

# 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年2月

株式会社三菱総合研究所



## 目次

1. 事業の全体概要及び目的.....	1
2. 実施結果 .....	2
2.1 もみ殻の有効活用 .....	2
2.1.1 もみ殻を活用した国内における先行事例 .....	3
2.1.2 市内全域でのもみ殻発生量について .....	6
2.1.3 カントリーエレベータ等の大規模施設での導入 .....	6
2.1.4 農業者等の小規模単位での導入 .....	10
2.1.5 本市への適応可能性の検討・課題整理 .....	16
2.2 生ごみ・下水汚泥等の有効活用.....	18
2.2.1 先行事例の調査 .....	19
2.2.2 市内におけるごみ組成について .....	22
2.2.3 発電に必要となる設備の検討 .....	23
2.2.4 本市への適応可能性の検討・課題整理 .....	29
2.3 市内公共交通の電気自動車化時の事業化可能性調査.....	31
2.3.1 電気自動車化導入の先行事例 .....	32
2.3.2 観光シャトルバスに関する検討 .....	34
2.3.3 ぶらりん号に関する検討 .....	35
2.3.4 予約型乗合交通に関する検討 .....	36
2.3.5 スクールバスに関する検討 .....	39
2.3.6 本市への適用可能性の検討・課題整理 .....	42
2.4 民間企業等のバイオマス由来熱利用時の事業化可能性調査.....	47
2.4.1 調査対象とした民間企業・施設について .....	47
2.4.2 調査項目及び内容 .....	47
2.4.3 電気・燃料使用量に関する算出方法・根拠 .....	48
2.4.4 調査・分析結果 .....	62
2.4.5 二酸化炭素排出削減効果 .....	72
2.4.6 熱供給設備導入時に想定すべき支援・スキーム等 .....	75
2.5 自律分散型エネルギー供給体制の創設に向けた調査.....	76
2.5.1 先行事例の調査 .....	76
2.5.2 地域の需要と供給の状況 .....	87
2.5.3 事業スキーム・市支援制度の素案の検討 .....	93
参考資料.....	101



## 1. 事業の全体概要及び目的

本業務は、地域資源と経済の好循環によるエネルギーの地産地消の取組拡大と加速化を図るため、地域特性を生かした実現可能性の高い新たな再生可能エネルギーの開拓と再生可能エネルギーの地域還元モデルの確立に向けて、以下の業務を実施するものである。

図表 1 本調査における実施項目とその概要

	実施項目	概要	成果
地域資源の活用	(1) もみ殻の有効活用	ア もみ殻を活用した国内における先行事例の調査 イ 市内におけるもみ殻発生・収集・運搬プロセスの調査 ウ カントリーエレベータ等の大規模施設単位の調査 エ 農業者等の小規模単位での調査	→ 本市への適応可能性の検討、課題整理、市支援制度の素案の検討
	(2) 生ごみ・下水汚泥等の有効活用	ア 先行事例の調査 イ 市内における生ごみ（スーパー等含む）・下水汚泥・し尿発生状況や環境センター等における処理状況等の確認（必要に応じ家畜の糞尿等の他の資源との併用についても検討） ウ 発電に必要となる設備の検討、施設の選定、事業実施体制の検討、事業コストの試算、現状の施設維持管理費との比較、発電可能量の調査	→ 本市への適応可能性の検討・課題整理
地域でのエネルギー活用	電気自動車化時の事業可能性調査	ア 先行事例の調査 イ 導入候補車両・路線の比較選定、必要な年間電気需要量及びその変動の概算	→ 本市への適応可能性の検討・課題整理
	(3) 観光シャトルバス・ぶらりん号	ウ 事業スキーム（運行の形態等）、事業コスト・採算性の試算、現車両との維持管理費比較	
	(4) 予約型乗合交通・スクールバス	ア 市内需要の把握（従業者が30人以上の事業所を抽出）・導入意向の調査・導入する意向がある事業者に係る年間熱利用量及びその変動の概算 イ 電気暖房からバイオマス由来の熱利用に切り替えた場合の経費削減効果及び二酸化炭素 排出削減効果の調査	→ 熱供給に必要な機器・事業スキーム・市支援制度の素案の検討
	(5) 民間企業等のバイオマス由来熱利用時の事業化可能性調査	ア 調達先電源の容量・種別等に関する調査 イ 取扱熱量の容量・種別等に関する調査 ウ 実需者候補に関する容量・種別・価格等の調査	→ 事業スキーム・市支援制度の素案の検討

本報告書では、それぞれの実施項目を下表のとおり整理取りまとめを行った。

上図中の実施項目	本報告書での項目
(1) もみ殻の有効活用	2.1
(2) 生ごみ・下水汚泥等の有効活用	2.2
(3) 観光シャトルバス・ぶらりん号の電気自動車化時の事業可能性調査	2.3.2 観光シャトルバス 2.3.3 ぶらりん号
(4) 予約型乗合交通・スクールバス	2.3.4 予約型乗合交通 2.3.5 スクールバス なお導入・考察等は共通
(5) 民間企業等のバイオマス由来熱利用時の事業化可能性調査	2.4
(6) 自律分散型エネルギー供給体制の創設に向けた調査	2.5

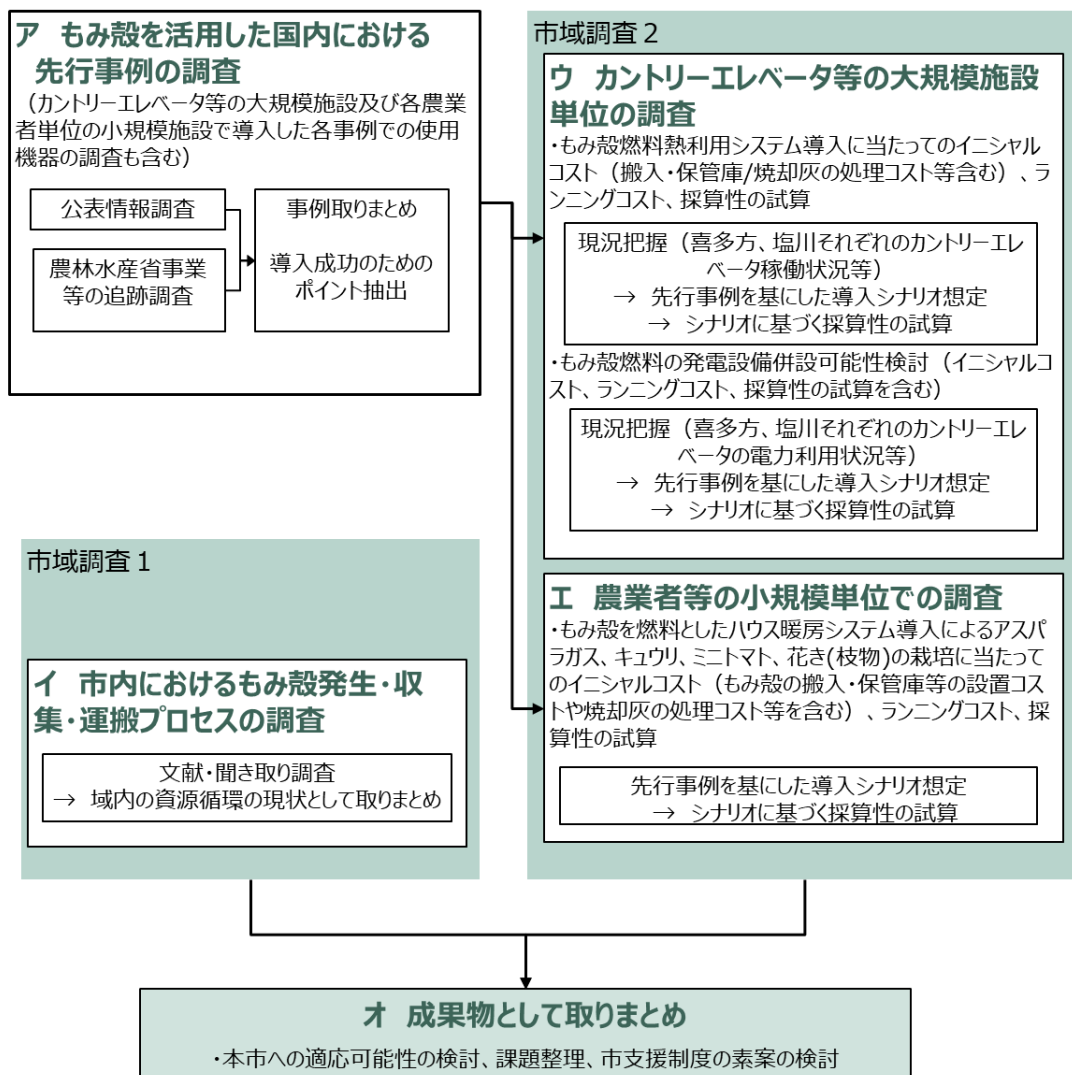
## 2. 実施結果

### 2.1 もみ殻の有効活用

もみ殻を熱源等として活用し、農業振興と一体となったエネルギーの地産地消により地域経済の好循環に繋げるとともに、当該熱源等を利用した農業の新たなビジネスモデルの構築を検討するものである。

このため、もみ殻の発生、集出荷プロセスの確認、熱供給等に必要となる機器や事業実施体制を含め、地域の実情に合った調査を実施し、当該熱源等を活用した通年による農業生産性（採算性）及び新たなビジネスモデルの事業化の可能性について検討する。

図表 2 検討フロー



## 2.1.1 もみ殻を活用した国内における先行事例

### (1) もみ殻の燃料としての利用について

農林水産分野におけるバイオマス資源の特徴・課題は、対象地域に広く薄く分布するため、収集運搬にコストがかかることが挙げられる。一方で、もみ殻の特徴として、カントリーエレベータやライスセンターといった乾燥・調製施設に既に集められ乾燥後のもみ摺り工程で発生することから、収集運搬の手間とコストをかける必要が無いことが挙げられる。

もみ殻を燃料として利用するため商用化技術の導入事例から、公表資料として取り上げられる機会の多い代表的なものを一覧表として以下に示す。

図表 3 もみ殻利用の先行事例

事 例	株式会社千手 (新潟県十日市町市)	もみ殻循環プロジェクト (JA いみず野)	JA 松本ハイランド (長野県松本市)
設置者	株式会社千手 (十日町市)	射水市もみ殻循環プロジェクト チーム (JA いみず野, 富山県立大学, 射水市, 北陸ポートサービス, (一社) 地域環境資源センター)	JA 松本ハイランド (松本市)
概 要	無加工のもみ殻を苺ハウスの暖房燃料に利用	・もみ殻の有効活用法確立のための実証設備 ・低温完全燃焼により、可溶性(非結晶性)シリカ高濃度含有灰を得ている	カントリーエレベータの乾燥機の熱源として、もみ殻(無加工)を活用
設 備	もみ殻ボイラ (日本パーク(株)製)	・(株)ジー・ピー・ワンのバイオマスボイラを改良利用 ・JA いみず野カントリーエレベータ脇に設置	糶ガラ熱風発生システム(静岡製機)
能 力	50t/年(5か月、約300kg/日) ・・・5万kcal/h	120t/年(100kg/h) ・・・15万kcal/h	115 t/年
燃 料	無加工もみ殻(自社排出)	無加工もみ殻	無加工(2,286t/年(生糶)からの発生量の1/3を利用)
熱利用	苺ハウス2棟(4.8a)	育苗ハウス暖房 (温水→熱交換器→温風)	もみ乾燥機
価 格	約230万円(プラントのみ)	約700万円(プラントのみ)	約1.1億円(プラントのみ)
ポイント	・灯油ボイラを併設 ・温水配管によりハウスを暖房 ・灯油使用料が導入前と比べ半減(7kL/年→3.5kL/年) ・灰はくん灰(融雪用)として販	・バイオマス産業都市構想に採択(H26) ・シリカ資材製造法に関する特許を取得済 ・燃焼灰は複合肥料のシリカ資	・灰の発生量は20t/年 ・着火時のみ灯油を使用(H26:3kL) ・燃焼灰は鶏糞堆肥に利用 ・残り2/3の余剰もみ殻は畜

	売 (1 剪円/袋※) ※150L 袋	材として活用する予定 (肥料原料の登録が必要) ・一部の焼却灰は堆肥と混合し 販売 ・高硬度コンクリート資材とし ての活用も検討中	産農家へ ・H22 年度強い農業作り事業補 助金
焼却灰	可溶性シリカ 40%	可溶性シリカ 60%以上	炭素分 0.2%, 可溶性ケイ酸 8%

(出典：各種資料より MRI 作成)

## (2) もみ殻の燃料としての利用に関する課題

もみ殻のかさ密度<sup>1</sup>は 0.1g/cm<sup>3</sup> と非常に小さく、容積あたりの熱量が木質バイオマスと比較して小さいことや、燃焼前の重量比で約 20%も発生する焼却灰の処理の問題が燃料資源として活用する上での課題となっている。

また、もみ殻には不燃性の無機物であるシリカ (SiO<sub>2</sub>) が 13%~29%含まれており、他のバイオマス燃料との比較において、重量当たりの「熱量が低いこと」「焼却灰の発生量が多いこと」の要因となっている。もみ殻の熱量はシリカなど燃焼しない無機物の含有量が多いことから、3,600 kcal/kg と薪や木質ペレット等に比べ 5~20%程度小さい値となっている。

図表 4 もみ殻の組成分析値

成分	組成	備考
シリカ (SiO <sub>2</sub> )	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)

図表 5 もみ殻と各種燃料の熱量の比較

燃料	熱量 (低位発熱量)	備考
もみ殻	約3,600kcal/kg	
薪	約3,800kcal/kg	もみ殻1.1kgに相当
木質ペレット	約4,300kcal/kg	もみ殻1.2kgに相当
石炭	約6,400kcal/kg	もみ殻1.8kgに相当
灯油	約8,800kcal/l	もみ殻2.4kgに相当

(出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」等)

<sup>1</sup> 【かさ密度】一定容積に物質を充てんした際の重さ

### (3) 先行事例から得られるもみ殻利用に際しての留意点

#### ① 燃焼炉での留意点

もみ殻は900℃以上の高温で燃焼させた場合、結晶性シリカが発生し、これを主成分とするクリンカーと呼ばれる燃焼残さが炉内に付着することで運転を阻害することが知られている。このクリンカー対策として400℃～600℃程度に保つ設計とすることが通例となっている。

#### ② 焼却灰の利用

燃焼灰に含まれるシリカは、農作物生育にとって重要な成分であることから農業資材として循環利用する取り組みがみられる。ただし、高温燃焼による燃焼灰中の結晶性シリカは撥水性の外皮に覆われており土壌中での分解が非常に遅く、圃場での活用は限定的である。一方で、400℃～600℃程度で燃焼させた際の焼却灰中のシリカは非結晶性（可溶性）のケイ酸を生成しており、圃場におけるシリカ補給資材としての活用が可能とされている。さらに、農業用資材以外の利用用途（高硬度コンクリート資材や化粧品資材など）についても検討が進められている。

図表 6 もみ殻のエネルギー活用法の長所・短所

区分	特徴	
熱利用	長所	地域内の資源量に合致した活用が可能。（少しの資源量でも活用可能） 大～小規模施設での活用が可能 低温燃焼により利用価値の高い灰が得られる ※ 燃焼灰中のシリカは非結晶性（可溶性）のケイ酸を生成しており、圃場におけるシリカ補給資材としての活用が可能
	短所	燃焼機器の種類が少ない
発電利用	長所	発電した電気はFIT 制度により安定的に売却が可能 発電の余熱利用により、高いエネルギー効率が得られる
	短所	大量の資源の確保が必要（地域外の資源確保も必要） 大量に発生する灰の処理が課題 高温燃焼による灰の特性に課題 ※ 燃焼灰中のシリカは結晶性（撥水性）のケイ酸を生成しており、圃場における分解が非常に遅い

図表 7 もみ殻の利用形状と特徴

区分	特徴	
無加工	長所	燃料は、ほぼ無料で入手可能 乾燥・調製施設において乾燥した状態で集約的に発生 燃焼条件によっては利用価値の高い灰が得られる
	短所	容積あたりのエネルギー密度が低い 大きな容積の燃料タンクが必要となる

成形加工 ペレット ブリケット	長所	エネルギー密度が無加工の5 倍程度になる 運搬性や保管性に優れる
	短所	加工が必要な分、燃料は高くなる 完全燃焼しづらい

### 2.1.2 市内全域でのもみ殻発生量について

市域でのもみ殻は、主に収穫期である9月中旬から10月にかけて発生する。個別農家所有のもみ摺りのほか、市内のカントリーエレベータ（喜多方、塩川）、ライスセンター（高郷）へ運搬、乾燥・保管、需要に合わせてのもみ摺りによって発生する。

市域でのもみ殻発生量を推計するために、収穫量（玄米）を基に以下のとおり試算を行った。

①平成30年産作況調査（普通作物・飼料作物・工芸農作物）<sup>2</sup>より、収穫量（玄米）は32,800トン（作付面積は5,500ha）

②下記推定式を用いて収穫量（玄米）から全もみ量を推定。

$$\text{全もみ収穫量〔トン/年〕} = \text{収穫量（玄米）〔トン/年〕} / 0.87^3 = 37,701 \text{〔トン/年〕}$$

③下記推定式を用いて全もみ量からもみ殻の発生量を推定。

$$\text{もみ殻発生量〔トン/年〕} = \text{全もみ収穫量〔トン/年〕} \times 0.133^4 = 5,014 \text{〔トン/年〕}$$

以上より、市域でのもみ殻発生量（平成30年基準）で5,014トン/年と推計することができる。

なお、もみ殻はもみ摺り過程で発生するが、個別農家毎に分散して発生することから全量を一括して利用に向けることが困難である。このため、市域内でも集中して発生する「カントリーエレベータ等の大規模施設での導入」（2.1.3で詳述）、「農業者等の小規模単位での導入」（2.1.4で詳述）に分けてそれぞれの利用について記述する。

### 2.1.3 カントリーエレベータ等の大規模施設での導入

もみ殻については前述のとおり、カントリーエレベータやライスセンターといった乾燥・調製施設に既に集められ乾燥後のもみ摺り工程で発生するため、収集運搬の手間とコストをかける必要が無いことが利点の一つである。

このため、市内のカントリーエレベータ・ライスセンターと連動したもみ殻を燃料とした熱利用システム導入に当たっての導入コスト（もみ殻の搬入・保管庫等の設置コストや焼却灰の処理コスト等を含む）、ランニングコスト、採算性の試算を行った。

<sup>2</sup> 政府統計サイト <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&year=20180&month=0&tclass1=000001032288&tclass2=000001032753&tclass3=000001125936>

<sup>3</sup> 農林水産省『作物統計調査 1米（2）28年産水稻の収量構成要素（水稻作況標本筆調査成績）（全国農業地域別・都道府県別）』より福島県の玄米粒数歩合を参考により作成。玄米粒数割合は粗玄米から玄米が得られる粒数の割合であるため、 $89.7\% \times 97\% = 87\%$ 。

<sup>4</sup> 農林水産省『作物統計調査 1米（2）28年産水稻の収量構成要素（水稻作況標本筆調査成績）（全国農業地域別・都道府県別）』より福島県の粗玄米粒数歩合を引用。粗玄米以外の部分をもみ殻とした。

## (1) 規模の想定

市内の3つのントリーエレベータ・ライスセンターを想定し、そのもみ殻発生量から規模と試算を行った。なお、現況では近隣の県・市町村の畜産農家・企業に対し無償提供しているところだが、他のJA管内では「産業廃棄物」としての処理による費用負担が発生するなど、今後の有効活用方策について検討が必要な状況である。

図表 8 カントリーエレベータ・ライスセンターでのもみ殻発生量

施設名	もみ殻発生量	参考（玄米重）
喜多方カントリーエレベータ （喜多方市松山町村松字上河原）	274 トン/年	1,095 トン/年
塩川カントリーエレベータ （喜多方市塩川町新江木字村前）	570 トン/年	2,280 トン/年
高郷ライスセンター （喜多方市高郷町大田賀字地神原）	116 トン/年	465 トン/年

（出典：喜多方市資料による）

## (2) エネルギー利用技術・設備の想定

現在、商用化を見据えた技術開発が進展している技術は、

- ・熱風発生システムの燃料（直接燃焼）としての利用
- ・熱電併給を目的とした燃料（ガス化）としての利用

に大別される。

下表のとおり双方の技術及び要点をまとめて示す。

図表 9 もみ殻利用によるエネルギー利用技術・設備の想定

	熱風発生システム（乾燥用）	ガス化発電システム（熱電併給）
概要	従来灯油等の化石由来資源を燃焼させていた乾燥熱源をもみ殻で代替。副産物の燃焼灰も土壌資材等として活用可能。	もみ殻を熱することで発生する可燃性ガスを燃料としてエンジンで発電・温水を利用可能。副産物の燐炭も活用可能。
代表的な事例	農研機構・静岡製機等の開発 JA 松本ハイランドでの導入（2010年）ほか	ヤンマーエネルギーシステム（株）による（有）フクハラファーム（滋賀県）での導入（2019年）
規模の目安	数十キロ～数トン/日規模（設備ラインナップあり）	1 トン/日程度を見込む



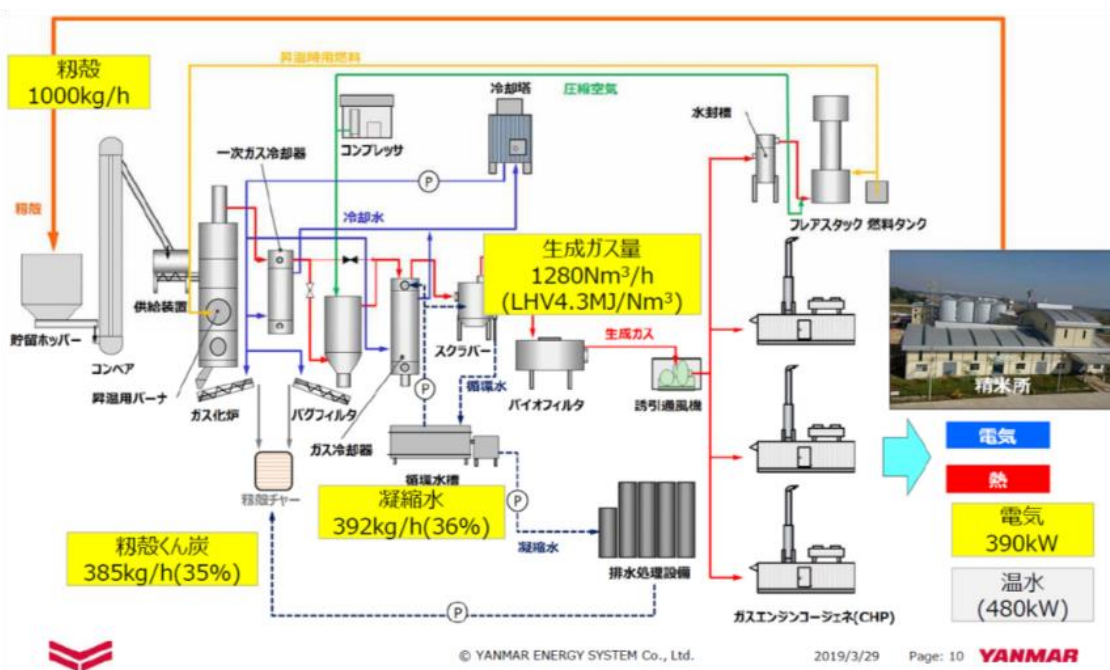
■仕様

	SB-40S	SB-80S	SB-130S
最大発熱量 kcal/h	38万	80万	130万
燃焼量 粉ガラkg/h	41.4~128	64.5~270	90~420
灰発生量 kg/h	8.3~25.6	12.9~54	18~84
所要動力 kW	5.88	10.5	16.75
最大処理量 粉/回	30	60	120
安全装置	●サーマルリレー ●サーモスタット ●炭センサー ●回転センサー ●安全弁(炉内圧力) ●マンメーター		
循環型乾燥機使用例	6.5t×3基	6.5t×7基	—
	12.0t×2基	12.0t×4基	12.0t×6基
	30.0t×1基	30.0t×2基	30.0t×4基
備考	灰受装置は別途必要となります。		

※このシステムに乾燥機は含まれておりません。

(出典：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構資料による)

図表 11 ガス化発電システム



※ヤンマーエネルギーシステムの商用機のシステムを例示

(出典：ヤンマーエネルギーシステム資料より引用)

(3) 経済性の検討

① 熱風発生システムの燃料（直接燃焼）としての利用

熱風発生システムとしての利用については、水田面積当たりで 30~40ha（収穫規模 180~240 トン程度）を想定し、技術開発と商用化が進められている。既存の乾燥である灯油バーナーと併設して利用したシステム<sup>5</sup>の場合、定格出力 10 万 kcal/h（外気 15℃、熱風温度 45~50℃）とした場合、灯油削減率約 70%を実現したことが報告されている。もみ殻は燃料の調達コスト=ゼロであり、そのままランニングコストの削減に直結することから、導入メリットが非常に見えやすい技術である。また、当該技術は全国的に 10 年以上の蓄積・実績を有しており、

<sup>5</sup> 平成 29 年度革新工学センター研究報告会資料（国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農業技術革新工学研究センター）より

技術面・実効性を一定のレベルで評価・説明可能であることもメリットの一つである。

さらに、400～600℃での燃焼のため、副産物である「燻炭」を農業用資材として活用できるため、営農経費節減など地域農業への好影響も期待できる。

導入検討に際しての課題は、初期費用として約500万円/設備程度（灯油バーナーの1.5～2倍程度）必要とされる点だが、設備への公的補助により費用を圧縮可能と考えられる。更に、前述のランニングコスト削減効果が大きいことが実証されており、事業全体での経済的メリットを見込めることを踏まえた導入検討が重要である。

## ② 熱電併給を目的とした燃料（ガス化）としての利用

もみ殻を活用した小型ガス化発電システムは新しい技術として注目されており、昨年ヤママーエネルギーシステム（株）による（有）フクハラファーム（滋賀県）での導入事例がある。前述の熱風発生システムの燃料（直接燃焼）と同様、ガス化工程でも副産物として「燻炭」が得られることから、農業用資材としての活用による営農経費節減・地域農業への好影響を見込むことができる。

導入に際しての課題は、熱風発生システムと比較した場合、新技術のため先行事例・導入実績が少なく技術面・実効性の評価が難しい点と、小型ガス化発電システムの設備全体を新設するため大きな初期費用<sup>6</sup>を要する点である。設備については、昨今の農業分野での機械化や地球温暖化・再生可能エネルギー等の普及の観点から、適切な公的補助と組み合わせることで費用圧縮を図ることが重要である。また、今後導入実績が増えていくことで技術面・実効性の評価が容易になることが期待される。

### 2.1.4 農業者等の小規模単位での導入

大規模な稲作経営体では、もみ殻が相当量発生しており、これを燃料として利用し、施設栽培（キュウリ・ミニトマト等）における熱利用（暖房システム等）が可能である。こうした熱利用を想定した場合の導入コスト（もみ殻の搬入・保管庫等の設置コストや焼却灰の処理コスト等を含む）、ランニングコスト等について試算を行った。

#### ① 経営体規模の想定

まず、市域における大規模な稲作と施設栽培の複合経営を行う経営体を抽出した。ここでは、稲作と施設栽培の面積の平均値から、標準的な経営体規模として稲作面積128,780㎡、施設栽培面積4,236㎡として試算を行った。

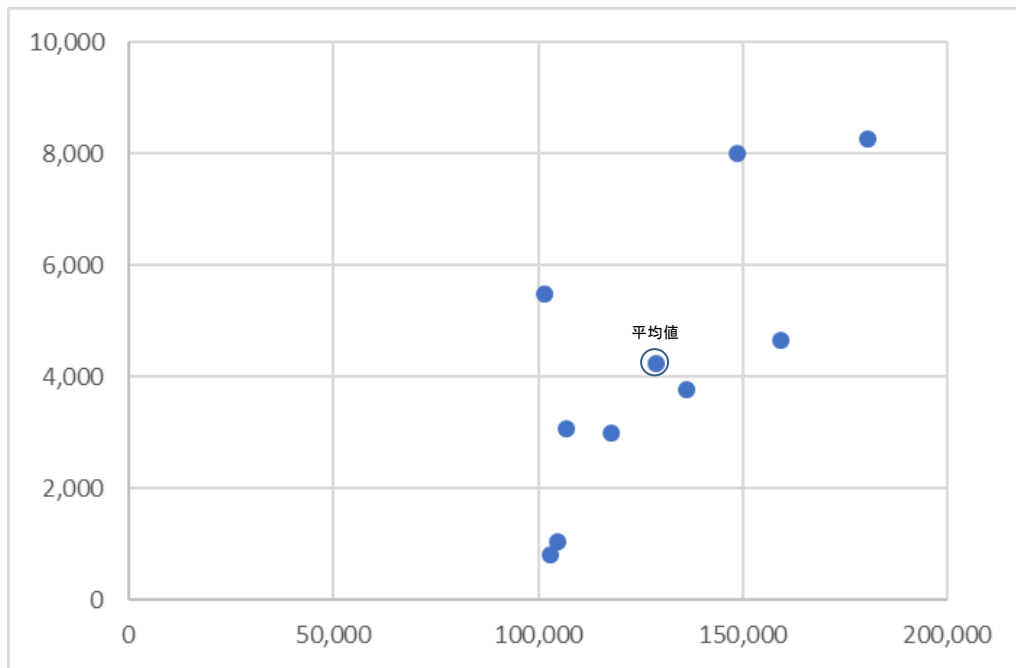
---

<sup>6</sup> 設備費用の詳細については公表値なし

図表 12 大規模な稲作と施設栽培の複合経営を行う経営体

農業経営体	稲作面積 (㎡)	施設栽培面積 (㎡)
A	104,667	1,050
B	118,000	3,000
C	103,166	820
D	101,670	5,479
E	180,490	8,257
F	148,708	7,998
G	106,724	3,084
H	159,350	4,657
I	136,246	3,780
平均	128,780	4,236

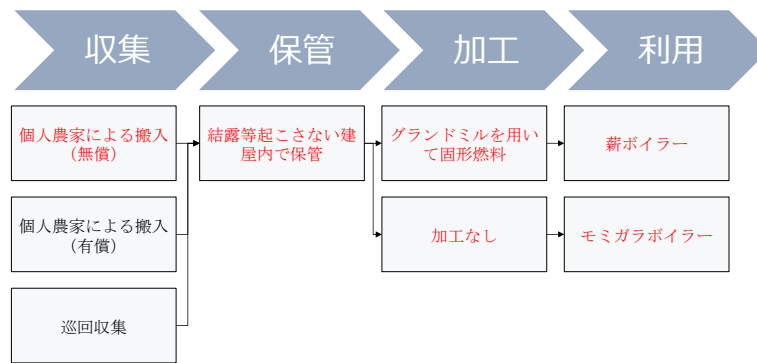
図表 13 経営体ごとの規模の相関(横軸:稲作面積(㎡)、縦軸:施設栽培面積(㎡))



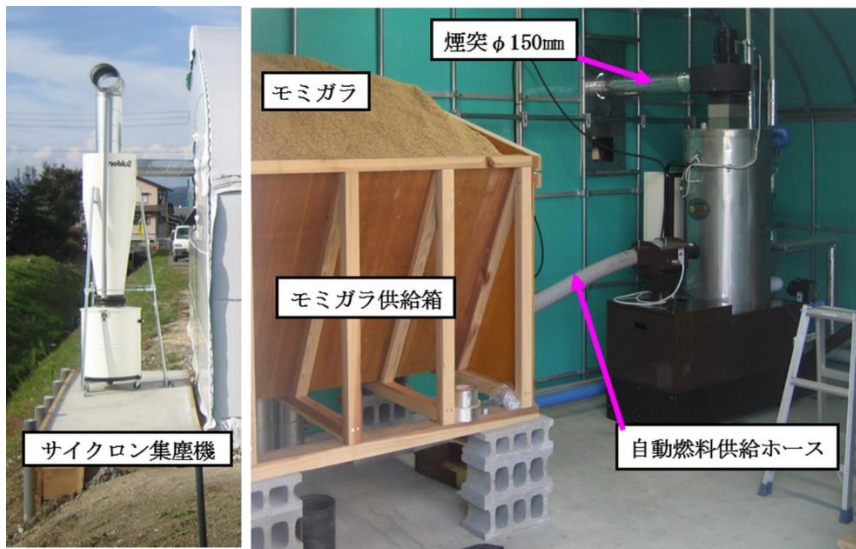
## (2) 加工・利用方法

文献調査および各メーカーへのヒアリング<sup>7</sup>に基づき、もみ殻の加工・利用工程等を①もみ殻ボイラ利用、②木質資源との混焼について整理した。

図表 14 もみ殻の燃料利用のフローイメージ



図表 15 小規模なもみ殻ボイラの例



出典：株式会社秋田農販資料より

<sup>7</sup> 現時点において、もみ殻を主な燃料として施設園芸ハウスへの熱供給を行う熱ボイラには以下の課題があり、これらを踏まえて導入する必要がある（ボイラメーカーへのヒアリングより）。

- ① 燃焼は可能であるが、もみ殻を燃焼（混焼）させて不具合が起こった場合は保証の対象外
- ② 混焼する場合は、木質チップ等に均等に混ぜ、最適な割合を検証する必要
- ③ 粒形が小さいため炉内の火格子を通り抜け落ち結果として燃焼しない可能性
- ④ 高温の場合、クリンカーが発生し、炉内・熱交換器内などに付着し通常の運転が出来なくなる可能性

### (3) 経済性の検討

①農業経営体での自家利用（無償）、保管、積込、もみ殻ボイラ利用パターンと、②農業経営体での自家利用（無償）、保管、グラインドミルを用いて固形燃料化、梱包・保管、薪ボイラ利用パターンを検討した。

図表 16 パターン①(もみ殻ボイラ型)の試算条件

	設備費	燃料費
収集	【台費】 ・購入費:10,000 千円 ・耐用年数:8 年	-
保管	【保管庫】 ・購入費:40 千円/ m <sup>2</sup> ・購入量:3,000 m <sup>2</sup> ・耐用年数:15 年	-
積込	【もみ殻積込機】 ・購入費:500 千円 ・耐用年数:7 年	【もみ殻積込機】 ・燃費:0.55L/h ・稼働時間:204h ・燃油単価:130 円/L
利用	【もみ殻ボイラー】 ・購入費:7,500 千円 ・耐用年数:13 年	【もみ殻ボイラー】 ・電気代:20 千円/年

図表 17 パターン①(もみ殻ボイラ型)での試算

	費用合計	年間費用内訳(千円/年)	
	(千円/年)	設備費	燃料費
収集	1,250	1,250	0
保管	8,000	8,000	0
積込	85	71	14
利用	596	576	20
合計	10,578	10,544	34

図表 18 パターン②(混焼型) の試算条件

工程	設備費	燃料費
収集	【台費】 ・購入費:10,000 千円 ・耐用年数:8 年	-
保管	【保管庫】 ・購入費:40 千円/ m <sup>2</sup> ・購入量:3,000 m <sup>2</sup> ・耐用年数:15 年	-
加工	【グラインドミル】 ・購入費:6,840 千円 ・購入量:3 基 ・耐用年数:7 年 【建屋】 ・購入単価:150 千円/ m <sup>2</sup> ・購入量:15 m <sup>2</sup> /3 基 ・耐用年数:15 年	【グラインドミル】 ・電気代:3,000 円/ton ・生産量:612.755ton/年
利用	【薪ボイラ設備・建屋一式】 ・購入費:29,500 千円/3 基 ・購入数:9 基 ・耐用年数:13 年	【薪ボイラ】 ・電気代:20 千円/基・年

図表 19 パターン②(混焼型)での試算

	費用合計	年間費用内訳(千円/年)	
	(千円/年)	設備費	燃料費
収集	1,250	1,250	0
保管	8,000	8,000	0
加工	2,801	1,127	1,674
保管	53	53	0
利用	6,987	6,807	180
合計	19,091	17,237	1,854

上記の試算の結果、パターン①（もみ殻ボイラ型）は、1kWhあたり4.7円、パターン②（混焼型）は、1kWhあたり8.0円となった。これは、重油・灯油由来のエネルギー1kWhあたりの東北電力管内での単価8.7円<sup>8</sup>と比較して安価となっている。

パターン①、パターン②ともに、当該作業への従事者に対する人件費は計上せず、また農業経営体の既存敷地または隣接地に設置することを想定しており土地費用は想定しない。また、設備は新規購入かつ公的補助を受けない想定であることから、設備への公的補助により費用を更に圧縮可能と考えられる。

上記の結果、東北電力管内での単価（8.7円）及び化石資源由来熱（A重油、灯油など）10円/kWh程度とされる原油由来熱と比較し、パターン①（もみ殻ボイラ型）は単位熱量当たり半分の費用での利用を見込むことが可能となる。また、パターン②（混焼型）で想定した薪ボイラが普及拡大しており、設備の中古購入等でコスト削減が可能である。さらに、先行事例を含め燃焼後に生成される「燐炭」を販売することでその収入を見込むことで、収益の改善が可能である。

---

<sup>8</sup> 東北電力資料：燃料費（[https://www.tohoku-epco.co.jp/ryokin/reason/pdf/material\\_m22\\_03.pdf](https://www.tohoku-epco.co.jp/ryokin/reason/pdf/material_m22_03.pdf)）のうち化石資源由来の数値より引用

## 2.1.5 本市への適応可能性の検討・課題整理

喜多方市での適応可能性の検討・課題について以下のとおり整理を行った。

### (1) カントリーエレベータ・ライスセンターでの導入について

既設の喜多方 CE、塩川 CE、高郷 RC では、それぞれ灯油等の化石由来資源を燃焼させて乾燥を行っている。商用化されているもみ殻熱風発生システムは、これをもみ殻燃料型に代替（あるいは追加）するシステムであるため、付随する設備をそのまま利用可能であるとともに、化石資源使用量を削減することが可能となる。農研機構によると、灯油との比較で、CO<sub>2</sub> 排出量を 1/5 に縮減かつランニングコストを 1/4 に圧縮できるとの試算結果を公表しており、運転時のメリットは大きい。

また、稼働状況に照らした場合、それぞれの施設の稼働はコメの収穫時の 10 月～12 月に集中しているが、燃料となるもみ殻を同一施設でそのまま燃焼炉に投入可能であり、合理的な利用方法の一つである。

焼却灰については、400～600℃での低温燃焼が可能であり、その結果生成される「燻炭」は土壌資材等として活用可能である。

新規投資が課題となるが、農業振興、中小企業振興（設備高度化）、地球温暖化対策など幅広いテーマでの国庫補助事業を想定することが可能である。各施策の目的に照らし有利な条件で導入可能性を検討することが有効である。

なお、小型ガス化発電システムについては、現段階では技術・経済性ともに判断材料に乏しいため、今後導入実績が増えていくことで技術面・実効性の評価が容易になった段階での検討と、その際には農業分野での機械化や地球温暖化・再生可能エネルギー等の普及の観点からの公的補助との組み合わせ等による導入検討が有効である。

### (2) 農業者・農業経営体での導入について

施設園芸ハウス用の加温ボイラは従前から灯油等の化石資源を燃料としてきている。下表のとおり、アスパラ、キュウリ、ミニトマト、花卉の品目ごとに温度管理の目安を示したが、喜多方市の気温特性を踏まえると主に秋～冬～春先で安定した熱供給が必要であり、これを賄えることが理想である。

個々の農業者・農業経営体において、コメの収穫時期と全ての精米時期が重なるわけではないが、秋口の熱需要は化石資源由来ボイラ、それ以降の熱需要はもみ殻利用ボイラといった利用の場合、上述のカントリーエレベータ同様に CO<sub>2</sub> 排出量削減、化石資源利用削減に伴うランニングコスト削減が可能である。400～600℃での燃焼により生成される「燻炭」は土壌資材等として活用可能であることから、複合経営農家にとってメリットは大きい。

更に、農業者・農業経営体として約 10ha 規模の稲作で約 1 トンのもみ殻を適切に利用・処理していくことを考える必要があるが、化石資源由来のボイラとあわせて循環資源であるもみ殻活用を検討することで、安定的な農業経営を実現させることも可能となる。

図表 20 作物種別(施設栽培)の生育適温と温度管理のポイント<sup>9</sup>

作物	生育適温	備考
アスパラガス	5~35℃ (適温は 15~20℃)	初年度の播種直後(冬期)及び2年目以降の冬期の最低温度管理として利用可能
キュウリ	12~30℃	収穫期(秋冬)の最低温度管理として利用可能
ミニトマト	育苗:前期 15~25℃、後期 12~23℃ 本圃: 15~28℃	冬期の本圃における最低温度管理として利用可能
花卉 (トルコギキョウ)	15~25℃ (発芽は 20~25℃)	品種・作付けにもよるが特に冬期の最低温度管理として利用可能

図表 21 作物種別(施設栽培)の生育適温を得るための重油消費量及び削減量

作物	生育適温を得るためのA重油消費量 (10aあたり) <sup>10</sup>	CO2 排出量 (kg/年)※	もみ殻ボイラへの切替による A重油削減効果 (kg/年)			
			10%	30%	50%	80%
アスパラガス	約 8,000L/年	21,680	2,168	6,504	10,840	17,344
キュウリ	約 2,500L/年	6,775	678	2,033	3,388	5,420
ミニトマト	約 3,000L/年	8,130	813	2,439	4,065	6,504
花卉 (トルコギキョウ)	約 25,000L/年	67,750	6,775	20,325	33,875	54,200

※環境省:燃料別の二酸化炭素排出量の例より A重油の単位当たり排出量 2.710kg-CO2/L より

<sup>9</sup> 農研機構資料、各作物の暦等を基に作成

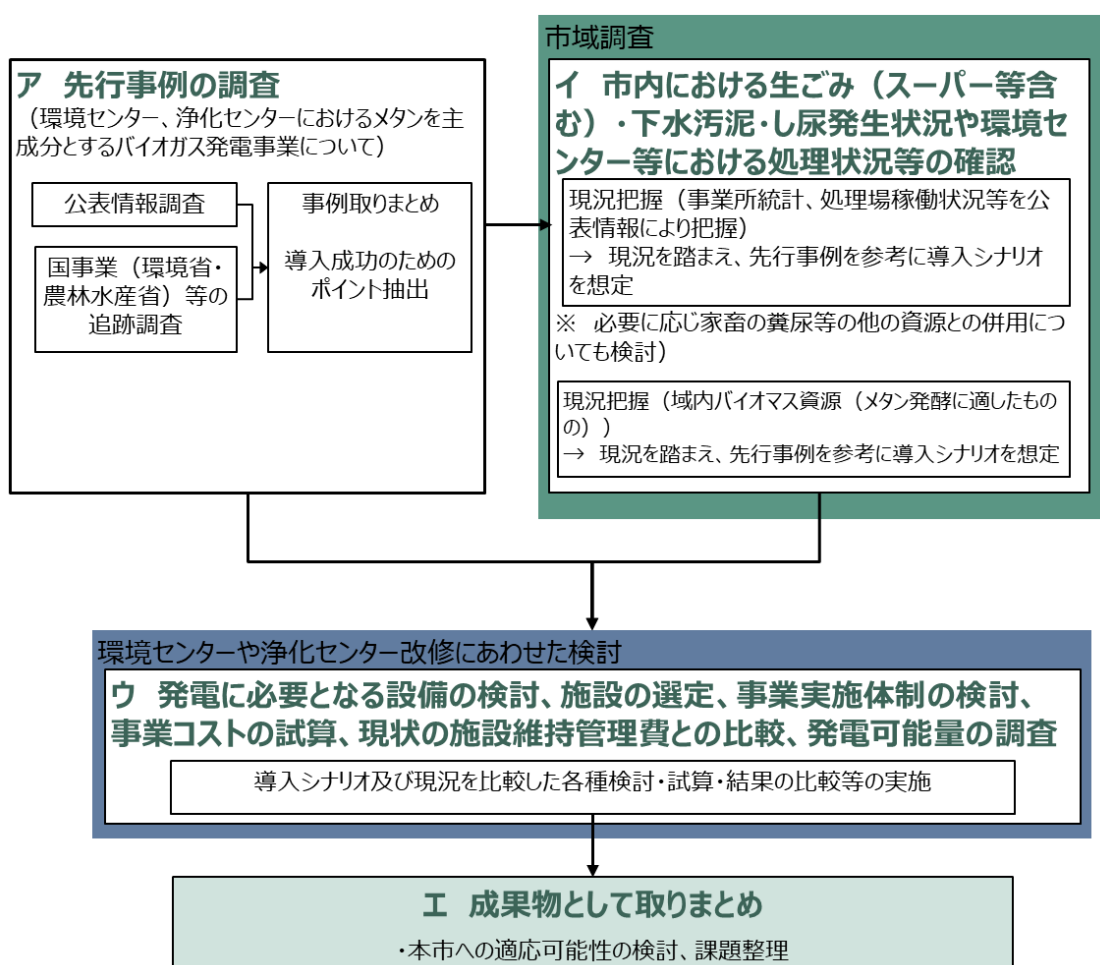
<sup>10</sup> 農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」(平成 28 年 6 月)、「原油の高騰に伴う施設園芸の省エネ対策について」(熊本県野菜振興協会)等を基に同種の温度確保を行う経営指標から MRI にて設定。

## 2.2 生ごみ・下水汚泥等の有効活用

市内に存在する環境センターや浄化センターにおいて、メタンを主成分とするバイオガスによる発電事業にかかるコスト・エネルギー量等を調査し、エネルギー源としての有効活用を検討するものである。

そのため、環境センターや浄化センターの改修に併せて、メタンガスを活用したバイオガス発電設備を設置した際の事業化可能性調査を行った。

図表 22 検討フロー



市内に存在する環境センターや浄化センターにおいて、メタンを主成分とするバイオガスによる発電事業にかかるコスト・エネルギー量等を調査し、エネルギー源としての有効活用を検討するものである。

そのため、環境センターや浄化センターの改修に併せて、メタンガスを活用したバイオガス発電設備を設置した際の事業化可能性調査を行う。

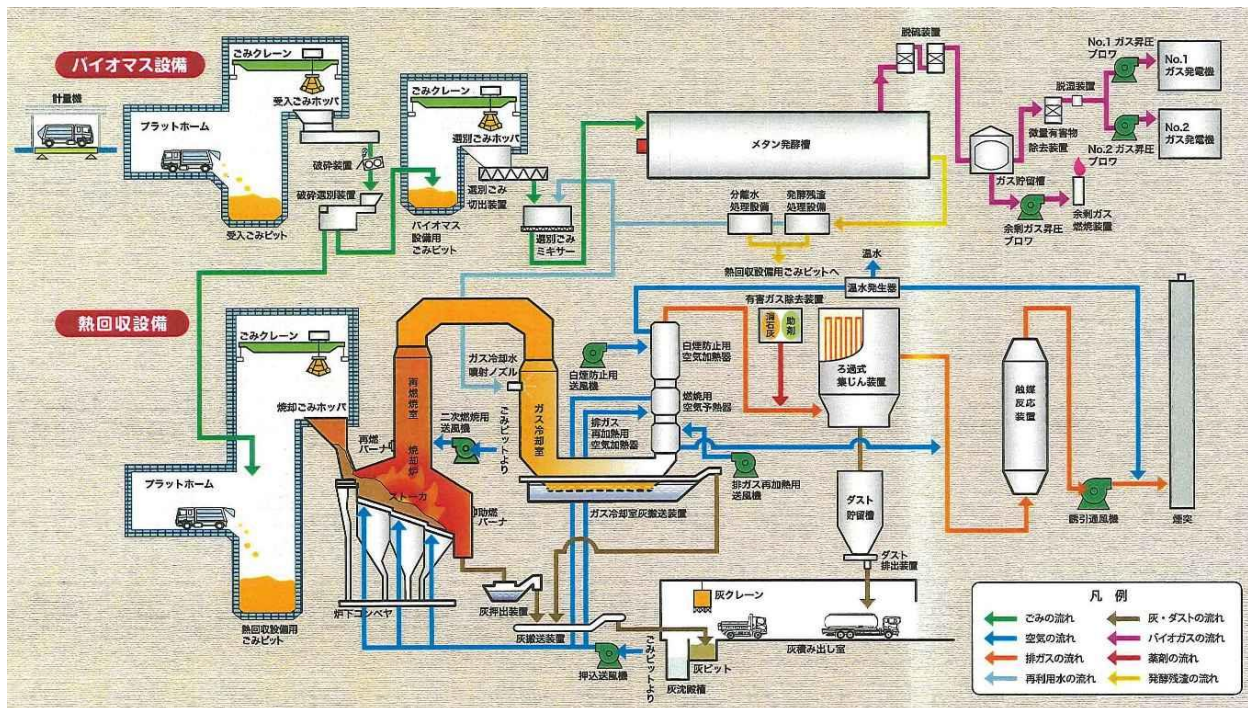
## 2.2.1 先行事例の調査

### (1) 株式会社タクマによる南丹クリーンセンターへの導入事例

南丹クリーンセンターでは、可燃ごみを受け入れる焼却炉（ストーカー炉）とメタン発酵設備を併設する形で施設整備を行っており、メタン発酵設備には、乾式メタン発酵の技術が使用されている。メタン発酵残渣が隣接するストーカー炉に供給されるとともに、メタン発酵設備から発生する再生処理水が焼却炉の冷却用水として使用されている。

南丹クリーンセンターの処理計画量は、1日36tのごみを受け入れている。また、平成30年度の発電量は、2,234,181kWhであり、発電容量は382kWであることが分かった。

図表 23 南丹広域行政事務組合での導入設備のフロー図



(出典：南丹広域行政事務組合 HP、タクマ HP より)

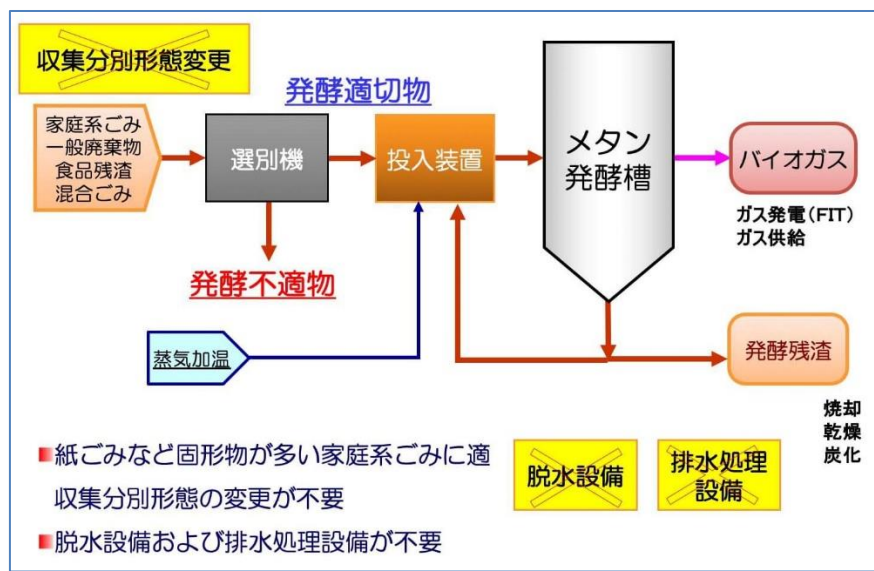
### (2) 栗田工業株式会社による富士クリーン株式会への導入事例

乾式メタン発酵システムに関しては、栗田工業が NEDO 事業で富士クリーンにシステムを導入し実証運転を行っている。その大きな特徴としては、

- ・湿式メタン発酵槽で必要となる、
    - － 発酵槽投入前の分別管理が不要
    - － 脱水設備が不要
    - － 排水処理設備が不要
  - ・投入原料の制限は大きさのみ（40mm～50mm）
  - ・紙ごみから効率的にエネルギー回収が可能
- という利点がある一方で、

- ・ 高含水率の原料は不適
- ・ 減容率は低く、選別残渣及び発酵残渣は別途処理が必要という留意点がある。

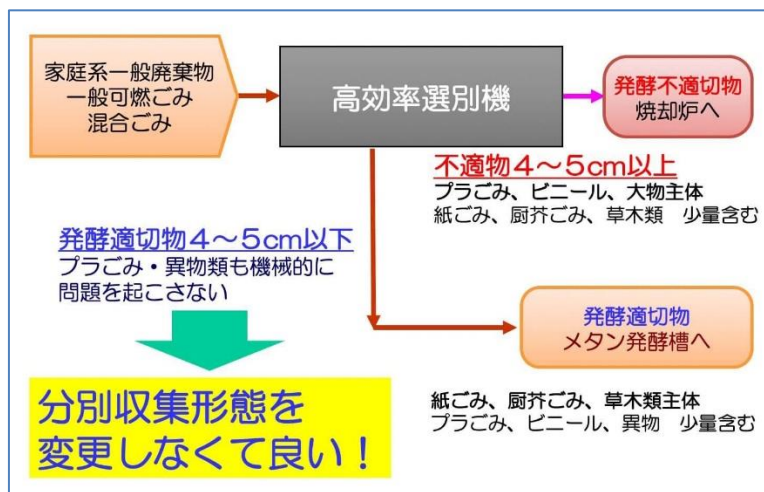
図表 24 乾式メタン発酵のイメージ



(出典：富士クリーン株式会社 HP ([https://www.fujiicl.com/works/metan\\_f](https://www.fujiicl.com/works/metan_f)))

乾式メタン発酵の特徴として、消化液利用を求めないことから発酵不適物のサイズの制約が挙げられるのみである。

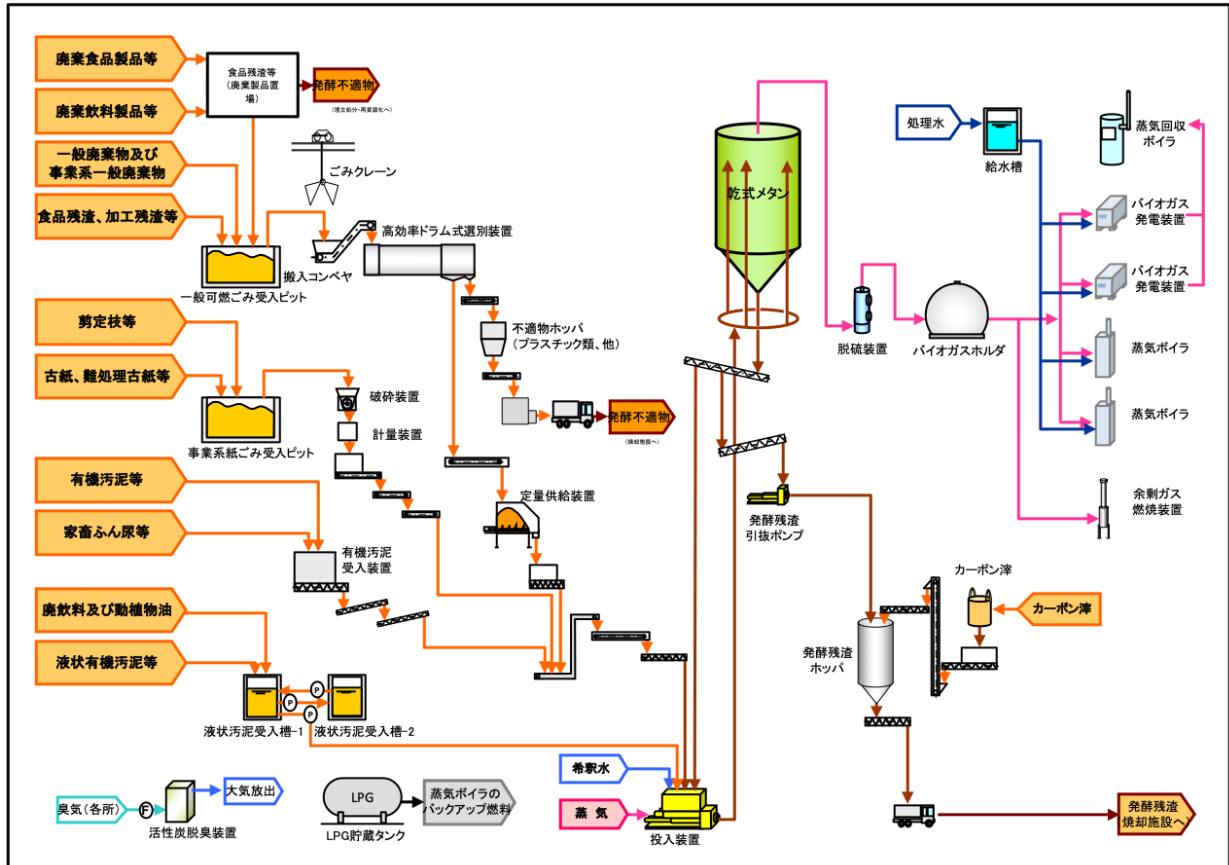
図表 25 乾式メタン発酵とごみ収集・投入前選別のイメージ



出所) 富士クリーン株式会社 HP より ([https://www.fujiicl.com/works/metan\\_f](https://www.fujiicl.com/works/metan_f))

発酵不適物のサイズによる制約の他にも、実際のプラントの導入では、投入が予定されている資源毎に処理レーン、処理方法を定めた設計が行われている。

図表 26 乾式メタン発酵におけるフロー図



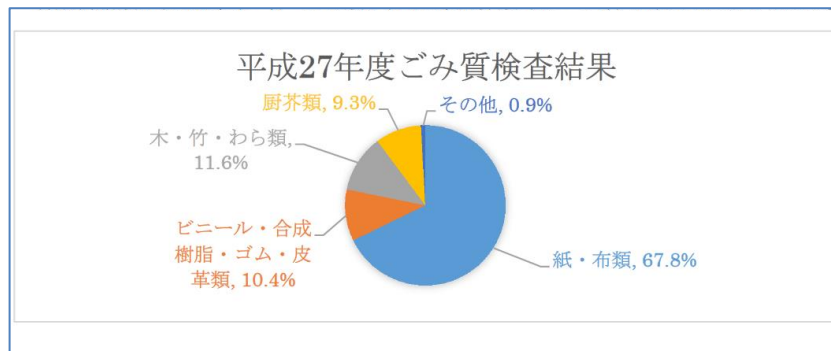
(出典：富士クリーン株式会社 HP ([https://www.fujiicl.com/works/metan\\_f](https://www.fujiicl.com/works/metan_f)))

## 2.2.2 市内におけるごみ組成について

喜多方市では、平成 27 年に喜多方市内でのごみ質の調査を実施して、「喜多方市一般廃棄物処理基本計画（平成 29 年度～平成 38 年度）」（平成 29 年度 3 月策定）を公開している。

その結果によると、紙・衣類が 67.8%であり、乾式メタン発酵の原料として紙質が多いと望ましいとされる傾向に合致する。

図表 27 喜多方市における生活系ごみ組成割合

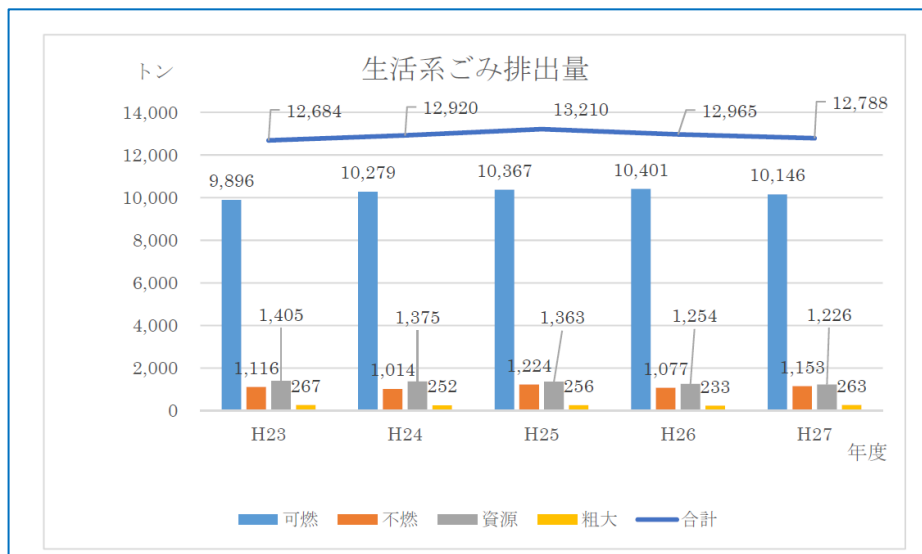


（出典：喜多方市一般廃棄物処理基本計画（平成 29 年度～平成 38 年度）」（平成 29 年度 3 月策定）

喜多方市でのごみ発生量に関しては、同基本計画によれば、H27 年度の時点で生活系可燃ごみ 10,146t、事業系可燃ごみ 4,439t が発生しており、合計で 9,888t の紙、衣類が発生している。一日当たりで換算すると 27t になる。ここで、紙と衣類の割合を 90:10 と想定した場合、24.3t の紙が収集されることになる。

全体のごみ収集量は、1 日当たり 39.95 t となる。

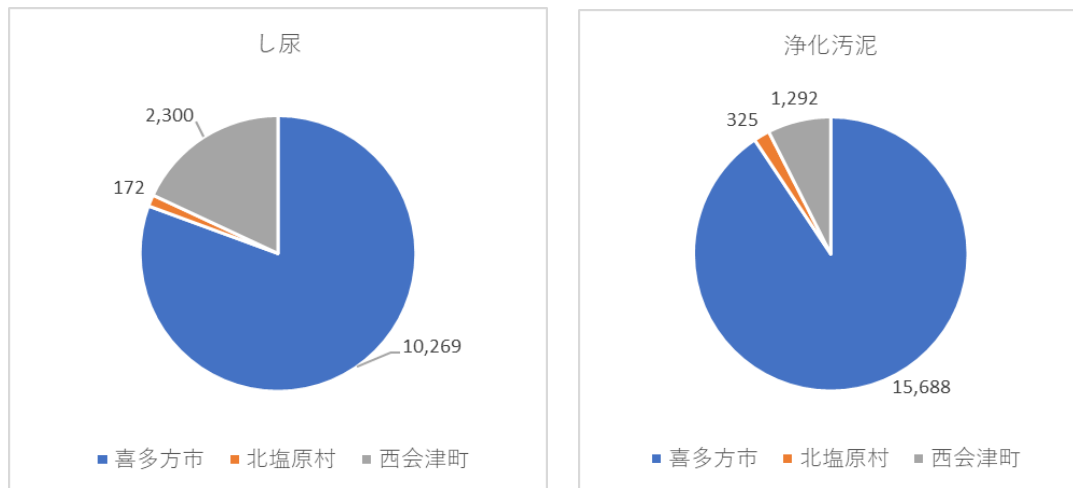
図表 28 喜多方市の生活系ごみ発生量の推移



（出典：喜多方市一般廃棄物処理基本計画（平成 29 年度～平成 38 年度）」（平成 29 年度 3 月策定）

喜多方市での浄化汚泥・し尿は、環境センター塩川工場で処理されている。処理能力 52KL の生し尿処理施設と、処理能力 50KL の浄化槽汚泥処理施設、乾燥焼却施設から構成されている。環境センター塩川工場での総処理量は、H26 年度でし尿 12,742t（喜多方市：10,269t）、浄化汚泥 17,307t（喜多方市分は 15,668t）である。

図表 29 平成 26 年度の浄化汚泥・し尿の処理量



(出典：喜多方市環境センター塩川工場 平成 26 年度し尿・浄化汚泥搬入量より  
[http://www.kouiki.kitakata.fukushima.jp/kurasi/pdf/26\\_shiokawa.pdf](http://www.kouiki.kitakata.fukushima.jp/kurasi/pdf/26_shiokawa.pdf))

### 2.2.3 発電に必要となる設備の検討

現在の施設を更新する段階での検討を行うことを前提に、発電機能を付加する施設の選定、事業実施体制の検討、事業コストの試算、現状の施設維持管理費との比較、発電可能量の検討を行った。

#### (1) 処理方式の比較

比較検討する処理方法は、

- ・焼却処理施設の更新
- ・乾式メタン発酵の切替（焼却設備は温存）
- ・湿式メタン発酵への切替（焼却設備は温存）

の3とおりとした。

図表 30 処理方式の整理

	焼却処理設備の更新	乾式メタン発酵	湿式メタン発酵
導入の意義	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 単純に焼却炉の更新だけでなく、ゴミ発電や排熱利用を期待できる場合は導入する意義がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 焼却処理設備の長寿命化のために導入する。</li> <li>● 残渣を焼却設備で燃焼させられるメリットが併用化にはある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分別回収に人工を要するが、地域でのリサイクル意識の向上、地域での有機農法の推進等、地域の環境向上に役だつ。</li> </ul>
維持管理の特徴		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般ごみの分別管理は必要ない。投入されるサイズに制約があるのみ（40-50mm 大）。</li> <li>● 分別されないため、液肥利用は難しい。</li> <li>● 分別作業が不要になるため、維持管理コストは湿式よりも抑制される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般ごみの分別管理が必要になる。</li> <li>● 条件によっては液肥利用が可能。</li> </ul>

(2) バイオガスの発生量：

「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル（詳細版）（案）」（平成 27 年 3 月、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課）によれば、国内のメタン発酵設備での取扱量、一日当たりのガス発生量が整理されている。これによれば、紙ごみを扱う乾式メタン発酵でのガス発生量原単位は、192.5Nm<sup>3</sup>/t となる（次表の L 案件）。

喜多方市の取扱量を 40t/day と仮定して、メタンガス濃度 50%、ガスエンジンの発電効率を 30%と仮定すると、発電容量は、475.9kW となる。このことから、400kW 規模の発電が可能と考えられる。

年間の二酸化炭素削減量に関しては、400kW×24 時間×350 日=3,360,000kWh の発電量に対して、東北電力の CO<sub>2</sub> 排出係数 0.528kg-CO<sub>2</sub>/kWh を乗じた、1,774,080kg-CO<sub>2</sub>/年の削減量を見込むことが可能である。

下水汚泥についてはガス発生量原単位として 8N m<sup>3</sup>/t 程度という数値が示されている。これは、上述の紙ごみと比べ極端に小さい値である。乾式メタン発酵において下水汚泥は原料として受け入れ可能とされているが、ガス発生量が極端に小さい原料を混合する場合には、事前の原料投入割合の設計を綿密に実施し、ガス発生の阻害要因とならないことを確認する必要がある。

図表 31 事例での施設規模別バイオガス発生実績

事業所	稼動開始年	処理能力 (t/日)	対象バイオマス	処理実績 (t/日)	処理方式	バイオガス発生量 (m <sup>3</sup> /日)	ガス発生原単位 (m <sup>3</sup> /t)
A	H24.4	34	生ごみ 紙 廃食用油 下水汚泥 水産汚泥	12	湿式中温	1,121	94.8
B	H15.8	55	家庭系生ごみ 事業系生ごみ	22.9	湿式中温	2,596	113.4
G	H18.4	110	事業系生ごみ その他産廃	83	湿式中温	17,000	204.8
H	H25.4	55	家庭系生ごみ 事業系生ごみ	31	湿式中温	5,389	173.8
J	H17.3	7.14	家庭系生ごみ し尿汚泥	5	湿式中温	436	87.2
N	H18.10	17.8	家庭系生ごみ 事業系生ごみ し尿汚泥	15.3	湿式中温	385	25.2
O	H17.3	9	生ごみ	6.0	湿式中温	112	18.7
P	H18.4	80	家庭系生ごみ 事業系生ごみ 下水汚泥 畜産糞尿 その他産廃	56.6	湿式中温	3,405	60.2
S	H15.4	30	家庭系生ごみ 事業系生ごみ その他産廃	26.26	湿式中温	5,278	201.0
C	H15.4	16	家庭系生ごみ 事業系生ごみ	6.8	湿式高温	670	98.2
D	H15.4	22	家庭系生ごみ 事業系生ごみ	7.6	湿式高温	1,645	216.4
T	H15.4	40	家庭系生ごみ 事業系生ごみ その他産廃	24	湿式高温	3,000	125.0
K	H16.3	50	事業系生ごみ 下水汚泥 その他産廃	15.35	乾式	2,009	255.9 注
L	H25.9	36	家庭系生ごみ 事業系生ごみ 紙類	20.2	乾式	3,300	192.5 注
M	H26.4	51.5	可燃ごみ し尿下水汚泥	51.50	乾式	5,580	175.2 注

(出所)平成 26 年度廃棄物系バイオマス利活用導入促進事業調査報告書、環境省

注)乾式メタン発酵のメタンガス発生原単位はメタン濃度 50%値への換算値である。また、M はし尿・下水汚泥を除いた可燃ごみ量に対してのガス発生量である。詳細は図 5-5 を参照。

出所)「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル(詳細版)(案)」(平成 27 年 3 月、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課)

### (3) 運用コストの比較事例：

環境省の公表している「メタン発酵施設と焼却施設のコスト比較」という資料によれば、各種コストを処理ごみ量（t）あたりで整理された結果がある。人件費、用役費等に関する分析が行われている。以下に要点を示す。

#### 【処理コスト】

- ・実績値で約 29,000～41,000 円/t、試算値で約 13,000～29,000 円/t 程度
- ・全国的な傾向として、実績値は定格能力に対する稼働率が約 6 割程度であり、人件費、契約電力、点検・補修費、減価償却費のごみ処理量に関わらない費用が割高になっていることによる

#### 【人件費】

- ・実績値で約 5,200～13,200 円/t、試算値で約 1,500～6,700 円/t 程度
- ・上述のとおり実績値は定格能力に対する稼働率が約 6 割程度のため。
- ・また、メタン発酵＋焼却処理におけるメタン発酵の内訳では、中規模、大規模とも人件費がメタン発酵施設の試算値より安価になっているが、これはメタン発酵と焼却処理の併設の場合、業務によっては兼務できるというメリットを考慮し、試算していることによる。

#### 【用役費】

- ・排水処理にかかる薬品類費用の占める割合が大きい傾向。湿式メタン発酵で河川放流の場合、薬品類費用が用役費の約 7 割を占めるケースもある
- ・乾式システムの場合には、排水処理、下水道放流が不要で薬品類費用も安価。
- ・電力費は、施設規模が大きくなるほど売電電力量が増えて低減される傾向。
- ・湿式メタン発酵と大規模ごみ焼却との違いは、発酵廃液の処理に関連する薬品類、下水道及び電力に係る経費
- ・なお、乾式メタン発酵の場合は、廃液処理がないため、大規模焼却（実績）と同程度。
- ・「全量焼却処理」と「メタン発酵＋焼却処理」を比較すると、中規模では同等、大規模では「メタン発酵＋焼却処理」が発電量、売電量共に有利、かつ用役費が低くなる。

図表 32 メタン発酵施設での人件費

区 分		処理能力 (t/日)	人員数 (人)	人件費 (円/ごみt)	人件費単価 (千円/人・年)
メタン発酵 施設 (実績)	A組合	55	10	7,130	6,154
	B組合	22	6	5,210	3,172
	C組合	16	7	13,160	6,321
メタン発酵 施設 (試算)	a社(1)	20	7	6,710	7,000
	〃(2)	50	9	3,450	7,000
	b社(1)	20	3	2,880	7,000
	〃(2)	50	5	1,920	7,000
	c社(1)	20	7	6,710	7,000
	〃(2)	50	8	3,070	7,000
	d社(1)	20	3	2,880	7,000
	〃(2)	50	4	1,530	7,000
	e社(1)	20	3	2,880	7,000
〃(2)	50	6	2,300	7,000	
ごみ焼却施設 (実績)	D市工場(1)	600	55	3,440	9,183
	〃(2)	450	61	6,820	9,183
	E市工場(1)	600	56	7,250	8,000
	〃(2)	600	105	6,050	8,000
試算例 (中規模)	全量焼却	60	25	7,991	7,000
	メタン発酵+焼却	60	26	8,331	7,000
	メタン発酵	18	2	2,131	7,000
	焼却	42	24	10,959	7,000
試算例 (大規模)	全量焼却	300	27	1,726	7,000
	メタン発酵+焼却	300	30	1,918	7,000
	メタン発酵	90	3	639	7,000
	焼却	210	27	2,466	7,000

※現場管理人員について記載している。

※E市工場(1)は、併設の破碎施設要員も含む。

(出典:「メタン発酵施設と焼却施設のコスト比較」、環境省 HP より)

図表 33 メタン発酵施設での各種用役費

[円/t]

区 分		処理能力 (t/日)	電 力	上水道	下水道	燃 料	薬品類	合 計
メタン 発酵施設 (実績)	A組合	55	1,330	0	0	1,090	5,180	7,600
	B組合	22	2,420	0	530	0	920	3,870
	C組合	16	1,940	480	330	110	2,010	4,870
メタン 発酵施設 (試算)	a社(1)	20	780	340	510	370	3,560	5,560
	〃(2)	50	-440	340	510	370	3,560	4,340
	b社(1)	20	820	340	240	0	2,280	3,680
	〃(2)	50	20	340	240	0	1,790	2,390
	c社(1)	20	450	70	130	0	620	1,270
	〃(2)	50	-970	30	110	0	600	-230
	d社(1)	20	550	180	450	0	740	1,920
	〃(2)	50	-420	190	430	0	560	760
	e社(1)	20	0	120	0	0	350	470
〃(2)	50	-660	130	0	0	350	-180	
ごみ焼却 施設 (実績)	D市工場(1)	600	120	130	70	70	320	710
	〃(2)	450	-40	210	0	220	510	900
	E市工場(1)	600	1,630	630	0	30	210	2,500
	〃(2)	600	340	130	180	40	720	1,410
試算例 (中規模)	全量焼却	60	3,607	373	0	389	1,131	5,500
	メタン+焼却	60	3,030	362	29	231	1,356	5,008
	メタン発酵 焼却	18	129	71	98	0	1,000	1,298
	焼却	42	4,273	487	0	330	1,508	6,598
試算例 (大規模)	全量焼却	300	-660	160	0	82	866	448
	メタン+焼却	300	-1,367	158	27	83	1,076	-23
	メタン発酵 焼却	90	-667	53	89	0	1,000	475
	焼却	210	-1,667	203	0	118	1,109	-237

(出典：「メタン発酵施設と焼却施設のコスト比較」、環境省 HP より)

## 2.2.4 本市への適応可能性の検討・課題整理

これまでの導入事例やその特徴、コスト評価結果の事例に基づくと、喜多方市での乾式メタン発酵設備の導入は親和性が高いものと考えられる。更に隣接する焼却設備の更新と合わせた設備導入により、運用コストを削減できる可能性があるものと思われる。

今後の導入に際しての課題については、以下の項目を協力いただけるメーカー等と詰めていく必要があるものと思われる。

図表 34 メタン発酵設備の導入に向けた課題

課題事項	具体的内容
メタン菌を使用した発酵試験の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 喜多方市のごみの詳細な性状を分析するとともに、湿式、乾式に関わらず、発酵試験を行いバイオガスが得られることを確認するとともに、発酵に要した日数から施設規模を決めていくことが求められる（特にガス発生量が大きい紙ごみとガス発生量の小さい下水汚泥との混合割合を注視した確認がポイント）</li> </ul>
設備導入に向けたスケジュールの作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 隣接する焼却場のボイラ更新時期を見据えて、具体的な導入時期とそれに向けたスケジュールを作成する。</li> </ul>
技術提供を行うメーカーからの概算見積もりの取得・検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 乾式メタン発酵を提供する複数社から概算コストと具体的なマテリアルフローに基づく基本設計を固める必要がある。</li> </ul>
設備導入に向けた補助金の申請、固定価格買取制度による売電を行う場合の事業計画認定申請	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 設備の管理運営を行う一部事務組合を主体として、設備導入に必要な補助金予算の申請を環境省や県庁に対して行う必要がある。また、固定価格買取制度で売電事業を行うために、経済産業省に対して事業計画認定申請を行うことが必要になる。</li> </ul>

### (1) 事業体制等の前提条件

一部事務組合として、喜多方市、北塩原村、西会津町のごみも受け入れ処理を行っており、総量を対象とした計画とすることが望ましい。

また、現在の環境センターに隣接する立地で設備導入を想定し、運用されている焼却炉の更新に合わせたタイミングで導入の可否などを検討することが有効である。

### (2) 乾式メタン発酵施設とごみ焼却施設の並列方式のシステム構成例

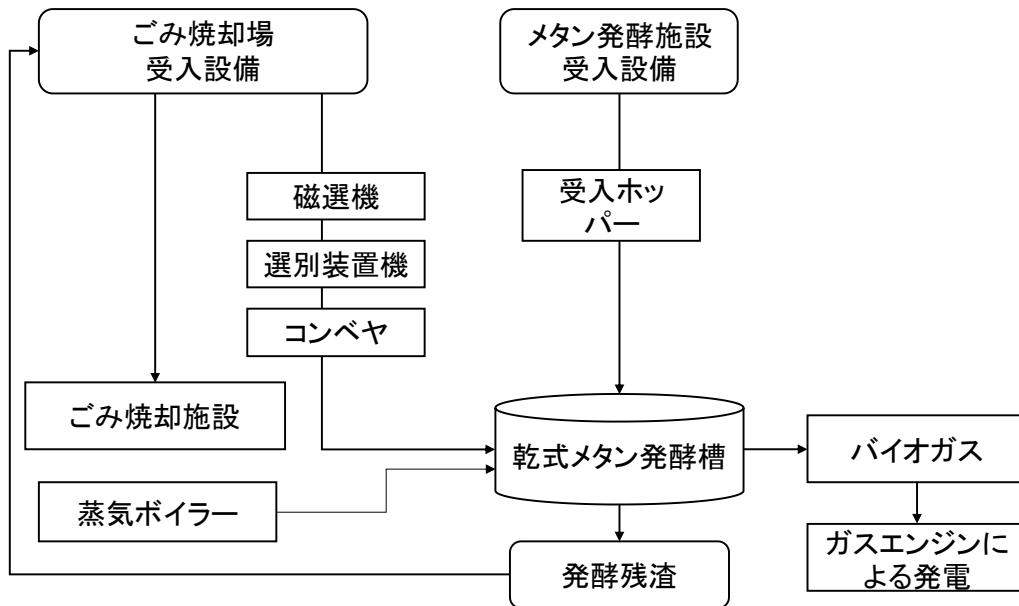
ごみ焼却場と乾式メタン発酵施設が並列する場合、乾式メタン発酵設備に投入されるバイオマスについては、湿潤系のものが受入ホッパーから投入され、紙ごみがごみ焼却場の受入設備を経由して、投入される。また、メタン発酵施設から発生する発酵残渣は、ごみ焼却場に再投入されて燃焼させられるとともに、その排熱は、乾式メタン発酵施設の加温に用いら

れる。

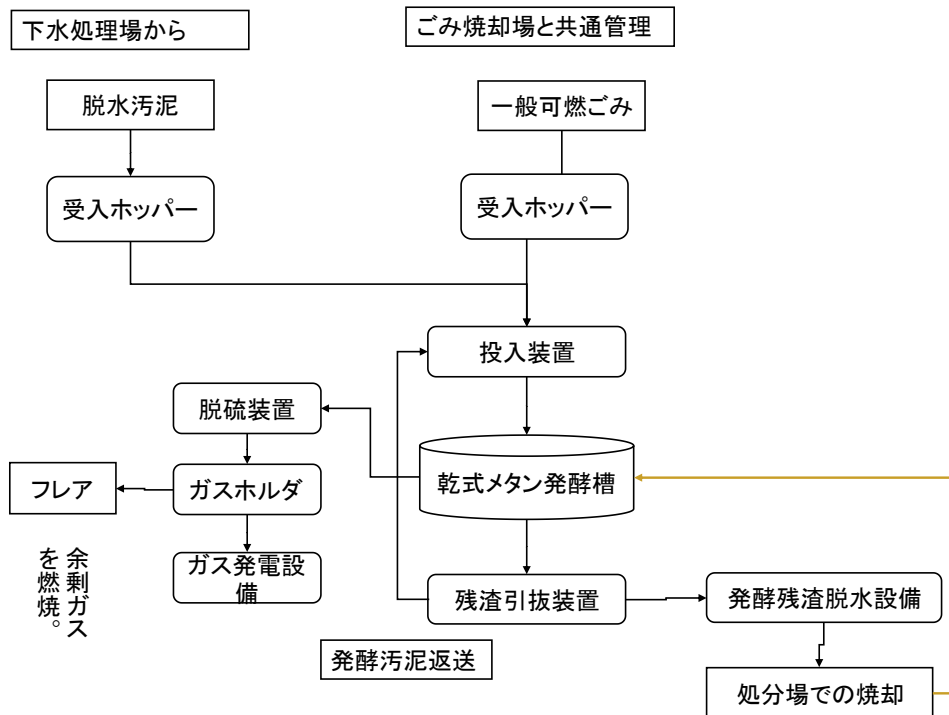
喜多方市では既存焼却設備を有することや、ごみ分別区分を変更せずに対応可能であることが利点となると考えられる。

さらに、地域資源の循環利用という観点から下水処理場からの下水汚泥の受け入れを視野にシステム検討がなされることが肝要である。前述のとおり、ガス発生原単位が極端に小さいことから投入できる限界量を見極める必要がある。

図表 35 乾式メタン発酵とごみ焼却場の並列設置のイメージ



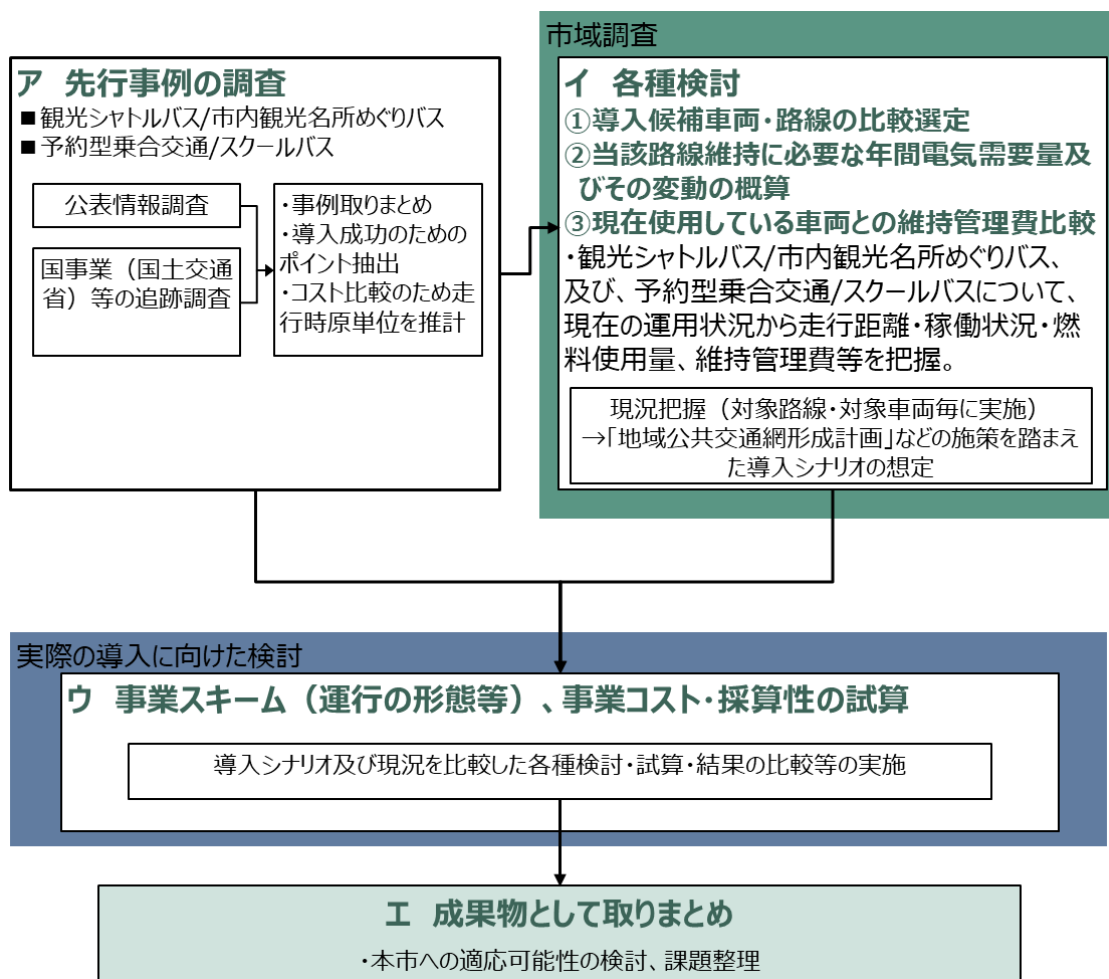
図表 36 乾式メタン発酵とごみ焼却場の並列設置のイメージ



## 2.3 市内公共交通の電気自動車化時の事業化可能性調査

本項では、市内公共交通において電気自動車を導入した際の事業化可能性について各種公表情報等を基に検討・分析を行った。なお、業務仕様に基づき、観光シャトルバス・ぶらりん号、予約型乗合交通・スクールバスそれぞれについて、調査手法は共通化し、その結果をそれぞれ導出した。

図表 37 検討フロー



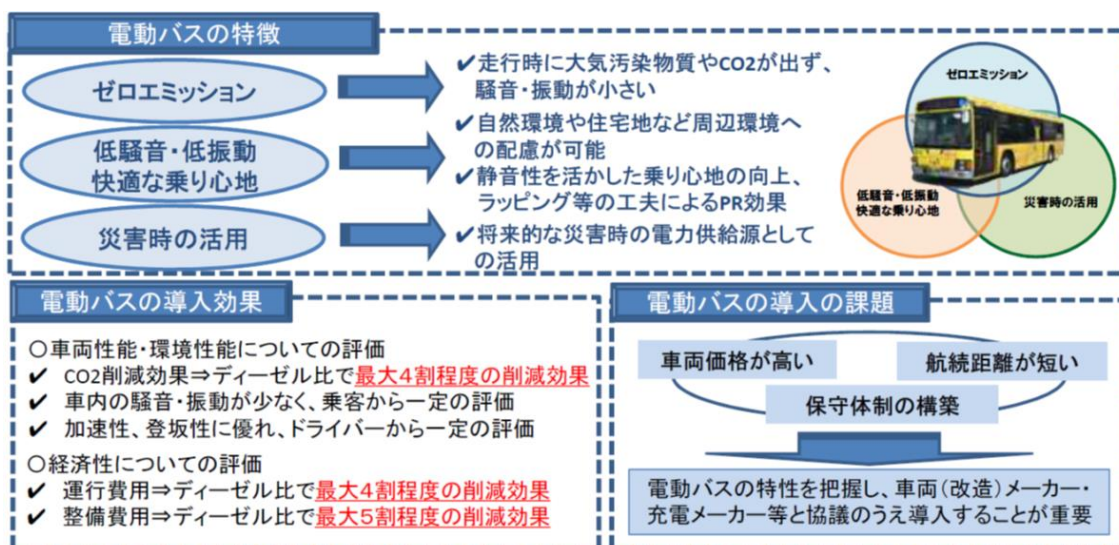
### 2.3.1 電気自動車化導入の先事例

#### ① 国土交通省による普及

国土交通省では、「地域交通グリーン化事業」を平成23年度に創設以降、これまで計30台の導入支援を実施。事例が蓄積されるとともに、電気バスの他、プラグインハイブリッドバスや燃料電池バスといった電動バスが発売され車種が拡大中である。

また、電動バスを導入するバス事業者及び自治体の手引きとなるよう、導入の検討から運用開始までの手順、効果評価等をまとめた「電動バス導入ガイドライン」を策定し公表している。

図表 38 国土交通省による電気バス導入ガイドラインの概要








(出典：国土交通省「電気バス導入ガイドライン」概要版より引用)

#### ② 電動乗合交通の導入事例

福島県いわき市では、中山間部の三和地区、田人(たびと)地区で高齢化・過疎化が進んだことを背景に、公共交通機関を2007年に廃止した。その後、市と地域住民が協力し、日産の電気自動車 e-NV200 を活用した市民ボランティア輸送をスタート。全国の過疎地域の代替交通手段のモデルケースとして期待されている。



- 役割分担
  - 【地域組織】住民ボランティア輸送の実施など(ドライバーや利用者の確保など)
  - 【行政】運行支援など(車両の貸与など)
  - 【民間事業者】協賛金などによる支援など
- 期待される効果
  - ✓ 中山間地域等の移動手段の確保
  - ✓ 高齢者の社会参画・外出機会の創出
  - ✓ 住民同士の支え合いネットワークの強化

電気バス(短距離走行多頻度充電型)	
小型	
導入車両の分類	東京都墨田区 東京都羽村市 石川県小松市
導入地域	東京都墨田区 東京都羽村市 石川県小松市
走行キロ/主な導入目的	8.9km/観光、コミュニティバス 14km/再生エネルギー活用、コミュニティバス
車名	日野ポンチョEV
ベース車両(自動車メーカー)	日野ポンチョEV(日野自動車株)
改造事業者	-
導入年度	平成23年度
使用者	京成バス株
所有者	同上
導入台数	1台
基本情報	 平成23年度 京成バス株 同上 1台
導入車両	 平成24年度 小松バス株 小松市 1台
全長×全幅×全高(mm)	6,990×2,080×3,100
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	7,790/36
最大出力(kW)	200
蓄電池種別	IHI社製リチウムイオン電池
モーター	米国UQM製モーター
電池容量(kWh)	30
航続可能距離(km)	30
導入充電設備	 富士電機株 FRCH44B-2-01 DC50~500V 44kW あり 2基(急速充電)
性能情報	 JFE エンジニアリング株 RAPIDAS DC50~500V 50kW あり 1基(急速充電)・1基(普通充電)
設置場所	 富士電機株 FRCH50B-2-01 DC50~500V 50kW あり 3基(急速充電)
設置基数合計	①京成バス株奥戸営業所内(屋外)、②グループ会社敷地内(屋外)
設置場所	急速充電:羽村市駐車場(屋外) 普通充電:西東京バス(株)青梅営業所内 ①小松バス株営業所、②航空プラザ ③サイエンスヒルズ(①、②は共用、全て屋外)

出典：国土交通省「電気バス導入ガイドライン」事例より引用

### 2.3.2 観光シャトルバスに関する検討

喜多方市有数の観光地・景勝地である雄国沼は、特に6月～7月にはマイカーによる利用者が集中し、交通渋滞や事故の発生、植物の踏み荒らしや排気ガスによる植物への悪影響等、美しい自然環境に影響する多くの問題を抱えている。こうしたオーバーユース対策の代替交通機関として、平成17年度より観光シャトルバスを運行している。

本検討では、この観光シャトルバスを電気自動車化した場合の効果を試算する。

#### (1) CO2 排出量の試算

試算条件及び試算結果は下記のとおり。

図表 39 観光シャトルバスの CO2 排出量(試算)

周回総延長 (注1)	便数	営業日数 (注2)	総走行距離	CO2 総排出量 (注3)
7.5km	15 往復 (30 便)	38 日/年	8,550km/年	4,856kg-CO2/年

注1：雄国萩平駐車場→金沢峠雄国沼入口の走行距離を地図上で確認。

注2：2019年度運行期間（6/8 から 7/15 まで）より。

注3：CO2 排出量：国土交通省公表資料のうち路線バス（定員 50 名以上）34 車種の平均値 568g-CO2/km（JC08 モード）を原単位とし、総走行距離に乗じて算出。

図表 40 観光シャトルバスの行程(雄国萩平駐車場→金沢峠雄国沼入口)



© OpenStreetMap contributors

OpenStreetMap により MRI 作成

## (2) CO2 排出削減量の試算

国土交通省資料に基づき、電気自動車化による排出削減効果（大型バス）は 26%との指標が示されている。これを基に試算を行った結果、

$$4,856\text{kg-CO2/年} \times (1 - 0.26) = 1,263\text{kg-CO2/年}$$

の削減と試算された。

### 2.3.3 ぶらりん号に関する検討

「ぶらりん号」は、喜多方駅発の市内循環バスとして運行されている。一定料金（500 円）で一日乗り放題のため、市内観光（蔵並み周遊）の重要な移動手段となっている。

本検討では、この市内循環バスである「ぶらりん号」を電気自動車化した場合の効果を試算する。

## (1) CO2 排出量の試算

試算条件及び試算結果は下記のとおり。

図表 41 ぶらりん号の CO2 排出量(試算)

周回総延長 (注 1)	便数	営業日数 (注 2)	総走行距離	CO2 総排出量 (注 3)
7.5km	5 便/日	88 日/年	3,300km/年	954kg-CO2/年

注 1：ぶらりん号の走行ルートから、

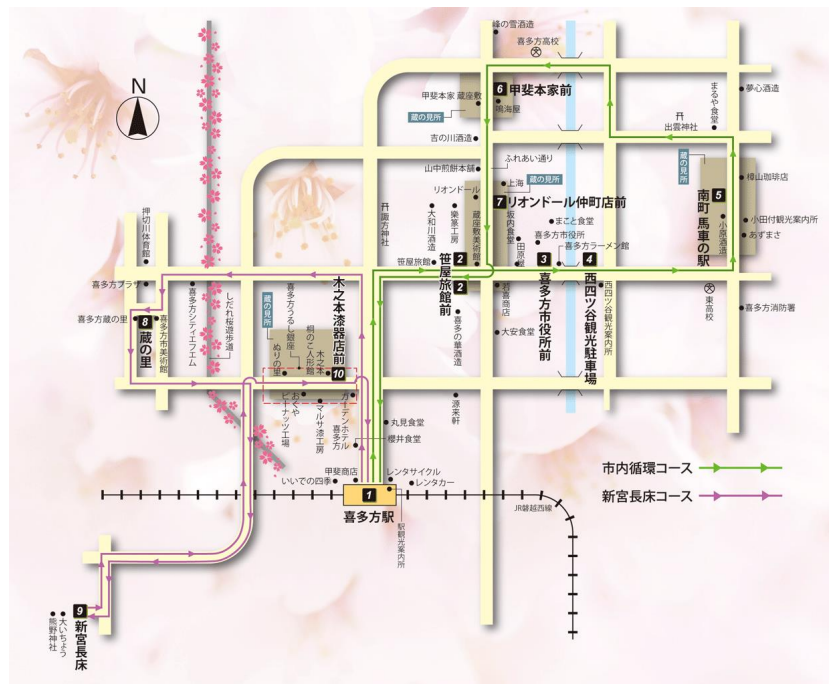
喜多方駅 → 笹屋旅館前 → 喜多方市役所前 → 西四ッ谷駐車場  
→ 南町・馬車の駅 → 甲斐本家前 → リオンドール仲町店前  
→ 笹屋旅館前 → 蔵の里 → 木之本漆器店前  
→ 喜多方駅

の走行距離を地図上で確認。

注 2：2018 年度運行期間（4/1 から 11/25 までの土日祝日、4/28～5/6 及び 8/4～12 運行）より

注 3：CO2 排出量：国土交通省公表資料のうち路線バス（定員 29 名）30 車種の平均値 289g-CO2/km（JC08 モード）

図表 42 ぶらりん号走行ルートイメージ



出典) ぶらりん号運行会社 (広田タクシー) ウェブサイトより  
(<http://london-taxi.jp/busroute.html>)

## (2) CO<sub>2</sub> 排出削減量の試算

国土交通省資料に基づき、電気自動車化による排出削減効果 (中型バス) は 18%との指標が示されている。

これを基に試算を行った結果、

$$954\text{kg-CO}_2/\text{年} \times (1 - 0.18) = 172\text{kg-CO}_2/\text{年}$$

の削減と試算された。

### 2.3.4 予約型乗合交通に関する検討

予約型乗合交通「みんなえ号」は、事前予約により、自宅等から目的地となるエリア内の指定乗降場所で乗り降りできる公共交通として市民に提供されている。

本検討では、この予約型乗合交通である「みんなえ号」を電気自動車化した場合の効果を試算する。

#### (1) CO<sub>2</sub> 排出量の試算

試算条件は下記のとおり。

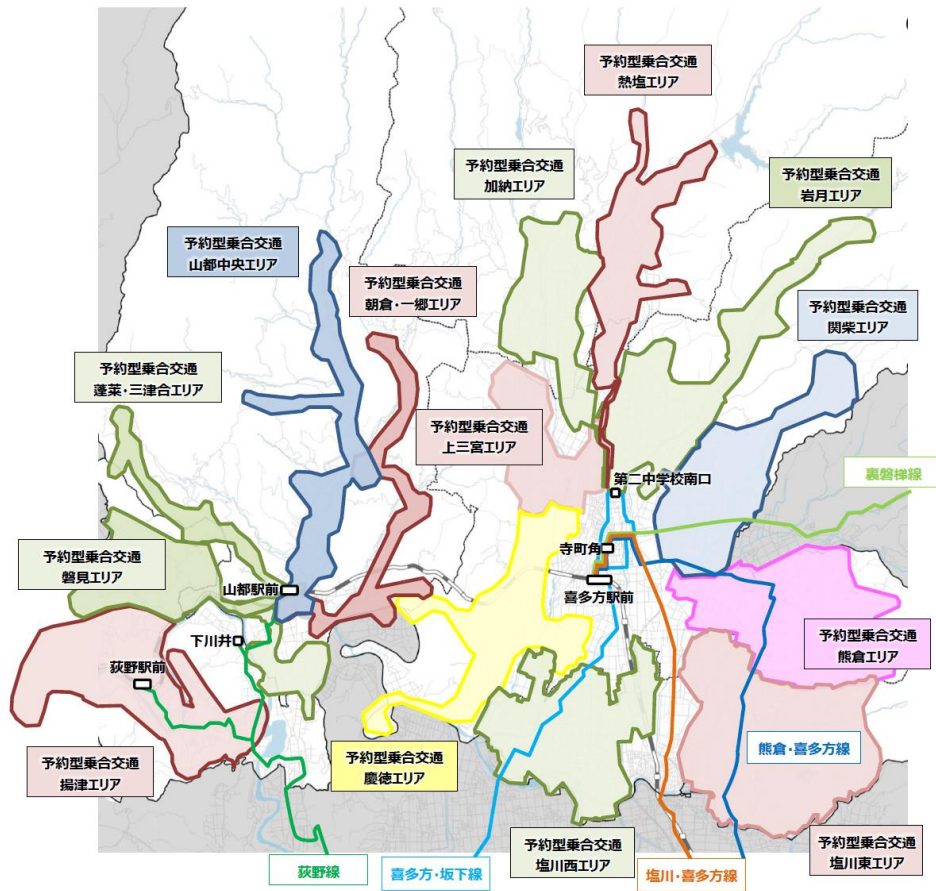
- 発着地点の設定・走行距離: エリア内の指定乗降場所を順番に走行した際の総延長距離を地図上で確認。
- CO<sub>2</sub> 排出量: 国土交通省公表資料のうちガソリン小型バス (定員 14 名) 7 車種の平均値 269g-CO<sub>2</sub>/km (JC08 モード)

図表 43 予約型乗合交通の運行状況を基にした試算結果

地区	エリア	発着地点	片道距離 (概算) (km)	運行日	年間 運行日数 (日)	運行本数 (本/日)		年間 総運行本数 (概算) (本)	年間 総走行距離 (概算) (km)	年間 CO2排出量 (kg-CO2)
						上り	下り			
喜多方	上三宮	山本－喜多方駅	7.8	月～金	260	2	3	1,300	10,140	2,728
	岩月	根小屋－喜多方駅	12.8	月～金	260	2	4	1,560	19,968	5,371
	関柴	大楚々木－喜多方駅	9.5	月～金	260	2	3	1,300	12,350	3,322
	熊倉	荻平－喜多方駅	9.5	月～金	260	2	4	1,560	14,820	3,987
	慶徳	真木－桜が丘	6.8	月～金	260	3	5	2,080	14,144	3,805
熱塩 加納	熱塩	赤沢－喜多方駅	11.0	月～金	260	4	5	2,340	25,740	6,924
	加納	田中－喜多方駅	10.5	月～金	260	4	5	2,340	24,570	6,609
塩川	東	大原－塩川駅	4.8	月・火・金	156	2	5	1,092	5,242	1,410
	西	下遠田－塩川駅	3.8	月・火・金	156	2	5	1,092	4,150	1,116
山都	中央	いいでの湯－山都駅	13.1	月～金	260	3	4	1,820	23,842	6,413
	蓬萊・三津合	川原田－宮古	11.3	火～金	208	3	3	1,248	14,102	3,794
	朝倉・一郷	沼ノ平－山都駅	10.9	火～金	208	3	3	1,248	13,603	3,659
高郷	揚津	大芦－荻野駅	4.9	火・水・金	156	3	4	1,092	5,351	1,439
	磐見	立岩－荻野駅	4.2	火・水・金	156	3	4	1,092	4,586	1,234
合計									192,608	51,812

出典：喜多方市資料より MRI 作成

図表 44 予約型乗合交通のエリア



出典：喜多方市地域公共交通網形成計画より

## (2) CO2 排出削減量の試算

予約型乗合交通における年間 CO2 排出量の合計は、51,812kg-CO2/年である。

国土交通省資料に基づき、電気自動車化による排出削減効果（小型バス）は 44%との指標が示されている。走行台数を基準に試算ができないため、総走行距離に占める電気自動車での置き換え割合を想定した試算結果を下表に示す。

電気自動車による置き換え割合が 1 割の場合で、2,280kg-CO2/年の削減と試算され、割合が増すごとにその効果は大きくなる。

図表 45 予約型乗合交通における CO2 排出削減量の試算

総走行距離に占める置き換え割合	削減効果 (kg-CO2/年)
1 割	2, 280
2 割	4, 559
5 割	11, 399
8 割	18, 238
10 割	22, 797

### 2.3.5 スクールバスに関する検討

喜多方市では小中学生のためのスクールバスを4地区9便運行している。  
本検討では、このスクールバスを電気自動車化した場合の効果を試算する。

#### (1) CO2 排出量の試算

試算条件は下記のとおり。

- 走行距離：エリアごとの運行ルートを基に地図上で距離を計測し設定
- 走行頻度：走行計画から設定
- CO2 排出量：国土交通省公表資料のうちガソリン小型バス（定員14名）7車種の平均値 269g-CO2/km（JC08モード）

図表 46 スクールバスの運行状況を基にした試算結果

地区	運行ルート・季節等	往復・周回 (概算) (km)	年間 運行日数 (概算) (日)	運行本数 (本/日)		年間 総運行本数 (本)	年間 総走行距離 (概算) (km)	年間 CO2排出量 (kg-CO2)
				登校	下校			
喜多方（入田付）地区		19.6	235	1	2	3	13,818	3,717
塩川（駒形）地区	4～11月	19.3	156	1	2	3	9,032	2,430
	12月～3月	19.3	79	1	3	4	6,099	1,641
山都地区	一号車	20.2	235	1	2	3	14,241	3,831
	二号車	25.2	235	1	2	3	17,766	4,779
	三号車	21.2	235	1	2	3	14,946	4,020
	四号車	19.2	235	1	2	3	13,536	3,641
高郷地区	磐見、塩坪方面	36.2	235	1	1	2	17,014	4,577
	川井、西羽賀、太田賀方面	23.4	235	1	1	2	10,998	2,958
	摂津方面（登校）	39.8	235	1		1	9,353	2,516
	摂津方面（下校）	29.2	235		1	1	6,862	1,846
合計							133,665	35,956

出典) 喜多方市資料より MRI 作成

## (2) CO2 排出削減量の試算

スクールバスにおける年間 CO2 排出量の合計は、35,956kg-CO2/年である。

国土交通省資料に基づき、電気自動車化による排出削減効果（小型バス）は 44%との指標が示されている。走行台数を基準に試算ができないため、総走行距離に占める電気自動車での置き換え割合を想定した試算結果を下表に示す。

電気自動車による置き換え割合が 1 割の場合で、2,280kg-CO2/年の削減と試算され、割合が増すごとにその効果は大きくなる。

予約型乗合交通における CO2 排出削減量の試算

総走行距離に 占める置き換 え割合	削減効果 (kg-CO2/年)
1 割	1, 582
2 割	3, 164
5 割	7, 910
8 割	12, 656
10 割	15, 821

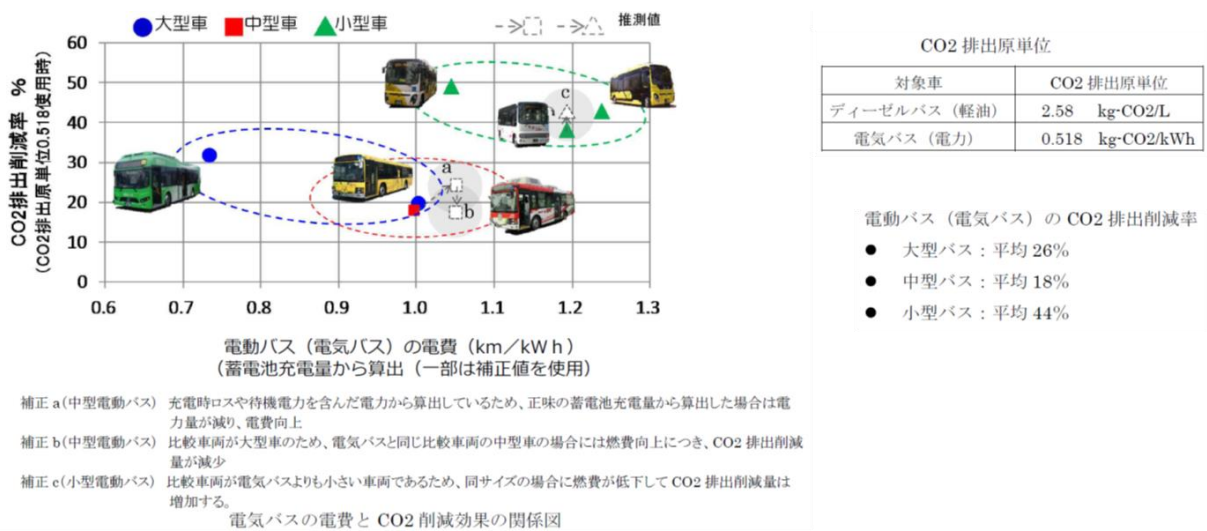
〔参考〕電動バス（電気バス）と既存運行バス（ディーゼル車・ガソリン車）との比較検討に際しての注意点

運行事業者はそれぞれの電力需給方法により電動バス（電気バス）の充電を行っているため、横並びにその他の路線や電動バスとは比較が出来ない。

このため、国土交通省では、使用実態調査により得られた補助事業者の使用実績データをもとに蓄電池充電量から算出した電費と、平成 28 年の全国の一般配電事業者（大手 10 社）の CO2 排出原単位の平均値から算出した CO2 排出削減率の関係をグラフ化し提供している。

このデータを基にすると、比較車両（ディーゼル車）に対して 18～50%の削減率が得られている。ただし、どの車型もサンプル数が少ないため削減率の目安の精度を高めるにはデータ取得台数を増やす必要ありとの課題を有する。

図表 47 国土交通省による電気バス導入ガイドラインで示されている既存交通との比較



(出典：国土交通省「電気バス導入ガイドライン」概要版より引用)

## 2.3.6 本市への適用可能性の検討・課題整理

### (1) 電動バスの導入に際しての評価・効果について

先行事例からの示唆として下記の事項を踏まえた評価が重要である。

#### ①環境調和性、車内環境、運転性能に関する評価

- 地域交通グリーン化事業を活用して導入された電動バスは、既存のディーゼルバスに比べて、環境調和性、車内環境、運転性能に関して以下の評価を得ている。
  - ・ 走行時に CO2 やその他の排出ガスを出さない（PHEV を除く）。
  - ・ 車内の騒音、振動が少ない（乗客、乗務員）。
  - ・ 発進時の加速性、登坂性、走行中の追い越し時の加速性が優れている（乗務員）。

#### ②経済性に関する評価

- 導入事業者の使用実績では、既存のディーゼルバスに比べて、以下のように電動バスの走行費用に対する経済的な優位性があることを示している。
  - ・ 車両購入費用は、既存車両に比べて高価であるが、国等の補助制度を利用するなどして、同等以下の負担に収まっている（車両本体価格の 1/2～1/3 の補助）。
  - ・ 運行費用（燃料油脂費又は充電費用）は、既存車両に比べて 8～44%の削減が期待できる。
  - ・ 車両整備費（車検整備費＋車検以外の整備費用）は、既存車両に比べて 0～55%の削減が期待できる。
  - ・ 充電設備の導入費用は、設置工事等の付帯費用まで含めている事業者があり、設備費用に幅があるが、国等の補助制度を利用して負担を軽減している（充電設備等の 1/2～1/3 の補助）。

#### ③導入台数による電気料金の基本料金への影響

- 電気料金は、基本料金と電力量料金に分かれており、電気バスの導入台数が 1 台の場合、使用電力量にもよるが、基本料金が電力量料金の半分以上を占めることがある。このため電気バスを複数導入することにより 1 台当たりの基本料金が安くなり運行費用を抑えることができる。

#### ④事業運営に寄与する副次的効果

- 導入事業者からあげられた電動バス導入による省エネ、CO2 削減以外の事業運営に寄与する主な副次的効果は、「企業のイメージアップが図られる」、「地域の

イメージアップが図られる」、「観光振興など地域の活性化が図られる」、「従業員の環境意識が向上する」である。

- ▶ 電動バスを運行していることが、環境問題に貢献している企業であるといったイメージアップに繋がっているとの意見が多くあげられている。

### ⑤導入にあたっての独自の工夫

- ▶ 導入事業者が電動バス導入の際に取り組んだ独自の工夫には、バスに地域をイメージしたデザインを施して観光振興や地域おこしなどの広報を行うものや車内に電気バスのメカニズムの説明用のボードを設置するなどの例がある。また、大規模太陽光発電装置に蓄電池付急速充電設備を設置して再生可能エネルギー由来の電気を使用してバスの運行のゼロエミッション化を達成している導入事業者もいる。

## (2) 事業性確保に向けた検討

喜多方市での電動バス導入可能性について、以下の3つのパターンを想定し検討を行った。

図表 48 喜多方市での電動バス導入シナリオ(イメージ)

導入形態	特徴
1. 市による所有	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 市が購入し、委託事業者に貸与等により運行することを想定。</li> <li>• 市所有のため、有利な起債等による購入検討が可能。</li> <li>• 平時は電気自動車として運行し、災害時は蓄電池として活用するという公共的な観点から検討余地あり。</li> </ul>
2. 委託事業者による所有	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現状で市の交通を委託された事業者自らが所有・運行することを想定。</li> <li>• 委託された事業者の資産となるため、委託業務範囲外での活用も可能。</li> </ul>
3. エネルギー会社による所有	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地域の電力を支える企業として、平時は電気自動車として運行し、災害時は蓄電池として活用するという地域貢献を見据えた所有を想定。</li> <li>• 平時の運行は、市を通じて各委託事業者が行うことを想定。</li> </ul>

(注) 所有は、購入・リース等いずれの場合も含む。

## 【共通の課題】

導入を検討するにあたり、共通の課題は「導入コスト」「インフラ」「航続距離」である。

国土交通省「電気バス導入ガイドライン」等での指摘もあるとおり、従来型のディーゼル・ガソリン車と比較し、最も価格差の小さい小型車両でも2倍以下の価格までコストダウンが図られてきているが、導入時の公的補助制度等はしばらく必要とされている。

また、インフラとなる充電ステーションの設置についても費用面と利用頻度について課題がある。市内では自動車販売店等に充電ステーションが設置されており、こうした民間インフラとの連携による普及が不可欠である。

更に、航続距離については、公共交通機関としての利用において重要なポイントである。今回検討した公共交通機関（観光シャトルバス、ぶらりん号、予約型乗合交通、スクールバス）は、いずれも日中の利用に限定されるものの、一回の充電後の稼働時間及び航続距離が長い場合が多い。現在の電気バスの定格航続距離が約30kmとされる現状を踏まえると、充電時間の短縮や、バッテリーそのものを積み替えられる車両を選択するなど、追加的な対策も視野に導入検討を行うことが必要である。

## 【導入形態毎の課題等】

### ① 市による所有

公共交通用車両として市が購入し、委託事業者に貸与等により運行するケース。

- 市所有のため、有利な起債等による購入検討が可能。
- 市所有であることから、公共的な価値を説明できるような位置づけ等が求められる。  
例）平時は電気自動車として運行し、災害時は蓄電池として活用するという公共的な観点から検討余地あり。
  - ・・・電気バスの定格航続距離 30km を前提とした場合交通計画上の位置づけは限定的。一方で、「環境面」「小中学生への啓発」「持続可能な社会形成」「非常時の電源確保」など副次的な価値が位置づけ可能であるか検討の余地あり。

### ② 委託事業者による所有

公共交通を委託された事業者自らが所有・運行するケース。

- 各社の資産であり、既存の委託業務と同じ契約条件とした場合には、委託業務範囲外での活用も可能。
- 企業経営として、昨今の潮流に鑑み、環境対応に積極的な企業であることを PR 可能。
- 公的補助等、適切な支援を行うことで事業者と行政（市）が負担を分担。
  - ・・・各社の経営判断によるところが大。前述のとおり、充電ステーションについては既存の自動車販売店等との優先連携を前提とするなど公共交通を担う事業者としての参入容易化といった施策も有効。

### ③ エネルギー会社等による所有

地域の電力を支える企業として、平時は電気自動車として運行し、災害時は蓄電池として

活用するといった地域貢献を見据えた所有のケース。

- ▶ 平時の運行は、行政（市）を通じて各委託事業者が行うことを想定。エネルギー会社等は車両の利用料収入を見込む。
- ▶ 災害時には、非常用電源として市域の必要な個所（指令センター、避難所など）に配置し、エネルギー会社として貢献可能。
- ▶ 交通行政だけでなく、災害に備えるという公的側面に鑑み、公的補助等適切な支援を行うことで事業者と行政（市）が負担を分担。

### 【各項目における課題】

検討対象とした公共交通機関（観光シャトルバス、ぶらりん号、予約型乗合交通、スクールバス）は、前述のとおり、一回の充電後の稼働時間及び航続距離が長く、現在の電気バスの定格航続距離が約 30km を踏まえると、充電時間の短縮や、バッテリーそのものを積み替えられる車両の選択などが必要となる。

また、下表のとおり、CO2 排出削減効果については、単独車両かつ季節限定運航となる「観光シャトルバス」「ぶらりん号」では削減効果は限定的である一方で、複数車両かつ通年運航となる「予約型乗合交通」「スクールバス」では導入割合にもよるが約 1 割の置換で観光シャトルバスの削減効果と同等の効果が見られるという試算結果である。

市公共交通における PR プロモーションの観点からは、「観光シャトルバス」「ぶらりん号」は単独車両運行であり、置き換えできればそのまま CO2 排出削減効果を発揮・アピールできるという点で大変有効と考えられる。

一方で、交通弱者や小中学生に対してという観点から、「予約型乗合交通」「スクールバス」について、費用面から一部置換に留まるものの、走行頻度及び走行距離等の観点から一定程度の CO2 排出削減効果が見込まれ、大変有効である。

図表 49 検討対象とした公共交通機関（観光シャトルバス、ぶらりん号、予約型乗合交通、スクールバス）の CO2 排出削減効果の総括表

項目	車両	総走行距離 km/年	CO2排出原単位 g-CO2/km	CO2排出量 kg-CO2/年	CO2排出削減率 %	CO2排出削減量 kg-CO2/年						
A. 観光シャトルバス	大型	8,550	568	4,856	26	1,263						
B. ぶらりん号	中型	3,300	289	954	18	172						
							導入割合（想定）					
							10%	20%	50%	80%	100%	
C. 予約型乗合交通	小型	192,608	269	51,812	44		2,280	4,559	11,399	18,238	22,797	
D. スクールバス	小型	133,655	269	35,953	44		1,582	3,164	7,910	12,656	15,819	
							市内 CO2排出削減合計 (A+B+C+D)	5,296	9,158	20,743	32,328	40,051

## 〔参考〕 補助事業について

運輸部門 CO2 排出量の約 3 割を占める貨物車・バス由来の CO2 排出量を削減するため、補助対象車両として事前登録された最も燃費性能のよいトラック・バス（電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、ハイブリッド自動車）の導入に要する経費の一部を補助。

補助対象車両(※1)	補助率
電気トラック・バス(※2)	標準車との差額(※5)の 2/3
プラグインハイブリッドバス(※3)	標準車との差額(※5)の 2/3
ハイブリッドトラック・バス(※4)	標準車との差額(※5)の 1/2
充電設備	上記車両と一体的に導入する設備について、導入費用の 1/2

※1 公益財団法人日本自動車輸送技術協会ホームページ内「電動化対応トラック・バス導入加速事業の公募」のページから、事前登録された補助対象車両一覧に記載された車両が対象。

※2 車両総重量 2.5t 超のトラック又は乗車定員 11 人以上の自家用バスが対象

※3 乗車定員 11 人以上の自家用バスが対象

※4 車両総重量 12t 超の事業用トラック、同 2.5t 超の自家用トラック又は乗車定員 11 人以上の自家用バスが対象

※5 同規模かつ同等仕様の最新燃費基準に適合したディーゼル自動車の価格と補助金申請自動車の価格の差額

## 2.4 民間企業等のバイオマス由来熱利用時の事業化可能性調査

市内での熱利用として、冬季間に電気暖房（エアコン）を利用している民間企業等がバイオマス由来の熱利用に切り替えた場合の事業化可能性を調査した。

### 2.4.1 調査対象とした民間企業・施設について

喜多方市内に存する従業員 30 名以上の事業所 10 件を調査対象とした。

図表 50 調査対象施設と訪問日一覧

分類	施設名	訪問日
工場	A社	2020年1月
	B社	2020年1月
	C社	2020年1月
	D社	2020年1月
	E社	2020年1月
	F社	2020年1月
	G社	2020年1月
医療・福祉	H法人	2020年1月
	I法人	2020年1月
	J法人	2020年1月

### 2.4.2 調査項目及び内容

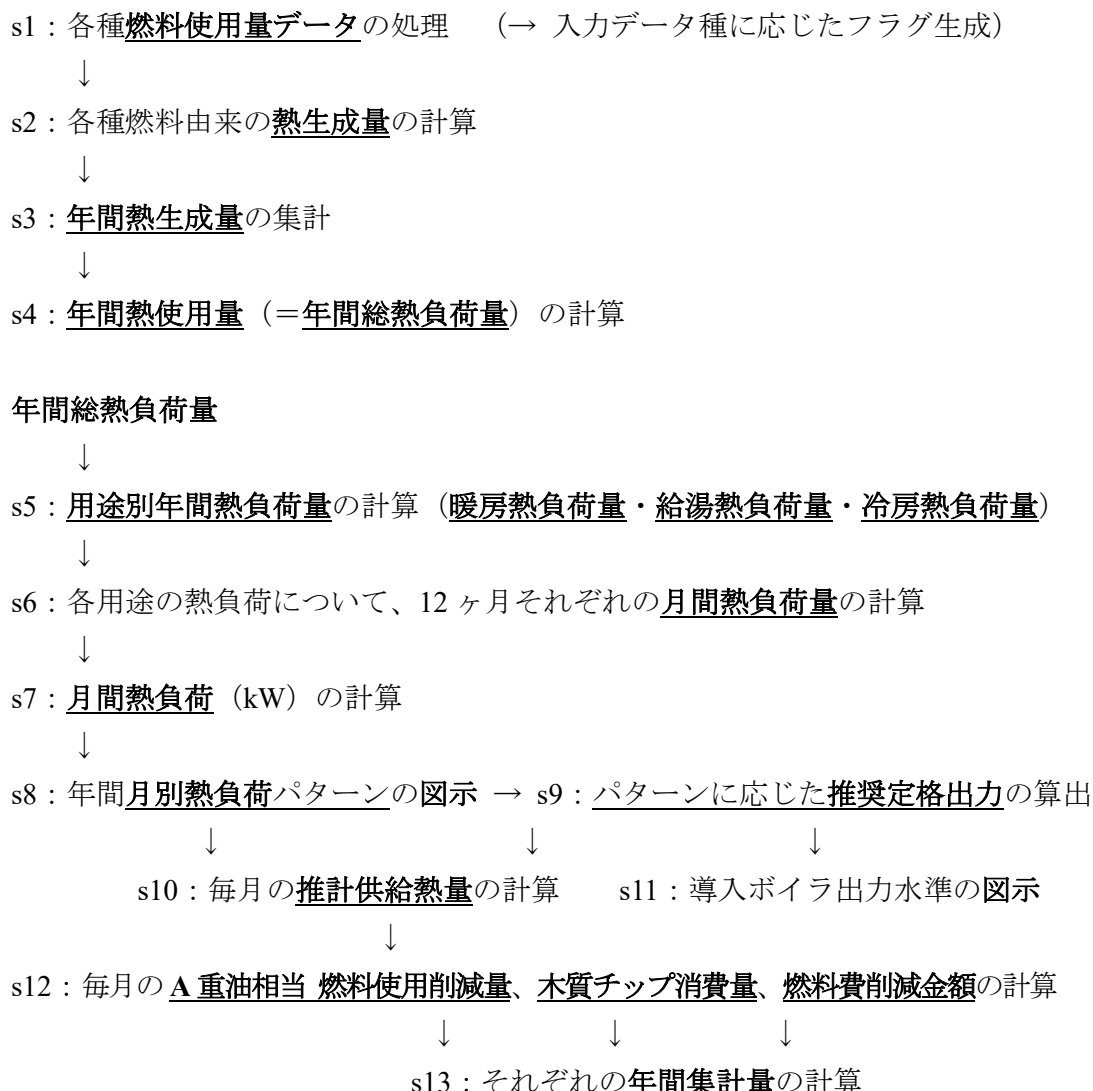
以下（1）～（3）についてヒアリング調査を実施した。

- （1）施設の概況（規模・延床面積、従業員数・利用者数、使用時間（日あたり、年間））
- （2）電気利用の概況（電気設備全般）
  - ①主な電気設備（設備名称・緒元、用途、稼働時間（日あたり、年間））
  - ②年間及び月毎の電気使用量（直近3年程度の過去の実績データ）
  - ③電気利用に係るコスト（年間：可能な範囲で）
- （3）熱利用（主にボイラによる給湯など）の概況
  - ①主な熱設備（設備名称・緒元、用途、稼働時間（日あたり、年間））
  - ②年間及び月毎の熱使用量（直近3年程度の過去の実績データ）
  - ③熱利用に係る燃料（A 重油、灯油、LPG など）及びコスト（年間：可能な範囲で）

## 2.4.3 電気・燃料使用量に関する算出方法・根拠

### (1) 各種データ算出方法の全体概要

<全体の流れ> ※s1～13：計算ステップ 1～13



### (2) 各計算ステップの説明

前項に示した各種データの算出方法について、計算ステップ毎に説明する。

s1：各種燃料使用量データの処理、および入力データ種に応じたフラグの生成

計算準備として、入力された A 重油使用量データから年間 A 重油総使用量（L/年）を集計し、この値に A 重油の低位発熱量 37.1（MJ/L）および 3.6（kWh/MJ）を乗じて、年間 A 重油総使用量（kWh/年）を計算する。

年間 A 重油総使用量（kWh/年）＝年間 A 重油総使用量（L/年）×低位発熱量 37.1（MJ/L）× 3.6（kWh/MJ）

s2 : 各種燃料由来の熱生成量の計算

その他のエネルギー使用量の欄に入力された燃料使用量データから、それぞれの年間総使用量 (L or Nm<sup>3</sup>、および kWh) を計算するとともに、毎月の熱生成量 (kWh) についても、各種燃料の低位発熱量に基づいて計算する。

$$\text{灯油の熱生成量 (kWh/年)} = \text{使用量 (L/年)} \times \text{低位発熱量 34.9 (MJ/L)} \times 3.6 \text{ (kWh/MJ)}$$

$$\text{LPG の熱生成量 (kWh/年)} = \text{使用量 (Nm}^3\text{/年)} \times \text{低位発熱量 93 (MJ/Nm}^3\text{)} \times 3.6 \text{ (kWh/MJ)}$$

$$\text{都市ガスの熱生成量 (kWh/年)} = \text{使用量 (Nm}^3\text{/年)} \times \text{低位発熱量 41.7 (MJ/Nm}^3\text{)} \times 3.6 \text{ (kWh/MJ)}$$

毎月の燃料使用量が判らず年間総使用量のみが入力されている場合は、s6 において年間燃料総使用量→年間総熱生成量→月間熱負荷量の換算を行い、毎月の熱負荷量を推計する（後に詳述）。

s3 : 年間熱生成量の集計

年間 A 重油総使用量 (kWh/年)、灯油の年間総使用量 (kWh/年)、LPG の年間総使用量 (kWh/年)、および都市ガスの年間総使用量 (kWh) を合算して、年間熱生成量 (kWh/年) を計算する。

s4 : 年間熱使用量 (=年間総熱負荷量) の計算

s3 で得られた年間熱生成量 (kWh) が一般的な A 重油ボイラにより生成されたと仮定し、ボイラ熱効率を考慮して実際に調査対象施設で使用された熱量である年間熱使用量 (=年間総熱負荷量) を計算する。ここでは一般的な A 重油ボイラの熱効率として 80% (0.8) を用いた。

$$\text{年間熱使用量 (kWh/年)} = \text{年間熱生成量 (kWh/年)} \times 0.8$$

s5 : 年間総熱負荷量からの用途別年間熱負荷量の計算

(暖房熱負荷量・給湯熱負荷量・冷房熱負荷量)

s4 で得られた年間熱使用量 (kWh/年) について、ヒアリングシートに入力された施設の規模および用途と、熱利用の用途パターンとに応じて、それぞれの用途別の熱負荷量 (暖房熱負荷量、給湯熱負荷量、冷房熱負荷量) がどれだけであったかを推計する。

本ツールにおける施設の用途は、業務施設、商業施設、宿泊施設、医療施設の 4 種類とした。また熱用途パターンは、給湯のみ、暖房のみ、給湯+暖房、暖房+冷房、給湯+暖房+冷房の 5 種類とした。

年間熱使用量からの暖房熱負荷量、給湯熱負荷量、および冷房熱負荷量の推計は以下 I～Vの方法により推計する。

### I. 暖房/給湯/冷房それぞれの推計熱需要量の算出

まず施設の延床面積および用途から、その施設における暖房/給湯/冷房それぞれの熱需要量を推計した上で、総熱負荷量におけるそれぞれの比率を算出する。

施設の延床面積からの暖房/冷房熱負荷量の推計は、下図に示す「建物用途別の年間冷暖房負荷原単位 (W/m<sup>2</sup>)」に基づいて以下のように算出した。

$$\text{年間冷房/暖房熱負荷量 (kWh/年)} = \text{延床面積 (m}^2\text{)} \times \text{年間冷暖房負荷原単位 (kWh/ m}^2\text{・年)}$$

図表 51 建物用途別・年間冷暖房負荷原単位 (kWh/ m<sup>2</sup>・年)

建物用途	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冷房	81.4	145.3	116.3	93.0
暖房	36.0	40.7	93.0	86.0

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

同様に、施設の延床面積からの給湯熱負荷量の推計は、下に示す「建物用途別の年間給湯負荷原単位 (W/m<sup>2</sup>)」に基づいて以下のように算出した。

$$\text{年間給湯熱負荷量 (kWh/年)} = \text{延床面積 (m}^2\text{)} \times \text{年間給湯負荷原単位 (kWh/ m}^2\text{・年)}$$

図表 52 建物用途別・年間給湯負荷原単位 (kWh/ m<sup>2</sup>・年)

建物用途	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
年間給湯負荷	2.6	26.7	93.0	93.0

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

### II. 地域係数の反映

I で得られた年間暖房/給湯/冷房熱負荷量は、「東京」における推計値であり、外気温や給水温度の影響を受けるため、地域により異なる。そこで日本全国の地域毎の相違を踏まえた補正を行う。

冷暖房負荷の地域係数、給湯負荷の地域係数の算出方法を示す。

図表 53 冷暖房負荷の地域区分と地域係数

		冷房		暖房	
北海道	稚内	0.75	0.8	1.48	1.5
	旭川	0.86		1.69	
	根室	0.68		1.44	
	札幌	0.79		1.46	
	函館	0.84		1.42	
東北 長野県	青森	0.88	0.9	1.29	1.3
	秋田	0.93		1.2	
	仙台	0.89		1.13	
	松本	0.93		1.26	
北陸 山梨県	新潟	0.98	1	1.04	1.1
	金沢	0.95		1.05	
関東 静岡県	前橋	0.97		1.04	1
	甲府	0.95		1.09	
東海 近畿 中国 四国	名古屋	1.02		0.96	
	京都	1		1.04	
	米子	1.01		1.02	
	広島	0.97		1	
	大阪	1.03		0.96	
	高知	0.96		0.88	
九州	福岡	1.04		0.95	
	熊本	1.02	1		
	長崎	1.02	0.93		
	宮崎	1.02	0.9		
	鹿児島	1.02	0.94		
沖縄	那覇	1.12	1.1	0.47	0.5

※出典：(社)日本地域冷暖房協会 (現(社)都市環境エネルギー協会) 発行  
 【地域冷暖房技術手引書】「冷暖房熱負荷簡易計算法 HASS112 空気  
 調和・衛生工学会規格」

図表 54 年間給湯負荷の地域係数の算出方法

地点	①				②	③
	TA 年平均外気 温 (°C)	a	b	THS 月平均給水 温度(°C)	給湯温度60 (°C) - THS	地域係数
札幌	8.12	0.6639	3.466	8.86	51.14	1.16
仙台	11.99	0.6054	4.515	11.77	48.23	1.09
新潟	13.13	0.8660	1.665	13.04	46.96	1.06
名古屋	14.78	0.7272	3.361	14.11	45.89	1.04
東京	15.64	0.8516	2.473	15.79	44.21	1.00
大阪	16.28	0.8851	3.189	17.60	42.40	0.96
福岡	16.19	0.8075	3.342	16.42	43.58	0.99
鹿児島	16.90	0.6921	7.167	18.86	41.14	0.93
高知	16.23	0.9223	2.907	17.88	42.12	0.95

※ 地域係数の算出

①月平均給水温度の算出

月平均給水温度は、以下の式により算出した。

$$THS = a \times TA + b \quad \text{----- 式 2-35}$$

THS : 平均給水温度 (°C)

TA : 建物地域の平均気温

a : 建物地域によって決まる換算係数

b : 建物地域によって決まる換算係数

出典：建築物の省エネルギー基準と計算の手引き 性能基準 (PAL/CEC) \_IBEC

②給湯温度と給水温度の差の算出

給湯温度を 60°Cとした場合、①で求めた THS (月平均給水温度) との差を算出した。

③地域係数の算出

②で求めた値のうち、「東京」の値を基準とし、その他の地域の割合を求め、その値を地域係数とした。

これらのそれぞれの係数をそれぞれの熱負荷量に乗じて、年間地域別暖房/給湯/冷房熱負荷量を算出する。

年間地域別暖房熱負荷量 (kWh/年) = 年間暖房熱負荷量 (kWh/年) × 暖房地域係数

年間地域別給湯熱負荷量 (kWh/年) = 年間給湯熱負荷量 (kWh/年) × 給湯地域係数

年間地域別冷房熱負荷量 (kWh/年) = 年間冷房熱負荷量 (kWh/年) × 冷房地域係数

### III. 推計年間熱負荷量の算出

II で得られた年間地域別暖房/給湯/冷房熱負荷量について、施設の熱用途パターンに応じて集計し、推計年間熱負荷量 (kWh/年) を算出する。

推計年間熱負荷量 (kWh/年) = 年間地域別暖房熱負荷量 + 年間地域別給湯熱負荷量 + 年間地域別冷房熱負荷量

### IV. 推計年間熱負荷量における暖房/給湯/冷房熱負荷量の比率の算出

III で得られた推計年間熱負荷量と年間地域別暖房/給湯/冷房熱負荷量とから、調査対象施設の年間総熱負荷量に占める暖房/給湯/冷房の熱負荷量の比率がそれぞれ求められる。

暖房熱負荷比率 = 年間地域別暖房熱負荷量 (kWh/年) ÷ 推計年間熱負荷量 (kWh/年)

給湯熱負荷比率 = 年間地域別給湯熱負荷量 (kWh/年) ÷ 推計年間熱負荷量 (kWh/年)

冷房熱負荷比率 = 年間地域別冷房熱負荷量 (kWh/年) ÷ 推計年間熱負荷量 (kWh/年)

### V. 年間熱使用量から得られる暖房/給湯/冷房熱負荷量の推計

IV で得られた暖房/給湯/冷房熱負荷比率を s4 で得られた年間熱使用量に乗じることで、調査対象施設における暖房/給湯/冷房熱負荷量が推計される。

暖房熱負荷量 (kWh/年) = 年間熱使用量 (kWh/年) × 暖房熱負荷比率

給湯熱負荷量 (kWh/年) = 年間熱使用量 (kWh/年) × 給湯熱負荷比率

冷房熱負荷量 (kWh/年) = 年間熱使用量 (kWh/年) × 冷房熱負荷比率

尚、ヒアリングにより燃料使用量のデータが得られず、施設の規模に関するデータのみが得られた場合は、III で得られた推計年間熱負荷量を年間熱使用量の代替データとして用いる。

また施設用途が「宿泊施設」である場合のみ、施設の規模データとして「延床面積」が得られなくても、「室数」または「定員数」のデータがあれば「延床面積」を推計することで対象施設の熱需要を推計することができる。

延床面積の推計方法は以下の通りである。

まず対象宿泊施設の属性として「旅館」または「ホテル」を選択し、その施設の室数と定員数とから、下表のデータを参照して「推計延床面積」をそれぞれ算出する。室数と定員数の両方のデータがある場合は、双方から算出される「推計延床面積」のうち値の大きな方を採用した。

図表 55 宿泊施設の建物面積効率(平成 25 年データ)

(客室規模)	大旅館 100以上	中旅館 31-99	小旅館 30以下	(旅館) —	ホテル —
1室当り 延べ面積(m <sup>2</sup> )	143	145	119	142	55
定員1人当り 延べ面積(m <sup>2</sup> )	34.9	31.5	28.2	32.9	31.0

※出典：「平成 26 年度 営業状況等統計調査」一般社団法人日本旅館協会

s6：各用途の熱負荷について、12 ヶ月それぞれの月間熱負荷量の計算

s5 で得られた暖房/給湯/冷房熱負荷量のそれぞれについて、月別の負荷パターンを参照し、毎月の月間熱負荷量を算出する。

月間暖房熱負荷量 (kWh) = 暖房熱負荷量 (kWh) × 月別暖房負荷率

月間給湯熱負荷量 (kWh) = 給湯熱負荷量 (kWh) × 月別給湯負荷率

月間冷房熱負荷量 (kWh) = 冷房熱負荷量 (kWh) × 月別冷房負荷率

月別暖房/給湯/冷房負荷率をそれぞれ示す。

図表 56 月別暖房負荷率(%)

期間	月	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冬期	1月	25.93	32.8	20.54	27.49
	2月	22.79	29.64	17.87	21.2
	3月	17.66	15.87	14.41	19.92
中間期	4月	4.27	0	12.48	2.67
	5月	0	0	3.07	0
夏期	6月	0	0	0	0
	7月	0	0	0	0
	8月	0	0	0	0
	9月	0	0	0	0
中間期	10月	0	0	0	0
	11月	7.98	0	12.77	8.65
冬期	12月	21.37	21.69	18.86	20.07
合計		100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

図表 57 月別給湯負荷率(%)

期間	月	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冬期	1月	13.79	7.66	10.14	9.51
	2月	17.24	8.02	10.07	9.98
	3月	13.79	9.17	9.51	10.05
中間期	4月	10.34	9.07	8.65	9.85
	5月	6.9	7.83	7.78	8.09
夏期	6月	3.45	7.26	7.33	7.88
	7月	3.45	7.99	7.33	7.13
	8月	3.45	7.84	6.23	5.54
	9月	3.45	8.12	7.02	5.76
中間期	10月	6.9	7.62	7.58	7.88
	11月	6.9	9.07	8.72	8.19
冬期	12月	10.34	10.35	9.64	10.14
合計		100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

図表 58 月別冷房負荷率(%)

期間	月	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冬期	1月	0	0	1	0
	2月	0	1.21	0.91	0
	3月	0	2.83	3.11	0
中間期	4月	0	4.05	3.89	0
	5月	3.92	8.91	7.56	2.53
夏期	6月	15.67	12.63	14.06	5.85
	7月	27.63	19.29	21.42	19.36
	8月	30.72	20.81	24.77	45.82
	9月	19.79	13.68	14.96	21.95
中間期	10月	2.27	10.93	5.18	4.49
	11月	0	3.64	2.14	0
冬期	12月	0	2.02	1	0
合計		100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

#### s7：月間熱負荷（kW）の計算

s6 で得られた月間暖房/給湯/冷房熱負荷量のそれぞれについて、その月の時間数で割ることにより、月間熱負荷率（kW）を算出する。

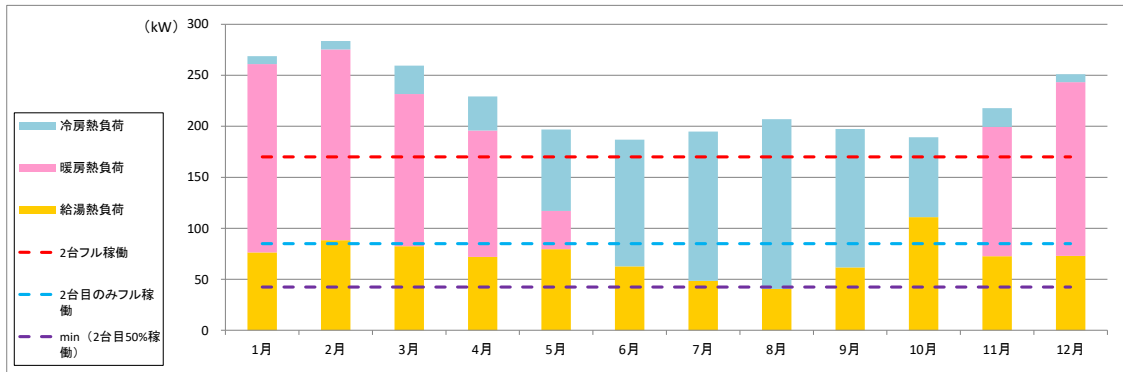
月間暖房熱負荷率（kW）＝月間暖房熱負荷量（kWh）÷その月の時間数（hr）

月間給湯熱負荷率（kW）＝月間給湯熱負荷量（kWh）÷その月の時間数（hr）

月間冷房熱負荷率（kW）＝月間冷房熱負荷量（kWh）÷その月の時間数（hr）

#### s8：年間月別熱負荷パターンの図示

s7 で得られた月間暖房/給湯/冷房熱負荷率（kW）を年間の熱負荷パターンとして「概算結果表示（導入）」シートに図示する。暖房熱負荷をピンク色、暖給湯熱負荷を橙色、冷房熱負荷を水色で図示している。図示例を下図に示す。図中に示されている3つの点線「2台フル稼働」、「1台フル稼働」、「min（1台50%稼働）」については、s11において詳述する。



図表 59 年間月別熱負荷パターンの図示例

s9 : パターンに応じた**推奨定格出力**の算出

s7 で得られた月間暖房/給湯/冷房熱負荷率を合計した値である月間熱負荷率 (kW) に基づき、熱供給事業導入時の事業採算性を考慮して、推奨ボイラ定格出力 (=「推奨定格出力」) を算出する。算出方法は以下の通りである。

◎対象施設の熱用途が「給湯のみ」、「給湯+冷房」、または「暖房+給湯+冷房」である場合 (→対象施設における熱負荷率の変動が小さなケース)

「推奨定格出力」の導出方法 :

$$\{ (\text{「月間熱負荷率」の年間平均値}) \div 2/3^{*\text{注1}} \} \div 0.85^{*\text{注2}} \cdots \alpha$$

$$(\alpha \text{ を } 100 \text{ で割った数値の整数部}) \times 50 = \text{「推奨定格出力」 (kW)}$$

◎対象施設の熱用途が「暖房のみ」、または「暖房+給湯」である場合 (→対象施設における熱負荷率の変動が大きなケース)

「推奨定格出力」の導出方法 :

$$\{ (\text{「月間熱負荷率」の年間平均値}) \div 1/2^{*\text{注1}} \} \div 0.85^{*\text{注2}} \cdots \beta$$

$$(\beta \text{ を } 100 \text{ で割った数値の整数部}) \times 50 = \text{「推奨定格出力」 (kW)}$$

※注1 : 数値「1/2」及び「2/3」は、先行事例である「もりもりバイオマス株式会社 (福井県あわら三国地域)」への木質バイオマスボイラ稼働実績に関するヒアリング結果に基づいて採用した。

※注2 : 木質バイオマスボイラの熱利用効率として標準的な値 : 85%を採用した。

s10：毎月の推計供給熱量の計算

s9で算出された推奨定格出力のボイラを2基導入した場合に、対象施設に供給可能な熱量を計算する。s9の注2に示した通り、木質バイオマスボイラの熱効率として85%を採用しているため、供給可能な熱量率の最大値は以下の通りである。

$$\text{月間最大供給可能熱量率 (kW)} = \{\text{推奨定格出力 (kW)} \times 2\} \times 0.85$$

対象施設の熱需要 (kW) が上記の月間最大供給可能熱量率 (kW) を下回る月においては、対象施設の熱需要が供給可能な熱量率の上限となる。従って、熱供給事業導入時の毎月の推計供給熱量 (kWh/月) は、以下のように算出される。

推計供給熱量 (kWh/月)

$$= (\text{対象施設の熱需要と月間最大供給可能熱量率のうち小さな方の値}) \\ \times \text{当月の時間数 (hr)}$$

s11：導入ボイラ出力水準の図示

s9で算出された推奨定格出力に基づいて、s8で図示した年間月別熱負荷パターンの上に、熱供給事業導入時のボイラ稼働に関する出力水準を図示する。図示する出力水準は、以下の3つである。

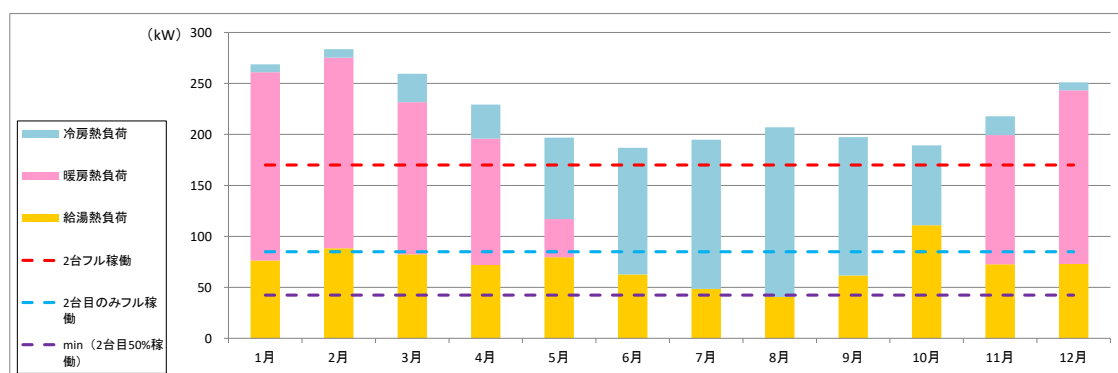
「2台フル稼働」：推奨定格出力のボイラ2台をフル稼働させた場合の供給可能熱量率 (kW) = 月間最大供給可能熱量率 (kW)

「1台フル稼働」：ボイラ1台のみをフル稼働させた場合の供給可能熱量率 (kW) = 月間最大供給可能熱量率 (kW) ÷ 2

「min (1台50%稼働)」：ボイラ1台のみを定格の50%で稼働させた場合の供給可能熱量率 (kW) = 月間最大供給可能熱量率 (kW) ÷ 4

尚、「min (1台 50%稼働)」における稼働率 50%という数値は、木質バイオマスボイラを継続稼働させる際の最小出力レベルとして設定したものである。実際のボイラでは 50%以下の出力レベルでも継続稼働可能なものもあるが、低出力時は熱利用効率が低下する。またボイラに所定の出力より熱需要が低下した際には、ボイラは間欠運転となるため更に熱利用効率が低下する。熱供給事業導入時の事業採算性を考慮し、本ツールでは仕様として最小継続稼働可能な出力レベルを 50%とし、対象施設の熱需要との比較に用いることとした。

図示例を下図に示す。熱供給事業の導入を検討する際には、「2台フル稼働」の赤点線と「min (1台 50%稼働)」の紫点線との間に、対象施設の熱需要水準が収まるように導入ボイラの定格出力を定めることが望ましい。



図表 60 導入出力水準の図示例

s12: 毎月の **A 重油相当 燃料使用削減量**、**木質チップ消費量**、**燃料費削減金額**の計算

s10 で算出された毎月の推計供給熱量について、この熱量が全て木質バイオマスボイラから供給されるものとし、毎月の A 重油相当燃料使用量削減量、木質チップ消費量、および燃料費削減金額は、以下のように算出した。

$$\begin{aligned}
 & \text{A 重油相当 燃料使用削減量 (L/月)} \\
 & = \text{推計供給熱量 (kWh/月)} \times 3.6 \text{ (MJ/kWh)} \\
 & \qquad \qquad \qquad \div 37.1 \text{ (MJ/L : A 重油の低位発熱量)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{木質チップ消費量 (トン/月)} \\
 & = \text{推計供給熱量 (kWh/月)} \times 3.6 \text{ (MJ/kWh)} \\
 & \qquad \qquad \qquad \div 9.56 \text{ (MJ/kg : 木質チップ単位発熱量@35\%WB)} \times 1/1000 \text{ (トン/kg)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{燃料費削減金額 (円/月)} \\
 & = (\text{A 重油相当 燃料使用削減量} \times \text{A 重油購入単価}) \\
 & \qquad \qquad \qquad - (\text{木質チップ消費量} \times \text{木質チップ購入単価})
 \end{aligned}$$

尚、木質チップの購入単価は、デフォルト値として ¥13,000/ton (供給業者事業者ヒアリング値より設定) を採用し、A 重油の購入単価は、デフォルト値として 82.0 円/L を採用し

た。

※A 重油価格は、資源エネルギー庁「石油製品価格調査」のうち、2018年12月から2019年11月の産業用A重油価格（小型ローリー）平均値。

また木質チップの含水率は、デフォルト値として35%-WB（湿量基準含水率）を採用したが、「概算結果表示（導入）」シートの数値入力部に0～50の間で任意の数値を入力することにより、入力した湿量基準含水率の木質チップを用いた場合の試算結果を得ることができると。任意の湿量基準含水率の木質チップの単位発熱量（低位発熱量）は、以下の式により算出した。

$$\text{木質チップ単位発熱量（低位発熱量：kcal/kg）} \quad \text{※有効数字3桁・端数切捨} \\ = \{-55.75 \times (\text{湿量基準含水率：WB-\%})\} + 4238$$

※出典：全国木材チップ工業連合会「木材チップ等原料転換型事業調査・分析事業報告書」

s13：それぞれの年間集計量の計算

s12で算出された毎月の各数値を年間積算することで、それぞれの年間集計量を算出した。尚、「概算結果表示（導入）」シートの上部各欄に表示される各数値は、有効数字3桁・端数切捨で表示している。

年間供給熱量の上限（kWh/年）

$$\rightarrow \text{毎月の供給可能な熱量} \{ \text{推奨定格出力 (kWh)} \times 2 \times 0.85 \times \text{月間時間数 (hr)} \} \\ \text{を年間積算した数値}$$

年間熱需要量（kWh/年）＝推計年間熱負荷量（kWh/年）

推計年間供給熱量（kWh/年）

$$\rightarrow \text{毎月の推計供給熱量 (kWh/月)} \text{を年間積算した数値}$$

木質チップ年間消費量（トン/年）

$$\rightarrow \text{毎月の木質チップ消費量 (トン/月)} \text{を年間積算した数値}$$

年間燃料費削減額（円/年）

$$\rightarrow \text{毎月の燃料費削減金額 (円/月)} \text{を年間積算した数値}$$

### (3) A 重油換算

本業務内においては、電気、LPG、灯油全てを A 重油に換算した後に算出を行った。換算には、資源エネルギー庁「エネルギー等の使用の合理化等に関する省エネ法概要」の「エネルギー使用量（原油換算値）簡易計算表」の値を用い、以下の通り求めた。

#### (1) 電気

利用電力量 (kWh)  $\times 0.092$  ※

※電気は 1kWh あたり 9.97MJ の熱量となり、A 重油 は 1L で 39.1MJ (=10.86kWh, 1kWh =3.6MJ で換算) なので、電気 1kWh に必要な A 重油量は 0.092L となる。

#### (2) 灯油

利用灯油量 (L)  $\times 0.94$  ※

※灯油は 1L あたり 36.7MJ の熱量、A 重油は 1L あたり 39.1MJ の熱量となる。したがって、下記式の通りとなる。

$$\text{灯油 } 36.7\text{MJ/L} \div \text{A 重油 } 39.1\text{MJ/L} \doteq 0.94$$

#### (3) LPG

利用 LPG 量 (kg)  $\times 1.3$  ※

※LPG は 1kg あたり 50.8MJ の熱量、A 重油は 1L あたり 39.1MJ の熱量となる。したがって、下記式の通りとなる。

$$\text{LPG } 50.8\text{MJ/kg} \div \text{A 重油 } 39.1\text{MJ/L} \doteq 1.3$$

なお、頂いたデータの単位が体積 (m<sup>3</sup>) の場合、1m<sup>3</sup>を 1/458ton とした。

## 2.4.4 調査・分析結果

### (1) A社 製造業

#### 《施設概要》

- 延床面積：7,176m<sup>2</sup>
- 従業員数：142名
- 1日あたり稼働時間：10時間
- 年間稼働時間：2,550時間

#### 《分析結果》

- 木質ボイラ規模：290kW
- 年間燃料費削減額：16,200,000円/年

推奨ボイラ一定格出力	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
290 kW	360 日	業務施設	給湯+暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	2,120,000 kWh
推計年間供給熱量	2,110,000 kWh
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	99 %

年間熱需要量	3,300,000 kWh
木質チップ年間消費量	935.0 トン
年間燃料費削減額	¥16,200,000 円

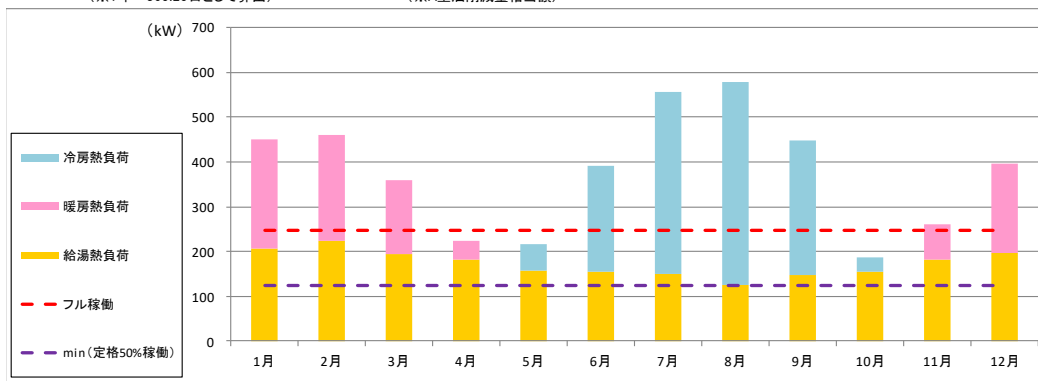
木質チップ購入価格	13,000 円/トン
木質チップ含水率(WB)	35.0 %

A重油購入価格	80.2 円/L
---------	----------

※デフォルト値: ¥77.8

(※1年=365.25日として算出)

(※A重油削減量相当額)



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷 (kW)	0	0	0	0	58	238	406	452	301	33	0	0	Ave. 124
暖房熱負荷 (kW)	243	235	166	41	0	0	0	0	0	0	77	201	Ave. 80
給湯熱負荷 (kW)	206	225	193	182	158	154	149	127	148	154	183	196	Ave. 173
総熱負荷 (kW)	450	460	359	223	216	392	555	578	448	188	261	397	3,305,507 kWh
A重油相当削減量 (L)	30,789	30,789	30,789	26,983	26,962	30,789	30,789	30,789	30,789	23,424	30,789	30,789	354,467
木質チップ消費量 (トン)	81.2	81.2	81.2	71.2	71.1	81.2	81.2	81.2	81.2	61.8	81.2	81.2	935
燃料費削減金額 (円)	¥1,413,019	¥1,413,019	¥1,413,019	¥1,238,366	¥1,237,390	¥1,413,019	¥1,413,019	¥1,413,019	¥1,413,019	¥1,075,040	¥1,413,019	¥1,413,019	¥16,267,963

図表 61 A社 分析結果

## (2) B社 製造業

### 《施設概要》

- 対象施設：A工場
- 施設面積：2,900m<sup>2</sup>
- 使用エネルギー源：電気
- 用途：冷房、暖房

### 《分析結果概要》

- 木質ボイラ規模：30kW
- 年間燃料費削減額：1,460,000 円/年

推奨ボイラ定格出力	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
30 kW	360 日	業務施設	暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	220,000 kWh
推計年間供給熱量	189,000 kWh
木質ハイオマスボイラ年平均稼働率	86 %

年間熱需要量	444,000 kWh
木質チップ年間消費量	84.0 トン
年間燃料費削減額	¥1,460,000 円

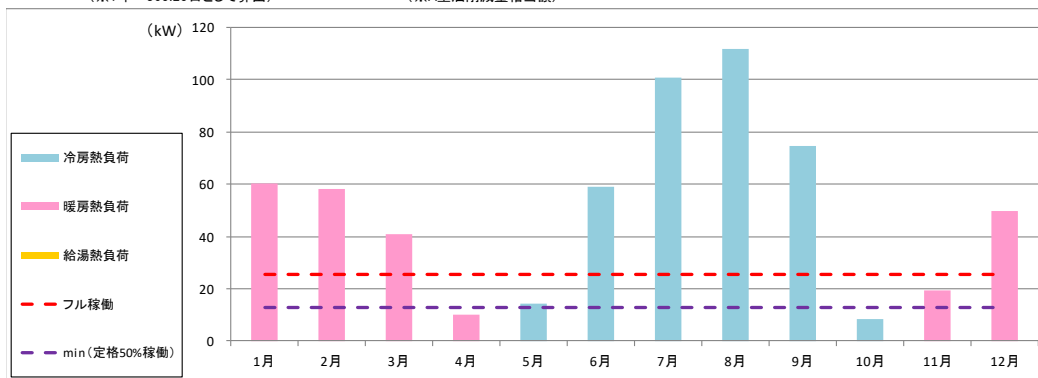
木質チップ購入価格	13,000 円/トン
木質チップ含水率(WB)	35.0 %

A重油購入価格	80.2 円/L
---------	----------

※デフォルト値: ¥77.8

(※1年=365.25日として算出)

(※A重油削減量相当額)



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷 (kW)	0	0	0	0	14	59	101	112	75	8	0	0	Ave. 31
暖房熱負荷 (kW)	60	58	41	10	0	0	0	0	0	0	19	50	Ave. 20
給湯熱負荷 (kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ave.
総熱負荷 (kW)	60	58	41	10	14	59	101	112	75	8	19	50	444,499 kWh
A重油相当削減量 (L)	3,185	3,185	3,185	1,242	1,785	3,185	3,185	3,185	3,185	1,034	2,321	3,185	31,862
木質チップ消費量 (トン)	8.4	8.4	8.4	3.3	4.7	8.4	8.4	8.4	8.4	2.7	6.1	8.4	84
燃料費削減金額 (円)	¥146,174	¥146,174	¥146,174	¥57,004	¥81,919	¥146,174	¥146,174	¥146,174	¥146,174	¥47,438	¥106,532	¥146,174	¥1,462,287

図表 62 B社 A工場 分析結果

### (3) C社 製造業

#### 《施設概要》

- 施設面積：7,411m<sup>2</sup>
- 従業員数：116名

#### 《分析結果》

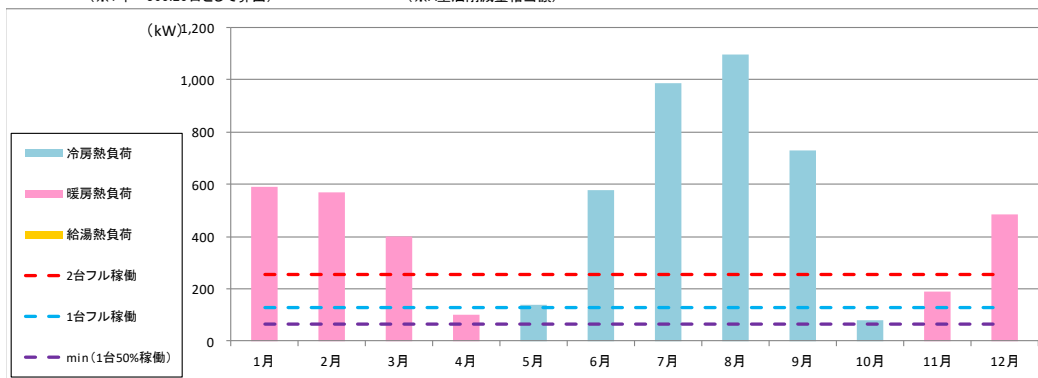
- 木質ボイラ規模計：300kW
- 年間燃料削減額：14,300,000円

<b>推奨ボイラ定格出力</b>	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
1台目：150 kW 2台目：150 kW	360日	業務施設	暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	年間熱需要量	木質チップ購入価格	A重油購入価格
2,200,000 kWh	4,350,000 kWh	13,000 円/トン	80.2 円/L
推計年間供給熱量	木質チップ年間消費量	木質チップ含水率(WB)	※デフォルト値:¥77.8
1,860,000 kWh	824.0 トン	35.0 %	
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	年間燃料費削減額		
84 %	¥14,300,000 円		

(※1年=365.25日として算出) (※A重油削減量相当額)



		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷	(kW)	0	0	0	0	140	578	986	1,096	730	81	0	0	Ave. 301
暖房熱負荷	(kW)	591	570	403	101	0	0	0	0	0	0	188	487	Ave. 195
給湯熱負荷	(kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ave.
総熱負荷	(kW)	591	570	403	101	140	578	986	1,096	730	81	188	487	4,351,055 kWh
A重油相当削減量	(L)	31,850	29,025	31,850	12,158	17,472	30,823	31,850	31,850	30,823	10,118	22,722	31,850	312,393
木質チップ消費量	(トン)	84.1	76.6	84.1	32.1	46.1	81.3	84.1	84.1	81.3	26.7	60.0	84.1	824
燃料費削減金額	(円)	¥1,461,743	¥1,332,073	¥1,461,743	¥557,992	¥801,876	¥1,414,590	¥1,461,743	¥1,461,743	¥1,414,590	¥464,352	¥1,042,805	¥1,461,743	¥14,336,994

図表 63 C社 分析結果

#### (4) D社 製造業

##### 《施設概要》

- 施設面積：7,954.34m<sup>2</sup>
- 使用燃料：A 重油
- 用途：缶詰製造

##### 《分析結果》

- 木質ボイラ規模：170kW
- 年間燃料費削減額：9,930,000 円

推奨ボイラ一定格出力	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
170 kW	360 日	業務施設	給湯+暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	1,240,000 kWh
推計年間供給熱量	1,240,000 kWh
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	99 %

(※1年=365.25日として算出)

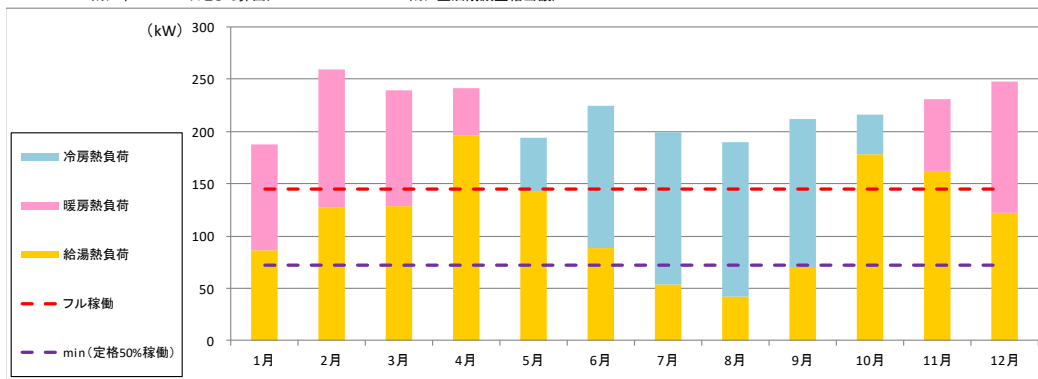
年間熱需要量	1,920,000 kWh
木質チップ年間消費量	571.0 トン
年間燃料費削減額	¥9,930,000 円

(※A重油削減相当額)

木質チップ購入価格	13,000 円/トン
木質チップ含水率(WB)	35.0 %

A重油購入価格	80.2 円/L
---------	----------

※デフォルト値: ¥77.8



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷 (kW)	0	0	0	0	52	137	146	149	142	39	0	0	Ave. 55
暖房熱負荷 (kW)	102	133	110	45	0	0	0	0	0	0	68	125	Ave. 49
給湯熱負荷 (kW)	86	127	129	196	142	88	54	42	70	178	162	122	Ave. 116
総熱負荷 (kW)	188	260	239	241	194	225	199	190	212	217	231	248	1,927,995 kWh
A重油相当削減量 (L)	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	18,049	216,582
木質チップ消費量 (トン)	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6	572
燃料費削減金額 (円)	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥828,321	¥9,939,855

図表 64 D社 分析結果

## (5) E社 酒造業

### 《施設概要》

- 延床面積：20,256.99m<sup>2</sup>
- 用途：酒造、暖房、冷房、給湯

### 《分析結果》

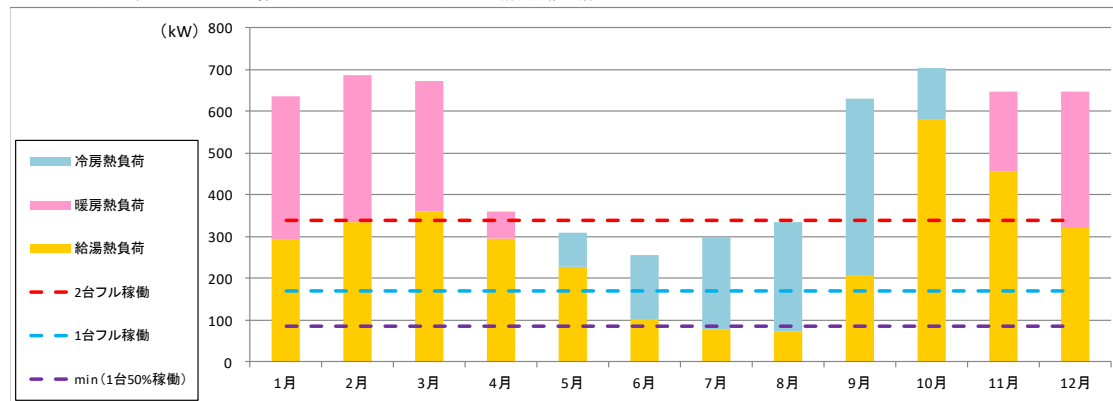
- 木質ボイラ規模：400kW
- 年間燃料費削減額：22,000,000 円/年

<b>推奨ボイラ一定格出力</b>	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
1台目： <b>200 kW</b>	<b>360 日</b>	業務施設	給湯+暖房+冷房
2台目： <b>200 kW</b>		種別	

年間供給熱量 上限	年間熱需要量	=	木質チップ購入価格	A重油購入価格
2,930,000 kWh	4,500,000 kWh		<b>13,000</b> 円/トン	<b>80.2</b> 円/L
<b>推計年間供給熱量</b>	<b>木質チップ年間消費量</b>		<b>木質チップ含水率(WB)</b>	※デフォルト値:¥77.8
2,850,000 kWh	<b>1,260.0</b> トン		<b>35.0</b> %	
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	<b>年間燃料費削減額</b>			
<b>97</b> %	<b>¥22,000,000 円</b>			

(※1年=365.25日として算出) (※A重油削減量相当額)



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷 (kW)	0	0	0	0	83	155	217	261	423	125	0	0	Ave. 105
暖房熱負荷 (kW)	344	350	310	67	0	0	0	0	0	0	193	327	Ave. 133
給湯熱負荷 (kW)	291	335	361	294	227	100	80	73	208	579	456	320	Ave. 277
総熱負荷 (kW)	635	685	671	361	309	255	297	334	631	704	648	647	4,505,369 kWh
A重油相当 削減量 (L)	42,467	38,700	42,467	41,097	38,633	30,778	37,121	41,702	41,097	42,467	41,097	42,467	480,093
木質チップ消費量 (トン)	112.1	102.1	112.1	108.5	102.0	81.2	98.0	110.0	108.5	112.1	108.5	112.1	1,267
燃料費削減金額 (円)	¥1,948,991	¥1,776,097	¥1,948,991	¥1,886,120	¥1,773,045	¥1,412,508	¥1,703,631	¥1,913,858	¥1,886,120	¥1,948,991	¥1,886,120	¥1,948,991	¥22,033,465

図表 65 E社 分析結果

## (6) F社 食品加工販売業

### 《施設概要》

- 施設面積：957m<sup>2</sup>
- 用途：給湯、暖房、冷房

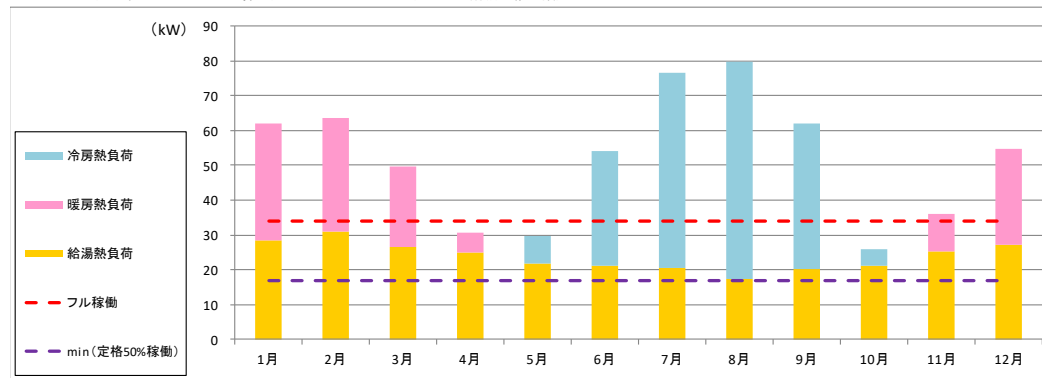
### 《分析結果》

- 木質ボイラ規模：40kW
- 年間燃料費削減額：2,240,000 円/年

推奨ボイラ一定格出力	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
40 kW	360 日	業務施設	給湯+暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	年間熱需要量	木質チップ購入価格	A重油購入価格
293,000 kWh	456,000 kWh	13,000 円/トン	80.2 円/L
推奨年間供給熱量	木質チップ年間消費量	年間燃料費削減額	※デフォルト値：¥77.8
291,000 kWh	129.0 トン	¥2,240,000 円	
木質バイオマスボイラ年平均稼働率		木質チップ含水率(WB)	
99 %		35.0 %	

(※1年=365.25日として算出) (※A重油削減量相当額)



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷 (kW)	0	0	0	0	8	33	56	62	41	5	0	0	Ave. 17
暖房熱負荷 (kW)	34	32	23	6	0	0	0	0	0	0	11	28	Ave. 11
給湯熱負荷 (kW)	28	31	27	25	22	21	21	17	20	21	25	27	Ave. 24
総熱負荷 (kW)	62	63	50	31	30	54	77	80	62	26	36	55	456,330 kWh
A重油相当削減量 (L)	4,247	4,247	4,247	3,725	3,722	4,247	4,247	4,247	4,247	3,234	4,247	4,247	48,901
木質チップ消費量 (トン)	11.2	11.2	11.2	9.8	9.8	11.2	11.2	11.2	11.2	8.5	11.2	11.2	129
燃料費削減金額 (円)	¥194,899	¥194,899	¥194,899	¥170,958	¥170,823	¥194,899	¥194,899	¥194,899	¥194,899	¥148,411	¥194,899	¥194,899	¥2,244,284

図表 66 F社 分析結果

## (7) G社 酒造業

### 《施設概要》

- 延床面積：1,366m<sup>2</sup>
- 用途：酒造、冷房、暖房、給湯

### 《分析結果》

- 木質ボイラ規模：40kW
- 年間燃料費削減額：2,270,000 円

推奨ボイラ一定格出力	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
40 kW	360 日	業務施設	給湯+暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	293,000 kWh
推計年間供給熱量	293,000 kWh
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	100 %

年間熱需要量	486,000 kWh
木質チップ年間消費量	130.0 トン
年間燃料費削減額	¥2,270,000 円

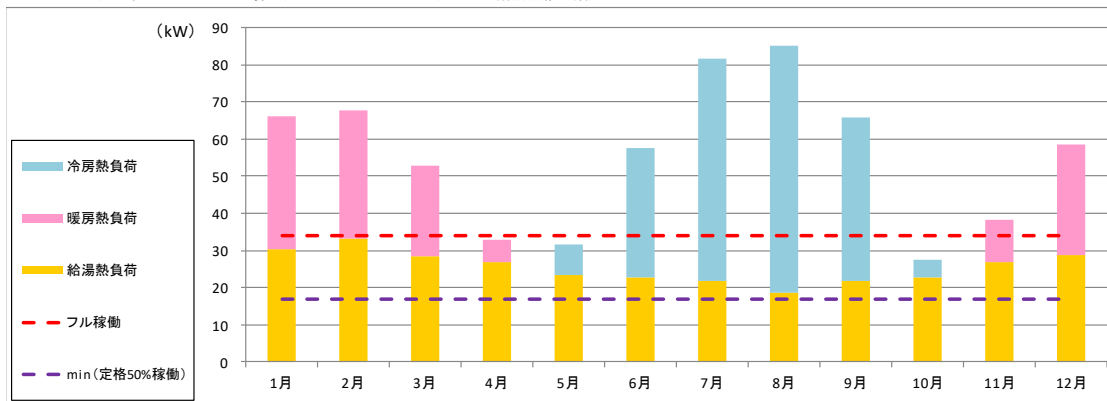
木質チップ購入価格	13,000 円/トン
木質チップ含水率(WB)	35.0 %

A重油購入価格	80.2 円/L
---------	----------

※デフォルト値: ¥77.8

(※1年=365.25日として算出)

(※A重油削減量相当額)



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷 (kW)	0	0	0	0	8	35	60	66	44	5	0	0	Ave. 18
暖房熱負荷 (kW)	36	35	24	6	0	0	0	0	0	0	11	30	Ave. 12
給湯熱負荷 (kW)	30	33	28	27	23	23	22	19	22	23	27	29	Ave. 25
総熱負荷 (kW)	66	68	53	33	32	58	82	85	66	28	38	58	486,587 kWh
A重油相当 削減量 (L)	4,247	4,247	4,247	3,972	3,969	4,247	4,247	4,247	4,247	3,448	4,247	4,247	49,610
木質チップ消費量 (トン)	11.2	11.2	11.2	10.5	10.5	11.2	11.2	11.2	11.2	9.1	11.2	11.2	131
燃料費削減金額 (円)	¥194,899	¥194,899	¥194,899	¥182,294	¥182,150	¥194,899	¥194,899	¥194,899	¥194,899	¥158,251	¥194,899	¥194,899	¥2,276,787

図表 67 G社 分析結果

## (8) H法人 医療業

### 《施設概要》

- 延床面積：13,990.19m<sup>2</sup>
- 従業員数：約 390 名
- 患者利用：20,368 名/年
- 利用者：73 名/日
- 稼働日数：278 日/年
- 使用燃料：電気、A 重油、灯油
- 用途：給湯、暖房、冷房

### 《分析結果》

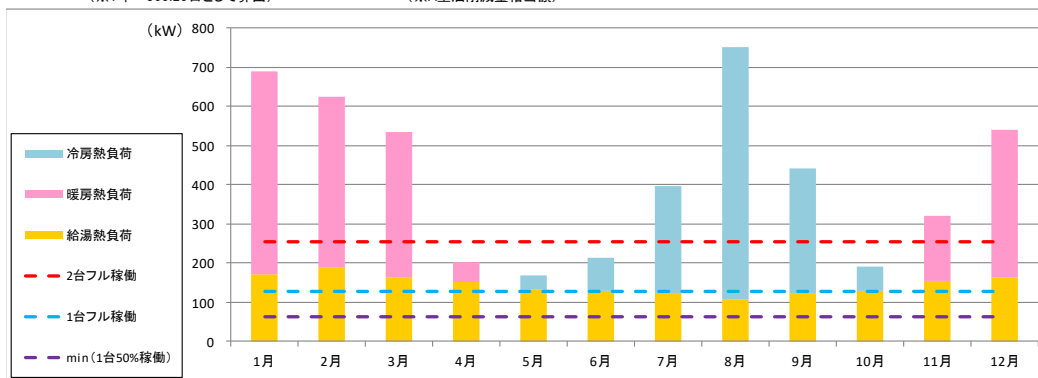
- 木質ボイラ規模：300kW
- 年間燃料費削減額：15,800,000 円/年

<b>推奨ボイラ定格出力</b>	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
1台目：150 kW 2台目：150 kW	360 日	医療施設	給湯+暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	年間熱需要量	木質チップ購入価格	A重油購入価格
2,200,000 kWh	3,700,000 kWh	13,000 円/トン	80.2 円/L
推計年間供給熱量	木質チップ年間消費量	木質チップ含水率(WB)	※デフォルト値:¥77.8
2,050,000 kWh	911.0 トン	35.0 %	
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	年間燃料費削減額		
93 %	¥15,800,000 円		

(※1年=365.25日として算出) (※A重油削減量相当額)



		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷	(kW)	0	0	0	0	36	85	272	644	319	63	0	0	Ave. 118
暖房熱負荷	(kW)	516	437	374	52	0	0	0	0	0	0	168	377	Ave. 160
給湯熱負荷	(kW)	173	188	162	152	132	129	125	106	123	129	153	164	Ave. 145
総熱負荷	(kW)	688	625	536	204	168	214	397	750	442	192	321	541	3,707,584 kWh
A重油相当 削減量	(L)	31,850	29,025	31,850	24,643	20,975	25,845	31,850	31,850	30,823	23,990	30,823	31,850	345,376
木質チップ消費量	(トン)	84.1	76.6	84.1	65.0	55.4	68.2	84.1	84.1	81.3	63.3	81.3	84.1	911
燃料費削減金額	(円)	¥1,461,743	¥1,332,073	¥1,461,743	¥1,130,973	¥962,642	¥1,186,139	¥1,461,743	¥1,461,743	¥1,414,590	¥1,100,991	¥1,414,590	¥1,461,743	¥15,850,716

図表 68 H法人 分析結果

## (9) I 法人 介護業

### 《施設概要》

- 施設面積：2,966m<sup>2</sup>
- 使用燃料：A 重油、ガス、電気

### 《分析結果》

- 木質ボイラ規模：110kW
- 年間燃料費削減額：6,250,000 円/年

推奨ボイラ定格出力	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
110 kW	360 日	医療施設	給湯+暖房+冷房
		種別	

年間供給熱量 上限	807,000 kWh
推計年間供給熱量	807,000 kWh
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	100 %

年間熱需要量	1,240,000 kWh
木質チップ年間消費量	359.0 トン
年間燃料費削減額	¥6,250,000 円

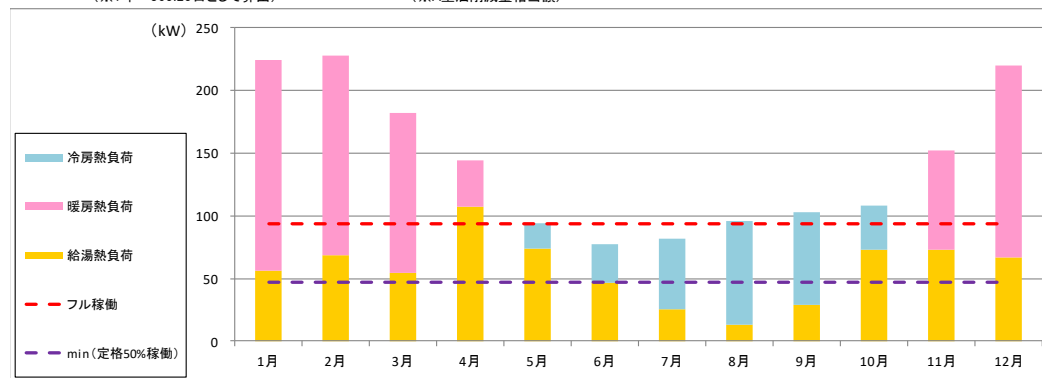
木質チップ購入価格	13,000 円/トン
木質チップ含水率(WB)	35.0 %

A重油購入価格	80.2 円/L
---------	----------

※デフォルト値:¥77.8

(※1年=365.25日として算出)

(※A重油削減量相当額)



		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷	(kW)	0	0	0	0	20	31	56	82	74	36	0	0	Ave. 25
暖房熱負荷	(kW)	168	159	127	37	0	0	0	0	0	0	79	153	Ave. 60
給湯熱負荷	(kW)	56	69	55	108	74	47	26	14	29	73	73	67	Ave. 57
総熱負荷	(kW)	224	228	182	144	94	77	82	96	102	108	152	220	1,245.023 kWh
A重油相当 削減量	(L)	11,678	11,678	11,678	11,678	11,678	9,339	10,228	11,678	11,678	11,678	11,678	11,678	136,351
木質チップ消費量	(トン)	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	24.6	27.0	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	360
燃料費削減金額	(円)	¥535,973	¥535,973	¥535,973	¥535,973	¥535,973	¥428,613	¥469,395	¥535,973	¥535,973	¥535,973	¥535,973	¥535,973	¥6,257,734

図表 69 I法人 分析結果

## (10) J法人 介護業

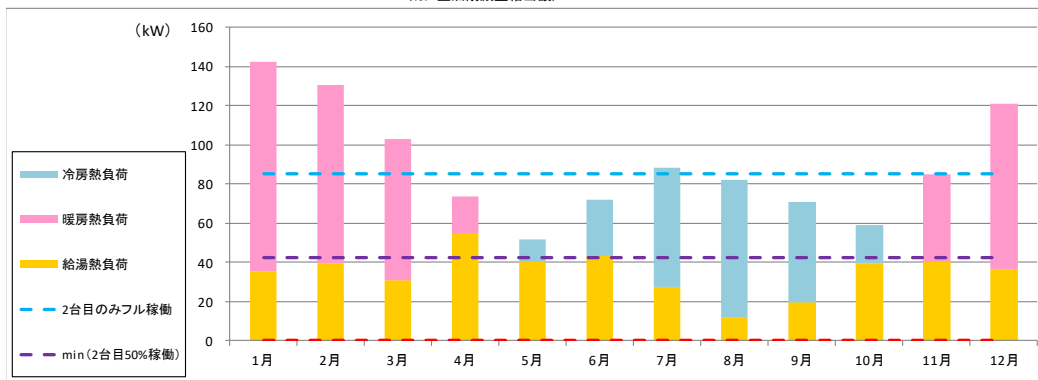
### 《施設概要》

- 施設面積：5,498.43m<sup>2</sup>
- 従業員数：84名
- 入居者：95名
- 使用燃料：電気、灯油
- 電気用途：給湯
- 灯油用途：暖房、冷房

### 《分析結果概要》

- 木質ボイラ規模：100kW
- 年間燃料費削減量：5,160,000円/年

<b>ボイラ定格出力</b>	年間稼働日数	建物用途	熱の用途
1台目： kW 2台目： <b>100</b> kW	<b>360</b> 日	医療施設	給湯+暖房+冷房
		種別	
※先に停止させるボイラを1台目に入力 1台のみのシミュレーションは2台目のみ入力			
年間供給熱量 上限	年間熱需要量	木質チップ購入価格	A重油購入価格
734,000 kWh	787,000 kWh	<b>13,000</b> 円/トン	<b>80.2</b> 円/L
推計年間供給熱量	木質チップ年間消費量	木質チップ含水率(WB)	※デフォルト値: ¥77.8
670,000 kWh	<b>297.0</b> トン	<b>35.0</b> %	
木質バイオマスボイラ年平均稼働率	年間燃料費削減額		
<b>91</b> %	<b>¥5,160,000</b> 円		
	(※A重油削減量相当額)		



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間計
冷房熱負荷 (kW)	0	0	0	0	11	29	61	71	51	19	0	0	Ave. 20
暖房熱負荷 (kW)	107	91	72	19	0	0	0	0	0	0	44	84	Ave. 35
給湯熱負荷 (kW)	36	39	31	55	41	43	28	12	20	40	41	37	Ave. 35
総熱負荷 (kW)	142	131	103	74	52	72	89	82	71	59	85	121	787,050 kWh
A重油相当削減量 (L)	10,617	9,675	10,617	8,885	6,438	8,692	10,617	10,256	8,565	7,362	10,267	10,617	112,608
木質チップ消費量 (トン)	28.0	25.5	28.0	23.4	17.0	22.9	28.0	27.1	22.6	19.4	27.1	28.0	297
燃料費削減金額 (円)	¥487,248	¥444,024	¥487,248	¥407,791	¥295,487	¥398,890	¥487,248	¥470,687	¥393,102	¥337,858	¥471,214	¥487,248	¥5,168,044

図表 70 J法人 分析結果

## 2.4.5 二酸化炭素排出削減効果

### (1) 算出方法

木質バイオマス由来のエネルギー利用はカーボン・ニュートラルであることを前提とし、施設別の A 重油削減量分の CO<sub>2</sub> 排出量を求め、これを二酸化炭素排出削減効果とする。

A 重油 1kL あたりの二酸化炭素排出量は 2.71tCO<sub>2</sub> とする<sup>※1</sup>。

一方で、化石燃料も木質バイオマスも同様に、燃料製造・供給、ボイラ製造・稼働などの過程で二酸化炭素を排出しており、ライフサイクル全体における環境負荷について考慮することも重要である。ここでは、木質バイオマスボイラ熱供給の前例における LCA 調査・結果を用いて、LCA を考慮した GHG 排出削減効果についても試算を行う。

GHG 排出削減効果は、推計年間供給熱量 (kWh、1kWh=3.6MJ で換算) の値を用い、A 重油による熱供給の GHG 排出量は 0.092 kg -CO<sub>2</sub>/MJ、木質チップによる熱供給の GHG 排出量は 0.0147 kg-CO<sub>2</sub>/MJ として算出する<sup>※2</sup>。

※1 出典：環境省「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」 URL：<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran2019.pdf>

※2 出典：一般社団法人産業環境管理協会 (JEMAI)「あわら市木質バイオマスによる再生可能エネルギー導入計画策定業務 (あわら市内の木質バイオマスボイラ導入計画に関する LCA 分析・調査業務) 報告書」

## (2) 算出結果

### ① A 重油削減量からの算出

算出結果は下表の通りである。

10 施設合計で 5,659,139 kg-CO<sub>2</sub> の二酸化炭素排出削減効果がある。

図表 71 施設毎の A 重油削減量及び CO<sub>2</sub> 排出削減量

分類	施設名	A 重油削減量 (L/年)	CO <sub>2</sub> 削減量 (kg-CO <sub>2</sub> /年)
工場	A社	354,467	960,606
	B社	31,862	86,346
	C社	312,393	846,585
	D社	216,582	586,937
	E社	480,093	1,301,052
	F社	48,901	132,522
	G社	49,610	134,443
医療 福祉	H法人	345,376	935,969
	I法人	136,351	369,511
	J法人	112,608	305,168
合計		2,088,243	5,659,139

### ② LCA を考慮した試算

算出結果は下表のとおり 10 施設合計で 3,439,541 kg-CO<sub>2</sub> の GHG 排出削減効果がある。

図表 72 推計年間熱量

分類	施設名	推計年間供給 熱量(kWh/年)	推計年間供給 熱量(MJ/年)
工場	A社	2,110,000	7,596,000
	B社	189,000	680,400
	C社	1,860,000	6,696,000
	D社	1,240,000	4,464,000
	E社	2,850,000	10,260,000
	F社	291,000	1,047,600
	G社	293,000	1,054,800
医療 福祉	H法人	2,050,000	7,380,000
	I法人	807,000	2,905,200
	J法人	670,000	2,412,000
合計		12,360,000	44,496,000

図表 73 A重油・木質チップの熱供給によるGHG排出量

分類	施設名	A重油 GHG排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /年)	木質チップ GHG排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /年)
工場	A社	698,832	111,661
	B社	62,597	10,002
	C社	616,032	98,431
	D社	410,688	65,621
	E社	943,920	150,822
	F社	96,379	15,400
	G社	97,042	15,506
医療 福祉	H法人	678,960	108,486
	I法人	267,278	42,706
	J法人	221,904	35,456
合計		4,093,632	654,091

図表 74 GHG排出削減効果

分類	施設名	GHG排出削減効果 (kg-CO <sub>2</sub> /年)
工場	A社	587,171
	B社	52,595
	C社	517,601
	D社	345,067
	E社	793,098
	F社	80,979
	G社	81,536
医療 福祉	H法人	570,474
	I法人	224,572
	J法人	186,448
合計		3,439,541

## 2.4.6 熱供給設備導入時に想定すべき支援・スキーム等

### (1) 木質バイオマスボイラの設置について

#### ① 熱需要施設における検討

本調査では、市域における組立工場、酒造・食品製造及び医療・福祉の各セクターにおいて相当程度の電力・熱需要があることを把握した。今後、相当程度の電力・熱需要を有し、かつ木質バイオマスボイラの導入意向を有する民間事業者について、国による調査・補助費を活用したより詳細な実現可能性検討・実施設計を行うことが有効である。

既に重油ボイラ等を導入しており、追加的に木質バイオマスボイラ導入を検討する場合には、熱需要施設の実施設計・設備導入で可能な予算へのエントリーが必要である。また、組立工場のように、専ら電力によって冷暖房を賄ってきた事業者の場合でも、再生可能エネルギーの活用や将来的な熱電利用に向けた構想策定などに活用可能な予算へのエントリーが可能である。例えば、

- ・経済産業省：地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金
- ・環境省：再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業
- ・環境省：地域循環共生圏関連予算

等を活用することが可能であり、将来を見据え計画的に検討することが有効である。

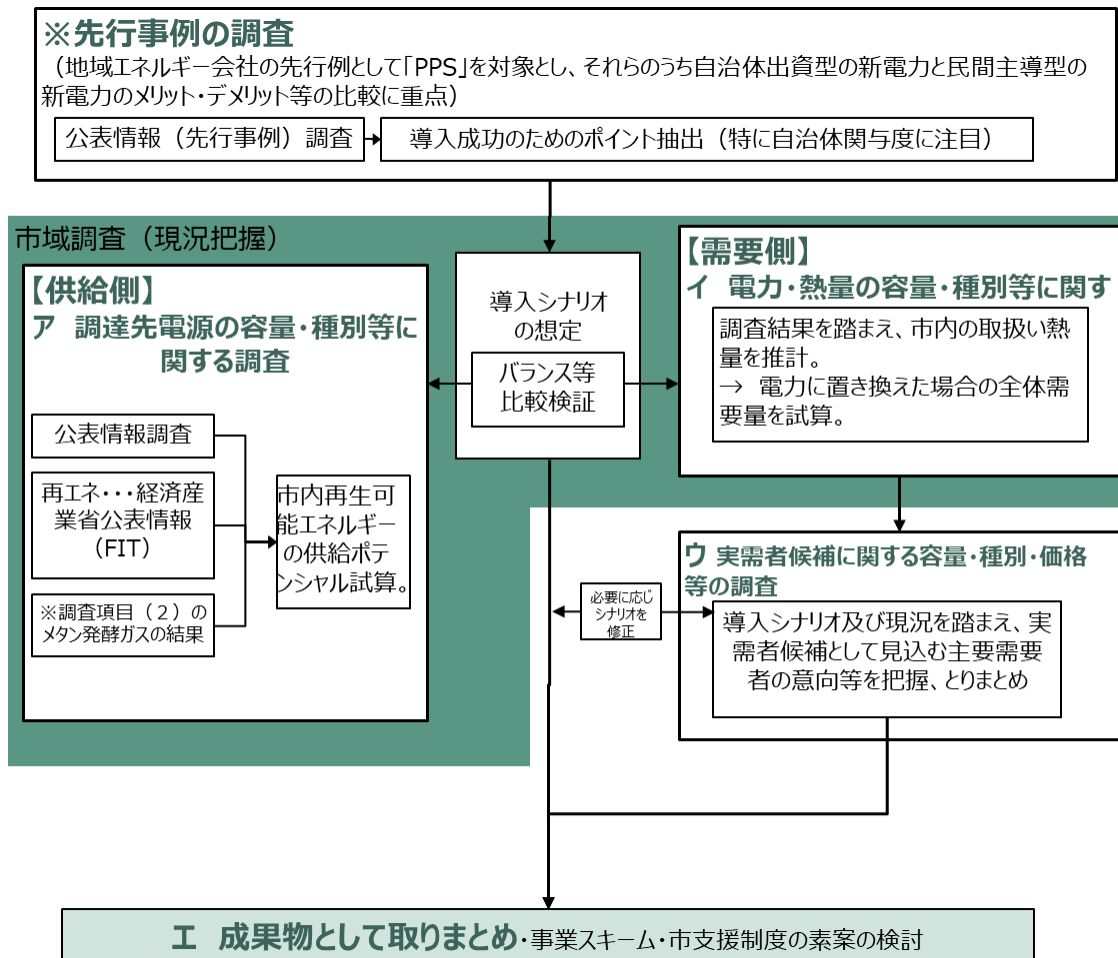
#### ② 地域の利害関係者の状況把握と連携強化

木質バイオマスボイラ導入においては、関与する関係者の裾野が広く実現性及び継続性を高めることが重要である。喜多方市が事務局である会津地域13市町村による「会津地域森林資源活用事業推進協議会」が設置され、原料供給の安定化には一定の確度が見込まれている状況である。また、地域全体の熱供給を担うことが想定されている会津森林活用機構（株）による市内温浴施設（蔵の湯）での木質バイオマスボイラ導入が進められているところである。こうした状況を契機に、酒造・食品製造及び医療・福祉の各セクターでの導入を促すためにも、素材生産事業や森林資源を利用する利害関係者（電力・発電事業者、製材業者など）との連携を強化することが重要である。

## 2.5 自律分散型エネルギー供給体制の創設に向けた調査

地域エネルギー会社が事業運営していくために必要な電力量・熱量や種別、また実需者における必要電力量や価格等について検証し、当該企業の事業運営の可能性について調査をおこなった。また、電力等調達先を市内の再生可能エネルギー生産設備に限定した場合の事業運営可能性についても併せて調査をおこなった。

図表 75 検討フロー

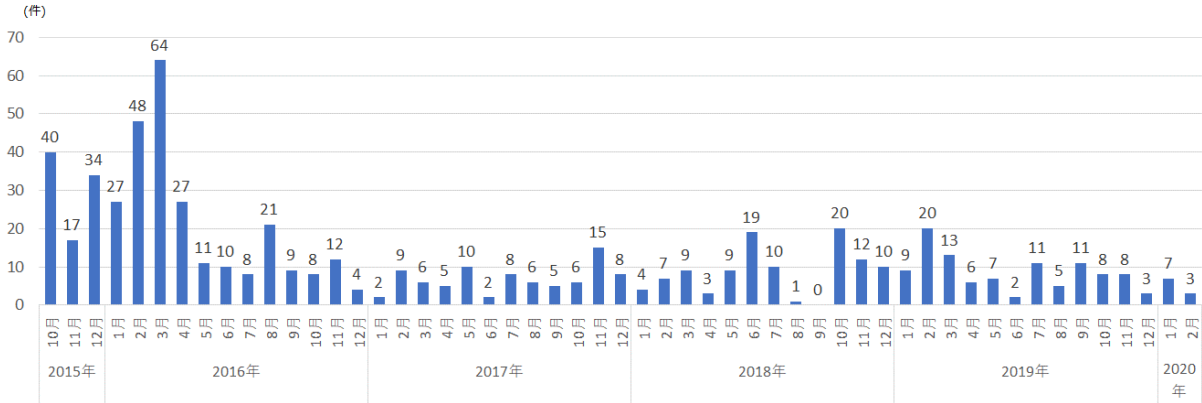


### 2.5.1 先行事例の調査

#### (1) 地域エネルギー事業と新電力の動向

##### ① 新電力の設立動向

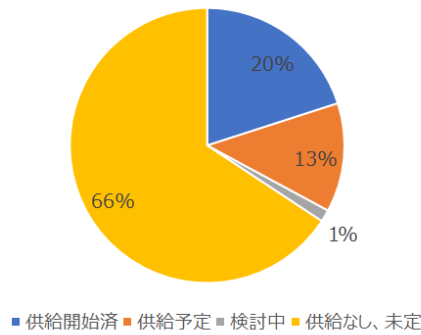
経済産業省に登録をした小売電気事業者は、2020年2月時点で、計639事業者あり、そのうち、一般家庭への電力販売を開始しているのは、約20%である。



出所) 経済産業省 WEB サイトより MRI 集計

[http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/summary/retailers\\_list/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/summary/retailers_list/) (閲覧日 2020年2月13日)

図表 76 登録時期別の登録小売電気事業者数



出所) 経済産業省 WEB サイトより MRI 集計

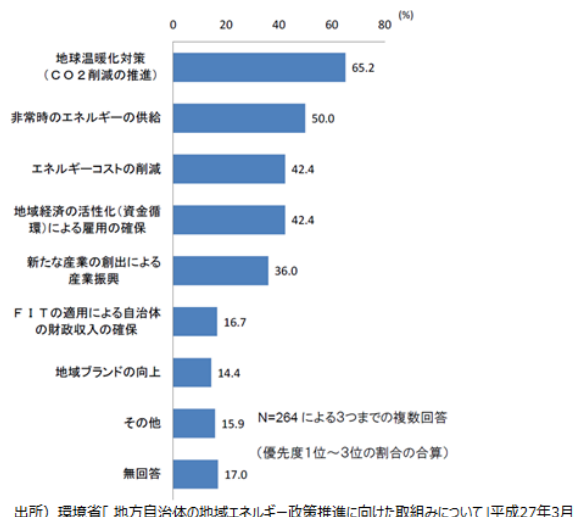
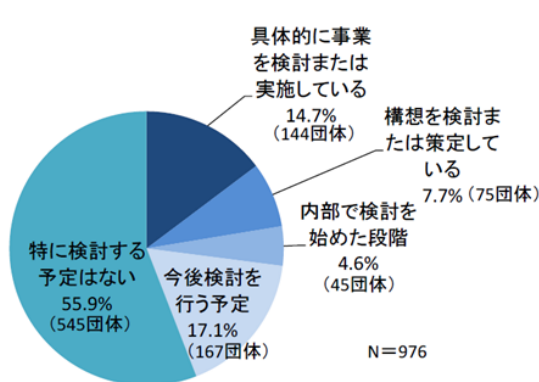
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/summary/retailers\\_list/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/summary/retailers_list/) (閲覧日 2020年2月13日)

図表 77 一般家庭への販売状況

## ② 自治体におけるエネルギー政策の変化

東日本大震災や再生可能エネルギーの固定価格買取制度導入、電力小売りの完全自由化等の流れを受け、自治体におけるエネルギー政策が多様化しており、日本の自治体にはエネルギー行政上の法的権限はないものの、近年、さまざまな取り組みが進みつつある。また、エネルギー組織を設置する自治体は増加し、課・室を置く自治体は都道府県で半数以上、政令市で3分の1にもなる。

地域エネルギー構想・事業の取組状況とその目的



出所) 環境省「地方自治体の地域エネルギー政策推進に向けた取組みについて」平成27年3月

図表 78 地域エネルギー構想・事業の取組状況とその目的

### ③ 再生可能エネルギーに関する施策例

地域エネルギー政策を、地域の課題解決やメリットの創出に結びつけている自治体も多く、様々な形での地方自治体の関与が模索されている。主な施策例としては下表に示す通り主に7つの例が挙げられる。それぞれの施策に取り組む自治体の事例を合わせて表に記載する。

図表 79 再生可能エネルギーに関する施策例(事例)

	主な施策例	事例
1	自治体が出資参画する地域新電力の設立	大阪府泉佐野市、福岡県北九州市・・・等
2	自治体に関与する地域新電力の設立	岩手県北上市、岩手県宮古市・・・等
3	域内再エネ電源の開発助成支援	福島県・・・等
4	域内の新電力との協定・連携（地域PPSの指定制度）	静岡県富士市・・・等
5	一般電気事業者等との連携	山梨県（やまなしパワー）、秋田県、・・・等
6	新電力への切替(入札による公共施設等の買電先変更)	千葉県、岐阜県、和山県、北九州市・・・等
7	再エネ発電事業の誘致・支援	鹿児島県いちき串木野市、岩手県軽米町・・・等

地域エネルギー政策を地域の課題解決やメリットの創出に結びつけている自治体も多く、様々な形での地方自治体の関与が模索されている。それぞれの施策例に対して期待される効果として、「産業育成・雇用創出」、「地域ブランド価値向上」、「エネルギーの地産地消」の3つの視点から整理すると下表の通りである。自治体が地域新電力に出資参画或いは関与する場合における期待効果として、「地域ブランド価値向上」と「エネルギーの地産地消」が挙げられ、自治体が出資参画する場合は「産業育成・雇用創出」の面での効果も期待される。

図表 80 再生可能エネルギーに関する施策例(期待される効果)

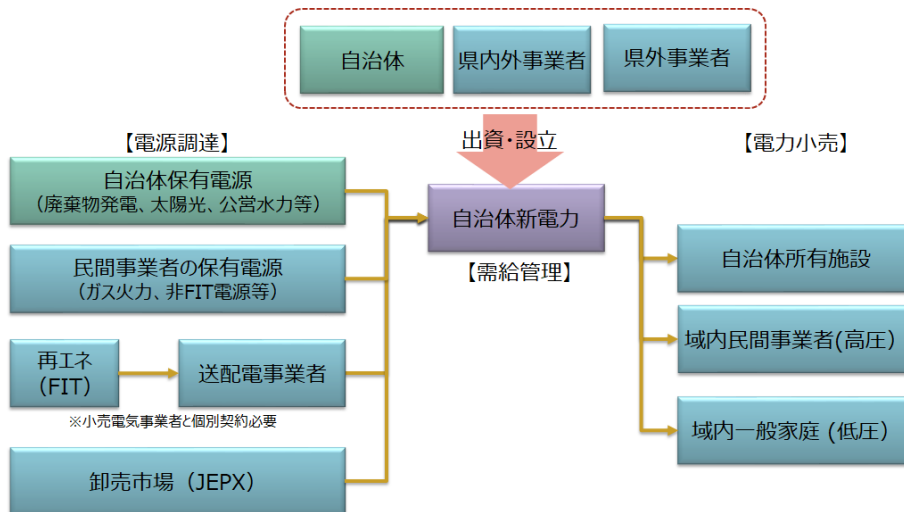
主な施策例	期待される効果		
	産業育成 雇用創出	地域ブランド 価値向上	エネルギーの 地産地消
1 自治体が出資参画する地域新電力の設立	◎	◎	◎
2 自治体に関与する地域新電力の設立	△	◎	◎
3 域内再エネ電源の開発助成支援	△	△	△
4 域内の新電力との協定・連携（地域PPSの指定制度）	×	△	×~△
5 一般電気事業者等との連携	×	△	×
6 新電力への切替(入札による公共施設等の買電先変更)	×	△	△
7 再エネ発電事業の誘致	×	△	△

## (2) 地域新電力のうち自治体新電力の特徴と課題

### ① 自治体新電力の基本的スキーム

自治体新電力の基本的スキームとしては下図の通りである。自治体新電力を設立する際、自治体による出資の他、県内外の事業者による出資によって設立される形となる。電源調達においては、自治体が廃棄物発電等を所有する場合は、これらの電源活用のために優先的に調達することが考えられる他、民間事業者が所有する再エネ電源や卸電力市場等からも調達することがある。電力小売においては、需要家確保のために自治体が所有する公共施設の他、域内民間事業者や域内一般家庭等へ供給する形が想定される。

実際の運営においては、需給管理や顧客管理、請求書の発行・回収業務等を伴うことから、ノウハウを有する事業者が出資する場合は当該事業者がこれらの業務を担うことが想定されるが、自前で対応困難である場合は、外部事業者に委託するケースもある。



図表 81 自治体新電力の基本的スキーム

## ② 地域還元型再エネ事業の種類

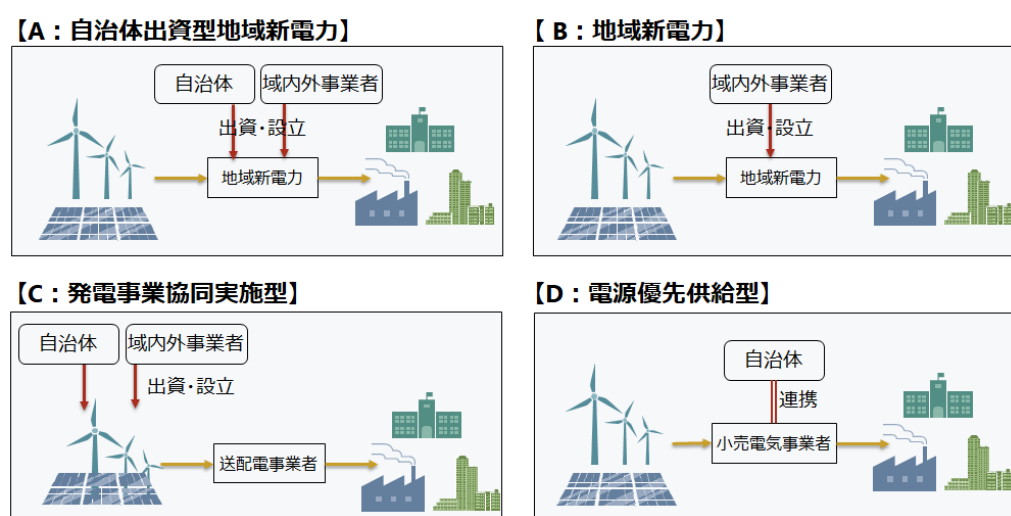
地域還元型の再生可能エネルギー事業は、大きく以下の4パターンに分けられる。それぞれの概要は以下に示す通りである。なお、「A：自治体出資型地域新電力」については、2020年2月時点で50社以上の事業者が存在している。

A（自治体出資型地域新電力）：自治体と域内外の事業者が共同で出資をして地域新電力を設立。

B（地域新電力）：域内外の事業者のみで出資をして地域新電力を設立。

C（発電事業協同実施型）：域内外の事業者が出資する発電所に自治体が協同し、送配電事業者を通じて電力を供給。

D（電源優先供給型）：自治体と連携して小売電気事業者が電源調達を行い、電力を供給。

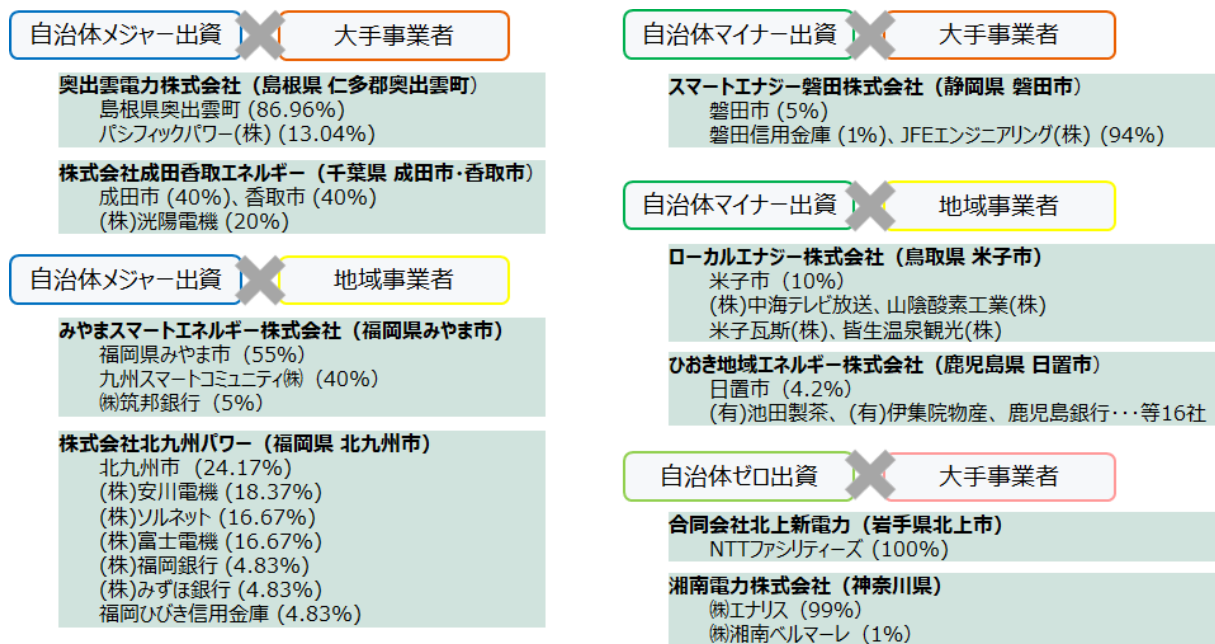


図表 82 地域還元型再エネ事業の種類

## ③ 自治体出資型地域新電力の特徴

自治体出資型地域新電力の特徴としては以下の通りである。自治体として一定のリスクヘッジを行う場合や民間主導で事業を行う場合は以下(c)、(d)、(e)のパターンとなる。

- (a) 自治体がメジャー出資し、大手事業者と組むパターン
- (b) 自治体がメジャー出資し、地域事業者と組むパターン
- (c) 自治体がマイナー出資し、大手事業者と組むパターン
- (d) 自治体がマイナー出資し、地域事業者と組むパターン
- (e) 自治体が出資せず、協力的立場で関与し、大手事業者が中心となるパターン



出所) 各社 WEB サイトより MRI 作成

図表 83 出資者割合と事業者

自治体出資型の地域新電力には主に以下の特徴がある。但し、自治体の地域特性が多種多様であるように、地域新電力の設立コンセプトも自治体によって異なり、以下に記す特徴の濃淡は地域新電力によって異なる。

<b>①地域活性化が主目的</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>地域の再エネ電力を地域企業を通して地域で消費することで、域内の資金循環の拡大が期待され、地域の雇用も生まれる。</li></ul>
<b>②地域の民間企業等との共同出資</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>公営水力のように自治体の単独経営ではなく、民間企業（大手/地域）との共同出資が多い。</li><li>実務を担う人材はこれら民間企業から派遣されることが多い。</li><li>出資比率は多様。</li></ul>
<b>③公共施設への電力供給が主な小売先</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>市庁舎や小中学校等の公共施設への電力供給を自治体新電力に切り替えるところから開始。</li><li>一般消費者への電力供給実施状況はまちまち。</li></ul>
<b>④地域企業や自治体保有の太陽光発電/廃棄物発電が主電源</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>地域企業や自治体が保有する太陽光発電が主電源となっている。</li><li>その他、自治体が所有・運営してきた廃棄物発電を安定的な電源として活用。</li><li>安価なベース電源を確保できるかどうか、事業採算性を左右する。</li></ul>
<b>⑤行政の意向・意義が前面に</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>モデル事業や、実証実験終了後の受け皿として小売り事業に参入したケースも多い。</li><li>事業パートナー企業を入札・公募にて募集するケースもある。</li></ul>

図表 84 自治体出資型地域新電力の特徴

#### ④ 自治体新電力特有の論点・課題

自治体新電力特有の論点としては主に以下が挙げられる。

##### (a) 出資比率

自治体が出資する比率によって、自治体の財政負担はもとより、監査義務や議会への経営状況の報告義務が異なる。自治体としての影響力を高める場合等は、出資比率を高めることが考えられるが、財政負担上の制約や経営上のリスクヘッジを図る場合等は、出資比率を最小限にとどめておくことも方法の1つである。その場合は、ノウハウを持つ民間事業者等が主導権を持って事業を運営することになる。

##### (b) 自治体が保有する電源の供給方法（売電先の変更）

売電先の変更を伴うことになることから、既存契約における契約条件等を踏まえ、売電先の切替の可否を当事者間で協議する必要がある。その際、売電先の変更に伴って必要となる追加契約や各種手続き等についてもおさえておく必要がある。

##### (c) 継続的な小売先との契約（買電先の変更）

事業の開始に伴って、小売先を新たに開拓することになる他、安定的な事業運営のために継続して小売先に供給する体制を維持する必要がある。その際、料金メニューや付加価値サービス等、需要家にとってメリットがある形でサービス提供を継続することが重要となる。

#### (d) 環境と経済のバランス

地域新電力の調達電源として、地産地消や環境面を重視するために再生可能エネルギーを調達するケースがあるが、不安定電源である再生可能エネルギーを中心とする電源構成の場合は、安定的な電力供給が難しくなり、卸電力市場等から調達する電力の割合が高まり、経済性を低下させる可能性がある。地域によって、可否が分かれるが、安定電源も一定程度確保することで、経済性を保つ必要がある。

#### (e) 価格以外のメリット

新電力が、中長期的に持続可能な事業体として存続するため、以下のいずれかの戦略をとることが必要である。中でも、自治体新電力は、後者を選択すべきと考えられるため、低価格以外の付加価値を検討していくことが必要となる。

- ・ 価格競争力の面で優位を保つ
- ・ 他事業者と類似した小売電力事業を行い価格競争に巻き込まれるのを避ける

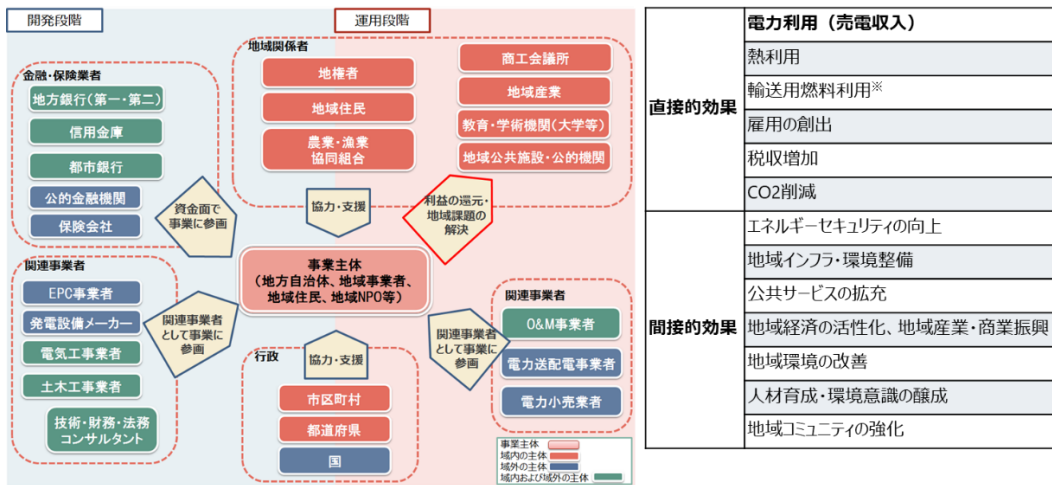
特に、価格以外の付加価値の例として、以下が考えられる。地域課題や地域新電力の事業を行う上でのコンセプト等に基づいて付加価値を検討し、価格以外でのメリットを確保していくことが重要である。

図表 85 価格以外のビジネス・付加価値の例

付加価値	概要
地域課題に資するサービスの提供	高齢者見守りや、よろず相談窓口等の地域サービスを提供
DR・VPP、蓄電池活用等の電力消費最適化	送配電事業者・小売電気事業者・需要家・再エネ発電事業者といった取引に対し、調整力・インバランス回避・電力料金削減・出力抑制回避等の各種サービスを提供
ポイント還元	電気料金に応じて、ポイントを還元。
ポイントサービスとの連携	エネットは楽天と連携し、電力のピーク時間に外出してピークカットするとポイントが付与されるサービスを提供
環境価値の提供	非化石証書の調達により、再エネ電気としての電力販売を実施。RE100など、需要家の非化石証書ニーズに対応。

### (3) 地域創生を目指す地域エネルギーの先行事例

#### ① 地域創生に繋がる再エネ事業（地域内の主体の関与のあり方）

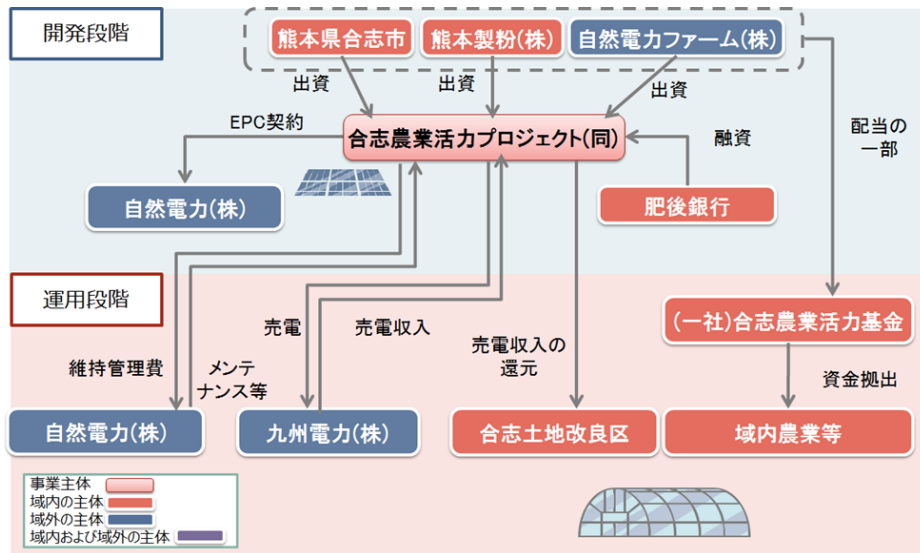


出所)「平成 27 年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務」  
(2016 年 3 月、三菱総合研究所)

図表 86 地域創生に繋がる再エネ事業：地域内の主体の関与のあり方

#### ② 地域創生に繋がっている事例紹介及び事業開発のポイント

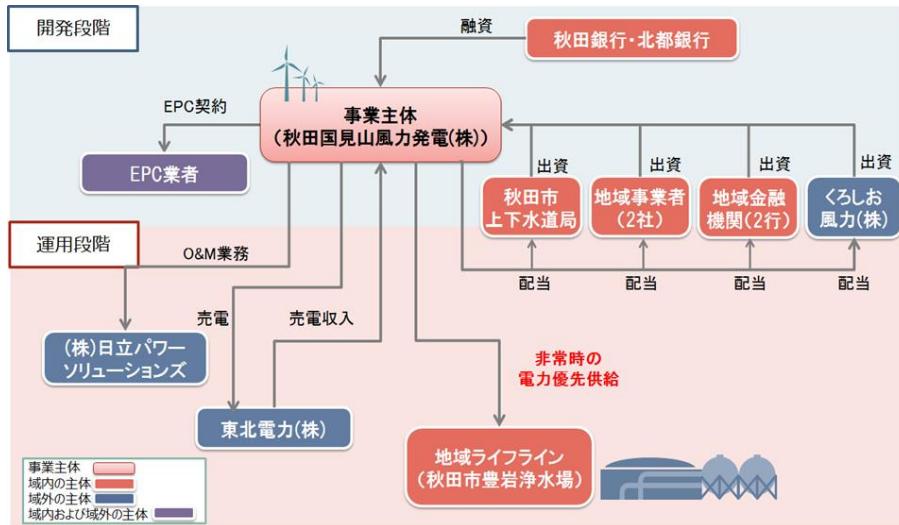
##### a. メガソーラーの事例（合志農業活カプロジェクト太陽光発電所）



出所)「平成 27 年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務」  
(2016 年 3 月、三菱総合研究所)

図表 87 メガソーラーの事例(合志農業活カプロジェクト太陽光発電所)

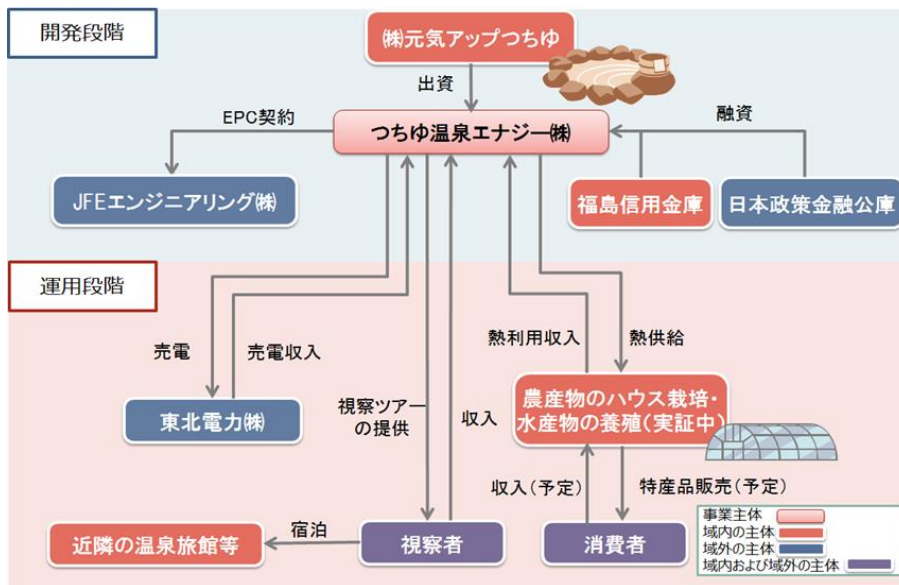
b. 風力発電の事例（秋田国見山第二風力発電所）



出所)「平成 27 年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務」  
(2016 年 3 月、三菱総合研究所)

図表 88 風力発電の事例(秋田国見山第二風力発電所)

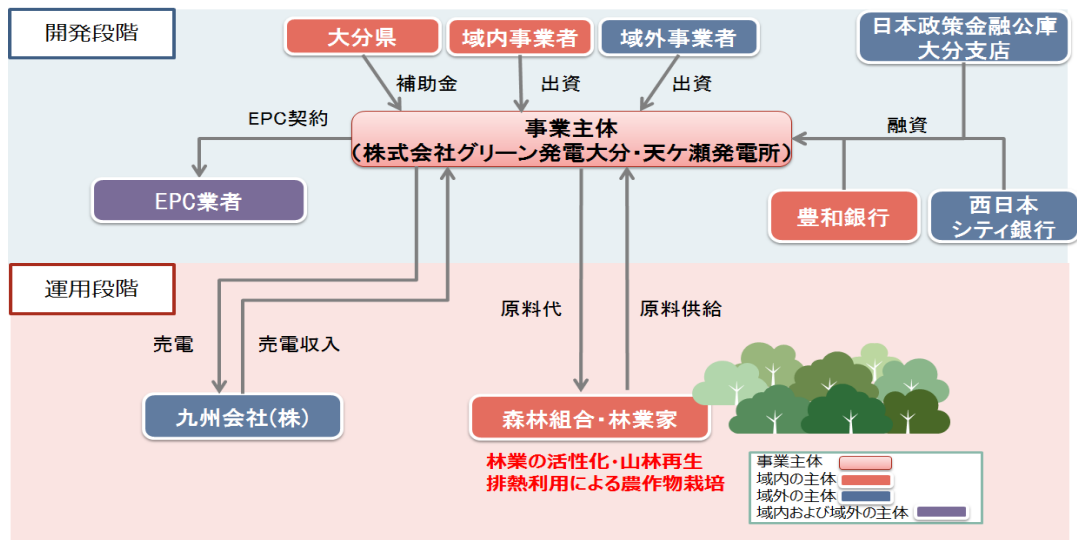
c. 温泉熱発電の事例（つちゆ温泉・清流エネルギー発電所）



出所)「平成 27 年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務」  
(2016 年 3 月、三菱総合研究所)

図表 89 温泉熱発電の事例(つちゆ温泉・清流エネルギー発電所)

d. 木質バイオマス発電の事例 ((株)グリーン発電大分 天ヶ瀬発電所)



出所)「平成 27 年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務」

(2016 年 3 月、三菱総合研究所)

図表 90 木質バイオマス発電の事例((株)グリーン発電大分 天ヶ瀬発電所)

## 2.5.2 地域の需要と供給の状況

### (1) 実需者候補に関する容量・種別・価格等の調査

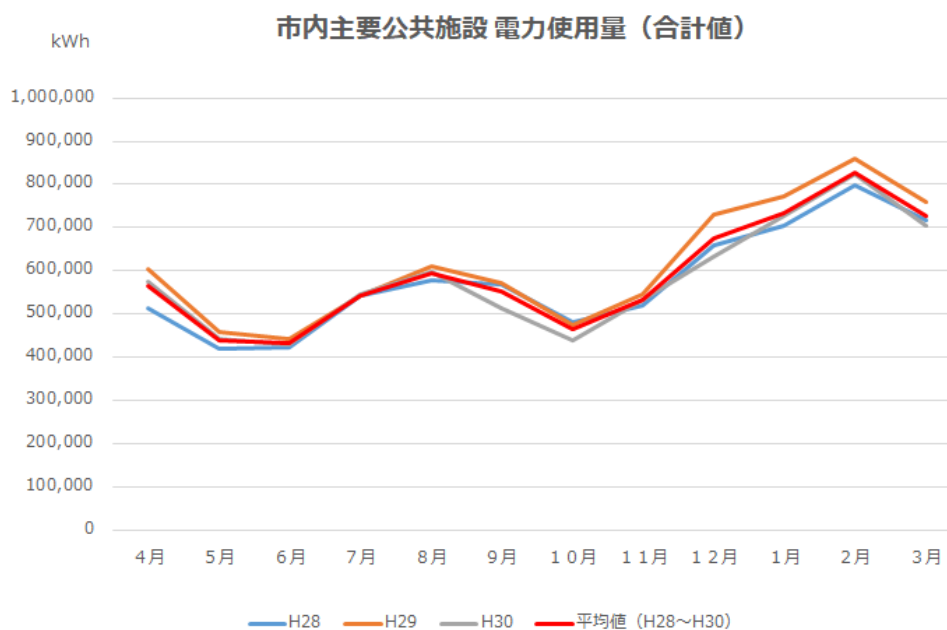
#### ① 対象施設と電力使用量の実績

ここでは、喜多方市内における実需者候補として以下の主要公共施設に優先的に電力を供給することを想定する。対象施設と電力使用量の実績は以下の通り。

図表 91 喜多方市内における主要公共施設一覧

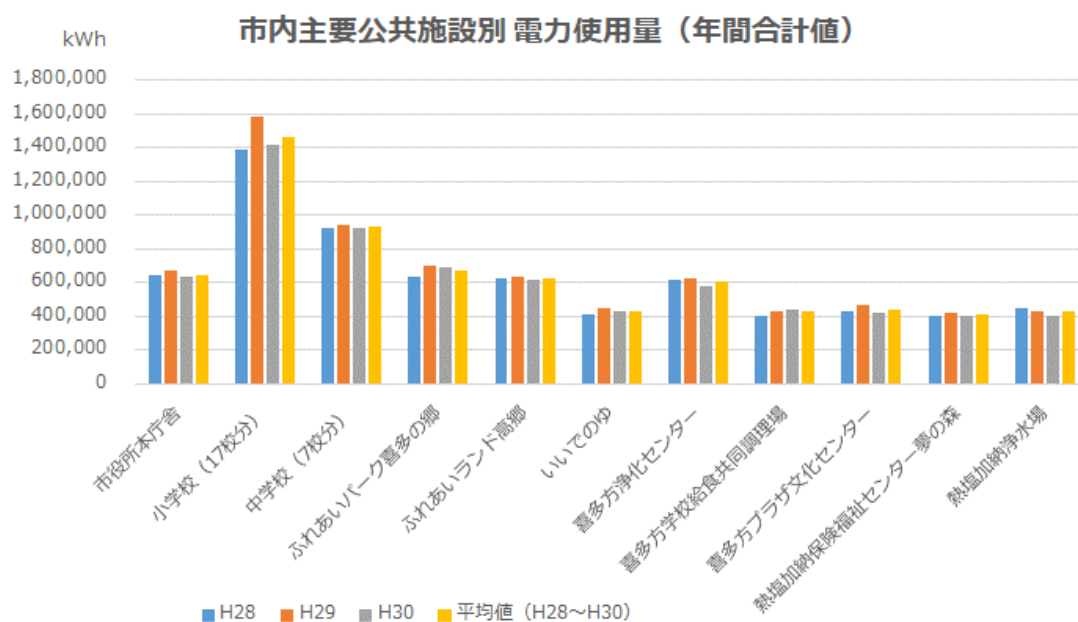
No	施設名
1	喜多方市役所（本庁舎）
2	喜多方市内小学校（17校）
3	喜多方市内中学校（7校）
4	ふれあいパーク喜多の郷
5	ふれあいランド高郷
6	いいでのゆ
7	喜多方浄化センター
8	喜多方学校給食共同調理場
9	喜多方プラザ文化センター
10	熱塩加納保険福祉センター 夢の森
11	熱塩加納浄水場

上記の公共施設における電力使用量の過去実績は以下の通りである。



喜多方市提供資料を基に MRI 作成

図表 92 市内主要公共施設 電力使用量(合計値)



喜多方市提供資料を基に MRI 作成

図表 93 市内主要公共施設別 電力使用量(年間合計値)

過去の実績より、市内主要公共施設を対象にみた場合、月別の電力消費量の合計値は約 400,000kWh から約 850,000kWh の範囲内で推移しており、公共施設別にみた場合は、小中学校を除き、年間の電力使用量の合計値は約 400,000kWh から約 675,000kWh の範囲内で推移していることが分かる。

## ② 喜多方市内における想定発電量

喜多方市内において、メタンガスによる発電設備と市内で導入済の太陽光発電設備を供給可能電源として仮定した場合、それぞれの供給可能量は以下の通りである。

### (a) メタンガス発電による発電量試算の前提条件

調査項目 2.2 から導出した、設備容量：約 400kW、設備利用率：85%、年間稼働日数：350日 (※月別発電量については、年間稼働日数を基に年間発電量を算出した後に月別の平均値) を想定した。

### (b) 太陽光発電による発電量試算の前提条件

資源エネルギー庁「なっとく！再生可能エネルギー」の市町村別設備導入状況を基に、2019年9月時点で喜多方市内に導入済の太陽光発電所は以下の通りである。

図表 94 喜多方市における太陽光発電設備の導入容量

(単位：kW)

	導入容量		
	移行認定分	新規認定分	合計
10kW 未満	1,499	2,111	3,610
10kW 以上	113	5,850	5,962
合計	1,611	7,961	9,572

出所)「なっとく！再生可能エネルギー」の市町村別設備導入状況を基に作成

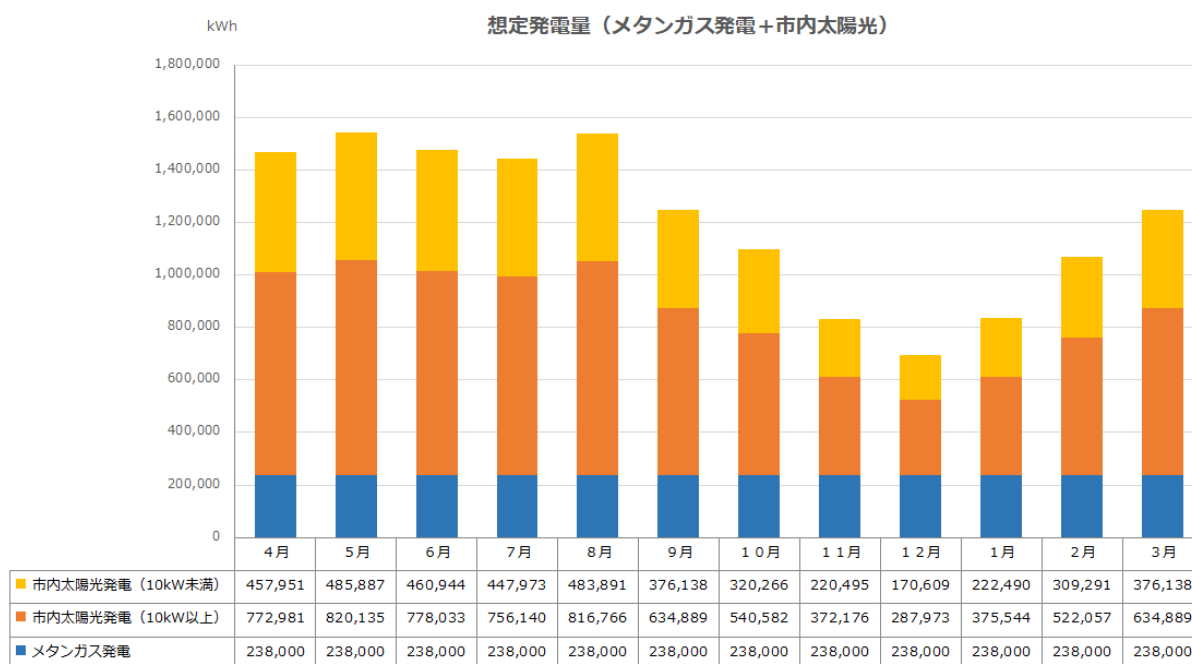
<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary> (閲覧日 2020 年 2 月 12 日)

想定発電量を試算する上での前提条件は以下の通り。

- 設備容量 : 上表の値を採用
- 設備利用率 : 資源エネルギー庁「電源種別(太陽光・風力)のコスト動向等について(平成 28 年 11 月)」を基に 10kW 未満は 13.7%、10kW 以上は 14.0%と設定。
- 月別発電量 : NEDO「日射量データベース」の喜多方市における月別の値(方位角 0 度、傾斜角 20 度)を採用。

(c) 想定発電量

上記(a)及び(b)を踏まえて試算した想定発電量は以下の通りであり、メタンガス発電のみであれば年間想定発電量は 2,856,000kWh (月平均 238,000kWh) となる。また、太陽光発電に関しては、10kW 未満の設備の年間想定発電量は 4,332,073kWh (月平均 361,006kWh)、10kW 以上の設備の年間想定発電量は 7,312,165kWh (月平均 609,347kWh) となる。



図表 95 想定発電量(メタンガス発電+市内太陽光発電)

図表 96 年間想定発電量(メタンガス発電、市内太陽光発電)

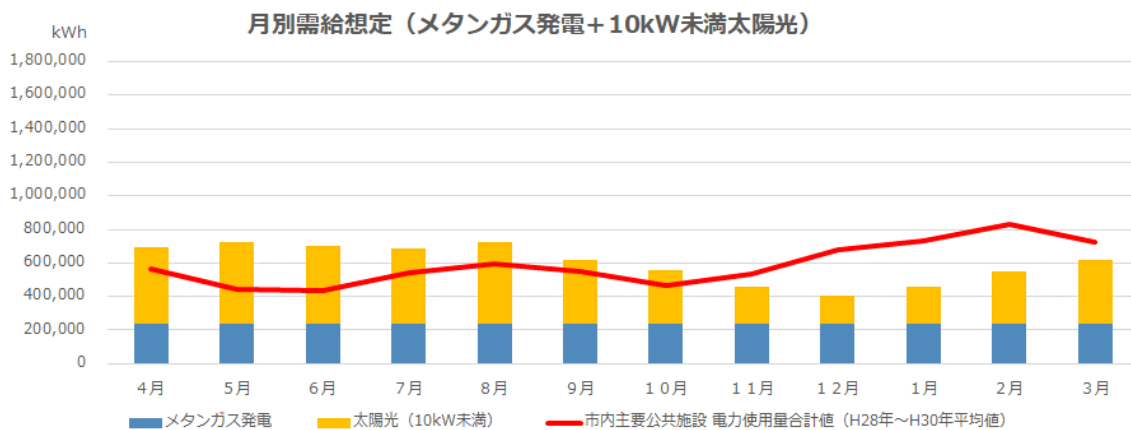
単位：kWh

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	月平均
市内太陽光発電(10kW未満)	457,951	485,887	460,944	447,973	483,891	376,138	320,266	220,495	170,609	222,490	309,291	376,138	4,332,073	361,006
市内太陽光発電(10kW以上)	772,981	820,135	778,033	756,140	816,766	634,889	540,582	372,176	287,973	375,544	522,057	634,889	7,312,165	609,347
メタンガス発電	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	238,000	2,856,000	238,000
合計	1,468,932	1,544,021	1,476,977	1,442,114	1,538,658	1,249,027	1,098,848	830,671	696,582	836,034	1,069,348	1,249,027	14,500,238	1,208,353

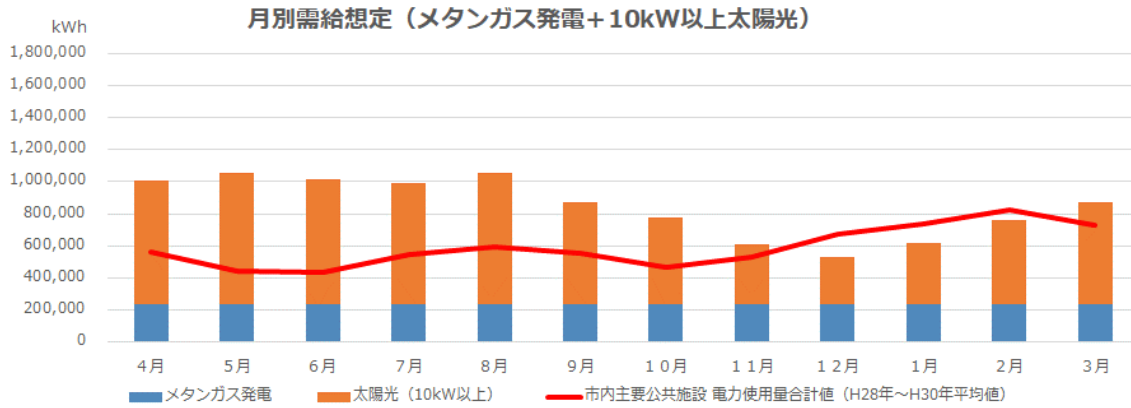
概算ではあるが、400kW 規模のメタンガス発電のみでは市内主要公共施設の電力使用量を全て賅うことは難しいものの、約 29%から約 55%の電力使用量をカバーできる可能性がある(メタンガス発電による想定発電量と市内主要公共施設の電力使用量の実績値より試算。但し、時間帯別の発電量は考慮していない)。

また、時間帯別の発電量や天候による影響等は考慮しない前提ではあるが、市内に導入済の太陽光発電(10kW 未満、10kW 以上)で発電した電力を合わせて市内主要公共施設に供給すると仮定すると、冬季で不足する月があるものの、市内主要公共施設の電力使用量に匹敵する水準の発電量が期待できる。

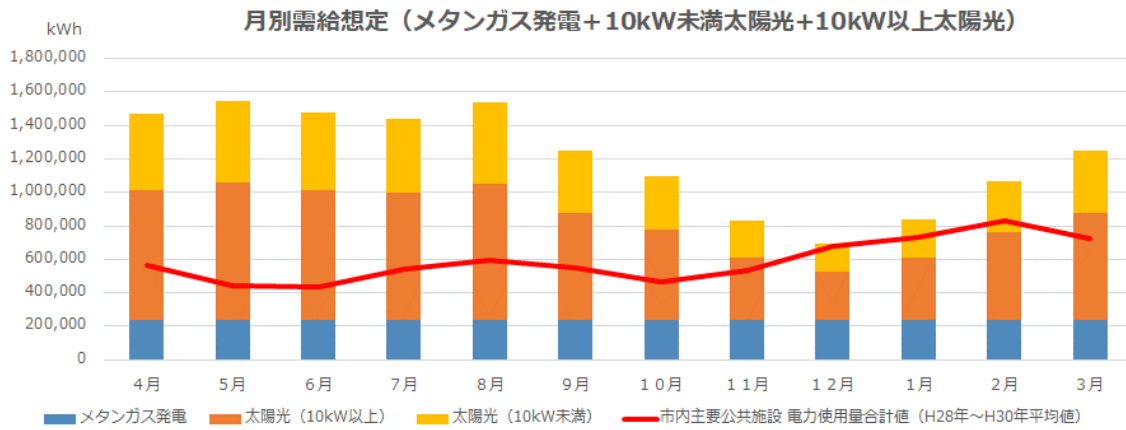
また、今回対象とした市内主要公共施設のうち、一部の施設から順次供給していく形であれば、需給バランスが成立する可能性もあるため、市内主要公共施設における既存契約(買電契約等)の内容を踏まえて比較的切替の制約が低い施設から検討する方法も考えられる。現に、市内に導入済の全ての太陽光発電設備から発電した電力を市内主要公共施設に供給することは、当事者間の既存契約の変更等を伴うことから容易ではない。そのため、市内の公共施設にメタンガス発電もしくは太陽光発電による電力を供給することを想定した場合は、切替可能性について確認を行い、可能性のある施設から段階的に供給していく形が現実的である。



図表 97 月別需給想定(メタンガス発電+10kW 未満太陽光)



図表 98 月別需給想定(メタンガス発電+10kW 以上太陽光)



図表 99 月別需給想定(メタンガス発電+10kW 以上太陽光)

(d) 東北地域における市況

自治体新電力が電源を調達する上で需要のニーズを満たして安定的に電力供給を行うために、需給バランスに応じて卸売市場から調達する必要もある。例えば、前述の通り市内主要公共施設の電力需要を賅うことを考えた際、メタンガス発電と太陽光発電のみでは需給バランスが保たれない時間帯が生じることがあり得るため、一定程度、市場からも調達する必要がある。但し、市場価格は相対取引と違い価格の乱高下が発生し得ることを加味しておく必要がある。参考までに、2019年におけるスポット取引市場価格のうち、エリアプライス（東北）の推移を以下に示す。なお、ここでは30分値データを単純平均した値として示している。

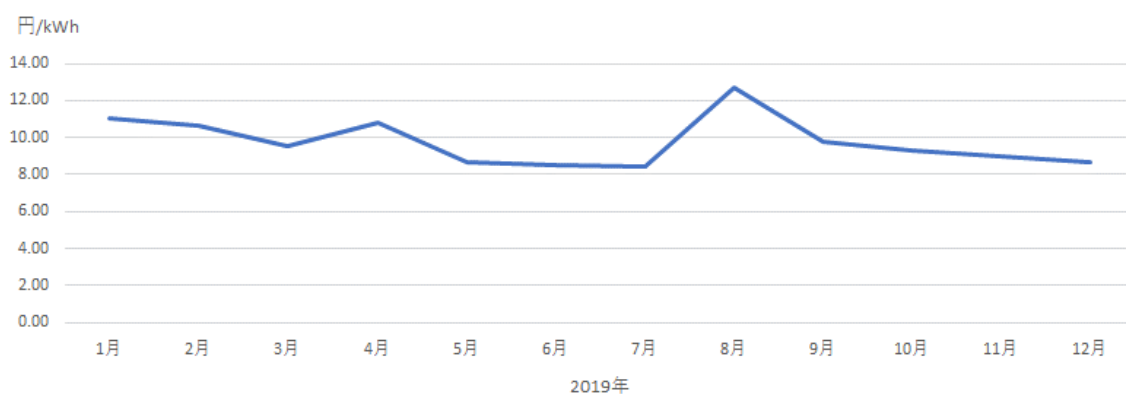
図表 100 卸売市場スポット取引価格(エリアプライス東北)

単位：円/kWh

2019年											
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
11.01	10.66	9.51	10.77	8.65	8.48	8.42	12.72	9.76	9.30	8.97	8.69

出所) JEPX 取引情報 スポット市場 (取引結果) より MRI 作成

<http://www.jepx.org/market/> (閲覧日 2020年2月13日)



出所) JEPX 取引情報 スポット市場 (取引結果) より MRI 作成

<http://www.jepx.org/market/> (閲覧日 2020年2月13日)

図表 101 卸売市場スポット取引価格推移(エリアプライス東北)

## 2.5.3 事業スキーム・市支援制度の素案の検討

### (1) 国による施策の動向及び展望

#### ① 再生可能エネルギーの将来像とそれに向けた対応

資源エネルギー庁の「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」では、再生可能エネルギーの将来像として、主力電源としての将来像に向けた対応策が提示された。ここでは、コストの低減と長期安定的な電源として自立化した電源を目指すこととなっている。

		自立化した(=コスト低減+長期安定電源化)主力電源へ		
		現時点で顕在化している課題と解決の方向性	今後の将来像イメージ	
急速なコストダウンが見込まれる電源	<b>太陽光</b> 2030mix: 6,400万kW FIT前導入量+認定量: 7,730万kW 導入量: 4,240万kW 2030年価格目標: 7円(事業用太陽光)	<ul style="list-style-type: none"> <li>海外と比べて高コスト(機器・工事費)の是正</li> <li>小規模太陽光のメンテナンス確保、再投資</li> <li>FIT買取終了設備の活用(2019年卒FIT家庭用太陽光)</li> <li>将来発生するパネル廃棄への対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅用太陽光は2019年から順次自立化</li> <li>蓄電池を活用しつつ需要地近接で小規模の地産地消</li> </ul> <p style="text-align: center;">+</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大型電源(Utility-Scale)として活用</li> </ul>	自家消費・地産地消
	<b>風力</b> 2030mix: 1,000万kW FIT前導入量+認定量: 7,730万kW 導入量: 2,400万kW 2030年価格目標: 8~9円(陸上・洋上(離陸式))	<ul style="list-style-type: none"> <li>海外と比べて高コスト(機器・工事費・系統接続費)の是正</li> <li>洋上風力の海域占有の長期化、利害調整円滑化</li> <li>環境アセスメントの迅速化</li> <li>需要地から離れた適地(高い系統接続費): 系統制約の克服</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型電源(Utility-Scale)として活用</li> </ul>	市場売電 大型電源(Utility-Scale)
地域との共生を図りつつ緩やかに自立化に向かう電源	<b>地熱</b> 2030mix: ~1,550万kW FIT前導入量+認定量: 60万kW 導入量: 53万kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規地点開拓(探査コスト・リスク大、地域共生)</li> <li>需要地から離れた適地(高い系統接続費): 系統制約の克服</li> <li>コスト低下の道筋の明確化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中規模のベースロード電源</li> <li>地域密着で事業実施</li> </ul>	
	<b>中小水力</b> 2030mix: ~1,170万kW FIT前導入量+認定量: 990万kW 導入量: 970万kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規地点の開拓(河川流量調査コスト・リスク)</li> <li>既存ダムが担う治水機能との調和</li> <li>需要地から離れた適地(高い系統接続費): 系統制約の克服</li> <li>コスト低下の道筋の明確化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地元の治水目的などと合わせて地域密着で事業実施</li> <li>既設導水路を活用した再投資(リプレース)など緩やかにFITからの自立化</li> </ul>	地域での農林業等と合わせて多面的に推進
	<b>バイオマス</b> 2030mix: ~728万kW FIT前導入量+認定量: 1,510万kW 導入量: 350万kW	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料費7割というコスト構造</li> <li>輸入材を中心に認定量急増</li> <li>持続可能な燃料の安定調達</li> <li>コスト低下の道筋の明確化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>農林産業等と一体、地域密着で実施</li> <li>既存設備への再投資(リプレース)など既存の燃料調達経路の活用で緩やかにFITからの自立化</li> </ul>	

※認定量と導入量は2017年9月末時点。2017年3月末までの認定失効分を反映。経過措置により2017年4月以降に認定が失効した案件は、現在集計中のため反映していない。

出所)「2030年以降を見据えた再生可能エネルギーの将来像(自立化に向けて)」(2018年3月22日、資源エネルギー庁)

[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku\\_gas/saiseikanou\\_jisedai/pdf/004\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/saiseikanou_jisedai/pdf/004_03_00.pdf)、閲覧日2018年4月4日

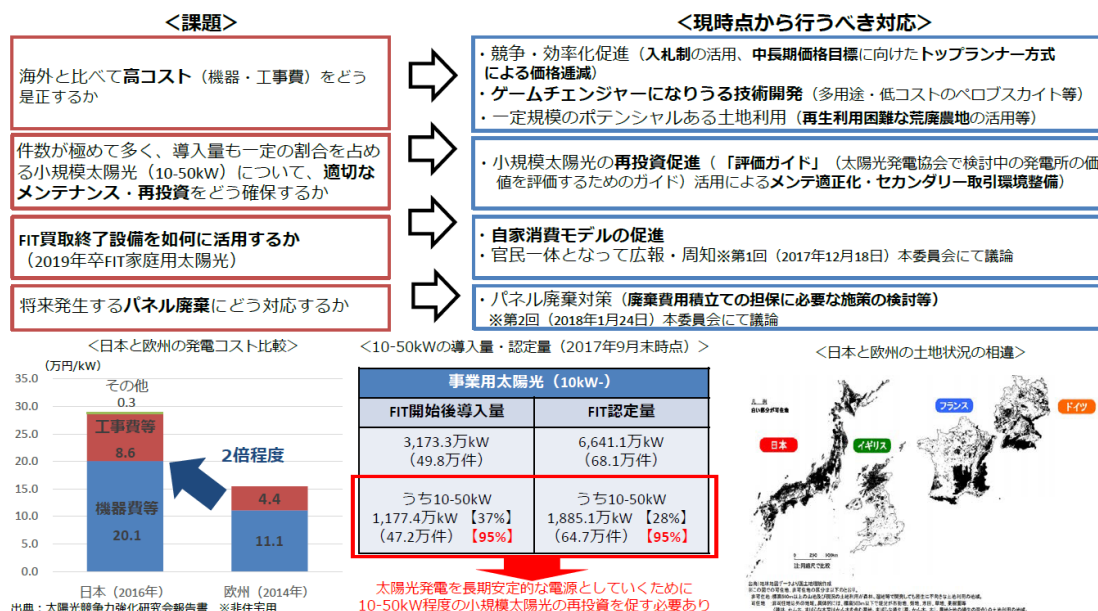
図表 102 再生可能エネルギーの将来像とそれに向けた対応

## ② 再生可能エネルギーの将来像とそれに向けた対応（太陽光）

「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会」では、特に太陽光発電において、下図に記される課題を克服し、以下(a)、(b)に集約していくべきとの見解が示された。

(a)自家消費・地産地消（住宅用太陽光の自立化、蓄電池を活用した需要地近接の地産地消）

(b)コスト競争力が特に高い大型電源（utility scale）による市場売電



出所）「2030年以降を見据えた再生可能エネルギーの将来像（自立化に向けて）」（2018年3月22日、資源エネルギー庁）

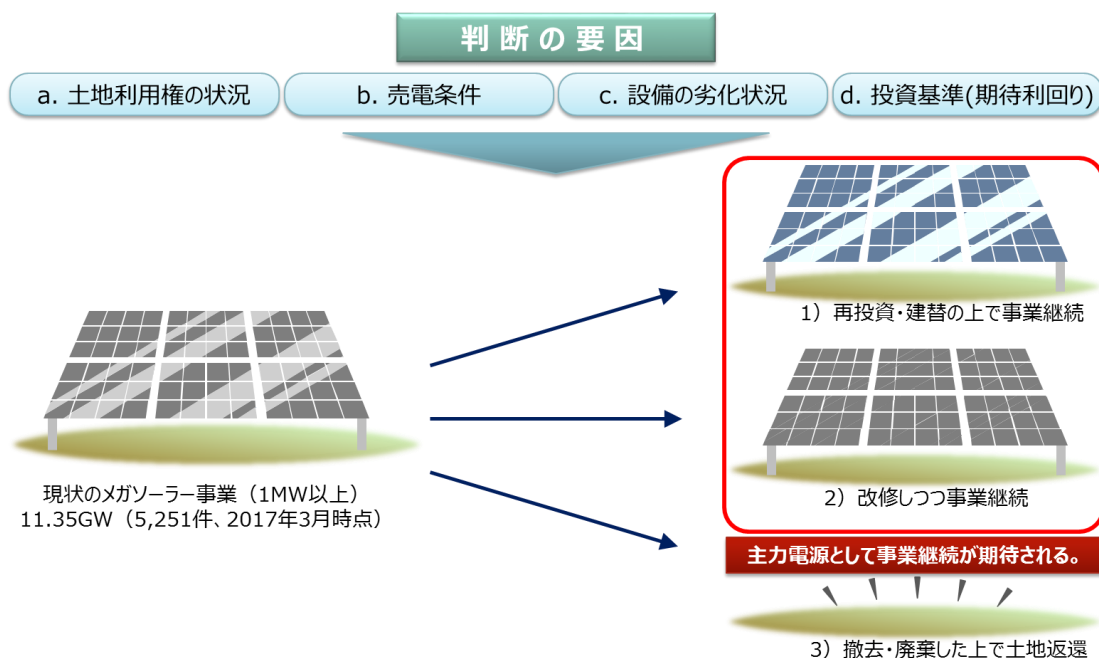
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku\\_gas/saiseikanou\\_jisedai/pdf/004\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/saiseikanou_jisedai/pdf/004_03_00.pdf)、閲覧日 2018年4月4日

図表 103 再生可能エネルギーの将来像とそれに向けた対応（太陽光）

### ③ ポスト FIT における太陽光発電の事業継続に向けて

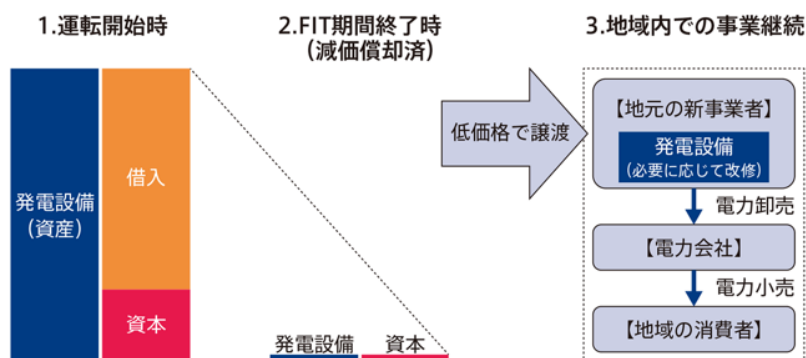
FIT 期間終了後、事業者にとっての選択肢は、「再投資や建て替えを経て事業継続」、「改修しつつ事業継続」、「撤去・廃棄した上で地権者に用地を返還」の3通りが考えられる。その際の判断材料としては、「土地利用権の状況」、「売電条件」、「設備の劣化状況」、「投資基準（期待利回り）」が挙げられる。

資源エネルギー庁「なっとく！再生可能エネルギー」の設備導入状況（2019年9月時点）によると、全国で導入済のメガソーラー発電所（1MW以上）は、約17.31GW（6,943件）あり、これら電源が2032年以降も主力電源として事業継続することが期待されている。



図表 104 ポスト FIT における太陽光発電の事業継続に向けて

ポスト FIT における太陽光発電の事業継続に向けて、例えば、地権者が用地の継続利用を望むケースでは、発電設備を地域密着型の新たな事業者を引き継ぐことも一案である。減価償却済みの設備であれば、地域発の新興事業者でも購入できる可能性があり、地域発の事業者が地域新電力に対して低価格で卸売りを行えば、地方創生の一助にもなり得る。



出所) 三菱総合研究所

図表 105 FIT 後にメガソーラーを地域に移管する流れ

#### ④ 自治体新電力の将来像

##### a. 再エネ電源の効率的活用による環境価値を有した電力の提供

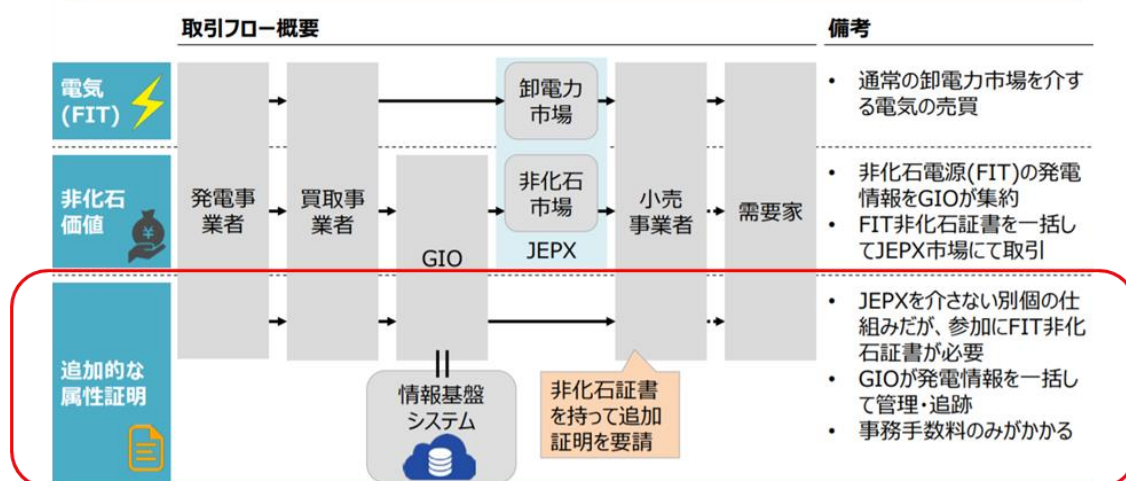
自治体新電力が中長期的に持続可能な事業体として存続するためには、他事業者と類似した小売電力事業を行い価格競争に巻き込まれるのを避けることが重要である。そのため、価格以外の付加価値を有する電力を調達・販売し、それをブランド化していくことが他との差別化のために有効と考えられる。

なお、経済産業省では、2019年2月に販売される非化石証書について、電源種や発電所所在地などのトラッキング情報を付与する実証実験が実施された。このトラッキング付非化石証書を活用した電気を小売電気事業者が販売し、需要家が調達した場合、その電気は再生可能エネルギー由来とみなされ、需要家はRE100に活用可能となっている。

民間ベースの取組み事例としては、「みんな電力」がブロックチェーン技術を用いて、電源を指定して直接取引を可能とするサービスを提供しており、複数の発電事業者の電源と需要家間で需給をマッチングし、電源を特定することが可能となっている。

#### FIT非化石証書トラッキングスキームの概要（現状案）

- 詳細は今後検討を進めるが、GIOにおいて情報基盤システムを用いてFIT電気に付随する属性情報を一括して管理し、小売事業者が特定の属性情報の帰属を宣言したい場合には購入した非化石証書を持ってGIOに証明を求めるスキームを検討中。



出所) 第25回制度検討作業部会 (2018年10月22日)、「資料3-2 非化石価値取引市場の利用価値向上に向けた検討の方向性」

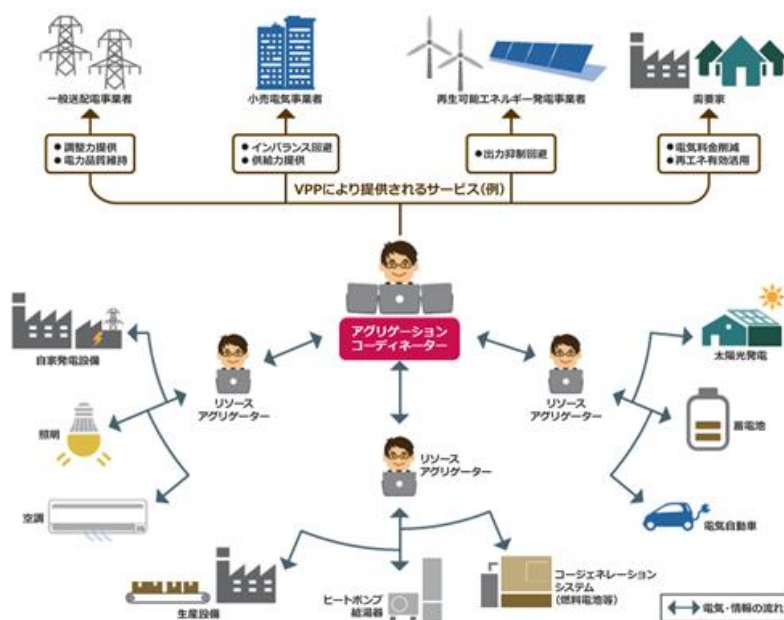
図表 106 FIT 非化石証書トラッキングスキームの概要（現状案）

⑤ 自治体新電力の将来像（エネルギー・リソースアグリゲーション・ビジネス（ERAB）の展開）

エネルギー・リソースアグリゲーション・ビジネス（ERAB）とは、バーチャルパワープラント（VPP）やデマンドレスポンス（DR）を用いて、送配電事業者・小売電気事業者・需要家・再エネ発電事業者といった取引先に対し、調整力・インバランス回避・電力料金削減・出力抑制回避等の各種サービスを提供する事業のことである。新電力（小売電気事業者）が実施することで、以下のメリットを確保することが期待される。

図表 107 ERAB 等実施による各主体のメリット

新電力の利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JEPX価格高騰時のDER活用による電力調達コストの削減</li> <li>• インバランス回避による事業採算性の向上</li> </ul>
発電事業者の利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 出力抑制の回避によるFIT後の長期的な事業リスク低減</li> </ul>
需要家の利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電力料金の削減（適切な電力消費の実施）</li> <li>• 自社活用電力の低炭素化・再エネ比率向上</li> <li>• DR等を活用することにより、次世代の電力利用のあり方を先取り</li> </ul>



出所)「バーチャルパワープラント(VPP)・デマンドレスポンス(DR)とは」資源エネルギー庁、閲覧日 2018 年 4 月 17 日

図表 108 エネルギー・リソースアグリゲーション・ビジネス

## (2) 喜多方市における事業スキーム及び市支援制度について

### ① 事業スキームの検討

喜多方市における自治体新電力の事業スキームを検討するにあたり、基本的スキームは前述の通りであるが、主に以下の検討事項が挙げられる。

<検討項目例>

- (a) 事業コンセプト（地産地消、地域還元、再エネ拡大、産業振興、等）
- (b) 自治体としての関与度合い（出資比率、地域サービスとの協同、等）
- (c) 事業実施体制（域内外事業者の参画、地元金融機関の関与、等）
- (d) 役割分担（電源調達、需給管理、販売計画策定、営業、顧客管理、等）
- (e) 電源調達方針（安定電源、不安定電源、再生可能エネルギー、FIT/非FIT/卒FIT、等）
- (f) 販売戦略（顧客獲得、料金メニュー、等）
- (g) 資金調達方針（資本金額、事業収支、等）
- (h) 事業実施／設立スケジュール（及びこれらに伴う承認プロセス、等）
- (i) 地域還元策（及び地域課題との整合、等）

事業スキームの具体化に先立ち、自治体新電力の事業ビジョンの明確化とコンセプトづくりが重要となる。これは事業に対して協力を得る、もしくは賛同者（発電事業者、需要家、出資者等）を募る上で重要な要素である。そして、事業ビジョンに至る道筋の妥当性・現実性を検証・確認しながら進めていき、事業の現実性を高めていくことが有効と考えられる。

また、事業の運営にあたっては、需給管理を始め、顧客管理、請求書発行・回収業務等が発生するため、これら業務に対するノウハウの有無によっても体制面を検討する必要がある。自前で業務可能でない限り、ノウハウを持つ業者に外部委託することを視野に入れて体制を構築する必要がある。

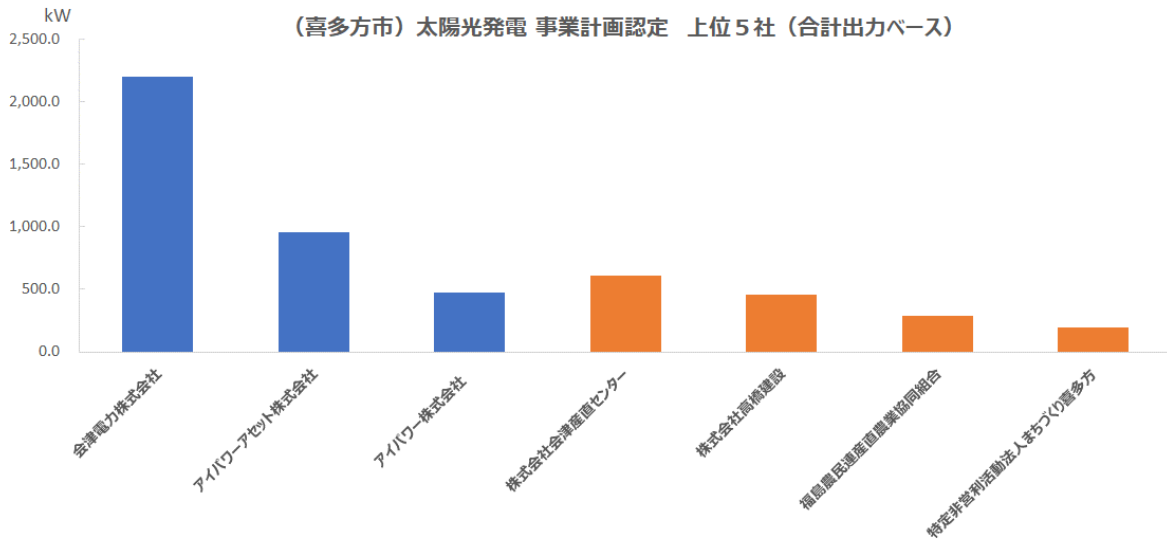
上記を踏まえ、自治体としてどの程度事業に関与するかを最終的に判断する必要がある。事業設立段階では、調達電源や需要家の規模感が定まらない可能性がある。よって自治体としてはマイナー出資に止めておき、民間主導で事業を推進していくパターンも考えられる。その他、下表に示す通り、自治体の出資割合によって監査義務や議会への報告義務が異なるため、この点もおさえておく必要がある。

図表 109 自治体出資割合とその関係

自治体出資割合 (%)	0	1~25	25~33	33~50	50~66	66~99	100
民間 (%)	100	75~100	66~75	50~66	33~50	0~50	0
自治体の影響力	限定的	限定的	小	小	中	大	最大
財政負担	ない	小	小~中	中	中~大	大	最大
自治体による監査義務	不要			必要			
議会への経営状況の報告義務※	不要			必要			
(参考) 株式保有率に対する主な権利				否決権	普通決議の 単独採決可	特別決議の 単独採決可	

※地方自治法の規定に基づく。自治体が債務保証・損失補償を行う場合は原則必要。

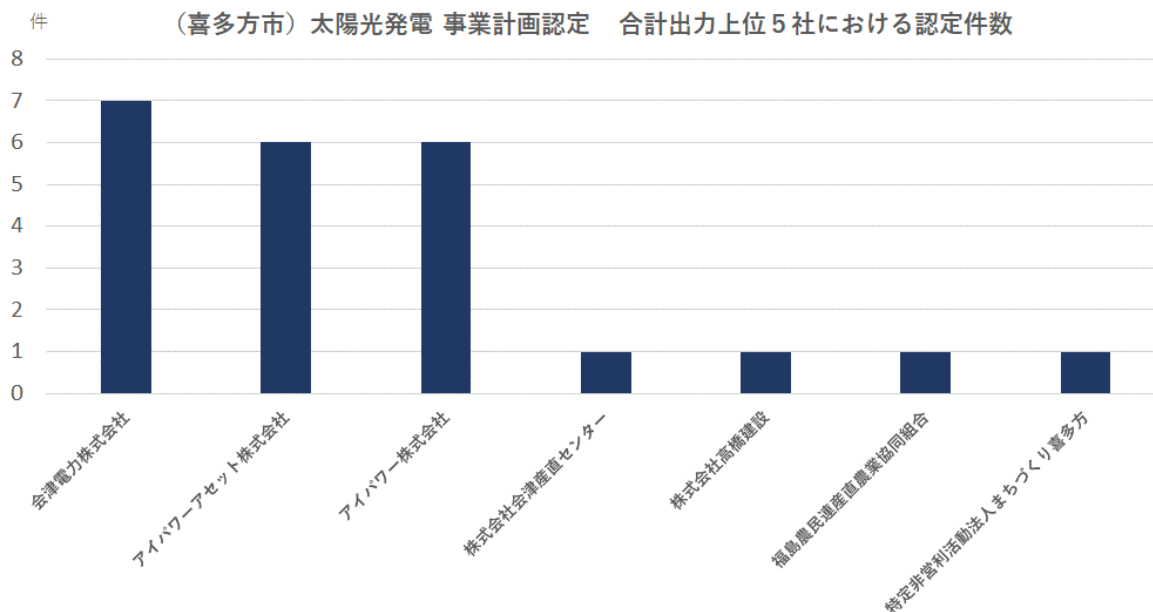
なお、2019年10月時点における事業計画認定状況によれば、喜多方市内で認定を取得する事業者のうち、認定件数及び認定容量ともに最も多い事業者は会津電力株式会社（グループ会社であるアイパワーアセット株式会社及びアイパワー株式会社の認定設備を含む）である（認定件数19件、合計出力3,630kW）。域内の電源を調達する際においては、市内における認定設備数（設備容量）の上位事業者を調達先電源として検討していくことで効率的に電源調達を進めることが重要である。



出所) 資源エネルギー庁 事業計画認定情報 公表用ウェブサイト (2019年10月31日 時点) を基に MRI 作成

<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo> (閲覧日 2020年2月13日)

図表 110 (喜多方市) 太陽光発電の事業計画認定 上位5社 (合計出力ベース)



出所) 資源エネルギー庁 事業計画認定情報 公表用ウェブサイト (2019年10月31日時点) を基にMRI作成  
<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo> (閲覧日 2020年2月13日)

図表 111 (喜多方市)太陽光発電の事業計画認定 合計出力上位 5 社における認定件数

## ② 市支援制度の検討

自治体新電力を設立・事業化する場合、市の支援として考えられるのは、情報提供/発信面での支援、体制構築面での支援、行政連携面での支援、等が挙げられる。下表は支援のあくまでイメージであるが、喜多方市での地域課題や特徴等を踏まえて今後より具体化させていく必要がある。

図表 112 支援策の検討切り口とイメージ

支援制度の検討切り口	支援のイメージ
情報面での支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 市内の電源・需要設備情報、需給実績データの提供</li> <li>➤ 広報活動、市民への啓蒙や情報発信</li> </ul>
体制面での支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電事業者・需要家の獲得支援</li> <li>➤ 域内事業者との連携体制構築支援</li> </ul>
行政面での支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地域サービスを貢献メニューに取り入れる際の連携支援</li> </ul>

## 参考資料

## 1. 木質バイオマス燃料の種類と比較

### 1.1 木質バイオマス燃料の種類

木質バイオマス燃料とは、木材生産時の副産物及び未利用・低利用材を原料とする燃料をいい、木質チップ、木質ペレット、薪、木くずなどがある。

業務用冷暖房・給湯用ボイラで使用される木質バイオマス燃料は、一般に木質チップ、木質ペレットである。

#### ①木質チップ

木質チップとは、原木丸太や製材端材などを破砕機等で切削または破砕したものであり、切削チップと破砕チップに大別される。

切削チップは薄い矩形状のもので、木材をカッター等で削って製造され、製紙パルプ用原料として用いられている。木質バイオマスボイラへの燃料供給装置でブリッジを形成しにくく、燃料供給のトラブルが少ない。一方、破砕チップは細長い繊維状のものであり、燃料供給装置でブリッジを形成しやすく、燃料供給が停止するトラブルが発生する危険性がある。

このため、木質バイオマスボイラの燃料には、製紙パルプ用原料として用いられる切削チップの使用が望ましい。

表 1- 2.5-1 木質チップの種類と特徴

	切削チップ	破砕チップ
外観写真 形状		
	薄い矩形状	細長い繊維状
製造方法	木材をカッターで削り取っていく。	木材をハンマー等による打撃で破砕する。
特徴	木質バイオマスボイラへの燃料供給装置でブリッジを形成しにくく、燃料供給のトラブルが少ない。	木質バイオマスボイラへの燃料供給装置でブリッジを形成しやすく、燃料供給が停止するトラブルあり。
用途	製紙パルプ用原料	堆肥原料、吹き付け材等
評価	○	△

※出典：福岡県森林林業技術センター「木質ボイラー導入の手引き」を一部加筆

## ②木質ペレット

木質ペレットとは、木くずなどを高温で圧縮し固めたもので、円柱状の固形燃料をいう。製造原料として用いられる木材の部位により、ホワイトペレット（木質部を主体とし製造したもの）、全木ペレット（木質部と樹皮を混合させ製造したもの）、樹皮ペレット（樹皮を主体とし製造したもの）に分類される。

樹皮ペレットは他の2種に比べ灰の発生量が多く、発熱量も小さいため、木質バイオマスボイラの燃料には、ホワイトペレットまたは全木ペレットの使用が望ましい。

表 1- 2.5-2 木質ペレットの種類と特徴

	ペレット (ホワイト)	ペレット (全木)	ペレット (バーク)
外観写真			
製造方法	木質部を主体とした原料を用いて製造したものの。	木質部と樹皮を混合した原料を用いて製造したものの。	樹皮を主体とした原料を用いて製造したものの。
特徴	灰の発生量が少ない。	灰の発生量が少ない。	他の2種に比べ灰の発生量が多く、発熱量も小さい。
評価	○	○	△

※出典：岩手県「木質資源利用ボイラー導入指針」を一部加筆

## 1.2 木質バイオマス燃料の物性値・特性比較

### ①木質バイオマス燃料の含水率

木材の含水率には、乾量基準含水率（ドライベース：DB）と湿量基準含水率（ウェットベース：WB）がある。一般に、欧州では湿量基準含水率（ウェットベース：WB）で表記され、日本国内では乾量基準含水率（ドライベース：DB）で表記されることが多いため、注意が必要です。以下に乾量基準含水率（ドライベース：DB）と湿量基準含水率（ウェットベース：WB）の換算式を示す。

#### ・乾量基準含水率（ドライベース：DB）

乾量基準含水率 X%は、木材に含まれる水分の重量（kg）を木材の乾燥重量（絶乾状態・水分無し）（kg）で除した比率をいう。

$$\text{乾量基準含水率X\% (ドライベース:DB)} = \frac{\text{木材に含まれる水分の重量(kg)}}{\text{木材の乾燥重量(kg)}} \quad \text{---- 式 1-2.5-1}$$

#### ・湿量基準含水率（ウェットベース：WB）

湿量基準含水率 X%は、木材に含まれる水分の重量（kg）を生木（湿った木）の重量（kg）で除した比率をいう。

$$\text{湿量基準含水率X\% (ウェットベース:WB)} = \frac{\text{木材に含まれる水分の重量(kg)}}{\text{生木の重量(kg)}} \quad \text{---- 式 1-2.5-2}$$

例えば、生木の重量（木材の乾燥重量+木材に含まれる水分の重量）を 100 とし、木材の乾燥重量を 50 とし、木材に含まれる水分の重量を 50 とした場合、乾量基準含水率（ドライベース：DB）の含水率は 100%（=50÷50×100 [%]）と算出され、湿量基準含水率（ウェットベース：WB）の含水率は 50%（=50÷100×100 [%]）と算出される。

乾量基準含水率（ドライベース：DB）と湿量基準含水率（ウェットベース：WB）の対比表を表 1-2.5-3 に示す。

表 1- 2.5-3 乾量基準含水率と湿量基準含水率の対比表

乾量基準含水率 (ドライベース:DB)	重量			湿量基準含水率 (ウェットベース:WB)
	水分	乾燥木材	木材全体	
%	%	%	%	%
0.0	0.0	100.0	100.0	0.0
10.0	9.1	90.9	100.0	9.1
20.0	16.7	83.3	100.0	16.7
30.0	23.1	76.9	100.0	23.1
40.0	28.6	71.4	100.0	28.6
50.0	33.3	66.7	100.0	33.3
60.0	37.5	62.5	100.0	37.5
70.0	41.2	58.8	100.0	41.2
80.0	44.4	55.6	100.0	44.4
90.0	47.4	52.6	100.0	47.4
100.0	50.0	50.0	100.0	50.0
110.0	52.4	47.6	100.0	52.4

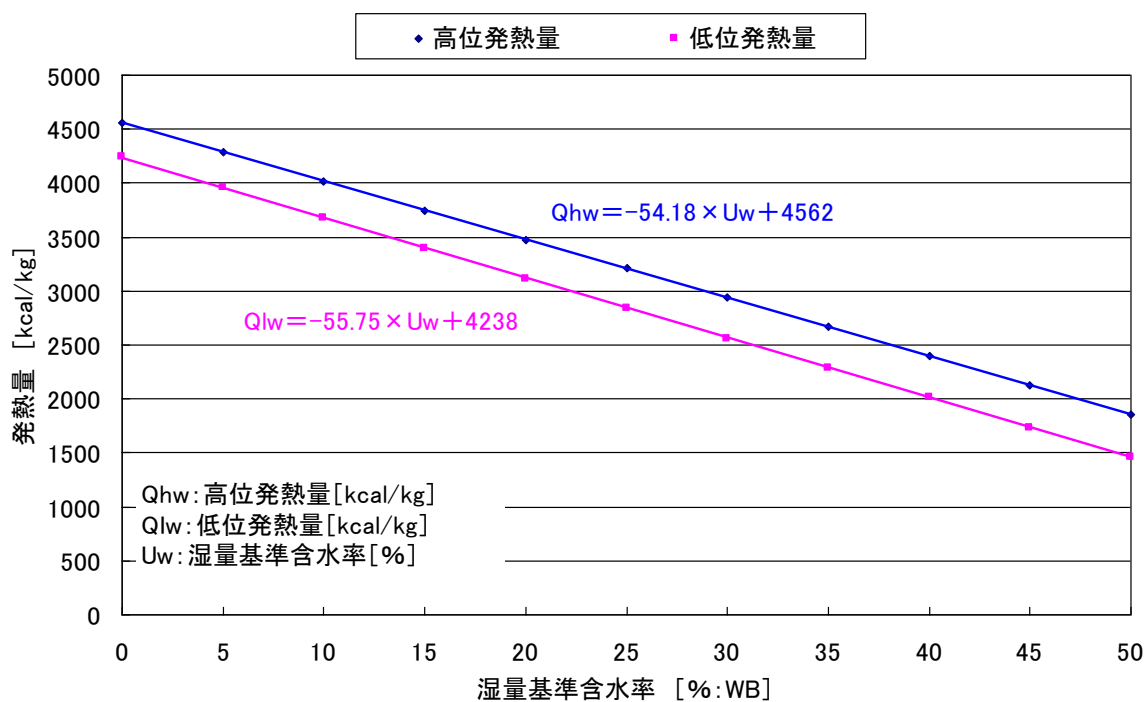
②木質チップの含水率と発熱量の関係

木質チップは含水率の違いにより発熱量が変化する。含水率と発熱量の関係を表 1-2.5-4 と図 1-2.5-1 に示す。

表 1- 2.5-4 含水率と発熱量の関係

湿量基準含水率 (ウェットベース:WB)	乾量基準含水率 (ドライベース:DB)	高位発熱量			低位発熱量		
		kcal/kg	MJ/kg	kWh/kg	kcal/kg	MJ/kg	kWh/kg
%	%						
0.0	0.0	4562	19.1	5.3	4238	17.7	4.9
5.0	5.3	4291	18.0	5.0	3954	16.6	4.6
10.0	11.1	4020	16.8	4.7	3673	15.4	4.3
15.0	17.6	3749	15.7	4.4	3393	14.2	3.9
20.0	25.0	3476	14.6	4.0	3113	13.0	3.6
25.0	33.3	3208	13.4	3.7	2838	11.9	3.3
30.0	42.9	2937	12.3	3.4	2561	10.7	3.0
35.0	53.8	2666	11.2	3.1	2285	9.6	2.7
40.0	66.7	2395	10.0	2.8	2010	8.4	2.3
45.0	81.8	2124	8.9	2.5	1735	7.3	2.0
50.0	100.0	1853	7.8	2.2	1460	6.1	1.7

※出典：全国木材チップ工業連合会「木材チップ等原料転換型事業調査・分析事業報告書」



出典：全国木材チップ工業連合会「木材チップ等原料転換型事業調査・分析事業報告書」

図 1- 2.5-1 湿量基準含水率と発熱量の関係

湿量基準含水率と発熱量の関係は、表 1-2.5-4 と図 1-2.5-1 より以下の式で表される。

$$Q_{Hw} = -54.18 \times U_w + 4562 \quad \text{-----} \quad \text{式 1- 2.5-3}$$

$$Q_{Lw} = -55.75 \times U_w + 4238 \quad \text{-----} \quad \text{式 1- 2.5-4}$$

$Q_{Hw}$  : 湿量基準含水率に対する高位発熱量 [kcal/kg]

$Q_{Lw}$  : 湿量基準含水率に対する低位発熱量 [kcal/kg]

$U_w$  : 湿量基準含水率 [%]

### ③木質チップと木質ペレットの特性比較

木質チップと木質ペレットの特性を表 1-2.5-5 に示す。これによると、木質チップは含水率が高いため発熱量が小さいが安価であり、木質ペレットは含水率が低く発熱量が大きいチップに比べ高価である。

表 1-2.5-5 木質チップと木質ペレットの特性比較

	木質チップ	木質ペレット
含水率	D1 (20%未満：WB 基準) ※1 [25%未満：DB 基準] D2 (20%以上 30%未満：WB 基準) [25%以上 43%未満：DB 基準] D3 (30%以上 50%未満：WB 基準) [43%以上 100%未満：DB 基準] D4 (50%以上：WB 基準) [100%以上：DB 基準]	10%以下 (WB 基準) ※3 [約 12%以下 (DB 基準)]
発熱量 (高位発熱量)	1853～3312kcal/kg※1 (含水率 100～30%DB 基準)	4300kcal/kg 以上※1
大きさ	～50mm 角程度※2 (調整可能)	直径 6～8mm、長さ 30mm 以下※3
かさ密度※4	スギの場合 0.15t/m <sup>3</sup> (0%DB) ～0.29t/m <sup>3</sup> (100%DB)	0.65t/m <sup>3</sup>
着火性	含水率が高い場合は着火しにくい	含水率が低いために着火しやすい
搬入方法	ダンプに積み、荷台を傾けて直接サイロに投入する場合やショベル・ブルドーザ車両によりサイロに投入する場合等がある。	フレコンパックに詰めて搬入し、クレーン機能のついた車両によりサイロへ投入するが多い。
価格	安価	チップに比較し高価

※1：全国木材チップ工業連合会「木材チップ等原料転換型事業調査・分析事業報告書」

※2：木材工業ハンドブック編集委員会編「木材工業ハンドブック」

※3：日本木質ペレット協会「木質ペレット品質規格」

※4：かさ密度とは、自然に緩く充填した（貯蔵した）際の密度

#### ④木質チップと木質ペレットの他燃料との単価・CO<sub>2</sub>排出量比較

木質チップと木質ペレットの他燃料との単価・CO<sub>2</sub>排出量比較例を図 1-2.5-2 に示す。これによると、1MJ あたりの加熱に必要な単価は、木質チップが最も安価で 1.5 円/MJ（乾量基準含水率 60%程度）、次いで木質ペレットが 2.1 円/MJ となっており、A 重油や灯油に対して 3 から 5 割程度安価となっている。

また、CO<sub>2</sub>排出量は、1MJ あたりの加熱の場合、A 重油や灯油に対して 84～87g-CO<sub>2</sub>/MJ 程度低減できることがわかる。

■燃料別発熱量・CO2排出係数・単価

	単位	発熱量[高位基準]	CO2排出係数	燃料単価	備考
		MJ/単位	kg-CO2/単位	円/単位	
木質チップ1	kg	10.5	0.0	12.5	乾量基準含水率60%
木質ペレット	kg	16.9	0.0	28.0	
A重油	L	39.1	2.7	85.0	
灯油	L	36.7	2.5	81.0	
LPG	m3	110.9	6.6	272.0	

※1: 木質チップ、ペレットの価格は「木質資源利用ボイラー導入指針」(岩手県・平成20年2月)による

※2: 燃料発熱量・CO2排出係数は「地球温暖化対策の推進に関する法律」(排出係数一覧・2012年公表値)による

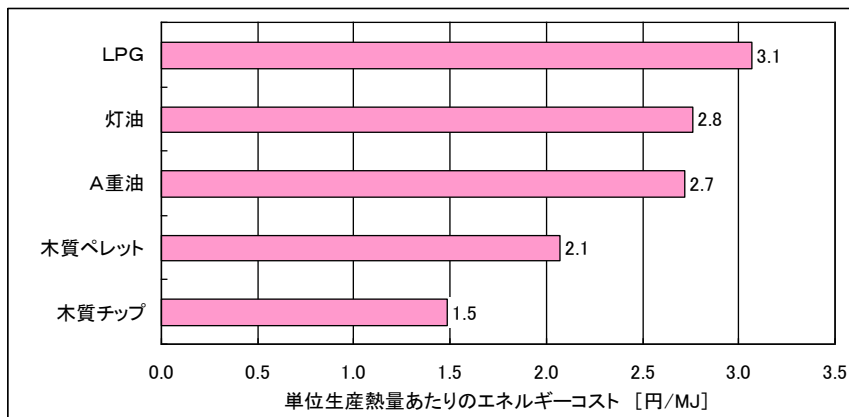
※3: A重油・灯油価格は建設物価2012年6月(ローリー渡し、盛岡)による

※4: LPG価格は建設物価2012年6月(業務用ボンベ、仙台)による

■単位生産熱量あたりのエネルギーコスト

	単位	エネルギーコスト
木質チップ	円/MJ	1.5
木質ペレット	円/MJ	2.1
A重油	円/MJ	2.7
灯油	円/MJ	2.8
LPG	円/MJ	3.1

※ボイラー効率: 0.8 (高位発熱量基準)



■単位生産熱量あたりのCO2排出量

	単位	CO2排出量
木質チップ	g-CO2/MJ	0
木質ペレット	g-CO2/MJ	0
A重油	g-CO2/MJ	87
灯油	g-CO2/MJ	84
LPG	g-CO2/MJ	74

※ボイラー効率: 0.8 (高位発熱量基準)

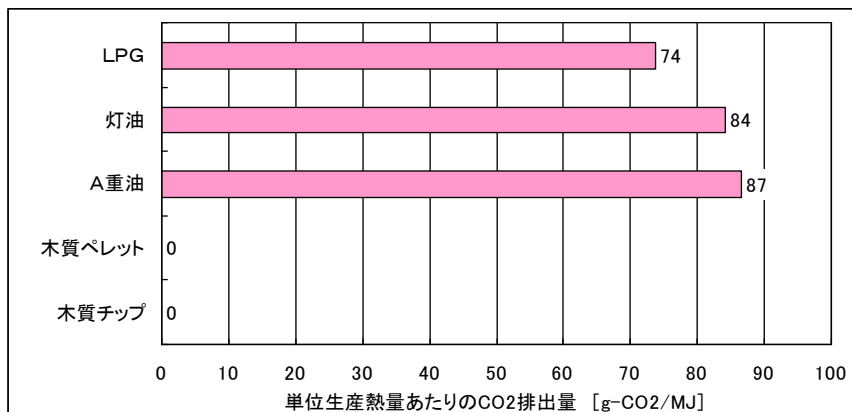


図 1- 2.5-2 木質チップと木質ペレットの他燃料との単価・CO2 排出量比較例

## 2. 木質バイオマスボイラーシステム設計フロー

木質バイオマスボイラーによるシステム設計フローを図 2-2.5-1 に示す。

木質バイオマスボイラーによるシステム設計では、①木質燃料の検討、②使用条件の整理・負荷想定、③バイオマスボイラーシステムの検討を行い、基本的な設計を行った後、④木質バイオマスボイラーシステムの詳細設計に進む。本マニュアルでは、①～④の木質バイオマスボイラーによるシステム設計の他に、⑤その他設備設計方法を示した。以降に①～⑤の各段階での検討内容・方法を示す。

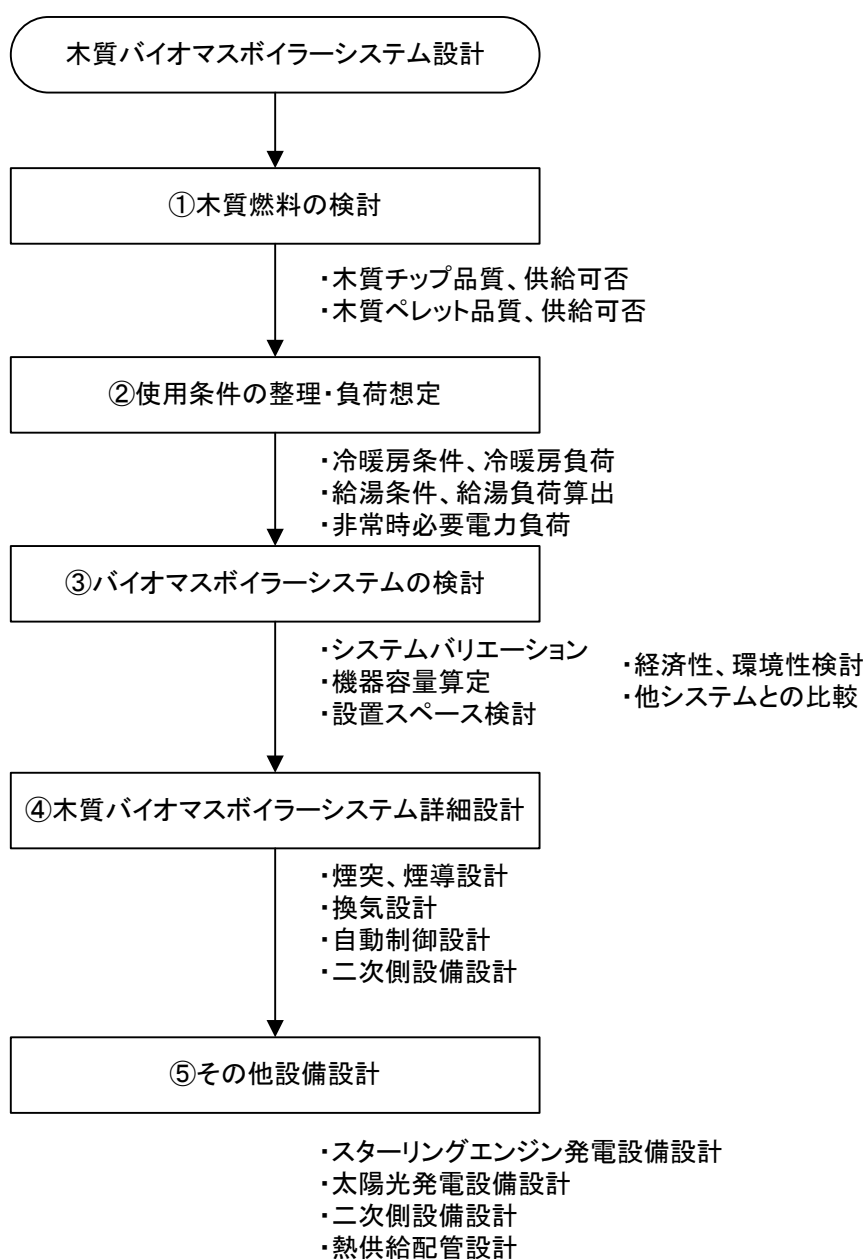


図 2- 2.5-1 木質バイオマスボイラーシステム設計フロー

### 3. 木質燃料の検討

木質バイオマスボイラーの燃料には、Part1 の 1.1. 木質バイオマス燃料の種類と比較で示したように「木質チップ」と「木質ペレット」があるが、木質燃料の選択を行う際は、それらの供給の可否と品質（ペレット成分、含水率、大きさ）を検討する。

木質燃料の選択では、使用する木質バイオマスボイラーのタイプ（メーカーや機種）ごとに使用可能な燃料種別（チップ、ペレット）や含水率が異なるため、それらを考慮し、使用燃料と木質バイオマスボイラーの検討を行う。

また、木質チップを使用する際は、チップの大きさも考慮する。一般的には、製紙用チップ（チップ表面積 5cm<sup>2</sup>以下）を推奨する。チップの大きさが大きい場合は、チップサイロからボイラー間のチップ供給装置内で詰まり、故障の原因となるため注意が必要である。

さらに、木質燃料の発熱量は、Part1 の 1.1. 木質バイオマス燃料の種類と比較の表 1-2.5-4 と図 1-2.5-1 で示したように含水率の違いにより変化する（含水率が大きいほど発熱量が小さい）。このため、木質バイオマスボイラーの加熱能力も変化する（含水率が大きいほどボイラー加熱能力は小さくなる）。したがって、木質バイオマスボイラーの製品カタログ仕様の加熱能力と木質燃料の含水率と発熱量を把握し、使用する木質燃料の含水率下でのボイラー加熱能力を確認する必要がある。

木質バイオマスボイラーシステムのイニシャルコストの抑制および運転効率向上によるランニングコスト低減を図るためには、低い含水率の木質燃料（特に木質チップ）を使用することが望ましい。

#### 4. 使用条件の整理・負荷想定

木質バイオマスボイラーによるシステムは、建物の熱源システムとして中央熱源方式が採用される場合に、検討対象となる。したがって、建物の熱源システム方式の傾向を把握しておくことが重要である。

二次側熱負荷や熱源システムの特徴を建物用途別に示す。

表 2- 2.5-1 建物用途別要求負荷

建物用途	要求負荷	特徴
事務所	冷暖房	給湯はほとんどなく、夜間の負荷は少ない。大規模や公共施設建物で中央熱源方式が採用される。
病院、老人ホーム	冷暖房、給湯	年間通して給湯負荷有り。冷暖房は 24 時間運転。 給湯システムは中央熱源方式であり、冷暖房システムは中大規模で中央熱源方式が採用される。
温浴施設	冷暖房、給湯	年間通して相当量の給湯負荷有り。 給湯システムは中央熱源方式であり、冷暖房システムは中大規模で中央熱源方式が採用される。
宿泊施設	冷暖房、給湯	年間通して給湯負荷有り。冷暖房は 24 時間運転。 給湯システムは中央熱源方式であり、冷暖房システムは中大規模で中央熱源方式が採用される。
店舗	冷暖房、給湯	給湯負荷は飲食店舗の場合にあるが、冷暖房・給湯ともに個別熱源方式が採用される場合が多い。
学校	(冷) 暖房	冷房負荷と給湯負荷は少ない。冷暖房は個別熱源方式(パッケージ空調)が採用される場合が多い。
住宅	冷暖房、給湯	年間通して給湯負荷有り。朝晩の負荷大。 地域熱供給エリアを除き、冷暖房・給湯ともに個別熱源方式が採用される。

## 4.1 熱負荷の算出

### ①冷暖房負荷

冷暖房負荷は、建物の規模や構造、用途、使用時間、気象条件など様々な要因により異なるため、建物ごとに算出することが必須である。設計の際は、「HASP（動的熱負荷計算・空調システム計算プログラム）(社)建築設備技術者協会」などの熱負荷計算プログラムでシミュレーションすることで、対象建物に合致した空調システム設計が可能となる。

また、簡易的な算出方法の一つとして、「冷暖房熱負荷簡易計算法 HASS112（現：SHASE S112）空気調和・衛生工学会規格」などがある。

なお、計画段階では建物延床面積（㎡）と冷暖房負荷原単位（W/㎡）の積から冷暖房負荷（W）を算出することが多く、これは、詳細な冷暖房負荷算定の困難な段階における設備容量の設計には有用な手法である。

### ②給湯負荷

給湯負荷を算定する方法には、使用人員、室数、面積、用途などにより算出する方法と、設置器具数により算出方法がある。また、より簡便に建物延床面積（㎡）と給湯負荷原単位（W/㎡）の積から給湯負荷（W）を算出することも可能である。

## 4.2 最大負荷

### ③最大冷暖房負荷

最大冷暖房負荷（W）は、延床面積（㎡）に最大冷暖房負荷原単位（W/㎡）を乗じて算出することができる。以下に、「東京」における建物用途別の最大冷暖房負荷原単位を示す。

$$\text{最大冷暖房負荷 (W)} = \text{延床面積 (㎡)} \times \text{最大冷暖房負荷原単位 (W/㎡)}$$

----- 式 2-2.5-1

表 2- 2.5-2 建物用途別 最大冷暖房負荷原単位(W/㎡)

建物用途	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冷房	104.7	139.6	87.2	104.7
暖房	58.2	93.0	77.9	95.4

※出典：「CGS 設計に関する研究」(社)空気調和・衛生工学会

以下に、冷暖房負荷の地域係数を示す。この値を 1) で求めた最大冷暖房負荷に乗じること  
で、各地域における最大冷暖房負荷を推定することができる。

表 2- 2.5-3 冷暖房負荷の地域区分と地域係数

		冷房		暖房	
北海道	稚内	0.75	0.8	1.48	1.5
	旭川	0.86		1.69	
	根室	0.68		1.44	
	札幌	0.79		1.46	
	函館	0.84		1.42	
東北 長野県	青森	0.88	0.9	1.29	1.3
	秋田	0.93		1.2	
	仙台	0.89		1.13	
	松本	0.93		1.26	
北陸 山梨県	新潟	0.98	1	1.04	1.1
	金沢	0.95		1.05	
関東 静岡県	前橋	0.97	1	1.04	1
	甲府	0.95		1.09	
東海 近畿 中国 四国	名古屋	1.02	1	0.96	1
	京都	1		1.04	
	米子	1.01		1.02	
	広島	0.97		1	
	大阪	1.03		0.96	
	高知	0.96		0.88	
九州	福岡	1.04	1.1	0.95	0.5
	熊本	1.02		1	
	長崎	1.02		0.93	
	宮崎	1.02		0.9	
	鹿児島	1.02		0.94	
沖縄	那覇	1.12	1.1	0.47	0.5

※出典：(社)日本地域冷暖房協会（現(社)都市環境エネルギー協会）発行【地域冷暖房技術手引書】「冷暖房熱負荷簡易計算法 HASS112 空気調和・衛生工学会規格」

#### ④最大給湯負荷

最大給湯負荷 (W) は、延床面積 (㎡) に最大給湯負荷原単位 (W/㎡) を乗じて算出することができる。以下に、建物用途別の最大給湯負荷原単位を示す。

$$\text{最大給湯負荷 (W)} = \text{延床面積 (㎡)} \times \text{最大給湯負荷原単位 (W/㎡)} \text{ ----- 式 2-2.5-2}$$

表 2- 2.5-4 建物用途別 最大給湯負荷原単位(W/㎡)

建物用途	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
最大給湯負荷	16.3	23.3	116.3	46.5

※出典：「CGS 設計に関する研究」(社)空気調和・衛生工学会

### 4.3 年間負荷

#### ①年間冷暖房負荷

年間冷暖房負荷 (kWh) は、延床面積 (㎡) に年間冷暖房負荷原単位 (kWh/㎡・年) を乗じて算出することができる。以下に、建物用途別の年間冷暖房負荷原単位を示す。

$$\text{年間冷暖房負荷 (kWh/年)} = \text{延床面積 (㎡)} \times \text{年間冷暖房負荷原単位 (kWh/㎡・年)}$$

----- 式 2- 2.5-3

表 2- 2.5-5 建物用途別・年間冷暖房負荷原単位(kWh/㎡・年)

建物用途	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冷房	81.4	145.3	116.3	93.0
暖房	36.0	40.7	93.0	86.0

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」(社)空気調和・衛生工学会

また、各地域の冷暖房負荷に関しては、「建物用途別・年間冷暖房負荷原単位 (表 2-2.5-5)」に「地域係数 (表 2-2.5-3)」を乗じることで算出することができる。

## 年間給湯負荷

### ■年間給湯負荷原単位

年間給湯負荷 (kWh) は、延床面積 (m<sup>2</sup>) に年間給湯負荷原単位 (kWh/m<sup>2</sup>・年) を乗じて算出することができる。以下に、「東京」における建物用途別の年間給湯負荷原単位を示す。

$$\text{年間給湯負荷 (kWh/年)} = \text{延床面積 (m}^2\text{)} \times \text{年間給湯負荷原単位 (kWh/m}^2\text{・年)}$$

----- 式 2-2.5-4

表 2- 2.5-6 建物用途別・年間給湯負荷原単位(kWh/m<sup>2</sup>・年)

建物用途	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
年間給湯負荷	2.6	26.7	93.0	93.0

※出典:「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

■各地域における年間給湯負荷

年間給湯負荷は、外気温や給水温度の影響を受けるため、地域により異なる。よって、ここでは（１）で求めた「東京」における給湯負荷に、地域係数（東京の給湯負荷に対する比率）（表 2-2.5-7）を乗じて各地域の給湯負荷を算出する方法を示す。

◇地域係数の算出

① 月平均給水温度の算出

月平均給水温度は、以下の式により算出した。

$$THS = a \times TA + b \quad \text{-----} \quad \text{式 2-2.5-5}$$

THS : 平均給水温度 (°C)

TA : 建物地域の平均気温

a : 建物地域によって決まる換算係数

b : 建物地域によって決まる換算係数

出典：建築物の省エネルギー基準と計算の手引き 性能基準 (PAL/CEC) \_IBEC

② 給湯温度と給水温度の差の算出

給湯温度を 60°Cとした場合、①で求めた THS（月平均給水温度）との差を算出した。

③ 地域係数の算出

②で求めた値のうち、「東京」の値を基準とし、その他の地域の割合を求め、その値を地域係数とした。表 2-2.5-7 に各地域と地域係数を示す。

表 2- 2.5-7 年間給湯負荷の地域係数の算出

地点	①				②	③
	TA 年平均外気 温 (°C)	a	b	THS 月平均給水 温度(°C)	給湯温度60 (°C) - THS	地域係数
札幌	8.12	0.6639	3.466	8.86	51.14	1.16
仙台	11.99	0.6054	4.515	11.77	48.23	1.09
新潟	13.13	0.8660	1.665	13.04	46.96	1.06
名古屋	14.78	0.7272	3.361	14.11	45.89	1.04
東京	15.64	0.8516	2.473	15.79	44.21	1.00
大阪	16.28	0.8851	3.189	17.60	42.40	0.96
福岡	16.19	0.8075	3.342	16.42	43.58	0.99
鹿児島	16.90	0.6921	7.167	18.86	41.14	0.93
高知	16.23	0.9223	2.907	17.88	42.12	0.95

各地域の給湯負荷 (MJ/年) = 年間給湯負荷原単位 (MJ/m<sup>2</sup>・年) × 延床面積 (m<sup>2</sup>)  
× 地域係数

#### 4.4 月別負荷パターン

負荷変動は、各建物の空調システム、構造、配置や形状、使用状況、地域等によって、それぞれ固有のパターンを形成する。しかし、基本計画時点では、各建物の詳細が決定されておらず、一般の空調熱負荷計算手法等による負荷変動の算出は困難な場合が多い。一般的に基本計画時点では用途別の負荷変動として、単位負荷に負荷変動の比率を乗じて求める方式が多用されている。

月別負荷変動に関しては、既存文献、資料等で各種提案されているが、ここでは、その一例として、(社)空気調和・衛生工学会の公表数値を示す。

$$\text{月別負荷 (kWh/月)} = \text{年間負荷 (kWh/年)} \times \text{月別負荷率 (\%)} \text{ ----- 式 2-2.5-6}$$

##### ①月別冷房負荷パターン

以下に、建物用途別の月別冷房負荷率を示す。

表 2- 2.5-8 月別冷房負荷率(%)

期間	月	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冬期	1月	0	0	1	0
	2月	0	1.21	0.91	0
	3月	0	2.83	3.11	0
中間期	4月	0	4.05	3.89	0
	5月	3.92	8.91	7.56	2.53
夏期	6月	15.67	12.63	14.06	5.85
	7月	27.63	19.29	21.42	19.36
	8月	30.72	20.81	24.77	45.82
	9月	19.79	13.68	14.96	21.95
中間期	10月	2.27	10.93	5.18	4.49
	11月	0	3.64	2.14	0
冬期	12月	0	2.02	1	0
合計		100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

## ②月別暖房負荷パターン

以下に、建物用途別の月別暖房負荷率を示す。

表 2- 2.5-9 月別暖房負荷率(%)

期間	月	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冬期	1月	25.93	32.8	20.54	27.49
	2月	22.79	29.64	17.87	21.2
	3月	17.66	15.87	14.41	19.92
中間期	4月	4.27	0	12.48	2.67
	5月	0	0	3.07	0
夏期	6月	0	0	0	0
	7月	0	0	0	0
	8月	0	0	0	0
	9月	0	0	0	0
中間期	10月	0	0	0	0
	11月	7.98	0	12.77	8.65
冬期	12月	21.37	21.69	18.86	20.07
合計		100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

## ③月別給湯負荷パターン

以下に、建物用途別の月別給湯負荷率を示す。

表 2- 2.5-10 月別給湯負荷率(%)

期間	月	業務施設	商業施設	宿泊施設	医療施設
冬期	1月	13.79	7.66	10.14	9.51
	2月	17.24	8.02	10.07	9.98
	3月	13.79	9.17	9.51	10.05
中間期	4月	10.34	9.07	8.65	9.85
	5月	6.9	7.83	7.78	8.09
夏期	6月	3.45	7.26	7.33	7.88
	7月	3.45	7.99	7.33	7.13
	8月	3.45	7.84	6.23	5.54
	9月	3.45	8.12	7.02	5.76
中間期	10月	6.9	7.62	7.58	7.88
	11月	6.9	9.07	8.72	8.19
冬期	12月	10.34	10.35	9.64	10.14
合計		100	100	100	100

※出典:「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

#### 4.5 日負荷パターン（夏期、冬期、中間期）

月別負荷変動と同様に、一般的に基本計画時点では用途別の負荷変動として、単位負荷に負荷変動の比率を乗じて求める方式が多用されている。時刻別の負荷変動の特性を把握し、機器の運用が高稼働、高効率となるよう機器容量を選定する必要がある。

建物の用途においては、曜日別負荷変動に特異な性状を示すものがあり、システム構成上にも影響を与える場合は、基本計画時においても考慮しなければならない。

時刻別負荷変動に関しても、既存文献、資料等で各種提案されているが、ここでは、その一例として、(社)空気調和・衛生工学会の数値を示す。

$$\text{時刻別負荷 (kWh/時)} = \text{月別負荷 (kWh/月)} \div \text{稼働日数 (日)} \times \text{時刻別負荷率 (\%)} \text{ ----- 式 2- 2.5-7}$$

## ①時刻別冷房負荷パターン

以下に、建物用途別の時刻別冷房負荷率を示す。

表 2- 2.5-11 時刻別冷房負荷率(%)

	業務施設		商業施設	宿泊施設			医療施設	
	夏期	中間期	夏期	夏期	冬期	中間期	夏期	中間期
1時	0	0	0	2.34	0	0.29	1.6	2.7
2時	0	0	0	1.8	0	0.29	1.6	2.6
3時	0	0	0	1.71	0	0.29	1.5	2.5
4時	0	0	0	1.53	0	0.29	1.5	2.5
5時	0	0	0	1.44	0	0.29	1.5	2.4
6時	0	0	0	1.35	0	0.29	3.4	3.4
7時	0	0	0	1.8	0	0.29	2.6	2.5
8時	1.79	0.4	7.9	1.98	0	0.34	2.8	2.6
9時	9.57	11.78	7.3	2.71	0	0.86	6.4	4.3
10時	9.17	13.37	8.3	3.52	4.95	4.87	6.3	5
11時	8.97	11.19	8.7	3.61	4.95	4.58	6.6	5.3
12時	9.27	11.87	10	3.61	7.43	8.59	6.8	5.8
13時	9.37	10.4	10.2	7.13	9.9	8.59	6.9	6.3
14時	9.27	11.68	11.2	7.21	8.91	9.45	6.1	6.1
15時	8.97	11.78	11.2	8.66	8.42	6.87	6.1	6.2
16時	10.69	11.19	9.6	6.5	5.94	5.73	6.3	6.4
17時	8.97	3.86	8	6.59	6.43	6	6.3	6.1
18時	9.27	1.68	7.6	6.68	5.93	6	6.2	6.1
19時	3.89	0.5	0	6.94	5.94	5.73	5.8	5.4
20時	0.4	0.3	0	7.03	6.44	6.59	3.2	3.4
21時	0.4	0	0	6.85	7.43	6.59	3.1	3.3
22時	0	0	0	4.51	8.42	8.59	3	3.2
23時	0	0	0	2.34	8.91	8.59	2.8	3.1
24時	0	0	0	2.16	0	0	1.6	2.8
合計	100	100	100	100	100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

## ②時刻別暖房負荷パターン

以下に、建物用途別の時刻別暖房負荷率を示す。

表 2- 2.5-12 時刻別別暖房負荷率(%)

	業務施設		商業施設	宿泊施設		医療施設	
	冬期	中間期	冬期	冬期	中間期	冬期	中間期
1時	0	0	0	3.05	5.35	0.2	2.7
2時	0	0	0	3.43	3.21	0.3	2.6
3時	0	0	0	3.81	2.67	0.3	2.5
4時	0	0	0	3.43	2.41	0.3	2.5
5時	0	0	0	3.05	2.41	0.3	2.4
6時	0	0	0	3.05	2.67	5.1	3.4
7時	0.3	0	0	3.24	3.21	4.7	2.5
8時	16.99	14.76	0	4.19	4.28	4.7	2.6
9時	12.29	13.65	16.9	5.71	4.28	10.3	4.3
10時	8.09	7.48	12.8	4.95	3.48	8.3	5
11時	10.29	8.39	10.3	5.14	4.55	7.5	5.3
12時	10.49	12.44	9.4	4.95	4.55	6.9	5.8
13時	10.29	13.04	7.5	4.95	5.35	6.4	6.3
14時	8.39	12.84	6.9	5.14	5.88	5.2	6.1
15時	8.19	12.54	5.6	4.95	6.42	5	6.2
16時	9.09	3.44	5.4	6.1	5.88	4.8	6.4
17時	5.59	1.42	7.3	7.24	6.42	4.9	6.1
18時	0	0	8.8	6.86	6.95	5	6.1
19時	0	0	9.1	6.1	6.41	5	5.4
20時	0	0	0	5.33	5.34	3.5	3.4
21時	0	0	0	1.52	0.27	3.5	3.3
22時	0	0	0	1.14	0	3.6	3.2
23時	0	0	0	0	2.67	4	3.1
24時	0	0	0	2.67	5.34	0.2	2.8
合計	100	100	100	100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

### ③時刻別給湯負荷パターン

以下に、建物用途別の時刻別給湯負荷率を示す。

表 2- 2.5-13 時刻別給湯負荷率(%)

	業務施設			商業施設	宿泊施設	医療施設		
	夏期	冬期	中間期			夏期	冬期	中間期
1時	0	0	0	0	2.37	0.46	0.58	0.49
2時	0	0	0	0	1.43	0.33	0.45	0.36
3時	0	0	0	0	0.64	0.26	0.35	0.29
4時	0	0	0	0	0.38	0.26	0.29	0.29
5時	0	0	0	0	0.73	0.56	0.48	0.55
6時	0	0	5.21	0	2.35	1.34	1.45	1.4
7時	3.79	1.97	0.26	0	4.64	2.2	0.97	2.25
8時	4.55	0.33	3.91	0	4.53	3.21	0.39	3.32
9時	6.06	1.64	5.21	1.25	3.97	7.18	7.58	7.06
10時	4.55	6.57	4.43	9.17	3.8	9.17	9.39	9.05
11時	11.36	5.75	11.98	10.1	4.51	9.93	10.06	9.7
12時	13.64	14.78	10.68	2.5	3.25	7.9	8.1	7.55
13時	15.13	12.48	19.78	8.41	3.59	8.62	8.9	8.5
14時	11.36	27.09	5.47	17.15	4.08	9.4	9.52	9.34
15時	7.58	8.7	6.51	17.12	3.8	8.36	8.71	8.59
16時	4.55	4.43	5.47	5.36	3.95	6.32	6.87	6.41
17時	6.06	4.27	5.99	3.67	4.23	5.14	5.65	5.11
18時	3.79	4.27	5.47	10.54	4.68	5.67	5.77	5.47
19時	4.55	3.78	5.73	13.54	5.36	5.18	4.97	5.05
20時	3.03	3.94	2.6	1.19	7.48	4	3.9	4.04
21時	0	0	1.3	0	8.57	2.06	2.24	2.22
22時	0	0	0	0	8.97	1.04	1.29	1.14
23時	0	0	0	0	7.73	0.72	1.03	0.88
24時	0	0	0	0	4.96	0.69	1.06	0.94
合計	100	100	100	100	100	100	100	100

※出典：「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」  
(社)空気調和・衛生工学会

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年2月

株式会社三菱総合研究所  
地域創生事業本部