廃熱ボイラ方式(半ボイラ方式含む)が345施設(図11)であることから、全体の約75%が、水噴射式焼却施設と考えられる。

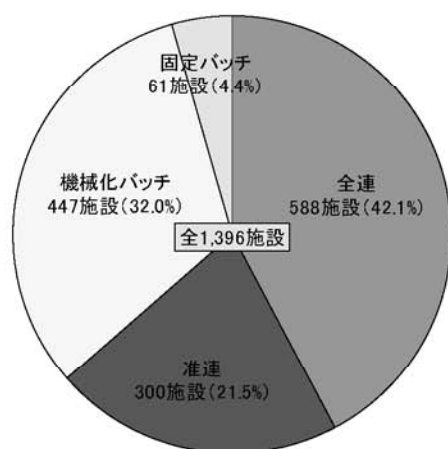


図10 平成15年度ごみ焼却施設の炉型別施設

出典：環境省

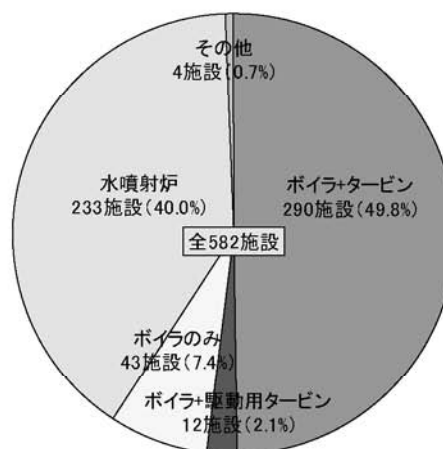


図11 平成15年度全連続式焼却施設の内訳

出典：廃棄物研究財団

- 以上を踏まえ、本章では、施設整備手法を水噴射式施設、廃熱ボイラ方式施設、その他両方式に共通するものに大別する。そして、主要なエネルギー回収能力増強手法について、1) 整備手法概要、2) 増設・更新機器、3) 要検討事項 別に解説する。なお、エネルギー回収能力の増強手法の他に、ESCO事業等の省エネルギーによる温暖化対策もメニューに加えることとする。

表 10 施設整備手法例

種別	節 No.	項目 No.	内容
水噴射	3-2	3-2-1	水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化整備手法例
		3-2-2	空気加熱器及び温水発生器の増強手法例
廃熱ボイラ	3-3	3-3-1	低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加手法例
		3-3-2	廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加手法例
		3-3-3	蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加手法例
その他 共通	3-4	3-4-1	潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム事業例
		3-4-2	ごみ発電ネットワーク事業例
		3-4-3	焼却施設における ESCO 事業例

- 主要整備手法については、本章で解説するが、その他の施設整備手法参考事例、国内におけるエネルギー回収に係る先進事例については、巻末の参考資料-1、2を参照のこと。

3-2 水噴射式採用施設における整備手法

水噴射式ガス冷却方式を採用している施設における主要なエネルギー回収能力増強手法は次のとおりである。

- 1 水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化
- 2 空気加熱器や温水発生器の能力増強

【解説】

- 従来の水噴射式焼却施設のフロー例を図12に示す。
焼却炉で完全燃焼した燃焼ガスは、ガス冷却室でノズルから微粒子にして噴射された冷却水の蒸発潜熱を利用して冷却減温される。
冷却温度は、一般的にろ過式集じん器ろ布の耐熱温度及びダイオキシン類の生成抑制を考慮してろ過式集じん器入口で170℃～200℃程度に設定されることが多い。
- ガス冷却室で減温された燃焼ガスは、燃焼用空気予熱器で燃焼用空気を予熱した後、空気加熱器で熱回収される。空気加熱器で回収された高温空気は、温水発生器で余熱を回収されると共に、熱回収後は煙突入口で排ガスと混合することにより白煙の発生を抑制する。
- 温水発生器は圧力容器としないので、温水発生器を直接燃焼ガス中に設置する場合は、温水伝熱管の管表面温度が100℃程度にしかならず、燃焼ガス中の硫黄分による低温腐食の発生が避けられないため、腐食を考慮した材質やばいじん除去、また、定期的なメンテナンスや補修を考慮する必要がある。

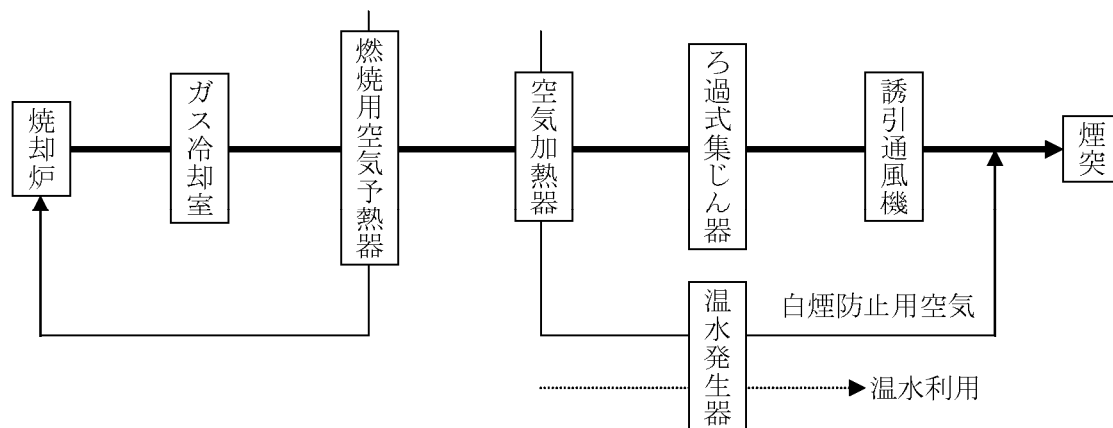


図12 水噴射式焼却施設フロー例

- 「水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化」と「空気加熱器や温水発生器の能力増強」について、特徴を表11に示す。

表 11 水噴射式採用施設における主要整備手法の比較

項目	水噴射式ガス冷却装置 の廃熱ボイラ化	空気加熱器や温水発生器 の能力増強
整備概要	水噴射式ガス冷却室を廃熱ボイラ化し、発生した蒸気を発電や熱源に利用する。	既存の空気加熱器や温水発生器の能力を増強し、熱回収量を増加させる。
メリット	熱を有効利用しやすい蒸気に変換することにより、発電が可能となる。	ごみ焼却施設の設備構成には大きな変更は無い。
デメリット	水噴射式ガス冷却室を廃熱ボイラに変更することにより、設備荷重等が増加し、建築躯体構造の見直しや別棟建設等、整備工事が大規模となる。	温水や高温水による熱回収なので、給湯、暖房用温水等、利用用途が限定される。
適用施設	発電施設への転換が期待されることから、ある程度の施設規模（概ね 100t/日以上）が望まれる。また、発電容量が 2,000kW を超える場合には、特別高圧受電が可能な地域が望まれる。	近隣に温水プール等の余熱利用施設が存在する施設。潜熱蓄熱材を利用すると、数 km 離れた施設への熱供給が可能となる。
エネルギー 回収能力	大	小～中
費用対効果	発生した蒸気を、下水処理場汚泥乾燥用として利用している実施例では、工事費約 11 億円にて、年間約 1,924ton の CO ₂ を削減。 （詳細は、「参考資料 2-1 水噴射炉のボイラ化による廃熱利用」を参照）	

3-2-1 水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化整備手法例

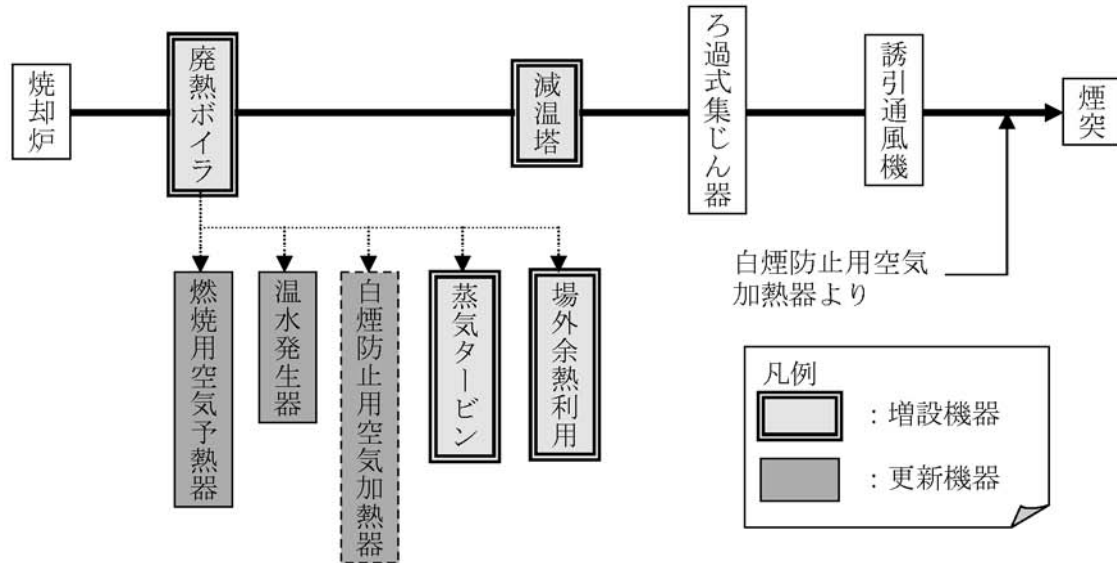


図 13 廃熱ボイラ化した場合のフロー例

(1) 整備手法概要

焼却炉から排ガス処理設備（ろ過式集じん器）間の主要設備を更新するものである。ガス冷却室を撤去し、代わりに廃熱ボイラを設置して燃焼ガスを冷却するとともに余熱を回収する。また、既設のろ過式集じん器のダイオキシン類抑制対策等のため、廃熱ボイラの後に減温塔を設置し更なる減温を行う。既設の燃焼用空気予熱器や温水発生器など排ガスや高温空気と熱交換している熱交換器は、廃熱ボイラの設置に伴い蒸気式熱交換器に更新される。発生した蒸気は、蒸気タービンによる発電や、場内外での冷暖房給湯や温水プール等に熱利用される。

整備規模を大きくしない場合は、全ボイラ方式だけでなく、半ボイラ方式も選択できる。また、施設規模が小さく発生蒸気量が少ない場合には、誘引通風機等の駆動用タービンの動力とすることも可能である。

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備（機器）

- ① 廃熱ボイラ、蒸気復水器、蒸気タービン、ボイラ給水ポンプ、脱気器、復水タンク、純水装置等の燃焼ガス冷却設備機器類一式
- ② 減温塔、減温塔用冷却水ポンプ等の減温設備
- ③ 機器冷却塔、冷却水ポンプ等の給水設備
- ④ その他

イ 更新設備（機器）

- ① ガス冷却室（撤去）
- ② 空気予熱器
- ③ 温水発生器
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

ア ガス冷却室から廃熱ボイラへの変更による荷重増加の影響（躯体構造）

別置型、炉頂型のガス冷却室から廃熱ボイラに改造した場合、炉室建屋天井の階高の変更の可能性がある。また、廃熱ボイラへの変更により、一般的には荷重が増加することから、既存の建築躯体の構造、焼却炉などのフレーム強度に十分留意し、必要に応じて基礎部分から構造補強を行うこと。

イ 排ガス量減少（乾ガス量は変わらないが、湿ガス量変更）による影響

排ガス中への水噴射量が減少することから、排ガス量の減少が予想される。ろ過式集じん器や誘引通風機に関しては問題ないと想定されるが、煙突における排出ガス速度低下に伴うガス拡散条件の変化には留意が必要である。

ウ 白煙防止用空気量の調整

排ガス中の水分濃度の低下により白煙発生条件は緩和されることが予想される。

エ 既存建屋に収まらない場合の別棟建設スペース

空冷式復水器等大型設備の機器点数が増加することから、既存建屋に収まらない場合は、別途増設棟のスペースを確保する必要がある。蒸気タービンを増設する場合は、保守点検等の作業動線を考慮して、中央制御室と近傍に配置されるのが望ましい。

オ 適用法令への準拠

廃熱ボイラは、発電を行う場合は、付帯設備も含め電気事業法が適用され、発電をしない場合は、労働安全衛生法が適用される。ただし、発電を行う場合でも、発電に要する蒸気量が、ボイラ蒸発量の1/2以下の場合は、労働安全衛生法が適用される。

カ 運転人員

機器点数が増加することから、既存の人員で対応可能か検討する必要がある。また、廃熱ボイラや蒸気タービンの設置により、ボイラタービン主任技術者等有資格者の配置が必要となる。

キ 排水の処理方法

排水処理水をガス冷却用水に使用している場合は、減温塔噴射水への変更によりその使用量が減少するので取り扱いを検討する必要がある。

ク 機器冷却水系統の容量

燃焼ガス冷却設備機器類には、蒸気タービン、発電機をはじめ、ボイラブロー水冷却水など、必要冷却水量が増加することから、既存の機器冷却水設備容量を確認し、容量不足の場合は、増設等の措置が必要である。

ケ 売電する場合

地域電力会社との協議と、電気関連設備の増設が必要となる。

(4) 事例

千歳市焼却処理場では、平成12年～17年にかけて97.5t/24h×2炉の水噴射炉の内、1炉を廃熱ボイラ炉に改造している。改造費用は約11億円であり、蒸気の有効利用によるCO₂削減量は、約1,924t/年となる。

詳細は、参考資料-2、「2-1 水噴射炉のボイラ化による廃熱利用」を参照。

3-2-2 空気加熱器及び温水発生器の能力増強手法例

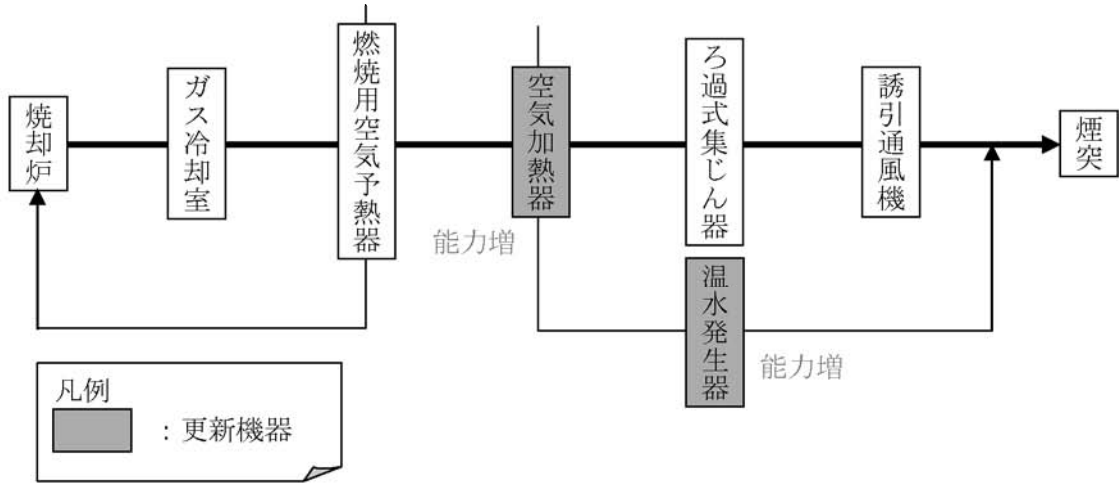


図 14 空気加熱器や温水発生器の能力を増強した場合のフロー例

(1) 整備手法概要

既存の空気加熱器、温水発生器の能力を増強する整備手法例。

基本的には温水もしくは高温水での熱回収能力が増強されるため、場外施設等への新たな熱供給が前提となる。(余熱の新規需要が前提。)

空気加熱器出口ガス温度は、低温腐食等を考慮して従来そのままとし、入口ガス温度を上昇させ、加熱器本体の伝熱面積を増加して熱回収を行う。従って、ガス冷却室での水噴射量が減少する。

温水発生器の能力増に関しては、需要先での熱量で決まるが、需要先が遠方かつ吸収式冷凍機での熱利用を計画している場合には、高温水供給設備を採用する場合もある。

(2) 増設・更新機器

更新設備 (機器)

- ① 空気加熱器、空気加熱器用送風機
- ② 温水発生器及び温水タンク、ポンプ等温水関連機器 (高温水設備でも同様)
- ③ 電気計装設備
- ④ その他

(3) 要検討事項

ア 荷重増加の影響 (躯体構造)

空気加熱器等の容量増 (荷重増) による既存の建築躯体の構造、機器フレーム強度に十分留意し、必要であれば構造補強を行うこと。

イ 排ガス量の増減による煙突からの排ガス拡散条件の変化の影響

排ガス中への水噴射量が減少することから、排ガス量の減少が予想される。ろ過式集じん器や誘引通風機に関しては問題ないと想定されるが、空気加熱器系統の高温空気が増加することから、煙突における排出ガス量（温度）の変化による排出ガス速度（笛吹き現象の発生など）、排ガス拡散条件の変化には留意が必要である。

ウ 白煙防止用空気量の調整

排ガス中の水分濃度の低下により白煙発生条件は緩和されることが予想される。

エ ガス冷却室出口ガス温度の高温化による空気予熱器伝熱管への弊害

ガス冷却室出口ガス温度が高温化（概ね 500℃以上）すると、排ガス中の飛灰の一部が熔融し、後続の空気予熱器伝熱面に付着し易くなる場合があるので、スートブロワ等の飛灰除去装置の設置を検討する必要がある。

オ 余熱利用先での利用条件

- ・ 場外での余熱利用を行う場合、需要先での温水利用条件を十分に把握した上で設備容量、仕様を決定すること。
- ・ 需要先での利用目的、利用時間、利用時期に留意し、焼却施設の運転時間や休炉期間との調整が必要となる。予備ボイラ等のバックアップ熱源を需要先もしくは焼却施設内に設置することが望ましい。

カ 無放流の場合の給水、排水の収支確認

ガス冷却水（排水処理水）の使用量が減ることから、無放流の施設では、排水処理水の収支に十分留意する必要がある。

3-3 廃熱ボイラ方式採用施設における整備手法

廃熱ボイラ方式焼却炉を採用している施設における主要なエネルギー回収能力増強手法は次のとおりである。

- 1 低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加
- 2 廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加
- 3 蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加

【解説】

- 従来の廃熱ボイラ方式焼却施設のフロー例を図 15 に示す。
焼却炉で完全燃焼した燃焼ガスは、廃熱ボイラで、熱回収及び減温される。
- 廃熱ボイラの蒸気条件は、蒸気利用設備の使用目的及び規模等によって決まる。ボイラ伝熱管のストロワ用蒸気が 1MPa 程度の圧力を必要とすることから、発電をしない場合は 1~2MPa としている例が多いが、発生蒸気を最大限発電に利用することを目的とする場合は、従来は過熱器の高温腐食を避けるため、主蒸気圧力を 3MPa 以下、温度を 300℃以下としていた。現在では過熱器材料やボイラ構造の開発により 4MPa、400℃級のプラントの稼動実績も増え、耐用面の評価も得られている。ただし、燃焼ガス中の塩化水素濃度、硫黄酸化物濃度が高い施設は十分な検討が必要である。
- 廃熱ボイラで熱回収及び減温された燃焼ガスは、ダイオキシン類の再合成抑制等、効果的な排ガス処理を行うため、減温塔で更に減温される。
- 窒素酸化物 (NOx) の規制が厳しい場合は、触媒脱硝装置を設置するケースが多い。触媒は、排ガス中に微量に含まれる SO₃ により被毒し性能が低下するので、ガス再加熱器により運転温度を高くし性能低下を回避する。
最近では低温触媒方式が開発され、ガス再加熱器を不要としている事例もある。

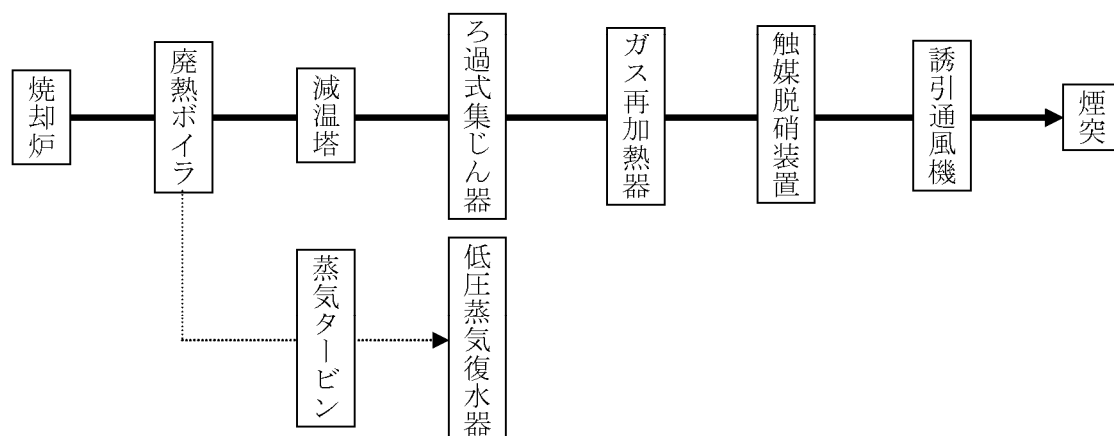


図 15 廃熱ボイラ式焼却施設フロー例

- 廃熱ボイラ方式採用施設におけるエネルギー回収能力増強の主要整備手法例として
 - 1 低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加
 - 2 廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加
 - 3 蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加
 以上3方式の特徴を表12に示す。

表12 廃熱ボイラ方式採用施設における主要整備手法の比較

項目	低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加	廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加	蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加
整備概要	<p>燃焼用空気比を低減させることにより排ガス熱損失を低減させ、廃熱ボイラでの熱回収量を増加させる。</p>	<p>過熱器増設による蒸気温度の昇温や、エコノマイザ増設により熱回収量を増加させる。</p>	<p>蒸気タービンの排気圧力を低下させることにより発電量を増加させる。</p>
メリット	<p>効果的な熱回収能力増強方法であり、施設の大規模整備をすることなく、運用上の変更により熱回収可能な場合もある。</p> <p>高温燃焼により現状以上のダイオキシン類分解効果が期待できる。</p>	<p>蒸発量増加もしくは蒸気温度の高温化による発電量の増加が可能。</p>	<p>廃熱ボイラや排ガス系統を整備することなく、発電量を増加することが可能。</p> <p>水冷蒸気復水器によるロードヒーティング用温水などの低温熱回収も可能。</p>
デメリット	<p>高温燃焼によりストーカ火格子、耐火材、ボイラ伝熱管等の負荷が大きくなる。</p> <p>低空気比により、完全燃焼に留意する必要がある。</p>	<p>過熱器やエコノマイザを増設するので、工事が大規模となる。</p> <p>ボイラ伝面増加による届出が必要。</p>	<p>水冷式蒸気復水器を採用する場合、冷却水の水源確保が必要。</p>
適用施設	<p>蒸気関連機器類及び蒸気タービンの容量に余裕がある施設。</p> <p>また、低空気比でも混合攪拌が十分に行える炉構造を有する施設。</p>	<p>蒸気関連機器類及び蒸気タービンの容量に余裕がある施設。</p>	<p>蒸気タービンや蒸気復水器の容量に余裕がある施設。</p> <p>また、河川や海水、機器冷却水等の冷却水確保が容易な施設。</p>
エネルギー回収能力	小～大	小～中	小～大

- 主要整備手法の3方式は、組み合わせて整備することも可能である。手法例の詳細を次項以降に示す。

3-3-1 低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加整備手法例

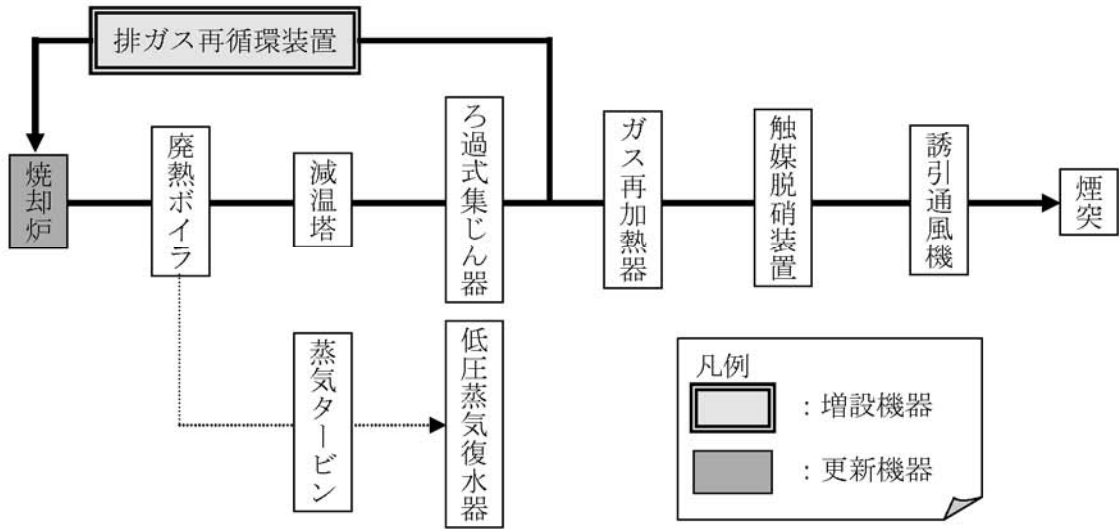


図 16 低空気比運転のフロー例

(1) 整備手法概要

従来、ストーカ式や流動床式焼却炉では、完全燃焼を行うために、燃焼用一次空気、二次空気の合計した空気比を概ね $\lambda=2$ 程度としている。(ごみ質により変動、図 17 参照。)

理論燃焼空気量が $\lambda=1$ であるから、残りの 1 は、燃焼ガスの減温 (エネルギー回収熱量の減少) 及び燃焼ガス量の増加に繋がっている。

近年、高温低空気比燃焼技術等を活用したガス化溶融システムや次世代型ストーカ炉が開発されているが、低空気比運転に係るコンセプトは以下のとおりである。

- ア 低空気比 ($\lambda=1.3\sim 1.5$) による燃焼ガス量減少
- イ 燃焼温度 $1,000^{\circ}\text{C}$ 以上によるダイオキシン類の完全分解
- ウ 熱回収率の向上

低空気比運転により、廃熱ボイラにおける蒸気発生量が増

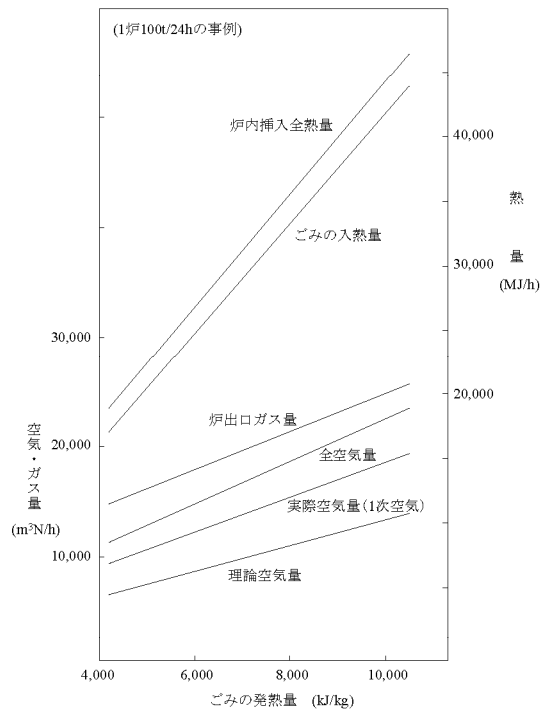


図 17 ごみ発熱量とガス・空気量・入熱量の関係の例
出典:「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」
(社)全国都市清掃会議 (平成 18 年 6 月)

加することから既存の廃熱ボイラや蒸気系機器の容量に余裕があることが前提条件となる。

焼却炉内が従来より高温となるため、冷却効率の高いストーカ（高効率空冷火格子、水冷火格子等）、クリンカの付着しにくい炉構造（水冷壁、空冷壁等）の採用などの対策が必須である。

また、低空気比化に伴い炉内の燃焼ガスの完全燃焼及び混合攪拌を促進するために、排ガス再循環装置や酸素富化装置の増設についても検討が必要である。

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備（機器）

- ① 排ガス再循環装置等、低空気比燃焼用空気供給設備に係る設備
- ② その他

イ 更新設備（機器）

- ① 焼却炉（ストーカ、炉本体）
- ② 押込送風機（必要に応じて）
- ③ 二次送風機（必要に応じて）
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

ア 既存焼却炉での対応の可否

- ・ 低空気比運転することで、火格子温度が上昇するので、既存ストーカ（火格子）で耐用出来るか確認する必要がある。水冷火格子を採用する場合は、冷却水系統も増設する必要がある。
- ・ 焼却炉内が従来より高温となるため、煉瓦の材質、厚み等が対応可能か検証する。また、炉壁にはクリンカが発生しやすくなるため、水冷壁、もしくは空冷壁構造等にすることが望ましい。
- ・ 焼却炉を更新する場合は、既存の建築躯体の構造、焼却炉などのフレーム強度に十分留意し、必要であれば基礎から構造補強を行うこと。

イ 既存廃熱ボイラ及び蒸気関連機器容量の確認

- ・ 蒸気発生量が増加することから、廃熱ボイラや補機類の容量の余裕度を確認する。
- ・ 廃熱ボイラ内における燃焼ガス温度分布の変化が予想される。特に過熱器を設置している場合には、入口ガス温度は過熱器へのダストの付着にも関連するので注意が必要である。

ウ 排ガス量の減少及び性状変化の影響確認

- 排ガス量は減少する。後続機器への影響はないと想定されるが、ガス中の水分割合の変化により白煙防止条件を満足しているか検討が必要である。

3-3-2 廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加整備手法例

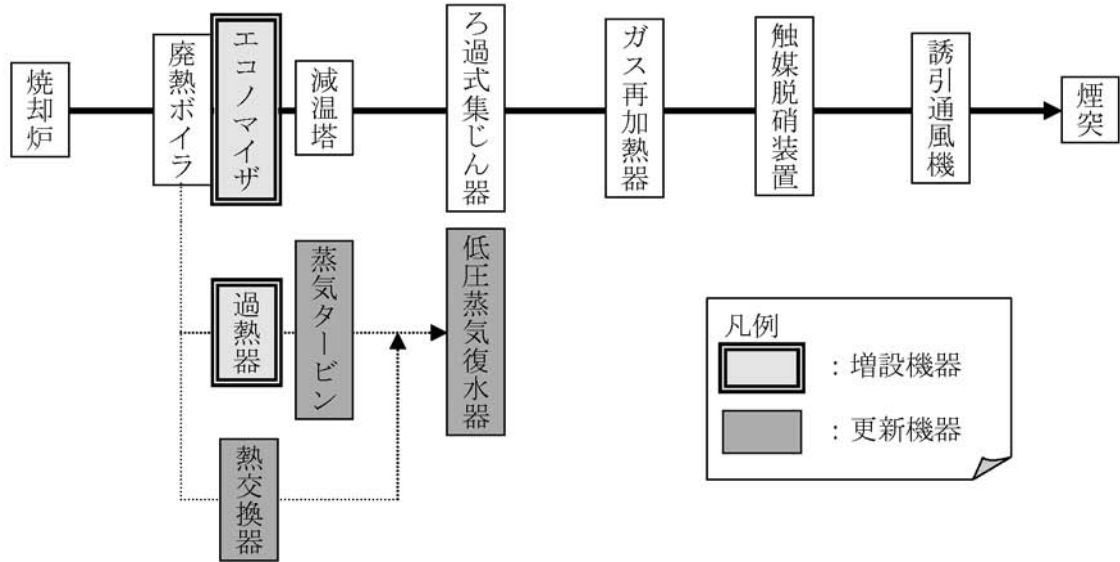


図 18 廃熱ボイラ増強等のフロー例

(1) 整備手法概要

蒸気系機器の容量に余裕がある場合には、既存廃熱ボイラ出口にエコノマイザを設置（既にエコノマイザが設置されている施設では、更なる伝熱面積の増加）し、廃熱ボイラの給水を予熱することにより更なる熱回収を行う。

また、ボイラ出口の蒸気、もしくは蒸気タービン入口蒸気を新設の過熱器により高温化し、蒸気タービンによるより効果的な発電を行うものである。

過熱器の熱源としては、

- ・排ガス（既存ボイラ内に過熱器の設置可能なスペースがある場合）
 - ・ガスタービン排ガス（スーパーごみ発電の場合）
 - ・非常用発電機を常用化することによる発電機エンジン排ガス
- などが考えられる。

また、発電以外にも既存の余熱利用量の拡大（熱交換器の更新）も考えられる。

(2) 増設・更新機器

ア 新設設備（機器）

- ① エコノマイザ
- ② 過熱器及び附属設備
- ③ その他

イ 更新設備（機器）

- ① 蒸気タービン（必要に応じて）
- ② 低圧蒸気復水器（必要に応じて）
- ③ 蒸気関連機器（必要に応じて）
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

- ア 既存廃熱ボイラ及び蒸気関連機器容量の確認（エコマイザ新設・増設の場合）
- ・ 蒸気発生量が増加することから、廃熱ボイラや蒸気関連機器類の容量の余裕度を確認する。
 - ・ エコマイザ内の給水状態（給水が蒸発してしまわないか）の検討
 - ・ ボイラ給水ポンプの圧力の余裕度を確認する。
- イ ガス量の影響確認（エコマイザ新設・増設の場合）
- ・ エコマイザ設置に伴い、減温塔入口ガス温度が低下するので、減温塔水噴射量が減少し、排ガス量は減少する。後続機器への影響はないと想定されるが、煙突吐出速度等（ガス拡散条件の変化等）の確認を行う。
- ウ 水噴射量減少の影響確認（エコマイザ新設・増設の場合）
- ・ 減温塔の噴霧水は、一般的に排水処理水を使用している。特に無放流の施設では、給排水の収支の確認が必要である。
- エ 蒸気条件の変化による蒸気タービン、低圧蒸気復水器の能力、過熱器の耐用確認（過熱器新設・増設の場合）
- ・ 過熱器の設置により蒸気タービン入口蒸気が高温化するので、既存蒸気タービンが対応可能か、最高使用温度等を確認する。
 - ・ 蒸気タービン入口蒸気の高温化に伴い、低圧蒸気復水器入口蒸気の性状も変化する。既存蒸気復水器の能力を確認する必要がある。
- オ 適用法令の準拠
- ・ ボイラ伝熱面積や発電能力の変更にあたっては、電気事業法や労働安全衛生法の規定に基づき手続きを行うこと。

3-3-3 蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加整備手法例

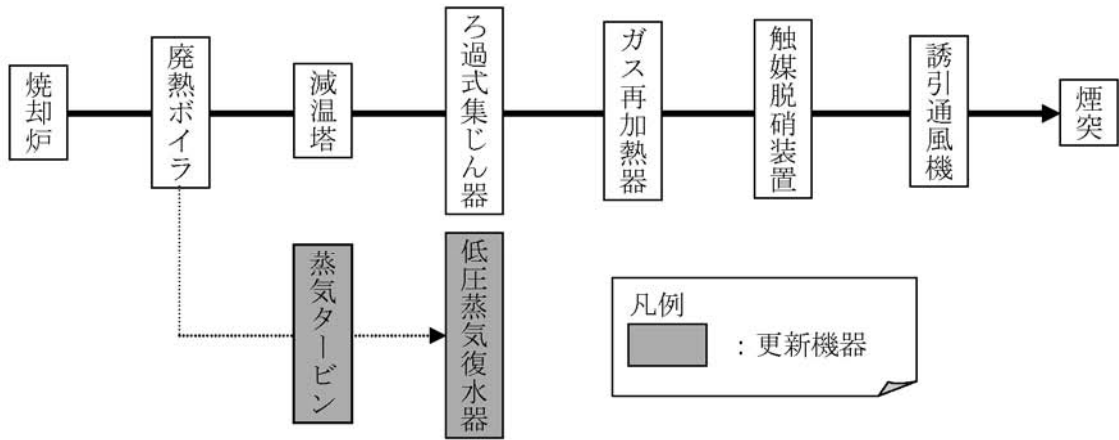


図 19 蒸気タービン排気圧力低下のフロー例

(1) 整備手法概要

蒸気タービンの排気圧力を下げることで発電量を増加させる。空冷式蒸気復水の伝熱面積の増加、または、排気圧力をより低減可能な水冷式蒸気復水器に変更する。

蒸気タービン出口で、水冷・空冷の蒸気復水器を併用することも可能である。水冷の冷却水は、ロードヒーティングや洗車用温水として利用できる。(図 20)

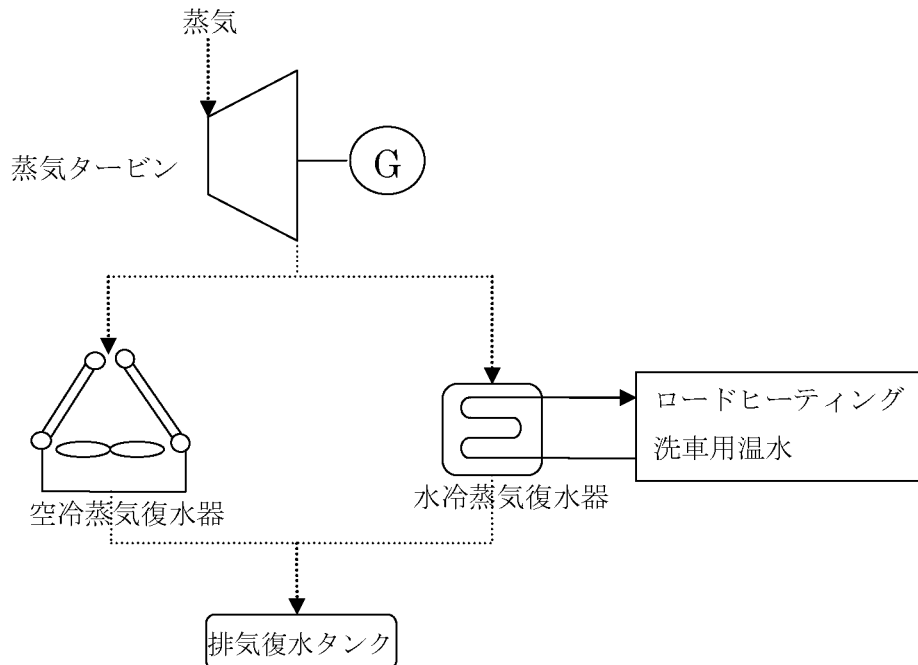


図 20 水冷、空冷蒸気復水器併用例

(2) 増設・更新機器

更新設備（機器）

- ① 低圧蒸気復水器及び関連機器類
- ② 蒸気タービン（必要に応じて）
- ③ 蒸気関連機器（必要に応じて）
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

ア 蒸気タービンの排気圧力低下の許容値の確認

- ・ 排気圧力が、既存蒸気タービンの排気圧下限許容値を下回らないことを確認すること。
- ・ 発電機及び電気設備の容量の確認。

イ 空冷式蒸気復水器増設の場合の採算性の確認

- ・ 空冷式の場合、伝熱面増加に伴うファンの消費電力増加分と発電量増加分との比較検討が必要である。
- ・ 建屋が増設となる可能性が高く、また、騒音対策が必要である。

ウ 水冷式蒸気復水器設置の場合の採算性の確認

- ・ 水冷式の場合、別途冷却水（河川水の利用、冷却水冷却塔の設置など）の確保が必要となる。

なお、河川水については、新たな水利権の取得が困難な場合がある。

- ・ 空冷式と同様に水冷式採用に伴う機器類の消費電力と発電量増加分との比較検討が必要である。

エ 適用法令の準拠

- ・ 発電能力の変更にあたっては、電気事業法の規定に基づき手続きを行うこと。

3-4 その他、両方式共通整備手法

水噴射式焼却炉、廃熱ボイラ方式焼却炉に共通したエネルギー回収能力増強（省エネルギー化含む）の主要メニュー例は次のとおりである。

- 1 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム
- 2 ごみ発電ネットワーク事業
- 3 焼却施設における ESCO 事業

【解説】

- 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム及び特定電気事業者を利用したごみ発電ネットワークは、環境省の平成 19 年度の廃棄物処理施設における温暖化対策事業（石油特会）において補助対象事業となっている。

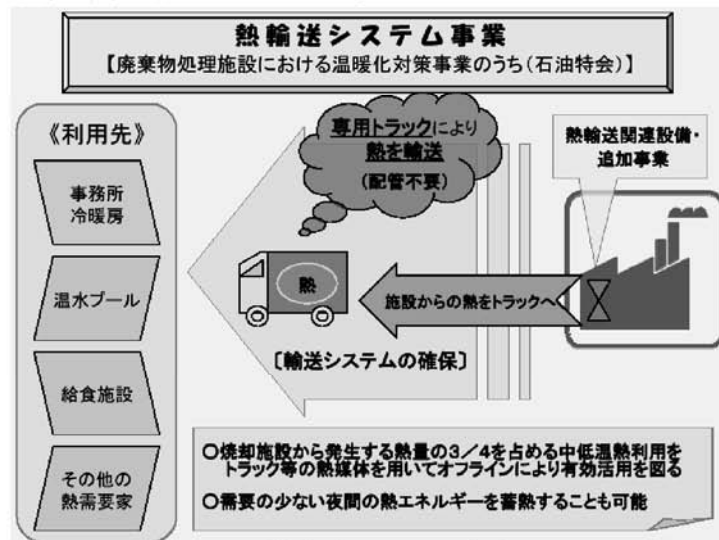


図 21 熱輸送システム事業図

出典：環境省

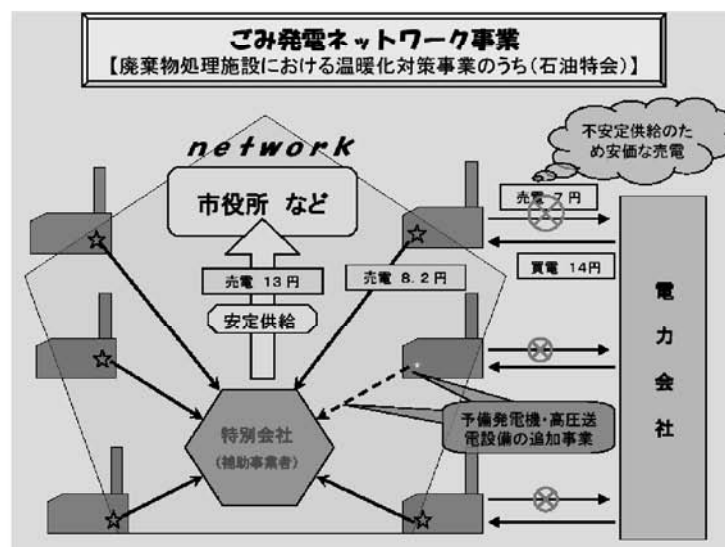


図 22 ごみ発電ネットワーク事業図

出典：環境省

- また、エネルギー回収能力の増強ではなく、省エネ化の観点から、焼却施設における ESCO 事業採用による電力使用量の削減方法についても紹介する。

ESCO(Energy Service Company)事業とは、それまでの環境を損なうことなく、工場やビルなどの省エネルギー化に関する包括的なサービスを提供する事業である。

- 水噴射式焼却炉、廃熱ボイラ方式焼却炉に**共通した**エネルギー回収能力増強の主要整備手法例として

- 1 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム
- 2 ごみ発電ネットワーク
- 3 焼却施設における ESCO 事業

以上 3 方式の特徴を表 13 に示す。

表 13 水噴射式焼却炉、廃熱ボイラ方式焼却炉に共通した主要整備手法の比較

項目	潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム	ごみ発電ネットワーク事業	焼却施設におけるESCO事業
整備概要	ごみ焼却施設の排ガスや余剰蒸気などの通常廃棄されている低温熱源からからの廃熱を、酢酸ナトリウムやエリスリトールなどの蓄熱材を充填したタンクに蓄熱し、コンテナ車等により熱利用先へ搬送するもの	廃棄物発電施設からの余剰電力を特定規模電気事業者（Power Producer and Supplier）を介して、電力の需要家である他の行政施設へ電力を融通する仕組みであり、従来の一般電気事業者との売買電力の価格差を利用し自治体総体としての電力に係る収支を改善する効果が期待できる。	ESCO事業とは、工場やビルなどの省エネルギー化に関する包括的なサービスを提供する事業である。本事業に係る経費は、削減された省エネルギーメリット（電気料金など）の一部から支払われることとなり、初期投資費用を負担する必要がない。
メリット	従来、廃棄されていた低温排熱を回収し、数十キロ離れた熱利用施設へ搬送可能である。	自治体内にあるごみ焼却工場の電力ネットワークを構築した場合、自治体総体として財政負担の軽減が期待される。	エネルギー削減量については事業者が保証をするため、より確実に省エネルギー化が実現でき、自治体にリスクはほとんどない。
デメリット	搬送距離が長い場合、輸送にエネルギーを消費してしまう。	ネットワーク事業は長期間にわたる事業であり、その間における廃棄物処理行政の動向や発電事業を取り巻く環境の変化など、予測困難なファクターが内在する。	送風機やポンプ類のインバータ化や制御システムの効率化等が主な整備内容であるため、大規模なエネルギー削減効果は期待出来ない。
適用施設	数キロ～数十キロ圏内に冷暖房や給湯等の熱利用先がある施設。	常時売電している大型施設を数箇所保有している大都市など。	竣工後数年～数十年が経過しているすべての施設。
エネルギー回収能力	小～中	— (ただしコスト効果は大)	小
費用対効果			三鷹市では、ESCO事業費約42百万円（4年間）の契約で、年間約439tonのCO ₂ 削減効果を見込んでいる。 （詳細は、「参考資料2-2 焼却施設におけるESCO事業」を参照）

○ 手法例の詳細を次項以降に示す。

3-4-1 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム事業例

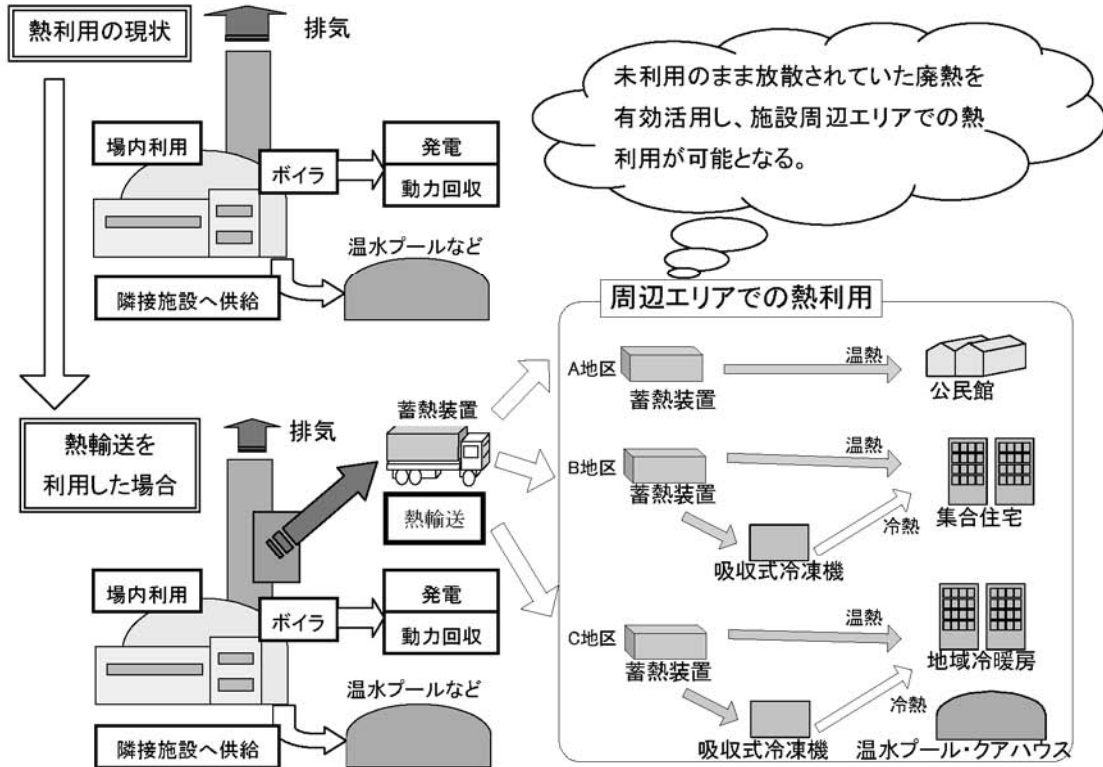


図 23 熱輸送システム概念図

(1) 整備手法概要

ごみ焼却施設において回収した廃熱の有効利用先として、これまでは、蒸気タービンによる発電、燃烧空気の予熱などのプロセスへの利用、場内の冷暖房や給湯、ならびに隣接する温水プールなど熱利用施設への熱供給等が行われてきた。

近年、ごみ焼却施設から発生する中・低温域の廃熱を可搬式の蓄熱装置に蓄え、公道を輸送して、数～十数 km 先の熱利用施設に運び、輸送先で熱利用を行ういわゆる「蓄熱輸送技術」の開発が進んでおり注目を集めている。

本システムは、ごみ焼却施設の排ガスや余剰蒸気などの通常廃棄されている低温熱源からからの廃熱を、酢酸ナトリウムやエリスリトールなどの蓄熱材を充填したタンクに蓄熱し、蓄熱装置搬送車等により熱利用先へ搬送するものである。

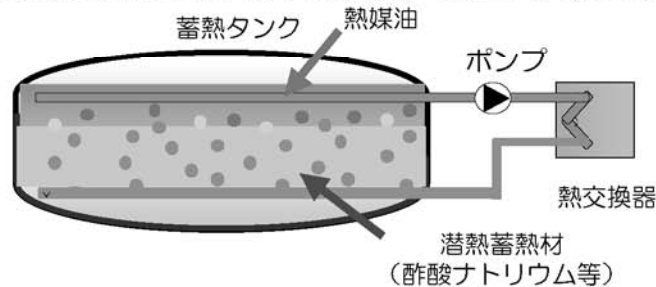


図 24 蓄熱タンク概念図

必要な設備としては、図 25 に示すように、ごみ焼却施設側での熱交換器（油過熱器）及びポンプなどの補機類、熱利用先での熱交換器及びポンプなどの補機類と、蓄熱装置及び搬送車となる。

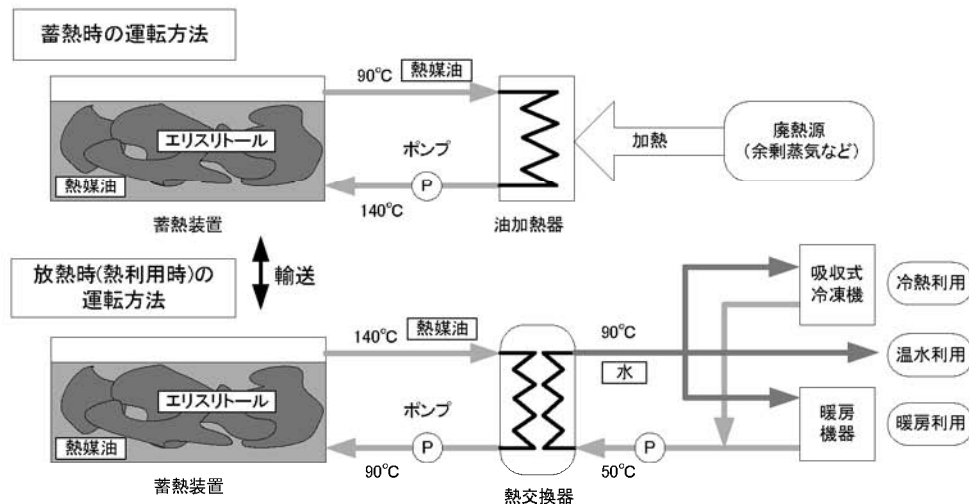


図 25 システムフロー図

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備（機器）

- ① 熱交換器及び補機類
- ② 可搬式蓄熱装置
- ③ 搬送車
- ④ その他

イ 更新設備（機器）

- ① 電気計装設備
- ② その他

(3) 要検討事項

ア 採算性及び LCCO₂ の確認

本システムは、熱利用先までの搬送距離が重要となる。利用先が長距離であると、搬送に伴うエネルギー（軽油など）の利用が多くなり、ランニングコスト及び CO₂ 排出量が増加するので、搬送熱量と搬送距離には十分な検討が必要となる。

イ 焼却施設側の影響

- ・ 煙突部等の排ガスから熱回収する場合は、熱交換器伝熱面の低温腐食に留意する。
また、熱源温度が低い場合、熱交換器伝熱面積を大きくする必要がある。
- ・ 白煙防止基準がある場合はその影響も検討する。

- ・ 交換熱量により蓄熱装置容量及び搬送車台数が決まる。焼却施設には、搬送車の熱交換及び待機スペースを確保する必要がある。
- ・ 環境省の平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業(石油特会)では、補助対象事業者が民間等に限られているため、熱輸送事業者を設定するなどして委託することになる。

(4) 事例

必要な機器類についての詳細は、参考資料-1 の「1-9 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム」を参照。

(5) 補助制度

平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業（石油特会）による補助については、次のとおりである。

ア 補助対象事業者

- ・ 民間事業者
- ・ 独立行政法人
- ・ 民法第 34 条の規定により設立された法人
- ・ 法律により直接設立された法人

イ 交付の対象となる事業の要件

廃棄物から得られ、輸送される熱量 : 12.56GJ/日 (3.0Gcal/日) 以上

ウ 交付の対象となる施設の範囲

- ・ 熱供給に必要な設備
- ・ 熱交換に必要な設備
- ・ 熱輸送に必要な設備
- ・ 前各号の設備の設置に必要な電気、ガス、水道等の設備（前各号の設備と一体不可分であるものに限る。）

エ 補助率 1 / 2

オ 参考事項

市町村の一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収能力増強に関する施設整備については、循環型社会形成推進交付金の交付対象となる。(交付率 1 / 3)

3-4-2 ごみ発電ネットワーク事業例

(1) 整備手法概要

廃棄物発電施設からの余剰電力を特定規模電気事業者 PPS (Power Producer and Supplier) を介して、電力の需要家である他の行政施設へ電力を融通する仕組みであり、従来の一般電気事業者との売買電力の価格差を利用し自治体総体としての電力に係る収支を改善する効果が期待できる。

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備 (機器)

- ① 調整電源 (ガスエンジン等)
- ② 制御システム
- ③ その他

イ 更新機器

- ① 電気計装設備
- ② その他

(3) 要検討事項

ア 事業主体

- ・ 事業主体が自治体の場合、一般に、PPS 事業を実施するノウハウを有していないことや、自治体自ら調整電源を持つ必要があり相応の投資が必要となる。
- ・ 事業主体が第三セクター・民間の場合、自治体として、事業メリットの享受や民間 PPS 事業者の事業ノウハウを活用することができる反面、民間 PPS 事業者との長期契約が条件となるため、事業環境の変化に対しての明確なリスク分担が必要となる。

イ 制度面・運用面

- ・ 施設の運用に関し、将来起こりうるトラブル等の重要度と頻度などを十分精査した上でのリスク分析を実施し、所要のリスクは考慮に入れておくべきである。
- ・ 発電ネットワークを構成する構築する廃棄物焼却工場の建替えは数十年という長期的なスパンで行われることから、施設更新の影響についても留意しておく必要がある。

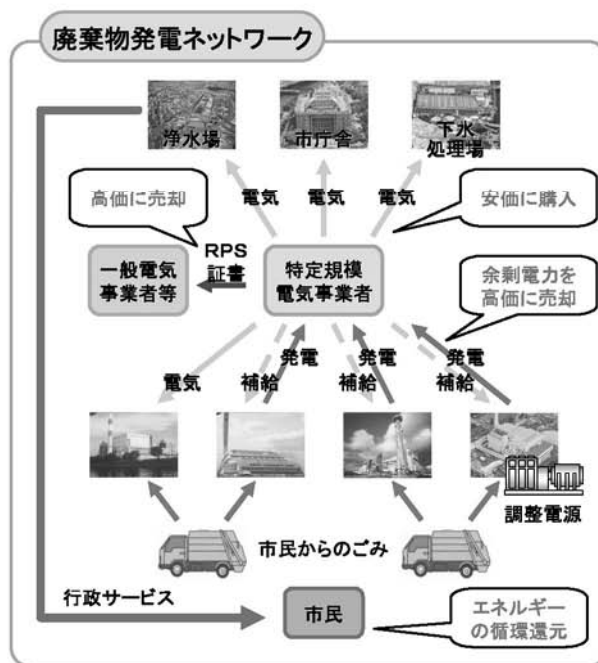


図 26 発電ネットワーク概念図

- ・ 収支結果に大きく影響を及ぼす電力会社の売電・買電料金の動向に加えて、地球温暖化に関連する RPS 証書市場の動向は、PPS 事業の行方を左右する重要な要素であることから、今後とも十分注視する必要がある。
- ・ 環境省の平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業(石油特会)では、補助対象事業者が民間等に限られている。
また、事業実施にあわせ、ネットワークを構成するごみ発電施設の発電能力の増強が条件となっている。

(4) 事例

採算性等の詳細は、参考資料-1 の「1-1 廃棄物発電ネットワーク化」を、自治体の取組みについては、参考資料-2 の「2-3 発電ネットワークシステムに係る取組み」を参照。

(5) 補助制度

平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業(石油特会)による補助については、次のとおりである。

ア 補助対象事業者

- ・ 民間事業者
- ・ 独立行政法人
- ・ 民法第 34 条の規定により設立された法人
- ・ 法律により直接設立された法人

イ 交付の対象となる事業の要件

- ・ 参画するすべてのごみ発電施設における総発電量の増加量 : 10GWh/年以上
- ・ 参画するすべてのごみ発電施設におけるネットワーク
全体での発電効率 : 2%以上の向上

ウ 交付の対象となる施設の範囲

- ・ 発電に必要な設備(調整電源用設備)
- ・ 蓄電に必要な設備(調整電源用設備)
- ・ 電力制御に必要な設備
- ・ 前各号の設備の設置に必要な電気、ガス、水道等の設備(前各号の設備と一体不可分であるものに限る。)

エ 補助率 1/2

オ 参考事項

市町村の一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収能力増強に関する施設整備については、循環型社会形成推進交付金の交付対象となる。(交付率 1/3)

3-4-3 焼却施設における ESCO 事業例

(1) 整備手法概要

ESCO(Energy Service COmpany)事業とは、それまでの環境を損なうことなく、工場やビルなどの省エネルギー化に関する包括的なサービスを提供する事業である。本事業に係る経費は、削減された省エネルギーメリット（電気料金など）の一部から支払われることとなり、初期投資費用を負担する必要がない。また、エネルギー削減量については ESCO 事業者が保証をするため、より確実に省エネルギーが実現できることも大きな特徴の一つである。

(2) 増設・更新機器

施設により内容は異なる。

(3) 要検討事項

ア 契約形態

ESCO 契約方式には、シェアード・セイビングス方式とギャランティード・セイビングス方式の 2 種類の形態があるので、その施設に応じた契約をする。

＜シェアード・セイビングス方式＞

- ・ 節減額分与契約
- ・ 資金調達 は ESCO 事業者が金融機関より行うため、ESCO 設備は事業者が所有
- ・ 発注者は、設備償還額を含む ESCO サービス料を支払う

＜ギャランティード・セイビングス方式＞

- ・ 節減額保証契約
- ・ 資金調達は発注者が金融機関より行うため、ESCO 設備は発注者が所有
- ・ 発注者は、削減額の一部を ESCO サービス料として支払う

イ 契約期間

- ・ 契約期間は、施設の耐用年数、費用対効果を鑑み、最適な期間を設定すること。
- ・ 通常、複数年の債務負担をすることが多い。

(4) 事例

表 14 に三鷹市環境センターでの取組み事例を示す。

焼却場のプラント設備に加え、空調設備、電気設備の省エネルギー化を図ることにより年間約 439t-CO₂ を削減する計画であり実現している。

表 14 ESCO 事業事例（三鷹市カタログより）

No.	省エネ項目	電力削減量 (kWh/年)	エネルギー削減量 (kL/年)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /年)
1	水冷壁水循環ポンプの容量変更	69,049.7	17.5	26,100.8
2	灰出設備のタイマー制御	222,962.0	56.6	84,279.6
3	バグフィルタ用循環空気の加温方式変更	161,703.0	41.1	61,123.7
4	No.2 高圧蒸気復水器のファン停止	96,483.7	24.5	36,470.8
5	機器冷却水ポンプの温度制御	9,526.6	2.4	3,601.1
6	落下灰コンベヤのタイマー制御	13,608.2	3.5	5,143.9
7	再加熱用送風機への省エネベルトの採用	5,831.1	1.5	2,204.3
8	尿素噴霧用空気量の適正	23,797.8	6.0	8,995.6
9	AHU及びファンへの省エネベルトの採用	19,199.9	4.9	7,257.6
10	冷温水二次ポンプの連動制御	50,179.9	12.7	18,968.0
11	ファンの可変風量制御の採用	439,701.1	111.7	166,207.0
12	蛍光灯安定器の高効率化	49,471.5	12.6	18,700.2
	合計	1,161,514.5	295.0	439,052.6


※エネルギー削減量は計画値

三鷹市の取組み概要は、参考資料-2の「2-2 焼却施設における ESCO 事業（三鷹市）」を参照。

参考資料－１ 施設整備メニューの事例

- 1－1 廃棄物発電ネットワーク化
- 1－2 自家発を常用化することにより発生する排熱の有効利用
- 1－3 スーパーごみ発電での蒸気タービンの効率向上
- 1－4 タービン設計点変更による部分負荷時発電量増加
- 1－5 蒸気タービン発電出力向上による電力収支の改善
- 1－6 高効率機器の採用による電力使用量削減
- 1－7 焼却施設における ESCO 検討
- 1－8 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム

1-1 廃棄物発電ネットワーク化

No.	項目	内容												
1	目的	自治体内にあるごみ焼却工場の電力ネットワークを構築し、大規模なごみ焼却工場の余剰電力をその他のごみ焼却工場へ送電するネットワーク事業について、自治体の協力を得て実稼働データを用いて検討・試算した結果、自治体総体として財政負担の軽減が期待されることが示唆された。												
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 廃棄物発電ネットワークとは 廃棄物発電施設からの余剰電力を特定規模電気事業者 (Power Producer and Supplier) を介して、電力の需要家である他の行政施設へ電力を融通する仕組みであり、従来の一般電気事業者との売買電力の価格差を利用し自治体総体としての電力に係る収支を改善する効果が期待できる。</p>  <p>図-1 発電ネットワーク概要</p>												
		<p>2) 試算条件 平成 16 年度の実績データを基に A 市全 10 工場と 4 下水処理場の廃棄物発電ネットワーク化について検討した。 主発電工場 (A7 工場) の余剰電力を他のごみ焼却工場および下水処理場へ供給し、主発電工場 (A7 工場) 以外で発生した余剰電力は、一般電気事業者へ販売するというケースである。</p> <p>3) 試算結果 現状ケースと検討したネットワークケースとでの A 市の収支を比較したところ、以下の通りであった。</p> <p style="text-align: center;">表-1 収支比較</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>現状ケース</th> <th>ネットワーク化</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>支出合計</td> <td>1,704 百万円</td> <td>958 百万円</td> </tr> <tr> <td>収入合計</td> <td>426 百万円</td> <td>192 百万円</td> </tr> <tr> <td>収支</td> <td>△1,277 百万円</td> <td>△766 百万円</td> </tr> </tbody> </table> <p>これより A 市は現状より年間 511 百万円収入増が期待できる。調整電源 (11.6MW) として A7 工場に設置した GE のイニシャルコストを 1,340 百万円 (想定) とすると、単純回収年数は 2.62 年となる。</p>		現状ケース	ネットワーク化	支出合計	1,704 百万円	958 百万円	収入合計	426 百万円	192 百万円	収支	△1,277 百万円	△766 百万円
	現状ケース	ネットワーク化												
支出合計	1,704 百万円	958 百万円												
収入合計	426 百万円	192 百万円												
収支	△1,277 百万円	△766 百万円												
3	実績	有・ 無 (H19 年 5 月現在で、東京二十三区清掃一部事務組合が実施を検討中)												

1-2 自家発を常用化することにより発生する排熱の有効利用

No.	項目	内容																																			
1	目的	<p>自家用発電機を常用化し、排熱回収ボイラにてその排熱を回収し、低圧蒸気ヘッダへ蒸気供給を行った場合の効果について検討した。</p> <p>その結果、蒸気タービンへの蒸気供給量の増加あるいは抽気蒸気量の削減が可能となり、発電出力の増加が期待できることが分かった。</p>																																			
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 試算条件</p> <p>検討対象工場にガスエンジンを設置した場合を想定した。工場の概要およびガスエンジン、排熱回収ボイラの概要を下表に示す。</p> <p style="text-align: center;">表-2 対象工場、ガスエンジンおよび排熱回収ボイラ概要</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">焼却工場</td> <td style="text-align: center;">処理量</td> <td style="text-align: center;">900t/日</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">想定ごみ質</td> <td style="text-align: center;">5.86MJ/kg~13.4MJ/kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">最大出力</td> <td style="text-align: center;">32,000kW</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ガスエンジン</td> <td style="text-align: center;">定格出力</td> <td style="text-align: center;">2,269kW</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">排熱回収ボイラ</td> <td style="text-align: center;">発生蒸気</td> <td style="text-align: center;">1.84t/h (0.78MPaG 飽和)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">給水温度</td> <td style="text-align: center;">約 144℃</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">排ガス温度</td> <td style="text-align: center;">入口) 479℃ 出口) 160℃</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 試算結果</p> <p>排熱回収ボイラからの蒸気供給に伴う焼却工場内の蒸気バランスの見直しを実施した結果、蒸気タービンの発電出力の増加量は条件によるが概ね 160kW~400kW になると試算された。</p> <p>今回の試算結果におけるガス単価の収支結果に対する影響を調査した結果、ガス単価 40 円/m³では支出が収入を上回るものの、ガス単価 35 円/m³では収入が得られることが分かった。したがって、例えば燃料式灰溶融炉を使用するといった工場内で一定量の都市ガスを消費する場合であれば、一定の収益が見込めるものと判断される。</p> <p style="text-align: center;">表-3 都市ガス単価の収支におよぼす影響</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">都市ガス単価</th> <th style="text-align: center;">40 円/m³</th> <th style="text-align: center;">35 円/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">売電収入 (百万円/年)</td> <td style="text-align: center;">102.5</td> <td style="text-align: center;">102.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">GE 運転時間 (時間/年)</td> <td style="text-align: center;">3,892</td> <td style="text-align: center;">3,892</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">都市ガス料金 (百万円/年)</td> <td style="text-align: center;">76.8</td> <td style="text-align: center;">67.2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">GE メンテナンス費 (百万円/年)</td> <td style="text-align: center;">26.5</td> <td style="text-align: center;">26.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">収支 (百万円/年)</td> <td style="text-align: center;">△0.8</td> <td style="text-align: center;">8.8</td> </tr> </tbody> </table>	焼却工場	処理量	900t/日	想定ごみ質	5.86MJ/kg~13.4MJ/kg	最大出力	32,000kW	ガスエンジン	定格出力	2,269kW	排熱回収ボイラ	発生蒸気	1.84t/h (0.78MPaG 飽和)	給水温度	約 144℃	排ガス温度	入口) 479℃ 出口) 160℃	都市ガス単価	40 円/m ³	35 円/m ³	売電収入 (百万円/年)	102.5	102.5	GE 運転時間 (時間/年)	3,892	3,892	都市ガス料金 (百万円/年)	76.8	67.2	GE メンテナンス費 (百万円/年)	26.5	26.5	収支 (百万円/年)	△0.8	8.8
焼却工場	処理量	900t/日																																			
	想定ごみ質	5.86MJ/kg~13.4MJ/kg																																			
	最大出力	32,000kW																																			
ガスエンジン	定格出力	2,269kW																																			
排熱回収ボイラ	発生蒸気	1.84t/h (0.78MPaG 飽和)																																			
	給水温度	約 144℃																																			
	排ガス温度	入口) 479℃ 出口) 160℃																																			
都市ガス単価	40 円/m ³	35 円/m ³																																			
売電収入 (百万円/年)	102.5	102.5																																			
GE 運転時間 (時間/年)	3,892	3,892																																			
都市ガス料金 (百万円/年)	76.8	67.2																																			
GE メンテナンス費 (百万円/年)	26.5	26.5																																			
収支 (百万円/年)	△0.8	8.8																																			
3	実績	有・ <input checked="" type="radio"/> 無																																			

1-3 スーパーごみ発電での蒸気タービンの効率向上

No.	項目	内容
1	目的	都市ガスを使用したガスタービンと従来の廃棄物発電を組み合わせ、ガスタービンから排出される腐食性ガスをほとんど含まない高温排ガスをを用いて廃棄物発電の蒸気を再過熱することにより、蒸気をより高温高圧化し、発電効率の向上を図る。
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 概要</p> <p>国内における導入事例の中で最も新しい D 清掃工場の平成 15 年度運転実績調査に基づいて検討する。</p> <p>工場内にガスタービン発電機を 2 台設置し、ガスタービンの排熱で排熱ボイラの蒸気を再過熱することにより、蒸気タービンの発電効率を向上させており、併せて周辺地域への熱源供給を行い未利用エネルギーの有効活用を図っている。ガスタービンの運転パターンは経済性の観点より売電単価の高い昼時間帯のみ運転する DSS 運転を行っている。</p> <p>また、参考にスーパーごみ発電システムの国内実績を表-4 に、蒸気フローを図 2 に示す。発電効率は、ガスタービンの効率が高いことも影響して 21.1%~34.3%と高い。</p>

表-4 スーパーごみ発電の実績

清掃工場名	A 清掃工場	B 清掃工場	C 清掃工場	D 清掃工場	
ごみ処理能力	150t/日×3 炉	230t/日×2 炉	270t/日×3 炉	135t/日×3 炉	
最大発電量	28,000kW	16,500kW	36,340kW	21,150kW	
ガスタービン定格出力	17,500kW	4,100kW	7,040kW	9,000kW	
蒸気タービン	型式	復水式	抽気復水式	抽気復水式	
	定格出力	10,500kW	12,400kW	29,300kW	12,150kW
	蒸気入口温度	395℃	378℃	375℃	458℃
発電効率	34.3%	21.1%	26.5%	26%	

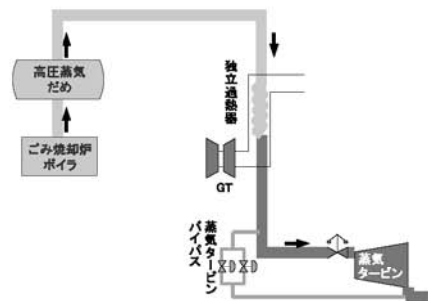


図-2 スーパーごみ発電の蒸気フロー

2) 試算結果

収支状況が公表されていないため、ガス単価を仮定して試算した。ガス単価を 35 円/m³と仮定するとガス購入費用と売電による収益とがほぼ同額となった。

ガスタービン設備のメンテナンス費用等を考慮すると、スーパーごみ発電システムの導入が促進されるためには、更なる売電料金単価の上昇もしくはガス購入価格の低価格化が必要と考えられる。

3	実績	有・無
---	----	-----

1-4 タービン設計点変更による部分負荷時発電量の増加

No.	項目	内容																																						
1	目的	<p>蒸気タービンの設計点を、高質ごみ時として設計した場合、実運転時のごみ発熱量は基準ごみ程度が多く、蒸気発生量も設計最大時よりも低い点で運転される。</p> <p>そこで実際の工場におけるごみ発熱量の年間変動データを用いて、どの程度のごみ質をタービン設計点とすることで最も効率的な発電ができるか試算した。</p>																																						
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 検討条件</p> <p>試算対象とした工場の概要を以下に示す。</p> <p style="text-align: center;">表-5 試算条件</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>焼却炉</td> <td>300t/日×2 炉</td> </tr> <tr> <td>ボイラ</td> <td>4MPa×400℃</td> </tr> <tr> <td>ごみ発熱量</td> <td>8.6 ~ 11.9MJ/kg (実績データ)</td> </tr> <tr> <td>タービン設計点</td> <td>2 炉運転時</td> </tr> </table> <p>2) ごみ発熱量の年間データ (B市 B3 工場 平成 14 年度)</p> <p style="text-align: center;">表-6 年間ごみ質データ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ごみ質</th> <th>日数</th> <th>発生割合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8.6 ~ 9.0MJ/kg</td> <td>5</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>9.0 ~ 9.4MJ/kg</td> <td>18</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>9.4 ~ 9.8MJ/kg</td> <td>47</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>9.8 ~ 10.3MJ/kg</td> <td>92</td> <td>0.27</td> </tr> <tr> <td>10.3 ~ 10.7MJ/kg</td> <td>75</td> <td>0.22</td> </tr> <tr> <td>10.7 ~ 11.1MJ/kg</td> <td>64</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>11.1 ~ 11.5MJ/kg</td> <td>34</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>11.5 ~ 11.9MJ/kg</td> <td>7</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>342</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) 試算結果</p> <p>一般的に設計最高ごみ質として想定される 12.6 MJ/kg のごみ発熱量をタービン設計点とするよりも 11.3 MJ/kg を設計点とすることで、平均発電量は 126kW 改善される。</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>これを基に売電単価を 8 円/kWh と仮定すると、年間 300 日稼働するとして 7,258 千円/年のコストメリットが生じることになる。</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p style="text-align: center;">図-3 ごみ質と発電量の関係</p> </div> </div>	焼却炉	300t/日×2 炉	ボイラ	4MPa×400℃	ごみ発熱量	8.6 ~ 11.9MJ/kg (実績データ)	タービン設計点	2 炉運転時	ごみ質	日数	発生割合	8.6 ~ 9.0MJ/kg	5	0.01	9.0 ~ 9.4MJ/kg	18	0.05	9.4 ~ 9.8MJ/kg	47	0.14	9.8 ~ 10.3MJ/kg	92	0.27	10.3 ~ 10.7MJ/kg	75	0.22	10.7 ~ 11.1MJ/kg	64	0.19	11.1 ~ 11.5MJ/kg	34	0.10	11.5 ~ 11.9MJ/kg	7	0.02	合計	342	1.00
焼却炉	300t/日×2 炉																																							
ボイラ	4MPa×400℃																																							
ごみ発熱量	8.6 ~ 11.9MJ/kg (実績データ)																																							
タービン設計点	2 炉運転時																																							
ごみ質	日数	発生割合																																						
8.6 ~ 9.0MJ/kg	5	0.01																																						
9.0 ~ 9.4MJ/kg	18	0.05																																						
9.4 ~ 9.8MJ/kg	47	0.14																																						
9.8 ~ 10.3MJ/kg	92	0.27																																						
10.3 ~ 10.7MJ/kg	75	0.22																																						
10.7 ~ 11.1MJ/kg	64	0.19																																						
11.1 ~ 11.5MJ/kg	34	0.10																																						
11.5 ~ 11.9MJ/kg	7	0.02																																						
合計	342	1.00																																						
3	実績	有・ (無)																																						

1-5 蒸気タービン発電出力向上による電力収支の改善

No.	項目	内容
1	目的	<p>既存工場の蒸気タービン発電機の出力は、現状の各設備の余裕度内であつ蒸気タービン出力のアップが 5%未満であれば比較的容易に変更が行なえる。</p> <p>蒸気タービン容量に対し、余剰蒸気が発生するケースがある施設を対象にその効果を試算した。</p>
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 概要</p> <p>事業用電気工作物の変更の工事を行なう場合、電気事業法第 48 条第 1 項によりその工事を事前に経済産業大臣に届け出なければならないが、電気事業法施行規則第 65 条 1 項により蒸気タービン出力のアップ率が 5%未満であれば事前届け出は不要となり、主任技術者の管理の下、出力アップを行なうことが出来る。</p> <p>2) 機器の裕度</p> <p>蒸気タービンについては、中小容量の場合、タービンメーカーは出力ランク毎に枠を設計しているケースが多いことと、機器裕度等により加減弁、車室、羽根等を交換せずに多少の出力アップ余裕をもっている場合が多い。ただし、詳細についてはタービンメーカーの検討が必要である。</p> <p>発電機については、中小容量の蒸気タービン発電機の場合、定格力率を 0.8 で設計している場合が多いため、たとえば 4.5%アップであれば定格力率を 0.836 とすれば発電機本体は特に問題は無い。</p> <p>3) 試算結果</p> <p>4,000kW の発電機を 4.5%出力アップした場合の試算</p> <p><試算条件></p> <p>① 蒸気タービン発電機容量 : 4,000kW</p> <p>② 出力アップ : 4.5% (4,180kW)</p> <p>③ 出力アップ分は逆送するものとする</p> <p>④ 年間売電単価 : 7.45 円 (F 電力会社の昼間時間帯と夜間時間帯の平均値)</p> <p>⑤ 年間発電機運転日 : 330 日</p> <p>上記の元に試算すると売電収入の増加は下記の通り。</p> <p>180 kW×24 h×330 日×7.45 円=10,620 千円/年</p>
3	実績	有・ <input checked="" type="radio"/> 無

1-6 高効率機器の採用による電力使用量削減

No.	項目	内容																														
1	目的	<p>ごみ焼却施設内での電力収支改善対策として、発電効率の向上等の他にエネルギー支出の削減、即ち所内動力の削減が考えられる。</p> <p>所内動力の削減に関しては従来からインバータの活用が行われているが、ここでは、従来活用されていない高効率モータ採用による所内動力に消費される電力の削減量について試算した。</p>																														
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 高効率モータについて</p> <p>平成12年(2000年)に定められたJIS4212「高効率低圧三相かご形誘導発電機」の概要について以下に示す。</p> <p><適用範囲></p> <ul style="list-style-type: none"> ・極数 : 2P,4P,6P ・定格出力 : 0.2~160kW ・定格電圧 : 200,220,400,440V ・周波数 : 50Hz,60Hz,50/60 共用 ・保護形式 : 全閉形及び保護形 <p>2) 高効率モータの省エネ効果</p> <p>実際の高効率モータと標準モータとの効率およびエネルギー削減量を比較する際、従来の標準モータと高効率モータでは同じ</p> <div data-bbox="782 1108 1364 1332" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>図-4 A社のモータ効率比較</caption> <thead> <tr> <th>モータ定格容量 [kW]</th> <th>高効率 [%]</th> <th>標準品 [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.2</td> <td>82.0</td> <td>72.0</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>85.0</td> <td>75.0</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>88.0</td> <td>78.0</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>90.0</td> <td>82.0</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>92.0</td> <td>86.0</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>93.0</td> <td>88.0</td> </tr> <tr> <td>20.0</td> <td>94.0</td> <td>90.0</td> </tr> <tr> <td>50.0</td> <td>95.0</td> <td>92.0</td> </tr> <tr> <td>100.0</td> <td>95.5</td> <td>93.0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>図-4 A社のモータ効率比較</p> <p>JISでも測定方法が異なるのでJIS同士での数値の比較が行えない。そこで効率の数値比較はモータメーカーが自発的に行っている検討結果を参考にする必要がある。</p> <p>これによると元々効率が低く改善効果の大きい3.7kW以下のクラスでは効率が3~5%程度改善されており、容量が大きくなるにつれ改善度合いが下がり、55kW以上では1~2%程度となっている。</p> <p>3) 試算結果</p> <p>処理規模900t/日(450t/日×2炉)の工場を対象として、すべてのモータを高効率化した場合のランニングコストを試算した結果、売電単価を8円/kWhと仮定すると、5,000千円/年の費用が削減できることが示唆された。</p>	モータ定格容量 [kW]	高効率 [%]	標準品 [%]	0.2	82.0	72.0	0.5	85.0	75.0	1.0	88.0	78.0	2.0	90.0	82.0	5.0	92.0	86.0	10.0	93.0	88.0	20.0	94.0	90.0	50.0	95.0	92.0	100.0	95.5	93.0
モータ定格容量 [kW]	高効率 [%]	標準品 [%]																														
0.2	82.0	72.0																														
0.5	85.0	75.0																														
1.0	88.0	78.0																														
2.0	90.0	82.0																														
5.0	92.0	86.0																														
10.0	93.0	88.0																														
20.0	94.0	90.0																														
50.0	95.0	92.0																														
100.0	95.5	93.0																														
3	実績	有・ <input checked="" type="radio"/> 無																														

1-7 焼却施設における ESCO 検討

No.	項目	内容																																																																																																																												
1	目的	<p>ESCO 事業とは、従来の環境・利便性を損なわずに省エネルギーに関する包括的なサービスを顧客に提供し、その省エネルギーメリットの一部を報酬として享受する事業であり、事業者は、事業の遂行にあたり、顧客との間において一定の省エネルギー効果を保証する。</p> <p>そこで、実際の施設を対象として、ESCO 事業導入の検討を行った。</p>																																																																																																																												
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 試算の進め方</p> <p>B 市 B1 工場 (450t/日 (150t/日×3 炉)) の仕様及び運転データを基に試算を行った。</p> <p>2) 対象機器の選定・評価</p> <p style="text-align: center;">表-7 対象機器の選定評価</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>項目</th> <th>投資回収年数</th> <th>評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1-1</td><td>高効率変圧器の採用検討その 1</td><td>19.2 年</td><td>×</td></tr> <tr><td>1-2</td><td>高効率変圧器の採用検討その 2</td><td>16.9 年</td><td>×</td></tr> <tr><td>2</td><td>進相用コンデンサ容量の適性化確認</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>3</td><td>インバータ化の検討 (機械式含む)</td><td>7.1 年</td><td>○</td></tr> <tr><td>4</td><td>高効率電動機の採用検討</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>5-1</td><td>高効率照明器具の採用検討その 1</td><td>9.3 年</td><td>△</td></tr> <tr><td>5-2</td><td>高効率照明器具の採用検討その 2</td><td>7.1 年</td><td>○</td></tr> <tr><td>6</td><td>高輝度誘導灯の採用検討</td><td>11.8 年</td><td>×</td></tr> <tr><td>7</td><td>照明制御装置導入の検討 (1)</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>8</td><td>照明制御装置導入の検討 (2)</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>9</td><td>余裕のある機器の容量検討</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>10</td><td>トイレの節水装置</td><td>1.6 年</td><td>○</td></tr> <tr><td>11</td><td>換気設備の運転方法の検討</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>12</td><td>白防条件の見直し</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>13</td><td>機器のタービン駆動化の検討</td><td>94.7 年</td><td>×</td></tr> <tr><td>14</td><td>変圧器室パッケージの見直し</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>15</td><td>空調用パッケージの更新検討</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>16</td><td>脱硝スートブロワの運転停止</td><td>0 年</td><td>○</td></tr> <tr><td>17</td><td>灰分散機の撤去</td><td>1.0 年</td><td>○</td></tr> <tr><td>18</td><td>飛灰処理装置の夜間運転</td><td>2.9 年</td><td>○</td></tr> <tr><td>19</td><td>湿式洗煙設備出口温度の適正化</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>20</td><td>コジェネ導入</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>21</td><td>雑用コンプレッサの形式見直し</td><td>—</td><td>×</td></tr> <tr><td>22</td><td>モニターの液晶化</td><td>244 年</td><td>×</td></tr> <tr><td>23</td><td>BF 下ホップヒーターの蒸気加熱化</td><td>40.4 年</td><td>×</td></tr> <tr><td>24-1</td><td>ごみ投入扉の電動駆動化</td><td>638 年</td><td>×</td></tr> <tr><td>24-2</td><td>投入扉油圧ポンプの夜間停止</td><td>0 年</td><td>○</td></tr> <tr><td>25</td><td>電動機の力率を 1 にする装置</td><td>—</td><td>×</td></tr> </tbody> </table> <p>3) 試算結果</p> <p>表 1 の評価○の 7 項目を採用したケースで下表の通りとなった。事業期間は 10 年間。</p> <p style="text-align: center;">表-8 事業収支</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>改造費用</th> <th>光熱水費削減予定額</th> <th>投資回収年数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>結果</td> <td>17,877 千円</td> <td>3,371 千円/年</td> <td>5.4 年</td> </tr> </tbody> </table>	No	項目	投資回収年数	評価	1-1	高効率変圧器の採用検討その 1	19.2 年	×	1-2	高効率変圧器の採用検討その 2	16.9 年	×	2	進相用コンデンサ容量の適性化確認	—	×	3	インバータ化の検討 (機械式含む)	7.1 年	○	4	高効率電動機の採用検討	—	×	5-1	高効率照明器具の採用検討その 1	9.3 年	△	5-2	高効率照明器具の採用検討その 2	7.1 年	○	6	高輝度誘導灯の採用検討	11.8 年	×	7	照明制御装置導入の検討 (1)	—	×	8	照明制御装置導入の検討 (2)	—	×	9	余裕のある機器の容量検討	—	×	10	トイレの節水装置	1.6 年	○	11	換気設備の運転方法の検討	—	×	12	白防条件の見直し	—	×	13	機器のタービン駆動化の検討	94.7 年	×	14	変圧器室パッケージの見直し	—	×	15	空調用パッケージの更新検討	—	×	16	脱硝スートブロワの運転停止	0 年	○	17	灰分散機の撤去	1.0 年	○	18	飛灰処理装置の夜間運転	2.9 年	○	19	湿式洗煙設備出口温度の適正化	—	×	20	コジェネ導入	—	×	21	雑用コンプレッサの形式見直し	—	×	22	モニターの液晶化	244 年	×	23	BF 下ホップヒーターの蒸気加熱化	40.4 年	×	24-1	ごみ投入扉の電動駆動化	638 年	×	24-2	投入扉油圧ポンプの夜間停止	0 年	○	25	電動機の力率を 1 にする装置	—	×	項目	改造費用	光熱水費削減予定額	投資回収年数	結果	17,877 千円	3,371 千円/年	5.4 年
No	項目	投資回収年数	評価																																																																																																																											
1-1	高効率変圧器の採用検討その 1	19.2 年	×																																																																																																																											
1-2	高効率変圧器の採用検討その 2	16.9 年	×																																																																																																																											
2	進相用コンデンサ容量の適性化確認	—	×																																																																																																																											
3	インバータ化の検討 (機械式含む)	7.1 年	○																																																																																																																											
4	高効率電動機の採用検討	—	×																																																																																																																											
5-1	高効率照明器具の採用検討その 1	9.3 年	△																																																																																																																											
5-2	高効率照明器具の採用検討その 2	7.1 年	○																																																																																																																											
6	高輝度誘導灯の採用検討	11.8 年	×																																																																																																																											
7	照明制御装置導入の検討 (1)	—	×																																																																																																																											
8	照明制御装置導入の検討 (2)	—	×																																																																																																																											
9	余裕のある機器の容量検討	—	×																																																																																																																											
10	トイレの節水装置	1.6 年	○																																																																																																																											
11	換気設備の運転方法の検討	—	×																																																																																																																											
12	白防条件の見直し	—	×																																																																																																																											
13	機器のタービン駆動化の検討	94.7 年	×																																																																																																																											
14	変圧器室パッケージの見直し	—	×																																																																																																																											
15	空調用パッケージの更新検討	—	×																																																																																																																											
16	脱硝スートブロワの運転停止	0 年	○																																																																																																																											
17	灰分散機の撤去	1.0 年	○																																																																																																																											
18	飛灰処理装置の夜間運転	2.9 年	○																																																																																																																											
19	湿式洗煙設備出口温度の適正化	—	×																																																																																																																											
20	コジェネ導入	—	×																																																																																																																											
21	雑用コンプレッサの形式見直し	—	×																																																																																																																											
22	モニターの液晶化	244 年	×																																																																																																																											
23	BF 下ホップヒーターの蒸気加熱化	40.4 年	×																																																																																																																											
24-1	ごみ投入扉の電動駆動化	638 年	×																																																																																																																											
24-2	投入扉油圧ポンプの夜間停止	0 年	○																																																																																																																											
25	電動機の力率を 1 にする装置	—	×																																																																																																																											
項目	改造費用	光熱水費削減予定額	投資回収年数																																																																																																																											
結果	17,877 千円	3,371 千円/年	5.4 年																																																																																																																											
3	実績	<p>○・無</p>																																																																																																																												

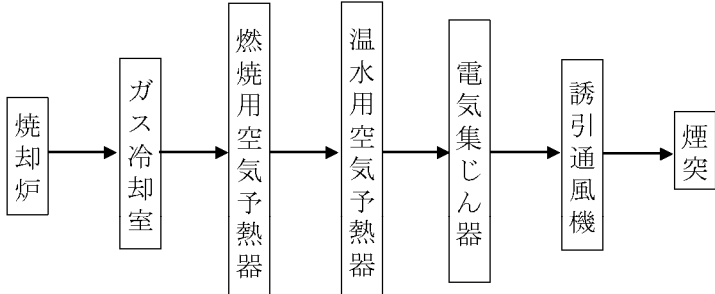
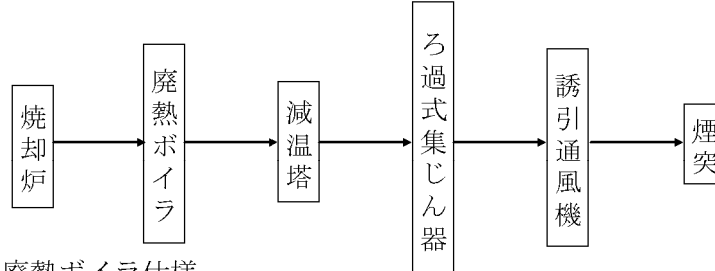
1-8 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム

No.	項目	内容
1	目的	<p>近年、未利用低温廃熱の有効利用の観点から、熱回収施設から発生する中・低温域の廃熱を蓄熱装置に蓄え、トレーラーで数～十数 km 先の熱利用施設に運び、輸送先で熱利用を行ういわゆる「蓄熱輸送技術」の開発が進んでおり、注目を集めている。焼却施設からの余剰蒸気を利用した場合の検討を行った。</p>
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 検討条件</p> <p>A2 工場の余剰蒸気を利用して、数 km 離れた温水プールに蓄熱輸送を行なうとした場合のシステム検討を行った。</p> <p>想定したプールおよび蓄熱装置の仕様は、以下のとおりである。</p> <p>(1) 温水プール併設型レクリエーション施設</p> <p>① 温水プール</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コース規模 25m×6 コース ・必要熱量 2.5GJ/h ・稼働時間 10 時間 <p>② レクリエーション施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・多目的ホール、会議室、喫茶室等 ・建屋寸法 30m×45m 程度、2 階建て <p>(2) 蓄熱装置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蓄熱量 7GJ/基 ・蓄熱時間 約 3 時間 (清掃工場にて夜間に実施) ・放熱時間 約 5 時間 (温水プールにて昼間に実施) ・重量 20ton/基 <p>2) 必要機器類</p> <p>必要機器類は、以下のとおり。</p> <p>(1) 蒸気熱交換器 (蒸気/熱媒油、交換熱量 2.5GJ/h) ×1 基</p> <p>(2) 蓄熱装置 (蓄熱量 7GJ/基、2.5mW×2mL×2mH、重量 20t) ×4 基</p> <p>(3) 蓄熱装置搬送車 (20t 用トレーラー) ×4 台</p> <p>(4) その他、制御盤、ポンプ等一式</p> <p>また、熱回収施設及び熱利用施設に熱交換器・蓄熱ユニット及びヤードとして約 120m²のスペースが必要である。</p>
3	実績	<p>有・<input checked="" type="radio"/> (無) (H19 年現在、青森県内で実施計画あり)</p>

参考資料－２ 国内におけるエネルギー回収に係る先進事例

- ２－１ 水噴射炉のボイラ化による廃熱利用例（千歳市）
- ２－２ 焼却施設における ESCO 事業（三鷹市）
- ２－３ 発電ネットワークシステム（東京二十三区清掃一部事務組合）
- ２－４ 高圧蒸気利用率向上に関する取り組み（明石市）
- ２－５ 蒸気タービン増設事例（秋田市）

2-1 水噴射炉のボイラ化による廃熱利用

No.	項目	内容
1	目的	焼却廃熱の有効利用のため、水噴射炉を廃熱ボイラ炉に改造し、発生した蒸気を近接しているスラッジセンターの汚泥乾燥用蒸気として利用している。
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 施設名称 千歳市焼却処理場</p> <p>2) 所在地 北海道千歳市</p> <p>3) 施設規模 97.5t/24h×2 炉 計 195t/日 (竣工当時は 65t/16h×2 炉)</p> <p>4) 竣工 平成 2 年 2 月</p> <p>5) 改造工事 平成 12 年 3 月～平成 17 年 3 月</p> <p>6) 改造対象炉 1 号炉 (2 号炉は水噴射炉のまま)</p> <p>7) 改造前フロー</p>  <pre> graph LR A[焼却炉] --> B[ガス冷却室] B --> C[燃焼用空気予熱器] C --> D[温水用空気予熱器] D --> E[電気集じん器] E --> F[誘引通風機] F --> G[煙突] </pre> <p>8) 改造後フロー</p>  <pre> graph LR A[焼却炉] --> B[廃熱ボイラ] B --> C[減温塔] C --> D[ろ過式集じん器] D --> E[誘引通風機] E --> F[煙突] </pre> <p>9) 廃熱ボイラ仕様</p> <p>形式 自然循環式</p> <p>常用圧力 2.2MPa (22.43kg/cm²G)</p> <p>蒸気温度 215℃ (飽和蒸気)</p> <p>蒸気発生量 10,124kg/h (Hu=10,480kJ/kg 時)</p> <p>10) スラッジセンター使用蒸気量 約 7t/h</p> <p>11) コスト及び CO₂ 削減効果</p> <p>廃熱ボイラ設置に係る工事費 約 11 億円</p> <p>CO₂ 削減量 約 1,924 t-CO₂/年</p>

2-2 焼却施設における ESCO 事業

No.	項目	内容
1	目的	<p>本事業は、「三鷹市公共施設に係る省エネルギー対策事業（ESCO 事業）」において、環境センターのエネルギー費用の効果的な削減を図ると共に、省エネルギーを推進することによる環境負荷の低減を図るため、プラント機器、空調設備、照明設備に省エネルギー機器・手法を導入し、使用電力量と二酸化炭素（CO₂）排出量の削減を行った。</p>
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 施設名称 三鷹市環境センター 2) 所在地 東京都三鷹市 3) 施設規模 65t/24h×3 炉 計 195t/日 4) 竣工 昭和 59 年 12 月 5) ESCO 事業者 三菱電機株式会社、株式会社タクマ株式会社大気社 6) ESCO サービス 平成 17 年 4 月開始 7) 事業費 42,176,400 円（環境センター分） 8) 事業期間 4 年 9) 事業内容 (1) 水冷壁水循環ポンプの容量変更 (2) 灰出設備のタイマー制御 など 12 項目</p> <p>10) 事業効果</p> <div data-bbox="459 1283 1372 1525" data-label="Figure"> <p>エネルギー 15.23%削減 エネルギー使用量 (原油換算値) 改造前 1,937.9kl → 改造後 1,642.8kl 295kl削減</p> <p>CO₂ 15.08%削減 CO₂排出量 改造前 2,912.4t-CO₂/年 → 改造後 2,473.4t-CO₂/年 439t-CO₂削減</p> </div> <p>12) その他 本事業は、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）」より補助を受け行われた。 焼却施設での ESCO 事業としては全国初である。</p>

2-3 発電ネットワークシステムに係る取組み

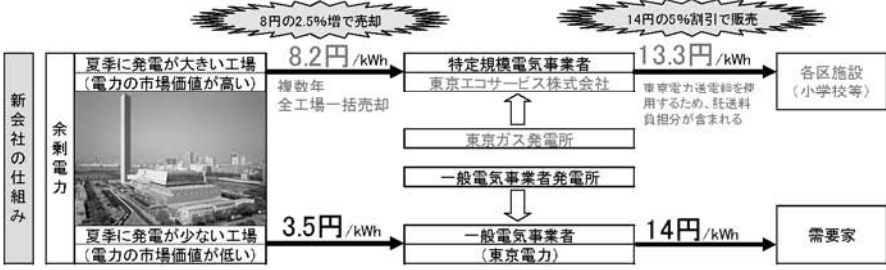
No.	項目	内容
1	目的	<p>東京二十三区のごみ焼却場を運営する東京二十三区清掃一部事務組合（以下一組と称す。）は、ごみ焼却場で発生するエネルギーを使って発電した電気を 2010 年度から小売することを決めた。東京ガスと共同で電力小売会社「東京エコサービス株式会社」を設立、この会社を通じて主に公共施設向けに販売する。</p> <p>販売価格は従来の新規電力事業者より割安に設定。</p> <p>清掃工場の運転委託によるアウトソーシングの一層の推進とより収益性の高い電気販売の実現を目指す。</p>
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 設立会社 東京エコサービス株式会社</p> <p>2) 設立日時 平成 18 年 10 月 24 日</p> <p>3) 資本金 200,000,000 円</p> <p>出資比率 東京二十三区清掃一部事務組合 : 60%</p> <p>東京ガス株式会社 : 40%</p> <p>4) 事業内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・清掃工場の運転管理業務受託事業 ・電気販売事業 ・清掃工場にかかるコンサルティング事業 ・その他上記業務にかかる付帯業務 <p>5) 事業効果</p> <p>従来、夏季に発電が大きい 5 工場については、特定規模電気事業者（PPS）に約 8 円/kWh で、夏季に発電量の少ない工場は東京電力に約 3.5 円/kWh（実質）の価格で売却している。</p> <p>新会社設立から 4 年後の平成 22 年度には、夏季に発電が大きい工場については、従来の 2.5%増の 8.2 円/kWh で東京エコサービス株式会社に売却し、東京エコサービスから区内の小学校等の施設へ従来（14 円/kWh）より 5%安価な 13.3 円/kWh で販売する予定。</p> 

図-1 新会社を含めたネットワークスキーム

2-4 高圧蒸気利用率向上に関する取組み

No.	項目	内容																																								
1	目的	明石市では、明石クリーンセンターの供用開始から7年目を向かえ職員は運転にも慣れ、設備に対する対応、対処が円滑に進むようになり、また行政施設としての社会的役割に対する要求の高まりとそれに伴う職員の意識向上などからこれまでの発電施設の運用を見直し、売却電力量を増やす目的で蒸気タービンの制御方式の変更に取り組んだ。																																								
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 施設名称 明石クリーンセンター</p> <p>2) 所在地 兵庫県明石市</p> <p>3) 施設規模 160t/24h×3 炉 計 480t/日</p> <p>4) 竣工 平成 11 年 3 月</p> <p>5) 取組み期間 平成 17 年～</p> <p>6) 改造内容</p> <p>蒸気タービン発電機制御を発電量を一定に保つ調速制御から蒸気タービンの運転圧力を一定に保つ調圧制御に変更することにより、高圧蒸気復水器の暖機用蒸気量の削減を図り、その分発電量を増加することが可能となった。</p> <p>7) 蒸気タービン仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形式 復水式 ・定格発電量 8,000kW <p>8) 取組み効果</p> <p>(千円)</p> <table border="1"> <caption>図-2 月別売却電力比較表</caption> <thead> <tr> <th>月</th> <th>平成16年度 (千円)</th> <th>平成17年度 (千円)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4月</td><td>12,800</td><td>18,200</td></tr> <tr><td>5月</td><td>10,500</td><td>16,800</td></tr> <tr><td>6月</td><td>16,000</td><td>14,000</td></tr> <tr><td>7月</td><td>14,000</td><td>17,800</td></tr> <tr><td>8月</td><td>11,800</td><td>18,800</td></tr> <tr><td>9月</td><td>19,000</td><td>17,200</td></tr> <tr><td>10月</td><td>1,000</td><td>1,800</td></tr> <tr><td>11月</td><td>14,000</td><td>18,000</td></tr> <tr><td>12月</td><td>14,800</td><td>14,200</td></tr> </tbody> </table> <p>表-1 高圧蒸気の利用効率向上による売電力料金効果 (単位：千円)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>取組み前 (平成 16 年度)</th> <th>取組み後 (平成 17 年度 見込み)</th> <th>歳入差額 (歳入増)</th> <th>設備投資 (歳出)</th> <th>効果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>147,000</td> <td>181,000</td> <td>34,000</td> <td>7,260</td> <td>26,740</td> </tr> </tbody> </table> <p>CO₂ 削減量 約 2,498 tCO₂/年</p>	月	平成16年度 (千円)	平成17年度 (千円)	4月	12,800	18,200	5月	10,500	16,800	6月	16,000	14,000	7月	14,000	17,800	8月	11,800	18,800	9月	19,000	17,200	10月	1,000	1,800	11月	14,000	18,000	12月	14,800	14,200	取組み前 (平成 16 年度)	取組み後 (平成 17 年度 見込み)	歳入差額 (歳入増)	設備投資 (歳出)	効果	147,000	181,000	34,000	7,260	26,740
月	平成16年度 (千円)	平成17年度 (千円)																																								
4月	12,800	18,200																																								
5月	10,500	16,800																																								
6月	16,000	14,000																																								
7月	14,000	17,800																																								
8月	11,800	18,800																																								
9月	19,000	17,200																																								
10月	1,000	1,800																																								
11月	14,000	18,000																																								
12月	14,800	14,200																																								
取組み前 (平成 16 年度)	取組み後 (平成 17 年度 見込み)	歳入差額 (歳入増)	設備投資 (歳出)	効果																																						
147,000	181,000	34,000	7,260	26,740																																						

2-5 蒸気タービン増設事例

No.	項目	内容
1	目的	昭和 58 年に竣工した 200 t/日の焼却炉については、廃熱ボイラが設置されているものの、余熱利用は熱供給のみが想定され、発電設備は設置されていなかった。その後、余剰のボイラ蒸気を有効利用するために、平成 4 年に 1,000kW の背圧タービン設備が追設され、発電電力は施設内で使用されている。
2	概要・効果 (フロー含む)	<p>1) 施設名称 秋田市総合環境センター 焼却施設</p> <p>2) 所在地 秋田県秋田市河辺豊成</p> <p>3) 施設規模 200t/24h×1 炉 (昭和 53 年に竣工した 150t/24h×2 炉に昭和 58 年に増設された。2 炉は既に廃炉。)</p> <p>4) 竣工 昭和 58 年 9 月</p> <p>5) 改造工事 平成 3 年 12 月～平成 4 年 11 月</p> <p>6) 施設フロー</p> <div data-bbox="539 943 1222 1200" style="text-align: center;"> <pre> graph LR A[焼却炉] --> B[廃熱ボイラ] B --> C[減温塔] C --> D[ろ過式集じん器] D --> E[誘引通風機] E --> F[煙突] </pre> </div> <p>7) 蒸気タービン発電機仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形式 減速式背圧タービン ・発電出力 1,000kW ・蒸気条件 1.52MPa×201.9℃ (飽和蒸気) <p>8) 廃熱ボイラに関する規制</p> <p>蒸気タービン設備を追加したが、発電設備で使用される蒸気量が 50%以下であることから電気事業法に基づく規制は適用されない。</p> <p>9) 経済効果及び CO₂ 削減効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タービン増設工事 515 百万円 内、208 百万円は補助金 ・発電による電力支出削減効果 約 60 百万円 ・タービン設備の維持管理費 約 12 百万円 <p style="text-align: center;">↓</p> <p>年間約 48 百万円の収支改善効果 (補助金を除いた金額は 6.4 年で回収)</p> <p>CO₂ 削減効果 約 2,358 tCO₂/年</p>

参考資料－3 世界における技術開発・実用化の動向

3－1 欧州など廃棄物発電・熱利用との比較

3－2 ごみ発電システムの高温・高圧化

3－3 欧州における高効率発電及び廃熱有効利用の事例

事例1 ホルセンス（デンマーク）スーパーごみ発電施設

事例2 メルディック（オランダ）スーパーごみ発電施設

事例3 アザリス（フランス）ごみ発電施設

事例4 マンハイム（ドイツ）熱併給発電施設

事例5 クラリアント社のPCM コンテナ方式の熱供給システム（ドイツ）

事例6 排ガス水蒸気潜熱回収システム

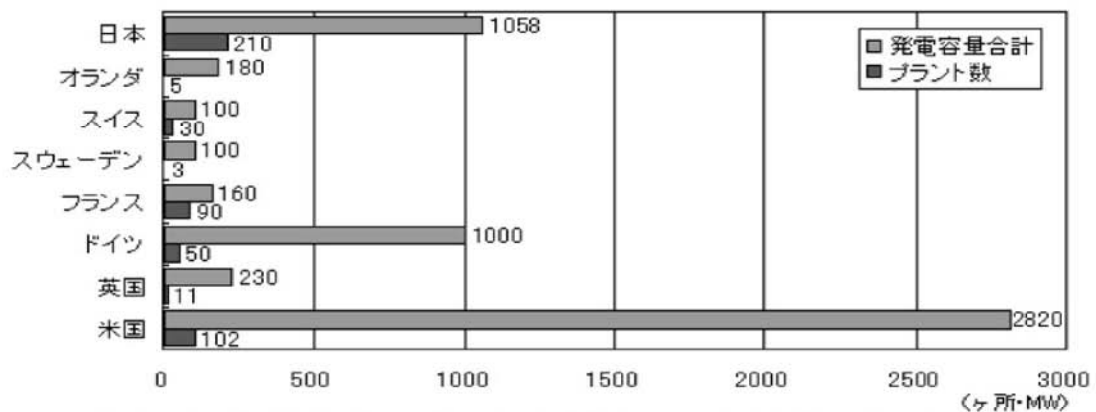
3－4 欧州ごみ焼却工場のデータ

3-1 欧州など廃棄物発電・熱利用との比較

1. 発電効率の欧米との比較と分析

SCE・Net エネルギー研究会・エネルギーレポート「ごみ焼却発電の拡大と発電効率の向上」(2005.4.1 松村 眞 著)によれば、ごみ焼却発電の状況を海外と比較すると、図-1に示すようにアメリカは102施設で282万kW、ドイツは50施設で100万kWである。一方、日本は210施設で105.8万kWに過ぎない。1施設あたりの発電出力はドイツの1/4、アメリカの1/5程度に過ぎない。1施設当たりの出力に大きな影響を与えるのは、ごみの焼却量、ごみのカロリー、発電効率である。

まず、発電しているごみ焼却量を比較すると、アメリカが1日平均で1100t強、ドイツは600t弱、日本は400t弱である。従ってアメリカの1施設当たりの発電量が3倍あっても当然だが、実際は5倍もある。ドイツは日本の1.5倍程度であるが、発電出力は4倍もある。次にごみのカロリーの違いであるが、昔は日本では水分の多い生ごみが多くカロリーも低かったが、経済成長とともに紙やプラスチックの割合が増え、現在では1kg当りの高位発熱量が約10,500kJ(2500kcal)に達しており、欧米諸国との差が無くなってきている。残る要因は発電効率で、発電効率に影響を与える要因は、蒸気発電タービン入口温度と圧力、そして復水器出口の温度と圧力である。この落差が大きいほど蒸気の体積膨張が大きく発電効率が高くなる。ドイツやアメリカは発電タービン入口の温度、圧力を400~500℃×5MPa以上を採用している。一方、日本では温度が300℃以下で、圧力は2MPa以下がほとんどで、復水器も空冷式が多いので復水器出口の温度、圧力が水冷式に比較し大きくなるので発電効率がドイツ、アメリカに比べ悪くなっている。なお日本の新設工場ではタービン入口の蒸気温度に400℃を採用するところが増え始めており、徐々に発電効率は改善されていくことになる。



注: 日本は2001年度(経産省調べ)、米国は2000年調べ、他国は1990~93年度ベース
: 廃棄物は全て一般廃棄物

出典: 財団法人エネルギー総合工学研究所作成データを元に、
新エネルギー・産業技術総合開発機構が作成

図-1 主要国のごみ発電施設数と発電規模

2. ごみ発電の拡大方法

平成 16 年度では 534 施設の内 233 施設がごみ発電を行っている。これらの施設がドイツやアメリカと同じ発電効率（25%）まで高められれば、石油換算にして年間 80 万 k l のエネルギーに相当する電力が得られる。また現在ごみ発電を行っていない全連式焼却施設が全て発電効率 25%の発電設備を導入すれば、石油に換算して約 250 万 k l に相当する電力が得られる。これは石油消費量の約 1%相当する。ごみ焼却発電を拡大する具体的方策を表-1 に示す。

表-1 ごみ焼却発電の拡大方法

分野	課題	内容
ごみ成分改善	水分の低下	清掃工場で焼却しているごみ（一般廃棄物）には、水分が 35%～40%含まれている。厨芥ごみをディスポーザーで処理し水分を減らす。
	産業廃棄物の混合焼却	清掃工場はオフィスやレストランなどの事業所から排出するごみも焼却しているが、一部の工場廃棄物（木くず、紙くずなど）も混合焼却する。
焼却設備改善	蒸気の高温化と高圧化	耐腐食性の強い過熱器伝熱管を採用する。最近の伝熱管は 4MPa、400℃までは耐えられるが、さらに高温高圧を目指す。試験的には 500℃まで可。
	復水器の低温化と低圧化	既存の清掃工場は空冷復水器による常圧復水が多いが、水冷式を利用して凝縮温度を下げ真空復水にする。圧力と温度の落差を大きくする。
	排ガスからの熱回収増大	廃熱ボイラーを出た排ガスの下流に空気予熱器とボイラー給水予熱器を設置して熱回収率を高める。低温腐食対策が必要。
	白煙対策の抑制	清掃工場は煙突から出る水蒸気を見えなくするために、排ガスを灯油や水蒸気を使って再加熱している。視覚的な対策に過ぎないので止める。
	ガスタービン併用	ガスタービン発電を併設し、腐食性の低いガスタービン排熱で蒸気を過熱することにより蒸気の高温化を図る。スーパーごみ発電とも言われる。
優遇施策	焼却発電の義務化	24 時間連続稼働の清掃工場には、一定の発電効率以上の焼却発電を義務化する。ドイツを含めて数ヶ国がエネルギー回収の最低基準を設定。
	電力の購入義務化	電力会社によるごみ発電の購入義務と、購入価格の基準設定。ヨーロッパでは数ヶ国が購入を義務化。また数ヶ国が購入価格の最低基準を設定。
運営体制	ESCO 事業の導入	設備建設事業者が既存清掃工場の発電設備新設や性能向上の工事費を負担し、得られる売電収益で工事費を回収する。オフィスビルに事例多い。
	PFI（民営）の導入	清掃工場の運営が民間に移管されれば収益インセンティブが強化され、廃棄物発電の拡大が促進される。アメリカは民営。ドイツは独立採算制。

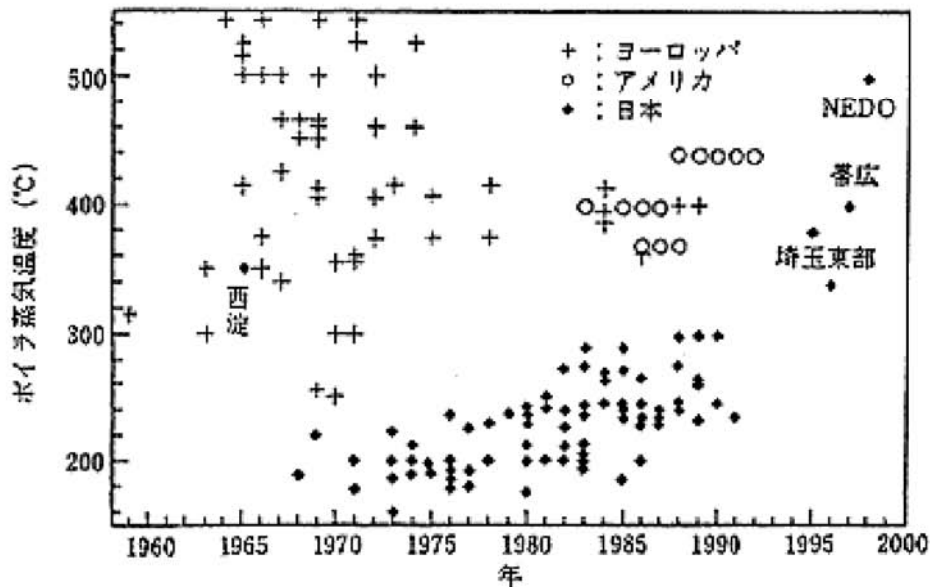
出典：「ごみ焼却発電の拡大と発電効率の向上」

松村 眞 著（2005 年 4 月 1 日）

3-2 ごみ発電システムの高温・高圧化

(財) 廃棄物研究財団が主催の「ごみ処理技術に関するセミナー」が平成 15 年 12 月兵庫県神戸市で開催され、そのセミナーで講演された鍋島淑郎元玉川大学教授がセミナー講演内容を基に書かれた「ごみ焼却処理法の最新技術について」によれば、発電効率を高める為には、供給蒸気の高温・高圧化とタービン排気の低圧力化が最も有効な手段である。当初に導入されたごみ発電では 350℃、2.7MPa であったが、過熱器に高温腐食が発生しその後、長期間 300℃以下での発電が続いた。その後技術開発が進み 300℃、3MPa の蒸気条件を採用する所が増えてきた。最近では 400℃の蒸気を採用するごみ発電が数箇所で行われていると述べられており、新エネルギー・産業技術開発機構 (NEDO) では、蒸気条件 500℃、10MPa でのテストが行われている。

図-2 に示すように、海外、特にヨーロッパでは、ごみ発電を積極的に実施しており、1960年代から蒸気条件 400～500℃、4～5MPa クラスが多く、日本に比べて高温高圧化が進んでいたが、ヨーロッパでは、ごみ焼却と事業発電の併用が古くから取り入れられていた経緯があり、また過熱器を消耗品と考えていることもあるが、ごみ質が日本と異なり、排ガス中の塩化水素の濃度が低く、高温腐食の被害が少なかったためと考えられる。しかし、近年の施設では、蒸気条件は 400℃程度に下がっている傾向がみられる。



出典：「ごみ焼却処理法の最新技術について 平成 15 年 12 月神戸市におけるごみ処理技術に関するセミナーに基づく」 鍋島 淑郎 著

図-2 ごみ焼却炉のボイラ蒸気温度の推移

3-3 欧州における高効率発電及び廃熱有効利用の事例

欧州におけるごみ発電施設及び排熱有効利用施設調査を(財)エンジニアリング振興協会が平成17年11月1日から11日に実施した5プラントの調査結果の概要を次に示す。

事例1 ホルセンス(デンマーク)スーパーごみ発電施設

本施設はガスタービン併設蒸気結合方式のスーパーごみ発電施設である。ごみ処理施設は焼却量120t/日のストーカ炉2基であり、ホルセンス等のごみを年間75,000t処理している。ごみ焼却ボイラは4.7MPa(47bar)×425°Cの高温・高圧型で、焼却炉2炉合計で30t/hの蒸気を発生させる。ガスタービンは、燃料に天然ガスを用い22,000kWの発電を行うと共に、ガスタービンの排ガスを用い、排熱回収ボイラで発生させ、焼却炉ボイラ蒸気と併せて、13,000kWの発電を行う。ガスタービンの排熱回収ボイラ低温部と蒸気タービン排熱で温水を発生させ、ホルセンス市に熱供給を行っており、施設全体の熱効率は93%と非常に高い。

熱供給ラインに8,000m³(最大熱供給時の6~7時間分の容量)のアキュムレータを設置し、供給熱量の変動を吸収する。また電力単価が高い時間帯にガスタービンを運転してアキュムレータに熱を貯蔵し、電力単価が低い時間帯にはガスタービンを停止して、アキュムレータから貯蔵した熱を供給するような運転も行っている。

表-2に施設概要を示す。

事例2 メルディック(オランダ)スーパーごみ発電施設

本施設はごみ焼却施設とスーパーごみ発電所が併設されており、ごみ焼却施設からスーパーごみ発電所に蒸気供給を行い、ガスタービン複合方式のスーパーごみ発電を行っている。さらに隣接する企業にも蒸気供給が行われている。

ごみ焼却施設では、ごみ焼却エネルギーにより10MPa(100bar)×400°Cの高圧蒸気を3炉合計で280t/h発生させ、スーパーごみ発電所に供給している。

スーパーごみ発電所ではガスタービン(60MW×3基)で発電するとともに、ガスタービンの排熱回収ボイラでは高圧、中圧、低圧蒸気を発生させ、かつ給水予熱を行う。

発生させた高圧蒸気はごみ焼却炉ボイラから受け入れた400°Cの蒸気と併せて510°Cまで加熱し、蒸気タービン(180MW×1基)に供給される。蒸気タービンは高圧段、中圧段、低圧段の3段からなる再熱再生復水タービンを採用し、ガスタービン排熱回収ボイラからの高圧、中圧、低圧蒸気を受け入れて、発電を行う。蒸気タービンの中圧段より抽気した中圧蒸気を隣接する企業に供給している。

表-3に施設概要を示す。

事例3 アザリス（フランス）ごみ発電施設

本施設は焼却量 180t/日のストーカ炉 2 基からなり、15 市町村 20 万人分の家庭系ごみ (85,000t/年) および事業系ごみ(30,000t/年)を年間合計 115,000t 処理している。

ごみ焼却ボイラは、4.5MPa(45bar)×360°Cの蒸気を 1 炉あたり 27t/h 発生させ、蒸気タービンに供給し、ごみ発電を行っている。年間の総発電量は 70,000MkWh で、その内 75%を売電している。熱供給については都市部が遠いため、実施されていない。

本施設の発電は、ごみ焼却ボイラ (4.5MPa(45bar)×360°C) から発生する蒸気のみを利用して行っており、蒸気タービン発電機容量は 10,000kW である。

表-4 に施設概要示す。

事例4 マンハイム（ドイツ）熱併給発電施設

本施設はマンハイム市が主体の第3セクターで運営されている。

本施設のごみ焼却炉は 4 炉あり、4 号炉 (2003 年建設) のみが追い焚き方式のスーパーごみ発電となっている。各炉の容量は 2, 3 号炉が 360t/日・炉で、1, 4 号炉が 600t/日・炉で、合計 1,920t/日である。

ボイラの蒸気条件は、2, 3, 4 号炉が 8MPa(80bar)×425°Cの高温高压となっており、4 号炉のみ燃料による追い焚きにより蒸気を加熱している。ボイラの設計条件は 10MPa(100bar)×525°Cであるが、耐久性を考慮して、実際の運転は 8MPa(80bar)×425°Cまで蒸気条件を下げて運転している。

蒸気タービンは 4 基設置されており、合計で 44,000kW の発電容量を有している。タービンの抽気および排気は、場外の企業に蒸気供給されている。なお 1 号炉の蒸気条件は 2.8MPa(28bar)×268°Cと低い圧力・温度となっており、場外への蒸気供給専用となっている。

本施設には隣接して、有機ごみ（廃木材等）をチップ状にして、年間 130,000t 焼却し、発電を行う施設が設置されている（発電容量：20,000kW）。ドイツではこのような施設の発電はバイオ発電として取扱われ、再生エネルギー法により売電単価が高く設定されている。

表-5 に施設概要示す。

事例5 クラリアント社の PCM コンテナ方式の熱供給システム（ドイツ）

本施設は図-3 のように、PCM (Phase Change Material) ^{注1)} コンテナから熱を利用して約 58°Cの温水を作り、事務所の給湯、暖房に使用している。熱の需要量は 3,900kWh/年であり、給湯の主な利用先は、暖房は 11 階建て、床面積 26,365m² の事務所全体に供給されている。

暖房システムの温度管理は室内温度および外気温も測定により、自動制御を行っている。

事務所建屋の最上部には、既設の油焚きの温水ボイラがあり、PCM コンテナからの熱が停止したり、不足したりする場合などには、補助的に本ボイラからのヒートアップも行える。

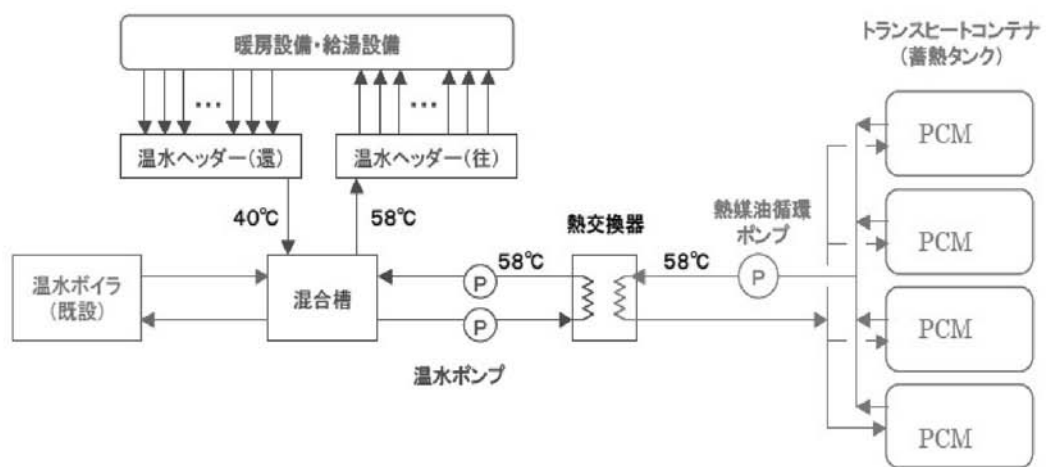
コンテナ設置場所については、周辺住宅への配慮から週末分の熱量をまかなえる 5 台分

の駐機スペースをとっており、接続口は4箇所設けている。

クラリアント社では、本システムの導入により燃料使用量を38万1/年削減できた。

表-6に施設概要を示す。

注1) PCM (Phase Change Material) コンテナ方式とは、ごみ焼却場や生産工場等の排熱を蓄熱材に蓄え、暖房や温水の熱を必要としている需要家にローリーやコンテナを使用して運搬するものでオフライン方式とも呼ばれている。



出典：「併設型熱供給施設におけるPFI導入可能性調査に伴う
欧州ごみ発電施設・廃熱有効利用施設調査 報告書」
(財) エンジニアリング振興協会 (平成18年3月)

図-3 熱利用施設の概略フロー

表-2 ホルセンス(デンマーク)スーパーごみ発電施設 施設概要

区分	項目	仕様	
ごみ焼却炉	ごみ焼却炉規模	240t/日 (120t/日×2基)	
	メーカー	Volund社 (フェレント社)	
	炉型式	ストーカ炉	
ごみ焼却ボ イラ	蒸気温度	425℃	
	蒸気圧力	4.7MPa	
	蒸発量	15t/h×2基	
排熱回収ボ イラ・ガスタ ービン	蒸気圧力	4.7MPa	
	蒸発量		
	蒸気温度	425℃	
発電機容量	発電方式	ガスタービン併置蒸気結合方式	
	総計出力	35,000kW	
	発電効率 (システム全体の熱効率)	41% (94%)	
	ガ ス タ ー ビ ン	定格出力	22,000kW×1基
		型式	GE製 LM2500
		メーカー	GE社
		燃料	天然ガス
		燃料消費量 (定格運転時)	—
	蒸 気 タ ー ビ ン	定格出力	13,000kW×1基
		型式	背圧タービン
		メーカー	—
		入口蒸気条件	4.5MPa×425℃
		出口蒸気条件	0.09MPa×150℃

出典：「併設型熱供給施設におけるPFI導入可能性調査に伴う
欧州ごみ発電施設・廃熱有効利用施設調査 報告書」
(財)エンジニアリング振興協会(平成18年3月)

表-3 メルディック（オランダ）スーパーごみ発電施設 施設概要

区分	項目	仕様	
ごみ焼却炉	ごみ焼却炉規模	2,160t/日（720t/日×3基）	
	メーカー	Von Roll社（スイス製）	
	炉型式	ストーカ炉	
ごみ焼却ボイラ	蒸気温度	400℃	
	蒸気圧力	10MPa	
	蒸発量	93t/h×3基	
排熱回収ボイラ・ガスタービン	蒸気圧力	高圧：9.65MPa 中圧：2.5MPa 低圧：0.6MPa	
	蒸発量	高圧：45.6t/h×3基 中圧：20.2t/h×3基 低圧：13.6t/h×3基	
	蒸気再加熱温度	ごみ焼却ボイラ発生蒸気：400℃→510℃	
発電機容量	発電方式	ガスタービン複合方式	
	総計出力	339,000kW（蒸気の外部供給が無い場合）	
	発電効率 （システム全体の熱効率）	スーパーごみ発電所における効率：52% (69%)	
	ガ ス タ ー ビ ン	定格出力	180,000kW×60,000kW×3基
		型式	V64.3
		メーカー	Siemens（シーメンス製）
		燃料	天然ガス
		燃料消費量 （定格運転時）	16m ³ /s（3基分）
	蒸 気 タ ー ビ ン	定格出力	180,000kW×1基
		型式	再熱再生復水タービン
		メーカー	Siemens（シーメンス製）
入口蒸気条件		高圧段：9.0MPa×510℃ 中圧段：2.4MPa×510℃ 低圧段：0.6MPa×230℃	

出典：「併設型熱供給施設における PFI 導入可能性調査に伴う
欧州ごみ発電施設・廃熱有効利用施設調査 報告書」
（財）エンジニアリング振興協会（平成 18 年 3 月）

表-4 アザリス（フランス）ごみ発電施設 施設概要

区分	項目	仕様	
ごみ焼却炉	ごみ焼却炉規模	360t/日（180t/日×2基）	
	メーカー	ALSTOM社（アリストム社）	
	炉型式	ストーカ炉	
ごみ焼却ボ イラ	蒸気温度	360℃	
	蒸気圧力	4.5MPa	
	蒸発量	27t/h×2基	
排熱回収ボ イラ・ガスタ ービン	蒸気圧力	4.7MPa	
	蒸発量		
	蒸気温度	425℃	
発電機容量	発電方式	—	
	総計出力	10,000kW	
	発電効率 (システム全体の熱効率)	—	
	蒸 気 タ ー ビ ン	定格出力	10,000kW×1基
		型式	復水タービン
		メーカー	—
		入口蒸気条件	—
出口蒸気条件		—	

出典：「併設型熱供給施設における PFI 導入可能性調査に伴う
欧州ごみ発電施設・廃熱有効利用施設調査 報告書」
(財) エンジニアリング振興協会（平成 18 年 3 月）

表-5 マンハイム（ドイツ）熱併給発電施設 施設概要

区分	項目	仕様	
ごみ焼却炉	ごみ焼却炉規模	1920t/日 (360t/日×2基、600t/日×2基)	
	メーカー	—	
	炉型式	ストーカ炉	
ごみ焼却ボ イラ	蒸気温度	425℃ (3基ただし1基は追い焚きにより蒸気を過熱 している。) 268℃ (1基)	
	蒸気圧力	8.0MPa (3基) 2.8MPa (1基)	
	蒸発量	31t/h×2基 99.8t/h×2基	
	過熱器耐用年数	—	
発電機容量	発電方式	追い焚き方式スーパーごみ発電	
	総計出力	44,000kW	
	蒸 気 タ ー ビ ン	定格出力	44,000kW (19,000kW+18,000kW+2,500kW+ 4,500kW)
		型式	背圧式2基 復水式2基
		メーカー	—
		入口蒸気条件	背圧式 8.0MPa 復水式 0.7MPa
		出口蒸気条件	背圧式 1.7MPa 復水式 0.7MPa

出典：「併設型熱供給施設における PFI 導入可能性調査に伴う
欧州ごみ発電施設・廃熱有効利用施設調査 報告書」
(財) エンジニアリング振興協会 (平成 18 年 3 月)

表-6 クラリアント社のPCM コンテナ方式の熱供給システム（ドイツ） 施設概要

項目		設備内容
PCM コンテナ	PCM 種類	酢酸ナトリウム三水和物（融点 58℃）
	蓄熱容量	3.5MWh/台
	台数	5 台（常用 3 台）
	購入費	60,000 ユーロ/台（8,400,000 円/台）2001 年当時の価格
熱源設備	熱源設備	ワックス生産工場
	熱源温度	温水：90℃、高温空気：90～100℃
	熱回収能力	温水：119kW、高温空気：221kW
	建設費	43,000 ユーロ（約 600 万円）
熱利用設備	熱利用施設	事務所
	熱利用先	暖房 8 割、給湯 2 割
	熱利用面積	26,365m ² （廊下等を除く部屋面積）
	熱利用量	3,900MWh/年
	建設費	64,500 ユーロ（約 900 万円）
熱輸送距離		8km/片道
完成年		2001 年 1 月

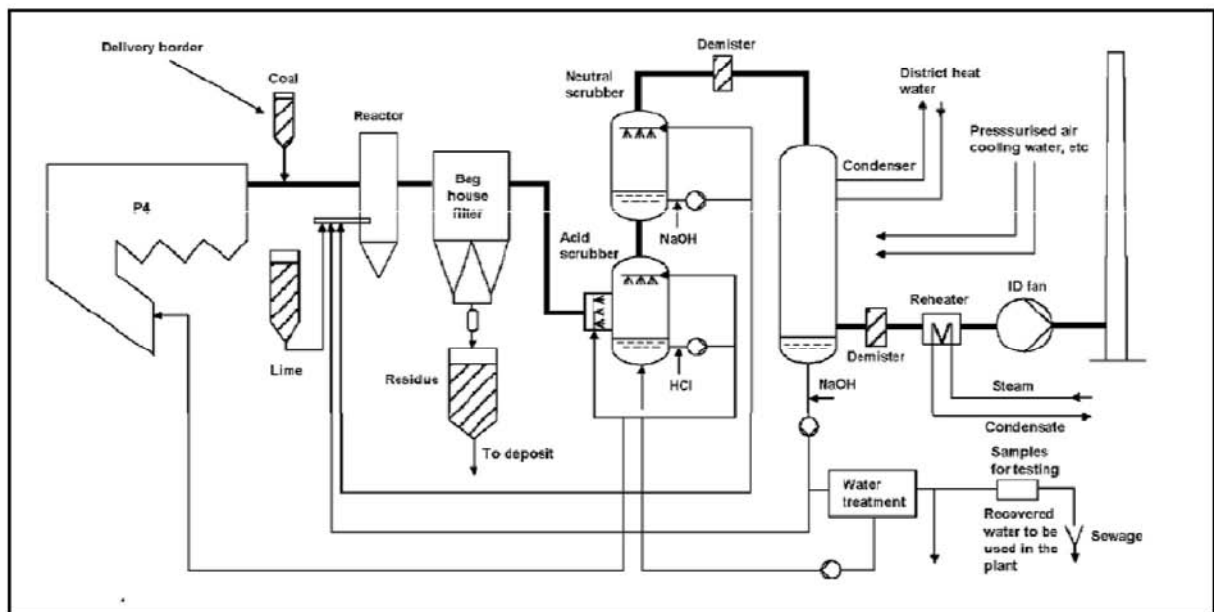
出典：「併設型熱供給施設における PFI 導入可能性調査に伴う
欧州ごみ発電施設・廃熱有効利用施設調査 報告書」
（財）エンジニアリング振興協会（平成 18 年 3 月）

事例6 排ガス水蒸気潜熱回収システム

Integrated Pollution prevention and Control reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration August 2006 によれば、ごみ焼却炉排ガス中の水蒸気潜熱を回収する事例があるので紹介する。

本事例はスウェーデン・ストックホルムにある Hogdalen 焼却工場に設置されたもので、地域暖房が行われている地域で適用が可能である。

図-4 にプロセスフローシートを示す。まず焼却炉・ボイラを通過した排ガスは 140℃まで冷却されて、反応塔へ行く途中で活性炭を吹き込まれる。反応塔では石灰が吹き込まれ、排ガス中の酸と反応し塩を作り、バグフィルターでダストや石灰の残量や活性炭と一緒に除去される。バグフィルターを通過した後、次のステージではウエットスクラバーで排ガス中に残った HCl や SO₂ を除去する。スクラバーを出た後の排ガスは飽和しており、温度は 60℃である。この飽和排ガスをチューブコンデンサー（熱交換器）へ導入し、地域暖房で使われて戻ってきた温水（40～50℃）を冷却水として利用すれば、温水は排ガス中の水蒸気が凝縮する時の潜熱と熱交換され、最大 60℃の温水となって、地域暖房用に戻すことができる。チューブコンデンサーで凝縮された水は水処理されてプラント用水として利用される。水分が減った排ガスは低圧蒸気により再加熱されて煙突より放出される。



出典：Integrated Pollution prevention and Control reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration August 2006

図-4 排ガス蒸気潜熱回収プロセスフローシート

3-4 欧州ごみ焼却工場のデータ

1. 欧州ごみ焼却工場のデータ

欧州で ISWA(国際廃棄物処理協議会)から発刊されている 2002 年「Energy from Waste」(廃棄物からのエネルギー)に記載されている欧州各国の廃棄物処理施設のデータを国名、工場名、炉数、稼働開始年、能力、処理廃棄物種類、排熱回収方式、発電量、製造メーカー、蒸気条件、稼働時間及び焼却量の項目ごとに整理した(表-7)。図-5はこのデータを基に日本と欧州の処理規模の比較を示し、図-6は稼働開始年と蒸気温度の関係、図-7は発電規模別施設件数割合の日本と欧州の比較を示す。

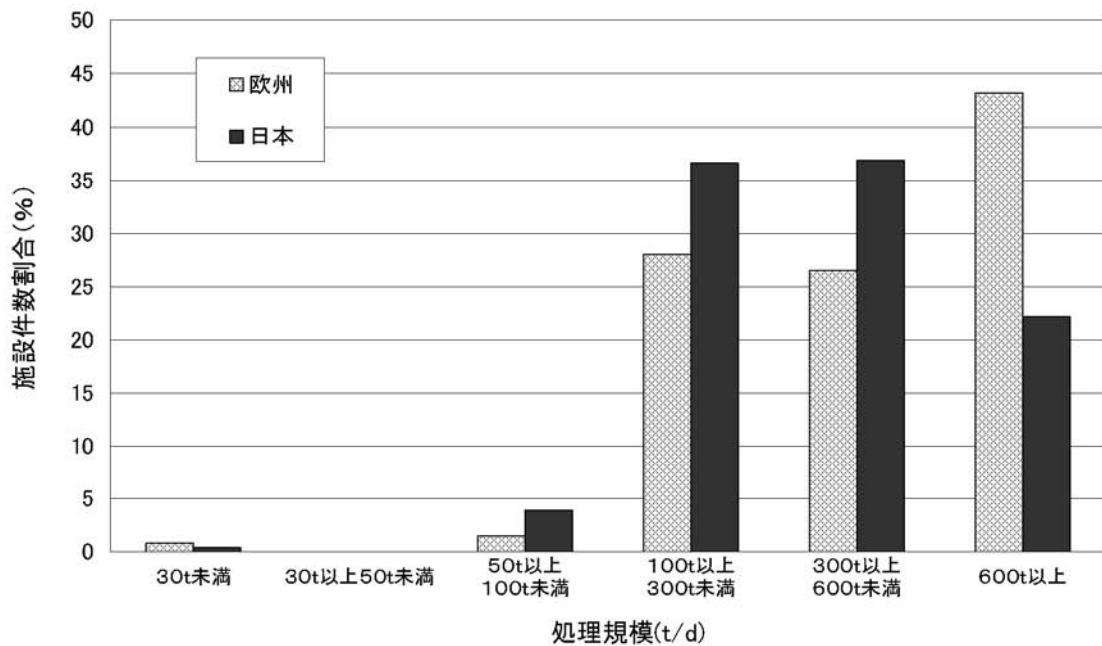


図-5 処理規模別施設件数割合の日本と欧州の比較

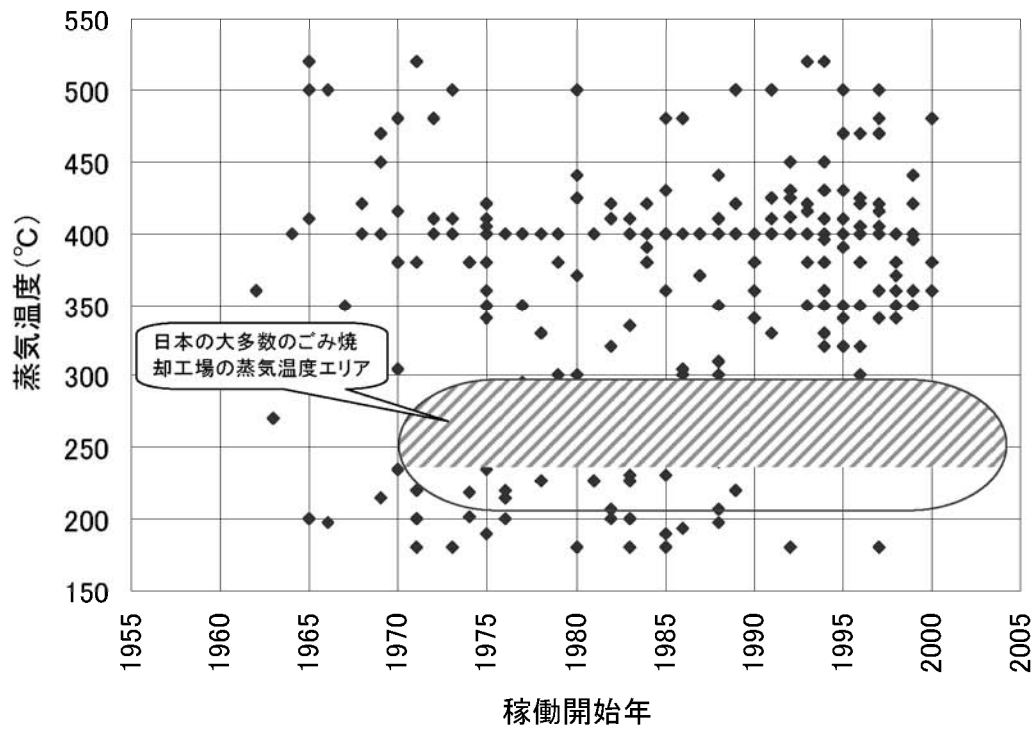


図-6 稼働開始年と蒸気温度の関係

日本のごみ焼却工場での蒸気温度は過熱器の高温腐食を抑えるために大部分が 200～300°Cであり、400°Cを越える工場は少数である。欧州において 350～450°C付近の蒸気を発生させる工場が多いのは、ごみ質が日本と異なり、排ガス中の塩化水素の濃度が低く、高温腐食の被害が少ないためと考えられている。

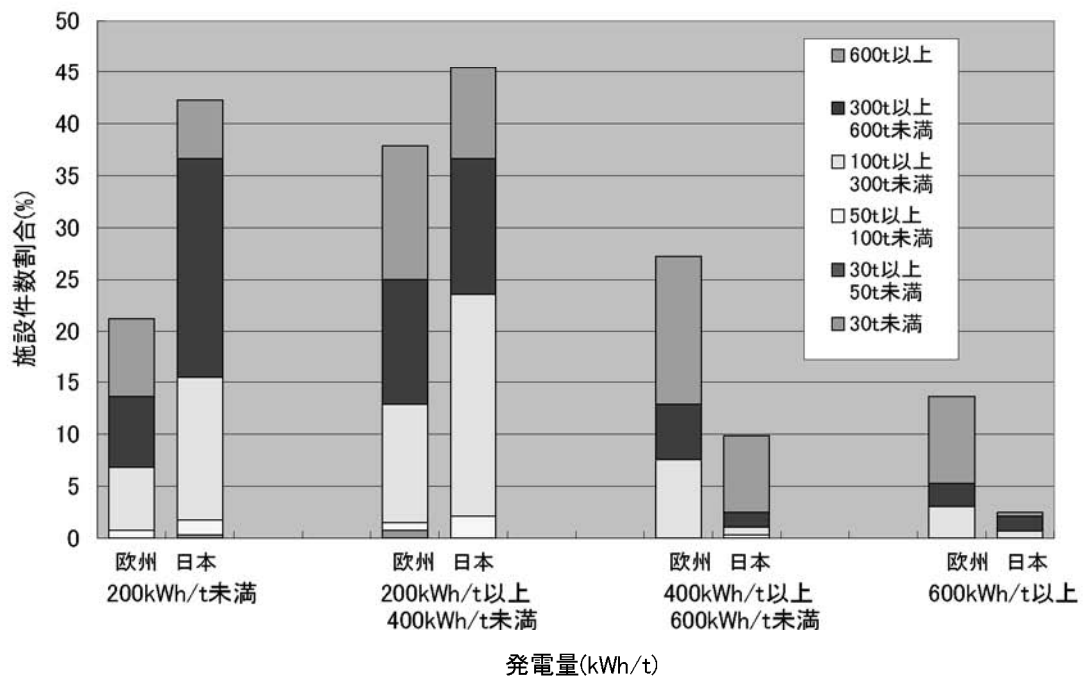


図-7 発電規模別施設件数割合の日本と欧州の比較

日本は 400kWh/t 未満の割合が多いのに対し、欧州では 400kWh/t 以上の発電量を有する工場の割合も多い。これは欧州のごみ焼却施設が大きいことや蒸気温度が高いことが理由と思われる。

参考資料－4 3R推進交付金（循環型社会形成推進交付金）の概要

- 4－1 目的
- 4－2 補助金制度から交付金制度へ
- 4－3 交付金額の算定
- 4－4 交付金の改革について
- 4－5 エネルギー回収推進施設とは

4-1 目的

廃棄物の3R（リデュース、リユース、リサイクル）を総合的に推進するため、市町村の自主性と創意工夫を活かしながら広域的かつ総合的に廃棄物処理・リサイクル施設の整備を推進することにより、循環型社会の形成を図ることを目的とする。

4-2 補助金制度から交付金制度へ

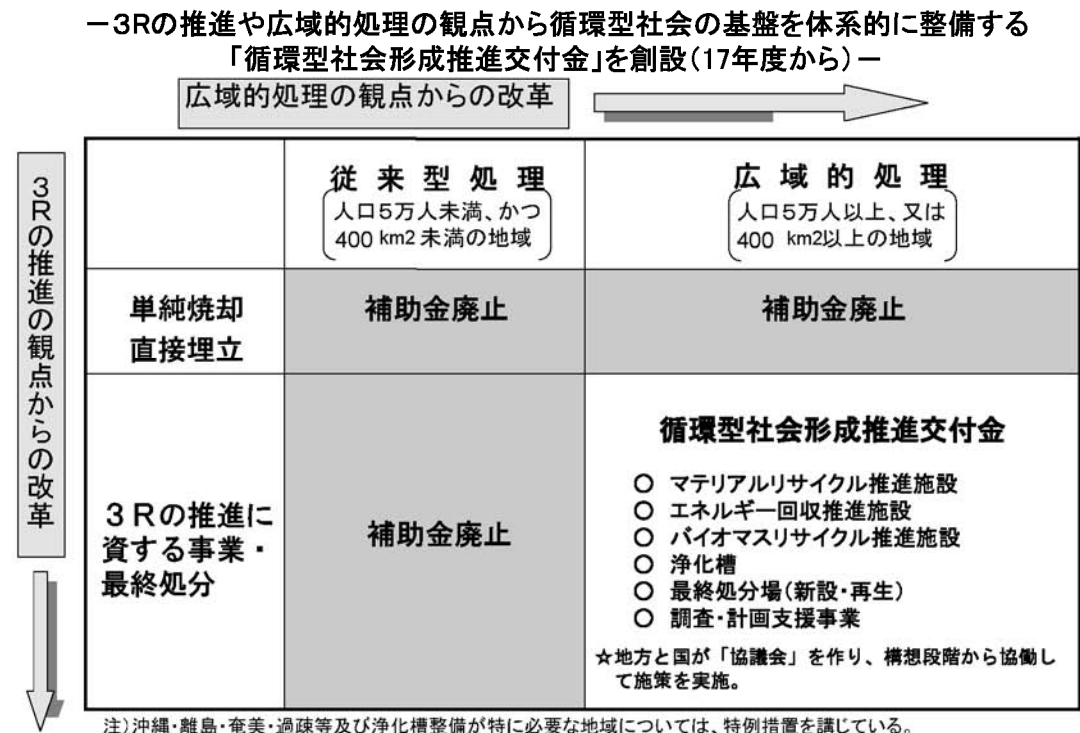


図-1 循環型社会形成推進交付金制度概要

4-3 交付金額の算定

交付額は、対象事業費の1/3を市町村に一括交付します。

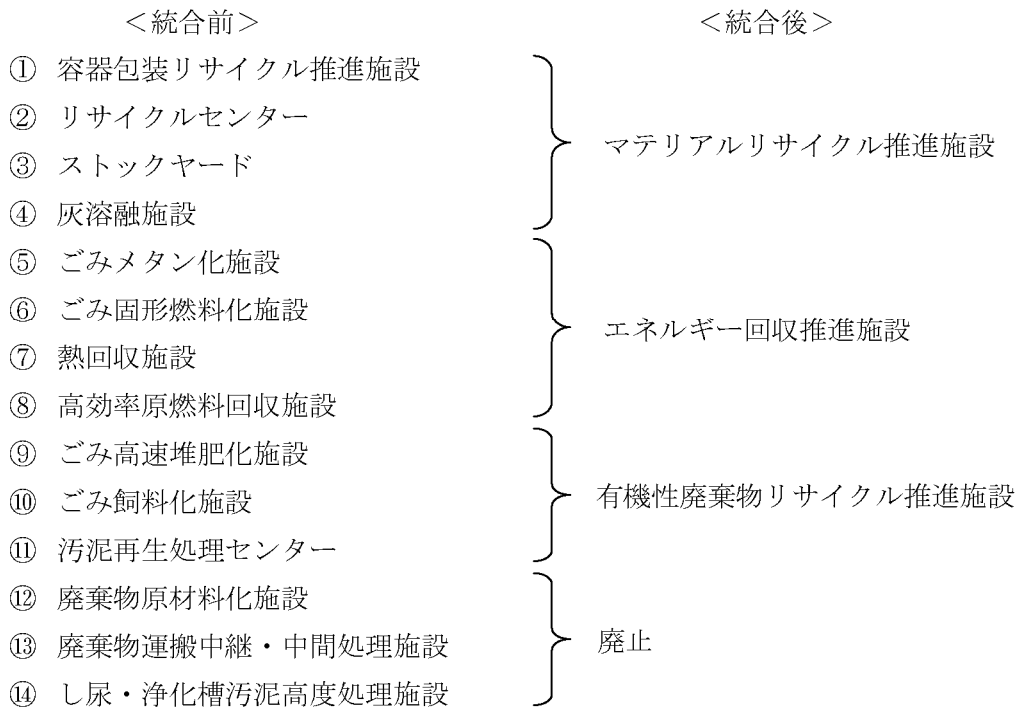
特に、対象事業費総額の積算の中で、循環型社会の形成をリードする先進的なモデル施設（高効率にバイオガス（メタンガス等）の回収を行う施設）については、対象事業費の1/2を交付する。

市町村は、支援対象となる事業を組み合わせ、地域の特性に応じた循環型社会形成推進地域計画を策定し、その計画に位置づけられた施設に交付金を自由に充てることが可能（事業間流用・年度間調整が可能）である。

4-4 交付金の改革について

平成18年度から、地域における循環型社会づくりのための社会資本整備を加速させるため、次のとおり制度の改善、強化をおこなうこととする。

1) 交付対象施設の統合（大括り化）



4-5 エネルギー回収推進施設とは

1) 施設概要

廃棄物を焼却し蒸気エネルギーを回収し、またはガス化改質し発電等の余熱利用を行う施設、廃棄物をバイオガスに転換し発電等の余熱利用を行う施設及び廃棄物をバイオディーゼル燃料、ごみ固形燃料、改質ガス等の燃料等に転換する施設。

2) 主な施設

熱回収施設（焼却施設（含ガス化熔融施設）、高効率原燃料回収施設（含ごみメタン化施設）、ごみ固形燃料化施設等の整備が可能。

3) 建築物等の範囲

プラントに係る基礎及び杭、計量設備、洗車設備、護岸及び防潮壁等は交付の対象となる。また、エネルギーの高度化及びアスベスト飛散防止徹底等の安全性向上のための建築設備（建物）については、限定的に交付の対象となる。

4) その他

熱回収施設単独の場合には、発電効率又は熱回収効率が10%以上であることが必要となる。

平成19年度一般廃棄物関係予算（案）の概要

平成18年12月24日
環境省 廃棄物対策課

1) 廃棄物処理施設整備費（循環型社会形成推進交付金等）（公共事業） 92,051百万円 → 84,261百万円

廃棄物の3R（リデュース、リユース、リサイクル）を総合的に推進するため、国と地方が協働し、市町村の自主性と創意工夫を活かしながら広域的かつ総合的に廃棄物処理・リサイクル施設の整備を推進する「循環型社会交付金制度」を、平成17年度に創設した。

平成19年度は、経済成長戦略大綱工程表において、ごみ発電と比肩する廃棄物処理システムとして確立・普及することとされたバイオガス化施設整備の推進等の制度拡充を図った。

①高効率原燃料回収施設（バイオガス化施設）の推進

循環型社会の形成をリードする先進的なモデル施設（高効率にメタン回収を行うバイオガス化施設、交付率：1/2）として、従来から対象としている「メタン発酵+メタン発酵廃液処理等からなる湿式システム」に加え、「メタン発酵+メタン発酵残さ等熱回収等からなる乾式システム」を交付の対象とする。

②地球温暖化対策のためのエネルギー回収能力の増強

京都議定書目標達成計画に位置づけられた廃棄物発電・熱利用を着実に拡大するため、エネルギー回収能力の増強を推進する事業を交付の対象とする。

- 例) ・既存施設においてボイラ・タービンを増設し発電能力を増強する
- ・低空気比燃焼への転換し熱回収（発電）効率の向上を図る
- ・過熱器設置等によりボイラ蒸気の高温化し熱回収効率の向上を図る

2) 廃棄物処理施設における温暖化対策事業（石油特会）

1,505百万円 → 2,117百万円

廃棄物分野における温暖化対策を推進するため、廃棄物処理業者等が行う高効率な廃棄物エネルギー利用施設及び高効率なバイオマス利用施設等の整備事業（新設、増設又は改造）について、これに伴う投資の増加費用に対して補助を行う。

また、次の2事業を新たに交付の対象（補助率：1/2）とする。

・ごみ発電ネットワーク事業

工場単位で行っているごみ発電を複数工場全体で統合管理し、ごみ発電量を最大化・最適化する事業。

・熱輸送システム事業

廃棄物焼却施設から発生する中低温域の余熱を熱導管によらず車両で需要側の施設に輸送する事業。

循環型社会形成推進交付金交付要綱 抜粋

第1 通則

循環型社会形成推進交付金（以下「交付金」という。）については、予算の範囲内において交付するものとし、補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律（昭和30年法律第179号）及び補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律施行令（昭和30年政令第255号）その他の法令及び関連通知のほか、この交付要綱に定めるところにより行うものとする。

第2 定義

1. 循環型社会形成推進交付金

市町村（一部事務組合、広域連合及び特別区を含む。以下同じ。）が循環型社会形成の推進に必要な廃棄物処理施設の整備事業等を実施するために、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和45年法律第137号）第5条の2に規定する基本方針に沿って作成した循環型社会形成推進地域計画（以下「地域計画」という。）に基づく事業等の実施に要する経費に充てるため、この要綱に定めるところに従い国が交付する交付金をいう。

2. 交付対象事業

地域計画に掲げられた、別表1に掲げる事業等（他の法律又は予算制度に基づき国の負担又は補助を得て実施する事業等を除く。）をいう。

3. 交付対象事業者

この交付金の交付を受けて交付対象事業を実施する地方公共団体及び民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（平成11年法律第117号。以下「PFI法」という。）第2条第2項に規定する特定事業として交付対象事業を実施する市町村をいう。

第3 交付対象

1. この交付金の交付対象は、人口5万人以上又は面積400km²以上の地域計画対象地域を構成する市町村及び当該市町村の委託を受けて一般廃棄物の処理を行う地方公共団体とする。ただし、沖縄県、離島地域、奄美群島、豪雪地域、半島地域、山村地域、過疎地域及び環境大臣が特に浄化槽整備が必要と認めた地域にある市町村を含む場合については人口又は面積にかかわらず対象とする。

2. 前項に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- (1) 離島地域 離島振興法（昭和28年法律第72号）第2条第1項の規定により指定された離島振興対策実施地域
- (2) 奄美群島 奄美群島振興開発特別措置法（昭和29年法律第189号）第1条に規定する区域
- (3) 豪雪地域 豪雪地帯対策特別措置法（昭和37年法律第73号）第2条第1項又は第2項に規定する豪雪地帯又は特別豪雪地帯
- (4) 山村地域 山村振興法（昭和40年法律第64号）第2条に規定する山村

- (5) 半島地域 半島振興法（昭和 60 年法律第 63 号）第 2 条第 1 項の規定により指定された半島振興対策実施地域
- (6) 過疎地域 過疎地域自立促進特別措置法（平成 12 年法律第 15 号）第 2 条第 1 項に規定する過疎地域

第 4 交付期間

この交付金を交付する期間は、地域計画ごとに、交付金を受けて、交付対象事業が実施される年度から概ね 5 年以内とする。

第 5 交付限度額

交付金の額は、次に掲げる式により算出された額を超えないものとする。ただし、沖縄県、離島地域（北海道の離島地域を含む。）及び奄美群島については、別表 2 により算出した額を超えないものとする。ただし、算出された交付額に 1,000 円未満の端数が生じた場合は、これを切り捨てるものとする。

$$\text{交付限度額} = 1/3 \times A + 1/2 \times B$$

A : 別表 1 の第 1 項から第 8 項までの事業（第 2 項のうち循環型社会形成推進交付金交付取扱要領第 12 項（3）ア、4）における高効率原燃料回収施設（以下「高効率原燃料回収施設」という。）を整備する事業は除く。）及びそれに係る第 12 項の事業ごとに、交付限度額を算出する場合の要件の欄の定めるところに従い算出した額を合計した額

B : 別表 1 の第 2 項のうち高効率原燃料回収施設を整備する事業及びそれに係る第 12 項の事業ごとに、交付限度額を算出する場合の要件の欄の定めるところに従い算出した額を合計した額

なお、市町村が P F I 事業者に対し、交付対象事業に要する経費の一部を負担する場合においては、上記 A 及び B における「交付限度額を算出する場合の要件」を「間接交付の場合の事業に要する額」と読み替えるものとする。

第 6 交付金の単年度交付額

1. 年度ごとの交付金の交付額（以下「単年度交付額」という。）は、次に掲げる式により算出した額を超えない範囲において定めるものとする。ただし、算出された交付額に 1,000 円未満の端数が生じた場合は、これを切り捨てるものとする。

$$\text{単年度交付額} = \text{交付限度額} \times C - D$$

C : 交付金が交付される年度の年度末における交付対象事業の進捗率の見込み

D : 前年度末までに交付された交付金の総額

進捗率 : 交付対象事業の事業費に対する執行事業費の割合

2. 交付額の年度間調整

この交付金の交付後、進捗率に変更があった場合、交付金の交付の目的に反しない限り、当該年度に交付されるべき金額と交付された金額との差額については、次年度以降に

調整することができる。ただし、当該年度に交付された交付金の額が、当該年度における変更された執行予定事業費を超えない場合に限る。

第7 交付の条件 省略

第8 循環型社会形成推進地域計画の提出等

1. 交付対象事業を実施しようとする市町村は、次に掲げる事項を掲載した地域計画を作成し、当該計画を環境大臣に提出しなければならない。
 - (1) 地域の循環型社会を形成するための基本的な事項
 - ア 対象地域
 - イ 計画期間
 - ウ 基本的な方向
 - (2) 循環型社会形成推進のための現状と目標
 - ア 一般廃棄物等の処理の現状
 - イ 一般廃棄物等の処理の目標
 - (3) 施策の内容
 - ア 発生抑制、再使用の推進
 - イ 処理体制
 - ウ 処理施設の整備
 - エ 施設整備に関する計画支援事業
 - オ その他の施策
 - (4) 交付期間における各交付対象事業の概算事業費
 - (5) 交付期間
 - (6) 計画のフォローアップと事後評価
2. 環境大臣は、市町村から前項の規定に基づく地域計画の提出を受けた場合には、当該計画に対する交付金の交付及び限度額について判断し、その結果を当該市町村及び当該市町村の委託を受けて一般廃棄物の処理を行う地方公共団体に対し通知する。
3. 前2項の規定は、地域計画を変更する場合に準用する。

第9 循環型社会形成推進地域計画の事後評価

1. 市町村は、交付期間の終了後に、地域計画の目標の達成状況等について評価を行い、これを公表するとともに、環境大臣に報告をしなければならない。
2. 環境大臣は、前項に基づく報告を受けたときは、市町村に対し、必要な助言をすることができる。

第10 指導監督交付金 省略

第11 監督等 省略

附則 この要綱は、平成19年4月1日から施行する。

別表1 (循環型社会形成推進交付金の交付対象事業)

交付対象事業	交付限度額を算出する場合の要件
1. マテリアルリサイクル推進施設	施設の新設、増設に要する費用
2. エネルギー回収推進施設	同 上
3. 有機性廃棄物リサイクル推進施設	同 上

4. 最終処分場（可燃性廃棄物の直接埋立施設を除く。）	同 上
5. 最終処分場再生事業	事業に要する費用
6. コミュニティ・プラント	同 上
7. 浄化槽設置整備事業	事業に要する費用
8. 浄化槽市町村整備推進事業	同 上
9. 廃棄物循環型処理施設基幹的施設（沖縄県のみ交付対象）	設置後原則として7年以上経過した機械及び装置等で老朽化その他やむを得ない事由により損傷又はその機能が低下したものについて、原則として当初に計画した能力にまで回復させる改造に係る事業に要する費用
10. 可燃性廃棄物直接埋立施設（沖縄県、離島地域、奄美群島のみ交付対象）	施設の新設、増設に要する費用
11. 焼却施設（熱回収を行わない施設に限る。沖縄県、離島地域、奄美群島のみ交付対象）	同 上
12. 施設整備に関する計画支援事業	廃棄物処理施設整備事業実施のために必要な調査、計画、測量、設計、試験及び周辺環境調査等に要する費用

備考

浄化槽市町村整備推進事業には、民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（平成11年法律第117号）第2条第5項に規定する選定事業者から施設を取得する事業を含む。

別表2（沖縄県、離島地域（北海道の離島地域を含む。）及び奄美群島の交付限度額）

地 域	算 出 方 法
沖 縄 県	$1/2 \times (A + B)$
離島地域（北海道の離島地域を含む。）	$1/3 \times A + 1/2 \times B$
奄美群島	$1/3 \times A + 1/2 \times B$

備考

- A： 別表1の第1項から第5項までの事業（第2項のうち高効率原燃料回収施設及び第3項のうちし尿を処理する施設を整備する事業は除く。）、第10項及び第11項の事業並びにそれに係る第12項の事業ごとに、交付限度額を算出する場合の要件の欄の定めるところに従い算出した額を合計した額
- B： 別表1の第2項のうち高効率原燃料回収施設を整備する事業、第3項のうちし尿を処理する施設を整備する事業及び第6項から第9項までの事業並びにそれに係る第12項の事業ごとに、交付限度額を算出する場合の要件の欄の定めるところに従い算出した額を合計した額

循環型社会形成推進交付金交付取扱要領 抜粋

1. 循環型社会形成推進地域計画の提出について

- (1) 市町村（一部事務組合、広域連合及び特別区を含む。以下同じ。）は、循環型社会形成推進地域計画（以下「地域計画」という。）の作成に当たり原則として都道府県及び環境省と意見交換を行うための会議を開催すること。
- (2) 市町村は、作成した地域計画を所管都道府県を経由して環境大臣に提出すること。
- (3) (1)の意見交換を経て作成された地域計画の承認について、環境省は審査を簡素化し、当該地域計画の記載事項の内容や記載もれがないかどうか等を確認した上で、速やかに承認するものとする。

2. 交付金の交付の申請について

- (1) 交付対象事業者は、環境大臣あて交付申請することとし、「交付金交付申請書」を所管都道府県知事に提出（都道府県が実施する事業を除く。）すること。
- (2) 所管都道府県知事は、交付対象事業に係る交付金の交付が法令及び予算で定めることに違反しないかどうか、交付対象事業の目的及び内容が適正であるかどうか、金額の算定に誤りがないかどうか、その記載事項に不備又は不適当なものがないかどうか等を審査し、交付金を交付すべきものと認めるときは、「交付金交付申請報告書」を環境大臣に提出すること。

3. 交付金の交付決定変更の申請について 省略

4. 交付対象事業の完了予定期日の変更について 省略

5. 申請等の様式について 省略

6. 事業費の費目の内容及び算定方法について

- (1) 交付金の交付の対象となる事業費（以下「交付対象事業費」という。）の区分及び各費目の内容は、別表1及び2第Ⅰ欄及び第Ⅱ欄並びに別表3及び4第1欄及び第2欄に掲げるものとする。

なお、様式第1「交付金交付申請書」及び様式第3「交付金交付決定変更申請書」で定めている「工事費」は、本工事費、付帯工事費、廃焼却施設解体費、用地費及び補償費、調査費、工事雑費の総計とする。

- (2) 交付対象事業費の算定の要領及び基準については、別表1及び2第Ⅰ欄に掲げる区分につきそれぞれ同表の第Ⅳ欄に掲げる基準額並びに別表3及び4第1欄に掲げ区分につきそれぞれ同表の第2欄に定める基準額と第3欄に定める対象経費の実支出額を人槽区分ごとに比較して少ない方の額を選定し、掲げる基準額の合計とする。
- (3) 設計単価及び歩掛の算出について、前号の定めにより難しい特別な事情があるときは、諸要素を勘案して適正な単価等を用いて算出し、その算出に用いた資料を提出すること。

7. 交付金の交付決定の取消申請について 省略

- 8. 交付金事業事務の標準的処理期間 省略
- 9. 状況報告等 省略
- 10. 実績報告 省略
- 11. その他 省略

12. 交付の対象となる事業の細目基準

(1) 交付金の交付の対象となる事業にあつては、別に定める廃棄物処理施設の性能指針等に適合していること。

(2) 交付の対象となる事業の範囲

ア. 新設（更新を含む。以下同じ。）に係る事業

新設に係る事業とは、廃棄物の処理に直接必要な設備及びこれを補完する設備から成る一体的な施設を建設する事業であつて、廃焼却施設の跡地を利用して新たな廃棄物処理施設を整備する際の当該廃焼却施設の解体事業及び必要に応じ最小限度の用地の取得に係る事業を含むことができるものとする。

なお、用地取得に係る別表1第IV欄の別に定める施設とは、次に掲げる施設であること。（以下同じ。）

(ア) エネルギー回収推進施設及び有機性廃棄物リサイクル推進施設

(イ) 最終処分場及び最終処分場再生事業

ただし、(ア)については、交付要綱第3第1項の沖縄県、離島地域、奄美群島において整備される事業はこの限りでない。

イ. 増設に係る事業

増設に係る事業とは、既に設置されている廃棄物処理施設の処理能力を増加させるため、当該廃棄物処理施設の一部を改造し、又は当該廃棄物処理施設の一部として廃棄物の処理に直接必要な設備を新たに整備する事業及び安全対策上必要な設備を追加して設置する事業であつて、廃焼却施設の跡地を利用して新たな廃棄物処理施設を整備する際の当該廃焼却施設の解体事業及び必要に応じ最小限度の用地の取得に係る事業を含むことができるものとする。

ウ. 改造に係る事業

改造に係る事業とは、既に設置されている廃棄物処理施設の一部を改造する(3)のイに定める事業であること。

エ. 浄化槽に係る事業 省略

(3) 交付の対象となる廃棄物処理施設等の範囲

交付金の交付の対象となる廃棄物処理施設等の範囲は、次のとおりである。なお、交付金の交付の対象となる事業は、地域計画に基づく事業であつて交付対象事業費の合計が

i. エネルギー回収推進施設に直接必要な設備の範囲は、次に掲げるものであること。

- ①受入・供給設備（搬入・退出路を除く。）
- ②前処理設備
- ③固形燃料化設備・メタン等発酵設備・その他ごみの燃料化に必要な設備
- ④燃焼設備・乾燥設備・焼却残さ熔融設備・その他ごみの焼却に必要な設備
- ⑤燃焼ガス冷却設備
- ⑥排ガス処理設備
- ⑦余熱利用設備・エネルギー回収設備（発生ガス等の利用設備を含む。）
- ⑧通風設備
- ⑨灰出し設備（灰固形化設備を含む。）
- ⑩残さ物等処理設備（資源化設備を含む。）
- ⑪搬出設備
- ⑫排水処理設備
- ⑬換気、除じん、脱臭等に必要な設備
- ⑭冷却、加温、洗浄、放流等に必要な設備
- ⑮前各号の設備の設置に必要な電気、ガス、水道等の設備
- ⑯前各号の設備の設置に必要な建築物

ii. i の設備を補完する設備の範囲は、次に掲げるものであること。

- ①搬入車両に係る洗車設備
- ②電気、ガス、水道等の引込みに必要な設備
- ③ i の設備及び前各号の設備の設置に必要な擁壁、護岸、防潮壁等

iii. エネルギー回収推進施設に係る交付対象とならない建築物等の設備は、i. ⑯の建築物のうち、⑪、⑫、⑭及び⑮の設備に係るもの（これらの設備のための基礎及び杭の工事に係る部分を除く。）。

(ウ) 有機性廃棄物リサイクル推進施設 省略

(エ) 最終処分場 省略

(オ) 最終処分場再生事業 省略

(カ) コミュニティ・プラント 省略

(キ) 可燃性廃棄物直接埋立施設 省略

(ク) 焼却施設 省略

(ケ) 施設整備に関する計画支援事業 省略

イ. 改造に係る事業

改造に係る事業において交付の対象となる施設は、廃棄物循環型処理施設基幹的施設であって、その範囲は次のとおりであること。

・廃棄物循環型処理施設基幹的施設

設置後原則として7年以上経過した廃棄物処理施設の基幹的施設であって次に掲

げるもの。ただし、沖縄県において整備するものに限る。

i. ごみ処理施設

- ①受入・供給設備（搬入・退出路を除く。）
- ②燃焼設備・醗酵設備・焼却残さ熔融設備、その他ごみの処理に必要な設備
- ③燃焼ガス冷却設備
- ④排ガス処理設備
- ⑤余熱利用設備
- ⑥通風設備
- ⑦灰出し設備（灰固形化設備を含む。）
- ⑧排水処理設備
- ⑨不燃物処理・資源化設備
- ⑩換気、除じん、脱臭等に必要な設備

ii. i の補完施設

ウ. 浄化槽に係る事業 省略

附 則

1. 本要領は、平成 19 年度予算にかかる交付金事業から適用する。
2. 12（3）ア. 4）の高効率原燃料回収施設の整備事業は、平成 23 年度までの時限措置とする。

別表 省略