

# 廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル

平成 29 年 3 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



## はじめに

平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故により、わが国の大規模集中型の電力システムが抱える災害に対する脆弱性が浮き彫りになりました。また、その後のエネルギー事情の変化を受け、電力の化石燃料への依存度が高まっており、低炭素かつ自立・分散型エネルギーシステムの構築が求められています。従来の大規模集中型の電力システムから、自立・分散型の電力システムへの移行は、平成 24 年 7 月にスタートした再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT 制度）による再生可能エネルギーの導入拡大と、平成 28 年 4 月に施行された改正電気事業法による小売全面自由化のスタートにより、今後ますます加速していくものと考えられます。

市町村が整備する一般廃棄物処理施設は、地域のエネルギー拠点としての性格を併せ持っており、市町村のエネルギー政策を考えるうえで、核となる施設と言えます。地域のエネルギーをどのように確保していくのか、市町村自らが地域のエネルギー政策を考え、取り組みを始める動きも少しずつ増えてきており、一般廃棄物処理施設を活用した自立・分散型エネルギーシステム構築の取組は、今後の廃棄物政策においても一つの重要なテーマになると考えられます。

本マニュアルは、一般廃棄物処理施設から得られる廃棄物エネルギーの利活用について、市町村の先進的な導入事例を踏まえながら、現状と今後の推進の考え方、方向性、方策の選択肢の考え方等を整理して、情報提供するもので、今後の技術動向に応じて、適宜補足・見直しをしていく予定です。

市町村の廃棄物政策、エネルギー政策を考えるうえで、本マニュアルを有効活用することにより、一般廃棄物処理事業を通じた廃棄物エネルギーの利活用がより一層推進されることを期待します。

なお、本マニュアルは、主として、一般廃棄物処理施設の整備を担う地方公共団体の関係者を対象として作成していますが、併せて、市町村の一般廃棄物処理事業に関わるプラントメーカーやコンサルタント会社、その他の関係機関等においても、各々の事業活動上で本マニュアルを参考にしていただき、市町村の一般廃棄物処理事業を通じた、廃棄物エネルギー利活用のより一層の促進につながることを期待しています。

# 目 次

1 . 背景.....	1
( 1 ) 我が国における廃棄物エネルギー利活用の経緯.....	1
( 2 ) エネルギー事情の変化と改正電気事業法への対応.....	2
2 . 廃棄物エネルギー利用の現状 .....	4
( 1 ) エネルギー回収の状況 .....	4
( 2 ) エネルギー利用（電力）の状況.....	5
( 3 ) エネルギー利用（熱）の状況.....	5
3 . 今後の廃棄物エネルギー利用の方向性.....	7
4 . 「高度化」の基本的考え方.....	8
5 . 高度化方策のメニュー.....	12
5 - 1 . 個々の施設での高度化 .....	12
( 1 ) 先進的設備導入等による増強・高効率化 .....	12
1 ) 概要.....	12
2 ) 増強・高効率化方策例 .....	13
低空気比燃焼.....	14
低温エコノマイザ .....	16
高温高圧ボイラ .....	18
高効率乾式排ガス処理.....	20
白煙防止装置の停止 .....	22
RO膜による排水処理.....	24
【コラム】逆潮流化.....	26
( 2 ) コンバインド処理による増強・高効率化 .....	28
1 ) 概要.....	28
2 ) 増強・高効率化方策例 .....	29
焼却施設とメタン発酵施設とのコンバインド（メタンガスを活用したボイラ蒸気の高温化）. 30	
焼却施設とメタンガス発電とのコンバインド.....	33
【トピック】検討事例紹介：焼却施設と木質バイオマス発電とのコンバインド.....	36
( 3 ) 個々の施設における安定供給.....	38
1 ) 概要.....	38
2 ) 平常時の安定供給方策例 .....	39
送電電力量の管理 .....	39
【トピック】検討事例紹介：所内消費電力量の予測精度向上 .....	41
3 ) 災害時の安定供給方策例 .....	43
非常用発電機の設置 .....	44
用水の確保.....	46
( 4 ) 個々の施設における有効利用 .....	47

1) 概要.....	47
2) 電力の有効利用方策例 需要側とのネットワーク形成 .....	48
自営線供給（自家発自家消費）.....	49
自己託送・特定供給 .....	51
供給先を特定した託送供給.....	53
【コラム】ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラム.....	55
3) 熱の有効利用方策例.....	56
工場への蒸気供給 .....	58
地域熱供給事業など面的熱供給インフラへの熱供給 .....	59
農業施設への熱供給 .....	61
公共施設への熱供給 .....	62
【トピック】事例紹介：化学工場への高圧蒸気の供給（国外事例） .....	63
【トピック】事例紹介：熱の蓄熱輸送.....	63
4) 燃料化方策例.....	64
R D Fの有効利用 .....	64
【トピック】研究事例紹介：R D F施設とメタンガス発電とのコンバインド .....	66
5 - 2 . 複数施設での高度化.....	67
(1) 施設の集約・大規模化等による増強・高効率化.....	67
1) 概要.....	67
2) 施設の集約・大規模化等による方策例.....	68
広域化の推進.....	68
(2) 廃棄物発電のネットワーク化による増強・安定供給・有効利用促進.....	69
1) 概要.....	69
2) 廃棄物発電ネットワークによる方策例.....	70
民間事業者を介したネットワーク .....	71
地方公共団体が関与する地域エネルギー会社等を介したネットワーク .....	73
6 . 高度化方策導入の基本的手順 .....	75
(1) 施設整備時（新設）.....	75
(2) 施設改良時等.....	77
7 . 高度化方策導入に関わる支援制度 .....	78
(1) 施設・設備の整備又は改良に対する支援 .....	78
(2) 廃棄物エネルギーの有効利用に対する支援 .....	79
(3) 廃棄物エネルギーの利活用の検討・調査等への支援.....	80
〔参考〕関連する法制度等.....	81
(1) 電気事業法 .....	81
(2) 電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法.....	83
(3) 熱供給事業法.....	83
(4) その他関連する規制等 .....	84



## 1. 背景

### (1) 我が国における廃棄物エネルギー利活用の経緯

我が国の一般廃棄物処理施設におけるエネルギー回収と利活用の取組みは、時代の変化に応じて進展を重ね、今日に至っている。

我が国で最初の廃棄物発電施設とされる大阪市旧西淀工場は昭和40年の稼働だが、当時は環境衛生対策としての廃棄物処理から、高度経済成長に伴うごみ量増加への対応に迫られる時代であり、廃棄物処理政策は、増え続けるごみと生活衛生問題に対応するため、施設整備補助金を活用した施設整備に主眼が置かれ、高度経済成長に伴う公害問題の深刻化による環境規制強化への対応と併せて、全国的な施設整備が進められる時代が続いた。

その後、昭和から平成に入ってから、地球環境レベルの観点から持続可能性や地球温暖化の問題がクローズアップされ、徐々に資源循環やエネルギーに関心が向かっていった。これに伴い、ごみ焼却施設における余熱利用についても積極的に検討する機運が高まり、平成4年には「ごみ焼却余熱有効利用促進市町村等連絡協議会（余熱協）」が設立され、ごみ焼却余熱の有効利用に関する諸課題について、参加している市町村等を中心に研修や連携交流などの活動がスタートした。また、電力会社による廃棄物発電施設からの余剰電力買取メニューが整備されたことも廃棄物発電の推進に寄与した。

国の施策においては、廃棄物発電の実施を促進するため、平成7年度から、従来の施設内での消費分に加え近隣の公共施設への電力供給に係るものや電力会社への安定的な売電を行うための発電についても支援対象とするとともに、平成8年度以降に整備するごみ焼却施設のうち全連続式の施設については、極力全ての施設について発電設備、施設外熱供給設備等を整備することとされた。<sup>1</sup>

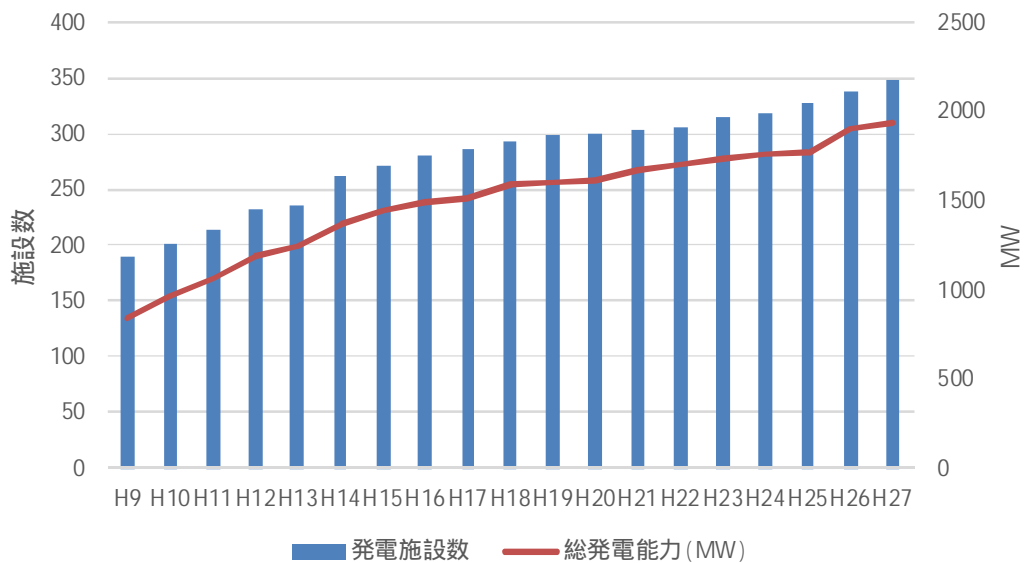
平成9年には、社会問題化したダイオキシン類問題への対応から、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という。）の改正により、焼却施設におけるダイオキシン類対策が法制化され、「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン」や「ごみ処理広域化計画」に関する通知等により、施設の集約・大規模化を目指す動きが加速し、全体として廃棄物発電が大きく拡大する方向に向かうこととなった。

そして、平成12年6月には、循環型社会形成推進基本法の施行（一部平成13年1月施行）により、3Rに次ぐ施策として熱回収が法的に位置づけられ、平成17年4月の循環型社会形成推進交付金の設立、平成21年3月の高効率ごみ発電施設整備マニュアル等により、高効率な廃棄物発電の導入加速が進められるとともに、民間施設においても平成22年の廃棄物処理法の改正により熱回収施設設置者認定制度がスタートした。

こうした施策の進展により、一般廃棄物の廃棄物発電施設（総発電能力843MW）は平成9年度に190施設（全施設の1割）であったが、平成21年度には300施設を超え、平成27年度時点では、348施設（全施設の3割）で総発電能力1,934MWにまで達している。

また、発電以外の熱利用についても、全施設の7割で熱利用が行われている。

<sup>1</sup> 循環型社会白書 平成13年版

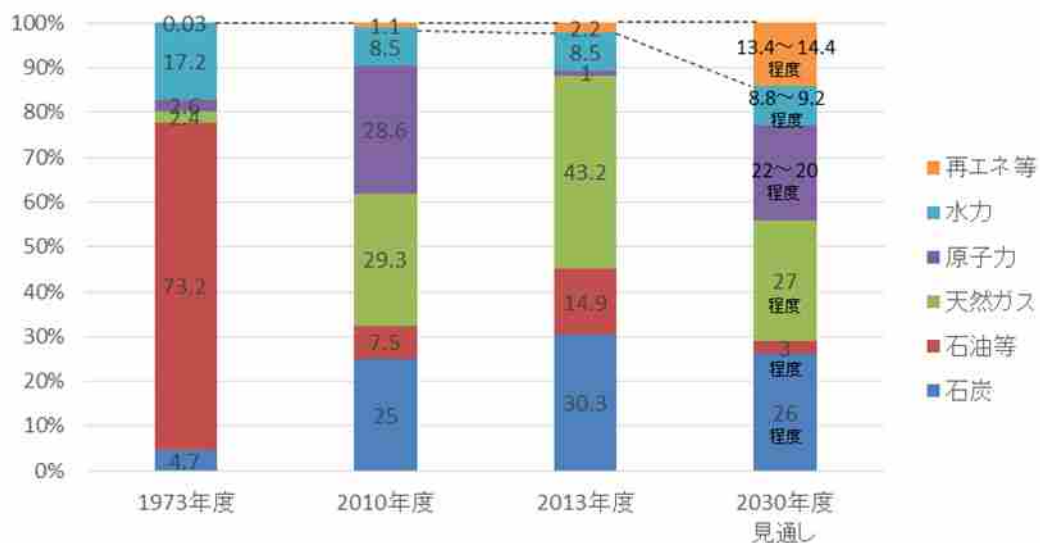


### 廃棄物発電施設数と総発電能力の推移 (平成9～27年度)

出典) 平成13年版循環型社会白書 (平成9年度)、日本の廃棄物処理 (平成10～27年度)

## (2) エネルギー事情の変化と改正電気事業法への対応

平成23年3月に発生した東日本大震災とこれに伴う福島第一原子力発電所の事故は、我が国の大規模集中型の電力システムの脆弱性を改めて認識する契機となり、原子力発電所の稼働停止に伴うエネルギー事情の変化につながった。その結果、電力の化石燃料への依存度は大きく拡大し、平成25年度時点で、全体の88%を占めるに至っている。今後の国の長期エネルギー見通しでは、電源構成における水力発電を含む再生可能エネルギー由来の電力量を2030年度には22～24%程度にする とされ、再生可能エネルギーによる電源の確保に向けた取組の強化が求められている。

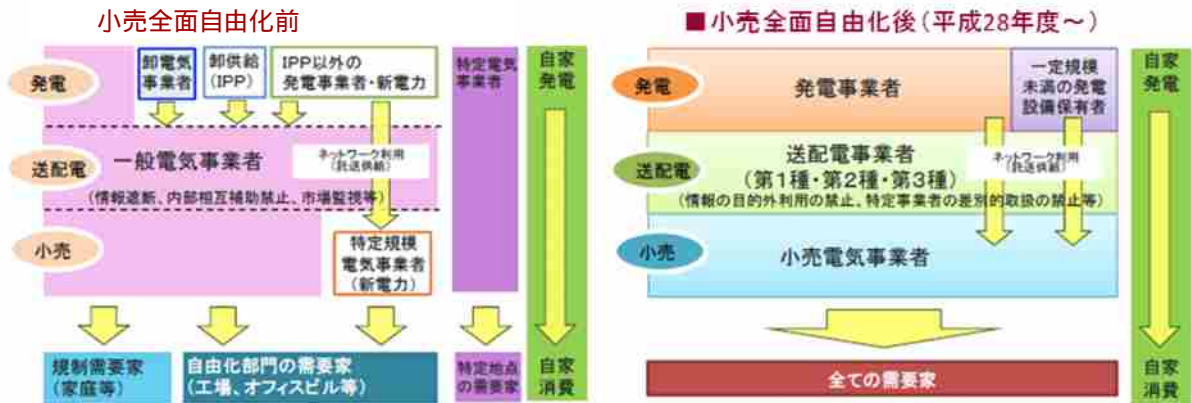


### 我が国の電源構成の推移と見通し

出典) エネルギー白書 2016、長期エネルギー需給見通し (平成27年7月 経済産業省) から作成



また、平成 28 年 4 月からの改正電気事業法による小売全面自由化によって、電力事業の類型が見直しされ、システムを利用して送電を行う施設は、ごみ焼却施設であっても“発電所”として取扱われ、原則として計画した送電量に沿った発電・送電を行う計画値同時同量制度の対象となるとともに、一定の要件を満たした場合には法令上の「発電事業者」と位置付けられる。



### 改正電気事業法による電力事業類型の見直し

出典) 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 電力システム改革小委員会 制度設計ワーキンググループ (平成 25 年 9 月 19 日) 資料

廃棄物発電は、バイオマス分を多く含む低炭素なエネルギーであり、今後の我が国の電源構成において重要な役割を占める一方、これまで廃棄物焼却処理の余熱利用として位置付けられ、いわゆる“出たなり”の送電であったことから、改正電気事業法に伴う計画値同時同量制度等へ対応していく必要がある。

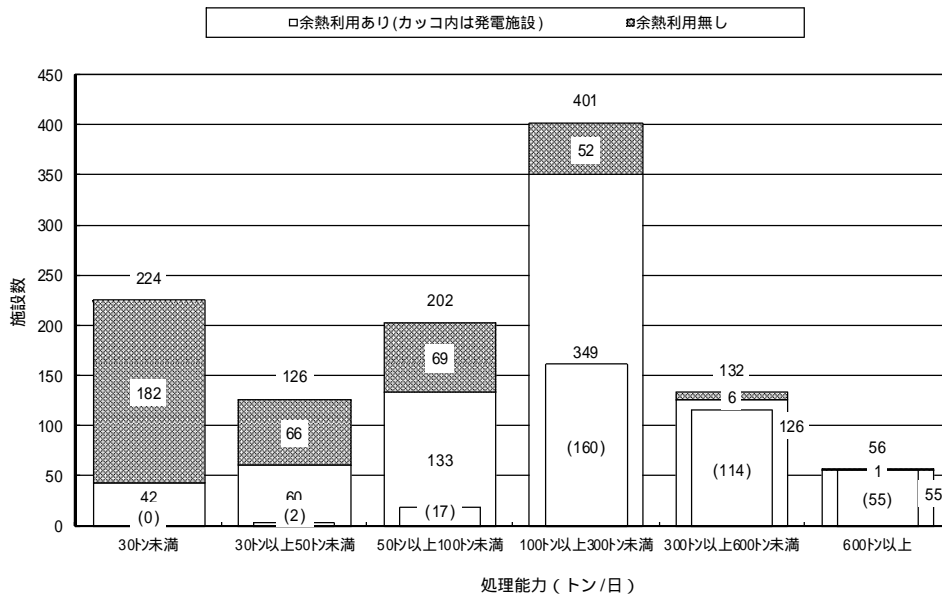
こういった情勢の変化を踏まえて、地域の中核的かつ低炭素な地産エネルギーである廃棄物エネルギーをより主体的、積極的に管理し、利用していくことが求められる。

## 2 . 廃棄物エネルギー利用の現状

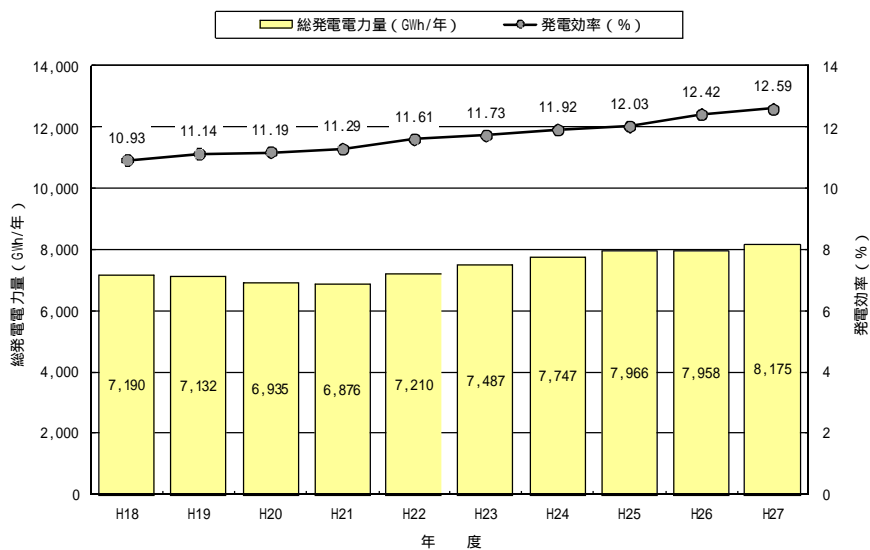
### ( 1 ) エネルギー回収の状況

平成 27 年度時点のごみ焼却施設における発電施設数は 348 施設、総発電能力は 1,934MW であり、総発電電力量は 8,175GWh/年となっている。施設規模別で見ると、処理能力 100～300t/日で 40%、300～600t/日で 86%、600t/日以上で 98%の施設が発電を行っている。

発電効率については、平成 27 年度時点で 12.59%となっており、今後さらに高効率化を図っていく必要がある。



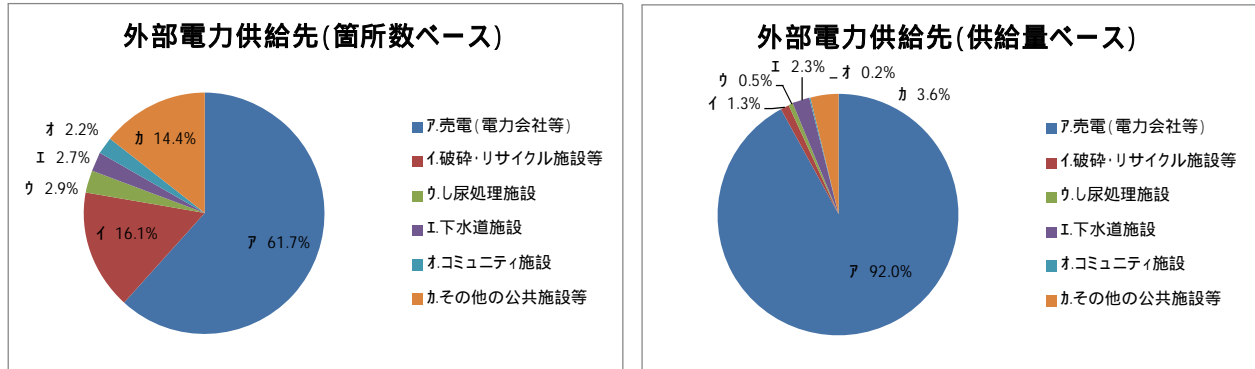
ごみ焼却施設の処理能力別の余熱利用状況 (平成 27 年度実績)  
出典) 日本の廃棄物処理 平成 27 年度版



ごみ焼却施設の発電効率の推移  
出典) 日本の廃棄物処理 平成 27 年度版

## (2) エネルギー利用（電力）の状況

これらの発電電力の利活用先について、全国の焼却施設にアンケート調査を行ったところ、下図のとおりであった。（平成 27 年 10～11 月実施。対象：全国市町村の焼却施設・燃料化施設 1,267 施設。回答率 72.5%）



外部電力供給先の内訳  
出典) 平成 27 年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書より

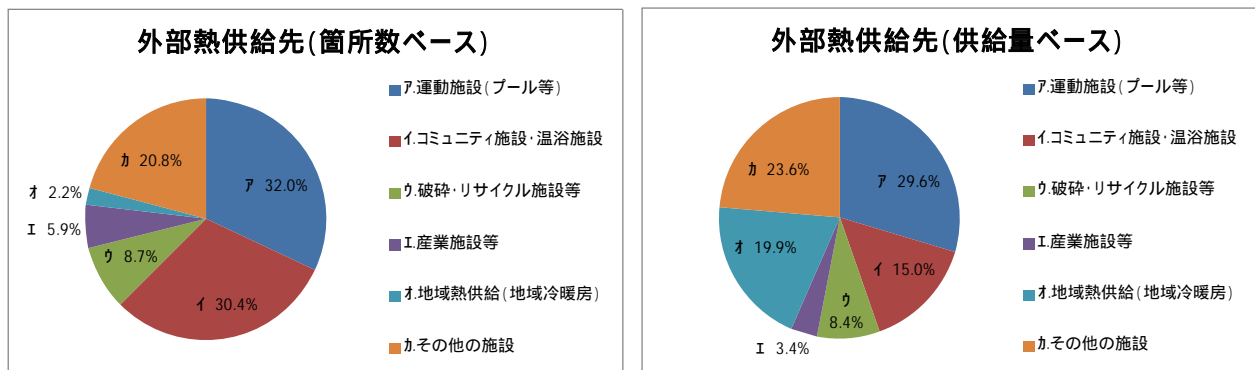
外部電力供給量の 9 割は電力会社等への売電となっている。供給先箇所数としては、電力会社等への売電に次いで、破碎・リサイクル施設、その他の公共施設への供給割合が比較的多い。

電力会社等への売電がほとんどを占める状況は、FIT 制度の影響により、廃棄物発電の売電単価の上昇が背景にあると考えられるが、自営線を引いて特定の供給先に供給する場合もあるほか、また、システムを利用しつつも、供給先を特定した電力供給（託送による電力地産地消）に取り組む自治体も出てきている。

## (3) エネルギー利用（熱）の状況

平成 27 年度時点のごみ焼却施設で、発電以外の熱利用を行っている施設も含めた熱利用施設は 765 施設となっている。施設規模別でみると前掲図（4 頁参照）のとおりであり、ごみ処理能力 100～300t/日で 87%、300～600t/日で 95%、600t/日以上で 98%の施設が熱利用を行っている。

これらの発電以外の熱利用先について、全国の焼却施設にアンケート調査（前掲）を実施した結果は、次図のとおりであった。



外部熱供給先の内訳（左：箇所数割合、右：供給量割合）  
出典) 平成 27 年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書より

外部熱供給箇所数の7割を、運動施設（プール等）、温浴施設、コミュニティ施設等の住民還元型施設が占めており、供給量でも全体の5割弱を占めている。なお、供給先箇所数で2%の地域熱供給が、供給量では全体の2割を占めており、1箇所当たりの供給熱量が大きいことがうかがえる。その他の供給先としては破碎・リサイクル施設等への供給割合が箇所数、供給量ともに1割程度と比較的高い。

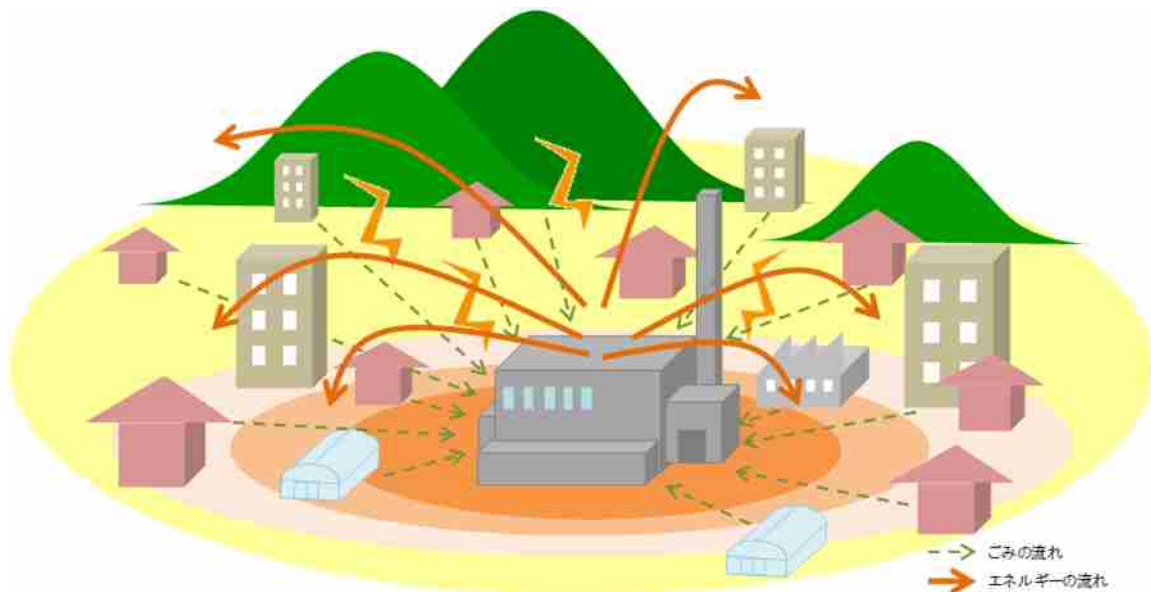
ごみ焼却施設からの熱利用は、利用先との距離によって効率やコストに制約があり、アンケート調査では、外部熱供給を行っている施設の98%が、同一敷地内、隣接地又は周囲1km程度の範囲内での熱供給であった。熱供給先の利用媒体は、温水・給湯での利用箇所が8割を占め、冷暖房と蒸気を直接利用する箇所が各々1割弱であり、供給時に温水、高温水、又は蒸気で供給したものが、利用先の用途に合わせて熱交換等を行ったうえで利用されている。

### 3 . 今後の廃棄物エネルギー利用の方向性

平成 28 年 1 月 21 日に変更された廃棄物処理法に基づく「廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針」では、廃棄物エネルギー利用を促進する観点から目標値が設定されるとともに、エネルギー源としての廃棄物の有効利用、廃棄物エネルギーの地域での利活用促進、廃棄物焼却施設で回収したエネルギーの地域への還元等の取り組みを進めることとされた。

ごみ焼却施設は、ごみを適正に処理する“廃棄物処理施設”としての役割を第一義に担っているが、市町村が自ら整備する“地域のエネルギー拠点”としての性格もあわせもっており、ごみという地域の静脈資源から回収したエネルギーを地域で積極的に利活用し、地域活性化等につなげていくことが期待される。

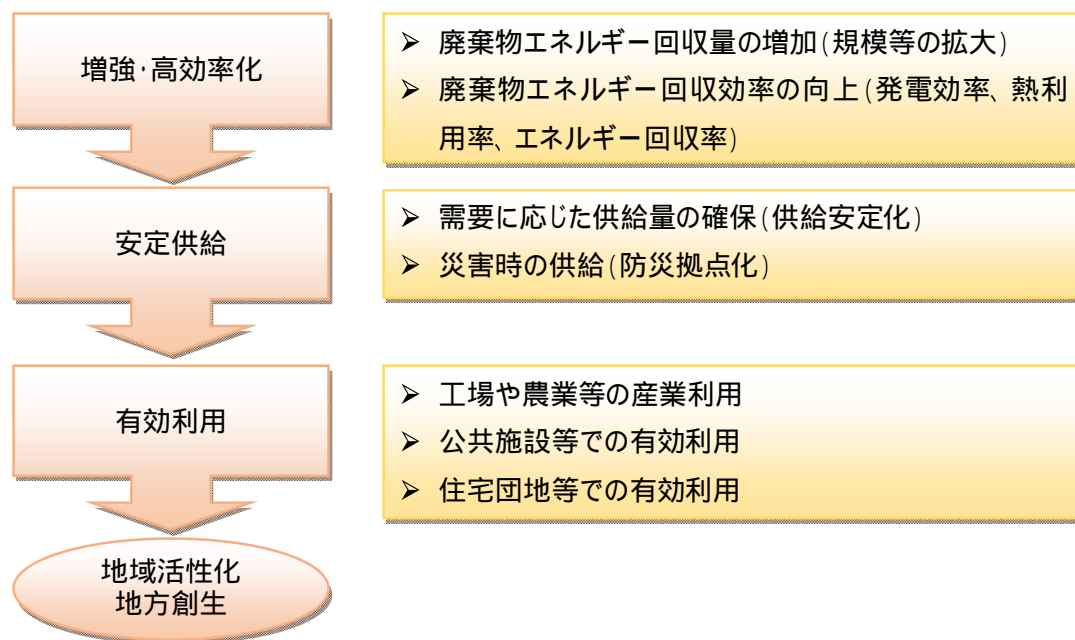
ごみ焼却施設は、焼却にともない得られた電力や熱を、積極的に活用し地域の活性化・低炭素化を図ることが求められるなど、今後は 3R の原則のもとで焼却処理する廃棄物から可能な限り高効率にエネルギーを回収するとともに、回収したエネルギーを利用先へ効率的かつ安定的に供給し、有効に活用するという、廃棄物エネルギー利活用の「高度化」という観点から、今後の廃棄物処理施設の整備・改良・エネルギー利用を考えていくことが必要である。



地域のエネルギー拠点としてのごみ焼却施設（イメージ）

## 4 .「高度化」の基本的考え方

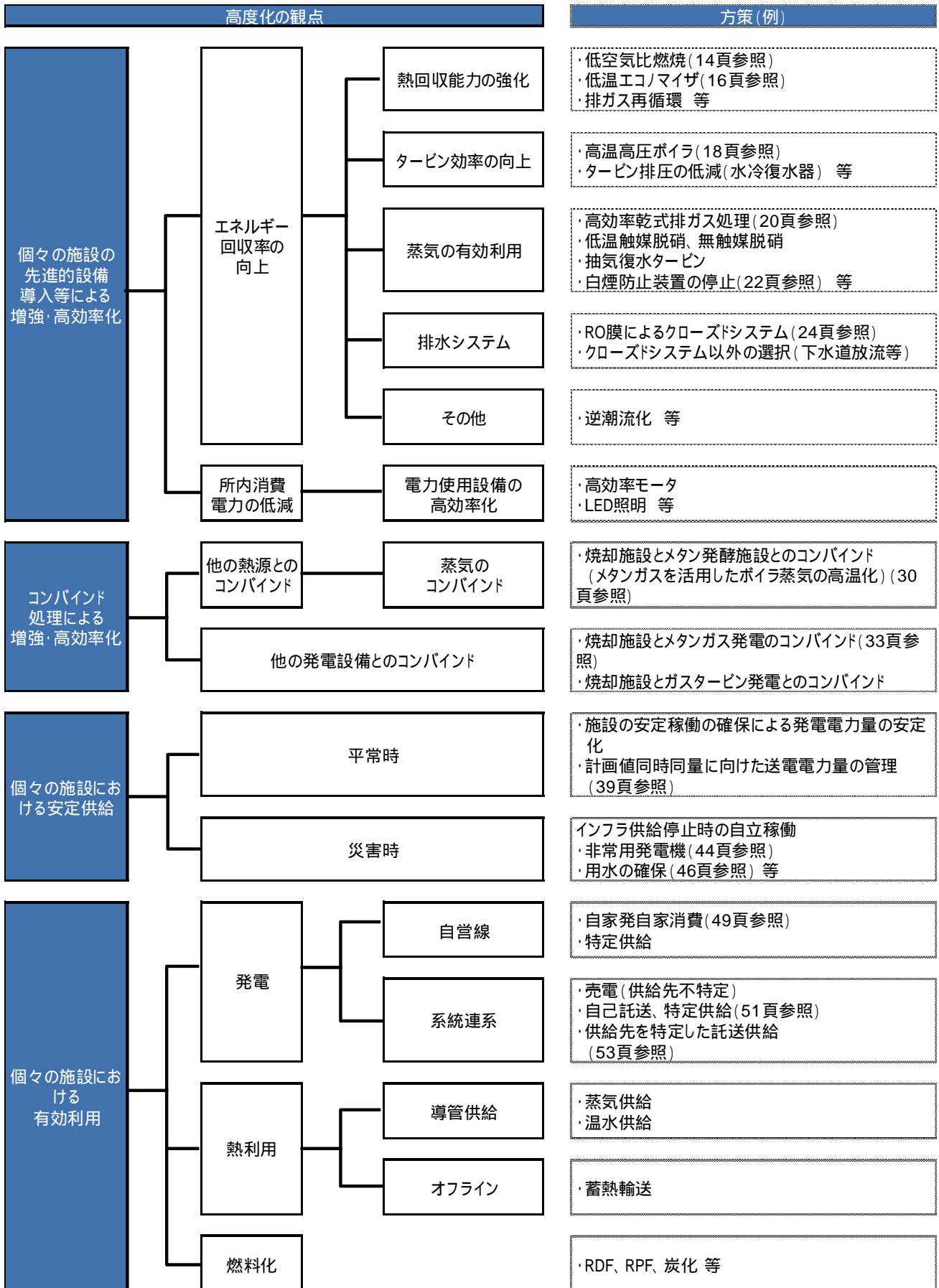
本マニュアルでいう廃棄物エネルギー利用の「高度化」とは、  
廃棄物の持つエネルギーを最大限に回収し（増強・高効率化）  
需要先に、より安定的に供給することにより（安定供給）  
地域の実情に応じた有効利用を図ること（有効利用）  
と定義される。



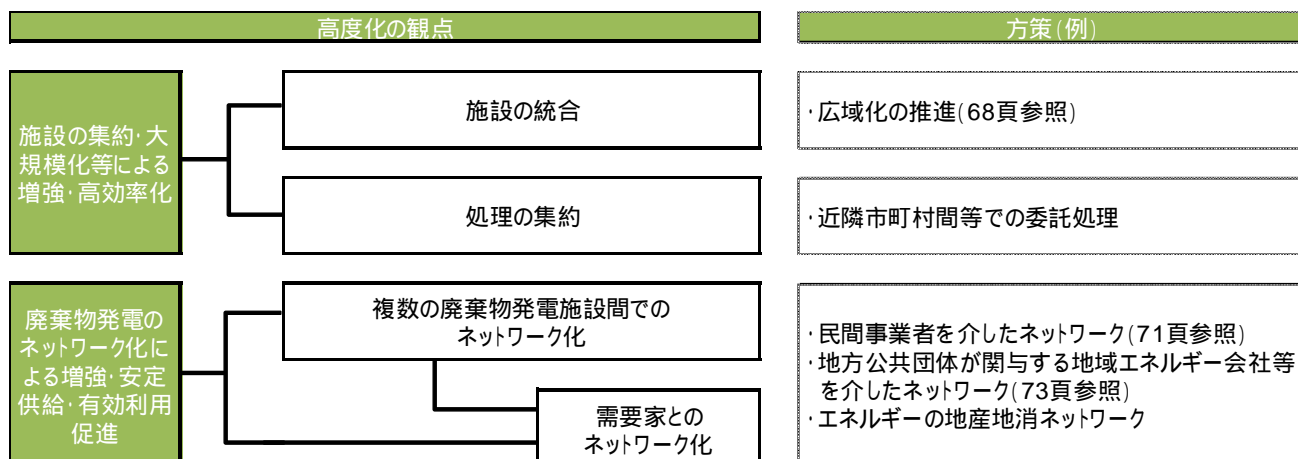
### 廃棄物エネルギー利用の高度化

高度化のための個々の方策は、次図のように整理される。

## 廃棄物エネルギー利用の高度化方策（個々の施設の高度化）

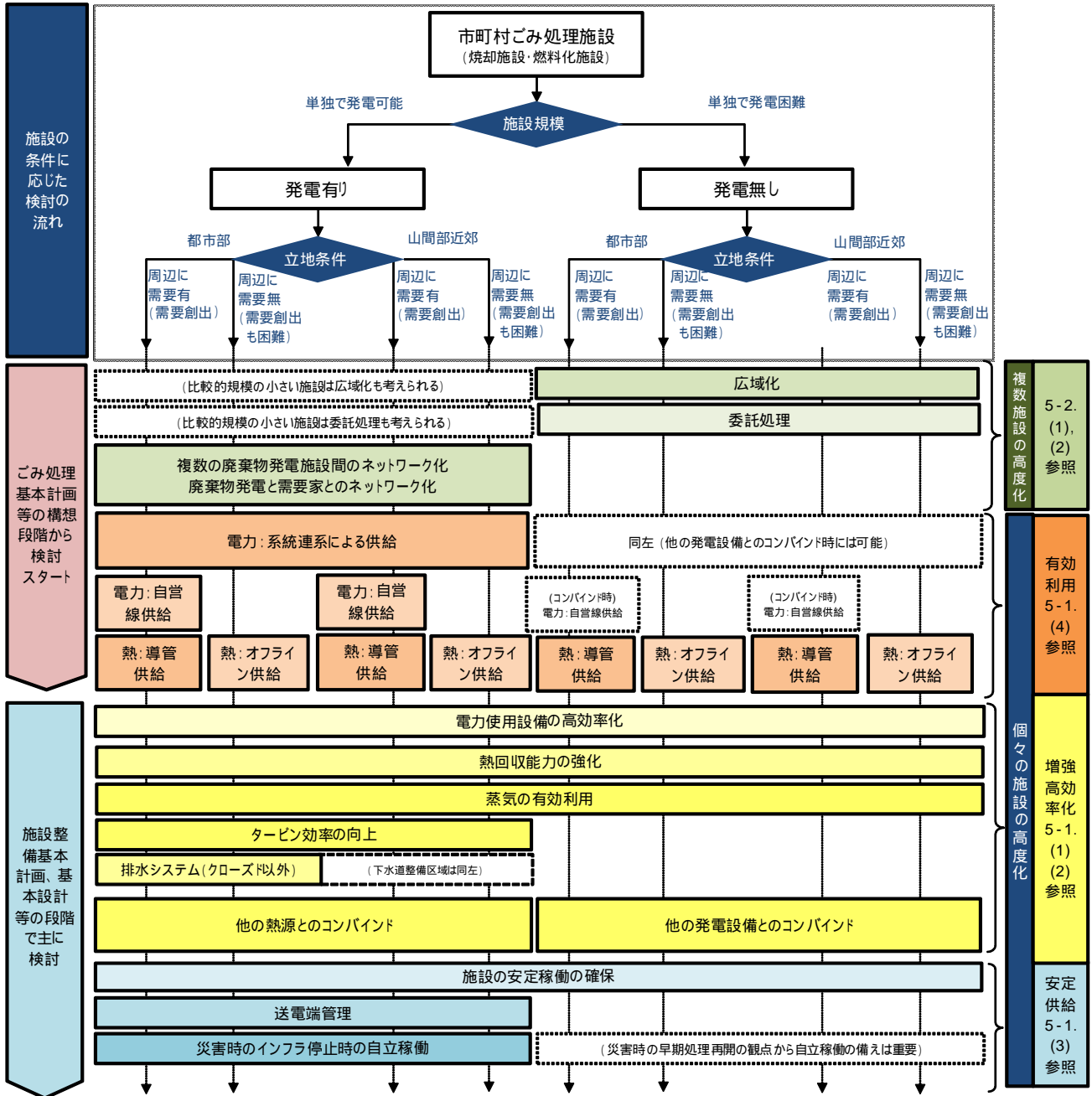


## 廃棄物エネルギー利用の高度化方策（複数施設の高度化）





高度化の選択肢は、各々の市町村のごみ焼却施設が置かれた実状や条件に応じて選択することが重要である。下図に、市町村ごみ処理施設の条件に応じた高度化方策の検討の目安を示す。



廃棄物エネルギー利用の高度化方策の選択の考え方（例）

## 5 . 高度化方策のメニュー

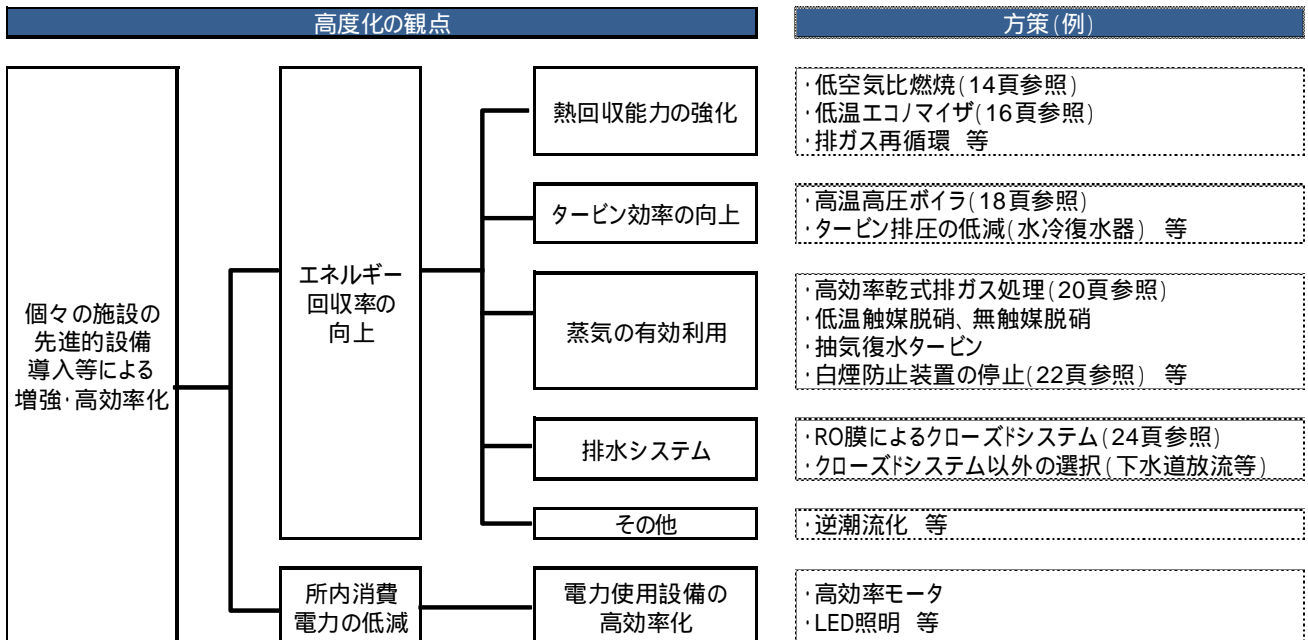
### 5 - 1 . 個々の施設での高度化

#### ( 1 ) 先進的設備導入等による増強・高効率化

##### 1 ) 概要

個々の施設への先進的設備導入等により、発電効率の高効率化による発電電力量の増強や、送電端での送電電力量の増強を図るものである。

発電電力量の増強方策の選択肢としては、焼却排熱を蒸気として回収する量を増強する方策(低空気比燃焼、低温エコノマイザ等によるボイラ効率の向上)や、回収した蒸気から効率的に発電を行う方策(高温高圧ボイラ等によるタービン効率の向上)がある。また、送電端電力量については、所内消費設備の高効率化により所内消費量を抑制する方策がある。



個々の施設の先進的設備導入等による増強・高効率化

## 2) 増強・高効率化方策例

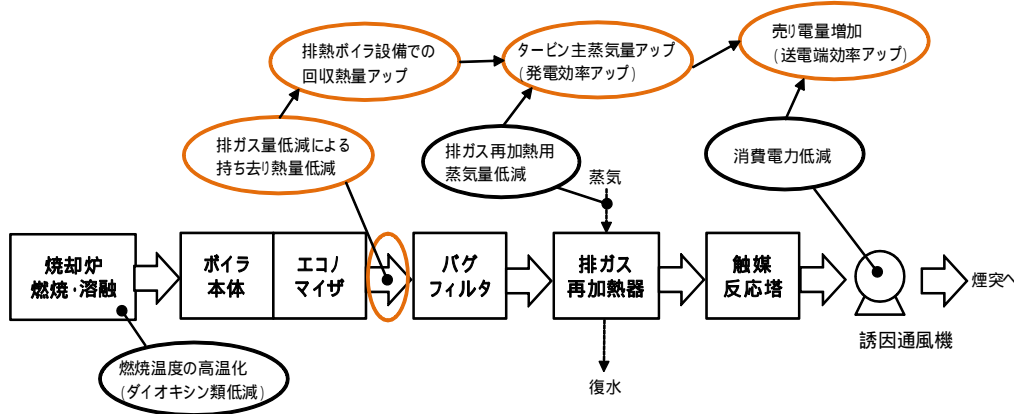
増強・高度化方策を導入した施設での実績をもとに、各方策の導入効果等を検証した内容を以下に示す。

増強・高効率化方策	技術概要	該当頁
低空気比燃焼	燃焼炉等に供給する燃焼空気を低減し、排ガス量を減らすことにより、ボイラでの回収熱量、タービン主蒸気量、送電端効率等が向上する。	14 頁
低温エコノマイザ	エコノマイザの伝熱面積を大きくすることにより、ボイラ出口の燃焼排ガスをより低温まで冷却し、ボイラでの回収熱量を増強する。	16 頁
高温高圧ボイラ	ボイラの主蒸気条件を高温化および高圧化し、タービンでの熱落差を大きく取ることで、発電効率を向上させる。	18 頁
高効率乾式排ガス処理	苛性ソーダによる湿式処理に代えて、反応効率の高い消石灰やナトリウム系薬剤等の高効率脱塩薬剤による乾式処理とすることにより、排ガス再加熱用蒸気使用量を削減し、発電用に供することで発電効率の向上を図る。	20 頁
白煙防止装置の停止	白煙防止装置の運用を停止し、白煙防止空気加熱用に利用されていた蒸気を発電に利用することで発電効率の向上を図る。	22 頁
RO膜による排水処理	排水クローズドシステムにおいて RO 膜による排水処理により、減温塔で蒸発させる排水を減らすことが可能。これによりエコノマイザ出口温度を低く(200 )することができ、ボイラでの回収熱量を向上させる。	24 頁

## 低空気比燃焼

### 技術概要

焼却炉等に供給する燃焼空気を低減し排ガス量を減らすことにより、エコマイザ出口からの持ち去り熱量を低減し、ボイラでの回収熱量を向上させるものである。また、同様に排ガス再加熱器に必要な蒸気量が低減されることに伴い、タービン主蒸気量が向上する。さらに、誘引通風機等消費電力の低減により、送電端効率の向上も可能である。



### 低空気比燃焼による効果

(以上、高効率ごみ発電施設整備マニュアルより)

### 導入効果 (先行事例等)

#### < A 衛生組合における導入事例 > 方策導入の概要

A 衛生組合では、新施設の整備にあたって、低空気比燃焼を導入し、排ガス量の削減による持ち去り熱量の低減を図ることにより、ボイラ回収熱量の向上を図った。従来レベルを想定した燃焼空気比と、新施設における燃焼空気比との比較は下表のとおりである。

#### 従来レベルと新設炉の燃焼空気比の相違

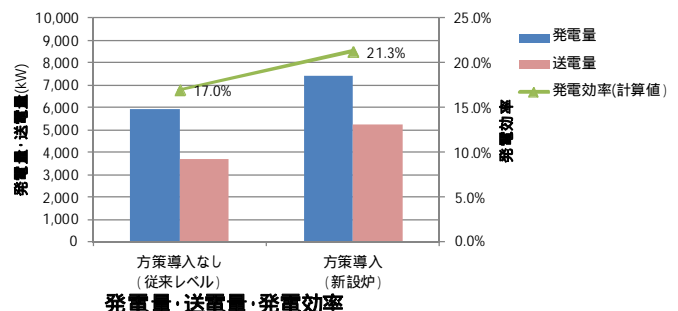
項目	方策導入なし (従来レベル)	方策導入 (新設炉)
燃焼空気比	1.6	1.3

その他発電増強方策：低温触媒脱硝（210℃→175℃）、高効率乾式排ガス処理、白煙防止装置の稼働なし、公共下水道へ放流（排水クローズドなし）とすることにより高効率発電を達成  
 その他送電増強方策（省エネ対策等）：照明の人のセンサー化、一部 LED 化、高効率モータ採用  
 従来レベルと新設炉との設備仕様の詳細は H26 高度化報告書\*を参照。

また A 衛生組合では、低空気比燃焼と併せて低温触媒脱硝、高効率乾式排ガス処理等の導入を図っており、これらにより高効率発電を達成している。

#### 発電量・送電量・発電効率

方策導入なし（従来レベル）に比べて、方策を導入した新設炉では、発電量は約 25% 増えて 7,440kW、送電量は約 43% 増えて 5,290kW、発電効率は約 4% 上昇して 21.3% となった。



\*：環境省「平成 26 年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書」、以下「H26 高度化報告書」という。

## 改造に伴う経済性評価

発電増強方策に伴う費用(工事費、維持管理費増(20年間))、増強方策によって得られる20年間の収入増(売電収入増、買電経費減)から、20年間で2.6億円の経済効果が試算された。

### 経済性評価

項目	単位	
改造に伴う費用	工事費(A)	億円
	維持管理費増(20年間)(B)	億円
改造によって得られる収入増	売電収入増(20年間)(C)	億円
	買電経費減(20年間)(D)	億円
経済的負担増減額(20年間) (A) + (B) - ((C) + (D))	億円	-2.60
投資回収年数 (A) ÷ ((C) + (D)) / 20 - (B) / 20		5.56

## CO<sub>2</sub>削減効果

発電による削減を含めた年間CO<sub>2</sub>排出量は、方策導入なし(従来レベル) - 16,112t-CO<sub>2</sub>/年に対し、方策を導入した新設炉では - 22,034t-CO<sub>2</sub>/年と計算された。

### CO<sub>2</sub>削減効果

前提条件

項目	実績平均値		
	方策導入なし (従来レベル)	方策導入(新設炉) (引渡性能試験時)	
年間稼働日数(24h/日運転)(A)	280		日
1日当たりのごみ焼却量(B)	288		t/日
1日当たりの消費電力量(C)	38,400	36,000	kWh/日
立上げ下げ時の燃料使用量 (年間、4回×2炉)(D)	48.0		kL/年
1日当たりの発電電力量(E)	142,848	178,560	kWh/日

(F) 施設の定格ごみ焼却量 288t/日

(G) 電力のCO<sub>2</sub>排出係数 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh

(H) 燃料のCO<sub>2</sub>排出係数(灯油) 2.489t-CO<sub>2</sub>/kL

試算結果

年間CO <sub>2</sub> 排出量 (C) × (G) ÷ (B) × (F) × (A) + (D) × (H)	6,087... (x)	5,714	t-CO <sub>2</sub> /年
年間CO <sub>2</sub> 排出量 ((C) × (G) - (E) × (G)) ÷ (B) × (F) × (A) + (D) × (H)	-16,112... (y)	-22,034... (z)	t-CO <sub>2</sub> /年

方策導入に伴うCO <sub>2</sub> 削減率 ((y) - (z)) ÷ (x) × 100	97.3%
---	-------

年間CO<sub>2</sub>排出量 は、1年間の焼却炉運転と立上げ下げを含めた電力消費、補助燃料使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量  
年間CO<sub>2</sub>排出量 は、 の排出量に加えて、発電に伴う1年間のCO<sub>2</sub>削減量を含めたCO<sub>2</sub>排出量

CO<sub>2</sub>削減量の算出方法は、「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省、平成22年3月)に基づく  
詳細な試算方法は「H26高度化報告書」参照

(以上、H26高度化報告書より)

## 導入にあたっての留意点

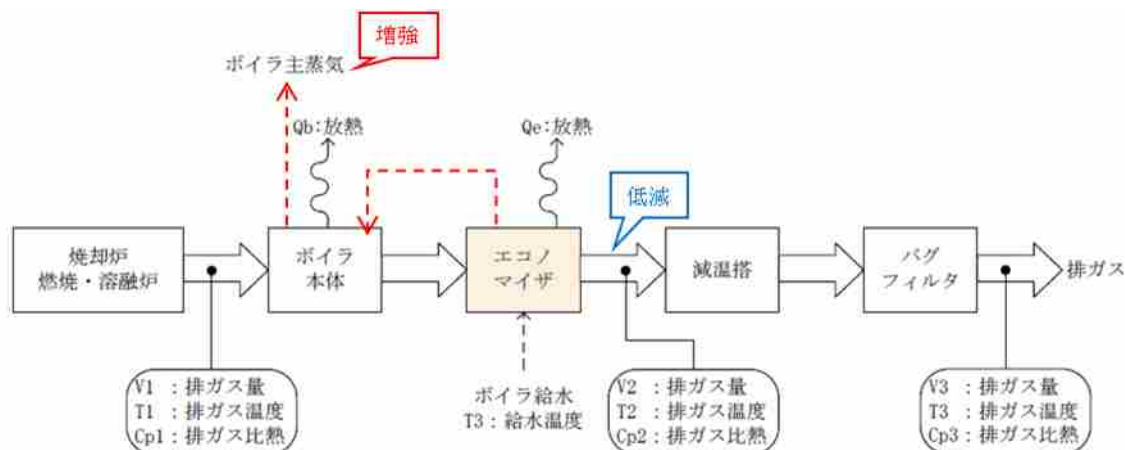
- ・低空気比燃焼することにより燃焼温度が高温化するため火格子、耐火材、ボイラ伝熱管等への熱負荷が高くなることに留意する必要がある。高温燃焼に対応するため、炉体をボイラ水冷壁構造とし冷却能力を増強するなどの対策が取られるとともに、水冷火格子や耐火材が採用されている。
- ・燃焼空気量が減ることにより排ガスの混合促進が阻害され、燃焼が乱れやすくなるため、排ガス循環システムや高温空気燃焼システムなどを採用する事例もある。

## 低温エコノマイザ

### 技術概要

エコノマイザは、ボイラ本体の下流に位置し、ボイラ出口の燃焼排ガスの余熱を利用してボイラ給水を加熱させる機能をもつ。低温エコノマイザとは伝熱面積を大きくしてより低温まで排ガスを冷却し、ボイラ設備から出ていく排ガスの持出し熱量( = 下図中  $V2 \times Cp2 \times T2$  )を低減することで、ボイラでの回収熱量( =  $Q$  )を増強するものである。

従来の施設では、エコノマイザ出口の排ガス温度の設計値として、220～250 程度を採用する例が多かったが、最近では積極的な熱回収を図る観点から 200 以下まで冷却・熱回収される事例も見られる。



ボイラ設備まわりの概略フロー

(以上、高効率ごみ発電施設整備マニュアルより)

### 導入効果 (先行事例等)

#### < B市における導入事例 >

#### 方策導入の概要

B市では、2段エコノマイザの採用によりボイラ出口温度の低温化を行った。これにより、ボイラでの回収熱量が増強され、タービンでの発電効率の向上につながっている。従来レベルを想定したボイラ出口温度と、新施設におけるボイラ出口温度との比較は下表のとおりである。

#### 従来レベルと新設炉の仕様の相違

項目		単位	方策導入なし (従来レベル)	方策導入 (新設炉)
ボイラ設備	出口排ガス温度	( )	250	200

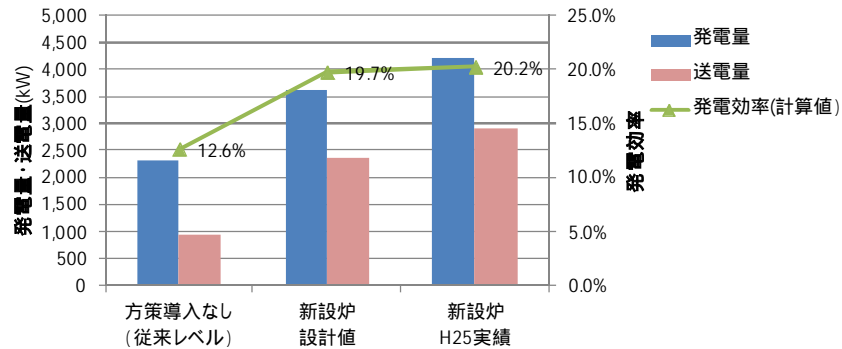
その他発電増強方策：炉下シュートのボイラ化、低空気比燃焼、白煙防止装置の未設置

その他送電増強方策(省エネ対策等)：主要機器のインバータ化、人感センサーによる一部照明の入切、減光  
従来レベルと新設炉の仕様の詳細は H26 高度化報告書を参照。

また B市では、2段エコノマイザと併せて炉下シュートのボイラ化、低空気比燃焼、排低温触媒脱硝、白煙防止なし、高温高压ボイラ(4MPa×400 )及び抽気復水タービンの採用を図っており、これにより高効率発電(20%超)を達成している。

## 発電量・送電量・発電効率

方策導入なし（従来レベル）（3MPa×300、抽気復水タービン）に比べて、方策を導入した新設炉（設計値）では、発電量は約57%増えて3,600kW、送電量は約2.5倍の2,350kW、発電効率は約7%上昇して19.7%となった。実績では設計値よりも多くの発電量、送電量を達成している。



発電量・送電量・発電効率

## CO<sub>2</sub>削減効果

新設炉の発電による削減を含めた年間CO<sub>2</sub>排出量は -18,674t-CO<sub>2</sub>/年と計算された。

### CO<sub>2</sub>削減効果

#### 前提条件

項目	実績平均値	
	新設炉 (引渡性能試験時)	
年間稼働日数(24h/日運転)(A)	280	日
1日当たりのごみ焼却量(B)	190	t/日
1日当たりの消費電力量(C)	28,800	kWh/日
立上げ下げ時の燃料使用量 (年間、4回×2炉)(D)	32.0	kL/年
1日当たりの発電電力量(E)	100,800	kWh/日
1日当たりの熱利用量(F)	7.692	GJ/日

(G)施設の定格ごみ焼却量 315t/日

(H)電力のCO<sub>2</sub>排出係数 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh

(I)燃料のCO<sub>2</sub>排出係数(灯油) 2.489t-CO<sub>2</sub>/kL

(J)熱利用CO<sub>2</sub>排出係数 0.057t-CO<sub>2</sub>/GJ

#### 試算結果

年間CO <sub>2</sub> 排出量 $\frac{((C) \times (H) - (E) \times (H) - (F) \times (J)) \div (B) \times (G) \times (A) + (D) \times (I)}$	-18,674 t-CO <sub>2</sub> /年
--	------------------------------

年間CO<sub>2</sub>排出量は、1年間の焼却炉運転と立上げ下げを含めた電力消費、補助燃料使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量に加えて、発電に伴う1年間のCO<sub>2</sub>削減量を含めたCO<sub>2</sub>排出量

CO<sub>2</sub>削減量の算出方法は、「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省、平成22年3月)に基づく詳細な試算方法は「H26高度化報告書」参照

(以上、H26高度化報告書より)

## 導入にあたっての留意点

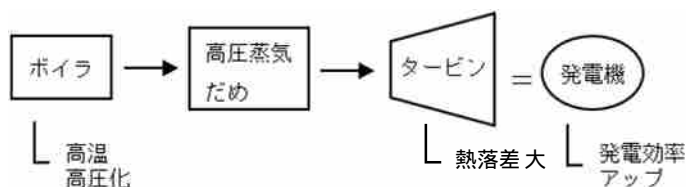
- ・プラント排水の場外放流が可能であれば、減温塔での蒸発量を少なくすることができるため、さらにエコマイザ出口温度を下げる事が可能。
- ・低温域の排ガス中における低温腐食リスクに対応するため、排ガス温度と給水温度の適正化を図り、エコマイザ伝熱管の材質選定にも留意する必要がある。

## 高温高压ボイラ

### 技術概要

ボイラの主蒸気条件を高压化および高温化し、タービン内部効率を大きく取ることで、発電効率を向上させる方法である。ボイラを高温高压化することによりタービンでの熱落差が大きくとれる。高効率ごみ発電施設整備マニュアル(平成21年3月、平成22年3月改訂、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課)、以下「マニュアル」によると、ボイラ主蒸気条件を3MPa×300 から4MPa×400 に高温高压化することで発電効率は1.5%~2.5%向上することが期待できるとされている。

2000年以前に建設された施設では、水管に付着する灰の溶融等に起因する過熱器の高温腐食を避けるため、蒸気条件を圧力3MPa以下、温度300以下で設計されることがほとんどであった。しかし、2000年以降は、ボイラ構造の最適化や高温高压ボイラ用過熱器材料の開発により、圧力4MPa、温度400クラスの蒸気条件を採用する例が増加している。



### 導入効果 (先行事例等)

#### < C市における事例 >

#### 方策導入の概要

C市では、施設の改造にあたって高温高压ボイラを導入した。これにより、タービンでの内部落差を大きくし、発電効率の向上を図っている。改造前のボイラ蒸気条件と、改造後におけるボイラ蒸気条件との比較は下表のとおりである。

改造前後のボイラ蒸気条件の相違

項目		単位	改造前	改造後
ボイラ設備	蒸気条件(圧力)	(MPa)	2.7	4
	蒸気条件(温度)	( )	300	400

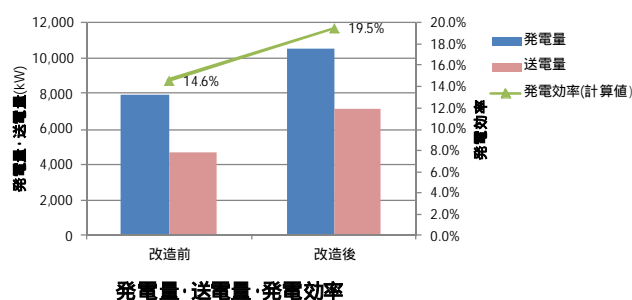
その他特徴：第一工場の蒸気配管と連結し、蒸気供給の冗長性を確保している

その他送電量増強方策(省エネ対策等)：外灯のLED化、炉室照明の人感センサー化 導入前後の設備仕様の詳細は、H26高度化報告書を参照。

また同施設では、改造前は平日昼間を中心にガスタービン発電機を運転しスーパーごみ発電を行っていたが、改造後はピークカット用として利用することとした。

#### 発電量・送電量・発電効率

高温高压ボイラの導入等による改造前後の発電量等の向上効果を検討するため、改造前(夜間・休日等のスーパーごみ発電なしの時)と改造後を比較したところ、発電量は約34%増えて10,600kW、送電量は約50%増えて7,000kW、発電効率は約5ポイント上昇して19.5%(実績ベース)となった。





## 経済性評価

改造に伴う費用(工事費、維持管理費増(20年間))、改造によって得られる20年間の収入増(売電収入増、買電経費減)から、20年間で2.25億円の経済的効果が試算された。

### 経済性評価

項目	単位	
改造に伴う費用	工事費(A)	億円 78.75
	維持管理費増(20年間)(B)	億円 0
改造によって得られる収入増	売電収入増(20年間)(C)	億円 82
	買電経費減(20年間)(D)	億円 -1
経済的負担増減額(20年間) ((A) + (B)) - ((C) + (D))		億円 -2.25
投資回収年数 (A) ÷ ((C) + (D)) / 20 - (B) / 20		19.44

## CO<sub>2</sub>削減効果

発電による削減を含めた年間CO<sub>2</sub>排出量は、改造前は-26,106t-CO<sub>2</sub>/年に対して、改造後は-31,962t-CO<sub>2</sub>/年と計算された。

### CO<sub>2</sub>削減効果

前提条件

項目	実績平均値		
	改造前	改造後 (引渡性能試験時)	
年間稼働日数(24h/日運転)(A)	280		日
施設の定格ごみ焼却量(B)	460		t/日
1日当たりのごみ焼却量(C)	451	474	t/日
1日当たりの消費電力量(D)	54,816	51,940	kWh/日
立上げ下げ時の燃料使用量 (年間、4回×2炉)(E)	70,160		Nm <sup>3</sup> /年
ガスタービン・バーナに係る1日 当たりの燃料使用量(F)	16,394	674	Nm <sup>3</sup> /日
1日当たりの発電電力量(G)	282,065	263,309	kWh/日
1日当たりの熱利用量(H)	42	42	GJ/日

(I) 電力のCO<sub>2</sub>排出係数 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh

(J) 燃料のCO<sub>2</sub>排出係数(天然ガス) 0.00223t-CO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>

(K) 熱利用CO<sub>2</sub>排出係数 0.057t-CO<sub>2</sub>/GJ

試算結果

年間CO <sub>2</sub> 排出量 ((D) × (I) + (F) × (J)) ÷ (C) × (B) × (A) + (E) × (J)	19,286...(x)	8,398	t-CO <sub>2</sub> /年
年間CO <sub>2</sub> 排出量 ((D) × (I) + (F) × (J)) - (G) × (I) - (H) × (K) ÷ (C) × (B) × (A) + (E) × (J)	-26,106...(y)	-31,962...(z)	t-CO <sub>2</sub> /年

改造に伴うCO <sub>2</sub> 削減率 ((y) - (z)) ÷ (x) × 100	30.4%
---	-------

年間CO<sub>2</sub>排出量は、1年間の焼却炉運転と立上げ下げを含めた電力消費、補助燃料使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量  
年間CO<sub>2</sub>排出量は、の排出量に加えて、発電に伴う1年間のCO<sub>2</sub>削減量を含めたCO<sub>2</sub>排出量

CO<sub>2</sub>削減量の算出方法は、「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省、平成22年3月)に基づく  
詳細な試算方法は「H26高度化報告書」参照

(以上、H26年度高度化報告書、及びC市クリーンセンター基幹改良事業調査業務報告書より)

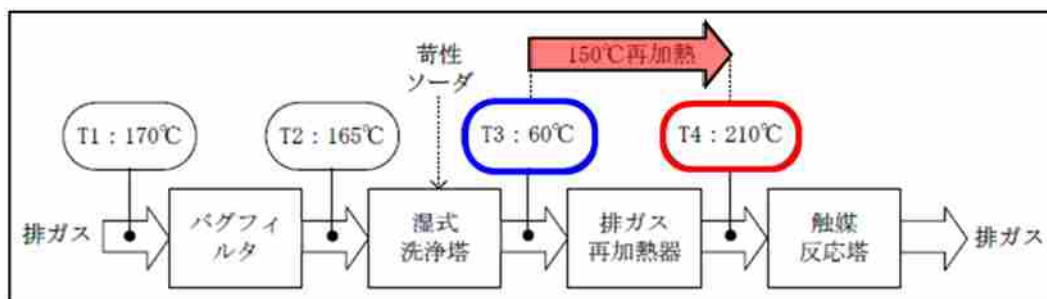
## 導入にあたっての留意点

- ・3MPa×300クラスのボイラでは過熱器を長期使用できるが、4MPa×400クラスでは、一定期間の使用で過熱器の交換が必要になるため、過熱器交換コストと発電効率向上効果を総合的に勘案して、蒸気条件等を決定することが望ましい(高効率ごみ発電施設整備マニュアルP31～P32)。
- ・ボイラを高温高圧化するためには、伝熱面積を大きくする必要があり、ボイラの設置場所の確保や基礎荷重の強度確保が必要となる。

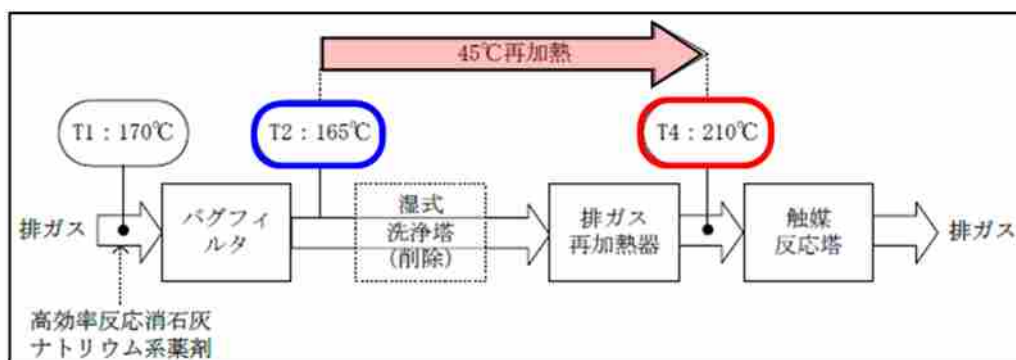
## 高効率乾式排ガス処理

### 技術概要

酸性ガスの排ガス基準値が厳しい場合、排ガス処理は、湿式排ガス処理を用いることが一般的であったが、湿式排ガス処理では、湿式洗浄塔内で多量の水を循環し、排ガス中の酸性ガスを吸収・除去しているため、湿式洗浄塔出口では、水分率が飽和（相対湿度 100%）まで増湿し、排ガス温度は低くなる。そのため、排ガスの再加熱に多くの蒸気が必要となる。これに対し、乾式排ガス処理では、排ガス再加熱に必要な蒸気量が湿式排ガス処理より少なく済み、発電のためにより多くの蒸気を利用でき、発電効率の向上が期待できる。



従来設計(湿式排ガス処理)



新設炉(高効率乾式排ガス処理)

(高効率ごみ発電施設整備マニュアルより。以下同じ。)

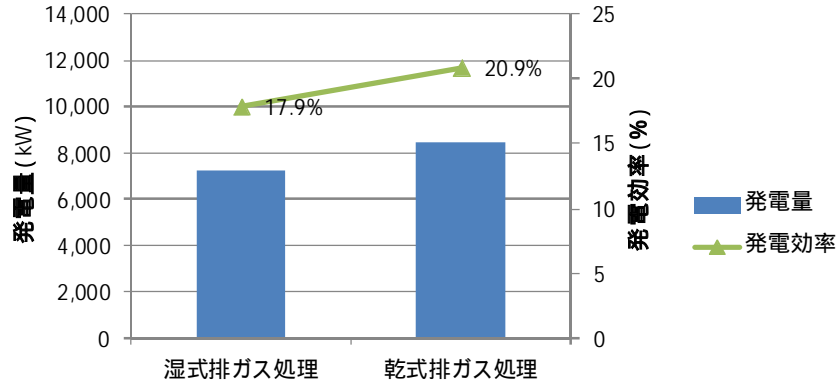
### 導入効果 (先行事例等)

#### 発電量・発電効率

湿式排ガス処理と乾式排ガス処理における発電量、発電効率の差異については、高効率ごみ発電施設整備マニュアルにおいて下表の試算が示されている。

施設規模		t/日	400	1000	1800
湿式排ガス処理	発電量	kW	7,300	19,800	37,300
	発電効率	%	17.9	19.4	20.3
乾式排ガス処理	発電量	kW	8,500	23,300	43,300
	発電効率	%	20.9	22.9	23.6

このうち 400t/日クラスの施設については次図のとおりであり、発電量は +1,200kW、発電効率は +3%の向上が図られる。



発電量・発電効率 (400t/日規模)

### CO<sub>2</sub>削減効果

発電量向上に伴うCO<sub>2</sub>削減効果は、下表のとおりであり、400t/日規模の施設の場合、湿式排ガス処理と比較して16%程度のCO<sub>2</sub>削減効果が見込まれる。

#### 前提条件

項目	湿式排ガス処理	乾式排ガス処理	
年間稼働日数(24h/日運転)(A)	280		日
施設の定格ごみ焼却量	400		t/日
発電量	7,300	8,500	kW
1日当たりの発電電力量(B)	175,200	204,000	kWh/日

(C) 電力のCO<sub>2</sub>排出係数 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh

#### 試算結果

発電に伴う年間CO <sub>2</sub> 削減量 (B) × (A) × (C)	27,226... (x)	31,702... (y)	t-CO <sub>2</sub> /年
---	---------------	---------------	----------------------

方策導入に伴うCO <sub>2</sub> 削減率 $((y)-(x)) \div (x) \times 100$	16.4%
---	-------

所内動力等の影響は考慮していない。

### 導入にあたっての留意点

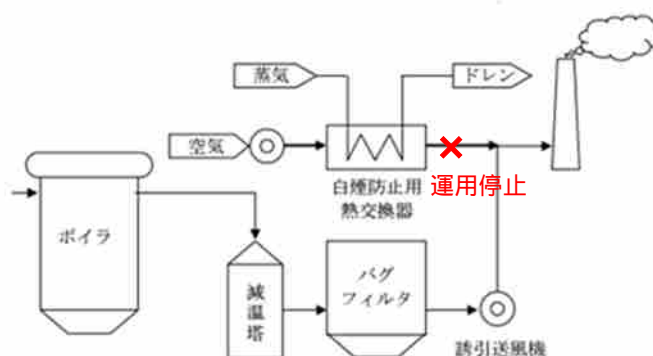
- ・湿式排ガス処理を採用した場合は、洗煙排水を下水道等へ放流することが必要になるのに対し、乾式排ガス処理では洗煙排水は発生しないという特長を有する。
- ・湿式排ガス処理は、除去プロセスが気液接触であり、酸性ガスと除去用薬剤とはほぼ同当量で反応する。しかし、乾式排ガス処理では固気接触であり湿式排ガス処理に比べて除去効率が低い。そのため、除去用薬品をより多く供給する必要があり、酸性ガス発生濃度が高くなるとさらに薬品量が多くなる。
- ・酸性ガスの発生濃度、施設の立地条件を十分考慮の上、安全・安定運転が確保されることを軸に施設計画を立てる必要がある。

## 白煙防止装置の停止

### 技術概要

白煙防止装置の運用を停止し、白煙防止空気加熱用に利用されていた蒸気を発電に利用することで発電効率の向上を図る。

白煙防止装置の運用を停止した場合でも有害物質の発生リスクや他の機器への影響も小さく、白煙防止空気加熱用蒸気を発電に利用できるため、簡易に発電効率を向上できる手法であり、近年は多くの施設で採用されている。



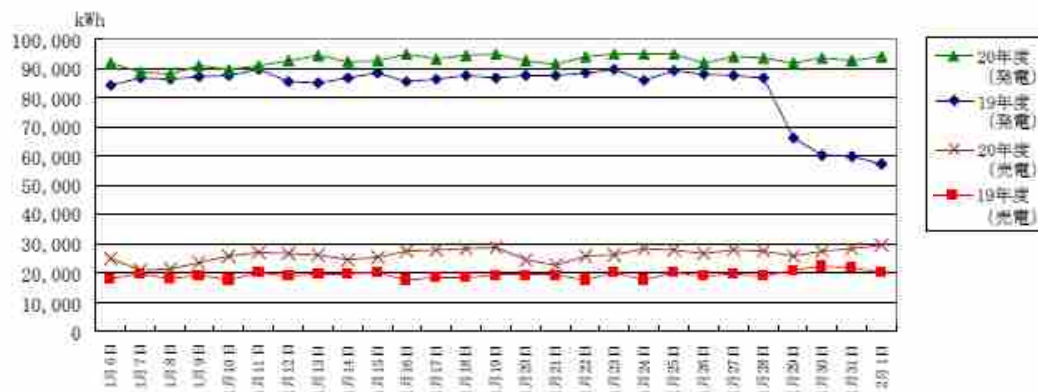
蒸気式加熱空気吹込方式の例

(高効率ごみ発電施設整備マニュアルより。以下同じ。)

### 導入効果 (先行事例等)

#### 発電量・送電量

1ヶ月間の実証試験の結果、下図のとおり、ほぼ全ての期間で、白煙防止装置を停止した場合(20年度)の発電量・送電量が、白煙防止を実施した場合(19年度)の発電量・送電量を上回る結果となった。



発電量と売電量の推移

## CO<sub>2</sub>削減効果

これによる年間のCO<sub>2</sub>削減量は、467t-CO<sub>2</sub>と試算されている。

### CO<sub>2</sub>削減効果（各年度23日間の実証期間を基に算出）

	平成19年度	平成20年度	平成19年との比較(増減率)
ごみ量(t)	4,821	4,689	-2.7%
高圧蒸気量(合計)(t):①	13,344	13,197	-1.1%
白煙防止装置の使用蒸気量(t):②	442	0	
白煙防止装置の使用蒸気量の割合(%):②/①	3.3%	—	—
タービンのみこみ蒸気量(t):③	10,529	10,897	3.5%
タービンのみこみ蒸気量の割合:③/①	78.9%	82.6%	
発電量(kwh)	2,003,790	2,132,730	6.4%
売電量(kWh)	434,680	593,730	36.6%
高圧蒸気総量1tあたりの発電量(kwh/t)	150.17	161.61	7.6%

年間CO <sub>2</sub> 削減量	466.78t-CO <sub>2</sub>
-----------------------	-------------------------

年間のうち、白煙防止装置が主に稼働している半年間（6カ月）を通して稼働を停止したと仮定し、売電量の差（593,730 - 434,680 = 159,050kWh）× 180日 / 23日 × CO<sub>2</sub>排出係数（九州電力公表の当時値）により算出。

併せて実施された排ガス等の調査においても、実施期間前後でほぼ同様の結果（すべて基準値内）となり、臭気についても実施期間前後で有意な差は認められなかった。

出典）高効率ごみ発電施設整備マニュアル

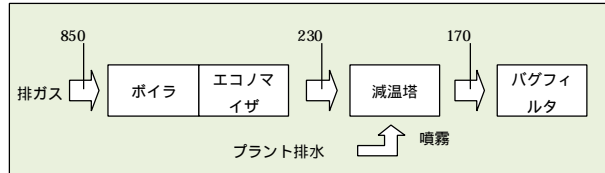
## 導入にあたっての留意点

- ・白煙防止装置を設置・運用している施設においては、白煙防止装置の運用を停止することにより、白煙防止のために使用していた蒸気をタービンに回せることによる発電量のアップや熱風バーナ用燃料の削減を図れるなどのメリットがある。
- ・一方、煙道から白煙防止用空気ダクトへの排ガスの逆流などが懸念されるため、煙道から白防ラインへの排ガス逆流・腐食防止処置（閉止板等の施工、空気パージ等）を行う必要がある。また、燃焼ガス（主にボイラ出口）の熱交換器にて空気を加熱し、煙道に吹き込む方式の場合は、排ガス温度が大幅に変化するため、減温塔噴霧水量増加やエコノマイザの追加設置が必要である。

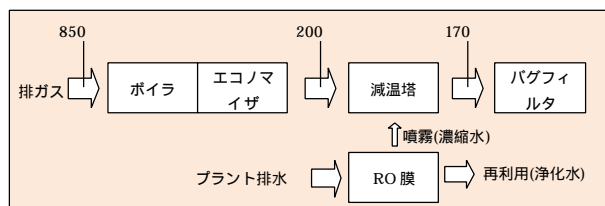
## RO膜による排水処理

### 技術概要

プラント排水を減温塔で蒸発させるためには、減温塔入口温度を高くする必要がある(230)。RO膜採用による排水クローズドでは、浄化された水はプラント再利用が可能となり、濃縮水(量的にはプラント排水の4分の1~5分の1)のみを減温塔で蒸発させるため、エコマイザ出口温度を低く(200)することができ、結果的により多くの蒸気を発生させ、発電量を増やすことができる。



従来設計(排水クローズド)



新設炉(RO膜採用による排水クローズド)

### 導入効果 (先行事例等)

#### < D 衛生組合における導入事例 >

#### 方策導入の概要

D 衛生組合では、排水クローズドで発電効率を高めるために RO 膜による排水処理を導入した。これにより、従来は減温塔で噴霧・蒸発させていたプラント排水の量を大きく削減でき、ボイラ蒸気回収量の増加につなげている。従来の排水クローズドと、新施設における排水クローズドとの比較は下表のとおりである。

#### 従来レベルと新設炉の排水クローズドの相違

項目	方策導入なし (従来レベル)	方策導入 (新設炉)
排水処理(プラント排水)	クローズド (減温塔で噴霧・蒸発)	クローズド (RO膜による排水処理 プラント再利用*)

\* 減温塔では濃縮水のみ噴霧・蒸発

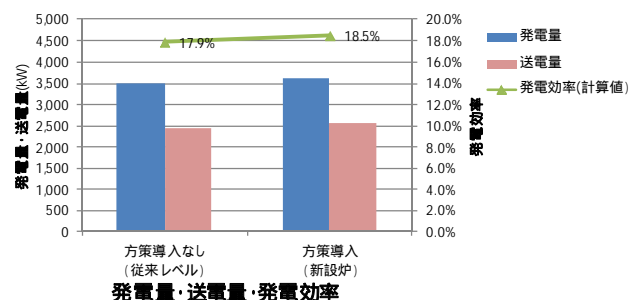
その他送電量増強方策(省エネ対策等): 自然エネルギーの利用(太陽光、風力)、人感センサー化、モーターのインバータ化等

従来レベルと新設炉の仕様の詳細は H26 高度化報告書を参照。

RO 膜の導入と併せて低温エコマイザの採用により高効率発電を達成している。

#### 発電量・送電量・発電効率

新設炉では、発電量は約 3.4%増の 3,600kW、送電量は約 4.5%増の 2,545kW、発電効率は約 0.6%上昇の 18.5%となった。



## 経済性評価

D 衛生組合の発電増強方針に伴う費用(工事費、維持管理費増(20年間))、増強方針によって得られる20年間の収入増(売電収入増、買電経費減)から、20年間で0.7億円の経済効果が試算された。

### 経済性評価

項目	単位	
改造に伴う費用	工事費(A)	億円 0.51
	維持管理費増(20年間)(B)	億円 0.37
改造によって得られる収入増	売電収入増(20年間)(C)	億円 1.6
	買電経費減(20年間)(D)	億円 0
経済的負担増減額(20年間) ((A) + (B)) - ((C) + (D))	億円	-0.72
投資回収年数 (A) ÷ (((C) + (D)) / 20 - (B) / 20)		8.29

## CO<sub>2</sub>削減効果

発電による削減を含めた年間CO<sub>2</sub>排出量は、改造前は-8,856t-CO<sub>2</sub>/年に対し、改造後は-11,804t-CO<sub>2</sub>/年と計算された。

### CO<sub>2</sub>削減効果

前提条件

項目	実績平均値		
	方策導入なし (従来レベル)	方策導入 (新設炉)	
年間稼働日数(24h/日運転)(A)	280		日
施設の定格ごみ焼却量(B)	200		t/日
1日当たりのごみ焼却量(C)	200	170	t/日
1日当たりの消費電力量(D)	25.080	23.000	kWh/日
立上げ下げ時の燃料使用量 (年間、4回×2炉)(E)	104		kL/年
1日当たりの発電電力量(F)	83.520	88.800	kWh/日

(G) 電力のCO<sub>2</sub>排出係数 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh

(H) 燃料のCO<sub>2</sub>排出係数(A重油) 2.17t-CO<sub>2</sub>/kL

試算結果

年間CO <sub>2</sub> 排出量 (D) × (G) ÷ (C) × (B) × (A) + (E) × (H)	4,123... (x)	4,431	t-CO <sub>2</sub> /年
年間CO <sub>2</sub> 排出量 ((D) × (G) - (F) × (G)) ÷ (C) × (B) × (A) + (E) × (H)	-8,856... (y)	-11,804... (z)	t-CO <sub>2</sub> /年

改造に伴うCO <sub>2</sub> 削減率 ((y) - (z)) ÷ (x) × 100	71.5%
---	-------

年間CO<sub>2</sub>排出量は、1年間の焼却炉運転と立上げ下げを含めた電力消費、補助燃料使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量  
年間CO<sub>2</sub>排出量は、の排出量に加えて、発電に伴う1年間のCO<sub>2</sub>削減量を含めたCO<sub>2</sub>排出量

CO<sub>2</sub>削減量の算出方法は、「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省、平成22年3月)に基づく  
詳細な試算方法は「H26高度化報告書」参照

(以上、H26高度化報告書より)

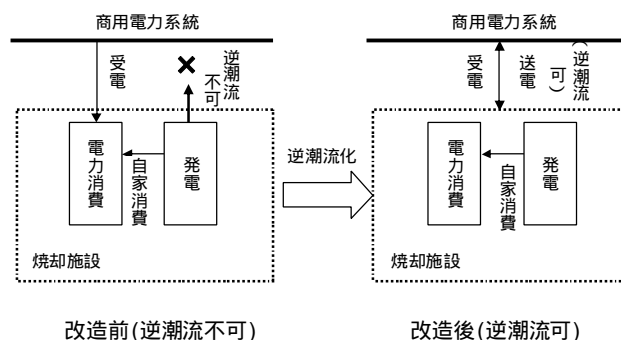
導入にあ  
たっての  
留意点

・膜による浄化処理を継続すると、膜の目詰まりが進行するため、薬品洗浄等による定期的なメンテナンスが必要。

## 【コラム】逆潮流化

### <技術概要>

発電した電力を系統に逆潮できるようにすることにより、余剰電力を有効に活用する方策である。逆潮流不可の場合、焼却施設は電力系統から受電を行うだけで、発電量が自家消費量を上回る事が可能であっても電力系統に送電を行うことはできない。これに対して、逆潮流可の場合、焼却施設において自家消費量以上に発電を行えば、電力系統に送電(売電)を行うことが可能となる。



### 逆潮流化への改造イメージ

### <E市における事例>

E市では、逆潮流化について、電気事業者に対して以前に交渉を行ったが、電気事業者から逆潮流化に伴う設備改善への条件が厳しく実現できていなかったところ、東日本大震災で電力供給が厳しくなったことを受けて、再度交渉を行った結果、電気事業者の積極的な対応もありスムーズに協議が進み、実現できた。

### 方策導入の概要

逆潮流を可能とするための改造工事として、系統連系保護装置の設置、電力監視盤有効電力計・同記録計を両振り形に交換、電力監視盤逆送用電力量計を追加等の機器の設置・交換を行っている。また併せて、送電量の最大化に向けて、消費電力を最小とするような改善も行っている。

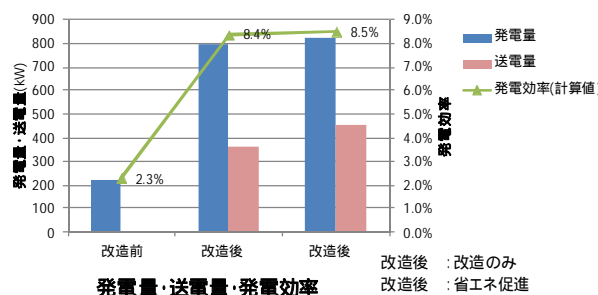
逆潮のための改造前後の設備仕様の詳細は、H26 高度化報告書を参照。

### 発電量・送電量・発電効率

改造後 は逆潮流を可能とした状態、改造後は逆潮流を可能とした上に送電量増強方策(省エネ対策)を実施した状態である。

改造前の逆潮流が行えない状態では、施設の消費電力(400~500kW程度)以上の発電を行うことができないため、発電量は200kW程度に抑えられていたが、逆潮流化によって発電量を制限

する必要がなくなったため、発電量は800kW程度と改造前の4倍近くに増えており、送電量もゼロから360kW、発電効率も2.3%から8.4%と大幅に増えている。また、省エネ化を促進した改造後では、発電量、発電効率はやや上昇し、送電量は約25%アップの460kWとなっている。



### 経済性評価

改造に伴う費用(工事費、維持管理費増(20年間))、改造によって得られる20年間の収入増(売電収入増、買電経費減)から、20年間で10億円の経済的効果が試算された。



### 経済性評価

項目	単位	
改造に伴う費用	工事費(A)	億円 0.13
	維持管理費増(20年間)(B)	億円 0
改造によって得られる収入増	売電収入増(20年間)(C)	億円 6
	買電経費減(20年間)(D)	億円 4.4
経済的負担増減額(20年間) (A) + (B) - ((C) + (D))	億円	-10
投資回収年数 (A) ÷ ((C) + (D)) / 20 - (B) / 20		0.25

### CO<sub>2</sub>削減効果

年間のCO<sub>2</sub>排出量は、改造前1,211t-CO<sub>2</sub>/年に対し、改造後は発電による削減を含めて-2,097t-CO<sub>2</sub>/年と計算された。

### CO<sub>2</sub>削減効果

前提条件

項目	実績平均値		
	改造前	改造後 (引渡性能試験時)	
年間稼働日数(24h/日運転)(A)	280		日
施設の定格ごみ焼却量(B)	142		t/日
1日当たりのごみ焼却量(C)	111.92	109.27	t/日
1日当たりの消費電力量(D)	12.532	9.229	kWh/日
立上げ下げ時の燃料使用量 (年間、4回×1炉)(E)	8.8	6.8	kL/年
1日当たりの発電電力量(F)	6,486	19,687	kWh/日

(G) 電力のCO<sub>2</sub>排出係数 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh

(H) 燃料のCO<sub>2</sub>排出係数(A重油) 2.17t-CO<sub>2</sub>/kL

試算結果

年間CO <sub>2</sub> 排出量 (D) × (G) ÷ (C) × (B) × (A) + (E) × (H)	2,490... (x)	1,879	t-CO <sub>2</sub> /年
年間CO <sub>2</sub> 排出量 ((D) × (G) - (F) × (G)) ÷ (C) × (B) × (A) + (E) × (H)	1,211... (y)	-2,097... (z)	t-CO <sub>2</sub> /年

改造に伴うCO <sub>2</sub> 削減率 (y) - (z) ÷ (x) × 100	132.9%
---	--------

年間CO<sub>2</sub>排出量 は、1年間の焼却炉運転と立上げ下げを含めた電力消費、補助燃料使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量  
年間CO<sub>2</sub>排出量 は、 の排出量に加えて、発電に伴う1年間のCO<sub>2</sub>削減量を含めたCO<sub>2</sub>排出量

CO<sub>2</sub>削減量の算出方法は、「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省、平成22年3月)に基づく  
詳細な試算方法は「H26高度化報告書」参照

(以上、H26高度化報告書より)

### <導入にあたっての留意点>

- 電力系統と接続(連系)を行う場合、廃棄物発電側のトラブル等が電力系統に影響を与えないとともに、電力系統の事故が廃棄物発電側に影響を与えないようなシステムを構築する必要がある。また、電力系統に送電を行う場合には、送電する電力の質・量が電力系統に影響しないよう安定させることが必要になる。系統連系に関する技術的要件については、「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン(平成16年10月1日資源エネルギー庁)」が制定されており、逆潮流を可能とするには、このガイドラインに基づいて、電気事業者と個別協議を行い、承諾を得た上で実施する必要がある。(参考：循環型社会形成に向けてのごみ焼却施設のリニューアルモデル構築に関する資料集、平成21年10月財団法人廃棄物研究財団)
- 増強策導入の条件としては、所内消費電力に対して発電能力に余裕があることが必要。

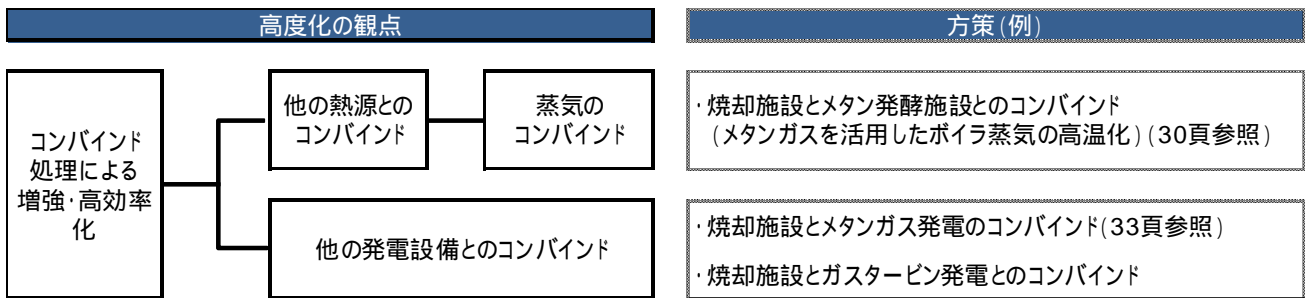
## (2) コンバインド処理による増強・高効率化

### 1) 概要

個々の施設単独での設備導入、改良等ではなく、他の熱源や発電設備とのコンバインドによってエネルギー回収を増強・高効率化する方策がある。

一つは、他の熱源とのコンバインドであり、1つの発電設備等に燃料や蒸気の段階で複数の熱源を取り入れることにより、熱量や発電効率を上げてエネルギー回収量を増強するものである。通常のごみ焼却に組み合わせる他の熱源としては、メタン発酵によって得られたバイオガスを利用してボイラ蒸気を高温化させる手法等がある。

もう一つは他の発電設備とのコンバインドであり、焼却による蒸気タービン発電に加えて、ガスタービン発電を組み合わせたスーパーごみ発電が先行事例として知られているが、近年では小規模施設においてメタン発酵によるバイオガス発電（ガスエンジン）を組み込み、通常では発電が困難であった小規模施設でも発電・送電を行っている事例がある。



### コンバインド処理による増強・高効率化

## 2) 増強・高効率化方策例

実際に高度化方策を導入した施設での実績をもとに、各方策の導入効果等を検証した事例を以下に示す。

増強・高効率化方策	技術概要	該当頁
焼却施設とメタン発酵施設とのコンバインド(メタンガスを活用したボイラ蒸気の高温化)	焼却施設とメタン発酵施設とを併設し、メタン発酵施設で得られたバイオガスを利用して焼却施設のボイラ蒸気を高温化し、蒸気タービン発電の効率を上げる。	30 頁
焼却施設とメタンガス発電とのコンバインド	小規模のため焼却炉単独でのごみ発電は難しい場合に、燃えにくいごみ(厨芥類等)をバイオガス化してガスエンジンにより発電を行い、小規模施設でのごみ発電を実現する。	33 頁

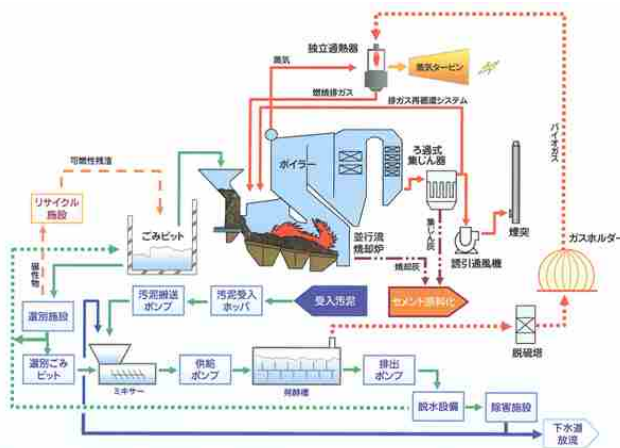
## 焼却施設とメタン発酵施設とのコンバインド（メタンガスを活用したボイラ蒸気の高温化）

### 技術概要

焼却施設とメタン発酵施設とを併設し、メタン発酵施設で得られたバイオガスを利用して焼却施設のボイラ蒸気を高温化し、蒸気タービン発電の効率を上げる方策であり、生ごみ等の廃棄物系バイオマスの利活用の観点からも有効技術である。（以下、本項において「対象技術」という。）

先行事例では、ごみ焼却ボイラで得られる蒸気を  $4\text{MPa} \times 365$  に抑え、メタンガスを燃料とする独立過熱器で  $4\text{MPa} \times 415$ （基準ごみ時）まで過熱することで高効率発電を達成しながらも、ボイラの高温腐食を抑制することができる。

搬入ごみを発酵に適したごみとそうでないごみに選別し、発酵に適したごみはバイオガス化し、発酵に適さないごみの焼却排熱ボイラ蒸気の過熱熱源として利用することで、全量焼却による発電と比較して高い発電効率を実現する。



先行事例における焼却施設とメタン発酵施設とのコンバインド  
(F市資料より)

### 導入効果 (先行事例等)

#### < F市における導入事例 > 方策導入の概要

F市の事例と比較する技術として、焼却 + メタン発酵によるガスエンジン発電のケースと全量焼却のケースを設定した。

両者ともボイラ蒸気温度は導入事例と同じ  $4\text{MPa} \times 365$  とした。焼却 + ガスエンジン発電のケースでは、対象技術よりもタービン入口蒸気温度が下がるため、タービン出力を低下させる一方で、メタンガス発電用のガスエンジンを追加した。全量焼却のケースでは、対象技術よりも焼却処理量が増えるため、焼却炉の規模を大きくする一方で、タービン入口蒸気温度は低下するため、タービン出力を下げる設定とした。

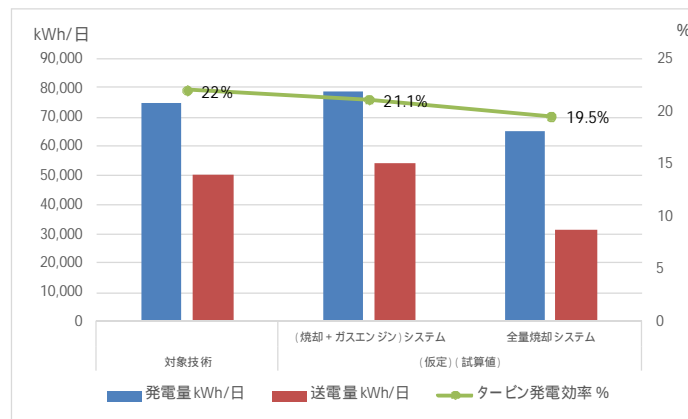
## 設備仕様の比較

項目	単位 (記入例)	対象技術		(焼却 + ガスエンジン)システム		全量焼却システム
		バイオガスを熱源とする独立過熱器によるボイラ蒸気の高温化		焼却系	発酵系	
燃焼設備	処理能力	t/日	150			190
ボイラ設備	最大蒸気量	t/h (1炉あたり)	10.9		(対象技術と同じ)	11.5
発酵設備	槽の加温方法	(焼却排熱、ガスエンジンコジェネ、別置ボイラ)		余剰ガス燃焼ボイラ		ガスエンジンコジェネ
独立過熱器			有			
発電設備	蒸気条件(圧力)	MPaG	4.0		4.0	4.0
	蒸気条件(温度)		415		365	365
発電設備	設備種類		蒸気タービン		(対象技術と同じ)	ガスエンジン (対象技術と同じ)
	定格出力	kW	3,600		3,100	0

F市の事例と従来技術等との比較にあたって設定した条件の詳細はH27高度化報告書\*を参照。

### 発電量・送電量・発電効率

発電量・送電量・発電効率は、バイオガスを活用したボイラ蒸気の高温化の効果により、焼却 + ガスエンジンよりもタービン発電効率が向上し、全量焼却と比較しても、発電量、発電効率ともに向上すると評価された。



発電電力・送電電力・タービン発電効率の比較

### 発電増強方策の導入に伴う経済性評価

#### (焼却 + ガスエンジン)システムとの比較

対象技術は、ガスエンジンの整備及び維持管理が不要となるため、施設整備コスト及び維持管理コストが減少する一方、売電収入が減少することにより、経済的メリットは20年間の運営でほぼ同等と試算された。

今回の評価には含めていないが、バイオガスを熱源とする独立過熱器によるボイラ蒸気の高温化は、ボイラ出口蒸気を低めに抑えつつ、独立過熱器により高温化することにより、ボイラの高腐食を抑制する効果が期待される。

#### 全量焼却システムとの比較

対象技術では、メタン発酵施設の導入コストは必要となるが、全量焼却システムにおける焼却施設の整備コスト増(150t/日 190t/日)に比べると安価であるため、全体的な施設整備コストは対象技術の方が安価と試算された。さらに、売電収入増により、経済的メリットが大きい結果となった。

\*：環境省「平成27年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書」、以下「H27高度化報告書」という。

## 経済性評価

項目	単位	(焼却 + ガスエンジン) システムとの比較
増強方策導入に伴う費用	施設整備費(A) 注1)	億円
	維持管理費(B) 注2)	億円/年
増強方策導入に伴う収入	売電収入(C) 注3)	億円/年
経済的負担減少額(D)=(A)+(B)×20 注4)		億円/20年
経済的負担増加額(E)=(C)×20 注5)		億円/20年
経済的負担増減額 (E)-(D)		億円/20年

項目	単位	全量焼却システムとの比較
増強方策導入に伴う費用	施設整備費(A) 注1)	億円
	維持管理費(B) 注2)	億円/年
増強方策導入に伴う収入	売電収入(C) 注3)	億円/年
経済的負担減少額(D)=(A)+(C)×20 注4)		億円/20年
経済的負担増加額(E)=(B)×20 注5)		億円/20年
経済的負担増減額 (E)-(D)		億円/20年

注1)市町村負担分

注2)用役費、人件費、維持補修費等

注3)売電単価は、バイオマス比率及びバイオガス利用熱量を考慮し、対象技術：15.1円/kWh、ごみ焼却：14円、バイオガスによるガスエンジン：39円と設定。

注4)施設整備コスト、ランニングコストのうち、対象技術の導入によって経済的負担が減少する(収入増含む)項目の合計

注5)施設整備コスト、ランニングコストのうち、対象技術の導入によって経済的負担が増加する(収入減含む)項目の合計

## CO<sub>2</sub>削減効果

(焼却 + ガスエンジン) システムと比較した場合

送電量が若干低下することにより、CO<sub>2</sub>削減量も若干小さくなると試算された。

全量焼却システムと比較した場合

送電量が増加することにより、CO<sub>2</sub>削減量も大きくなると試算された。

## CO<sub>2</sub>削減量

項目	単位	対象技術 (実績)	(仮定) (試算値)	
			(焼却 + ガスエンジン) システム	全量焼却システム
年間稼働日数	日/年	280	280	280
ごみ処理量(焼却)	t/日	137	137	169
ごみ処理量(発酵)	t/日	32	32	0
燃料使用量(立上下げ時)	kL/回・炉	4	4	5
年間立上下げ回数	回・炉/年	6	6	6
発電電力量	kWh/日	75.040	78.575	65.187
売電電力量	kWh/日	50.038	54.006	31.407
買電電力量	kWh/日	0	0	0
CO <sub>2</sub> 排出量 {(x - x) × + x × } / { ( + ) × }	t-CO <sub>2</sub> /ごみt	-0.16	-0.18	-0.11
CO <sub>2</sub> 削減率 (対象技術/焼却 + ガスエンジン)	%	-11		
(対象技術/全量焼却)	%	54		

電力使用に係る CO<sub>2</sub> 排出係数: 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh、 燃料使用に係る CO<sub>2</sub> 排出係数(A 重油): 2.71t-CO<sub>2</sub>/kL

(以上、H27 高度化報告書より)

## 導入にあたっての留意点

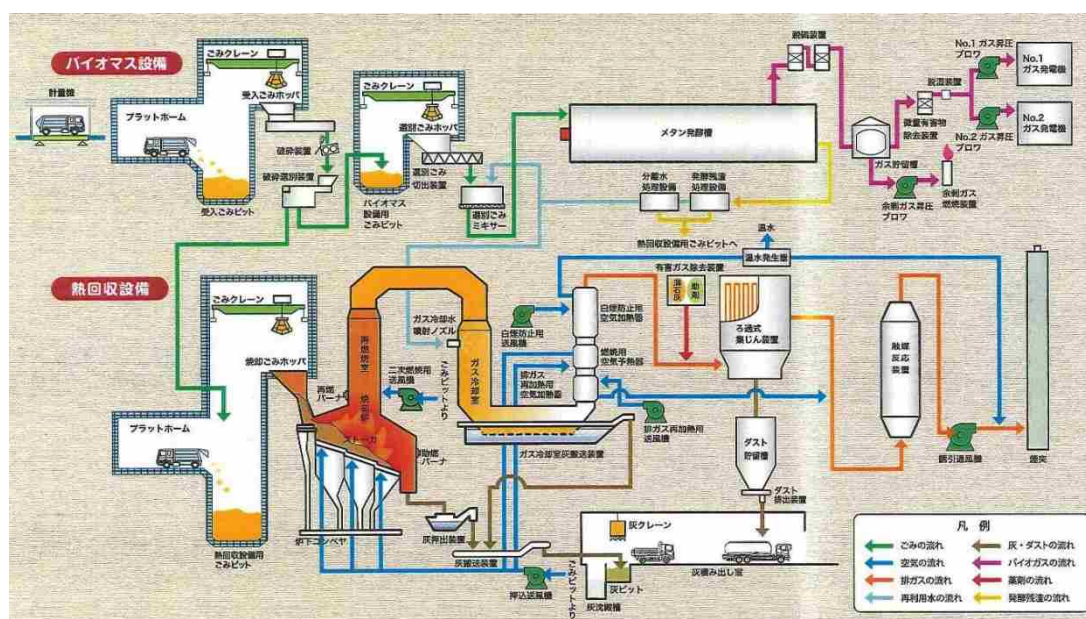
- ・コンバインド方式の選択(独立過熱器を通したボイラ蒸気の高温化又はガスエンジンによるメタンガス発電)については、各々に特徴があることから、導入する市町村等で個別に検討し判断することが重要である。
- ・焼却とメタン発酵とのコンバインド処理を行う場合、メタン発酵に適したごみを選別する必要がある。
- ・発酵槽等の設置面積の確保が必要である。
- ・発酵残渣の脱水後に排水が発生するため、排水処理策の確保が必要である。

## 焼却施設とメタンガス発電とのコンバインド

### 技術概要

小規模のため焼却炉単独でのごみ発電は難しいが、燃えにくいごみ（厨芥類等）はバイオガス化してガスエンジンにより発電を行うことで、小規模施設での高効率ごみ発電を実現するものであり、生ごみ等の廃棄物系バイオマスの利活用の観点からも有効技術である。（以下、本項において「対象技術」という。）

先行事例では、搬入ごみを破碎選別装置に投入し、発酵に適したごみとして選別された発酵ごみをメタン発酵処理し、回収したバイオガスをガスエンジンに送り発電を行う。発酵残渣は脱水後にごみピットに戻り、他のごみとともに焼却処理するとともに、脱水後の分離水は発酵ごみの水分調整や焼却系統のガス冷却に利用している。発酵槽の保温には、ガスエンジン排熱を利用することで効率化を図っている。



先行事例におけるバイオガス発電コンバインドのフロー例（H組合資料より）

### 導入効果 (先行事例等)

#### < H組合における導入事例 > 方策導入の概要

H 組合の事例と比較する技術として、全量焼却（発電なし）システムのケースを設定した。対象技術は、全量焼却システムよりも焼却量が減少するため、焼却炉の規模は小さくなる一方で、メタン発酵及び発電の設備が追加となるため、その違いを踏まえた設備仕様を設定した。

H 組合の処理量当たりのバイオガス回収量は  $190\text{m}^3\text{N}/\text{t}$ 、1 日当たりでは  $3,149\text{m}^3\text{N}/\text{日}$ （いずれも平成 26 年度実績）であり、高効率原燃料回収施設の要件を満足して運転されている。また、バイオガスによる熱利用率は  $413\text{kWh}/\text{t}$ （平成 26 年度実績）であり、「エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル」メタンガス化施設の熱利用率条件を上回っている。

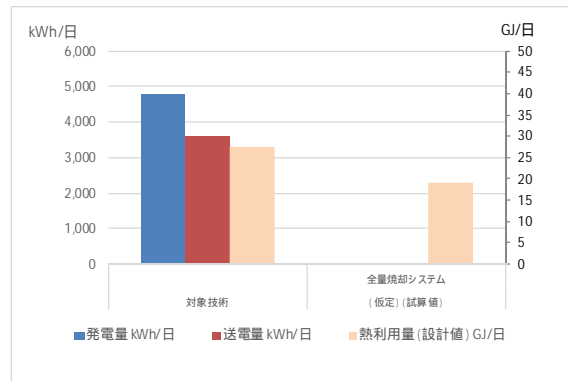
## 設備仕様の比較

項目	単位 (記入例)	対象技術 (焼却 + ガスエンジン)システム		全量焼却システム
		焼却系	発酵系	
		燃焼設備	処理能力	
	炉数	t/日 × 炉	43t/日 × 1炉	25t/日 × 2炉
発酵設備	設備種類	(乾式、湿式)		乾式
	形式	(縦型、横型)		横型
	処理能力	t/日		36
	槽の加温方法	(焼却排熱、ガスエンジンコジェネ、別置ボイラ)		ガスエンジンコジェネ
	メタンガス回収率	Nm <sup>3</sup> dry-CH <sub>4</sub> 50%/t		150以上
	メタンガス回収量	Nm <sup>3</sup> dry-CH <sub>4</sub> 50%/日		3000以上
発電設備	設備種類			ガスエンジン
	定格出力	kW		191kW × 2基

H組合の設備仕様と、全量焼却システムによる設備仕様との比較の詳細は H27 高度化報告書を参照。

## 発電量及び送電量

H 組合のような単独では発電が困難な小規模施設においても、バイオガス化設備を導入することにより、発電等を行うことが可能となっている。熱利用についても、対象技術ではガスエンジンからの熱回収が可能となる。



発電量・送電量・熱利用量の比較

## 経済性評価

施設整備コスト及び維持管理コストは、バイオガス化設備の導入により増加となる一方で、全量焼却システムでは得られなかった売電収入が確保できることにより、投資回収期間は12年程度との試算が得られた。

### 経済性評価

項目	単位	全量焼却システムとの比較
増強方策導入による費用	施設整備費 (A) <sup>注1)</sup>	億円
	維持管理費 (B) <sup>注2)</sup>	億円/年
増強方策導入による収入	売電収入 (C) <sup>注3)</sup>	億円/年
経済的負担減少額 (D) = (C) × 20 <sup>注4)</sup>		億円/20年
経済的負担増加額 (E) = (A) + (B) × 20 <sup>注5)</sup>		億円/20年
経済的負担増減額 (E) - (D)		億円/20年
投資回収年数 (A) / {(C) - (B)}		12.4

注1) 市町村負担分

注2) 用役費、人件費、維持補修費等

注3) 売電単価は、FIT価格39円/kWhと設定

注4) 施設整備コスト、ランニングコストのうち、対象技術の導入によって経済的負担が減少する(収入増含む)項目の合計

注5) 施設整備コスト、ランニングコストのうち、対象技術の導入によって経済的負担が増加する(収入減含む)項目の合計



## CO<sub>2</sub>削減効果（平成 26 年度実績より）

全量焼却システムと比較して、発電及び外部への送電を実現することによる CO<sub>2</sub> 削減効果が得られている。

### CO<sub>2</sub>削減量

項目	単位	対象技術	全量焼却システム
年間稼働日数	日/年	310	310
ごみ処理量(焼却)	t/日	32.7	38.5
ごみ処理量(発酵)	t/日	32.9	0
燃料使用量(立上げ時)	kL/年	12.4	14.4
燃料使用量	kL/日	0.004	0.005
発電電力量	kWh/日	4,790	0
売電電力量	kWh/日	3,600	0
買電電力量	kWh/日	10,120	11,915
CO <sub>2</sub> 排出量 {( x + x - x ) x + x } / { ( + ) x }	t-CO <sub>2</sub> /ごみt	0.06	0.18
CO <sub>2</sub> 削減率 (対象技術/全量焼却)	%	68%	

電力使用に係る CO<sub>2</sub> 排出係数 : 0.000555t-CO<sub>2</sub>/kWh (代替値) 燃料使用に係る CO<sub>2</sub> 排出係数 (A 重油) : 2.71t-CO<sub>2</sub>/kL

(以上、H27 高度化報告書より)

### 導入にあたっての留意点

- ・発酵槽等の設置面積の確保が必要である。
- ・発酵残渣の脱水後に排水が発生するため、その処理策の確保が必要である。
- ・焼却とメタン発酵とのコンバインド処理を行う場合、メタン発酵に適したごみを選別する必要がある。H 組合では、未分別で収集された搬入ごみを、機械式選別装置（ブレードハンマー + スクリーン）を通すことにより発酵ごみの選別を行っている。
- ・バイオガス発電を行ったとしても、所内消費量を全て賄った上で売電できる発電量が確保できるとは限らない。H 組合では、バイオガスによる発電量のみで、施設全体の消費電力量は賄えないため、系統からの受電点を 2 回線受電とし、発酵槽以降のバイオマス設備と、それ以外の焼却等設備とを区分している。なお、敷地への引き込み回線数等については、電気事業者と計画時点での事前相談を行い確認する必要がある。

## 【トピック】 検討事例紹介：焼却施設と木質バイオマス発電とのコンバインド

### < 技術概要 >

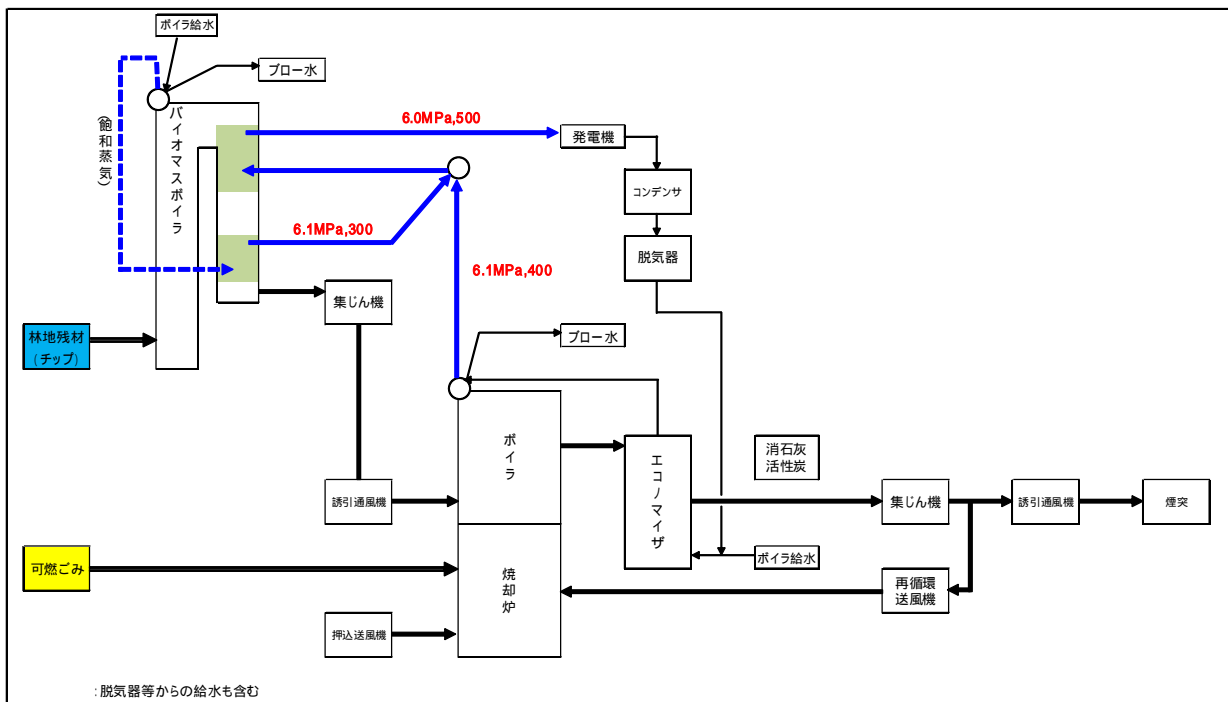
林地残材によるバイオマス発電と一般廃棄物焼却施設（蒸気供給）をコンバインドし、より高効率の発電を実現することでバイオマス発電事業の事業化を図ることにより、森林整備事業の運営に貢献し、地域振興にも資するものである。

### < 導入効果の検討 >

コンバインドによる事業採算性について、試算例を以下に示す。

林地残材によるバイオマス発電施設を一般廃棄物焼却施設側に組み込み、一般廃棄物焼却施設側の蒸気（条件：400 6.1MPa）をバイオマスボイラ側の蒸気（条件：300 6.1MPa）と混合し、独立過熱器（バイオマスボイラ側）において500、6.0MPaに過熱した蒸気で発電を行うものとした。

バイオマスボイラの排ガス処理は、集じん機～誘引通風機を経て一般廃棄物焼却施設側の排ガス処理システムへ合流するものとした。



ごみ焼却処理施設単独の場合とバイオマス発電とのコンバインドの場合の年間送電端電力量、発電効率、年間売電収入の試算結果は次表のとおりとなった。

**焼却：210t/日（75t/日×3炉） バイオマスボイラ：80t/日の場合**

	焼却施設単独		コンバインド時	
	2炉運転時	3炉運転時	2炉運転時	3炉運転時
年間ごみ処理量(t/年)	53,200		53,200	
年間木質チップ処理量(t/年)	-		25,000	
計算に用いるごみ質	基準ごみ(8,368kJ/kg)		基準ごみ(8,368kJ/kg)	
計算に用いる木質バイオマスの発熱	-		8,368kJ/kg	
ボイラ蒸気条件	4MPa 400		6MPa 500	
稼働状況	2炉運転時	3炉運転時	2炉運転時	3炉運転時
日数(日/年)	200	120	200	120
立上げ下げ時を含まない				
バイオマスボイラ稼働日数(日/年)	-	-	200	120
使用電力量(kWh/日)	28,800	38,400	46,800	56,400
発電電力量(kWh/日)	60,000	96,000	132,000	168,000
差引電力量(kWh/日)	-31,200	-57,600	-85,200	-111,600
送電端 合計(kWh/年)	6,240,000	6,912,000	17,040,000	13,392,000
		13,152,000		30,432,000
発電効率	19.7 %		24.9 %	
年間売電収入(売電単価:17円/kWh)	224,000 千円/年		609,000 千円/年	
送電端量増加分	-	17,280,000 kWh/年		
CO <sub>2</sub> の削減効果	8,864,640 kg-CO <sub>2</sub> /年			

排出係数:0.513 kg-CO<sub>2</sub>/kWh(中部電力)

林地残材(チップ)の購入費用とバイオマス発電施設の整備・運営費を考慮した年間収支は下表に示すとおりで、ごみ焼却施設単独の場合の売電収入(約2.24億円/年)をベースとすると、チップ購入単価が11.5円/kgが一つの目安となる。

チップ購入単価	円/kg	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	11.50	12.00	13.00	14.00	15.00
チップ購入費用	億円/年	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	2.88	3.00	3.25	3.50	3.75
売電収益(焼却単独)	億円/年	2.24									
売電収益(コンバインド発電)	億円/年	6.09									
整備費・運営費(追加分)	億円/年	1.00									
チップ購入費	億円/年	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	2.88	3.00	3.25	3.50	3.75
コンバインド発電による年間収支増加分( - - )	億円/年	1.10	0.85	0.60	0.35	0.10	-0.03	-0.15	-0.40	-0.65	-0.90

(以上、H26 高度化報告書より)

**<留意点>**

- ・ごみ焼却施設とバイオマス発電施設の事業主体が異なる場合は、施設間の電気受給(特定供給が不可)に問題が生じる。
- ・ごみ焼却施設とバイオマス発電施設の運営(運転)体制が異なる場合は、運転の調整(処理量の調整、蒸気の調整、排ガス処理等の調整)に留意する必要がある。
- ・焼却施設が2炉構成の場合、炉ごとに補修等を実施する場合は1炉運転となるため、バイオマスボイラから発生する蒸気や排ガス処理量とのバランス調整に留意する必要がある。

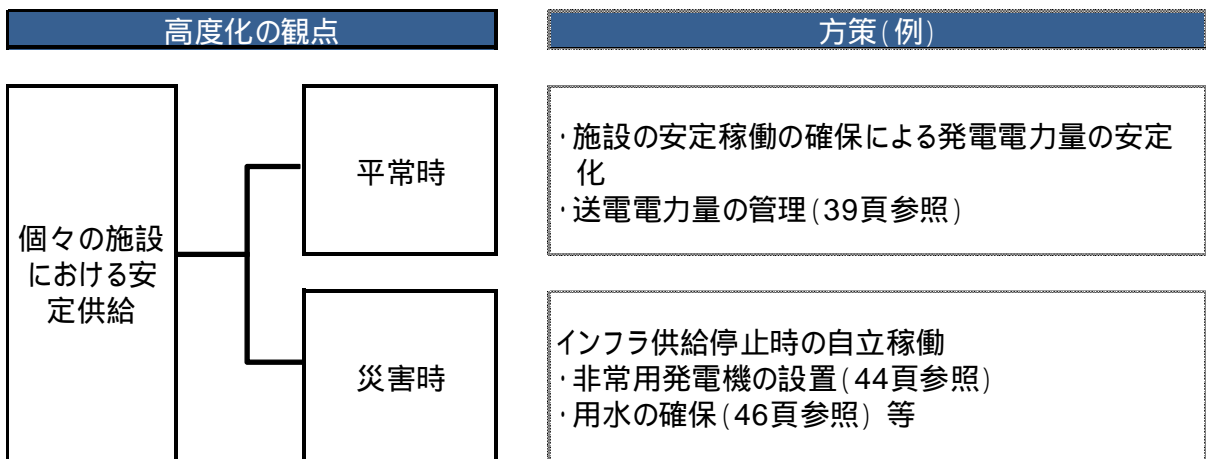
### (3) 個々の施設における安定供給

#### 1) 概要

廃棄物エネルギー利用の高度化には、電力の安定供給の観点も重要である。

安定供給について、例えば蒸発量を制御することにより発電電力量を安定化させる工夫や、所内消費量を予測して計画的に送電端電力量を管理する工夫なども、今後の廃棄物エネルギーの高度化には重要な観点の一つである。

また、災害時において、自立稼働して防災拠点としての役割を果たし、電気や熱を安定供給していくために、非常用発電機や用水の確保等の備えを行うことも重要である。



個々の施設による安定供給

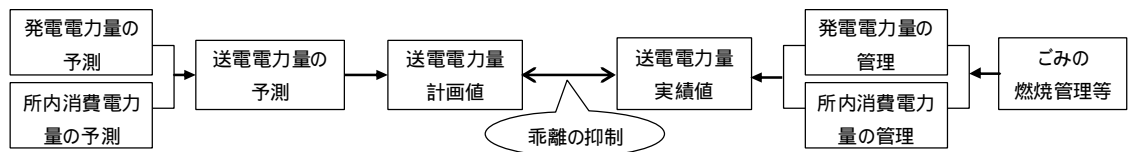
## 2) 平常時の安定供給方策例

以下に、安定供給に係る高度化方策導入の実現可能性調査を実施した結果をもとに、導入効果等を検証した事例として、送電電力量の管理について示す。

### 送電電力量の管理

#### 技術概要

送電電力量の管理は、発電電力量の予測、所内消費電力量の予測、送電電力量の予測の3つの段階での予測により送電電力量の計画値を設定し、ごみの燃焼管理等により発電電力量・所内消費電力量を管理し、その上で送電された実績値と計画値との乖離を抑制することが基本となる。



#### 送電電力量の管理（イメージ）

#### 発電電力量の計画・管理

発電電力量は基本的にボイラ蒸発量と比例関係にあることから、燃焼管理における蒸発量制御が主要な対策となる。常に変動するごみ質に対し、一定の蒸発量に制御するためには、供給ごみの攪拌・均質化と併せて、自動燃焼制御装置（ACC）等による制御が挙げられる。

#### 所内消費電力量の計画・管理

所内消費電力量にはごみ量・ごみ質等の影響を受けやすい部分（プラント動力系など）と影響を受けにくい部分（建築動力系など）があり、所内消費設備の各々の特徴を把握して、電力量の計画を立てる。

#### 送電電力量の調整

発電電力量及び所内消費電力量の管理を経てなお、最終的に送電端において生じる送電電力量の変動（計画値との差異）は、市場調達等により調整することとなるが、発電側において調整電源（ガスエンジン等）や蓄電池等を導入し、送電電力量の安定化を図ることも選択肢の一つである。

#### 導入効果 (先行事例等)

#### 発電電力量の管理（蒸発量制御）による送電電力量の管理

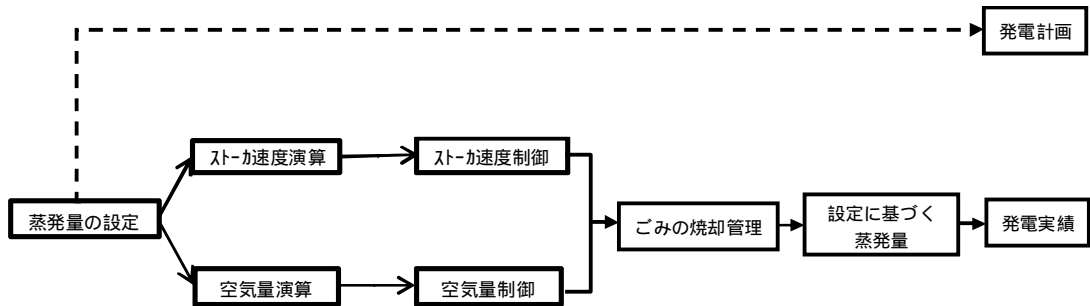
多くの施設で導入されている自動燃焼制御装置（ACC）による蒸発量制御は、発電電力量の管理の一手法といえる。

ごみ焼却施設の発電機は、火力発電所と同様の蒸気タービン発電機を有し、焼却炉ごとに設置されるボイラから発生する蒸気を利用した発電施設である。焼却炉の自動燃焼制御装置（ACC）は、ごみの処理量と発熱量を運転の設定値とし、ごみの供給量や空気量を制御

している。

ごみの供給量、発熱量（焼却炉への入熱）と蒸発量は単純な比例関係にあり、焼却炉の自動燃焼制御（ACC）は実際に「蒸発量」を制御している。

よって、計画値と実績値の乖離をなくすため、焼却炉の発電計画と自動制御は、蒸発量の設定値をベースに運用されることとなる。



ストーカ式焼却炉における自動燃焼制御の例

導入にあ  
たったの  
留意点

・個々の施設においてごみ量・ごみ質や設備構成等の特徴が異なるため、個々の施設の実績を十分分析した上で管理する必要がある。

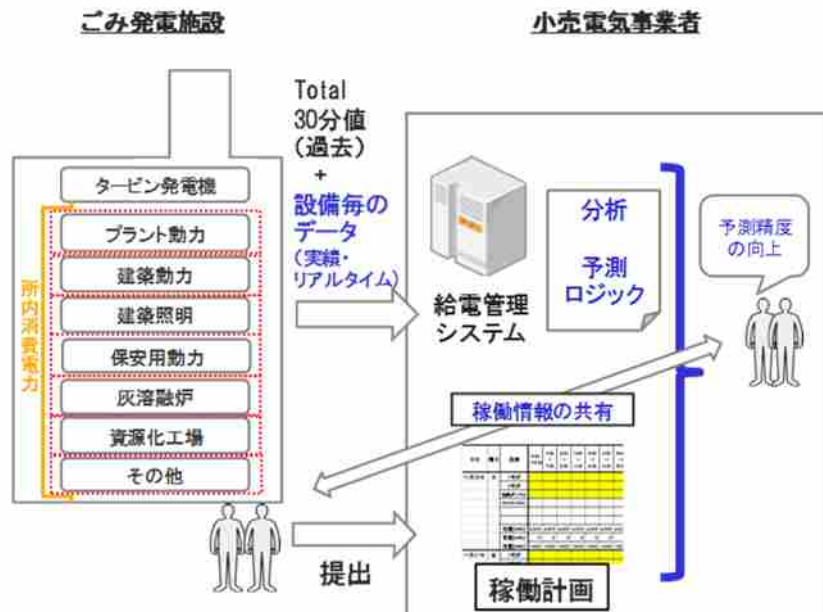
## 【トピック】 検討事例紹介：所内消費電力量の予測精度向上

送電電力量は、発電電力量だけではなく所内消費電力量も影響している。

以下は、所内消費電力量の特性に着目し、所内消費電力量の予測精度向上を検討した事例である。

所内消費電力量について、計測可能な設備毎に把握し、その特徴に応じた予測ロジックを設定することにより、予測値の精度向上を図る。実際の運用においては、下図のように小売電気事業者と連携して電力量の分析・予測を行うことで、予測の高度化を図ることが考えられる。

小売電気事業者とごみ発電施設は、リアルタイムでの電力量データのやり取りと併せて、稼働計画の変更や突発的な停止などの情報を共有し、予測精度を向上させることが可能となる。



過去の所内消費電力量実績を分析した結果、下表のような予測ロジックを組むことで、予測精度の向上に取り組んだ。

所内消費電力量の予測ロジック（例）

所内消費電力	予測ロジック
プラント動力	運転炉数によって予測手法を変更。全停止時および 1 炉運転時は過去データの統計処理、2 炉運転時は投入熱量を活用した回帰式にて予測。
建築動力	運転炉数及び補修工事等との相関を利用し予測。
建築照明	変動も小さく比較的安定しているため、直近数サンプルの平均から予測。
保安用動力	運転炉数との相関があり 運転計画からの予測
灰溶融炉	稼働または停止で予測。(現場とのコミュニケーションにより可能な限り正確・on time で共有)
資源化工場	時間帯、曜日に見られる規則性を活用し予測。

所内消費電力量の予測は、設備ごとの電力量データを給電管理システムに集約し、上表に基づくロジックで統計処理をして予測を行った。

所内消費電力量の予測精度向上を図った場合の効果は、次表のとおり試算された。

所内消費電力量の予測精度向上による効果（試算例）

比較項目	単位	従来法 <sup>注1)</sup>	予測高度化 <sup>注2)</sup>
予測・計画値と実績値との乖離の絶対値計	kWh/年	1,606,975	1,117,436
予測精度の向上（改善量）	kWh/年	-	489,539
予測精度の向上（改善率）	%	-	30
予測・計画値と実績値との乖離の改善効果	千円/年	-	4,900

注1) 従来から行われていた各設備の消費電力、稼働計画等から予測する場合

注2) 各設備の予測ロジックに基づき予測を行う場合

導入にあたっては、個々の施設において所内消費量の変動特性が異なるため、予測ロジックの検討にあたっては、個々の施設の実績を十分分析したうえで設定する必要がある。また、個々の施設の詳細な電力量データは、施設稼働のノウハウ等を含むことから、データの取り扱いについては、十分検討する必要がある。

（以上、平成27年度廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務報告書より）



### 3) 災害時の安定供給方策例

平成 25 年 5 月 31 日に閣議決定された廃棄物処理施設整備計画では、災害対策の強化をその柱の一つとしており、その中で、焼却施設が大規模災害時に電力供給や熱供給の役割が期待されるものとしている。また、平成 28 年 1 月 21 日に告示された廃棄物処理法に基づく基本方針（廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針）においても、非常災害時にも対応できる強靱な廃棄物処理体制の整備を図ることとされている。

災害時にエネルギーの供給を続けるためには、系統からの電力供給や公共水道などのインフラが途絶えた中でも、焼却炉を稼働させることが必要であり、非常用発電機の設置や用水の確保が重要となる。

以下に、安定供給に係る高度化方策を導入した施設の事例を示す。

災害時の安定供給方策	技術概要	該当頁
非常用発電機の設置	系統からの電力供給が途絶えた中で焼却炉を稼働するために、消防法、建築基準法で義務づけられる非常電源、予備電源としての能力等を勘案して、非常用発電機の能力と燃料の確保をする。	44 頁
用水の確保	災害時に水道、工業用水道からの用水の供給が途絶えた場合に備え、貯水槽を設置する、または地下水を利用できるようにする等して水を確保する。	46 頁

## 非常用発電機の設置

### 技術概要

系統からの電力供給の途絶えた中で焼却炉を稼働させ、災害時にも安定的にエネルギー供給をするためには、非常用発電機の設置が必要である。非常用発電機の設置計画にあたっては、消防法、建築基準法の規定も踏まえ、次の機能を考える必要がある。

- ▶ 商用電源の途絶した中で焼却炉を安全に立ち上げるための電源
- ▶ 商用電源の途絶した中でも施設の安全点検などの業務に必要な最低限の電源（保安電源）
- ▶ 一旦停止した焼却炉を再稼働させるための電源

災害時の焼却炉を再稼働するまでには、次のようなフェーズが生ずることが想定される。

- ）焼却炉の安全停止（全炉）
- ）施設の点検や災害の状況の見極め
- ）焼却炉の立上げ（1炉）

系統からの電力供給の途絶した中で焼却炉を再稼働するためには、上の3つのフェーズに必要な電力を非常用発電機で賄う必要があり、さらに消防法、建築基準法で義務づけられる非常電源、予備電源としての能力を勘案して、これらに必要な非常用発電機の能力と燃料の確保をする必要がある。

燃料としては、液体燃料、都市ガスが考えられる。液体燃料の場合は備蓄によるものとするが、都市ガスの場合は導管供給によるため災害時の信頼性の高いものである必要があり、消防法の非常電源として使用する場合に都市ガス導管の耐震性に関する認定（いわゆる都市ガス認定。巻末の用語集に解説。）を受けることとされている。

なお、助燃用の燃料は別途確保する。

### 導入効果

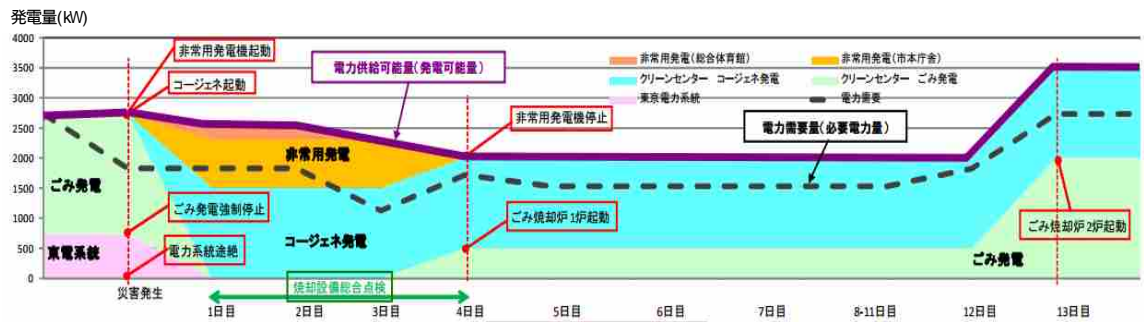
(先行事例等)

#### < J市における災害時の安定供給方策事例（建設中） >

東日本大震災等の教訓を受け、災害時等での停電にも対応できるシステムとして構築しており、例えば近隣公共施設（本庁舎・総合体育館他）への電力供給についても停電時に対応できるものとしている。

非常用発電機については、燃料を都市ガス(中圧管による供給)及びA重油(始動時)としたガスタービン(常用非常用ガスコジェネレーション設備)の整備を検討している。

災害時における電力需要、供給は、下図のようにシミュレーションされている。



(注)シミュレーション条件

災害時想定条件

震度7以上 電力会社系統電力途絶 都市ガス即復旧

ごみピット貯留量 600t ごみ 12日搬入停止

新クリーンセンターの災害時対応条件

焼却プラント点検・確認のため焼却炉立下げを行う。

点検確認後問題がない場合に焼却炉の立上げを行う。

ごみ搬入がない場合は1炉運転、ごみ搬入が復帰した場合は2炉運転

### 非常時・災害時における電力需要・供給シミュレーション図

(J市 施設・周辺整備協議会報告書、平成25年3月)

### <K市における災害時の安定供給方策事例(建設中)>

市内のごみ処理施設を集約するため、東日本大震災の教訓を踏まえ、地域を守る防災拠点としての役割に配慮して整備が進められている。

非常用発電機については、焼却炉の立下げ、立上げのほか、立上げまでの保安電源、避難所用の電源についても賄うべく、発電機の設置、燃料の備蓄を行うこととしている。(ピークカットにも使われる。)(非常用発電機用の燃料とは別に立上げ時に必要な助燃バーナの燃料も備蓄される。)

(以上、H26高度化報告書より)

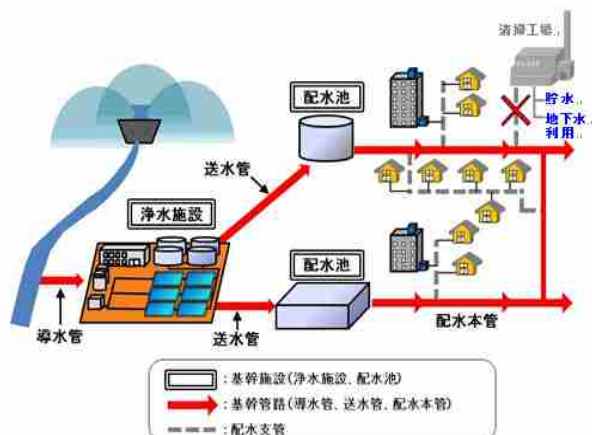
#### 導入にあたっての留意点

- ・ 焼却炉を継続的に運転するためには、一定量のごみの確保が必要である。発災後、ごみの収集が再開されるまでの間のごみについて、あらかじめ留意しておく必要がある。
- ・ 焼却炉の運転に必要な薬品類についても確保が必要である。
- ・ 用水の確保が必要である。(46頁参照)
- ・ 非常用発電機を、常用発電機と兼用する場合、点検のタイミングに検討が必要となる。消防法との関係で、別途、非常用発電機が必要となる場合がある。
- ・ 運転のために必要な職員の確保など、緊急時の対応について、業務継続計画(BCP)を作成しておく必要がある。

## 用水の確保

### 技術概要

焼却炉においては、生活用水、プラント用水（ボイラ用水、機器冷却水）が使用され、主に、前者は水道水、後者は水道水、工業用水、地下水のいずれかにより水が供給される。災害時に水道、工業用水道からの用水の供給が途絶えた場合に焼却施設を稼働させるためには、水道、工業用水道からの用水の供給が再開されるまでの水の確保が不可欠であり、貯水槽を設置してあらかじめ用水を確保しておくこと、地下水を利用することが挙げられる。



### 導入効果 (先行事例等)

#### < L市における導入事例 >

L市では、阪神・淡路大震災等の教訓を受け、水供給等のライフラインが寸断された場合でも廃棄物の焼却を継続して行うため、受水槽による水の確保も行っている施設である。また、焼却炉の立上げに必要な非常用発電機も確保している。

受水槽については、洗車、床洗浄、場内散水等を除いた基準ごみ質2炉運転時のプラント用受水槽補給水量の7日分の受水槽を持っている。新潟県中越地震、阪神・淡路大震災の復旧調査の結果、阪神・淡路大震災で神戸市で最短で6日間で復旧した事例を踏まえ、7日分とされたものである。

#### < M市における導入事例 >

M市では、東日本大震災の教訓を踏まえ、地域を守る防災拠点としての役割に配慮して整備が進められている。

水の確保については、災害時に上水が断水した場合は、地下水にて運転可能な設備を設け、切り替え可能な計画とすることとしている。

(以上、H26 高度化報告書より)

### 導入にあたっての留意点

- ・地下水により確保する場合は、適切な水質の地下水が存在することが必要である。
- ・貯水槽により用水の確保を行う場合には、水道等の復旧までの期間を適切に見込む必要がある。(水道の復旧までに長時間がかかる場合には適さない。)
- ・非常用発電機の設置等、他の対策と併せて行うことが必要である。

## (4) 個々の施設における有効利用

### 1) 概要

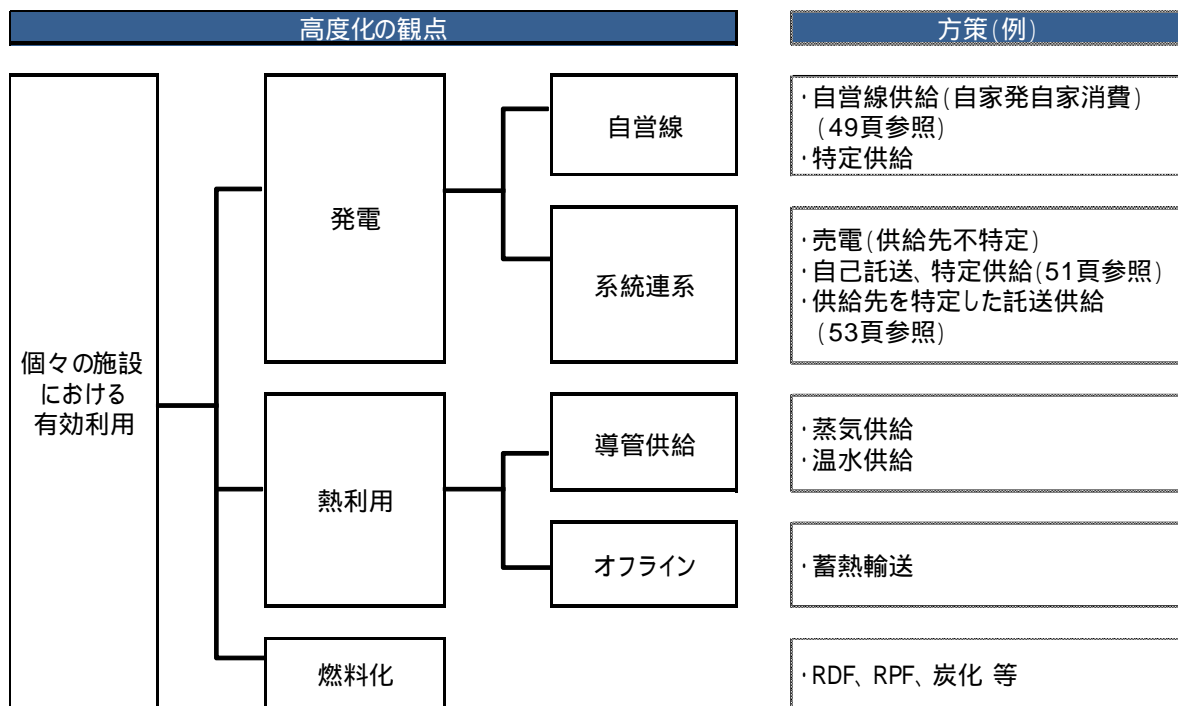
回収した廃棄物エネルギーの利活用については、利活用先の有無や、供給方法の制約などから、これまでは所内で消費した後の余剰分について、電力は電力会社への売電、熱については近隣のプールや温浴施設等へ供給するケースが多数を占めてきた。

一方、平成 26 年以降に段階的に改正が進められている電力システム改革によって、電気事業に様々な主体が取り組むことが可能となり、発電した電力の外部供給方法も様々な選択肢が用意されてきている。また、平成 23 年の東日本大震災以降のエネルギー事情の変化により、自立・分散型エネルギーの導入や、地方創生の動きが加速し、地域のエネルギーを地域で利活用する取組が進展してきている。

電力については、自ら自営線を引いて自立型で供給を行うか、系統への逆潮を行うかが大きな選択肢となるが、系統へ逆潮する場合においても、供給先を特定して電気を送ることが比較的容易に選択できるようになった。

熱については、導管を引いて供給するか、他の熱源に変えてオフラインで輸送するかであるが、近年、国のモデル事業による導管等に対する支援制度が開始されるなど、取り組みやすい環境が整いつつある。

なお、発電によるエネルギー利用と、蒸気や温水等の熱によるエネルギー利用とのバランスについては、全体的なエネルギー効率・CO<sub>2</sub>削減量や、エネルギー需要の状況等を総合的に勘案して計画することが重要である。できるだけ高効率の発電を行いつつ、地域の熱需要に応じた温度レベルの熱を併せて供給することが基本的考え方となるが、個々の施設の条件に応じて検討することが望ましい。



個々の施設による有効利用

## 2) 電力の有効利用方策例 需要側とのネットワーク形成

以下に、実際に高度化方策を導入した施設の事例を示す。

電力の有効利用方策	技術概要	該当頁
自営線供給（自家発自家消費）	一定の区域内で、自営の送配電網を整備し、自営線区域内で発電施設から需要施設へ電力を直接供給する電力供給。	49 頁
自己託送・特定供給	<p>&lt; 自己託送 &gt; 自家用発電設備を用いて発電した電気を一般送配電網を介して、当該自家用発電設備を設置する者の別の場所にある工場等に送電する電力供給。</p> <p>&lt; 特定供給 &gt; 発電設備のある施設から他の施設や子会社等に一般送配電網（又は自営線）を介して供給する電力供給。</p>	51 頁
供給先を特定した託送供給	一つの小売電気事業者が、同一地域の発電側及び需要側の需給双方と電力の買取及び供給の契約を行うことにより、契約上の電力の地産地消を実現できる供給形態。	53 頁

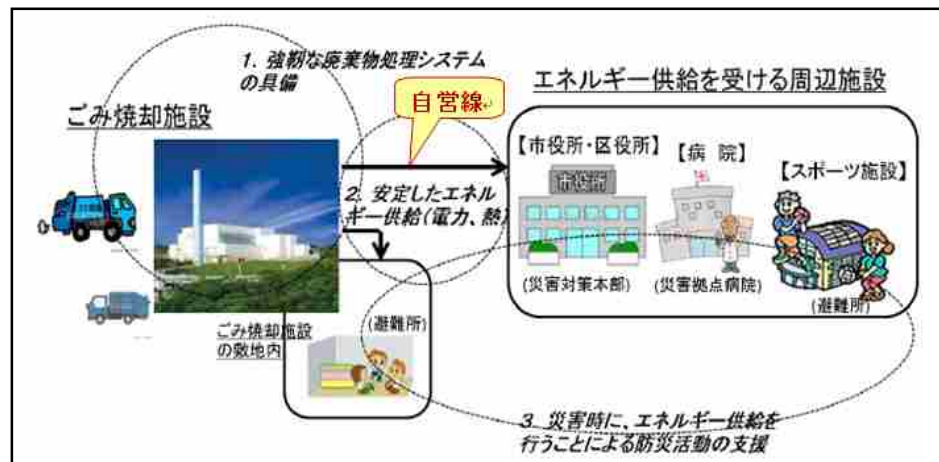
## 自営線供給（自家発自家消費）

### 技術概要

自営線供給とは、一定の区域内（以下「自営線区域内」という。）で、系統電力網とは別個に自営の送配電網を整備し、自営線区域内で発電施設から需要施設へ電力を直接供給する電力供給である。

系統からは、自営線区域内の1箇所で受電し、万一自営線区域内での事故等により電力供給が困難となった場合に、系統からのバックアップを受ける（予め補完供給の契約を締結）。

自営線の整備及び維持管理が必要となる一方、災害時等の系統電力停止時にも自営線区域内では電力供給が可能であり、防災拠点としての機能も併せ持つことができる。



### 地域の防災拠点となる廃棄物処理施設等のイメージ

（環境省「平成25年度地域の防災拠点となる廃棄物処理施設におけるエネルギー供給方策検討業務報告書」より）

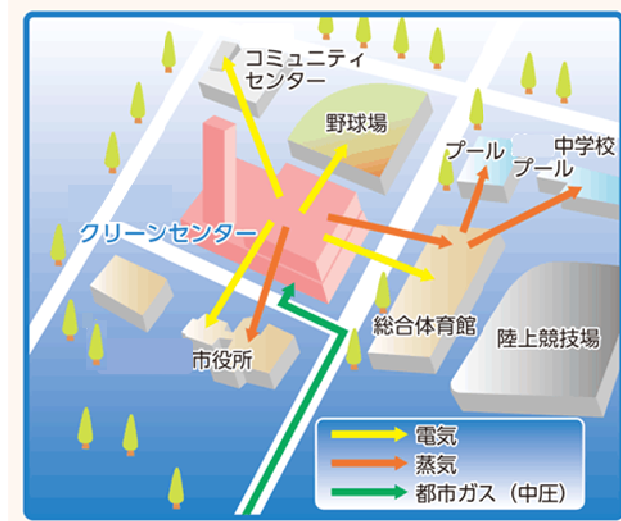
送電網とともに通信インフラを整備することで、自営線区域内での電力の需給調整管理を行う（スマートグリッド化）も可能である。

### 導入効果 (先行事例等)

#### <N市新クリーンセンター（平成29年4月稼働予定）における導入事例>

東日本大震災の経験を踏まえた災害時の電力供給確保を目的として、新クリーンセンター建設予定地に隣接する市庁舎等に対し、蒸気と同時に自営線によるごみ発電電力供給を実施することとした。

自営線供給の実現に向けて、まず電力会社との協議を進め、そのうえで経済産業省に相談し、実施が可能であることを確認した。電力会社とは、電気需給約款を中心に協議を行い、N市が計画する事業内容が自家発自家消費とみなされることを確認した。（新クリーンセンター建設予定地と市庁舎等は同一区画ではないものの、間に挟む道路が市道であるため、同じ管理者（N市）の下で管理が可能と判断された。）



新クリーンセンターによる近隣公施設へのエネルギー供給（イメージ）  
 （平成 27 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書より）

なお、ごみ発電施設の自立稼働性確保や、将来的に電力需要増大時のピークカット等にも活用できることを念頭に、施設内にガス・コジェネレーション設備を導入している。導入にあたっては、災害に強い中圧管がすでに敷地まで敷かれていたことが大きな優位点となった。

自営線区域内は、1 箇所での 1 回線受電が基本であるが、市庁舎については、万一の場合に備えて、バックアップ用の予備電線路を引き込むこととしている。予備電線路は、主電源とは別の変電所から供給を受けることとし、特別高圧予備電力（予備電源）を利用している。

導入にあたっての留意点

- ・自営線区域内が一つの構内（\*）とみなされない場合、自家発自家消費とはみなされず、特定供給（=後述）の許可が必要となる。
- （\*）柵、塀その他の客観的な遮断物によって明確に区画された一の構内であること、又は、隣接する複数の構内であって、それぞれの構内において営む事業の相互の関連性が高いもの



## 自己託送・特定供給

### 技術概要

#### 自己託送について

自己託送とは、自家用発電設備を設置する者が、当該自家用発電設備を用いて発電した電気について一般送配電事業者が保有する送配電ネットワークを介して、当該自家用発電設備を設置する者の別の場所にある工場等に送電する電力供給である。



#### 自己託送制度イメージ

自己託送を活用しようとする場合、料金メニューにおいて特別措置が適用される。利用頻度の低い自己託送もあると考えられることから、託送料金については、ネットワーク利用者間の公平性に配慮しつつ、通常の料金メニューに加えて完全従量制の料金体系が設けられている。

(例) < 従量接続送電サービス >

高 圧：従量料金 11.24 円/kWh

特別高圧：従量料金 7.39 円/kWh

平成 28 年 12 月時点 東京パワーグリッド株式会社 HP より

なお、電気事業法改正に伴う計画値同時同量制度下では、自己託送を適用する場合であっても、基本的には、発電計画等の提出や、発電側インバランスの調整の義務は生じる。

#### 特定供給について

特定供給とは、コンビナート内等の発電設備のある施設において発電した電気を、他の工場や子会社等に供給することを認める制度である。電気事業法では、需要家利益を保護するため、電気を直接需要家に供給する場合には、電気事業（発電事業を除く）の許可又は登録を要することとしているが、需要家保護の必要性が弱い一定の場合には、電気事業以外の供給（＝一般に、特定供給という。）を認めている（経済産業大臣の許可が必要）。

許可の要件は、「供給の相手方と生産工程、資本関係、人的関係等における密接な関係またはそれに準じる関係（長期的な取引関係等）」を有することとされている。



特定供給のケース例（経産省資料より）

以上、電力会社 HP、経産省資料、電気事業事典等を参考に記載

導入効果  
(先行事例等)

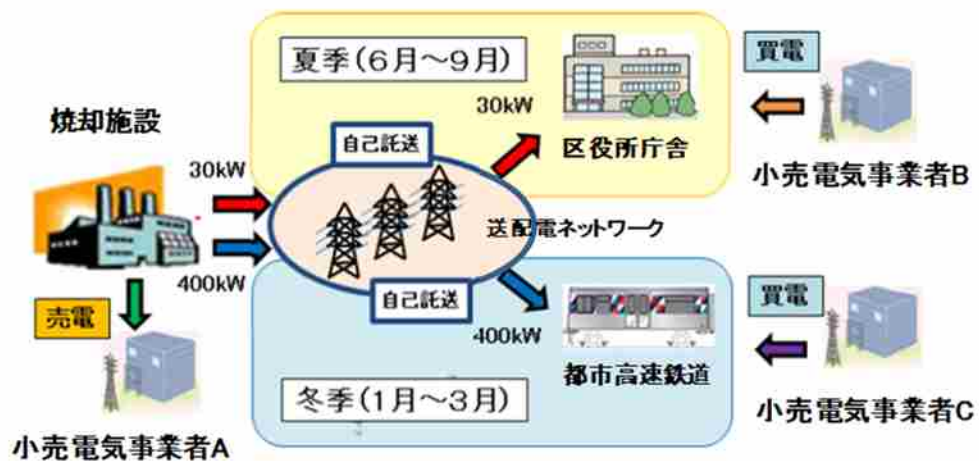
< 〇市における自己託送制度の導入事例 >

電力の地産地消と電力料金の削減を目的として、平成 27 年 4 月から自己託送制度の活用を開始した。

供給先の一つ、区役所庁舎については、冷房等により電力使用が多くなる 6 月～9 月の平日昼間に 30kW を託送することで、年間を通して、小売電気事業者からの電力供給の契約電力を 30kW 下げている。自己託送料金が発生し、また、自己託送分の売電収入が減少するが、区役所庁舎の契約電力の年間削減額が大きくなることで、市全体としての経済的メリットが得られている。一般送配電事業者の従量接続送電サービスの料金（高圧）が適用される。

また、都市高速鉄道については、年間 60 時間程度の冬場の凍結対策時のピーク電力に対応するため、従量接続送電サービスを活用して供給している。

また、経済的なメリット以外にも、電力の地産地消の実現や、CO<sub>2</sub> 排出量の小さい廃棄物発電を活用した区役所の CO<sub>2</sub> 削減などに貢献している。



自己託送実施イメージ（〇市資料より）

導入にあたっての留意点

・自己託送制度の活用にあたっては、自家発電設備を設置する者から 2 つ以上の密接な関係を有する者へ供給する場合など、特定供給の許可が必要な場合がある。（〇市においても、特定供給の許可を受けている。）

## 供給先を特定した託送供給

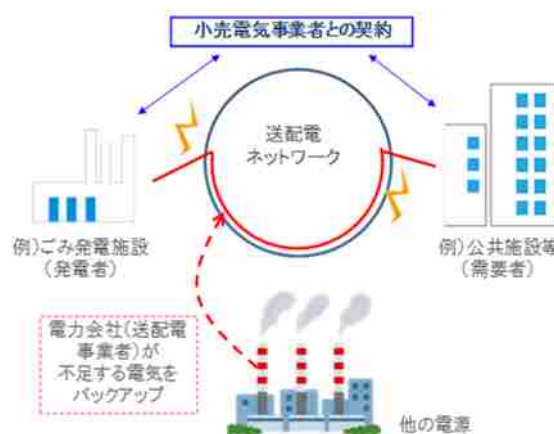
### 技術概要

託送供給とは、接続供給と振替供給の総称である。

このうち接続供給とは、送配電事業者の送配電網を通して電気を需要家へ届ける電力供給である。小売電気事業者が調達した電気を一般送配電事業者が受電し、同時に、一般送配電事業者の供給区域内の需要家へ送配電事業者の送配電ネットワークを介して届けるとともに、供給電力と需要計画値を比較し、不足電力をバックアップ、または余剰電力を送配電事業者が購入することをいう。（振替供給は、異なる送配電事業者の供給区域との接続点に供給する場合をいう。）

小売電気事業者は、託送供給約款に基づき、送配電事業者と接続供給契約を締結したうえで、自ら発電又は調達した電気を系統を通して需要家へ供給する。

このとき、一つの小売電気事業者が、同一地域の発電側及び需要側の需給双方と電力の買取及び供給の契約を行うことにより、発電側の電力を同じ地域の需要側で消費する需給関係を構築することができる。比較的簡易な手続きにより、契約上、電力の地産地消を実現できる。



託送供給のイメージ

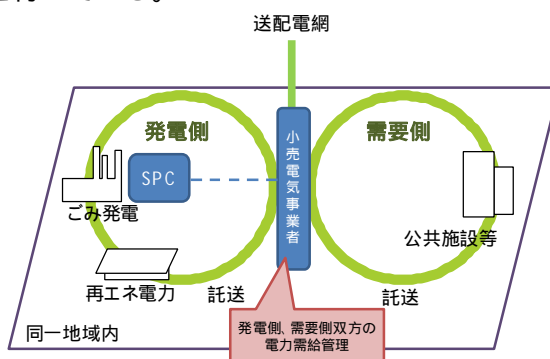
以上、電力会社 HP、経済産業省資料等を参考に記載

### 導入効果 (先行事例等)

#### <P市における導入事例>

平成 27 年 2 月に策定した「再生可能エネルギー導入推進計画」においてエネルギーの地産地消を重要な取り組みテーマとして掲げ、市のごみ発電施設からの電力を、市内の小中学校等の公共施設に供給して再生可能エネルギーの地産地消を図ることとした。

これに基づき、市のごみ発電施設の余剰電力の売電と、小中学校の電力購入を、一つの特定規模電気事業者（現小売電気事業者）と契約し、平成 27 年 4 月からごみ発電の地産地消をスタートしている。契約先の特定規模電気事業者は、ごみ発電施設を運営する特別目的会社（SPC）と関連のある事業者とし、ごみ発電施設の運営に関するノウハウを活かして安定した電力の需給管理を行っている。



電力の地産地消事業イメージ

導入にあ  
たっての  
留意点

<系統を通した電力の地産地消について>

- ・系統を通して電力を供給する場合、送配電網へ電気を流すことによって物理的に他の電気と混ざってしまうことから、特定の電気を特定の場所へ供給する(地産地消等)場合には、一定の説明のルールが必要とされている。

<契約手続きについて>

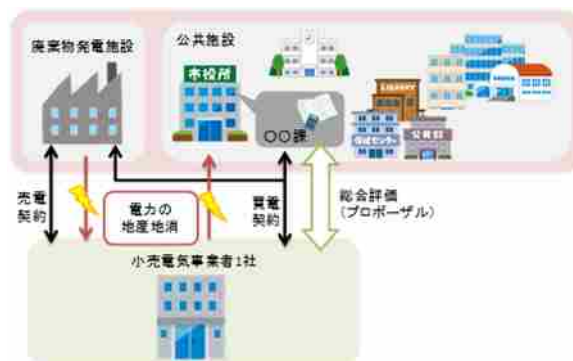
- ・同一の事業者と発電側、需要側双方の契約を結ぼうとする場合、市町村における契約手続きは、一般競争入札が原則であることから、需給双方を同一の事業者と契約することの政策目的や導入効果等を総合的に整理し、総合評価による事業者選定方式や、地方自治法の随意契約が認められる場合の規定等を適用して手続きを行う必要がある。
- ・ごみ発電の地産地消事業を行うための契約手続きとして、以下の方式が考えられる。

ア．ごみ発電電力の売電又は需要側施設の買電の契約先事業者と、もう一方の買電又は売電契約を随意契約する方式。

イ．ごみ発電電力の売電及び需要側施設の買電を行う事業者を一括して募集し、総合評価又はプロポーザルにより選定する方式。

上記アを適用した市町村では、随意契約の理由として、地方自治法に定める随意契約締結の規定を踏まえて、地産地消を行うための事業者は同一である必要があること、発電側・需要側各々が一般競争入札を行って双方同一事業者が落札する保証はないこと、発電側・需要側の総合的な経済効果が重要であること等の理由を挙げている。

上記イを適用した市町村では総合評価の項目として、地域の電力地産地消を担う事業者の適切性、地域貢献性等を挙げている。その場合の契約関係は、次図のように示される。



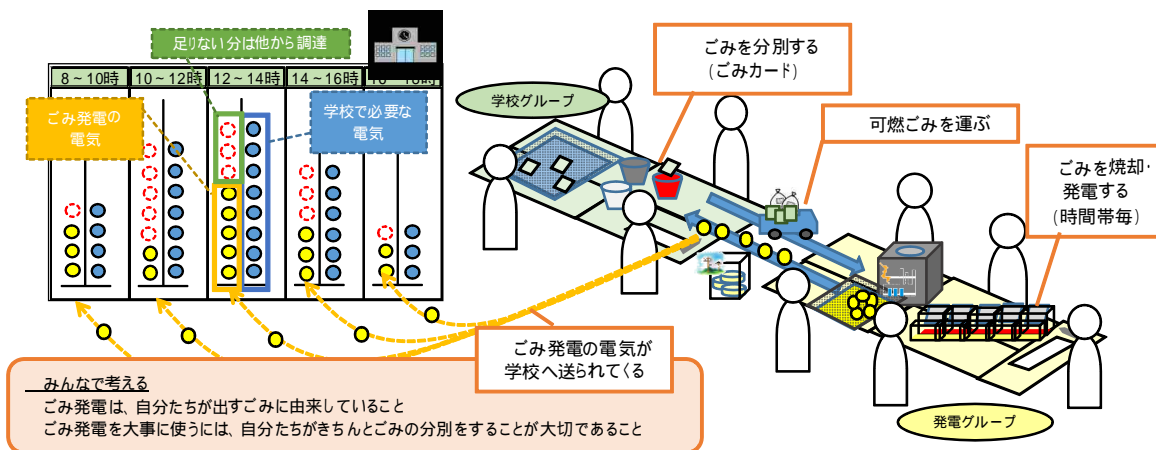
(以上、平成27年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書より)

## 【コラム】ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラム

### < 概要 >

ごみ発電の地産地消は、単に地域のエネルギーを地域で消費するという側面だけでなく、地域の住民自らが排出したごみが燃料となり、そこで発電された電気が地域に戻ってくるという住民生活に密着した資源・エネルギー循環という側面を有している。こうしたごみ発電の地産地消事業が有する特徴を需要家に分かりやすく伝えて共有していくことは、エネルギーの地産地消を通じた地域社会の創生、活性化に有意義である。

平成 27 年度の廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査において企画考案された“ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラム”は、小中学校の児童生徒を対象に、ごみ発電と自分たちの暮らしとの関わりについて、ゲームを交えて分かりやすく体験学習できるプログラムである。下図のようにごみを分別するところからごみ発電の電気が学校へ送られてくるところまでをゲームキットで体験し、ごみ発電の由来を学ぶことにより、ごみ発電の電気を大事に使うためには自分たちのごみの分別が大切であること等を学ぶ。学習を終えた児童（下記実施事例）からは、“ごみの分別をしないと、発電もうまくできないし、自分でやったことが、そのまま自分にかえてくるので、きちんと分別したい”等の声が寄せられた。



### < 実施事例 >

ごみ発電電力を市内の全小中学校で地産地消する事業を展開している P 市において、需要側の小学校児童を対象に、“ごみ発電の地産地消を学ぶ学習支援プログラム”の試行実施が行われた。

【実施日時と内容】 平成 28 年  
 (1) 1 回目 1 月 29 日(金) 5 年生 71 名  
 (場所：特別活動室)

《講義》 電気の仕組みと自分たちの生活との関わり	・電気の作り方のいろいろな方法 ・ごみ発電の仕組みと良いところ
-----------------------------	------------------------------------

(2) 2 月 1 日から 8 日まで、5 年生各教室において始業時の数分間程度(土日除く)

《日常チェック》 学校に送られてくる電気と使われている電気の量	教室に配備したタブレット型端末を用いて、ごみ発電施設のごみ処理量と発電量、学校が消費した電力量を確認します。“電力が見える化”して電気を使うことへの気づきを促します。
------------------------------------	---

(3) 2 回目 2 月 9 日(火) 5 年生 71 名  
 (場所：特別活動室)

《グループワーク》 ゲームで学ぶごみ発電	・ごみ発電の仕組み ・自分たちの生活との関わり ・電気を大事に使うこと、自分たちができること
-------------------------	--



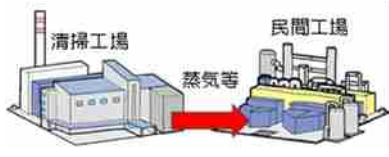
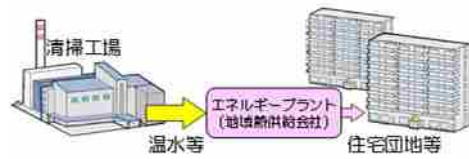
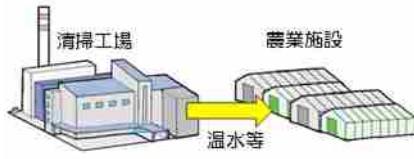

(以上、平成 27 年度廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務報告書より)

### 3) 熱の有効利用方策例

ごみ焼却施設の熱は一定の距離であれば化石燃料などよりも安価に供給できる可能性が高いため、熱の有効利用先としては下表に示すように、工場、農業、公共施設など多様な利用が想定される。地域熱供給事業などの面的熱供給インフラに卸供給できれば、地域の多数の利用者に供給可能となる。さらに熱供給により、熱の利用先も含めた社会全体としてエネルギーの有効利用が図られ、CO<sub>2</sub>排出量の削減につながる。

熱は蒸気や高温水、温水などとして導管で 1km 程度までの範囲に供給するが多い。一方、専用容器に蓄熱して車両で運搬する蓄熱輸送（オフライン輸送）も実証事業が行われている。

熱の有効利用が期待される供給先の例

熱の有効利用方策	技術概要	該当頁
方策 工場への蒸気供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>●高温の熱を必要としている場合がある。</li> <li>●エネルギーコストの削減を通じて地域の産業の競争力を向上できる。</li> </ul> 	58 頁
方策 地域熱供給事業など面的熱供給インフラへの熱供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>●大量の熱を供給できるため、地域の CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に削減できる。</li> <li>●熱需要が業務(商業ビル等)主体の場合は冷熱供給が重要となる場合が多い。低圧蒸気・高温水の供給が求められ、家庭主体の場合は暖房・温水用途に限定する場合もあり、復水排熱など低温の排熱を活用しやすい。</li> </ul> 	59 頁
方策 農業施設への熱供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>●園芸施設や養殖などで冷暖房や加温に熱利用することができる。大規模園芸施設では、通年的な雇用効果もある。</li> </ul> 	61 頁
方策 公共施設への熱供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>●地域の重要な公共施設(庁舎、体育館等)において、ごみ焼却施設の熱を有効利用することができる。</li> <li>●公共施設における光熱費を削減することができる。</li> </ul> 	62 頁

ごみ焼却施設における廃棄物エネルギーを効率的に利用するためには、ボイラで発生させた蒸気をできるだけ発電（または高温の産業需要等）に用いつつ、蒸気タービンで温度・圧力が低下した発電途中段階の蒸気や、各種排熱を地域の熱需要の温度や量とのマッチングを図っていくことが重要となる。そこで、熱の取り出し位置と熱需要とのマッチングの考え方を下図に示す。

**A** 高圧蒸気（例：4MPa・400）

高効率発電でのボイラ蒸気は温度・圧力が高いので、基本的には発電に使うことが効率的。

<取り上げた事例との対応>

- ・トピックで国外事例を紹介

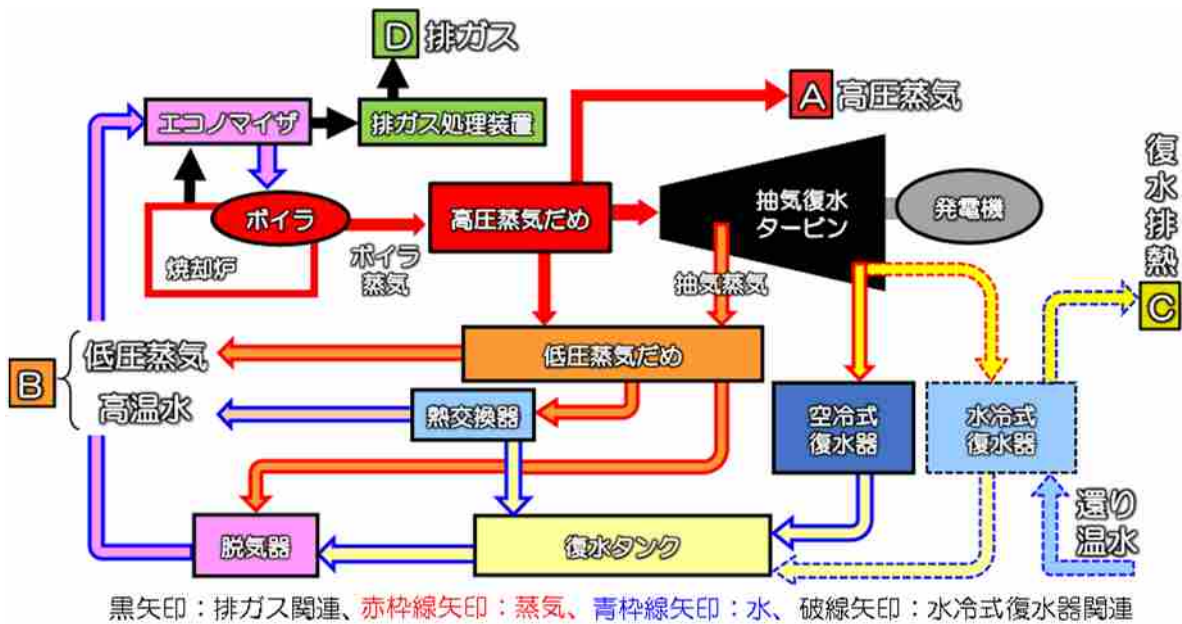
**B** 低圧蒸気（抽気蒸気）（例：0.6MPa・200）

熱需要に応じて、広く周辺施設等に供給することができ、国内でも導入事例が多い。

温度が高いため吸収式冷凍機で冷熱も製造できる。

<取り上げた事例との対応>

- ・方策 工場への蒸気供給
- ・方策 地域熱供給事業など面的熱供給インフラへの熱供給
- ・方策 農業施設への熱供給
- ・方策 公共施設への熱供給



**C** 復水排熱（例：60。より高温も可能）

空冷式復水器で環境（大気）に放出されていることが多い。水冷式復水機を設置し、大量の温熱需要を確保できれば、効率的に熱供給できる。

<取り上げた事例との対応>

- ・方策 地域熱供給事業など面的熱供給インフラへの熱供給

**D** 排ガス（例：露点 数十）

地域暖房システムが発達した北欧で普及している。（日本では導入は進んでいない。）

代表的な熱の取り出し方法（種類）と熱需要とのマッチングの考え方

## 工場への蒸気供給

### 技術概要

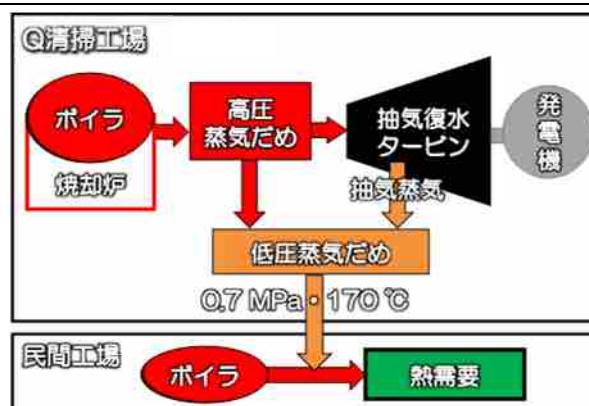
産業部門では、高温の熱が必要な業種がある。工場では、ボイラ等の熱源で発生させた高温高圧の蒸気を用途に応じて段階的に温度・圧力を下げながら利用する（カスケーディング）場合もあり、ごみ焼却施設の低圧蒸気と温度・圧力が、工場側の需要とうまく適合する場合がある。

工場側は通常既存の熱源機器を保有しており、ごみ焼却施設側の事情による供給可能蒸気量の変動等に対して柔軟に対応しやすい。

### 導入効果 (先行事例等)

Q 清掃工場では、発電設備が導入されておらず余剰蒸気が発生していた。隣接する民間工場からの供給要請とあいまって検討が行われ、平成9年度より蒸気配管による供給（高圧蒸気）が開始された。現在は新設工場からの低圧蒸気（タービン抽気蒸気を優先）が主体。

熱供給せずに発電するよりも、年間約1,500t-CO<sub>2</sub>が削減されている。（抽気蒸気のみで賄える場合の試算推計）



#### Q 清掃工場から外部への熱供給による CO<sub>2</sub> 排出削減量の試算

	実績（発電と熱供給を併用）	仮想（外部へ熱供給せずに発電した場合）
供給量	外部熱供給量 5.34 万 GJ / 年	発電増加量 282 万 kWh（試算値）
排出係数	0.057 t-CO <sub>2</sub> /GJ	0.000555 t-CO <sub>2</sub> /kWh
CO <sub>2</sub> 削減量	3,050 t-CO <sub>2</sub> /年	1,570 t-CO <sub>2</sub> /年
差し引き	外部熱供給することで 1,480 t-CO <sub>2</sub> /年の純削減	

注)「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課、平成22年3月)に準じた方法で試算した場合。

### 導入にあたっての留意点

- ・低圧蒸気供給量が抽気のみでは不足する場合、高圧蒸気側から供給すると発電量の低下度合いが大きくなる（必要な熱供給量に応じた抽気可能量のタービンを設計する必要がある）。
- ・民間施設に熱供給する場合は、事前に双方で十分な協議を行う、又は公募等により熱の需要先を選定するなど、丁寧な手続きを行うことが望ましい。



## 地域熱供給事業など面的熱供給インフラへの熱供給

### 技術概要

ごみ焼却施設から民生部門への大量の熱供給実現には、単独建物にとどまらず面的に供給する必要がある。そのためには熱導管網（面的熱供給インフラ）が必要となる。

面的熱供給（地域冷暖房）の中でも規模の大きい「地域熱供給事業」へのごみ焼却熱の供給では、主に昭和60年前後から開始された6事例が知られている。熱需要が業務（商業ビル等）主体の場合は冷熱供給が重要となる場合が多く、低圧蒸気または高温水の供給が求められる。一方、家庭主体の場合は暖房・温水用途に限定する場合もあり、復水排熱など低温の排熱を活用しやすい。（給湯予熱に用いている事例もある。）

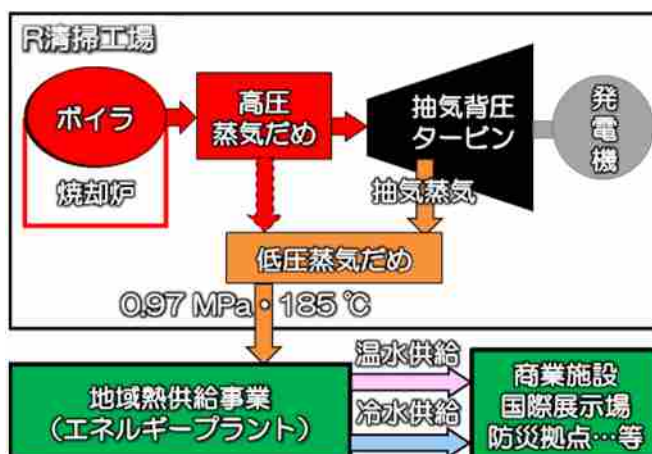


ごみ焼却熱利用事業の供給区域の例  
(JHSBA ホームページより)

### 導入効果 (先行事例等)

#### (1)【地域熱供給事業（民生業務部門主体）への抽気蒸気の供給例】

R 清掃工場は、副都心地域の開発基本計画において「省エネルギー、節水型の都市づくり」として「地域冷暖房への都市排熱の活用」が明記され、熱供給施設及び共同溝と含めた一体開発が進められる中で整備された。抽気蒸気の一部を地域熱供給事業に供給しており、熱供給せずに発電するよりも年間約1万 t-CO<sub>2</sub>が削減されていると推計される。



#### R 清掃工場から外部への熱供給による CO<sub>2</sub> 排出削減量の試算

	実績（発電と熱供給を併用）	仮想（外部へ熱供給せずに発電した場合）
供給量	外部熱供給量 21.9 万 GJ / 年	発電増加量 388 万 kWh（試算値）
排出係数	0.057 t-CO <sub>2</sub> /GJ	0.000555 t-CO <sub>2</sub> /kWh
CO <sub>2</sub> 削減量	12,483 t-CO <sub>2</sub> /年	2,153 t-CO <sub>2</sub> /年
差し引き	外部熱供給することで 9,890 t-CO <sub>2</sub> /年の純削減	

注)「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課、平成22年3月)に準じた方法で試算した場合

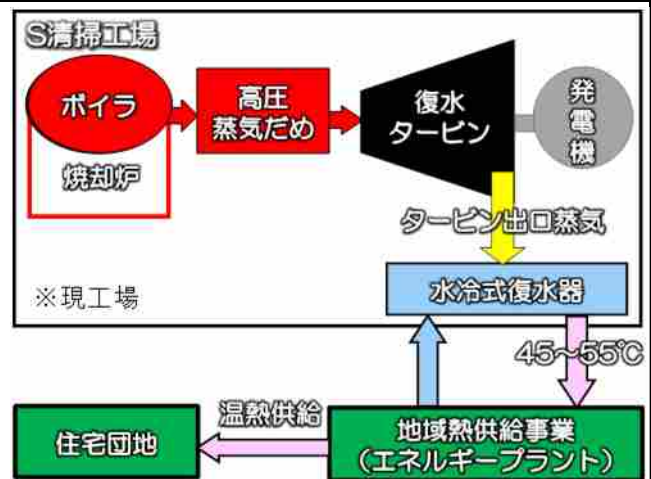
#### (2)【地域熱供給事業（民生家庭部門主体）への復水排熱供給例】

S 清掃工場は、昭和58年に竣工した300t/日のストーカ式焼却施設である。4,000kWの蒸気タービンで発電を行い、発電後の復水排熱を地域熱供給事業に供給している。熱供給事業では12,000戸の住宅団地に温熱を供給している(近隣の公共施設等には冷熱も供給)。復水排熱を利用しており、年間約7千 t-CO<sub>2</sub>が削減されていると推計される。

自治体の都市開発計画検討の中で、住宅団地の都市計画が決定され、同時に地域冷暖房システムの導入が検討された。清掃工場の発電後の排熱供給の方向で協議が進められた。熱供給主体として、住宅局、住宅供給公社、住宅公団の三者が地域冷暖房事業に係る費用負担に合意、地元自治体を筆頭株主に地域熱供給会社が設立された。

現在建て替えが予定されているが、発電出力の増加と外部熱供給の強化

(復水排熱温度の上昇と供給量の増加等)が図られる見込みであり、さらなる低炭素化が期待される。



### S 清掃工場から外部への熱供給による CO<sub>2</sub> 排出削減量の試算

	実績 (発電と熱供給を併用)	仮想 (外部へ熱供給せずに発電した場合)
供給量	外部熱供給量 13 万 GJ / 年	発電増加量 0 kWh (試算値)
排出係数	0.057 t-CO <sub>2</sub> /GJ	0.000555 t-CO <sub>2</sub> /kWh
CO <sub>2</sub> 削減量	7,410 t-CO <sub>2</sub> /年	0 t-CO <sub>2</sub> /年
差し引き	外部熱供給することで 7,410 t-CO <sub>2</sub> /年の純削減	

注)「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課、平成 22 年 3 月)に準じた方法で試算した場合。(復水温度が 45 ~ 55 と比較的低いため発電増加量は 0kWh とした。)

### 導入にあたっての留意点

- ・新たに地域内で地域熱供給事業を行う場合、地域再開発等と連携した行政の取組み(例えば、地域熱供給導入の促進施策や、熱供給会社設立のための自治体による出資など)が重要となる。
- ・復水排熱利用には水冷式復水器(空冷式よりは小型)の導入が必要である。
- ・可能であれば、定期補修等の時期を調整するなど熱需要量が多い期間に熱供給量を確保できるよう調整することが望ましい。
- ・施設規模等によっては、1 炉運転時や蒸気供給量の増大時等に発電量が低下することで受電が発生する可能性があり、熱供給量の制約となる。
- ・焼却施設の建替時期のごみ焼却熱の供給ができない場合における対応について地域熱供給側との事前協議が必要である。

## 農業施設への熱供給

### 技術概要

農業施設では暖房や冷房における熱需要があり、暖房では温風暖房方式と温水暖房方式、冷房ではヒートポンプシステムや、水の気化熱により空気を冷却する蒸発冷却法が主に採用されている（施設園芸・植物工場ハンドブック、一般社団法人日本施設園芸協会、2015年より）。

清掃工場から近隣の農業施設の暖房向けに熱を供給する場合、比較的簡易な設備導入のみで実現できる。



温水暖房方式農業施設

（右側は農業施設内部に配置された放熱管、左側は放熱管の上に設置された育苗トレー）

### 導入効果 (先行事例等)

昭和61年にT町基本構想と併せて策定された構想に基づき清掃工場を中心とした開発・整備が計画され、町が主導して企業を誘致し、T清掃工場（現在の施設規模は320t/日（60t/日×2炉、100t/日×2炉））の向かいの民間の農業施設へ昭和62年より低圧蒸気を供給している。

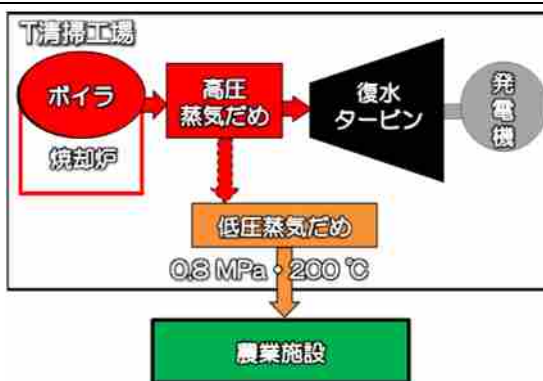
農業施設側（ハウス3棟：約3,800 m<sup>3</sup>）で受け入れた蒸気は熱交換器にて約70℃の温水に変換し、施設床面付近に張り巡らせた放熱管に通水することで温水暖房を行っている。農業施設側では自前で予備ボイラを所有し、清掃工場側の定期点検時等に稼動（平均で1日に約1,500 Lの重油をハウス暖房用に使用）させている。

清掃工場からの蒸気供給により冬季でも栽培可能となっており、本農業施設では通年的に約50人を雇用している。

#### T清掃工場から外部への熱供給によるCO<sub>2</sub>排出削減量の試算

	実績（発電と熱供給を併用）	仮想（外部へ熱供給せずに発電した場合）
供給量	外部熱供給量 1万 GJ/年	発電増加量 46万 kWh（試算値）
排出係数	0.057 t-CO <sub>2</sub> /GJ	0.000555 t-CO <sub>2</sub> /kWh
CO <sub>2</sub> 削減量	642 t-CO <sub>2</sub> /年	259 t-CO <sub>2</sub> /年
差し引き	外部熱供給することで383 t-CO <sub>2</sub> /年の純削減	

注）「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」（環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課、平成22年3月）に準じた方法で試算した場合。



農業施設外観

### 導入にあたっての留意点

- ・ 農業事業者は、熱の取り扱い等に慣れていない場合もあるため、専門業者の協力が必要になる可能性がある。
- ・ 蒸気供給を受けない期間は配管内の水抜きを行い、腐食対策を実施するなど、維持管理に留意する必要がある。

## 公共施設への熱供給

### 技術概要

庁舎などの公共施設では暖房や冷房、温水の需要があるため、清掃工場から近隣の公共施設に熱供給を実施することで CO<sub>2</sub> 排出量が削減されるとともに冷暖房費用を削減できる。



公共施設への熱供給概要  
(U市資料より)

### 導入効果 (先行事例等)

U市では清掃工場の建て替えについて東日本大震災を契機に「災害に強い施設づくり」の必要性を求める市民の声が高まり、プラント設備の耐震性向上とともにごみ発電による近隣公共施設への熱・電力の供給が検討された。

その結果 2017 年度から稼働開始を目指す U 清掃工場 (120t/日 (60t/日 × 2 炉)) では、抽気復水タービンで発電を行うとともに、庁舎、公営総合体育館への低圧蒸気の供給を計画している。

なお、ごみ焼却施設内にガスコジェネレーション設備 (ガスタービン発電機、最大出力 1,500 kW) が併設されており、ごみ焼却施設の電力ピークカット、災害時は熱と電力の継続供給、そして焼却設備点検整備時等の全炉停止時の近隣公共施設への蒸気供給補完 (ガスタービンの廃熱回収ボイラ蒸気を利用) に利用される予定である。

建て替え前において、熱利用側である各公共施設では、清掃工場の稼働が停止した場合や蒸気が不足した場合に備えて、ボイラを設置していた。建て替え後は、清掃工場側のガスタービン発電機も連動して稼働させることにより、施設停止時以外は基本的に熱利用側で必要な全ての蒸気を供給するシステムとした。



### U 清掃工場の外部熱供給による CO<sub>2</sub> 排出削減量の試算

	実績 (発電と熱供給を併用)	仮想 (外部へ熱供給せずに発電した場合)
供給量 (計画)	外部熱供給量 1.6 万 GJ/年	発電増加量 84 万 kWh (試算値)
排出係数	0.057 t-CO <sub>2</sub> /GJ	0.000555 t-CO <sub>2</sub> /kWh
CO <sub>2</sub> 削減量	912 t-CO <sub>2</sub> /年	469 t-CO <sub>2</sub> /年
差し引き	外部熱供給することで 443 t-CO <sub>2</sub> /年の純削減	

注)「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」(環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課、平成 22 年 3 月) に準じた方法で試算した場合。

### 導入にあたっての留意点

- ・ 例えば電気式の空調設備を導入している場合、蒸気利用は難しく、熱利用側の熱源設備が、熱供給に適合した設備である必要がある。
- ・ 高負荷運転されるガスエンジン発電機の場合、水冷式が一般的であるが災害時に十分な水を確保できないことが予想された。よって本事例では、災害時においても電力供給と熱供給を実施するため、水冷が不要なガスタービン発電機を導入している。

## 【トピック】事例紹介：化学工場への高圧蒸気の供給（国外事例）

韓国ウルサン広域市のエコインダストリアルパークにあるごみ焼却施設では、発生させた蒸気を化学工場へ供給している。既存の第1焼却工場からその周辺に立地した化学工場へ蒸気を供給したところ、短い投資回収年で大きな効果が得られた。そこで、更に新たな化学工場が建設されることになるとともに、第2焼却工場の建設では発電設備の導入を取り止め、当該工場へ高圧蒸気を供給することとした。

### 【効果の例】

#### （焼却施設）

- 第2焼却工場は、発電設備を導入する必要がなくなり、事業費を減額できた。
- 蒸気販売に伴う収益を得ることができ、コストメリットが得られている。

#### （化学工場）

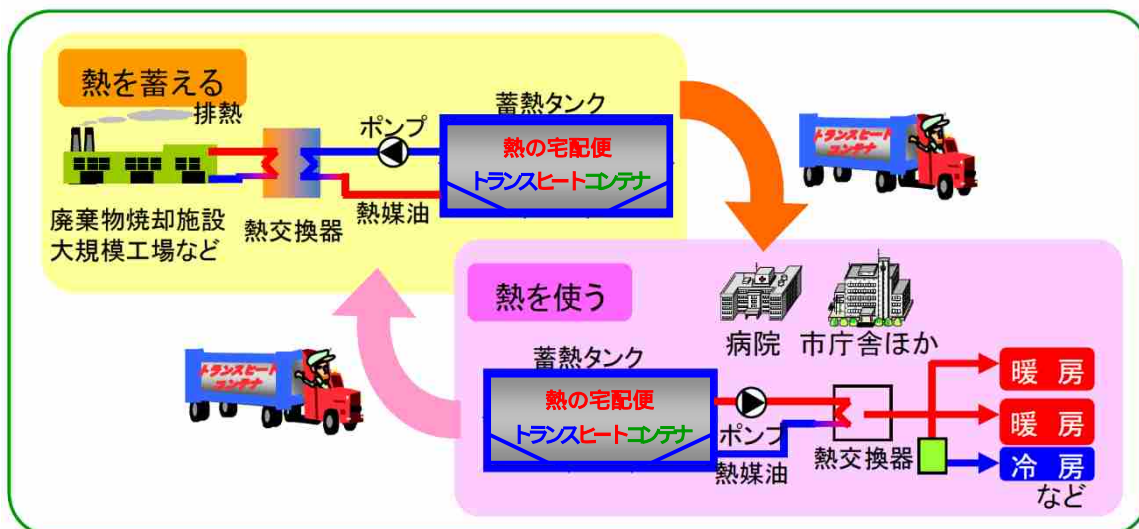
- このプロジェクトに伴い、新たな化学工場が立地したことで、約150百万ドルの投資と140人の雇用等が生まれ出された。
- 熱源転換（B, C重油 蒸気）により3.7百万ドルの節約ができており、CO<sub>2</sub>排出量は45,500t削減と試算されている。

（H27 高度化報告書より作成）

## 【トピック】事例紹介：熱の蓄熱輸送

### <概要>

V市では、実証事業として市のごみ焼却施設から排出される低温排熱を専用コンテナ（トランスヒートコンテナ）に蓄熱し、3km離れた病院へ輸送して主に給湯利用する取組を行い、その有効性等を検証している。なお、このコンテナには100以下の低温排熱が回収でき、コンテナ1台を1回病院に運搬することで最大約500kgのCO<sub>2</sub>の削減が可能とされている。



（V市資料より）

## 4) 燃料化方策例

実際に燃料化方策を導入した施設での実績等をもとに、導入効果等を検証した事例として、RDFの有効利用について以下に示す。

RDFの有効利用																	
技術概要	<p>RDF 施設は大部分がごみ量 100 t /日未満、人口 10 万人未満の中小自治体に設置されており、過去のアンケート調査では、全国では 94 市町村の年間 680 千トンのごみから、52 施設で年間 372 千トンの RDF が製造され、全国 5 か所の RDF 発電所に 275 千トンと熱利用施設で 97 千トンが有効利用されている。平成 24 年度廃棄物・3R 研究財団のアンケート調査より</p> <p>RDF は、製造場所とは別の場所に運搬・集約して利用することが可能であり、特に 100t/日未満の焼却施設での余熱利用が進んでいない実態から、地域の実状を踏まえた創意工夫によって、中小自治体でも適用可能な廃棄物エネルギー利用方策になる。</p>																
導入効果 (先行事例等)	<p>一般的な RDF の熱利用施設事例として、製紙工場等での発電用ボイラ燃料、地域熱供給事業における熱源利用、製綿・染色産業等での製品の乾燥用蒸気利用、下水汚泥焼却炉やセメント工場での助燃材利用等の用途がある。</p> <p><b>&lt; 蒸気ボイラ燃料利用 &gt;</b></p> <p>W 市にある民間の染色会社工場は、平成 27 年に既設重油ボイラの更新に伴い、RDF と RPF による蒸気ボイラ（発生蒸気量 3t / h × 5 基（3 基が RDF 用、2 基が RPF 用））を導入した。</p> <p><b>コスト削減効果</b></p> <p>RDF ボイラの経済性（設備投資効果）について、重油ボイラとの比較を以下に示す。</p> <p>ボイラの建設費、維持管理費</p> <p>重油ボイラよりも RDF ボイラの方が高額だが、燃料費が安価のため、重油ボイラでの蒸気単価 4,250 円/蒸気 t に対し、RDF ボイラでは 2,900 円/蒸気 t となり、1,350 円/蒸気 t のコスト削減と試算された。</p> <p>この工場の年間の蒸気使用量（21,600 蒸気 t /年・基 × 3 基）から、RDF ボイラ 3 基で年間約 8,700 万円のコスト削減効果があると試算できる。</p> <p style="text-align: center;"><b>蒸気製造コスト（円/蒸気 t）試算</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #ffff00;"> <th>費用</th> <th>重油ボイラ</th> <th>RDFボイラ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>維持管理費</td> <td>500</td> <td>1,600</td> </tr> <tr> <td>燃料費 = 蒸気原単位 × 燃料単価（円/、円/kg）</td> <td>3,600</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>減価償却費（15年）</td> <td>150</td> <td>930</td> </tr> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>合計 蒸気製造単価（円/蒸気トン）</td> <td>4,250</td> <td>2,900</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>CO<sub>2</sub>削減効果</b></p> <p>染色工場の年間の蒸気使用量（21,600 蒸気 t /年 × 3 基）に対する RDF 使用量に、RDF 使用量当たりの CO<sub>2</sub>削減量を乗じて試算した結果、年間約 5,300t -CO<sub>2</sub> の削減効果が得られた。</p>		費用	重油ボイラ	RDFボイラ	維持管理費	500	1,600	燃料費 = 蒸気原単位 × 燃料単価（円/、円/kg）	3,600	370	減価償却費（15年）	150	930	合計 蒸気製造単価（円/蒸気トン）	4,250	2,900
費用	重油ボイラ	RDFボイラ															
維持管理費	500	1,600															
燃料費 = 蒸気原単位 × 燃料単価（円/、円/kg）	3,600	370															
減価償却費（15年）	150	930															
合計 蒸気製造単価（円/蒸気トン）	4,250	2,900															

蒸気製造ボイラ燃料として RDF を使用した場合の CO<sub>2</sub> 削減効果（試算）

項目		数値
ボイラ 1 基あたりの年間蒸気使用量	t/年	21,600
ボイラ基数	基	3
単位製造蒸気当たりの RDF 使用量	t/蒸気 t	0.183
年間 RDF 使用量	t/年	11,858
RDF 使用量当たりの CO <sub>2</sub> 削減量 <sup>注)</sup>	t-CO <sub>2</sub> /t	0.446
CO <sub>2</sub> 削減量	t-CO <sub>2</sub> /年	5,288

注) RDF 使用による CO<sub>2</sub> 削減効果を評価するためには、ボイラ燃料としての重油代替効果だけでなく、RDF 製造時に必要な燃料使用や輸送等に伴う CO<sub>2</sub> 排出量を考慮して評価する必要がある。そこで、一般廃棄物を焼却施設で処理した場合と RDF 施設で RDF を製造し燃料使用した場合との比較を行い、RDF 製造・利用によるごみ処理量当たりの CO<sub>2</sub> 削減効果(0.241t-CO<sub>2</sub>/t)を算出し、これをごみ処理量当たりの RDF 回収率(54%)で除して設定した RDF 使用量当たりの CO<sub>2</sub> 削減量を適用した。従って本試算は、蒸気製造ボイラ燃料として必要な分だけの RDF が、上表の設定規模で必要だけ製造できるとした場合の試算である。

(以上、H26 高度化報告書より)

導入にあ  
たっての  
留意点

- ・ RDF 製造施設の導入にあたっては、熱利用施設と連携することにより、安定的な RDF 需要が確保できる。
- ・ RDF 製造施設の導入にあたっては、乾燥のため化石燃料が必要なこと、生ごみ由来の塩素分等に留意が必要である。(参考例:【トピック】研究事例紹介: RDF 施設とメタンガス発電とのコンバインド(66 頁)を参照)

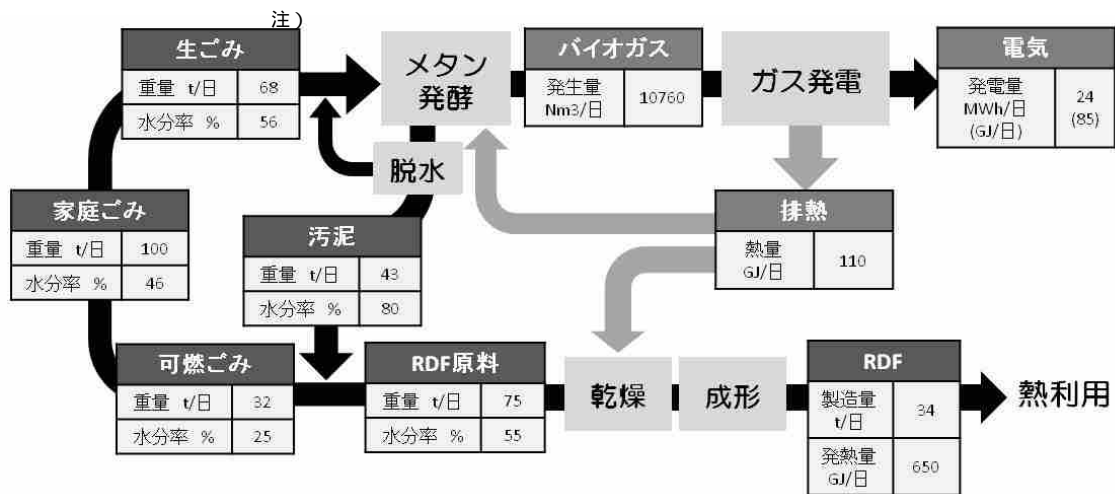
## 【トピック】研究事例紹介：RDF施設とメタンガス発電とのコンバインド

### <技術概要>

(メタン発酵+固形燃料製造)システムは、生ごみと可燃ごみを分別収集又は機械選別し、生ごみはメタン発酵によりガス発電をする。可燃ごみは、ガス発電の排熱等により発酵不適物とメタン発酵汚泥を乾燥して固形燃料(RDF)又はフラフを製造し、熱利用するシステムである。固形燃料(RDF)又はフラフは焼却炉による高効率発電(RDF発電)利用も可能である。

### <導入効果の検討>

(メタン発酵+固形燃料製造)システムの物質収支、エネルギー収支を試算した例を下図に示す。100t/日のごみから24MWh/日の電力と650GJに相当する34t/日の固形燃料(RDF)が製造できる。



(メタン発酵+固形燃料製造)システム収支(試算)

注) 収集家庭ごみの分離(生ごみ相当と可燃ごみ相当)

ごみ種類	収集ごみ	分離後		
		生ごみ相当	可燃ごみ相当	
固形物組成(乾ベース%)	ビニール・ゴム・合成樹脂・皮革	20.8	7.4	37.9
	紙類	55.8	64.7	44.4
	布	4.9	1.3	9.4
	木・竹・わら類	6.0	7.0	4.8
	厨芥類	9.8	17.5	0.0
	その他	1.7	2.0	1.4
	不燃物	1.0	0.0	2.2
計	100.0	100.0	100.0	
ごみ総量	湿ベース重量 t/日 (水分率 %)	100.0 (45.9)	68.2 (55.6)	31.7 (25.0)
	乾ベース重量 t/日	54.1	30.3	23.8

出典) 中原啓介：“次世代ごみエネルギー利用システムごみ固形燃料(RDF)化技術の可能性”

環境施設 No.139 p24-29 (2015) より、一部著者訂正



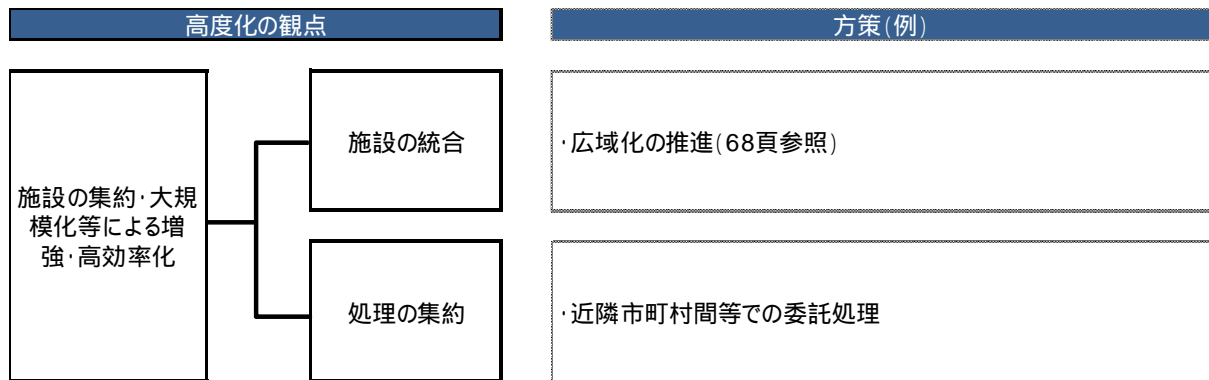
## 5 - 2 . 複数施設での高度化

### ( 1 ) 施設の集約・大規模化等による増強・高効率化

#### 1 ) 概要

ごみ焼却施設の発電電力量及び発電効率は、施設規模と密接な関係があり、一般に施設規模が大規模化するに従って、発電効率も向上する。従って、発電電力の増強・高効率化の一つの方策として、施設を可能な限り集約し、大規模化することが有効である。

施設の集約・大規模化を進めるにあたっては、広域処理の考え方が有効であり、施設の統合を進めることで、効率的なエネルギー回収を進めることができる。また、地域の状況に応じて、一部事務組合等の組織体を形成せず、近隣市町村間等で委託処理を行うことにより処理の集約を図ることも一つの方法である。



施設の集約・大規模化等による増強・高効率化

## 2) 施設の集約・大規模化等による方策例

実際に施設の集約・大規模化を図った事例をもとに、導入効果等を検証した事例として、広域化の推進について以下に示す。

### 広域化の推進

#### 技術概要

ごみ処理におけるダイオキシン類の排出削減対策を契機として、平成9年5月に「ごみ処理の広域化計画について(衛環173号)」が発出され、都道府県にごみ処理広域化計画の策定が求められた。

その後、全国の施設のダイオキシン類排出削減対策は一定の改造や整備を終え、技術の向上等により、より小規模の施設(80~100t/日クラス)でも発電が可能となるなど、ごみ処理施設を取り巻く状況は大きく変化している。

こうした状況の中で、また今後の人口減少社会を踏まえ、どのような単位でごみ処理施設を整備していくべきか、各地域の特性に応じて検討し、そのうえで廃棄物エネルギー利用の高度化の一つの方策として、広域化の推進が挙げられる。

#### 導入効果 (先行事例等)

広域化による発電増強効果と経済的な効果について、環境省一般廃棄物処理実態調査データから、直近5年間(平成21~25年度)に新たに組合単位で新規施設を整備した事例を抽出し、広域化前後での比較評価を行った。(下表)

その結果、抽出したいずれのケースも、広域化前に発電を行っていなかったところ、広域化後に発電設備が整備され、うち2ケースでは外部への電力供給を行えるようになった。

経済性については、処理費から売電収入想定額を差し引いた処理コストは、広域化前後で数%~30%程度の削減が達成され、広域化のメリットが見られている。

#### 広域化による経済的効果の試算

広域化前(平成20年度)				広域化後(平成25年度)				コスト削減率
市町村	施設概要	処理及び維持管理費(実績)	売電収入(試算) <sup>1</sup>	市町村	施設概要	処理及び維持管理費(実績)	売電収入(試算) <sup>1</sup>	
3市2町	・2市1町で3施設稼働 ・処理能力:30t/日、109t/日、25t/日	1,807,533	0	X組合 (構成3市2町)	・1組合で1施設稼働 ・処理能力:147t/日	1,819,317	97,869	5%
1市1村	・1市1村で4施設稼働 ・処理能力:60t/日、150t/日、105t/日、90t/日	2,671,833	0	Y組合 (構成1市1村)	・1組合1施設稼働 ・処理能力:220t/日	1,930,080	0	28%
2市	・1市で1施設稼働 ・処理能力:195t/日	6,887,130	0	Z組合 (構成2市)	・1組合で1施設稼働 ・処理能力:288t/日	5,937,785	361,335	19%

<sup>1</sup> 外部電力供給量×17円で試算(広域化前後の条件を合わせるため、FIT価格に統一)。外部供給がない場合は0。  
<sup>2</sup> 処理及び維持管理費-売電収入

なお、上表における処理及び維持管理費には施設の整備費は含まれていないため、例えば上表のX組合、Y組合のケースでは、広域化前の施設と同様に複数施設を整備した場合と比較すると、さらに経済的効果は大きくなる。

#### 導入にあたっての留意点

- ・広域化を進めるためには、関連市町村の間で、施設の更新時期を合わせるなど、計画的な取り組みが必要である。
- ・広域化の規模については、近年の技術動向を踏まえ、数十t/日クラスの小さな施設が100t/日程度の施設に集約・広域処理化することも有効な選択肢の一つになってきている。

## (2) 廃棄物発電のネットワーク化による増強・安定供給・有効利用促進

### 1) 概要

複数の発電施設をネットワークで束ねることにより、一括管理される総電力量の増強が図られるとともに、安定供給につながる。また、需要側施設ともネットワークを組むことにより、電力の地産地消を実現することができる。さらに、ごみ発電と発電電力の変動特性が異なる太陽光発電等の電源もネットワークに組み込むことにより、需給バランスを向上できる。

ネットワーク化にあたっては、どのような事業主体が電力需給の一括管理を担うかによって、事業の進め方が異なる。

既存の民間事業者（小売電気事業者等）を主体とする場合

発電施設の売電先と需要側の買電先を当該事業者を集約することで契約上のネットワークが成立する<sup>注1)</sup>。ごみ発電施設の場合、ごみ焼却処理に伴う送電電力量の変動特性に精通した事業者が主体となることで、より効果的な需給管理が可能となると考えられ、例えばごみ焼却施設の運営を担う事業者（SPC等）と関連のある事業者がその役割を担う事例も出てきている。

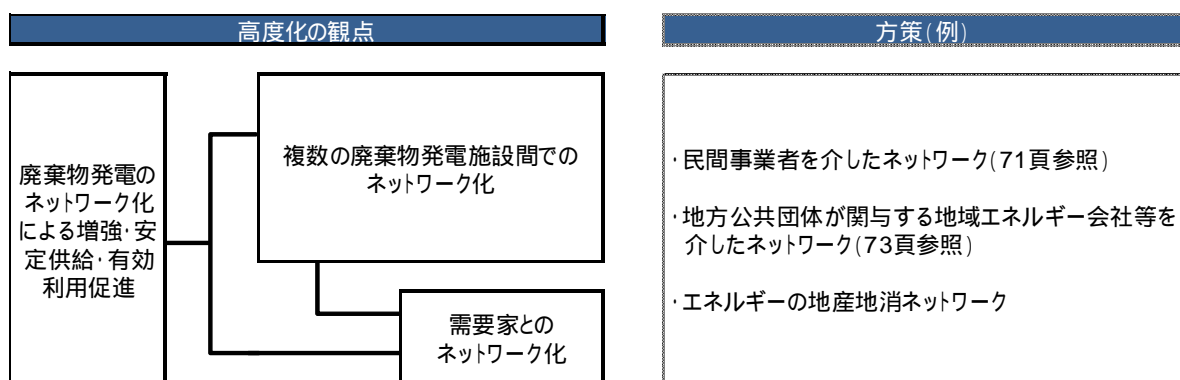
地方公共団体が関与する地域エネルギー会社等を主体とする場合

まず地域エネルギー事業会社等の設立手続きが必要となり、出資主体、民間事業者との連携、運営ノウハウの確立等が必要であり、そのうえで個別の発電側、需要側との契約を締結することとなる。

なお、ネットワークの形成において既存の電力システムを利用せず、自営線によるネットワークを構築する選択肢もある<sup>注2)</sup>。この場合、ネットワークの規模は地理的な範囲に限定されるものの、災害時等の系統電力停止時にも域内の電力供給は可能となり、防災の観点からも有効である。

注1) 契約手続きの考え方は、前出の電力の有効利用方策例の「小売電気事業者を通じた託送供給による特定の供給先への電力供給」を参照。

注2) 自立分散型の小規模エネルギーネットワークとして、マイクログリッドと呼ばれる。



廃棄物発電ネットワークによる増強・安定供給・有効利用

## 2) 廃棄物発電ネットワークによる方策例

廃棄物発電ネットワーク化の導入事例等を以下に示す。

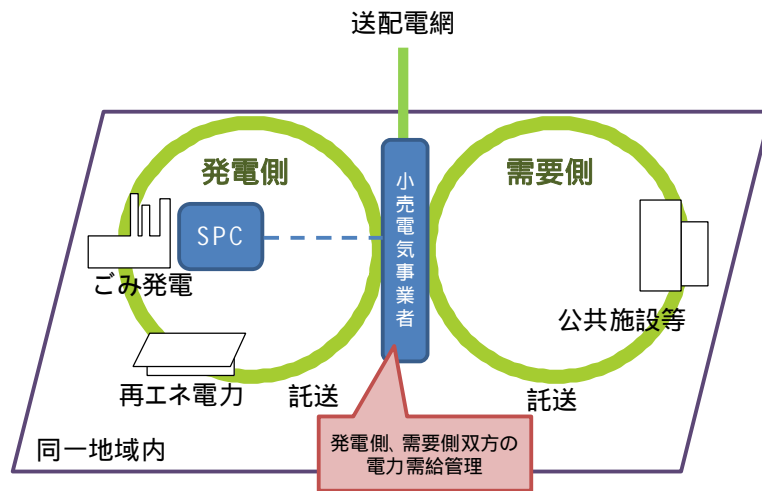
廃棄物発電ネットワークによる方策	技術概要	該当頁
民間事業者を介したネットワーク	民間の小売電気事業者が発電側及び需要側の電力需給管理を担うことにより、電力の地産地消のネットワーク化を図る。発電側と需要側において、電力の地産地消という事業目的（政策目的）の共有と、各々の売電収入、買電収入のバランスによる全体としての経済性確保等がポイントとなる。	71 頁
地方公共団体が関与する地域エネルギー会社等を介したネットワーク	地方公共団体が関与する地域エネルギー会社等が発電側及び需要側の電力需給管理を担うことにより、電力の地産地消のネットワーク化を図る。発電側と需要側の関係構築においてポイントとなる事項は上記と同様。地域エネルギー会社等においては、相応のノウハウが要求されることから、民間事業者等と連携しながら進める場合もある。焼却施設を運営管理する廃棄物関連部局との連携も重要となる。	73 頁

## 民間事業者を介したネットワーク

### 技術概要

発電側及び需要側の電力需給管理を民間の小売電気事業者が担うことにより、電力のネットワーク化を図るものである。ネットワーク成立の要件は、発電側と需要側のネットワーク参加の条件合意と、当該条件での小売電気事業者の事業採算性の確保である。

発電側と需要側のネットワーク参加には、電力の地産地消という事業目的（政策目的）の共有と、各々の売電収入、買電収入のバランスによる全体としての経済性確保等がポイントとなる。小売電気事業者においては、売電単価、買電単価について発電側、需要側との調整を図るとともに、電力の需給管理、不足分の市場調達管理、インバランス発生時の精算管理等の事務を適切に処理することにより事業性を確保する必要があり、相応のノウハウが要求される。需給管理を適切に行うためには発電側、需要側の電力の変動特性に精通していることが有効であり、ごみ発電の場合は、焼却施設を運営管理する事業者（SPC）又は関連の事業者が電力需給管理の事業者となる事例が出てきている。



ごみ発電 SPC の関連事業者によるネットワーク形成のイメージ

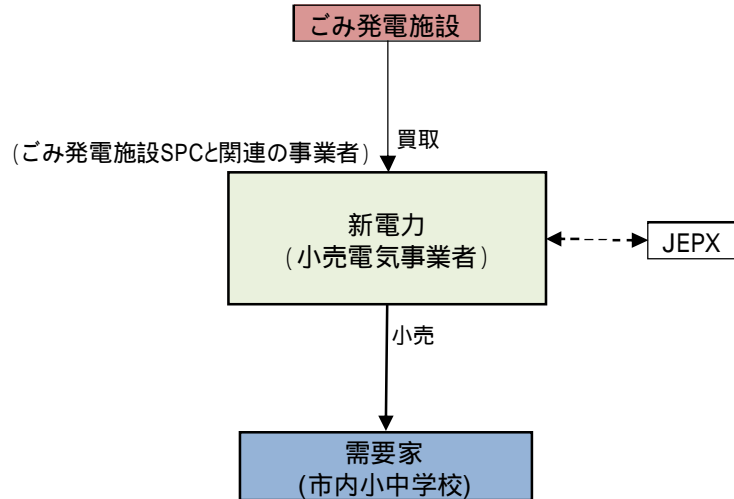
### 導入効果 (先行事例等)

#### < P市における民間事業者を介した廃棄物発電ネットワークの導入事例 >

P市では、安全・安心なエネルギーの地産地消を推進し、活力あふれる「環境最先端都市」の実現を目指すこととしており、その一環として廃棄物発電の地産地消事業を位置づけ、廃棄物発電のネットワーク化を実施している。

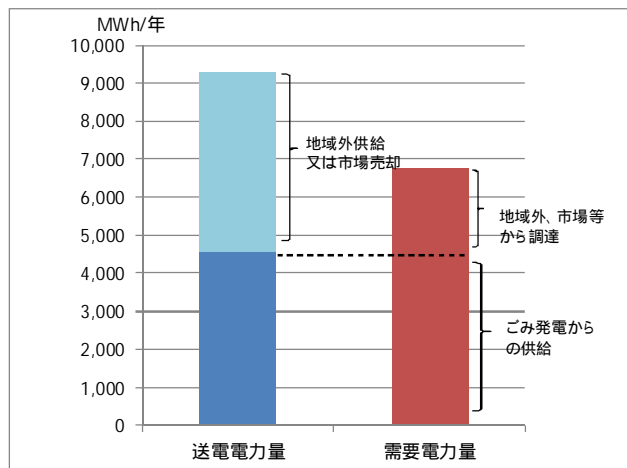
ネットワークの電力需給管理を担う民間事業者は、ごみ焼却施設の運営管理を担う SPC（特別目的会社）の関連事業者である。ごみ焼却施設の運営管理に精通しているという利点を生かし、効率的な発電側、需要側双方の電力需給管理を行っている。

地域エネルギー事業の全体像は下図のとおりであり、発電側はごみ発電施設 1 施設、需要側は市内の小中学校としている。



P市における地域エネルギー事業の枠組み

また、全体的な需給バランス（平成 27 年度）は、下図のとおりである。但し、昼間のピーク時など時間帯によっては需要電力量が送電電力量を上回る場合があり、その場合は市場等からの調達が発生する。



（以上、平成 27 年度廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務報告書より）

導入にあたっての留意点

- ・地域エネルギー事業の実施にあたっては、計画値の精度向上と運用上でのインバランスの低減を図り、適切な需要規模を確保することが重要な要素となる。
- ・需給の安定化を図ることが重要であり、発電側、需要側との安定的な契約関係の確保も重要な要素である。
- ・卸電力取引市場からの電力調達も事業運営の一部となり、市場の動向、乱高下等のリスクに留意する必要がある。
- ・電力システム改革の動向や FIT 制度の見直しなど、法制度上での変更リスクにも十分注意する必要がある。

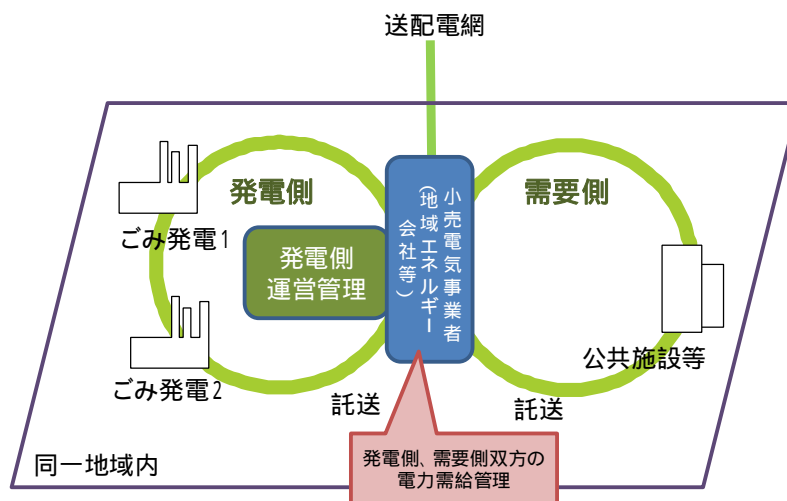
## 地方公共団体が関与する地域エネルギー会社等を介したネットワーク

### 技術概要

発電側及び需要側の電力需給管理を、地方公共団体が関与する地域エネルギー会社等が担うことにより、電力のネットワーク化を図るものである。ネットワーク成立の要件は、民間事業者が中心になる場合と同様、発電側と需要側のネットワーク参加の条件合意と、当該条件での地域エネルギー会社等の事業採算性の確保である。

発電側と需要側のネットワーク参加には、電力の地産地消という事業目的（政策目的）の共有と、各々の売電収入、買電収入のバランスによる全体としての経済性確保等がポイントとなる。地域エネルギー会社等においては、売電単価、買電単価について発電側、需要側との調整を図るとともに、電力の需給管理、不足分の市場調達管理、インバランス発生時の精算管理等の事務を適切に処理することにより事業性を確保する必要があり、相応のノウハウが要求される。地域エネルギー会社の構成によっては民間事業者等と連携しながら進めることになる。

需給管理を適切に行うためには発電側、需要側の電力の変動特性に精通していることが有効であり、ごみ発電の場合は、焼却施設を運営管理する廃棄物関連部局と連携することが重要である。



地方公共団体の関与によるネットワーク形成のイメージ

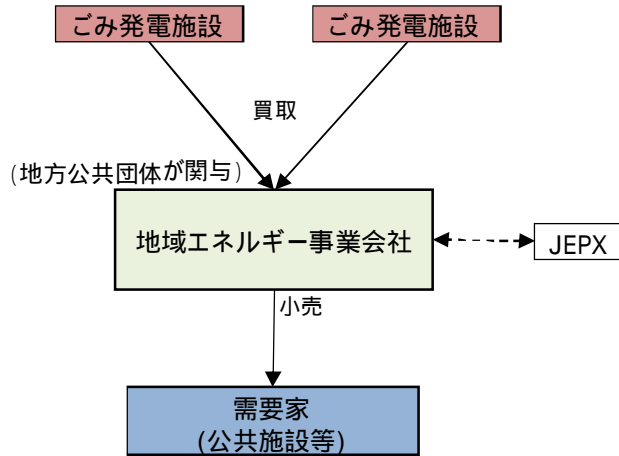
### 導入効果 (先行事例等)

#### < AA 市における地域エネルギー会社を介した廃棄物発電ネットワークの導入事例 >

AA 市では、安定・安価なエネルギー供給による地域産業の下支え、地域の低炭素化等を目的として、市が主導して地域エネルギー会社を設立（市も出資）し、ごみ発電電力を地域内で利用している。

地域エネルギー会社がネットワークの電力需給管理を担い、当初は公共施設等に電力供給し、順次、発電側、需要側ともに拡大を図る構想である。

地域エネルギー事業の全体像は下図のとおりであり、発電側はごみ発電施設 2 施設、需要側は市内の公共施設等としている。



AA市における地域エネルギー事業の枠組み

(以上、平成27年度廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務報告書より)

導入にあたっての留意点

- ・地方公共団体が関与する地域エネルギー会社においては、出資割合に応じたリスク負担等をどのように設定するかが重要である。政策目的や、連携する民間事業者との関係等を総合的に見て判断する必要がある。
- ・地域エネルギー事業の実施にあたっては、計画値の精度向上等を図り、適切な需要規模を確保することが必要である。
- ・発電側、需要側との安定的な契約関係の確保も重要な要素である。
- ・卸電力取引市場からの電力調達も事業運営の一部となり、市場の動向、乱高下等のリスクに留意する必要がある。
- ・電力システム改革の動向やFIT制度の見直しなど、法制度上での変更リスクにも注意する必要がある。



## 6 . 高度化方策導入の基本的手順

廃棄物エネルギーの利用高度化に向けた各種方策を導入するにあたっては、施設整備時や施設改良時等のスケジュールに合わせて、必要な事項を計画的に検討する必要がある。以下に、施設整備時及び施設改良時等における高度化方策の検討の基本的な流れを示す。

### ( 1 ) 施設整備時 ( 新設 )

#### ごみ処理基本計画 ～ 循環型社会形成推進地域計画の段階

・ごみ処理全体の構造・基本計画を定める段階である。

##### 集約・大規模化

- ・他市町村との処理の集約や広域処理について検討し、施設の設置単位、処理範囲等を明確にする。  
(人口減少等の社会的変化を踏まえ、近隣市町村との連携も含めた施設の適正配置、適正規模の設定等について留意)

##### 有効利用方策

- ・エネルギーの有効利用に向けた方針を検討し、方針に基づくエネルギー供給先について、地域内のエネルギー需要等を踏まえて具体的に検討を行う。
- ・発電施設の場合は、発電電力の外部供給にあたって、発電側及び需要側とのネットワークの可能性を検討し、電力の地産地消を含めた地域内利活用を図る。

##### 個々の施設の増強・高効率化

- ・発電や熱回収の考え方など施設整備のコンセプトを定めるとともに、他の熱源等とのコンバインドの可能性について検討し、方針を定める。

##### 安定供給方策

- ・施設が担う役割(災害時の拠点等)を検討し施設整備のコンセプトの中でエネルギー安定供給の必要性等を明確にする。

#### 施設整備基本計画 ～ 基本設計の段階

・ごみ処理の基本的事項を踏まえ、施設整備のコンセプトに従って、施設の基本設備構成の設計、計画を行う段階である。

##### 個々の施設の増強・高効率化

- ・施設規模や処理方式等を踏まえた発電能力や発電効率、熱利用量等の値を設定する。
- ・他の熱源等とのコンバインドの可能性がある場合は、コンバインド対象技術との間の条件整理(入熱条件、蒸気条件等)を行う。

##### 有効利用方策

- ・外部エネルギー供給先との供給条件(供給量、供給方法、バックアップ方法等)を調整する。
- ・ネットワークによる発電電力の地域内有効利用を図る場合は、電力需給管理の体制(市町村の関与、民間事業者への委託範囲等)を検討する。

##### 安定供給方策

- ・施設が担うべき役割に応じて必要な設備条件(災害時の自立稼働等)を整理する。

発注・事業者選定  
～整備工事の段階

稼働開始

- ・施設整備工事を発注して整備工事事業者を選定し、工事を行う段階である。

施設の増強・高効率化、

安定供給

- ・発注にあたっては、施設整備の仕様又は要求水準として、エネルギー回収に係る設備条件、災害時対応に係る設備条件等を提示し、事業者の具体的な提案を受ける。
- ・DBO等の事業方式により、施設の運営管理事業も同時に発注する場合は、電力の需給管理の方針についても整理して示す必要がある。
- ・市町村自ら管理の詳細条件を設定し、それに則った運用を事業者に求める方法や、市町村の方針のみを示し詳細は事業者から提案を求める方法が考えられる。

有効利用方策

- ・発注条件に外部エネルギー供給に関わる設備条件等を含める
- ・外部エネルギー供給先や、電力の需給管理を委託する事業者とは、稼働開始前のこの段階で、条件の詳細を詰めて契約を行う。

## (2) 施設改良時等

### 機能検査・機能診断の段階

・施設の稼働状況を踏まえて設備・機器の劣化度等を確認し、改善の必要性等を検討する段階である。

#### 集約・大規模化

・施設の集約化や大規模化について、施設改良のタイミングに併せて検討を行う。特に人口減少等の社会的変化を踏まえ、近隣市町村との連携も含めた施設の適正配置、適正規模の設定等について留意する。

#### 個々の施設の増強・高効率化

##### 安定供給

・技術動向の変化を踏まえて、エネルギー利用の増強・高効率化・安定供給について検討する。

### 循環型社会形成推進地域計画～長寿命化計画（延命化計画）の段階

・施設の改良について、域内のごみ処理政策全体とも整合を取りながら計画を立てる段階である。

#### 集約・大規模化

・施設の改良と併せて近隣との処理の集約化・広域化による大規模化が可能な場合は、当該市町村との調整を行う。

#### 個々の施設の増強・高効率化

##### 有効利用方策

・設備・機器の改良によりエネルギー利用に関して改善が可能と判断された場合は、その改良工事内容を具体的に検討するとともに、それによって得られるエネルギーの利用方法、供給先等を検討、調整する。  
・発電電力の有効利用について、ネットワーク形成の可能性を検討し、可能な場合には電力の需給管理体制を検討する。

### 発注・事業者選定～改良工事の段階

・改良工事を発注して整備工事事業者を選定し、工事を行う段階である。

#### 個々の施設の増強・高効率化

##### 安定供給

・改良工事の条件を提示し、対応について事業者の提案を求める。  
・改良後の運営事業を発注する場合は、電力の需給管理についても方針を提示し、必要に応じて事業者の提案を求めることが考えられる。

#### 有効利用方策

・発注条件にエネルギー利用に関する条件を含める  
・外部エネルギー供給先や電力の需給管理委託先との契約については、改良工事終了までに条件調整を行い、契約を行う。

### 稼働開始

## 7. 高度化方策導入に関わる支援制度

各高度化方策の導入にあたって活用可能な国の支援制度を以下に示す。最新の情報については適宜環境省ホームページを確認願いたい。

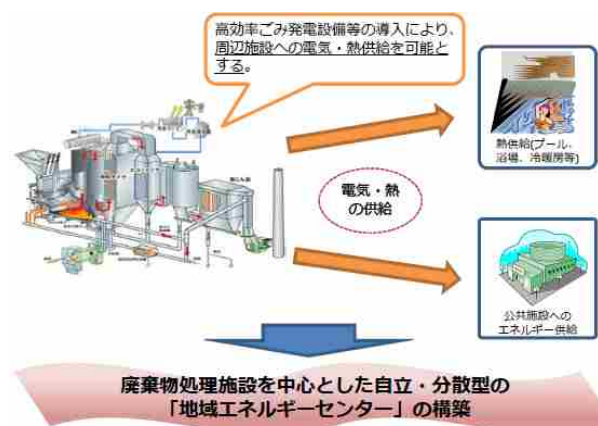
### (1) 施設・設備の整備又は改良に対する支援

#### 循環型社会形成推進交付金

- ・ 廃棄物処理施設の新設、増設、基幹的設備改良に対する総合的な支援制度。
- ・ 交付限度額は必要費用の3分の1までが原則。但し、エネルギー回収型廃棄物処理施設における高効率エネルギー回収に必要な設備や当該設備を備えた施設に必要な災害対策設備への交付限度額は2分の1とするなど、一部の先進的な設備については交付限度額の引き上げを図っている。

#### 二酸化炭素排出抑制対策事業費交付金（先進的設備導入推進事業）

- ・ 廃棄物処理施設への先進的設備導入に対する支援制度。
- ・ 交付限度額は、廃棄物処理施設の二酸化炭素排出抑制に資する先進的設備の導入に必要な工事及び附帯する事務に要する費用の最大2分の1としている。



#### 廃棄物処理施設整備交付金

- ・ 大規模災害発生時に備え、地域における廃棄物処理システムを強靱化する観点から実施する廃棄物処理施設の新設、増設、基幹的設備改良に対する支援。
- ・ 交付限度額は必要費用の3分の1までが原則。但し、エネルギー回収型廃棄物処理施設における高効率エネルギー回収に必要な設備や当該設備を備えた施設に必要な災害対策設備への交付限度額は2分の1とするなど、一部の先進的な設備については交付限度額の引き上げを図っている。

## (2) 廃棄物エネルギーの有効利用に対する支援

### 廃棄物焼却施設の余熱等を利用した地域低炭素化モデル事業

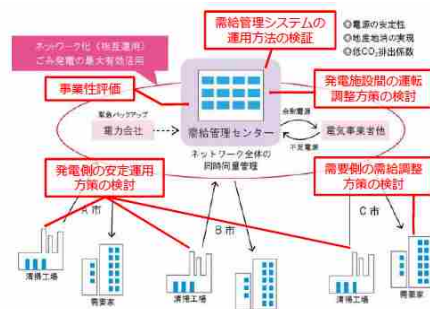
- ・ 廃棄物焼却施設から、余熱や発電した電気を地域において有効活用するために、余熱見込量や事業採算性の検討等を行い、事業としての実現可能性を調査する。
- ・ 補助率：定額補助
- ・ 廃棄物焼却施設から、余熱や発電した電気を地域の需要施設に供給するための付帯設備(熱導管、電力自営線、熱交換器、受電設備等)及び需要施設(余熱等を産業廃棄物処理業者自らが利用する場合に限る。)への補助。
- ・ 補助率：2分の1



### 廃棄物発電の高度化支援事業

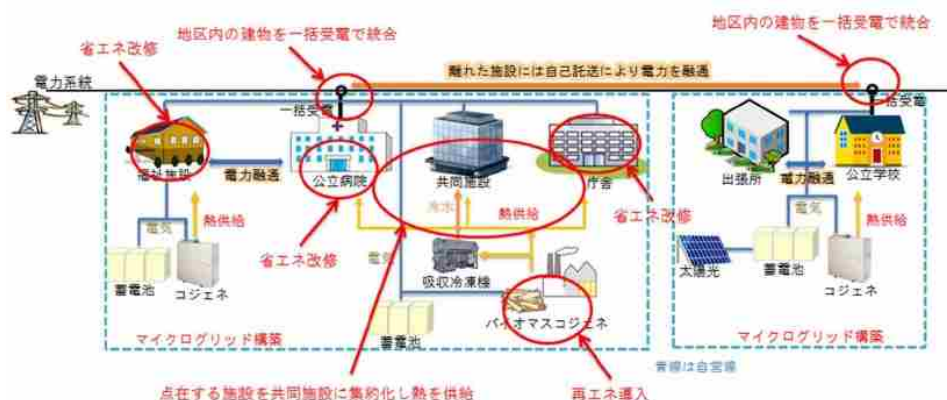
#### (廃棄物発電のネットワーク化F S事業)

- ・ 廃棄物発電施設と電力供給先によるネットワークを構築して廃棄物発電による電力需給を実現するスキームにおいて、電力予測の高度化や需給管理等の事業性を検証・評価し、ネットワークの普及展開に向けた実現可能性について調査を行う。



### 公共施設等先進的 CO<sub>2</sub> 排出削減対策モデル事業 (地球環境局地球温暖化対策課)

- ・ 公共施設等複数の施設が存在する地区内において再エネ等を活用し、電気や熱を融通するマイクログリッドを構築する。更に複数のマイクログリッドを自己託送等によりつなぎ電気を融通し、FIT による売電に頼らず自己完結型で再エネ等を効率的に利用する。同時に、個々の施設の効率の低い設備を高効率化し、エネルギー消費量を削減することで、対策コストを削減しながら CO<sub>2</sub> 削減を行う。



### (3) 廃棄物エネルギーの利活用の検討・調査等への支援

#### 循環型社会形成推進交付金

- ・ 廃棄物処理施設の整備事業や事業実施に必要な計画策定に対する総合的な支援制度。
- ・ 交付限度額は、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や、廃棄物処理施設における総合的な長寿命化計画の策定のために必要な調査等に要する費用の3分の1としている。

#### 二酸化炭素排出抑制対策事業費交付金（先進的設備導入推進事業）

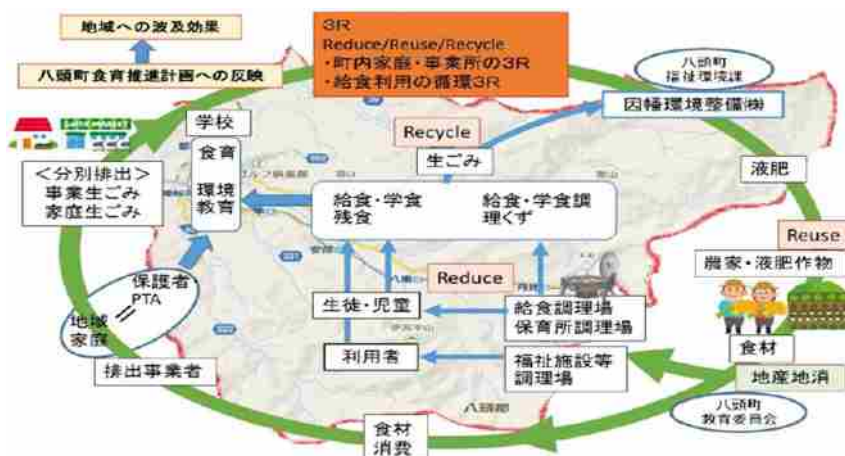
- ・ 二酸化炭素排出抑制に資する廃棄物処理施設の更新・改良事業や事業実施に必要な計画策定に対する支援制度。
- ・ 交付限度額は、事業実施のために必要な調査、計画、測量、設計、試験及び周辺環境調査等や、廃棄物処理施設における総合的な長寿命化計画の策定のために必要な調査等に要する費用の3分の1としている。

#### 廃棄物処理施設整備交付金

- ・ 大規模災害発生時に備え、地域における廃棄物処理システムを強靱化する観点から実施する廃棄物処理施設の整備事業や事業実施に必要な計画策定に対する支援。
- ・ 交付限度額は、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や、廃棄物処理施設における総合的な長寿命化計画の策定のために必要な調査等に要する費用の3分の1としている。

#### 低炭素型廃棄物処理支援事業（地域循環圏・エコタウン低炭素化促進事業） （産業廃棄物課等）

- ・ 地域の資源循環の高度化及び低炭素化に資する自治体のFS調査、民間団体（自治体と連携し、廃棄物の3Rを検討する者）の事業計画策定を支援。



## 〔参考〕関連する法制度等

### （１）電気事業法

平成 28 年 4 月の電気事業法改正により、電力小売事業の全面自由化と電気事業類型の変更が実施された。これに関連し、電力の需給について計画値同時同量制度が導入され、廃棄物処理施設においても対応していく必要がある。また、発電事業者の要件を満たす自治体には発電事業者としての責務が生じ、電力システムを利用するためのルールが適用される。

#### <電力システム改革の 3 つの目的と 3 つの柱>

##### 改革を行う 3 つの目的

- 安定供給を確保する
- 電気料金を最大限抑制する
- 電気利用の選択肢や企業の事業企画を拡大する

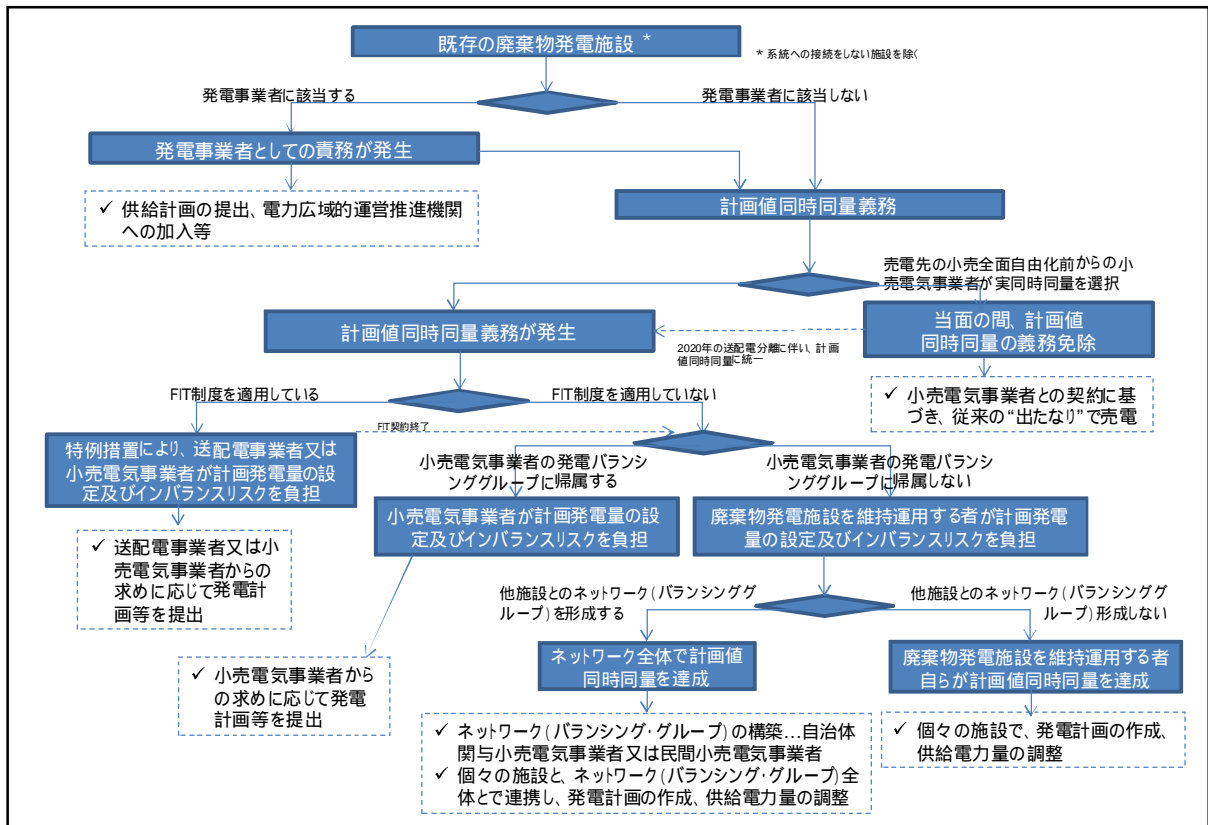
##### 改革の 3 つの柱

- 地域を越えた電気のやり取りを拡大する
- 電気の小売を全面的に自由化する
- 送配電ネットワークを利用しやすくする

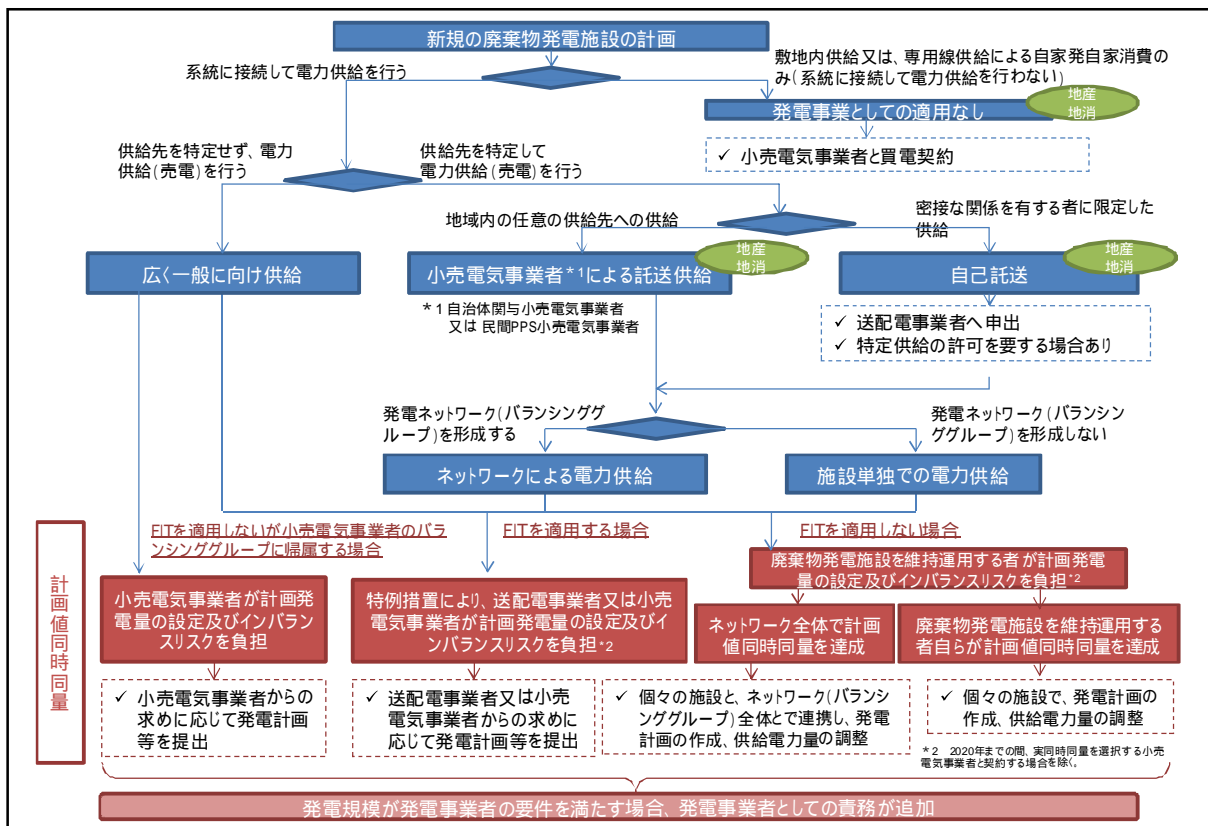
（経済産業省「電力システム改革が創り出す新しい生活とビジネスのかたち」より）

電力システム改革は、平成 27 年 4 月の電気事業法改正による電力広域的運営推進機関の創設により、実質的にスタートした。平成 28 年 4 月から、改革の第 2 弾である電力の小売全面自由化がスタートし、これに伴い、電力事業者の区分が見直されるとともに、いわゆる計画値同時同量制度が導入された。

廃棄物焼却施設においても、余剰電力を売電しようとする場合は基本的にこの制度で運用する必要がある。適用条件や対応方法等については、「改正電気事業法に係るごみ焼却施設 Q&A（平成 28 年 3 月）」を参照されたい。



**改正電気事業法により廃棄物発電施設に求められる対応【既存の廃棄物処理施設】**



**改正電気事業法により廃棄物発電施設に求められる対応【新規の廃棄物処理施設】**

(以上、改正電気事業法に係るごみ焼却施設 Q&A (平成 28 年 3 月) より)



## **(2) 電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法**

再生可能エネルギー固定価格買取制度（以下「FIT 制度」という。）は、再生可能エネルギー源（バイオマス、太陽光、風力、地熱、水力）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者に調達を義務づけるもので、再生可能エネルギーの利用を促進し、また、それによって、国際競争力の強化、産業の振興、地域の活性化、国民経済の健全な発展に寄与することを目的として、平成 24 年 7 月 1 日より開始した。

調達価格及び調達期間は、調達価格等算定委員会等の意見を尊重し、経済産業大臣が毎年度、当該年度の開始前に定めることとされている。

### **1) 調達価格等の設定**

調達価格や調達期間は各電源ごとに、事業が効率的に行われた場合、通常必要となるコストを基礎に適正な利潤などを勘案して定められている。

#### **調達価格**

廃棄物発電における発電コスト（建設費及び運転維持費等）については、ヒアリング調査の価格が採用されている。また適正な利潤については、IRR（税抜）4%が採用されている。これらにより、廃棄物発電の調達価格が定められている。

**廃棄物発電の調達価格（円/kWh）の移り変わり**

H24 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度	H28 年度	H29～31 年度
17 円+税	17 円+税	17 円+税	17 円+税	17 円+税	17 円+税

#### **調達期間**

廃棄物発電を含むバイオマス電源においては、20年とされている。

### **2) 制度の見直し**

FIT 制度開始後 4 年を経過し、国民負担の増大や、電力システム改革との整合など、様々な課題が顕在化しており、これらに対応した見直しが進められている。平成 29 年 4 月 1 日からは、買取義務者の見直しにより、これまでの小売電気事業者等から送配電事業者に変更されるため、FIT 電源を有する施設は法施行後の契約更新時に対応が必要となる。また小売電気事業者が FIT 電気を需要家に供給しようとする場合は、一般送配電事業者から卸供給を受けることが必要となる。

## **(3) 熱供給事業法**

熱供給事業法は、熱需要家の利益の保護と熱供給事業の健全な発達を図り、熱供給施設の維持・運用等を規制することによって公共の安全を確保することを目的として昭和 47 年に制定された。電力・ガスシステム改革に併せて、熱供給事業における需要家の選択肢や事業者の事業機会の拡大と需要家保護を目的とした法改正が平成 27 年 6 月 24 日に行われ、平成 28 年 4 月より順次施行される

こととなっている。法改正により、供給義務や料金規制等の一部の規制が撤廃され、「許可」制であった参入規制が「登録」制に変更された。

熱供給事業法における熱供給事業とは、需要家ではない第三者が、加熱能力 21 GJ/時 以上のプラントから複数の建物に配管を通して冷水・温水・蒸気を送る事業をいう。

区分	熱供給事業法の適用を受ける場合 (以下の要件をすべて満たす場合)	
要件	需要の種類	一般の需要
	供給数	複数の建物
	規模	加熱能力 21GJ/時 以上
	熱媒体	加熱もしくは冷却された水又は蒸気
	熱供給を行う事業者	需要家と資本関係のない第三者または、自家使用にならない事業者

((一社)日本熱供給事業協会 HP 資料を参考に作成)

#### (4) その他関連する規制等

道路法(熱供給のための導管の敷設に係る規制)

熱供給のための導管を敷設するには、電気・ガス等と同等に道路法の適用を受け、道路管理者へ以下の事項を記載した申請書を提出し、許可を受けなければならない(第 32 条(道路の占用の許可))。

1. 道路の占用の目的
2. 道路の占用の期間
3. 道路の占用の場所
4. 工作物、物件又は施設の構造
5. 工事実施の方法
6. 工事の時期
7. 道路の復旧方法

また、敷設等の工事の計画書は、当該工事を実施しようとする日の一月前までにあらかじめ道路管理者に提出しておかなければならない(第 36 条(水道・電気・ガス事業等のための道路占用の特例))。

占有許可の申請や計画書の提出にあたっては、所轄の土木事務所等に事前に相談、調整することが、手続きの円滑化につながる。

## 用語集

用語	説明
廃棄物エネルギー	廃棄物の処理工程から回収されるエネルギー。発電機を介して得られる電気と、温水や蒸気等のかたちでそのまま利用する熱とに大別される。処理工程によってバイオガスやごみ固形燃料等でのエネルギー回収も含まれる。
発電効率	投入エネルギーに対する得られた電力エネルギーの割合のこと。ごみ発電施設では、発電量をごみと外部燃料の熱量の和で除した値である。
熱利用率	熱有効利用量に電気/熱の等価係数を乗じた熱量を入熱で除した割合。メタンガス化施設の場合は、低位発熱量による入熱の考え方が適用できないためkWh/ごみtonで代記している。
エネルギー回収率	発電効率と熱利用率の和。施設計画時に算出する場合には、タービン発電機定格出力を設定した時の発電効率に、その時の熱利用率を足したものを、エネルギー回収率とする。
ボイラ	燃料を燃焼させることにより発生した排ガスから熱回収を行い、所定の圧力および温度を持つ蒸気を発生する圧力容器のこと。
ボイラ効率	ボイラに供給された熱量に対するボイラで有効に利用された熱量の割合のこと(JISB0126)。ボイラに加えられたごみや助燃燃料の燃焼熱、燃焼用空気等の熱等が蒸気の熱として変換される割合で、残りは出口排ガスやボイラからの放熱等の損失となる。
蒸気タービン	羽根車を回転させることにより蒸気を持つ熱エネルギーを機械的エネルギーに変換する装置のこと。発電機と組み合わせることで電力を回収することが可能である。本マニュアル中では、「タービン」と記すこともある。
抽気復水タービン	蒸気タービンの中間段から低圧又は中圧蒸気を取り出すもの。
白煙防止	煙突から排出された排ガスが大気中で拡散する過程において生じる、排ガス中に含まれる水蒸気の凝縮、可視化を防止すること。具体的には、排ガスを加熱し温度を上げる方法や温風を混合して排ガスの相対湿度を下げる方法がある。
排水クローズドシステム	施設内で発生した排水を処理して排ガス減温水等として再利用することで、排水の下水道や公共用水域への放流が無いようにすること。プラント排水のみをクローズドの対象とする場合と、プラント排水に加えて生活排水まで対象とする場合がある。
RO膜	逆浸透膜。排水クローズドシステムにおいて、場内排水を浄化処理・再利用する際に使われる技術の一つ。噴霧蒸発処理する排水量を削減することにより、ボイラ出口排ガス温度をより低温化することが可能となり、ボイラでの熱回収量の増加、ひいては発電効率の向上が期待できる。
コンバインド	複数の手法や設備等の組み合わせ。廃棄物処理においては、焼却処理とメタン発酵処理のコンバインドによる発電効率の向上等の事例がある。
スーパーごみ発電	通常の廃棄物発電に加えて、蒸気タービンにガスタービンを付加して熱効率を上げる発電方式。
バイオガス	メタン発酵において発生する、メタン、二酸化炭素を主成分とするガスのことをいう。
バイオガス化 (メタンガス化)	有機物をメタン発生菌等により嫌気性発酵(消化)してバイオガスを得る技術をいう。
自営線	電力会社以外の者による電力供給のために敷設された専用の電力線のこと。電力会社(一般電気事業者)によって日本全国に整備された一般的な送配電線とは別のものを指す。
託送	電力会社(送配電事業者)が保有する送電線を利用して電気を送ること。
導管供給	温水や蒸気を熱導管を通して供給すること。
オフライン供給	廃棄物処理の過程で回収した熱を、熱導管を通さずに輸送し、熱需要家に供給すること。
RDF	(Refuse Derived Fuel) 廃棄物を原料とした固形燃料。
RPF	(Refuse Paper & Plastic Fuel) 紙、廃プラスチックを原料とした固形燃料。
発電電力量	廃棄物発電で得られる電力の全量を指し、施設内の工場棟や管理棟など所内動力、敷地内にあるリサイクル施設などの付随施設用動力と、電力会社等への売電電力量などとして利用される。
送電電力量	発電電力量から、所内動力、付随施設用動力等を除いた、施設の外部へ供給される電力量。
計画値同時同量	系統に接続して電力を供給する発電者および小売電気事業者の各々が、30分毎に発電計画(または需要計画)と発電実績(および需要実績)を一致させるように調整を行うこと。
インバランス	送電電力量(又は需要電力量)の計画値と実績値の差異。計画値同時同量制度下において、30分毎のインバランスが清算の対象となる。

用語	説明
防災拠点	災害対策の本部機能を有する施設、災害医療を行う施設、避難所となる施設、復旧活動展開の基礎となる施設、調達・救援物資を受け入れる施設等。 廃棄物処理施設には、復旧活動展開の基礎となる施設として、災害発生時における緊急の電源や熱源を有する施設としての役割が期待される。
都市ガス認定	都市ガスを消防関係法令で設置の義務付けられる非常用電源に使用するため、ガス供給系統が消防関係法令の耐震性基準に適合することについて、(一社)日本内燃力発電設備協会に設置される評価委員会の評価、認定を受けること。
ネットワーク化	単独又は複数施設の廃棄物発電電力を集約し、需要家と連携することにより、電力を安定供給、有効利用する仕組み。ネットワーク内での需給調整等を行うことにより、廃棄物発電電力の高度な有効利用が図れるとともに、一定の地域内においてネットワーク化した場合は、電力の地産地消による地域活性化等につなげることが可能。
SPC	特別目的会社。
小売電気事業	小売供給を行う事業(一般送配電事業、特定送配電事業及び発電事業に該当する部分を除く。)
小売電気事業者(新電力)	小売電気事業を営むことについて電気事業法第二条の二の登録を受けた者
卸電力取引市場	電力を売買する市場。日本卸電力取引所(JEPX)は、卸電力取引の場を提供する我が国で唯一の取引所。
エネルギー自給率	一定地域内の需要家が必要とするエネルギーを、当該地域内のエネルギーでどの程度賅えたかを評価する指標。需要家側にとっての電力地産率ともいう。(一方、発電側から見て、発電電力量に対して地域内へ供給できた電力量を電力地産率という。)
固定価格買取制度	電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(平成23年法律第108号)に基づき、再生可能エネルギーで発電された電気の利用促進を目的に設けられた制度。FIT(Feed-in Tariff)制度とも称される。経済産業大臣が定める要件を満たす設備が認定を受けて再生可能エネルギーで発電した電気を、経済産業大臣が定める調達価格・調達期間で全量買取される。
熱回収施設設置者認定制度	一般廃棄物処理施設(市町村が設置した一般廃棄物処理施設を除く。)又は産業廃棄物処理施設であって熱回収の機能を有するものを設置している者が、環境省令で定める基準に適合していることについて都道府県知事等の認定を受けることができる制度。