

廃棄物処理等科学研究費補助金 総合研究報告書概要版

研究課題名＝循環型社会形成に向けての廃棄物処理施設のリニューアルモデル構築に関する研究

研究番号＝K 1909、K 2048

国庫補助金精算所要額（円）＝9,394,000

研究期間（西暦）＝2007-2008

代表研究者名＝八木 美雄（財団法人 廃棄物研究財団）

分担研究者名＝近藤 和義（財団法人 廃棄物研究財団）

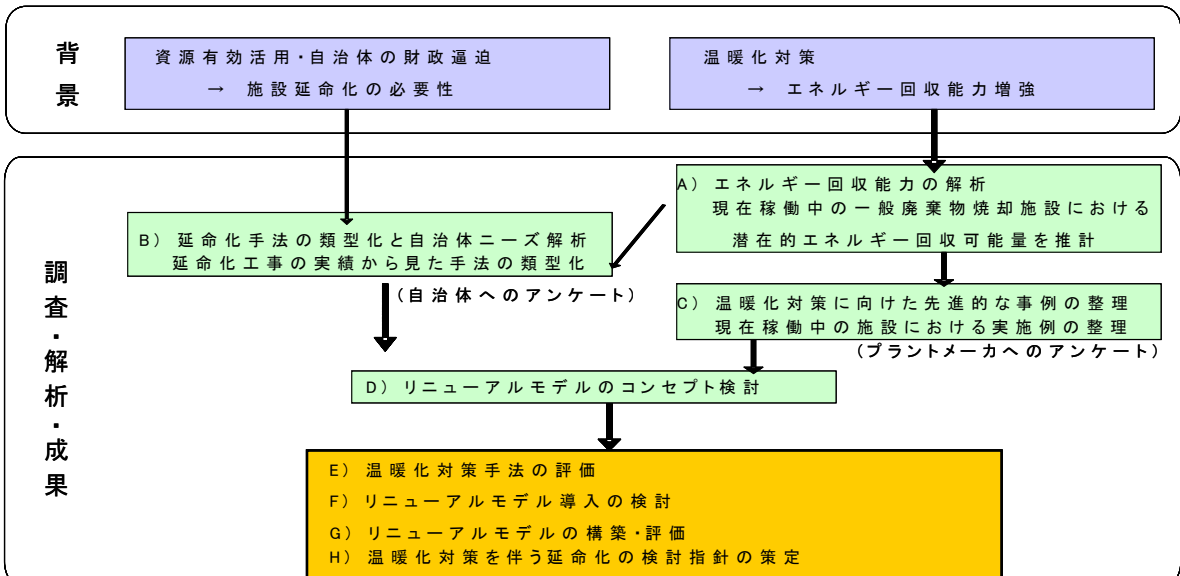
研究目的＝

循環型社会形成に向けて、廃棄物の発生抑制やリサイクルの一層の推進による環境負荷低減が求められ、既存の廃棄物処理施設にあっては、限りある資源を有効に活用することを目指して施設延命化を図ることが求められている。また、現在、喫緊の課題となっている温暖化対策として廃棄物処理施設における焼却廃熱を利用した発電や熱供給等の効率化によるエネルギー回収能力の増強に加えて、施設における省エネに向けた一層の取り組みが不可欠となっている。

他方、三位一体改革の推進によって、自治体の合併が進むとともに財政の逼迫も顕在化してきており、自治体の廃棄物処理施設の整備にあたってコストパフォーマンスの高い手法の提示が求められてきている。このため、自治体の廃棄物処理施設整備にあたって、経済的にメリットがあり、かつ温暖化対策に大きく貢献する廃棄物処理施設の整備・延命化手法を示すことを目的に、本研究を実施するものである。

研究方法＝

2 カ年の研究の最終的な成果として、廃棄物処理施設の延命化指針の作成を目指し、下記 A) ～H)について研究を実施した。



本研究の実施にあたっては、主要都市も加わった産官学による委員会を設置し、現場事情に即した幅広い指導、助言を受けた。委員は以下のとおりで、19年度、20年度ともに、委員会を3回開催した。

委員長	武田 信生	立命館大学 エコ・テクノロジー研究センター センター長
委員	占部 武生	龍谷大学 理工学部環境ソリューション工学科 教授
	高岡 昌輝	京都大学大学院 工学研究科 准教授
	三木 潤一	関西学院大学大学院 経済学研究科 研究員
	谷 元嗣	大阪市 環境局 施設部 施設管理担当 課長代理
	池野 豊	京都市 環境局 適正処理施設部 施設整備課 担当課長
	篠原 庸泰	神戸市 環境局 施設課 主幹
	高野 伸一郎	堺市 環境局 環境都市推進室 参事
	小倉 啓宏	大阪ガス(株) エネルギー事業部 エネルギー技術部 環境・燃焼技術チーム マネージャー
(H19)	森重 敦	JFE環境ソリューションズ(株) 環境エンジニアリング統括センター 環境設計部長
(H20)	薄木 徹也	JFE環境ソリューションズ(株) エンジニアリング本部 第一エンジニアリング部長
	坂田 和昭	(株)神鋼環境ソリューション 環境プラント事業部 技術部 部長
	川井 美久	(株)タクマ プロジェクトセンター 環境技術第一部 第二課 課長
	近藤 守	日立造船(株) 環境・ソリューション本部 プロジェクト部 部長代理
協力委員	前田 洋	大阪ガス(株) エネルギー事業部 エネルギー技術部 環境・燃焼技術チーム 副課長
	嶋崎 太一	JFE環境ソリューションズ(株) エンジニアリング本部 第一エンジニアリング部 第二技術室 経営スタッフ
	(H20) 山形 成生	(株)神鋼環境ソリューション 環境プラント事業部 技術部 計画室 課長
	(H19) 兵主 充正	(株)神鋼環境ソリューション 環境プラント事業部 技術部 計画室 係長
	(H19) 赤江 宣勇	(株)タクマ プロジェクトセンター 環境技術第一部 第二課
	(H20) 岡村 洋	(株)タクマ プロジェクトセンター 環境技術第一部 第二課
	(H20) 永尾 旬	日立造船(株) 環境・ソリューション本部 ソリューション設計部 ソフト技術サービスグループ 部長代理
	浦邊 真郎	(株)アーシン 代表取締役
	吉川 克彦	(株)アーシン 専務取締役 計画部長
	石井 章吾	(株)アーシン 技術部 設計室長
代表研究者	八木 美雄	(財)廃棄物研究財団 専務理事
分担研究者	近藤 和義	(財)廃棄物研究財団 東京研究所 次長
事務局	船越 浩	(財)廃棄物研究財団 東京研究所 次長
	(H19) 兵主 充正	(財)廃棄物研究財団 東京研究所 主任研究員
	(H19) 並木 貴司	(財)廃棄物研究財団 東京研究所 主任研究員
	(H20) 西田 卓史	(財)廃棄物研究財団 東京研究所 主任研究員

結果と考察＝

A) エネルギー回収能力の解析

A-1) 解析の前提条件

「環境省 廃棄物処理技術

情報 一般廃棄物処理実態調査結果 平成17年度」からデータを抽出し、年間処理量・総発電量・低位発熱量の実績値を用いて解析を行った。解析対象施設は、全1,319施設のうち年間処理量データのあ

る1,194施設とし、発電付施設についても同様に、全286施設のうち275施設を対象とした。また、解析は100トンごとの規模別に行い、低位発熱量については、単位誤記は補正し、データが欠落したものは8,800kJ/kgと仮定した。

解析の結果は表A-1のとおりであり、現在の発電量合計はごみ保有エネルギー総量の約7%に過ぎないことが判明した。

表 A-1 発電付施設割合と発電量

	施設			エネルギー		
	対象施設数	発電付施設数	発電付施設割合	ごみ保有エネルギー量 (GJ/年)	現在の発電量 (GWh/年)	エネルギー利用割合
全体	1,194	275	23%	3.6×10^8	7.0×10^3	7.1%
～100t	633	12	2%	4.4×10^7	4.4×10^1	0.4%
100～199t	278	54	19%	7.4×10^7	5.2×10^2	2.5%
200～299t	96	48	51%	4.2×10^7	5.7×10^2	4.9%
300～399t	69	54	78%	4.7×10^7	9.0×10^2	6.9%
400～499t	46	39	85%	4.5×10^7	1.1×10^3	8.9%
500～599t	5	5	100%	5.8×10^6	1.9×10^2	11.9%
600t～	67	63	94%	1.0×10^8	3.7×10^3	13.1%
(総施設数)	1,319	286	-	-	-	-

1(GWh) = 3,600(GJ)

B) 延命化手法の類型化と自治体延命化ニーズの把握

自治体を対象としてアンケート調査を行い、71施設から回答を得た(回答率92%)。

B-1) 延命化手法の類型化

B-1-1) 施設の想定稼働年数

回答施設の平均稼働年数は20年で、既設炉、新設炉とも、約30年の稼働年数を期待しており、一般的な耐用年数と言われる20年を上回る結果となった。

B-1-2) 延命化工事の実績

設備別では、『余熱利用施設』と『排水処理施設』を除いた各設備でほぼ同程度の延命化工事が実施されており、機器別では、『クレーン』や『炉本体』、『DCS(Distributed Control System)』等の焼却施設の安定稼働に係る機器の改修事例が多かった。

B-1-3) 将来の延命化改修予定

延命化を目的とした改修を予定している施設は16施設あり、稼働年数25年未満の施設が多かった。

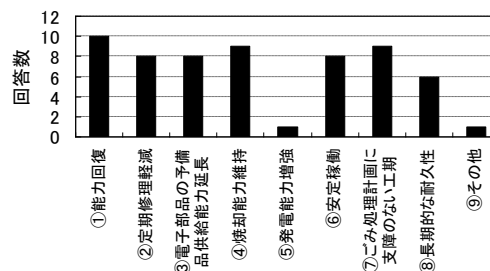
設備別では、『電気計装設備』の改修予定が多く、機器別では、『炉本体』、『ボイラ』、『DCS』等の焼却施設の安定稼働に係る機器の改修予定が多い傾向が見られた。

B-2) 延命化ニーズの解析

『将来の改修の予定が無い』と回答のあった施設に関する調査結果を以下にまとめ、改修を行わないまたは行えない理由を調査した。

B-2-1) 大規模補修工事に期待する事項(図B-2-1)

『焼却能力の回復』を選択する施設が多く、『発電能力の増強』は少なかった。規模別に比較すると300t/日以上の大規模施設では『無理のない工期』や『定期修理費低減』といった回答が多かった。



図B-2-1 大規模補修工事に期待する事項

B-2-2) 大規模補修工事の実施希望調査

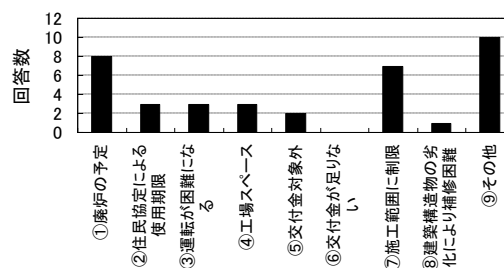
『補修工事を行いたいと思う』施設は7施設で、回答の得られた33施設の約20%と少なかった。規模別に比較すると、100t/日未満の小規模施設(全て水噴射炉)では全て『行いたいと思わない』と回答する一方、100~300t/日の中規模施設では10施設中5施設が、300t/日以上の大規模施設では20施設中2施設が『行いたいと思う』という回答であった。

B-2-3) 延命化の期間

10年以上の延命期間を希望する回答が70%以上であり、補修を行いたい理由は『次期施設の建設まで延命』が最も多かった。延命化を行う場合はトータルで25~30年の稼働年数を希望していると考えられる。

B-2-4) 大規模補修工事が行えない理由(図B-2-2)

『廃炉の予定』が最も多く、次いで『工期・予算・配置・運転中等の制限があるため、施工範囲が限られる』が多かった。この他、『交付金対象外』との回答もあった。



図B-2-2 大規模補修工事が行えない理由

B-3) 温暖化対策について

B-3-1) 温暖化対策の実施事例

温暖化対策の実施事例について、アンケートを行った。白煙防止装置の運用変更、タービンの力率変更、逆潮流防止装置の廃止など改善コストを抑制できるものに加え、エコマイザやタービン増設など比較的大規模な工事が実施されている例もある。ただし、蒸気条件や伝熱面積の増加については実施報告がなかった。

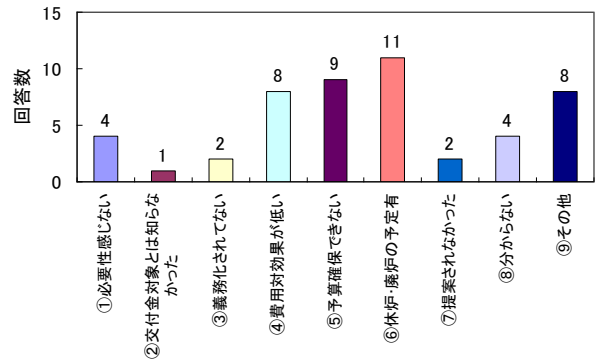


図 B-3-1 温暖化対策を推進する上での課題

B-3-2) 温暖化対策を推進する上での課題

温暖化対策を実施しない（できない）理由としては、図 B-3-1 に示すとおり、『予算確保ができない』、『費用対効果が低い』という意見が多かった。

C) 温暖化対策に向けた先進的な取り組み・事例の整理

温暖化対策に向けた先進的

表 C-1 先進事例アンケート集計結果

な取り組みや事例について、プラントメーカーにアンケート調査を実施した。

アンケート結果をまとめると下表のようになる。なお、施設規模、CO₂ 排出量削減効果については、回答事例中の一例を示した。

キーワード	技術要素 ()内は回答事例数	事例の概要	施設規模	削減効果 t-CO ₂ /年
施設設計	タービン設計点の最適化 (2)	タービン設計点を高質ごみではなく、出現頻度の高い基準ごみで計画	200t/d×2炉	746
	逆潮流不可から可への変更 (4)	逆潮流を可能にすることにより、施設電力需要の制約を受けずに発電可能に	65t/d×2炉	1,806
	水噴射炉のボイラ化 (2)	2炉のうち1炉のみ水噴射から廃熱ボイラ式へ	97.5t/d×2炉	1,924
設備・機器改善	タービン増設 (1)	1000kW発電タービン増設	200t/d×1炉	1,930
	(1)	IDF等大型補機のタービン駆動	62.5t/d×2炉	30
	タービン排気圧の真空度改善 (1)	低負荷時にタービンの排気圧を定格より下げ発電量UP、真空ポンプの交換	150t/d×3炉	280
	(1)	水冷式復水器導入による発電高効率化	240t/d×3炉	-
	タービン定格出力増大 (7)	タービン内部の改造及び発電機の力率改善による蒸気タービンの定格UP	300t/d×2炉	2,975
	低温廃熱利用 (1)	水冷コンデンサによる温水供給設備増設	300t/d×2炉	3,800
(3)	低温エコマイザの増設、計画段階での設置	150t/d×2炉	6,901	
温暖化ガスの不使用 (1)	ガス絶縁機器の不採用	-	-	
施設運用	蒸気使用量削減 (1)	触媒反応塔入口温度を220℃⇒195℃に変更	300t/d×2炉	290
	(3)	白煙防止設備の設置取止め・既設停止	380t/d(3炉)	333
	燃焼改善・負荷調整 (2)	低空気比燃焼(空気比1.6⇒1.4)による蒸発量の増加(7%)により、発電量UP	180t/d×1炉	833
(3)	熱分解カーボンを夜間貯留、昼間に多く供給低空気比(1.2)	150t/d×3炉	-	
省エネルギー	インバーター化 (8)	ポンプ・ファン・クレーンにインバーターを採用	150t/d×3炉	555
	(1)	建築換気設備を冬季手動停止から、運転状況、外気温のパターン分けによる運転時間自動変更により消費電力削減	135t/d×3炉	560
	(1)	高効率モータの採用	49t/d×2炉	-
(1)	電力使用量、上下水道の削減等全12項目のESCO(シェアードセイビング方式)	65t/d×3炉	440	

(- は無回答)

D) リニューアルモデルのコンセプト検討

以上の解析結果をもとに、リニューアルモデルのコンセプトを下記の三つの観点から、表にまとめた（表 D-1）。

D-1) 施設規模

300t/日以上以上の施設においては、すでに 80%以上の施設で発電設備が導入されているが、規模が小さくなるにつれて、その割合は減少する。他方、発電効率を上げるためには、一定規模が必要になる。

D-2) 燃焼ガス冷却方式

水噴射炉をボイラ化し、発電設備を設置する改造を行った場合、想定期間内に費用回収が完了しないことから、水噴射炉については、延命化を行わず、熱回収施設への更新を優先する。ボイラ炉については、送電端効率の改善を図るものとする。

D-3) 残余稼働計画年数

施設の想定稼働年数が

概ね 30 年であることに加え、残余稼働計画年数も考慮し、コストと温暖化対策効果のバランスを取る必要がある。

表 D-1 リニューアルモデルのコンセプト

施設規模	燃焼ガス冷却方式	残余稼働計画年数	
・300t/日以上規模の施設では、発電効率改善を主眼とする。 ・300t/日未満の規模、特に100t/日未満の施設は広域化により規模を拡大した上で発電を行う。	・水噴射炉については、ボイラ化の費用回収が長期に渡るため、延命化せず、更新を優先する。 ・ボイラ炉については、以下の手法による送電端効率の改善を図る。	・残余稼働計画年数を考慮し、コストと温暖化対策効果のバランスを取る。	
		残余稼働計画年数	対応策
	a. 力率の変更	~5年	現行施設は更新を目指し、更新時に高効率発電を実施する。
	b. 逆潮流防止装置の廃止		
	c. 白煙防止条件の変更 (可能であれば、白煙防止を廃止)	5~10年	比較的低コストで実施できる温暖化対策(発電能力向上)
	d. 節炭器での熱回収増強		
	e. 排水無放流の廃止 (節炭器での熱回収率増強となる)		
	f. 低空気比運転の採用	10年~	機器増設・入れ替え等も含めた積極的なエネルギー回収への改善
g. 消費電力の削減 (インバータの設置など)			

E) 温暖化対策手法の評価

E-1) 評価方法

平成 18 年度の既存研究報告書（以下「平成 18 年度研究」という。）及び平成 19 年度に実施した本研究報告書（以下「平成 19 年度研究」という。）の成果から温暖化対策手法の整理を行い、それぞれの手法を施設規模、燃焼ガス冷却方式、残余計画稼働年数の観点から評価を行った。

E-2) 温暖化対策手法の整理

E-2-1) 方法

平成 18 年度研究、平成 19 年度研究において行った技術導入実績調査、温暖化対策手法の検討結果をまとめ、施設規模、燃焼ガス冷却方式、回収年数、ごみトンあたりの CO₂ 削減効果について比較を行った。

E-2-2) 考察

(1) 施設規模

大規模の施設に関しては発電効率の改善、小規模の施設に関しては広域化により施設規模を大きくした上での発電設備の設置を推進すべきである。

(2) 燃焼ガス冷却方式

水噴射炉に関しては延命化を行わずに発電設備を有する熱回収施設への更新を優先すべきである。ボイラ炉に関しては、余剰蒸気がある場合、全量発電化による発電出力の増強を最優先とし、余剰蒸気がない場合は、白煙防止条件の変更等を行い、送電端効率の改善を図るべきである。

(3) 回収年数

導入コストの回収年数が比較的短い温暖化対策手法は実施する際に大規模な改造を伴わない手法が多い。回収年数が比較的長い温暖化対策手法は導入コストに対して、発電能力増強効果もしくは使用電力削減効果が少ないため、長期間の回収年数が必要となる。また、施設の想定稼働計画年数を超過しても導入コストを回収できないと考えられ

る温暖化対策手法は、詳細な導入検討を要する。

(4) ごみトンあたりの CO₂ 削減効果

ごみトンあたりの CO₂ 削減効果と回収年数をもとに評価を行った。

「逆潮流不可から可への変更」、「燃焼改善・負荷調整」等は、ごみトンあたりの CO₂ 削減効果が高く、回収年数が短いため、積極的に導入すべき手法である。

「逆潮流不可から可への変更」、「タービン定格出力の増大」、「自家発の常用運転」、「蒸気使用量削減」、「その他省エネルギー」等は、CO₂ 削減効果は相対的に低いが、導入コストに見合った収入増もしくは支出減があり、導入を検討すべき手法である。

「タービン増設」、「水噴射炉のボイラ化」は、費用回収は困難であるが、CO₂ 削減効果が大きい手法である。

「タービン増設」、「自然エネルギーの利用」は、費用回収は困難であり、CO₂ 削減効果も相対的に低いため、十分な導入検討が必要な手法である。

E-3) 温暖化対策手法の評価

平成 18 年度研究、平成 19 年度研究の研究結果から得た温暖化対策手法及び平成 20 年度の研究において新規に追加した温暖化対策手法を施設規模、燃焼ガス冷却方式、残余計画稼働年数の 3 項目で評価した結果を表 E-1 に示す。(温暖化対策手法を導入した際に効果的である施設について○印で示す)

表E-1 温暖化対策手法評価結果

温暖化対策手法		施設規模 (t/日)			燃焼ガス冷却方式		残余計画稼働年数 ^{※3} (年)		
		≤100	100~500	500≤	ボイラ	水噴射	5~10	10~30	30≤
施設設計	タービン設計点の最適化		○	○	○		※1		
	逆潮流不可から可への変更		○(～200)		○		○	○	○
	水噴射炉のボイラ化		○			○			○
設備・機器改善	タービン増設		○	○	○			○	○
	タービン排気圧の真空度改善		○	○	○		○	○	○
	タービン定格出力増大		○	○	○		○	○	○
	低温廃熱利用		○	○	○		※2		
	温暖化ガスの不使用		○	○	○		※1		
	自然エネルギーの利用		○	○	○				○
	スーパーごみ発電の導入		○	○	○		※1		
	自家発電機の常用運転		○	○	○		○	○	○
施設運営	助燃バーナーの燃料転換	○	○	○	○	○	○	○	○
	蒸気使用量削減		○	○	○		○	○	○
その他	燃焼改善・負荷調整	○	○	○	○		○	○	○
	ファン、ポンプ等のインバーター化	○	○	○	○	○		○	○
	高効率モータの採用	○	○	○	○	○		○	○
	コンベヤ類の閑欠運転	○	○	○	○	○	○	○	○

※1 施設の竣工時点(新設時)、または大規模改修時に配慮する方が効果的な事例
 ※2 イニシャル・ランニングコストの正確な把握が困難な事例
 ※3 回収年数に計画、設計、工事等にかかる年数(5年)を加算した年数を、残余計画稼働年数としている。

E-4) 温暖化対策手法の適用にあたっての留意点

温暖化対策手法は施設規模、燃焼ガス冷却方式、残余計画稼働年数等の採用判断基準があり、施設ごとに適用可能な温暖化対策手法は様々である。これらのうち、どの温暖化対策手法が計画対象施設に適しているか詳細に検討を行い導入すべきである。温暖化対策手法には、併用した場合により効果を発揮するものもあるため、これらを併用した場合に対象施設に採用可能かどうかを検討することも重要である。また、導入コストの回収が困難であっても、温暖化対策が必要とされる社会情勢を考慮して計画を行うことが望まれる。

F) リニューアルモデル導入の検討

E)における温暖化対策手法の評価結果を踏まえ、モデル施設(実施設)を選定し、温暖化対策が付加されたリニューアルモデル導入の検討を行った。

F-1) モデル施設の選定と現状把握

対象のモデル施設としてA工場(表 F-1)を選定し、現状把握を行った。A工場は、ボイラ式を採用しているが発電設備は無く、発生蒸気の多くを高圧蒸気コンデンサーにて処理している。

表F-1 A工場の概要

No.	項目	内容	備考
1	竣工年月	昭和52年3月31日	稼動31年
2	建物構造	鉄筋コンクリート造	地下1階地上5階
3	炉形式	全連続式焼却炉(ストーカー式)	
4	処理能力	300t/日(150t/日×2基)	
5	燃焼ガス冷却方式	廃熱ボイラ式	
6	蒸発量(蒸気条件)	18.2t/h×2基(1.57MPa×203℃)	
7	余熱利用	場内外給湯、場外蒸気供給	余剰蒸気有り
8	排ガス処理方式	ろ過式集じん器(乾式)	ダイオキシン対策

設備の老朽化については、ボイラ第1、2煙道とも水管減肉が進行しており、特に第3煙道のガス加熱式空気予熱器(GAH)について、減肉・破孔が激しい状況であった。なお、今回はモデル検討ということで建築診断は実施しなかったが、実際の計画においては、建築診断を行った上でリニューアル工事への対応可否を検討する必要がある。

F-2) メニューの抽出と試算

本検討においては、残余計画稼動年数(延命化期間)を20年と設定し、メニューの抽出及び試算を行った。

F-2-1) 単純更新メニュー

単純更新メニューの抽出及び試算結果(設備毎の工事額割合)を図F-1に示す。稼動31年からさらに20年という長期延命であることから、既更新機器や途中新設機器を除き、かなりの部分が更新対象となった。

設備別に見ると、燃焼ガス冷却設備の割合が最も大きく、次いで燃焼設備、計装設備の割合が大きくなった。

F-2-2) 積極改良(温暖化対策)メニュー

温暖化対策メニューの抽出及び試算結果を表F-2に示す。

メニューの中で最も期待収益とCO₂削減量が大きかったのは、タービン増設(表F-2の②)であった。また、助燃バーナの燃料転換、高効率モータの採用、コンベヤ類の間欠運転(表F-2の④、⑦、⑧)も効果的な対策となった。

表F-2 温暖化対策メニュー毎の試算結果

技術要素(メニュー)		対策内容	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	削減電力 (MWh/年)	①工事費用 (積極改良分) (千円)	②期待収益 (千円/年)	③維持管理費 + 用役費の 増加分 (千円/年)	④経済メリット (②-③) (千円/年)	単純回収 (①÷④) (年)		
施設設計	①	タービン設計点の最適化	実際のごみ質・蒸気バランスより							②の費用対効果に含む	
設備・機器 改善	②	タービン増設(新設)	4700kW(蒸気25+9t/h)	18,313	32,996	2,850,000	245,823	20,230	225,593	12.6	
	③	低温廃熱利用	エコマイザ-設置、他(5t/h)	②の費用対効果に含む							
	④	助燃バーナの燃料転換	都市ガス化	118	-	20,000	9,715	0	9,715	2.1	
施設運営	⑤	蒸気使用量削減	白煙防止装置の停止(4t/h)							②の費用対効果に含む	
その他	⑥	ファン、ポンプ等のインバーター化	IDF(220kW・6P)	240	432	90,000	3,214	0	3,214	28.0	
			FDF(55kW・4P)	118	212	27,000	1,586	0	1,586	17.0	
			CDF(15kW・4P)	39	70	13,000	522	0	522	24.9	
	⑦	高効率モータの採用	ファン、ポンプ等	28	50	4,000	373	0	373	10.7	
	⑧	コンベヤ類の間欠運転	燃滓コンベヤ	33	60	1,000	442	0	442	2.3	
	⑨	追加検討	人感センサーの採用		1	1	1,300	7	0	7	185.7
			ごみピット照明高効率化		9	17	200	127	0	127	1.6
No.1トランス高効率化				17	30	3,000	224	0	224	13.4	
		テレビモニター液晶化		2	3	2,000	21	0	21	95.2	
		合計		18,918	33,871	3,011,500	262,054	20,230	241,824	12.5	

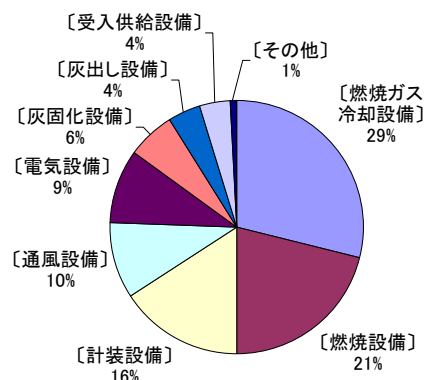
※1 以下のCO₂排出係数を採用し試算
 ・電力 0.555 kg-CO₂/kWh(温室効果ガス排出量算定・報告マニュアルVer.1.2 環境省・経済産業省より)
 ・都市ガス 2.29 kg-CO₂/m³N(都市ガス組成に基づき算出:発熱量45MJ/m³N×CO₂排出係数0.0509kg-CO₂/MJ)
 ・重油 2.71 kg-CO₂/L(地球温暖化対策の推進に関する法律:H18年3月設定値より)

※2 以下の単価を採用し試算
 ・電力 7.45 円/kWh
 ・重油 101 円/L
 ・都市ガス 48 円/m³N

※3 その他
 ・年間運転時間は24h×310日=7440hとした
 ・ボイラ・タービン主任技術者及び電気主任技術者は隣接工場との兼任とし、人件費の増加はないものとした。

F-3) 延命化の事業規模

前項までの検討結果をまとめると、温暖化対策が付加されたりリニューアルモデルを導入した場合、延命化の事業規模は単純更新、積極改良（温暖化対策）とともに概算で30億円、総額で約60億円という結果となった。なお、本事業は複数年度（2～3年程度）の集中工事を想定したものであり、通常の定期整備は含まれていない。また、今回の検討では既設建屋の改修は見込んでいないが、実際の計画においては、建築診断を行った上で建屋改修の要否を検討する必要がある。



図F-1 単純更新メニュー 設備毎の工事額割合

G) リニューアルモデルの構築・評価

G-1) モデル施設における各温暖化対策技術の評価

各温暖化対策技術の単純回数年数とCO₂削減効果をまとめると表G-1のとおりとなる。CO₂削減効果は18,918t-CO₂/年であり、そのほとんどはタービン新設によるものである。また、積極改良による増加分だけで単純回収年数をみると、残余期間20年以内に回収できる対策は7項目である。交付金を考慮するとIDF、CDFのインバータ化も20年以内となり、CO₂削減貨幣換算も考慮するとCDFのインバータ化が交付金なしでも20年以内となる。このように、交付金及びCO₂削減貨幣換算により、温暖化対策技術の採用が促される。

なお、CO₂削減貨幣換算には2008年6月のCER(CDMの排出枠)価格を参考にし、3,500円/t-CO₂を用いた。

表G-1 単純回収年数20年以内の温暖化対策技術

技術要素 (メニュー)	内容	単純 回収 (年)	交付率 1/3 (年)	CO ₂ 削減 貨幣換算 (千円)	単純 回収 (年)
タービン増設	4700kW	12.6	8.4	64,096	9.8
バーナの燃料転換	都市ガス化	2.1	1.4	413	2.0
コンベヤ 運転方法改善	間欠運転	2.3	1.5	116	1.8
インバータ化	IDF	28.0	18.7	840	22.2
	FDF	17.0	11.3	413	13.5
	CDF	24.9	16.6	137	19.7
その他 省エネ対策	高効率電動機	10.7	7.1	98	8.5
	人感センサー	185.7	123.8	4	123.8
	ビット照明効率化	1.6	1.0	32	1.3
	トラス高効率化	13.4	8.9	60	10.6
	モニタ液晶化	95.2	63.5	7	71.4
	合計	11.5	7.7	66,213	9.2

注) 網掛けの数字は単純回収年数が20年以上を示す。

G-2) モデル施設における経済性評価

1) モデル評価の考え方

各温暖化対策技術の評価において、単純回収年数が20年以下（CO₂削減貨幣換算を

除く) のものを集めて事業モデルとする。つまり、IDF 及び CDF のインバータ化、人感センサー、モニタ液晶化は除く。まずは、その事業モデルの実行可能性を評価し、実行可能なものについて経済性評価する。その後、温暖化対策事業としての評価を行う。

2) 実行可能性評価

(1) 制度面：

- ・環境アセスは施設規模の変更がないので必要ない。
- ・電気事業法、騒音規制法、振動規制法が適用。消防署への届出も必要。
- ・蒸気タービン棟新設により、建築基準法が適用（確認申請が必要）。
- ・計装空気槽、蒸気式空気予熱器などの更新により、労基の圧力容器安全規則が適用。
- ・ボイラタービン主任技術者が必要。

(2) 技術面：

- ・設備レイアウトは現状の敷地で可能であることを確認
- ・その他、既存技術で対応可能

(3) 社会面：

- ・工事期間は 24 ヶ月であるが 1 炉(150t/日)毎に工事を行うので、A 市の他の 2 工場(460t/日、450t/日) で対応可能である。

(4) リスク面：

- ・中性化、鉄筋腐食など、建築躯体の寿命（高次）診断が必要。
- ・ごみ量の変動により、期待収益も変動する。
- ・売電単価、RPS 単価の変動及び制度変更により、温暖化対策の期待収益が変動する。

G-3) 経済性評価

1) 自治体が行った場合の経済性

自治体が単純更新に合わせて温暖化対策を行った場合の経済性について評価する。

ここでは、補助なしの場合の収支を抽出し、図 G-1 にイメージを示す。

単純更新コストが、約 30 億円かかり、温暖化対策を行うとさらに約 29 億円かかるが、省エネメリットが約 48 億円あり、対策工事の項目を選べば、20 年間では温暖化対策工事費用を十分回収できる。また、単純更新工事のコストも一部回収でき、CO₂ 削減貨幣換算での収入増が期待できれば、単純更新工事のコストをすべて回収できる可能性もある。

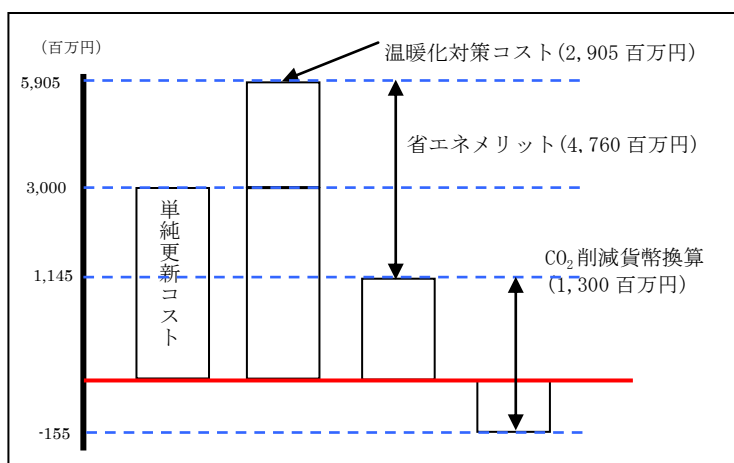


図 G-1 自治体が行った場合の 20 年間の経済的効果

2) 民間資金の活用方法検討

本事業モデルでは、既設炉であることから PFI の中の 1 方式である RTO (Rehabilitate Transfer Operate) 方式が考えられる。ここでは、表 G-1 で挙げた項目で、交付なしのケースと交付率 1/3 のケースを検討する。検討の前提条件を表 G-2、初期費用を表 G-3 に示す。

表 G-2 前提条件

項目	前提条件
事業方式	RTO方式
交付金	環境省 (CASE1: なし、CASE: 1/3)
事業期間	20年間
長期金利	4%、元本均等、15年返済

表 G-3 初期費用

項目	初期費用・資金調達
設備費	2,905百万円
交付金	0 (CASE1) / 962 (CASE2) 百万円
資本金	50百万円
借入金	2,875 (CASE1) 1,913 (CASE2) 百万円

検討結果を表 G-4 に示す。交付金なしの場合、民間事業者は PIRR (事業内部収益率) 3.2%であり、事業への投資は厳しい。しかし、交付率 1/3 の場合、民間事業者の PIRR は 5%を超え、リスクを適切に分担できれば、投資可能である。(今回は温暖化ガス削減の貨幣換算は考慮していない。)

表 G-4 検討結果

項目	CASE1	CASE2
交付率	0	1/3
行政への委託費*1	35,000千円/年	35,000千円/年
PIRR (20年)	3.21%	5.71%

*1: 蒸気購入費、土地賃借料、管理費等の合計として、SPC から行政へ支払う委託費を想定

以上より、交付金の有無、また温暖化ガスの貨幣換算を考慮することで、自治体の単純更新工事の費用を温暖化対策工事の収益でいくらかまかなうことは可能である。

H) 温暖化対策を伴う延命化の検討指針案

平成 19 年度の研究成果及び E)、F)、G) の検討結果を踏まえ、温暖化対策を伴う延命化検討指針 (案) を作成した。

H-1) 温暖化対策手法

廃棄物処理施設における温暖化対策手法 (以下、手法という) としては、前述した表 E-1 に挙げる手法が考えられる。これらの手法は、施設規模、燃焼ガス冷却方式、残余計画稼働年数によって効果の大小や対応の可否等制限されるものがある。

H-2) 検討手順とその内容

H-2-1) 検討手順

既存の廃棄物処理施設の温暖化対策を伴う延命化は、どの施設にも適用できるわけではない。図 H-1 に示す手順に基づいて、実施の可否について検討する必要がある。

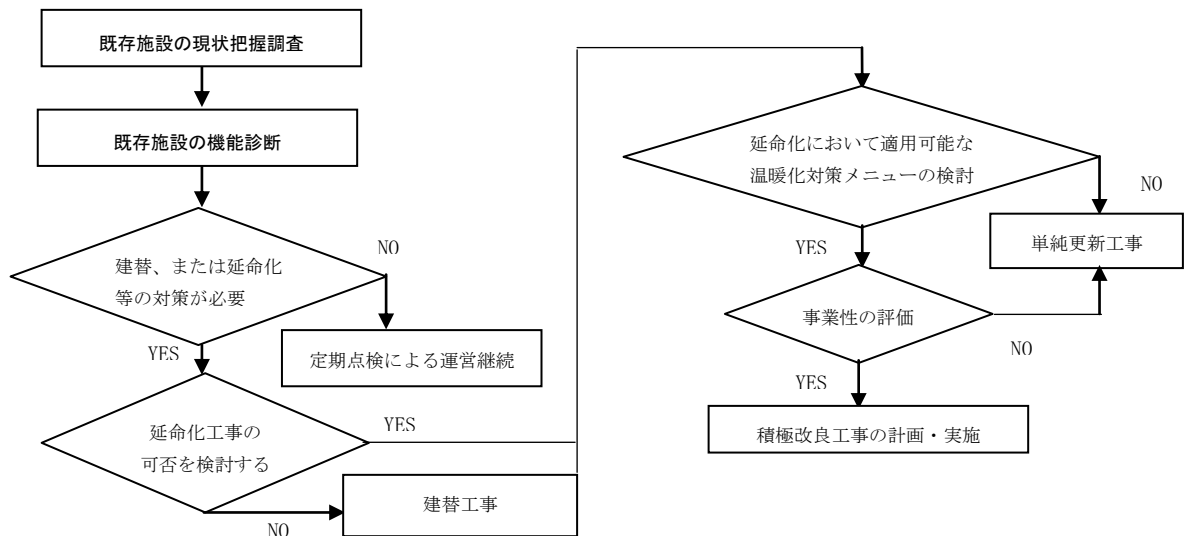


図 H-1 温暖化対策を伴う延命化の検討手順

H-2-2) 既存施設の現状把握調査と機能診断

既存施設の現状把握は、図 H-2 に示すように書類による事前調査と現地調査に大別される。

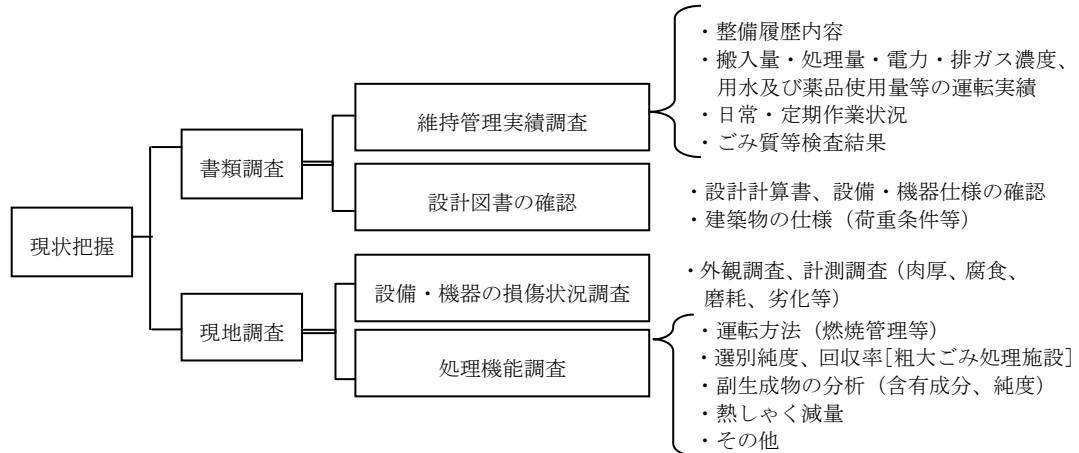


図 H-2 現状把握のための調査

H-2-3) 事業性の評価

表 E-1 より抽出した適用可能な温暖化対策手法の実行効果を評価するために、実行可能性（制度面や社会面、及びリスク面等における検討）と経済性について評価する。

経済性を評価するための項目には次のようなものが挙げられる。

- ・単純更新工事費用：温暖化対策を伴わない延命化工事費用
- ・温暖化対策工事費用：温暖化対策を伴う延命化工事にかかる費用
- ・省エネメリット：対策工事を行ったことによって得られる収益
- ・CO₂削減貨幣換算：CO₂削減量×CO₂削減貨幣換算係数*

※2008年6月のCER（CDMの排出枠）価格：3,500円/t-CO₂

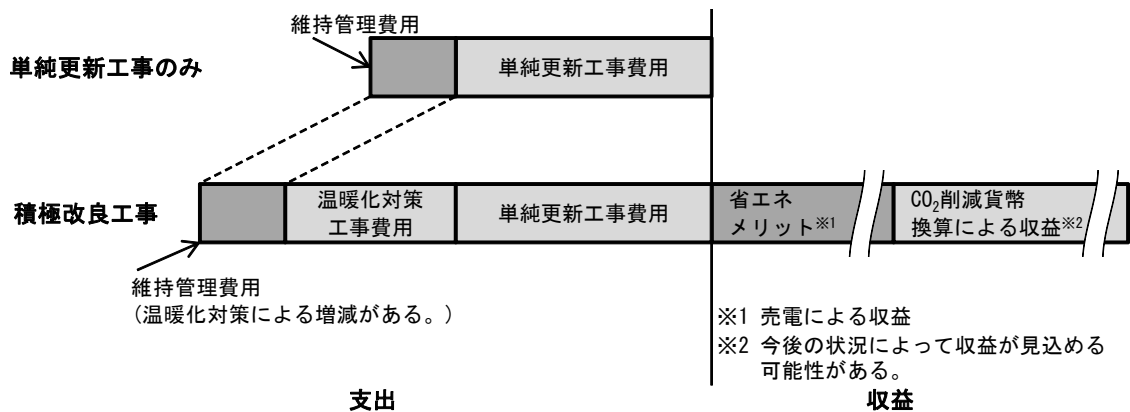


図 H-3 20年間の経済的効果（イメージ図）

交付適用範囲の拡充やCO₂削減貨幣換算の導入状況によっては、経済的にもメリットが出てくる可能性がある。また、事業採算性に関するリスクを適切に分担すれば、PFI事業として民間資金を活用できる可能性がある。

結論＝現在の廃棄物発電量合計は、ごみ保有エネルギーの7%程度に過ぎない。また、

温暖化対策を付与した施設改修の実施事例について調査・解析を行った結果によれば、従来実施されてきた施設改修工事は、主として施設の安定稼働を目的としたもので、温暖化対策(発電能力増強)まで踏み込んだ施設改修は実施されていないことが判明した。

また、自治体の廃棄物処理施設における温暖化対策に関して、国の交付金制度が十分に周知されていない現状も明らかになった。温暖化対策としての廃棄物発電にかかる期待が大きい現状を踏まえ、発電能力増強のための財政的インセンティブなど諸制度の整備拡充が望まれる。

さらに、プラントメーカーを対象にした温暖化対策の先進事例に関するアンケートの結果から、「施設設計」「設備・機器改善」「施設運用」「省エネルギー」の4つのキーワードを軸に、様々な温暖化対策の取り組みがなされていることを明らかにした。

以上の解析結果をもとに、「施設規模」「燃焼ガス冷却方式」「残余稼働計画年数」の3つの観点から、リニューアルモデルのコンセプトをとりまとめた。

上記コンセプトを踏まえ、廃棄物焼却施設において適用可能な温暖化対策技術(メニュー)について、投資回収年数とごみトンあたりのCO₂削減効果を指標として評価を行い、各手法が適用可能な施設規模、燃焼ガス冷却方式、残余計画稼働年数の整理を行った。温暖化対策技術を14項目に分類し、「施設設計」、「設備・機器改善」、「施設運営」の3つのキーワードで大別した。

次に、モデル施設としてA工場(稼働31年、150t/日×2炉、廃熱ボイラ式)を選定し、延命化期間を20年とした場合のリニューアルモデル導入の検討を行った結果、単純更新、積極改良(温暖化対策)とともに概算で30億円、総額で約60億円の事業規模となった。なお、計画に盛込んだ温暖化対策メニューの中で、最も期待収益とCO₂削減量が大きかったのはタービン増設であり、その他、助燃バーナの燃料転換、高効率モータの採用、コンベヤ類の間欠運転も効果的な対策と評価された。

これらの事業規模は単純回収年数が20年以下の温暖化対策技術を集めた事業モデルにおいて、制度面、技術面、社会面、リスク面での実行可能性を評価し、また、経済性評価として、自治体が行った場合と民間資金を活用した場合について試算し、交付金の有無や温暖化ガスの貨幣換算によって異なるものの、可能性の高い方法であると評価された。

最後に昨年度の研究成果及び今年度の検討結果を踏まえ、自治体の地域特性や温暖化対策に対応した適正な延命化対策を合理的に推進するための延命化検討指針(案)を作成した。指針が活用されることにより、温暖化対策と廃棄物処理施設の延命化が同時に実現され、今後の廃棄物処理施設整備の効率的・効果的な推進に大きく寄与することが期待される。

英語概要

Subject of research = Study on replacing the existing municipal solid waste incineration plants to reduce global warming and to establish the sound material-cycle society

Chief researcher = Yoshio Yagi (Japan Waste Research Foundation)

Joint researcher=Kazuyoshi Kondo (Japan Waste Research Foundation)

Abstract=The existing municipal solid waste incineration plants are strongly needed to be operated longer for creating a sound material-cycle society and reducing environmental load. Furthermore, measures of global warming reduction are urgently needed to be implemented. On the other hand, financial conditions of municipalities are very tight.

We evaluated the technologies against the global warming which are applicable to waste incineration plants in the points of the span for payout and the reduction effect of carbon dioxide in incinerating one ton of waste.

Next, we chose a model plant and studied the replacement measures and the affirmative countermeasures against the global warming assuming that it will remain working for next 20 years.

As a result of the estimation for the case a local government carried it out and the case private fund was used, the model was proven to have quite a high feasibility though the results slightly differed because of some factors such as subsidy and the rate for converting greenhouse gasses into money.

Lastly, we made a guideline aiming to reasonably promote measures for life-prolonging suitable to the regional features of local governments and to counter the global warming concerning the result of studies of the past two years.

Key Words=

municipal solid waste incineration plant, replace, global warming, sound material-cycle society , guideline for life-prolonging