

令和元年度
みやぎ地域循環資源エネルギー高度利用
モデル作成事業

調査報告書
(公表版)

令和2年3月

宮城県環境生活部

目次

1. 調査結果概要.....	1
2. 事業の背景と目的.....	3
2. 1 事業の背景	3
2. 2 事業の目的	3
3. 調査内容.....	3
3. 1 調査項目	3
3. 2 検証方法.....	4
3. 3 実施結果.....	7
3. 3. 1 関係機関による勉強会の開催.....	7
(1) 勉強会の目的	7
(2) 勉強会の位置づけ.....	7
(3) 勉強会参加者	7
(4) 勉強会の開催日.....	8
(5) 実施結果	8
3. 3. 2 民間モデルの事業化検討.....	8
(1) 目的.....	8
(2) 実施項目	8
(3) 実施方法	8
(4) 実施結果	8
(5) 分析及び考察.....	10
3. 3. 3 市町村・民間連携モデルの検討.....	11
(1) 目的.....	11
(2) 実施項目	11
(3) 実施方法	11
(4) 実施結果	13
(5) 分析及び考察.....	35
3. 3. 4 事業化に向けた具体的な受入れ廃棄物量及びエネルギー需要の把握.....	35
(1) 目的.....	35
(2) 実施項目	35
(3) 実施方法	35
(4) 実施結果	36

(5) 分析及び考察	40
4. 事業化計画	41
4. 1 スケジュール	41
4. 2 事業者からの提案モデル	43
4. 3 勉強会での意見	44
5. まとめ	46
5. 1 成果	46
5. 2 事業化の課題と対応策の検討	46
5. 3 今後のスケジュール・見通し	46

1. 調査結果概要

【背景と目的】

宮城県循環型社会形成推進計画（第2期）（平成28年3月策定）において、重点的に取り組む施策として「食品廃棄物等のリサイクルの推進」がある。この施策の推進に寄与するため、宮城県（以下「県」という。）では平成28年度から実施した宮城県内（以下「県内」という。）で発生する食品廃棄物等の賦存量や処理状況の調査の結果、県内における食品廃棄物等について、県内に適切にエネルギー回収できる食品廃棄物の受入施設がない等の問題が明らかになった。

そこで、平成30年度から、地域の身近なバイオマスや廃プラスチック類等を集約し、地域密着型のエネルギー及び農業資源として利活用していくことを推進するために、県内市町村等において、循環資源をエネルギー回収できるような施設（バイオマス発電施設等）の導入を一般廃棄物処理計画に位置付ける際に活用できるみやぎ地域循環資源エネルギー高度利用モデル（以下「みやぎモデル」という。）の作成を開始した。

令和元年度は、みやぎモデルの3つのパターン（市町村主体モデル、民間主体モデル、市町村・民間連携モデル）のうち、民間主体モデル及び市町村・民間連携モデルについて、具体的な地域を想定し、地域に循環資源エネルギー回収施設を導入した場合の事業採算性等（建設費・運営管理費・国庫補助利用・発電収入等）を検討した。

【調査結果】

1. 関係機関による勉強会の開催

実現可能な「みやぎモデル」を構築するための関係機関による連携、協働の場として、学識経験者、地方自治体、プロジェクト推進企業、地元企業、エネルギー会社をメンバーとする勉強会を年3回開催した。メタン発酵施設を中心とした循環資源エネルギー回収施設と焼却施設を中心とした循環資源エネルギー回収施設について意見・情報交換し、民間モデルの事業化検討、及び、市町村・民間連携モデルの検討に反映した。

2. 民間モデルの事業化検討

メタン発酵施設を中心とした循環資源エネルギー回収施設について、すでに計画が提案されているプロジェクトの関係者へのヒアリング等により事業化推進方法を検討した。事業化にあたっての大きな課題は、集荷量の確保と発酵残渣の処理であった。

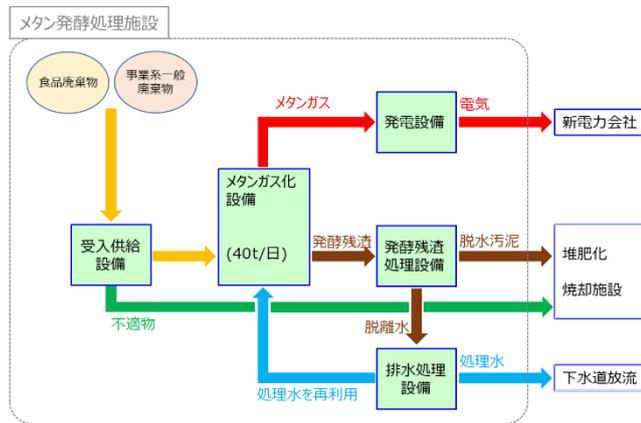


図1 メタン発酵施設の事業概要

3. 市町村・民間連携モデルの検討

一般廃棄物、下水汚泥、産業廃棄物を一体的に活用する循環資源エネルギー回収施設として焼却施設を中心としたみやぎモデルA、B、Cの3ケースについて検討した。スケールメリットを活かしたみやぎモデルCにおいて、事業性判断基準とした $P-IRR \geq 8\%$ 、 $DSCR \geq 1.2$ となった。

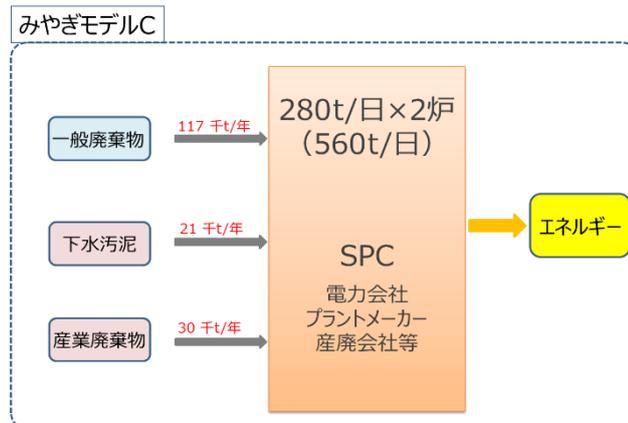


図2 みやぎモデルCのイメージ図

【二酸化炭素削減効果】

みやぎモデルA、B、Cの導入による二酸化炭素削減効果は、みやぎモデルA：30,849 t-CO₂/年、みやぎモデルB：32,016 t-CO₂/年、みやぎモデルC：47,066 t-CO₂/年と試算された。

【今後の予定】

令和2年度から、サーマルリサイクルを中心としたエネルギー回収施設について、具体的なSPC構成の検討、自治体の焼却施設の修繕・更新に合わせた検討、電気・熱の利活用方法として農業施設併設等のあり方等について、関係者による連携協議の場を設置して事業化に向けた検討を進める。

2. 事業の背景と目的

2. 1 事業の背景

宮城県循環型社会形成推進計画（第2期）（平成28年3月策定）において、重点的に取り組む施策として「食品廃棄物等のリサイクルの推進」がある。この施策の推進に寄与するため、宮城県（以下「県」という。）では平成28年度に宮城県内（以下「県内」という。）の事業者から発生する食品廃棄物の賦存量を調査し、平成29年度には動植物性残さや汚泥について県内における処理状況を調査した。その結果、県内における食品廃棄物等について、県内に適切にエネルギー回収できる食品廃棄物の受入施設がない等の問題が明らかになった。そこで、地域の身近なバイオマス（生ごみ・汚泥・水産廃棄物・家畜ふん尿・動植物性残さ・廃食用油・紙くず等）や廃プラスチック類等を集約し、地域密着型のエネルギー及び農業資源として利活用していくことを推進するために、県内市町村等において、循環資源をエネルギー回収できるような施設（バイオマス発電施設等）の導入を一般廃棄物処理計画に位置付ける際に活用できるみやぎ地域循環資源エネルギー高度利用モデル（以下「みやぎモデル」という。）を作成することとしている。

平成30年度は、みやぎモデルの3つのパターン（市町村主体モデル、民間主体モデル、市町村・民間連携モデル）のうち、市町村主体モデルを作成するとともに、民間主体モデルの検討を開始した。

2. 2 事業の目的

平成31年度は、みやぎモデルの3つのパターン（市町村主体モデル、民間主体モデル、市町村・民間連携モデル）のうち、民間主体モデル及び市町村・民間連携モデルについて、具体的な地域を想定し、平成30年度までに県が行ったみやぎモデルの作成等に係る検討結果を基に、地域に循環資源エネルギー回収施設を導入した場合の事業採算性等（建設費・運営管理費・国庫補助利用・発電収入等）を検討した上で、実現可能なモデルを構築するための資料を作成するものである。

3. 調査内容

3. 1 調査項目

民間主体モデル及び市町村・民間連携モデルについて、次の調査を実施し、実現可能なモデルを構築する。

- (1) 関係機関による勉強会の開催
- (2) 民間モデルの事業化検討
- (3) 市町村・民間連携モデルの検討

- (4) 事業化に向けた具体的な受入廃棄物量及びエネルギー需要の把握
- (5) 事業化計画の策定
- (6) 調査報告書の作成

3. 2 検証方法

本調査は、**図 3.2.1** に示すフローにしたがって進め、**図 3.2.2** の体制で実施する。公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団では、3.1の各項目の実施毎に総括管理者による検証を行うとともに、毎月実施する宮城県環境生活部循環型社会推進課リサイクル推進班との打合せにより、調査結果の検証を行う。また、必要に応じて、国立大学法人東北大学工学研究科から技術支援を受けることにより、調査結果の検証を行う。

調査にあたっては、想定される事業者（廃棄物処理会社、地元企業、発電事業者等）へのヒアリングや勉強会開催により、実現可能なみやぎモデルを検討するとともに、事業採算性調査結果については、想定される代表的な事業者へのフィードバックを行うことで検証する。

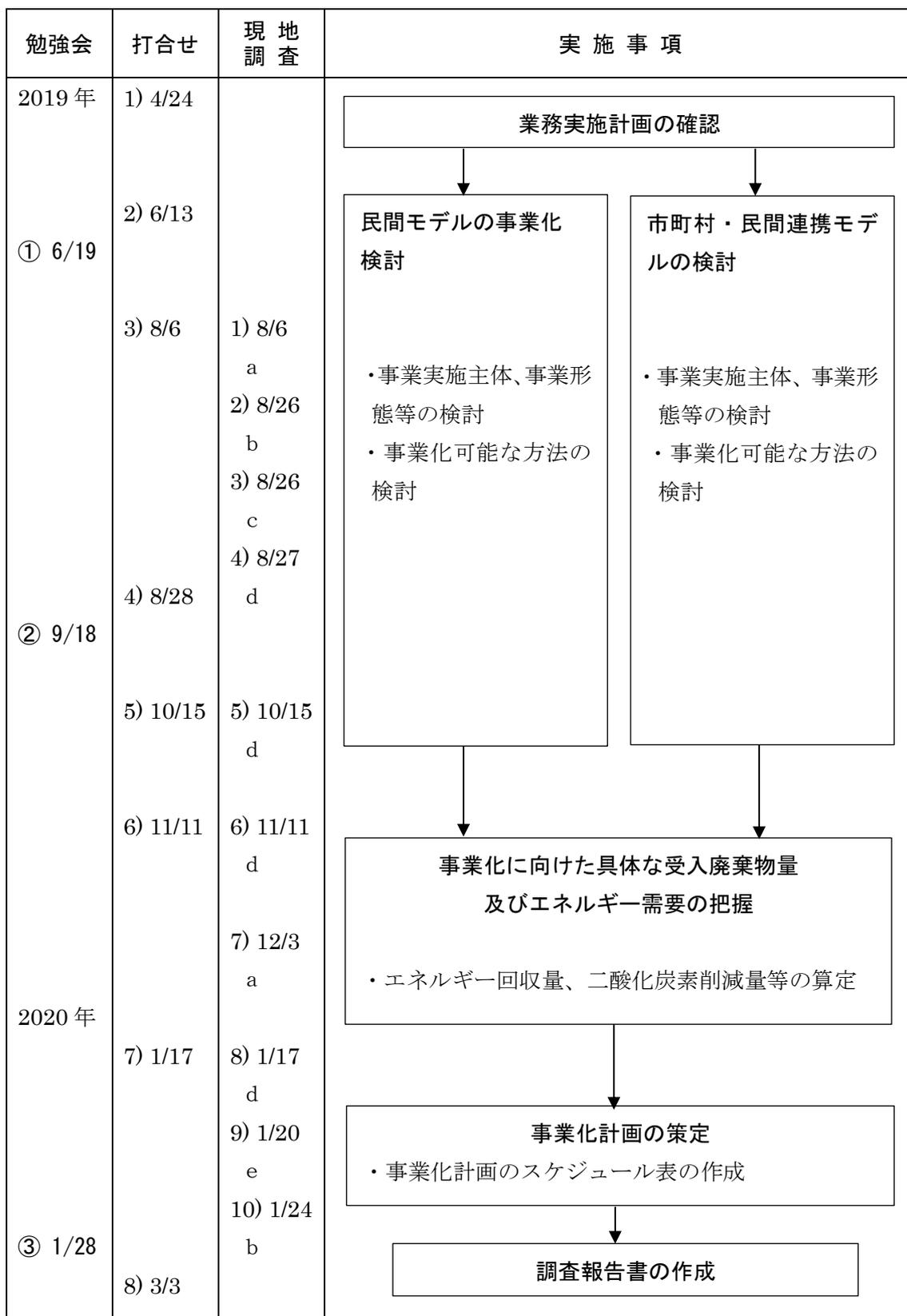


図 3.2.1 調査の全体フロー

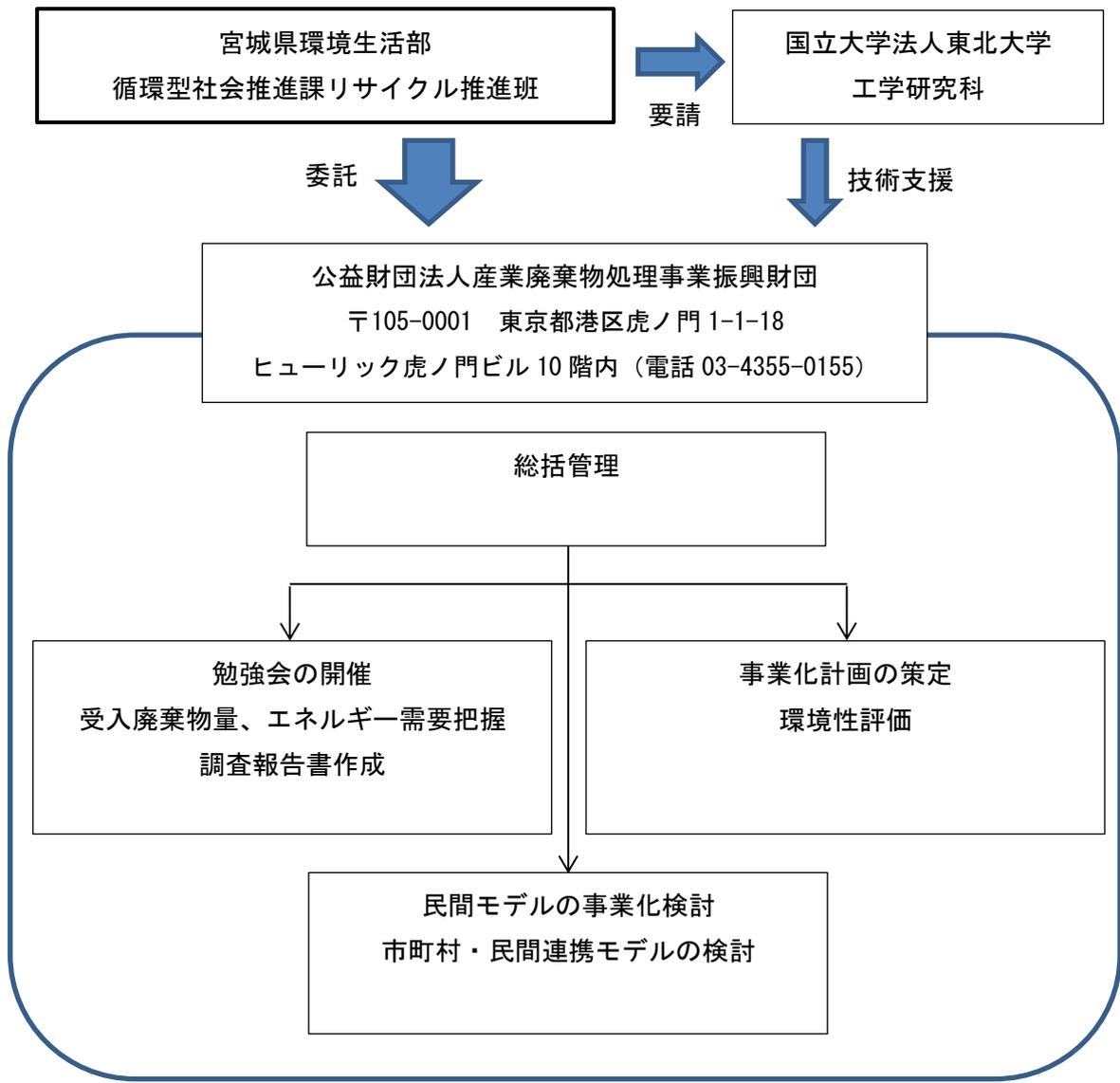


図 3.2.2 業務実施体制図

3. 3 実施結果

3. 3. 1 関係機関による勉強会の開催

(1) 勉強会の目的

前述のとおり、地域密着型のエネルギー及び農業資源として利活用していくことを推進するために、県内市町村等において、循環資源をエネルギー回収できるような施設（バイオマス発電施設等）の導入を一般廃棄物処理計画に位置づける際に活用できるみやぎモデルを作成することとしている。

本勉強会は、みやぎモデルの3つのパターン（市町村主体モデル、民間主体モデル、市町村・民間連携モデル）のうち、民間主体モデル及び市町村・民間連携モデルを対象として、合理的で実現可能なモデルを構築するための関係者による連携、協働の場として設置した。

(2) 勉強会の位置づけ

本勉強会は、公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団が開催し、自由な意見交換を目的として非公開とした。

(3) 勉強会参加者

勉強会の参加者について、表 3. 3. 1 に示す。

表 3. 3. 1 勉強会の参加者

区 分		参加依頼メンバー
座 長		田中 勝（岡山大学名誉教授）
学識経験者		李 玉友（東北大学教授）
メン バー （機 関）	地方自治体	宮城県環境生活部循環型社会推進課 宮城県環境生活部環境政策課
	プロジェクト推進企業	A 社 B 社 C 社
	地元企業	D 社 E 社
	廃棄物処理会社	F 社 G 社
	エネルギー会社	H 社
事務局		（公財）産業廃棄物処理事業振興財団

(4) 勉強会の開催日

勉強会は以下の日程で全3回開催した。

- ・ 第一回勉強会：令和元年 6月19日（水） 10：00～12：00
- ・ 第二回勉強会：令和元年 9月18日（水） 10：00～12：00
- ・ 第三回勉強会：令和2年 1月28日（火） 10：00～12：00

(5) 実施結果

本勉強会内で検討した内容については、民間モデルの事業化検討、及び、市町村・民間連携モデルの検討に反映した。

なお、勉強会に関連する資料は、参考資料として添付する。

3. 3. 2 民間モデルの事業化検討

(1) 目的

メタン発酵施設を中心とした循環資源エネルギー回収施設を検討する。

(2) 実施項目

計画が提案されているA社とB社によるメタン発酵施設事業を主たる対象として、関係者へのヒアリング等により、事業化推進方法を検討する。

(3) 実施方法

勉強会参加メンバーへのヒアリング、及び、勉強会での検討による。

(4) 実施結果

a) プロジェクト推進企業の事業計画

i. A社が宮城県内で検討しているメタン発酵施設の事業

A社が検討しているメタン発酵施設の事業概要（処理フロー）を図3.3.1に示す。食品系の産業廃棄物と事業系一般廃棄物を対象としたメタン発酵処理施設を宮城県内において検討している。施設規模は40t/日を想定しており、発生するメタンガスについては発電して売電する。また、発酵残渣については、脱水処理後、脱水汚泥は堆肥化を、脱離水は下水道放流を考えている。

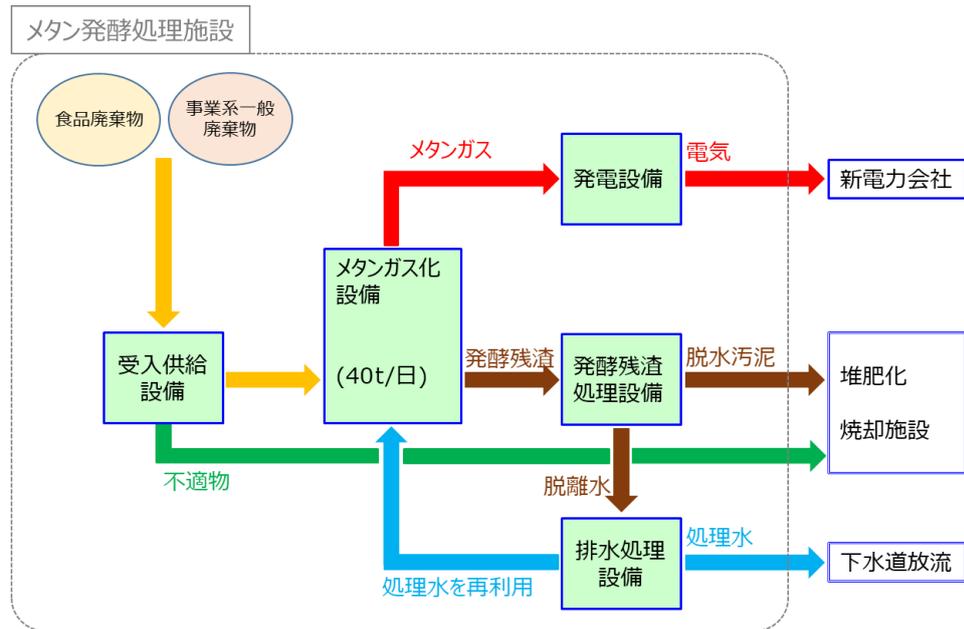


図 3.3.1 メタン発酵施設の事業概要（処理フロー）

ii. C社が宮城県内で検討している事業

C社は、宮城県内に所有している土地に付加価値のある焼却炉等の地域循環共生圏に則した施設の建設を検討している。

b) 循環資源エネルギー回収施設に対する意見

メタン発酵施設を宮城県内で事業化するにあたっての課題や要望、あるいは、循環資源エネルギー回収できるような施設について、勉強会参加メンバーからの意見を頂いた。

宮城県からは、「県内の廃棄物を、どのように地域循環していくか、あるいは、エネルギーを作り出していくかという観点で考えて頂きたい。」また、「各々の企業の得意分野を発言して頂き、お互いに補完しあう形で、連携して廃棄物処理をし、より利益を得るように、また未利用廃棄物の資源化が進むように話を進めて頂きたい。」との意見を頂いた。

c) 各事業者へ事業計画についてのヒアリング結果

各事業者に対し、今後の事業計画やみやぎモデル事業への参画の可能性についてヒアリングを実施した。

- 宮城県内で計画予定のメタン発酵施設の規模は 40t/日。
- 施設が 2 か所（既存施設とバイオガス化施設）になると、事業系一廃の収集運搬が 2 ルートに増えることになり、車両も人的なコストも運搬会社が負

担することになるため、なかなか2か所への搬入は難しい。

- メタン発酵施設から排出される選別残さ、汚泥、液肥の良い引き受け先を見つけない。
- 汚泥は 15t/日程度の受入れは可能である。現状、スポット的に受入れている。定常的な受入れであればコストダウンも可能である。
- 民間同業者の連携は、難しい面がある。
- メタン発酵施設からの発酵残渣は、異物の問題があり堆肥化は難しい。

(5) 分析及び考察

メタン発酵施設の事業化にあたっては、集荷量の確保と発酵残渣の処理が大きな課題である。集荷量の確保を難しくしている要因は大きく2つあり、一つは各排出事業者からの収集運搬上の問題である。発酵適物を別途に収集するためには、既存のごみ処理施設への運搬ルートと新たなメタン発酵施設への運搬ルートが必要になり、収集運搬事業者にとって1ルート増えることになる。車両や人員の増加に係るコストが新たに発生するため、応分のコストをメタン発酵施設側に負担を求められることになり、事業性に影響する。

二つ目は、自治体の焼却施設の受入単価が低額になっていることに起因する。仙台市の事業系一廃の受入単価は 15 円/kg であり、メタン発酵施設の受入処理単価を 15 円/kg に合わせると事業採算性が悪くなる。

また、発酵残渣については、焼却処理あるいは液肥・堆肥利用が考えられるが、液肥・堆肥は、すでに県内での需要がない現状であり、発酵残渣を安価に処理できる中間処理施設が必要になる。

3. 3. 3 市町村・民間連携モデルの検討

(1) 目的

一般廃棄物、下水汚泥、産業廃棄物を一体的に活用する効率的な循環資源エネルギー回収施設について検討する。一般廃棄物焼却施設の老朽化が進んでいる県北部を対象に、自治体がこれまでどおり公設で施設整備するよりも経済的・合理的なモデルを提案する。自治体や地元企業を含めた特別目的会社（SPC）を想定した事業化モデル（みやぎモデル）を提案する。

(2) 実施項目

- a) 自治体へのヒアリング
- b) 対象廃棄物量（一般廃棄物、下水汚泥、産業廃棄物等）の把握
- c) 事業化モデルの提案
- d) 事業採算性の概略評価

(3) 実施方法

対象廃棄物量は、環境省「一般廃棄物処理実態調査結果（平成 29 年度実績）」から引用した。

事業採算性の概略評価は、事業収入・支出について試算するための条件設定を行い、事業の損益計算書、キャッシュフロー表を作成し、財務指標等による事業収益性をみた。

事業収益性の評価指標として、内部収益率（IRR：Internal Rate of Return）、債務返済比率（以下、DSCR：Debt Service Coverage Ratio）を用いた。なお、内部収益率は、事業（プロジェクト）内部収益率（以下、P-IRR：Project Internal Rate of Return）と株式内部収益率（以下、E-IRR：Equity Internal Rate of Return）の2つがある。

・ P-IRR

事業の採算性を評価するための指標。事業期間中の元利金支払前キャッシュフロー総額の現在価値が、投入した資金（借入金＋出資金）の額と等しくなる割引率であり、純粋な事業の採算性を計るための指標である。一般的に、P-IRR が資金（調達）コストを上回ることが事業としては求められる。この資金（調達）コストは、負債コストと株式資本コストから算出されるため、企業によって異なるが、P-IRR=8%以上あるかを判断基準とした。

- ・ E-IRR

出資者にとっての投資採算性を計る指標。一般的には、出資金と、元利返済後の当期利益の現在価値の合計が等しくなるような割引率と定義される。

- ・ DSCR

事業により生み出されたキャッシュフローの元利返済に対する余裕度を見る指標。各年度の元利返済前キャッシュフローが、当該年度の元利金支払所要額の何倍かを示す比率で、借入返済能力からみた事業の安全性を表す。一般的に $DSCR=1.2$ 以上維持できていると事業安定性が高いと判断される。

(4) 実施結果

a) 自治体へのヒアリング

一般廃棄物焼却炉の建替え検討時期にある自治体 a 及び b に対して、焼却炉の今後の計画についてヒアリングを実施した。

□自治体 a

- 現焼却炉は建替えの時期を迎えている。
- 統合/広域化を図りたいが、隣接の焼却施設の整備時期とのタイミングが合わず目途が立たない。
- 隣接の焼却施設は基幹改良での延命化が決定したため、容量の面で全量受入れが難しいとの回答を貰っている
- 基幹改良するにも財政面で厳しく、現炉をそのまま運転するしかない状況である。
- 現炉の故障に備え、受入れ先を探している。

□自治体 b

- 震災の影響もあり、年間ごみ処理量もほぼ横ばいに推移し、現在に至っている。
- 現在、基幹改良検討業務コンサル発注中である。11月には方針決定の予定だが、9月中には当自治体にみやぎモデルを提案して欲しい。
- メーカーからは、大規模な基幹改良の提案もあり、改良中のごみの外部委託が必要と提示されている。外部委託先を検討しているが、県内施設はどこも難しい状況で、民間委託も視野に入れる方向である。

b) 対象廃棄物量の把握

一般廃棄物については、前述の自治体へのヒアリングの結果から、自治体 a、自治体 b、及び、隣接する自治体 c を対象とする。表 3.3.3 に各自治体の直接焼却量を示す。

表 3.3.3 各自治体の直接焼却量 (H29 年度実績)

自治体名	直接焼却量 (千t/年)
自治体 a	17
自治体 b	60
自治体 c	41

下水汚泥については、プラントメーカーへのヒアリングの結果、施設規模に対

して10～15%の量であれば焼却施設のピットで廃棄物を下水汚泥と混合することで処理が可能とのことであった。したがって、今回は、施設規模の15%以内を対象廃棄物量とする。

産業廃棄物については、中国の輸入規制の問題に端を発する廃プラスチック類を想定し、低位発熱量4,000kcal程度、廃棄物量30,000t/年を見込んだ。

c) 事業化モデルの提案

各自治体の焼却施設の現状を表3.3.4にまとめる。自治体aの焼却炉は老朽化が激しい状況ではあるが、新炉への更新の目途が立っておらず、また、自治体cとの広域化を希望していることから、

- ①みやぎモデルA：自治体a及びcから発生する廃棄物、下水汚泥、及び、産業廃棄物を対象とした廃棄物発電施設
- ②みやぎモデルB：自治体bから発生する廃棄物、下水汚泥、及び、産業廃棄物を対象とした廃棄物発電施設
- ③みやぎモデルC：自治体a、b及びcの一般廃棄物と下水汚泥、産業廃棄物を対象とした廃棄物発電施設

以上、3つのモデルについて事業性を検討する。

自治体へのヒアリングの結果、ごみ処理の民間委託に関して検討の余地はあるものの、信頼感のある民間事業者であることが重要であることから、事業主体は、電力会社、プラントメーカー、産廃会社による特別目的会社（SPC）の構成を考える。

表 3.3.4 各自治体における焼却施設の現状

自治体	a	b	c
直接焼却量	17 千 t/年	60 千 t/年	41 千 t/年
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・更新の予定なし ・自治体 c と統合希望 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業手法検討調査 業務発注中 	<ul style="list-style-type: none"> ・基幹改良中 ・令和 17 年度まで使用予定

提案 1 : みやぎモデル A

前提条件

- 自治体 a 焼却炉は現状のまま使用し、焼却炉事故時、或いは、廃止せざるを得ない場合は、民間及び他組合で暫定的に処理するものとする。
- 自治体 c 焼却炉は、令和 17 年度（2035 年度）まで稼働する。
- 令和 18 年度（2036 年度）に [自治体 a +自治体 c +下水汚泥+産業廃棄物] 廃棄物を対象とした廃棄物発電施設を設置する。

スケジュール感



対象廃棄物量

		発生量 [千 t/年]
一般 廃棄物	自治体 a	17
	自治体 c	41
産業 廃棄物	下水汚泥	15
	その他産業廃棄物	30
合計		103

下水汚泥は、自治体 a 及び自治体 c 所管内から発生する下水汚泥のうち、コンポスト処理しているものを除いた量の約 50%を対象とした。

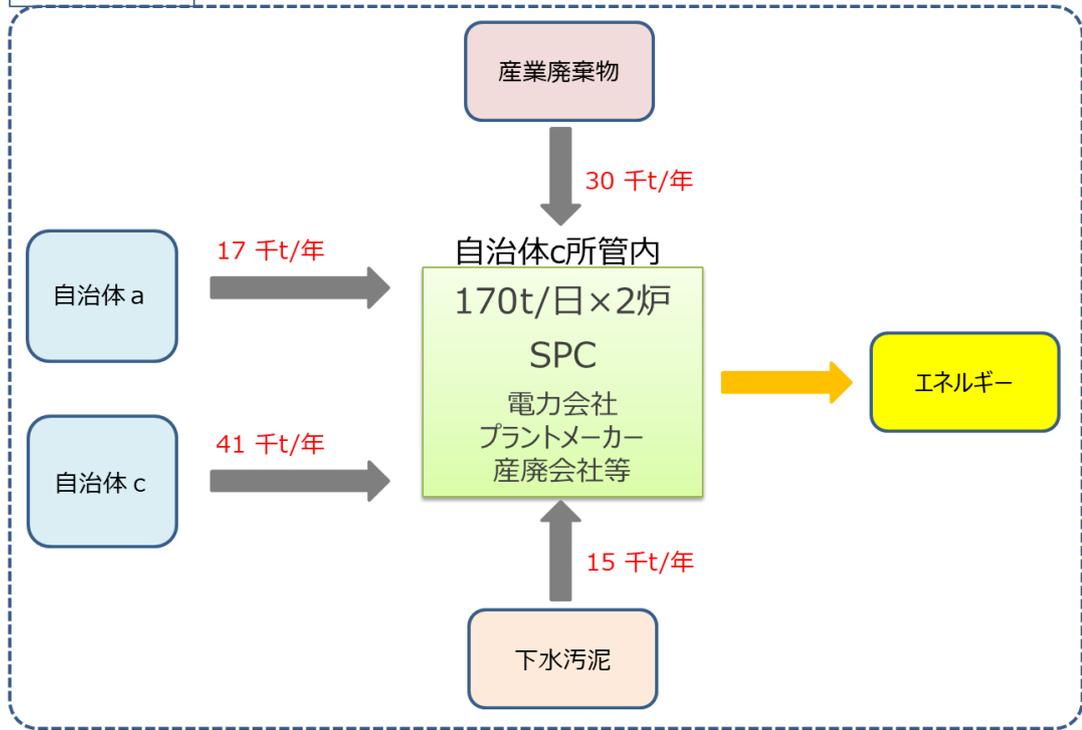
産業廃棄物については、勉強会において議論し、県内で現実的に集荷可能な量 30 千 t/年とした。

施設規模

対象廃棄物量 103 千 t/日、年間稼働 300 日とすると、必要な施設規模は 340t/日（≒103 千 t/年 ÷ 300 日）となる。焼却炉の補修整備や補修点検時の停止時の影響を考慮し、2 炉体制（170t/日 × 2 炉）とする。

なお、下水汚泥の量は、施設規模に対して 14.3%であり、受入可能量内である。

みやぎモデルA



提案 2 : みやぎモデル B

前提条件

- 自治体 b 焼却炉は、基幹改良後、令和 13 年度（2031 年度）まで稼働して廃止するものとする。
- 令和 14 年度（2032 年度）に [自治体 b + 下水汚泥 + 産業廃棄物] 廃棄物を対象とした廃棄物発電施設を設置する。

スケジュール感



対象廃棄物量

		発生量 [千 t/年]
一般 廃棄物	自治体 b	60
	産業 廃棄物	
	下水汚泥	10
	その他産業廃棄物	30
合計		100

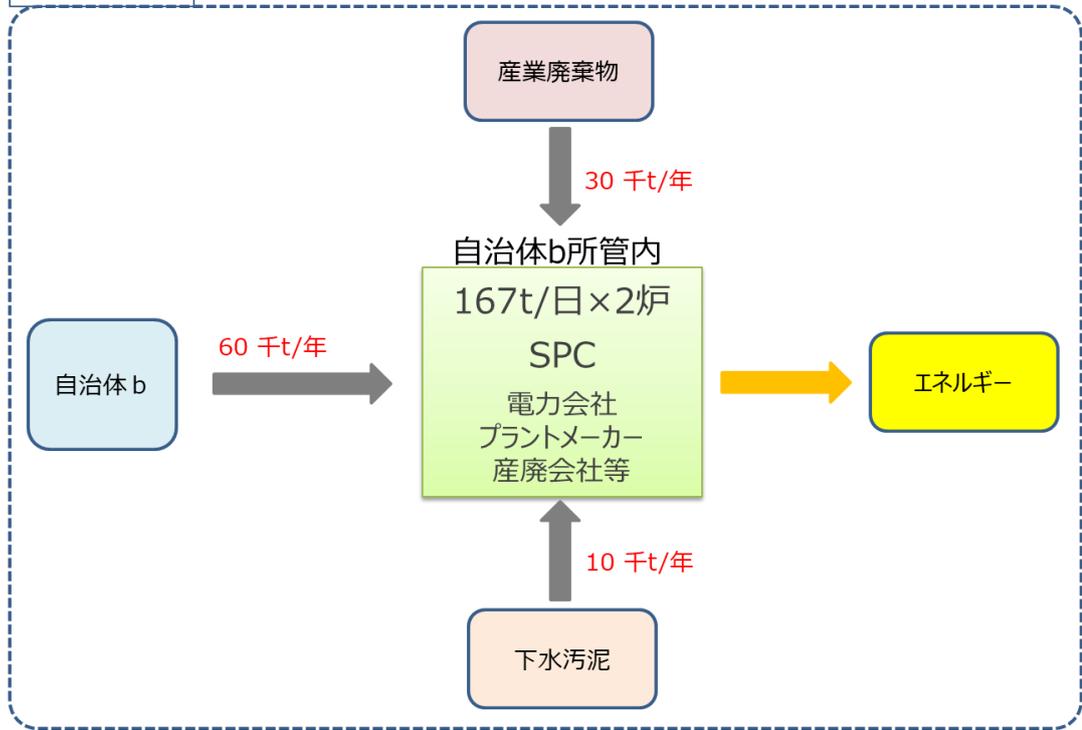
下水汚泥は、自治体 b 所管内から発生する下水汚泥のうち、コンポスト処理しているものを除いた量を対象とした。

施設規模

対象廃棄物量 100 千 t/日、年間稼働 300 日とすると、必要な施設規模は 334t/日（≒100 千 t/年 ÷ 300 日）となる。焼却炉の補修整備や補修点検時の停止時の影響を考慮し、2 炉体制（167t/日 × 2 炉）とする。

なお、下水汚泥の量は、施設規模に対して 9.9% であり、受入可能量内である。

みやぎモデルB



提案3：みやぎモデルC

前提条件

- 自治体 a 焼却炉は、現状のまま使用し、焼却炉事故時、或いは、廃止せざるを得ない場合は、民間及び他組合で暫定的に処理するものとする。
- 自治体 c 焼却炉（基幹改良後 11 年経過）は、令和 17 年度（2035 年度）まで稼働の予定を早め、自治体 b の廃止時期と合わせるものとする。
- 自治体 b 焼却炉は、基幹改良後、令和 13 年度（2031 年度）まで稼働して廃止するものとする。
- 令和 14 年度（2032 年度）に[自治体 a+自治体 b+自治体 c+下水汚泥+産廃] 廃棄物を対象とした廃棄物発電施設（官民連携）を設置する。

スケジュール感



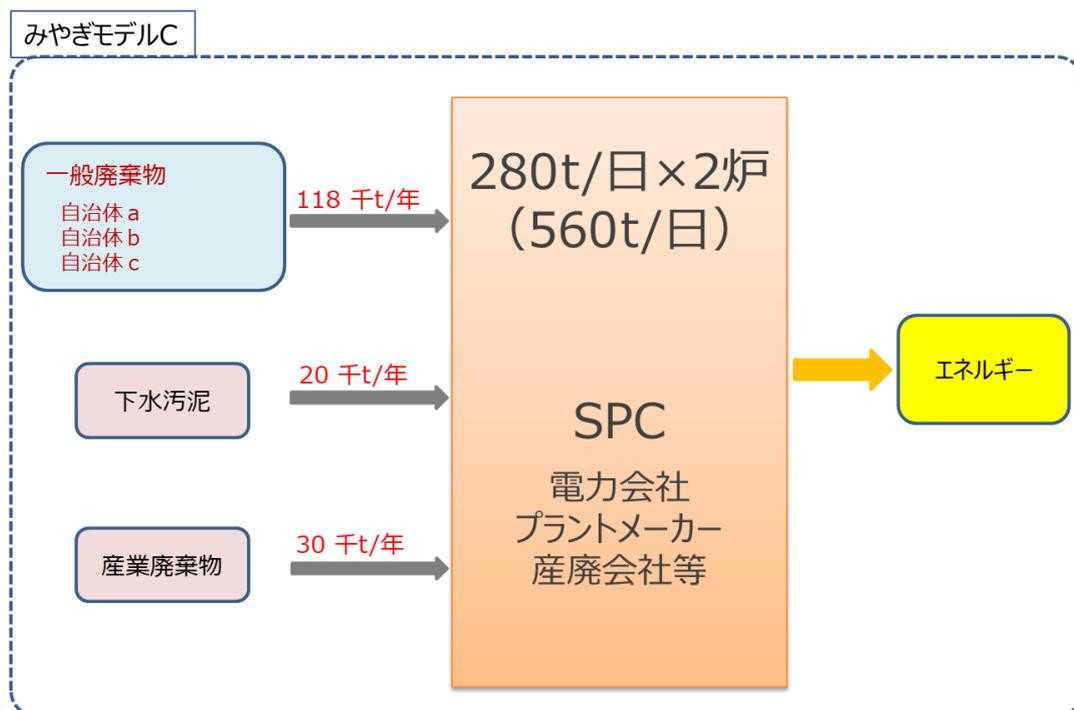
対象廃棄物量

		発生量 [千 t/年]
一般 廃棄物	自治体 a	17
	自治体 b	60
	自治体 c	41
産業 廃棄物	下水汚泥	20
	その他産業廃棄物	30
合計		168

下水汚泥については、前述のとおり施設規模の 10～15%の受入は可能であることから、対象廃棄物量の 12%程度とした。これは、仙台市、堆肥化、燃料化(県南)を除く県内発生脱水汚泥の 43%に相当する。

施設規模

対象廃棄物量 168,000t/日、年間稼働 300 日とすると、必要な施設規模は 560t/日（=168,000t/年÷300 日）となる。焼却炉の補修整備や補修点検時の停止時の影響を考慮し、2 炉体制（280t/日×2 炉）とする。



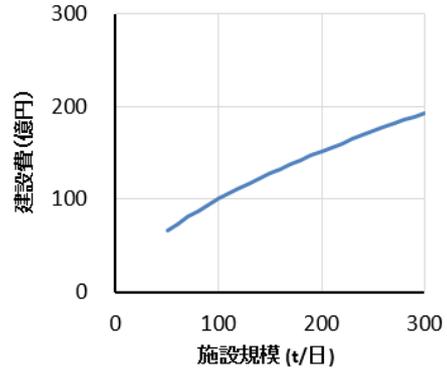
d) 事業性の概略評価

➤ 試算条件

試算にあたっては以下のようなスケールメリットや民営化による合理化、効率を考慮する。

a) 施設規模と建設費の関係

廃棄物処理施設のようなプラント施設では、施設規模と建設費の関係は一般に 0.6 乗則の関係（下式、**図 3.3.5**）になると言われており（環境省「廃棄物処理施設建設工事等の入札・契約の手引き」P14 より）、例えば規模が 2 倍になっても建設費は 0.6 乗則により 2 倍以下になる。



$$C = a X^{0.6}$$

C：建設費

X：処理能力の比

a：定数

図 3.3.5 0.6 乗則による施設建設費

ごみ処理施設の施設規模と建設費の実績値は**図 3.3.6**のとおり環境省資料があり、施設規模が大きくなるとともに、ごみ ton あたりの建設費は低下している。

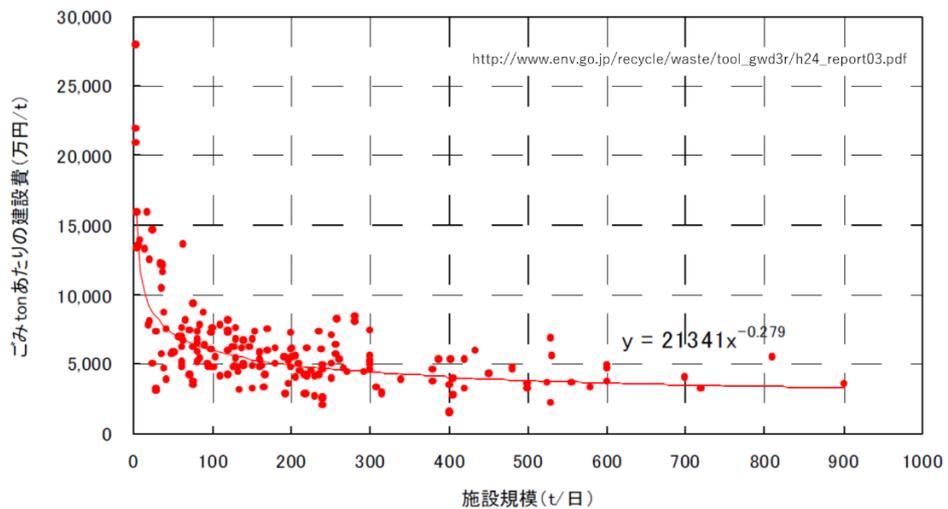


図 3.3.6 ごみ処理施設建設費と施設規模の関係

b) 民営化による合理化の可能性

複数のプラントメーカーへのヒアリング結果等によれば、廃棄物処理施設の民営化により、次のような効果を期待でき、施設建設費は 25%~40%以上の建設費の削減が可能とされている。

- 建屋等の施設の合理化（プラント部の壁面簡略化等）
- 炉構成の合理化（3 炉⇒2 炉、2 炉⇒1 炉）
- 稼働率の向上（280 日/年⇒300 日/年~320 日/年）
- 長寿命化（予防メンテ、緻密な運転管理等）

c) 施設規模と発電効率の関係

図 3.3.7 に、環境省資料によるごみ焼却施設における施設規模と発電効率の関係を示す。施設規模を拡大することにより発電効率が上昇し、廃棄物重量あたりの発電量が増加する。

なお、本検討においては、最新の焼却炉を見込んでおり、各モデルともに発電効率 20%として試算する。

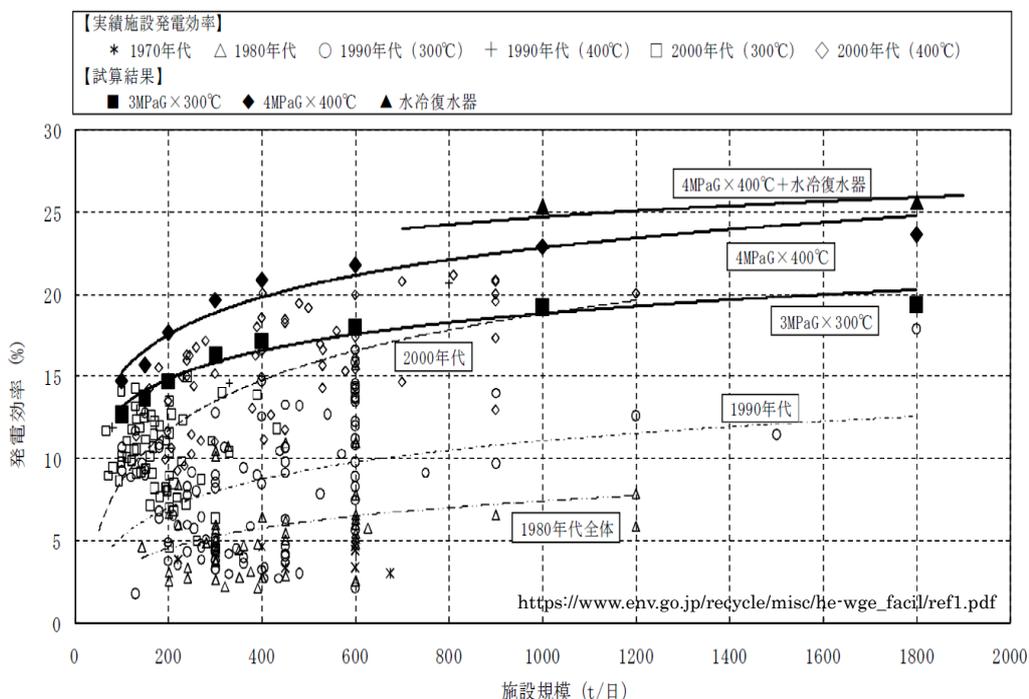


図 3.3.7 ごみ焼却施設の施設規模と発電効率

➤ 概算建設費

プラントメーカーへのヒアリングにより、みやぎモデル A、B、C の焼却施設のプラント設備工事費、土木・建築費は、それぞれ表 3.3.8~3.3.10 のとおりとなった。なお、地盤改良費や杭工事費、売電時に電力会社へ支払う工事負担金（系統連系費用）は含まれていない。

表 3.3.8 みやぎモデル A の概算建設費

概算建設費	182.7 億円
プラント設備工事費	118.8 億円
プラント比率	65 %
土木・建築工事費	64.0 億円
土木、建築比率	35 %

(廃棄物の質)

廃棄物品目	年間受入量	比率	低位発熱量
一般廃棄物	58 千 t/年	56.3%	2,058 kcal/kg
下水汚泥	15 千 t/年	14.3%	-615 kcal/kg
産業廃棄物	30 千 t/年	29.4%	約 4,000 kcal/kg
合計	103 千 t/年	100%	平均 2,248 kcal/kg

(基本設計の施設条件)

熱回収施設規模：340 t/日（焼却施設規模 170 t/日 × 2 炉）

余熱利用：発電（場内利用および売電）

発電効率：20%

発電出力：7,400 kW

売電出力：5,453 kW

$$\text{発電出力[kW]} = \frac{\text{廃棄物発熱量[kcal/kg]} \times 4.1868[\text{J/cal}]}{3600[\text{kJ/kWh}]} \times \text{施設規模[kg/h]} \times \frac{\text{発電効率}[\%]}{100}$$

表 3.3.9 みやぎモデルBの概算建設費

概算建設費	180.4 億円
プラント設備工事費	117.2 億円
プラント比率	65 %
土木・建築工事費	63.1 億円
土木、建築比率	35 %

(廃棄物の質)

廃棄物品目	年間受入量	比 率	低位発熱量
一般廃棄物	60 千 t/年	60.1%	2,058 kcal/kg
下水汚泥	10 千 t/年	9.9%	-615 kcal/kg
産業廃棄物	30 千 t/年	30.0%	約 4,000 kcal/kg
合計	100 千 t/年	100%	平均 2,380 kcal/kg

(基本設計の施設条件)

熱回収施設規模：334 t/日（焼却施設規模 167 t/日×2 炉）

余 熱 利 用：発電（場内利用および売電）

発 電 効 率：20%

発 電 出 力：7,680 kW

売 電 出 力：5,680 kW

表 3.3.10 みやぎモデルCの概算建設費

概算建設費	259.0 億円
プラント設備工事費	168.0 億円
プラント比率	65 %
土木・建築工事費	91.0 億円
土木、建築比率	35 %

(廃棄物の質)

廃棄物品目	年間受入量	比 率	低位発熱量
一般廃棄物	118 千 t/年	70.0%	2,058 kcal/kg
下水汚泥	20 千 t/年	12.2%	-615 kcal/kg
産業廃棄物	30 千 t/年	17.8%	約 4,000 kcal/kg
合計	168 千 t/年	100%	平均 2,080 kcal/kg

(基本設計の施設条件)

熱回収施設規模：560 t/日（焼却施設規模 280 t/日×2 炉）

余 熱 利 用：発電（場内利用および売電）

発 電 効 率：20%

発 電 出 力：11,290 kW

売 電 出 力：8,670 kW

➤ 財源計画

2019 年度（平成 31 年度）低炭素型廃棄物処理支援事業補助金（廃棄物高効率熱回収設備設置事業）の交付対象となった場合の財源計画とし、補助金は補助金対象事業費の 1/3 の金額を想定した。

みやぎモデル A の財源計画を表 3.3.11 に示す。補助金 35.6 億円、自己資金は 11 億円を想定している。不足分は金融機関からの借入とする。

表 3.3.11 みやぎモデル A の財源計画内訳

二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金	35.6 億円
補助割合(プラント費に対する)	33.3 %
補助対象設備割合	90 %
自己資金	11.0 億円
借入金	136.1 億円
計	182.7 億円

みやぎモデル B の財源計画を表 3.3.12 に示す。補助金 35.2 億円、自己資金は 11 億円を想定している。不足分は金融機関からの借入とする。

表 3.3.12 みやぎモデル B の財源計画内訳

二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金	35.2 億円
補助割合(プラント費に対する)	33.3 %
補助対象設備割合	90 %
自己資金	11.0 億円
借入金	134.2 億円
計	180.4 億円

みやぎモデル C の財源計画を表 3.3.13 に示す。補助金 50.5 億円、自己資金は 44 億円を想定している。不足分は金融機関からの借入とする。

表 3.3.13 みやぎモデル C の財源計画内訳

二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金	50.5 億円
補助割合(プラント費に対する)	33.3 %
補助対象設備割合	90 %
自己資金	44.0 億円
借入金	164.5 億円
計	259.0 億円

➤ 設定条件

表 3.3.14、3.3.15 に、みやぎモデル A・B、及び、みやぎモデル C の事業採算性の試算に用いた設定条件をそれぞれ示す。

なお、みやぎモデル C については、処理単価をみやぎモデル A・B と同等とした場合（1）と、事業性がみやぎモデル A・B と同等になる平均処理単価とした場合（2）の 2 通り試算した。

表 3.3.14 みやぎモデル A・B の設定条件

設定項目		条件/費用/単価/率	
事業期間		20 年間	
運転条件		稼働日数	
		300 日/年	
収入	処理単価	一般廃棄物	27 円/kg
		下水汚泥	30 円/kg
		産業廃棄物	30 円/kg
	売電単価	10 円/kWh	
費用	借入	借入期間	10 年
		金利	2 %
		返済方式	元利均等
	減価償却	プラント耐用年数	10 年
		設備償却率	10 %
		土建耐用年数	25 年
		建屋償却率	4 %
		方式	定額
	税関係	固定資産税率	1.4 %
		法人実効税率	35.64 %
	維持管理費	点検補修費	385,214 千円/年
		分析費	20,000 千円/年
	用益費		87,700 千円/年
	電気・水道・燃料		136,520 千円/年
	人件費	人員数	57 人
		人件費計	292,190 千円/年
	処分費	燃え殻処分費	20 円/kg
飛灰処分費		30 円/kg	
その他	事務所経費	12,000 千円/年	
	保険料	1,000 千円/年	
	重機費	30,000 千円/年	
	営業費	41,000 千円/年	
	解体工事費	29.6 億円	
	基幹改良費	30.0 億円	

表 3.3.15 みやぎモデル C の設定条件

設定項目		条件/費用/単価/率			
事業期間		20 年間			
運転条件		稼働日数			
		300 日/年			
収入	処理単価	(1)	(2)		
		一般廃棄物	27		円/kg
		下水汚泥	30	23	円/kg
		産業廃棄物	30		円/kg
	売電単価	10 円/kWh			
費用	借入	借入期間	10 年		
		金利	2 %		
		返済方式	元利均等		
	減価償却	プラント耐用年数	10 年		
		設備償却率	10 %		
		土建耐用年数	25 年		
		建屋償却率	4 %		
		方式	定額		
	税関係	固定資産税率	1.4 %		
		法人実効税率	35.64 %		
	維持管理費	点検補修費	505,342 千円/年		
		分析費	20,000 千円/年		
	用益費		91,093 千円/年		
	電気・水道・燃料		152,300 千円/年		
	人件費	人員数	57 人		
		人件費計	292,190 千円/年		
	処分費	燃え殻処分費	20 円/kg		
		飛灰処分費	30 円/kg		
	その他	事務所経費	12,000 千円/年		
		保険料	1,000 千円/年		
重機費		30,000 千円/年			
営業費		41,000 千円/年			
解体工事費		38.9 億円			
基幹改良費		30.0 億円			

➤ 事業採算性の結果

表 3.3.16 に、前述の設定条件を用いて算出した事業採算性の結果を、表 3.3.17 ~3.3.20 に試算内訳をそれぞれ示す。

表 3.3.16 事業採算性

	P-IRR	DSCR
みやぎモデル A	8.1	0.89~1.08
みやぎモデル B	8.0	0.88~1.06
みやぎモデル C (1)	11.6%	1.32~1.57
みやぎモデル C (2)	8.2%	1.05~1.28

表 3.3.19 みやぎモデルC(1)の試算結果

■ SPCの損益計算書

単位：円

事業年度	繰前年	運営期間																				合計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
① 営業収入	0	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	5,311,606,410	106,232,128,209
- 建築物処理委託費	0	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	4,687,241,000	92,746,820,000
- 一般廃棄物	0	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	3,173,931,000	63,476,620,000
- 産業廃棄物	0	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	1,513,410,000	30,269,200,000
- 売電収入	0	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	624,265,410	12,485,308,209
② 営業費用	133,800,000	4,092,007,429	4,037,748,129	3,993,405,729	3,957,048,129	3,927,131,829	3,902,422,029	3,881,930,329	3,864,964,629	3,850,589,129	3,838,592,928	3,830,993,025	3,825,400,925	3,821,077,025	3,817,624,925	3,814,062,925	3,810,280,925	3,806,188,925	3,801,676,925	3,796,744,925	3,791,392,925	60,736,980,941
- 運営費 計	133,800,000	4,092,007,429	4,037,748,129	3,993,405,729	3,957,048,129	3,927,131,829	3,902,422,029	3,881,930,329	3,864,964,629	3,850,589,129	3,838,592,928	3,830,993,025	3,825,400,925	3,821,077,025	3,817,624,925	3,814,062,925	3,810,280,925	3,806,188,925	3,801,676,925	3,796,744,925	3,791,392,925	60,736,980,941
- 運営費支出	133,800,000	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	1,680,502,357	33,791,097,137
- 減価償却費(設備)	0	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	1,684,471,604	16,844,716,043
- 減価償却費(建屋)	0	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	362,809,269	7,256,185,373
- 固定資産税(建屋・土地・機械)	0	322,831,800	278,472,600	234,330,200	197,872,600	160,656,300	143,346,500	122,854,800	108,799,100	91,513,600	78,517,400	68,389,100	60,797,000	52,472,100	46,446,500	42,220,900	42,279,000	39,596,100	37,140,300	34,917,800	32,882,600	2,219,136,400
- 事業税 外形標準課税(資本額)	0	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	31,292,299	625,845,988
③ 営業利益 (=①-②)	-133,800,000	1,219,598,981	1,273,858,281	1,318,200,681	1,354,558,281	1,384,474,581	1,409,184,381	1,429,674,081	1,446,741,781	1,461,017,281	1,478,013,482	1,497,619,388	1,516,205,488	1,532,828,388	1,548,486,988	1,563,180,988	1,576,914,988	1,589,688,988	1,601,502,988	1,612,366,988	1,621,780,988	46,495,147,289
④ 営業外収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- 資金運用収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑤ 営業外費用(建設資金償還)	4,400,000,000	509,873,125	479,554,043	448,622,990	417,067,614	384,875,312	352,033,230	318,528,252	284,346,997	249,475,815	213,900,782	184,362,108	154,823,434	125,284,760	95,746,086	66,207,412	36,668,738	6,129,064	0	0	0	10,001,899,241
- 建設工事費充当(資本金から)	4,400,000,000	509,873,125	479,554,043	448,622,990	417,067,614	384,875,312	352,033,230	318,528,252	284,346,997	249,475,815	213,900,782	184,362,108	154,823,434	125,284,760	95,746,086	66,207,412	36,668,738	6,129,064	0	0	0	10,001,899,241
- 支払利息	0	315,511,017	285,191,935	254,260,882	222,705,505	190,513,204	157,671,122	124,166,143	89,984,889	55,113,707	19,538,673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,714,657,077
- 解体工事積立金	0	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	194,362,108	3,887,242,164
⑥ 営業外利益 (=④-⑤)	-4,400,000,000	-509,873,125	-479,554,043	-448,622,990	-417,067,614	-384,875,312	-352,033,230	-318,528,252	-284,346,997	-249,475,815	-213,900,782	-184,362,108	-154,823,434	-125,284,760	-95,746,086	-66,207,412	-36,668,738	-6,129,064	0	0	0	-10,001,899,241
⑦ 税引前当期利益 (=③+⑥)	-4,533,800,000	709,725,856	794,304,238	869,577,691	937,490,668	990,599,269	1,057,151,151	1,111,147,830	1,162,384,784	1,211,541,466	1,259,112,701	1,305,257,280	1,349,974,968	1,393,187,656	1,434,979,344	1,474,430,032	1,512,541,720	1,549,307,408	1,584,728,096	1,618,802,784	1,651,527,472	36,493,248,027
⑧ 法人税等	0	252,946,295	283,090,331	309,917,489	334,121,674	356,257,179	376,768,670	396,013,086	414,277,501	431,793,378	448,747,766	465,069,755	480,228,960	494,216,175	507,027,400	518,662,625	529,118,850	538,394,075	546,500,300	553,436,525	559,202,750	14,282,479,817
- 繰越欠損金(ここでは考慮しない)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- 課税所得	-4,533,800,000	709,725,856	794,304,238	869,577,691	937,490,668	990,599,269	1,057,151,151	1,111,147,830	1,162,384,784	1,211,541,466	1,259,112,701	1,305,257,280	1,349,974,968	1,393,187,656	1,434,979,344	1,474,430,032	1,512,541,720	1,549,307,408	1,584,728,096	1,618,802,784	1,651,527,472	35,493,248,027
⑨ 税引後当期利益 (=⑦-⑧)	-4,533,800,000	456,779,561	511,214,208	559,660,202	603,368,994	634,342,089	680,387,481	715,134,743	748,117,283	779,748,087	810,364,934	839,187,526	865,761,032	890,971,481	914,951,944	937,712,419	959,274,894	979,632,369	998,791,844	1,016,765,319	1,033,644,794	22,210,768,210

■ SPCのキャッシュフロー表

単位：円

事業年度	設計・施工期間	運営期間																				合計	
		平成33年度	平成34年度	平成35年度	平成36年度	平成37年度	平成38年度	平成39年度	平成40年度	平成41年度	平成42年度	平成43年度	平成44年度	平成45年度	平成46年度	平成47年度	平成48年度	平成49年度	平成50年度	平成51年度	平成52年度		平成53年度
Cash-In		27,778,407,643	2,504,000,484	2,559,496,061	2,606,941,076	2,650,640,867	2,690,822,862	2,727,683,364	2,762,416,618	2,796,398,156	2,827,028,960	2,857,646,806	2,876,393,791	2,891,923,688	2,898,837,328	2,898,872,448	2,891,846,444	2,881,841,851	2,869,608,568	2,857,148,326	2,843,670,519	2,290,880,374	77,066,127,269
- 税引後当期利益	0	456,779,561	511,214,208	559,660,202	603,368,994	634,342,089	680,387,481	715,134,743	748,117,283	779,748,087	810,364,934	839,187,526	865,761,032	890,971,481	914,951,944	937,712,419	959,274,894	979,632,369	998,791,844	1,016,765,319	1,033,644,794	2,290,880,374	77,066,127,269
- 出資金	0	6,258,459,884	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,258,459,884
- 補助金	0	5,053,414,813	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,053,414,813
- その他(借入金)	0	16,461,532,946	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,461,532,946
- その他(減価償却戻し)	0	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	2,047,280,873	24,100,901,415	
Cash-Out		30,448,747,760	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	46,872,187,768	
- 税引後当期損失	0	4,533,800,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,533,800,000
- その他(借入金返済)	0	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	1,817,619,002	18,176,190,023	
- 設備・建屋・土木費	0	25,91																					

(5) 分析及び考察

みやぎモデル A,B の事業採算性は、P-IRR については 8% を上回っているものの、DSCR の返済期間平均値は、それぞれ 1.00、0.99 であり、一般的に事業安定性が高いと判断される 1.2 を下回っている。より事業性を高めるために、スケールメリットをいかしたみやぎモデル C (1) では、P-IRR が 11.6%、DSCR の返済期間平均値は 1.45 であり、判断基準の P-IRR8% 及び DSCR1.2 を上回った。処理単価を一律 23 円/kg に抑えたみやぎモデル C (2) は、P-IRR が 8.2%、DSCR の返済期間平均値は 1.18 となり、処理単価を 23 円/kg に抑えてもみやぎモデル A・B と同等以上の事業性が出る。

3. 3. 4 事業化に向けた具体的な受入れ廃棄物量及びエネルギー需要の把握

(1) 目的

事業化が見込まれる事業形態から想定される受入廃棄物量を決定し、そこから算出されるエネルギー回収量、二酸化炭素削減量、廃棄物再生利用量の増加量・最終処分削減量等の環境影響を算定する等して、環境評価を行う。併せて、周辺地域で電気・熱等を利活用する方法を提案する。

(2) 実施項目

事業化が見込まれる事業化モデルとして、みやぎモデル A・B・C について次の項目を実施する。

- a) 環境影響評価（エネルギー回収量、二酸化炭素削減量、廃棄物再生利用量の増加量、最終処分削減量等）
- b) 電気・熱の利活用方法

(3) 実施方法

➤ エネルギー回収量

エネルギー回収量は、売電量と稼働日数から次式により算出する。

$$\text{年間エネルギー回収量} = \text{売電出力 (kW)} \times 24\text{h/日} \times \text{稼働日数 (日)}$$

➤ 二酸化炭素削減量

二酸化炭素削減量の算出にあたっては、地球温暖化対策事業効果策定ガイドブック〈補助事業申請者用〉（平成 29 年度 2 月環境省地球環境局）のうち「B.

再生可能エネルギー発電用」を用いた。

- 廃棄物再生利用量の増加量
 - すでに発電利用している自治体 b の直接焼却量とセメント利用している下水汚泥を除いた廃棄物量を再生利用の増加量とする。
- 最終処分削減量
 - 未利用のまま最終処分されている産業廃棄物の量とする。

(4) 実施結果

a) 環境影響評価

みやぎモデル A・B・C について、受入廃棄物量、エネルギー回収量、二酸化炭素排出削減量、廃棄物再生利用量の増加量、最終処分削減量等の算出結果を表 3.3.21 に示す。また、二酸化炭素排出削減量の計算シートを表 3.3.22~3.3.24 に示す。

表 3.3.21 環境影響指標算出結果

		みやぎモデル A	みやぎモデル B	みやぎモデル C
受入廃棄物量 [千 t/年]	一般廃棄物	58	60	118
	下水汚泥	15	10	20
	産業廃棄物	30	30	30
	計	103	100	168,000
受入廃棄物の平均発熱量[kcal/kg]		2,248	2,380	2,080
受入廃棄物の総発熱量[kcal/年]		229,296×10 ⁶	238,245×10 ⁶	349,440×10 ⁶
エネルギー回収量[MWh/年]		39,265	40,881	62,427
発電効率[%]		20	20	20
二酸化炭素排出削減量[t-CO2/年]		30,849	32,016	47,066
廃棄物再生利用増加量[千 t/年]		47	90	107
最終処分削減量[千 t/年]		30	30	30
資源利活用方法		発電	発電	発電

$$\text{発電効率}[\%] = \frac{3600[\text{kJ/kWh}] \times \text{総発電量}[\text{kWh/年}]}{1,000[\text{kg/t}] \times \text{ごみ焼却量}[\text{t/年}] \times \text{ごみ発熱量}[\text{kJ/kg}]} \times 100$$

表 3.3.22 みやぎモデルAにおける二酸化炭素排出削減量の計算シート

地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック 補助事業申請者向けハード対策事業計算ファイル					
B.再生可能エネルギー発電用					
<p>入力する数値に関しては、必要に応じて計算ファイル内で表示されている小数点の位まで入力することとし、それ以下の小数点については四捨五入することとする。</p>					
事業者名	みやぎモデルA				
事業による導入量					
設置場所	〒 100-8975 宮城県 ○×市 △○町1-1				
導入する機器・システムの種類	その他				← 複数の機器・システムを導入する場合は、全ての機器・システムの名称を選択してください。
製品名	焼却炉				← 複数の機器・システムを導入する場合は、全ての機器・システムの名称を記載してください。
設備容量	7,400.0	単位	kW		
補助対象となる機器・システムの「導入量」を記入してください。					
法定耐用年数	20	[年]	← 想定使用年数を記入		
国税庁が発表している耐用年数表を参考にして、法定耐用年数を整数で記入してください。不明である場合は、想定使用年数を記入し、右の選択肢において「想定使用年数を入力」を選択してください。					
設備容量当たりのCO2削減量 (CO2削減原単位)					
【発電量】					
年間設備利用率	82.2	[%]	← 対象となる発電システムの導入時における年間設備利用率を記入してください。年間設備利用率は以下より算出するものとします。 (年間設備利用率: 想定年間発電電力量[kWh] ÷ (設備容量[kW] × 24[h] × 365[日]))		
再生可能エネルギー発電量	7,200	[kWh]			
商用電力の排出係数	0.579	[kgCO2/kWh]			
年間CO2削減原単位	4,169	kgCO2/年/kW			
設備利用率	年間稼働日から推計。設備利用率=年間300日稼働/365日 × 100				
「年間設備利用率」の設定根拠を記載してください。ただし、バイオマス発電システムを導入し化石燃料との混焼を計画している場合は、想定される混焼率の値、およびその設定根拠も記載してください。また、参考にした文献やカタログ等の資料がある場合は、資料名、発行年、発行者、URL等を記載してください。					
【ライフサイクルCO2排出量(※バイオマス発電設備、廃棄物発電設備のみ)】					
バイオマス・一般廃棄物の混焼率	100.0	[%]	← 化石燃料との混焼を計画している場合は、想定される混焼率を記入してください。(例: バイオマス70%、石炭30%の場合、「70.0」)		
投下した燃料種を選択し、年間燃料総消費量を整数で記入し、横のセルに単位も記入してください。該当する燃料種が選択肢にない場合、「その他」を選択し、右側に使用した燃料種を記載してください。(燃料消費量は導入設備の容量当たりに換算する必要はありません。)					
バイオマス・一般廃棄物の名称	その他		混焼する化石燃料の種類	← 選択してください	
その他の年間燃料総消費量	102,000.0	単位	トン	混焼する化石燃料の年間総消費量	0.0 []
その他の排出係数	不明	[kgCO2/トン]		混焼する化石燃料の排出係数	0.00 [kgCO2/]
その他のCO2排出係数の設定根拠					
その他のCO2排出係数を記入し、設定根拠を記載してください。不明である場合、「不明」と記載してください。					
その他のCO2排出量	#VALUE!	[kgCO2/トン]	助燃材のCO2排出量	0	[kgCO2/]
その他のCO2排出原単位		[kgCO2/年/kW]	助燃材のCO2排出原単位	0	[kgCO2/年/kW]
削減原単位[kgCO2/年/kW]					
4,169 [kgCO2/年/kW]					
結果 (CO2削減効果)					
年間CO2削減量	30,849,120	[kgCO2/年]	=	年間CO2削減量	30,849.12 [tCO2/年]
累計CO2削減量	616,982,400	[kgCO2]	=	累計CO2削減量	616,982.40 [tCO2]
事務局確認用					
法定耐用年数	20年	← 想定使用年数を記入			
バイオマスの排出係数	不明	← 設定根拠			

表 3.3.23 みやぎモデルBにおける二酸化炭素排出削減量の計算シート

地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック 補助事業申請者向けハード対策事業計算ファイル					
B.再生可能エネルギー発電用					
<p>入力する数値に関しては、必要に応じて計算ファイル内で表示されている小数点の位まで入力することとし、それ以下の小数点については四捨五入することとする。</p>					
事業者名	みやぎモデルB				
事業による導入量					
設置場所	〒 100-8975 宮城県 ○×市 △○町1-1				
導入する機器・システムの種類	その他				← 複数の機器・システムを導入する場合は、全ての機器・システムの名称を選択してください。
製品名	焼却炉				← 複数の機器・システムを導入する場合は、全ての機器・システムの名称を記載してください。
設備容量	7,680.0	単位	kW		
補助対象となる機器・システムの「導入量」を記入してください。					
法定耐用年数	20	[年]	← 想定使用年数を記入		
国税庁が発表している耐用年数表を参考にして、法定耐用年数を整数で記入してください。不明である場合は、想定使用年数を記入し、右の選択肢において「想定使用年数を入力」を選択してください。					
設備容量当たりのCO2削減量 (CO2削減原単位)					
【発電量】					
年間設備利用率	82.2	[%]	← 対象となる発電システムの導入時における年間設備利用率を記入してください。年間設備利用率は以下より算出するものとします。 (年間設備利用率: 想定年間発電電力量[kWh] ÷ (設備容量[kW] × 24[h] × 365[日]))		
再生可能エネルギー発電量	7,200	[kWh]			
商用電力の排出係数	0.579	[kgCO2/kWh]			
年間CO2削減原単位	4,169	kgCO2/年/kW			
設備利用率	年間稼働日から推計。設備利用率=年間300日稼働/365日 × 100				
「年間設備利用率」の設定根拠を記載してください。ただし、バイオマス発電システムを導入し化石燃料との混焼を計画している場合は、想定される混焼率の値、およびその設定根拠も記載してください。また、参考にした文献やカタログ等の資料がある場合は、資料名、発行年、発行者、URL等を記載してください。					
【ライフサイクルCO2排出量(※バイオマス発電設備、廃棄物発電設備のみ)】					
バイオマス・一般廃棄物の混焼率	100.0	[%]	← 化石燃料との混焼を計画している場合は、想定される混焼率を記入してください。(例: バイオマス70%、石炭30%の場合、「70.0」)		
投下した燃料種を選択し、年間燃料総消費量を整数で記入し、横のセルに単位も記入してください。該当する燃料種が選択肢にない場合、「その他」を選択し、右側に使用した燃料種を記載してください。(燃料消費量は導入設備の容量当たりに換算する必要はありません。)					
バイオマス・一般廃棄物の名称	その他		混焼する化石燃料の種類	← 選択してください	
その他の年間燃料総消費量	100,103.0	単位	トン	混焼する化石燃料の年間総消費量	0.0 []
その他の排出係数	不明	[kgCO2/トン]		混焼する化石燃料の排出係数	0.00 [kgCO2/]
その他のCO2排出係数の設定根拠					
その他のCO2排出係数を記入し、設定根拠を記載してください。不明である場合、「不明」と記載してください。					
その他のCO2排出量	#VALUE!	[kgCO2/トン]	助燃材のCO2排出量	0	[kgCO2/]
その他のCO2排出原単位		[kgCO2/年/kW]	助燃材のCO2排出原単位	0	[kgCO2/年/kW]
削減原単位[kgCO2/年/kW]					
4,169 [kgCO2/年/kW]					
結果 (CO2削減効果)					
年間CO2削減量	32,016,384	[kgCO2/年]	=	年間CO2削減量	32,016.38 [tCO2/年]
累計CO2削減量	640,327,680	[kgCO2]	=	累計CO2削減量	640,327.68 [tCO2]
事務局確認用					
法定耐用年数	20年	← 想定使用年数を記入			
バイオマスの排出係数	不明	← 設定根拠			

表 3.3.24 みやぎモデルCにおける二酸化炭素排出削減量の計算シート

地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック 補助事業申請者向けハード対策事業計算ファイル					
B.再生可能エネルギー発電用					
<p>入力する数値に関しては、必要に応じて計算ファイル内で表示されている小数点の位まで入力することとし、それ以下の小数点については四捨五入することとする。</p>					
事業者名	みやぎモデルC				
事業による導入量					
設置場所	〒 100-8975 宮城県 ○×市 △○町1-1				
導入する機器・システムの種類	その他				← 複数の機器・システムを導入する場合は、全ての機器・システムの名称を選択してください。
製品名	焼却炉				← 複数の機器・システムを導入する場合は、全ての機器・システムの名称を記載してください。
設備容量	11,290.0	単位	kW		
補助対象となる機器・システムの「導入量」を記入してください。					
法定耐用年数	20	[年]	← 想定使用年数を記入		
国税庁が発表している耐用年数表を参考にして、法定耐用年数を整数で記入してください。不明である場合は、想定使用年数を記入し、右の選択肢において「想定使用年数を入力」を選択してください。					
設備容量当たりのCO2削減量 (CO2削減原単位)					
【発電量】					
年間設備利用率	82.2	[%]	← 対象となる発電システムの導入時における年間設備利用率を記入してください。年間設備利用率は以下より算出するものとします。 (年間設備利用率: 想定年間発電電力量[kWh] ÷ (設備容量[kW] × 24[h] × 365[日]))		
再生可能エネルギー発電量	7,200	[kWh]			
商用電力の排出係数	0.579	[kgCO2/kWh]			
年間CO2削減原単位	4,169	kgCO2/年/kW			
設備利用率	年間稼働日から推計。設備利用率=年間300日稼働/365日 × 100				
「年間設備利用率」の設定根拠を記載してください。ただし、バイオマス発電システムを導入し化石燃料との混焼を計画している場合は、想定される混焼率の値、およびその設定根拠も記載してください。また、参考にした文献やカタログ等の資料がある場合は、資料名、発行年、発行者、URL等を記載してください。					
【ライフサイクルCO2排出量(※バイオマス発電設備、廃棄物発電設備のみ)】					
バイオマス・一般廃棄物の混焼率	100.0	[%]	← 化石燃料との混焼を計画している場合は、想定される混焼率を記入してください。(例: バイオマス70%、石炭30%の場合、「70.0」)		
投下した燃料種を選択し、年間燃料総消費量を整数で記入し、横のセルに単位も記入してください。該当する燃料種が選択肢にない場合、「その他」を選択し、右側に使用した燃料種を記載してください。(燃料消費量は導入設備の容量当たりに換算する必要はありません。)					
バイオマス・一般廃棄物の名称	その他		混焼する化石燃料の種類	← 選択してください	
その他の年間燃料総消費量	168,000.0	単位	混焼する化石燃料の年間総消費量	0.0	[]
その他の排出係数	不明	[kgCO2/]	混焼する化石燃料の排出係数	0.00	[kgCO2/]
その他のCO2排出係数の設定根拠					
その他のCO2排出係数を記入し、設定根拠を記載してください。不明である場合、「不明」と記載してください。					
その他のCO2排出量	#VALUE!	[kgCO2/]	助燃材のCO2排出量	0	[kgCO2/]
その他のCO2排出原単位		[kgCO2/年/kW]	助燃材のCO2排出原単位	0	[kgCO2/年/kW]
			削減原単位[kgCO2/年/kW]	4,169	[kgCO2/年/kW]
結果 (CO2削減効果)					
年間CO2削減量	47,065,752	[kgCO2/年]	=	年間CO2削減量	47,065.75 [tCO2/年]
累計CO2削減量	941,315,040	[kgCO2]	=	累計CO2削減量	941,315.04 [tCO2]
事務局確認用					
法定耐用年数	20年	← 想定使用年数を記入			
バイオマスの排出係数	不明	← 設定根拠			

b) 電気・熱の利活用方法

焼却施設から外部施設等への余熱供給を行う場合、供給先と焼却施設の距離を考えた供給を考える必要がある。余熱利用施設へ熱供給する場合の熱利用形態別のメリット・デメリットを表 3.3.25 に示す。

表 3.3.25 熱利用施設へ熱供給する場合の熱利用形態別メリット・デメリット

熱利用形態	メリット・デメリット	
蒸気	メリット	・他の熱供給媒体と比較して熱効率が高い。
	デメリット	・余熱利用設備までの距離がある場合には減圧の問題がある。 ・蒸気輸送間の事故・トラブルなど安全面で課題がある。
高温水 または 温水	メリット	・余熱利用設備にて高温水から熱のみを抜き取り、高温水を循環使用することができる。
	デメリット	・余熱利用施設までの距離がある場合には、送水管の保温を確保する必要がある。
電気	メリット	・供給ルートが自由に設定でき、保温の考慮は不要。 ・同一敷地内の施設内利用であれば、送電等の許可も容易。
	デメリット	・地域による系統連系の可否がある。 ・系統連系に必要な工事負担金が高額となる場合がある。 ・蒸気や温水に比べてエネルギー回収率が劣る。

(5) 分析及び考察

施設規模が大きくなるほどごみ ton あたりの建設費を抑えられ、発電効率が良くなることが分かった。「みやぎモデル C」のように、より廃棄物を集約して処理する事業スキームにおいて環境負荷軽減が期待できる。

資源利活用方法として、焼却施設の余熱を利用する場合、熱利用形態は、高温水または温水、蒸気、発電等が挙げられる。高温水または温水や蒸気による利用法は、エネルギー回収率は高いが、余熱利用施設の有無とその施設までの距離に制限がある。一方、発電は、供給ルートはある程度自由に設定できるが、温水・蒸気利用に比べてエネルギー回収率が劣る。近隣に温水や蒸気を利用する関連施設を誘致することで、エネルギー回収効果を上げることが期待できる。

4. 事業化計画

4. 1 スケジュール

廃棄物発電施設の事業スケジュールを表 4.1.1 に示す。建設用地の選定後は、1年目に基本計画策定に入り、その後4年間で、プラントメーカー決定・環境影響調査・施設詳細設計、事前相談・協議、許可申請等を行い、建設工事期間の約3年間を経て、最短で8年後の営業運転開始を見込む。

4. 2 事業者からの提案モデル

みやぎモデル C をもとに、F社からの提案モデルを図 4.2.1 に、表 4.2.1、4.2.2 に施設の概要と建設スケジュールをそれぞれ示す。産業廃棄物、一般廃棄物、下水汚泥を対象とする、焼却施設、熱風乾燥施設、造粒固化施設、破碎選別施設を兼ね備えた「エネルギー供給型焼却施設」としている。各施設を段階的に建設することで、初期投資を抑えることができ、施設を稼働させながら人員の確保や作業員訓練を行うことが可能になる。

設備としては、焼却施設に加え、熱風乾燥施設を設置することにより、汚泥や動植物性残さも効率よく焼却可能になる。また、同社の特長である造粒固化施設を導入することにより燃え殻等の資源化を促進し、破碎選別施設の導入により、大型廃棄物や災害廃棄物に対応可能な施設となっている。

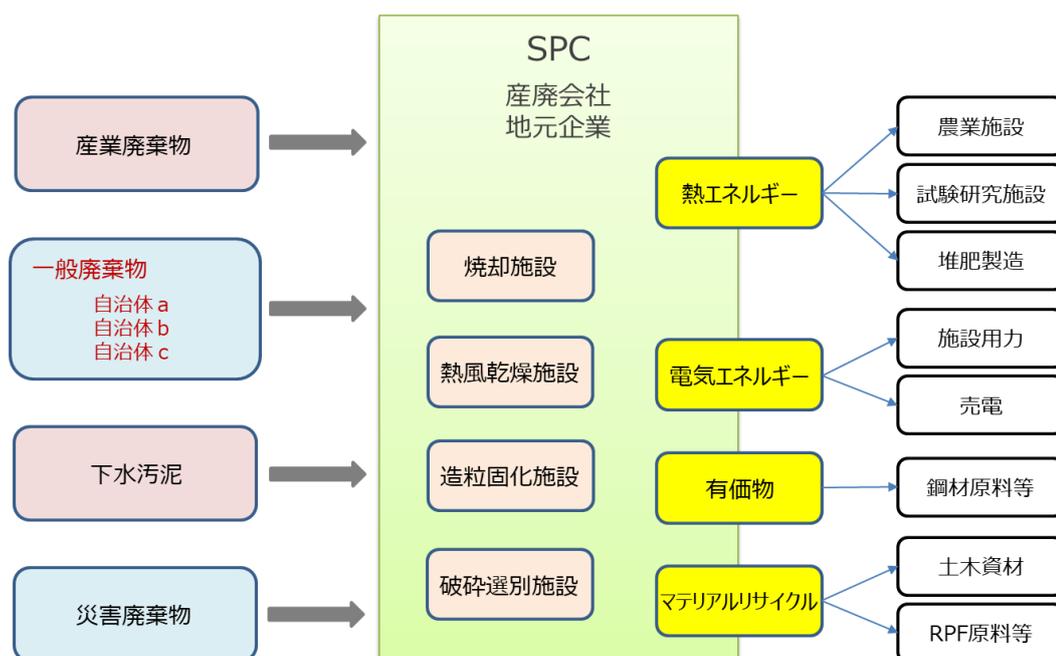


図 4.2.1 事業者提案事業イメージ

表 4.2.1 施設の概要

		第1ステップ		第2ステップ		第3ステップ	
工場名		1号炉	2号炉	熱風乾燥炉	造粒固化プラント	3号炉	選別破碎プラント
処理方法		焼却	焼却	乾燥	造粒固化	焼却	選別破碎
処理能力		150t/日	150t/日	40t/日	200t/日	150t/日	200t/日
稼働時間		24時間	24時間	24時間	10時間	24時間	10時間
取り扱う廃棄物量[千t/年]	産業廃棄物	8~26					
	下水汚泥	0	(3) 乾燥後	12		-	
	発酵残渣	2	-			-	
	一般廃棄物	自治体 a 17	自治体 b 60			自治体 c 41	
合計[千t/年]		45	45			45	

表 4.2.2 建設スケジュール

項目	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度	令和9年度	令和10年度	令和11年度	令和12年度	令和13年度	令和14年度		
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目		
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q
一般廃棄物処理施設計画	[計画]														
エネルギー供給型焼却施設計画	[計画]														
1号炉	用地確定		達成			計画~施工		稼働							
2号炉・熱風乾燥炉					計画~施工						稼働				
3号炉・破碎選別施設							計画~施工		稼働						
造粒固化施設															
備考															

建設用地の選定後、最短で5年後に第一ステップの稼働、さらに3年後、第二ステップが稼働、最終的に建設用地選定から11年後に第三ステップの稼働を目指す。

4.3 勉強会での意見

□田中座長

- 民間事業の場合、一般に処理コストが安価になることが期待される。今回の提案は、一廃産廃に拘らず、廃棄物の特性が同じであれば一体的に処理をし、スケールメリットと効率向上でコストを抑えることができるものである。それに向け

て、民間は知恵や経験、技術を選択して最適なシステムを作り上げ、行政には法的な面でのサポートを期待する。官民の総力をあげて達成できれば良いと考える。

- 今後は、本勉強会で挙げたいろいろな提案や疑問点に対し、不確定な要因を少しずつ削っていき、これならできるというレベルにもっていくことが求められる。
- 民間事業と言いながらも自治体のごみも対象にしているため、住民にも社会にとってもプラスな提案でなくてはならない。したがって、定期的に、場合によってはタイミングをみて、該当する自治体にも参加して頂くのが良いと考える。

5. まとめ

5. 1 成果

(1) 民間モデル

事業者の提案モデル（メタン発酵施設：40t/日、宮城県内）をベースに検討を進め、発酵残渣についての経済的処理方策（市町村・民間連携モデルによる処理施設での処理）を提案した。

(2) 市町村・民間連携モデル

一般廃棄物焼却施設の更新時期に近い県北部で一体的処理モデルを提案し、事業性があることを確認した。また、民間事業者からも具体的な提案があり、来年度さらに検討を進めることとした。

5. 2 事業化の課題と対応策の検討

(1) 民間モデル

実現に向けた課題としては、

- ①発酵適物を分別収集することによる運搬コスト増加の負担
- ②受入単価が安い自治体焼却施設へ廃棄物が流れる
- ③発酵残渣処理

の3点が挙げられる。

①②については、自治体の方針によるところであるが、③については、発酵残渣の安価な中間処理施設との協働の検討、また、消化液の農業利用や排水処理技術の研究開発が必要である。

(2) 市町村・民間連携モデル

地域の関係者が、より具体的な実現方策を検討する必要がある。SPC（特別目的会社）を早期に形成し、候補用地を選定し、そのSPCが中心となって事業化を検討することで、事業化が進むと考えられる。

5. 3 今後のスケジュール・見通し

事業化に向けた検討は、令和2年度以降も継続的に実施していく。今後のスケジュールを表5.3.1に示す。令和2年度は、サーマルリサイクルを中心とした関係者による連携協議の場を設置し事業化に向けた検討をする。一般廃棄物と産業廃棄物の集約処理について、自治体の焼却施設の修繕、更新に合わせた検討をする。併せて、農業施設併設等のあり方を検討する。

バイオガス化施設については、大学や研究機関と連携し、メタン発酵技術開発や発

酵残渣利活用方法について、別枠で検討する。

こうした情報を随時公開していくことで、自治体および民間による廃棄物エネルギー化施設の整備を促す。

表 5.3.1 今後のスケジュール

実施事項	令和2年度	令和3年度
関係者との連携協議の場の設置 ・関係者による勉強会設置 ・下水道管理者との連携協議 ・市町との連携協議	■	■
合理的な施設計画・設計 (関係者と連携した需要把握等をふまえた合理的な施設設計)	■	
関連施設のあり方検討	■	
自治体、民間事業者への情報提供	■	■
自治体、民間による施設建設検討	■	■

今年度の勉強会において、事業者から提案があったスキームに対して、自治体や地元企業が関心を示していることから、こうした関係者と連携協議することにより、実現可能な事業スキームの構築が可能と考える。