令和２年度環境省委託業務

令和２年度中小廃棄物処理を通した
資源循環・エネルギー回収促進方策モデル
調査検討委託業務

報告書

令和３年３月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

一般財団法人日本環境衛生センター

調査概要

調査の目的

中小規模（特に 100t/日未満）の一般廃棄物処理施設（以下「中小廃棄物処理施設」という。）を有する主に中小規模の市町村（一部事務組合、広域連合を含む）（以下、「自治体」という。）では、先導的な廃棄物処理技術に関する蓄積ノウハウが少なく、また、地理的制約等から広域化・集約化が困難な面もあり、バイオマスを始めとした廃棄物エネルギーが十分に有効利用されていない。

また、現在の廃棄物発電の主流である廃熱ボイラ＋蒸気タービン方式は、100t/日未満の施設では効率が低下する課題があり、中小廃棄物処理施設では、発電などの余熱利用が十分に行われていない状況である。我が国全体として廃棄物処理を通してエネルギー起源 CO_2 等の温室効果ガス排出量の削減を促進するためには、施設数で約半数を占める中小廃棄物処理施設における資源・エネルギーの利用の向上が不可欠である。

さらに、2020 年 10 月の首相所信表明演説では、「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことが表明され、資源循環分野における温室効果ガス排出量削減に向けた取組も、スピード感を持った対応が求められている。

また、第五次環境基本計画で打ち出された「地域循環共生圏」は、自立・分散型の社会を形成しつつ近隣地域等と地域資源を補完し支え合う考え方であり、中小廃棄物処理施設においても地域活性化に取り組むことが重要である。

そこで、令和元年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る検討調査委託業務（以下「令和元年度調査」という。）では、中小廃棄物処理施設における各種処理方策に係るヒアリング等により情報を整理し、中小廃棄物処理施設における資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（案）の作成を行ったところである。

本業務では、令和元年度調査を基にして、中小廃棄物処理を通して地域特性に応じて資源循環・エネルギー回収方策等を促進するためのモデルの作成及び今後の普及促進のための調査・検討を行った。併せて、廃棄物系バイオマス（食品廃棄物等）活用ロードマップの進捗状況の評価を行った。

調査の結果

中小廃棄物処理施設における各種処理方策等に係る情報整理において、別途実施している「中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業」の採択事業者（5 事業者）に対して、下記のシンポジウムにおいて対外発表の形式によるヒアリングを実施した。

また、中小規模の自治体における廃棄物処理事業を核とした地域循環共生圏形成の観点から、今後の中小廃棄物処理施設における処理方策等について、主に先行的事例に関してヒアリングの実施を含めた調査を行うとともに、令和元年度調査で作成された資源循環分野からの地域循環共生圏を構成する要素について再整理を行った。

中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進方策モデルの作成においては、今後の地域循環共生圏構築に向けたモデルケースとなり得る事例に対して、実現に向けた検討ステップ等の観点から調査・整理を行った。

以上最新の知見を集約・整理して、各自治体の地域特性に応じて適応できる促進方策として、「中小規模の廃棄物処理を通した資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル ～資源循環分野からの地域循環共生圏に向けて～（素案）」のとりまとめを行った。

中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進に係る普及促進方策の検討においては、4 つのサブモデルにおける個別具体の課題を抽出し対応方策を整理するとともに、モデル全体の共通的・基盤的課題を抽出し考えられる普及促進方策の検討を行った。

普及促進に向けたシンポジウムの実施においては、パネルディスカッションを含むシンポジウムを、第 1 回（8 月）、第 2 回（11 月）、第 3 回（3 月）の計 3 回、オンライン併用で開催した。

検討会は、学識経験者、地方公共団体及び廃棄物処理関係団体関係者等から 11 名の委員、2 名のオブザーバーで構成し、第 1 回（8 月）、第 2 回（11 月）、第 3 回（3 月）の計 3 回開催した。第 1 回、第 3 回は東京にて、第 2 回は京都にて現地視察と併せて開催し、全回オンライン併用とした。

ワーキンググループは、第 1 回を 8 月に東京にて開催したほか、第 2 回は 3 月に第 3 回検討会へのオブザーバー参加の形で対面形式のワーキンググループ開催の代替とし、意見集約・整理はメール等で行った。

廃棄物系バイオマス活用ロードマップの進捗状況の評価等においては、2017 年度時点における進捗評価をとりまとめた。

本業務の実施にあたっては、一般社団法人廃棄物資源循環学会の協力を得て実施した。

Research Description

Research Purpose

Small and medium-sized municipalities (in some cases, including operational cooperatives, or unions of local governments; all are referred to collectively here as “local governments”) with small- and medium-sized municipal solid waste treatment facilities (defined here as handling less than 100 tons per day) are often unable to make effective use of energy from waste (including biomass) due to a lack of expertise in advanced waste treatment technologies as well as challenges in offering wide-area and centralized services due to geographical constraints and other factors.

A waste-heat boiler combined with a steam turbine is currently the mainstream method to generate electricity from waste, but systems with a capacity below 100 tons per day are less efficient, resulting in inadequate waste heat utilization, including electricity generation, by small- and medium-sized waste treatment facilities. For Japan to promote nationwide reductions in greenhouse gas emissions (including CO_2 from energy sources) through waste treatment, it is necessary to improve resource and energy utilization in small- and medium-sized waste treatment facilities, which account for about half of all such facilities in Japan.

Furthermore, in October 2020, in his policy speech to the Diet the Prime Minister declared that “by 2050 Japan will aim to reduce greenhouse gas emissions to net-zero, that is, to realize a carbon-neutral, decarbonized society.” This calls for initiatives to reduce greenhouse gas (GHG) emissions in the resource-recycling sector as well as responses with a sense of urgency.

Meanwhile, the concept of the “circular and ecological economy” (or “regional circular and ecological sphere”), proposed in Japan's Fifth Basic Environment Plan, embodies the idea of forming self-sufficient, decentralized communities that mutually complement and support neighboring communities and local resources. In this context, with small- and medium-sized waste treatment facilities it is also important to make an effort toward community development.

Under the FY2019 Research Study Commissioned Work for Waste Energy Recovery Measures, etc. in Small and Medium Waste Treatment Facilities (“FY2019 Survey”), interviews were conducted to gather information on various processing approaches in small- and medium-sized waste treatment facilities, and a model (proposal) was developed to promote resource recycling and energy recovery for small- and medium-sized waste treatment facilities.

Based on the FY2019 Study, the current year's work was to develop a model for promoting approaches for resource recycling and energy recovery through small- and medium-sized waste treatment in ways that reflect regional characteristics, and to study and consider how to promote their future deployment. Work was also done to evaluate progress on a road map for the utilization of waste biomass (food waste, etc.).

Research Results

To compile information pertaining to various processing approaches for small and medium-sized waste treatment facilities, we conducted interviews in the form of having presentations made at symposiums (described below) by five companies that had been selected for the “Evaluation and Verification Project on Development of Innovative Waste Treatment Systems for Small and Medium Waste Treatment Facilities” (implemented separately).

In terms of creating a circular and ecological economy with a focus on waste treatment operations in small and medium-sized municipalities, to examine treatment approaches for future small and medium-sized waste treatment

facilities, we conducted a study that included interviews mainly focusing on innovative cases, and reorganized the summary from the FY2019 Study regarding the key factors of a circular and ecological economy in terms of the resource-recycling sector.

Regarding the development of a model to promote resource recycling and energy recovery in small- and medium-sized waste treatment, we researched and summarized our findings from the perspective of steps to consider for implementation, with a focus on examples that could be used as model cases for the future creation of a circular and ecological economy.

We compiled and summarized the above-mentioned information and new findings on approaches that can be adapted to each local government's local circumstances, in our report, entitled “Resource Recycling and Energy Recovery at Small- and Medium-Sized Waste Treatment Facilities: Toward a Circular and Ecological Economy in the Resource Recycling Sector (Draft).”

In consideration of approaches to promote resource recycling and energy recovery through small- and medium-sized waste treatment, we identified and summarized specific issues and how to address them in four sub-models, identified common and fundamental issues in all models, and examined possible deployment and promotion approaches.

To promote the approaches, we organized symposiums (presented online as well) a total of three times, with the first in August, the second in November, and the third in March.

Study group meetings were held three times, with two observers and 11 members participating, including academic experts and representatives of local governments and waste management organizations, with the first held in August, the second in November, and the third in March. The first and third meetings were held in Tokyo, and the second in Kyoto, combined with a site tour, and all were also offered online.

Working group meetings were also held, with the first in August in Tokyo, but as an alternative to an in-person working group meeting with observers the second was held by e-mail in March to gather and summarize input for the third study group meeting.

To evaluate progress on a road map for utilization of waste biomass, information was evaluated on the state of progress as of FY2017.

This project was implemented with cooperation from the Japan Society of Material Cycles and Waste Management.

目　次

I.　中小廃棄物処理施設における各種処理方策に係る情報整理 1
1．　各種処理方策に係る情報整理実施方針 1
2．　ヒアリング 2
(1)　ヒアリング調査の対象 2
(2)　ヒアリング調査結果 2
3．　効果やその他構成要素に関する情報整理 8
(1)　構成要素のブロックごとの解説について 8
(2)　性能指標について 9
(3)　個別の用語（名称）や例示の検討状況及び参考資料 14
(4)　構成要素の再整理結果 20

II.　中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進方策モデル（案）の作成 21
1．　モデルケースとなり得る事例における検討ステップ等の観点からの調査・整理 21
(1)　モデルケースとなり得る事例の選定 21
(2)　調査・整理の方法 23
(3)　調査・整理結果 23
2．　資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（案）のとりまとめ 30
(1)　モデル素案について 31
(2)　モデルの背景と趣旨の更新 31
(3)　資源循環分野からの地域循環共生圏モデル（2050 年に向けたイメージ図）のブラッシュアップ 31
(4)　モデルの解説 33
(5)　検討のステップの再整理 33

III.　中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進に係る普及促進方策の検討 35
1．　モデルの普及促進方策の検討 35
(1)　検討方針 35
(2)　モデル類型毎にみた個別具体的な課題及び対応策 36
(3)　普及促進方策の検討 45
2．　普及促進方策に向けたシンポジウムの実施 48
(1)　背景と目的 48
(2)　シンポジウムの概要 48
(3)　第 1 回シンポジウム開催報告 49
(4)　第 2 回シンポジウム開催報告 55
(5)　第 3 回シンポジウム開催報告 61

IV.　廃棄物系バイオマス活用ロードマップの進捗状況の評価等 71
1．　概要 71
2．　2017 年度実績の進捗評価結果 72

Ⅴ.　検討会等の設置・運営 74
１．　検討会の設置・運営 74
(1)　検討会委員 74
(2)　検討会開催経過 75
２．　ワーキンググループの設置・運営 77
(1)　ワーキンググループ設置の目的 77
(2)　ワーキンググループの構成 77
(3)　ワーキンググループ会議開催概要 79
(4)　第１回ワーキンググループ会議議事 82
(5)　ワーキンググループの成果 82
(6)　ファクトシート 84

報告書資料編１．中小規模の廃棄物処理を通じた資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル ～資源循環分野からの地域循環共生圏に向けて～（素案）
報告書資料編２．構成要素の用語等の再整理に係る参考資料
報告書資料編３．廃棄物処理と下水処理連携の事例パターン
報告書資料編４．ごみ焼却施設等の全国マップ

Ⅰ．中小廃棄物処理施設における各種処理方策に係る情報整理

１．各種処理方策に係る情報整理実施方針

本年度は、令和元年度調査において作成された「中小廃棄物処理施設における資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（案）」（以下「モデル案」という。）とその構成要素を考慮し、今後の中小廃棄物処理施設における処理方策等について、資料調査・分析及びプラントメーカ等に対するヒアリングを行い、当該方策等に係る効果やその他構成要素に関する情報整理を行った。

具体的には、令和元年度調査で示された事例情報の充実についての課題に対して表 I-1 に示す対応による追加調査を行った。令和元年度調査で作成された資源循環分野からの地域循環共生圏を構成する要素については、再整理を行った。

また、別途実施された「中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業」の採択事業者（5 事業者）に対して、本業務で開催したシンポジウムにおいて対外発表の形式によるヒアリングを実施した。（概要はⅢ.2.（5）に記載）

表 I-1　令和元年度調査の課題を踏まえた本年度情報整理の実施方針

課題	本年度情報整理実施方針
・技術情報の更新	ワーキンググループを通して技術情報ファクトシート（モデル素案資料編4）のレビュー及び追加情報による充実化を図る。 評価・検証事業の本年度採択事例へのヒアリングを実施する。
・構成要素の用語等の再整理	令和元年度調査で作成された資源循環分野からの地域循環共生圏を構成する要素について、各ブロックの定義を整理するとともに、構成要素からみた主要観点として、構成要素の見方や考え方の丁寧な解説を行うための情報整理を行う。

２．ヒアリング

（1）ヒアリング調査の対象

技術情報の更新を行うため、主に以下の視点でヒアリング調査の対象を選定した。

1）中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業の採択事業者

① CO_2 分離膜を適用した次世代低炭素型高効率バイオガス発電システム及びコンバインドシステム（(株）タクマ）　※平成 29 年度～令和 2 年度（令和元年度から繰り越した）

② メタンガス化＋焼却コンバインドシステムの中小廃棄物処理施設への適用性向上（(株) クボタ）※平成 29～31 年度

③ 炭化燃料化技術を活用した中小廃棄物処理におけるエネルギー回収評価事業（(株) 川崎重工業）※平成 30 年度～令和 2 年度

④ 流動床ガス化とメタン発酵のコンバインドプロセスの要素技術検証（(株）神鋼環境ソリューション）　※平成 29 年度

⑤ 低温脱硝システムによるエネルギー使用量の削減（日立造船（株））※令和元年度～令和 2 年度

2）プラントメーカ

① 株式会社タクマ

農林水産業連携モデルにおけるごみ・木質複合発電施設に関する技術情報

（2）ヒアリング調査結果

1）中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業の採択事業者

平成 29 年度から令和 2 年度に実施された「中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業」の採択事業者（6 事業者中 5 事業者）については、令和 3 年 3 月 3 日に実施した第 3 回シンポジウムにおいて対外発表の形式によるヒアリングを実施した。

これまでの採択状況は表 I-2、各技術の概要は以下に示すとおりである。

なお、第 3 回シンポジウムにおける発表概要については、Ⅲ.2.（5）に記載した。

表 I-2　これまでの採択状況

採択年度	事業者名	事業名	備考
平成29年度	（株）大原鉄工所	機械選別を用いたメタン発酵処理システムによる中小規模廃棄物処理施設での再資源化･エネルギー化方法の評価・検証	～平成30年度
	（株）クボタ	メタンガス化＋焼却コンバインドシステムの中小廃棄物処理施設への適用性向上	～平成31年度
	（株）神鋼環境ソリューション	流動床ガス化とメタン発酵のコンバインドプロセスの要素技術検証	単年度
	（株）タクマ	CO_2分離膜を適用した次世代低炭素型高効率バイオガス発電システム及びコンバインドシステム	～令和2年度
平成30年度	川崎重工業（株）	炭化燃料化技術を活用した中小廃棄物処理におけるエネルギー回収評価事業	～令和2年度
令和元年度	日立造船（株）	低温脱硝システムによるエネルギー使用量の削減	～令和2年度

① 機械選別を用いたメタン発酵処理システムによる中小規模廃棄物処理施設での再資源化・エネルギー化方法の評価・検証（(株) 大原鉄工所）

・小規模ごみ焼却施設における熱利用状況、更新時期等の背景を踏まえ、小規模でも実施可能な高効率な技術の確立、合理性・長寿命化を考慮したシステムの確立を提案。

・機械選別試験と、機械選別で得られた発酵適物を用いてメタン発酵を実施し、バイオガス発生量及び性状、VS 分解率、メタン発酵の安定性の評価・確認を実施。

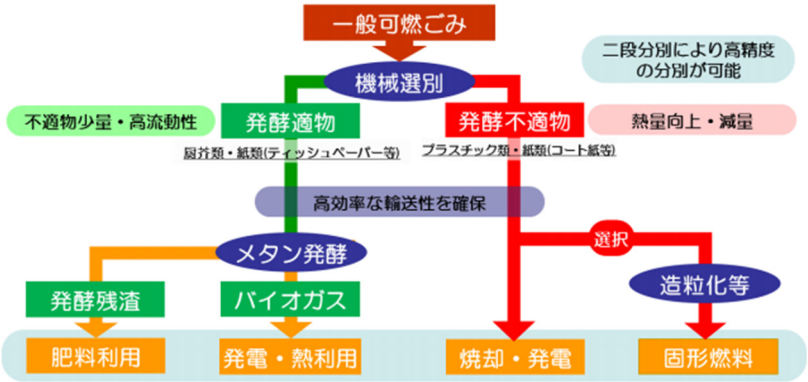


図 I-1　機械選別を用いたメタン発酵処理システムによる中小規模廃棄物処理施設での再資源化・エネルギー化方法（機械選別+メタン発酵）

出典：平成 30 年度中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価事業（機械選別を用いたメタン発酵処理システムによる中小規模廃棄物処理施設での再資源化・エネルギー化方法の評価・検証）委託業務成果報告書

② メタンガス化＋焼却コンバインドシステムの中小廃棄物処理施設への適用性向上（(株) クボタ）

・現状のメタンガス化設備と焼却炉で構成されるコンバインドシステムは、コストや設置スペース等の課題があるため、高効率前処理技術、縦型発酵槽技術、低含水率脱水技術により解決を試みる改良型コンバインドシステム（以降、改良型）について、有効性を評価・検証。

・改良型はし尿・下水汚泥等の湿潤廃棄物を同一施設で処理することで、公共インフラ整備合理化による廃棄物処理コスト低減も志向するもの。

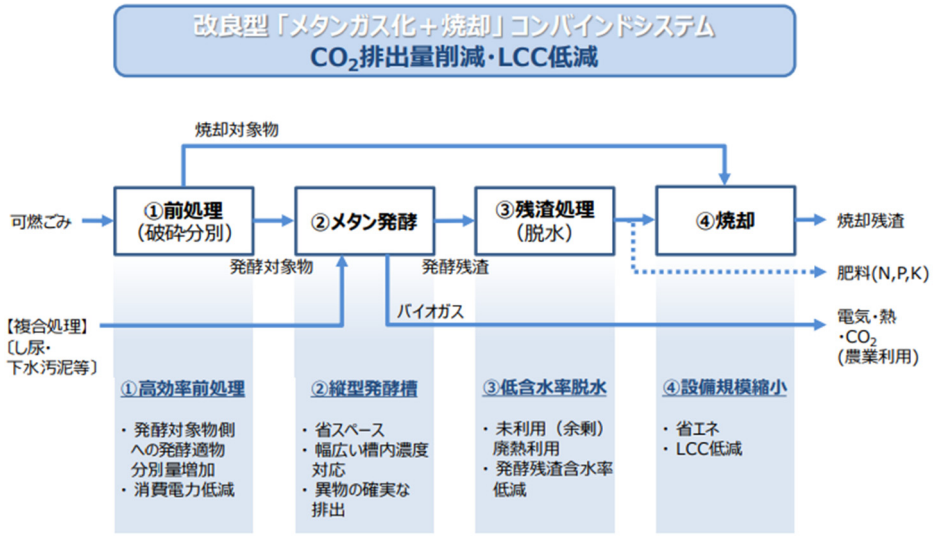


図 I-2　改良型コンバインドシステムの特徴

出典：平成 31 年度中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業報告書（メタンガス化＋焼却コンバインドシステムの中小廃棄物処理施設への適用性向上）成果報告書

③ 流動床ガス化とメタン発酵のコンバインドプロセスの要素技術検証（（株）神鋼環境ソリューション）

・従来プロセス（例：ごみを機械選別、発酵適物はメタン化しメタンガスをガスエンジンで発電、発酵不適物は焼却処理）に対し、ガス化ガスのエネルギーを発電に利用することで、プロセス全体の発電効率を高める。

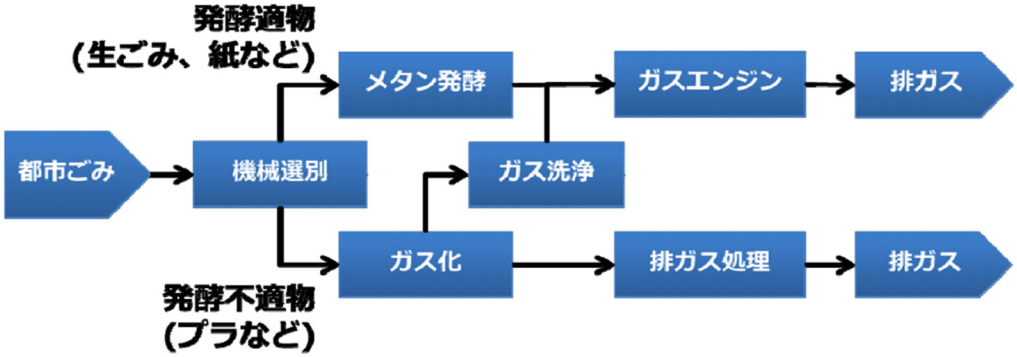


図 I-3　提案プロセスのフロー図

出典：平成 29 年度中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業「流動床ガス化とメタン発酵のコンバインドプロセスの要素技術検証」委託業務成果報告書

④ CO_2 分離膜を適用した次世代低炭素型高効率バイオガス発電システム及びコンバインドシステム（（株）タクマ）

・中小規模施設でのエネルギー活用の拡大にはメタンガス化システムの導入促進が必要との考え方の下、CO_2 分離膜を適用することにより、バイオガス中の CH_4 濃度を高め、CO_2 排出量削減に寄与する３つのシステムを提案。

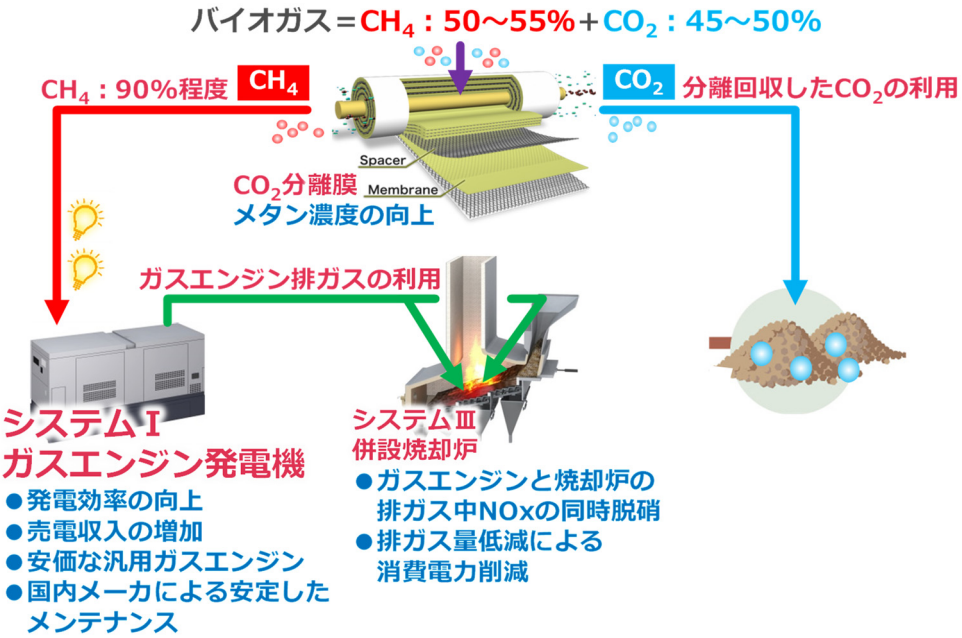


図 I-4　CO_2 分離膜を適用した次世代低炭素型高効率バイオガス発電システム及びコンバインドシステム

出典：平成 30 年度中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価事業（CO_2 分離膜を適用した次世代低炭素型高効率バイオガス発電システム及びコンバインドシステム）成果報告書

⑤ 炭化燃料化技術を活用した中小廃棄物処理施設におけるエネルギー回収評価事業（川崎重工業（株））

・ごみから高品質な炭化燃料を得るごみ炭化燃料化技術を活用し、中小規模施設のエネルギーを回収し、その回収エネルギーを化石燃料代替燃料として普及・促進を図ることで、CO_2 削減に貢献。

・炭化燃料化することでリサイクル率の向上にも貢献。

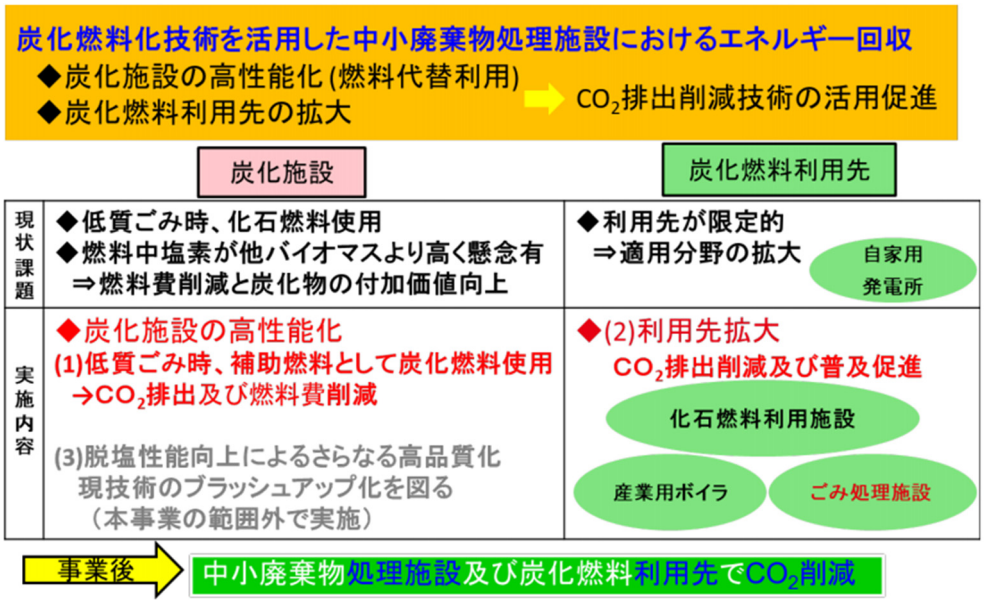


図 I-5　事業の概要

出典：平成 31 年度中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業報告書（炭化燃料化技術を活用した中小廃棄物処理におけるエネルギー回収評価事業）成果報告書

⑥ 低温脱硝システムによるエネルギー使用量の削減（日立造船（株））

・排ガスを蒸気で加熱し 200℃程度で運転している脱硝システムを、脱硝触媒の改良により 150℃で運転できる脱硝システムに変更し、加熱に利用される分の蒸気を発電分に利用するシステムの評価・検証。

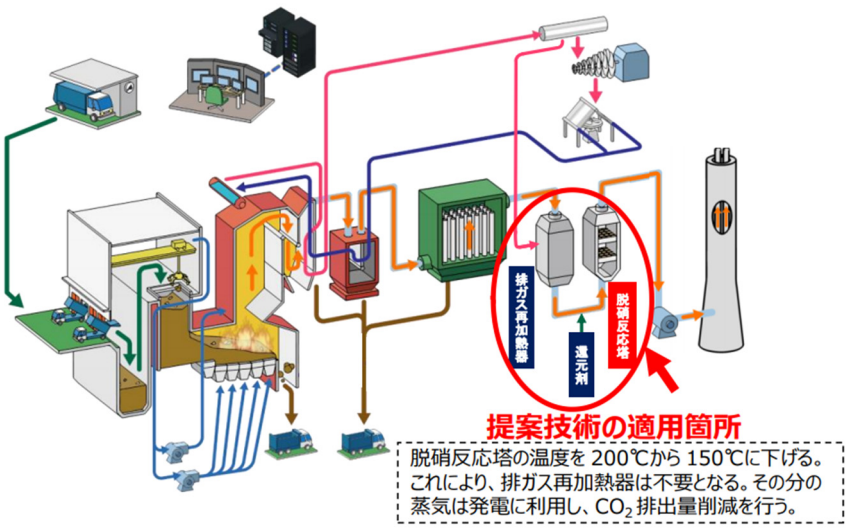


図 I-6　廃棄物処理施設のフロー時及び提案技術の適用箇所

出典：令和元年度中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業報告書（低温脱硝システムによるエネルギー使用量の削減）成果報告書

2）プラントメーカ

ヒアリングの結果、ごみ・木質複合発電施設における技術的課題及び有効性は、以下のとおりと考えられた。ヒアリング結果の概要は、表 I-3 に示す。

【ごみ・木質複合発電施設における技術的課題や有効性】

- ✓ 木質バイオマスとごみでは燃焼速度が異なるため、ごみに対して木質バイオマスの比率が 2～3 割など増加すると、ガスの流れの変化等ごみ専焼時の想定とは異なってくる可能性がある。また、ごみ焼却炉では、燃焼制御による NOx 制限が進んでいるが、木質バイオマス比率の増加により乾燥帯の温度が変化してしまうと、目論見通りの動きをしない可能性がある。こういった燃焼特性の違いを想定した初期設計や運転方策等について、検証を行うとよいのではないか。
- ✓ 木質バイオマスは腐食物がないことから、ボイラ全体の大きさをコンパクトにすることができ発電効率も上げやすい。一方、ごみと混焼する場合は、設備をごみ側のスペックに合わせることで木質バイオマスとしてはオーバースペックとなり、本来得られるはずの発電効率も得られにくくなる可能性がある。
- ✓ 現状、ごみ焼却施設は稼働開始時のごみ量が最も多く、その後減少傾向にあり、今後の人口減少等によるごみ量減少を考えると、稼働当初はごみ専焼、後々混焼とすることで、ごみ量の減少分を木質バイオマスで補うことができ、設備稼働率を維持できるのではないか。また、今後減少が考えられるプラスチックのカロリーの代替となり得るのではないか。

表 I-3　ヒアリング結果の概要（ごみ・木質複合発電施設について）

ヒアリング先	株式会社タクマ　技術センター　東京技術企画部　増田孝弘 氏
日時	令和 2 年 10 月 15 日（木）　14 時 00 分～15 時 30 分
既往事例について	・ごみと木質バイオマスの複合処理については、A 市で木質の一部を助燃として混焼に取り組んだ事例、B 市環境工場で市有林の剪定枝を混焼している事例がある。 ・B 市の事例では、処分場に破砕設備がありタンス等の可燃性粗大ごみを木片化していたため、同ルートを使用していた。 ・量的には、A 市、B 市ともに数%と思われる。
考えられる有効性	・現状、ごみ焼却施設は稼働開始後の処理量が最も多いため、減少していく分を木質バイオマスで補い設備利用率を上げるという考え方ができるのではないか。 ・今後、一般廃棄物中のプラスチックが減少することによる低カロリー化が考えられる。ごみ焼却施設は元々低質ごみまで燃やせる仕様になっているが、一方でダイオキシン対策で必要な 850℃を低質ごみでキープするのにはかなり気を遣うため、高カロリーな木質バイオマスが入ることにより運転が楽になる可能性がある。
考えられる技術的課題	・木質バイオマスと一般廃棄物では燃焼速度が異なる。また、同じ 100t ストーカ炉であっても、木質バイオマスの場合は腐食成分が無いため、ボイラの設計思想が異なりボイラの大きさが全く異なってくる。 ・一般廃棄物は、腐食対策として排ガス温度をスーパーヒータ入口で 600℃以下にすることが一般的だが、木質バイオマスでは腐食対策が無いため、例えば 800℃のところにスーパーヒータを入れるとガスと蒸気の温度差が格段にとれるため、スーパーヒータも炉全体もコンパクトにすることができる。 ・木質バイオマスは発電効率が上げやすく蒸気条件も 500℃程度となるが、一般廃棄物は 400℃が主流であり、最近 450℃が出始めたというところ。

	・スペックをどちらに合わせるかについては、ある程度一般廃棄物が入るのであれば一般廃棄物に合わせる方が良いが、木質バイオマスとしてはオーバースペック且つ本来得られるはずの効率が得られないこととなる。 ・木質バイオマスはピットでなく、ストックヤードからホイールローダでコンベアに入れるのが一般的だが、水分があると発酵・発熱するため、ピットに入れると不具合が生じる可能性がある。 ・ごみ焼却炉は、廃棄物の乾燥、燃焼、後燃焼に最適化して設計しているため、燃焼速度が異なる木質バイオマスを投入すると、乾燥帯で主燃焼が起こり、ガスの流れが想定と異なるというようなことが起こる可能性がある。燃焼速度をストーカで遅らせる制御が可能であるかなどの検討は必要かもしれない。 ・廃棄物では燃焼制御による NOx 制御が進んでいる。局所高温を作らないことが一つ、また、空気を絞って運転することで主燃焼帯から輻射熱で一部がガス化し、そのアンモニアやシアンを還元剤で使うという考え方をしている。しかし、木質バイオマスの投入により乾燥帯の燃え方や温度が変化した場合、目論見どおりの動きをしない可能性がある。
ごみ焼却施設における木質バイオマスの受入性状について	・木質バイオマスの受入性状については、水分量が多い場合でも、一般廃棄物よりは発熱量が高いため特に問題ないと考える。ボイラの条件により受入量が決まるのでは。 ・木質バイオマスと一般廃棄物では燃焼速度が異なるため、木質バイオマスが細か過ぎても大き過ぎても好ましくない。廃棄物としての処理に適した形状があるのではないか。ただし、投入する木質バイオマスの量の比率にも寄るため、少量の場合はそのまま混ぜることも可能である。

３．効果やその他構成要素に関する情報整理

令和元年度調査で作成された資源循環分野からの地域循環共生圏モデルを構成する要素について、用語等の再整理を行うとともに、モデルを構成する要素からみた主要観点についてブロックごとに整理し、モデル素案に記載した。

なお、検討にあたり参考とした資料は資料編に綴じた。

（1）構成要素のブロックごとの解説について

1）各ブロックの名称の見直し

各ブロックの名称について、令和元年度調査で作成の構成要素図から、表 I-4 のように名称を書き換えた。

表 I-4　各ブロックの名称

<table>
<tr><td rowspan="2">①地上資源
○廃棄物／循環資源
○生成物</td><td rowspan="2">④性能指標</td><td rowspan="2">②活動基盤／活動主体
○処理施設
○その他の活動基盤
○活動主体</td><td>⑤効果</td></tr>
<tr><td>⑥目標</td></tr>
<tr><td colspan="3">③技術要素</td><td>⑦留意点</td></tr>
</table>

表 I-5　ブロック名称の変更箇所

変更前	変更後	備考
地域資源／循環資源	地上資源	・「地域資源」という言葉は指す範囲が非常に広くありえ、施設や活動主体も含み得るため。 ・「地上資源」は中環審総会資料を参照した。
廃棄物	廃棄物／循環資源	・廃棄物「等」も対象となりうるため
施設／活動主体	活動基盤／活動主体	・現在の「活動主体」の例示の中には、主体（事業者など＝組織等）と施設等（事業所など＝処理施設、住宅等）の両方が含まれるため。
○処理施設、○活動主体	○処理施設、○その他の活動基盤、○活動主体	・活動基盤の中でも「処理施設」と「その他の活動基盤」を分けて表記するようにした。
技術要素の２つのブロックの名称が無名	○処理・回収・転換技術、 ○利用技術・関連技術 ○その他周辺技術	・ブロックの名称がなかったため技術マップも参照しながら表記した。

2）各ブロックの説明（定義）

各ブロックについて、以下の説明に沿ってモデル素案で記載した。

＜地域循環共生圏の資源循環システム面からみた構成要素＞（①と②が地域に存在）

① 地上資源：うち特に関連の深いものとして「廃棄物／循環資源」と「生成物」を特掲

- 廃棄物／循環資源：一般廃棄物（ごみ・し尿）、一般廃棄物と合わせて処理されることも有り得ると考えられる産業廃棄物（類似の性状の産業廃棄物）を例示する。
- 生成物：循環資源／廃棄物→処理施設で変換して回収される代表的な物質・エネルギーを例示する。

② 活動基盤／活動主体

・ 活動基盤：人工資本、半自然資本を例示する。
・ 活動主体：行政、事業者、NPO・地域団体等、地域住民

③ 技術要素：資源循環分野からの地域循環共生圏を形成するために導入される技術要素
※モデル素案資料編（技術マップ→体系図→一覧表→ファクトシート）を含め情報提供

④ 性能指標：システム（あるいは地域）全体のパフォーマンスを測定する指標

＜効果・目標＞
⑤ 効果：個別のプロジェクト・取組で期待できる便益で、場合により計測できるもの
⑥ 目標：地域循環共生圏（ローカル SDGs）形成の（全体として）目指すところ

＜留意点＞
⑦ 留意点：資源循環分野からの地域循環共生圏を構想する際に特に留意すべき情勢等

（2）性能指標について

どのような観点・側面で指標を設定すべきかを検討するため、後述する地域経済循環分析も意識して、地域における生産・消費との関連に着目した場合の物質・エネルギーのフローを作図した。その上で、検討段階時点の構成要素図で例示している項目のうち、物質・エネルギー関連の指標の位置を示した。

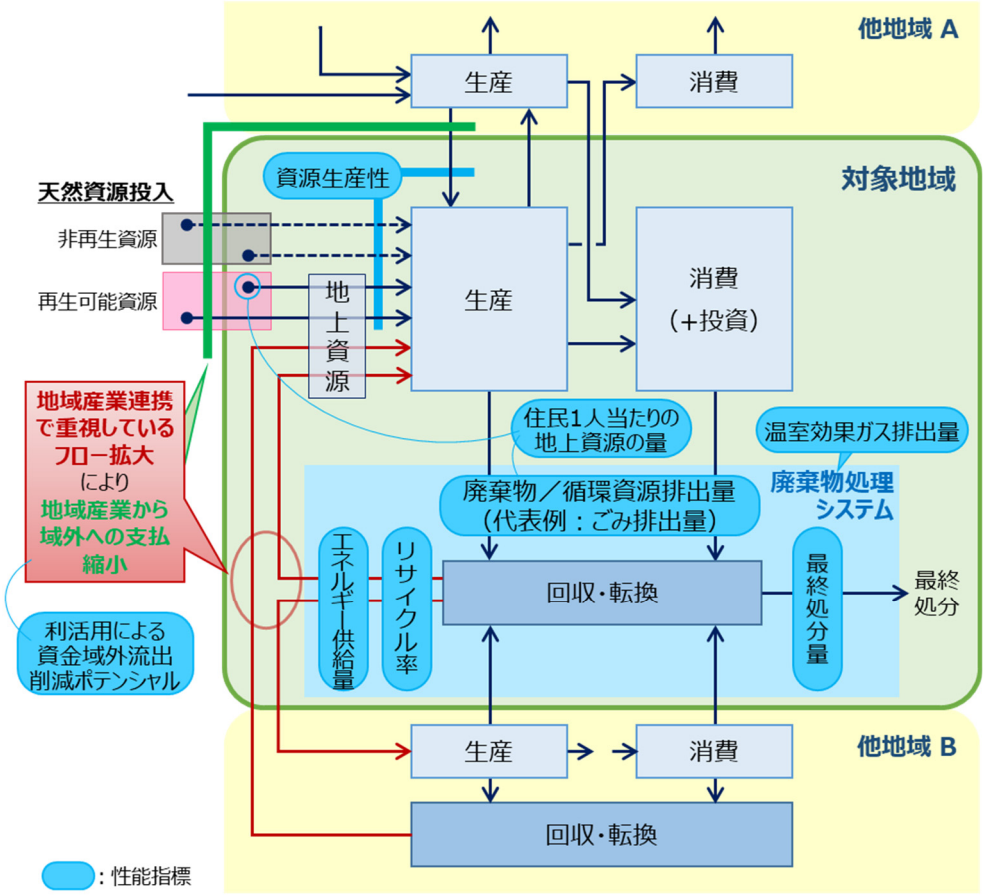


図 I-7　地域における生産・消費との関連に着目した場合の物質・エネルギーフロー
※対象地域以外の関連する他地域 A・B についてのフローは一部のみを便宜的に表示している。
※非再生資源からの点線フローを除く実線フローが「地上資源」に該当する。

1）地域経済循環の観点からの指標設定について

環境省では、「地域循環共生圏」の具体化を目指すに当たって、地域内の資金の流れがどのようになっているか、環境施策等の実施によりそれがどう変化するかを把握することが重要であり、「地域経済循環分析」はそのためのツールとしての活用が期待されるとしている。なお、地域経済循環構造とは、「地域の稼ぐ力」＋「所得の循環」と説明されている[1]。

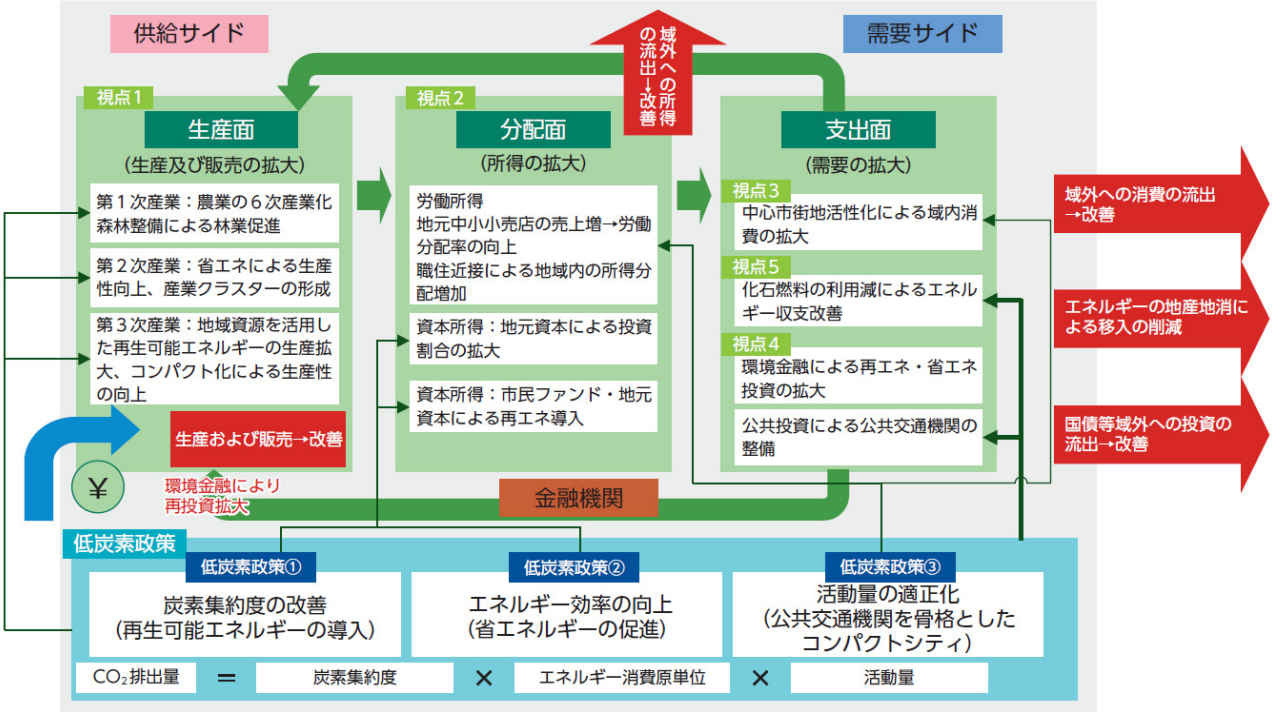


図 I-８　地域の所得循環構造と低炭素政策の関連

出典：平成 30 年版環境白書

ただし、基本的には「分析」であるので、特定の「指標」を設定して評価するものではない。その中で、これまでに指標的に取り扱われているものとしては、以下が挙げられる。

・「地域経済循環率」（RESAS[2]の地域経済循環マップ＞地域経済循環図　で表示される。）
・「１人当たり所得」（地域経済の最終的な評価指標と主張されている。）

地域経済循環率とは、「生産（付加価値額）÷分配（所得）」として算出されるもので、地域経済の自立度を示していると説明されている。一方で、地域経済循環マップに対しては、全ての市区町村のデータが整備されていることなどを含め高く評価しつつも、地域経済循環率の概念は、財貨・サービス収支重視の考え（移出主導型振興方策）と同工異曲であるほか、経済活動の帰結であって、それが上昇しても一人あたり所得が増大するわけではないなどの問題点を指摘する論者[3]も存在する。

よって、地域経済循環分析の観点からの指標については、資源循環分野の取組とどの程度連動しうるのか、代替的な指標がありうるのかも含め、慎重な調査・検討が必要ではないかと考えられる。

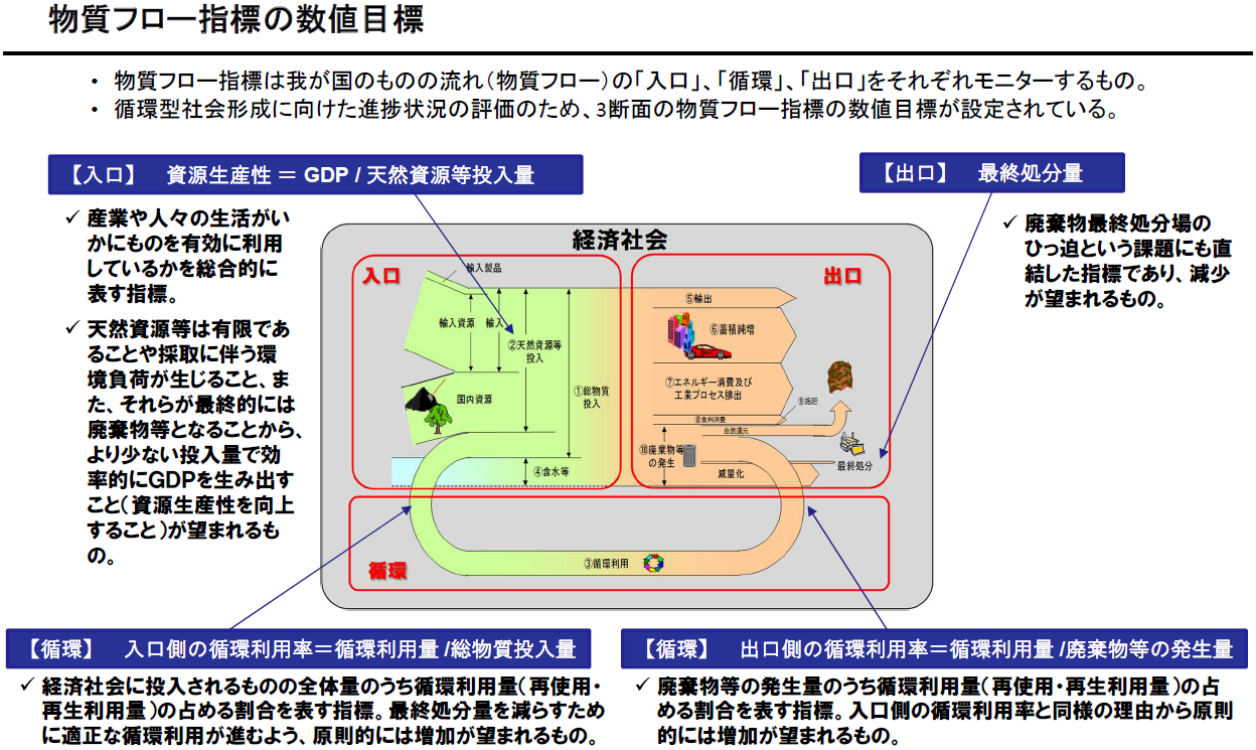
---

[1] 「地域経済循環分析の解説」（株式会社価値総合研究所、2020 年 3 月 2 日）環境省 Web サイト
[2] 地域経済分析システム（RESAS：リーサス）：地方創生の様々な取り組みを情報面から支援するために、経済産業省と内閣官房（まち・ひと・しごと創生本部事務局）が提供しているシステム。
[3] 伊藤敏安「RESAS 地域経済循環マップの解釈には注意が必要：低所得地域に求められるのは「稼ぐ力」より「使う力」ではないか」地域経済研究、30 号、2019

2）物質フロー（特に入口側）に関する指標設定について

資源生産性の概念的重要性は明らかと思われ、都道府県レベルでは推計例もある。一方、市町村レベルでの推計は容易ではなく、廃棄物分野の計画では廃棄物のフローに着目した指標設定が通常とみられる。

＜参考 1＞国レベルの物質フロー（循環基本計画での循環型社会の全体像に関する指標）



出典：中央環境審議会循環型社会部会（第 26 回）　2018.04.20　資料 1-2「循環基本計画の物質フロー指標の目標設定の検討方法及び結果」

別紙２　循環型社会形成のための指標・数値目標一覧

太字：代表指標、細字：補助指標、※：第四次循環基本計画で追加した新たな指標

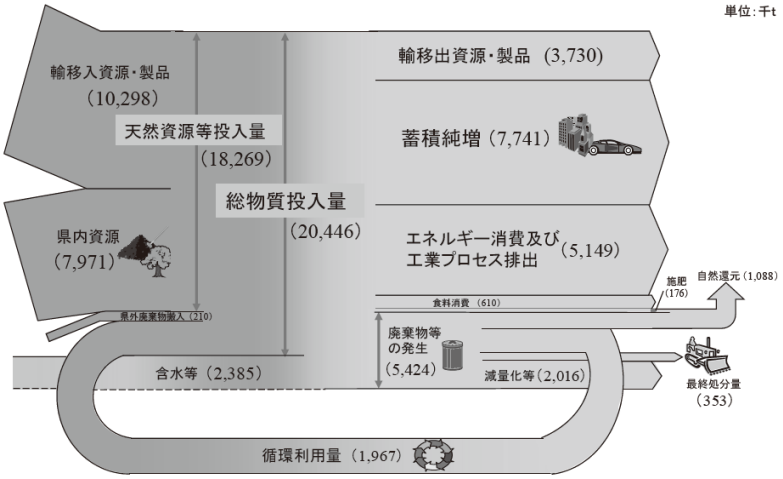
項目		指標の種類	指標	数値目標	目標年次	備考
循環型社会の全体像	入口	物質フロー指標	**資源生産性**[1]	**約 49 万円/トン**	**2025 年度**	
			非金属鉱物系資源[69]投入量を除いた資源生産性	約 70 万円/トン	2025 年度	
			一次資源等価換算した資源生産性[70]	－	－	
			※天然資源等消費量[71]	－	－	SDGs 指標との比較検証
			国民 1 人当たりの一次資源等価換算した天然資源等消費量[54]	－	－	SDGs 指標との比較検証
	循環	物質フロー指標	**入口側の循環利用率**[2]	**約 18%**	**2025 年度**	
			出口側の循環利用率[45]	**約 47%**	**2025 年度**	
			一般廃棄物の出口側の循環利用率[72]	約 28%	2025 年度	廃棄物処理基本方針[53]
			※産業廃棄物の出口側の循環利用率[73]	約 38%	2025 年度	廃棄物処理基本方針
	出口	物質フロー指標	**最終処分量**[3]	**約 1,300 万トン**	**2025 年度**	
			※一般廃棄物の排出量	約 3,800 万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針
			※一般廃棄物の最終処分量	約 320 万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針
			※産業廃棄物の排出量	約 3 億 9 千万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針
			産業廃棄物の最終処分量	約 1,000 万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針

出典：第四次循環型社会形成推進基本計画（平成 30 年 6 月 19 日閣議決定）

＜参考 2＞都道府県レベルでの推計事例

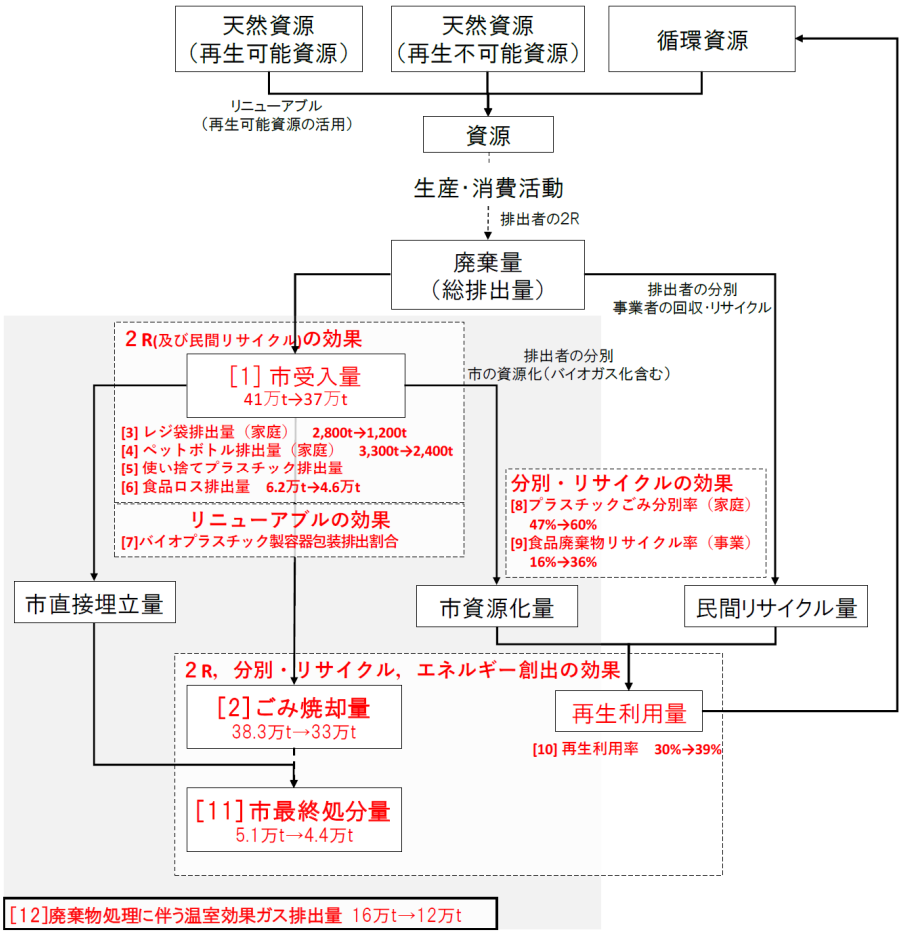
※都道府県であれば推計事例はある。（政令指定都市レベルでも実態でなく“按分”による推計部分が拡大。）

図 2-1　秋田県の物質フロー（平成 25 年度）



出典：平成 27 年度秋田県物質フロー調査分析報告書（秋田県、平成 27 年 11 月）

＜参考 3＞市町村レベルでのごみの発生・処理フローに対する指標設定例



出典：京都市 第 13 回循環型社会・ごみ半減をめざす条例・プラン推進部会（令和 2 年 7 月 3 日）　資料 1-3「目標設定の主な論点について」
https://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000274/274060/0703_04_shiryo1-3.pdf

3）一般廃棄物処理システムについての既存の指標

環境省「市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針」で示されている指標は表 I-6 に示すとおりである。

一般廃棄物処理システムの評価であるため当然ではあるが、経済性については費用対効果の面から評価されており、地域経済循環の観点からみた場合に留意すべきと考えられる地域産業・地域経済にもたらされる効果などとは異なる。

表 I-6　一般廃棄物処理システムの評価の考え方－客観的な評価のための標準的な評価項目

視点	指標で測るもの	指標の名称	単位	計算方法
循環型社会形成	廃棄物の発生	人口一人一日当たりごみ総排出量	kg／人・日	（年間収集量＋年間直接搬入量＋集団回収量）÷計画収集人口÷365 日(又は 366 日。以下同じ。)
	廃棄物の再生利用	廃棄物からの資源回収率	t／t	総資源量化÷（年間収集量＋年間直接搬入量＋集団回収量）
	エネルギー回収・利用	廃棄物からのエネルギー回収量	MJ／t	エネルギー回収量（正味）÷熱回収施設（可燃ごみ処理施設）における総処理量 エネルギー回収量は出典における資料3に示す算定方法により算出
	最終処分	廃棄物のうち最終処分される割合	t／t	最終処分量÷（年間収集量＋年間直接搬入量＋集団回収量）
地球温暖化防止	温室効果ガスの排出	廃棄物処理に伴う温室効果ガスの人口一人一日当たり排出量	kg／人・日	温室効果ガス排出量（正味）÷人口÷365 日 温室効果ガス排出量は出典における資料4に示す算定方法により算出
公共サービス	廃棄物処理サービス	住民満足度	－	出典における資料5に示す算定方法により算出
経済性	費用対効果	人口一人当たり年間処理経費	円／人・年	廃棄物処理に要する総費用÷計画収集人口
		資源回収に要する費用	円／t	資源化に要する総費用（正味）÷総資源化量
		エネルギー回収に要する費用	円／MJ	エネルギー回収に要する総費用（正味）÷エネルギー回収量（正味）
		最終処分減量に要する費用	円／t	最終処分減量に要する総費用÷（年間収集量＋年間直接搬入量＋集団回収量－最終処分量）

出典：市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針（平成 19 年 6 月（平成 25 年 4 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）

＜参考 1＞第四次循環型社会形成推進基本計画における「多種多様な地域循環共生圏形成」で設定されている指標

項目	指標の種類	指標	数値目標	目標年次	備考
多種多様な地域循環共生圏形成	**項目別物質フロー指標**	※一般廃棄物の排出量	約 3,800 万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針、再掲
		一般廃棄物の出口側の循環利用率	約 28%	2025 年度	廃棄物処理基本方針、再掲
		※一般廃棄物の最終処分量	約 320 万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針、再掲
		※産業廃棄物の排出量	約 3 億 9 千万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針、再掲
		※産業廃棄物の出口側の循環利用率	約 38%	2025 年度	廃棄物処理基本方針、再掲
		産業廃棄物の最終処分量	約 1,000 万トン	2025 年度	廃棄物処理基本方針、再掲
		１人１日当たりのごみ排出量[49]	**約 850g/人/日**	**2025 年度**	
		１人１日当たりの家庭系ごみ排出量[50]	**約 440g/人/日**	**2025 年度**	**廃棄物処理基本方針**
		事業系ごみ排出量[51]	**約 1,100 万トン**	**2025 年度**	
	項目別取組指標	**※地域循環共生圏形成に取り組む地方公共団体数**[52]	**－**	**－**	
		地方公共団体による循環基本計画の策定数	－	－	
		生活系ごみ処理の有料化実施地方公共団体率	－	－	
		※都道府県および市町村バイオマス活用推進計画の策定数	47 都道府県と 600 市町村	2025 年	バイオマス活用推進基本法
		※バイオマス産業都市の選定地域数	－	－	

出典：第四次循環型社会形成推進基本計画（平成 30 年 6 月 19 日閣議決定）

(3) 個別の用語（名称）や例示の検討状況及び参考資料

1) 「地域資源」と「地上資源」

① 地上資源

地域資源＝その地域に存在する地上資源（森・里・川・海の水・物質循環が生み出す資源、地上で既に使用されている地下資源）のほか、都市基盤、産業集積等に加えて、文化、風土、組織・コミュニティなど様々なものが含まれる、と定義してはどうか。

② 地上資源のうち廃棄物／循環資源

循環資源は、素材的な分類と分別区分による分類が考えられる（現状の「資源循環分野からの地域循環共生圏モデル（2050 年に向けたイメージ図）（以下、「廃棄物版マンダラ」という。）」では混在）。今回の再整理において、構成要素での例示としては地域に存在する地上資源としての循環資源を確認するという観点から、素材的な分類を基本として記載することとした。

なお、分類の参考とした環境省廃棄物等循環利用量実態調査や東京二十三区清掃一部事務組合ごみ性状調査におけるごみ組成には、し尿及び浄化槽汚泥、一般廃棄物と統合処理の可能性がある産業廃棄物（家畜ふん尿や下水汚泥等）、廃食油が含まれていないことから、これらを追加するとともに、製造・販売事業者により回収される資源（家電、自動車、自転車、廃タイヤ等）も含まれていないことから、一部収集区分も組み合わせて記載することとした。

表 I-7　循環資源の分類の考え方

素材 （参考）環境省廃棄物等循環利用量実態調査、東京二十三区清掃一部事務組合ごみ性状調査	収集区分 （参考）「一般廃棄物処理システムの指針」の標準的な収集区分（類型Ⅲ）
・紙類 ・繊維類 ・厨芥類 ・草木類 ・プラスチック類 ・ゴム・皮革類 ・その他可燃物 ・金属類 ＋ 小型家電等 ・ガラス類 ・陶磁器類・土石類 ・その他不燃物	①資源回収する容器包装 ①－１ アルミ缶・スチール缶 ①－２ ガラスびん ①－３ ペットボトル ①－４ プラスチック製容器包装 ①－５ 紙製容器包装 ②資源回収する古紙類、布類等の資源ごみ ③資源回収する生ごみ、廃食用油等のバイオマス ④小型家電 ⑤燃やすごみ（廃プラスチック類を含む） ⑥燃やさないごみ ⑦その他専用の処理のために分別するごみ ⑧粗大ごみ
＋ ・廃食油 ・し尿・浄化槽汚泥 ・家畜ふん尿、下水汚泥、動植物性残さ等(統合処理の可能性がある産業廃棄物)	

2）活動基盤／活動主体

現状の「処理施設」は廃棄物等に関連する施設である一方、活動主体には主体と施設が混在している。本ブロックを以下の方針に沿って再整理した。

【再整理の方針】

・「主体」と「モノ（施設・建物・インフラ等）」に分ける。

・主体を「活動主体」、モノ（施設・建物・インフラ等）を「活動基盤」と呼称する。

・「活動主体」は、大きくは「地域循環圏の手引き」に記載の「取組主体や主な関係者」（行政、事業者、NPO・地域団体等、地域住民）を参考に分類した。

・「活動基盤」は、工場・インフラ等の「人工資本」と田・畑等の「半自然資本」が該当すると考えられる。活動基盤は活動主体と関連するが必ずしも一対一で紐づいている訳ではない。構成要素において具体的な活動基盤は代表的な人工資本、半自然資本を例示する。

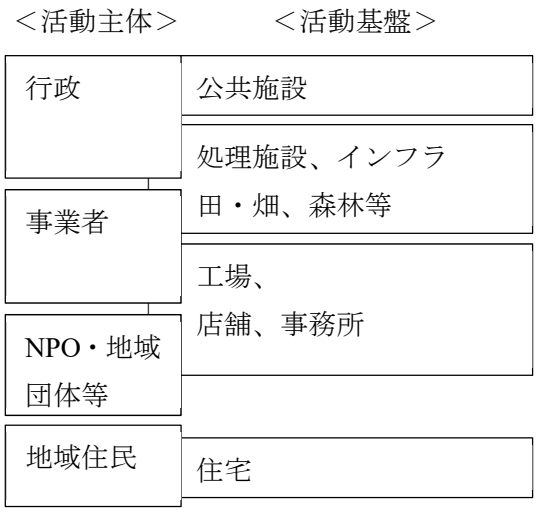


図 I-９　活動主体/活動基盤の関係

＜参考 1＞人工資本、自然資本

表-1 中山間地域の集落が有するストックの一覧

1）知識（技術）	2）人的資本	3）人工資本	4）半自然資本（中間領域）	5）自然資本
伝統農作物 伝統加工物 森林育成技術継承 森林土地区分把握 ツーリズム など	地域内労働者 地域外労働者 地域内住民 経営体 補助金 （行政支援） 金 NPO　など	インフラ （ダム、病院、 学校、上下水道） 住宅 など	人工林 荒廃林地 農地（田・畑） 耕作放棄地 ため池 など	天然林 河川 生態系 など

出典：ストック・フロー構造の把握による中山間地域の持続可能性検討フレーム（宮田、戸上、加藤川瀬、林、2010）

3）技術要素

資源循環分野の技術について、現状の技術マップを活用することで、構成要素や廃棄物版マンダラの技術要素の大枠の体系化（処理・転換・回収技術、利用技術）を行った。一方、資源循環分野以外の技術については、別途位置づけが必要となるため、試みに以下のような定義で再整理を行った。

＜技術要素の分類（定義）＞

- 処理・回収・転換技術：廃棄物/循環資源を処理・回収・転換する基盤技術
- 利用技術：生成物の活動基盤/活動主体（地域産業等）における利用技術を例示する。
- （資源循環分野の）関連技術：資源循環分野に直接関連する処理・回収・転換・利用以外の技術を例示する。
- その他周辺技術：資源循環分野に留まらず今後導入が期待される技術を例示する。

表 I-8　技術要素の再整理案と資源循環分野からの地域循環共生圏モデルの対応

③技術要素					
	○処理技術				
		焼却			
		ガス化			
		堆肥化			
		飼料化			
		メタンス化			
		発酵・乾燥			
		炭化			
		油化			
	○回収・転換技術				
		発電			
		熱回収			
		CCUS			
			一部産業の化石燃料消費、調整電源の大半の火力はCCS/CCUが実装		
		フィードストックリサイクル			
	○利用技術				
		エネルギーマネジメント			
			IoTを活用した分散型エネルギーの統合制御		
			調整力としての活用(VPP等)		
			地域内のエネルギー融通		
			バイオガス発電の調整力としての活用(VPP等)		
			地域の電源として活用		
		液肥利用			
			液肥散布車		
			施肥の自動制御		
		地域熱供給			
			発電に影響・しないタービン・排気熱を活用		
			再エネ由来電気が主であるため化石燃料 削減(代替)効果の大きい蒸気供給を選択		
		蓄熱輸送			
	○資源循環分野関連技術				
		EV収集車			
			カセットバッテリー		
		非接触型処理			
			感染症を踏まえた非接触型回収		
		バイオプラスチック			※再掲 「製品、用途」でも記載
			可燃ごみ指定袋などへのバイオプラスチック利用		
		バイオマス・リファイナリー			
		プラント活用技術(前処理、触媒等)			
	○その他周辺技術				
		IoT・ICT			
			IoT、AIによるごみ・焼却のスケジュール・制御の最適化		
			IoT、AIを活用した収集作業の効率化		
			分別へのAI活用		
			素材情報デジタル化		
		3Dプリンター等製造技術			
			軽くて丈夫なオーダーメイド製品の提供		
		脱炭素型製錬技術			
		農林業機械電化等			

※青字は構成要素としては例示しない要素（廃棄物版マンダラ上で記載）

4）効果

・ 効果は「個別のプロジェクトあるいは取組で期待できる便益で、場合により計測できるもの」と定義し、モデルを検討する中で考えられる便益を例示していくものとする。

・ 効果は目標の達成に繋がるものとして考えるが、現状の廃棄物版マンダラでも様々な効果を例示しており、必ずしも目標と一対一で対応するものではない。

・ 環境、社会、経済といった分類も考えられるが、それらの課題の同時、統合的解決を目指すのが地域循環共生圏であるとされており、効果と一対一で対応するものではない。

⇒ 上記を踏まえ、現状記載の効果を精査する方針で再整理を進めた。

※「地域の資金流出減」と「資金流入増」は表裏一体の関係のため、「地域の資金流出減・流入増」として一つにまとめる。

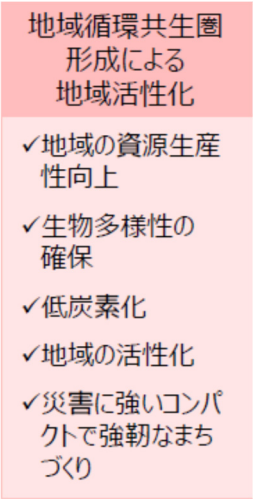
※「地域の課題解決」は、第四次循環基本計画（本文）に、「（中略）様々な主体が連携することで地域の共同体を再生し、1.2 で示した地域住民の共同体としての機能の低下や高齢化により生じる地域課題の同時解決も目指す。」との記載があるため、効果ではなく、目標に含めるものする。

※「人のつながり」は「地域循環圏の手引き」において効果として挙げられているものの一つである。上記の「地域の課題解決」という目標に繋がるものと位置づけて考える。

5）目標

・令和元年度調査で設定された目標は、第四次循環型社会形成推進基本計画で示される「多種多様な地域循環共生圏形成による地域活性化」の将来像がベースとなっていると考えられる。そのため、地域循環共生圏形成の目指すところとして、文言等も第四次循環型社会形成推進基本計画をベースとする方針で再整理を行った。

＜参考 1＞第四次循環型社会形成推進基本計画（概要 1P 版）将来像



出典：第四次循環型社会形成推進基本計画（平成 30 年 6 月 19 日閣議決定）

・「プラスチック資源循環戦略」については、他の目標とレベル感が異なるため、新たな政策等は、⑦留意点に記載することとして、移動した。

6）資源循環分野からの地域循環共生圏を構想する際に特に留意すべき情勢等

中央環境審議会循環型社会部会（第 35 回）資料 2「地域循環共生圏を踏まえた将来の一般廃棄物処理のあり方について」で記載されている「今後の廃棄物処理」における問題意識・留意点は、構成要素として記載する方針とした。

一方で、令和元年度調査で設定された構成要素で記載されている内容は、循環型社会部会資料の項目ですべて表現されている訳ではないため、文言の整合をとりつつ必要な要素については追加的に組み入れることとした。

表 I-9　循環部会（第 35 回）資料※の記載内容と現状の構成要素の対応

循環部会（第35回）資料	現状の構成要素
生活環境の保全・公衆衛生の向上 ○新型コロナウイルス感染症がもたらす社会変化 ○汚水処理システムの効率化	・新型コロナをはじめとした感染症対策
人口減少・少子高齢化等への対応 ○廃棄物の量的・質的変化 ○財政制約の高まり ○廃棄物処理システムの効率化 ○ごみ出し・分別困難者の増加	・人口減少・高齢化　⇒地域福祉向上
処理システム・体制の確保・効率化 ○廃棄物処理を支える人材の確保 ○施設の長寿命化・延命化 ○ICTの活用 ○適正処理の確保・資源循環の促進 ○食品ロス	・ごみ処理の問題（紙・厨芥類の資源化率向上） ・広域化
気候変動対応 ○廃棄物処理システム全体の脱炭素化 ○「適応」の観点からの検討 ○炭素循環プラント実現に向けた革新的技術開発	
災害対応 ○災害廃棄物処理計画の策定や災害協定の締結等の「平時からの備え」 ○廃棄物処理施設の耐震化・浸水対策等の強靭化 ○災害時の自立運転も含めた廃棄物エネルギー利活用	
産業や循環の基盤施設と繋がる地域循環共生圏 ○地域活性化・地域産業の振興 ○自立・分散型のエネルギーシステム ○災害時の防災拠点化	・相互連携による全体最適化 ・産業振興 ・地域性
―	・中国の輸入規制（プラ、古紙等）

※「持続可能な適正処理の確保」～「産業や循環の基盤施設と繋がる地域循環共生圏」（P.53～56）での記載
※網掛けは循環部会資料の当該箇所で項目として挙げられていない文言

（4）構成要素の再整理結果

上述の検討結果を踏まえ、地域循環共生圏の構成要素を以下のように再整理した。

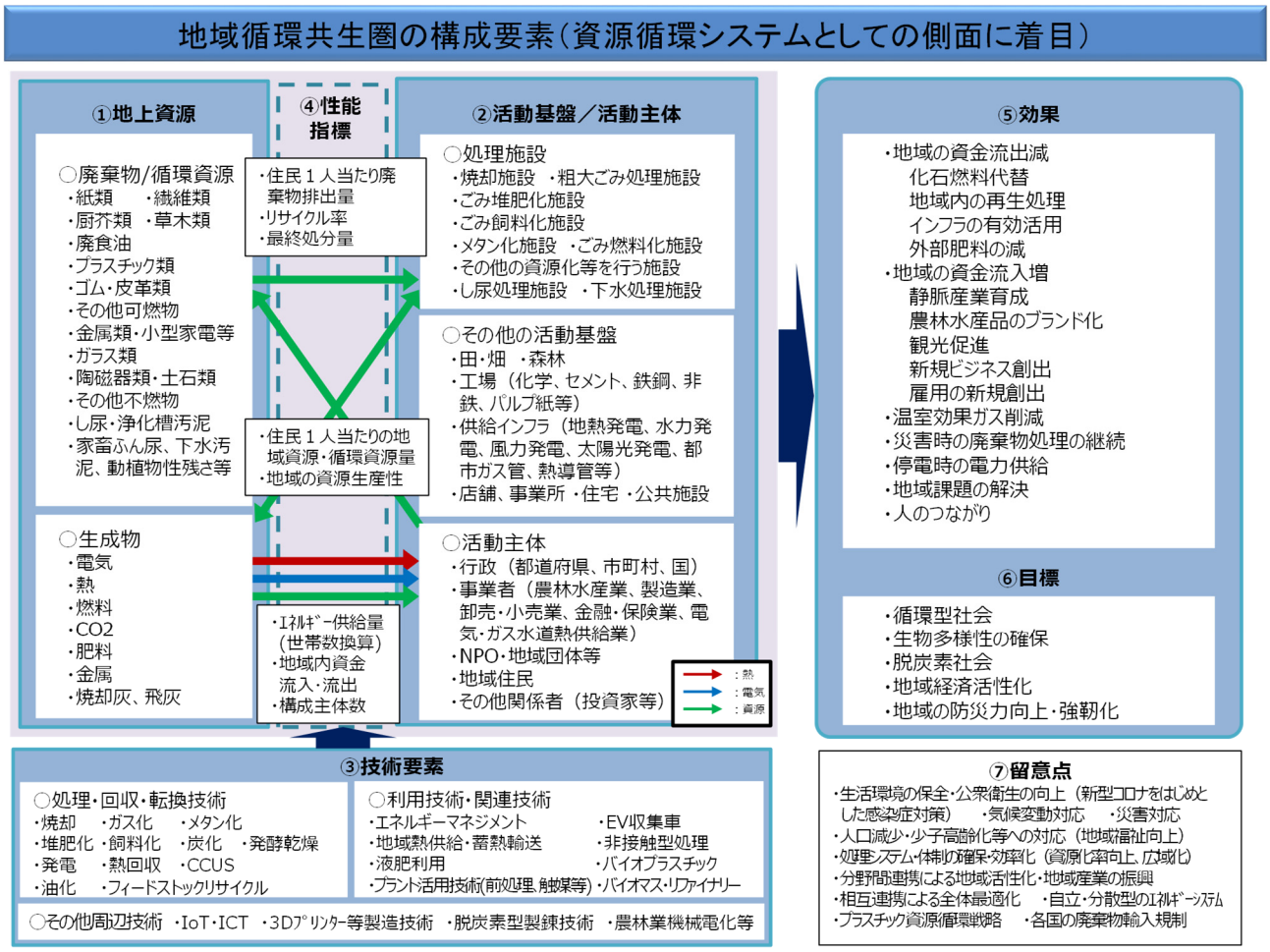


図 I-１０　地域循環共生圏の構成要素

II. 中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進方策モデル（案）の作成

１．モデルケースとなり得る事例における検討ステップ等の観点からの調査・整理

（1）モデルケースとなり得る事例の選定

以下に示す＜モデルケースとなり得る地域として好ましいと思われる特性＞に基づき、ワーキンググループメンバーから推薦のあった表 II-1 に示す 4 件について、モデルケース候補地として選定した。

＜モデルケースとなり得る地域として好ましいと思われる特性（応募多数時等の選定の視点）＞

- 地域循環共生圏づくり（資源循環分野を含む。）に着手されている地域、あるいは、次年度以降も見据えて今後の展開が期待される地域
- 当該地域の自治体が関与されていること。関係者による協議会の設置等があればより望ましい。
- 昨年度作成したモデル案における5つのモデルのいずれかの検討深度化に資すること
- 本業務における現状把握及び今後の向上方策等の検討等に積極的に御協力いただけること

表 II-1　モデルケース候補地の概要

地域	想定されるモデル	国のモデル事業等選定状況・概要
京都・南丹地域（京都府）	農林水産業連携モデル（うち農林業）	【国のモデル事業等選定状況】 ・京都市：バイオマス産業都市、ゼロカーボンシティ ・南丹市：地域循環圏・エコタウン低炭素化促進事業、バイオマス産業都市 【概要】 対象地域に賦存するバイオマスや観光資源等を活かしつつ、農林産や次世代の炭素循環産業と循環廃棄物関連事業が、文化・教育・観光活動とともに統合的に展開する地域循環共生圏創出を目指す取組に着目。現在、（仮称）京都中部地域循環共生圏創出協議会の設置について、京都市と南丹市の関連部局の職員が出席しての議論で既に確認されたところである。農林業との連携やエネルギー利活用などの各モデルの深度化あるいは実現に向けた観点から有用な知見が得られることが期待できるにとどまらず、複数の自治体の連携の観点からの示唆も期待できる。
A市地域（中部地方）	農林水産業連携モデル、地域製造業連携モデル、地域ユーティリティ産業連携モデル	【概要】 A市は、ごみ焼却施設の更新が喫緊の課題であるが、市内に賦存するバイオマスや民間企業等と効果的に連携した地域循環共生圏構想のもとで事業実施されることで、地域づくりとの連携なども含めた形での望ましい次世代の廃棄物処理システムが構築できる可能性があると思われる。 A市が実施する一般廃棄物処理基本計画基礎調査と連携しつつ、ケーススタディ調査等を実施することで、有用な知見が得られることが期待できる。

地域	想定されるモデル	国のモデル事業等選定状況・概要
真庭市 (岡山県)	農林水産業連携モデル	【国のモデル事業等選定状況】 ・SDGｓ未来都市、地域循環圏・エコタウン低炭素化促進事業、地域循環共生圏づくりプラットフォームの構築に向けた地域循環共生圏の創造に取り組む活動団体、バイマス産業都市、脱炭素型地域づくりﾓﾃﾞﾙ形成事業（第2号事業） 【現在の地域循環共生圏づくりの取組状況】 ※令和元年度調査報告書より引用 ・従前より、主要産業である木材産業を活用した木質バイオマス発電を進めていたところ、今後のさらなる人口減少と財政悪化、3か所ある焼却施設の老朽化に伴う統合・延命化、最終処分場のひっ迫等に対応するため、し尿・浄化槽汚泥と生ごみ処理の施設の集約化を図り、新たにバイオガスプラントを整備し、バイオマス循環システムを構築することとした。 ・処理プラントの実証や液肥の農業利用先との連携にあたっては、地元の廃棄物リサイクル事業協同組合の協力も得て実施した。 ・市では、令和6年度の本格稼働に向けて生ごみ等資源化施設（バイオガスプラント）の建設準備を進めている。平成30年2月には建設候補地が決定した。 ・新たなバイオガスプラントは地域活性化や資源循環の拠点施設として、液肥の農業利用などを行っていく予定。 【次年度以降を見据えた今後の発展可能性】 メタン発酵は推進の方向である一方、3か所ある焼却施設の今後の活用（更新、延命化、集約化等）については未定であり、検討の余地があるのではないか。
豊橋市 (愛知県)	農林水産業連携モデル、 地域ユーティリティ産業連携モデル	【国のモデル事業等選定状況】 ・SDGｓ未来都市 【現在の地域循環共生圏づくりの取組状況】 愛知県豊橋市では、未利用バイオマス資源のエネルギー利用を行うため、PFI手法により、下水処理場内にバイオガス化施設（バイオマス利活用センター）を整備し、2017年10月より供用を開始している。同センターでは、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥及び生ごみのメタン発酵処理を行い、ガス発電のエネルギーとして利活用している。また、発酵後に残った汚泥は、炭化燃料に加工し、複合バイオマスの100%エネルギー化を実現している。 【次年度以降を見据えた今後の発展可能性】 令和元年に策定された「豊橋市地産地消エネルギー指針（案）」では、上記のバイオマス施設の電源が地産地消の事例として言及されており、今年度、事業化可能性調査（FS）が行われている。また、地域新電力を設立し、RE50（最終的にはRE100）を目標としている。

（2）調査・整理の方法

今後の地域循環共生圏構築に向けたモデルケースとなり得る4件の事例に対して、現状把握と今後の向上方策等（地域産業の活性化、社会経済指標、財政効果等）を踏まえ、令和元年度調査で作成したモデル案の地域における実現に向けた検討ステップ等の観点から調査・整理を行った。

（3）調査・整理結果

モデルケース候補地4地域における、調査・整理結果を以下に示す。

なお、検討の開始段階である「京都・南丹地域」「A市地域」については、ワーキンググループからの情報提供等の支援を含む“支援地域”とし、ある程度、検討や取組が進んでいる「豊橋市」「真庭市」については、“情報収集等による進展状況の把握を行う地域”とした。

1）支援地域

① 京都・南丹地域（京都府）

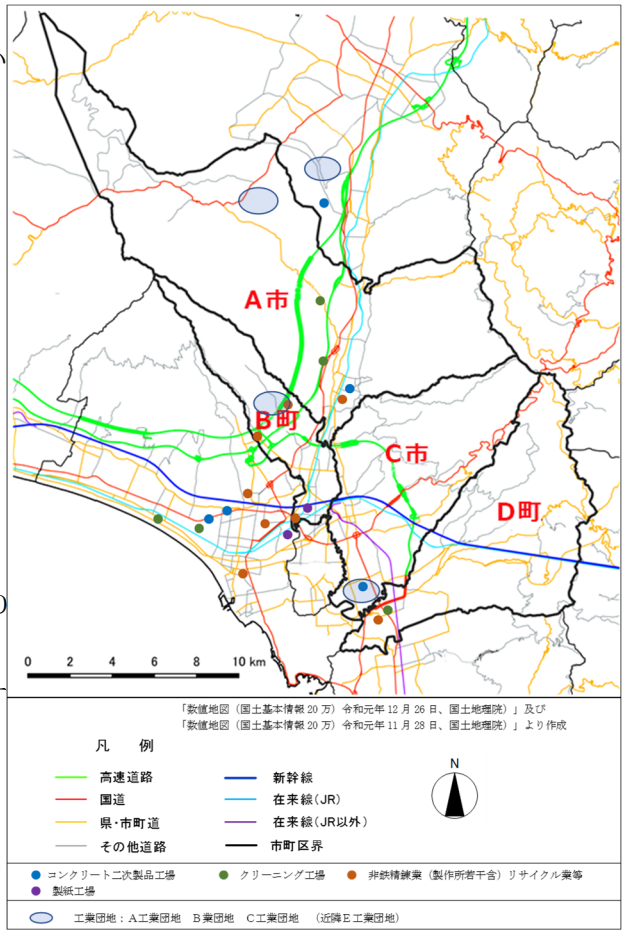
表 II-2　モデルケース候補地域における調査・整理結果（京都・南丹地域）

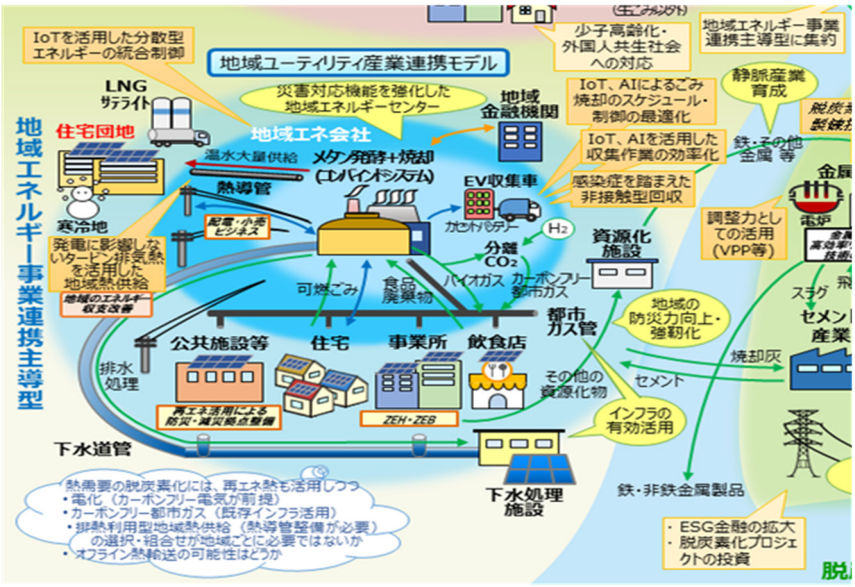
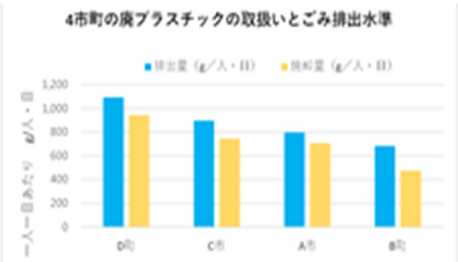
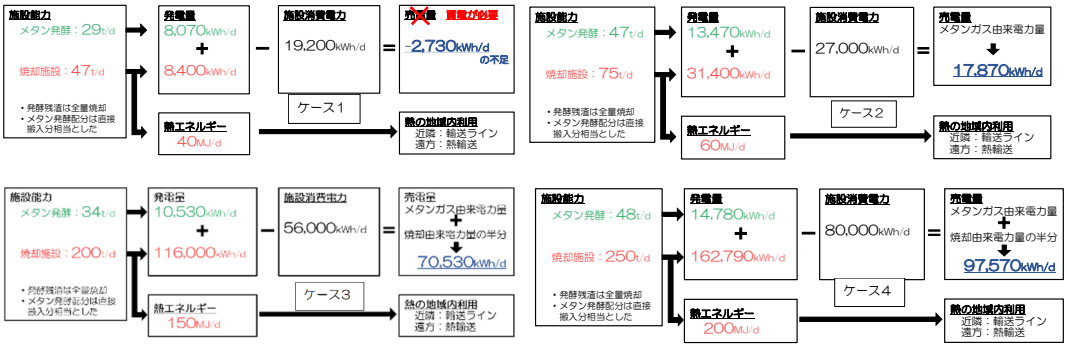
項目	内容
調査・検討内容	一次産業や地域振興とも連携した統合的な取組が重要であることから、京都超SDGsコンソーシアム※1が中心となり、京都市京北地域を中心に次のような活動や検討を進めてきた。 ・ 地域住民や関係者との事業展開に向けた関係性構築等⇒循環のプレーヤーになる可能性のある人・取組の同定 ・ 京都京北未来かがやきビジョン推進会議WSの運営（2020年度計4回ほか）⇒住民目線での循環政策への意見等の徴収 ・ 地域ニュースレターの発行 ・ 京都京北小中学校におけるSDGs・環境教育実施支援 ・ 京北地域の全世帯を対象としたアンケート調査の実施 ※1：京都市・京都大学・リコー・JT・安田産業・ecommit・ソフトバンク・セブン&アイ・ホールディングス・三洋化成工業・日本マクドナルド・エフピコほかによるネットワーク。京都にて持続可能性・SDGsの社会実践・実証を目指して活動する。
現在の状況等	地域における循環関連の取組に関連して、次のような状況等が確認された。 ・ 京北地域における家庭ごみ発生量は市街地に比べてやや多い。処理としては一部地域で、生ごみ分別・堆肥化などが行われているが、規模や協力率には改善の余地がある。 ・ 京北地域で段ボールコンポスト等に挑戦する熱心な市民団体が存在し、今後の重要な担い手になり得る。他にも、ジビエや森林サービス産業など、新たな産業創出に意欲的な住民も存在する。 ・ 京北・美山地域から京都市内への有機農作物流通ルート構築に取り組む団体（京都オーガニックアクション協議会）や、先進的な農業者も存在し、一次産業からの連携においては重要なプレーヤーがそろいつつある。 ・ 小中学校と連携した事業への住民参画の様子から、教育を通じた地域の団結力の強さが伺えた。 ・ エコツーリズムなど、美山と京北等が連携した取組事例もある。 ・ 南丹市においても、パッションフルーツの栽培など、新たな農業展開への意欲を伺える挑戦が始まっている。

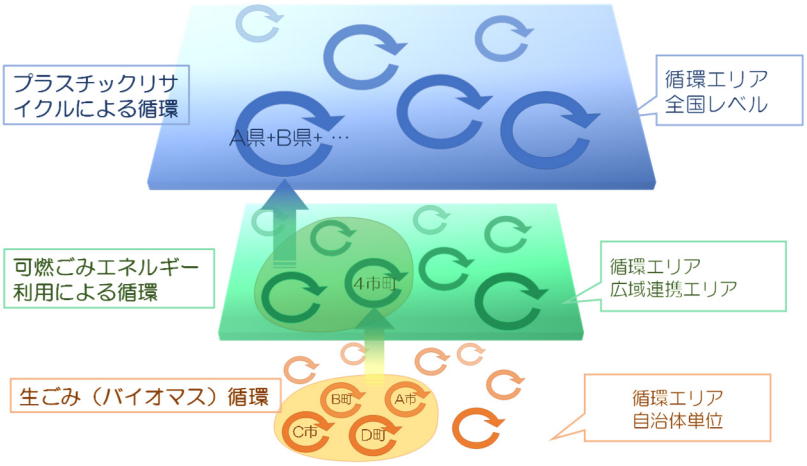
項目	内容
今後期待される展開	現状や今後の可能性を踏まえて、次のような展開が期待される。 ・ 地域住民や関係者との事業展開に向けた関係性の継続：活動の拠点整備等を含む ・ 京都京北小中学校におけるSDGs・環境教育の発展：北桑田高校・京都大学・全国リーダーとの連携、地域循環共生圏に関する実践的学び ・ 地域循環共生圏構築に向けた取組 ○食品ロス削減キャンペーン ○食品ごみ循環システム構築（フィージビリティスタディから） ○1次産業（農林漁業）や「新たな暮らし方」「重要なプレーヤー」との連携モデル構築（フィージビリティスタディから）
地域循環共生圏の検討のステップへの示唆	・ 地域資源の掘り起こしにあたっては、資源と人とのセットで考える必要がある。 ・ 地域の共通目標や指標が重要である（京北地域の場合は、教育など）。 ・ 循環の実現やそのための技術の検証から入るのではなく、ローカルSDGsモデルとしての10次産業化＝1：原料生産　＋2：加工　＋3：流通・販売　＋4：循環・教育・共生　の一環と捉えて、住民の方を巻き込んだ議論にしていくことが重要

②Ａ市地域（中部地方）

表 II-3　モデルケース候補地域における調査・整理結果（A 市地域）

項目	内容
調査・検討内容	・ 中部地方A市を中心に、周辺3市町（B町、C市、D町）（以下、「4市町」という。）との連携も想定しつつ、循環資源分野から地域循環共生圏の姿について検討を行った。 ・ 検討は、地域特性を分析の上、資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（案）に示される廃棄物版マンダラにおける類型へのあてはめを行い、廃棄物版マンダラ中の構成要素を踏まえつつ、モデル案資料編を参考に地域内での資源循環システムを検討した。 ・ システムは、①A市単独、②A市＋B町、③A市＋B町＋C市、④A市＋B町＋C市＋D町の４ケースについて検討した。 ・ 検討に際しては、A市ご担当及び関連する民間事業者との意見交換を行った。 ・ また、システム検討においては、資源循環に加え、脱炭素社会への潮流及びプラスチックリサイクルの高度化に向けた制度設計の動向も踏まえるものとした。  A市 B町 C市 D町 0 2 4 6 8 10 km 「数値地図（国土基本情報 20 万）令和元年 12 月 26 日、国土地理院）」及び 「数値地図（国土基本情報 20 万）令和元年 11 月 28 日、国土地理院）」より作成 凡　例 高速道路 国道 県・市町道 その他道路 新幹線 在来線（JR） 在来線（JR以外） 市町区界 N コンクリート二次製品工場 クリーニング工場 非鉄精錬業（製作所岩千合）リサイクル業等 製紙工場 工業団地：A工業団地　B工業団地　C工業団地　（近隣E工業団地）

項目	内容
現在の状況等	・4市町の地域特性（製造業の集積、ベットタウン化、一部で林業も盛ん等）から、当該地域は、廃棄物版マンダラに示される「地域エネルギー事業連携主導型」であると判断した。この類型における主要な構成要素は、①メタン発酵＋焼却システム、②エネルギーの地域における民生・産業利用、③IoT及びAIの活用である。 ・また一方、A市は相当に多くの産業連携、企業立地のある地域であり特色となっている。将来的には地域製造業連携モデルについても積極的に検討していく。  ・4市町の資源循環分野からの特徴は次のとおり。①ほとんどの市町で老朽化が進んだ水噴射タイプの焼却炉を運用しており、これらの更新が急務であること、②県主導でごみ処理広域化計画の策定が進行中であり、施設更新はこの広域化の枠組みで進む可能性があること、③ごみ分別の方法が市町で異なり、廃プラスチックリサイクルへの取組度合いにより、ごみ排出量及び焼却対象ごみ量に差がみられた。  ・各ケースにおける資源循環システムは次のとおりとした。 【2030年代まで】 ★コンバインドシステムを中心とした資源循環システム 

項目	内容
	・コンバインドシステムによるバイオマス活用及び適正処理 ・高効率発電（ケース１のみ貫流ボイラ適用）によるエネルギー回収の向上 ・熱輸送システムも導入し熱利用の促進 【2050年代以降まで】 ★プラスチックリサイクル法を活用し焼却を最小化した脱炭素化型システムの導入  ・
今後期待される展開	1. A市地域は、施設整備が急務であり、広域化計画との整合も図りつつ、地域循環共生圏実現の可能性が高い地域と考えられる。 2. 本業務では需要側との調整は出来ていないが、熱利用については、需要先が多い（健康促進施設、製造業等）ことから、実現段階での取組が期待できる。 3. 地域循環共生圏実現は、脱炭素化に加えごみの減量等を通じてごみ処理コストの縮減効果も期待できることから、地域全体の経済活性にも貢献できると考えられる。 4. A市では広域的に行政システムのAI化等を進めるデジタルシティ構想を進めており、これらとの連携により資源循環システムの高度化、市民生活の利便性向上も期待できる。
地域循環共生圏の検討のステップへの示唆	1. 地域循環共生圏形成が脱炭素化及び資源、エネルギーの自律的コントロールに大いに貢献することを定量的に評価し、形成に関する意義を広く共有することが必要である。 2. 地域循環共生圏実現のため、経済性の向上が必要である。広域化によるメリットに加え、導入するシステムの経済性確保の工夫が求められる。 3. 関係する自治体間の連携を図ることが必要である。例えば地域周辺の施設余力等の活用、連携も選択肢となる。また、地域循環共生圏エリアとごみ処理広域化の枠組みが必ずしも一致する必要はないと考えられ、市民、企業と連携し、有効な連携エリアを設定していくことが望まれる。

2）情報収集等による進展状況の把握を行う地域

① 豊橋市（愛知県）

豊橋市上下水道局下水道施設課及び豊橋市環境部再生可能エネルギーのまち推進課を対象に、ヒアリング調査を実施した。

表 II-4　ヒアリング結果（豊橋市）

項目	内容
実施概要	日　時：2020年12月2日（水）　14:00-15:30 オンライン 対象者： 豊橋市上下水道局下水道施設課 課長 七原秀典氏、課長補佐 正岡卓（マサオカ タク）氏 豊橋市環境部再生可能エネルギーのまち推進課 主幹 植田年香(ウエタ トシコ)氏
取組の概要	・未利用バイオマスのエネルギー利用を行うため、PFI手法により、下水処理場（中島処理場）内にバイオガス化施設（バイオマス利活用センター）を整備し、2017年10月より供用を開始している。 ・同センターでは、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥及び生ごみを中島処理場に集約し、メタン発酵によりバイオガスを取り出し、ガス発電のエネルギーとして利活用している。また、発酵後に残った汚泥は、炭化燃料に加工し、複合バイオマスの100%エネルギー化を実現している。 ・令和2年に策定された「豊橋市地産地消エネルギー指針」では、上記のバイオマス施設から発電された電源が地産地消の事例として挙げられている。また、令和2年度、地域新電力会社を活用した事業推進について事業化可能性調査（FS調査）を実施しており、今後は、公共施設の使用電力を100%再生可能エネルギー由来の電気でまかなう「豊橋市役所RE100」の実現を目指すこととしている。 ※参考1：豊橋市HP https://www.city.toyohashi.lg.jp/33191.htm https://www.city.toyohashi.lg.jp/44787.htm ※参考2：豊橋市地産地消エネルギー指針（令和2年1月、豊橋市）
ヒアリング結果概要	**1．エネルギーの地産地消への取組の背景・経緯** **1）事業実施の背景、きっかけ** ・汚泥処理設備の老朽化、農家の後継者不足などにより、継続的な汚泥の全量利用に懸念があった。また、し尿処理施設の老朽化が進んでおり、合理的な処理手法を検討する必要があった。 ・このような状況下で、民間事業者から「中島処理場におけるバイオマスのメタン発酵処理およびバイオガスの利活用を想定したPFI事業」の提案を受け、平成23年度に国土交通省の「先導的官民連携支援事業」により、導入可能性を含めた調査を行うことにした。また、この調査の中で複合バイオマスとしての可能性も検討した。 **2）PFI事業とした経緯、メリット** ・「豊橋市PFI基本方針」では、施設建設費が概ね10億円以上の事業は、PFI事業の検討対象となっている。事業化に向けて検討の結果、事業効果（VFM：5.4%）が確認されたことなどが採用の理由となった。 **2．生ごみの収集について** **1）生ごみの収集・運搬体制** ・市全域が生ごみの収集範囲となっている。 ・家庭系：収集業務課（一部委託業者）により収集・運搬を行い、週4日受け入れている（市内を2地区に分けそれぞれ週2日） ・事業系：一般廃棄物収集運搬許可業者により収集・運搬を行い、週5日受け入れている。主に飲食店から出る生ごみを収集している。 **2）生ごみの分別状況（異物混入の程度）、対応方策**

項目	内容

・ 月1回程度、異物（コンクリートブロック片、フォーク等）混入がある程度で、基本的に適切な分別がされている。
・ 収集時に収集作業員が目視にて、投入時に運転員が目視にて確認を行っている。

３．センターの運転状況等について

１）故障の有無と原因・対策

・ 初期トラブルはあったが、調整後は安定して運転している。（受入不可となったことはない）
・ 初期にはハサミが破砕分別機の穴に入って損傷してしまったことはあったが、機械自体が傷むことはなかった。

２）停電時の自立運転可能性

・ 非常用発電設備にて20時間連続運転が可能となっている。
・ 原則、バイオマス受入に必要な機器が対象となっている。（メタン発酵槽～炭化設備までの機器について、保守電源以外は非常用発電機対象外）

４．センターの効果について

１）可燃ごみ減量効果

・ （生ごみを燃やすごみから分離したことにより、）焼却施設の負担減

２）CO2削減効果

・ 約1万4千t/年の削減（杉の木約100万本分の植樹効果）

【計画値】

	削減量[t-CO_2/年]
汚泥処理施設※	4,455
焼却施設	3,400
バイオガス発電※	3,509
炭化燃料※	2,793
計	14,157

※上下水道局分では10,757t-CO_2/年

○実績値（削減量）　H29年度　9,067t-CO2（試運転含む）
H30年度　10,911t-CO2
R1年度　10,156t-CO2 全て上下水道局分

３）コスト削減効果

・ 公共事業費約120億円/20年間（下水道事業で80億、環境事業で40億）の削減

（事業費削減分）

項目	既存施設を継続した場合		本事業	費用
建設費	下水	41億円	98億円	-8億円
	生ごみ し尿浄化槽	65億円		
維持管理費 (20年間)	下水	113億円	50億円	-136億円
	生ごみ し尿浄化槽	73億円		

※下水汚泥処理に係る費用の減が大きい。
※し尿処理施設の更新をする必要が無くなったことが大きい。
※生ごみ分が減ったため焼却炉更新費が減少。

(事業費追加分)

家庭系生ごみ収集費、進入道路整備費 等	24億円

項目	内容
	４）地域経済への効果 ・ 施設稼働に伴う雇用（できるだけ地域から雇用）、物品調達等、（電気事業者への）売電 **５）その他（本取組の効果指標とされている数値等）** ・ 売電量：680万kWh/年（一般家庭1,890世帯分） ・ 炭化燃料：6.8t/日 **５．取組成立に係るポイント及び課題・対応策等** **１）炭化燃料利用先及びその確保の時期** ・ 繊維メーカーのボイラ（利用先及びその確保については全てSPCの事業範囲） ・ SPCに100円/tで売却し、SPCが民間企業へ売却している。 ・ 発酵後の汚泥の使い道も提案の対象としており、提案時点で利用先には可能性として受入可能である旨は確認がとれていた。 **２）交付金等の活用** ・ 社会資本整備総合交付金（国土交通省）以下で約37億円（契約施設整備費98億円の内の約40%） ・ 下水道長寿命化支援制度（汚泥濃縮設備） ・ 汚水処理施設共働整備事業（MICS）（汚泥脱水設備、炭化設備） ・ 新世代下水道支援業務（メタン発酵槽、ガスホルダ） ・ 効果促進事業（生ごみ、し尿・浄化槽汚泥） ・ 売電に係る部分、生ごみを受け入れる建物は対象外であった。 **３）関連するステークホルダーや庁内連携等、重要であったことや困難であったこと** ・ 地元調整は、臭気対策や進入道路の整備等を行った。生ごみ運搬車やバキューム車の運行に伴う道路の汚れについて質問があった。 ・ 庁内では、受入れバイオマスの種類や量、リスクに関する検討を行った。 ・ 廃掃法や都市計画法等関係法令の諸条件の整理に苦慮した。 **４）その他取組成立に係るポイント** ・ 市民の生ごみ分別協力。環境部が半年で約550回の説明会を丁寧に実施した。施設周辺はもともと理解のある市民であったが、臭気、生ごみ運搬車やバキューム車の運行に伴う道路の汚れ、進入路についての質問があった。 ・ 市長から「豊橋市民（38万人）なら分別できる」という発言もあり推進した。結果、当初は少し異物混入があったものの、現在は月一度あるかないか程度 ・ 元々、整備した用地は消化設備建設予定地であったため、国（国交省）の許認可が比較的容易におりた。 ・ 目的外使用する範囲については土地の財産処分を行ったこと ・ 公害防止の自主基準を設けたこと（臭気、騒音で周辺住民に迷惑がかからないように） ・ 上下水道部局と環境部局の連携がポイントとなった（上下水道局主導で環境部を巻き込む形）。市長の肝いりプロジェクトでもあり、両部の連携はスムーズであった。 ・ キーパーソン（上下水道局 参与（元上下水道局長、元環境部長））の存在も大きかった。

② 真庭市（岡山県）

過年度調査で実施したヒアリングを含む調査に加え、「令和 2 年度第 2 回シンポジウム」における講演内容及び追加的な文献調査結果を踏まえ、モデル素案において参考事例として紹介した。

２．資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（案）のとりまとめ

令和元年度調査で作成された「中小廃棄物処理施設における資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（案）（以下、「モデル（案）」という。）」を基本に、表 II-5 に示す方針で「中小規模の廃棄物処理を通じた資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル ～資源循環分野からの地域循環共生圏に向けて～（素案）」（以下、「モデル素案」という。）をとりまとめた。モデル（素案）は資料編に綴じた。また、最新情報及び検討会指摘事項、本年度調査・検討結果は都度反映した。

とりまとめにあたり検討した事項について以下に記載する。

表 II-5　モデル（素案）の構成及び本年度検討方針

１．モデルの背景と趣旨
- （1）資源循環・廃棄物エネルギー回収の現状と課題
- （2）資源循環分野における地域循環共生圏構築の流れ
- （3）本資料について

・広域化・集約化通知(2019.3)や2050 年脱炭素宣言等の最新動向を反映する。
・想定読者の範囲を再検討する。
・With/after コロナの観点についても関連する議論を注視して反映していく。

２．目指すべき方向性
- (1)資源循環的観点からの地域循環共生圏形成モデルの構想
- (2)モデル構想の構成要素からみた主要観点
- (3)地域循環共生圏創造・形成に向けたアプローチ

・モデルのイメージ図への要素の追加・削除等ブラッシュアップを行う。
・「構成要素」を再整理し、各ブロックの説明文を加える。

３．モデルの解説
- (1)農林水産資源連携主導型
- (2)地域エネルギー事業連携主導型
- (3)脱炭素産業資源循環連携主導型

・各モデルの構成要素について分かりやすい説明を加える。
・特に期待される効果（温室効果ガス排出量・削減量）についての説明を補強する。

４．検討のステップ
- （1）検討のステップの段階
- （2）長期構想策定段階
- （3）広域化・集約化に向けた取組段階
- （4）施設整備基本構想／基本計画策定段階

・（2）～（4）の段階ごとに、関連計画等の参考資料を収集し、本モデルにおける検討のステップを再整理する。

５．参考となる資料

・モデル形成に向け参考となる資料を整理する。

資料編

・技術情報の更新・追加、再整理・再編成を行う。

（1）モデル素案について

1）モデル素案で提案するモデルの位置づけ

モデル素案は、3R＋Renewable の推進・適正処理の持続性を確保しつつ、地域を豊かにする廃棄物処理システムの構築を基本理念とする今後の廃棄物処理に向け、「持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（通知）」で示された方針も踏まえ、資源循環分野からの地域循環共生圏のモデルを提案するものである。

2）主な想定読者

モデル素案の対象は、廃棄物処理施設を核とした資源循環分野からの地域循環共生圏の形成に取り組もうとする市区町村における廃棄物部局の担当職員を主な読者として想定している。

また、地域循環共生圏の形成にあたっては、地域産業や関連する部局との連携が重要となるため、関連部局の担当職員や関係する地域産業の方々にも参考にしていただけるよう努めた。

さらに、ごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化に向けた取組は、地域循環共生圏の取組と親和性が高く、地域循環共生圏の検討を行う段階としても重要な可能性であると考えられることから、都道府県における広域化・集約化の担当職員の方にも参考としていただきたい。

（2）モデルの背景と趣旨の更新

令和元年度調査で作成されたモデル案における「モデルの背景と趣旨」を最新動向に合わせ更新を行うため、表 II-6 に示す資料の収集・整理を行った。

表 II-6　「モデルの背景と趣旨」の更新に向けた収集資料

No.	資料名
1	第五次環境基本計画（平成30年4月17日閣議決定）
2	第四次循環型社会形成推進基本計画（平成30年6月19日閣議決定）
3	持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（平成31年3月29日通知）
4	プラスチック資源循環戦略（令和元年5月31日策定）
5	パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日閣議決定）
6	農林水産省環境政策の基本方針（令和2年3月策定）
7	統合イノベーション戦略2020（令和2年7月17日閣議決定）
8	2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和2年12月25日策定）
9	今後のプラスチック資源循環施策のあり方について（中央環境審議会意見具申）（令和3年1月29日）
10	プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律案（令和3年3月9日閣議決定）

（3）資源循環分野からの地域循環共生圏モデル（2050 年に向けたイメージ図）のブラッシュアップ

令和元年度調査で作成された「資源循環分野からの地域循環共生圏モデル」について、検討会委員ご指摘事項等を踏まえ、表 II-7 に示すとおりブラッシュアップを行った。

表 II-7　資源循環分野からの地域循環共生圏モデル（2050 年に向けたイメージ図）のブラッシュアップ概要

該当モデル	NO.	対応事項	ブラッシュアップの方針・結果
全体	1	観光やエコツーリズムを表現	・地域循環共生圏の関係する事業等で**観光振興やエコツーリズムを掲げている事例を確認**した。 ・農林水産業モデルの森林整備費用に関する部分に**「持続的な農林水産業→里地里山保全、観光促進」の吹き出し**を示すようにした。 （参考）SDGs未来都市、プラットフォーム事業、バイオマス産業都市におけるエコツーリズム・観光に関する取組としては、景観に配慮した森林整備による観光人口拡大、ガストロミーツーリズム・スローフードトラベル、観光×アート×農業、象徴種を活用した観光活性化、バイオマスエネルギープラント視察ツアー等が見られた。
	2	IoT、AIを複数モデルに表示	・各モデルの特徴を踏まえ、**農業連携モデル：IOTを活用したVPP等、農林水産業モデル： IoT、AIを活用した需給情報マッチング、素材産業連携モデル：分別へのAI活用、素材情報デジタル化、を記載**した。
	3	何年後に向けたイメージかを追記	・廃棄物版マンダラは2050年に向けたモデルの絵姿であるため、**図タイトルに（2050年に向けたイメージ図）と追加**した。
	4	凡例を分かりやすく工夫	・凡例では、オレンジの吹き出しは単純に説明の吹き出しという位置づけであったが、**「技術」と「取組み・ビジネス」で区別**した。 ・凡例では、**オレンジの矢印**について、お金の流れの一部分（金融・投融資等）のみを表現したものであることから**「ファイナンス」に変更**した。 ・**「廃棄物版マンダラ」や「革新的環境イノベーション戦略」からの引用**については、分かりやすいように引用元の表現のままとし、**斜体で表した**。
農業連携モデル	5	農業連携モデルのみに「停電時も自立稼働」が記載されている理由を分かりやすく表現	・農業連携モデルでは**「停電時も自立稼働することで生ごみ等処理を継続」として言葉を補い、特記した理由が分かるようにした。** ・「停電時も自立稼働」は、**他モデルにも共通するキーワードであるため「全サブモデルに共通的に含まれる要素」として、コラムに記載**した。
	6	規制が強まる状況下における将来的なBDFの使用先の可能性を表現	・生ごみ収集車の燃料としていたBDFを、**農業機械（液肥散布車）の燃料とするよう変更**した。
農林水産業連携モデル	7	内水面のみではなく海面漁業も表現	・廃棄物版マンダラ右下に**「水産業（海面漁業）」→「水産加工業」を追加**した。 ・**「水産加工業」から農林水産業モデルの「メタン発酵施設」につなげた。** ・**「水産業（内水面漁業・海面漁業）」は「水産業（内水面漁業）」に変更**した。
	8	プラスチック資源循環を表現	・吹き出し内容を**「焼却やメタン発酵等の処理方式に応じたバイオプラ等の収集袋への活用」に変更**した。

該当モデル	NO.	対応事項	ブラッシュアップの方針・結果
	9	ライフスタイルの見直しなども含めたソフト面を表現	・公共施設等に「既存施設を改修し地域の新しい事業に活用」の吹き出しとパン工房をイメージしたアイコンを追加した。
地域ユーティリティ産業連携モデル	10	雪だるまの意図するところを分かりやすく表現	・「寒冷地」の説明を追加し、「発電に影響しないタービン排気熱を活用した地域熱供給」に吹き出しを修正した。
	11	構成要素の再整理に伴う文言変更	・アイコン名「団地」を「住宅団地」に変更した。
地域製造業連携モデル	12	エネルギーを利用する製造業等の工場や工業団地が主体である旨を分かりやすく表現	・排出者である住宅・小売店・事業所等は一部削除するなどによりコンパクト化した上、工場のアイコンを追加して工業団地とし、重要要素である連携先産業を目立たせた。
	13	どのような燃料化施設であるかを分かりやすく表現	・「固形燃料化施設」に修正した。RDF製造に限らず、最近の事例に見られる炭化や発酵乾燥によるRPF原料製造なども想定した。
	14	ライフスタイルの見直しなども含めたソフト面を表現	・「新たな技術・システムも用いた2R型ビジネスモデル」の吹き出しと「ICTを活用したシェアリングサービス」をイメージしたアイコンを追加した。 ・小売店に「ワンウェイ容器包装の削減」の吹き出しを追加した。
素材産業連携モデル	15	（サブ）モデルの名称を設定	・ここで表現している内容は、動脈・静脈産業が集積している地域における脱炭素化と統合的に循環資源の利活用を図るモデルであるが、他の5つの（サブ）モデルと同様にシンプルに表現し“素材産業連携モデル”とした。

（4）モデルの解説

モデルイメージ図の修正や検討会委員御指摘事項等を踏まえ、各モデルの構成要素などのブラッシュアップを随時行うとともに、構成要素についてフロー図等を用いて分かりやすい説明を加えた※。

また、他業務とも連携しながら、期待される効果（温室効果ガス排出量・削減量等）についての説明を補強した。

※廃棄物処理施設と下水道の連携については、詳細を資料編に綴じた。

（5）検討のステップの再整理

自治体が廃棄物処理施設の整備等を通した資源循環分野からの地域循環共生圏を検討する段階として、図 II-1 に示す A～C の空間的・時間的 3 段階が考えられる一方、現実には、各自治体が置かれている状況は、明確に切り別れているわけではないと考えられる。

モデルの検討は長期構想を独立して策定する場合のほか、広域化・集約化に係る計画で何らかの考慮をしたり、施設整備基本計画を策定していく過程で検討していく場合も考えられる。

よって、本年度、A～C の段階は一旦前提として検討したが、自治体が施設整備等に関する状況に応じて、どのように取り組んでいけばよいかの方向性についての説明を主に行った。

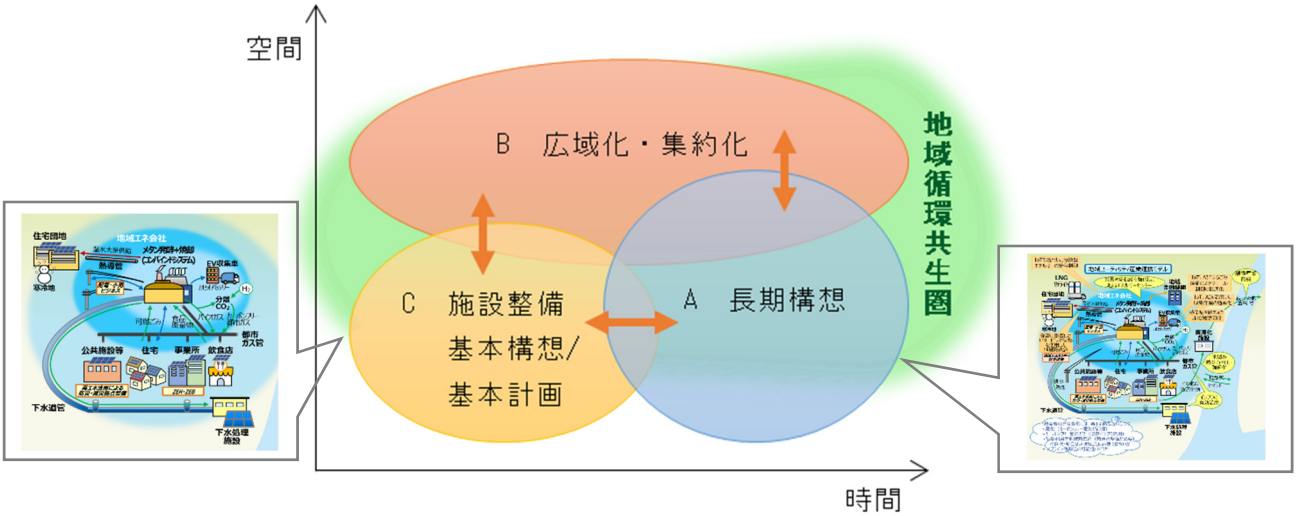


図 II-1　検討段階

① 広域化・集約化計画策定段階

「広域化・集約化に係る手引き」（令和 2 年 6 月、環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課）で示されている広域化・集約化に向けた取組の流れのうち、本モデルの検討に適した段階を示し、モデル実現に向け考慮することが望ましい事項を提示した。

また、広域化・集約化の必要性と地域循環共生圏形成の関連性について述べ、広域化・集約化計画策定段階において地域循環共生圏を検討する意義について記述した。

② 長期構想策定段階

本分野での長期構想の流れの検討にあたっては確立したものが無いと思われるため、先行的事例や長期構想が策定されつつある分野の知見も参考に、長期構想策定の必要性や考え方を記述した。

③ 施設整備基本構想/基本計画策定段階

施設整備基本構想/基本計画では、処理対象ごみ・処理方式・計画ごみ量及び施設規模・計画ごみ質等の検討のほか、施設整備コンセプトや廃棄物エネルギー利活用のあり方についても検討を行うことから、「廃棄物エネルギー利活用計画策定指針」（平成 31 年 4 月、環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課）を参考資料として提示した。

III. 中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進に係る普及促進方策の検討

１．モデルの普及促進方策の検討

（1）検討方針

令和元年度作成のモデル（案）イメージ図では、資源循環分野からの地域循環共生圏について、主に物理的・経済的要素（物質・エネルギー・資金）を中心に、その関連性が整理・表現されている。一方で、モデルの普及促進にあたっては、ソフト面（社会面・制度面）から実現させていくための方策についても検討が必要と考えられる。

本年度調査では、従来の一般廃棄物処理システムから地域循環共生圏への移行のために、物理的・経済的要素や制度面におけるモデルごとの個別具体の課題、ソフト面の特徴の差から生じる課題を抽出し、対応策や取り得る普及促進方策について検討を行った。

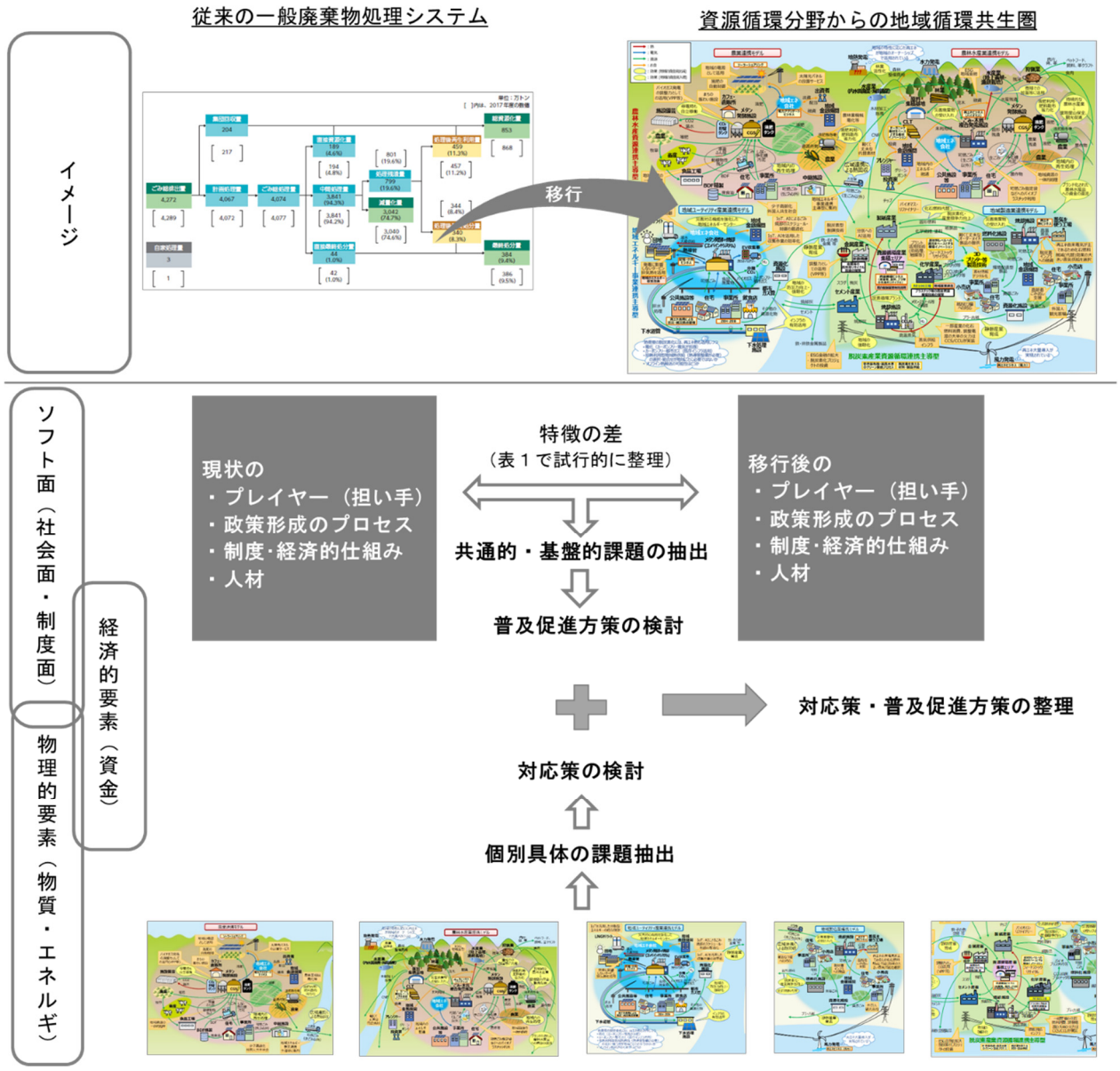


図 III-１　モデルの普及促進方策及び課題と対応策の検討イメージ

（2）モデル類型毎にみた個別具体的な課題及び対応策

令和元年度調査に引き続き、モデル（案）のリバイスを進める中で、物理的・経済的要素（物質・エネルギー・資金）や制度面について、サブモデルごとに個別具体の課題を抽出した。

なお、地域資源・地域産業と連携するという基本コンセプトであるため、資源・エネルギーの「需給マッチング」（量・質、時間、空間、主体間の連携）が当然重要となる。このため、課題等の中には、普及促進方策での記載内容とも一部重複がある。

1）農業連携モデル

No.	（参考）モデル案図書での記載事項			現状とのギャップや課題（障壁、制約等）	対応策
	主な取組	アプローチ・着眼点	期待される効果		
A	［処理］メタン発酵施設				
				【自立・分散型地域エネルギーシステムの構成要素としての要件】 要素的には既存技術の応用・組合せで可能ではないかと考えられる。しかし、少なくとも国内では実際の事例が無い、もしくは限られている。	実際の運用体制の構築を含む運用上の課題や経済面も踏まえた実現性等には不明な部分が多いため、モデル事例の構築を通じた実証が必要ではないか。
A-1	停電時も自立稼働	「停電時も自立稼働し生ごみ処理等を継続」		イ）停電時にメタン発酵施設が自立起動（ブラックスタート）できず、し尿や生ごみの受入に一時的に困難が生じた事例がある。標準的な要件定義（発注仕様）には、自立起動する能力は含まれていないことが多いのではないか。※1，※2 ロ）停電時に単独運転（自立運転）が可能であったとしても、地域内に電気を供給するためには、発電した電気を配電するための自営線等や、場合によっては需要と供給の瞬間瞬間の変化を調整（需給調整）するための蓄電池等が必要となる。※3 ハ）停電時の電力需要がメタン発酵施設による供給力を下回る場合にはメタン発酵施設への原料投入量を制御する等の対応が必要となり投入されなかった原料の処理が必要となる。※4 ニ）系統空き容量に不足がある場合、ブラックスタート対応のために導入する蓄電池からの逆潮流による売電ができないため経済的メリットを得にくい。※4	発電設備を伴うメタン発酵施設に他の再生可能エネルギーや蓄電池等を組み合わせることで、施設全体の脱炭素化が図られると同時に停電時にも電気の供給を継続可能となる。※5 メタン発酵施設の電力を利用した停電時対応に係る調査を行い、結果を踏まえた発注仕様への反映を検討してはどうか。
A-2	脱炭素社会構築	“十分な容量のバイオガスホルダーと蓄熱槽を利用し、電力系統への調整力として活用されている。”		ホ）現状ではバイオガスホルダーの容量を比較的抑えつつ、常時一定的に発電することも多いとみられる。 ヘ）発電設備を統合的に遠隔から制御できる設備になっていないとみられる。（なお、FIT法下での「出力制御」（需要に比して再エネ発電量が多い場合の出力停止等）では、オンライン制御の実施が九州地域等で進められてきている。）典型的な背景要因としては、FIT制度では固定価格買取であり売電電力量を市場価格に応じて柔軟に変更するメリットがなく、なおかつ、ディマンドリスポンスなどによる収入を得ることができないためと見られる。	制度的には、エネルギー供給強靭化法（令和2年法律第49号）によるFIT法改正の具体化を注視しつつ、状況や必要に応じて課題提起していくことが考えられるのではないか。
A-3	液肥利用・肥料散布・省力化	［地域課題・ニーズ］ ・未利用資源の活用 ・化学肥料代替 ・液肥散布車等による機械的な散布（省力化の可能性） ［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・農家等へのプロモーション・コミュニケーション ・圃場周辺住民の理解促進	［新たな価値創造］ ・資源循環のまちとしての魅力向上 ・町の中心部や国道バイパス沿いに施設を設置することによる、隣接する道の駅やレストランへの来訪者、視察者の増加 ・液肥等利用による有機栽培農産物としてのブランド化 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・外部からの化学肥料への支払い削減 ・生産コストの削減 ・液肥による農業生産力の向上	**【液肥の農家への普及】** 一般廃棄物のメタン発酵施設からの液肥利用は実施地域が非常に限られている。液肥の農家への普及手順として、液肥栽培の方法、農家の経済的メリットの提示、液肥利用農家の組織化・育成、液肥農産物の流通が挙げられるが※6、その中では以下のような課題があるのではないか。	
				ト）たい肥を利用することに比べて大容量の消化液を運搬し散布する必要が生じるため、技術にも工夫が必要※7だが、散布装置などの利用技術が確立・普及していない。 チ）散布用車両は、メーカーも少なく大型免許が必要であるなど、現場のニーズに適合したものが開発販売されていない可能性がある。 リ）北海道以外の地域でも利用できるような小型の液肥散布車はラインナップが少なく、入札をしても一社の参加しかないため価格が硬直化し、技術開発も進まない※8。	北海道以外の地域でも利用しやすい液肥散布車両の開発・実証が必要ではないか。（個別の地域で実施するには負担が大きい。メーカーとしても需要が見えない中では研究開発投資が難しいのではないか。）
				ヌ）液肥に対する農家等の理解度が不足しており利用がされていない場合がある。※9	自治体等の公共機関が調整するなど、行政主導の液肥利用促進や、肥料成分の分析を踏まえた施肥暦による広報活動などが必要となるため※11、広報活動の内容例や資料例などの情報提供が望まれているのではないか。
				ル）人のし尿から生成した液肥への忌避感が課題となる※10。	
				ヲ）（生ごみだけでなく）し尿・浄化槽汚泥を原料に含めた場合、有機JAS認定を受けることができない。※12	農林水産省食料産業局食品製造課にご相談することが考えられないか。

No.	（参考）モデル案図書での記載事項			現状とのギャップや課題（障壁、制約等）	対応策
	主な取組	アプローチ・着眼点	期待される効果		
				【地域で多面的な価値を発揮できる立地】 ワ）都市計画運用指針や建築基準法において、汚物処理場などのメタン発酵施設が該当し得る施設は工業系の用途地域に設置することが望ましいとされており※13、集客・交流施設の併設や民生系需要へのエネルギー供給の観点からは制約となり得る。 ※メタン発酵施設だけに関係する課題ではない。	地域に多面的価値を創出する観点からは工業系の用途地域に必ずしも限定されるものではないことが何らか明確化されていくことが必要ではないか。
A-4	メタン化での一体的処理	［地域課題・ニーズ］ ・焼却施設・し尿処理施設の老朽化 ・悪臭防止・環境負荷低減等家畜排せつ物への対応 ［地域資源・固有価値］ ・畜産ふん尿を集中型施設で処理する場合、家庭ごみやし尿・浄化槽汚泥も含めることで大規模化の可能性 ［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・他のバイオマス発生側との連携	［新たな価値創造］ ・ごみ由来液肥・堆肥の品質の安定化（例：家畜ふん尿との共同処理） ・大規模化による余熱利用 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・一体的処理によるコスト削減	**【施設整備費用の低減】**※メタン発酵施設本体には循環交付金が措置される。 カ）し尿・浄化槽汚泥を受け入れる場合は、液肥利用型においても交付金の 1/2 の要件を満たせず、1/3 適用になりやすい※14。 ヨ）廃棄物分野の財政的支援制度としては、電気・熱利用設備を支援対象とした交付金は存在するが、農業利用のための設備を対象としたものはないと見られる。	液肥利用は、排水処理に伴うエネルギー等の使用量の削減や化学肥料の代替といった点で、CO2 排出削減に優位性があると考えられる。そのような低炭素で資源循環型の施設整備が財政面でも相対的に有利となりやすい支援（交付金の在り方）が望まれるのではないか。 一般廃棄物以外も受け入れる場合の交付金の適用について整理（情報提供）が必要ではないか。
				【原料となる循環資源の調達】 タ）施設は建設時の廃棄物発生量で設計されるが、人口減少に伴い廃棄物発生量は減少する。減少しても稼働率を維持するために近隣自治体の食品工場からの受入等があり得るが、民間からの受入では供給安定性や量のマッチングが課題となる※10。	連携先が特定（単一）だと継続性に懸念が生じるため、フレキシブルに受け入れられる体制が必要になると思われる。 将来的なバイオマス調達量確保のために、構想段階から行政・廃棄物処理業・農業・食品産業など様々な業界の関係者と事前議論を行い、協力体制構築を行うことが望ましい。また、ICT 等も活用した廃棄物の流通可視化の取組などが考えられるとされている※15。事前議論にかかる留意点や事例等に関する情報提供、環境整備の支援が望まれているのではないか。
				【一体的処理を行う場合の施設運用】 レ）メタン発酵に投入する原料の種類が多い場合に、成分調整・濃度調整等が必要となる。DBO 等の事業方式の場合には、行政側が提示条件（性状等）を遵守する義務を負うことが通常と考えられるため、各種の原料を積極的に取り入れる方向が採用されがたいのではないか。	
B	［循環資源］可燃ごみ（生ごみ以外）				
B-1	広域連携による熱回収	［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・生ごみは地域でメタン発酵処理し、生ごみ以外を広域連携による集約化して処理	［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・処理コスト低減（焼却施設の広域化・集約化、ごみ高質化のメリット）	**【政策プロセス】** ソ）メタン発酵施設を前提とせずに、ごみ焼却施設を計画すると規模が過大となる。複数の地域が関係する場合に、メタン発酵施設を前提とした広域処理の実現プロセスが課題。 ※中・北空知廃棄物処理広域連合で、生ごみを含まずプラスチックを含む高い発熱量で問題なく処理ができている事例があり、技術面での基本的な課題はないと考えられる。	広域ブロックごとに、循環資源の性状等に応じた処理方式としてメタン発酵なども選択肢に含めて検討が行われる必要があり、その際、生活排水処理（し尿処理施設）も対象範囲に取り入れて最適なシステムが追及される必要がある。 また、メタン発酵施設の建設・運営コストの低減なども通した経済合理性の観点からも選択が進むことが理想的と考えられるが、加えて、脱炭素化の観点からより好ましい処理システム（施設単体の効率ではなく。）に対して相対的により手厚い支援を行うことができないか。

2）農林水産業連携モデル

No.	（参考）モデル案図書での記載事項			現状とのギャップや課題（障壁、制約等）	対応策
	主な取組	アプローチ・着眼点	期待される効果		
C	［施設］ごみ・木質複合発電施設				
C-1	ごみ・木質複合発電の地域での利用	［地域課題・ニーズ］ ・将来的なごみ量減少 ・未利用資源の活用 ［地域資源・固有価値］ ・木質バイオマス ・電力 ・タービン排気 ［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・周辺地域からの流木・未利用材等の受入 ・開発を契機とした排熱利用の合意形成	［新たな価値創造］ ・災害対策のための焼却施設の余裕能力を活用したエネルギー供給 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・外部からの化石燃料への支払い減少	**【原料の調達】** イ）木質バイオマスはカスケード利用（木材価値が高まる手法での利用を優先する）が基本であり、ごみ・木質複合発電においては現状利用先が無い木材をごみ焼却施設で利用することで地域産業の強化に繋げることができる可能性がある。	ごみ・木質複合発電でどのような資源を利用していくべきかの整理が必要ではないか。例えば製材業で発生する樹皮などは専焼の木質バイオマス発電所でも受け入れされない地域資源であるほか、農業で発生する作物残渣も利用先が無い場合が多い。どのような地域資源がごみ・木質複合発電での処理ニーズがあるかを調査する必要があるのではないか。
				ロ）既存の林業・製材業や発電・熱利用施設に影響を与えないように調達の見込みを立てることが必要である。 ハ）林業、製材業、土木工事業、農業等様々な業界が関わるため、地域資源や焼却施設の状況について共有することが必要となる。	地域資源量や焼却施設の状況、既存の産業や施設の資源需要等について共有し受入調整を行うための地域内の連絡プラットフォーム等を整備することが必要であり、事例等の情報提供や環境整備の支援等が望まれているのではないか。
				ニ）ごみ焼却施設が活用先となる木材や農業残渣等は、季節性があるなど発生量が一年を通して安定しないものが多いと思われ、焼却施設での受入量調整などの連絡枠組みを整えることが必要である。また、季節によって投入物の組成が大きく変わるおそれがある。	受入量の調整のための連絡体制整備については、モデル事業の実施により事例をつくり、横展開を図ることが必要ではないか。 季節による変化への対応について、その影響や運用方法について実証的に検証することも有効ではないか。
				ホ）原料の品質等によっては、エネルギー利用による利益を原資とした原料の有価買取によって地域還元することが理想であるが、経済性の視点から可能であるか。 ヘ）産業廃棄物であっても、合わせ産廃制度で一般廃棄物処理施設での処理が可能であるが、制度の活用状況は自治体によって異なる。 ト）発生源の異なる木質バイオマスについて産業廃棄物であるか一般廃棄物であるかの確認が必要となる。	経済性の検証や法制度上の取扱について整理をした上での情報提供が望まれるのではないか。
				＜狩猟業における残滓＞ チ）狩猟業における残滓（肉片・骨・皮、食肉を除く部分）は現地埋設処理されている場合も少なくない可能性があるが、狩猟者の負担となるため鳥獣捕獲強化における課題となっている。対応として、専用焼却炉の設置のほかごみ焼却施設での受入が考えられ地域課題からのニーズがあるが、ごみ焼却施設で受入れるには施設側での裁断が必要であり、そのための冷凍設備や外部寄生虫対策が必要な可能性がある。※16 ※なお、エネルギー回収面でのメリットはないように考えられる。	ごみ焼却施設での受け入れについて、農林業分野とも連携した実態調査やモデル的な検討が必要ではないか。
				【エネルギーへの変換】 稼働当初はごみ専焼を前提としごみ量の減少に合わせ徐々に木質バイオマスを増やしていく設計とするか、稼働当初からごみ・木質混焼を前提とした設計を行うか、二通りが考えられる。	

No.	（参考）モデル案図書での記載事項			現状とのギャップや課題（障壁、制約等）	対応策
	主な取組	アプローチ・着眼点	期待される効果		
				＜稼働当初はごみ専焼を前提＞ リ）水分がある木質をストックヤードではなくピットに投入すると、一定期間で発酵・発熱してしまう可能性がある[※17]。 ヌ）木質バイオマスとごみでは燃焼速度が異なるため、ごみに対して木質バイオマスの比率が２～３割など増加すると、ガスの流れの変化等ごみ専焼時の想定とは異なってくる可能性がある[※17]。 ル）ごみ焼却炉では、燃焼制御による NOx 制限が進んでいるが、木質バイオマス比率の増加により乾燥帯の温度が変化してしまうと、目論見通りの動きをしない可能性がある[※15]。	現状、ごみ焼却施設は稼働開始時のごみ量が最も多く、その後減少傾向にあり、今後の人口減少によるごみ量減少を踏まえると、稼働当初はごみ専焼、後々混焼とすることで、ごみ量の減少分を木質バイオマスで補うことができ、設備稼働率を維持できるのではないか[※17]。 ごみに対する木質バイオマスの比率が２～３割など増加した場合を想定し、ごみ焼却炉で燃やすのに適した木質バイオマスの形状や大きさ、水分量、乾燥の方法、燃焼速度等の実証等を検討してはどうか。
				＜稼働当初からごみ・木質混焼を前提＞ ヲ）木質バイオマスは腐食物がないことから、ボイラ全体の大きさをコンパクトにすることができ発電効率も上げやすい。一方、ごみと混焼する場合は、設備をごみ側のスペックに合わせることで木質バイオマスとしてはオーバースペックとなり、本来得られるはずの発電効率も得られにくくなるのではないか[※17]。 ワ）他方、ごみとは別の炉で木質バイオマスのみ燃やして、ごみから回収した蒸気をさらに加熱するハイブリッド方式も過去の調査[※19] で検討されているが、両者の燃焼比率が固定的になることが運営上の制約とならないか。	（燃料供給面等も含めたより具体的な FS を実施することも考えられるが、まずはごみ焼却施設の余力活用（上欄）について検討する中で、ニーズがあればハイブリッド方式についても検討すればよいのではないか。）
				【経済性の確保】 カ）木質バイオマスをごみ処理施設で受け入れる場合は、交付金の適用割合等の整理・検討が必要な可能性がある[※19]。 ヨ）FIT 法の適用（買取価格等）についても確認が必要な可能性がある[※18]。	木質バイオマスを燃料として扱うか、廃棄物として扱うか、また、稼働当初から木質バイオマスを混焼させる設計とするかにより交付金要件の該当が異なることが考えられ、整理が必要である。 FIT 法改正の進展を注視する必要もあるのではないか。
C-2		地域産業への熱供給	［地域課題・ニーズ］ ・余剰熱を活かした／見越したビジネス・産業・地域づくりの検討（民間／自治体） ・施設立地周辺のニーズ（地域貢献） ［地域資源・固有価値］ ・木質バイオマス ・発電所の蒸気・排気 ［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・新たな熱源を見越した農業ハウスの公共による誘致 ・既存周辺農家・漁協施設への供給による地域貢献	［新たな価値創造］ ・加温ハウスでの栽培により付加価値の高い農水産物の生産・品質の向上 ・観光農園としての魅力向上 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・外部からの化石燃料（灯油や重油）への支払い減少 ・生産コストの削減 ・周年雇用の新規創出	タ）経済性の確保のため、また、地域資源の持つエネルギーを最大限活用するためには、熱の活用が求められるが、地域暖房が普及していない日本では既存の熱需要は限られている場合も多いと考えられ、地域内での熱需要の構築が必要となる。	産業誘致型の立地選定プロセスの採用支援を行えないか。

3）地域ユーティリティ産業連携モデル

No.	（参考）モデル案図書での記載事項			現状とのギャップや課題（障壁、制約等）	対応策
	主な取組	アプローチ・着眼点	期待される効果		
D	［処理］メタン発酵+焼却（コンバインドシステム）				
D-1	コンバインドシステム（メタン発酵＋焼却）など	［地域課題・ニーズ］ ・市街地におけるバイオマス資源の活用 ［地域資源・固有価値］ ・エネルギー回収面から乾式メタン発酵による対象物の拡大 ・下水道での湿式メタン発酵による下水汚泥と生ごみ等を混合処理	［新たな価値創造］ ・電力系統への柔軟性供給 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・発生するメタンガスの有効利用 ・発酵残さの効率的な焼却 ・エネルギー回収量増加に伴う下水道施設維持管理費の削減（＋ごみ焼却施設等の維持管理経費削減の可能性） ・肥料の無償提供、販売 ・PFI 事業	**【地域で多面的な価値を発揮できる立地】** イ）都市計画運用指針や建築基準法において、メタン発酵施設が該当し得る汚物処理場やごみ焼却場は工業系の用途地域に設置することが望ましいとされており※12、集客・交流施設の併設や民生系需要へのエネルギー供給の観点からは制約となり得る。その一方で、「令和元年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る検討調査委託業務」の第１回シンポジウムにおいては、工業団地では実態として立地が認められにくいことが多いのではないかとのフロアからの御発言※18があった。 ※農業連携モデルにおけるメタン発酵施設の課題ル）と同様の課題	地域に多面的価値を創出する観点からは工業系の用途地域に必ずしも限定されるものではないことが何らか明確化されていくことが必要ではないか。
				【地域資源の一体的処理に係る留意点】 ロ）処理施設において、一般廃棄物に限らず産業廃棄物の受け入れも行う場合、二重の都市計画決定が必要となる。※20	設置段階から、継続的な運営を見据え将来的な可能性も含めた諸条件の整理と計画の策定が必要となる。
				【下水処理との連携】 ハ）メタン発酵と下水処理との連携において、排水処理された後の脱水汚泥は焼却処理に限らず利活用されることが望ましい。肥料原料、固形燃料、セメント原料等、利活用途には複数の事例がある。資源循環の観点からも、例えば肥料として全量利用できると望ましいが、それが可能な地域は限られる。	地域の特性に応じた資源循環型の施設整備が財政面でも相対的に有利となりやすい支援（交付金の在り方）が望まれるのではないか。
D-2	バイオガスを都市ガスへ	［地域課題・ニーズ］ ・脱炭素社会においても面的ガス供給を継続する地域では、CO2 フリー水素を原料として用いるなどの対策が必要となる見込み ［地域資源・固有価値］ ・メタン発酵で得られたバイオガスのCO2フリー水素の原料（の一部）として活用	［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・外部からの化石燃料（ガス）への支払い減少 ・地域の既存の都市ガスインフラの維持	【都市ガスへの供給のコスト面での優位性】 ニ）メタン発酵施設からの都市ガスへの供給事例は少数存在するものの、都市ガス側の受入条件が厳しい場合は、バイオガスの精製コストが増大している可能性がある。一方で、バイオガスを発電利用すれば FIT 売電も可能である。これらの収支面から、都市ガスへの供給が選択されるケースが少なくなる可能性が考えられる。	都市ガス供給施設に近い立地が条件となる可能性があるが、バイオガスの卒 FIT 後の活用方法として考えられるのではないか。CO2 分離を含む技術の進展・低コスト化も期待される。今後の検討のためには、都市ガス分野でもカーボンニュートラル化の必要性がある中で、バイオマス受入拡大方策をどのように考えておられるかヒアリングすることも考えられる。
D-3	地域熱供給など	［地域課題・ニーズ］ ・大気汚染防止（当時） ・下水熱の冷却が必要 ［地域資源・固有価値］ ・暖房･給湯の脱炭素化を面的熱供給で実現する地域ではタービン排気は有望な熱源 ［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・開発を契機とした排熱利用の合意形成 ・民間企業との熱連携を自治体が要望	［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・外部からの化石燃料への支払い減少	【熱需要の確保】 ホ）地域資源の持つエネルギーを最大限活用するためには、熱の活用が求められるが、地域暖房が普及していない日本では既存の熱需要は限られている場合も多いと考えられ、地域内での熱需要の構築が必要となる。	立地選定プロセスの支援を行えないか。開発等を契機とした排熱利用の合意形成を図り、廃棄物処理施設と熱利用先を一体的に構築することも考えられる。

No.	（参考）モデル案図書での記載事項				現状とのギャップや課題（障壁、制約等）	対応策
		主な取組	アプローチ・着眼点	期待される効果		
D-4		廃棄物発電の地域での利用	［地域課題・ニーズ］ ・停電等のエネルギー供給途絶時の事業継続リスク ［地域資源・固有価値］ ・防災拠点等の外部へ自営線等で送電することで、系統停電時にも地域への電力供給を継続する電源の一つとなり得る可能性	［新たな価値創造］ ・蓄電池（例：EV の交換式バッテリ）や熱供給との組合せで柔軟性供給 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・外部の電力への支払い減少（近傍への電力供給は、託送（系統利用）よりも安価に実現できる可能性）	【分散型エネルギーの統合制御】 へ）欧州、特に北欧においては、タービン排気熱や更には排ガス潜熱を用いることで発電犠牲を最小化した面的大量熱供給は珍しくないが、我が国では非常に限られる。実施している事例でも、従来は発電効率の最大化が志向されており（現在の交付金制度ではエネルギー回収率として熱も合わせた評価）、供給温度が比較的低めに固定されている可能性も考えられる。本来はより高温化すれば、熱供給の低炭素化を促進し得る場合もあり得たのではないか。 ト）再生可能エネルギー導入に伴い電力卸売市場価格の変動が増していくことから、電力市場価格と連動して熱供給との間で蓄熱槽の活用なども含め送電量のバランスを変えていくことで電力系統への柔軟性を供給でき、地域エネルギーシステムとしての最適化が図られる可能性がある。	廃棄物発電余熱・排熱による地域熱供給の地点数は国内では既に縮小傾向にある。例えば、団地の更新などと併せた導入検討などを提案していけるような方法が必要ではないか。 現在の FIP 制度運用の検討状況では、FIP 対象となる規模要件がバイオマスは比較的に大きい可能性があり、FIT 以上に経済性が確保できる方策の検討が必要。

4）地域製造業連携モデル

No.	（参考）モデル案図書での記載事項			現状とのギャップや課題（障壁、制約等）	対応策
	主な取組	アプローチ・着眼点	期待される効果		
E	［処理］固形燃料化施設				
E-1	ごみ燃料化（炭化や発酵乾燥など）	［地域課題・ニーズ］ ・最終処分場の逼迫（埋立量の削減） ・排水クローズドの必要性 ・エネルギーコスト上昇リスク ・環境負荷が高い化石燃料使用による企業価値低下リスク ［地域資源・固有価値］ ・ごみ ・RPF 工場 ・下水汚泥（ごみとの一体処理） ［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・燃料又は燃料原料の供給先との連携	［新たな価値創造］ ・地域産業の低炭素化 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・外部からの化石燃料（石炭等）への支払い減少	**【安定した需要先の確保】** イ）生成した固形燃料は近傍だけでなく、多少遠方の需要先でも使用可能であるが、化石燃料代替として使用する安定した需要先の確保が条件となる。小さい需要先だとメンテナンス期間等の影響を受ける可能性がある。（供給側のごみピット、固形燃料サイロの容量、または受入側のサイロで吸収する必要がある。）	複数の供給先を確保することができれば事業運営上のリスク低減に繋がる。また、工場や発電所以外に、燃料代替となる利用方法（ハウス加温、鶏糞バイオマス混焼等）があると望ましく、利活用検討支援を行うことも考えられるのではないか。
				【処理方式選定時の留意点】 ロ）RDF 燃料化施設は、近年の建設実績や事故事例等から、処理方式としての採用が見送られる傾向にある可能性がある。なお、既存の施設も、RDF 発電所の廃止等に伴い、減少していく可能性がある。	西海市（炭化）、三豊市（発酵乾燥による RPF 原料化）などの新たな方式による事例も出てきているところ、実績の調査・確認等を進め、情報を普及していくことが考えられる。
F	［施設］焼却施設				
F-1	工場への蒸気供給	［地域課題・ニーズ］ ・蒸気の有効利用 ・地域貢献 ・エネルギーコスト上昇リスク ・環境負荷が高い化石燃料使用による企業価値低下リスク ［地域資源・固有価値］ ・ごみ焼却施設からの余剰蒸気（当初）・抽気蒸気を民間工場へ供給 ・民間の石炭火力発電からの抽気蒸気を民間の複数工場（酒造）へ供給 ・利用側での既設ボイラ（バックアップ） ［相互連携・ﾊﾟｰﾄﾅｰｼｯﾌﾟ］ ・隣接する民間工場からの余剰蒸気活用の提案 ・立地する石炭火力発電側から提案があったのではないか	［新たな価値創造］ ・地域産業の低炭素化 ［地域経済循環、地域ビジネス促進］ ・高温蒸気の需要へボイラ発生蒸気を供給すれば、化石燃料使用量を発電よりも削減可能。（タービン発電機を省略できれば経済性も更に向上するが、蒸気需要の安定的確保が課題）高温熱需要と焼却施設が近傍に立地することが前提	【国内事例の普及】 ハ）国内の清掃工場では、現状、焼却熱の工場利用の事例はほとんどなく、コンセプト自体が普及していないため選択肢に上がることが少ない。	蔚山の事例がある韓国においても焼却熱の工場利用のコンセプトは普及しておらず、実現には、地道な意識啓発活動、清掃工場利害関係者への説明、低コスト化を実現するビジネスモデルの知識・ノウハウの集約を継続することが必要であった経緯があり、これら普及促進策の支援をしていくことが必要ではないか。※21
F-2	災害廃棄物の受け入れ	－	－	【エネルギー回収の観点からの災害廃棄物処理の在り方】 ニ）焼却施設では、国の方針を踏まえて一律 10%程度を災害廃棄物処理能力として施設規模に計上していることが多い。このことが、近年のごみ減量と相まって低負荷処理に繋がり、エネルギー回収の向上余地が生まれている可能性がある。	災害の規模に応じて、災害廃棄物処理の体制等は変化すると考えられる。平時のエネルギー回収の考え方を踏まえて災害廃棄物処理の方針に反映していく余地があるかを検討することが考えられる。

※１　例えば、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課「廃棄物処理施設の発注仕様書作成の手引き（標準発注仕様書及びその解説）　バイオガス化施設（第２版）」（平成２５年１１月）では、「７　非常用発電装置（必要に応じて設置）　受電系統の事故等による停電時において、保安用として、施設の安全を確保できる容量を持つ非常用電源設備を必要に応じて設備する。〔解説〕停電のため受電できなくなった場合は、法令に基づく非常用設備を除いては、必ずしも施設の運転を維持する必要はなく、安全に運転を停止できればよい。」と示されている。

※２　「委員から、電源によっては、ブラックスタートできる設備構造とするために大きなコストを要するものもあることから、地域における電源車の配備・活用など、費用効率性を踏まえたレジリエンス確保の在り方を検討する必要があるとの意見があった。こうした意見も踏まえつつ、事務局が業界団体等に追加的にヒアリングを行った結果、バイオマス発電などの一部の電源では、発電所が完全には停止していない状態であれば、再度自走できるより低コストな技術方式（自励式）が存在している、との結果が得られた。こうしたヒアリング結果も踏まえながら、電源ごとの特性に応じて、追加的に要するコストや詳細の要件について、今後検討を深めていくことが必要である。」（出典：「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針　メタン発酵系バイオマス編」P.13）

※３　「災害対応時の施設としても期待されているが、地震被害時の北海道でのブラックアウトの発生、停電時にメタン発酵発電が地域の電力として利用できない等、接続容量不足の問題以外にも系統の課題が大きいことが明らかになった。」（出典：バイオガス事業推進協議会「バイオガス発電事業の現状と要望」P.4、第 39 回調達価格等算定委員会、平成 30 年 10 月 24 日）

※４　北海道上士幌町「上士幌町地域マイクログリッド構築マスタープラン作成事業報告書」（令和２年３月）

※５　停電時にも地域へ電力供給を行うための取組として、マイクログリッド整備がある。マイクログリッドは、特定のエリア内で発電所等の電力供給源と配電網設備、消費設備が揃っており、一つの電力網として完結しているものを指す。

※６　中村修「肥料・エネルギー・雇用を生む　ごみを資源にまちづくり」（2017 年 8 月 25 日）

※７　一般社団法人　地域環境資源センター「消化液の肥料利用を伴うメタン化事業実施手引」（平成 28 年３月）（http://157.205.173.52/biomass/topics/methanetebiki02.pdf）

※８　令和元年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る検討調査委託業務　大木町ヒアリング結果

※９　一般社団法人地域環境資源センター「消化液の肥料利用を伴うメタン化事業実施手引　報告書」（http://157.205.173.52/biomass/topics/methanetebiki_houkokusho01.pdf）で行われているメタン発酵施設へのアンケート調査において、消化液利用を行っていない施設の課題として「液肥利用の理解不足」が挙げられている。

※10　令和元年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る検討調査委託業務　みやま市ヒアリング結果

※11　一般社団法人地域環境資源センター「消化液の肥料利用を伴うメタン化事業実施手引　報告書」（http://157.205.173.52/biomass/topics/methanetebiki_houkokusho01.pdf）

※12　中村修「生ごみリサイクル基礎講座 第 18 回 メタン消化液Ｑ＆Ａ」（月刊廃棄物 2016 年 10 月号,日報ビジネス（株））
農林水産省「肥料等を生産・販売する皆様へ　有機農産物の JAS 規格別表１」（https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/attach/pdf/yuuki-45.pdf）

※13　都市計画運用指針では、「汚物処理場」（都市施設を定めた都市計画法（昭和 43 年法律第 100 号）第 11 条では「汚物処理場、ごみ焼却場」などの文言となっている。）などは、市街化区域及び用途地域が指定されている区域においては、工業系の用途地域に設置することが望ましいと示されている。
また、建築基準法第 51 条では、都市計画区域内では、卸売市場、火葬場又はと畜場、汚物処理場、ごみ焼却場その他政令で定める処理施設（＝ごみ処理施設、産業廃棄物処理施設）の用途に供する建築物は、都市計画でその敷地の位置が決定しているものでなければ、新築又は増築できない。ただし、特定行政庁が都市計画審議会の議を経て、その敷地の位置が都市計画上支障がないと認めて許可した場合は建築可能であるが、実際の許可基準においては、工業地域等において建築することを基本とし、住居系又は商業系の用途地域には建築しないこととされている場合もある。（ただし、焼却を含むごみ処理施設の場合は処理能力 3 千人（住宅団地内施設は 1 万人）以下の規模の施設は対象外）
清掃法（昭和 29 年法律第 72 号）（定義）第３条　この法律で「汚物」とは、ごみ、燃えがら、汚でい、ふん尿及び犬、ねこ、ねずみ等の死体をいう。http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_housei.nsf/html/houritsu/01919540422072.htm
廃棄物処理法（昭和 45 年法律第 137 号）（定義）第２条　この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であつて、固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによつて汚染された物を除く。）をいう。

※14　パシフィックコンサルタンツ株式会社、一般財団法人日本環境衛生センター「令和元年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る検討調査委託業務 報告書」（令和 2 年 3 月）

※15　国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマスエネルギー地域自立システムの導入要件・技術指針」（平成 29 年９月）

※16　既存の焼却施設で混焼処理をする場合、鉛弾除去が不要であり捕獲者の負担も軽減される等のメリットがある。一方、不完全燃焼を防止するために残滓の裁断が必要となり、粗大ごみ用の破砕機を使用している例があるが、血液の飛散防止のために冷凍設備が必要である等のコストが発生する。（国環研・農研機構・宇都宮大・森林総研「有害鳥獣の捕獲後の適正処理に関するガイドブック」（2019 年 11 月）https://www-cycle.nies.go.jp/jp/report/pdf/choju_t

ekisei_guidebook.pdf）
※17　メーカーヒアリング結果
※18　パシフィックコンサルタンツ株式会社、一般財団法人日本環境衛生センター「令和元年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る検討調査委託業務 報告書」（令和 2 年 3 月）
※19　一般財団法人 日本環境衛生センター、公益財団法人 廃棄物・３Ｒ研究財団「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」（平成 27 年 3 月）
※20　自治体ヒアリング結果
※21　大西悟「韓国・地域 EIP センターが促す焼却熱の工場利用の実態」廃棄物資源循環学会誌、30(4), 2019 より

（3）普及促進方策の検討

現状の一般廃棄物処理システムの整理、及び地域循環共生圏を支える社会・経済面の基盤のイメージの設定を行った上で、その間に生じる障壁・ギャップを抽出し、移行する上での共通的・基盤的な課題を整理した（図 III-３参照）。これらの整理を踏まえ、望まれる方向性の設定、環境省の現在の取組例の整理を行った上で、考えられる普及促進方策の例を挙げた（図 III-２参照）。

「政策形成プロセス」面では、現在の一般廃棄物処理基本計画の目標年次がおおむね 15 年先に置かれる中、一般廃棄物処理基本計画策定時又は前段階として、目標年次をおおむね 30 年後に置く長期構想の必要性等について記載し、一般廃棄物処理基本計画の在り方の見直し等について考えられる普及促進方策を記載した。

「人材」面では、地域循環共生圏の形成に向けた市町村の役割（地域におけるコーディネーター）や都道府県の役割（市町村等と連携・協働して実現を支える）を例示した上で、地域循環共生圏形成に果たす市町村の役割等の明確化や、人材育成や人的ネットワーク形成の視点を組み込んだ事業等、考えられる普及促進方策を記載した。また、省庁間連携の重要性、市町村における庁内横断的連携の必要性についても記載した。

「制度・仕組み」面では、資源・エネルギーの需給マッチングが適切に行われるなどにより、廃棄物処理施設が地域に便益を与える施設として認識され積極的な誘致が行われる仕組みとなるよう、国による施設整備支援（交付金）における要件の見直し等の制度面について、考えられる普及促進方策を記載した。

「推進主体」面では、積極的な民間活用を念頭に置き、事業の運営主体及び役割についても地域循環共生圏形成と併せて検討していくことの必要性を記載した上で、地域循環共生圏形成における日本型の官民連携のモデル構築に向けた普及促進方策の必要性等について記載した。

望まれる方向性

資源・エネルギー利活用側との連携（需給マッチング）が必要

連携する地域産業に関連性の深い部局やまちづくりを担当する部局などとの**庁内横断的連携が必須**ではないか。

施設整備では、用地選定段階や処理方式選定段階において、**資源・エネルギーの回収と地域産業との連携が重視される必要**。

立地する地域に便益をもたらす施設であることによって、積極的な誘致が行われる施設となることが理想的。（便益の在り方は多様でありうるのではないか。）

焼却施設等を保有する自治体では、**更新タイミングを捉えた処理システムの在り方の見直し**が有効。→長期的な視点が必要。

循環資源の性状等に応じた処理を適切な規模で実現していくことが必要

３Ｒが有利となる市町村のごみ処理施策が前提となる必要。
・事業系廃棄物の受入方針や料金設定
・リサイクル事業に対する許可の考え方 など

循環資源の種類等に応じて**市町村境界を超えた統合管理や一体的処理も可能とする受け皿**が必要。
（同時に市町村による適正処理体制の確保が必要）

広域化・集約化の取組とあいまった将来像の検討が必要。

市町村の役割・地域におけるコーディネーター

都道府県の役割：市町村等と連携・協働して実現を支える

事業の運営主体及び役割についても併せて検討していくことが必要

事業の運営主体について

■広域化・集約化通知では、広域化・集約化の方式（体制）として以下の6種を提示
①組合設立　②ごみ種別処理分担　③大都市受入 ④相互支援
⑤他のインフラとの連携　⑥民間活用

・民間活用（民間主体）では、空間的にも、循環資源の統合処理等でも柔軟な対応が図りやすく、また、出資等による関係者の事業参画もしやすいと考えらえる一方、地域住民からの信頼や撤退等に対する適正処理体制の確保が課題。
・欧州では市町村がガバナンスを確保した公的企業(集団)が廃棄物処理を含む各種事業を実施していることは知られているが、日本の経緯や現状とは相違。
・**地域循環共生圏形成のための日本型の官民連携モデル**の構築のための調査研究や意欲ある地域・主体を支援していくプロジェクトが必要ではないか？
（※処理システム脱炭素化業務での調査成果等も参考とした。）

環境省（一般廃棄物処理分野）の現在の取組例

■廃掃法基本方針(H28.1.21)：「エネルギー源としての廃棄物の有効利用等を含め、**循環共生型の地域社会の構築に向けた取組を推進**」を基本的な方向で示している。
※地方公共団体の役割として、資源・エネルギー利活用先との連携にまでは（具体的には）触れられていない。

■ごみ処理基本計画策定指針(H28.9.15)：「エネルギー源としての廃棄物の有効利用等を含め、循環共生型の地域社会の構築に向けた取組を推進する。」という廃掃法基本方針と全く同じ記述（留意事項の提示）にとどまり、**具体的にはどうするかの記載はない**。
※「**10～15年の長期計画**」とされている。

■整備計画(H30.6.19)：「第四次循環型社会形成推進基本計画に掲げられた地域循環共生圏の考え方も視野に入れ、地域の特性や循環資源の性状等に応じて」「地域のエネルギーセンターとしての活用、廃棄物エネルギーを利用した産業振興、災害時の防災拠点としての活用、循環資源の有効活用の中心的施設としての強化、環境教育・環境学習の場の提供など、地域循環共生圏の核として機能しうる、地域に新たな価値を創出する廃棄物処理施設を整備」
「このような施設整備の推進に当たっては、地方公共団体、民間事業者、地域住民が積極的に参画し、**関係主体が一体的に検討できる事業体制を構築することが効果的**である。さらに、**工業団地や農業団地の造成・誘致事業などとの連携を積極的に進める**とともに、地域への価値創出の効果について明らかにすることで、**産業誘致型の立地選定プロセスを採ることも考えられる**。」

■広域化・集約化通知(H31.3.29)：「広域化・集約化により」「社会インフラとしての廃棄物処理施設の機能を一層高め、地域の特性や循環資源の性状等に応じて、地域循環共生圏の核となりうる施設整備を推進するなど、地域に新たな価値を創出する廃棄物処理システムを構築していく」
「**20～30年後の人口**及びごみ排出量等を予測し、考慮した上で、計画策定を行うこと。」

■交付金制度
・人口・面積要件：5万人又は400km2以上（沖縄県、離島地域、奄美群島、豪雪地域、山村地域、過疎地域を除く。）
・焼却施設の場合：規模に応じたエネルギー回収率等を要件として**エネルギー回収設備への交付率1/2**
・４つの要件の追加
①PFI等の民間活用
②ごみ処理の広域化・集約化
③一般廃棄物処理会計基準の導入
（※浄化槽市町村整備推進事業では公営企業会計の検討）
④廃棄物処理の有料化
■電気・熱の利活用は設備やFSへの**補助金**メニューが存在

考えられる普及促進方策の例

国による情報提供・共通的課題への対応

■ビジョンの提示（モデルのブラッシュアップ・解説の充実、参考事例）
■オープンな基礎データ・ツールの提供（循環資源や需要の分布状況等）

■共通的課題解決
・省庁間連携を通じた対応（制度上の不明点や改善点の確認・共有等）
・需給連携を中心とした課題解決のための調査検討・地域実証
・普及促進方策に関する継続的調査・研究

■人材育成や人的ネットワーク形成の視点を組み込んだ事業
・自治体における専門人材育成計画を前提とした支援
・自治体間の人的交流や支援組織と連携した取組への支援
・取組に参画する若手研究者の派遣や民間企業の参画体制の構築支援

自治体の政策形成（計画）プロセスの見直し

■地域循環共生圏形成に果たす市町村の役割等の明確化
・コーディネーターとしての市町村の役割が期待されることを明確化。
・地域循環圏の考え方の一層の明示。

■「一般廃棄物処理基本計画」の在り方の見直し
・現在のフォアキャスト型の計画期間15年間にとどまらず将来的な理想像を議論できるよう、**長期のビジョン・構想を設定する**こととし、バックキャスティング的なアプローチを導入する。
・ビジョンの構築では、資源・エネルギーの潜在的な利活用主体も含む関係者との意見交換も踏まえて、**幅広い選択肢を検討**することとする。
・複数の市区町村による共同策定ができることを明確化する。（一部事務組合を形成していない場合でも）
→広域化・集約化に向けた都道府県を含む取組と連動性向上
・他行政計画と連携（地球温暖化対策、都市計画、農林商工分野等）

国による施設整備支援（交付金）における要件等の見直し

■「～～連携型施設」といった要件化も有効と考えられる面もあるが、可能・適切か？
■正味のエネルギー収支の効率評価に転換
〇分子：回収量ではなくネットの利活用量（外部への供給量）を評価？
・所内のエネルギー使用量を差し引いた評価
〇分母：廃棄物を低位発熱量ではなく高位発熱量で評価?
・含水率に応じた技術を適用することが優位に評価される可能性?
■計画・設計値だけではなく**運用実績のモニタリング**
■追加された４要件に示されるような**望まれる方向性の追求**
■焼却施設の立地状況と人口分布を踏まえた**人口・面積要件の再検討**

先導的モデル地域の支援

全体的底上げの推進

2050年脱炭素化社会の実現

地域循環共生圏を支える社会経済面の基盤の将来イメージ

●推進主体　●人材
●政策形成のプロセス　●制度・仕組み

■地域循環共生圏を支える推進主体と人材
・市町村は、地域循環共生圏形成の観点から地域内のコーディネーターとして活動し、処理施設の整備・運営は、関係する市町村によるガバナンスが働く専門的組織などにより実施されていることで、地域循環共生圏を構成する市町村の統括的責任を前提とした適正処理システムを確保しつつ、資源・エネルギーが高い効率で回収され、地域ビジネスのための利活用が実現している。
・地域の特性や循環資源の性質に応じて、最適な規模で循環させていくことにより、重層的な循環型の地域づくりを進めていく地域循環圏の考え方に基づき、地域間連携を支援・牽引する役割を都道府県が果たしている。
・地域内では、関連分野を学んだ人材が、実務も通じてそれぞれの専門性を高めつつ、協力し合い活躍している。
・回収された資源・エネルギーを地域ビジネスのために活用するプレーヤーが活躍している。
・地域金融機関は、自治体等と連携し、地域資源の活用や地域課題の掘り起こし解決に、関与・協力している。

■地域循環共生圏に向けた新たな政策形成プロセス
・行政区域や既存の分野領域に捉われない地域の望ましい未来（長期のビジョン・構想）を描きつつ、地域資源の種類や量に応じた適正な廃棄物処理システムを構築するために、バックキャスティング手法とフォアキャスティング手法を併用した政策形成が行われ、そのプロセスの中で共に地域循環共生圏形成を目指す多様な主体との対話や連携が生まれている。
・地域住民との対話や関連部局との庁内横断的連携を通じ、地域産業との連携やエネルギー回収、にぎわい施設の活用など幅広い視野でごみ処理施設の利活用が検討され、ごみ処理施設は立地する地域に便益をもたらす施設と認識され、積極的な誘致が行われている。
・自治体の政策形成プロセスでは、継続的に同伴し、きめ細かい支援を行う中間支援組織等が存在している。

■地域循環共生圏形成を後押しする制度・仕組み
・資源・エネルギーを積極的に回収し、利活用しているシステムが経済的に有利となる制度が構築されている。
・専門性を有する人材の雇用・育成・配置に対する手厚い支援など、地域循環共生圏づくりに積極的に取り組もうとする自治体を支援する制度や体制が整備されている。
・税収に加え、国による財政的支援は引き続きイニシャルコストの重要な資金源となるが、ESG投資がビジネスチャンスと見られる社会的背景のもと、グリーンファイナンスも新たな資金源の一端を担う。

図 III-２　資源循環分野からの地域循環共生圏の形成に向けた普及促進方策の提案（たたき台）

現状

政策形成プロセス

ごみ処理基本計画策定指針※1では、**10～15年先を目標年次とした一般廃棄物処理基本計画**を、概ね５年ごとに改定するとされている。計画策定プロセスにおいては、ごみ発生の過去のトレンドと将来人口予測を踏まえた、ごみの発生量・処理量の見込みなどに基づく**フォアキャスト型での検討手法が一般的**に採用されている。

ごみ処理施設の立地は、NIMBY施設として反対を受ける場合も少なくないことから、**用地の確保しやすさを最優先とした整備も多くなされる傾向**にある。

人材

人材や支援体制の整備などの**ソフト的な支援策は、これまではあまりみられない**。（FSに対する補助金等に限定）

市町村では、事務職はゼネラリストとして頻繁な異動があるため、**専門性の蓄積や関係者との人脈形成が容易ではない**場合があるのではないか。一方、**技術職は**スペシャリストとして異動範囲が限定され知見を蓄積しやすい面もあると同時に**職務が限定的**となる場合もあるのではないか。

制度・仕組み

市町村の旧清掃部局に**比較的閉じた範囲で事務事業が行われてきた**のではないか。（※中間処理等を中心に一部事務組合等の共同事務処理形式も活用。）

専ら物以外の資源化は、個別リサイクル法の制定とともに拡大してきた。ただし、食品リサイクル法の制定にもかかわらず、**食品廃棄物の再生利用率は近年、向上傾向が見られない**。

廃棄物処理は、公営企業（地方財政法第6条）ではなく、一般会計で実施されており、**運営費用の財源は、税金が主で、有料化の状況・程度に応じて手数料で補われる**。また、このため、水道事業などの地方公営企業（地方公営企業法）とは異なり、民間企業と同様の公営企業会計を導入する必要がなく、**減価償却を含む原価計算等は義務付けられていない**。（現状では、交付金の要件として「廃棄物処理の有料化の検討」と「一般廃棄物会計基準の導入」について適用される場合がある。）

国による交付金及び地方交付税措置によって、市町村を対象として施設整備に対する財政支援がなされており、**交付金の要件等が市町村の施設整備の意思決定に及ぼす影響は大きい**。

交付金の対象は、近年、エネルギー利活用面では自営線や熱導管等にまで拡大しているが、回収資源の利用設備等については限定されている可能性がある。

推進主体

廃棄物処理法上、事業活動に伴って生じた廃棄物は排出事業者が自らの責任において適正処理せねばならず、また、市町村は一般廃棄物の処理に統括的な責任を有するものと解されているところ、実際には**市町村自らを事業主体として、収集運搬、焼却及び最終処分からなる非循環型処理を中核とした一般廃棄物の適正処理システムが全国的に構築**※2されてきた。これによって、生活環境の保全及び公衆衛生の向上が大きく進んだ。

再生利用過程は、主に民間事業者が担っているが、市町村が委託や売払いを行う対象であることが多いという意味で**受け身**である。

従前は直営が主体であったが、現在は、収集運搬の委託、DBO・長期包括による焼却施設の建設・運転など、**個別業務・施設ごとに分割・限定した民間活用が拡大**してきている。（事業系一般廃棄物の収集運搬等では許可業者も存在。）

ギャップ・障壁

焼却施設等の整備の構想から稼働までには10年以上の期間を要することもある一方、基幹的処理施設は15年以上稼働させることが通常であることから、**計画期間15年の一般廃棄物処理基本計画の中では、次期の処理システムを具体的に描くことが困難**な場合も多いのではないか。（ごみ処理基本計画とごみ処理施設整備プロセスの乖離）※3

現状や将来予測に基づく**フォアキャスト型の検討手法のみでは**、未活用の地域資源に着目し、他分野との連携のもと**理想的な将来像を描く地域循環共生圏の姿を描くことは困難**ではないか。※4

縦割り組織は当然だが、**廃棄物の適正処理に限定した視点では地域循環共生圏の構築は困難**なため、**庁内外との横断的連携が必要**ではないか。※4

頻繁な異動が、知識や経験などの蓄積を妨げることにより、新たな取組への着手が困難となり、**前例踏襲型の選択肢をとりやすい状況を生み出してしまう**可能性があるのではないか。※3

用地の確保しやすさを最優先とした用地選定は、資源やエネルギーの需給マッチングを困難とさせるのではないか。※3

人口減少、市町村の財政難、ごみ量の減少のほか、地域循環共生圏の観点からも**施設の広域化・集約化を行うことは合理的であるが**、施設受け入れの不公平感が増すことで**NIMBY感情が強まる**のではないか。※5

民間主導による施設整備は交付金の対象外のため、公共施設に比べて建設資金面で不利となる。また、**公共の焼却施設の受入料金が安価に設定されている地域では、民間リサイクルは二重に不利**となるのではないか。※3

民間主導による事業化は長期間が想定されるため、**ごみ量や質の変動、法令変更等への懸念が、事業者にとってのリスクと捉えられる可能性**があるのではないか。また、民間主導であることに対する**地域住民からの信頼醸成、事業者撤退時の処理体制の確保等は、行政にとっての新たな課題**となり得るのではないか。※6

DBOによるSPC方式は、地域循環共生圏に必要な需給マッチングを含む利活用事業の拡大や複数施設の統合的運用、事業体の継続的発展などに、やりづらい部分が生じ得るのではないか。また、ごみ量やごみ質はコントロールできないことから、契約内容によっては、売電収入が必ずしも民間事業者にとってのインセンティブとならなく、経済的メリットと取られない場合もあるのではないか。※6 ※7

課題の整理

長期ビジョン、将来像に対する課題
地域循環共生圏の形成に向けては、必ずしも行政区分や既存領域に捉われない廃棄物処理システムの構築が必要と考えられるが、次期の処理システムに向け市町村の処理施設整備の在り方を長期的な視点で描く政策形成プロセスが明確化されていないことが課題ではないか。

体制や人材に関する課題
地域循環共生圏の形成にあたっては、関連産業・分野の人材、地域の主体、地域の課題解決に取り組む専門人材等、様々な主体の参画が期待されるが、これらの連携・参画は、一般的な廃棄物処理施設整備プロセスとは異なり意識的に取り組む必要がある困難さが課題ではないか。

需給マッチングと用地選定に対する課題
廃棄物処理施設が地域にもたらす便益について、周辺住民に十分認識されず理解が共有されない状態で、用地選定の段階から需給マッチングが重視されずに進められているとすれば課題ではないか。

官民連携に関する課題
地域循環共生圏では官民連携が進むことが望まれるが、官民連携の方法としてDBOが中心になりやすい結果、運営主体として事業の範囲や期間が限定されるため、周囲への発展や利活用事業への拡大が進みにくい可能性が考えられる。一方、産業連携が必要となると、地域産業側では、連携や参加方法がわからないことが課題ではないか。

関係主体における課題等

大学や研究機関では、専門分化が進んでおり、地域循環共生圏のような**異分野連携・融合型の人材育成は容易ではない**可能性があるのではないか。学生にとっても、典型的な既存縦割での専門性を有さないことが就職で困難を生じる可能性があるのではないか。

プラントメーカー側からは、DBO案件であれば、自社が契約先として特定されるまでは需給マッチングについての具体的な調査・検討を行うことが難しい。一方、基本設計後では、需給マッチングは困難となることから、**自ら需給マッチングに係る提案を行う機会を持つことができない**のではないか。

民間コンサルタント企業は、営利企業として事業継続に必要な業務金額と採算性を確保しうる業務＝施設整備に直結した業務（施設基本計画・基本設計、発注者支援、境影響評価）の受注を優先する一方、手間の割に儲からず、なおかつ持続可能な社会への移行のための真剣さや威力も明らかではない**上位計画の策定支援等のソフトな業務は敬遠することが多い**のではないか。

※地域循環共生圏形成の観点からは、素材産業や小売業のように他にも重要な主体が存在するが、本資料では従来の一般廃棄物処理の観点から三者について記載した。

対応方針

【政策形成プロセス】長期構想の必要性
地域の資源・エネルギー循環の中核となる廃棄物処理施設の整備に向け、目標を概ね30年先に置く長期ビジョンを、新たな政策形成プロセスに位置づけていくための指針や策定支援が必要ではないか。また、既存の指針の改定などの選択肢も含め、ガイダンス等で示していくことが必要ではないか。

【人材・推進主体】体制の整備と人材育成の必要性
地域循環共生圏の担い手となり得る各ステークホルダー（行政、民間事業者、地域、プレーヤー等）が、専門知識の蓄積や取組の推進役、多様な主体間のコーディネート等、必要な役割を分担して担うことができるような体制の整備と人材育成に対する支援が必要ではないか。

【制度・仕組み】便益を与える処理施設である必要性
地域産業との連携などにより多面的価値が発揮されることで、処理施設に対する地域の受容性が上がることが望まれるため、そのような取組を強力に推進するための支援が必要ではないか。

【推進主体、制度・仕組み】官民連携推進の必要性
資源・エネルギーの利活用や地域ビジネス等の観点からも、民間事業者の積極的な参入を喚起できるような仕組みづくりを進めることが必要ではないか。

【出典】
※1　環境省「ごみ処理基本計画策定指針」（平成28年9月）
※2　295の市区町村（全市区町村数の16.9%）は、最終処分場を有しておらず、民間に埋立を委託している。（出典：環境省「日本の廃棄物処理（平成30年度版）」（令和2年3月））
※3　松藤敏彦「科学的に見るSDGs時代のごみ問題」（丸善出版、2019年）
※4　岡野隆宏「地域循環共生圏の創造（日本発の脱炭素化・SDGs構想）」（共生科学第11巻, 2020年）
※5　石村雄一・竹内憲司「ごみ処理の広域化とNIMBY問題」（環境経済・政策研究、Vol.11, No.1, pp.75-79, 2018年）
※6　浦邊真郎「廃棄物処理施設における民間活力の活用に関する動向について」（廃棄物資源循環学会誌、Vol.23, No.2, pp.125-130, 2012年）
※7　髙橋玲路「ごみ処理施設の官民連携事業における契約・法律上の問題点」（廃棄物資源循環学会誌、Vol.23, No.2, pp.154-158, 2012年）

図 III-３　資源循環分野における地域循環共生圏の形成に向けた現状・課題と対応方針

２．普及促進方策に向けたシンポジウムの実施

（1）背景と目的

気候変動の緩和が喫緊の課題となっていることを踏まえ、ごみ焼却施設におけるエネルギー回収やその利用の高度化はすでに国際的な潮流となっている。一方、我が国では、第四次循環型社会形成推進基本計画において「地域循環共生圏」の概念を前面に打ち出し、その循環系において、廃棄物の持つエネルギーや回収資源を地域産業との連携の下、地域内で有効に利用することより経済的にも持続可能な地域社会を醸成していく戦略が求められている。ここで国内において廃棄物処理施設の約半数を占めている処理能力 100 トン/日未満の中小廃棄物処理施設で発電等の廃棄物エネルギーの回収が十分に行われていないことから、環境省では中小廃棄物処理施設に適用可能なエネルギー回収の要素技術の掘り起こしとその評価に加え、「地域循環共生圏形成」を念頭に置いた地域としての成功例やその課題を考察することで、国内での回収モデルシステムの普及加速化に向けた取組を進めている。

以上の背景を踏まえ、シンポジウムの内容は中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギーの回収促進について普及啓発を行うことを趣旨として、地方事業の支援につながるプログラムを検討し、講師については、同分野に関して豊富な知見を有する学術団体と連携を図り、環境省担当官と協議の上、決定した。環境省担当官等が資料を用いて説明を行う場合は、要請に応じて資料の作成等に協力した。

開催に先立ち、環境省、廃棄物資源循環学会等のホームページにて周知を行い、中小廃棄物処理施設における資源循環・エネルギー回収促進に係る普及啓発を目的として、一般廃棄物処理施設整備に関与する市町村担当者、地域産業の担い手等に対する説明会として三回のシンポジウムを企画し実施した。

（2）シンポジウムの概要

【第 1 回】

「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」

日時：令和 2 年 8 月 5 日（水）14：00～18：00

場所：TKP 新橋カンファレンスセンター（東京都千代田区内幸町 1-3-1）

参加者：129 名

【第 2 回】

「中山間地域から考える地域循環共生圏の可能性　－全国先進地及び京都における SDGs・資源循環分野の取り組み事例を中心に－」

日時：令和 2 年 11 月 10 日（火）13：30～18：00

場所：オンライン＆オンサイト開催

（京都府立ゼミナールハウス「あうる京北」京都市右京区京北下中町鳥谷 2）

参加者（概数）：シンポジウム会場参加 100 名

オンライン聴講 280（Zoom：180、You Tube：100）名

事前レクチャー：11 月 6 日（金）　※オンライン開催

事前レクチャー参加者（概数）：120 名（Zoom）

【第 3 回】

「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」

日時：令和 3 年 3 月 3 日（水）14：00～18：00

場所：オンライン開催

参加者（概数）：250 名（Zoom）

（3）第 1 回シンポジウム開催報告

1）趣旨・内容

ごみ焼却施設におけるエネルギー回収とその高度化は国際的な潮流となっている。環境省では、中小廃棄物処理施設に適用可能なエネルギー回収要素技術の掘り起こしとその評価に加え、「地域循環共生圏形成」を念頭に置いた国内での回収モデルシステムの普及加速化に向けた取組を進めている。本シンポジウムは、特に脱炭素化を念頭に置いた二酸化炭素、エネルギーの回収利用についての新規技術の実用化例やその課題について、最新情報の普及・啓発を図ることを目的としたものである。

2）開催概要

令和 2 年 8 月 5 日（水）午後、TKP 新橋カンファレンスセンター（東京都千代田区）にて、令和 2 年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る第一回シンポジウム「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」が環境省・廃棄物資源循環学会の共催で開催された。

聴講については、事前申し込み制 120 名（会場参加 40 名、オンライン参加 80 名）とし、当日は、国と自治体 39 名、公的機関 24 名、民間 60 名の合計 123 名の参加者があった。

吉岡敏明会長による開会挨拶ののち、環境省による地域循環共生圏に関する取組の紹介、大学によるフィードストックリサイクルの現状と展望についての解説、自治体による二酸化炭素分離回収事業への取組紹介、民間企業による技術開発・取組事例 3 例の報告、計 6 題の講演が行われた。最後に講演者によるパネルディスカッションにおいて、現在の課題と今後の展望について議論が行われた。

3）開催案内・プログラム

令和 2 年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る第 1 回シンポジウム

「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」

［主催］ 環境省、廃棄物資源循環学会

［日時］ 令和 2 年 8 月 5 日（水）14：00～18：00（受付は 13:30 より開始）

［会場］ TKP 新橋カンファレンスセンター14 階 G（東京都千代田区内幸町 1-3-1）

［定員］ 120 名（事前申込み制）、自治体関係者を優先。WEB 参加可能。

［参加費］ 無料

［プログラム］

14:00 開会の挨拶　廃棄物資源循環学会長 吉岡敏明

14:05 「地域循環共生圏形成について」 環境省廃棄物適正処理推進課 名倉良雄

14:30 「フィードストックリサイクルの現状と将来展望について」 吉岡敏明（東北大学）

14:55 「CCU 事業（二酸化炭素分離回収利用事業）の導入効果と将来計画」 前田修二（佐賀市）

15:20「さまざまな排出源からの CO_2 分離回収技術」北村英夫（東芝エネルギーシステムズ（株））

15:45 「「脱 CO_2・循環型社会」に向けた IHI の取り組み ～カーボンリサイクル技術の開発動向～」成相健太郎（（株）IHI）

16:10「化学蓄熱によるオフライン熱輸送技術の開発と今後の展開」堀井雄介（トヨタ自動車（株））

16:35 休憩

16:45 パネルディスカッション コーディネーター 酒井伸一（京都大学）

17:45 閉会の挨拶

4）講演内容報告

①「地域循環共生圏形成について」

環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　名倉良雄 氏

廃棄物処理の今後向かうべき方向性について、2050 年に向けての重要な問題として気候変動があるが、地域循環共生圏としての社会全体の動きを踏まえ、廃棄物分野では、モノ・温室効果ガスとエネルギーの取り扱いを合わせて将来を考える必要がある。廃棄物の歴史を考える際、便宜上 120 年前の汚物掃除法から法制度変遷をまとめるとわかりやすい。過去から現在の廃棄物を取り巻く状況を振り返ると、今後求められる適正処理は、処分のみではなく社会全体を包括し、取り組む内容は他分野へ広がっていくと考えられる。

第五次環境基本計画での目指すべき社会の姿として、特に「地域循環共生圏」の創造があり、この中で、物質のみならずエネルギーも循環させていくという考え方が新しい観点である。第四次循環型社会形成推進基本計画にも同様のキーワードが見られ、加えて、災害対策・国際展開などから基本要素が構成されている。廃棄物処理施設整備計画における「地域に新たな価値を創出する廃棄物処理施設の整備」を踏まえ、環境省ではローカル SDGs という考え方に基づき、プラットフォーム事業を進めている。

一般廃棄物排出状況は、紙、厨芥、木竹草類、次いでプラスチックが 1 割である。歴史的に焼却が一般的であったが、焼却施設数も減少し大型施設の割合が増加している。廃棄物全体量、原単位ともに減少傾向にあり、一人当たり排出量も 1 kg/人日を割っている。

今後の基本的な考え方として、持続可能な適正処理の確保、災害・気候変動への対応を基礎に、地域に新たな価値を生み出す廃棄物処理として地域循環共生圏の創造を目指す。人材の確保、ICT の活用では、スマートフォンを利用した収集車の自動運転など、具体的な提案も見られている。

地域循環共生圏を踏まえた一般処理の在り方のイメージとして、4 つのモデルを示した包括的ないわゆる「曼荼羅図」を地域モデルのたたき台としており、構成要素についてもさまざまな観点から整理されている。地域の現状・要請に合わせた地域貢献型の廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏構築促進事業を行い、先行的な事例をまとめているが、今後情報を拡散、バージョンアップしていくことが重要である。

②「フィードストックリサイクルの現状と将来展望について」

東北大学　吉岡敏明 氏

2017 年末の中国の輸入規制を受け、我が国でも廃プラスチック処理体制に関して緊急の対応が迫られている。欧州では 2 割程度がリサイクルされ、地域としてみたエネルギー回収率は非常に高く、個々の施設で対応している日本と対照的である。日本の状況では、メカニカルリサイクルについて国内処理が 60 万 t、150 万 t が海外に輸出されていた。フィードストック、いわゆるケミカルリサイクルの 40 万 t と合わせると同様に 2 割程度となる。

リサイクル率の向上に最も期待すべきは化学産業を利用したケミカルリサイクルの推進だと考える。現在のリサイクルでは製造業へ負荷をかけて戻しているが、上流域である石油精製、石油化学への新たなリサイクルルートの展開が不可欠である。

また、分留した原料を分解・精製する様々なルートがあるため、既存の設備を上手に使うことによって新しい負荷を最小にすることが可能である。一方、海外ではリサイクルはここ数年でメカニカルからケミカルへシフトし、従来技術の転用、関連技術の開発、投資が盛んに行われ、コスト推計もさ

れ始めている状況である。

我が国のプラスチック資源循環戦略では、マイルストーンの一つとして 2030 年までのバイオマスプラスチック約 200 万トンの導入を記載している。生分解性プラスチックとバイオベースプラスチックは海洋プラスチック問題と CO_2・エネルギー問題に対応する縦軸横軸の関係にある。バイオベースプラスチックに使われるバイオマスは現在非常に限られた種類であり、技術開発のハードルは高いが対象を広げていく必要がある。オイルリファイナリーからバイオリファイナリーへの転換の際、地域内での利用・資源化により効率が向上する。既存施設利用による地域特性をいかした事例の蓄積が重要である。

③「CCU 事業（二酸化炭素分離回収利用事業）の導入効果と将来計画」

佐賀市　前田修二 氏

周辺住民からの受容には地道・丁寧な対応と、説得できる合理的な施設設計・運営計画が必要である。佐賀市バイオマス産業都市構想では、既存の環境施設を最大限に活用した事業展開をコンセプトの一つとしている。下水浄化センターでは、発生メタンによる発電や、余剰汚泥の肥料化等、水質の季節管理による海苔養殖への栄養塩の供給源としての処理水の利活用を行い、生産量 17 年連続で全国一を達成している。清掃工場では、バイオディーゼル燃料、発電、プール等の余熱利用を行っている。

CCU 事業立ち上げについて、回収 CO_2 の安全性と排ガスへの技術的対応、コストの検証について実証実験をやり遂げる必要があった。平成 25 年に試験装置、平成 26 年に植物工場を設置し、東芝、九州電力、荏原環境プラントとの共同研究体制で実証実験を行った。

植物工場では CO_2 の施用により 1.5 倍の重量増が実証され、食品分析及び作業環境分析により安全性も確認された。現在の CCU プラント（10t/day）は、環境省補助を受け 2016 年 8 月から稼働している。排ガスの一部から CO_2 を分離回収し、食品添加物基準をパスした 100％純度の CO_2 ガスを貯留、パイプライン供給を行っている。供給先は、独自の技術を持つ事業者が多く、最初の供給先企業は藻類を培養し、有効成分アスタキサンチンを抽出して、サプリメントや化粧品に配合、ブランド化している。耕作放棄地活用や再生可能エネルギーによる地方活性化を目指す企業は、バジルの縦型水耕栽培を行い、地元高校とコラボ商品を開発するなど、人材育成の観点でも貢献している。全農 SAGA は、大規模多収技術により胡瓜の全国最高収量を目指している。今後も誘致を進めるが、住民からの励ましの意見なども聞かれるようになった。

CCU 事業導入における技術面・法制面での留意点について、排ガスに関わる法規制への対応や、排ガス組成変動への技術対応、高圧ガス保安法などのガスの取り扱い、洗浄度の評価系構築などが挙げられる。また、需要が日中に限られているため、事業拡大には夜間需要者、もしくは貯留方策が必要である。これからの焼却施設は、廃棄物資源化拠点として再構成を行い、市民意識の変化を定着させ、産業を巻き込んだ行動へつなげる運営が重要である。

④「さまざまな排出源からの CO_2 分離回収技術」

東芝エネルギーシステムズ（株）　北村英夫 氏

CO_2 の地中貯留に関する EU 指令（2009 年）の内容を受けて、開発研究が始まった。近年では、有効利用 CCU が推進され、CCUS として利活用も含めて技術開発を進めている。

エネルギー分野での 2060 年までの CO_2 削減シナリオとして、CCS の貢献は 3 位（14％）と予測さ

れている。排出源として、石炭火力発電対応が最も重要であるが、インセンティブが少なく検討に留まる段階である。一方、産業部門では、プロセスそのものが CO_2 を排出するため、対策に危機感を持つ側面もある。

CO_2 分離回収方式には、既存施設の煙突前から回収する燃焼後回収方式、空気分離器により酸素のみで燃焼させる酸素燃焼方式、ガスタービン・コンバインドサイクル発電（GTCC）に特化した燃焼前回収方式があり、それぞれ利点と課題がある。東芝では、燃焼後回収方式・化学吸収を採用し、技術開発を行った。関連会社運営の三川発電所内に 2009 年にパイロットプラント（10t/day）を建設し、開発技術について、溶液・材料評価、運用性等含め多角的な総合評価・検証を行っている。プラントの特徴として、ガス濃度の調整機能を備えており、さまざまな排出源を想定した検証が可能である。

本技術について、試験装置を含め 5 件の納入実績があり、産業界、海外を含めたさまざまなフィージビリティスタディなどの取組も展開中である。2 例を紹介する。佐賀市では、小規模試験設備の実績から稼働確認のみならず PA（public affairs（広報））を進め、その後、本施設を納入する方式とした。もう一例は、環境配慮型 CCS 実証事業（環境省）である。これは、18 機関が参加し、東芝が三川発電所内に大型実証プラントを建設、分離・回収技術の実証を行い、17 機関が政策・社会的合意・輸送・貯留なども包括した我が国に適した CCS 導入手法を取りまとめるものである（2016-2020）。また、三川発電所は、2017 年に行われた改造改良により、バイオマス燃料での CO_2 回収も可能となり、貯留まで実施されれば世界初の発電所適用 BECCS（Bio Energy with CCS）事例となる可能性もある。どのような排ガスでも、施設の大小にかかわらず貢献できる技術開発を目指している。

⑤「脱 CO_2・循環型社会」に向けた IHI の取り組み　～カーボンリサイクル技術の開発動向～」

（株）IHI　　成相健太郎 氏

CCSU での U（利用）には、EOR（石油増進回収法）のガス圧入、直接利用、カーボンリサイクルがある。IHI ではカーボンリサイクルについて、回収技術と利用技術の観点から 2050 年頃までのロードマップを作成し、さまざまな個別技術開発に取り組んでいる。今回は、オレフィン製造とメタネーションの取組について、各要素技術を紹介する。

CO_2 回収技術として、酸素燃焼・化学吸収システムを開発してきた。吸収液・充填剤の開発、各プロセスの組み合わせの検討により、事業所内パイロットプラント（20t/day）において、40%の回収エネルギー削減を実現した（NEDO 事業）。

豪州 PICA プロジェクトでは、石炭火力発電所の排ガスについて実証実験を行った。

再生可能エネルギーによる水素製造技術については、2018 年竣工の「そうま IHI グリーンエネルギーセンター」で、PEM 型とアルカリ型の水素製造設備を設置・運営している。下水処理施設、サッカー場（被災時の避難場）に隣接するこの施設は、太陽光発電、燃料電池、蓄電池、専用回線を利用した災害時対応施設としても位置付けられている。売電は行わず、さらに P2G（ガス）、P2H（熱）技術を導入し、余剰電力利用を最大化している。

有価物変換技術については、メタネーションプロセスでは触媒の高温でのシンタリング、炭素析出、不純物による活性低下の問題があるが、微細な Ni 粒子が多孔質マトリックスに包含された安定性の高い触媒を開発し、2020 年度より実証試験を予定している。CO_2 からの低級オレフィン合成において、鉄系触媒は C_2-C_4 選択性、オレフィン化率ともに高い優位性があるが、CO_2-FTO 反応に対し反応性が低いため、改良を進めている。

焼却施設から分離回収した CO_2 と、再生可能エネルギー由来の H_2 を利用した有価物変換により、

水素貯留が不要、輸送コストの削減などの利点が生じる。これら CCU 技術要素を組み合わせた最適化システムの実装に向けて、スケールアップ・実証を進めている。

⑥「化学蓄熱によるオフライン熱輸送技術の開発と今後の展開」

トヨタ自動車（株）　堀井雄介 氏

トヨタ環境チャレンジ 2050 の 6 つのテーマの中に「工場 CO_2 ゼロ」がある。グループ全体ではおよそ年間 450 万トン（2013 年度）の CO_2 を排出しており、その 35%を占める燃料使用による熱エネルギーの 36%が廃棄されている状況である。工場内熱マネジメントの考え方は廃棄物 3R と同様であり、最適化に取り組んでいる。今回、蓄熱・熱輸送技術開発について報告する。

蓄熱技術として実用化されているものには潜熱蓄熱があるが、蓄熱密度がより高く放熱ロスのないゼオライト等吸着系蓄熱材、化学蓄熱を利用した技術が開発途上にある。化学蓄熱は、Mg 系、Ca 系など複数の反応系があるが、その中で、270℃以下での蓄熱が可能であり、蓄熱密度 1.4MJ/kg 以上、爆発や臭気のリスクのない酸化マグネシウム／水系化学蓄熱材を選定し、2013 年よりシステム開発を進めてきた。2015 年に真空回転式システムで熱輸送実現化を達成したが、反応速度を上げることが課題であり、材料系とシステムの改善を行っている。今回、空気の直接反応（空気流通式反応モデル）について検討した結果を紹介する。

ラボ試験、モデル化、検証、実証機の仕様決定の後、廃アルミ溶解工場で蓄熱した熱を運搬、自動車製造工場で利用、という実証試験を行った。温度・蒸気圧条件は達成したが、反応速度に課題が残った。自社工場周辺での事業採算性を検討したところ、10 年程度での投資回収が見込まれ、CO_2 回収は年間 1,300 トン程度であった。また、関連会社間の既存の物流経路を利用し、部品とともに蓄熱体の運搬を行えば、さらにコストが下がる。今年度は、焼却施設での蓄熱、温泉の加温、水産養殖等の利用についてフィージビリティスタディを進めている。その他の展開先を考える場合、廃熱源・熱輸送事業者・熱需要先のステークフォルダーのうち熱輸送事業者に関して特に検討し、初回実装先を成功させたい。採算性向上を含め今後の展開についてまたご報告したい。

5）講演に対する質疑応答

質問票・チャットで質疑が集められ、全講演終了後、4 件の質疑に対して以下の回答が述べられた。

①CO_2 分離阻害成分は火力発電所も同様で、まず、SOx や NOx、清掃工場特有であれば塩化水素が腐食性が高く大変（北村氏）。

②蓄熱オフライン輸送コスト低減のための無人運転技術の実用化検討について、グループ会社が進めている（堀井氏）。

③CO_2 回収リサイクル施設は、後から増設が可能である。ごみ発電への影響としては、蒸気・電気供給が必要になる（北村氏）。

④CO_2 回収リサイクルの普及によるプラスチック分離回収の手間及びコストの意義の変化について、CO_2 はある意味純粋な物質であり、再利用の時点でやはり手間とコストがかかる。プラスチックの段階でのリサイクルの意義は大きい（北村氏）。マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、エネルギーリサイクルまで行った後の排ガスの CO_2 を回収・利用するという考え方が基本である（成相氏）。

6）パネルディスカッション報告

京都大学酒井伸一教授をコーディネーター（オンライン）として、6 名の講演者（会場参加：名倉氏、北村氏、成相氏、堀井氏、オンライン参加：吉岡氏、前田氏）によるパネルディスカッションが行われた。

冒頭で、酒井コーディネーターにより、全体の所感としてそれぞれ社会実装感を持つ迫力のある報告であったこと、討論は講演の内容に沿って、「廃棄物エネルギー回収方策」より概念的に広く、循環共生圏において技術の果たす役割と課題、可能性について行いたいことが整頓された。

【プラスチックリサイクル】

吉岡氏：質疑でも回答されたが、さまざまなリサイクル段階がそれぞれ重要であり、サーマルリサイクル、CO_2 回収は、最後の受け皿であるという認識。さまざまな手法・技術を準備し、地域特性にマッチングしていく。一つの手法で解決するというものではない。また単一素材の分別ルートが確立されている場合、ケミカル、サーマルではなく上位のマテリアルリサイクルを行うべきである。日本の文化的土壌、分別文化は将来へいかしておくべき重要な要素。

【CCUS の技術展開と普及】

北村氏：実装について、技術成熟度が最優先。コスト削減等限界はあるため、代替技術の開発は業界全体で進めていく。普及への壁として、CCS は規模メリットのために施設を大きくせざるを得ない、価値を生まない、法規制などのインセンティブも不十分、初期投資が膨大になる等がある。加えて、一番重要なことは、PA の問題。市民への浸透度があまりにも低い。貯留地確保を除き技術的問題はないが、環境税を使える現状ではない。

酒井氏：CCU と CCS はスケール感もコスト感も違う、何より社会認識の不足だろう、ということで結論が出てしまったが、一方、ハウス栽培や藻類生産の商品化などある意味極めて近い感覚の持てる分野でもある。CCUS の普及について、社会認識も含めて戦略をどう考えるのがよいか。

成相氏：水素の値段が下がらなければ適用が難しいが、CSR（社会的責任）目線から、企業の CO_2 ゼロを目指し、まずはコスト度外視でもよいという会社も出ている。パートナーを見つけて実証を重ねていく。

北村氏：まずは利用できるものをどんどん利用し、製品を生み出すことが第一。

名倉氏：CO_2 をめぐる全体の動きからすると、2050 年までと以降で違う世界になる。物質の世界ではカーボンが出ても有用利用を進めればよい。エネルギーの世界からすると、2100 年に向けてはカーボンネガティブが必須になる。今の段階ではまず CCU 事例を蓄積していく。地域循環共生圏を進めていく上でも、近場での農業利用は一番効率がよい。

吉岡氏・北村氏・名倉氏：U でも S でもなく CC の市民権が必要。その理解の一助として、CCU を一つの PA ツールとして CO_2 の有用性の社会的認知を進め、CCS に結び付ける。技術を浸透させるためにも実施例を広げていくことで意識を持ってもらう。

酒井氏：地域循環共生圏の展開は、幅広い分野、特に産業分野と市民・社会との接合であり、脱炭素社会論への言及もあったが、中長期的な方向性と矛盾のない取組を念頭に置いて、今後も議論を進めていきたい。

（4）第 2 回シンポジウム開催報告

1）趣旨・内容

気候変動の緩和や循環経済の実現が喫緊の課題となっていることを踏まえ、ごみ処理施設におけるエネルギー回収やその利用の高度化や多様化は、国際的な潮流となっている。また、持続可能な開発目標（SDGs）が示され、各分野において持続可能な地域やコミュニティ構築のための取組が進展している。

我が国においては、第五次環境基本計画において、目指すべき社会の姿としてローカル SDGs とも称される「地域循環共生圏」のビジョンが示された。これは、地域資源を活かし、自立・分散型の社会を形成しつつ、近隣地域と連携し環境・社会・経済について統合的に課題解決し、脱炭素と SDGs を実現しようとするものである。特に、我が国に多く存在する中山間地域にあっても、地域の持続可能性の課題解決を目指す上での示唆を大いに与えてくれるものと考えられる。他方、コロナ禍においては、こうした地域の存在価値が改めて見直されており、社会や人のグリーンリカバリーに向けて、欠かせない存在とも考えられる。

これらを踏まえ、本シンポジウムでは、京都における持続可能な地域づくりに関する取組やビジョンについて、自治体の長たちよりお話を伺った後、資源循環分野において、主に中小規模廃棄物処理施設の組み合わせによる地域循環共生圏形成への道筋について、事例発表及び討論を行うこととした。

2）開催概要

2020 年 11 月 10 日（火）午後、京都府立ゼミナールハウス「あうる京北」（京都市右京区）にて、令和 2 年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る第 2 回シンポジウム「中山間地域から考える地域循環共生圏の可能性 － 全国先進地及び京都における SDGs・資源循環分野の取り組み事例を中心に －」が、環境省：廃棄物資源循環学会の共催（後援：京都府、京都市、南丹市、京都超 SDGs コンソーシアム）で開催された。

シンポジウムに先立ち、事前レクチャーを 11 月 6 日（金）に配信した。

聴講者は概数で、事前レクチャー120 名（Zoom）、シンポジウム会場参加 100 名、オンライン聴講 280（Zoom：180、You Tube：100）名であった。

3）開催案内・プログラム

令和 2 年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る第 2 回シンポジウム
「中山間地域から考える地域循環共生圏の可能性 － 全国先進地及び京都における SDGs・資源循環分野の取り組み事例を中心に －」

［主催］ 環境省、廃棄物資源循環学会
［後援］ 京都府、京都市、南丹市、京都超 SDGs コンソーシアム
［日時］ 令和 2 年 11 月 10 日（火）13：30～18：00（受付は 12:30 より開始）
※11/6 事前オンライン講義の様子を上映
［会場］ 京都府立ゼミナールハウス「あうる京北」（京都市右京区京北下中町鳥谷 2）
オンライン（zoom ウェビナー）＆オンサイト
［定員］ オンライン 300 名、オンサイト 100 名（事前申込み制、自治体優先）
［参加費］ 無料

［プログラム］

13:30 開会の挨拶

京都府知事 西脇隆俊

環境省環境再生・資源循環局 松澤　裕

廃棄物資源循環学会長 吉岡敏明

13:45　話題提供

「資源循環分野における地域循環共生圏形成について」

名倉良雄（環境省廃棄物適正処理推進課）

14:05　先進地事例紹介

「有機系廃棄物資源化と木質系バイオマス事業への道のり」

有元　均（真庭市総合政策部）

（岡山県真庭市長 太田　昇（ビデオご挨拶））

14:35　質疑

14:45　京都の事例紹介

「SDGs 先進地・京都市における持続可能な資源・エネルギー循環に向けた取組」

門川大作（京都市長）

「バイオマス利活用先進地・南丹市「森、里、街、ひとがきらめくふるさと」を目指した取組」

西村良平（南丹市長）

15:45　パネルディスカッション

コーディネーター 酒井伸一（京都大学）

17:40　ご案内

「地域再エネを最大限導入するための体制構築に向けた令和 3 年度環境省予算事業について」

佐藤直己（環境省大臣官房環境計画課）

17:50　閉会の挨拶

廃棄物資源循環学会理事 浅利美鈴

［オンライン事前レクチャー］

11 月 6 日（金）16：00～17：00

「農業分野における地域循環共生圏の考え方と事例」

間藤 徹（京都農業の研究所（株）（京都大学名誉教授））

4）事前オンラインレクチャー内容報告

「農業分野における地域循環共生圏の考え方と事例」

京都農業の研究所株式会社　間藤徹氏（京都大学名誉教授）

生態系窒素循環中での肥料学は、土と植物のインターフェイスを学問領域としている。大気中窒素は細菌により固定されるが、多くの窒素は生ごみ、排泄物、遺体等の分解により循環している。ごみ処理の普及により、急激な人口増加を化学窒素肥料が支えてきた。化学窒素肥料は 1913 年に実用化されたが、労働生産性優先での高濃度施肥による土壌の pH や塩濃度への悪影響、播種・移植前の過剰施用による環境汚染等を引き起こす問題点がある。

アメリカでは、大型農機により液化アンモニアをそのままノズルで土中に吹き込む。一方、日本では、

尿素をポリエチレン膜で被覆した緩効性肥料が開発された。肥料焼けもなく全量を一回で与えることができ、利用率も高い。

昨今のプラスチック問題により、生分解性プラスチック利用の肥料も開発されたが、価格は非被覆肥料の 10 倍になる。環境保全費用を誰が負担するかといった状況下、堆肥の展開のため牛糞堆肥の製造を開始し、生育評価試験を行ったが、小松菜ではほぼ効果がなかった。メタン発酵の廃液である消化液を稲作に試用したところ、化学肥料に比し 2 割減程度で収穫できた。循環系維持のために化学をうまく利用しながらも、廃棄物中の窒素を再利用して化学的固定を減らすことが必要であり、それこそが有機農業の価値である。

【質疑への回答・ディスカッション】

実は、日本の農業はプラスチックに大きく依存している部分があり、日本人は器用だが大本を忘れる事がある。現在実用に有望な有機肥料は、油粕、魚粕、消化液であるが、転換導入の課題として特に消化液について入手困難であり、国策として予算補助や価値評価が必要である。

5）シンポジウム講演内容報告

①「廃棄物処理分野における地域循環共生圏形成について」

環境省環境再生･資源循環局廃棄物適正処理推進課　名倉良雄 氏

脱炭素化に関し、1997 年の京都議定書当時は、日本の 6%削減目標に対し「江戸時代へ戻すのか」といった批判が出るほどの社会認識であったが､現在､2050 年に実質ゼロ目標が受け入れられ､意識､気候変動対策も含め大きな変化に耐えられる世界ができてきた。

第五次環境基本計画で掲げられた「地域循環共生圏」とは、資源循環の意識にエネルギーを含めたものである。日本はこれから人口構成が変わり地域差も広がってくる。一方、一般廃棄物の大勢を占める厨芥・紙・プラスチックについて、まずプラスチックが減り、残る有機系廃棄物の活用が今後の議論である。適正処理・公衆衛生確保から、今後は単純焼却からどのように脱却していくか。災害・気候変動への対応を同時に満たしていくのがローカル SDGs である。地域循環共生圏の全体の絵姿には複数の連携モデルがある。地域によってさまざまな現状、考え方があり、先進的な地域もあるし、サポートが必要な場合もある。その一助に環境省の支援事業がある。

②「有機系廃棄物資源化と木質系バイオマス事業への道のり」

真庭市総合政策部　有元均 氏

講演に先立ち、真庭市太田昇市長のビデオレターによる挨拶が紹介された。以下は、講演内容である。

8 割を山林が占める真庭市では、西日本有数の木材の集散地域として木材関係が製造品出荷額の 3 割を占め、活性化に直結している。最大の行政課題は人口問題であり、市民に残すべき財産として「真庭ライフスタイル」を掲げ、地域価値向上のための産業振興の条件整備を市政の方向性としている。

取組としては､「21 世紀の真庭塾」の立ち上げをはじめとして､「木質資源活用産業クラスター構想」、木質ペレットの産業化、NEDO の実験事業、バイオマスタウンの認定、液肥化、バイオマス産業都市認定等があり現在に至っている。中核事業「真庭バイオマス産業杜市」プロジェクト内では、複数の事業を実施しており、第 3 セクターのバイオマス発電所を 2013 年に設置し、約 67,000t-CO_2/年削減を達成、50 人以上の雇用を創出した。市内のエネルギー自給率はバイオマスで 33%、水力を加えると 60%に達している。

木質バイオマスリファイナリー事業では、事業者が連携、ウッドプラスチックや CLT（直交集積板）の開発・活用を進め、「オール真庭モデル」の実績を重ねている。

有機性廃棄物資源化事業では、生ごみでの発電に加えて、液肥を農家・家庭へ無料配布、作物のブランド化も進めている。2024 年に新施設が稼働すれば、液肥 8,000t/年の生産、20 年間で 70 億円の廃棄物処理コスト削減が見込まれる。

現在は大学等とも連携し、里山・里海の連携強化、人材育成等を追加した「SDGs 未来杜市真庭」、「真庭版地域循環共生圏（ローカル SDGs）」に取り組んでいる。地産再生可能エネルギー100%を最終目標とした地域マイクログリッド構想、ブランド米やジビエ、特産品の企画等付加価値向上を推し進め、小さな循環・小さなビジネスが市全域に広がることを支援していく。「バイオマスツアー真庭」についてもぜひ問い合わせをいただきたい。

【質疑への回答】

事業採算性予測に関し、木材サプライチェーンが強固であったため、バイオマスは順調に集まり、山主にも費用還元し、収益が出ている。拡大も可能であり、近隣へのバイオマス供給も行っている。

エネルギー需給について、木質バイオマス発電を一基追加すれば民生は供給できるため、広葉樹利用に取り組んでいる。マイクロ水力発電は、河川利用が法的に難しい場合もある。地域循環共生 k ねとして観光業を考える際、団体ツアーの日帰り型から滞在型に、自然、エネルギー地産地消の現場、芸術文化等と触れ合えるように変換していく必要がある。

③「SDGs 先進地・京都市における持続可能な資源・エネルギー循環に向けた取組」

京都市市長　門川大作 氏

1997 年に締結された京都議定書は、2015 年にパリ協定へ発展し、2019 年に京都で開催された IPCC 総会では、パリ協定を支える「京都ガイドライン」が採択された。これまでも京都市は、40 年以上ごみ質調査を行い、ごみ量もピーク時から半減、全国に先駆けて食品ロスへ取り組むなど、多くの高い目標を掲げ、「SDG 大学連携プラットフォーム」や「京都大学産学公 SDGs プロジェクト」、龍谷大学、国連大学との連携等、数多くのプロジェクトを進行、社会実験・実装を進めている。

大きな変化は小さな組織から始まる。

起業後支援の予算は、3.5 倍に強化した。また、緊急事態宣言以後、文化は不要不急の典型だが、京都の本質は文化、大学、表現者である。世界的にも高く評価されているが、歴史・自然との共生、よいものを長く使う消費者行動、これこそが文化であり、歴史に学ぶ困難を乗り越える市民力がある。

地方交付税の削減、コロナ対策等、財政が一番の課題であるが、京都の SDGs では、「誰一人取り残さない」を理念にあらゆる見直しを行い、文化と経済の融合により京都の活力を支えていく。

④「バイオマス利活用先進地・南丹市「森、里、街、ひとがきらめくふるさと」を目指した取組」

南丹市市長　西村良平氏

南丹市は 88%が山林であり、2008 年からバイオマスタウン構想、環境基本計画、バイオマス産業都市構想、バイオマス活用推進計画を策定し、都市近郊、中山間地域それぞれの特性をいかした取組を行っている。

八木バイオエコロジーセンターを 1997 年に整備し、家畜排泄物の 100%を利用しているほか、廃食用油の BDF 化、積雪・災害地域でのマイクロ水力発電施設の整備、木質バイオマスボイラの導入、微細藻類の利用実験等の取組を順次進めている。

家庭生ごみのハイブリッド型施設の事故閉鎖もあり、バイオマス利活用事業については、老朽化、維持費、施設の規模も含めた全体の在り方を検討しながら再構築を試みているが、民間や NPO 等も参入可能な制度とし、事業出資者に対しても評価を与えるなど、制度的、具体的な支援策がなければ小さな自治体は取組を存続できない。また、施設設備の多くが外国製であるが、国内メーカも取組を進めて欲しい。「森の京都」構想やスマート農業等、市の特性をいかした自立・分散型の地域環境共生圏について、施策や制度準備等さらなる地域展開を目指す。

6）パネリストからの情報提供（5 題）

京都高度技術研究所 ASTEM（公財） 中村一夫氏より、京都市都市部と中山間地におけるバイオマス利活用について、経緯と法制度整備の現状、周辺技術の概要説明が行われた。基本は、地域特性を踏まえたバイオリファイナリーの構築であり、技術開発に加えて、例えば、消化液の利用促進制度、耕作放棄地での短期成長木栽培等の周辺の整備が重要である。

湿式メタン発酵処理施設、南丹市八木バイオエコロジーセンター（公財） 中川悦光氏より、処理システムと処理の実態について具体的な説明が行われた。消化液の利用率が低くその処理費が高額なため、市で液肥利用認定制度を作成中であり、「大嘗祭」に収めた八木産キヌヒカリにも液肥が利用された。八木バイオでは、FIT 制度終了後、事業継続が難しくなると考えている。

大規模木質ペレット製造プラント、森の力京都（株） 久保和則氏より、導入実績やペレットの可能性について説明が行われた。実績として、2010 年竣工からペレットボイラー15 基、ペレットストーブ 500 台以上、2019 年度約 1,000t のペレットを生産し、販売店・運送業者と契約し配達網もできている。ペレット培地による無農薬栽培試験を地域の若い力で進めている。ストーブ納入時はすべて立ち会っており、素晴らしい笑顔に出会うことができる。

南丹市農林商工部農山村振興課 片山正人氏より、地域特性に応じたバイオマス発電事業、バイオマス利活用について、計画と実績が時系列で紹介された。まだまだ未利用材の掘り起こし、収集・流通システムの検討が必要であり、ボイラ、薪ストーブのさらなる普及拡大、エコツーリズム等も利用し、美山地域の地域資源・産業を保存しいかしながら、地域の活性化を図っていく。

京都市右京区京北出張所 大東一仁氏より、森林が 93%を占める京北地域における、地域ぐるみの中山間モデル構築が紹介された。急速な過疎化に対し、道の駅、京北トンネル、インターネット環境、2020 年 4 月開校の京都京北小中学校等整備を進め、2020 年発足の「京都京北未来かがやきビジョン推進会議」では、「自分たちが将来どんな暮らしをしていきたいか」を始点とし、地域・住民主体のワークショップを開催しながらさまざまな試みを行っていく。世界の京都の中で、豊かな自然と充実したインフラの強みを十分にいかし、活性化の流れを確かなものにしていきたい。

7）パネルディスカッション報告

京都大学酒井伸一教授をコーディネーターとして、講演者及び上記パネリストによるパネルディスカッションが行われた。オンラインによる質疑を基として討論が始められた。

久保氏：ペレット原材料の安定供給について量は問題ないが、価格面での競合がある。
片山氏：南丹市では、山主に利益還元できない状況である。
中村氏：経済合理性の分析に加え、例えば、科学的根拠に基づいた消化液利用マニュアルの作成普及等、技術以外の整備が不可欠である。

酒井氏：バイオマス関連事業では、単独収支だけではなく地域循環共生圏として、農産等との関連の中での評価に考え方を広げていくことが必要であろう。

【推進会議の発足とコンソーシアム連携】

大東氏：京北地域 6 地区の全自治会長と自治振興会、森林組合、磨き丸太の生産組合、農協、商工会、PTA、学校運営協議会、社会福祉協議会等で推進会議を構成している。

大東氏：第 1 回ワークショップのトピックスとしてジビエがある。長年、鹿の食害対策での行政企画を実現できていなかったが、今回参加の若い猟師たちから、「自分たちでやらなきゃいかんね。」という声があがった。このような自発的な動きを行政は全面的に応援していくことが重要である。

有元氏：真庭市は、施設は美作市、ジビエカー導入には猟友会にご協力いただいている。採算が本当に難しい事業である。

浅利氏：中山間地域の特徴として、元々循環だけではなく森や自然環境をさまざまな側面から総合的に考えて判断されており、課題の自己解決能力も高い。

浅利氏：大学側では、小中学校一貫校で教育プログラム開発を始めた。流れを作っていきたい。

【森林資源活用と地域循環共生圏の構築に向けて】

名倉氏：江戸時代有価物であったし尿は、社会変化により不要物となった。今まさにまた価値の見直しが始まったが、「作り出された価値」にどう気づいてもらえるかが重要である。意識啓発、地域の中での需要の掘り起こし、需要調整、技術の整備、回収システムの構築等、さまざまな対応にみなさまと挑戦していく。

中村氏：京北で考える際、森林の有効活用は必須であり、間伐材だけでなく廃棄物である剪定枝、廃木製家具等も入れ、液肥も使い、短期成長木を耕作放棄地等で栽培すれば、安価で可能となる。林野庁と資源エネルギー庁の実証研究や京都府立大学演習林等もうまく利用し事業化できれば、地域が活性化し、そこに観光や教育などがついてくる。

大東氏：京都市も 6 万 ha 程度の民有林について、全庁横断的なプロジェクト形式で専門家の意見も入れながら進めていく流れである。

酒井氏：価格上使えないという時代が続いてきた再生 PET についても、今後は企業ブランド価値等のため取り合いになる。このような好循環システムを地方発で出せるかが一つの勝負所である。眠っている資源を掘り起こし、利用ベクトルの正しいにものに対しどういうシステムを作っていけば経済行為として成立するか、且つ、係る周りの人達が幸せになっていくかが始点となる。

酒井氏：地域発展の点では、外部消費も大切ではないか、あるいは地域内で完結させるべきか、との趣旨のご質問を受けた。例えば、第三次環境基本計画において「地域循環圏」として、国、都道府県、地域スケールと入れ子構造の図があり、政策だけでなく生産消費も含めて小さくて済むところは小さくが原則、且つ、臨機応変に対応するというコンセプトが整頓されている。

西村氏：今後、有機廃棄物は焼却せず循環資源であるとの考え方になっていくのか。

酒井氏：大前提として、厄介な物はごみにいれない点や、堆肥中での有害物質や発酵阻害物質に注意せねばならない点があるが、地域特性に合わせ、可能であればメタン発酵でエネルギーも回収しつつ、残さは堆肥化というのが基本的な方向である。

西村氏：森林経営管理制度が動き出すと、放置林問題や森林所有者との関係等、活用範囲・程度についての整理は大きな課題になる。制度と資源有効利用の仕組みを環境省と農林水産省などで議論して

欲しい。森林環境譲与税を財源として動かしていける可能性もある。

酒井氏：地域循環共生圏展開のうえで、展開・深化力を持たれる方々、地域で課題を突き付けられた方々、いろいろな意味で「強い」方々が出てきている。先進事例を参考に調和を考えながら、しっかりと且つ無理な展開をしないという優しさを持った両側面で事業展開がなされていくこと、そしてこの京北のさらなる発展を願っている。

（5）第 3 回シンポジウム開催報告

1）趣旨・内容

気候変動の緩和が喫緊の課題となっており、我が国では、第四次循環型社会形成推進基本計画において、「地域循環共生圏」の形成を目指すとされた。地域循環共生圏には、廃棄物の持つエネルギーや回収資源を地域産業との連携のもとで、地域内で有効に利用していくことにより、経済的にも持続可能な地域社会を醸成していく戦略の導入も含意される。

以上を踏まえ、環境省と廃棄物資源循環学会は、「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」と題するシンポジウムを開催し、ごみ処理事業等におけるエネルギー、有機資源及び工業資源の回収と、それらの利活用を通じた地域循環共生圏形成への道筋について討論を行うこととした。

本シンポジウムは、地域循環共生圏形成への俯瞰図を得ることを目指したモデルの提案と、先進地域における活動の在り方、技術については特に脱炭素化を念頭に置いた二酸化炭素、エネルギーの回収利用についての先導的技術を紹介し、それらを含めた実用化までの課題についてパネルディスカッションを行い、最新情報の普及・啓発を図ることを目的とした。

2）開催概要

2021 年 3 月 3 日（水）午後、オンライン開催にて、令和 2 年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る第 3 回シンポジウム「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」が環境省・廃棄物資源循環学会の共催で開催された。

聴講について、すべてオンライン開催で事前申し込み制 200 名と周知し、参加登録については、国と自治体 87 名、公的機関 85 名、民間 228 名、合計 400 名の多くの登録があった。当日の聴講者は、約 250 名であった。

3）開催案内・プログラム

令和 2 年度中小廃棄物処理施設における廃棄物エネルギー回収方策等に係る第 3 回シンポジウム
「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」

［主催］ 環境省、廃棄物資源循環学会
［日時］ 令和 3 年 3 月 3 日（水）14：00～18：00
［会場］ オンライン開催
［定員］ 200 名（事前申込み制）、自治体関係者を優先。
［参加費］ 無料
［プログラム］

14:00 開会の挨拶 廃棄物資源循環学会 学会長 吉岡敏明
14:05 「地域循環共生圏形成について」名倉良雄（環境省廃棄物適正処理推進課）
14:30 「地域循環共生圏モデルの提案」井伊亮太（パシフィックコンサルタンツ（株））
15:00 「京都地区の地域循環共生圏」浅利美鈴（京都大学）
15:20 「WG 調査報告」 友田啓二郎（学会事務局）
15:40 「先導的な廃棄物処理に係る技術事例報告」
（株）タクマ、（株）クボタ、（株）川崎重工業、（株）神鋼環境ソリューション、日立造船（株）
16:40 パネルディスカッション コーディネーター 酒井伸一（京都大学）
17:50 閉会の挨拶 廃棄物資源循環学会 副会長 長田守弘

4）講演内容報告

①「地域循環共生圏形成について」

環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課 名倉良雄 氏

我が国の廃棄物行政の流れとして、公衆衛生から始まり、生活環境の保全、循環型社会の構築と変遷し、その時に起こるさまざまな問題に対し、法律、施策がとられてきた。ごみの区分、処理主体の設定も始まり、処理不適正物に対する考え方が導入され、焼却を重視してきた我が国も、排出抑制や細かい分別ルート・処理システムの構築へシフトした。資源循環・持続可能、3R 推進、地域循環共生圏まで来た現在、廃棄物・エネルギーのみならず、より地域産業界を含めた考え方が主流になっている。

また、2020 年カーボンニュートラル宣言を受け、今後の廃棄物処理の考え方について大きな影響を受けた。3R+Renewable の推進・適正処理の持続性を確保しつつ、地域を豊かにする廃棄物処理システムの構築が求められている。

しかしながら、奇しくも新型コロナウィルスの問題もあり、公衆衛生、適正処理などのこれまでの問題もきちんと守りながら、よりよく改善しながら今後も進めていかねばならない。地域活性化・地域産業の振興、自立・分散型のエネルギーシステム、災害時の防災拠点などの考え方を、各地域の事情に即して適用していくことが必要になる。そのために、多くのモデルを提唱し、CCUS などの新規技術も取り込みながら、現在も更新を続けている。

②「地域循環共生圏モデルの提案」

パシフィックコンサルタンツ（株） 井伊亮太 氏

環境省から受託した業務において、地域循環共生圏モデルの検討がなされている。今回は、提案モデル全般の趣旨、背景、方向性、作成手順、内容、実現に向けてという項目で報告する。提案モデルへの御意見として、肯定的な御見解もうかがうことがある中、情報が多くわかりにくいというお話も聞くため、なぜこのようになっているかということを中心に私見を交えて御説明する。

2050 年カーボンニュートラルに向けた目標のためには、脱炭素化は現在から進めなければならない。モデルの内容は、技術的に可能なもの、経済的にも有利なものを重視している。同時に、“ゼロ”の観点から、一部には即時可能ではないものも含まれており、例えば、水素による CCU 等がある。ゼロカーボンシティを多くの自治体が続々と表明されている中で、一般廃棄物処理は市区町村の事務事業であるという意味で比較的取り組みやすい分野である。

今回のモデル案は、地域産業との連携強化を重視した提案である。モデル案にはさまざまな要素が盛り込まれており、一見するとこれだけの取組を行うには多額の予算が必要と受け止められるかもしれないが、そのような趣旨ではない。方向性としてはあくまでも、「地域に経済的メリットを生みつつ、効率的に処理をする体制」の追求を基本としている。

地域特性（産業・資源・課題）に対応したサブモデルとして、農林水産資源連携主導型（①農業連携モデル②農林水産業連携モデル）、地域エネルギー事業連携主導型（③地域製造業連携モデル④地域ユーティリティ産業連携モデル）、脱炭素産業資源循環連携主導型（素材産業連携モデル）について、各モデルのイメージ図に沿って、主な取組と着目点、原理原則的なものを含め前提・基盤となる考え方、参考事例・データなどを示す。

サブモデル間での共通的な視点・要素としては、再エネ大量導入社会との関係（柔軟性）、CO_2 の回収・利用、防災力向上・強靭化、地域エネルギー会社の役割（可能性）、ESG 地域金融、IoT・AI 等があり、前二者について説明資料を準備したところ。

このようなモデルは、廃棄物の適正処理だけを目指すのでは実現はできないと考えており、御説明差し上げたような地域への多面的な価値を提供することで、立地地域にも受容される施設整備がなされるという関係性が理想的と考える。そのためには立地段階での検討も重要であるが、地域循環共生圏の観点の先進地域（南筑後地域）の関係者からうかがった話を御紹介したい。望まれる方向性としては、需要マッチング（利活用先連携）や循環資源に応じた処理を適切な規模で行う観点でまとめられる、いくつかの必要な事項が挙げられる。その基盤は、政策・計画プロセス、人材・組織、制度・仕組み、推進・運営主体であり、推進していくための長期構想の必要があると考える。

③「京都地区の地域循環共生圏」

京都大学　浅利美鈴 氏

京都市京北・南丹市美山を中心とする中山間地域における地域循環共生圏のさまざまな取組と成果、課題について報告する。

京都は世界的な歴史都市であり、他都道府県地域と同様に、持続可能性が危ぶまれる中山間地域もあり、平安時代から木材を供給する住民意識の高い地域でもある。さまざまな取組を京都大学、京都超 SDGs コンソーシアム（京都市、京都大学、（株）リコー、日本たばこ産業（株）、安田産業（株）、（株）ecommit、ソフトバンク（株）、（株）セブン＆アイホールディングス、三洋化成工業（株）、日本マクドナルド（株）、（株）エフピコほか）として展開しており、本日は活動の一部を紹介する。

地域住民や関係者との事業展開に向けた関係性構築や情報収集、京都京北未来かがやきビジョン推進会議 WS の運営、そこでの住民目線での循環政策への意見等の聴取、地域ニュースレターの発行、

京都京北小中学校における SDGs・環境教育実施支援、京北地域の全世帯を対象としたアンケートの実施などを行った。また、再生エネルギーの地元利用の取組の萌芽として、南丹市川辺振興会（おいでーかなべ）でのパッションフルーツ栽培が開始するなど、さまざまなレベルの成果が得られてきている。

今後の地域循環共生圏構築に向けた取組として、食品ロスキャンペーン、食品ごみ循環システム構築、1 次産業や「新たな暮らし方」「重要なプレーヤー」との連携モデルの構築などのフィージビリティスタディ―を進め、ローカル SDGs モデルとしての「10 次産業化（1：原料生産　+2：加工　+3：流通・販売　+4：循環・教育・共生）」を目指す。

④「WG 調査報告」

廃棄物資源循環学会　友田啓二郎 氏

本シンポジウムの開催主体である事業において、資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル資料編は、地域循環共生圏で導入が期待される技術要素に関する導入事例、技術的特徴を説明するものである。

地域循環共生圏で求められる資源循環技術として、脱炭素化を目指した技術、マテリアルとエネルギーを循環的に利用できる技術、地域経済の活性化に役立つ技術、革新的な技術（安定性、経済性が必要）、環境保全性の高い技術等の要件がある。

ワーキンググループメンバーは、学会内にタスクチームを設置し、有識者、プラントメーカ、コンサルタントから計 40 名程度の構成となっている。メンバーから提供された 47 事例についてファクトシートとして編成し、各事例の技術要素について、①処理技術②回収技術③転換技術④利用技術⑤その他に分類し、整頓した。さらに、構成要素（循環資源／生成物、活動基盤／活動主体、技術要素）に関する情報整理を行い、モデル資料編に掲載した。

特徴的な事例について説明する。

廃棄物処理広域化が検討されている 4 市町について、「広域化しない場合」から「4 市町の広域化」まで、4 ケースについて、現状の都市特性、該当する地域循環共生圏モデル、主な技術要素等の適用による資源循環フローの作成、エネルギー収支等について比較評価した。その結果、各ケースでの最適な要素技術の活用方法や不確定要素の洗い出しなどを行うことができた。いずれのケースにおいても、廃プラスチックの取り扱いについて再検討が必要になることが明らかになった。

5）先導的な廃棄物処理に係る技術事例報告

続いて、民間による先導的な廃棄物処理に係るエネルギー回収、CO_2 排出削減技術の開発・改良・システム化等の事例として、（株）タクマ、（株）クボタ、（株）川崎重工業、（株）神鋼環境ソリューション、日立造船（株）、各社による事業紹介が行われた。

①「中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価事業『CO_2 分離膜を適用した次世代低炭素型高効率バイオガス発電システムおよびコンバインドシステム』」

（株）タクマ　藤田泰行氏

（株）ルネッサンス・エナジー・リサーチ、南但広域行政事務組合を共同実施者とした環境省委託事業を実施した。システム概要と、提案システムである CO_2 及びコストの削減効果について報告する。

廃棄物のメタンガス化によって生成されるバイオガスは、メタン濃度が 50～55%、CO_2 濃度が 45～

50%であるため、バイオガス専用のガスエンジンを用いて発電を行っているが、発電効率は汎用の都市ガス仕様のガスエンジンより低く、また、海外製のものを導入せざるを得ない状況にあり、初期コストや維持管理コストが高いものとなっている。

CO_2分離膜を適用しバイオガスのCH_4濃度を90%程度まで高めることにより、都市ガス仕様の国内製汎用ガスエンジンを使用することが可能となる。システムⅠ：CO_2分離膜を適用した高効率バイオガス発電システム、システムⅡ：分離回収したCO_2の有効利用システム、システムⅢ：併設焼却炉でのガスエンジン排ガスの有効利用システム、の3つのシステムを提案した。

システムIは、南丹ごみ処理施設において、発電システム及びガスエンジンについて実証試験を行い、最適運転条件、性能経時変化、膜被毒成分の調査を実施し、システム改良を行った。提案システムによるガスエンジン発電効率は38%となり、従来コンバインドシステムの33%を上回った。また、コスト削減について普及による分離膜エレメントの量産により、単純焼却と比較してコスト削減が見込まれる。

【CO_2削減の取組紹介】

・ 都市ごみバイオガス化施設の建設・運営
・ 都市ごみ焼却施設における高効率発電技術によるエネルギー回収率の向上
・ バイオマス発電のCO_2・熱・電力の施設園芸への活用

②「メタンガス化＋焼却コンバインドシステムの中小廃棄物処理施設への適用性向上と農業との連携」

（株）クボタ　長谷川哲宏 氏

平成29年度から31年度の環境省の実証事業を紹介する。実証事業の連携自治体は船井郡衛生管理組合、南丹市、京丹波町である。

実証事業では、前処理（破砕分別）、メタン発酵処理、発酵残渣処理の評価検証のため実証プラントを設置し検証した。また、CO_2削減効果、LCC低減効果の試算、付加的技術として、発酵残さの有効利用、バイオガスの高度利用について検討した。

その成果を核とした地域循環共生モデルの検討において、特に農業連携モデルとして、メタン発酵分散設置＋集中焼却を提案する。

【CO_2削減の取組紹介】

・ KUBOTA Smart Agri System
・ KUBOTA Smart Infrastructure System
・ 環境プラント・サービス、6次産業・パイプシステム

【質疑への回答】

Q：乾燥残さの水分調整において活用する薬剤について、肥料利用の上での問題はないか。

A：乾燥時、薬品は不使用である。脱水時使用している脱水助剤については肥料利用に問題はない。

③「炭化燃料化技術を活用した中小廃棄物処理施設におけるエネルギー回収」

（株）川崎重工業　清水正也 氏

本事業の目的は、エネルギー利用施設における化石燃料使用量 20%削減達成に寄与する技術として、製造側・利用側にメリットのあるごみ炭化燃料化システムを提案することである。利用先を施設内のみならずごみ処理施設やアスファルトプラントに広げることにより、促進を図る。

本事業は、日工（株）（アスファルトプラント）を共同実施者として、製造：西海市炭化センター、利用先：播磨町塵芥処理センター及び前田道路（株）、学術機関：北海道大学の官・学・産の実施体制で 3 年間行った。

炭化燃料性状と貯留・利用の安全性評価では、木質バイオマス燃料より発火温度が高く発酵もないことを確認した。バーナの燃焼解析、燃焼試験により、供給機・解砕機・制御システムを含む燃焼システムの成立後、ごみ処理施設実証試験では事前解析結果との一致が確認された。また、アスファルト合材施設での実証・施工試験において、基準をクリアした。

今後の展開に向けた連携シナリオとして、分散利用シナリオ（アスファルトプラント連携）、広域ごみ処理シナリオ（ごみ処理施設連携）、大規模利用シナリオ（火力発電所連携）について現状分析から試算を行い、システムのメリットとして、CO_2 削減効果と利用先拡大効果について、具体的な地方モデルでのマッピングなどを行い試算・評価した。

【CO2 削減の取組紹介】

- CO_2 FREE、Waste FREE、Harm FREE に挑戦
- Kawasaki 地球環境ビジョン 2050
- Kawasaki グリーン製品促進活動

【質疑への回答】

Q：炭化前の生ごみに、し尿や浄化槽汚泥はどの程度含まれているか。また、含まれていない場合、どの程度の変動であれば対応可能か。

A：下水汚泥とし尿汚泥は 15％混合している。なお、上限ではなく実績である。

④「流動床ガス化とメタン発酵のコンバインドプロセスの要素技術検証」

（株）神鋼環境ソリューション　細田博之 氏

平成 29 年度環境省委託事業の技術課題と検討結果を紹介する。

ごみ選別に関する試験（発酵不適物を選別するために最適な機械選別機の評価を行うとともに、プロセス評価に必要な基礎データを取得）、ガス洗浄試験（ガスエンジンの安定運転の障害となる物質の除去）、ガスエンジン試験を行った。

プロセス評価として、流動床ガス化とメタン発酵のコンバインドプロセスの実現可能性について、得られた試験データをもとに実施し、処理量 50t/日/炉×年間稼働日数 280 日/年の施設において、発電効率 13%以上（送電が可能となること）、電力由来 CO_2 削減量 2,000t/年/施設以上、LCC が従来技術と同等以下となることを目標とした。

【CO_2 削減の取組紹介】

- 廃棄物処理施設の発電効率・熱利用率アップ

⑤「CO_2 削減に貢献する取組み　低温脱硝システムによるエネルギー使用量の削減」

日立造船（株）　庄野恵美 氏

廃棄物処理施設において、排ガスを蒸気で加熱し 200℃程度で運転している従来式の脱硝システムを、脱硝触媒を改良することにより 150℃で運転できる低温脱硝システムに変更し、排ガス再加熱に利用されている蒸気を発電に回すための必要な評価・検証を行った。

従来式は、200℃を下回ると排ガス中硫黄酸化物が脱硝触媒上で還元剤のアンモニアと反応し、硫安や酸性硫安が生成し、反応器腐食・触媒閉鎖・圧力損失上昇を招く。新方式では、新しい触媒と還元

剤（アルコール）を使用したシステムを提供する。

田村広域行政組合の協力により、田村西部環境センターにて実証試験を行った。脱硝性能の確認、副生成物とダイオキシン類の分析を行った結果、アルデヒドのみが規制値を上回ったため、触媒活性の向上を図っていく。CO_2発生量については、中小施設では約3%、大規模施設では約8%の削減効果がみられた。投資回収期間は、システム上の初期であっても1.3年であり、普及時は導入年に回収できる結果となった。

【CO_2削減の取組紹介】

- バイオガス変換、陸上風力発電、バイオマス発電、廃棄物発電、洋上風力発電、バイオメタン生成、廃プラリサイクル促進
- Power to Gas：水素発生装置（HYDROSPRING®）
- メタネーション技術

6）パネルディスカッション報告

京都大学酒井伸一教授をコーディネーター（オンライン）として、講演者4名及び長田守弘氏（学会副会長）、増田孝弘氏（(一社）日本環境衛生施設工業会）によるパネルディスカッションが行われた。

冒頭で酒井氏により、全体の所感と議論の方向について、以下のとおり整頓され、聴衆からの質疑をもとに議論が開始された。

酒井氏：議論の方向性として、技術、政策、今後の具体的な展開方策の3つの観点で進める。環境省における本事業に数年携わってきたが、途中から大きな政策展開として、地域循環共生圏構築の議論が政策の中心となり、さらに2050年実質排出ゼロ宣言の流れにどのような貢献ができるのか、という視点が加わった背景がある。

【コペンハーゲンの事例】

質疑（井伊氏へ）：コペンハーゲンと東京都の比較があったが、東京では地下に膨大な構造物があるが、同様に考えてよいか。

井伊氏：この規模ではこの規模のインフラがなければ地域熱供給による都市の脱炭素化は難しいのが比較の観点であり、電化を補完する可能性という表現とした。東京で比較したが、日本ではそもそも沖縄から北海道まで気候、都市整備等の違いがある。北海道では都市区画、セントラルヒーティングなどの要件があり比較対象としてもよかったかもしれない。量的に、フィージビリティの観点では現在課題が多いが、地域特性に応じてさまざまな可能性がある。将来に向けての削減に対し、都市部で今やれるとすればバイオガスの供給であり、民生熱では、太陽光等との組み合わせも有望である。

酒井氏：コペンハーゲンの事例を紹介いただいたが、現時点でどの程度まで到達しているか。またその要因の紹介があれば。

井伊氏：2010年過ぎに2050年ニュートラルを掲げたが、化石燃料フリーではなく再生可能エネルギー生産等のオフセットを含めたニュートラルを想定している。2005年当時200万t超であったものが、2018年現在半減に近い。理由の一つは、デンマーク全体の風力発電の取組であり、コペンハーゲンでのプロジェクトも多い。また、デンマークはすべてが日本でいうコジェネレーションで面的熱供給と組み合わせていたが、バイオマスへの燃料転換が大きな要因であり、石油ショック以来の政策の積み重ねが今の状況を生み出していると言える。残された分は交通であり、具体的プランが

今はなく、2021 年中に議論がなされるという事であった。

【熱利用についての有利性】

質疑（友田氏へ）：熱・電気の供給について、カーボンニュートラルの観点からは熱利用が有利であるが、周辺環境によりそのバランスは大きく変わると考える。焼却施設を更新する場合、建設地の選定前にエネルギー需要を検証することが重要であるという事でよいか。また、廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏の構築には、エネルギーの安定供給について施設の長期停止期間への対策から施設を分割して建設することも必要となると考えるか。

友田氏：ご指摘の通り、自治体範囲のみならず周辺も含めて選定前にエネルギー需要を検討することがこれからの施設整備では必要なプロセスとなる。加えて、適地選定の段階でも、既に送電線の有無等が大きな問題となっているが、熱需要も含めエネルギー需要を調べることは重要となる。分割について、ご指摘の「長期の停止期間」は補修なのか更新なのかという点があるが、更新であれば、廃棄物の適正処理という根幹機能も失われてしまうため、通常、現有施設の運用と並行して行われるため分割整備とは必ずしも関係しない。補修についても、炉の一部、エネルギー供給が一時的に止まることもあり、複数の施設を持つ大きな都市であれば補完可能だが、ここで対象とする圏域では現実的に深刻な問題となっている。一時委託も含め、分割整備については長期的な経済・環境負荷の比較を通じて判断が必要となる。

【廃棄物エネルギー利用における電力と熱】

酒井氏：今回の議論で重要とした廃棄物エネルギー利用における熱利用の促進、その際の蒸気供給の有効性について、パネラーの 2 名から技術的な御意見をいただきたい。

増田氏：電気には汎用性があるが、効率面での問題がある。一方、熱は有効だが、需要先の確保が難しい。需要先の調査、それを含めた立地が一番の問題になってくる。逆にマッチングさえできれば、技術的には熱利用がはるかに簡単である。講演でも述べられたが、熱の「質」、温度域について発電で必要となる高温・高圧の蒸気では、腐食性の問題からハードルが上がる。産業用の 100～200℃の熱供給であれば、プラントとしての考え方が大きく変わる。技術・コスト・長期運転について容易なものが供給可能になる。技術的な観点からも熱需要の確保により可能性が開ける。

長田氏：ごみ発電はこれまで CO_2 削減の切り札として推進されてきたが、今後バイオマス利活用に移行するにつれ、意味合いが少し変わってくる。そういった意味で、高効率発電のみの追求ではなく熱利用が重要になるが、今までのところ、供給先の問題で実現してこなかった。熱需要施設や温室など立地の要件になってくると考える。

【熱輸送技術の実用化と考え方】

友田氏：熱輸送技術について、第 1 回シンポジウムで紹介された事例として、豊田市で実証・実用段階に入っている。モデル地域で分析・解析を行ったが、熱輸送に関し、3 つの温度帯で技術が確立している。実用化している 100℃前後については経済性に若干難がある。150℃前後に関しては、産業技術総合研究所が技術開発を行っているが、実証・実装に関しては情報が待たれる。トヨタ自動車（株）の技術で扱う 200℃前後の蒸気については、工業系ボイラなど、需要面で幅広く熱輸送の優位性が出てくる。一方で、200℃の熱供給に必要となる 350℃前後の熱ポイントについては、焼却場側の工夫が必要となる。

増田氏：これらはいわゆる熱媒を用いた熱輸送であるが、視点を変えて、今回紹介された炭化燃料や、他情報であるが廃熱を利用し木質を乾燥して価値を高める、これも熱輸送と言える。概念を広くするのも重要である。

浅利氏：技術が日進月歩であること、海外の事例を含め興味深い。中山間地域での熱に関する関心は高い。新たな分野、陸上養殖、昆虫などまで含め可能性は広い。

酒井氏：コペンハーゲンの取組を紹介いただいたが、中山間地域、農林産地域に関してのもう少し小さいスケールの取組事例は紹介可能か。

井伊氏：オーストリア等であれば山間地域に近く、木質バイオマス、水力発電の採用など再生可能エネルギー利用の自治体事例がある。現時点では情報が少なく紹介については難しいが、今後も動向を注視していきたい。

【広域化の政策方針について】

質疑（名倉氏へ）：地域循環共生圏の構築において、施設を各地域に置いた方がエネルギー供給に有利とも考えられるが、今後もごみ処理施設の集約化・広域化の方針は変わらないのか。また、関連交付金について、小規模自治体も対象となれば推進されるのではないか。

名倉氏：ご質問について、これまでの論調から処理施設はエネルギー源であり、分割し設置を多くすることで恩恵享受地域が増えるのではという観点かととらえる。広域化・集約化については、平成 30 年 3 月末の通知では、全体最適が基本であり 5 点の必要性・メリットを挙げている。①持続可能な適正処理の確保（コスト・人材確保）②気候変動対策の推進（大規模炉の利点）③廃棄物の資源化・バイオマス利活用の推進④災害対策の強化⑤地域への新たな価値の創出である。小規模自治体では、適切に共同で設置運営することにより、コスト・人材面でより有利になることを意図している。焼却施設であれば、300t/日レベルが合理的であると設定しているが、例えばメタン化施設については、大規模、小規模のどちらが有利かはまだ検討中である。焼却施設は広域化で一つ、メタン化施設は複数という事例は考えられるかもしれない。ただし、運営面も含め広域化・集約化が全体としては優位であろう。一方、将来に渡っては、状況に応じて再考していくことが必要で、現在は 3R、その後、処理によるエネルギー回収を進めているが、例えば廃棄物をエネルギーの元と設定すると、将来的に廃棄物が不足してくることもあるかもしれない。地域によりそのような状況になっている例もあろうかと思うが、当面は廃棄物が「取り合い」になるような状況を目指し政策を進めていく。

長田氏：広域化の経験から言うと、焼却施設は広域化・集約化が費用負担も含め有利と実感している。リサイクル、メタン化施設については、輸送も含め、統一は難しい面もあり、今後も検討していくことがよいのではないか。

【地域共生循環圏提案モデルについて】

酒井氏：政策関連の議題として、講演内で示された「地域循環共生圏提案モデルへの意見（講演スライド 5)」について、どのような割合で○×△的な意見があるか。また、「コストを増やすつもりではない、地域経済メリットを見つつ効率的に（講演スライド 11)」という部分について、技術との兼ね合いを考え、コスト増であってもベネフィット、且つプロフィットも増える場面もあるのではと考え始めているが、ご意見を伺いたい。

井伊氏：肯定的な評価は、学識者、環境省担当職員等に比較的認めていただいている。取組が困難、わかりにくいというご意見については、いわゆるコンサルタント業務内での扱いにおいて、基礎知識

が無い状態での顧客への提示や意見交換等では有利性などがうまく説明できない、という意見である。次に、コスト面に関する説明について、営業におけるご説明等で一般廃棄物処理からの地域循環共生圏形成への関係図（講演スライド 11）を示した際、導入技術等各項目について予算的に対応できないというご意見をいただく場面があった。ただし、代替エネルギーでのコスト減、地域への産業創生としての収益増を想定したシステム構築への投資という意味では、コストが必要な場面は出てくるであろう。長期的な構想での取り扱いについては、先ほどの施設更新時の対応等も含め、投資は脱炭素化に関し非常に重要である。

酒井氏：ご指摘の疑問点等に関し、具体的な展開を進めていく。

【講演内容についての技術的討論】

酒井氏：エネルギー効率、水素、メタネーションについて適応性・親和性についてお伺いしたい。

増田氏：エネルギー効率について、発電のみでは日本の平均が 14%弱、最新では 20%を超える。ヨーロッパの大規模施設でも 30%が上限であり、それ以上は熱利用要点になるだろう。地域事例では、個別にタービン排気、下水処理施設との連携など実情に特化した効率向上が図られている。熱需要とのマッチングが重要である。本シンポジウムの 1 つの要点であるメタン化については、現在 FIT 制度ありきの発電に偏っている。転換が必要であり、価値の高い燃料としての推進が必要である。水素については、廃棄物発電に関し発電量のみが対象であったが、昼夜の発電バランスについて、廃棄物発電でも売電、水素電解、メタネーションへ回す等の対応が必要である。

長田氏：余剰電力と技術、例えば水素として蓄電、分離 CO_2 でのメタン生成、且つ、エネルギー回収のみではなくケミカルリファイナリーを考えないともったいない。また、消化液の有効利用に関し、異物混入が問題で、そのままメタン発酵可能な生分解性ごみ袋を導入しても見かけ上混入していると普及できない。地域の協力と分別がキーになる。

【まとめ】

浅利氏：さまざまな自治体、ビジネス界の参加をいただいた。SDGs の観念の普及も実感しているが、一方、今まで通り、ごみは燃やすものというとらえ方も多い。この過渡期において、ダイナミックで動かしていかねばならない。技術面のみならずソフト面でのご意見を今後ともお願いする。

名倉氏：技術面をお聞きして、さらに今までの動きにとらわれず、何らかの対策を早く動かしていかなければ継続が困難な地域もある。世界的な動きも加速化していく。このような全般的な課題へ廃棄物の観点でどう貢献・普及させていくか、動きをとらえながら対応しなければならない。国際的・全国的な動きに対して、今回の課題のみならず、新型コロナウィルスの状況、処理不適正物についてもどう調和させていくか。今後ともよろしくお願いする。

酒井氏：人口問題、施設の更新、地域の状況等不連続な要素がありあまり余裕がないのも事実であろう。地域循環共生圏構想、その後の脱炭素等のベクトルに関し、ある意味入り口を示すことはできたかと思うが、絵を描くだけではなくモデルの具体化とそれに伴う効果確認を含めた実装について道程は長い。先端・先導モデルと実装・普及促進について同時に考えていかねばならない。今後ともよろしくお願いする。

Ⅳ. 廃棄物系バイオマス活用ロードマップの進捗状況の評価等

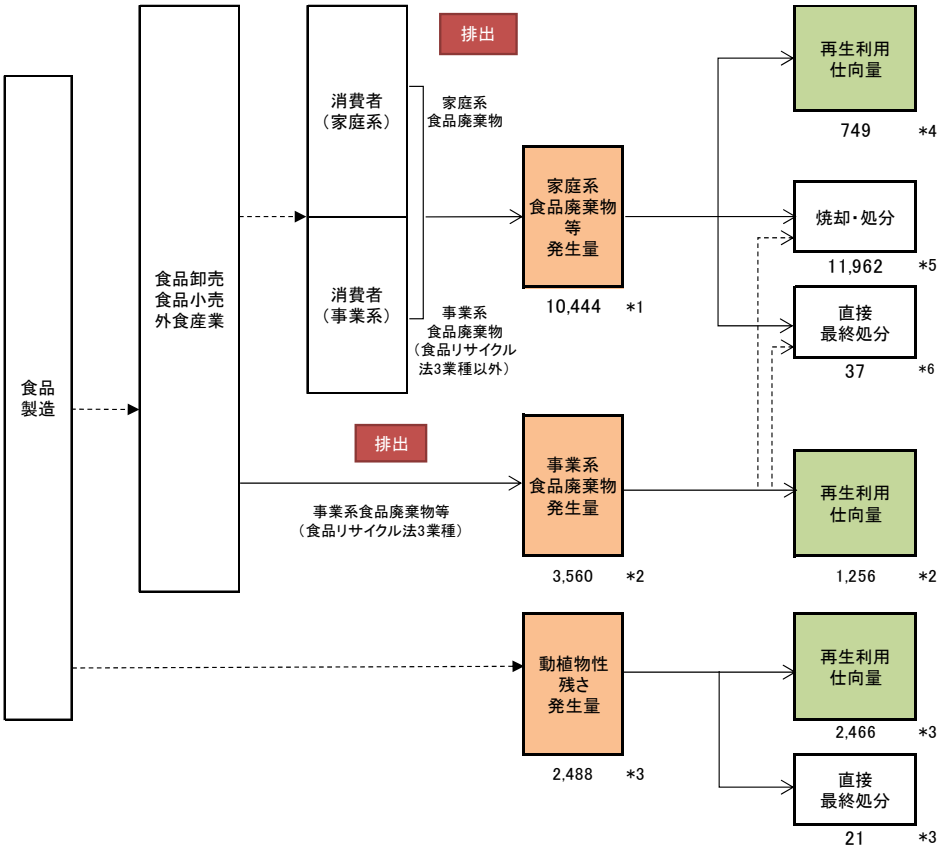
廃棄物系バイオマスのうち食品廃棄物等について、既存の調査結果等を整理することにより再生利用等の実態（発生量、再生利用量及び最終処分量等）を把握し、そのうえで廃棄物系バイオマス活用ロードマップの進捗状況の評価を行った。

１．概要

平成 26 年に公表された「廃棄物バイオマス活用ロードマップ」について、進捗評価に係る必要なデータが揃う 2017 年度現在の進捗評価を行った。

進捗評価にあたっては、昨年度までの評価方法に則り、食品廃棄物等の処理フローを整理した上で、食品廃棄物の再生利用率を算出した。

家庭系食品廃棄物等、事業系食品廃棄物、動植物性残渣（産廃）の 2017 年度実績に係る処理フローは次のとおりである。



*1 環境省『廃棄物等循環利用量実態調査（平成 29 年度実績）』における一般廃棄物（厨芥類）発生量から、食品リサイクル法 3 業種（食品卸売、食品小売、外食産業）からの発生量相当分を除く。
*2-1 農水省『食品廃棄物等の発生量及び再生利用等の内訳 (平成 29 年度実績)』における３業種の発生量の合計。
*2-2 「農水省（同上）の仕向量（再生利用、熱回収、再生利用以外）の３業種の合計」と「３業種からの発生量のうち自治体が処理している再生利用仕向量の推定値」の和。
*3 環境省『廃棄物等循環利用量実態調査（平成 29 年度実績）』における動植物性残さの量を評価指標として従来より使用している。
*4 家庭系食品廃棄物等発生量に、環境省『廃棄物等循環利用量実態調査（平成 29 年度実績）』における一般廃棄物（厨芥類）の再生利用仕向量の割合（「直接再生利用＋再資源化施設搬入量」÷「一般廃棄物（厨芥類）発生量」）を乗じて算出した。
*5 環境省『廃棄物等循環利用量実態調査（平成 29 年度実績）』における一般廃棄物（厨芥類）発生量から、再生利用仕向量及び直接最終処分量を除して算出した。
*6 環境省『廃棄物等循環利用量実態調査（平成 29 年度実績）』より

注）端数調整の関係で、合計が合わない箇所がある。

図 Ⅳ-１　食品廃棄物等の処理フロー推計（2017 年度）

２．2017 年度実績の進捗評価結果

2017 年度実績の進捗評価結果は下表のとおり。

再生利用率は全体としてほぼ横ばいの状況であり、ロードマップに示された再生利用率目標（40%）に対する達成度は 7 割程度（27.1%）となっている。

表 IV-1　食品廃棄物再生利用状況の推移

項目			実績（年度）								
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
家庭系食品廃棄物等	発生量	千ｔ	11,865	11,298	12,060	12,086	11,767	11,423	11,207	10,460	10,444
	再生利用仕向量	千ｔ	728	746	796	761	753	731	717	715	749
事業系食品廃棄物	発生量	千ｔ	3,823	3,707	3,373	3,359	3,333	3,477	3,564	3,532	3,560
	再生利用仕向量	千ｔ	1,018	962	1,058	1,129	1,086	1,156	1,167	1,156	1,256
動植物性残渣（産廃）	発生量	千ｔ	3,001	3,027	2,838	2,642	2,700	2,790	2,649	2,685	2,488
	再生利用仕向量	千ｔ	2,988	3,015	2,826	2,628	2,687	2,772	2,637	2,668	2,466
発生量計		千ｔ	18,689	18,689	18,032	18,271	18,087	17,800	17,690	17,420	16,492
再生利用仕向量計		千ｔ	4,734	4,734	4,723	4,680	4,518	4,526	4,659	4,521	4,471
再生利用率	家庭系食品廃棄物等	%	6.1%	6.6%	6.6%	6.3%	6.4%	6.4%	6.4%	6.8%	7.2%
	事業系食品廃棄物	%	26.6%	26.0%	31.4%	33.6%	32.6%	33.2%	32.7%	32.7%	35.3%
	動植物性残渣（産廃）	%	99.6%	99.6%	99.6%	99.5%	99.5%	99.4%	99.5%	99.4%	99.1%
	計	%	25.3%	26.2%	25.6%	25.0%	25.4%	26.3%	26.0%	27.2%	27.1%

※H30 年度報告書に掲載されている 2009 年度から 2015 年度の数値の一部は計算過程の途中で四捨五入が行われている場合が一部に見られる。本年度は計算過程の途中では四捨五入せず、表示においてのみ四捨五入して示した。

表 IV-2　一般廃棄物（厨芥類）発生量、再資源化施設搬入量と直接再生利用量の推移（参考）

項目			実績（年度）								
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
一般廃棄物（厨芥類）発生量		千ｔ	14,994	14,237	14,539	14,466	14,168	13,903	13,768	13,010	12,926
再資源化施設搬入量（厨芥）	・ごみ堆肥化施設	千ｔ	108	124	126	118	121	114	118	125	132
	・ごみ飼料化施設	千ｔ	9	5	8	7	7	8	8	12	13
	・メタン化施設	千ｔ	16	17	25	25	34	44	44	42	51
	・ごみ燃料化施設	千ｔ	550	545	563	558	546	529	500	497	488
	・その他施設	千ｔ	161	168	157	126	124	114	122	115	128
直接循環（再生）利用量(厨芥)		千ｔ	77	79	82	84	79	85	92	98	115

出典：環境省「廃棄物等循環利用量実態調査（平成 29 年度実績）」

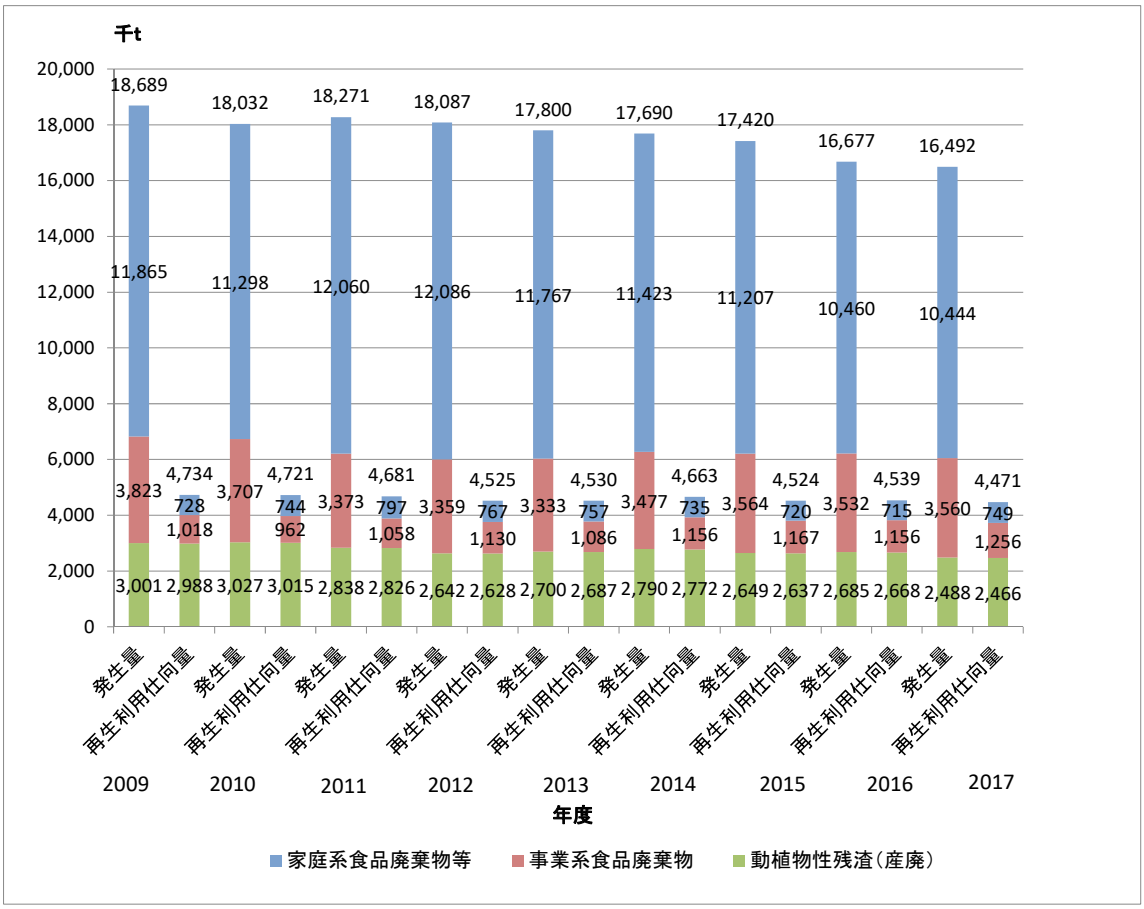


図 IV-２　食品廃棄物再生利用状況の推移（2009～2017 年度）

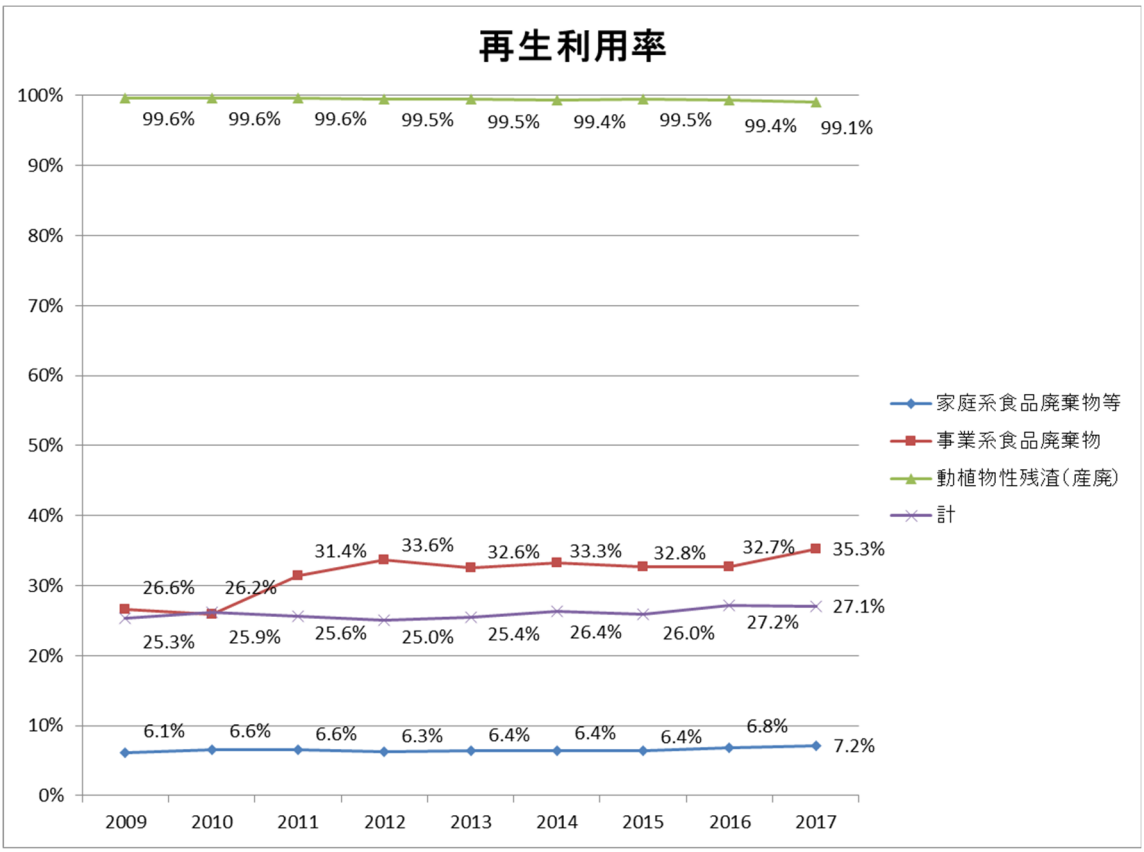


図 IV-３　食品廃棄物再生利用率の推移（2009～2017 年度）

Ⅴ. 検討会等の設置・運営

１．検討会の設置・運営

本業務の実施にあたって、学識経験者、地方公共団体及び廃棄物処理関係団体関係者等を含む検討会を設置し、調査・検討について必要な助言を受けた。検討会委員は 11 名、オブザーバを 2 名とし、東京 23 区内で 2 回、京都市内で 1 回、いずれも Web 会議との併催で開催した。

（1）検討会委員

表 V-1　検討会委員名簿

氏名	所属・役職
荒井 喜久雄	公益社団法人全国都市清掃会議 技術指導部長
倉持 秀敏	国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 基盤技術・物質管理研究室 室長
酒井 伸一【座長】	京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター センター長、教授
杉山 寛校	萩・長門清掃一部事務組合 事務局長
高岡 昌輝	京都大学大学院 工学研究科 教授
髙村 一彦	宮津与謝環境組合 事務局長
中村 一夫	公益財団法人京都高度技術研究所 未来プロジェクト推進室 資源循環研究企画担当 アドバイザリーフェロー
藤井 実	国立研究開発法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター 環境社会イノベーション研究室 室長
増田 孝弘	一般社団法人日本環境衛生施設工業会 技術委員会 委員長
三崎 岳郎	株式会社バイオガスラボ 代表取締役
吉岡 敏明	東北大学大学院 環境科学研究科 教授

（オブザーバ）

小林 拓朗	国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 国際廃棄物管理技術研究室 主任研究員
矢野 順也	京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター 助教

※五十音順

（2）検討会開催経過

検討会は、令和 2 年 8 月、11 月及び令和 3 年 3 月の 3 回に渡って開催した。各検討会の開催経過は表 V-2 のとおりである。

表 V-2　検討会開催経過

検討会	検討内容
第１回検討会	○調査概要及び検討会について ○調査計画について ①資源循環・エネルギー回収方策等を促進するためのモデルの構成要素や効果に関する情報整理について ②今後の地域循環共生圏構築に向けたモデルケースとなり得る事例の現状把握と検討ステップ等の観点から行う調査・整理について ③中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進方策モデルのとりまとめについて ④モデルの普及促進方策の検討及び実現に向けた課題・対応策の整理について ○シンポジウムについて
第２回検討会	○中間報告について ①モデルの構成要素や効果に関する情報整理について ②資源循環・エネルギー回収促進方策モデル（たたき台）について ③モデルの普及促進方策の検討及び実現に向けた課題・対応策の検討について ○シンポジウムについて ○現地視察（テクニカルツアー）
第３回検討会	○結果報告について ①資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（素案）について ②モデルケースとなり得る事例の調査・整理結果 ③モデルの普及促進方策の検討及び実現に向けた課題・対応策の検討について ○シンポジウムについて ○事業全体の振り返り

第 1 回検討会

日時　令和 2 年 8 月 5 日（水）9 時 00 分～11 時 00 分

場所　航空会館 5 階 501+502 会議室およびオンライン

第 2 回検討会

日時　令和 2 年 11 月 10 日（火）10 時 00 分～12 時 00 分

　　現地視察：令和 2 年 11 月 11 日（水）10 時 00 分～16 時 10 分

場所　京都府立ゼミナールハウスあうる京北 2 号ゼミ室およびオンライン

　　現地視察：　森の力京都株式会社（地域林業との連携、木質ペレット製造プラント）

　　京北銘木生産協同組合（地域林業との連携、木材加工販売業）

　　八木バイオエコロジーセンター（地域農業等との連携、メタン化施設、堆肥化施設）

第 3 回検討会

日時　令和 3 年 3 月 3 日（水）10 時 00 分～12 時 00 分

場所　航空会館 5 階 501+502 会議室およびオンライン

２．ワーキンググループの設置・運営

（1）ワーキンググループ設置の目的

本ワーキンググループは、廃棄物系バイオマスの有効利用等による資源・エネルギー回収方策及びこれらの利活用に関する調査・検討を行うことにより、中小廃棄物処理施設が地域循環共生圏形成を支える基幹施設として貢献できる廃棄物管理システムに関し、具体的な検討・議論作業を行うことを目的として設置されている。ワーキンググループの設置・運営は、中小廃棄物処理に関して豊富な知見を有する学術団体と連携を図りつつ行う。ワーキンググループの委員は 30 名程度（うち 20 名程度は東京近郊の在住を想定)、開催回数は 2 回程度とし、原則として東京で行う。

本年度業務においては、ワーキンググループでは、次の 3 事項に係る検討に際して具体的な検討作業（情報提供）を行うものとした。

① 中小廃棄物処理施設における各種処理方策等に係る情報整理
② 中小廃棄物処理施設を通した資源循環・エネルギー回収促進方策モデルの作成
③ 中小廃棄物処理施設を通した資源循環・エネルギー回収促進に係る普及促進方策の検討のうちモデルの普及促進方策の検討

（2）ワーキンググループの構成

平成 29 年度、平成 30 年度及び令和元年度に設置されたワーキングループメンバー（一般社団法人廃棄物資源循環学会内に設置された「バイオマス資源循環システム検討タスクチーム」メンバーを中心とし、必要に応じてオブザーバー等の参加を得る）を基本的に引きつぎ、必要に応じて担当者を交代したメンバーとした。ワーキンググループ会議参加メンバーを以下に示す。

① 検討会メンバー（委員、オブザーバー等として参加）
② ワーキンググループメンバー
・有識者
・プラントメーカメンバー
・コンサルタントメンバー
③ 環境省、事務局

表 V-3 ワーキンググループメンバー名簿（※検討会委員併任）

有識者	島岡隆行	九州大学	大学院 工学研究院環境社会部門	教授
	長田守弘	一般社団法人廃棄物資源循環学会	（日鉄エンジニアリング株式会社 調査役）	副会長
	吉岡敏明※	一般社団法人廃棄物資源循環学会	（東北大学大学院環境科学研究科 教授）	会長
	浅利美鈴	京都大学	京都大学地球環境学堂	准教授
プラントメーカ	増田孝弘※	株式会社タクマ	技術センター 東京技術企画部	
	田中朝都	日立造船株式会社	環境事業本部 環境技術推進部	
	石川康誠	水 ing 株式会社 1.（兼）水 ing エンジニアリング(株) 2.（兼）水 ingAM（株）	企画開発本部 1.（兼）技術・開発本部 2.（兼）アセットマネジメント本部	開発統括
	永山貴志	クボタ環境サービス株式会社	焼却リサイクル事業部	
	小林英正	日立造船株式会社	水処理技術部 戦略推進グループ	エンジニアリング統括
	竹田航哉	川崎重工業株式会社	エネルギー・環境プラントカンパニープラントデビジョン 環境プラント総括部 環境プラント部	基幹職
	森下桂樹	JFE エンジニアリング株式会社	環境本部 開発センター	課長
	秩父薫雅	株式会社神鋼環境ソリューション	環境プラント技術本部 プロセス技術部	次長
	小野義広	日鉄エンジニアリング株式会社	環境・エネルギーセクター 企画部	部長
	小松健一	株式会社川崎技研	技術本部 プラント計画部	部長
	遠山朋子	三井 E&S 環境エンジニアリング株式会社	技術開発部	
	原 靖彦	荏原環境プラント株式会社	営業本部 プロジェクト営業部 営業企画課	担当部長
	木下政彦	栗田工業株式会社	国内営業本部エネルギー・インフラ部門 エネルギー・インフラ営業三部 営業課	部長
	山田裕史	株式会社プランテック	エンジニアリング本部 設計部 計画設計	部長
コンサルタント	秦三和子	株式会社エックス都市研究所	環境エンジニアリング事業本部	主任研究員
	中尾晴彦	株式会社エイト日本技術開発	東京支社 都市環境・資源・マネジメント部 資源循環グループ	グループサブマネージャー
	萬條和広	株式会社建設技術研究所	大阪本社資源循環温暖化対策室	グループリーダー
	中尾 剛	パシフィックコンサルタンツ株式会社	国土基盤事業本部 資源循環マネジメント部 環境 FLESS 室	室長
	河津弘幸	八千代エンジニヤリング株式会社	事業統括本部 国内事業部 環境施設部技術第 1 課	
	葛畑秀亮	国際航業株式会社	公共コンサルタント事業部 環境保全部	部長
	井上陽仁	復建調査設計株式会社	環境部 新エネ・資源循環課	課長
	西嶋真幸	株式会社東洋設計	水環境 1 部	担当部長
	河添 智	株式会社日水コン	事業統括本部環境・資源部技術第二課	課長
	古木二郎	株式会社三菱総合研究所	環境・エネルギー事業本部 環境イノベーショングループ	主席研究員

（3）ワーキンググループ会議開催概要

1）開催概要

【第 1 回】

日時：令和 2 年 8 月 5 日（水）11:10～12:40

開催場所：航空会館 5 階 501＋502 会議室およびオンライン（WebEX）併用（東京都港区新橋 1-18-1）

議事内容：

1）開会　　事務局（友田）
2）会長挨拶　　学会（吉岡会長）
3）委員紹介　　事務局（友田）
4）座長挨拶　　学会（長田副会長 以降、議事進行）
5）資料確認　　事務局（友田）
6）昨年度成果概要及び今年度の実施作業について
7）モデルケース地域提案の結果について
8）モデルケース地域の概要及び進め方について
9）その他（次回日程等）
10）閉会挨拶　　学会理事・検討会委員長（酒井先生）

配布資料：

資料 0-1　「バイオマス資源循環システム検討タスクチーム」設置要綱（改正案）
資料 0-2　出席者名簿＆座席表
資料 1　今年度の実施作業について
資料 2　モデルケース地域提案の結果について
資料 3　モデルケース地域（支援地域）の概要及び進め方について
参考資料 1 令和元年度成果概要

【第 2 回】

第 2 回ワーキンググループ会議開催にあたり、ワーキンググループメンバーが第 3 回検討会にオブザーバーとして参加､担当部分に関する議論を行う事とした｡以下は第 3 回検討会の開催概要を記載する。

日時：令和 3 年 3 月 3 日(水)　10：00 ～ 12：00

開催場所：航空会館 5 階 501＋502 会議室およびオンライン（WebEX）併用（東京都港区新橋 1-18-1）

議事内容：

1）開会
2）座長挨拶
3）資料確認
4）議事
　I. 前回指摘事項の確認
　II. 中小規模の廃棄物処理を通じた資源循環･廃棄物エネルギー回収促進方策モデル（素案）について
　III. モデルケースとなり得る事例の調査・整理結果

IV. モデルの普及促進方策の検討及び実現に向けた課題・対応策の検討について

V. シンポジウムについて

VI. 事業全体の振り返り（座長コメント）

5）環境省挨拶

6）閉会

配布資料：

資料 1－1 第 2 回検討会指摘事項への対応状況について

資料 1－2 令和 2 年度中小廃棄物処理を通した資源循環・エネルギー回収促進方策モデル調査検討委託業務 第 2 回検討会 議事録

資料 2 資源循環・エネルギー回収促進方策モデル（素案）本編及び資料編

資料 3 モデルケースとなり得る事例の調査・整理結果

資料 4－1 モデル類型毎にみた個別具体的な課題及び対応策の検討

資料 4－2 資源循環分野からの地域循環共生圏の形成に向けた普及促進方策の提案

資料 5 令和 2 年度第 3 回シンポジウムのプログラム

参考資料 1 脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業

2）出席者

ワーキンググループ会議の出席者は以下である。（○：オンサイト、●オンライン出席）

【有識者・行政】

所　　属	氏　名	第 1 回	第 2 回
京都大学	酒井伸一	●	●
京都大学	高岡昌輝	●	●
九州大学	島岡隆行	●	欠席
廃棄物資源循環学会 会長	吉岡敏明	●	●
廃棄物資源循環学会 副会長	長田守弘	○	○
京都高度技術研究所	中村一夫	●	●
京都大学	矢野順也	●	●
京都大学	浅利美鈴	●	●
全国都市清掃会議	荒井喜久雄	欠席	○
国立環境研究所	倉持秀敏	●	●
株式会社バイオガスラボ	三崎岳郎	●	○
宮津与謝環境組合 事務局長	髙村一彦	―	―
萩・長門清掃一部事務組合 事務局長	杉山寛校	●	●
国立環境研究所	小林拓朗	●	●
国立環境研究所	藤井 実	欠席	●

【プラントメーカ】

所　　属	氏　名	第 1 回	第 2 回
株式会社タクマ	増田孝弘	○	○
日立造船株式会社	田中朝都	●	●
水 ing 株式会社	石川康誠	●	欠席
クボタ環境サービス株式会社	永山貴志	●	●
日立造船株式会社	小林英正	●	欠席
川崎重工業株式会社	竹田航哉	●	●

JFE エンジニアリング株式会社	森下桂樹	●	●
株式会社神鋼環境ソリューション	秩父薫雅	●	●
日鉄エンジニアリング株式会社	小野義広	○	●
株式会社川崎技研	小松健一	欠席	欠席
三井 E&S 環境エンジニアリング株式会社	遠山朋子	●	●
荏原環境プラント株式会社	原　靖彦	●	
栗田工業株式会社	木下政彦	●	●
株式会社プランテック	山田裕史	欠席	●

【コンサルタント】

所　　属	氏　名	第 1 回	第 2 回
株式会社エックス都市研究所	秦三和子	●	●
株式会社エイト日本技術開発	中尾晴彦	欠席	●
株式会社建設技術研究所	萬條和広	●	欠席
パシフィックコンサルタンツ株式会社	中尾　剛	●	欠席
八千代エンジニヤリング株式会社	河津弘幸	● 代理國安氏	●
国際航業株式会社	葛畑秀亮	●	●
復建調査設計株式会社	井上陽仁	●	●
株式会社東洋設計	西嶋真幸	欠席	●
株式会社日水コン	河添　智	●	欠席
株式会社三菱総合研究所	古木二郎	●	欠席
株式会社東和テクノロジー	藁田　純	○	欠席

【環境省】

所　　属	氏　名	第 1 回	第 2 回
環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　課長	名倉良雄	○	○
環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　課長補佐（総括）	山田浩司	―	●
環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　課長補佐	小林純一郎	○	○
環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　課長補佐	田中嘉彦	○	○
環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課　環境専門員	村上栄司	―	○

【事務局】

所　　属	氏　名	第 1 回	第 2 回
（一社）廃棄物資源循環学会　事務局長	早田輝信	○	○
（一社）廃棄物資源循環学会　事務局	友田啓二郎	○	○
	吉田直弘	○	―
	毛利紫乃	○	○
	宮本健太郎	○	―
パシフィックコンサルタンツ株式会社	井伊亮太	○	○
	松島夕佳子	○	○
	斎藤淳一郎	○	○
	大西智樹	―	○
	山崎　衛	―	●
	道浦貴大	―	●
（一財）日本環境衛生センター　専務理事	坂川勉	○	●
（一財）日本環境衛生センター	伊藤恵治	○	○
	溝田健一	○	○
	丸山友紀	○	○
	木村麻美子	○	○
	西畑俊太朗	○	○

（4）第 1 回ワーキンググループ会議議事

1）昨年度成果概要及び今年度の実施作業について

事務局により、参考資料 1、資料 1、資料 0-1 について説明が行われた。

「参考資料 1 令和元年度成果概要」にて、成果として 44 件の技術情報の整理、基本的な技術の技術要素を事例付きのファクトシートとしてまとめた旨説明が行われた。

「資料 1 今年度の実施作業について」の説明において、今年度は、情報提供だけでなく、提案されたモデルケース候補地域についてさらなる調査により整理、精選し、本業務で地域循環共生圏形成に向けた検討協力を始める地域を「支援地域」として設定することとした。この設定された支援地域において情報提供、地域循環共生圏の構想を作成するとし、相互協力体制を構築（協議会設置等）し、幅広いステークホルダーと地域自治体関係者の調整・連携作業とその結果のモデルへの反映、効果の定性・定量的評価を目指す。体制についてはパシフィックコンサルタンツとの協働と、作業スケジュール案について説明された。

「資料 0-1「バイオマス資源循環システム検討タスクチーム」設置要綱（改正案）」について、地域循環共生圏構想検討等の加筆にともない、関連する目的部分を修文したとした。

2）本年度の調査計画：モデルケース地域の提案の結果について

事務局により、「資料 2 モデルケース地域提案の結果について」の説明がなされた。

地域選定に当たって①地域共生圏着手・展開地域であること、②自治体関与できれば協議会等設置の可能性があること、③検討の深化に資する地域であること、④手作業的にご協力いただける地域であること、の条件でメンバーからの提案を募った。時間制約も大きかったが、4 つの地域が提案された。各地域の背景、状況について資料説明と関係委員からの以下の補足説明があった。

4 つの地域をモデルケースとして情報収集などを今年度進める。京都・南丹地域、A 市地域については、協議会の設置など行政の取組の深さから「支援地域」とした。

3）本年度の調査計画：モデルケース地域（支援地域）の概要及び進め方について

事務局により、「資料 3 モデルケース地域（支援地域）の概要及び進め方について」の説明が行われた。

支援地域を京都・南丹地域、A 市地域とし、具体的な取組事項として①自治体とワーキンググループの役割を整頓し協議組織を設置②ワーキンググループまたは学会からの情報提供（昨年度までの技術シートに加え ICT 技術等脱炭素化に向けた技術追加）③環境と地域活性化が両立する地域循環共生圏形成に向けた廃棄物管理分野を軸とする絵姿だけでない具体的な支援④ワーキンググループ会議参加の有識者、招聘含む意見聴取⑤費用負担は状況に応じ学会負担、を行うこととした。

浅利委員により、京都・南丹地域の背景説明「資料 3 スライド」が行われた。

事務局により「資料 3、5 ページ」A 市地域の背景、取り組み等状況説明が行われた。

（5）ワーキンググループの成果

1）モデルケース地域提案の結果について

今年度作成される「モデル素案」の基礎資料とすることを目的として、廃棄物管理分野を軸とした地域循環共生圏形成の構想作成を行うモデルケース地域について、次の「モデルケースとなり得る地域として好ましいと思われる特性」を踏まえ、ワーキンググループメンバーからの提案を募った。

- 地域循環共生圏づくり（資源循環分野を含む）に着手されている地域、あるいは、次年度以降も見据えて今後の展開が期待される地域
- 当該地域の自治体が関与されていること。関係者による協議会の設置等があればより望ましい。
- 昨年度作成したモデル案における 5 つのモデルのいずれかの検討深度化に資すること
- 本業務における現状把握及び今後の向上方策等の検討等に積極的に御協力いただけること

また、提案された地域のうち、特に廃棄物管理分野を軸として地域循環共生圏形成を目指す地域を「支援地域」とし、本業務において構想作成の支援を実施するものとした。

ワーキンググループメンバーからの提案結果を示す。このうち、京都・南丹地域及び A 市地域については、廃棄物処理施設の整備が喫緊の課題とされ、今後ごみ処理広域化を視野に入れつつ地域循環共生圏の枠組みの中で施設整備計画が進展されると考えられたことを踏まえ、「支援地域」とするものとした。

表 V-4　ワーキンググループメンバーからの提案結果

地域名（提案者）	概要	備考
1. 京都・南丹地域 （パシフィックコンサルタンツ（株））	・京都市北部とこれに隣接する南丹市地域 ・京都市北部では林業を軸とした地域循環共生圏形成による地域活性化を目指す。 ・南丹市は廃棄物処理施設の整備が急務であるが、中小規模であることから多様な地域資源を活かしつつ地域及び周辺地域と連携した地域循環共生圏形成による効果的な資源循環システムの構築を目指す。	支援地域とする
2. A地域（中部地方） （（株）東和テクノロジー）	・中部地方のA市及びこの周辺都市を含むエリア ・当該エリアには工業集積がみられるほか、林業、農業も盛んで首都圏近郊の生産地域として発展。 ・A市は廃棄物処理施設の整備が急務であるが、中小規模であることから周辺地域との連携も視野に入れつつ地域の産業特性を活かした地域循環共生圏形成による効果的な資源循環システムの構築が有効と考えられた。	支援地域とする
3. 豊橋市 （JFEエンジニアリング（株））	・未利用バイオマスのエネルギー利用を行うため、下水処理場内にバイオガス化施設を整備（平成29 年10 月稼働）。 ・下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥及び生ごみをメタン発酵処理し、再生可能エネルギーであるバイオガス発電（1,000kW）を行っている。 ・発酵後に残った汚泥は、炭化燃料に加工してエネルギーとして利用している。	情報収集等による進展状況の把握を行う。
4. 真庭市 （（株）タクマ）	・当該エリアでの地域循環共生圏形成に向けた取組は昨年度業務等でも調査、整理を行った。 ・メタン発酵は推進の方向である一方、3か所ある焼却施設の今後の活用（更新、延命化、集約化等）については未定であり、今後、廃棄物管理分野を軸とした地域循環共生圏形成検討の余地があると考えられる。	情報収集等による進展状況の把握を行う。

2）モデルケース地域（支援地域）の概要及び進め方について

モデルケース地域（支援地域）においては、ワーキンググループ会議は、次の事項について調整、情報提供及び作業を行い、親委員会である検討会に報告することとした。

【支援地域での取組事項】

① 支援地域では、(仮称) 地域循環共生圏構想協議会等の協議組織を設置いただき、ここへの情報提供及び協議会結果の取りまとめを行う（表 V-5 参照)。

② 各地域における都市特性等を踏まえ、当該地域で地域循環共生圏形成に資する技術要素を提案する。技術要素については、昨年度までに作成されたファクトシートによるほか、ICT 技術など今年度提供される技術についても検討対象とする。

③ 各地域においては、環境と地域活性化が両立する地域循環共生圏形成に向けた構想作成に関する議論が進展することから、これらの議論を踏まえ、有識者等の助言を受けつつ当該地域における廃棄物管理分野を軸とする地域循環共生圏の姿の形成のための支援を行う。

④ また、必要に応じてワーキンググループ会議に参加する有識者等を招聘し意見を聴取する。

⑤ 協議会開催等に必要な経費等については、状況に応じて学会が負担する。

表 V-5　モデル地区における現地活動の役割分担案

主体者	協議会の設置・運営	協議会への情報提供	協議会支援	協議会結果の取りまとめ	検討会向け報告の作成
モデル地区自治体	○				
WG(学会事務局)		○	○	○	○

3）モデルケース地域における検討体制

京都・南丹地域においては、当面は、京都市及び南丹市でそれぞれ協議会を設置・運営する。それぞれの熟度に応じて合同協議会を開催するものとする。

A 市地域においては、当面は、A 市における検討を進める。関係者等を交えた意見交換については、協議会方式又はワークショップ方式で行うことを想定する。

4）モデルケースとなり得る事例に関する現在の状況等

「モデル素案」の基礎資料とすることを目的として、今後の地域循環共生圏構築に向けたモデルケースとなり得る事例に対し、現状把握と今後の向上方策等（地域産業の活性化、社会経済指標、財政効果等）の調査・整理を実施した。

モデルケース候補 4 地域における調査・整理状況は、第 2 回検討会及び第 3 回検討会において情報共有された。(II.　1．(3) 参照)

(6) ファクトシート

令和元年度調査までに作成された導入可能と考えられる技術（実施事案）集（ファクトシート）について、各モデルからの評価による「該当モデル」、「構成要素」等について再整理の上、フォーマットが改新するとともに、「モデル素案　資料編」として整理した。

＜著作物の利用及び二次利用の範囲＞

No.	著作物の掲載場所	著作権保有者	二次利用の許可範囲
1	資料編1（本編） P.30 図2-12「廃棄物処理・リサイクル分野におけるIoTの活用イメージ」	廃棄物処理・リサイクルIoT導入促進協議会	業務におけるとりまとめ成果である「中小規模の廃棄物処理を通じた資源循環・廃棄物エネルギー回収促進方策モデル～資源循環分野からの地域循環共生圏に向けて～」への掲載、発注者による当該図書の複製、上映（説明会でのプロジェクター等による映写）、公衆送信（ホームページへの掲載等）及び譲渡（説明会等での配布等）等二次利用
2	資料編1（本編） P.67 図3-15「様々な手段の組み合わせによるカーボンニュートラル化に向けた移行イメージ」	一般社団法人日本ガス協会	
3	資料編1（本編） P.78 【熱輸送について】内の図	トヨタ自動車株式会社	
4	資料編1（本編） P.84 図3-26「日本化学工業協会資料における2050年あるべき姿」	一般社団法人日本化学工業協会	
5	資料編1（本編） P.85 図3-27「日本化学工業協会資料における廃プラスチックリサイクルの流れ」	一般社団法人日本化学工業協会	