

令和3年度環境省委託事業

令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム
実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場
の持続可能な運用システムの実証）

委託業務

成果報告書

令和4年3月

佐賀市

一般財団法人 エネルギー総合工学研究所
西日本プラント工業株式会社
九州電力株式会社 佐賀支店

要約

佐賀市では平成 15 年（2003 年）に供用開始した計画処理 300t/日（100t/日×3 基）の佐賀市清掃工場（以下、本施設）において、可燃ごみの焼却処理を行っている。

今後、人口減少によるごみ処理量の減少や可燃ごみ中のプラスチックごみが減少することによる発熱量減少が課題として考えられており、本施設の将来的な安定運用が懸念されている。

一方で、地域課題として、林業や製材業において発生するバーク（樹皮）や木くずの処理、農業関連において発生するもみ殻の処理、および荒廃竹林の問題などからバイオマスの処理が求められている。

本事業では、本施設における課題と地域課題を同時に解決する方策として、地域資源である未利用のバイオマスを清掃工場の燃料として利活用すること、および本施設の安定運用によって得られた熱エネルギーを地域に供給することを実証し、持続可能な本施設運用システムを検討・構築することを目的として行われた。

令和 3 年度（2021 年度）は以下に述べる 4 つの検討項目について成果が得られた。

（1）原料調達の検討

将来における本施設の安定運用に必要な調達バイオマス量を検討し、それに見合う地域のバイオマス賦存量が存在することを確認した。また、地域のバイオマスの内、農業残渣であるもみ殻と林業残渣であるバークについての利用可能性を検討し、バイオマス発生箇所における情報収集と整理を行った。さらに、本施設においてこれまで受け入れていなかったバイオマスを受け入れるための法規制について調査し、情報を整理した。

加えて、後述する実証試験を実施するにあたり、地域のントリーエレベーターやバーク発生箇所からそれぞれもみ殻やバークを実証用原料として調達した。

（2）バイオマス混焼による実証試験

前記実証用原料バイオマスを本施設において試験的に受け入れ、ごみと混合して焼却炉に導入する実証試験を実施した。また、混合割合や混焼時間などの実証試験の条件設定を行い、混合処理における本施設の運転パラメータの変化や処理後の灰分などを確認することによって安定的な実証試験を行う前段階としての確認などを行った。

さらに、本施設におけるストブロワの方式を蒸気式から圧力波式へ変更することによって、今後の熱回収量をアップする（創エネ）ことを目指し、圧力波式ストブロワの製作を行った（設置による実証は次年度に実施予定）。

（3）熱供給方法の検討

本施設の 2019、2020 年度のエネルギー回収、利用状況等について実績値を集約し、現状における熱供給の情報を収集・整理した。また、現在温水や蒸気を供給している 2 件の熱需要家へのヒアリングを行うことにより、現状の熱供給に関する課題や需要家のニー

ズを把握した。さらに、本施設近隣の工場、商業施設、施設園芸など将来の熱需要家候補となる施設を調査した。

これらの情報を踏まえ、今後の熱供給の拡大に向けた設備投資と熱供給計画の方向性を検討した。

(4) システム全体の検討

エネルギー分野における地域循環共生圏モデルの全体イメージを構成し、エネルギーの面的展開として山間部と都市部の再生エネルギー利用を視野に入れた「**Saga Energy Factory Vision**」を構想した。さらに、本構想を具体化するための検討を行い、本施設の排熱を効率よく周辺に供給するための複合拠点（ベース熱供給に加えて変動対応熱供給施設）を新たに設け、地域としての面的展開を拡大する方策の必要性を見出した。

本施設を中心としたエネルギー供給システム全体として、水冷復水器採用による低温熱の拡大利用を目指し、補助加熱は再生エネルギー利用や蓄エネルギーも検討し、元の構想をアップデートした「**Saga Energy Factory Vision+**」を検討した。

Summary

In Saga City in 2003, the Saga Waste Disposal Factory (referred to below as “the facility”) began operation with a disposal plan of 300 tons per day (three incinerators at 100 tons per day each), and is carrying out the incineration of combustible waste, as per that plan.

Due to diminishing population and the resulting reduction in the quantity of combustible waste as well as the reduction of the amount of plastic products included in combustible waste, we expect to deal with the challenge of a reduction in thermal energy generation in years to come and are concerned about the stable operation of the facility in the future.

At the same time, there is a need to dispose of bark and wood chips generated in the lumber and forestry industries, the chaff generated in relation to agriculture, and there is the growing problem of ruined bamboo forests. Due to these factors, meeting the demand for disposal of biomass is being raised as a regional issue.

This project was carried out with the goal of considering and enacting a sustainable operation system for the facility, and has resulted in a plan to solve both the problems faced by the facility and the aforementioned regional issue by using the local resources of unused biomass as fuel for the waste disposal factory, which will in turn ensure the ability to provide local areas with the thermal energy generated by the stable operation of the facility.

In 2021, we made accomplishments in the following four areas of consideration:

(1) Review of ability to procure raw materials

We reviewed the amount of biomass we would need to procure to ensure the future stable operation of the facility, and we were able to confirm the existence of regions with the potential biomass capacity to meet this need. In considering the possibility of using chaff produced as agricultural byproducts and bark produced by the forestry industry, we collected and organized information from sites of biomass generation. Additionally, since the facility has not yet undertaken the receiving and handling of biomass, we researched the rules and regulations for the handling of biomass and compiled that information. Also, for the purpose of conducting the proof-of-concept tests discussed below, we sourced biomass materials needed for the tests : the chaff from regional grain elevators and the bark from sites of generation.

(2) Proof-of-Concept Tests of Biomass Mixed Waste Combustion

We received raw materials in the form of biomass at the facility and used it, mixed with waste, in the incinerator to carry out the aforementioned proof-of-concept test. Also, we set the conditions of the tests, such as biomass-to-waste ratio and length of incineration time to

reflect changes to operation parameters of the facility during mixed combustion and changes in the ash content post combustion, as a preliminary step in confirming the facility's ability to run a stable proof-of-concept test.

And, because switching the facility's soot blower system from steam to pressure wave will allow us to improve thermal recycling and increase our energy creation capabilities, we manufactured a pressure wave soot blower system (Installation and testing is scheduled to be carried out in the next fiscal year).

(3) Review of Method of Thermal Energy Provision

We've compiled our track record on the facility's energy recovery and the application of that energy for fiscal 2019 and 2020 and collected and organized the data about the present condition of our thermal energy provision. We've conducted interviews with two steam and hot water customers to ascertain the current challenges of and demand for thermal energy provision. Furthermore, we've conducted a survey of potential thermal energy customers in close proximity to the facility, including factories, commercial facilities, and gardening facilities. With this information, we've considered the capital investment needed and the direction of our thermal energy provision planning, to further future expansion of thermal energy provision.

(4) Review of Overall System

We've composed an overall image of our system based on the energy field's regional circular and ecological model, and conceptualized the "Saga Energy Factory Vision," with an eye on the possibility of a region-wide energy regeneration plan, encompassing the mountainous and urban areas. We've considered the steps to take to make this vision a reality and seen the need to set up a new center of operations for efficiently providing the surrounding area with energy from the waste disposal factory's waste heat (a facility for handling energy level fluctuations in addition to the facility for base level thermal energy provision) and for a policy to expand development to cover the entire region. We then set our sights on the goal of expanding the utilization of low temperature thermal energy generated by water-cooled condensers, and considered providing supplemental heating via energy recycling, as well as energy storage, and updated our original vision, producing "Saga Energy Factory Vision+," an overarching system with the waste disposal factory at its core.

目次

要約	1
第1章 実施概要	1
1-1. 業務目的	1
1-2. 事業の全体像	1
1-3. 事業実施主体、実施体制、役割分担	5
1-4. 事業スケジュール	6
第2章 原料調達の検討	7
2-1. 背景	7
2-2. 本施設の運用	8
2-3. 本市におけるバイオマスの発生状況	17
2-4. バイオマスの調達について	33
2-5. バイオマス混焼の法規制について	44
第3章 バイオマス混焼による実証試験	51
3-1. 混焼計画	51
3-2. 実証と影響評価	52
3-3. スートブロワの変更	70
第4章 熱供給方法の検討	79
4-1. 本施設からのエネルギーの利用について	79
4-2. 調査における指標	80
4-3. 熱供給の現状調査	80
4-4. 令和元年度調査における想定	87
4-5. 熱供給計画の方向性	95
第5章 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）検討会の開催等	106
5-1. 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）検討会の開催	106
5-2. 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業審査等委員会への出席	110
5-3. 令和3年度廃棄物処理システムにおける脱炭素・省CO ₂ 対策普及促進方策検討委託業務ヒアリング等への協力	110
第6章 共同実施者との打合せ	114
第7章 目標達成度や将来展開	116
7-1. 目標設定および達成度	116
7-2. 今後のスケジュール	117
7-3. 事業のCO ₂ 排出量削減効果	119

7-4. 事業終了後の横展開の可能性.....	120
-------------------------	-----

第1章 実施概要

1-1. 業務目的

佐賀市清掃工場（以下「本施設」）の課題として、人口減少とプラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律により原料ごみが減少し、ごみの発熱量減少が問題となっている。また、地域課題として、製材工場残材であるバーク（樹皮）や木くずの発生、農業関連として、もみ殻や荒廃竹林整備による竹の未利用の問題がある。

本施設における課題と地域課題を同時に解決する方策として、本事業では地域資源である未利用のバイオマスをもみ殻、竹、林地残材、樹皮等として本施設の燃料として利活用すること、および本施設の安定運用によって得られた熱エネルギーを地域に供給することを実証し、持続可能な運用システムの検討・構築することを目的とする。

1-2. 事業の全体像

令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）委託業務仕様書に基づいて、下記の内容を実施した（図 1-1 および図 1-2 参照）。

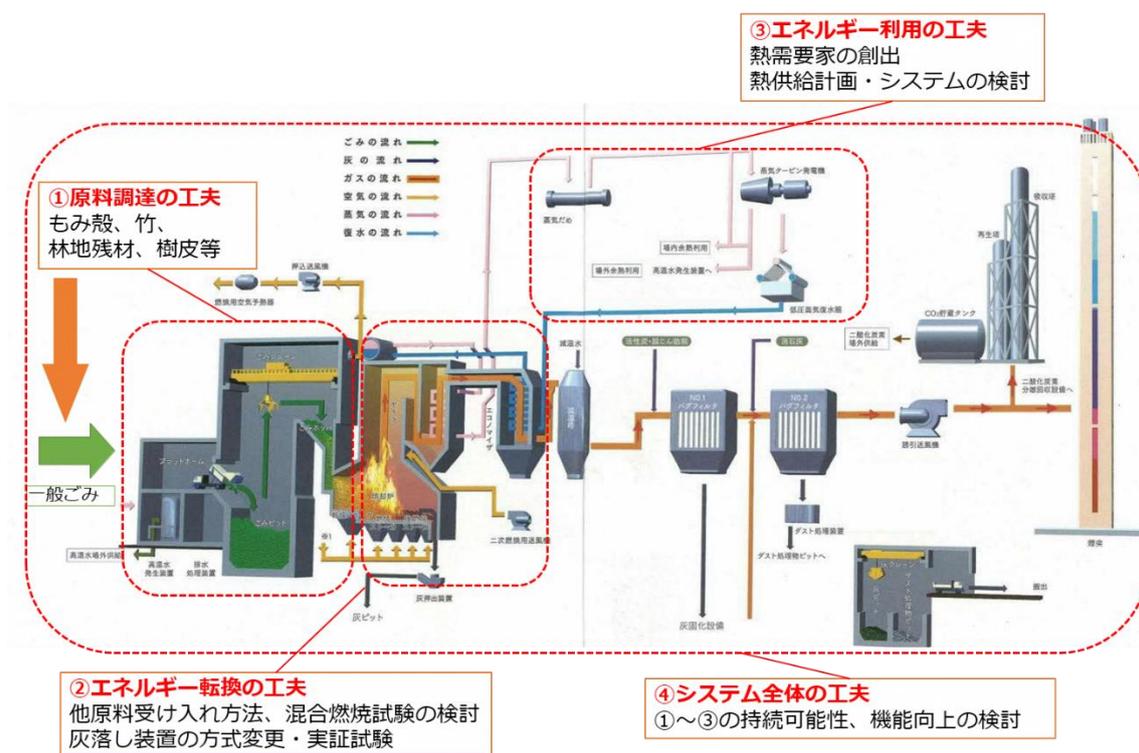


図 1-1 処理フローにおける実証ポイント

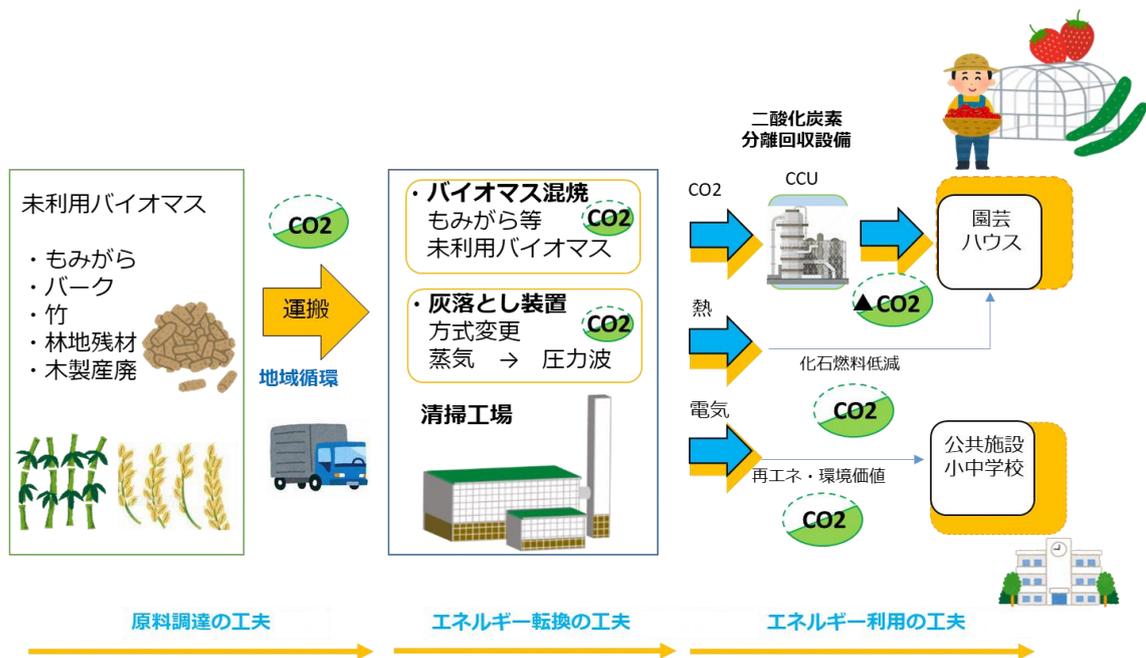


図 1-2 実証フローにおける CO₂ 削減ポイント

(1) 原料調達の検討

- 検討のベースとなる本施設の運用状況を確認し、将来の人口動向やごみ成分の変化を予測することによって、本施設の安定運用に必要な原料発熱量を検討すること。
- 地域において発生する木質系バイオマス（バークや木くず）、農業系バイオマス（もみ殻等）および竹の発生時期、調達可能量、性状を調査し、本施設の安定運用に必要な収集・運搬も含めた調達システムを検討すること。
- 地域において発生するバイオマスの調達については、これまで処理困難物として受け入れていなかったため、新たな受け入れ対象廃棄物となる事業系ごみの受け入れを検討すること。
- 本施設において新たな対象廃棄物を受け入れるための法規制上の課題を調査すること。

(2) バイオマス混焼による実証試験

- 本施設においてバイオマスを混合導入するときのプラントへの影響と受け入れ可能割合についてメーカーと協議を行い、実証試験の計画を策定すること（計画についてはもみ殻のみならず、バークや竹など地域で調達可能なバイオマス種を考慮する）。
- 実証試験に必要なバイオマス原料を調達し、ごみと混焼することで、最適な炉への投入方法、燃焼管理、主灰・飛灰の量的質的变化、機器損耗の変化などの影響

を評価すること。

- 蒸気式スートブロワ（排熱ボイラーの灰落とし装置）の方式を圧力波式に変更し、使用蒸気の削減と新たな熱量の創出をすること。
- 灰落とし装置を製作し、2022年度設置稼働に向けて周辺機器等の詳細設計等を実施すること。
- 灰落とし装置本体の製作業務は共同実施者である西日本プラント工業から三國機械工業に再委託すること。

（3）熱供給方法の検討

- 事業の持続性の確保のために必要な本施設周辺の熱需要家の需要パターン分析を行い、導管によるオンライン方式の熱供給に関する合理性、効率性、有効性の検証を行うこと。
 - 1) 熱需要データの収集・分析
 - 2) 熱需要の月別(季節別)変動の把握
 - 3) 熱需要の時間別変動の把握
- 熱供給先の新規開拓、熱供給方法について検討すること。
- 熱供給方法については熱供給配管のみならず、トランスヒートコンテナなどオフラインでの方法も比較・検討し、CO₂削減コストなど費用対効果を確認すること。
- 本施設の廃棄物処理事業、廃棄物エネルギー供給事業を持続可能なものとするために、廃棄物エネルギー(熱、電力、CO₂)の最適な価格帯を検証し事業性を確認すること。

（4）令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）検討会の開催

業務の円滑な実施のため、令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）検討会を設置し、業務実施期間内において、佐賀市にて2021年12月17日と2022年2月17日の2回にわたり、令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）検討会を開催した。

（5）「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業審査等委員会」への出席

環境省が2022年2月10日に実施した「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業 審査等委員会」へ出席し、業務報告を行った。

(6) 令和3年度廃棄物処理システムにおける脱炭素・省CO₂対策普及促進方策検討委託業務ヒアリング等への協力

環境省が2022年1月20日に実施した「令和3年度廃棄物処理システムにおける脱炭素・省CO₂対策普及促進方策検討委託業務」に係るヒアリングへの協力や検討会へのオブザーバ出席をした。

(7) 共同実施者との打合せ

本事業は、図1-3に示す体制で実施し、業務実施に当たっては、必要に応じて環境省担当官と打合せを行った。その他、共同実施者である一般財団法人エネルギー総合工学研究所、西日本プラント工業株式会社、九州電力株式会社と図1-1に示した項目①～④の研究について、計10回の打合せを実施した。これらの内、6回はWeb打合せ、4回は佐賀市で対面式での打合せであった。

(8) 報告書の作成

業務の内容についての最終的な取りまとめを行い、業務報告書を作成し、提出した。

(9) 技術開発・実証の目標設定

本事業の目標を設定し、工程表に従って実施した。

1-3. 事業実施主体、実施体制、役割分担

業務の実施体制を図 3-1 に示す。

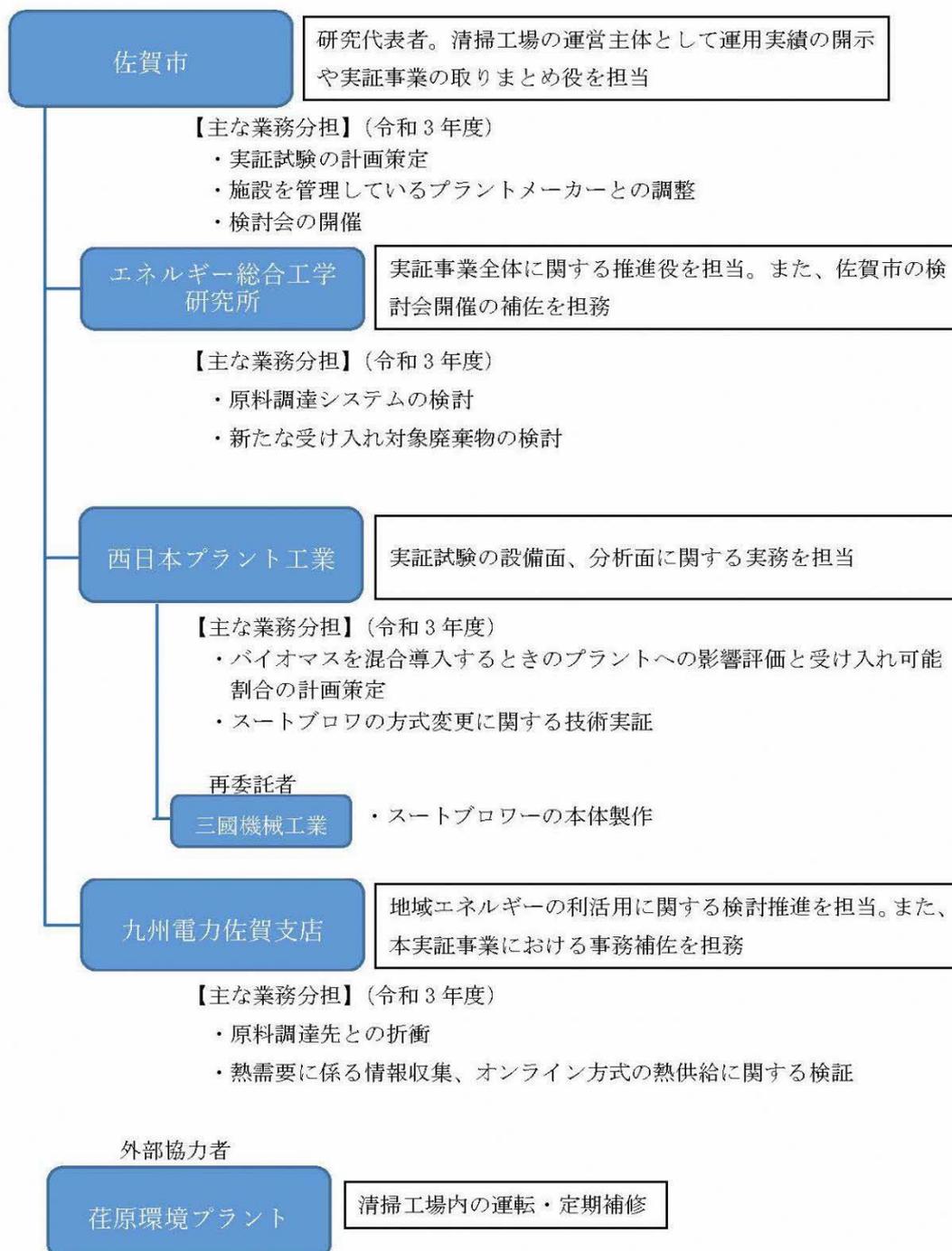


図 1-3 業務の実施体制

1-4. 事業スケジュール

本業務は、2021年11月30日の契約日以降、以下に示すスケジュールで実施した。

	R3			
	12月	1月	2月	3月
バイオマス運搬	バイオマス運搬・投入(もみがら)			
混焼実験		バイオマス混焼実験(断続的に混焼)		
灰落とし装置	SSB(圧力波式スートブロワー)の製作			★納入
炉内影響調査		実証前調査、混焼データの収集・整理・評価		
ごみ質分析	★12/10	★1月中		
灰組成分析		★12/27	★1月中	
成果報告書				★3月末
審査				★2/10:第2回審査等委員会
検討会	★12/17:第一回		★2月中:第二回	
1号炉稼働状況	休止	運転		

図 1-4 実証事業のスケジュール

第2章 原料調達を検討

2-1. 背景

佐賀市（以下、本市）では2003年（平成15年）に供用開始した計画処理300t/日（100t/日×3基）の本施設において本市の可燃ごみの焼却処理を行っている。

本施設では、発電した電力を市立の小中学校へ供給、発生した熱の一部を隣接のプールへ供給、さらに発生したCO₂を分離回収して民間藻類培養施設へ供給するといった取り組みにより、エネルギーやCO₂の有効利用を図っている。

本市の一般廃棄物処理基本計画^[2-1]によると、ごみの排出量は本市3R施策効果や将来人口の減少に伴い、減少傾向となることが予測されている。図2-1にごみの中間処理量の推移実績と予測を示す。本施設で処理される燃えるごみの量は、2013年度（平成25年度）に76,357t/年であったものが、2018年度（平成30年度）に74,089t/年まで減少しており、2024年度（令和6年度）には66,242t/年まで減少することが予想されている。

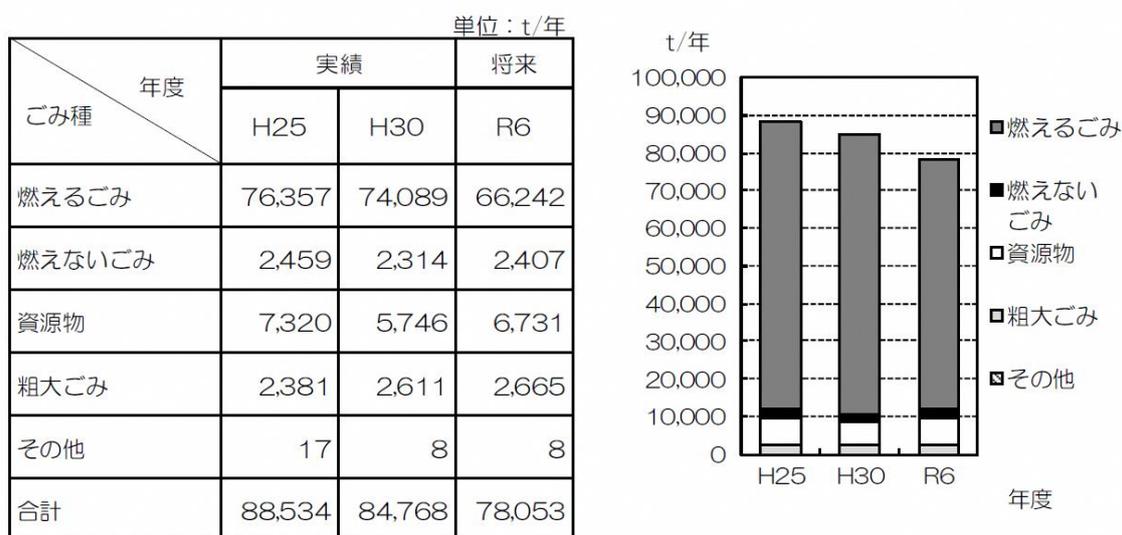


図 2-1 本市のごみ中間処理量の実績と予測^[2-1]

また、2022年4月1日に「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」（以下、プラスチック資源循環促進法）が施行されることによって、燃えるごみに含まれる高カロリーのプラスチックが減少することも予想される。本施設の安定運転と発生エネルギーの有効利用を将来にわたって行うためには、不足する分の原料調達が必要となっている。

2-2. 本施設の運用

2-2-1 本施設運用の現状

本施設の概要を図 2-2 に示す。プラントは全連続燃焼式ストーカ炉で前述の通り、計画処理 300 t/日 (100 t/日×3 基) となっている。

ごみの流れとしては、プラットホームに到着したごみ収集車がごみピットに一般廃棄物を投入し、ごみクレーンによってごみピット内で攪拌されたごみが一定速度 (時間あたり一定回数) でごみホッパに投入され、焼却炉で燃焼される。焼却ガスは各種ガス精製設備を通った後、煙突より大気に放出されるが、一部は CO₂ 分離回収設備に供され、分離された CO₂ は近隣に供給される。ごみの燃焼によって発生する灰分の内、焼却炉底部に発生するボトムアッシュは灰押出装置から排出され、焼却ガスに同伴される細かい灰はバグフィルタで捕集され、排出される。

エネルギーの流れとしては、ボイラで発生した熱エネルギーで蒸気が発生し、出力 4,500 kW の蒸気タービン発電機を回すことによって、電力に変換される。一部の蒸気は場内余熱利用や場外の熱需要家に熱エネルギーとして供給される。

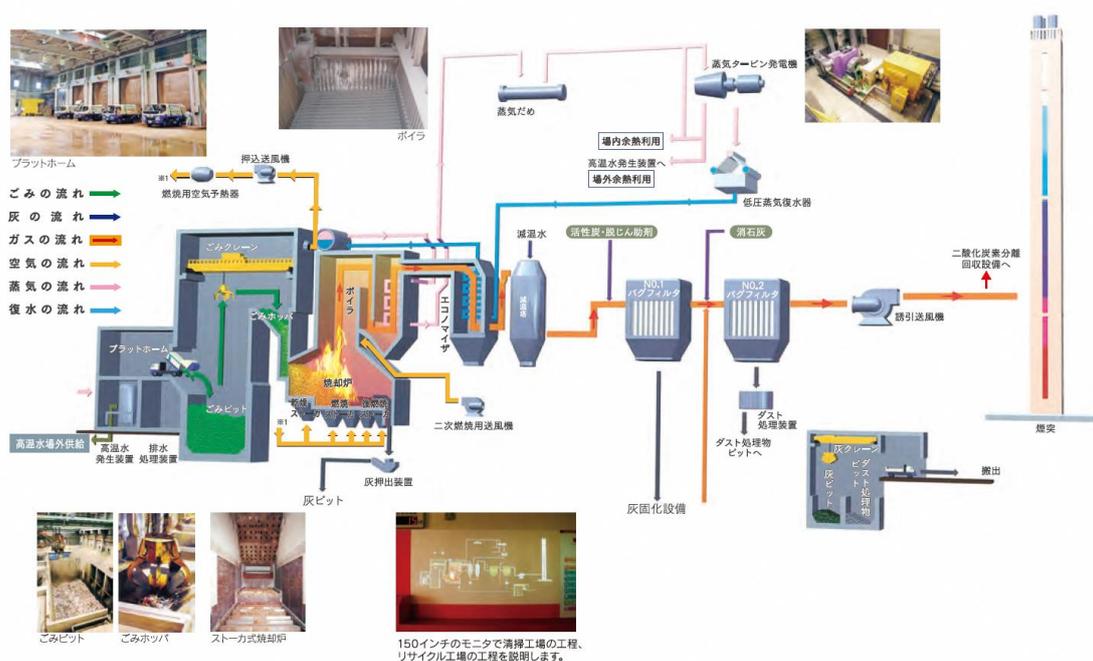


図 2-2 本施設の概要図 [2-2]

図 2-3 に 2020 年度における本施設の運用状況を示す。本施設は 11 月に 15~20 日間の全炉停止期間があり、それ以外の期間では蒸気タービン発電機と CO₂ 回収装置が連続運転を行っている。焼却炉は一部 3 炉運転が重なる期間を設けつつ、最低 2 炉運転を維持している。

月	4月				5月				6月				7月				8月				9月				10月				11月				12月				1月				2月				3月														
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	28	5	10	15	20	25
搬入量 (t)	計画	5872.54				6061.42				6440.98				6907.03				6427.97				6520.75				6451.76				5748.67				6194.65				5528.32				4999.63				6017.32													
	実績	5541.07				6142.36				6465.21				6511.45				6133.25				5901.39				6162.46				5984.36				5979.77				5291.15				4723.54				5851.14													
焼却量 (t)	計画	5730 (2炉:190)				5890 (2炉:190)				6000 (2炉:195 3炉:280)				6000 (2炉:200 3炉:300)				6000 (2炉:200)				6100 (2炉:200 3炉:200)				2533 (2炉:200)				30 (2炉:200 3炉:280)				5432 (2炉:194)				27 (2炉:194 3炉:280)																					
	実績	5666.06				5798.91				6461.90				6286.80				6422.25				5628.00				6502.32				2486.02				6792.29				5903.98				5394.25				6770.46													
月末ストック残量(t)	計画	1322.00				1493.00				708.00				1255.00				823.00				1344.00				686.00				3901.00				2966.00				2128.00				1696.00				1486.00													
	実績	1054.21				1397.66				741.87				966.52				677.52				950.91				611.05				4109.39				3296.87				2684.04				2013.33				1094.01													
運転概要	焼却炉									3炉8日								3炉6日								3炉11日								3炉12日								3炉11日																	
	熔融炉																	2号定修工事								1号・共通系定修工事								3号定修工事																									
焼却炉	1号炉 (249.7日)	20				17																																																					
	2号炉 (251.8日)	20												12								14				2				19												17																	
	3号炉 (239.0日)					24								7												2				20				1												7													
	タービン発電機																									2				19																													
CO ₂ 回収装置																													1				21																										

図 2-3 本施設の運用状況

図 2-4 に過去 7 年間の月別ごみ搬入実績を示す。ごみ搬入実績は概ね 6,000 t/月程度で推移しているが、徐々に右肩下がり傾向で減少していることもわかる。

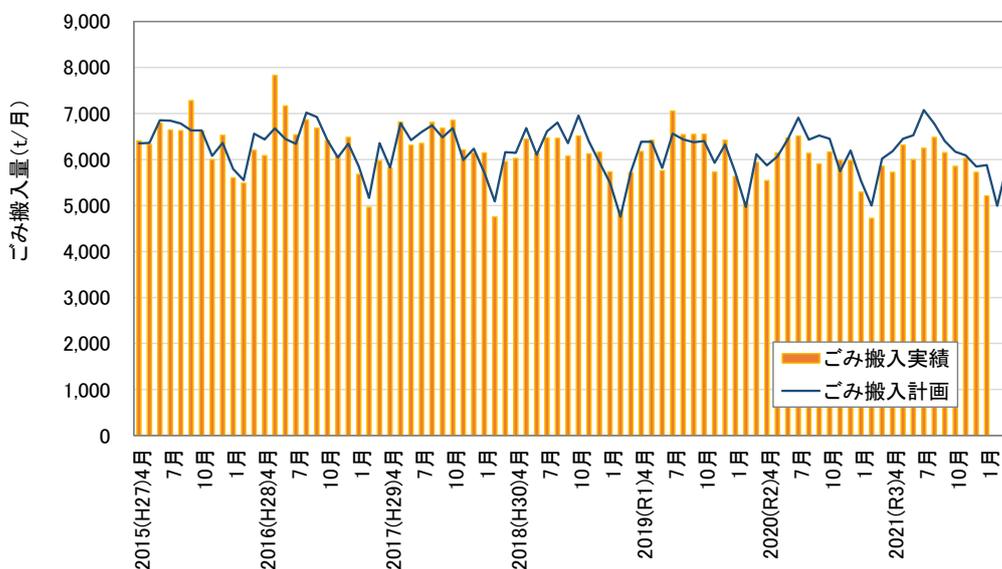


図 2-4 過去 7 年間のごみ搬入実績 (月別)

図 2-5 に過去 7 年間の年度別ごみ搬入実績を示す。年間で見ると、この 7 年間で徐々に搬入実績が減少していることがわかる。回帰分析の結果からこの期間で毎年 1013 t の減少量と見ることができる。

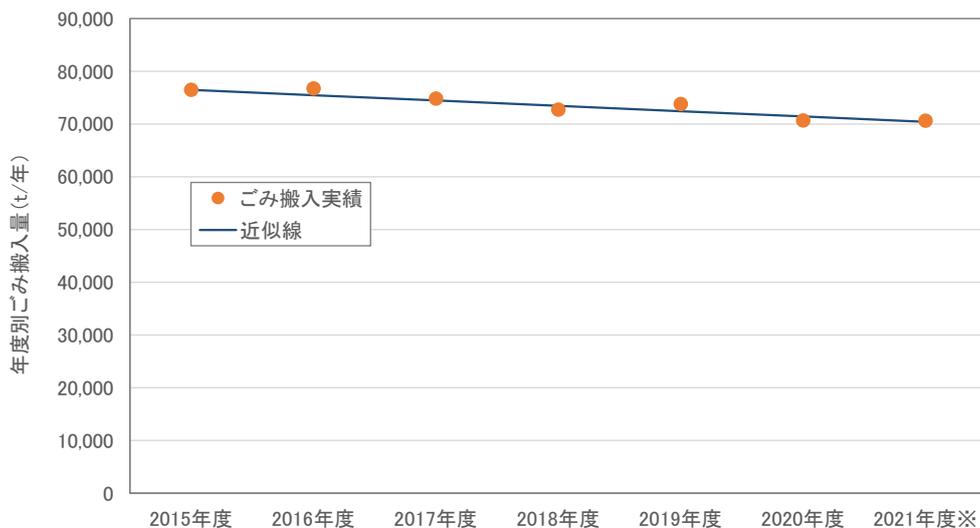


図 2-5 過去 7 年間のごみ搬入実績 (年度別)
(※2021 年度は 2 月分以降計画値を加算した)

直近のデータが揃っている 2020 年度の運転実績から、本施設の物質収支とエネルギー収支を計算し、それぞれ図 2-6 および図 2-7 に示す。

図 2-6 の物質収支は以下の方法により求めた。

- 2020 年度のごみ焼却実績 70,113 t をごみのインプットとした。
- 2020 年度の 21 回に渡るごみの成分分析結果の平均値から、可燃分 45.9%、水分 49.6%、灰分 4.5%を用いた。
- その他本施設に導入される物質としては 505 t の薬品（尿素水、石灰石、活性炭、脱塵助剤）、補助燃料としての灯油 55.6 t（70,394L より換算¹）、ボイラ等で利用される上水 37,800 t を用いた。
- アウトプットとしては焼却灰 5,834 t、飛灰（活性炭や脱塵助剤を含む）1,242 t、放流水 13,021 t の実績データを用い、残りが水蒸気と CO₂ として大気放出されたとした。
- 水蒸気の大気放出量はインプットであるごみ中の水分と上水の合計から放流水を引いて求めた。残りは CO₂ とした。

図 2-7 のエネルギー収支は以下の方法により求めた。

- インプットのエネルギーとしてはごみ焼却実績量にごみの発熱量分析結果平均値 7,646kJ/kg を乗じて求めた。
- 灯油のエネルギーは前述の使用量に発熱量¹ を乗じて求めた。
- その他一部買電量 610,190kWh を発熱量に換算²してインプットエネルギーとした。
- アウトプットのエネルギーとしては発電電力量 30,566,340kWh、その内、所内利用 14,642,810kWh、売電量 15,934,050kWh を発熱量に換算した。
- 近隣への熱供給量は運転実績から蒸気で 6,947t であったため、120°C の飽和蒸気のエンタルピー 2,706kJ/kg を乗じて求めた。

¹ 灯油の密度 0.79g/cm³、発熱量 36.49MJ/L

² 1kWh=0.0036GJ

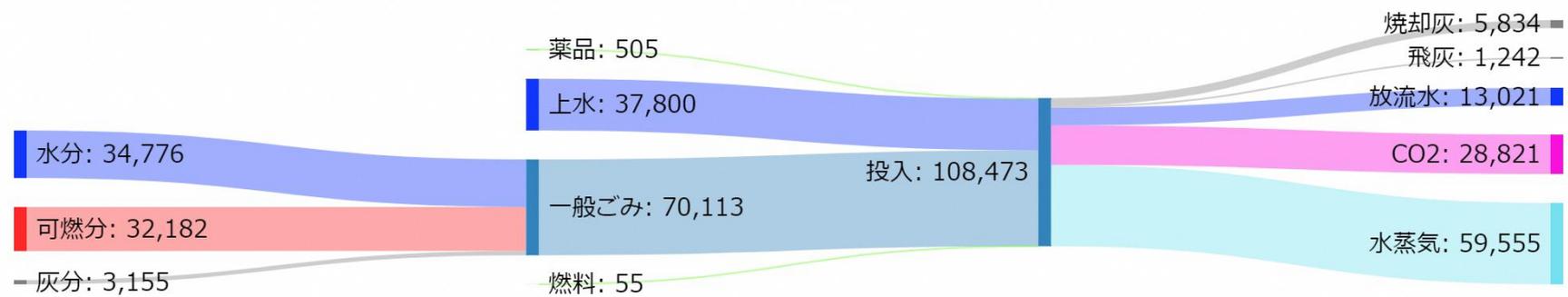


図 2-6 本施設の物質収支 (2020 年度, 単位: t/年)

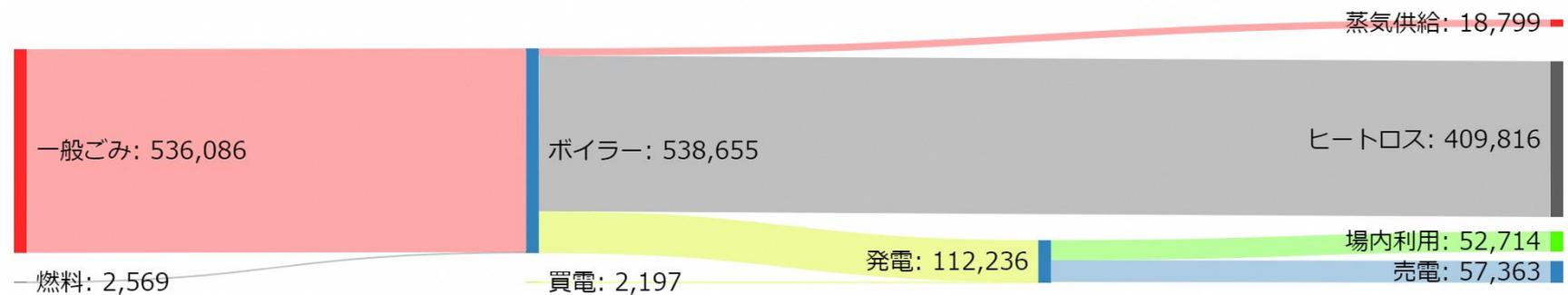


図 2-7 本施設のエネルギー収支 (2020 年度, 単位: GJ/年)

2-2-2 本施設運用の予測

前述の通り、本市においては将来の人口減少に伴って、2024年度には燃えるごみの発生量が66,242 t/年まで減少することが予想されている。

ここでは2024年度のごみ発生量減少時の本施設に与える影響を想定する。

想定に用いた条件は以下の通りである。

- 3つの焼却炉はそれぞれ100t/日で定格運転とする。
- タービン発電機が運転するためには2炉の運転が必要。

図2-8は図2-3と比較して、タービン発電機の運転日数は減らさずに、3炉運転の期間を2炉運転にした場合である。この時、3つの焼却炉がそれぞれ232日/年の運転日数で、ごみ処理量は69,600 t/年になる。したがって、このごみ処理量が発電量を減らすことなく運用できる最低限であることがわかる。

一方で、2024年の燃えるごみ発生量を考えると、上記最低限の量を下回ることから、タービン発電機の運転日数を減らさざるを得ないことがわかる。

図2-9は66,400 tの燃えるごみを処理するために、図2-8からさらに焼却炉の運転日数を減らした場合である。このとき、3つの焼却炉が平均220日/年の運転日数で十分になり、1炉しか運転できない日が30日増えたため、タービンの稼働日数が340日から310日に減少する。

次に、図 2-9 の運転予測に基づいて、2024 年のごみ処理量が減ったときの物質収支とエネルギー収支を求め、それぞれ図 2-10 と図 2-11 に示す。

図 2-10 の物質収支は以下の方法により求めた。

- 2024 年度のごみ処理予測量 66,242 t をごみのインプットとした。
- ごみの成分は 2020 年度と変わらないと想定した。
- 薬品使用量と上水はごみ処理量に比例して変化させ、補助燃料としての灯油使用量は 2020 年度と一緒とした。
- アウトプットとしての焼却灰、飛灰、放流水はごみ処理量に比例して変化させた。
- その他のアウトプットは図 2-6 と同様に計算した。

図 2-11 のエネルギー収支は以下の方法により求めた。

- ごみの単位発熱量および買電量は 2020 年度と変わらないと想定した。
- アウトプットのエネルギーとしての発電電力量は 2020 年度の実績に対し、タービン発電機の運転日数比例で 310/340 を乗じた。
- 電力の所内利用量は 2020 年度と一緒とし、残りの電力を売電するとした。
- 近隣の熱利用量も 2020 年度と一緒として、残りの熱をヒートロスとした。

発電電力量は 2020 年度の 30,566MWh から 27,869MWh に約 10%減少し、所内利用電力を一定としたため、売電量は 17%減少した。

実際には 2024 年の燃えるごみ発生量が減少することに加えて、プラスチック資源循環促進法の適用により、ごみの発熱量も低減することが予測されるため、本施設の安定運用にはバイオマス等の代替燃料の調達が重要となる。

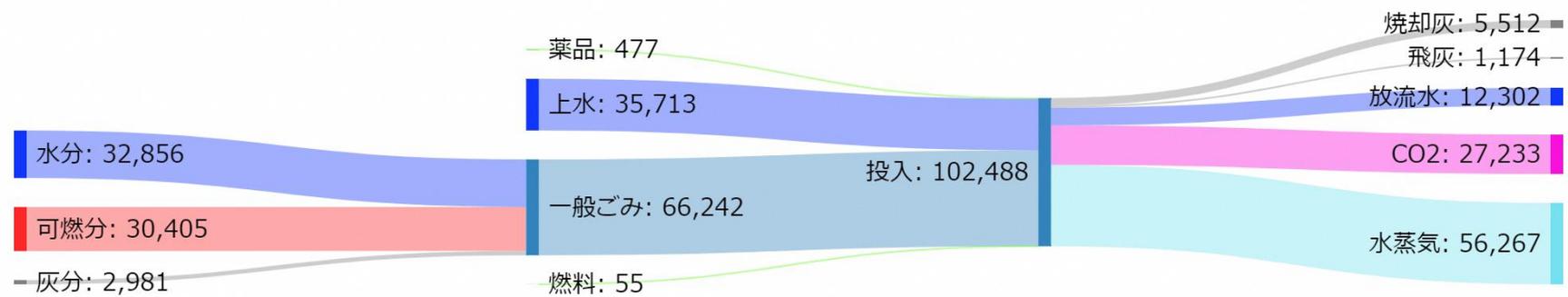


図 2-10 本施設の物質収支 (2024 年度予測, 単位 : t/年)

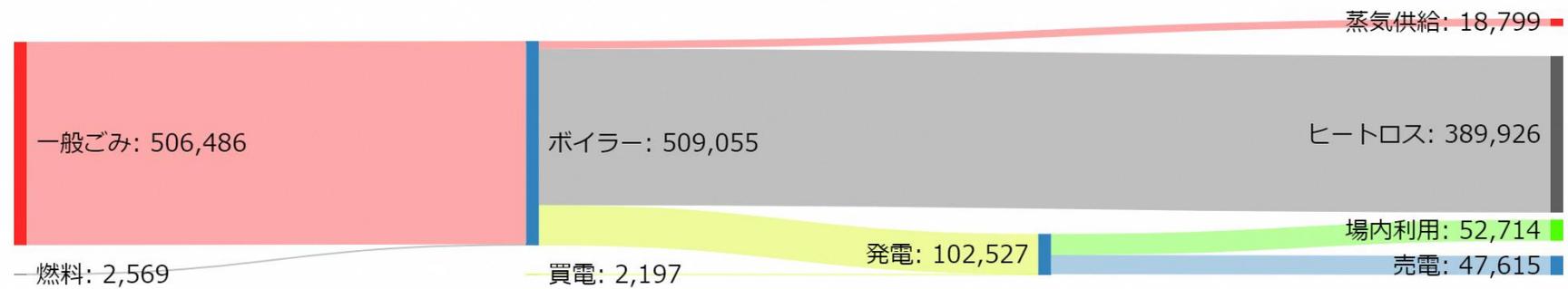


図 2-11 本施設のエネルギー収支 (2024 年度予測, 単位 : GJ/年)

2-3. 本市におけるバイオマスの発生状況

「バイオマス産業都市」とは地域に存在するバイオマスを原料に、収集・運搬、製造、利用までの経済性が確保された一貫システムを構築し、地域のバイオマスを活用した産業創出と地域循環型のエネルギーの強化により地域の特色を活かしたバイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強いまち、むらづくりを目指す地域のことで、平成25年度から、関係7府省（内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省）が共同で選定し、バイオマス産業都市構想の具体化に向けた取組を推進している。

本市は平成26年度（2014年度）にバイオマス産業都市に選定され、バイオマス産業を軸とした地域づくりを目指している。



図 2-12 「バイオマス産業都市さが」におけるバイオマス循環利用イメージ^[2-3]

本市が提出した計画であるバイオマス産業都市構想^[2-3]によると、家畜排せつ物が約83,000 t/年発生し、そのすべてが農地還元によって利用されている。食品廃棄物については約85,000 t/年発生し、家庭系生ごみの発電・熱利用や事業系食品残渣の堆肥化などにより、約27%が利用されている。

汚泥は約10,000 t/年発生し、ほとんどが農地還元されている。水産系のバイオマスはこれらの廃棄物より少なく、287 t/年発生、約30%が土壌改良剤に利用・販売されている。

製材工場や木材工場で発生する端材、木くず、おが粉、バークといった木質系廃棄物は約 16,000 t/年発生し、8 割が畜産敷料、製紙用、無償譲渡などで利用されている。

未利用系バイオマスの稲わらや麦わらについて見ると、合計で 65,000 t/年発生しており、そのほとんどが農地に鋤き込む方法で農地還元されている。もみ殻は約 7,900 t/年発生し、農地還元や畜産敷料としての無償譲渡されている。また、林地残材は 4,500 t/年程度発生し、ほとんど利用されていない。

これらポテンシャルデータの確認のため、NEDO（国研 新エネルギー・産業技術総合開発機構）が 2010 年に実施したバイオマス賦存量推計調査の結果^[2-4]を比較として図 2-13 に示す。

概ねバイオマス産業都市構想で示されている数値と同程度であることがわかり、林業系のバイオマスと農業系のバイオマスの賦存量（＝発生量）が大きいと言える。

本市における林業系および農業系バイオマスの賦存量をそれぞれ図 2-14 および図 2-15 に周辺地域と比較して示す。用いたデータは図 2-13 と同等のものである。

本市の林業系バイオマス賦存量は 12,500 t/年で唐津市の 13,800 t/年よりやや少ないものの、県内では第二位になっている。一方、本市の農業系バイオマス賦存量は 58,200 t/年で県内でも第一位の賦存量である。

この他にも本施設には事業系（建設廃材、パレット・木枠、家具端材等）バイオマスの処分に関する相談なども多くあり、ここに挙げた以外の有効活用可能なバイオマスも存在すると思われる。

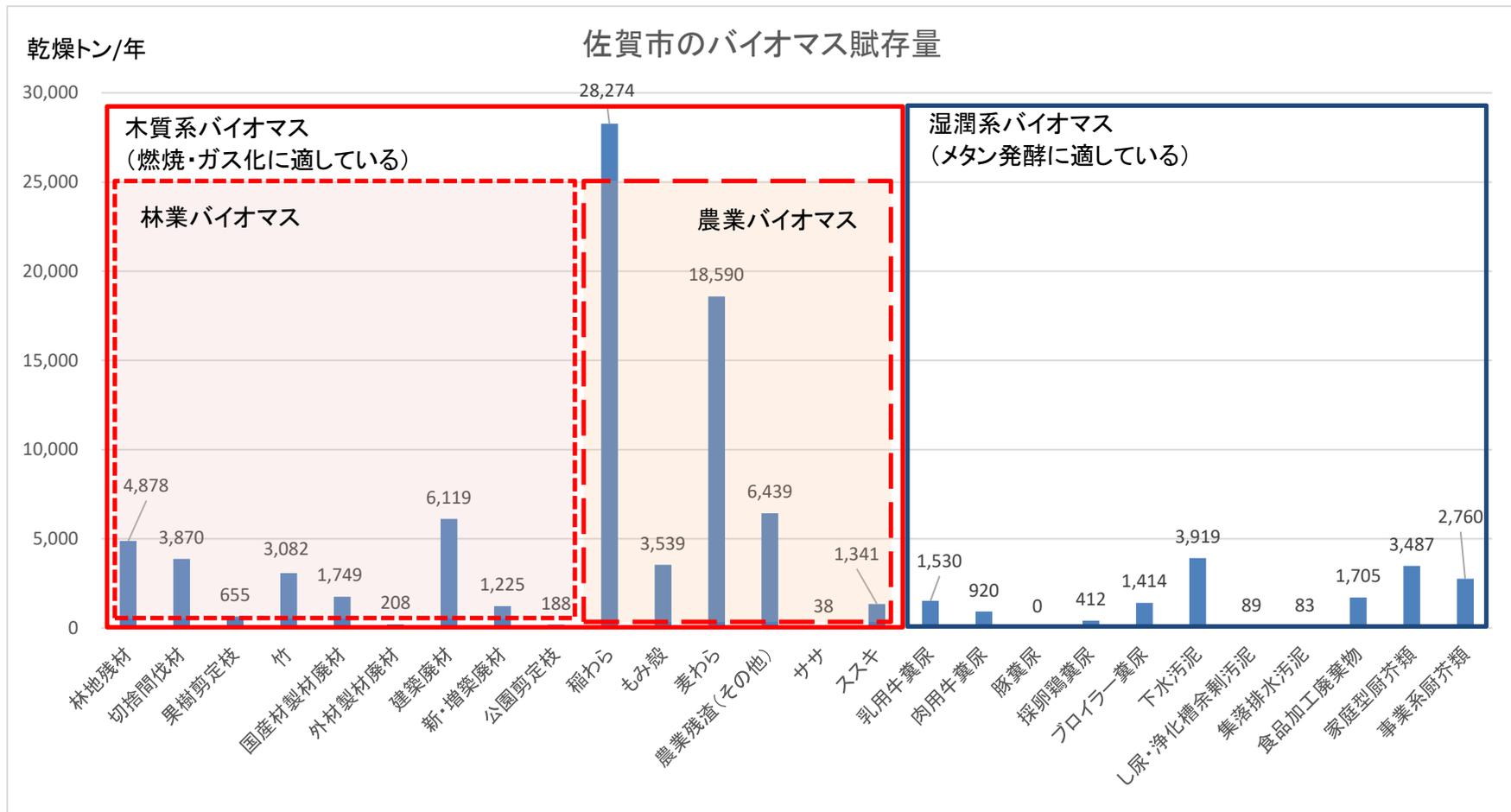


図 2-13 NEDO バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計（現在は公開終了）から算出した本市のバイオマス賦存量

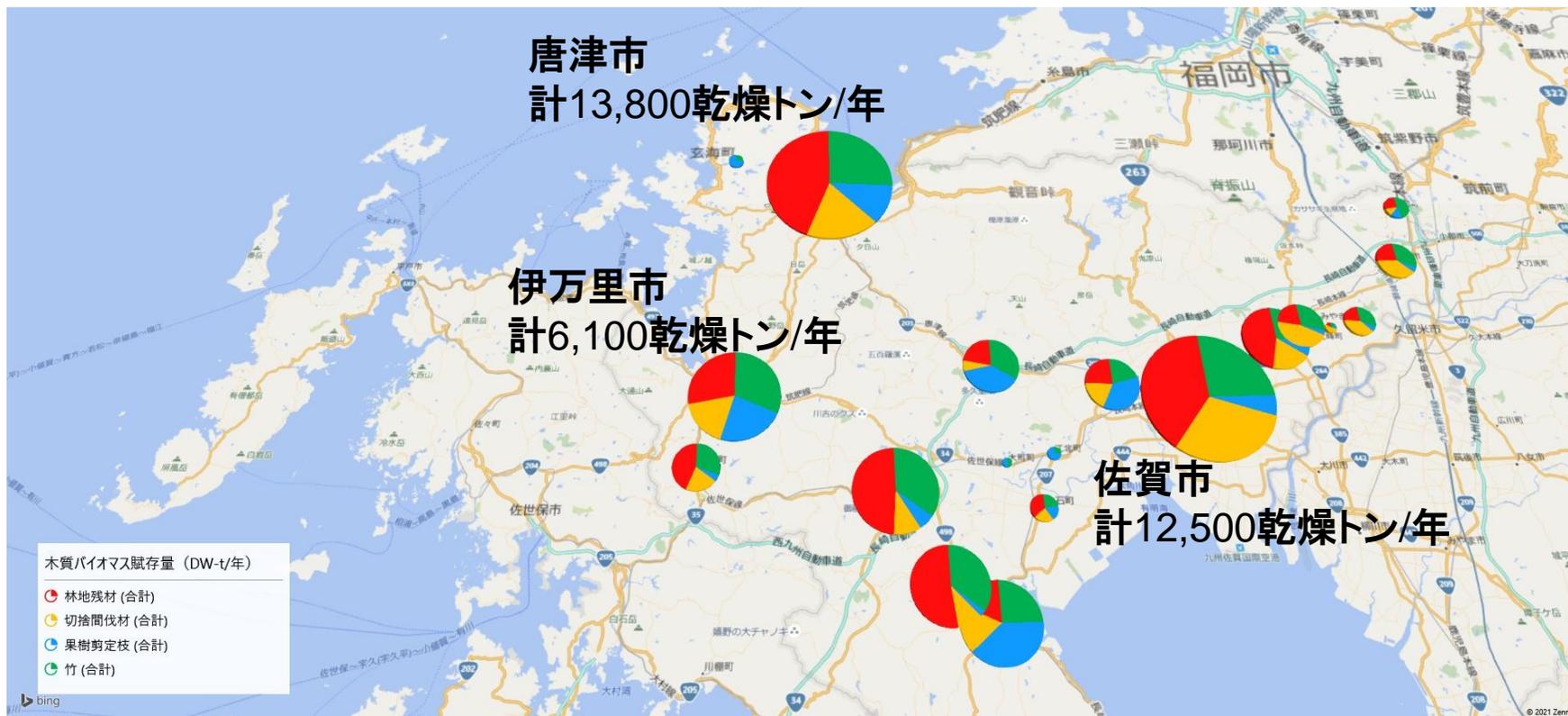


図 2-14 林業系バイオマスの賦存量に関する本市と周辺地域の比較

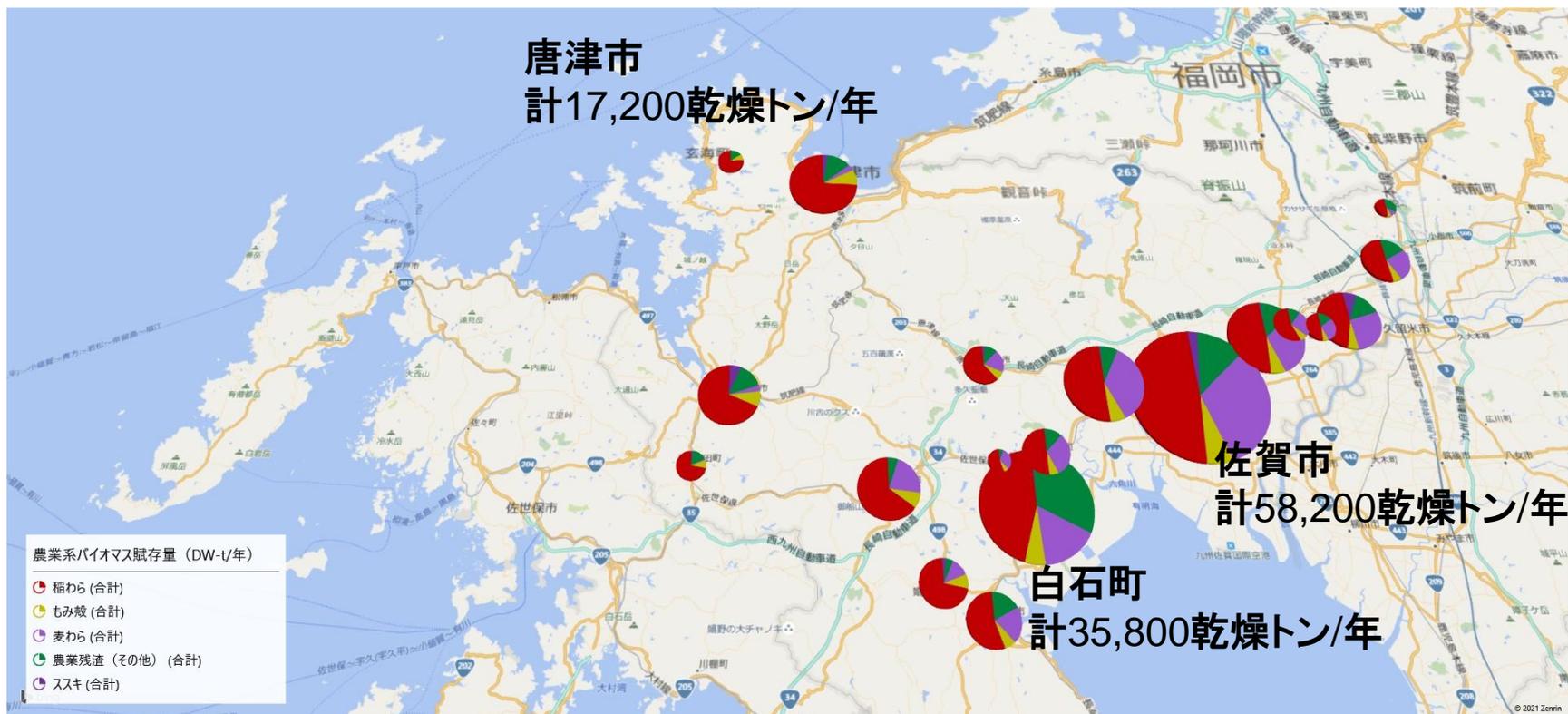


図 2-15 農業系バイオマスの賦存量に関する本市と周辺地域の比較

2-3-1 佐賀市におけるバイオマスの発生状況（詳細）

前述の通り林業系バイオマスおよび農業系バイオマスの賦存量が大きいことから2021年度（令和3年度）は本市のカントリーエレベーター（以下「CE」）において発生するもみ殻の調達可能性と原木市場などで発生するパークの調達可能性について検討した。

（1）もみ殻

本市の農業系バイオマス賦存量が多いことは前述の通りであるが、佐賀県は全国と比べてもお米の生産に重要なライスセンター（以下「RC」）およびCEの普及率が高い（図2-16参照）。県内にはライスセンターが98施設、CEが27施設あり、普及率は80%にも達している。本市内について見ると、RCが3施設、CEが9施設存在する。

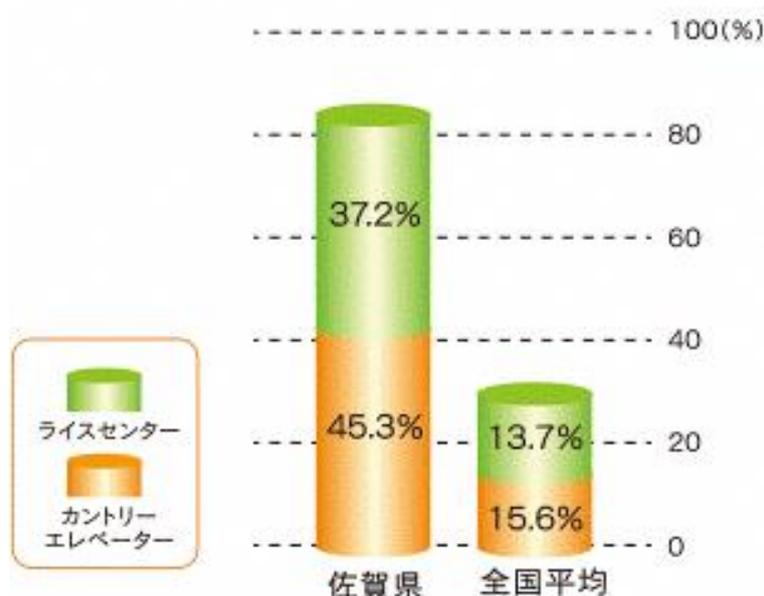


図 2-16 共同乾燥調整施設の普及率^[2-5]

もみ殻の発生状況に関する利活用の状況を佐賀県の農産課に聞いたところ、「もみ殻の処分先は積年の課題で、過去に検討したが妙案は無かった」とのことであった。

また、JA さがへのもみ殻の発生・利用状況についてヒアリングしたところ、以下の情報が得られた。

- 各 CE の合計で年間約 4000 t 発生。
- 利用先、無償取引一部有償、畜産農家減少で将来の引取先に不安。
- 過去に処分先が無く処理施設の確保に奔走したこともあった。
- 本施設でバイオマスを処理するというコンセプトの本事業に期待している。
- 本施設も引渡し先の選択肢となれば安泰、手数料負担も検討できる。

- 現状 CE における発生量の 10% (410 t) を出すことで検討しているが、具体的な要望量があればそれよりも多い受け渡し可能量を検討できると思う。



CE 外観



もみ殻排出口



もみ殻

図 2-17 CE の様子

図 2-18 に本施設を中心として、CE およびパークの発生箇所を示す。
CE は本施設を中心として 15km 圏内に 11 施設ある。一般的に木質バイオマス発電における燃料調達で採算が見込める範囲は 30km 圏内と言われているため²⁻⁶⁾、本条件はバイオマスの発生箇所と利用箇所が集約されて効果的であると言える。

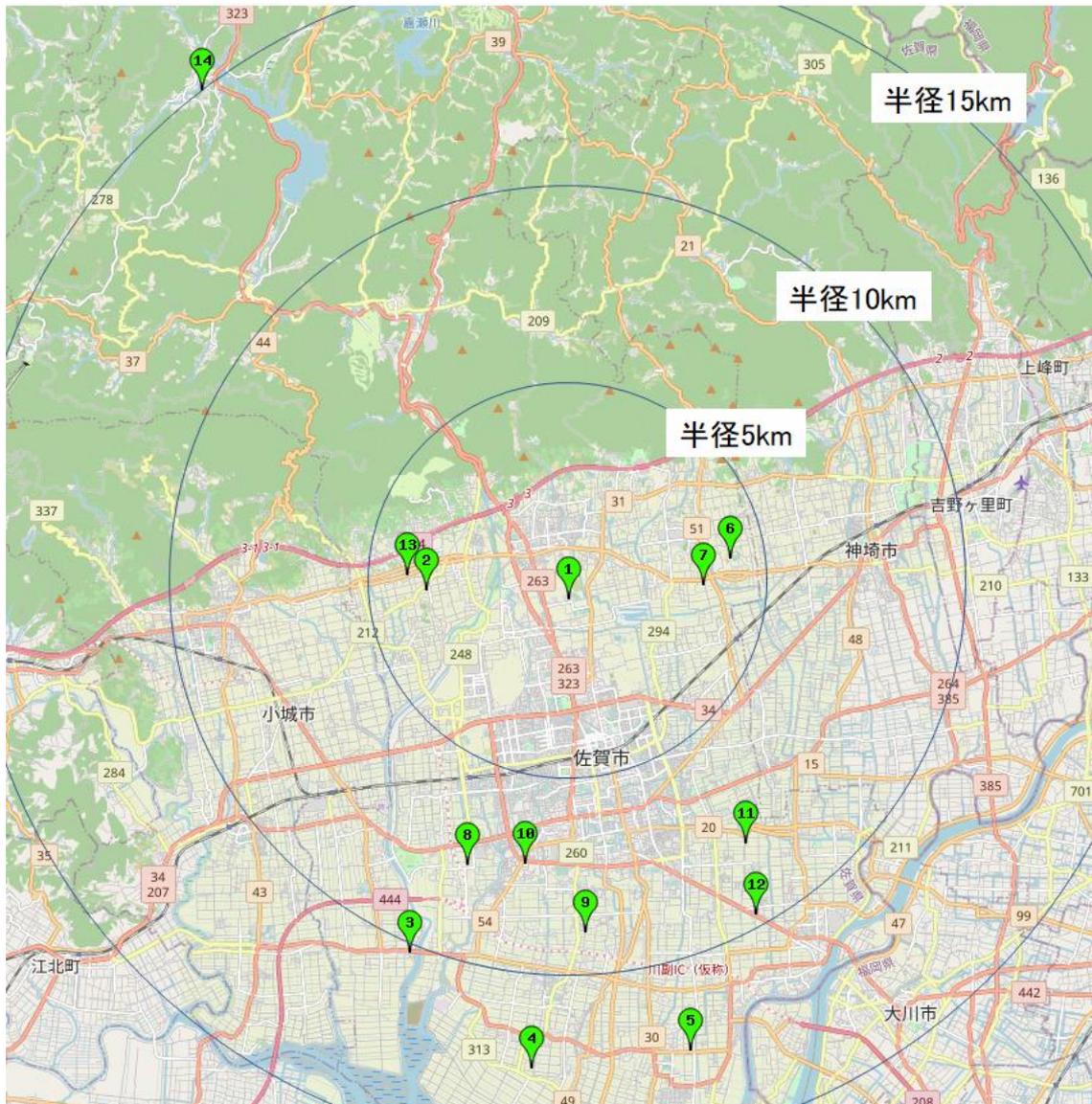


図 2-18 カントリーエレベーターおよびパーク発生箇所の配置
 (1 : 本施設、2~12 : カントリーエレベーター、13, 14 : パーク発生箇所)

次に、これら CE で発生するもみ殻の量を表 2-1 に示す。各 CE で発生量は異なるが、合計で約 4,000 t/年のもみ殻が発生している。

表 2-1 各 CE におけるもみ殻発生量 (2019 年 (令和元年) 実績)

地域	名称	もみ殻発生量 (t/年)
佐城北部	大和 CE	163
佐城南部	久保田 CE	434
	東与賀 CE	580
	川副中部 CE	1027
佐城中部	北部 CE	230
	久保泉南部 RC	107
	嘉瀬 CE	322
	本庄 CE	271
	西与賀 RC	165
	東部 CE(北川副)	341
	諸富町 CE	454
合計		4,094

これらもみ殻の発生に関する季節変動性についてヒアリングしたところ、CE の操業は 11 月から翌年 2 月までの 4 カ月で、年間取扱量を 4 カ月で押しなべて行うため、ほぼ一定量の年間発生量÷4 の量が毎月発生する量となる。

逆に、3 月から 10 月まではもみ殻の発生が無い場合、本施設に安定的にバイオマスを供給するためには、この期間に発生する別のバイオマスを調達する必要がある。

(2) バーク

本市におけるバークの発生箇所は図 2-18 に示した通り、本施設に近い 1 箇所と約 15km 山側に入った 1 箇所になる。

本施設に近い箇所にある佐賀県森連木材共販所では、バークが年間 250t 程度 (主に春から夏) 発生し、現状伊万里市のバイオマス発電事業者が引き取りに来ているが、本施設への引き渡しは可能という情報が得られた。

山側に入った 1 箇所の木材供給センターでは、バークが年間 900t 程度発生し、現在引き取り手はいないので、引き渡しは可能という情報が得られた。



バーク付き丸太



バークが積まれた状態

図 2-19 バーク発生箇所の様子

佐賀県森連木材共販所におけるバークの発生量変動を月別にして図 2-20 に示す。年度によってバラつきがあり、2019 年度（令和元年度）に 223t/年、2020 年度（令和 2 年度）に 137t/年、2021 年度（令和 3 年度、12 月まで）に 223t/年のバークが発生している。多い月で 40t のバークが発生し、少ない月では 10t 以下の発生量である。

また、バークは発生箇所で野積みされているため、外気温・湿度や天候の影響を大きく受ける。バークの含水率も 30～60%と大きく変動していることがわかった。

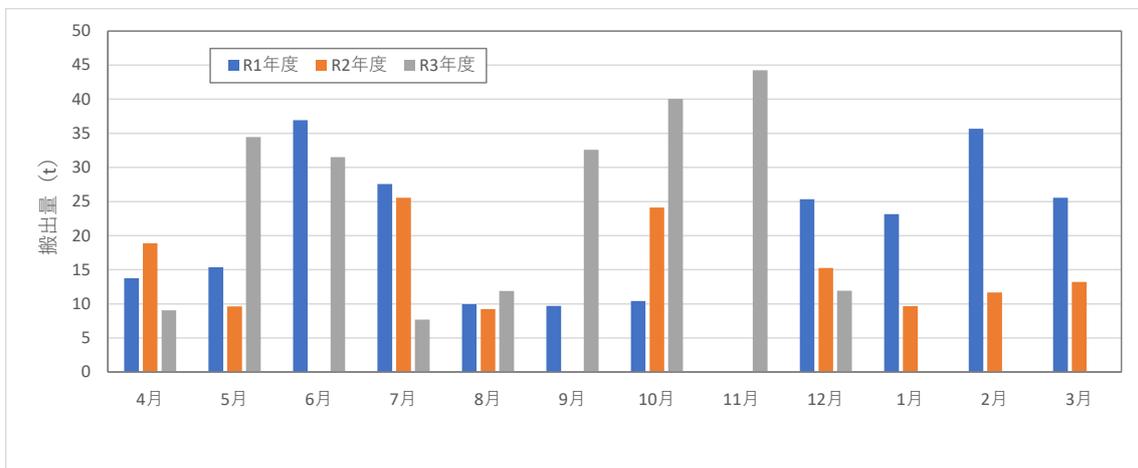


図 2-20 佐賀県森連木材共販所におけるバークの発生量推移

以上の本市におけるバイオマス発生状況を踏まえて、令和 3 年度にはもみ殻とバークを有望バイオマス原料と選択し、実証試験を実施した。

2-3-2 もみ殻の性状

(1) もみ殻の組成

もみ殻の組成は、産出地域によって差が見られるが、平均的には表 2-2 に示す通りである。もみ殻のかさ密度は 0.1kg/m^3 と小さく、発熱量（低位）は約 $3,600\text{kcal/kg}$ で容積あたりの熱量が木質系バイオマスと比べて小さい。その組成には不燃性のシリカ (SiO_2) が 13~29%含まれている。

表 2-2 もみ殻の組成^[2-7]

成分	組成	備考
シリカ (SiO_2)	13~29%	焼却灰として残る
リグニン	20~34%	可燃成分
セルロース	24~39%	〃
ヘミセルロース	18~26%	〃
脂肪分及びワックス類	~2%	〃

(出典：「ファインセラミックス原料の省エネルギー的製造技術に関する研究」北海道工業開発試験所)

(2) もみ殻の燃焼灰の組成とクリストバライト生成

もみ殻を完全燃焼すると SiO_2 含有率約 95% (wt%) の灰となるが、その性状は燃焼方法によって以下のように異なる。

- 穏やかな条件で灰化（燃焼）させると、細胞構造がケイ酸質骨格として残るため比表面積の大きな反応性の高い無定型シリカとなる。
- 燃焼温度が高くなると比表面積が減少し、クリストバライトなどの結晶が生成する。
- もみ殻を高温炉に入れて急速に加熱すると灰粒子の中に未燃焼物が残存するので、 600°C 以上の燃焼では予め 500°C で 2 時間焼成した灰を使って組成分析を行った結果を表 2-3 に示す。もみ殻灰の 93%wt%を SiO_2 が占める。

表 2-3 もみ殻燃焼灰の組成^[2-8]

sample	(wt%)									
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	Ig. loss
Tosu ¹⁾	92.96	0.14	0.05	0.01	0.45	0.19	0.29	2.38	0.29	2.99

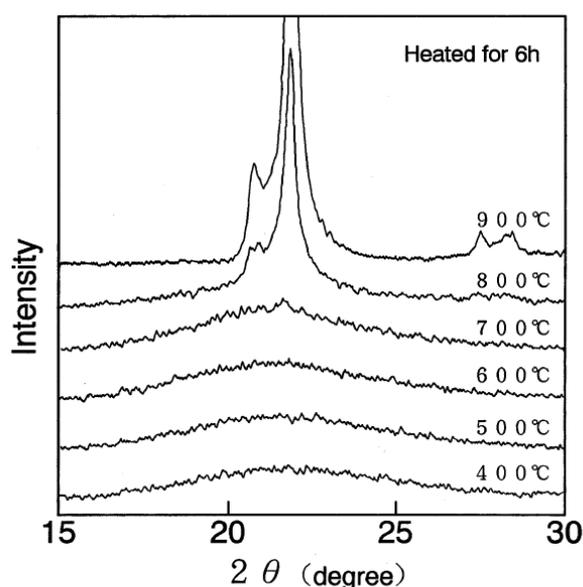
1) Sampled in Tosu-shi.

Prepared condition: Rice husk was first let smouldering for a few minutes on a pan using a gas burner and charred rice husk ash was further heated at 600°C for 15 minutes.

もみ殻灰の X 線回折結果を図 2-21 に示す。井上ら^[2-8]によれば、熱処理温度が 700°C

までは無定形のままであったが、800°C以上ではクリストバライトの生成がみとめられ、900°C以上ではその回折線が著しく高くなったことが確認されている。

井上らは、D.M.Ibrahim、J.James らの結果を踏まえて図 2-21 中の $2\theta \approx 20$ 付近のスペクトルがクリストバライトの(111)面と一致することにより結晶子サイズを求め、700°Cまでは約 1nm、800°C以上では熱処理温度と共に大きくなっているとしている。500°Cで熱処理した灰の電子回折パターンがリング状を示していることから無定型もみ殻灰が 5nm 以下の微細クリストバライトからできていると報告している。



X-ray diffraction patterns of rice husk ash heated at various temperatures.

図 2-21 もみ殻燃焼灰の X 線回折結果^[2-8]

中田ら^[2-9]によれば、800°C以上で燃焼したもみ殻灰中の SiO₂ は非晶質であるが、2~5 μm の小さい粒子の約 20 μm の集合体となっている。900°C以上の燃焼温度では灰中の SiO₂ は、クリストバライトと少量のトリジマイトから成っている。灰中のカリウムが SiO₂ 粒子表面を熔融して非晶質 SiO₂ からクリストバライトへの結晶化を促進させている。

奥谷ら^[2-10]によれば、800°C以上で燃焼したもみ殻はクリストバライトに結晶化し、灰には SiO₂ (95.4wt%) と K₂O (1.96wt%) が含まれ、燃焼灰中の 10.8%はクリストバライトに結晶化している。

(3) クリストバライトの安全性

もみ殻燃焼時の浮遊粉塵中の直径 7 μm 以下の結晶性シリカは、発がん性があり規

制されている。安全データ資料 (SDS) [2-11]によれば、結晶質シリカ (クリストバライト) によれば、生殖細胞変異原性、発がん性、および呼吸器への特定標的臓器毒性について健康に対する有害性が指摘されている。

推奨使用上の制限では“クリストバライト分析用標準資料のみに使用できる”とされている。なお、トリジマイトもクリストバライトと同様である。

奥谷ら[2-10]によれば、4kg のモミガライトの 199min の燃焼による 3.8m³ の燃焼ガスの 7μm 以下の浮遊粉塵は 4.55mg であり、クリストバライトなどの結晶性シリカは含まれていなかった。これは非晶質 SiO₂ とカリウム (KCl、K₂O) が共存している箇所です。クリストバライトが生成し、カリウムの作用で燃焼時に SiO₂ が熔融し、その後、凝固するので浮遊粉塵になることは無いと考えられる。一方、もみ殻のまま流動床燃焼や浮遊旋回流動床では、もみ殻粒子同士が衝突し、細かい粒子になり、クリストバライトは浮遊粉塵に含まれると考えられる。

2-3-3 樹皮 (バーク) の性状

(1) 樹皮 (バーク) の組成と発熱量

木質バイオマスの皮付き材の比重、樹皮率および材・樹皮別発熱量 (絶乾ベース、無水高位発熱量と同義) は以下の通り [2-12] である。樹皮率は固体、採取部位、生育地などによる変動が大きい。

気乾比重	0.36~0.95 kg/m ³	平均 630 kg/m ³
樹皮率	3.5%~27.2%	平均 11.9 %
材部発熱量	19.35~21.0 MJ/kg	平均 19.81 MJ/kg
樹皮発熱量	16.9~23.35 MJ/kg	平均 20.23 MJ/kg

材部の化学組成は、主要 3 成分 C : 50%、H : 6%、O : 44% (N を除く) で樹種による変動がほとんど無いが、樹皮にはタンニン、スベリン、ロウ、テルペン類、ポリフェノール類、色素、アルカロイド、サポニンなど多くの物質が含まれて複雑である。阿部氏の研究 [2-12] による樹皮の主要 3 成分の平均値 (試料数 n=38) は、C : 47.81%、H : 5.59%、O : 41.22% (N : 0.72%) であり材部と大きな差は見られない。38 種の早生樹およびその他の広葉樹の樹皮工業分析の平均値は、以下の通りである。

水分	9.45%
灰分	4.13%
揮発分	73.27%
固定炭素	13.15%

(2) 木質系バイオマスの燃焼灰の化学組成

木質系バイオマスの燃焼灰の化学組成について、いくつかの文献から得られた結果を以下に整理する。

林産試だより^[2-12]によると、

- 全木の燃焼灰は、重量ベースで原料の 1wt% であるが、樹皮込の燃料では数倍に増加し、未燃の無機物は樹皮に多く含まれている。
- 無機物を主体とした燃焼灰は、水を混ぜると一部が溶解して強いアルカリ性と高電気伝導度を示す。燃焼灰と水を 1 : 10 の比率で混合すると pH : 12~13、電気伝導度 : 10~20mS/cm 程度となる。

高橋ら^[2-13]による結果では、5 種の試料における燃焼灰の化学組成分析結果を以下のように整理している。これらの成分はいずれも肥料成分として利用できるものである。

酸化マグネシウム	3~7wt%
二酸化ケイ素	22~49wt%
リン酸	2~5wt%
酸化カリウム	12~23wt%
酸化カリシウム	14~27wt%
酸化マンガン	1~5wt%
酸化マグネシウム	3~7wt%

重金属類については、ステンレスが使用されている燃焼装置からの燃焼灰において酸化クロムが 0.1% 以上検出され、一部の試料からは酸化ニッケルも検出された。しかしアルミナ溶射した燃焼装置による燃焼灰での検出量は少なく、燃焼装置による影響が考えられる。

溝口ら^[2-14]による結果を以下に示す。

- 樹皮ペレットの燃焼灰の化学組成と X 線回折結果を図 2-22 に示す。
- 杉の樹皮を一時破碎してロータリーキルンで乾燥した後、ハンマーミルでクリンカ生成防止剤粉末を配合 (MgO を原料の wt1%、灰分量に対して 25wt% 相当) して 1200°C で 2hr 保持した試料を使用。
- 燃焼灰の示差熱分析によると、1240°C で結晶物質が融解したと考えられる吸熱ピークが現れている。これは結晶物質 $K_4CaSi_3O_9$ の融点に近い値である。
- 燃焼灰中には、もみ殻燃焼灰で問題となる SiO_2 が 18.8wt% が含まれている。

成分	wt%
CaO	47.9
SiO ₂	18.8
Fe ₂ O ₃	9.2
Al ₂ O ₃	8.4
K ₂ O	5.3
MgO	3.9
Others	6.5

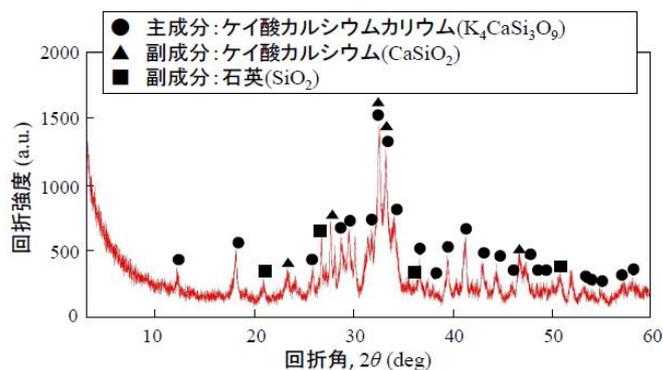


図 2-22 杉樹皮にクリンカ生成防止剤を配合したペレット燃焼灰組成と X 線回折スペクトル

土屋ら^[2-15]による結果を以下に整理する。

- 木質バイオマスとして利用が見込まれる主要木材を対象に灰中に含まれる無機成分を定量するとともに溶出性を調べた。試料は以下の通り。
 - ・ 燃焼灰組成の測定では、針葉樹（スギ、アカマツ、カラマツ）と広葉樹（コナラ、シラカバ、クリ）を対象に樹皮と木質部に分けて 6 樹種 15 サンプルを 600℃で灰化。
 - ・ 溶出性能の測定では、針葉樹 3 樹種 8 サンプルを灰化。
- 木質灰に含まれる無機成分は、カルシウムとカリウムで全無機成分の 80%程度を占め、木材と木質灰との成分比は概ね一致し灰化による大きな影響は見られない。
- 環境省告示第 46 号に準拠した溶出試験の結果、8 サンプル中 6 検体で規制対象となっているホウ素とセレンが土壤環境基準（基準値は 1.0mg/l、セレン 0.01mg/l 以下）の数十倍の高濃度で検出された。
- 溶出液中の主な陽イオンはカリウムとナトリウムである。

(3) まとめ

樹皮の燃焼に関する調査結果は以下の通り。

- 樹皮の発熱量は平均 20.23MJ/kg であり、材部（19.8MJ/kg）より若干多いが、化学組成（C,H,O,N 量比）は材部と比べて大きな差がない。
- 樹皮には材部に比べて無機物の量比が多いため、樹皮燃焼灰分量は全木部より数倍多くなる。
- 樹皮および材部の燃焼灰は、水と混ぜると pH12~13 の強いアルカリ性を示す。
- 樹皮および材部の燃焼灰の化学組成には各種の酸化物が含まれているが、何れも肥料成分として利用可能なものである。

- 樹皮および材部の燃焼灰中の SiO_2 含有率が 22%～49wt%である。もみ殻燃焼灰で見られた非晶質 SiO_2 の分析結果が報告されていないので、クリストバライト生成の可能性は不明。
- 木質燃焼灰中の無機成分のうちホウ素とセレンが土壤環境基準の数十倍と検出されている。その後の詳細検討は報告されておらず、詳細は不明。
- 樹皮および材部(未加工品)の燃焼灰中の六価クロム溶出量は $0.01\text{mg}/\ell$ 以下で、「産業廃棄物に含まれる有害物質判定基準値」規制値 ($1.5\text{mg}/\ell$ 以下) より低い。
- 木質バイオマスの加工品であるペレットやおが粉などの燃焼灰中の六価クロム溶出は、加工装置の材質であるステンレスに起因して多少溶出されているが、「産業廃棄物に含まれる有害物質判定基準値」の規制値 ($1.5\text{mg}/\ell$ 以下) と同等もしくはそれ以下である。
- 加工装置もしくは測定用燃焼皿のステンレスが高温となる条件では、ステンレスの高温腐食の影響により $3\sim 3600\text{mg}/\ell$ 溶出する結果が得られ、規制値を大幅に超える可能性がある。

2-4. バイオマスの調達について

本施設の安定運用に必要なバイオマスの収集・運搬も含めた調達システムを検討するために、今年度有望バイオマスと想定したもみ殻とパークについて利用状況を調査した。

2-4-1 現状の利用方法、状況

(1) もみ殻

前述のとおり、本市において 11 か所の CE があり、合計で年間約 4,000 t のもみ殻が発生している。

これらのもみ殻は畜産農家における敷料、暗渠に充填する疎水材、土壌改良剤などに用いられている。CE で発生したもみ殻は、もみ殻タンクが一杯になる前に収集・利用している業者が引き取っている。もみ殻を引き取る業者は県内では杵島郡白石町や嬉野市、県外では福岡県糸島市や長崎県島原市と広域に存在する。

図 2-18 で示した本施設ともみ殻やパークの発生箇所に、もみ殻やパークの利用先を加えて図 2-23 に示す。

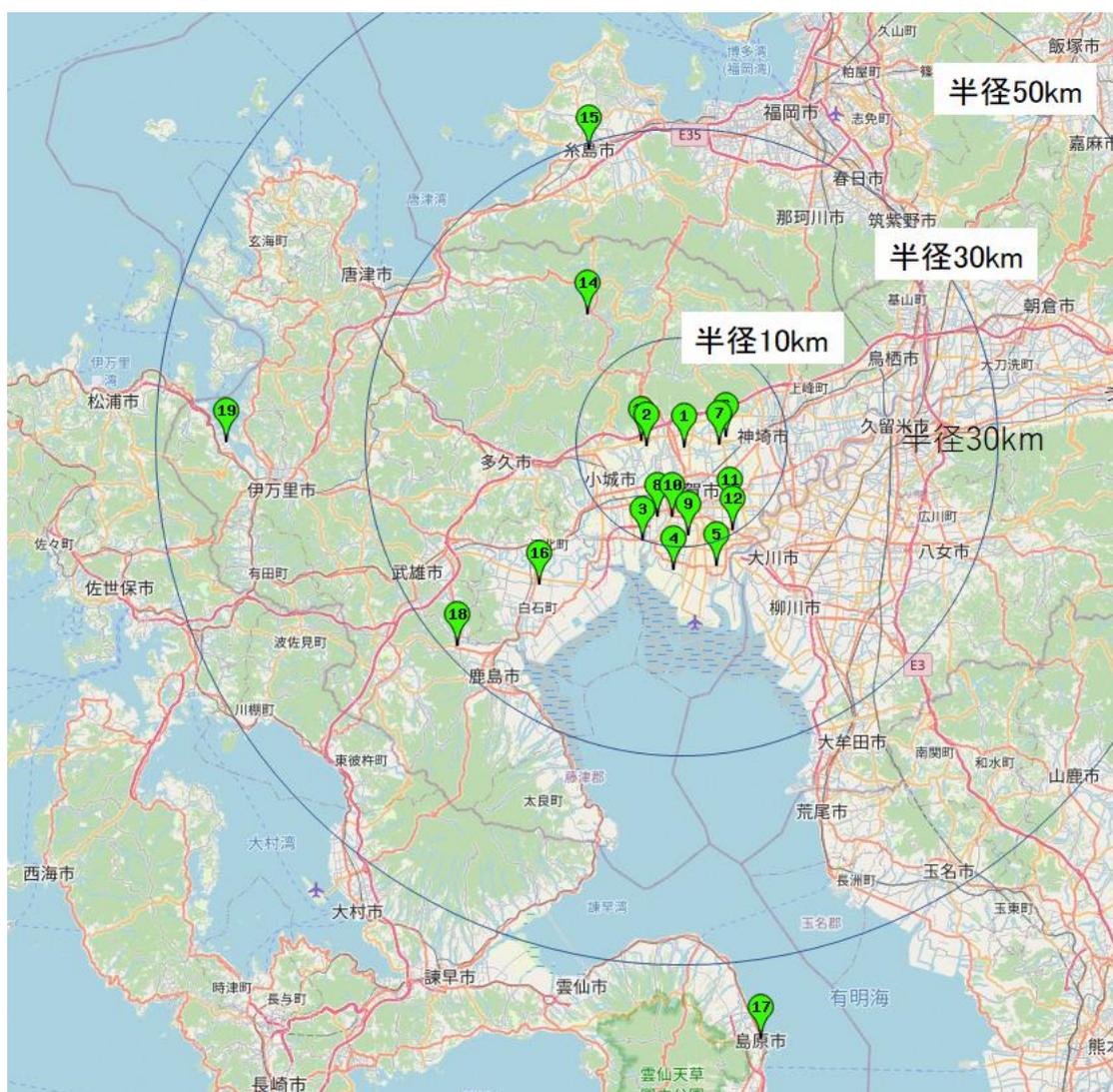


図 2-23 本施設を中心としたもみ殻およびパーク発生箇所を利用箇所を加えたもの
 (数字の1は本施設、2~12はもみ殻発生箇所、13, 14はパーク発生箇所、15~18はもみ
 殻利用箇所、19はパーク利用箇所)

CE からほとんどの引き取り先の距離は本施設までの距離に比べて遠いため、輸送に
 関わる CO₂ の発生量で考えると、本取り組みにメリットが出ることが予想される。

表 2-4 にもみ殻の調達先を本施設に変更した場合の CO₂ 排出削減量算出結果を示す。
 算出にあたっては改良トンキロ法^[2-16]の原単位を用い、輸送方法は 4tトラックに 1.2t
 のもみ殻を積載した実際の調達の結果を適用した。

表から明らかなように、これまでもみ殻の輸送のために 1t あたり 3.2~45kg の CO₂
 が排出されていたものが、2.0~7.2kg に低減される。

CE から排出される年間 4,000 t のもみ殻の内、10%の 400 t を本施設に導入した場
 合、合計で 8.7 t/年の CO₂ 排出量が削減できると試算された。

表 2-4 もみ殻の輸送に関わる CO₂ 排出量の試算

	名前	もみがら発生量(トン/年)	清掃工場との距離(km)	CO ₂ 排出量(kg/トン)	現状引き取り先	現状輸送距離	CO ₂ 排出量(kg/トン)	CO ₂ 排出削減量(kg/年)
佐城北部	大和CE	163	5.2	2.40	糸島市	44.2	20.38	293.1
佐城南部	久保田CE	434	15.2	7.01	白石町	29.6	13.65	288.2
	東与賀CE	580	13	5.99	島原市	93	42.88	2139.6
	川副中部CE	1027	13.7	6.32	嬉野市	44.3	20.43	1449.1
佐城中部	北部CE	230	5.3	2.44	白石町	29.6	13.65	257.7
	久保泉南部RC	107	4.3	1.98	白石町	29.6	13.65	124.8
	嘉瀬CE	322	9.6	4.43	島原市	90.1	41.55	1195.3
	本庄CE	271	9.1	4.20	島原市	92	42.42	1035.9
	西与賀RC	165	11.4	5.26	諸富町	7	3.23	-33.5
	東部CE(北川副)	341	12.5	5.76	島原市	97.5	44.96	1336.6
	諸富町CE	454	15.7	7.24	嬉野市	44.3	20.43	598.7
		10%(409トン)調達すると想定						8.686

次に、嬉野市にあるもみ殻の引き取り先の一つを視察し、利用状況などをヒアリングした。この業者は CE にてもみ殻が発生する秋頃から自社の保管場所（図 2-24）にもみ殻を集約し、長崎県島原市を主とする畜産農家にもみ殻を販売している。



図 2-24 もみ殻の保管状況

また、一部のもみ殻については自社の炭化装置でくん炭（図 2-25）を製造し、土壌改良剤として JA などに販売している。



図 2-25 くん炭

ヒアリングの結果、2021年度はもみ殻の発生量が少なく、収集に苦勞しているとのことであった。もみ殻を本施設に導入するにあたって、現状の利用を妨げないように、発生量と余剰量をよく把握することが必要であることがわかった。

(2) バーク

表 2-5 にバークの調達先を本施設に変更した場合の CO₂ 排出削減量算出結果を示す。算出にあたっては前述と同様に改良トンキロ法^[2-16]の原単位を用い、輸送方法は 4t トラックに 2.2t のバークを積載した実際の調達の結果を適用した。なお、木材供給センターのバークは現在引き取り手がいないため、仮に共販所と同じく伊万里に提供することを想定した。

表から明らかなように、これまでバークの輸送のために 1t あたり 15kg 程度の CO₂ が排出されていたものが、6.6 kg 以下に低減される。

本市で発生する年間 1,150 t のバーク全量を本施設に導入した場合、合計で 11 t/年の CO₂ 排出量が削減できると試算された。

表 2-5 バークの輸送に関わる CO₂ 排出量の試算

	バーク発生量 (トン/年)	清掃工場との 距離(km)	CO ₂ 排出量 (kg/トン)	現状引き取り 先	現状輸送距離	CO ₂ 排出量 (kg/トン)	CO ₂ 排出削減 量(kg/年)
佐賀県森連木材共販所	250	5.1	1.44	伊万里	54.8	15.51	3,516
富士大和森林組合 佐賀市 木材供給センター	900	23.2	6.56	伊万里	53.9	15.25	7,818
	すべて調達すると想定						11,334

次に、伊万里市にあるバークの引き取り先である中国木材のバイオマス発電所を視察した。当該発電所は出力 9,850kW で、年間 9 万 t の木質バイオマスを原料としている。原料の内、50～55%はバークや端材であり、その内 2 割が近隣の木材事業協同組合から調達したバーク、1 割は社内で発生する端材で残りは外部からの調達である。



図 2-26 バークの保管状況
(奥の色が濃いものがバークで手前はチップ)

当該設備に対する本市からのバークの寄与はわずかであるが、本施設での利用にあたっては、現状の利用を妨げないよう気を付ける必要がある。

2-4-2 実証試験用バイオマス原料の調達

以上の原料の調査結果に基づき、今年度の本施設におけるバイオマスと燃えるごみの混焼実証試験に向けて、もみ殻を調達した。

調達の様子を図 2-27 に示す。もみ殻は 4t トラックで調達し、積載した量は 1.2t であった。輸送効率を向上させるにはもみ殻の密度を向上させる必要があるが、密度を上げるためのブリケット化などはコストがかかるため、短い輸送距離の調達先に対して

改質コストなどをかけることは現実的ではない。



(a) カントリーエレベーター内のもみ殻の保管



(b) トラックへのもみ殻の積み込みの様子



(c) もみ殻の運搬の様子

図 2-27 もみ殻調達の様子

本事業において調達したもみ殻の量の実績を図 2-28 に示す。もみ殻は本事業の開始以降、2021 年 12 月 8 日から 2022 年 2 月 24 日まで総量で 146 t 調達した。CE から本施設までのトラック往復回数は距離や排出量など状況によって異なるが 2~5 回/日で、2~6 t の調達量であった。2022 年 2 月からは 4t トラックでの調達に加えて、10t トラックでも調達を行った。一回あたりの輸送量は 4t トラックで 1.2t、10t トラックで 2.7t であった。

本施設が 2 炉運転した場合、200t/日の処理量であるため、最大 3%程度の混合量となる。今回の実証試験では 1 炉のみに混焼を行っているため、6%程度の混合量となる。6 t/日の調達を本施設の稼働時期にあわせて 340 日/年実施した場合、2040 t/年のバイオマス調達量となるため、調達システムは本方法に近いものになると考えられる。

また、2022 年 2 月 18 日から 3 月 2 日までは 3 日間の合計で 41 t のバークを調達した。調達量実績を図 2-29 に示す。一回あたりの輸送量は 4t トラックで 2.1t、10t トラックで 3.1t であった。

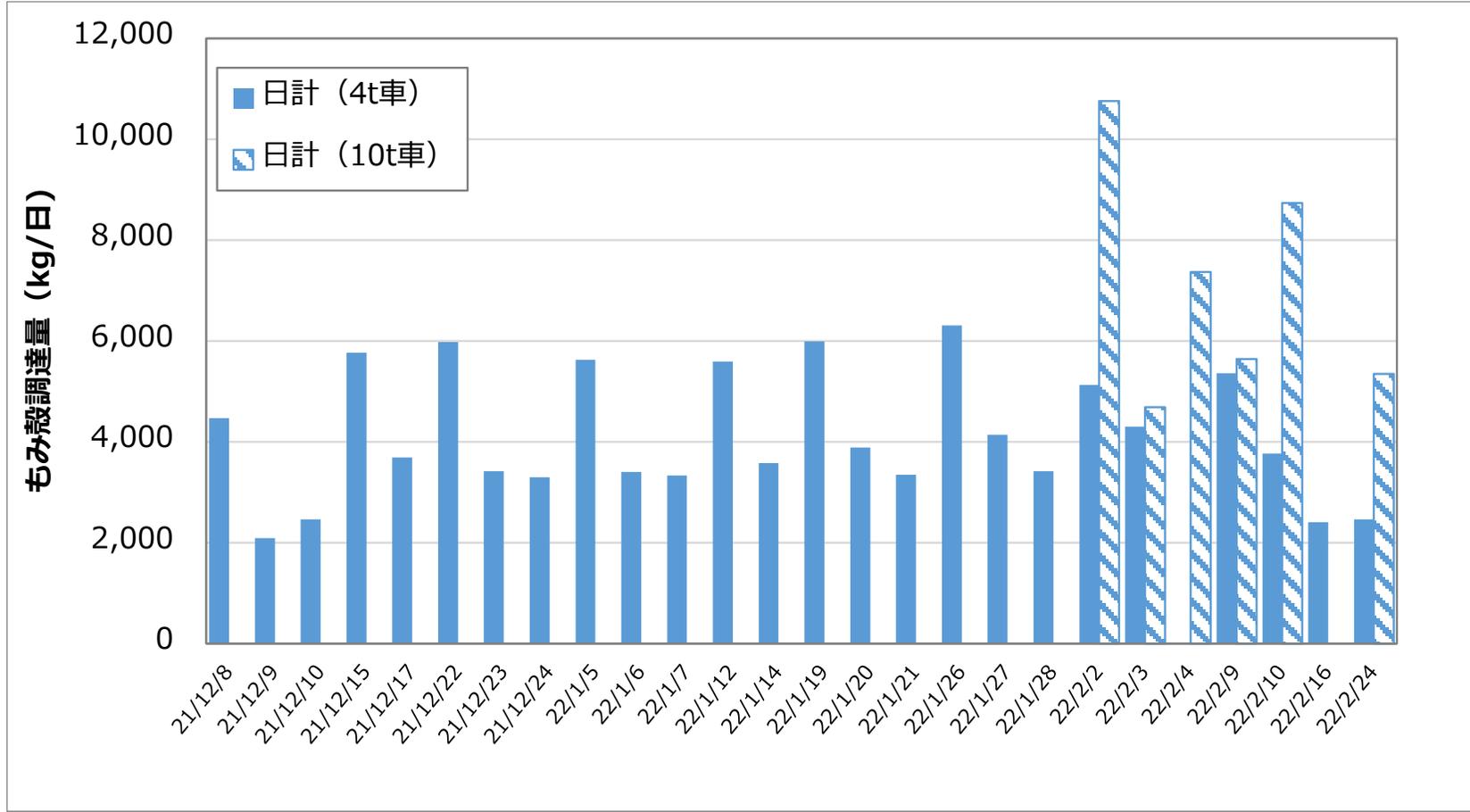


図 2-28 もみ殻調達実績

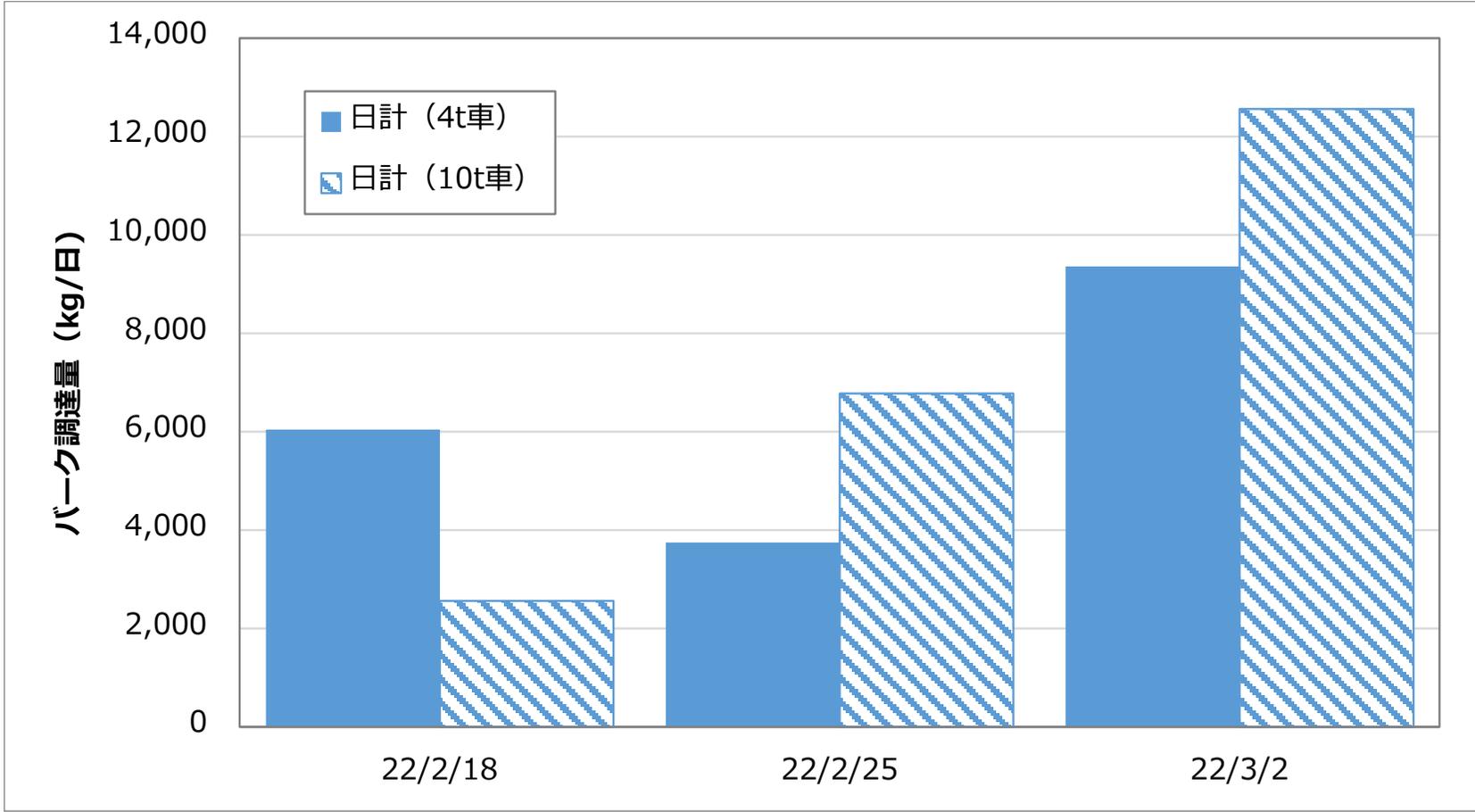


図 2-29 バーク調達実績

調達したバイオマスの混合結果を示す。ごみピットでの混合方法については第 3 章で説明するが、一部の混合原料を分取して、もみ殻の混合量を分析した。

図 2-30 は混合したごみの分取状況、表 2-6 は混合ごみ中のもみ殻割合分析結果である。



(a)分取したごみ



(b)分取したごみ（拡大）



(c)もみ殻を分別

図 2-30 もみ殻と燃えるごみの混合物分析状況

今回の試験分析ではもみ殻の混合割合は重量で 3%であったが、今後の実証試験では混合割合を変化させる計画などを予定している。

表 2-6 もみ殻と燃えるごみの混合物分析結果

	重量(g)	体積(m ³)	重量比	体積比
もみ殻	304	0.002	3%	2%
もみ殻以外	10,800	0.118	97%	98%

2-5. バイオマス混焼の法規制について

2-5-1 現状の取り組み

本市におけるバーク（樹皮）、竹、もみ殻といったバイオマス利用の状況（平成 24 年度）は表 2-7 のとおりとなっている。

表 2-7 バイオマス利用の状況（2012 年度（平成 24 年度））^[2-3]

バイオマス			変換・処理方法	利用・販売	利用率
廃棄物系バイオマス	製材工場等 残材	バーク（樹皮）	植栽基盤材	有償引取	32%
	その他	ごみ（木、竹、わら類）	サーマルリサイクル	発電・熱利用	77%
未利用バイオマス	農業系	もみ殻	蓄産敷料、マルチ材等	農地還元、無償譲渡	99%

バークの利用率が 32%と他バイオマスと比較して低いが、これは年間を通じた安定的な供給が困難であること、収集体制が確立していないこと、利用に際し採算性の確保が困難であるためである。主に植栽基盤材で有償引取されるなどしている。一方、もみ殻の利用率は 2012 年度においては 99%と非常に高くなっており、その多くは鋤き込みや粗飼料など農業用途に利用されていた。ただし近年では、JA 佐賀県農業協同組合 佐城エリア 佐城北部宮農経済センターによると、もみ殻の処理に悩む事業者からの処理相談も多いと聞く。

このような処理が難しい廃棄物系バイオマスや未利用バイオマスを一般廃棄物処理場である本施設で受け入れることができるのかという点について整理する。

まず、本施設で処理できるものは以下の表 2-8 のとおりである。

表 2-8 本施設で処理できるもの^[2-17]

区分	内容
燃えるごみ	<ul style="list-style-type: none"> ・一般家庭から排出される生ごみ、木くず、廃プラスチック及び再生不可能な紙くず並びにこれらと質的に同等なもの ・事業活動から排出される一般廃棄物で、一般家庭から排出されるものの処理に支障のない質及び量のもの
燃えないごみ	<ul style="list-style-type: none"> ・一般家庭から排出される金属類、陶磁器、ガラス製品及び小型電化製品並びにこれらと質的に同等なもの ・事業活動から排出される一般廃棄物で、一般家庭から排出されるものの処理に支障のない質及び量のもの

資源物	<ul style="list-style-type: none"> ・一般家庭から排出されるビン・缶類、紙・布類及びペットボトル ・事業活動から排出される一般廃棄物で、一般家庭から排出されるものの処理に支障のない質及び量のもの
廃食用油	<ul style="list-style-type: none"> ・一般家庭から排出される植物性油 ・事業活動から排出される植物性油で、一般家庭から排出されるものの処理に支障のない質及び量のものとして、市長が搬入を認めるもの
電池類	<ul style="list-style-type: none"> ・一般家庭から排出される乾電池、コイン電池、ボタン電池、充電式電池（モバイルバッテリー含む）及び電池一体型3品目（電気シェーバー、電動歯ブラシ、電子タバコ）
蛍光管・水銀体温計等	<ul style="list-style-type: none"> ・一般家庭から排出される蛍光管及び水銀体温計
粗大ごみ	<ul style="list-style-type: none"> ・一般家庭から排出されるもので市が指定する指定袋に入らない大きさの大型家具、寝具、電化製品及び自転車並びにこれらと質的に同等なもの ・事業活動から排出される一般廃棄物で、一般家庭から排出されるものの処理に支障のない質及び量のもの
動物の死体	<ul style="list-style-type: none"> ・犬、猫及びこれらに類する小動物の死体。ただし、畜産業から排出される死体（産業廃棄物）を除く。

一方で、本施設において、処分できないものは以下表 2-9 のとおりである。

表 2-9 本施設において処分できないもの^[2-17]

区分	内容	
処理困難物	有害性のあるもの 危険性のあるもの 著しく悪臭を発するもの	ガスボンベ類、石油類、火薬類、 農薬、塗料、バッテリー、工業薬品、在宅医療に伴う針類等
その他の適正処理が困難なもの	タイヤ、自動車（部品を含む）、バイク（50cc超のもの）、耐火金庫、ピアノ、仏壇、消火器、薬品類、建築廃材、塩化ビニール製品、木の根、土砂類等	
排出禁止物	一般廃棄物のうち、再生資源の利用促進を図るため、再生利用の必要が認められるもの	パーソナルコンピュータ、パソコン用モニター 家電4品目（テレビ、エアコン、洗濯機、冷蔵庫等）
特別管理一般廃棄物	一般廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして政令で定めるもの	
産業廃棄物	事業活動から排出される燃え殻、廃油、廃アルカリ、廃プラスチック	

	ク類等その他法令で定めるもの。ただし、市長が搬入を認めるものを除く。
--	------------------------------------

産業廃棄物については、本施設においては処理することができないとされているが、廃棄物処理法第 11 条には以下のように記載されている。

(事業者及び地方公共団体の処理)	
第十一条	事業者は、その産業廃棄物を自ら処理しなければならない。
2	市町村は、単独に又は共同して、一般廃棄物とあわせて処理することができる産業廃棄物その他市町村が処理することが必要であると認める産業廃棄物の処理をその事務として行なうことができる。
3	都道府県は、産業廃棄物の適正な処理を確保するために都道府県が処理することが必要であると認める産業廃棄物の処理をその事務として行うことができる。

産業廃棄物は、まず第 1 項にあるとおり排出事業者が自ら処理するのが基本原則であるが、それができない排出事業者については、処理業者等への処理委託が認められている。次に、第 2 項にあるとおり市町村は、一般廃棄物とあわせて処理することができる産業廃棄物の処理を事務として行うことができるとあるため、バーク（樹皮）、竹、もみ殻といった産業廃棄物（廃棄物系バイオマス、未利用系バイオマス）と一般廃棄物をあわせて本施設において処理できると考えられる。

本市においては、今後、バーク（樹皮）、竹、もみ殻といった産業廃棄物（廃棄物系バイオマス、未利用系バイオマス）を事業者から受け入れるため、本市条例や一般廃棄物処理基本計画の整理・改正等を検討する必要がある。

2-5-2 プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律（プラスチック資源循環促進法）

(1) 背景

プラスチックごみ問題、気候変動問題、諸外国の廃棄物輸入規制強化等への対応を契機として、国内におけるプラスチック資源循環を促進する重要性が高まっている中で、政府は、2019 年 5 月に図 2-31 に示す「プラスチック資源循環戦略」（2019 年 5 月 31 日消費者庁・外務省・財務省・文部科学省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・国土交通省・環境省）を策定し、3R+Renewable の基本原則と、6 つの野心的なマイルストーンを目指すべき方向性として掲げた。

背景	
<p>◆廃プラスチック有効利用率の低さ、海洋プラスチック等による環境汚染が世界的課題</p> <p>◆我が国は国内で適正処理・3Rを率先し、国際貢献も実施。一方、世界で2番目の1人当たりの容器包装廃棄量、アジア各国での輸入規制等の課題</p>	
重点戦略	基本原則：「3R+Renewable」
リデュース等	<p>ワンウェイプラスチックの使用削減(レジ袋有料化義務化等の「価値づけ」)</p> <p>石油由来プラスチック代替品開発・利用の促進</p>
リサイクル	<p>プラスチック資源の分かりやすく効果的な分別回収・リサイクル</p> <p>漁具等の陸域回収徹底</p> <p>連携協働と全体最適化による費用最小化・資源有効利用率の最大化</p> <p>アジア禁輸措置を受けた国内資源循環体制の構築</p> <p>イノベーション促進型の公正・最適なリサイクルシステム</p>
再生材 バイオプラ	<p>利用ポテンシャル向上（技術革新・インフラ整備支援）</p> <p>需要喚起策（政府率先調達（グリーン購入）、利用インセンティブ措置等）</p> <p>循環利用のための化学物質含有情報の取扱い</p> <p>可燃ごみ指定袋などへのバイオマスプラスチック使用</p> <p>バイオプラ導入ロードマップ・静脈システム管理との一体導入</p>
海洋プラスチック対策	<p>プラスチックごみの流出による海洋汚染が生じないこと（海洋プラスチックゼロエミッション）を目指した</p> <p>ポイ捨て・不法投棄撲滅・適正処理</p> <p>海岸漂着物等の回収処理</p> <p>海洋ごみ実態把握(モニタリング手法の高度化)</p> <p>マイクロプラスチック流出抑制対策(2020年までにスクラップ製品のマイクロビーズ削減徹底等)</p> <p>代替イノベーションの推進</p>
国際展開	<p>途上国における実効性のある対策支援（我が国のソフト・ハードインフラ、技術等をオーダーメイドパッケージ輸出で国際協力・ビジネス展開）</p> <p>地球規模のモニタリング・研究ネットワークの構築（海洋プラスチック分布、生態影響等の研究、モニタリング手法の標準化等）</p>
基盤整備	<p>社会システム確立（ソフト・ハードのリサイクルインフラ整備・サプライチェーン構築）</p> <p>技術開発（再生可能資源によるプラ代替、革新的リサイクル技術、消費者のライフスタイルのイノベーション）</p> <p>調査研究（マイクロプラスチックの使用実態、影響、流出状況、流出抑制対策）</p> <p>連携協働（各主体が一つの旗印の下取組を進める「プラスチック・スマート」の展開）</p> <p>資源循環関連産業の振興</p> <p>情報基盤（ESG投資、Eシカル消費）</p> <p>海外展開基盤</p>
<p>【マイルストーン】</p> <p><リデュース></p> <p>① 2030年までにワンウェイプラスチックを累積25%排出抑制</p> <p><リユース・リサイクル></p> <p>② 2025年までにリユース・リサイクル可能なデザインに</p> <p>③ 2030年までに容器包装の6割をリユース・リサイクル</p> <p>④ 2035年までに使用済プラスチックを100%リユース・リサイクル等により、有効利用</p> <p><再生利用・バイオマスプラスチック></p> <p>⑤ 2030年までに再生利用を倍増</p> <p>⑥ 2030年までにバイオマスプラスチックを約200万トン導入</p>	
<p>◆アジア太平洋地域をはじめ世界全体の資源・環境問題の解決のみならず、経済成長や雇用創出 ⇒ 持続可能な発展に貢献</p> <p>◆国民各界各層との連携協働を通じて、マイルストーンの達成を目指すことで、必要な投資やイノベーション（技術・消費者のライフスタイル）を促進</p>	

図 2-31 プラスチック資源循環戦略の概要^[2-18]

2021年6月には、プラスチック使用製品の設計からプラスチック使用製品廃棄物の処理まで、プラスチックのライフサイクルに関わるあらゆる主体におけるプラスチックの資源循環の取組を促進するための措置を盛り込んだ「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が成立した。

（2） 主な措置内容

プラスチックの資源循環の促進等を総合的かつ計画的に推進するため、「プラスチック廃棄物の排出の抑制、再資源化に資する環境配慮設計」、「ワンウェイプラスチックの使用の合理化」、「プラスチック廃棄物の分別収集、自主回収、再資源化等」の事項等に関する基本方針が策定された。図 2-32 に個別の措置事項、図 2-33 に制度の概要を示す。

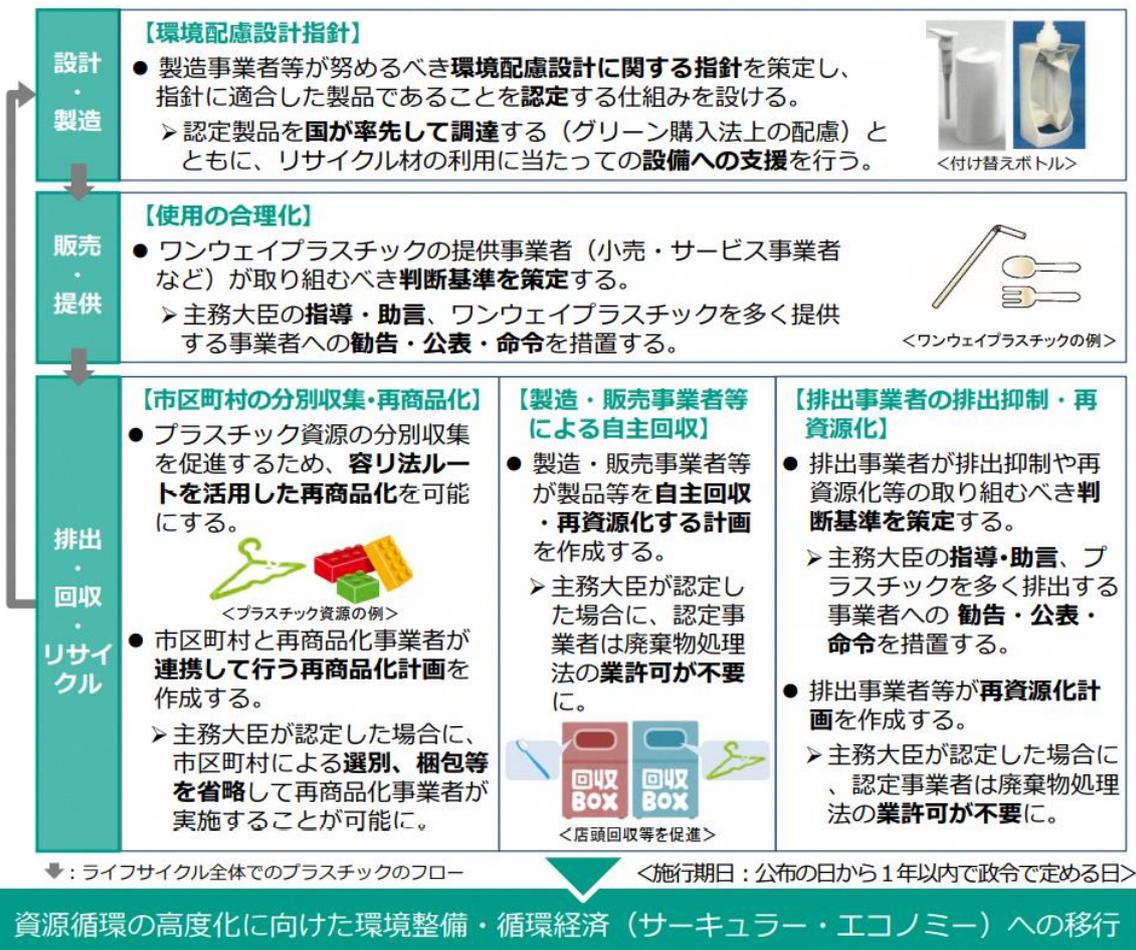


図 2-32 個別の措置事項^[2-18]

ライフサイクル	法での措置事項 (概要)	対象	対象者	主務大臣
設計・製造	プラスチック使用製品設計指針	プラスチック使用製品	プラスチック使用製品製造事業者等	経産大臣、事業所管大臣 (内閣総理大臣、財務大臣、厚労大臣、農水大臣、経産大臣、国交大臣)
販売・提供	特定プラスチック使用製品の使用の合理化	特定プラスチック使用製品 (12品目)	特定プラスチック使用製品提供事業者 (小売・サービス事業者等)	経産大臣、事業所管大臣 (厚労大臣、農水大臣、経産大臣、国交大臣)
排出・回収・リサイクル	市区町村による分別収集・再商品化	プラスチック使用製品廃棄物	市区町村	経産大臣、環境大臣
	製造・販売事業者等による自主回収・再資源化	自らが製造・販売・提供したプラスチック使用製品	プラスチック使用製品の製造・販売・提供事業者	経産大臣、環境大臣
	排出事業者による排出の抑制・再資源化等	プラスチック使用製品産業廃棄物等	排出事業者	経産大臣、環境大臣、事業所管大臣* (全大臣)

※再資源化事業計画に関する事項を除く

図 2-33 制度の概要^[2-18]

(3) 法律施行による主な影響

本市におけるプラスチックごみの分別イメージを図 2-34 に示す。本市においては 2003 年（平成 15 年）以降、ペットボトルを除いたトレイ、発泡スチロール、プラスチック製品、菓子袋は燃えるごみとして分別している。プラスチック資源循環促進法施行後はプラスチックごみを分別して収集する必要があるため、本市においては 2024 年（令和 6 年）以降、ペットボトル、トレイ、およびプラスチック製品・プラ製容器包装に分別されるイメージを掲げている。

このように、これまで燃えるごみとして処理していたプラスチックごみを分別して収集する必要があることから、本市においては、分別の方法、収集事業者の選定、中間処理施設（減容、保管施設）の建設、市民への周知といったことを検討する必要がある。

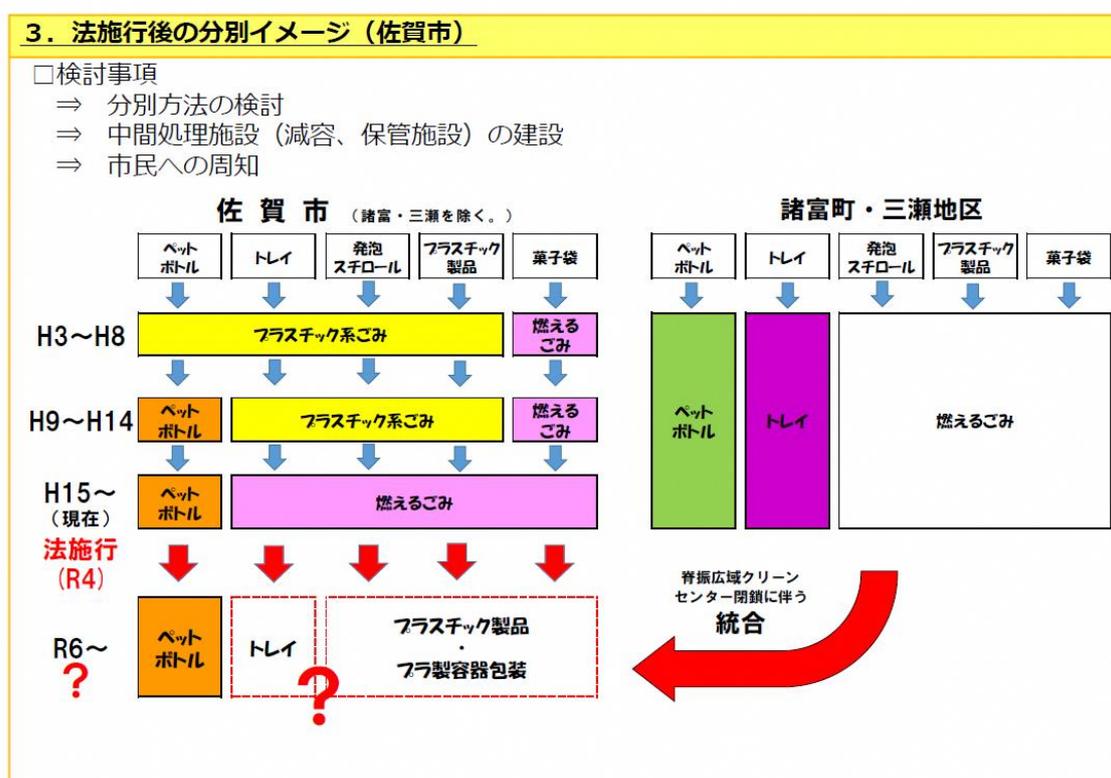


図 2-34 法施行後の本市における分別イメージ^[2-19]

参考文献

- [2-1] 佐賀市, 佐賀市一般廃棄物処理基本計画【改定版】, (2020)
- [2-2] 佐賀エコプラザ, <https://www.saga-ecoplaza.jp/>
- [2-3] 佐賀市, 佐賀市バイオマス産業都市構想, (2018)
- [2-4] NEDO, バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計 (現在は公開終了)
- [2-5] JA さが, 佐賀米生産取組, (2021),
<http://www.saganet.ne.jp/jasaga/nosan/torikumi02.html>
- [2-6] 農林水産省, 小規模な木質バイオマス発電の推進について, (2015),
https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/018_02_00.pdf
- [2-7] (株) 三菱総合研究所, エネルギーの地産地消を推進するための社会システム導入可能性調査業務報告書, (2020)
- [2-8] 井上耕三、原尚道, もみがら灰の加熱条件とその性状, 無機マテリアル Vol.3, Jul., 312-318, (1996)
- [2-9] 中田ら, 籾殻からの SiO₂ の製造及びその性状, 北海道工業開発試験所技術資料, 第 14 号, 資源リサイクル研究特集号, (1992)
- [2-10] 奥谷ら, モミガライト燃焼灰分析, 分子・物質合成プラットフォーム利用報告書, S-16-CT-0076
- [2-11] 一般社団法人・日本繊維状物質研究協会, 安全性データ資料 (SDS), 結晶質シリカ (クリストバライト), (2020 改訂)
- [2-12] 阿部房子, 森林バイオマスの熱化学的研究, 林産技報, No.352, (1988)
- [2-13] 高橋ら, 木質系バイオマス燃焼灰の安全性評価および有効利用, 廃棄物学会, 第 19 回廃棄物学会研究発表会, C5-11, (2008)
- [2-14] 溝口ら, バークペレット燃焼時におけるクリンカの生成と防止に関する研究, 一般財団法人日本エネルギー学会, 第 13 回バイオマス科学会議 (ポスター発表), (2018)
- [2-15] 土屋陽子, 木質バイオマス燃焼灰の安全性評価 (その 2), 電力中央研究所報告, V07016, (2008)
- [2-16] 経済産業省、国土交通省, 物流分野の CO₂ 排出量に関する算定方法ガイドライン
- [2-17] 佐賀市, 佐賀市一般廃棄物処理実施計画, (2021)
- [2-18] 環境省, プラスチック資源循環, <https://plastic-circulation.env.go.jp/>
- [2-19] 佐賀市環境部循環型社会推進課, プラスチック資源循環促進法の概要, (2021)

第3章 バイオマス混焼による実証試験

3-1. 混焼計画

3-1-1 混焼計画

本施設においてバイオマスを混合導入するときのプラントへの影響と受け入れ可能割合について、本施設内の設計、運転および定期補修を行っている荏原環境プラント㈱との協議を行い、実証試験の計画を策定した。

計画項目	内容
混焼対象炉	1号炉
混焼バイオマス	もみ殻、樹皮（バーク）※
投入量	5t/日
混焼割合	5%
混焼時間	24時間
分析項目	ごみ質測定分析 蛍光 X 線分析（主灰、飛灰）
評価項目	バイオマス投入方法（ハンドリング） 燃焼管理 ・排ガス温度 ・排ガス組成 ・ボイラ蒸気圧力 ・蒸気流量 ・発電電力量 各種分析結果

※2022年度以降混焼予定であるが調達状況により先行実施

3-2. 実証と影響評価

3-2-1 実証の実績

(1) 混焼前炉内確認

混焼前後の炉内状況を比較するため、混焼を実施する 1 号炉の混焼前の内部確認および灰のサンプリングを実施した。なお、混焼後の炉内確認は 2022 年度の定期修繕工事にあわせて実施予定である。

蒸気式スートブロワの稼働範囲内の水管はドレンアタックにより摩耗しており、保修の跡がみられる。



図 3-1 1号炉スーパーヒーター下部



図 3-2 1号炉#2 スートブロワ周辺水管



図 3-3 1号炉サンプリング灰（スーパーヒーター入口）

（2） もみ殻投入・ハンドリング性能確認

一般ごみ搬入口からごみピットへもみ殻を投入し、一般ごみと攪拌の後、1号炉へ投入するハンドリング性能について確認を行った（図 3-4～図 3-7）。また、図 3-8 と図 3-9 にはバークのごみピットへの投入の様子を示す。



図 3-4 もみ殻投入状況



図 3-5 もみ殻クレーン掴み状況



図 3-6 もみ殻・一般ごみ攪拌状況



図 3-7 もみ殻・一般ごみ1号炉投入状況

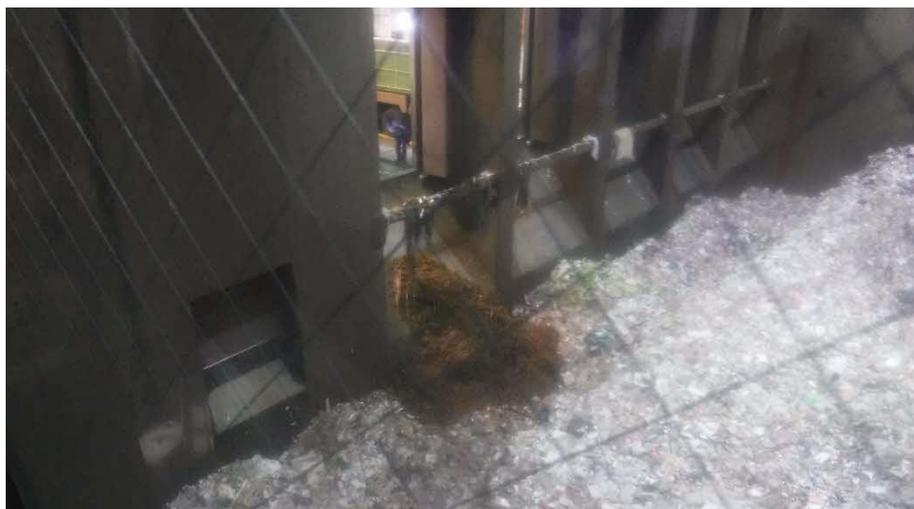


図 3-8 パークのごみピットへの投入状況 (その1)



図 3-9 パークのごみピットへの投入状況 (その 2)

(3) もみ殻投入実績

2021年12月22日～2022年2月28日までに、もみ殻を156t投入しクレーン投入回数は1,678回であった。また、2022年度の実証に先立ち、2022年2月18日～2月26日までに16tのパークの投入を実施した。

表 3-1 もみ殻投入実績

投入炉	投入開始日時	投入完了日時	投入量 t	投入回数
1号炉	2021年12月22日 (水) 10:35	12月23日 (木) 8:16	5.98t	49
1号炉	12月23日 (木) 13:49	12月24日 (金) 5:22	3.42t	39
1号炉	12月24日 (金) 13:04	12月25日 (土) 3:12	3.30t	37
1号炉	2022年 1月5日 (水) 10:01	1月6日 (木) 5:04	5.63t	41
1号炉	1月6日 (木) 13:55	1月7日 (金) 3:09	3.40t	28
1号炉	1月7日 (金) 13:04	1月8日 (土) 6:31	3.33t	37
1号炉	1月12日 (水) 10:25	1月13日 (木) 20:30	7.80t	68
1号炉	1月14日 (金) 13:15	1月15日 (火) 5:19	3.58t	32
1号炉	1月19日 (水) 10:22	1月20日 (木) 11:53	8.20t	50
1号炉	1月20日 (木) 13:11	1月21日 (金) 12:38	3.89t	49
1号炉	1月21日 (金) 13:09	1月22日 (土) 7:41	3.35t	41
1号炉	1月26日 (水) 10:14	1月31日 (月) 5:26	27.87t	227
1号炉	2月2日 (水) 10:12	2月19日 (土) 21:25	69.08t	800
1号炉	2月24日 (木) 13:17	2月28日 (月) 7:40	7.81t	180
合 計			156.64t	1,678

表 3-2 パーク投入実績

投入炉	投入開始日時	投入完了日時	投入量 t	投入回数
1号炉	2022年 2月18日 (金) 14:00	2月20日 (日) 15:04	6.04	95
1号炉	2月25日 (金) 16:22	2月26日 (土) 20:01	10.53	53
合 計			16.57	148

3-2-2 実証の評価

(1) バイオマス投入方法（ハンドリング）について

- 給塵装置にもみ殻を含んでいる戻りごみ量が大幅に増加。
- 戻りごみの捨て回数が1日1回→3回に増加。
- ごみピットレベルが高い日はもみ殻を仮置き（分別）しにくい。
- もみ殻は掴みにくい（バケットの爪の間からこぼれる）。
- 一般ごみと一緒に掴む必要があるためもみ殻の搬入量を把握できない。
- もみ殻がホップステージに飛散し清掃に時間を要する。

(2) 燃焼管理について

- 混焼前後において排ガス温度、排ガス流量、ボイラ蒸気圧力、蒸気流量の変化は見られなかった。

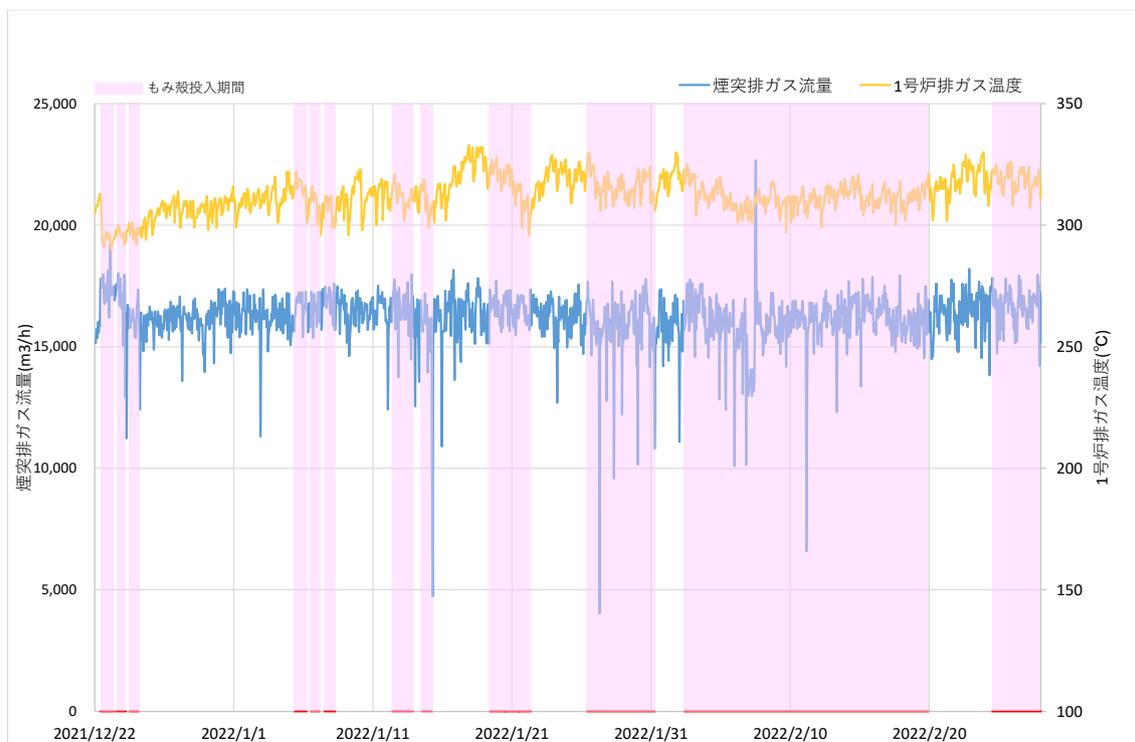


図 3-10 混焼前後運転データ（煙突排ガス流量/1号炉排ガス温度）

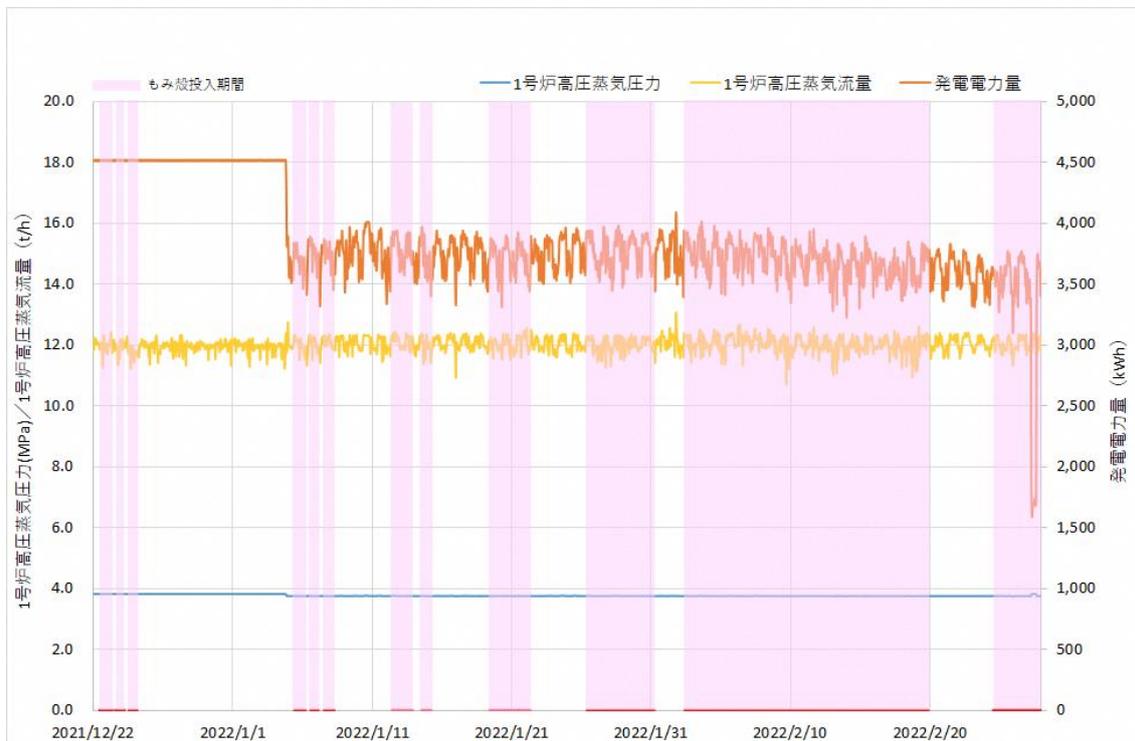


図 3-11 混焼前後運転データ（1号炉高压蒸汽压力/流量/発電電力量）

- 混焼時 No.1 バグフィルタ出口 CO 濃度が高く推移すると同時に CO₂ 濃度も上昇する場合が見受けられたが、もみ殻に加え搬入ごみも混ざっていることから、ごみ切れにより燃焼が安定せず CO 濃度が上がりやすい状況であったことが推察される。

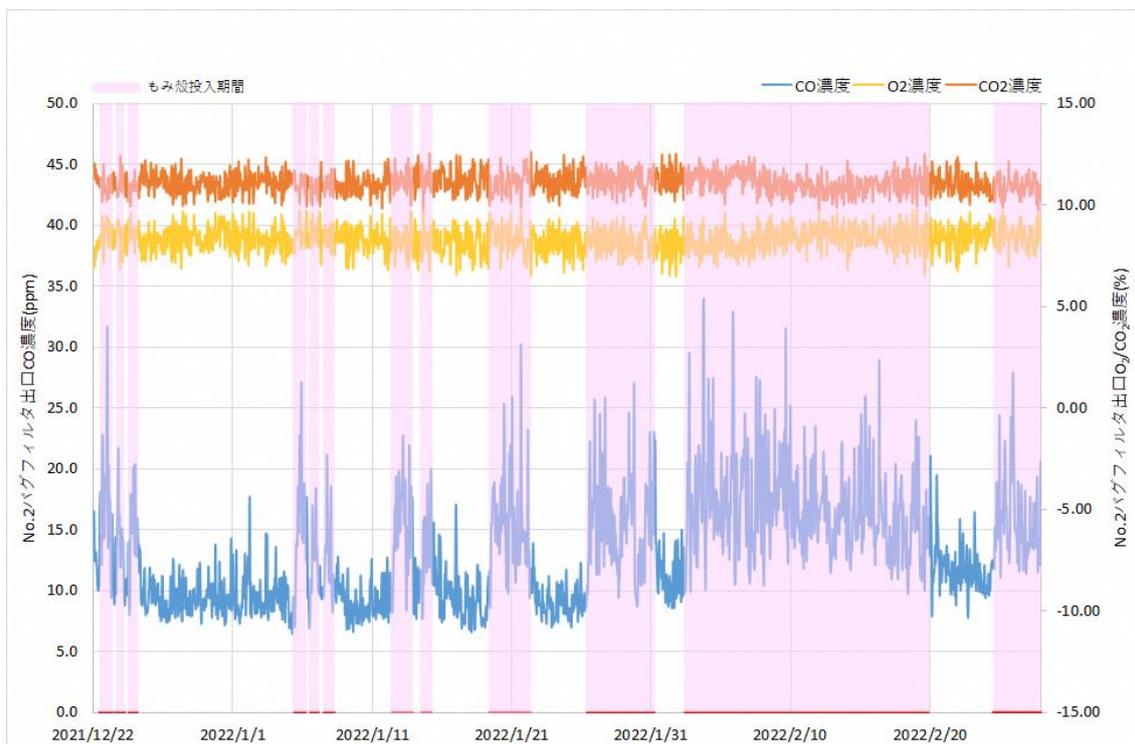


図 3-12 混焼前後運転データ (No. 2 バグフィルタ出口 CO 濃度/O₂濃度/ CO₂濃度)

- 炉内クリンカの急成長（短期間）は無く通常通りであった。
- バグフィルタパルス（洗浄）回数の増加もなく無く通常通りであった。

- 燃焼灰（主灰、飛灰）のサンプリングを実施した結果、もみ殻混焼時の飛灰サンプルが少し黒っぽくなっており、2次燃焼室（再燃焼室）での燃焼が充分に行われていない可能性があることが分かった。

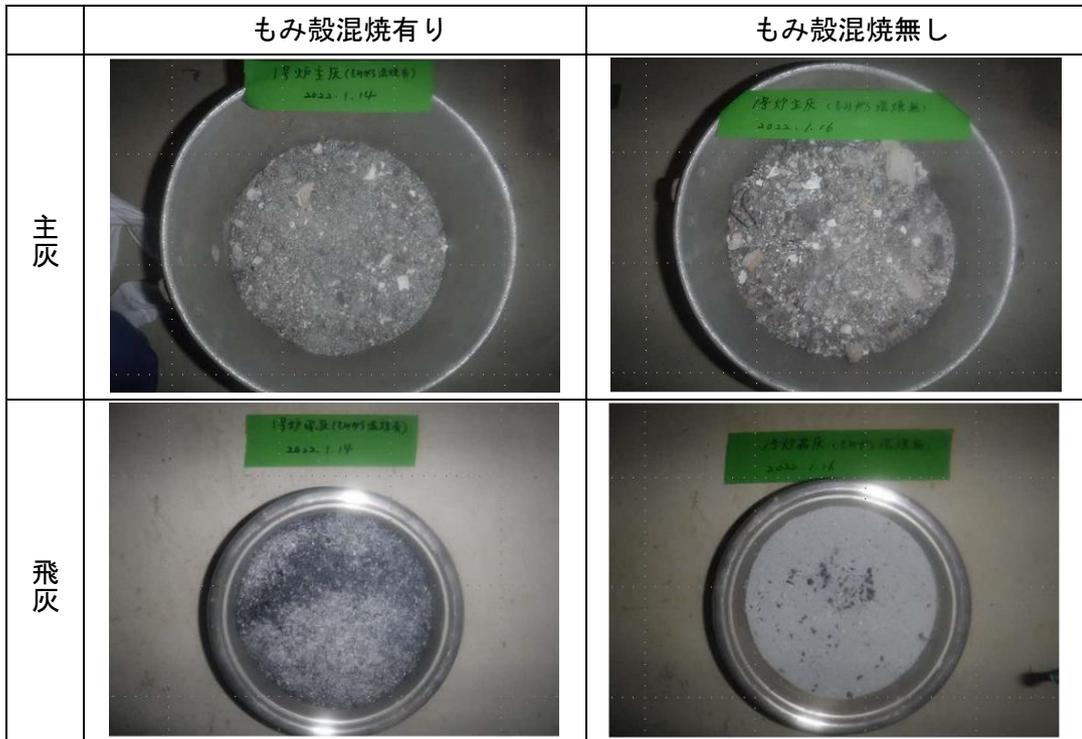


図 3-13 燃焼灰サンプル（主灰、飛灰）

3-2-3 各種分析結果

（1）ごみ質測定分析について

- 混焼時のごみ質測定分析を2回（2021年12月10日、2022年1月7日）実施し、ごみの組成分析からバイオマス（混焼）割合、灰分および低位発熱量（計算値）について定量的に把握した。

表 3-3 ごみ質測定分析結果（採取日：2021年12月10日）

項 目		結 果	
単 位 容 積 重 量		152 kg/m ³	
水 分		36.3 %	
ご み の 組 成 分 析	・ 紙類	54.5 %	
	・ 布類	5.2 %	
	・ ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類	15.6 %	
	・ 木、竹、わら類	9.9 %	
	・ ちゅう芥類 (動植物残渣、卵殻、貝殻を含む)	3.0 %	
	・ 不燃物類	6.3 %	
	・ もみ殻	0.1 % 未満	
	・ その他(5mmのふるい通過のもの)	5.5 %	
灰 分	各 成 分 中 の 灰 分	・ 紙類	12.5 %
		・ 布類	0.6 %
		・ ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類	5.4 %
		・ 木、竹、わら類	8.9 %
		・ ちゅう芥類	6.6 %
		・ もみ殻	19.8 %
		・ その他	27.1 %
	乾燥ごみの灰分		16.6 %
	生ごみの灰分		10.6 %
	可 燃 分		53.1 %
低 位 発 熱 量 (計 算 値)		2170 kcal/kg	
		9080 kJ/kg	
低 位 発 熱 量 (実 測 値)		2400 kcal/kg	
		10040 kJ/kg	

	<p>ごみ質試験分析</p> <p>ごみ質状況</p> <p>採取日 令和3年12月10日</p>
	<p>ごみ質試験分析</p> <p>ごみ質状況 (縮分中)</p> <p>採取日 令和3年12月10日</p>
	<p>ごみ質試験分析</p> <p>ごみ質状況 (縮分後)</p> <p>採取日 令和3年12月10日</p>

図 3-14 ごみ質状況 (採取日 : 2021 年(令和 3 年)12 月 10 日)

	<p>ごみ質試験分析</p> <p>ごみ質状況 (単位容積重量)</p> <p>採取日 令和3年12月10日</p>
	<p>ごみ質試験分析</p> <p>ごみ質状況 (もみ殻)</p>

図 3-15 ごみ質状況 (採取日 : 2021 年(令和 3 年)12 月 10 日)

表 3-4 ごみ質測定分析結果（採取日：2022年1月7日）

項 目		結 果	
単 位 容 積 重 量		123 kg/m ³	
水 分		44.0 %	
ご み の 組 成 分 析	・ 紙類	28.8 %	
	・ 布類	4.9 %	
	・ ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類	29.7 %	
	・ 木、竹、わら類（もみ殻含む）	9.7 %	
	・ ちゅう芥類 （動植物残渣、卵殻、貝殻を含む）	14.3 %	
	・ 不燃物類	4.0 %	
	・ その他（5mmのふるい通過のもの）	8.6 %	
灰 分	各 成 分 中 の 灰 分	・ 紙類	11.0 %
		・ 布類	1.2 %
		・ ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類	7.6 %
		・ 木、竹、わら類（もみ殻含む）	9.4 %
		・ ちゅう芥類	10.6 %
		・ その他	21.0 %
	乾燥ごみの灰分		13.7 %
	生ごみの灰分		7.7 %
可 燃 分		48.3 %	
低 位 発 熱 量（計 算 値）		1910 kcal/kg	
		7990 kJ/kg	
低 位 発 熱 量（実 測 値）		2420 kcal/kg	
		10130 kJ/kg	



図 3-16 ごみ質状況 (採取日 : 2022 年 1 月 7 日)

(2) 灰分析結果について

- 混焼前後の燃焼灰 (主灰、飛灰) の蛍光 X 線分析を 2 回実施し、混焼前後の灰組成の大きな差異は見られなかった。

表 3-5 飛灰分析結果（採取日：2021年12月25日、もみ殻混焼無し）

試料名	もみがら混焼無し 飛灰	
採取年月日	2021年12月25日	受付区分：回収
分析項目	分析結果	分析方法
Ca	48.31%	蛍光X線分析
Cl	32.9%	蛍光X線分析
K	7.2%	蛍光X線分析
Si	3.9%	蛍光X線分析
S	2.5%	蛍光X線分析
Fe	1.5%	蛍光X線分析
Zn	1.3%	蛍光X線分析
Al	1.1%	蛍光X線分析
Br	0.4%	蛍光X線分析
P	0.4%	蛍光X線分析
Pb	0.2%	蛍光X線分析
Mn	0.1%	蛍光X線分析
Cr	<0.1%	蛍光X線分析
Cu	<0.1%	蛍光X線分析
Sr	<0.1%	蛍光X線分析
備考	上記は持ち込まれた試料についての証明です 上記の分析結果は、下記の事業所における分析結果より転記した 事業所：佐賀県工業技術センター	

表 3-6 飛灰分析結果（採取日：2021年1月8日、もみ殻混焼有り）

試料名	もみがら混焼有り 飛灰	
採取年月日	2022年1月8日	受付区分：回収
分析項目	分析結果	分析方法
Ca	47.6 %	蛍光X線分析
Cl	36.1 %	蛍光X線分析
K	5.6 %	蛍光X線分析
Si	3.1 %	蛍光X線分析
S	2.3 %	蛍光X線分析
Zn	1.3 %	蛍光X線分析
Fe	1.2 %	蛍光X線分析
Al	0.9 %	蛍光X線分析
Ti	0.9 %	蛍光X線分析
Br	0.3 %	蛍光X線分析
P	0.3 %	蛍光X線分析
Pb	0.2 %	蛍光X線分析
Sr	<0.1 %	蛍光X線分析
Cu	<0.1 %	蛍光X線分析
Cr	<0.1 %	蛍光X線分析
Sn	<0.1 %	蛍光X線分析
備考	上記は持ち込まれた試料についての証明です 上記の分析結果は、下記の事業所における分析結果より転記した 事業所：佐賀県工業技術センター	

表 3-7 主灰分析結果（採取日：2021年12月25日、もみ殻混焼無し）

試料名	もみ殻混焼無し 主灰	
採取年月日	2021年12月25日	受付区分：回収
分析項目	分析結果	分析方法
Ca	60.21%	蛍光X線分析
Si	13.0%	蛍光X線分析
Fe	8.3%	蛍光X線分析
Al	4.9%	蛍光X線分析
Cl	4.0%	蛍光X線分析
Ti	3.4%	蛍光X線分析
K	2.2%	蛍光X線分析
P	1.7%	蛍光X線分析
S	0.7%	蛍光X線分析
Zn	0.5%	蛍光X線分析
Mn	0.4%	蛍光X線分析
Cr	0.2%	蛍光X線分析
Sr	0.1%	蛍光X線分析
Cu	0.1%	蛍光X線分析
Sn	<0.1%	蛍光X線分析
Pb	<0.1%	蛍光X線分析
Br	<0.1%	蛍光X線分析
備考	上記は持ち込まれた試料についての証明です 上記の分析結果は、下記の事業所における分析結果より転記した 事業所：佐賀県工業技術センター	

表 3-8 主灰分析結果（採取日：2021年1月8日、もみ殻混焼有り）

試料名	もみ殻混焼有り主灰	
採取年月日	2022年1月8日	受付区分：回収
分析項目	分析結果	分析方法
Ca	67.3 %	蛍光X線分析
Si	9.3 %	蛍光X線分析
Fe	6.4 %	蛍光X線分析
Al	4.6 %	蛍光X線分析
Cl	3.3 %	蛍光X線分析
Ti	2.9 %	蛍光X線分析
P	2.0 %	蛍光X線分析
K	1.7 %	蛍光X線分析
Zn	0.8 %	蛍光X線分析
S	0.6 %	蛍光X線分析
Cu	0.3 %	蛍光X線分析
Mn	0.2 %	蛍光X線分析
Sr	0.2 %	蛍光X線分析
Cr	0.1 %	蛍光X線分析
Sn	<0.1 %	蛍光X線分析
Zr	<0.1 %	蛍光X線分析
Br	<0.1 %	蛍光X線分析
備考	上記は持ち込まれた試料についての証明です 上記の分析結果は、下記の事業所における分析結果より転記した 事業所：佐賀県工業技術センター	

3-3. スートブロウの変更

3-3-1 目的

現在、本施設内のボイラ伝熱面に付着する煤やダストを除去し、ボイラの熱交換効率を維持する目的として、高圧の蒸気を使用する「蒸気式スートブロウ」を設置し運用を行っている。今後、熱回収量をアップする（創エネ）ために、蒸気式から圧力波式への方式変更を検討し、実証試験を行うことを計画している。

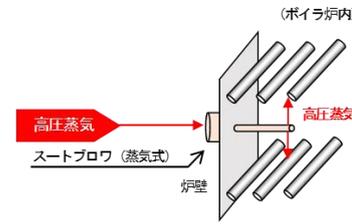
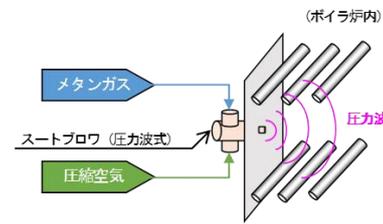
スートブロウの方式変更には、圧力波式と炉形式とのマッチングやすす吹き効果が最大となる配置プランの検討が必要になり、バイオマス混焼の影響も踏まえると、もみ殻はシリカ成分が多く、一般的な都市ごみと比較しても灰分の割合が高いため、本事業による両者の技術実証が不可欠である。

これら実証試験等を通じて、「もみ殻混焼×圧力波式スートブロウ」の導入等実現可能性について幅広く検証し、実用化のノウハウを構築することによって全国への水平展開を図ることを目的としている。

3-3-2 蒸気式スートブロウ（現状）の仕様

本施設における蒸気式スートブロウの数は、1 炉当り 11 基、3 炉合計すると 33 基であり、年間に使用する蒸気量は熱量 4,777GJ であることから、蒸気を使用しない圧力波式スートブロウへの方式変更によるプロセス蒸気の削減により年間 4,777GJ の創エネが見込まれることとなる。

3-3-3 スートブロフ方式の比較

方式	蒸気式	圧力波式
イメージ図	 	 
機能	ボイラにて発生した高圧蒸気をボイラ水管に吹き付け煤、ダストを除去	燃焼シリンダー内のメタンガス燃焼時に発生する圧力波（衝撃波）による衝撃振動により煤、ダストを除去
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・歴史的に確立された技術（方式）であり信頼性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・従来蒸気の不要により、蒸気の有効利用が可能（創エネ効果） ・蒸気式に比べクリーニング効果が高い ・ドレンアタックによるボイラチューブの摩耗が無い ・従前モデルにおいて日本で190基以上（20か国以上で700基以上）の実績有
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラ高圧蒸気を使用することにより発電効率が低下 ・ドレンアタックによるボイラチューブの摩耗 	<ul style="list-style-type: none"> ・方式変更に伴いボイラの改造が必要

3-3-4 実装および効果の確認

(1) スートブロワの設置計画

- 混焼を実施する 1 号炉内において、水管の煤、灰付着が著しいスーパーヒーター一部に圧力波式スートブロワ 1 基設置することを計画。
- 専用の取り付け口が無い場合、2022 年度実装計画において点検用のアクセスドアを改造し設置する予定である。
- ボイラ構造への影響および既設制御システムへの影響、改造を検討するため、ボイラ設計を行った荏原環境プラント(株)および三菱重工パワーインダストリー(株)（旧パブ日立）と 2022 年度の実証に向け協議中である。
- 蒸気式に比べ、圧力波式の効果は広範囲に渡るため、今後、全スートブロワを蒸気式から圧力波式に変更することでボイラ効率の向上につながる可能性がある。



設置位置
(アクセスドア)

図 3-18 圧力波式スートブロワ位置



図 3-19 1号炉アクセスドア



図 3-20 1号炉アクセスドア



図 3-21 圧力波式スートブロワ設置イメージ

(2) スートブロワ主要仕様

項 目	内 容
型式	SPGr10
製造者	Explosion Power 社 三國機械工業株式会社（特約代理店）
燃焼シリンダー容量	約 10L
爆発時圧力	～280bar（4 段階調整可能）
ガス消費量(@圧力波 1 回)	メタン：9～16g、空気：162～297g、窒素：4g
重量	350kg
数量	1 基

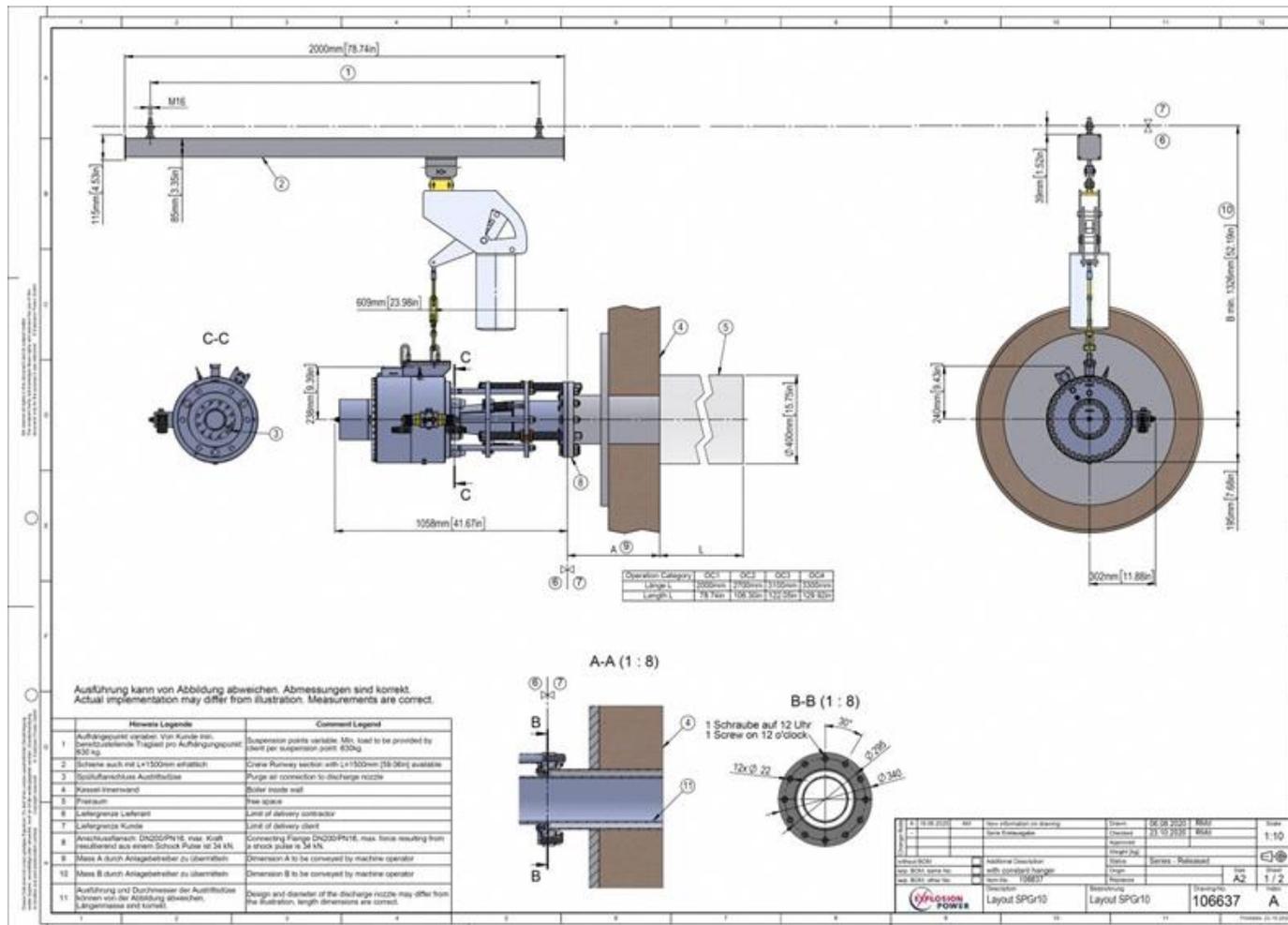


图 3-22 压力波式ストブロー本体製作図

(3) スートブロワ本体完成状況



図 3-23 圧力波式スートブロワ本体

(4) 実装計画について（2022 年度以降）

- 本年度製作済みの圧力波式スートブロワ付帯設備として、制御盤および調整ユニットを製作しポンベ類（窒素、メタン、空気）とともに設置する予定。
- 圧力波スートブロワ稼働による蒸気の削減量や創エネ量を運転データから試算予定。

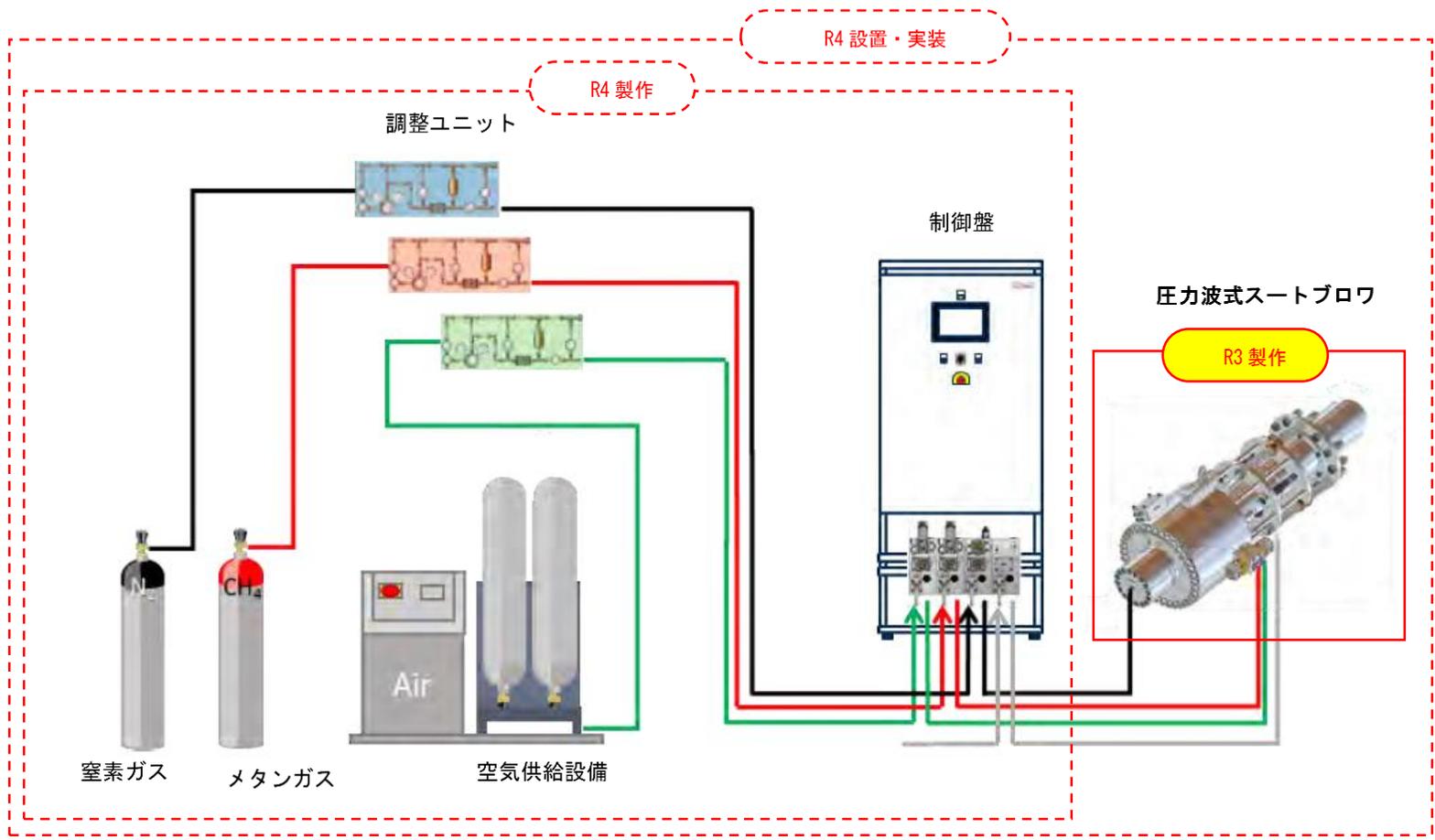


図 3-24 圧力波式スタートブロワ本体および付帯設備フロー図

第4章 熱供給方法の検討

4-1. 本施設からのエネルギーの利用について

本施設は、平成15年3月より運転を開始しているが、立地先の選定過程では、地域住民からの合意形成を得るために、様々な努力を重ねてきた。

現在においても、ごみ処理施設としての拒否感や嫌悪感、処理過程で発生する排ガス等による環境汚染など地域住民との共存のため、細心の注意を払い運転を継続している。

一方で、本施設は防災拠点機能や地域のエネルギー供給拠点機能としての側面も有しており、地域と連携した施設の整備計画の立案や地域エネルギー政策の立案が求められている。

本施設から生み出されるエネルギーは、本市における地域エネルギー政策において、地域の特性に応じてその価値を活かすことができるエネルギー源の一つとして捉えることができ、本施設のエネルギーを有効活用することで環境的な貢献、経済的な貢献に加え住民生活の向上に寄与できると考えている（図4-1参照）。

本事業において、バイオマス資源を混焼した際のエネルギー回収量の変化を把握し、既存設備と新規熱需要家の連携策など熱供給計画の策定につなげることを目標に実施する。

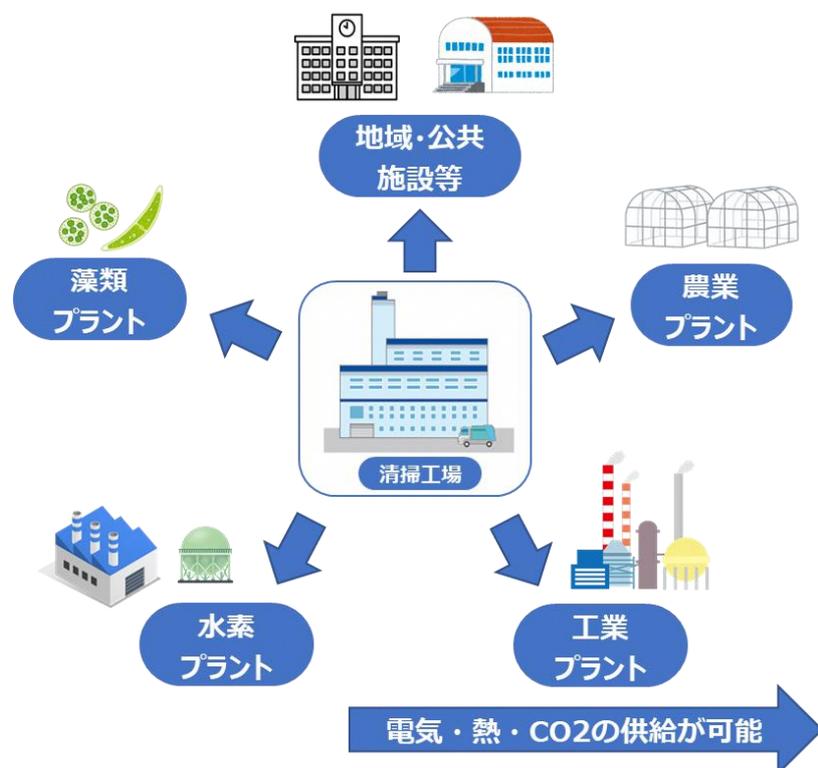


図 4-1 本施設のエネルギー供給拠点イメージ

4-2. 調査における指標

熱利用についての整理項目は、以下を基本とし、2019年度から実証事業期間中のデータを収集・整理する。また、必要に応じてその他の指標も加えることとする（表 4-1 参照）。

表 4-1 調査における指標

整理項目	確認事項・指標等
□電力供給の現況や地域貢献効果等	電力量データ（発電、所内消費、送電の実績。MW h/年）発電効率、CO ₂ 削減効果、地域への貢献度等
□熱供給の現況や地域貢献効果等	熱供給量データ（内部利用量、外部供給量等の実績。GJ/年）熱利用率、CO ₂ 削減効果、地域への貢献度等
□燃料供給の現況や地域貢献効果等	燃料供給量データ（生産量、外部供給量等の実績。GJ/年）熱利用率、CO ₂ 削減効果、地域への貢献度等
□電力、熱、燃料等を総合したエネルギー供給全体の現況や地域貢献効果等	エネルギー回収率（発電効率+熱利用率）、CO ₂ 削減効果地域への貢献度等

4-3. 熱供給の現状調査

4-3-1 現在の熱供給状況

本施設からの熱供給の現状を図 4-2 に示す。

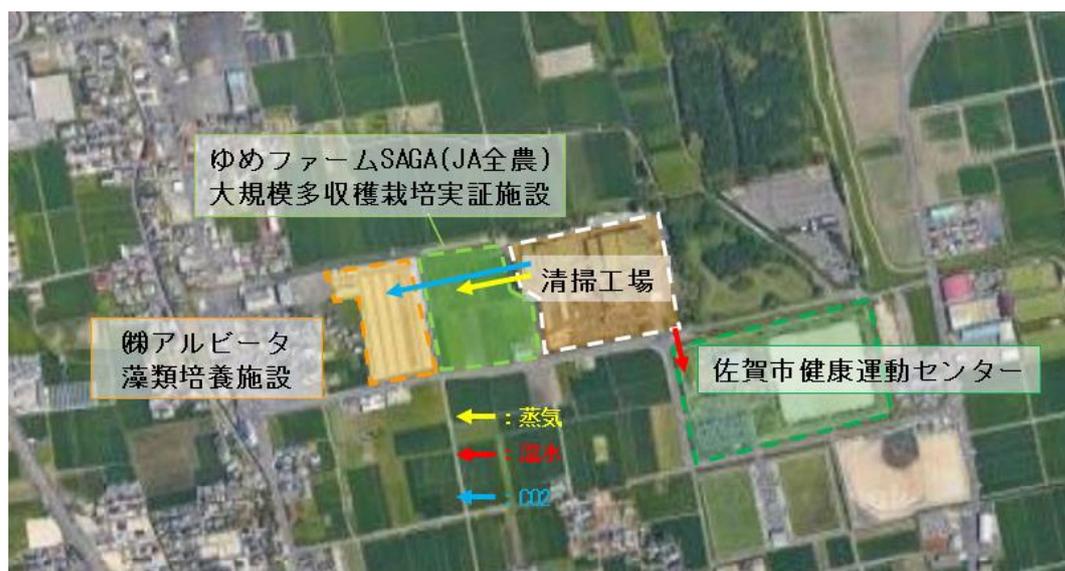


図 4-2 現在の熱供給状況

- ①健康運動センターへは高温水を供給。
- ②ゆめファーム SAGA へは低圧蒸気を供給。
- ③アルビータへの熱供給はなし。

4-3-2 ゆめファーム SAGA

JA 全農が展開する高度環境抑制型園芸施設の設備概要を表 4-2、外観を図 4-3 に示す。

表 4-2 ゆめファーム SAGA 施設概要

項目	内容
施設	ダッチライト型鉄骨ハウス（硬質フィルム展張） 間口 8m×14 連棟 奥行 84m 軒高 5m
面積	施設面積 10,176 m ² （土耕区 4,704 m ² ロックウール区 4,704 m ² 管理室 768 m ² ） 栽培面積 8,650 m ² （土耕区 4,130 m ² ロックウール区 4,400 m ² ）
設置時期	2019 年(令和元年)12 月
要員体制	常駐職員：4 名 パート：18 名（2021.9 時点）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・土耕栽培とロックウール養液栽培の営農モデルの実証 ・清掃工場より供給の余熱と CO₂ を利用 ・最新の天窗材、カーテン駆動装置を導入 ・Ridder 社製環境・灌水制御装置 HortiMaX の導入
栽培品目	きゅうり専作



図 4-3 ゆめファーム SAGA 外観

4-3-4 熱供給の現状把握および動向整理

今回の調査では、実施内容と調査状況を表 4-4 に示す。

具体的な調査状況は、表 4-5、表 4-6、表 4-7、表 4-8 に示す。

表 4-4 実施内容および調査状況

実施内容	調査状況
事業の持続性の確保のために必要な本施設周辺の熱需要家の需要パターン分析を行い、導管によるオンライン方式の熱供給に関する合理性、効率性、有効性の検証を行うこと。	本施設の「高圧蒸気」「低圧蒸気」「高温水等」の形態別エネルギー利用の状況について、至近年から実証事業期間におけるデータを図表やグラフ等に整理し、現状の利用量を把握のため、継続調査中である。 また、2022 年度からは、スートブロウを蒸気式から圧力波式へ変更することから、変更に伴う蒸気量の変化を比較するためのデータ整理を行う。
熱供給先の新規開拓、熱供給方法について検討すること。	各エネルギーの回収・利用設備はボイラ、タービン発電機、高温水発生装置等を想定し、蒸気発生量に対する全体利用量のほか、熱や電力といったエネルギー形態毎の利用状況を把握するため継続調査中である。
熱供給方法については熱供給配管のみならず、トランスヒートコンテナなどオフラインでの方法も比較・検討し、CO ₂ 削減コストなど費用対効果を確認すること。	熱エネルギーの有効利用の観点から、低温排熱や未利用熱の利用に関しての課題を整理するため、継続調査中である。あわせて、オンライン、オフラインにおける熱供給方法に関する比較検討を行い、CO ₂ 削減コストなどの費用対効果について確認するため、継続調査中である。
本施設の廃棄物処理事業、廃棄物エネルギー供給事業を持続可能なものとするために、廃棄物エネルギー(熱、電力、CO ₂)の最適な価格帯を検証し事業性を確認すること。	抽出した蒸気を発電へ用いた場合と熱エネルギーとして供給した場合の相関関係を経済性も含め比較し適切な割合と価格帯について検討中である。

表 4-5 エネルギー回収の状況

項目		2019年度 (R1)	2020年度 (R2)	2021年度 (R3)	2022年度 (R4)	2023年度 (R5)
ごみ焼却処理量	(t/年) 注1)	73,802	70,113			
バイオマス資源の混焼量	(t/年) 注1)	—	—			
エネルギー回収量	(GJ/年) 注2)	125,183	122,099			
ごみ処理量当たりの エネルギー回収量	(GJ/t) 注3)	1.7	1.7			

注1) ごみ発電施設における直接焼却処理量

注2) 施設のエネルギー回収量 (発電電力量[kWh]×3.6[MJ/kWh]+発電以外の熱利用量(所内利用+所外利用)[MJ])

注3) エネルギー回収量÷ごみ焼却処理量

表 4-6 エネルギー利用の状況

項目		2019年度 (R1)	2020年度 (R2)	2021年度 (R3)	備考
ごみ量	① ごみ処理量 (焼却量)	t/年	73,802	70,113	年報より
	② ごみ入熱量	GJ/年	677,134	643,289	①×9175kJ/kg (基準ごみ熱量)
発電	③ 発電電力量	MWh/年	32,283	30,566	年報より
	④ 所内使用電力量	MWh/年	13,354	13,357	プラント動力、建築、 照明、灰溶解、非常 用
	⑤ 売電電力量	MWh/年	17,327	15,934	年報より
	⑥ 発電効率	%	17.2	17.1	③*3.6/①
熱(燃料)利用	⑦ 内部熱利用量 (建築設備)	GJ/年	476	530	低圧蒸気 (0.81MPa,177℃) として比エンタルピーを算 出(2784kJ/kg)
	外部熱(燃料)供給量	GJ/年	19,012	25,687	
	⑧ 健康センター CO2回収 ゆめファーム	GJ/年	7,792	6,749	
		GJ/年	6,967	6,346	
	⑨ 熱利用率	%	1.3	1.9	(⑦+⑧)*0.46/②
エネルギー 全体	⑩ エネルギー回収率	%	18.5	19.0	⑥+⑨
	⑪ CO2削減量	tCO2/年	11,945	14,641	③*CO2排出係数
		電力供給	tCO2/年	11,945	
	⑫ 地域貢献性	tCO2/年			

表 4-7 外部供給可能エネルギー

エネルギーの種類	単位	最大量	施設整備条件ごとの供給可能量			想定される供給先
			発電最大パターン	熱供給最大パターン	燃料供給パターン	
電力供給	kW					
熱供給	温水	MJ/h				
	蒸気	MJ/h				
燃料供給	RDF,RPF	MJ/日				
	バイオガス	MJ/日				
	炭化燃料	MJ/日				

表示例) 発電最大パターン=最大限の発電を行い、タービン排気等の余剰熱のみを外部供給するケース
 熱供給最大パターン=発電は所内動力を賄う程度にとどめ、高圧蒸気又は高温水を外部供給するケース
 燃料供給パターン=固形燃料やバイオガス等の燃料を処理後生成物として回収し、外部に供給するケース

表 4-8 蒸気利用の状況

項目			2019年度 (R1)	2020年度 (R2)	2021年度 (R3)	2022年度 (R4)	2023年度 (R5)	備考
ごみ	①	ごみ焼却量	t/年	73,802	70,113			年報より
	蒸気利用	② 高圧蒸気	発生蒸気	t/年	213,940	208,169		
場内利用 (AH等)			t/年	12,366	12,969			空気予熱、低圧蒸気溜、空気抽出、アヒムレータ
タービン入口			t/年	168,137	161,911			年報より
(タービン排気)			t/年	11,786	14,391			年報より
蒸気利用	③ 低圧蒸気	場内利用 (脱気器等)	t/年	25,572	24,426			脱気器、純水装置、建築設備
		高温水発生	t/年	2,799	2,424			年報より
		CO2回収設備	t/年	2,502	2,279			同 上
		ゆめファーム	t/年	1,528	4,523			同 上
ごみ焼却量当たりの発生蒸気量			t/t	2.9	3.0			②(発生蒸気)/ ①

4-3-5 課題の整理

既存の熱需要家からのヒアリングの結果、熱供給計画の方向性を検討するうえでの課題を抽出した。

(1) ゆめファーム SAGA

- ・ハウス内温度維持(16~17℃以上)のため、ピーク時で 4GJ/h 程度の熱が必要
- ・今後ハウスを新設したいと思っているが、そこに対しては温水での供給を検討して欲しい。
- ・温水であれば温水ボイラのみでの設置でよいが、蒸気で供給されると熱交換機等が必要となりイニシャルコストが増える。ゆめファーム SAGA についても供給が蒸気となったことで想定よりイニシャルコストが増えた。
- ・本施設側の定修期間の代替熱源に温風暖房機(重油)を使用。
(今年度定修期間(20日間)の運転費用は約 50 万円。)
- ・本施設からゆめファーム SAGA までの輸送ロスがあるのではないかと。
→今回の実証事業の中での確認を検討。
- ・施設の老朽化により、定修以外でも 2 か月に 1 回程度熱供給が止まる場合がある。
→定期修繕以外での停止状況を確認し、対応策を検討。

(2) 健康運動センター

- ・本施設からの熱供給のみの依存しており、施設では熱源はもっていない。
- ・本施設の定修の際は、温水プールは閉鎖している。
- ・健康運動センターは、大規模災害の際の救援隊詰め所の機能を担っている。
- ・災害時に本施設から電気や熱の供給を受けることができれば、機能の向上につながるかと考える。
(現状は、施設内の自家発電にて対応。)
- ・現在、本施設から 120℃の温水で供給を受けているが、通常は 85℃~90℃程の供給で問題ない。
- ・冬場のピーク時の熱供給量を増やしてほしい。

(3) 課題の整理

将来的に発電と熱利用による本施設としての波及効果を検証する上で、今回の調査で以下が追加的に発生している重要な課題と考えられる。

【課題 1】 本施設の定修期間や停止期間の代替となる熱源の設置。

【課題 2】 新規熱需要家への熱供給を行った場合の最大需要(冬季)への対応。

4-4. 令和元年度調査における想定

「佐賀市清掃工場廃棄物エネルギー利活用検討調査業務報告書（令和2年2月：以降前回報告書と略す）」での熱利用検討を受け、本事業では脱炭素を念頭におき新規需要家の開拓を含めた具体的な熱利用の展開の検討を実施する。最終年度において検討結果を反映して今後の熱供給計画に資することを旨とする。

4-4-1 熱供給事業化モデル

前回報告書で想定された熱供給事業化モデルを図4-5に、熱供給需要家を表4-9に示す。熱供給フローを図4-6に示す。位置関係は図4-7のとおりである。

今回の調査に当たっては、COVID19の影響により、企業の進出予定が変更になったことや脱炭素をめぐる社会情勢の変化により供給や運用に対する変化が見えてきた。このため、改めて熱供給の在り方や技術的な面からも追加で検討することを念頭に整理をする。

ポイントは、需要家の最大需要に対応したモデル化であるため、季節変動、日変動からかなり顕著に需要と供給のアンバランスが直接発電量に影響することから発電量を最大限確保するための最適化制御が必要と考えられる。

このため次年度からは、需要と供給の関係をベース供給と変動調整を考慮し、新たな需要家を想定した効果的な組み合わせや熱供給のカスケード利用、さらには補助的な供給源を加えたエネルギーの「複合拠点」を視野に入れて検討する（詳細は後述）。

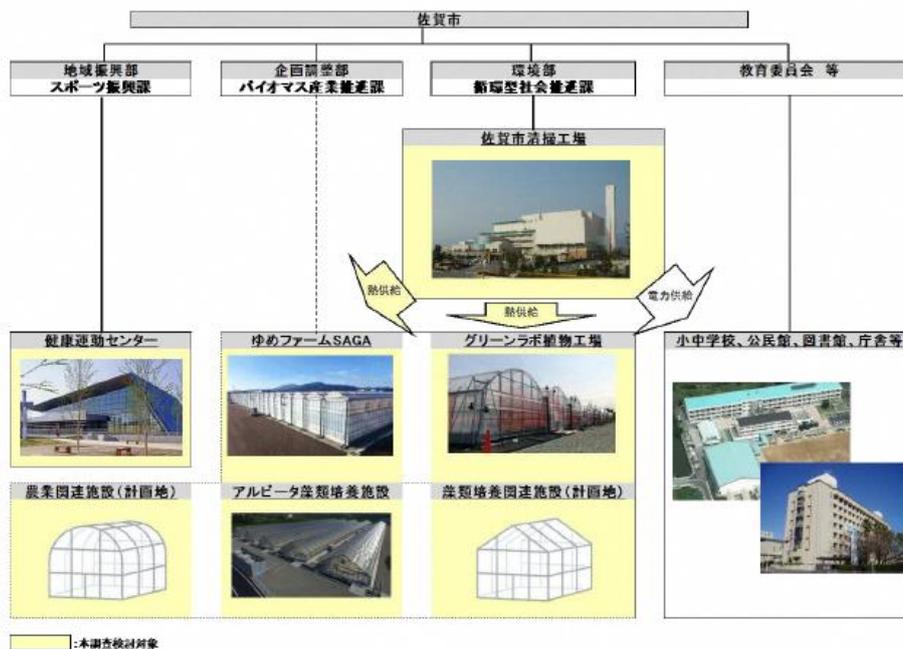


図 4-5 佐賀市清掃工場熱供給事業化モデル

表 4-9 前回報告書での想定供給先の概要

熱需要施設	アルビータ藻類培養施設	藻類培養関連施設 (計画地)	ゆめファームSAGA	グリーンラボ植物工場	農業関連施設 (計画地A・B)	健康運動センター
施設概要	<ul style="list-style-type: none"> ・株アルビータによる藻類培養施設。 ・清掃工場からのCO2供給を受けて、藻類(ヘマトコッカス藻)を培養実施中。 ・培養プール1棟300m3。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルビータ藻類培養施設と同様の施設を想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・JA全農によるキュウリのハウス栽培施設。 ・清掃工場からの蒸気供給を受け、2019.12から稼働。 ・14連棟×1棟。作付面積1ha。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グリーンラボ棟によるバジルの縦型水耕栽培施設。 ・清掃工場からのCO2供給を受ける配管工事済み。 ・3連棟×4棟。2020年度にさらに4棟増設予定。ハウス面積約4,800m2。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グリーンラボ植物工場と同様の施設を想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・佐賀市による余熱利用施設 ・屋内施設として温水プール(25m他)、浴室、トレーニングルーム等を配備。
需要の量と質(熱の条件)						
エネルギー需要量	<ul style="list-style-type: none"> ・培養適温は、25℃。 ・近隣上水道の水温測定値との差分の昇温を熱需要と仮定すると、最大12GJ(2月)。 	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・ハウス内温度維持(16~17℃以上)のため、最大4GJ/hを想定。 ・清掃工場から供給される2GJ/hに加え、16~17GJ/hの温風暖房機を併用予定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハウス内温度維持(10~20℃以上)のため、1棟当たり最大0.167GJ/hを想定。 ・当面はヒートポンプとダルマストーブで対応。 	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・温水プール、浴室、給湯、空調用途として、年間最大3.7GJ/h
うち外部熱供給で代替可能性があると考えられる量(燃料使用量など)	<ul style="list-style-type: none"> ・現状、自前の熱源により運営されている。 	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・温風暖房機の熱量は、外部からの蒸気又は温水で代替可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・全ての熱源を外部からの蒸気又は温水で代替可能。 	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・清掃工場から温水を供給中
蒸気条件	—	・同上	・低圧蒸気	—	・同上	—
利活用条件						
需要側受入設備	・不明	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気配管(2GJ/h想定口径) ・プレート式熱交換器 	<ul style="list-style-type: none"> ・未定(ハウス内温水配管は敷設済み) 	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・プレート式熱交換器 給湯用120℃→80℃ プール・浴室用120℃→80℃ 冷凍機用120℃→100℃ 暖房用120℃→80℃
輸送距離	<ul style="list-style-type: none"> ・数百m程度(清掃工場西側ゆめファームSAGAを挟んで隣接) 	隣接(清掃工場北側)	隣接(清掃工場西側)	<ul style="list-style-type: none"> ・数百m程度(清掃工場南西) 	隣接(清掃工場南側)	隣接(清掃工場南東側)
需要頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・上水道水温との差分の昇温を熱需要とすると、2月最大、9月最小とした曲線状の需要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルビータ藻類培養施設と同様の施設を想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・12~4月に最大需要を想定。特に夜間~早朝の冷え込み時にピークを想定。 ・5~11月は湿度対策での加温あり。 	<ul style="list-style-type: none"> ・冬場に最大需要を想定。 ・春~秋は湿度対策での加温あり。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グリーンラボ植物工場と同様の施設を想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・4~5月:1.5~2GJ/h ・6~10月:1.3~1.5GJ/h ・11~3月:2~4GJ/h
焼却施設停止に伴う熱供給停止への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・自前の熱源により対応可能と想定される。 	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・11月の全炉停止時は温風暖房機で対応。 	<ul style="list-style-type: none"> ・11月はダルマストーブで対応。その他の停止時も連絡を受けて適宜対応。 	・同上	<ul style="list-style-type: none"> ・温水利用設備の休止

(赤枠は現行熱供給を開始している箇所)

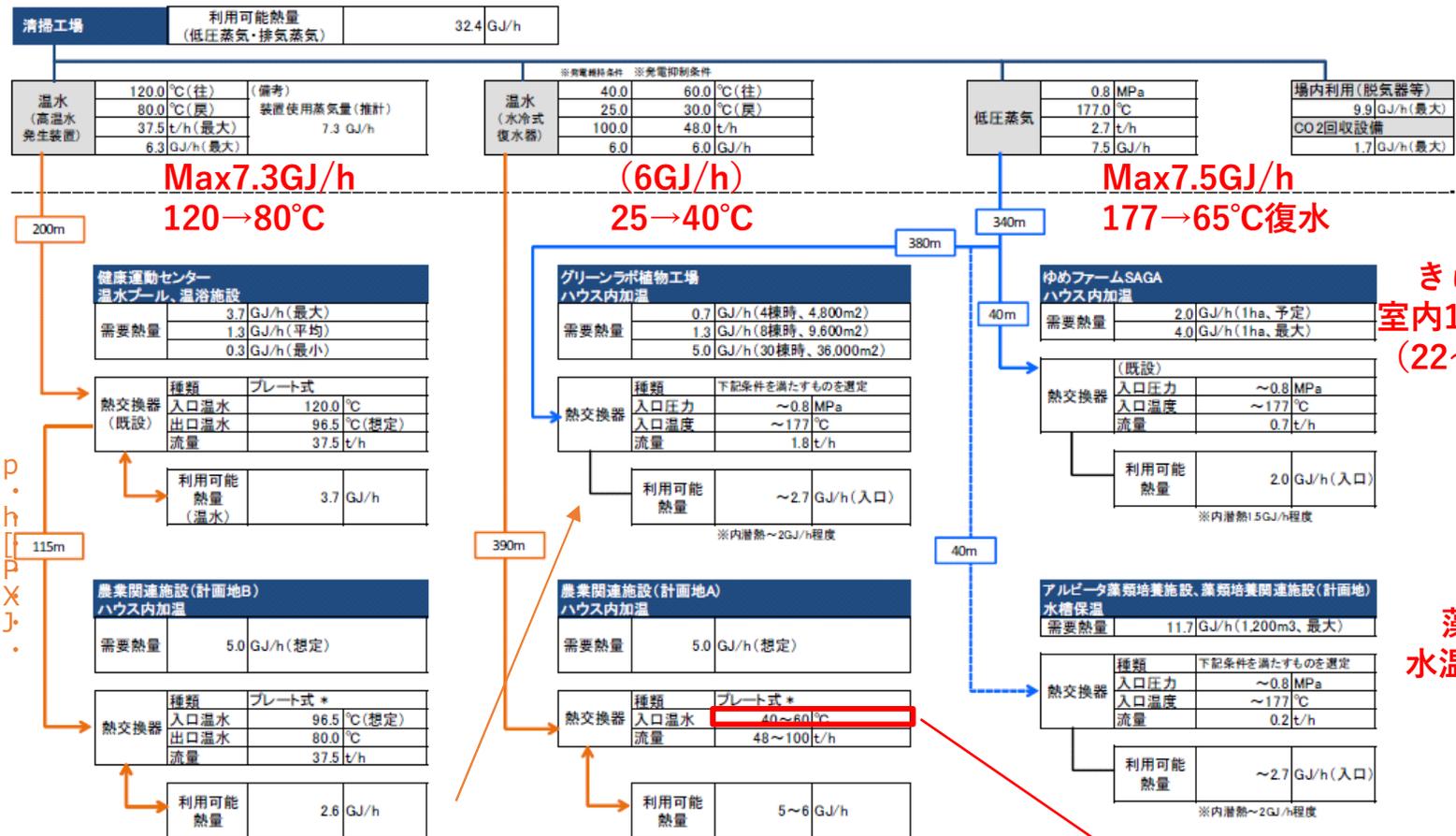


図 4-6 熱供給フロー

表 4-10 直近需要ケース需要熱量と利用可能熱量 (2 炉稼働時)

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
需要熱量	アルビータ藻類培養施設	GJ/h(4棟)	9.4	6.7	5.5	1.2	1.6	4.6	7.6	10.0	11.2	11.5	11.7	10.1	
	藻類培養関連施設(計画地)*1	GJ/h(想定)	9.4	6.7	5.5	1.2	1.6	4.6	7.6	10.0	11.2	11.5	11.7	10.1	
	ゆめファームSAGA	GJ/h(予定)	2.0	(湿度対策用加温)							2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
		GJ/h(最大)	4.0								4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	グリーンラボ植物工場	GJ/h(4棟)	0.7	(湿度対策用加温)							0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
		GJ/h(8棟)	1.3								1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
		GJ/h(30棟)	5.0								5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	農業関連施設(計画地A)*2	GJ/h(想定)	5.0	(湿度対策用加温)							5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	農業関連施設(計画地B)*2	GJ/h(想定)	5.0	(湿度対策用加温)							5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	健康運動センター*3	GJ/h(最大)	3.2	2.9	3.0	1.8	1.5	1.9	2.3	3.0	3.7	3.4	3.7	3.1	
		GJ/h(平均)	0.8	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.5	1.2	1.3	1.3	1.2	
		GJ/h(最小)	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.3	
	CO2回収設備*4	GJ/h(10t最大)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	
		GJ/h(10t平均)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
		GJ/h(5t最大)	1.1	1.0	0.9	1.8	1.3	1.2	1.1	1.1	0.0	1.5	1.2	1.7	
	[場内利用(脱気器等)]*5	GJ/h(最大)	9.9	8.4	8.5	8.9	9.4	9.1	9.2	8.7	8.9	9.8	9.9	9.8	
		GJ/h(平均)	8.7	7.3	7.5	7.8	7.9	7.9	7.7	7.0	7.8	8.7	8.6	8.7	
		GJ/h(最小)	7.8	6.2	6.3	6.3	6.7	6.7	5.9	0.0	6.9	7.5	7.5	7.4	

*1 アルビータ藻類培養施設と同様と仮定

*2 グリーンラボ植物工場と同様と仮定

*3 2018(H30)年度実績

*4 10t運転値(最大・平均)は2019(R1)年度5~8月の実績値の平均値を設定。5t運転値(最大)は、2017(H29)年度実績より。

*5 2017(H29)年度実績



図 4-7 前回報告での想定供給先の位置関係

4-4-2 発電設備から見た熱供給余力の考え方

前回報告では、創エネを主眼に置き熱需要先とのマッチングを検討したが、当然本施設側からの制約条件等があり、これらがマッチングしないと発電出力の低下や需要家側での追加加熱や調整が必要となる。

図 4-8、表 4-11 にエネルギー回収の観点から見た検討された方式の概要と表 4-12 に比較表を示す。

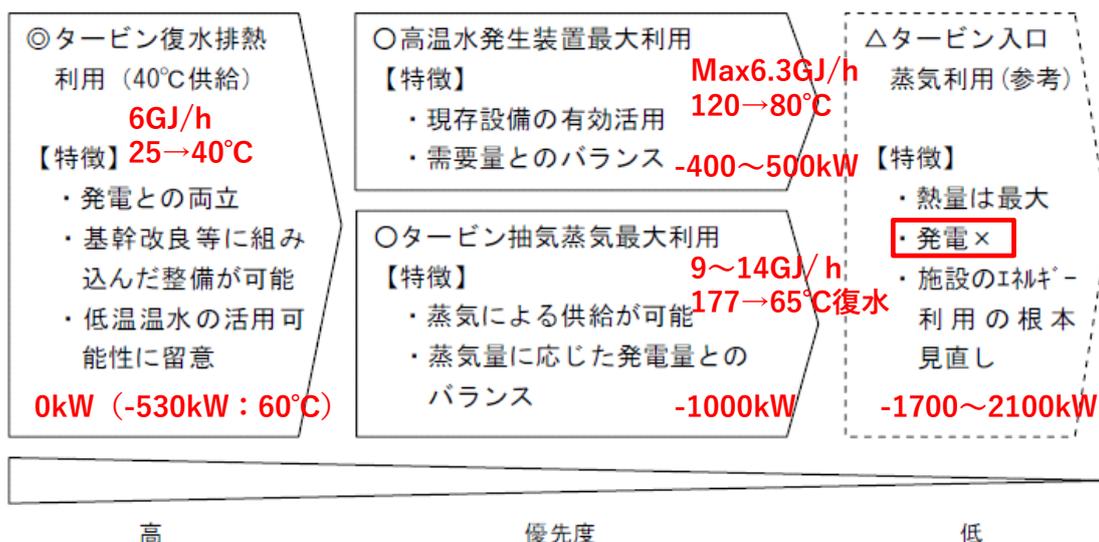


図 4-8 エネルギー回収方策適用の考え方

表 4-11 熱エネルギー利用と発電量との関係

方策	熱利用 (GJ/h)	発電増減 (kW)
①高温水発生装置最大利用	6.3 (増加分 2.6)	-400~500
②タービン抽気蒸気最大利用	9~14	-1,000
③タービン排気蒸気利用	6.0	0 (40°C温水) -530 (60°C温水)
④タービン入口蒸気利用 (高圧)	10~12	-1,700~2,100

表 4-12 エネルギー回収方策比較

	回収方策①	回収方策②	回収方策③	回収方策④(参考)
	高温水発生装置最大利用	タービン抽気蒸気最大利用	タービン復水排熱利用	タービン入口蒸気利用
回収エネルギーの形態、 回収量・熱収支	高温水 (120℃) 6.3 GJ/h (増加分 2.6~4.8GJ/h)	低圧蒸気 9~14 GJ/h	温水 (40℃又は60℃) 6.0GJ/h	高圧蒸気 10~12GJ/h
システムフロー、 機器配置	現状と変化無し	・蒸気配管工事 (低圧蒸気溜からの取り出し) ・電気計装工事 (蒸気量を制御するタービン 制御盤及びDCS 77の改造)	空冷式復水器設置エリアに、 水冷式蒸気復水器を設置	・蒸気配管工事 (高圧蒸気溜からの取り出し) ・電気計装工事 (蒸気量を制御するタービン 制御盤及びDCS 77の改造)
導入コスト、実績	・補給水の増加 ・新需要施設への配管 (②~④共通) ・発電減に伴う売電収入減少 (-400~500kW)	・蒸気配管工事は予備ノズル (50A×2)で対応可能であれば 大きなコストアップなし。 対応できない場合は溶検対象 箇所の工事が発生 ・電気計装工事は最大5百万円 程度と想定 ・発電減に伴う売電収入減少 (-1000kW)	・水冷式復水器整備工事 (本体1.1億円+配管工事費) ・60℃温水の場合、発電減に 伴う売電収入減少 (-530kW)	・蒸気配管工事は予備ノズル (50A×2)で対応可能であれば 大きなコストアップなし。 対応できない場合は溶検対象 箇所の工事が発生 ・電気計装工事は最大5百万円 程度と想定 ・発電減に伴う売電収入減少 (-1700~2100kW)
導入促進に際しての 留意点	・新需要施設の需要熱量(現在 ~将来)と増加可能熱量との マッチング ・発電とのバランス	・新需要施設の需要熱量(現在 ~将来)に応じた蒸気供給量の 設定 ・発電とのバランス	・発電減を生じない40℃温水 の活用可能性	・本施設のエネルギー利活用の 考え方について根本的な検 討を要する
導入に向けたスケジュール	・健康運動センターの熱交換 器を通したカスケード利用に ついて確認の上、配管工事	・需要量に応じた供給蒸気量を 設定し、現行設備での対応可 否を確認の上、配管・計装工 事	・大規模な改修工事となるた め、基幹改良工事等に組み 込んで実施	・需要量に応じた供給蒸気量を 設定し、現行設備での対応可 否を確認の上、配管・計装工 事
CO2 排出量削減	・温水供給の増加分に応じた 需要施設側燃料由来 CO2 の 削減 ・発電減少に伴う電力供給由 来 CO2 削減幅の圧縮	・蒸気供給量に応じた需要施設 側燃料由来 CO2 の削減 ・発電減少に伴う電力供給由 来 CO2 削減幅の圧縮	・温水供給量に応じた需要施設 側燃料由来 CO2 の削減 ・発電減少に伴う電力供給由 来 CO2 削減幅の圧縮	・蒸気供給量に応じた需要施設 側燃料由来 CO2 の削減 ・発電減少に伴う電力供給由 来 CO2 削減幅の圧縮
評価案	○	○	◎ (40℃供給時) ○ (60℃供給時)	△

発電設備におけるタービン復水装置の方式を空冷から水冷にすることで、この排熱が使えることになり、6GJ/hの熱量を得られる。しかしながら発電出力を現行のとおり維持するためには、取り出し温度を40℃（戻り25℃）とする必要があり、取り出しを60℃（戻り30℃）とすると発電出力は530kW減少することになり、メリットが減少する。

出力の低下が見込まれるものの高温水発生装置災害利用、タービン抽気蒸気量最大利用では、出力低下がそれぞれ400～500kW、1000kW見込まれる。また、タービン入り口からの蒸気利用も可能だがこの方式では発電ができなくなり本来の目的に反する。

このような検討からタービン復水を利用した方式が最も優位として、次いで他の方式も併用できると仮定して前項に示すような熱供給の検討がなされた。

しかしながら、季節変動など必要な熱量を全量賄うことはできないことから、ある程度出力は需要家側でカバーするなどを想定しているものの、需要が低下する夜間など本施設側から見た戻り温度が予定温度まで下がらない場合も多発する。この場合は復水に関しては従来の空冷装置を併用せざるを得ず経済性や時間的な応答性を加味しなければならない。また、戻り温度が定格に達しない他の方式では余剰蒸気が増えタービン出力が変動したり放散蒸気が発生したりすることになる。

特に、復水熱量の場合、発電出力維持のためには需要家側で通年25→40℃の利用することが好ましいがこのような一定の負荷を有する単独の需要家は望めない。

図 4-9 に水冷式復水装置の概略フローを示す。

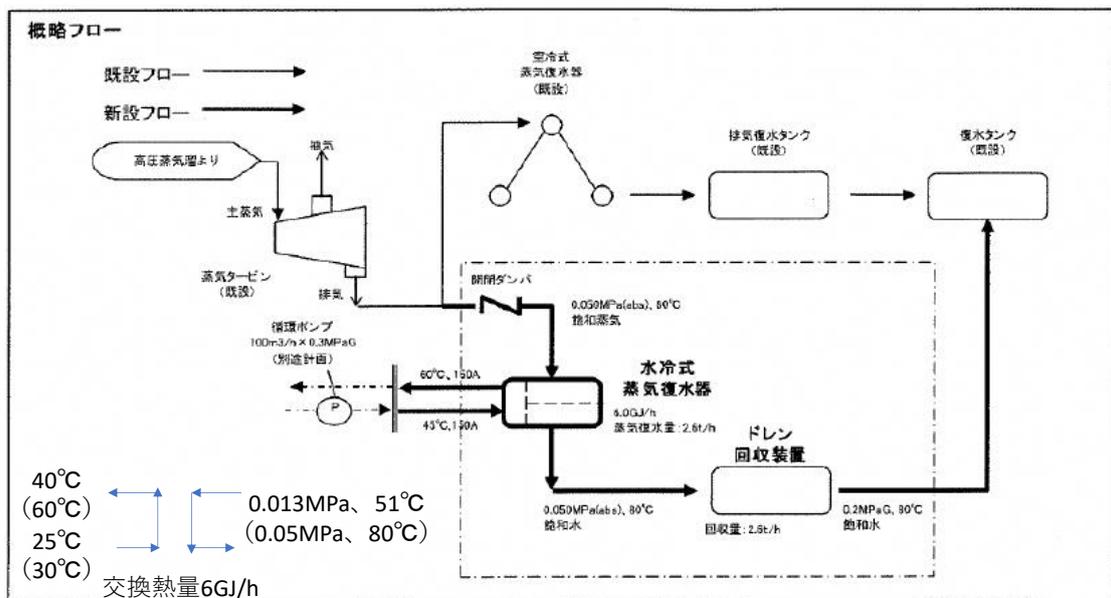


図 4-9 水冷式復水器導入時の概略フロー

このような視点から、本熱供給計画を確実なものにするためには、より多くの需要家と熱供給のアンバランスの相殺や負荷の平準化を図るなど本施設側に一定の供給が可能なシステムが必要と思われる。

例えば、本施設側の最適供給力に合わせたベース熱量とし、負荷変動や日変化、季節変動までを考慮に入れた複合拠点などが考えられる。調整力として付加するエネルギー源は脱炭素を実現するため再加熱に再エネ（太陽光、バイオマスボイラなど）を用い、蓄エネルギーやヒートポンプの利用なども必要と考える。

次年度以降でこれらについてより具体的な方策を模索するものとする。

4-5. 熱供給計画の方向性

4-5-1 電力の地産地消等も含めた地域エネルギー事業としての可能性

前回報告では、主に熱供給に関わる部分の調査検討を行っているが、電力の地産地消事業とあわせて、電力と熱を活用した地域エネルギー事業としての可能性を本工場は有しているとして、以下のような視座を示している。

「ドイツのシュタット・ベルケに代表される海外事例では、電力、熱、水道など複数の生活インフラを一括して取り扱う事業モデルが確立し、各インフラ間で経営的に相互補完することにより、より安定的な事業運営を進めることが可能とされている。

<中略>

また現時点では、電力と熱の双方を取り扱うエネルギー事業会社（特に清掃工場の廃熱による熱電供給事業会社）は全国でも例がないが、こうした事業会社を想定した場合には、本施設からの売電・売熱料金に、一定の収益率を加味した単価で電力供給・熱供給を行い、得られた収益によって市域の環境対策・産業振興等を拡充するといった展開も、今後の電力価格や燃料価格の動向によっては可能性があると考えられる。今後の電力価格や燃料価格の動向を注視し、関係者による協議を進めることも重要と考えられる。」

これらの視点と COVID19 やレジリエンス強化など脱炭素社会を目指す急激な社会情勢の変化を機に新たな熱利用の構築をもって力の地産地消等も含めた地域エネルギー事業としての可能性を創出するものとする。

今回の調査で需要家からの要望事項を整理した結果の新たな課題は以下の 2 点である。

【課題 1】 本施設の定修期間や停止期間の代替となる熱源の設置

（このための熱源施設が二重投資になることは避けたいなど。）

【課題 2】 新規熱需要家への熱供給を行った場合の最大需要（冬季）への対応。

(日変化に加え季節変動が大きい需要家が多いことから複数の業種による平準化か複合的な施設による打開策の提示。)

これらの課題と従前の方向性を重ね合わせ今後の解決策を検討するにあたり、以下の検討を進める。

【検討事項】

・ 複合拠点供給

前回報告書にある熱供給ルートにおいて、熱導管の途中に本施設からの熱供給が停止した場合にも、一定規模の熱供給が可能な温水発生器(熱源タンク)等の設備設置方式に加え複合的な供給拠点での熱供給事業の検討を進める。これにより本施設と需要家での負担を最小限に抑えた仕組み作りが期待できる。

ポイントは、需要家の最大需要に対応したモデル化であるため、季節変動、日変動からかなり顕著に需要と供給のアンバランスが直接発電量に影響することから発電量を最大限確保するための最適化制御が必要と考えられる。

このため次年度からは、需要と供給の関係をベース供給と変動調整を考慮し、新たな需要家を想定した効果的な組み合わせや熱供給のカスケード利用、さらには補助的な供給源を加えたエネルギーの「複合拠点」を視野に入れて検討する(図 4-10 参照)。この上で、本施設の地理的特性を活用し、新規熱需要家を創出することを検討する。

・ レジリエンス強化

本施設に隣接している健康運動センターの災害時の役割や 2018 年(平成 30 年)6 月に閣議決定された「廃棄物処理施設整備計画」*を踏まえ、本施設を活用した災害へのレジリエンス強化策を検討するため、オフグリッドでの電力供給網の構築など地域防災計画と連携した活用策の検討を実施する。

上記を踏まえ、大規模停電が発生した場合でも本施設が自立可能な対策を検討。

- 「廃棄物処理施設整備計画」では、災害対策を強化するため、「地域の核となる廃棄物処理施設においては、地震や水害によって稼働不能とならないよう、施設の耐震化、地盤改良、浸水対策等を推進し、廃棄物処理システムとしての強靱性を確保する。これにより、地域の防災拠点として、特に焼却施設については、大規模災害時にも稼働を確保することにより、電力供給や熱供給等の役割も期待できる。」とされている。

- ・ スートブロワ方式変更による創エネ効果の検証
将来における需要熱量とスートブロワ方式変更後の利用可能熱量を把握、本施設のポテンシャルを確認のうえ本施設の改修に合わせ、増強の可能性を検討。

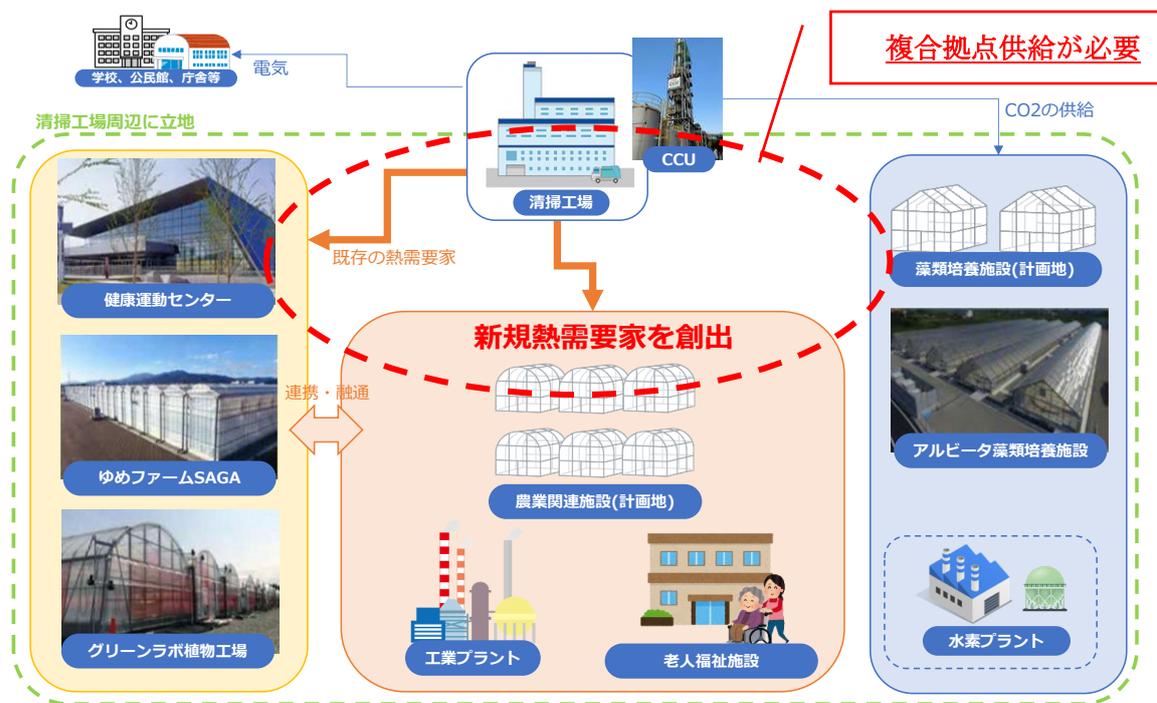


図 4-10 複合供給拠点の検討

4-5-2 本施設周辺への熱供給の可能性

ここで本施設周辺の状況を再整理する（表 4-13 参照）。

周辺には大型商業施設、飲料工場など熱需要が見込まれる（図 4-11 参照）。

なお、検討に当たっては表 4-14 に示す供給可能なエネルギーの種類と量に応じた供給先の例を念頭に置きながら事業性のある計画を検討するものとする。

表 4-13 周辺施設と需要家候補

熱需要施設	施設概要	備考
アルビータ藻類培養施設	・(株)アルビータによる藻類培養施設。・本施設からのCO ₂ 供給を受けて、藻類（ヘマトコッカス藻）を培養実施中。・培養プール1棟300m ³ 。	
藻類培養関連施設 (計画地)	・アルビータ藻類培養施設と同様の施設を想定	
ゆめファーム SAGA	・JA全農によるキュウリのハウス栽培施設。 ・14連棟71棟。作付面積1ha。	・本施設からの蒸気供給を受け、2019.12 から稼働。
グリーンラボ植物工場	・グリーンラボ(株)によるバジルの縦型水耕栽培施設。 ・本施設からのCO ₂ 供給を受ける配管工事済み。 ・3連棟を4棟。さらに4棟増設予定。ハウス面積約4,800m ² 。	
農業関連施設（計画地A・B）	・グリーンラボ植物工場と同様の施設を想定	
健康運動センター	・佐賀市による余熱利用施設 ・屋内施設として温水プール（25m他）、浴室、トレーニングルーム等を配備。	・本施設と同時期に建設、本施設からの蒸気供給を受ける
以降追加検討候補		
大型商業施設	今後調査	
飲料工場	〃	
その他	〃	

太字は熱供給稼働中

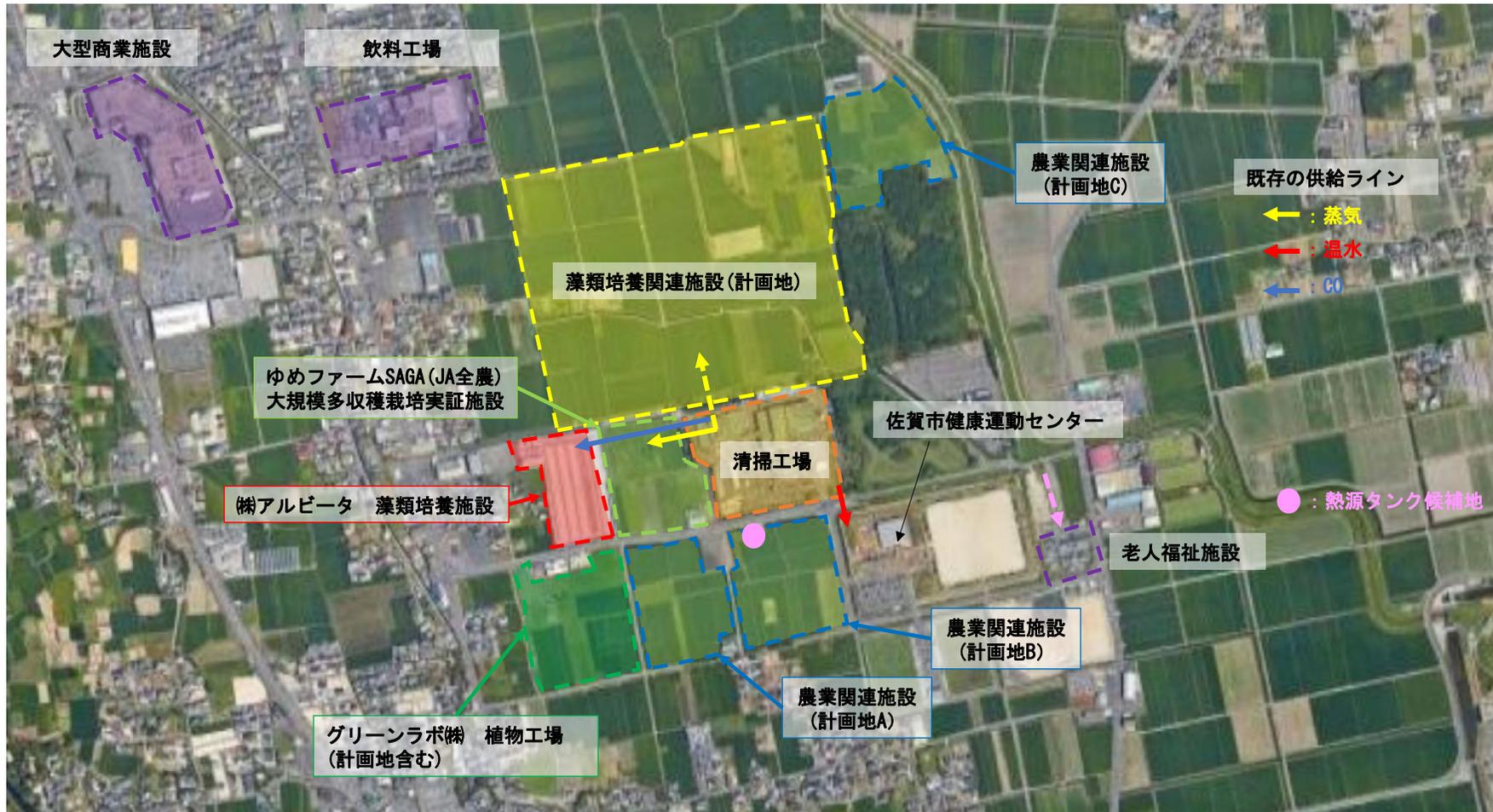


図 4-11 熱供給需要家

表 4-14 供給可能なエネルギーの種類と量に応じた供給先の例

熱利用先		供給媒体	必要熱量		備考
			(GJ/h)	(GJ/年)	
福祉センター給湯	収容人員60名 1日(8時間)給湯量 16m ³ /8h	蒸気温水	0.46		5-60℃加温
福祉センター冷暖房	収容人員60名 延床面積2,400m ²	蒸気温水	1.6		冷房の場合は暖房時必要熱量× 1.2倍となる
地域集中給湯	対象100世帯給湯量 300l/世帯・日	蒸気温水	0.08		5-60℃加温
温水プール	25m 一般用・子供用併 設	蒸気温水	2.1		
温水プール用シャワー設備	1日(8時間)	蒸気温水	0.86		5-60℃加温
温水プール管理棟暖房	延床面積350m ²	蒸気温水	0.23		冷房の場合は暖房時必要熱量× 1.2倍となる
熱帯動植物用温室	延床面積1,000m ²	蒸気温水	1.9		
海水淡水化設備	造水能力 1,000m ³ /日	蒸気	18		多重効用缶方式 (2重効用缶方式)
			26		
施設園芸	面積10,000m ²	蒸気温水	6.3~15.0		
野菜工場	サラダ菜換算 5,500株/日	発電電力	700kW		
工場		低圧蒸気 0.7MPa・170℃	※ 7.9	53,400	時間熱量は、年間熱量を280日、 24時間で除した参考値
地域熱供給(業務部門)		抽気蒸気 0.97MPa・185℃	※ 32.6	219,000	同上
地域熱供給(家庭部門)		温水 45~55℃	※ 19.3	130,000	同上
農業ハウス	3棟 3,800m ²	低圧蒸気 0.8MPa・200℃	※ 1.5	10,000	同上
庁舎、総合体育館		低圧蒸気 0.65MPa・178℃	※ 2.4	16,000	同上

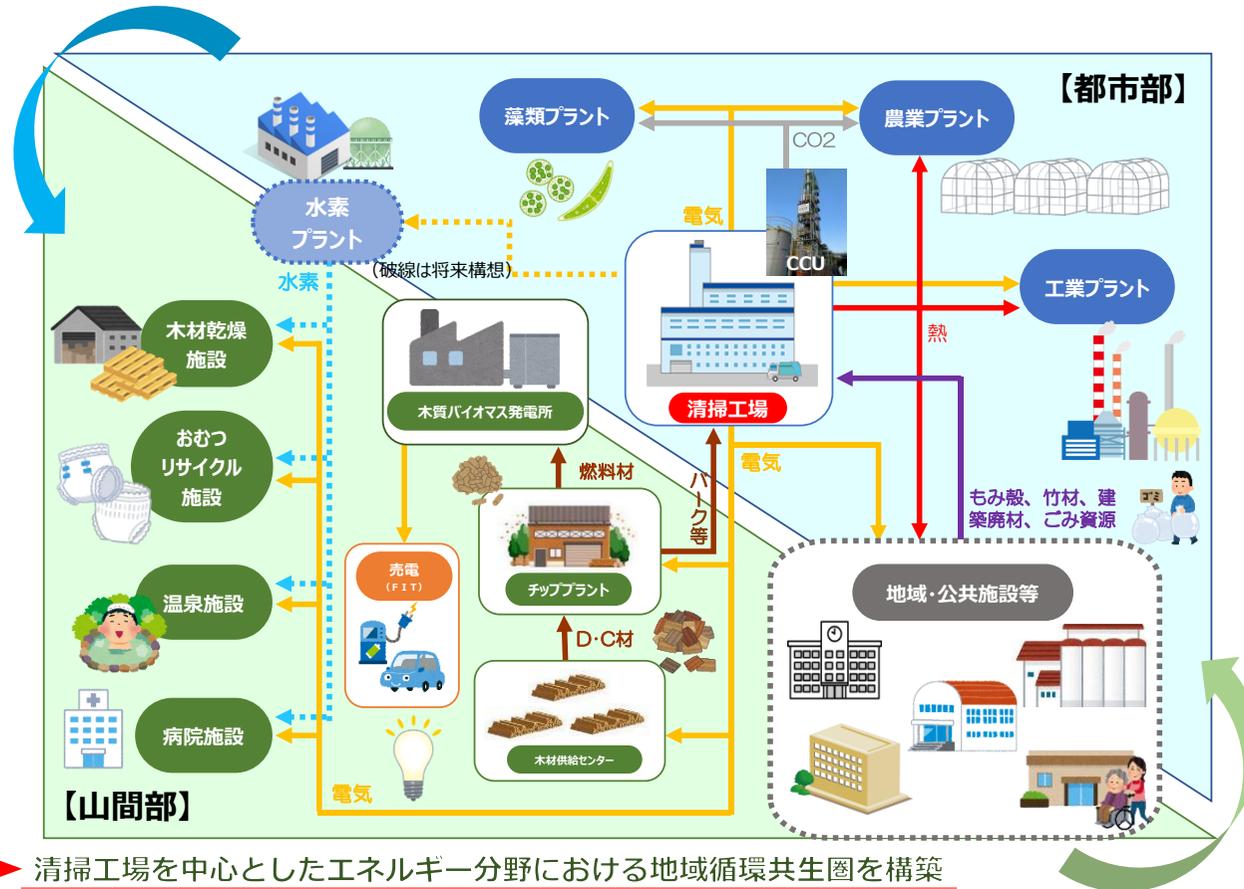
出典) 全国都市清掃会議「ごみ処理施設整備の計画・設計要領2017改訂版」、環境省「廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル(H29.3)」より

4-5-3 今後の検討の方向性

需要家の最大需要に対応したモデル化であると、季節変動、日変動からかなり顕著に需要と供給のアンバランスが直接発電量に影響する。発電量を最大限確保するための最適化制御が必要であるため、需要と供給の関係をベース供給と変動調整を考慮し、新たな需要家を想定した効果的な組み合わせや熱供給のカスケード利用、さらには補助的な供給源を加えたエネルギーの「複合拠点」を視野に入れて検討する。

当初面的展開として山間部と都市部の再生エネルギー利用を視野に入れた「Saga Energy Factory Vision」(図 4-12 参照)を構想したが、実態を鑑みるとさらにひと工夫が必要である。具体的には、本施設の排熱を直接使い、マッチングすることが可能な需要家は少ない。このため、熱供給を効率よく周辺に供給するための複合拠点(ベース熱供給に加えて変動対応熱供給施設)を新たに設け、地域としての面的展開を拡大することが効果的である。これらのエネルギーは再エネを用いることで脱炭素社会への進展が期待される。この構想を示したものが「Saga Energy Factory Vision⁺」(図 4-13 参照)で、脱炭素を目指した水冷復水器採用による低温熱の拡大利用を目指したもので、補助加熱は再生エネルギー利用や蓄エネルギーも検討が必要と考える。同時に本施設を中心としたエネルギー分野における地域循環共生圏を第 5 世代地域熱供給+シュタット・ベルケ法で構築することも可能と考え、今後検討する(図 4-14 参照)。

◇ Saga Energy Factory Vision

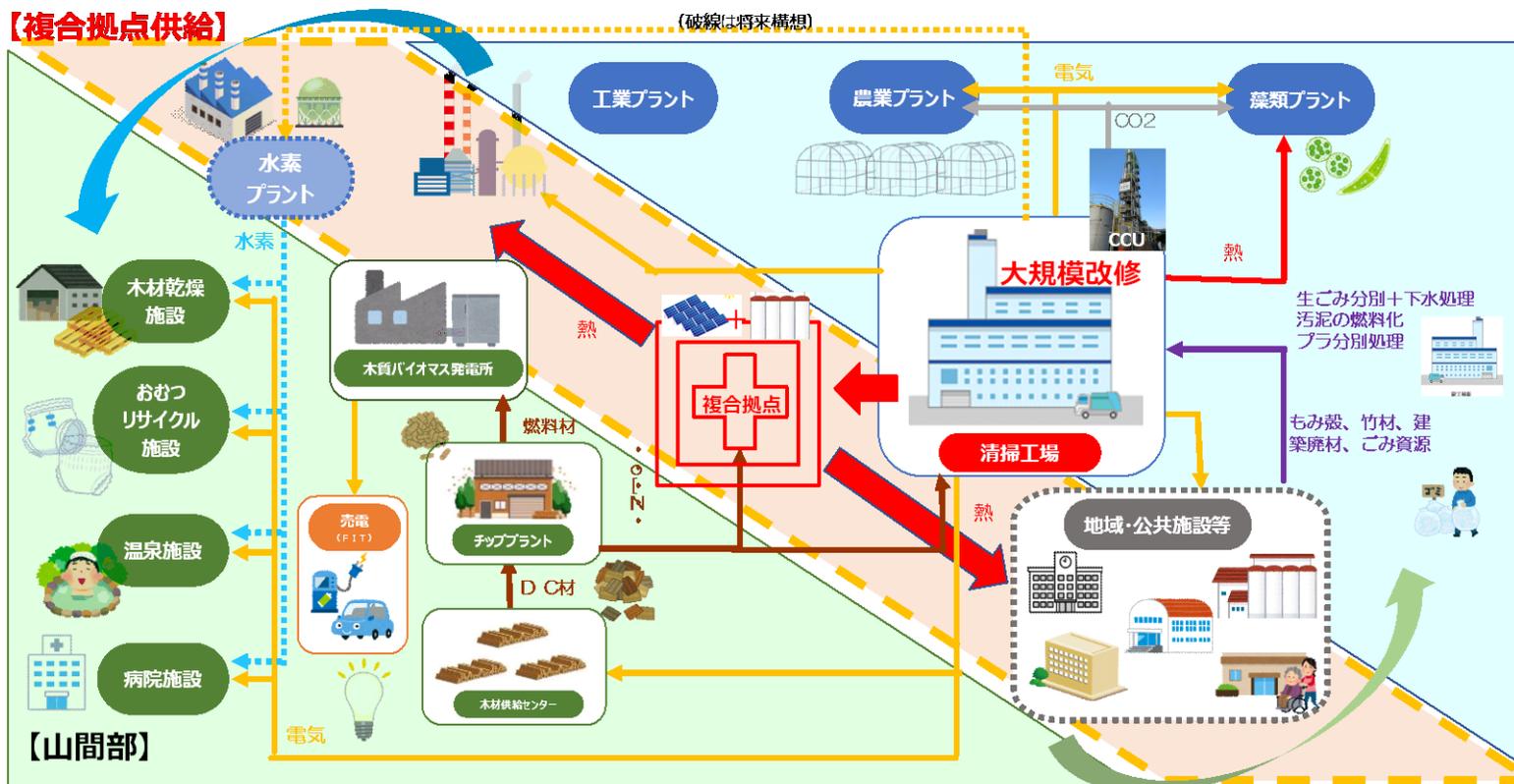


清掃工場の排熱を直接使用し、マッチングすることが可能な需要家は少ない。このため、熱供給を効率よく周辺に供給するための複合拠点（ベース熱供給に加えて変動対応熱供給施設）を新たに設け、地域としての面的展開を拡大することが効果的である。これらのエネルギーは再エネを用いることで脱炭素社会への進展が期待される。

図 4-12 Saga Energy Factory Vision

◇ Saga Energy Factory Vision +

脱炭素を目指した水冷復水器採用による低温熱の拡大利用、補助加熱は再生エネルギー利用 + 蓄エネルギー



▶ 清掃工場を中心としたエネルギー分野における地域循環共生圏を第5世代地域熱供給 + シュタットベルケ手法で構築

図 4-13 Saga Energy Factory Vision+

清掃工場を中心としたエネルギー分野における地域循環共生圏
 (第5世代地域熱供給 + シュタットベルケ手法を用い地域での面的展開)

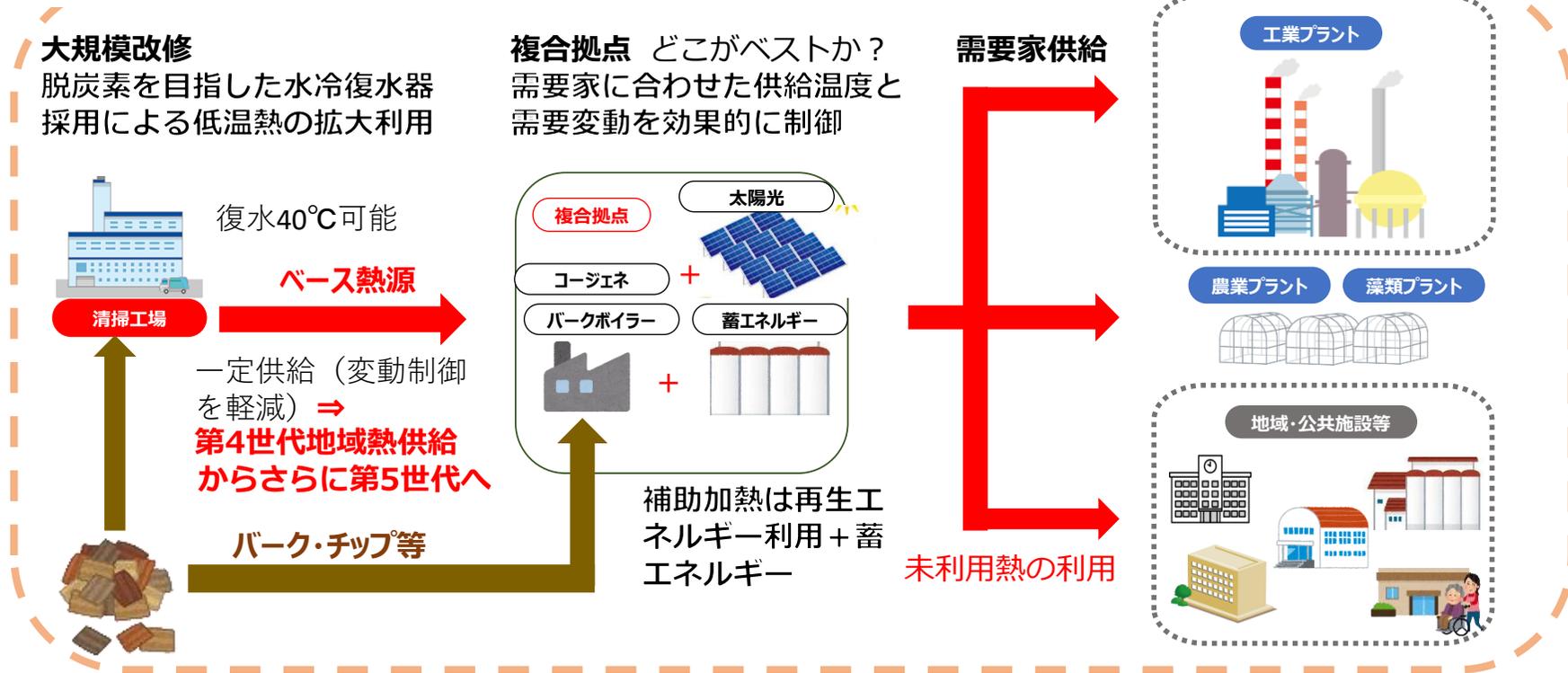


図 4-14 本施設を中心としたエネルギー分野における地域環境共生圏

参考文献

[4-1] 佐賀市清掃工場廃棄物エネルギー利活用検討調査業務報告書（令和2年2月）

第5章 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）検討会の開催等

5-1. 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業（地域バイオマスの利活用による清掃工場の持続可能な運用システムの実証）検討会の開催

委託業務実施計画書に基づき、本事業の技術的・経済的視点から課題等を検討するため、廃棄物およびエネルギーに関する専門家、学識経験者および行政職員による検討会を2回開催した。

	氏名(敬称略)	所属団体・役職	専門分野
委員長	島岡 隆行	九州大学大学院教授	環境社会（廃棄物）
副委員長	岩永 宏平	日本環境衛生センター理事	廃棄物処理施設
委員	大野 伸寛	佐賀県産業労働部新エネルギー産業課長	新エネルギー

以下に第1回検討会、第2回検討会の議事録をそれぞれ記載する。

第1回検討会

開催日時	令和3年12月17日（金）10:00～11:30
開催方法（場所）	対面開催（佐賀市役所 大財別館 4階4-2会議室）
出席者（敬称略）	委員：島岡委員長、岩永副委員長、大野委員 受託事業者：佐賀市（森、田中）、エネルギー総合工学研究所（森山、濱田） 西日本プラント工業（菰原、林）、九州電力（川内、光野） 協力者：荏原環境プラント（大塚） 環境省：小林補佐、後藤専門員

事業分野	委員コメント見出し	委員コメント内容	受託事業者回答
原料調達の見直し	原料調達の目標量	最終目標である原料のバイオマス2,000トン/年は何を根拠にしているか。	令和6年の燃えるごみ量を66,242トン/年と予測している。清掃工場の炉が安定的に2炉稼働するには68,000トン/年が下限である。よって、目標を2,000トン/年としている。

	バイオマス利用による CO ₂ 排出削減効果の実証	もみ殻の運搬で CO ₂ が発生していないか。仮に発生していれば、運搬前に固める前処理が必要かもしれない。バイオマスの発生量、利用量、焼却量等、発生からの流れと量を明らかにし、CO ₂ 排出削減効果を示す必要がある。	全体的な CO ₂ 排出削減効果を示し、環境に貢献する事業にする。
	パークの季節性	パークや木くずに季節性があるのか。仮に季節性があれば、量を把握し、ごみの代替となり得るか実証する必要がある。	パークは夏が多く、冬場はないため、季節性がある。発生量、利用量、運搬等の費用、清掃工場の受入可否等を整理し、総合的に検討する。
バイオマス混焼による実証試験	スートブロウ方式の変更	スートブロウ方式の蒸気式から圧力波式への変更に伴うエネルギー消費量への影響を測定する必要がある。また、既存のボイラの強度等に影響がないか、安全性の点で慎重に対応する必要がある。	圧力波式への変更で熱が不要になり、熱を別に活用できると考えている。測定は検討する。また、この事業ではスートブロウを点検口に取り付け、安全性を確保するが、既存のボイラに影響がないかも確認する。設置するスートブロウは、圧力の波動の調整ができるため、ボイラの規模や経年劣化等に合わせた調整も実証する。
	スートブロウでのメタンガスの使用	カーボンニュートラルの点から、メタンガスの調達方法の検討も必要である。	メタンの使用料は少量である。将来的にはバイオマス由来のメタンガスを使い、CO ₂ 排出量の削減に寄与する。
	混焼のハンドリング	ポリップ型のクレーンでは攪拌が難しい印象を受けるがどう考えるか。	ハンドリングテストからクレーン攪拌の難しさが分かった。今後、攪拌方法を検討するが、ホッパへの直接投入も検討する。貯留場所は、使用していない大型のタンク等の活用を検討する。

熱供給方法の検討	翌年度以降の熱供給の予定	熱供給設備のイニシャルコストの回収目標を5年以内としているが、補助金を利用する見込みか。補助金を利用しない場合も検討する必要がある。	補助金を見込み、5年回収の算定にしている。補助金を利用しない場合も検討する。
----------	--------------	--	--

第2回検討会

開催日時	令和4年2月17日(木) 10:00~11:30
開催方法(種類)	Web開催(WebEx)
出席者(敬称略)	委員：島岡委員長、岩永副委員長、大野委員 受託事業者：佐賀市(森、田中)、エネルギー総合工学研究所(森山、濱田) 西日本プラント工業(林)、九州電力(川内、光野) 協力者：荏原環境プラント(伊澤) 環境省：小林補佐、田中補佐、越智専門員

事業分野	委員コメント見出し	委員コメント内容	受託事業者回答
原料調達を検討	パークの性状に応じた熱量の実証	パークを屋外に保管する場合、雨天等の気象状況によってパークの水分量が変わるはずである。パークの性状によって、エネルギー収支や発電の効果が変わることになるため、今後の混焼実証の際は、パークのサンプリングを実施し、水分量等を把握した上で熱量を測定する必要がある。	パークの混焼実証の際のごみ質分析において、パークの性状を確認する。
	パークの保管方法	発生源でパークを屋外に保管する場合、熱がこもり火災が発生するおそれがある。屋外での安心・安全な保管方法の検討が必要と考える。また、清掃工場側においても、運搬が滞った際でも安定的にパークを焼却できる保管方法の検討が必要と考える。	屋外や清掃工場での保管方法を今後検討する。

<p>バイオマス混焼による実証試験</p>	<p>飛灰サンプルの燃焼状況</p>	<p>飛灰サンプルの写真でもみ殻混焼ありともみ殻混焼なしを比べると、もみ殻混焼ありが黒い。もみ殻の影響か、ごみの影響か、X線解析や炭素分析を行ってはどうか。有機物含有量が高いと思うため、未燃分の炭素量を測定すればよい。</p>	<p>X線解析を行ったが、数値上はもみ殻の有無による成分的違いは見られなかった。未燃炭素の化学分析は今後取り組む。</p>
<p>熱供給方法の検討</p>	<p>温度差発電の可能性</p>	<p>清掃工場から健康運動センターに送っている120度の熱について、健康運動センター側は90度程で十分とのことであるから、この温度差を利用した温度差発電ができると考える。嬉野市内で佐賀大学とともに温度差発電の実証研究を行っている。佐賀市でも温度差発電を検討してみてもどうか。</p>	<p>発電機の設置場所を含めて、発電の可能性を検討する。</p>
	<p>清掃工場からの熱の供給方法</p>	<p>清掃工場からの熱の供給方法として、利用者の利便性から蒸気と高温水、温水の3種類があると思うが、清掃工場停止時の非常用ボイラ・非常用熱源を考えると供給媒体を1つのものに統一する方が技術的にはコントロールしやすいと思うがどうか。</p>	<p>現時点ではバックアップする系統がないため統一できないが、今後検討する。</p>

5-2. 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業審査等委員会への出席

環境省が実施する「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業審査等委員会」へ出席し、業務報告を行った。

日時：令和3年2月10日 16:55～17:25

場所：オンライン会議

内容：本事業内容についての審査等委員会への業務報告

5-3. 令和3年度廃棄物処理システムにおける脱炭素・省CO₂対策普及促進方策検討委託業務ヒアリング等への協力

本事業の上位事業である「令和3年度廃棄物処理システムにおける脱炭素・省CO₂対策普及促進方策検討委託業務」受託者によるヒアリング調査への協力や検討会へのオブザーバ出席をした。

5-3-1 検討会出席状況

第一回検討会 令和3年10月15日（オブザーバ参加：web）

第二回検討会 令和4年1月20日（オブザーバ参加：現地）

第三回検討会 令和4年3月8日（オブザーバ参加：web）

5-3-2 ヒアリング調査協力

ヒアリング調査結果は以下ホームページで掲載されている。

<https://wa-recl.net/article/a/189>

以下ヒアリング調査記事の概要を示す。

開催日時	令和4年1月19日（金）14:00～14:30
開催方法（場所）	対面開催（佐賀市役所 1F 市民ホール）
出席者 （敬称略）	質問者：一般財団法人日本環境衛生センター 2名
	一般財団法人地域活性化センター 5名
	回答者：佐賀市環境部 施設機能向上推進室 田中和之 室長
	企画調整部 バイオマス産業推進課 江島英文 課長

質問内容	回答
佐賀市の取り組みの概要	佐賀市清掃工場の余剰電力を公共施設で地産地消しているほか、大学などと連携して清掃工場から出るCO ₂ を分離回収し、さまざまな用途に活用している。

エネルギーの地産地消	<p>清掃工場の余剰電力を地産地消する事業では市内公共施設 112 か所へ電力供給している。平成 30 年度には清掃工場余剰電力の公共施設使用率が 92%に達した。</p>
清掃工場からの CO ₂ 分離回収事業に取り組んだきっかけ	<p>当初は、CO₂の削減を主な目的としていたのではなく、清掃工場から出る CO₂を資源として活用可能かという角度から検討を始めたものである。旧佐賀市を中心とした周辺 7 町村との合併があり、ごみ処理施設を統合する必要が生じ、地域住民から合意をいただくまでに 7 年もの期間を要した。これにより清掃工場周辺に地域産業を創出することで、地域住民に役立つ施設へ変えていかなければならないという問題意識が生まれた。</p> <p>その中で、農作物の収率を上げる CO₂に着目し、資源として活用することにした。「バイオマス産業都市さが」というビジョンのもと、サーキュラーエコノミーの実現を目指す中で、CO₂を資源のひとつとして捉えた。</p> <p>清掃工場の排ガスからの分離回収は世界中で例がなく、安定的な回収が可能かを企業と連携し実証を開始した。</p>
設備設置にあたっての、環境省の補助金の活用	<p>全事業費 14.5 億円のうち、環境省の CO₂排出抑制対策事業費等補助金を 5 億円活用している。ランニングコストと当初の整備費と合わせると 17 年でコスト回収と試算しているが、資源循環を推進する上での CCU であり、コストがかかっても取り組むという意思があった。</p>
生産した CO ₂ の用途	<p>生産した CO₂は、パイプラインで需要家である民間企業に送られ、農業用ハウスや微細藻類の培養施設などで、農作物や藻類の光合成に使われている。</p> <p>佐賀市が資源として活用している CO₂は、化石燃料からではなく、ごみ由来のバイオマスから発生した CO₂であり、再生可能エネルギーでつくられたグリーン水素と同じように、“グリーン CO₂”と呼べると考え、佐賀市の“グリーン CO₂”は化石燃料由来の CO₂とは大きな差異付けができると感じている。</p> <p>実際に、CO₂を大量に使う産業用需要家などからも、もっと生産量を増やせないかといった問い合わせをいただくこともあり、“グリーン CO₂”という佐賀市ならではのアドバンテージを生かして、活用先を拡大していきたいと考えている。</p>
バイオマスを軸にした民間企業との連携	<p>藻類の研究に関していうと、CO₂分離回収事業とは別に、佐賀市では平成 29 年に産学官金の連携による「さが藻類バイオマス協議会 (SABC)」を発足し、株式会社ユーグレナや株式会社アルピータといった藻類を活用した事業を展開している企業などとタッグを組み、新たな産業の創出を目指している。</p> <p>また、佐賀市が仲介して、ダンポール原紙を製造する王子マテリア株式会社の排水処理工程で使う助剤を、味の素株式会社の製品製造過程で発生するバイオマス由来の資材に置き換えるといった仕組みも構築した。これにより、佐賀市や連携企業にもメリットがもたらされ、現在は佐賀市の仲介なく企業同士で取引が行われている。</p> <p>近年では、2020 年の政府による脱炭素宣言を受けて、企業の脱炭素経営へのニーズが高まり、さまざまな相談が佐賀市へ寄せられるようになった。佐賀市としては、民</p>

	<p>間企業がチャレンジできる環境を整備することで、意欲的な企業を佐賀市に呼び込みたいと考えている。</p>
<p>市民の方々の取り組みへの受け止め方</p>	<p>「バイオマス産業都市さが」の構想は、地域の迷惑施設とされるごみ処理施設や下水処理施設を地域に便益のあるものにしたという思いでスタートしたものである。佐賀市は、この構想のもとで6つのプロジェクトを展開しており、もっとも広く認知されているのがCO₂分離回収事業である。しかし、CO₂分離回収事業は当初、販売量が想定よりも少なかったため、供給計画やその見込みの甘さなどを指摘され、新聞等で批判を受け、市民の方々にはネガティブなイメージで、今でも懐疑的に見られていることも事実である。佐賀市としては、CO₂の販売先の拡大とともに他の5つの事業についても取り組み内容や成果をしっかりとアピールしていくことが課題だと考えている。一方で清掃工場周辺の住民の方々からは、もっとプロジェクトを拡大してほしいといった意見が多くあり、一定の成果をあげているとも感じている。回収した資源(CO₂)をどう使うかという視点が重要だと考えており、市民の身近なところでは、高濃度炭酸浴により高齢者など市民の健康増進に役立てたいと考えており、過去2回ほどイベント的に開催したところ、大変好評であり、常設に向けて他部署と連携中である。</p>
<p>CO₂分離回収事業の採算性を上げるための工夫</p>	<p>CO₂を低コストで供給するために、液化せずに中圧ガスのまま貯留・供給している。高圧ガスにしないことで保安人員を必要とせず、製造工程もほとんど自動化して人件費の低減を図っている。コスト低減に取り組みながらも利益の追求はせず、コストカットした分で販売価格を引き下げ、産業振興に取り組んでいる。</p> <p>また、分離回収に必要な熱は、清掃工場からの蒸気を活用している。これによって、電化するよりも低コストで分離回収が可能である。</p> <p>生産するCO₂は、食品添加物の基準に適合する高品質なものが求められている。清掃工場ですべての熱と電気を作り出すことができることから、化学吸収法という手法で生産を行っている。今後、現在より多くの生産量を求められるようになれば、別の手法を検討することもあるかもしれない。</p>

今後の課題や展望、他の自治体へのメッセージ

CO₂分離回収事業については、CO₂を活用して佐賀市の地域産業に貢献していただける企業の誘致に力を入れたと考えているため、企業に来ていただけるような環境整備を図りたい。

一方で、CO₂の農業利用が拡大すれば、夜間に使用しないCO₂がさらに余剰することになり、夜間のCO₂をどのように利用していくのが課題だと認識している。

この課題を解決するために、タンクを増設して貯留量を増やすなどの対策が考えられるが、雨天や曇天などで昼間にもCO₂を使わない場合に対応が難しくなる。そのため、地域産業に資するCO₂やその他の資源の活用法を組み合わせる、CO₂利用のパッケージ化に取り組んでいく必要があると考えている。

例えば、液化CO₂を製造し、個別のポンペに充填して既存農業やドライアイス製造に活用するなど、企業誘致と同時に市の課題解決につながるCO₂利用のパッケージ化を推進していく。

さらに、こうした取り組みを“佐賀モデル”として清掃事業と組み合わせれば、国際的にも展開が可能ではないかと考えている。

他の自治体へ伝えたいことは、各省庁にまたがる事業を推進するには、横断的な推進体制とトップの決断、その共有が欠かせない。また、事業を推進する上では協力者も必要だが、単に説明するだけではなかなか協力を得ることは難しい。

企業や市民から協力を得るには、それぞれに対してメリットがなくてはいけない。佐賀市では、協力者の困りごとを解決するために事業を展開したり、企業と地元間の調整役を担ったりして事業スピードを速めるサポートを実施している。

第6章 共同実施者との打合せ

	日時	出席者	主な打合せ内容
1	2021年12月3日 10:00～11:20	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・第1回検討会について ・実証内容(もみ殻混焼)について など
2	2021年12月9日 9:00～10:20	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・第1回検討会について ・実証内容(もみ殻ピット投入状況)について など
3	2021年12月16日 16:00～17:30	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・第1回検討会についてなど
4	2021年12月17日 13:00～14:30	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・第1回検討会の委員コメントに対する対応 についてなど
5	2022年1月7日 10:00～11:15	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・実証(もみ殻混焼)の状況について ・第2回審査会について ・第2回検討会について ・報告書について など
6	2022年1月19日 15:00～17:30	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・実証(もみ殻混焼)の状況について ・第2回審査会について ・第2回検討会について ・報告書について ・上位事業検討会について など
7	2022年2月2日 14:00～16:00	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・実証(もみ殻混焼)の状況について ・第2回審査会について ・第2回検討会について ・報告書について ・上位事業検討会について など
8	2022年2月14日 15:00～17:00	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	・実証(もみ殻混焼)の状況について ・第2回審査会について ・第2回検討会について ・報告書について ・上位事業検討会について など
9	2022年2月17日 11:00～12:00	佐賀市、 IAE、NPC、	・報告書について ・第2回検討会フォロー など

		九電	
10	2022年3月3日 10:00～12:00	佐賀市、 IAE、NPC、 九電	<ul style="list-style-type: none"> ・報告書について ・スートブロワ設置状況について ・次年度実施内容検討 など

第7章 目標達成度や将来展開

7-1. 目標設定および達成度

	項目	採択時の技術の状況	最終目標	令和3年度の目標	年度末の達成状況
1	原料調達の工夫	清掃工場では農業系バイオマスを受け入れている 国内事例についても下水汚泥炭化物などの例はあるが積極的なバイオマスの受入や混入可能割合を評価した例はない	新規調達熱量 (創エネ目標量) 16,026GJ/年	・2,000 t/年以上の調達可能なバイオマスの検討 16,026GJ/年の創エネを目標とした受け入れ供給システムの計画	もみ殻を410t以上、パークを1150t程度調達可能であることが分かった 試験運搬においてももみ殻の収集・運搬方法を検討した。その他竹や木質チップ、建設廃材などの調達によって達成可能
2	エネルギー転換の工夫	未利用バイオマスは処理困難物として受け入れている →受入れ、貯留、焼却処理のノウハウがない →プラントへの影響が未確認	新規余剰熱量 (創エネ目標量) 4,777GJ/年	・2,000 t/年以上のバイオマスを混焼できるシステムの確立 ・4,777GJ/年の創エネを目標とした排熱回収システムの基本計画	もみ殻を一炉あたり5t/日混焼で導入できることを確認し、スートブロワを設置する基本計画を立てた
3	エネルギー利用の工夫	バイオマス混焼によるエネルギー回収量の変化が不明瞭である 新規熱需要家の熱需要量が未調査	供給設備のインシヤルコストの回収年 目標…5年以内	・熱供給計画の策定；既存設備と新規熱需要家の連携の検討	2019、2020年度のエネルギー回収、利用状況等について実績値を集約し、集約結果を基に設備投資と熱供給計画の方向性を検討した
4	システム全体の工夫	熱需要家の新規動向を踏まえたエネルギー（熱・電気）供給計画が未整備	・エネルギー（熱・電気）供給計画の策定	・エネルギー（熱・電気）供給計画の検討	エネルギー分野における地域循環共生圏モデルの全体イメージを構成し、清掃工場を中心としたエネルギー供給計画を検討した

7-2. 今後のスケジュール

		R4年度		R5年度	
	1号炉 操炉計画	運転	運転	運転	運転
①原料調達の検討	バイオマス運搬	バーク、竹・木チップ	もみがら	バーク、竹、林地残材等	もみがら
	ごみ質分析	★ ★ ★	★ ★	★ ★ ★	★ ★
②混焼による実証試験	混焼実験	1号炉稼働時をメインとした断続的な混焼（混合比、燃焼管理、排ガス・灰処理等の段階的トライ&エラー）、混焼マニュアルの確立			
	灰落とし装置	SSBの設置、運用	効果の確認、改善等	前年度成果のフィードバック	安定運用の確立
	炉内影響調査	実証前調査、混焼データの収集・整理・評価（前年度比較、諸データの蓄積、混焼実験への反映）		実証前調査、混焼データの収集・整理・評価、まとめ（過年度比較、諸データ蓄積、混焼マニュアルへ反映）	
	灰組成分析	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★
③熱供給方法の検討	熱供給方法の検討	需要家の設定、供給パターン毎の実現可能性調査		熱供給システムの検討、熱供給計画の策定	
	検討会	★第1回 ★	第2回 ★第3回	★第1回 ★	第2回 ★第3回

バイオマス運搬について

- ・ 上期はバークを中心とした竹、木チップの運搬を行う。下期はもみ殻を中心に収集を行う予定。

ごみ質分析について

- ・ 混焼対象を含めたごみ組成分析を行う。算出された値は混焼率等の試算にも用いる。

混焼実験

- ・ 焼却炉 3 炉中 1 炉で混焼試験の経過観察を行う。

灰落とし装置

- ・ 蒸気式を圧力波式に一部転換を行う。2022 年度上期は設置工事、以降効果の確認を行っていく。2023 年度下期に撤去工事を予定。

炉内影響調査

- ・ 日常の運転データや炉停止時に内部調査を行い、混焼による影響や灰落とし装置転換の影響を確認する。

灰組成分析

- ・ 混焼による灰分の残留成分の分析を行う。主灰と飛灰の分析を行う。

熱供給方法の検討

- ・ 新たな熱利用方法の机上検討や周辺企業へのヒアリング等の熱供給計画の検討を行う。

7-3. 事業のCO₂排出量削減効果

	項目		単位
①	原料バイオマスの搬送	45.67	t-CO₂
(1)	もみ殻投入量	410.00	t
(2)	CO ₂ 排出削減量(トラック移動平均)	9.36	t-CO ₂
(3)	もみ殻投入量最大想定	2000.00	t
(4)	CO ₂ 排出削減量(トラック総移動距離)	45.67	t-CO ₂
②	バイオマスの導入	1968.39	t-CO₂
(1)	もみ殻投入量想定	2000.00	t
(2)	もみ殻発熱量	14.20	GJ/t
(3)	もみ殻発熱量年間	28400.00	GJ
(4)	重油発熱量	39.10	MJ/L
(5)	重油換算	726.34	kL
(6)	重油CO ₂ 発生量原単位	2.71	t-CO ₂ /kL
(7)	年間削減量(重油換算)	1968.39	t-CO ₂
③	スートブロワの方式変更	327.22	t-CO₂
(1)	スートブロワ蒸気量実績	1711.84	t
(2)	上記1トン当たりの熱量	2.79	GJ/t
(3)	スートブロワ実績熱量換算	4776.03	GJ
(4)	重油発熱量	39.10	MJ/L
(5)	重油換算	122.15	kL
(6)	重油CO ₂ 発生量原単位	2.71	t-CO ₂ /kL
(7)	年間削減量(重油換算)	331.02	t-CO ₂
(8)	メタンガス使用量による年間CO ₂ 排出量	3.80	t-CO ₂
(9)	年間削減量合計	327.22	t-CO ₂
合計削減量		2341.29	t-CO₂

7-4. 事業終了後の横展開の可能性

本事業は、地域に散在するバイオマスを一一般廃棄物処理施設で受け入れて焼却処理し、得られる資源・エネルギーを地域内で循環させる取り組みである。

地域バイオマスは、地域の自立・分散型の資源・エネルギー（再生可能エネルギー）として古くから注目されてはいるものの、収集・運搬コストの問題や発生量が少量であるなどの理由から未利用となっているものも多く、順調に拡大してきたとは言い難い。

一方、一般廃棄物焼却処理施設では、これまでダイオキシン対策に伴う広域化計画のもと施設の集約化が図られ、全連続式の発電付き焼却処理施設が建設されてきたが、今後は、人口減少や脱プラスチックなど資源循環型の社会構造への変革が進むにつれ、施設の稼働率が低下し、定格処理や効率的な運用にも影響を及ぼすことが予測される。

このように、未利用バイオマスの散在や林地荒廃などの地域課題と中間処理のあり方や資源・エネルギーの回収方策、利活用などの施設課題は多くの自治体に共通するものであり、本事業へ取り組む意義や果たすべき役割は大きいと考えている。

また、本事業では「エネルギー転換の工夫」としてバイオマスの混焼とストブロワの更新を挙げているが、バイオマス混焼は従来の一般廃棄物の燃焼制御の延長線上にあり、類似施設であれば取り組みが容易である。ストブロワの変更においても処理方式を問わず比較的柔軟に対応することができるため汎用性が高い。

したがって、本事業から事業モデルを構築することが出来れば、持続可能な清掃工場モデルとして有用であり、自治体関係者の共感やモチベーションにもつながるものと期待している。

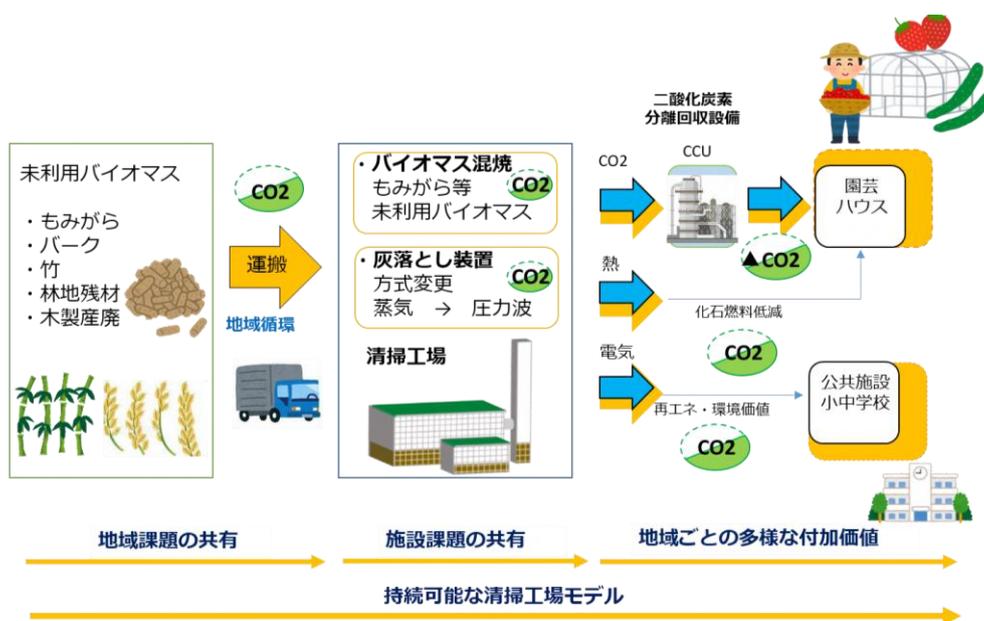


図 7-1 事業の横展開の可能性

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。