

平成 28 年度
豊後大野市
分散型エネルギーインフラプロジェクト
マスタープラン策定事業
報告書

平成29年3月
豊後大野市

目次

第1章 基本構想.....	1
1-1 はじめに.....	1
1-2 本市の現状.....	2
1-3 事業コンセプト.....	6
第2章 需要について.....	9
2-1 排熱利用事業の実施予定エリアと各施設の需要について.....	9
2-2 オンサイト熱電併給事業の対象施設概要と需要について.....	34
第3章 供給システム.....	43
3-1 供給システムの概要.....	43
3-2 木質バイオマス発電の排熱利用（発電所付近事業）.....	44
3-3 オンサイト熱電併給事業.....	57
3-4 地域啓発型事業のシステムについて.....	72
3-5 準拠すべき法規制について.....	74
3-6 木質バイオマスチップの調達について.....	82
3-7 非常時の電力供給について.....	88
第4章 事業スキームおよび事業収支.....	89
4-1 事業スキーム.....	89
4-2 補助金について.....	90
4-3 事業収支.....	95
第5章 本事業の付帯効果.....	123
5-1 付帯効果の全体像について.....	123
5-2 排熱利用需要施設誘致の効果.....	124
第6章 まとめ.....	127
6-1 当初想定との差異について.....	127
6-2 主な課題と来年度以降の取組について.....	127
6-3 本事業検討のまとめ.....	129

第1章 基本構想

1-1 はじめに

本マスタープラン策定業務の報告書は、平成28年度に総務省から受託が決定し、豊後大野市が分散型エネルギーインフラ整備による地域の活性化に向けて行った調査・検討結果を取りまとめたものである。

本事業は、豊後大野市において既に運営されている木質バイオマス発電事業から得られる発電排熱を利用し、周辺の誘致施設への熱供給を行うとともに、豊後大野市の森林資源や竹林資源を活用し、オンサイト型の熱電併給事業の可能性を評価するものである。

調査に当たり、関係者とともに豊後大野市分散型エネルギーインフラプロジェクトマスタープラン策定委員会を組織し、熱の実需要データを基に、ビジネスモデル、供給システム、事業スキーム、概算収支、事業体制、地域への影響・効果について、算出及び検討を行った。

結果として、エネルギー事業としての収支が成り立つ要件について整理することができた。

地域エネルギー事業の推進により、地域内でのエネルギー資金の還流、CO2排出量の削減、市内関連事業者の参画機会の創出のほか、温浴施設事業者、養殖事業者や農業法人等の誘致・設立や交流拠点の開発ができれば、地域の活性化が期待できる。

しかしながら、本サービス条件で事業者の誘致・設立が具体的に進められるかは、さらに候補者を選定し具体的な交渉を進めて確認していく必要がある。このように、来年度以降の課題・具体的な取組テーマについても明確になった。

最後に、分散型エネルギーインフラ構築の可能性を調査する機会を与えていただいた総務省地域政策課、また調査に協力いただいた全ての方へ謝意を述べたい。

1-2 本市の現状

本事業内容について述べる前に、本市の概況、ならびに本事業を取り組むに当たり本市が抱える課題等について整理する。

1-2-1 地理的特性

(1) 地勢

豊後大野市は、大分県の南西部、大野川の中・上流域に位置し、東西約 22km、南北 31km、総面積は 603.14 km² であり、県土の 9.5% を占めている。東部は大峠山、佩楯山、西部は阿蘇外輪山のすそ野、北部は神角寺・鎧ヶ岳、南部は祖母・傾山、三国峠により囲まれ、盆地状をなしている。起伏に富み、かつ複雑な地形を生かすとともに、大小の河川を集めて別府湾に注ぐ大野川の豊かな水資源があり、県内屈指の畑作地帯を形成している。また、神角寺・芹川県立自然公園、祖母・傾県立自然公園、祖母・傾国定公園によって囲まれ、有形、無形の地域資源に恵まれた名水・田園・観光のふるさとである。

平成 17 年 3 月に三重町・清川村・緒方町・朝地町・大野町・千歳村・犬飼町の 5 町 2 村が合併し豊後大野市となった。

(2) 位置

豊後大野市の中心部は大分市の中心部から南へ約 35km の距離にある。

図表 1 豊後大野市の位置図



(出所) 第 2 次豊後大野市総合計画

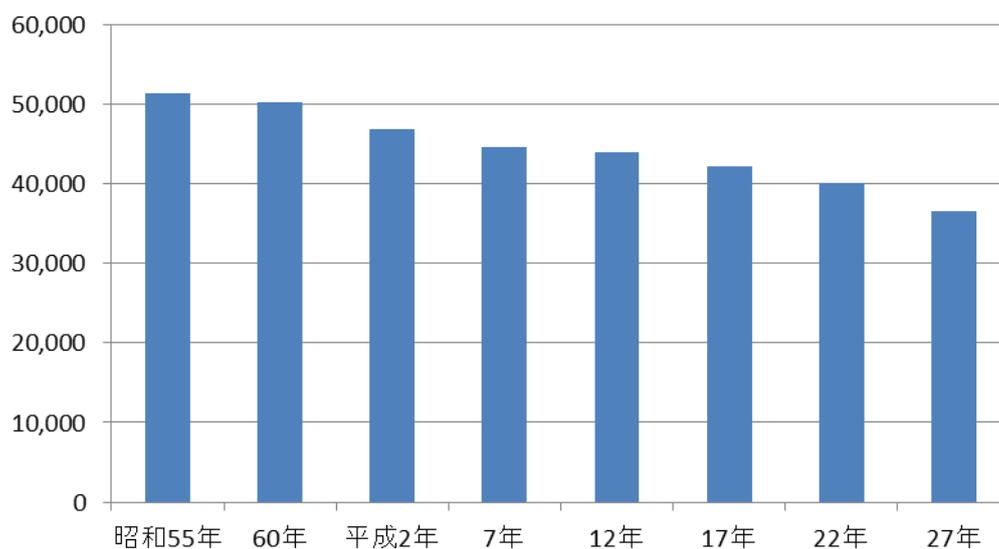
(3) 気候

気候は南海型気候に属し、平地気候と山地気候のほぼ中間にあり、四季を通じておおむね温暖で一部の山岳地域を除いては、平均気温は 15~16℃ と温暖である。平成 26 年の日照時間は 1,756 時間、降水量は 2,045mm である。

1-2-2 人口・世帯数

総人口は36,584人（平成27年国勢調査）、2060年には17,975人（社人研）になると推計されている。

図表 2 豊後大野市の人口推移



（出所）総務省「国勢調査」

1-2-3 産業動向

（1）産業別人口

本市の産業別の就業人口は、第3次産業が多く58.4%を占めており、続いて、第1次産業が21.4%、第2次産業が19.9%となっている。平成23年度の市内総生産が50億円以上の業種について、本市での構成比が大分県での構成比の何倍であるかを示す特化係数をみると、農業が3.38と最も高く、建設業が1.86と続き、一方製造業は0.50となっている。

図表 3 豊後大野市の産業別就業者数

年	就業者数 (人)			構成比 (%)		
	豊後大野市		大分県	豊後大野市		大分県
	2005	2010	2010	2005	2010	2010
総数	20,317	17,950	550,451	100.0	100.0	100.0
第1次産業	5,018	3,849	39,813	24.7	21.4	7.2
農業	4,926	3,726	33,765	24.2	20.8	6.1
林業	90	119	1,866	0.4	0.7	0.3
漁業	2	4	4,182	0.0	0.0	0.8
第2次産業	4,299	3,565	129,443	21.2	19.9	23.5
鉱業、採石業、砂利採取業	24	7	650	0.1	0.0	0.1
建設業	2,193	1,575	48,814	10.8	8.8	8.9
製造業	2,082	1,983	79,979	10.2	11.0	14.5
第3次産業	10,989	10,476	363,194	54.1	58.4	66.0
電気・ガス・熱供給・水道業	49	61	2,618	0.2	0.3	0.5
情報通信業	83	81	6,492	0.4	0.5	1.2
運輸業、郵便業	583	666	25,117	2.9	3.7	4.6
卸売業、小売業	2,735	2,318	89,334	13.5	12.9	16.2
金融業、保険業	219	215	11,824	1.1	1.2	2.1
不動産業、物品賃貸業	33	79	6,709	0.2	0.4	1.2
宿泊業、飲食サービス業	596	648	33,686	2.9	3.6	6.1
医療、福祉	2,431	2,834	73,758	12.0	15.8	13.4
生活関連サービス業、娯楽業	-	570	20,050	-	3.2	3.6
教育、学習支援業	856	738	24,282	4.2	4.1	4.4
その他のサービス業	2,541	1,399	46,582	12.5	7.8	8.5
公務(他に分類されないもの)	863	867	22,742	4.2	4.8	4.1
分類不能の産業	11	60	18,001	0.1	0.3	3.3

(出所)総務省「国勢調査」

本市の事業所数は、1,788 事業所あり、業種別では、「卸売業、小売業」が 494 事業所と最も多く市内全事業所数の 27.6%を占め、「生活関連サービス業、娯楽業」が 193 事業所(10.8%)、「建設業」が 192 事業所(10.7%)、「宿泊業、飲食サービス業」が 188 事業所(10.5%)と続く。

図表 4 豊後大野市の産業別事業所数

年	事業所数 (事業所)				構成比 (%)			
	豊後大野市			大分県	豊後大野市			大分県
	2006	2009	2012	2012	2006	2009	2012	2012
総数	1,872	1,898	1,788	54,159	100.0	100.0	100.0	100.0
第1次産業	29	69	68	747	1.5	3.6	3.8	1.4
第2次産業	346	346	297	8,493	18.5	18.2	16.6	15.7
鉱業、採石業、砂利採取業	3	1	2	33	0.2	0.1	0.1	0.1
建設業	232	231	192	5,290	12.4	12.2	10.7	9.8
製造業	111	114	103	3,170	5.9	6.0	5.8	5.9
第3次産業	1,497	1,483	1,423	44,919	80.0	78.1	79.6	82.9
電気・ガス・熱供給・水道業	2	2	2	43	0.1	0.1	0.1	0.1
情報通信業	3	3	2	407	0.2	0.2	0.1	0.8
運輸業、郵便業	37	51	51	1,174	2.0	2.7	2.9	2.2
卸売業、小売業	609	548	494	14,841	32.5	28.9	27.6	27.4
金融業、保険業	23	25	20	933	1.2	1.3	1.1	1.7
不動産業、物品賃貸業	12	30	30	3,086	0.6	1.6	1.7	5.7
学術研究、専門・技術サービス業	-	38	35	1,839	-	2.0	2.0	3.4
宿泊業、飲食サービス業	181	182	188	7,260	9.7	9.6	10.5	13.4
生活関連サービス業、娯楽業	-	207	193	5,269	-	10.9	10.8	9.7
教育、学習支援業	37	38	37	1,407	2.0	2.0	2.1	2.6
医療、福祉	136	156	161	3,766	7.3	8.2	9.0	7.0
複合サービス事業	41	35	36	542	2.2	1.8	2.0	1.0
サービス業(他に分類されないもの)	416	168	174	4,352	22.2	8.9	9.7	8.0

(出所)総務省「国勢調査」

(2) 農業

農業については、農耕に適した気候や豊かな水資源などの立地条件を生かし、稲作、葉

たばこ、かんしょ、畜産等の生産が行われ、近年は、経営の高度化を図るためにピーマンやキク等の園芸での施設利用や肉用牛の多頭化が進められている。

(3) 林業

林業については、立木を伐採、造材して素材（丸太）を生産した量である素材生産量は、合板・集成材等の国産材需要の増大に伴い、近年は増加傾向にある。平成 24 年の素材生産量は 46.8 千 m³ で大分県全体の 5.2% を占めている。

本市の森林面積は、44,630ha で市の総面積の 74% を占め、そのうち人工林が 19,512ha と森林面積の 43.7%、天然林が 21,985ha (49.3%)、竹林や無立木地などその他が 3,133ha (7.0%) となっている。

乾しいたけは平成 25 年に全国で 3,498.7t が生産され、そのうち大分県での生産量が 1,599.3t と、全国の 45.7% を占めている。本市では生産量ベースで県内の 17.0%、生産者数ベースで県内の 20.9% を占めており、乾しいたけの主要産地となっている。

(4) 工業

工業については、近年ではピーク時の平成 18 年の製造品出荷額 437 億円となった後は、減少傾向となり、平成 22 年には 279 億円と落ち込み、その後は増加に転じ、平成 25 年は 297 億円まで回復している。平成 25 年の従業員数は 1,529 人で産業 3 類型別にみると、生活関連型産業が 578 人で全体の 37.8% を占め、基礎素材型産業が 763 人 (49.9%)、加工組立型産業が 188 人 (12.3%) となっている。業種別では「化学工業」が 278 人 (18.2%) と最も多く、「食料品製造業」が 260 人 (17.0%)、「プラスチック製品製造業」が 186 人 (12.2%)、「繊維工業」が 172 人 (11.2%) と続く状況である。

(5) 商業

商業については、平成 24 年の小売業の年間商品販売額は 310 億円で、5 年前に比べて 10.1% 減少している。その間、事業所数は 535 事業所から 391 事業所へと 26.9% 減少し、従業員数は 2,467 人から 1,957 人へと 20.7% 減少、売場面積は 55,877m² から 47,670m² へと 14.7% 減少している。店舗面積が 1,000m² を超える大規模小売店舗は 8 店舗で、国道 326 号沿い及び JR 三重町駅近くに存在している。

(6) 観光

観光については、本市は広大な面積に多様な地形・地質遺産を有しており、それとともに生きてきた人々がアーチ式石橋や灌漑用水路、祭りを中心とした民俗文化財などを生み出してきた。日本の滝百選に選ばれた原尻の滝をはじめとして、雪舟が「鎮田瀑図」を描いたことで知られる沈墮の滝、日本最大の水中鍾乳洞である稲積鍾乳洞などの観光名所が

あり、また、国指定史跡である菅尾石仏や犬飼石仏といった多くの仏教遺跡や御嶽神楽などの伝統芸能も残されている。

1-2-4 本市の抱える課題について

2005年3月に5町2村が合併し豊後大野市が誕生した。厳しい財政状況の中、合併によるスケールメリットを生かしながら本市の発展と一体感の醸成に向け各種施策に取り組んできた。

本市の人口は2015年国勢調査 36,584人で、前回の国勢調査から 2,868人（▲7.3%）減少し、人口減少や少子高齢化が更に進行している。国立社会保障・人口問題研究所によれば2030年には3万人、2055年には2万人を割り込むと推計されている。

こうした中、第2次豊後大野市総合計画（2016～2025年）において本市の将来像を「人も自然もシアワセなまち」とし、自然福祉を軸とした暮らし、里地里山の環境保全、地域資源を生かした産業で雇用を創出するなど魅力あるまちづくりを進める中で人口減を抑制する取組が重要である。併せて、気候変動対策として市内の二酸化炭素排出量も国・県や企業とも連携しつつ削減していくことが求められる。

その一環として、本市は市営太陽光発電所（2,200kW）や土地改良区が運営する水力発電所等を有しているが、さらに木質バイオマス発電所（18,000kW）を大分県と協力で誘致し、民間主導で稼働中である。誘致計画時よりバイオマス発電所の排熱を活用する周辺地での需要施設の誘致が課題となっており、本マスタープラン策定事業の中で検討していく。あわせて、森林資源やバイオマスを利用した熱電併給システムを構築し、地産地消型エネルギー事業を推進し、地域内資金循環を促していくことが重要である。市内のバイオマス資源を活用する中で森林整備・林業育成や、各地で課題となる放置竹林の整理も目指していく。

また、本年4月に発生した熊本地震は、改めて防災対策の大切さを認識させた。本事業で展開を目指す分散型エネルギー事業は、需要地点でのエネルギーセキュリティの強化をもたらすものであり、市の防災施策との関連を踏まえながら取組を推進していくことを目指す。

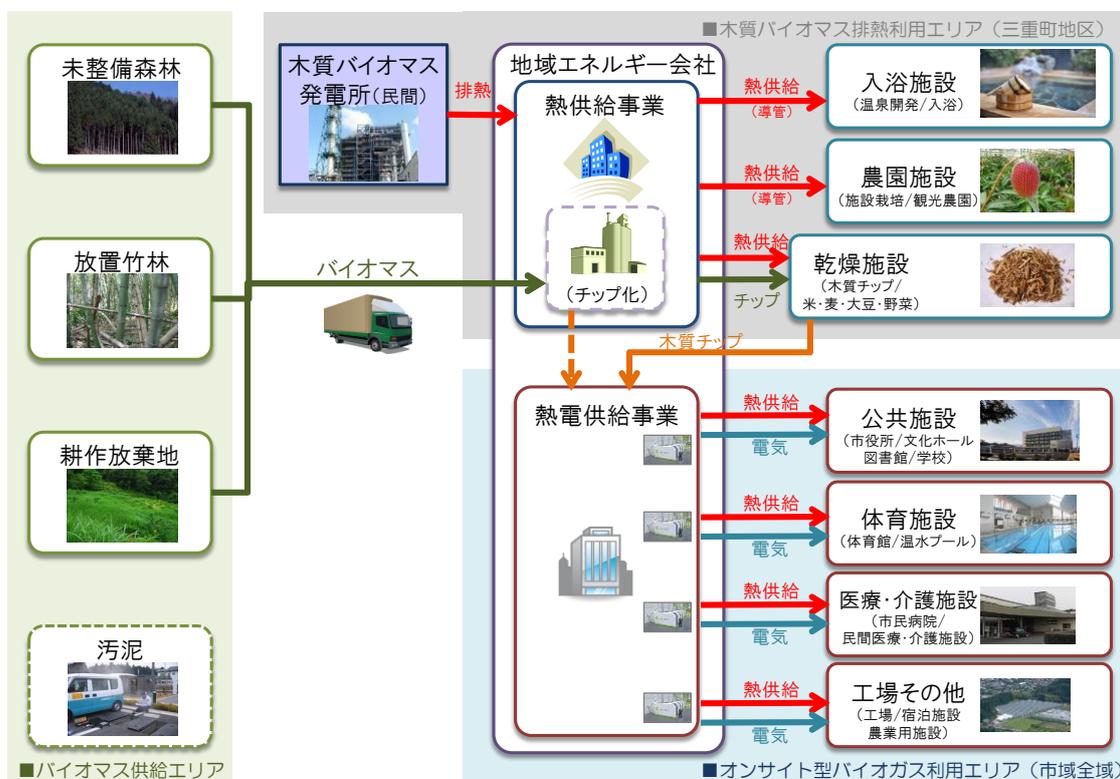
1-3 事業コンセプト

本事業では、以下の二つの事業より構成される。

- 民間主導の木質バイオマス発電事業の排熱を活用し、誘致する熱利用施設に対して熱供給サービスを実施。
 - 需要施設の一つには、木質チップ乾燥施設も想定し、そこでの木質チップを下記のオンサイト型の熱電併給事業に活用。
- 市内の木質バイオマス資源を活用し、市内各地の需要施設近くにオンサイト型熱電

併給設備を設置して熱電併給を行う。

図表 5 本事業のビジネスモデルの全体像イメージ



前述した課題認識のもと、この2事業により以下の実現を目指していく。

(1) バイオマス活用による地域活性化と新たな産業づくりへの展開

バイオマスを活用したローカルイノベーションを目指す。

① エネルギー産業としての木質バイオマス発電事業及び熱供給事業

- ・木質バイオマス発電施設は民間主導で運営されるが、林業・輸送業が必須であり、間伐材・林地残材の収集から発電までの雇用確保について官民連携で取り組む。
- ・周辺地域を中心に熱供給事業へ展開することでさらなる雇用を拡大する。

② 林業・林産業の活性化と森林の再生

- ・木質バイオマスを活用するため、森林整備を推進し、森林環境保全を図る。
- ・森林の施業を促進することで、地域の林業・林産業の活性化を図る。
- ・放置竹林の燃料化を目指す。
- ・森林の環境整備により、山崩れや土砂災害等の災害を未然に防止し市民の安全確保と災害対応コストの削減につながる減災効果を発揮する。

③ 自然エネルギー利用の促進による人づくり

- ・教育現場において、環境問題やエネルギーに対する学習を深め、地域を支える人づ

くりにつなげる。

(2) 自立・分散型エネルギーシステムの導入による災害に強いまちづくり

東日本大震災や熊本地震などの教訓を踏まえ、地域資源を活用した自立・分散型エネルギーの活用を目指す。

(3) バイオマス資源の有効利用による地球温暖化防止

バイオマスの活用により、化石資源の枯渇と地球温暖化の解決に貢献する。

以上までに述べた本事業のコンセプトイメージを以下に示す（ただし、木質バイオマス排熱利用エリアについて、乾燥施設の設置ではなく、別の需要施設とすることになった。詳細は後述）。

図表 6 本事業を通じて目指すもの



第2章 需要について

第1章で述べたように、本事業には既存の民間事業者が所有する木質バイオマス発電の排熱を利用した近隣の熱需要施設に対する熱供給事業と、木質バイオマス発電施設から離れた地点での需要施設に対するオンサイト熱電併給事業の2つの事業が存在する。本章ではこれら2つの事業のそれぞれについて、対象とする施設の概要や需要について述べる。

2-1 排熱利用事業の実施予定エリアと各施設の需要について

2-1-1 エリアの概要について

既存の木質バイオマス発電所の周辺の土地のうち、耕作放棄地等を含む3.3haについて、後述する施設の誘致をすることが検討されており、これらの施設が熱需要施設となる。熱需要施設の建設予定地と木質バイオマス発電所との位置関係を以下に示す。

図表7 木質バイオマス発電所と周辺の需要施設建設予定地



当該熱需要の建設予定地は、市が土地の取得、農地転用、造成を実施する予定となっている。

2-1-2 想定する熱需要施設について

木質バイオマス発電所は一種の焼却炉とみなすことができる。一般に焼却炉の排熱を利

用する施設として以下の表に示すようなものが挙げられる。

図表 8 主な焼却炉の余熱利用施設

設備名称	熱利用形態	必要熱量（例） MJ/h
福祉センター 給湯	蒸気、温水	460
福祉センター 冷暖房	蒸気、温水	1,600
地域集中給湯	蒸気、温水	84
温水プール	蒸気、温水	2,100
温水プール用シャワー設備	蒸気、温水	860
温水プール管理等暖房	蒸気、温水	230
熱帯動植物用温室	蒸気、温水	1,900
海水淡水化設備	蒸気	1,8000
野菜工場	発電電力	700kW
アイススケート場	吸収式冷凍機	6,500

出典：八王子市新館清掃工場基本計画検討委員会資料

また、検討委員会では、上記以外の施設の候補として養鰻施設を検討してはどうかという意見も出された。そこで熱需要施設として、温浴施設、養殖施設、農業施設のそれぞれについて、比較検討を実施した。

（１）温浴施設

温泉の源泉数、湧出量ともに全国 1 位であり、湯布院や別府などの著名な温泉地を有する大分県は、「おんせん県」として PR 活動に取り組んでいる。一方で豊後大野市は大分県内でも数少ない温泉が出ない自治体であるため、市民の温浴施設を望む声は根強い。このような背景から、熱需要施設として温浴施設を整備した際には、多くの市民が利用することが予想される。また、市内には、日本の滝百選に選ばれた原尻の滝をはじめとして、雪舟が「鎮田瀑図」を描いたことで知られる沈墮の滝、日本最大の水中鍾乳洞である稲積鍾乳洞などの観光名所があり、それらを訪れる観光客の休息地点としての役割も期待される。しかしながら、前述したように大分県内には多数の著名な温泉地があり、新設の温浴施設そのものでは域外住民を集客することは難しいと想定されることに留意が必要である。

総務省によると、平成 26 年度の入湯税の税収は 224 億円である。入湯税の税率は 1 人 1 日 150 円が標準であるため、全国でおよそ延べ 1 億 5,000 万人が 1 年間で入湯税を支払った計算となる。豊後大野市の人口は平成 22 年度の国勢調査では 39,452 人であり、平成 22 年時点の日本人人口は 1 億 2,535 万 9,000 人であるため、豊後大野市では 1 年間に 46,997 人が温浴施設を利用する計算となる。これを 1 日あたりに直すと、約 130 人である。男女比が 1:1 であるとし、9 時から 20 時の間に平均的に来客すると仮定すると、1 時間の利用

者数は男女それぞれ 6 名程度である。公衆浴場における衛生等管理要領によれば、浴槽内面積は、

毎時最大浴場利用人員×10 分(入浴時間)÷60 分×0.7m² (一人当たりの浴槽使用面積) × 1.2 (階段等に必要面積)

以上であることが望ましい。余裕をもって毎時最大浴場利用人員の全員が同時に湯船にかかることを想定し、毎時最大浴場利用人員を毎時平均利用者数の 2 倍であるとすれば、男湯と女湯に必要な面積はそれぞれ約 10m² である。お湯の深さが 50cm であるとする、男湯と女湯にそれぞれ必要な湯量は 5m³ ずつとなる。ただし今回の検討では、市民からの要望が根強いことを踏まえ、温浴施設を開設した際には利用者数が増大することも想定し、男湯と女湯それぞれに 25m³ の湯量が必要であると仮定した。

(2) 養殖施設

養殖には海水を用いて行われる海面養殖と、淡水を用いて行われる内水面養殖がある。豊後大野市は海に面していない内地地であるため、内水面養殖が主な候補となりうるが、近年では海水の入れ替えがほとんど不要であり陸上でも海面養殖が可能な「閉鎖循環式陸上養殖」と呼ばれるものも行われるようになってきている。以下にそれぞれの養殖により主に飼育可能な魚種と年間の生産額を示す。

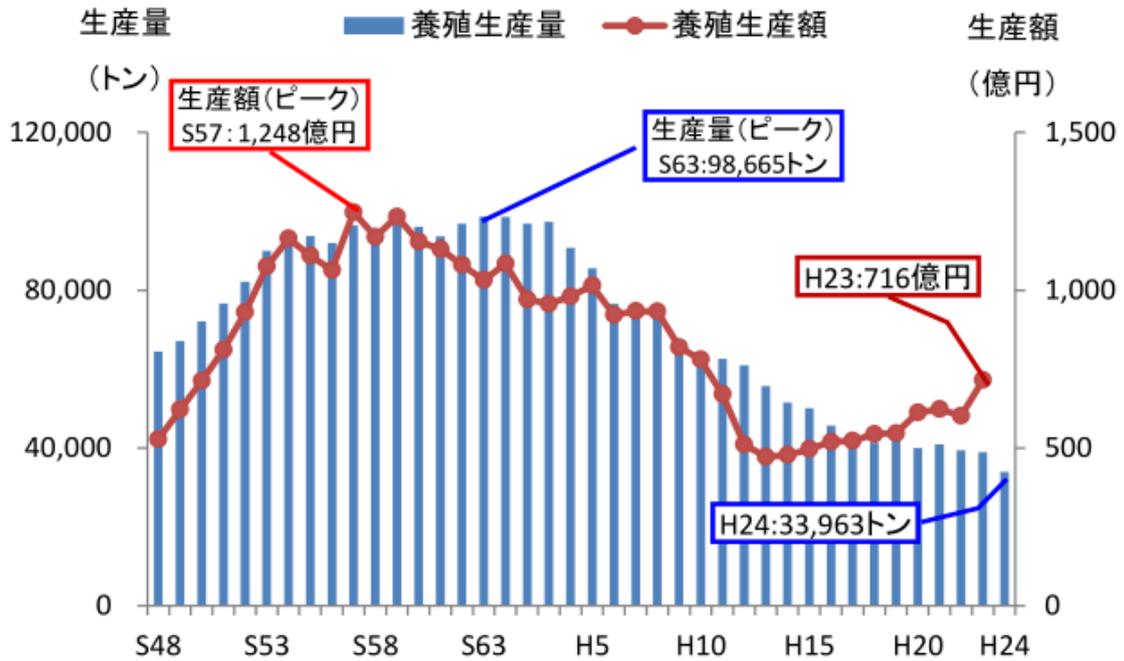
図表 9 養殖対象魚種と年間生産額

養殖方式	魚種	年間生産額
内水面養殖	ウナギ	約 500 億円
	マス類	約 79 億円
	アユ	約 79 億円
	コイ	約 14 億円
海面養殖 (陸上養殖分。閉鎖循環型の他、海に面しての掛け流し方式を含む)	ヒラメ (大部分は掛け流し方式)	約 35 億円
	トラフグ (大部分は掛け流し方式)	約 1.6 億円
	クルマエビ (大部分は掛け流し方式)	約 25 億円
	アワビ類 (大部分は掛け流し方式)	約 3 億円

出典：水産庁「陸上養殖について」、「内水面養殖について」

上記のように、現状では海面養殖の陸上養殖よりも内水面養殖の方が年間の生産額は大きい。しかしながら、内水面養殖の生産量は昭和 63 年をピークに減少傾向にある。

図表 10 内水面養殖の生産量

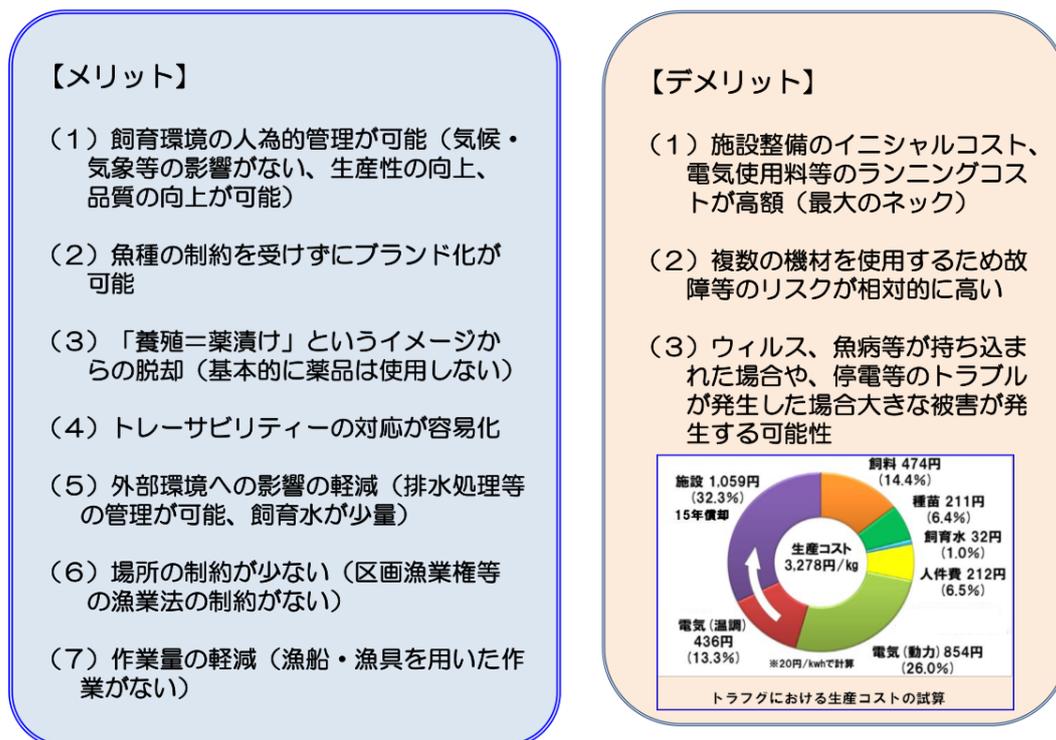


(出所) 水産庁「内水面養殖について」(2013年)

また、近年の生産額の高まりは主にウナギ価格の上昇によるものであるが、ウナギ稚魚の国内採捕量は年変動が大きく不足分は輸入で補う形となっていることや、ウナギ稚魚保護の観点から養鰻業が許可制になっており、現在は新たな許可が出されていないため、許可を有する事業者の誘致が必要となることに留意が必要である。

閉鎖循環式陸上養殖による海面養殖は、施設整備のイニシャルコストが高額になるというデメリットを抱えているものの、新たな魚種や価格の高い魚種をターゲットとし得るため、新たなブランドを確立できる可能性を有している。以下に海面養殖と比較した際の閉鎖循環式陸上養殖のメリット・デメリットを示す。

図表 11 海面養殖と比較した閉鎖循環式陸上様式のメリット・デメリット



(出所) 水産庁「陸上養殖について」(2013年)

以下に内水面養殖の代表種としてのうなぎと、閉鎖循環式陸上養殖の代表種としてのトラフグの、養殖条件を示す。

図表 12 魚種と養殖の温度条件

魚種	養殖条件
うなぎ	ハウス温度 30℃
トラフグ	種苗～数百 g : 23℃ 数百 g～ : 20℃

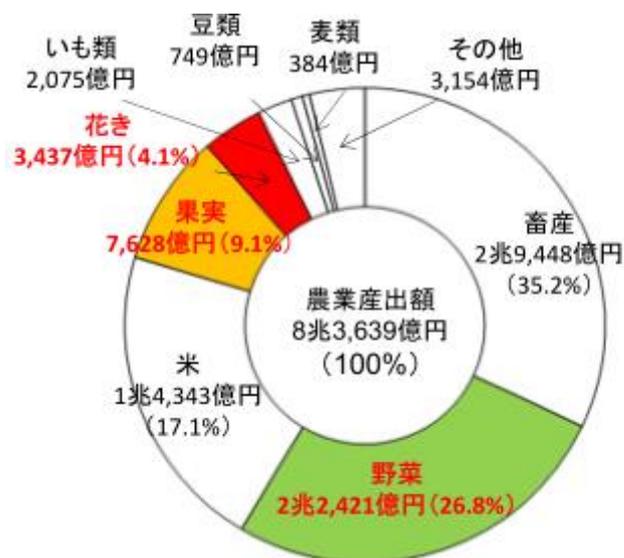
出典：沖縄県「トラフグ陸上養殖可能性の検討」、
鹿児島県水産技術開発センター「鹿児島県水産技術のあゆみ」

以上のように、トラフグを養殖する場合には、うなぎを養殖する場合に比べ熱需要が小さいものと考えられ、うなぎを養殖するだけの熱供給量が確保できるならば、トラフグを養殖することも可能である。

(3) 農業施設

施設園芸の対象となる作物は大きくわけて、野菜、果樹、花きがある。これら 3 品目は日本の農業産出額のうち約 4 割を占めており、重要度の高い作物であるといえる。

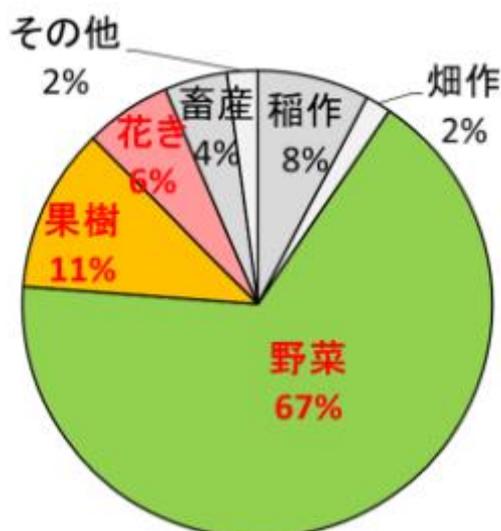
図表 13 日本の農業産出額



(出所) 農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」(2016)

また、自らの工夫で高付加価値化しやすいという特徴をもち、新規就農者の約 84%が中心作物として、園芸作物を選択している。

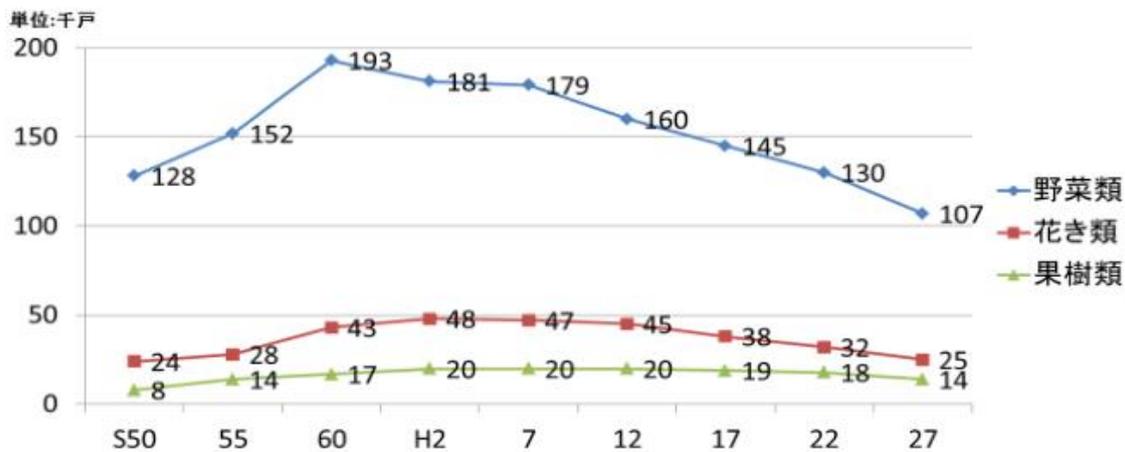
図表 14 新規就農者の中心作物



(出所) 農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」(2016)

以上のように、施設園芸は重要かつ魅力的な分野であるが、近年では高齢化等により就労者数は減少傾向にある。

図表 15 施設園芸農家数の推移



(出所) 農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」(2016)

また、施設園芸の経営費に占める燃料費の割合は漁業と同等程度と極めて高く、燃油価格が地政学上のリスクや国際的な商品市況の影響により乱高下するため、今後の価格の見通しを立てることが困難であるという特徴を有する。

図表 16 農業経営費に占める燃料費の割合

農 業	ピーマン	29%
	ばら	33%
	マンゴー	44%
	茶(加工)	27%
漁 業	いか釣(沿岸)	33%
他産業	タクシー	8%
	トラック	5%

(出所) 農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」(2016)

本事業では、周辺施設に供給する熱を木質バイオマス発電所より極めて低価格にて仕入れるため、比較的安定した価格での熱供給が実施できるものと考えられる。この点は、熱

需要施設として誘致される施設園芸事業者にとって、大きな魅力として捉えられる可能性が高い。

作物種を選択する際の主な指標として、面積当たりの農業収入がある。以下に主な施設園芸作物の面積当たりの農業収入を示す。

図表 17 各施設作物の農業収入

作物種	品目	農業収入 千円/1,000m ²
野菜	きゅうり	1,607
	トマト	1,173
	ミニトマト	1,375
	なす	1,669
	ピーマン	2,198
	イチゴ	1,604
	メロン	618
果樹	みかん	1,083
	ぶどう	223
花き	きく	702
	ばら	872

(出所) 農林水産省「農業経営統計調査」

上記のように、野菜、果樹、花きの中では野菜の収益性が高く、特にピーマンが最も収益性に優れていることがわかる。このような背景から、本市では既にインキュベーションファーム事業として、ピーマンを主とした農業企業者の育成支援を実施している。この取組みを促進するために、ピーマンを誘致する際の作物種として指定することも十分に考えられる。

また、本市の代表的な特産物として、乾しいたけが挙げられる。前述したように、乾しいたけは平成 25 年に全国で 3,498.7t が生産されているが、そのうち大分県での生産量が 1,599.3t と、全国の 45.7% を占めている。本市では生産量ベースで県内の 17.0%、生産者数ベースで県内の 20.9% を占めており、乾しいたけの主要産地となっている。本市の特産物をさらに PR する取組みとして、しいたけを栽培することも想定できる。

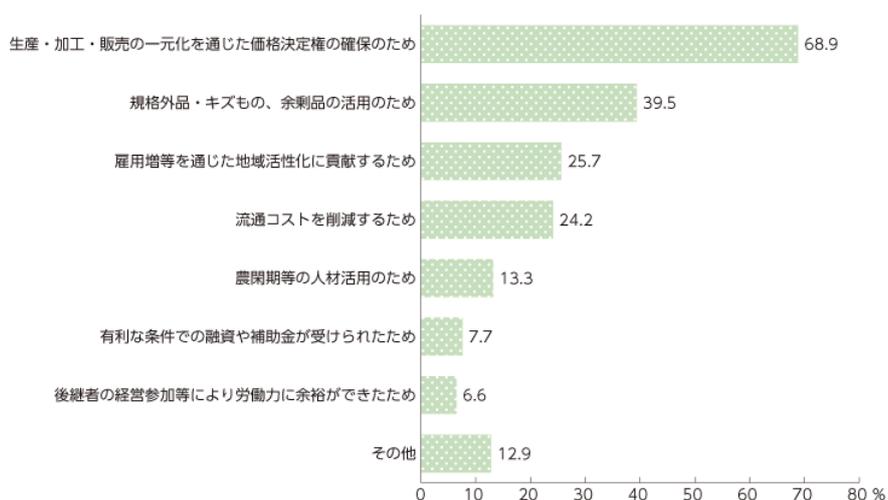
本市には以前小ネギ農家が多数存在したものの、燃料費の高騰の影響によりその数が減少してしまったという経緯がある。本市の特産物を再興させるという意義の下、小ネギの栽培も選択肢となりうる。

さらに、本市では毎年 4 月にチューリップフェスタを開催している。2017 年には 25 回目を迎えるチューリップフェスタは、100 種類 40 万本のチューリップが原尻の滝周辺を彩

り、毎年好評の行事となっている。本事業にてチューリップを栽培し、本市の新たな特産品としてチューリップをPRしていくことも考えることができる。

近年では作物を栽培し出荷する従来の1次産業型の農園から、採れた作物を使った料理や農業体験を提供するといった「6次産業型」の農園へと転換する例も多い。以下に示すように、6次産業化へ取り組む理由としては、「生産・加工・販売の一元化を通じた価格決定権のため」や、「規格外品・キズもの、余剰品の活用のため」、「雇用増等を通じた地域活性化に貢献するため」が多い。

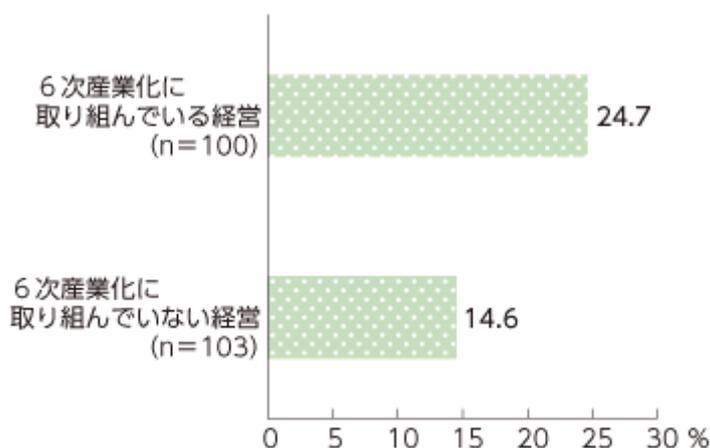
図表 18 6次産業化に取り組んだ目的（複数回答）



（出所）農林水産省「平成24年度食糧・農業・農村白書」

農業経営者が価格決定権を有することや、余剰品を活用することなどに起因して、6次産業化に取り組んでいる農園は、取り組んでいない農園と比較して売上高が増加する傾向にある。

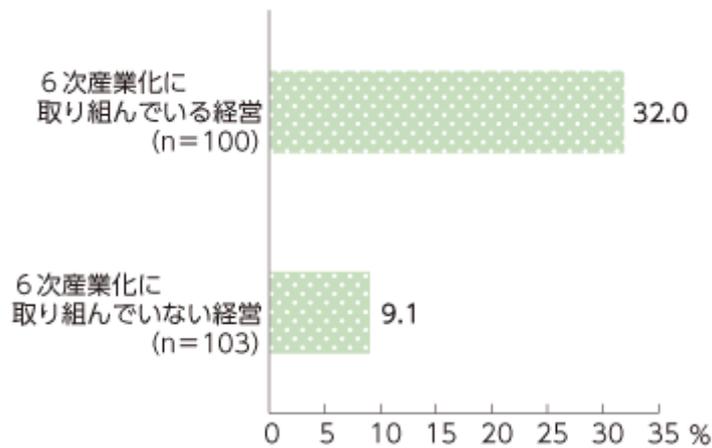
図表 19 日本公庫からの融資後3年間の売上高増加率



（出所）農林水産省「平成24年度食糧・農業・農村白書」

また、売上高の増加は従業員給与等の増加に寄与し、地域の活性化にもつながっていることがうかがえる。

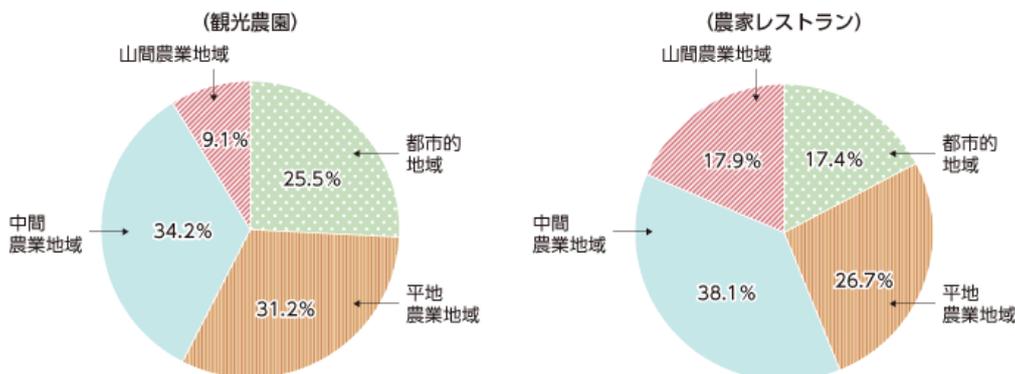
図表 20 日本公庫からの融資後 3 年間の雇用創出等による従業員給与等増加率



(出所) 農林水産省「平成 24 年度食糧・農業・農村白書」

このように、6次産業化された農業は、売上高の増加を通じて雇用を創出し地域の活性化に寄与すると考えられるため、本市においても取り組むことが望ましいと考えられる。6次産業化農業にはイチゴ狩り等の果物狩りが楽しめる「観光農園」と、採れた野菜等を調理して提供する「農家レストラン」等がある。以下に示すように、事業予定地が分類される「中間農業地域」は、観光農園よりも農家レストランに取り組む農家が多い。これは、「都市的地域」のように農園周辺の人口が多く、比較的多数の観光客が見込める場合には観光農園の経営が望ましいことに対し、そうでない地域においては周年栽培により得られる作物を用いた料理等の提供による、年間を通じての安定的な収入の獲得が望ましいことに起因していると考えられる。

図表 21 農業地域類型別の観光農園・農家レストランを経営する農業経営対数の割合



(出所) 農林水産省「平成 24 年度食糧・農業・農村白書」

上述の理由から、本市においても観光農園よりも、周年栽培による農家レストランの取組を推進することが望ましいと考えられる。また、愛知県農林水産部農業経営課の「イチゴの観光農園（狩り園）を取り入れた経営について」によれば、イチゴの観光農園（狩り園）は設備投資や予約来園者数の確保を考慮すると 50a 以上の規模での経営が望ましく、このことも 3.3ha の土地に農園以外の施設も誘致が検討されている本事業における観光農園誘致の障害になりうる。農家レストランの取組にあたっては、本事業による施設作物と既存の本市の特産品を複合的に組み合わせ、相乗効果を生み出すことが望ましい。

以上のように、様々な観点から栽培する作物種についての想定を行ったが、それぞれの作物種の栽培条件と、供給可能な熱量とのバランスを取ることが肝要である。そこで、余熱を利用した際の作物種として代表的なトマトや、熱帯果実として代表的なマンゴー、さらにこれまでに取り上げた作物の栽培条件を以下に示す。

図表 22 施設園芸対象品目と栽培条件

品目	栽培条件
トマト	発芽適温：20℃～25℃ 栽培適温：12℃～35℃
マンゴー	最低温度：10～15℃ 生育：24～28℃
ピーマン (促成栽培、8月下旬に定植、10月～6月に収穫)	12月まで：昼温27～28℃、夜温18～20℃ 1～2月：28℃を超えない、地温は18℃を確保 3月以降：日中は30℃を超えない、夜温18～20℃
しいたけ (ハウス栽培)	昼温：20℃ 夜温：10℃ 湿度：70%～90%
小ネギ	発芽：15～20℃ 生育：20～25℃
チューリップ (促成栽培)	冷蔵処理：3～4か月冷蔵 蕾の分化：20℃3週間 蕾の発達：8℃3週間 発芽：9℃10週間 成長期(葉が～3cm)：13℃3週間 成長期(葉が～6cm)：17℃3週間 開花：23℃3週間
イチゴ	地上部の生育適温：20～25℃ 果実の肥大適温昼間：20～24℃ 夜間：6～10℃ 果実の成熟適温：15～20℃

出典：全国農業改良普及支援協会 HP、協和株式会社 HP、上田産業株式会社 HP、タキイ種苗株式会社 HP、平山マンゴー園 HP、

以上に取り上げた作物であれば、ハウス温度を20℃程度に保つことができれば、複数種類が栽培可能であると考えられる。そこで、本検討では余熱利用によるハウス栽培の事例が豊富なトマト栽培を想定熱需要とし、ハウス温度を20℃として検討することとした。

(4) まとめ

ここまでの各熱需要施設の、既存の観光資源等との相乗効果や、本市の市民からの受容性等について比較したものを以下に示す。

図表 23 施設種別と相乗効果について

施設種別	品目	熱需要	既存の市内各資源との相乗効果
温浴施設	—	一定規模の熱需要が見込まれる。	既存の観光資源を立ち寄った後の休息施設としての効果が期待される。
養殖施設	内水面養殖 (例：うなぎ)	一定規模の熱需要が見込まれる。	市内の漁業組合者は稚魚を採集可能。
	閉鎖循環式陸上養殖 (例：トラフグ)	内水面養殖と比較すると熱需要は限定的。	—
園芸施設	トマト	農業施設の中では比較的大きな熱需要。	—
	ピーマン (促成栽培)	農業施設の中では比較的大きな熱需要。	インキュベーションファーム事業の促進が期待される。既に取り組んでいる農家との競合に留意が必要。
	しいたけ (ハウス栽培)	あまり熱需要は想定されない。	特産品であるしいたけのPR効果が期待される。
	小ネギ	農業施設の中では中規模程度の熱需要。	かつての特産品の再興が期待される。
	チューリップ	農業施設の中では中規模程度の熱需要。	既に組み込まれている催事との相乗効果が期待される。
観光農園	イチゴ等	農業施設の中では中規模程度の熱需要。	本市への観光客動向を鑑み相乗効果が見込まれる時期に果実狩りを行うことが望ましい。
農家レストラン	—	—	施設栽培されたものと、従来からの本市の特産品とを組み合わせることで相乗効果が見込まれる。

2-1-3 各施設の需要について

(1) 温浴施設

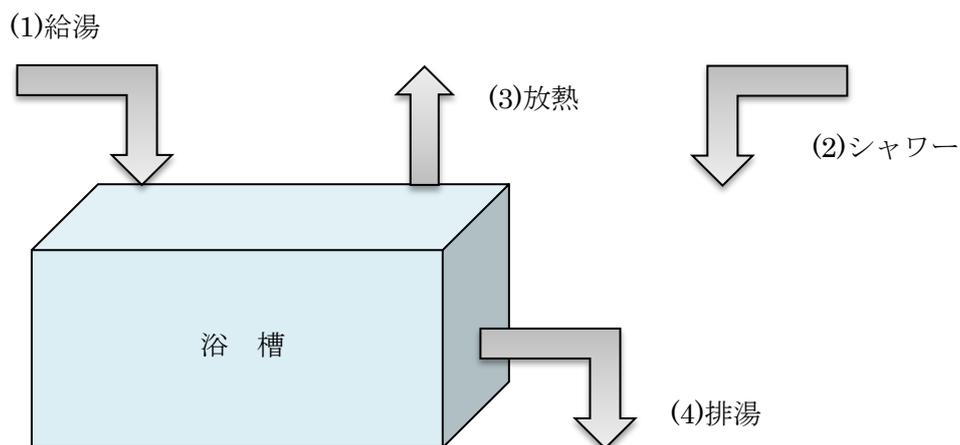
温浴施設における熱需要最大負荷を算出するための基準条件を、図表 24 に示すように設定した。

また図表 24 の条件に従い、図表 25 に示す熱収支構成における(1)～(4)の熱収支を図表 26 に示すように算出した。温浴施設における最大熱負荷（湯張り中）は図表 26 の③と⑭の差分である 3.4GJ/時（3,442MJ.時）となる。

図表 24 温浴施設における熱需要最大負荷算出基準条件

項目		条件
浴槽	水量（容積）	50m ³
	設定温度	42℃
	湯張り時間	3 時間
	放熱量	5℃/時
カラン類	カラン・シャワー数	10 か所
	水量	7L/分
	設定温度	50℃
給水	想定温度	18℃

図表 25 温浴施設における基本熱収支構成



図表 26 温浴施設における基本熱収支計算結果

項目	数 値	根 拠	
(1)給湯 (行)	給湯量	20.87m ³ /時	①=④+浴槽湯量 (50m ³) ÷3 [※]
	給湯温度	55.99℃	②= (⑥+⑧+⑪+⑭) ÷①÷4.12
	エンタルピー	4,884MJ/時	③=①×②×4.12
(2)シャワー	給湯量	4.2m ³ /時	④= 7 L/分×10 個×60 分/時
	給湯温度	50℃	⑤
	エンタルピー	865MJ/時	⑥=④×⑤×4.12
(3)放熱	放熱温度	5℃/時	⑦
	エンタルピー	1,030MJ/h	⑧=5℃/浴槽設定温度×浴槽中温水のエンタルピー×4.12
(4)排湯	排湯量	8.33m ³ /時	⑨=約 6 時間で入れ替わると仮定
	排湯温度	42℃	⑩=浴槽温度
	エンタルピー	1,442MJ/時	⑪=⑨×⑩×4.12
(5)給湯 (還)	給湯量	8.33m ³ /時	⑫=①—④—⑨
	給湯温度	42℃	⑬=浴槽温度
	エンタルピー	1,442MJ/時	⑭=⑫×⑬×4.12

※ 図表 24 の湯張り時間

本事業を営むにおいては、宿泊施設がない温浴施設は 24 時間営業ではなく日間のみになることから、熱供給システムの稼働率が十分に上がらないという課題がある。このため、図表 26 で算出した熱需要量最大負荷に対し、熱供給設備の規模を小さくして 24 時間稼働させ、貯湯タンクに温水を貯めておいて営業時間中に必要なだけ取り出すというシステムを前提とする。

ただし、本事業の導入メリットを化石燃料ボイラー（具体的には A 重油焚き貫流ボイラー）との比較で算出するためには、日間のみ稼働することを想定し、燃料消費量、施設維持費、人件費等を試算する必要がある。

このことから、導入メリット算出用の比較データとして、A 重油焚き貫流ボイラーの導入を想定した場合の熱負荷変動パターンを推計する。

日間稼働であるとの条件から、以下のように稼働時間を設定する。

図表 27 稼働時間及び営業時間条件

ボイラー稼働開始時刻	8 時
施設営業時間	9 時～20 時
ボイラー停止時刻	21 時

図表 27 を基に算出した熱負荷及びボイラー出力を以下に示す。

図表 28 熱負荷及びボイラー出力

項目	数 値	根 拠
供給水のエンタルピー	3,708MJ/時	① = 18°C × 50m ³ × 4.12
浴槽の保有エンタルピー	8,652MJ/時	② = 42°C × 50m ³ × 4.12
放熱量	1,030MJ/時	③ = 5°C ÷ 42°C × ②
シャワー水	865MJ/時	④ = 表 26 の⑥ ^{※1}
必要熱負荷	6,839MJ/時	⑤ = ② + ③ + ④ - ①
熱交換率	60%	⑥ = ※2
必要最大出力	11,398MJ/時	⑦ = ⑤ ÷ ⑥

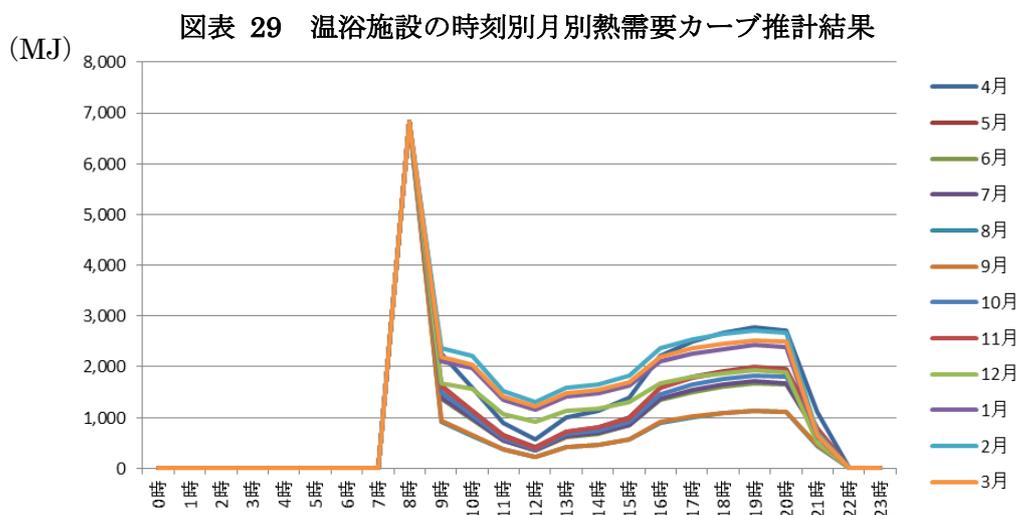
※1 洗浄等で使う可能性を考慮。

※2 貫流ボイラーを導入し、熱交換器を介して地下水を加熱する場合の効率

温浴施設はこれから建設を検討するため、熱需要負荷カーブの実測値は存在しないことから、上表で推計した最大必要熱負荷 (⑤) に対し、「天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008 (社団法人日本エネルギー学会)」に公表されているスポーツ施設の給湯負荷を当てはめて需要カーブを推計することとした。

しかし、上記出典のスポーツ施設負荷は、営業開始前の温浴施設の加温 (風呂やプール) を熱需要の中心として推計したものではないため、以下のように独自の修正を行う。推計結果を図表 29 に示す

- ◆ 営業開始前 (8 時～9 時) : ボイラーを 1 時間最大需要で運転
- ◆ 営業開始後 (9 時～21 時) : スポーツ施設負荷にあわせて運転
(※ただし時刻別負荷は本施設の営業時間にあわせ見直し)



(2) 養殖施設

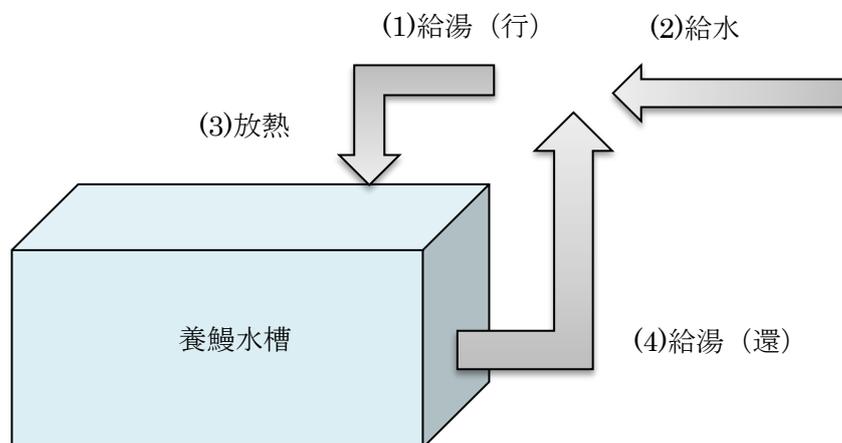
養鰻施設における熱需要最大負荷を算出するための基準条件を、図表 30 に示すように設定した。

また図表 30 の条件に従い、図表 31 に示す熱収支構成における(1)～(3)の熱収支を図表 32 に示すように算出した。養鰻施設における最大熱負荷（湯張り中）は図表 32 の③と⑭の差分である 3.6GJ/時（3,605MJ.時）となる。ただし、木質バイオマス発電所の循環砂・潤滑油冷却装置からの温排水を使用する場合は、図表 32 の(2)の給水を使用しないため、熱需要最大負荷は 3.1GJ/時となる。

図表 30 養鰻施設における熱需要最大負荷算出基準条件

項目		条件
養鰻水槽	水量（容積）	250m ³
	設定温度	30℃
	温水交換頻度	1回/日
	放熱量	3℃/時

図表 31 養鰻施設における基本熱収支構成



図表 32 養鰻施設における基本熱収支計算結果

項目	数 値	根 拠
(1)給湯 (行)	給湯量	68.18m ³ /時 ①=④+⑨
	給湯温度	41℃ ②=③÷①÷4.12 +(2)と(4)の混合水温 (28.2℃)
	エンタルピー	3,605MJ/時 ③=①×②×4.12
(2)給水	給水量	10.42m ³ /時 ④=250m ³ ÷24 時間
	給水温度	18℃ ⑤
	エンタルピー	773MJ/時 ⑥=④×⑤×4.12
(3)放熱	放熱温度	3℃/時 ⑦
	エンタルピー	3,090MJ/h ⑧=3℃/水槽設定温度×水槽中温水の エンタルピー×4.12
(4)給湯 (還)	排湯量	57.76m ³ /時 ⑨=給湯量の 15%を水槽への水補給 に使用し残りを戻す
	排湯温度	30℃ ⑩=水槽温度
	エンタルピー	7,140MJ/時 ⑪=⑨×⑩×4.12

養鰻施設における熱需要カーブ推計について、静岡県水産技術研究所浜名湖分場に調査を行ったところ、ハウス式の養鰻水槽では熱供給設備の負荷は地下水温に大きく影響をうけるとのことであった。

同研究所の養鰻水槽でも季節を通して燃料消費量に大きな変動はないとのことであったため、本事業においても時刻別月別の需要はおおよそ一定と判断した。

(3) 農業施設

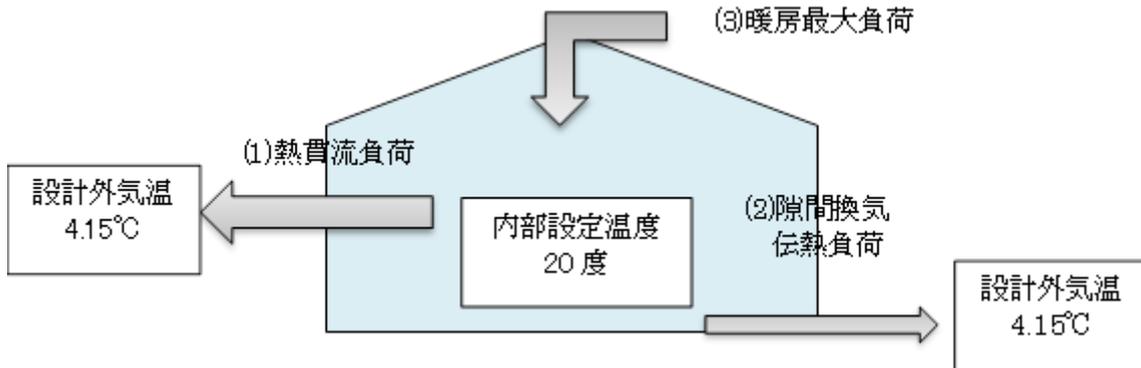
農業施設における熱需要最大負荷を算出するための基準条件を、図表 33 に示すように設定した。また図表 33 に示す条件に従い、

図表 34 に示す熱収支構成における(1)～(3)の熱収支を図表 35 に示すように算出した。

図表 33 農業施設における熱需要最大負荷算出基準条件

項目	条 件
施設面積	280m ² ×3 棟
ハウス仕様	農業用ポリ 1 層被覆×農業用ポリ 1 層カーテン
栽培種	イチゴ、小ネギ
栽培温度	20℃

図表 34 農業施設における熱収支構成



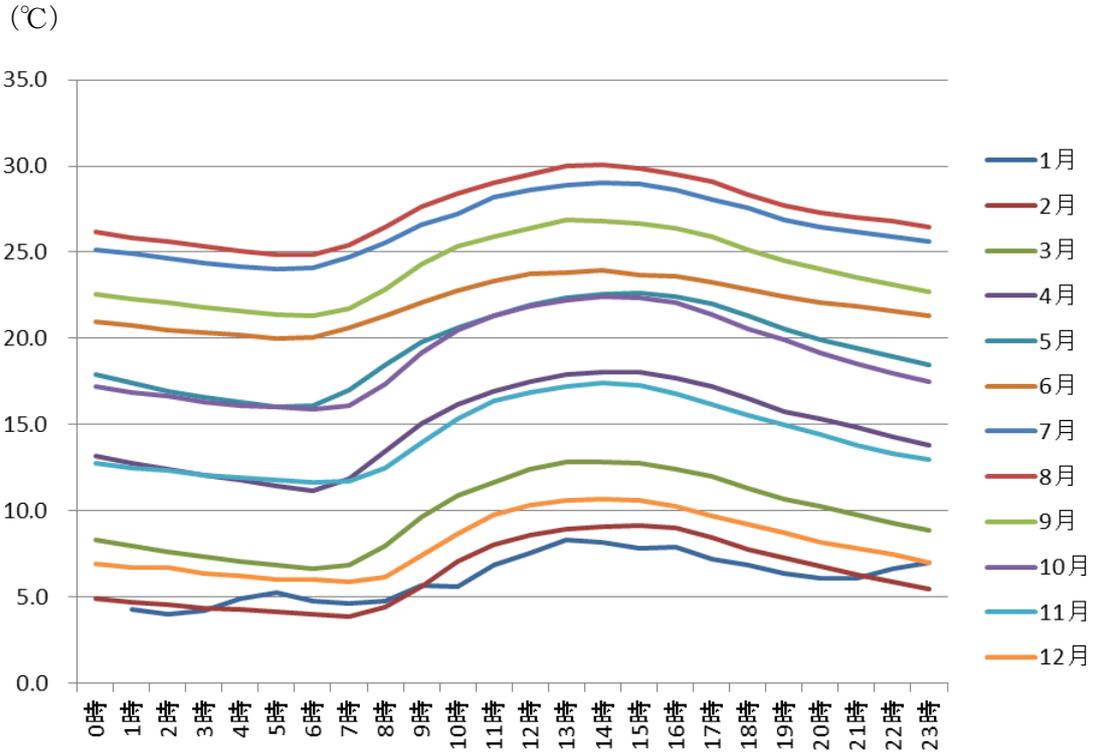
図表 35 農業施設における熱需要算出

項目	数値	根拠
(1)最寒時間帯の貫流熱負荷	84.3kW	①=②×③×(④-⑤)
温室被覆面積	1,267m ²	②=床面積より平均的な数値を算出
熱貫流係数	4.2W/m ² ・°C	③=ハウス仕様における数値*
暖房設定室温	20°C	④=※
設計外気温	4.15°C	⑤=豊後大野市統計書
(2)隙間換気伝熱負荷	10.0kw	⑥=⑦×⑧×(⑨-⑩)
温室被覆面積	1,267m ²	⑦=②
隙間伝熱係数	0.5W/m ² ・°C	⑧=ハウス仕様における数値*
暖房設定室温	20°C	⑨=④
設計外気温	4.15°C	⑩=⑤
暖房最大負荷	94.3kW	⑪=①+⑥

※ 出典：施設園芸・植物工場ハンドブック（一般社団法人日本施設園芸協会）

農業施設における暖房負荷は、図表 35 に示したように外気温の影響を強く受けるため、外気温の時刻別月別変動を調査する。時刻別月別の気温変化は豊後大野市内での測定結果がないため、大分地方气象台で測定した 2011 年～2015 年の各月の時刻別変動平均より独自に算出した。

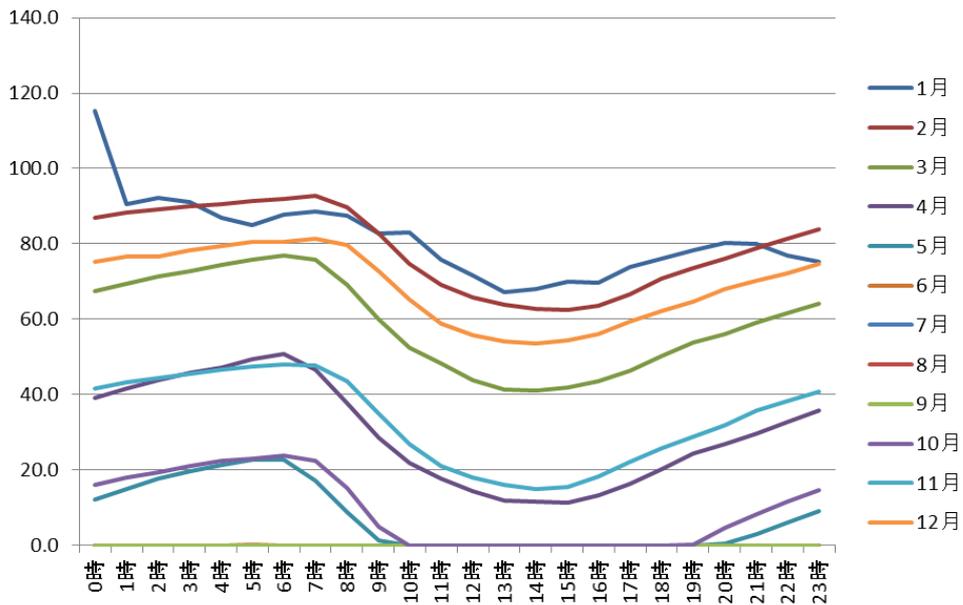
図表 36 大分地方気象台における時刻別月別平均気温変化



図表 36 に示した平均気温を図表 35 に示した算出式に当てはめて、農業施設における暖房負荷の時刻別月別変化を推計する。

図表 37 大分市平均気温を基にした暖房負荷推計結果

必要出力 (kW)



(4) チップ乾燥施設

後述する根拠により必要となる乾燥木質チップ（含水率 湿潤換算 15% ※以降特段の記入がない限り含水率は湿潤換算とする）の製造施設における熱需要最大負荷を算出するための基準条件を、図表 38 に示すように設定した。

また図表 38 の条件に従い、チップ乾燥施設の規模（熱需要最大負荷）を図表 39 に示すように算出した。チップ乾燥施設における熱需要最大負荷は 1,463kW となる。

図表 38 チップ乾燥施設における熱需要最大負荷算出基準条件

項目	条件
木質チップ受け入れ量（含水率 50%換算）	8,500t/年
木質チップ生産量（含水率 15%換算）	5,000t/年
木質チップ生産量（含水率 15%換算）	20t/日、2.86t/時
設備稼働日数	250 日/年×7 時間 (設備立ち上げ、停止時間 2 時間を除く)

図表 39 チップ乾燥施設における熱需要算出結果

項目	数値	根拠
蒸発させる水分量（1 時間当たり）	2t/時	①=②÷7 時間/日
蒸発させる水分量（1 日当たり）	14t/日	②=③-④
含水率 50%チップの水分	17t/日	③=20t/日×絶乾率（85%）※1
含水率 15%チップの水分	3t/日	④=20t/日×含水率（15%）
蒸発させるために必要な熱量	1,258Mcal/時	⑤=⑥+⑦
顕熱（想定外気温を 100℃にあげる熱量）	180Mcal/時	⑥=（100℃—想定外気温（10℃）×2t/時（=2m ³ /時）
蒸発潜熱（100℃の水を蒸発させる熱量）	1,078Mcal/時	⑦=水の蒸発潜熱（539kcal/L）×2t/時（=2m ³ /時）
蒸発するために必要な出力	1,463kW	⑧=⑤×1.16÷1,000

なお、木質チップ乾燥施設の熱源としては、当初の想定と異なり、高温排熱を利用できないことが判明したバイオマス発電所の排熱を使用せず、生チップ（含水率 50%程度を想定）を燃料とした貫流チップボイラーの使用を前提とするため、乾燥施設の熱需要負荷変動は推計しないこととした。

2-1-4 ベースエネルギーコストの算定

(1) 温浴施設

ここで算出するベースラインコストとは2-1-3 (1) に述べたように、施設の熱需要を A 重油ボイラーで賄った場合を想定する。2-1-3 (1) 推計した熱供給設備の最大出力及び需要カーブを基に初期投資及び運転経費の条件を設定して、年間経費及びエンタルピー当たりの単価を算出しこれをベースラインコストとする。

これに対し、バイオマス発電所排熱を利用した熱供給設備の熱供給単価が、ベースラインコスト以下になるかどうかなどを評価し、熱供給事業は成立するかどうか判断する。

図表 40 温浴施設のベースラインコスト算定条件 (初期投資)

機器・工事	仕様
貫流ボイラー	蒸気圧力 1.0MPa、蒸発量 2.5t/時、3 基 ^{※1}
給水タンク	10m ³
燃料タンク	5m ³
蒸気ヘッダー	入口 1 か所 (外径 125A)、出口 2 か所 (外径 100A) 材質 SGP 等、被覆グラスウール 40mm
排気筒	K 値 17.5 以上 ^{※2}
配管工事	外径 80A、被覆グラスウール 40mm 材質 (蒸気系 : SGP 等、水系 : SUS304 等)
その他	軟水及び薬液装置及び工事費 動力盤工事費 各種電源配線、ダクト工事

※1 最大負荷時に 2 基では若干能力が不足するため 3 基とした

※2 硫黄酸化物に関わる排出基準 (大気汚染防止法) のその他地域

図表 41 温浴施設のベースラインコスト算定条件 (運転費)

機器・工事	仕様
燃料費	図表 32 の年間熱需要合計 ÷ A 重油熱量 × A 重油単価 [※]
減価償却費	法定耐用年数 13 年、定額法 (補助金は想定しない)
維持管理費	初期投資の 5% (薬剤費、動力費、修理費等を想定)
人件費	1 人分

※A 重油価格は、A 重油単価は、H24~H28 の産業用 A 重油小型ローリー納品価格 (石油情報センター) の平均値より 81.275 円/L とした。

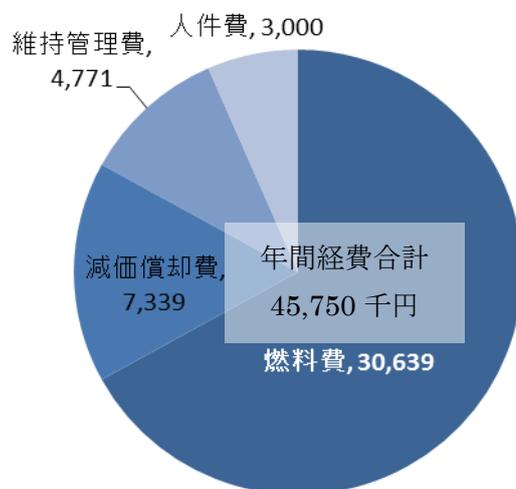
A 重油ボイラーの建設費を図表 42 に示す。

図表 42 温浴施設用熱供給施設建設費（ベースライン）

機器・工事	価格（千円）
貫流ボイラー	43,590
給水タンク	4,550
燃料タンク	3,330
蒸気ヘッダー	2,450
排気筒	2,706
配管工事	10,309
その他	28,478
合計	95,413

以上の条件に従い、年間経費を算出した結果、67%が燃料費であることがわかった。また年間のエネルギー消費量に対する単価を算出すると、総経費に対するベースラインコストは 3.10 円/MJ、燃料費に対するベースラインコストは 2.08 円/MJ となった。

図表 43 温浴施設の年間経費算出結果



（2）養鰻施設

（1）と同様に 2-1-3（2）推計した熱供給設備の最大出力及び需要を基に初期投資及び運転経費の条件を設定して、年間経費及びエンタルピー当たりの単価を算出しこれをベースラインコストとする。

これに対し、バイオマス発電所排熱を利用した熱供給設備の熱供給単価が、ベースラインコスト以下になるかどうかなどを評価し、熱供給事業は成立するかどうか判断する。

図表 44 養鰻施設のベースラインコスト算定条件（初期投資）

機器・工事	仕様
貫流ボイラー	蒸気圧力 1.0MPa、蒸発量 2.5t/時、1 基
給水タンク	※
燃料タンク	※
蒸気ヘッダー	※
排気筒	K 値 17.5 以上
配管工事	外径 125A、被覆グラスウール 40mm 材質（蒸気系：SGP 等、水系：SUS304 等）
その他	※

※ 図表 40 に対し規模を 1/1.73 として算出

図表 45 養鰻施設のベースラインコスト算定条件（運転費）

機器・工事	仕様
燃料費*	図表 32 の給湯熱量 \div 熱交換効率(60%) \div A 重油熱量 \times A 重油単価*
減価償却費	法定耐用年数 13 年、定額法（補助金は想定しない）
維持管理費	初期投資の 5%（薬剤費、動力費、修理費等を想定）
人件費	1 人分

※A 重油価格は、A 重油単価は、H24～H28 の産業用 A 重油小型ローリー納品価格（石油情報センター）の平均値より 81.275 円/L とした

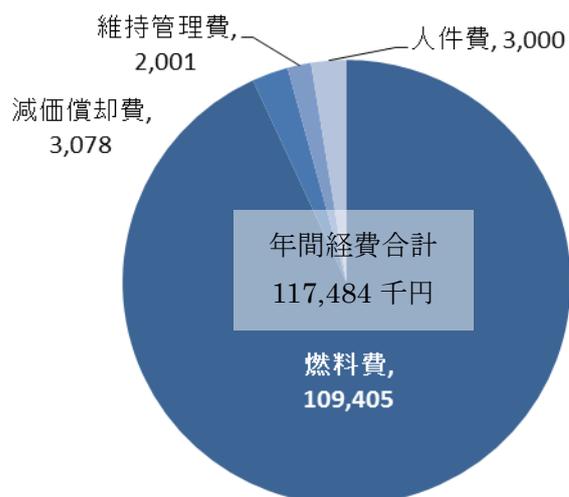
A 重油ボイラーの建設費を図表 46 に示す、

図表 46 養鰻施設用熱供給施設建設費（ベースライン）

機器・工事	価格（千円）
貫流ボイラー	14,530
給水タンク	2,627
燃料タンク	2,087
蒸気ヘッダー	1,415
排気筒	1,562
その他設備	5,600
配管工事	5,999
電気工事費	1,674
その他経費	4,519
合計	40,013

以上の条件に従い、年間経費を算出した結果、93%が燃料費であることがわかった。また年間のエネルギー消費量に対する単価を算出すると、総経費に対するベースラインコストは 2.23 円/MJ、燃料費に対するベースラインコストは 2.08 円/MJ となった。

図表 47 養鰻施設の年間経費算出結果



(3) 農業施設

農業施設において、図表 35 に示した熱負荷を賄う温排水利用温風暖房器を導入する場合、必要な温水は 3m³/時 (50L/分)、熱量は 0.34GJ/時と非常に少なく全体の需要に占める割合はわずかである。

従って、農業施設側が上記暖房器 (約 300 万円/基) を導入することを前提に、温水は無償供給しても収支に大きな影響を与えないと考えられるため、農業施設におけるベースラインコストは算出しないこととする。

2-2 オンサイト熱電併給事業の対象施設概要と需要について

2-2-1 対象施設の概要について

(1) 既存施設

オンサイト熱電併給事業の対象施設の候補としては、市役所等の公共施設の他、民間事業者の事業所なども想定される。公共施設については、市庁舎や支所、学校、公営住宅、消防署等 392 施設の延床面積や、月別電力消費量、月別燃料消費量を調査した。オンサイト熱電併給事業の対象施設としては、施設の稼働率が高くなると見込まれる、一定規模以上の電力需要を有することに加え、熱需要設備の動力が電力でないことが望ましい。これらの条件に合致する、「清川高齢者生活福祉センター みつば苑」と「豊後大野市総合文化センター」に対し、さらに詳細な調査を行った。主な調査項目は以下の通りである。

<アンケート項目>

【業務状況】

業務時間帯、休業日、建物の建設時期

【電力契約状況】

電力契約形態、契約電力、契約期間、年間消費電力、月別消費電力

【電力使用形態】

主な用途、消費の多い設備種、起動時間、稼働時間

【使用中の給湯及び温浴施設等用のボイラーの仕様】

ボイラー型式、ボイラーの種類、使用燃料、毎月の燃料購入量、出力、効率

【使用中の冷暖房用ボイラー及び関連機器の仕様】

ボイラー型式、ボイラーの種類、使用燃料、毎月の燃料購入量、出力、効率

2 施設に対するアンケート結果の概要をとりまとめたものを以下に示す

図表 48 アンケート結果概要

エネルギー種	主な用途	
	豊後大野市総合文化センター	みつば苑
電力	照明、OA 機器、エレベータ等	照明、OA 機器、エレベータ等
LP ガス	厨房等の給湯	厨房等における調理、給湯
A 重油	冷暖房（重油焚吸収式冷温水器）	温浴施設の給湯

また、民間事業者に対してもアンケート調査を実施した。民間事業者に対する、主なアンケート項目は以下の通りである。

<アンケート項目>

【基本情報】

契約電力、延床面積

【電力需要】

年間・月別電力消費量

【熱需要】

熱需要用途、熱供給設備、年間・月別燃料消費量

【エネルギー供給設備の整備】

エネルギー供給設備整備の方針

【エネルギー購入先切り替え】

エネルギー購入先切り替え検討の意向

エネルギー購入先切り替え検討の基準、

【その他】

調査協力意向

アンケートは市内の 50 の事業所に対し送付し、回答を得られたのは 25 であった。回答が得られた事業所のうち、「コスト面等のメリットが得られる場合に電力や熱の購入先の切り替えを検討する」と回答した 14 の事業所について、回答の概要を以下に示す。

図表 49 民間事業所に対するアンケート結果概要

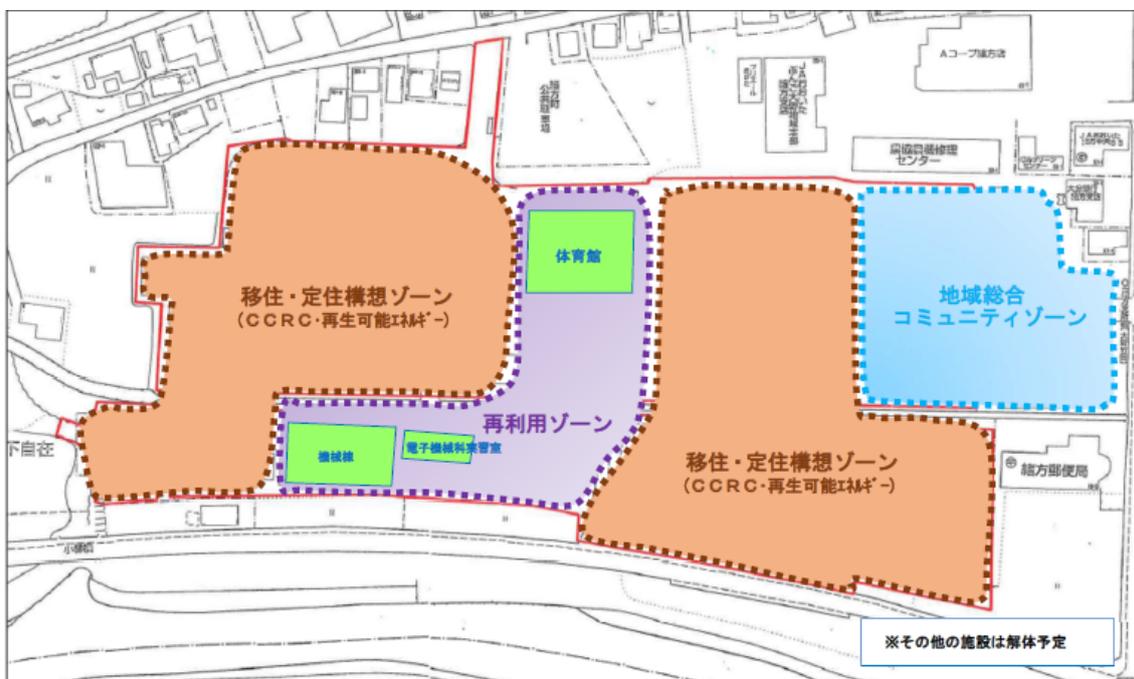
事業所名	契約電力 (kW)	熱用途と使用燃料			
		給湯	冷房	暖房	その他
a	135	電力	電力	電力	—
b	5	—	—	—	—
c	1,656	—	LPG	—	—
d	1,326	—	—	—	重油
e	—	—	—	—	—
f	30	—	—	—	—
g	79	電力、LPG	電力、LPG	電力、LPG	—
h	49	LPG	電力	電力、灯油	—
i	—	—	電力	電力	—
j	28	LPG	電力	電力	—
k	23	—	電力	電力	—
l	121	LPG	電力	電力、灯油	—
m	430	LPG	電力	電力	重油
n	—	電力	電力	電力、燃料	—

オンサイト熱電併給事業の対象施設としては、一定規模以上の電力需要（100kW 以上）が見込めることに加え、熱需要設備の動力が電力でないことが望ましい。これらの条件に合致する c、d、l、m の 4 事業所は、オンサイト熱電併給事業の対象施設となりうる。

（２）新規施設

新規の施設については、豊後大野市が建設を予定している、支所 4 箇所と CCRC がある。

図表 50 豊後大野市が建設を予定する CCRC



出典：豊後大野市

2-2-2 対象施設の需要について

(1) 既存施設の需要について

対象とする施設 2 か所のエネルギー消費実態、設備、用途について以下に整理する。

図表 51 豊後大野市総合文化センターのエネルギー利用設備及び用途

エネルギー種	主な用途
電力	照明、OA 機器、エレベータ等
LP ガス	厨房等の給湯
A 重油	冷暖房（重油焚吸収式冷温水器）

図表 52 豊後大野市総合文化センターのエネルギー利用状況（平成 27 年度実績）

	電力 (kWh)	LP ガス (kg)	A 重油 (L)
4 月	20,524	0.00	1,040
5 月	24,041	0.30	1,860
6 月	27,404	0.70	0
7 月	48,709	0.00	4,460
8 月	45,139	0.10	6,060
9 月	40,256	0.10	4,220
10 月	28,697	0.10	0
11 月	29,015	0.00	1,160
12 月	28,741	0.00	3,230
1 月	35,304	0.10	6,830
2 月	30,550	0.20	4,910
3 月	33,012	0.00	3,360
合計	391,392	2.00	37,130

図表 53 清川高齢者生活福祉センターみつば苑のエネルギー利用設備及び用途

エネルギー種	主な用途
電力	照明、OA 機器、エレベータ等
LP ガス	厨房等における調理、給湯
灯油	温浴施設の給湯

※ 清川高齢者生活福祉センターみつば苑を含め、共同一括受電、熱供給設備の共同利用を行っている周辺施設全体を対象

図表 54 清川高齢者生活福祉センターみつば苑のエネルギー利用状況 (平成 27 年度実績)

	電力 (kWh)	LP ガス (kg)	A 重油 (L)
4 月	181,293	21,330	58,968
5 月	147,563	20,300	53,745
6 月	135,631	19,520	49,449
7 月	136,022	16,360	36,288
8 月	176,492	15,860	36,683
9 月	176,888	18,950	30,871
10 月	139,853	16,230	24,855
11 月	133,106	22,240	41,958
12 月	140,777	20,300	67,772
1 月	164,347	25,890	17,418
2 月	190,164	26,470	20,736
3 月	187,104	22,480	60,599
合計	1,909,240	245,930	499,342

(2) 新設施設の需要について

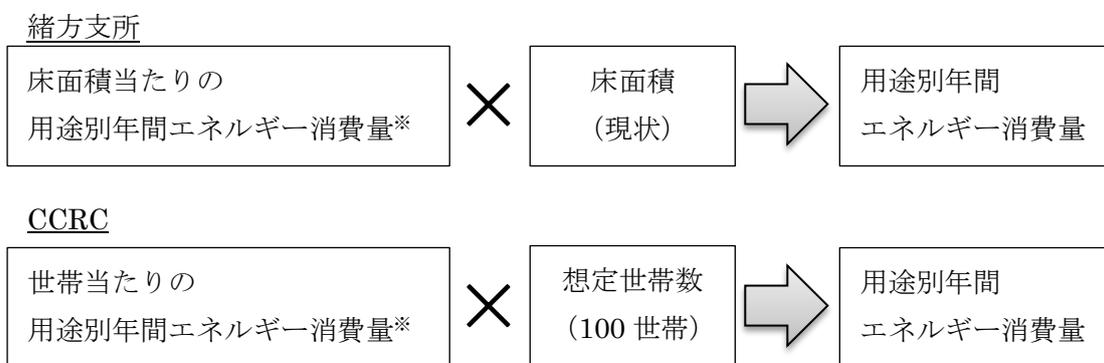
対象とする施設5か所（支所4か所及び CCRC）のエネルギー消費実態の推計方法について整理する。ここでは、規模の最も大きい緒方支所1か所をモデルとして検討する。

図表 55 緒方支所及び CCRC のエネルギー利用設備及び用途

主な用途	緒方支所（現状）	CCRC
動力（照明、OA 機器等）	電力	完全新設のためなし
厨房等の給湯	LP ガス	
冷暖房	電力	

上図表の現状に対しオンサイト熱電併給施設を導入することになるが、緒方支所は現状については冷暖房向けには電力を用いているため、現状のデータそのものは熱電併給システム向けのエネルギー需要パターン向けには活用できない。さらに、全くの新設である CCRC についてはデータ自体がない。このため、以下に示す方法でそれぞれ年間のエネルギー消費推計を行い現状データに位置づけ、3-3-2 (2) において、月別時刻別の電力、熱供給パターンを設定する。

図表 56 新設施設のエネルギー需要パターン推計方法



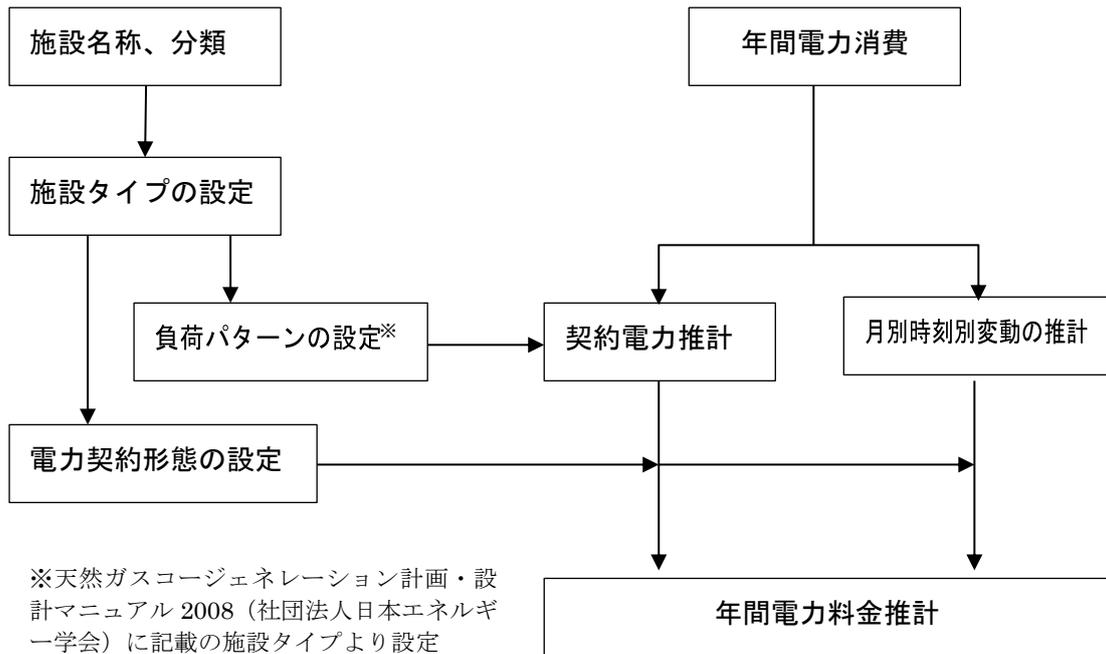
※ エネルギー・経済統計要覧（日本エネルギー経済研究所）

2-2-3 ベースエネルギーコストの算定

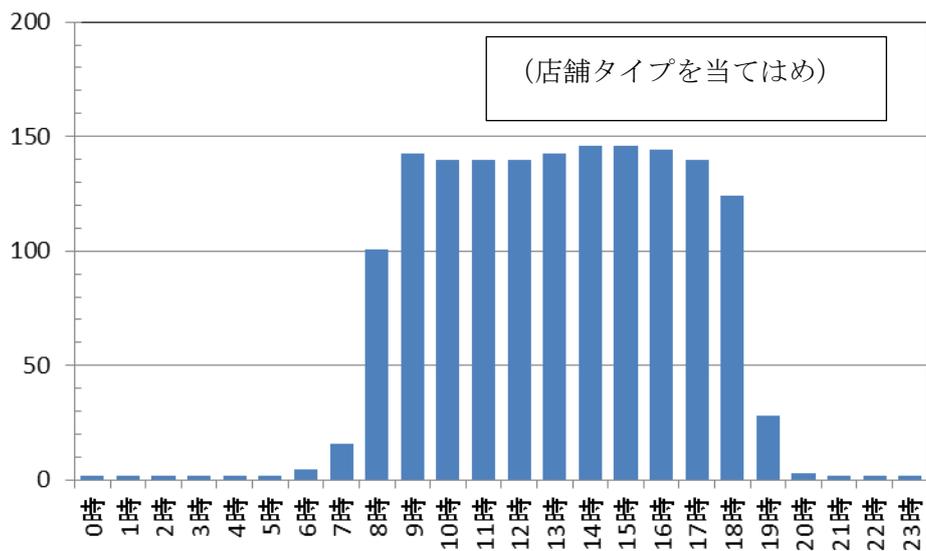
(1) 電力単価の算出

電力単価は以下に示すように、年間電力消費を基に施設の電力負荷変動パターンを設定し、時刻別月別変動及び電力料金を推計する順で算出する。電力料金を年間電力消費で割ることにより、平均電力単価が算定できる。

図表 57 電力料金推計フロー



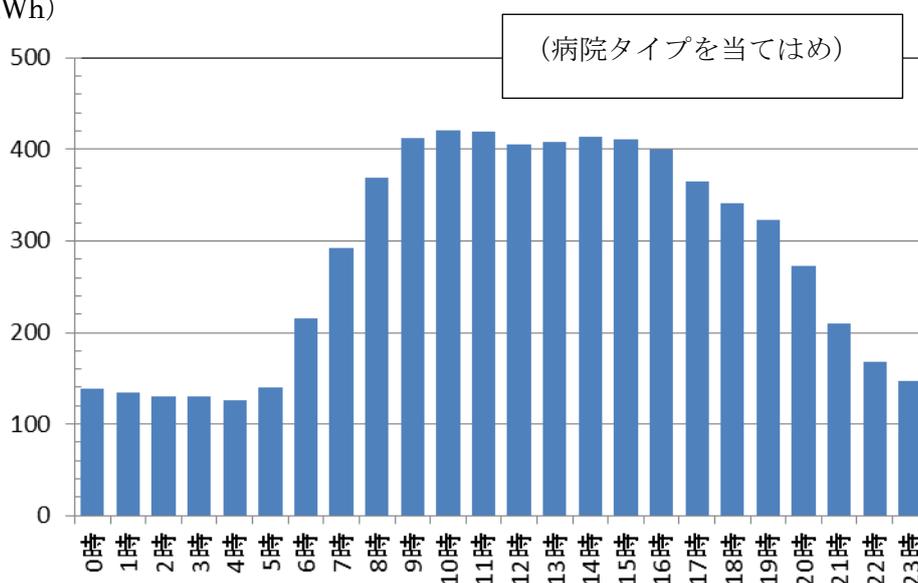
図表 58 豊後大野市総合文化センターの7月における時刻別負荷変動推計結果 (kWh)



図表 59 豊後大野市総合文化センターにおける平均電力単価の算定

	業務用電力 A (力率 100%)	消費電力 (推計結果)	電力料金 (平均電力単価)
契約電力	2008.8 (円/kW)	146kW	8,266,853 円/年 (<u>21.12 円/kWh</u>)
従量料金 (夏季)	12.72 (円/kWh)	134,104kWh	
従量料金 (その他)	11.81 (円/kWh)	257,288kWh	
合計		391,392kWh	

図表 60 清川高齢者生活福祉センターみつば苑の 2 月における時刻別負荷変動推計結果 (kWh)



図表 61 清川高齢者生活福祉センターみつば苑における平均電力単価の算定

	業務用電力 A (力率 100%)	消費電力 (推計結果)	電力料金 (平均電力単価)
契約電力	2008.8 (円/kW)	421kW	33,143,804 円/年 (<u>17.36 円/kWh</u>)
従量料金 (夏季)	12.72 (円/kWh)	489,402kWh	
従量料金 (その他)	11.81 (円/kWh)	1,419,838kWh	
合計		1,909,240kWh	

(2) 熱単価の算出

熱供給単価は、供給するために消費する燃料費、施設の初期投資、維持管理費、人件費、その他必要経費の合計を、必要な熱量で割ることで、エンタルピー当たりの単価として算出する方法もある。

しかし今回対象となる施設の熱供給設備は、導入後法定耐用年数以上の時間がたつていると思われ、燃料費以外の経費を計上することが適していると考えられないため、燃料費

相当として算出する。

図表 62 熱単価の算定

施設名	燃料消費量 (L/年)	燃料単価※ (円/L)	燃料費 (円/年)	燃料単価 (円/MJ)
豊後大野市 総合文化センター	A 重油 : 37,130	81.275	3,017,741	2.079
清川高齢者生活 福祉センターみつば苑	灯 油 : 499,342	100.982	50,424,757	2.767

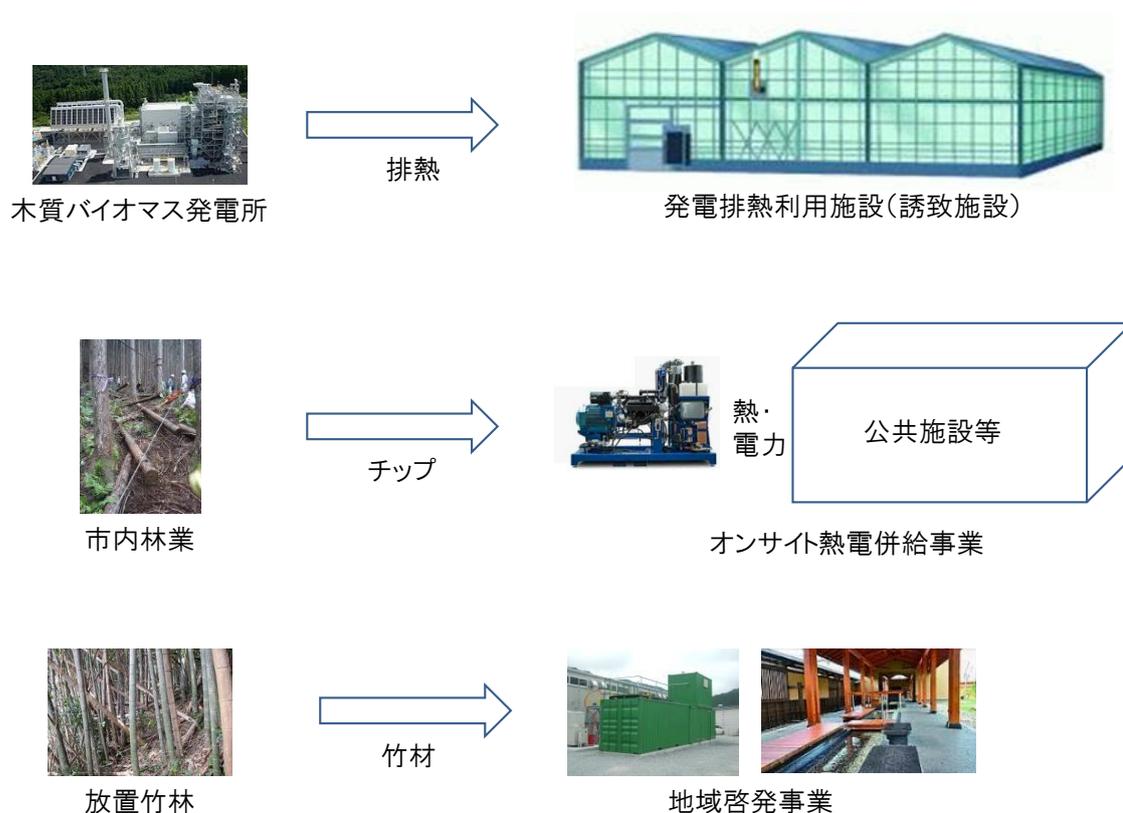
第3章 供給システム

エネルギーの供給に関しても、第2章と同様に木質バイオマス発電所の排熱供給事業とオンサイト熱電併給事業のそれぞれについて述べる。

3-1 供給システムの概要

これまでに述べたように、本事業には既存の民間事業者が所有する木質バイオマス発電所の排熱を利用した近隣の熱需要施設に対する熱供給事業と、木質バイオマス発電施設から離れた地点での需要施設に対するオンサイト熱電併給事業の2つのメイン事業が存在する。これに加え、本事業では豊後大野市内の放置竹林に対して市民が切り出して搬出してもらい、それを活用して市民がその恩恵を感じ取ることにより、市民と連携したバイオマス資源活用と竹林管理に役立つ「地域啓発型」事業についても検討する。これら3事業の全体像は以下に示す通りである。申請当初はチップ乾燥施設へ発電所の排熱を供給する予定であったが、後述する理由からチップ乾燥施設についてはオンサイト熱電併給装置に併設させる方式とした。

図表 63 本事業の供給システムの全体像



3-2-2 排熱の利用オプション

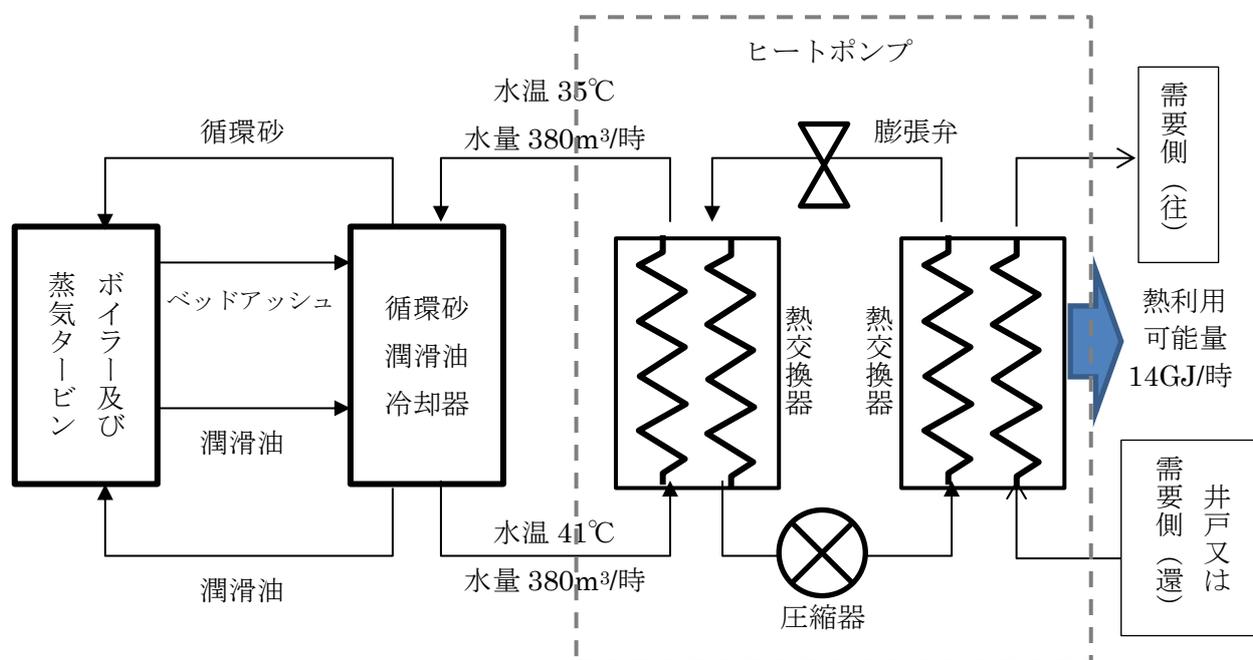
(1) 方法の選択肢

①【循環砂・潤滑油の冷却機能の代替 (a-1 案、a-2 案、a-3 案)】

《a-1 案 ヒートポンプの利用》

図表 65 に示した排熱利用部分①②では最大で 9.4GJ/時 (A 重油換算 240L/時) の熱利用が可能であるものの、水温が 41℃と低く用途が限定される。このため、熱利用量はそのまま温度をあげるシステムとしてが必要であることから、図表 66 に示すように既存の冷却システム (冷却塔) の代わりにヒートポンプを設置することを構想した。

図表 66 循環砂・潤滑油冷却系統における排熱利用基本構想案 (a-1)



本案は排熱利用の定義内であり、現行の冷却システムへ影響も軽微であるが、需要側の熱負荷に合わせた稼働を前提とした場合の、養鰻施設と合わせた最大負荷を想定すると 9GJ 程度の出力が必要と算出した。この場合、ヒートポンプの必要動力も 1,000kW 程度の規模が必要となり、バイオマス発電設備の排熱を利用するシステムとしては過大であるうえ、重油ボイラーで熱供給する場合と比べた環境価値も大幅に小さくなる可能性がある。

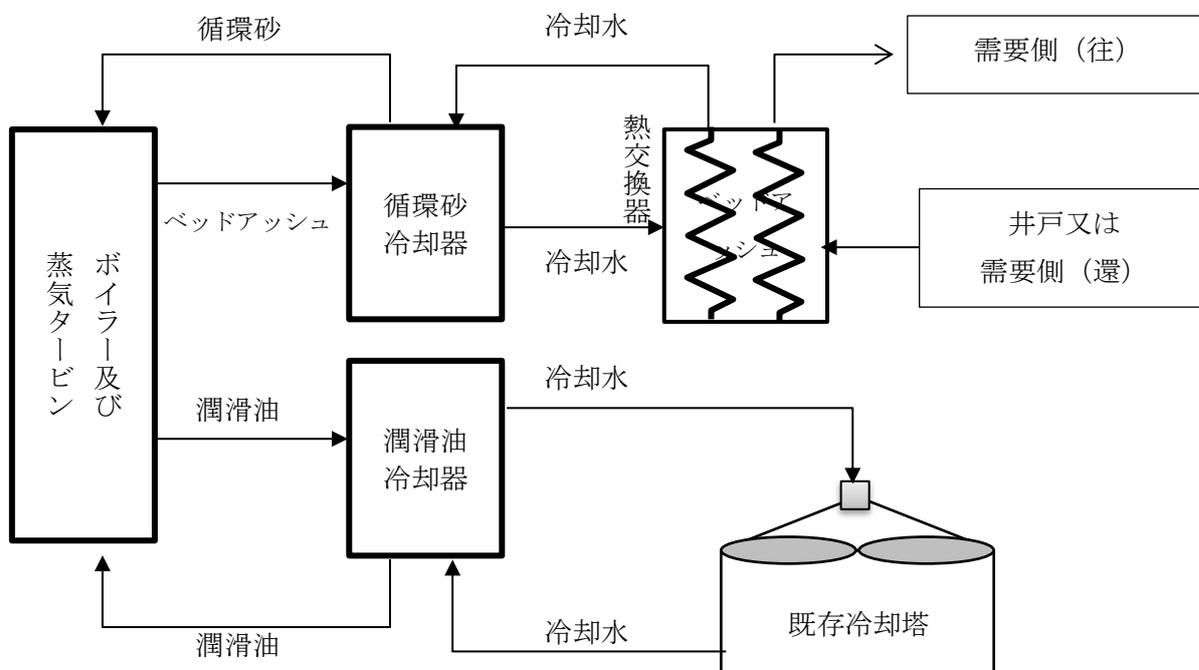
このためより現実的なシステムが必要となる。

《a-2 案 循環砂冷却器と潤滑油冷却器の分割利用》

循環砂・潤滑油冷却系統の設計図を検討した結果、循環砂冷却器と潤滑油冷却器は別になっており、冷却塔が共有されていることが分かった。このことから、冷却負荷の大きい

系統から冷却水を抜き、高温の水を取り出して利用する方法を考案した（図表 67）。

図表 67 循環砂・潤滑油冷却系統における排熱利用基本構想案（a-2）



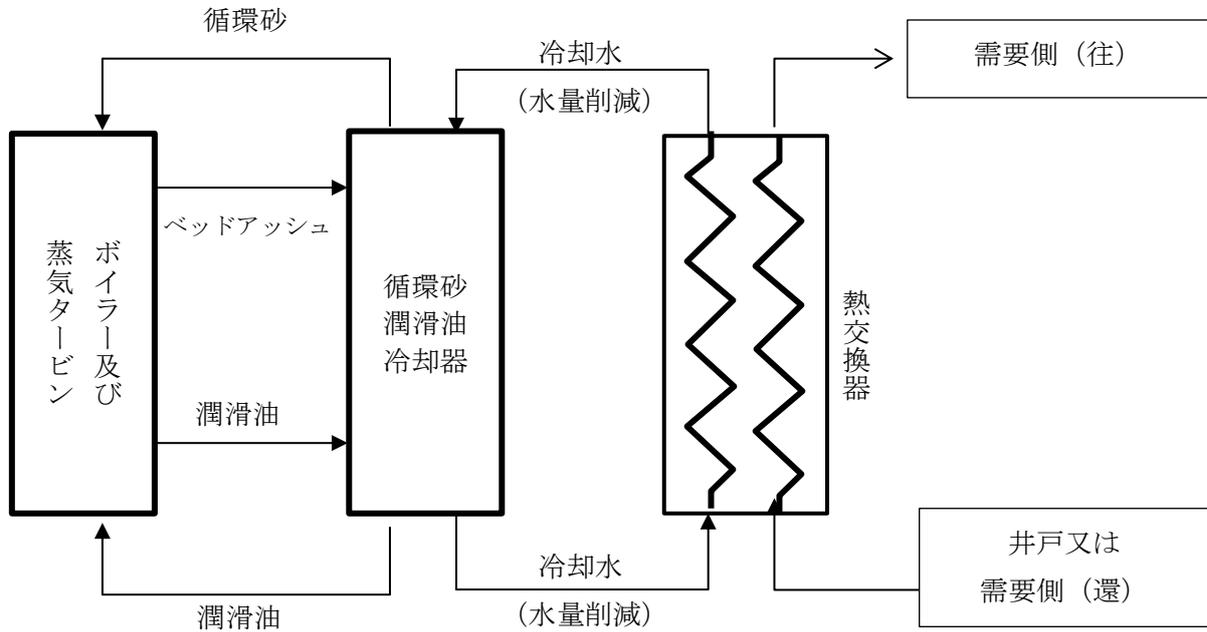
本構想も排熱利用の定義範囲内であり、より高温の温排水が得られることを期待したが、設計上の冷却水出口温度はどちらの系統でも大差はなく、冷却系統を単純に分割するだけでは高温の温水は得られないことが判明した。また高温の温水が得られたとしても水量が少なくなるため、得られる熱量そのものが少なくなる可能性も懸念される。

《a-3 案 冷却水流量の抑制による排水の高温化》

循環砂・潤滑油冷却系統の設計図を検討した結果、ベッドアッシュ温度や潤滑油の温度は厳密に管理されているのではないことが判明した。このことから、発電出力や燃料の燃焼量に悪影響を当てないことを証明すれば、循環砂・潤滑油冷却系統の冷却水流量を下げる（循環砂・潤滑油の設計温度は変えず、機器の改造で効率を見直す）ことは可能ではと構想し図表 68 に示すシステムを考案した。

本構想も排熱利用の定義範囲内であり、より高温の温排水が得られることを期待したが、木質バイオマス発電設備の技術担当者と検討した結果、計算上での発電出力や燃料の燃焼量に悪影響を当てないことを証明するのは難しく、機器の改造と実証が必須であり、少なからず事業に悪影響を与えうることの懸念が指摘された。

図表 68 循環砂・潤滑油冷却系統における排熱利用基本構想案 (a-3)

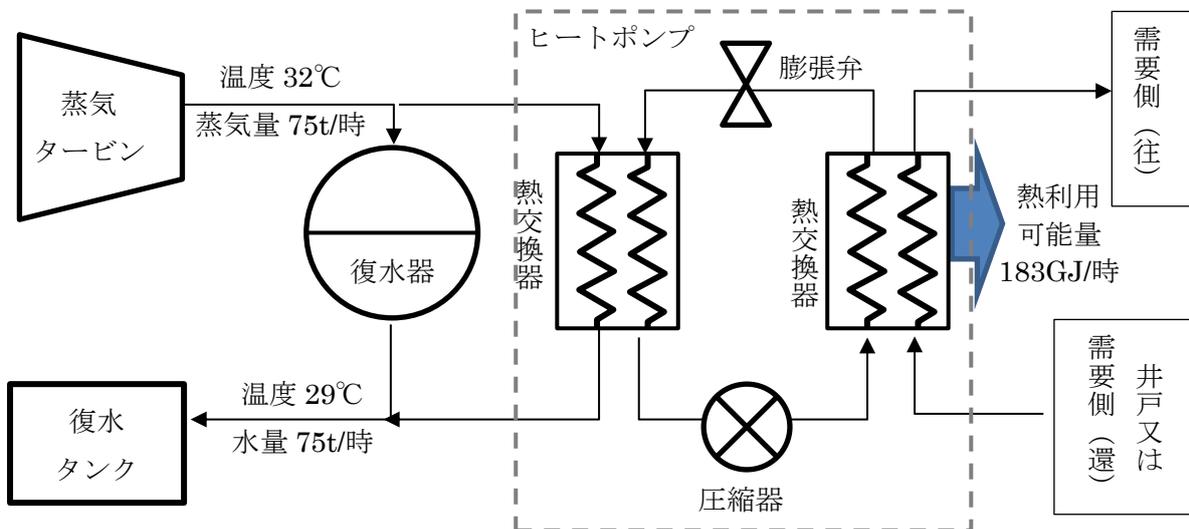


② 【b案：タービン出口蒸気の利用】

a-1～a-3 の案とは別に、当初想定したタービン出口の蒸気を利用する方法を検討した。図表 65 に示した排熱利用部分③④での熱回収可能量は、最大で 183GJ/時 (A 重油換算 4,680L/時) と見積もったが、水温が 32℃と低いため熱利用量はそのままで温度をあげるシステムが必要である。

構想は、復水器の代わりに同等の冷却性能とタービン出入り口の圧力差維持能力を有するヒートポンプを設置する方法である。

図表 69 タービン排熱系統における排熱利用基本構想案 (b案)

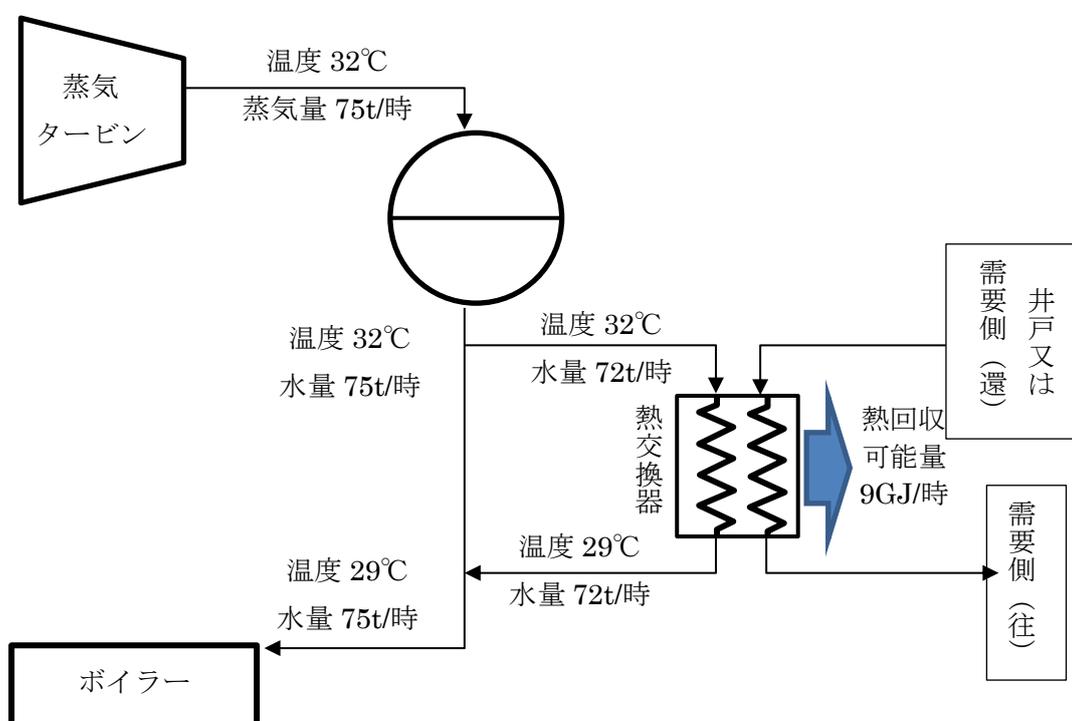


本構想も排熱利用の定義範囲内であるものの、ヒートポンプの動力（電力）が復水器の動力（ファン稼働電力）を超える可能性が高く、その場合環境価値がなくなってしまうことになる。

③【c 案：復水後の温水の一部利用】

a-1～a-3、b 案とは別に、復水器出口の温水を利用する方法を検討した。図表 65 に示した排熱利用部分④での熱回収可能量は、需要側の熱需要量 9 GJ/時を十分まかなえるものと見積もった。

図表 70 タービン排熱系統における排熱利用基本構想案（c 案）

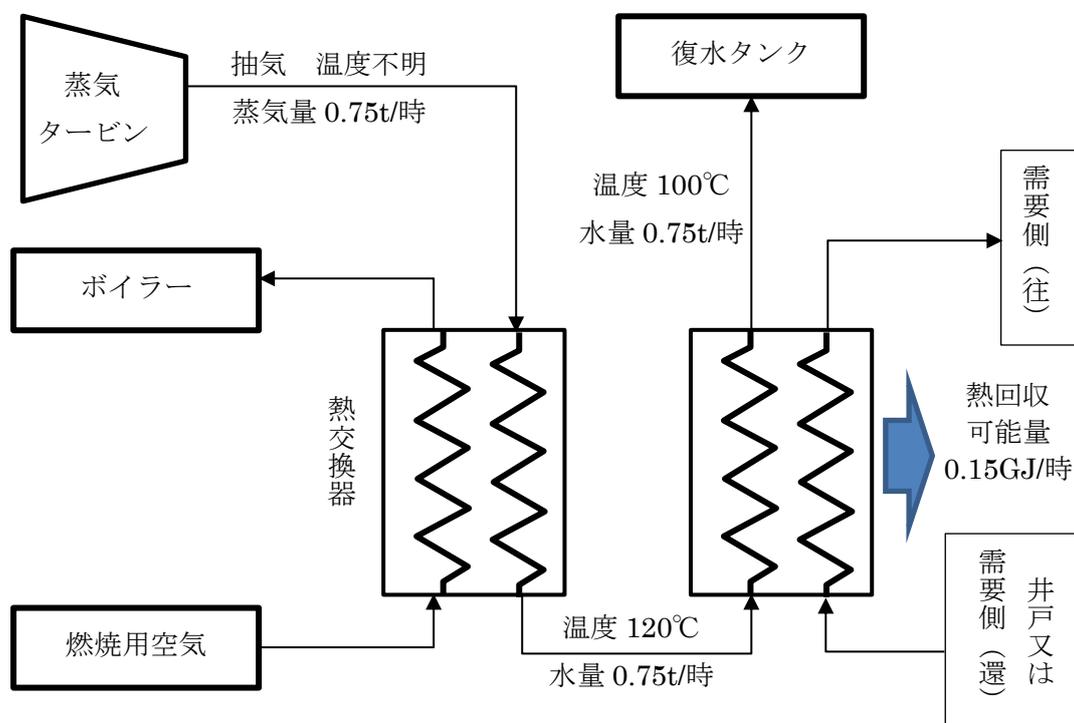


本構想も排熱利用の定義範囲内であるものの、温水の温度が 32°C と低く今回想定する需要側には使用できず、温度差も小さいためヒートポンプを使ったとしても COP が高くなりすぎ動力が過大になると懸念される。

④【d 案：燃焼用空気予熱後の蒸気の利用】

c 案の系統だが発電出力に影響を与えず、排熱利用の定義範囲にも入る方法として、燃焼用空気の余熱系統の排熱（図表 65 の③及び⑤）の利用を検討した。

図表 71 タービン排熱系統における排熱利用基本構想案 (d 案)



温排水の温度は高いものの、熱回収可能量は温度差を 2 倍とったとしても農業施設の熱需要を賄う程度にとどまる。同様にボイラーブローダウンタンクの温排水（100℃、6.5t/時）も検討したが、農業施設の熱需要を賄う程度にとどまる。

(2) 利用方法の評価

(1) に示した各基本構想案のメリット、デメリット及び実現に向けた課題を図表 72 に要約する。

a-1 は、排熱利用の定義内であり、環境価値消失の懸念に対しても技術的に対策を行い得ることから、これを基本構想とした具体案に展開する。

a-2 は熱供給能力の改善が期待できないことから今後の検討対象からは外す。

a-3 は技術的な章目と木質バイオマス発電施設側の了承及び協力が得られれば、導入は可能であるため、将来的な方向性として検討を継続する。

b、c 案は、設備投資が課題であることや、先進事例である埼玉東部組合第一工場の同様のシステムが稼働後まもなく停止しており、信頼性に懸念があることから検討対象から外す。

d 案の熱回収量は少ないものの、貴重な排熱源であることから、温浴施設及び養鰻施設の熱供給システムとは独立したシステムとして、利用の方針等の概略検討を行う。

図表 72 各構想案の評価要約と具体案への展開

		メリット	デメリット
循環砂・潤滑油冷却系利用	a-1：ヒートポンプの利用	<ul style="list-style-type: none"> ・排熱利用の定義内 ・現行の冷却システムへ影響が軽微 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒートポンプの動力が既設冷却器の動力を超える可能性（⇒環境価値消失）
	a-2：循環砂冷却器と潤滑油冷却器の分割	<ul style="list-style-type: none"> ・排熱利用の定義内 	<ul style="list-style-type: none"> ・高温の温排水が得られない ・既設冷却器の改造が必要
	a-3：冷却水流量の抑制による排水の高温化	<ul style="list-style-type: none"> ・排熱利用の定義内 ・高温の温排水が得られる可能性 ・a-1 より初期投資が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・既設冷却器の改造が必要 ・循環砂及び潤滑油の温度管理及び発電出力への悪影響がないことの証明が必須
タービン排熱利用	b案：タービン出口蒸気の利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒートポンプを使用することで排熱利用の定義内 ・大きな熱量を回収できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒートポンプの動力が既設復水器の動力を超える可能性（⇒環境価値消失） ・設備規模・投資が過大
	c案：復水後の温水の一部利用	<ul style="list-style-type: none"> ・熱回収量が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・回収温度が低い ・ヒートポンプを使うと動力が過大となる可能性（⇒環境価値消失）
	d案：燃焼用空気予熱後の蒸気の利用	<ul style="list-style-type: none"> ・排熱利用の定義内 ・回収温度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱回収量が少ない



- ◆ a-1 案を基本構想とし、課題であるヒートポンプ動力を抑制できるシステムを検討（ただし、チップ乾燥施設は別途必要）
- ◆ a-3 案は将来的な可能性として調査・検討を継続
- ◆ d 案は農業施設用の熱源として別途検討

（3）利用方法の決定

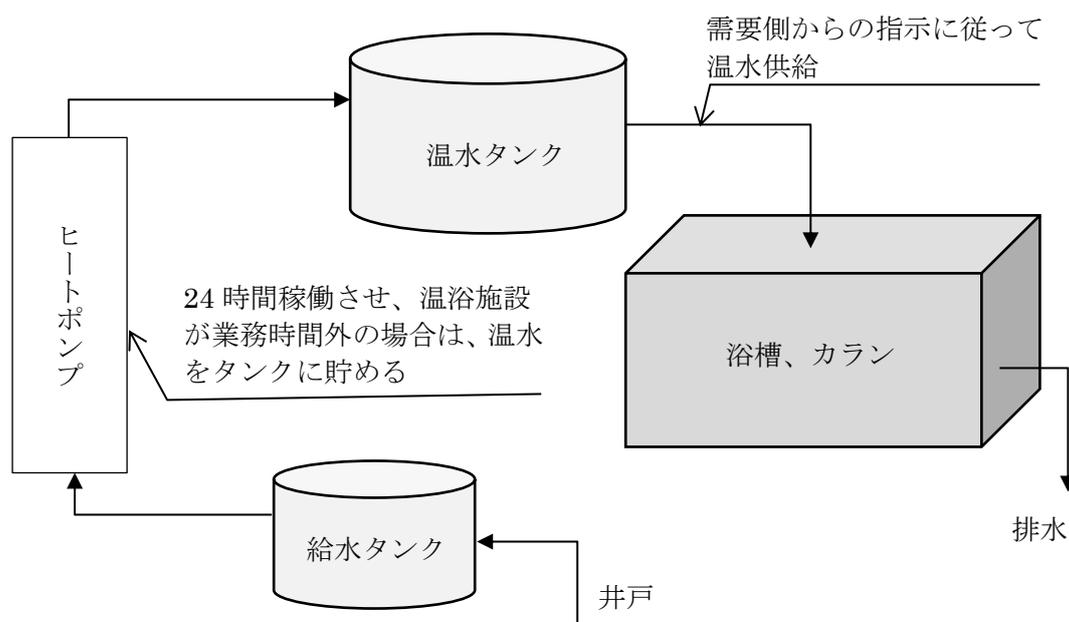
前述のように、a-1 案を需要側の負荷変動にあわせて稼働させる場合、図表 28 の熱需要カーブ推計結果に示したように、施設営業開始時の需要は大きいものの以降は小さくなることから、1 日の熱需要に比べて設備規模が過大となる。

このことから、本事業にあったエネルギーマネジメントシステムを導入することで、設備規模を抑え、稼働率を可能な限り改善できる方法を具体案として決定する。

温浴施設の営業時間は9時から20時程度を想定している。図表73に示すように、熱供給システム内に温水タンクを設置して、業務終了時（掃除を含め21時を想定）から業務開始時（湯張りに3時間かかるため6時を想定）以外の時間帯もヒートポンプを稼働させてお湯を生産し貯めておく。

このシステムによって、最大熱負荷は図表28に示した6.8GJ（約1,900kW）から3.1GJ（867kW）に抑制でき、必要電力量（COP3.0として）も約630kWから289kWに抑制できる。また、ヒートポンプ設備の稼働率も木質バイオマス発電所の定期点検時を除き100%に近づけることが可能となる。

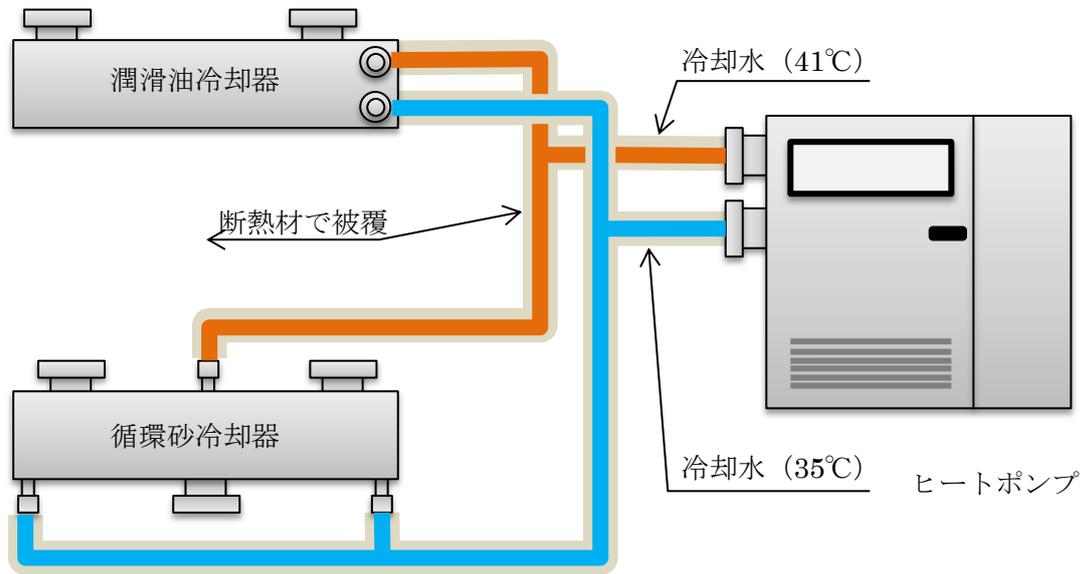
図表 73 エネルギーマネジメントシステムを導入した熱供給システム具体案



なお、現段階での懸念事項として、図表65に示したフロー図の②における水温が、冬季には21℃程度まで下がっている。この主たる原因として潤滑油冷却器及び循環砂冷却器の出口配管が保温されていないため、放熱して冷却塔入口（図表65の①）温度が設計温度より低くなっていることが考えられる。

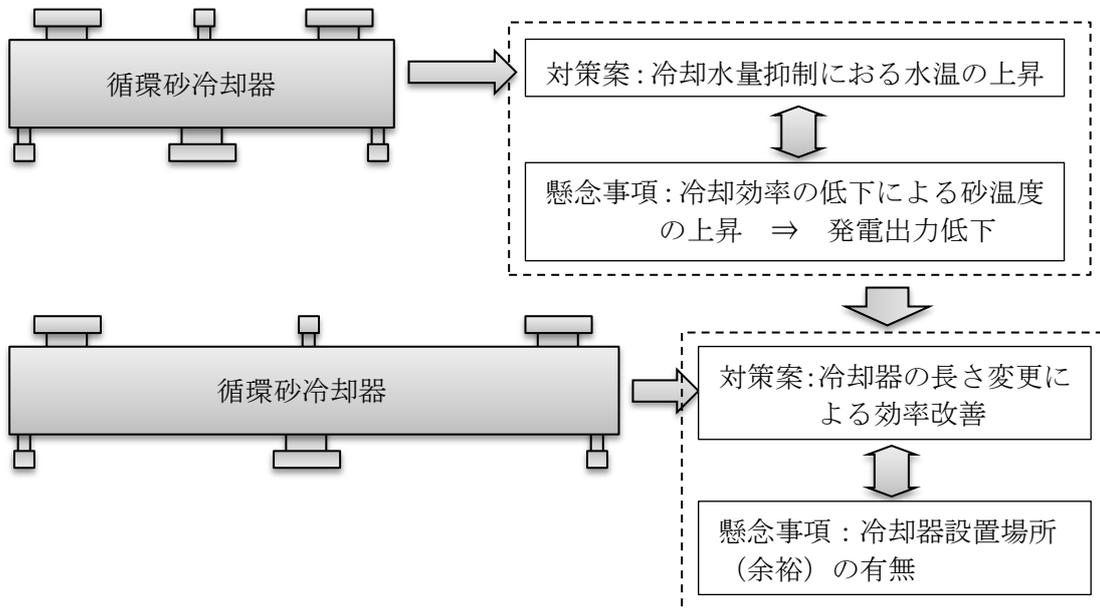
この対策として、冷却システムの冷却水配管を図表74に示すように被覆しすることで、冬季の温度低下を防止するとともに、ヒートポンプから供給する冷却水温度を35℃に維持し、各冷却器から戻ってくる温水の温度を41℃に維持する。

図表 74 冷却系統の温度管理対策案



また、a-3 案については、単に流量を落とすだけでは問題があるため、図表 75 に示すような対策が将来的に可能かどうか検討を継続する。

図表 75 a-3 案の改善案



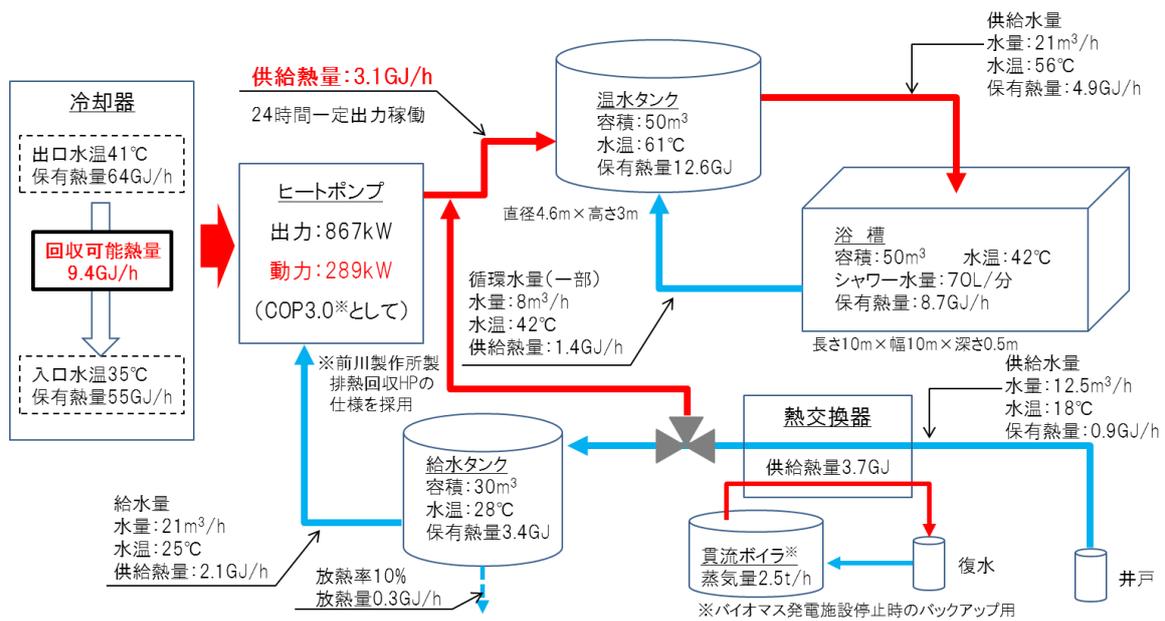
なお、養鰻施設及び農業施設については、3-2-3(2)(3)に示すように、ヒートポンプ設備を使用せずとも木質バイオマス発電所からの温排水をそのまま利用することで温度管理が可能であるため、上記のエネルギーマネジメントシステムとは別系統で熱供給を行う。

3-2-3 需要地点での熱供給システム（温浴施設）

(1) 温浴施設

温浴施設については、ヒートポンプの動力を低減させるため、ヒートポンプを24時間一定出力で稼働させ、温水タンクに蓄熱することにより日中の温浴施設の需要を賄う方式を採用することとした。以下に本方式の概要図を示す。

図表 76 温浴施設の熱供給システム

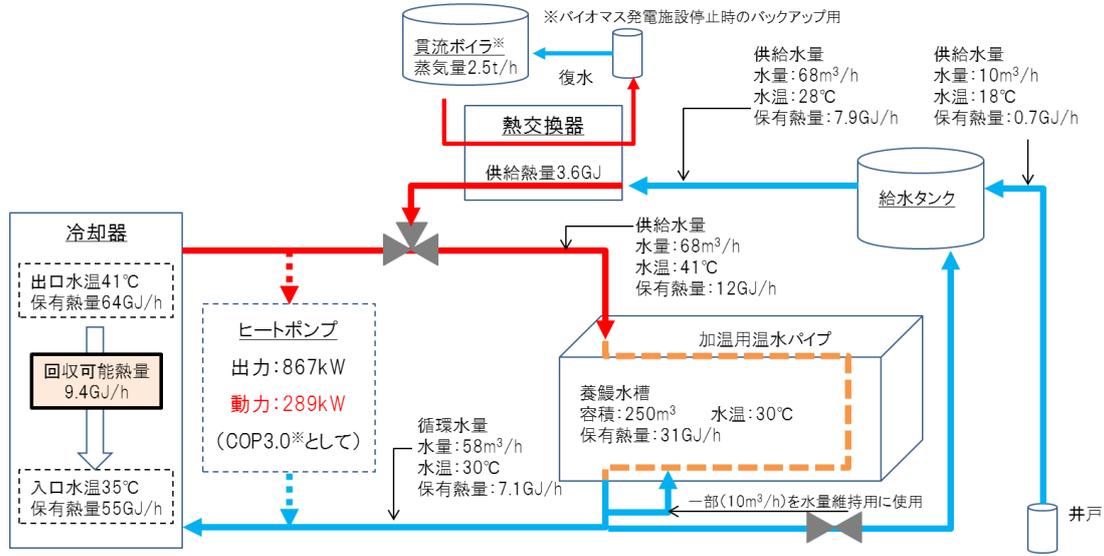


また、本方式において冷却器の出口水温を上昇させることができれば、ヒートポンプの動力を削減することが可能である。

(2) 養殖施設

養鰻を前提とした場合、冷却器の冷却水をそのまま循環させることで、養鰻に必要な水槽の温度 30°C の維持は十分可能であると考えられる。以下に養殖施設での熱供給システムの概要を示す。

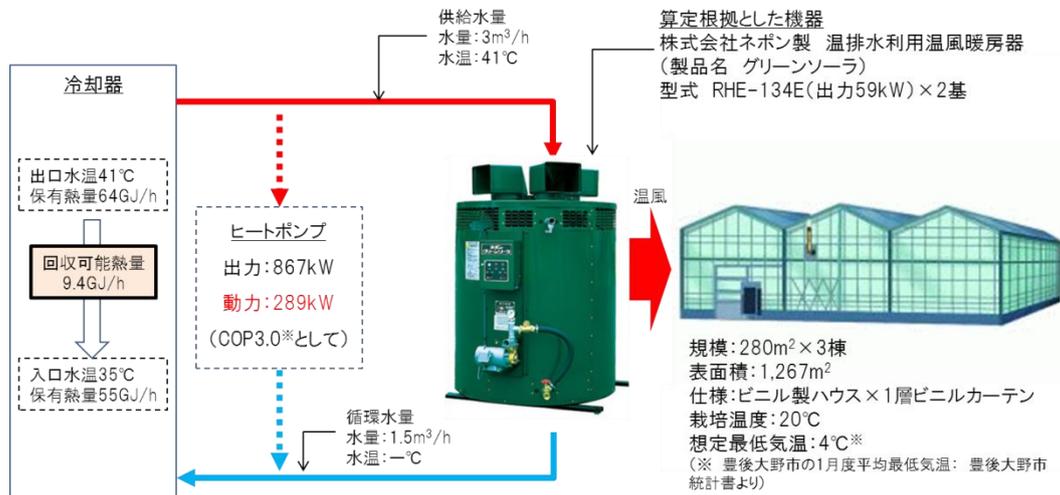
図表 77 養殖施設の熱供給システム



(3) 農業施設

農業施設についても、養殖施設と同様に、冷却器の冷却水をそのまま循環することで、温室を 20℃程度（トマトやこねぎ等が栽培可能）に温度維持することが十分可能である。以下に農業施設での熱供給システムの概要を示す。

図表 78 農業施設における熱供給システム



3-2-4 熱導管について

各機器の設置個所は詳細には確定していないものの、図表 79、図表 80 に示すように冷

却塔からヒートポンプ及び各需要先まで熱導管の敷設を考える。

図表 79 熱導管敷設ルート図



図表 80 熱導管（温水配管）の仕様及び工事費概略

番号	ルート	仕様	長さ	工事費※
①	冷却塔 ～ヒートポンプ	材質:SGP-B 被覆:グラスウール20mm 呼び径:125A (③④分岐から65A)	合計 200m	1,500 万円
②	ヒートポンプ ～温浴施設	材質:SGP-B 被覆:グラスウール20mm 呼び径:65A		
③	冷却塔 ～養鰻施設	材質:SGP-B 被覆:グラスウール20mm 呼び径:125A		
④	冷却塔 ～農業施設	材質:SGP-B 被覆:グラスウール20mm 呼び径:25A		

※ 温水配管以外に蒸気配管、給水配管（いずれもバックアップボイラ建屋室内として計上）

3-2-5 木質バイオマス発電施設の停止時の対応について

木質バイオマス発電施設は年に一度定期点検及びメンテナンスのため 1 か月ほど停止する。停止時期は、九州電力が再生可能エネルギーからの電力買取量を制限している期間を対象にしており、ゴールデンウィークを挟む 5 月頃とされている。

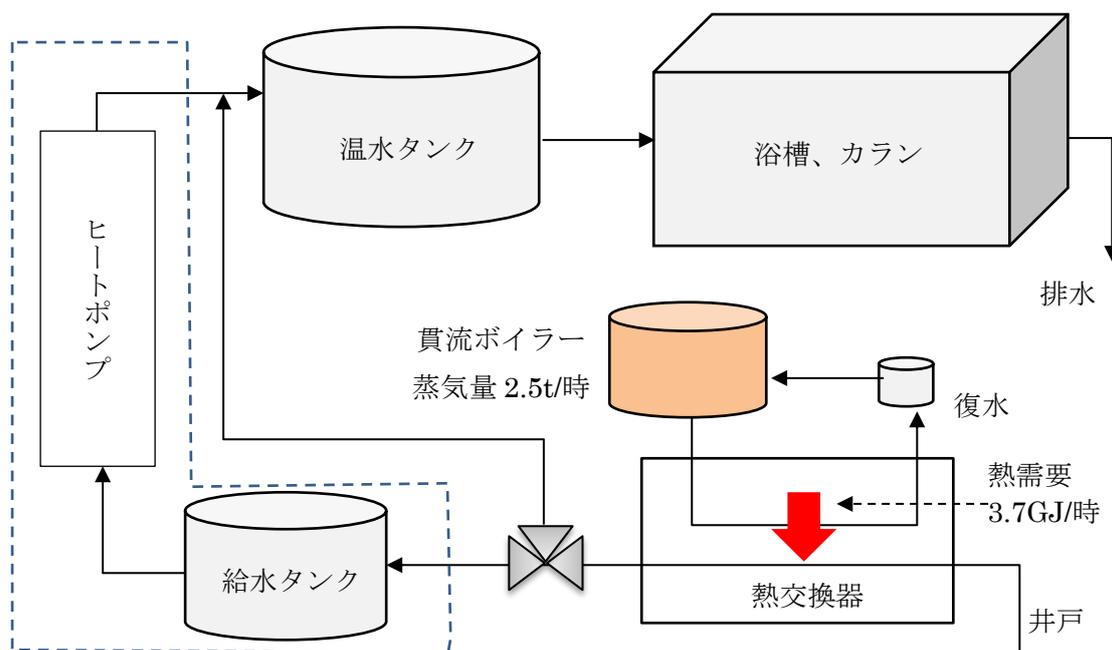
この期間、農業施設は外気温が栽培設定温度を上回るため温水供給は不要だが、温浴施設及び養鰻施設（養鰻においては水温が 5℃を下回ると鰻が冬眠するが、それより下がったとしても死滅することはない）への熱供給は必要となる。

図表 81 に示すように、ヒートポンプの代替として貫流ボイラー(A 重油燃料)を設置し、木質バイオマス発電が停止期間中の熱供給を行う。

熱交換器部分の熱需要は 3.7GJ/時（ヒートポンプでは 3.1GJ だが、これは給水タンク内の水の保有熱量を加算したためで、バックアップ時は給水タンクを使用しない）であるため、この熱量を供給するためには熱出力が約 1,700kW のボイラーが必要となる。

この供給能力を有する貫流ボイラーとして蒸気発生量 2.5t/時の導入を想定する。

図表 81 木質バイオマス発電施設停止時の対応策（温浴施設）



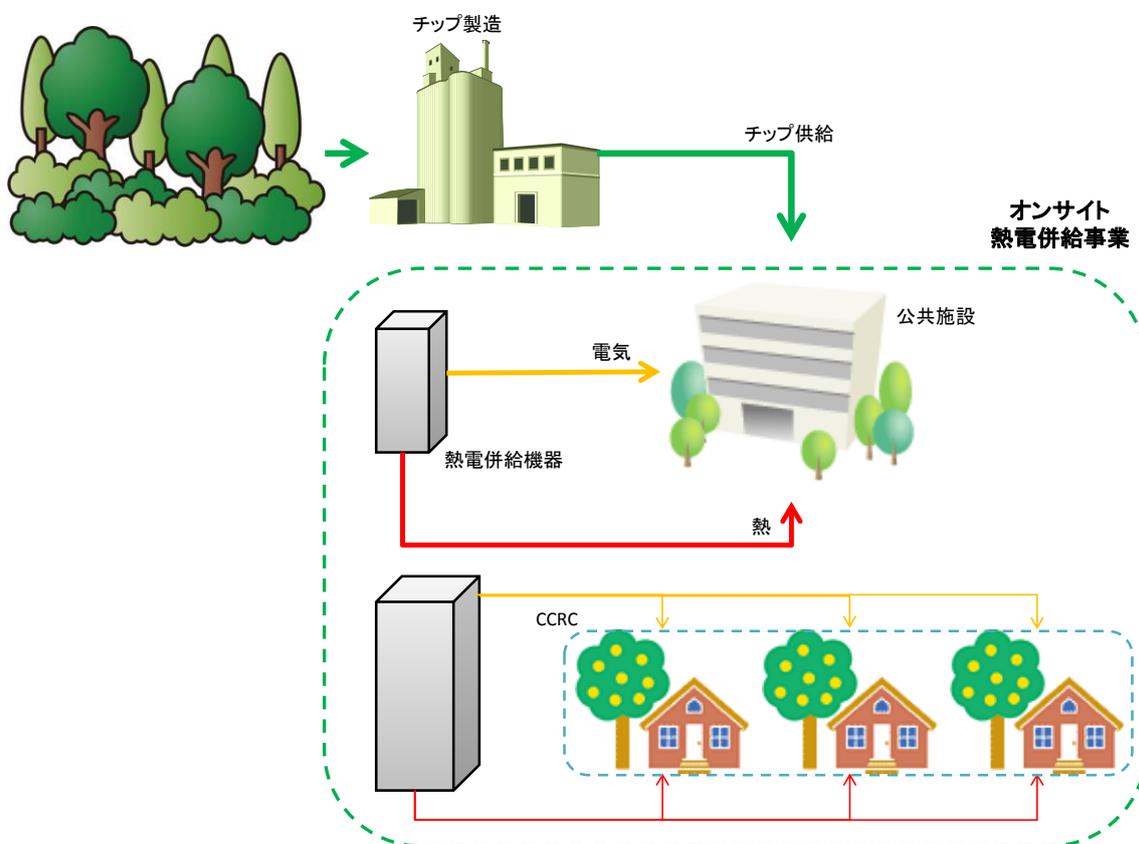
3-3 オンサイト熱電併給事業

3-3-1 システム概要

オンサイト熱電併給事業では、主に豊後大野市内の森林の間伐材等を用い、チップ工場にてチップ化した後、既存・新規の公共施設等に小型の木質バイオマスガス化熱電併給システムを設置し、熱電併給をおこなうものである。

オンサイト型のため、基本的には施設ごとに供給システムを設置するが、CCRC では、複数の建物があるため、中央の施設から熱導管を敷設して熱供給することを想定する。

図表 82 オンサイト熱電併給事業システム概要



3-3-2 熱電併給機器について

オンサイト型の熱電併給施設について、代表的な小型ガス化発電機を製造しているメーカーの製品について仕様等を調査し、比較検討した。調査結果の概要を以下に示す。

図表 83 小型ガス化発電機の比較（1/2）

基本情報	メーカー名（代理店名）	①Spanner（協同電気）	②VOLTER（VOLTER JAPAN）
ガス化 部分仕様	ガス化方式	ダウンドラフト	ダウンドラフト
	タール除去装置有無	なし	なし
発電 部分仕様	発電方式	ガスエンジン	ガスエンジン
	動力部分メーカー		AGCO SISU POWER
	発電機メーカー		ABB
設備の 仕様	設備出力（最大）	発電 45kW、温水 95kW	発電 40kW、温水（80℃、5m ³ /h）
	エネルギー効率（最大）	発電 25%、温水 50%	発電 22%、温水 56%
	燃料の要求事項	含水率 50%以下（炉投入時 13%）、 切削チップ	含水率 15%以下、切削チップ
	燃料消費量	含水率 13%で 45kg/h	含水率 15%で 38kg/時
	必要人員（24 時間稼働）	1 人	1 人
	年間稼働可能日数	312.5 日	325 日
	導入価格	1,200～1,500 千円/kW	4～50,000 千円 (1,000～1,250 千円/kW)
	ランニングコスト	4 円/kWh	2,500 千円/年（8 円/kWh）
	起動時間、全停時間	30 分、8 時間	2 時間、即時
	DSS*運転可否	可能	可能
	国内導入実績	2 か所（3 か所目が 3 月頃稼働）	1 か所（自社で実証中）

図表 84 小型ガス化発電機の比較 (2/2)

基本情報	メーカー名 (代理店名)	③ZE エナジー (国産)	④Burkhardt (三洋貿易)
ガス化 部分仕様	ガス化方式	ダウンドラフト	流動床
	タール除去装置有無	ガス熱分解、触媒反応、スクラバー	なし
発電 部分仕様	発電方式	ガスエンジン	ガスエンジン
	動力部分メーカー		MAN
	発電機メーカー		Leroy-Somer
設備の 仕様	設備出力 (最大)		発電 165kW、温水 90℃×11.2m³/h
	エネルギー効率 (最大)	発電: 25~30%、温水及び排気: 50%	発電: 30%、温水 35%
	燃料の要求事項	含水率 50%以下 (炉投入時不明)、 切削チップ	含水率 10%以下、 ペレット (EN Plus A1 規格)
	燃料消費量	含水率 50%で 1.8t/h (1,000kW の場合)	含水率 10%で 110t/h
	必要人員 (24 時間稼働)	電気主任技術者 1 名、 一般作業員 7~9 人	1 人
	年間稼働可能日数	330 日	310 日
	導入価格 (出力当たり単価)	1,000,000 千円 (1,000 千円/kW)	150,000 千円 (909 千円/kW)
	ランニングコスト		6,500 千円/年 (5.2 円/kWh)
	起動時間、全停時間	40~90 分、2 時間	2 時間、1 時間
	DSS※運転可否	困難	困難
	国内導入実績	3 か所 (うち実証 1 か所)	1 か所

以上の調査結果を比較すると、出力当たりの導入単価では実質的な差はないものの、必要人員の少なさや、ランニングコストの低さ、国内導入実績があること、燃料の要求事項が少ないことから、Spanner 製のものが今回の事業に適していると考えられる。そのため、本検討においては、Spanner 製のものを事業収支検討対象設備とした。

以下に Spanner 製の木質バイオマスガス化装置及び、木質ガス熱電併給機の外観を示す。

図表 85 Spanner 製木質バイオマスガス化装置



(出典) Spanner 社パンフレット

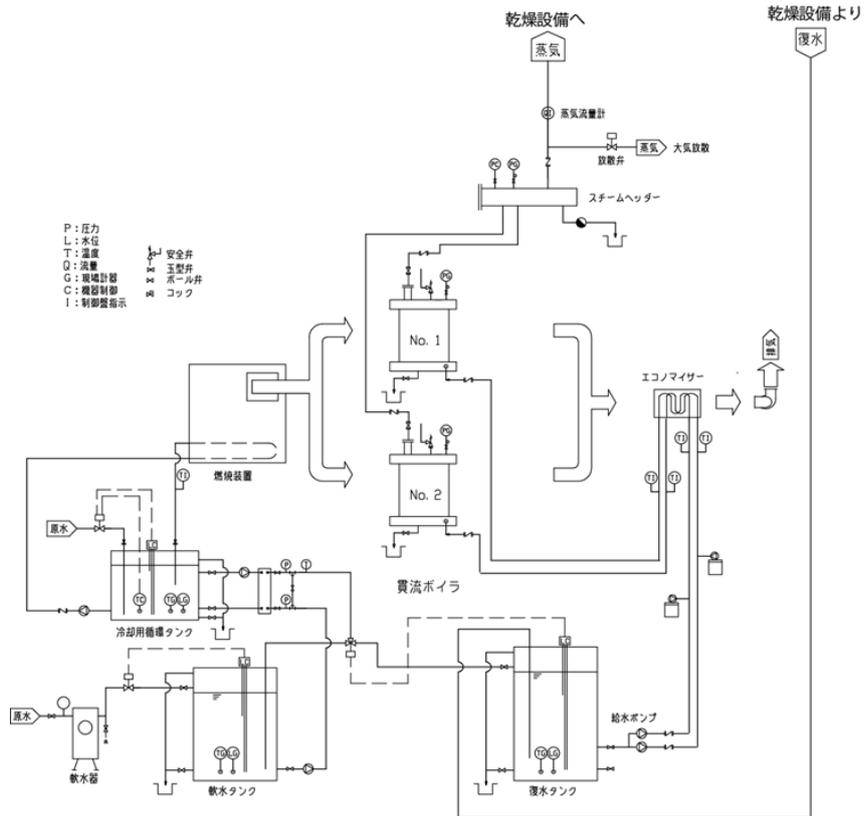
図表 86 Spanner 製木質ガス熱電併給機



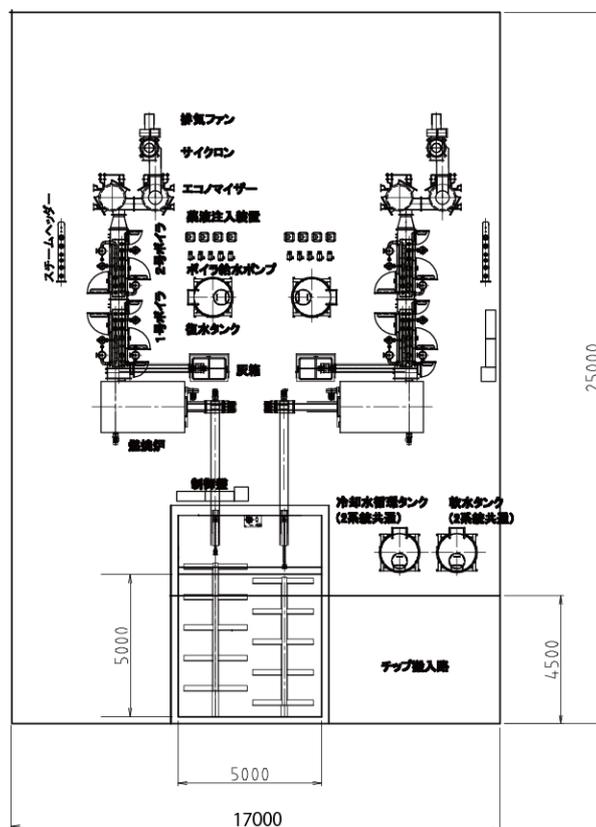
(出典) Spanner 社パンフレット

Spanner 製のものは、乾燥機を装着することができるため、公共施設への熱電併給設備導入において、オフサイト乾燥設備の導入は前提ではなくなる。一方で、その他の設備を導入する可能性があることも踏まえ、本検討においては、市内森林から確保した生チップを原料とした、オンサイト型熱電併給施設用乾燥チップ製造設備についても、仕様概略を整理した。以下に乾燥設備の概略フロー図と、配置図を示す。

図表 87 乾燥用蒸気供給部分概略フロー図



図表 88 乾燥設備配置図 (乾燥用蒸気供給部分)



また、これらの乾燥設備を導入した際の初期投資額の概略は以下の通りである。乾燥施設のみで大きな投資額が必要になるため、大量の木質チップを活用する場合に初めて有効になる施設と考えられる。

図表 89 乾燥設備の初期投資額の概略

項目	金額 (千円)	根拠・内容等
貫流式蒸気ボイラ	110,000	トモエテクノ製 UTSR550 及び蒸気発生器を各 2 基想定
乾燥チップ貯蔵及び乾燥設備	20,000	年間最大需要 6,800t に対し設備稼働率を想定したうえで、日中のみ年間 250 日稼働を想定し規模を設定
付属機器	9,000	復水タンク、冷却用タンク、各種ポンプ等
煙道・煙突工事	7,640	
搬入据付工事・試運転	8,770	
その他付属機器	1,700	薬液注入装置、熱交換器用ポンプ等
熱管理システム	4,240	ソフトウェア類
配管設備工事	9,900	機器回り工事、配管・保温・塗装等各工事費
電気設備工事	5,940	二次側配線工事、分電盤据付
設計料、現場管理費	2,830	
合 計	180,020	

3-3-3 需要側のシステムについて

(1) 既存施設

① 豊後大野市総合文化センター

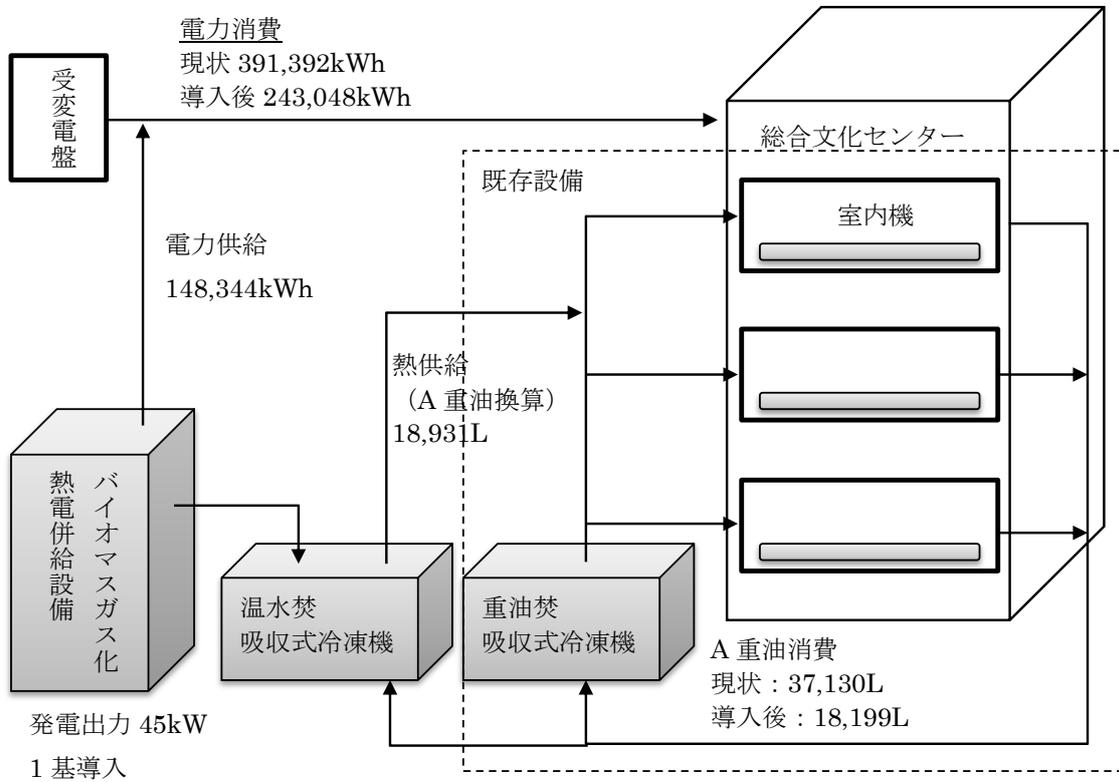
総合文化センターで消費される電力及び熱 (A 重油) を全てバイオマスガス化熱電併給設備で賄う場合は、設備の稼働率が十分に上がらないため、収益性が確保できなくなる可能性が高い。このため、

図表 90 に示すように冷暖房設備を既存設備と共有することとし、図表 91 に示すように設備稼働率が可能な限り高くなるような電気と熱供給パターンで、熱電併給設備の規模を設定する。

この結果、3-3-2 に示した SPANNER 製設備 (45kW) 1 基の導入を想定する。

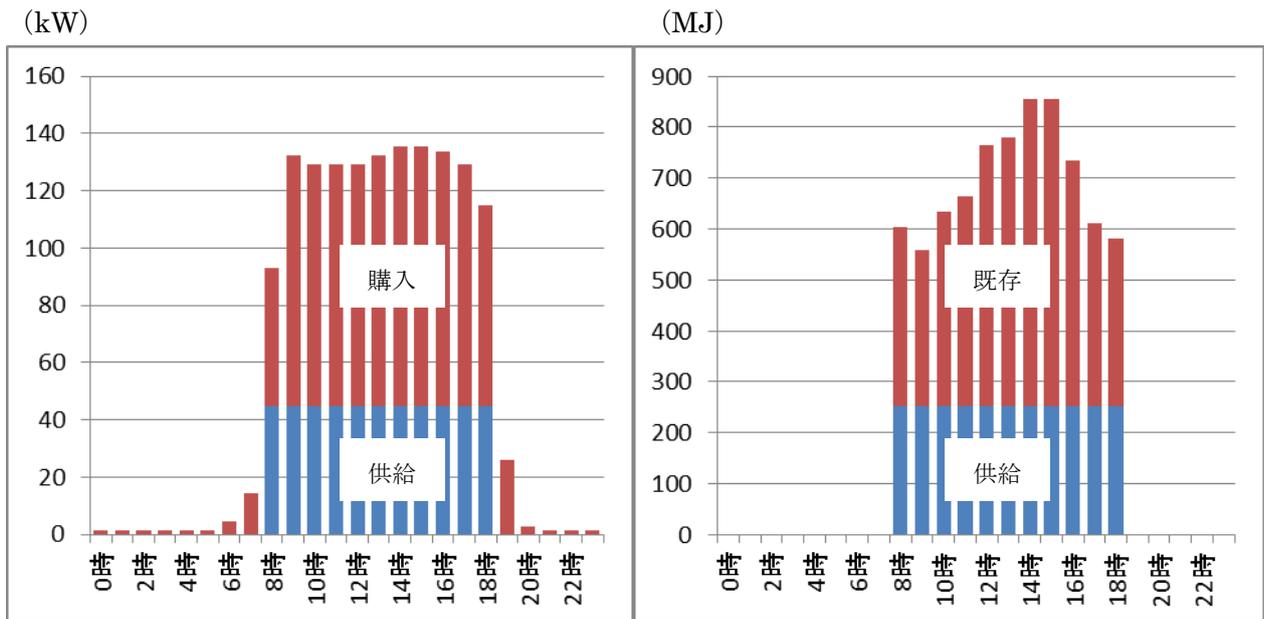
冷暖房熱需要の需給管理は、熱電併給設備による熱供給を一定とし、負荷変動の追従は減価償却が終了していると思われる既存設備によって行うようなエネルギーマネジメントによって実施する。電力は熱の需要変動に合わせて生産することとし、不足する分は外部から調達することとする。

図表 90 豊後大野市総合文化センターにおけるオンサイト熱電併給設備導入システム図



※数値は全て1年間

図表 91 総合文化センターにおける電気、熱供給パターン図 (8月) (左:電気、右:熱)



図表 92 豊後大野市総合文化センターにおけるオンサイト熱電併給設備導入経費

項目	価格
①45kW 級熱電併給設備 ・設備本体 ・建屋（12 フィートコンテナ） ・チップ乾燥供給設備 ・非常停止設備 ・設備設置工事費 ・電気工事費	67,600 千円
②温水吸収式冷凍機 ・温水吸収式冷凍機 ・冷却塔 ・温水配管工事一式	10,300 千円
③合 計	77,900 千円

② 清川高齢者生活福祉センターみつば苑

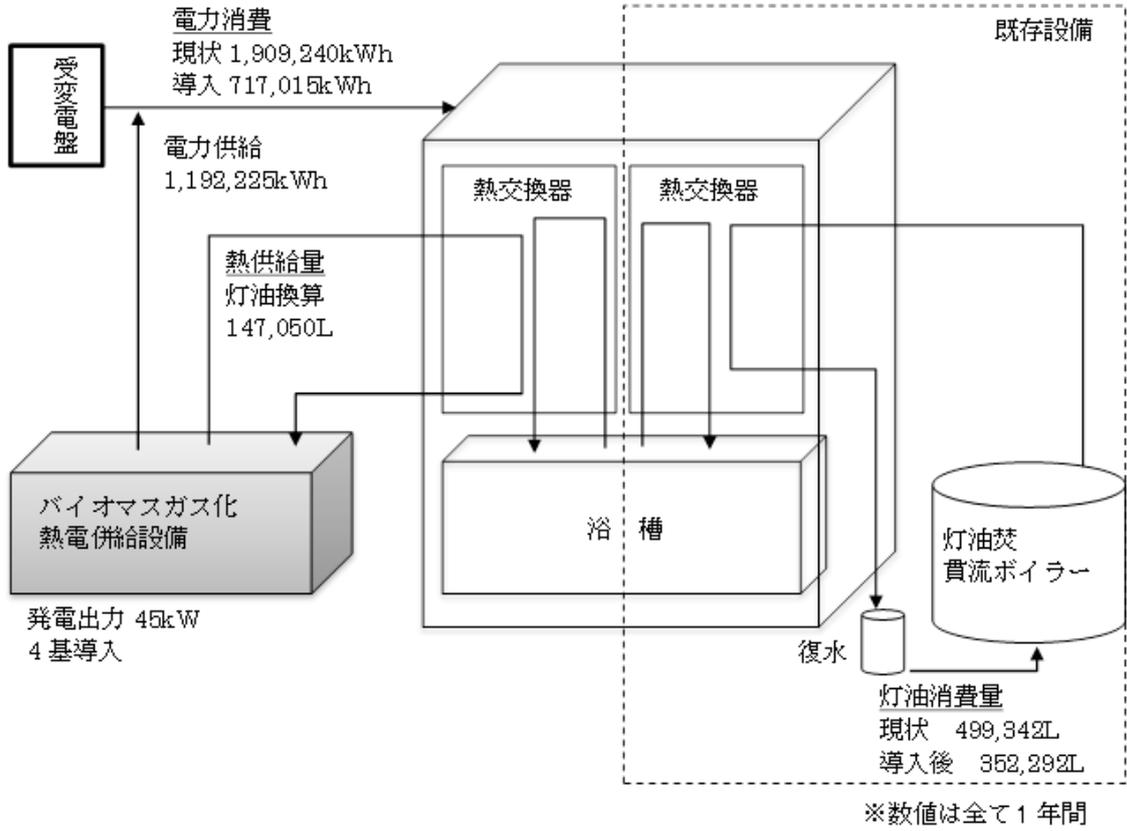
みつば苑で消費される電力及び熱（A 重油）を全てバイオマスガス化熱電併給設備で賄う場合も、文化センターと同様に考え、図表 93 に示すように冷暖房設備を既存設備と共有することとし、図表 94 に示すように設備の稼働率が可能な限り高くなるような電気と熱供給パターンで、熱電併給設備の規模を設定する。

この結果、3-3-2 に示した SPANNER 製設備（45kW）4 基の導入を想定する。

温浴施設等の熱需要の需給管理は、熱電併給設備による熱供給を一定とし、負荷変動の追従は減価償却が終了していると思われる既存設備によって行うようなエネルギーマネジメントによって実施する。電力は熱の需要変動に合わせて生産することとし、不足する分は外部から調達することとする。

図表 93 清川高齢者生活福祉センターみつば苑における

オンサイト熱電併給設備導入システム図

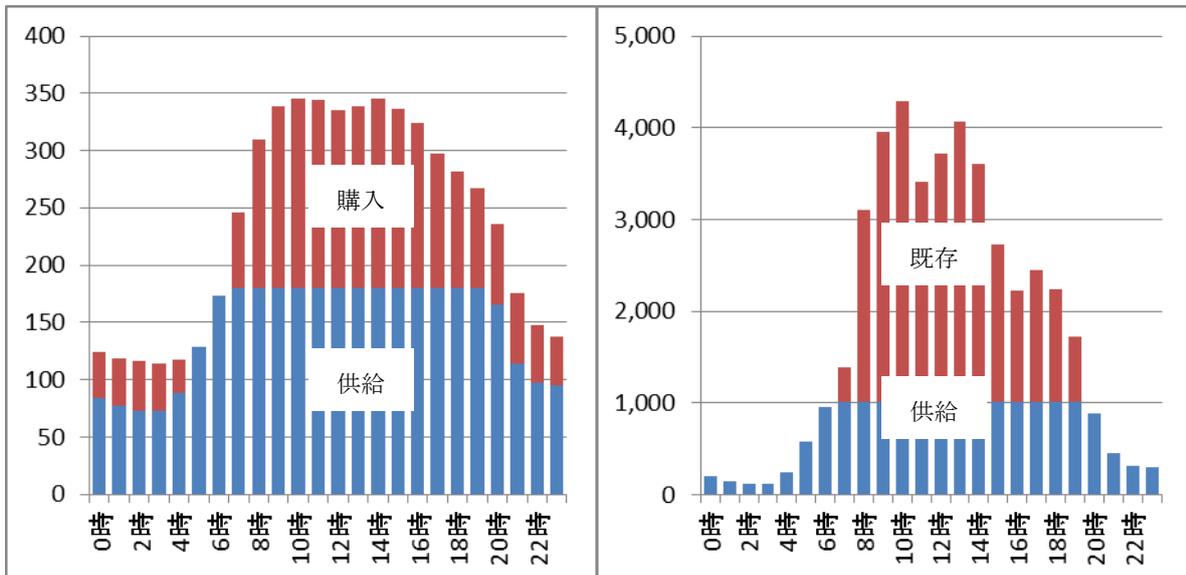


図表 94 清川高齢者生活福祉センターみつば苑における電気、熱供給パターン図 (8月)

(左：電気、右：熱)

(kW)

(MJ)



図表 95 清川高齢者生活福祉センターみつば苑における
オンサイト熱電併給設備導入経費

項目	価格
①45kW 級熱電併給設備（4 基） ・設備本体 ・建屋（12 フィートコンテナ） ・チップ乾燥供給設備 ・非常停止設備 ・設備設置工事費 ・電気工事費	280,000 千円
②熱交換器 ・熱交換器 ・温水配管工事 ・その他工事費	1,400 千円
③合計	271,400 千円

（2）新規施設

① 緒方支所

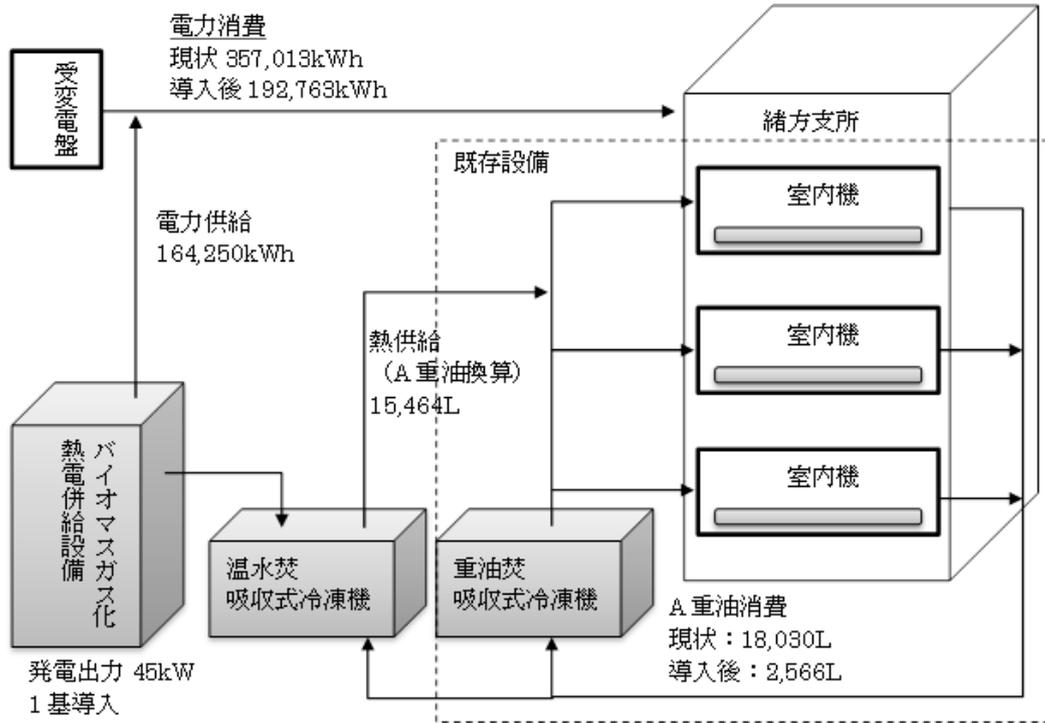
（1）①②は既設で重油ボイラー等を導入し、施設の冷暖房や温浴施設の給湯を行っている箇所を抽出し、バイオマスガス化熱電併給設備導入による収支検討モデルとした。

（2）では、改修計画のある支所等の電力及び冷暖房、給湯を全てバイオマスガス化熱電併給設備で賄う場合をモデルとする。

犬飼、大野、朝地の各支所はエネルギー需要が小さく、熱電併給施設の導入に適さないため、緒方支所を抽出した。文化センターと同様の考えにより、図表 96 に示すように熱電併給設備で供給しきれない冷暖房需要に対しては重油焚吸収式冷凍機でバックアップすることとし、図表 97 に示すように設備の稼働率が可能な限り高くなるような電気と熱供給パターンで、熱電併給設備の規模を設定する。

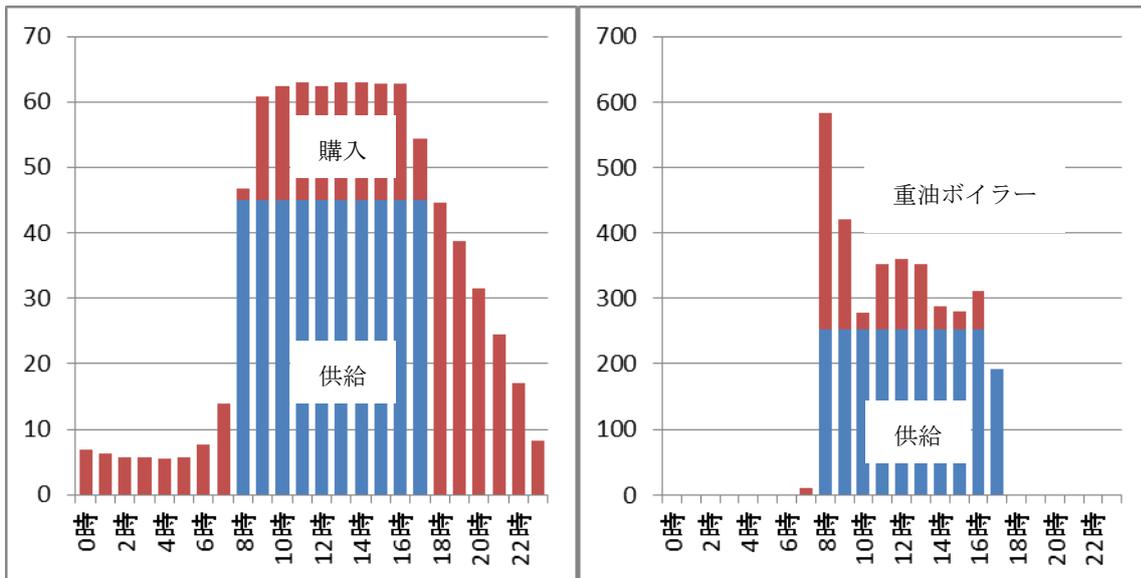
冷暖房熱需要の需給管理は、熱電併給設備による熱供給を可能な限り一定とするようなエネルギーマネジメントによって実施する。電力は熱の需要変動に合わせて生産することとし、不足する分は外部から調達することとする。

図表 96 緒方支所におけるオンサイト熱電併給設備導入システム図



※数値は全て1年間

図表 97 緒方支所における電気、熱供給パターン図 (8月) (左：電気、右：熱)
(kW) (MJ)



※ 緒方支所は動力、冷暖房等を全て電気で賄っているため、類似施設の面積当たりの動力・冷暖房等負荷（エネルギー経済統計要覧 日本エネルギー経済研究所編）を基に、動力（照明、事務機器、エレベーター等）は電気、冷暖房は重油焚吸収式冷凍機で供給することを想定しそれぞれの需要パターンを算出して、基準データとした。

項 目	価 格
①45kW 級熱電併給設備 ・設備本体 ・建屋（12 フィートコンテナ） ・チップ乾燥供給設備 ・非常停止設備 ・設備設置工事費 ・電気工事費	67,600 千円
②温水吸収式冷凍機 ・温水吸収式冷凍機 ・冷却塔 ・温水配管工事一式	10,300 千円
③合 計	77,900 千円

※ 重油焚吸収式冷凍機及び室内機は算定対象外としている

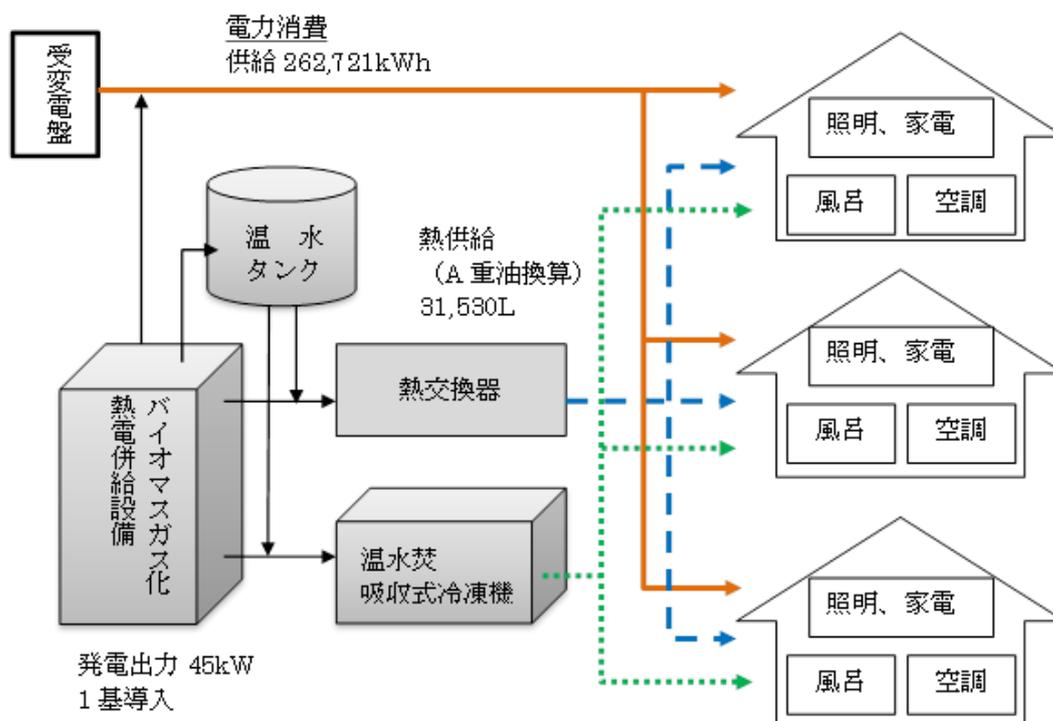
② CCRC (Continuing Care Retirement Community)

高齢者が健康なうちに入居し、終身で過ごすことが可能な生活共同体を CCRC と呼ぶ。

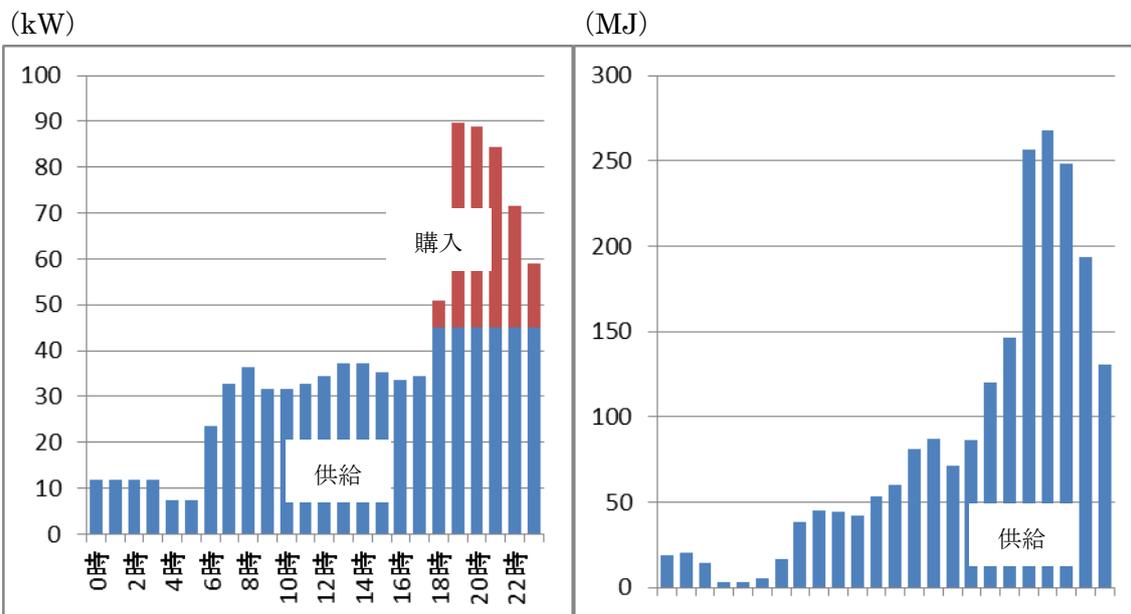
本構想では、一般的な戸建て住宅 100 棟を建設し、健全な高齢者に居住いただくことを想定する。

熱電併給施設は一定運転とし、余った電力は送配電系統へ供給、足りない場合は購入する。また熱が余剰な場合は温水タンクにためておき、熱電併給施設からの熱供給が不足する場合にタンクから供給するという形でのエネルギーマネジメントを行う。

図表 99 CCRCにおけるオンサイト熱電併給設備導入システム図



図表 100 CCRCにおける電気、熱供給パターン図 (8月) (左：電気、右：熱)



※ 戸建て住宅におけるの世帯当たり (1 棟当たり) の動力・冷暖房等負荷 (エネルギー経済統計要覧 日本エネルギー経済研究所編) を基に、動力 (照明、事務機器、エレベーター等) は電気、冷暖房は重油焚 吸収式冷凍機、風呂等は熱交換器を介して供給される温水でそれぞれ供給することを想定し、それぞれの需要パターンを算出して、基準データとした。

図表 101 C C R Cにおけるオンサイト熱電併給設備導入経費

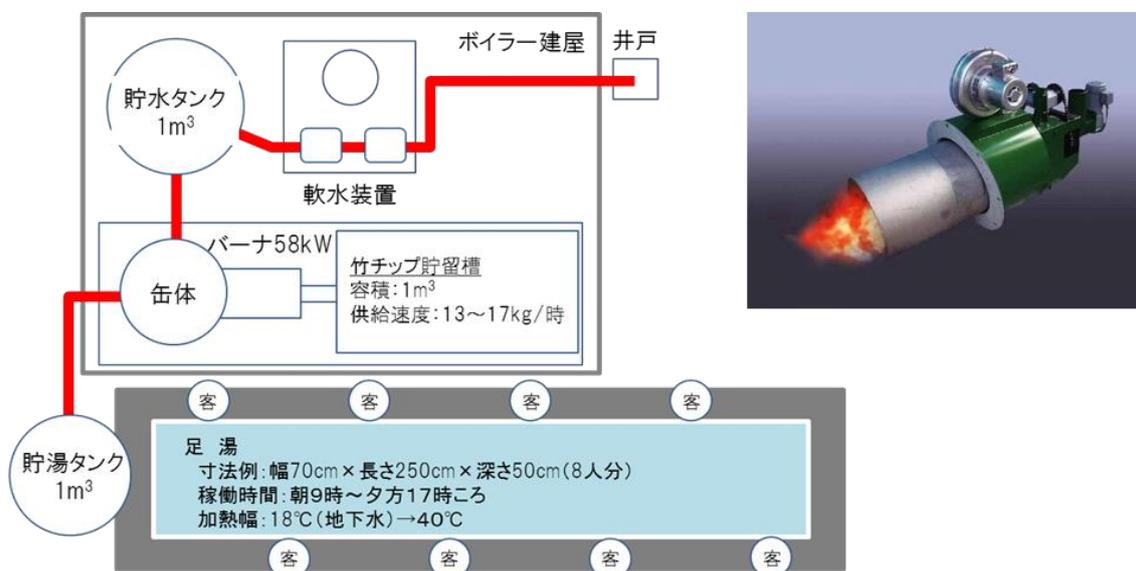
項目	価格
①45kW 級熱電併給設備 ・設備本体 ・建屋 (12 フィートコンテナ) ・チップ乾燥供給設備 ・非常停止設備 ・設備設置工事費 ・電気工事費	67,600 千円
②熱交換器	400 千円
③温水吸収式冷凍機	10,300 千円
④熱導管 (SGP-B 製、呼び径 65A、グラスウール 20mm 被覆、距離 1km 地下埋設)	30,000 千円
⑤温水タンク	3,000 千円
③合 計	98,000 千円

3-4 地域啓発型事業のシステムについて

地域で問題となっている竹藪から、市民、NPO 等の団体、事業者などのボランティア活動により竹を搬出、チップ加工し、福岡県内の事業者が開発したバイオマスボイラーを熱源とした足湯を、市内に導入する。

同ボイラーは、一般的な木質チップに加え、竹チップ、剪定枝破砕チップ、乾燥汚泥、乾燥畜ふんなど様々な未利用バイオマスを燃料利用できる。このため市民、NPO 等の団体、事業者が竹を中心に様々な未利用バイオマスを収集した場合に、竹の有効利用方法に関する啓発とあわせ、竹林伐採やその他ボランティア活動の受け皿として機能できる。

図表 102 足湯施設の設備配置図概略及び専用バーナー外観



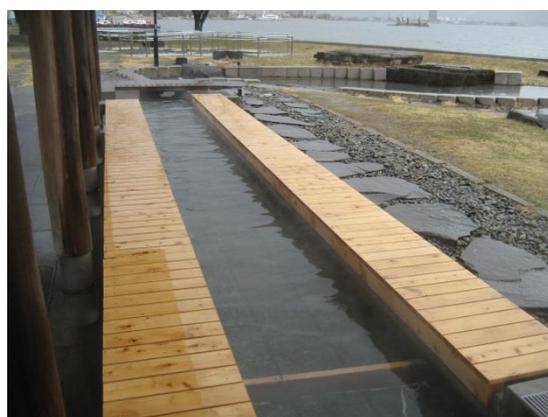
※ メーカーホームページより

図表 103 竹チップボイラー本体参考写真



※ メーカーホームページより

図表 104 足湯施設イメージ



※ 諏訪市ホームページ（湖畔公園）

図表 105 竹チップボイラーを利用した足湯設備の導入経費

項目	価格
ボイラー費用	4,200
燃料供給設備（サイロ含む）	1,500
煙突関連	300
配管その他設備	960
その他経費	1,500
合計	8,460

※ 浴槽、東屋は含まない

3-5 準拠すべき法規制について

木質バイオマス発電所の排熱を利用した熱供給事業を行うに当たっては一般的に次に挙げた法規制を遵守し実施することが必要となる。

図表 106 地域熱供給事業に係る法規制

主要関連法規	概要	所轄官庁	関係する主な時期			関係する主な部位			備考
			計画時	建設時	運用時	全体	機器	導管	
1) 熱供給事業法	熱需要者の利益の保護, 熱供給事業の健全な発展, 熱供給施設の工事, 維持, 運用を規制することによって, 公共安全を確保することが目的	経済産業省	○	○	○	○	○	○	
2) 建築基準法	熱供給事業に係る容積率の緩和について	国土交通省	○	○		○			容積率緩和等
3) 都市計画法	都市計画法における熱供給施設等の位置づけについて (地域冷暖房は「その他供給施設」として都市施設に位置付け)	国土交通省	○			○			容積率緩和等
4) 工場立地法	規制, 届出について (地域冷暖房は「製造業等に係る工場または事業場」に該当)	国土交通省	○			○			
5) 道路法	導管敷設時等の規制について	国土交通省	○	○				○	
6) 道路交通法	道路での工事, 作業の規制について	国土交通省		○			○		
7) 消防法	建物の消火設備等に関する法律	総務省	○	○	○	○			危険物取扱者
8) 電気事業法	電気工作物の規制, 届出について	経済産業省	○	○	○	○			電気主任技術者
9) ガス事業法	ガス事業者およびガス機器に関する法律	経済産業省	○	○		○			
10) 労働安全衛生法	ボイラー, 圧力容器等の規制, 届出について	厚生労働省			○		○		ボイラ技士
11) 高圧ガス保安法	高圧ガスを使用する冷凍機, ヒートポンプ等の規制について	経済産業省			○		○		冷凍保安責任者
12) エネルギー使用の合理化に関する法律(省エネ法)	エネルギー使用者の規制, 報告義務等について	経済産業省 国土交通省			○	○			エネルギー管理士
13) 大気汚染防止法	ボイラー, コージェネ等のばい煙, 粉塵, 排ガス規制, 届出について	環境省			○	○			公害防止管理者
14) 水質汚濁防止法	汚水, 排水についての規制, 届出について				○	○			
15) 騒音規制法	空気圧縮機, 送風機等の規制, 届出について			○	○		○		
16) 振動規制法	圧縮機等の規制, 届出について			○	○		○		
17) 水道法	直結給水とした系統の使用機器等	厚生労働省			○	○			
18) 下水道法	排水の水質, 温度等	国土交通省 環境省			○	○			水質管理責任者

上記の中で、本事業として特に対応が求められるのは、次のとおりである。

このうち、本事業において熱供給事業とオンサイト熱電併給事業及びそれに伴い導入する設備について関連する主要法令は下記のとおりとなっている。熱供給事業法、騒音防止法及び振動規制法については本事業においては適用対象外となるが、参考として記載する。

図表 107 本事業に係る主要関連法規

No	法規の名称	施設の種類	許可/届出	許可届出の必要な規模
1	熱供給事業法	熱供給施設	許可 (経済産業省)	一般の需要に応じ熱供給を行なう事業(使用するボイラー、ヒートポンプ及び熱交換器の加熱能力の合計が21GJ/h以上のものに限り、もつぱらの建物内の需要に応じ熱供給を行なうものを除く。)
2	工場立地法	特定工場	届出 (市)	敷地面積 9,000m ² 、又は建築物の建築面積の合計 3,000m ²
3	道路法	水管、下水道管、ガス管その他これらに類する物件	許可 (道路管理者＝市)	—
4	大気汚染防止法	ばい煙発生施設 (ボイラー) (その他地域)	届出 (県)	伝熱面積 10 m ² 以上、 またはバーナー燃焼能力重油換算 50L/h 以上 K 値 17.5
5	騒音規制法	送風機	届出 (市)	原動機の定格出力 7.5kW以上 (2.2kW 以上 7.5kW 未満)
		チップパー	届出 (市)	原動機の定格出力が 2.25kW以上のもの
6	振動規制法	チップパー	届出 (市)	指定地域内の施設で定格出力 2.2kW 以上
7	消防法	火気使用設備 貯留倉庫	届出	ボイラー設置、指定可燃物の貯留 10m ³ 以上
8	労働安全衛生法	小型ボイラー	届出	貫流ボイラー伝熱面積 5m ² 超え 10m ² 以下

以下に、法令ごとの内容を記載する。

① 熱供給事業法

「熱供給事業」とは、一般的には「地域冷暖房」と呼ばれるもので、一定地域内の建物群に対して蒸気・温水・冷水等の熱媒を熱源プラント（ただし熱源設備の加熱能力 21GJ/h 以上）から導管を通じて供給する事業のことをいう。

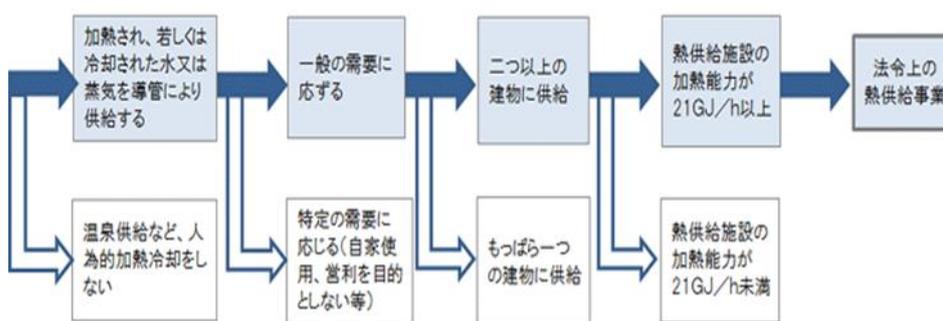
本法における熱供給事業の成立要件は下記のとおりであり、これらの要件をすべて満たす場合、本法の適用を受けることとなる。その場合には定められた一定の基準を満たし、経済産業大臣へ「熱供給事業者」としての許可を得て事業を行わなければならない。

本事業は一般の不特定多数への熱供給ではなく特定の需要に応ずることを想定しているため、本法の適用外となる。

図表 108 熱供給事業法の対象となる事業

区分		熱供給事業法の適用を受ける場合 (以下の要件を全て満たす場合)
要件	需 要	一般の需要
	規 模	加熱能力 21GJ/h(5Gcal/h)以上
	供給数	複数の建物
	事業者	需要家と資本関係のない第三者または、自家使用にならない事業者

図表 109 熱供給事業の成立要件



【資料:「エネルギー有効活用のための熱供給事業関連サイト」資源エネルギー庁
(http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/other/effective_use/environment_and_extended_use_004/)

なお、規模要件となっている「加熱能力 21GJ/h 以上」についての算出方法は、具体的な設備としてはボイラー、ヒートポンプ及び熱交換器(他の者から供給される温水、蒸気等を使用するものに限る。)とされており、能力の算出方法は次のとおり定められている。

図表 110 加熱能力の算出方法(施行規則第2条)

設備の種類	算出方法
蒸気ボイラー又は熱交換器(蒸気発生用)	$q=2257 \times 10^{-6} w$ q:加熱能力(GJ/h) w:最大連続蒸発量を日本工業規格JISB8222「陸用ボイラの熱勘定方式」に定める毎時換算蒸発量の算式により換算した毎時換算蒸発量(kg/h)
温水ボイラー、ヒートポンプ、熱交換器(蒸気発生用除く)	$q=(t_2-t_1) \times 10^{-6} \times 4.18605 v$ q:加熱能力(GJ/h) t ₂ :ボイラー等の出口における加熱された水の温度の定格値(°C) t ₁ :ボイラー等の入口における加熱される水の温度の定格値(°C) v:加熱された水の定格送出量(kg/h)

(認可の基準)

熱供給事業を営もうとする者は経済産業大臣の許可を受けなければならない(法第3条)が、地方公共団体と地方団体以外の者では、許可の基準等が異なる(法第5条)。

法第5条による基準について、地方公共団体が事業を行う場合には、第一号、第四号、第五号の基準を満たしていれば事足りるが、民間事業者が事業を営むにあたっては、次の基準の全てを満たす必要がある。

- 一 その熱供給事業の開始が一般の需要に適合すること。
- 二 その熱供給事業の熱供給施設の能力がその供給区域における熱供給に対する需要に応ずることができるものであること。
- 三 その熱供給事業を適確に遂行するに足る経理的基礎及び技術的能力があること。
- 四 その熱供給事業の計画が確実かつ合理的であること。
- 五 その他その熱供給事業の開始がその供給区域における日常生活又は事業活動上の利便の増進のため必要であり、かつ、適切であること。

(利用料金の設定)

法の第14条は、「地方公共団体以外の熱供給事業者は、熱供給の料金その他の供給条件について供給規程を定め、経済産業大臣の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。」としており、また、同条第3項は、「地方公共団体たる熱供給事業者は、熱供給の料金その他の供給条件について供給規程を定め、あらかじめ、経済産業大臣に届け出なければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。」としている。

事業主体が地方公共団体の場合には、利用料金の設定が届出制なのに対して、民間事業者の場合には、料金設定が許可制となる。

② 大気汚染防止法

木質バイオマスボイラーを導入する際に、大気汚染防止法上の「ばい煙発生施設」に該当すれば規制の対象となる。ばい煙発生施設の該当基準を以下に示す。

図表 111 大気汚染防止法施行令におけるばい煙発生施設の該当基準 (別表第1)

番号	種類	規模
1	ボイラー (熱風発生炉を含み、熱源として電気又は廃熱のみを使用するものを除く)	総理府令の定めるところにより算定した伝熱面積(以下、単に「伝熱面積」という)が10m ² 以上であるか、又はバーナーの燃料の燃焼能力が重油換算50L/h以上であること。

ばい煙発生施設に該当する場合には、必要書類をそろえて県知事への届け出を行な

う。その際に該当するとされた規制対象物質については、規模に応じて年間に定められた回数でばい煙の測定を行い、規制基準を遵守する必要がある。

木質バイオマスボイラー設置時に該当するばいじんの規制基準を図表 112 に、窒素酸化物の規制基準を図表 113 に示す。なお、硫黄酸化物については、木質チップの原料に不純物を含まない限り問題はない。また、ばい煙の測定回数については図表 114 に示すとおりとなっている。

図表 112 大気汚染防止法施行規則におけるばいじん排出基準

施設名	規模	排出基準
固体燃焼ボイラー	すべての規模	0.3g/m ³ N(O ₂ 6%換算)

図表 113 大気汚染防止法施行規則における窒素酸化物排出基準

施設名	規模 (最大定格排出量)	排出基準
固体燃焼ボイラー	40,000m ³ 未満	350ppm(O ₂ 6%換算)

図表 114 ばい煙測定回数

項目	施設	規模 (最大定格排出量)	測定回数
ばいじん	木質バイオマスボイラー	40,000m ³ /h 未満	年 2 回以上
窒素酸化物	ばい煙発生施設	40,000m ³ /h 未満	年 2 回以上
硫黄酸化物	ばい煙発生施設	10m ³ /h 以上	年 2 回以上*

※ピュアな木質燃料には硫黄酸化物は殆ど含まれないが、測定を行なう必要がある。

③ 騒音規制法

ボイラー施設において、送風ファン（動力の定格出力 7.5kW 未満を除く）が本法の対象となり、該当する場合には規制基準の遵守が求められる。排熱供給事業を実施する地域や、オンサイト熱電併給を実施するみつば苑については指定地域の対象範囲外であるが、豊後大野市総合文化センターは第三種区域に指定されており、規制基準の遵守が求められる。大分県における規制基準を以下に示す。

図表 115 大分県における特定工場の規制基準値

時間区分 区域区分	昼間 (午前 8 時～ 午後 7 時)	朝(午前 6 時～午前 8 時)	夜間 (午後 10 時～ 翌日午前 6 時)
		夕(午後 7 時～午後 10 時)	
第一種区域	50 デシベル	45 デシベル	40 デシベル
第二種区域	60 デシベル	50 デシベル	45 デシベル (日田市:40 デシベル)
第三種区域	65 デシベル	60 デシベル	50 デシベル (津久見市:55 デシベル)
第四種区域	70 デシベル	65 デシベル	60 デシベル (大分市:55 デシベル) (臼杵市:55 デシベル)

④ 振動規制法

大分県では、振動規制法に基づき、指定地域内で特定施設を設置している工場・事業場は特定工場として規制をうける。排熱供給事業を実施する地域や、オンサイト熱電併給を実施するみつば苑については指定地域の対象範囲外であるが、豊後大野市総合文化センターは第二種区域に指定されており、規制基準の遵守が求められる。大分県における規制基準を以下に示す。

図表 116 大分県における特定工場の規制基準値

区域の区分	時間の区分	
	昼間 (午前 8 時～午後 7 時)	夜間 (午後 7 時～翌日午前 8 時)
	津久見市 (午前 7 時～午後 7 時)	津久見市 (午後 7 時～翌午前 7 時)
第一種区域	60 デシベル	55 デシベル
第二種区域	65 デシベル	60 デシベル

⑤ 消防法

ボイラーを設置する場合、そのボイラーの能力に関わらず、消防署への設置届けが必要となる。また、燃料が木質バイオマス燃料の場合は指定可燃物（木材加工品及び木くず）とされ、10m³以上の燃料を保管する場合には届出が必要となる。さらに、この燃料には保管と取扱基準が定められている。

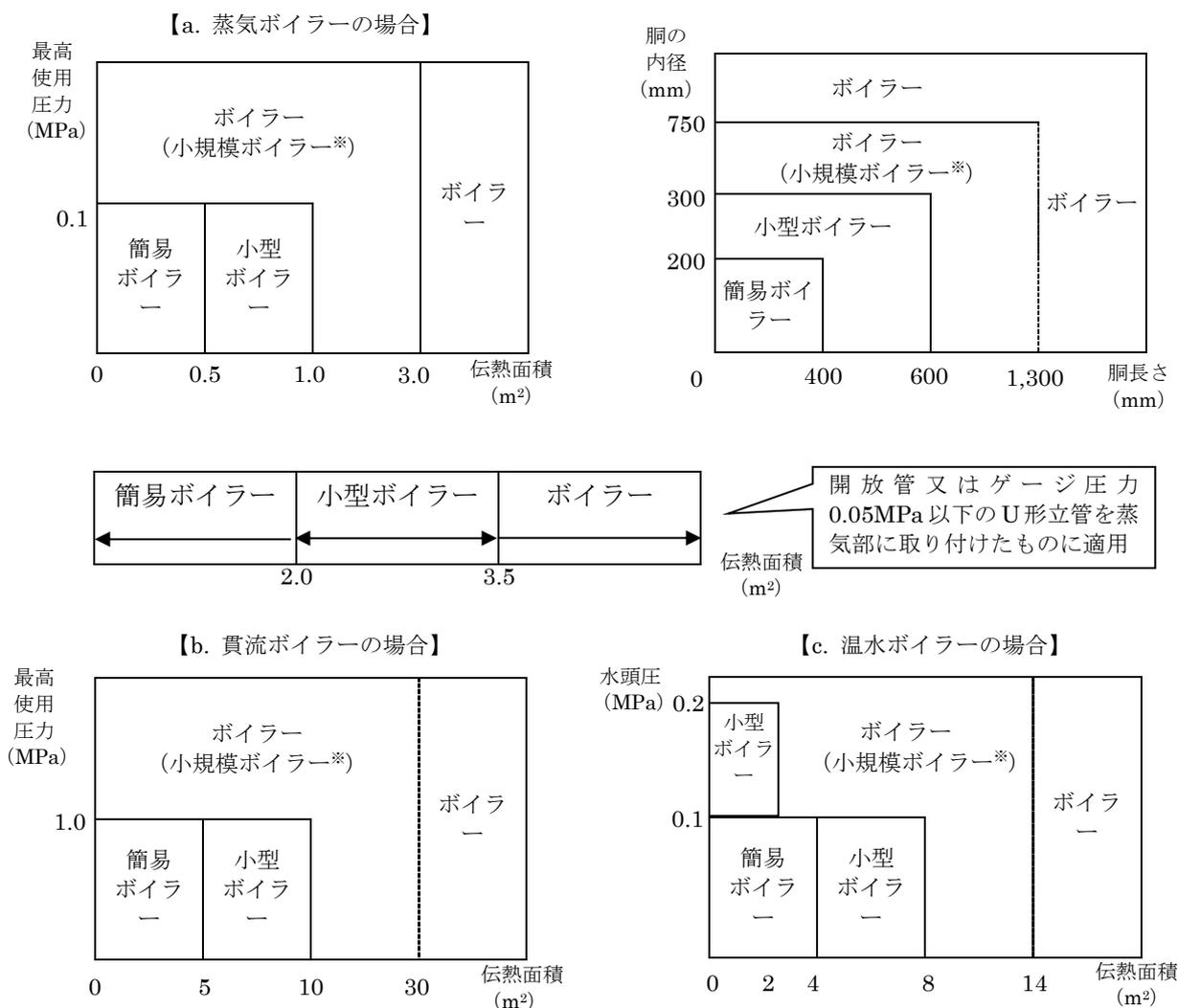
⑥ 労働安全衛生法（ボイラー及び圧力容器安全規則）

労働安全衛生法では、ボイラーの種類や規模により必要な手続きが異なる。

簡易ボイラー（伝熱面積 5m^2 以下）を設置する場合には、特別な手続きは必要としないが、小型ボイラー（伝熱面積 5m^2 超え 10m^2 以下）を設置しようとする場合は、設置届を労働基準監督署長に提出することが必要となる。伝熱面積 10m^2 を超えるボイラーに関しては設置届を労働基準監督署長に提出し、さらに落成検査を受けることが必要となる。また、その運転に関しては有資格者（伝熱面積 10m^2 超え 30m^2 未満の場合はボイラー取扱技能講習修了者）を要する。

ただし、無圧式のボイラーであれば労働安全衛生法のボイラーに当たらないため、これらの手続きは不要となる。

図表 117 労働安全衛生法におけるボイラーの分類



※法規上は「ボイラー」だが、取扱う資格者などの関係から、整理上、通称として「小規模ボイラー」と呼ばれている。

図表 118 労働安全衛生法におけるボイラーの分類ごとの届出方法

種類	簡易ボイラー	小型ボイラー	小規模ボイラー	ボイラー
ボイラー取扱者	資格の 必要なし	小型ボイラー取扱業務 特別教育の受講者	ボイラー取扱技能講習 修了者以上	ボイラー技士
ボイラー取扱 作業主任者	選任の 必要なし	選任の必要なし	ボイラー取扱技能講習 修了者以上	ボイラー技士
届出	届出の 必要なし	労働基準監督署(設置 後)	労働基準監督署 (設置前)	労働基準監督署 (設置前)
検査	特に指定なし	—	落成検査	落成検査
		定期自主検査(1回/年)	性能検査(1回/年)	性能検査(1回/年)

3-6 木質バイオマスチップの調達について

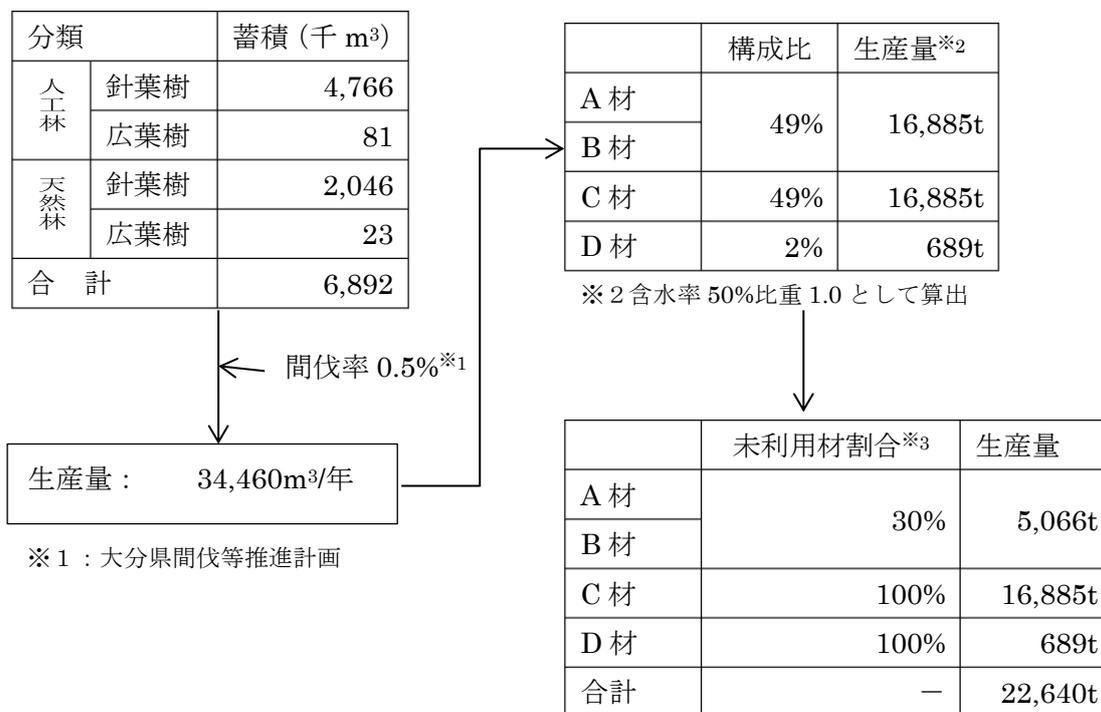
3-6-1 市内での調達について

(1) 潜在賦存量

本調査において、潜在賦存量は、大分県の間伐計画（目標値）によって生産される素材（34,660m³/年と推計）に対し、製材加工によって発生する分（主に A、B 材）、そのまま燃料利用される分（主に C 材）、林内に切り捨てられている分（主に D 材）から推計する。

本定義における潜在賦存量は 22,640t である。なお、A、B 材から発生する未利用材は、固定価格買い取り制度の下での「間伐材等由来の木質バイオマス」ではなく「一般廃棄その他のバイオマス」に該当する。しかし、本調査は固定価格買い取り制度の下での売電事業を前提とした調査ではないため、潜在賦存量に含めておく。

図表 119 豊後大野市における木質バイオマス潜在賦存量の推計



※1：大分県間伐等推進計画

※3 A、B 材は製材加工時の廃材発生率（樹皮 7.5%、おが粉 13%、端材 9.5%）を適用（出典：岩手県木質木質バイオマス資源活用計画）

(2) 豊後大野市内の森林施業体系に従った利用可能量

豊後大野市内での施業方法として、「主伐・皆伐」「搬出間伐」「切捨間伐」の3つが行われている。

本来の木材としての用途以外の生産量・発生量としては、A,B材の加工過程で発生する(発生率30%)分として2,618t、燃料用に生産しているC材が8,726t、林内切捨材が861tある。これらの合計12,205tが市内の森林施業体系に従った利用可能量となる。

このうち、11,344tは既に利用されており販売先も固定されているため、純粋な意味での未利用量は861tとなるものの、C材のほとんどは市内の木質バイオマス発電施設に燃料として納品されている。

今回検討している木質バイオマス熱電併給事業における需要量に対し、市内で新たに木質バイオマスが確保できない場合を想定し、木質バイオマス発電事業者より供給可の申し出がある。上記利用可能のうちC材合計(8,726t)を超えなければ、木質バイオマスの地産地消の範囲内と判断できる。

図表 120 主伐・皆伐における未利用木質バイオマス発生量調査

伐採面積	20.5ha
伐採率	100%
伐採総材積 [※]	9,470m ³

※ 総搬出量実績(幹材積)に対し、
枝葉・根を含む総材積の率
(約1.2倍)を乗じて算出

利用可能量

林内切捨量	1,578m ³
林内切捨量 [※]	159t

※ 枝葉部分の比重を0.1(実測)として算出

搬出量	7,892m ³
幹材搬出率	100%

土場等切捨量	0m ³
土場等切捨量	0t

A材 [※]	3,946m ³	50%
B材 [※]		
C材 [※]	3,946m ³	50%
D材他 [※]	0m ³	0%

※ A,B,C,D材の出荷割合をヒアリングし、
搬出量に乗じて算出

図表 121 搬出間伐における未利用木質バイオマス発生量調査

伐採面積	121ha
伐採率	30%
伐採総材積 [※]	11,471m ³

※ 総搬出量実績（幹材積）に対し、
枝葉・根を含む総材積の率
（約 1.2 倍）を乗じて算出

利用可能量

林内切捨量	1,912m ³
林内切捨量 [※]	192t

※ 枝葉部分の比重を 0.1（実測）として算出

搬出量	9,559m ³
幹材搬出率	100%

土場等切捨量	0m ³
土場等切捨量	0t

A 材 [※]	4,780m ³	50%
B 材 [※]		
C 材 [※]	4,780m ³	50%
D 材他 [※]	0m ³	0%

※ A,B,C,D 材の出荷割合をヒアリングし、
搬出量に乗じて算出

図表 122 切捨間伐における未利用木質バイオマス発生量調査

伐採面積	16ha
伐採率	30%
伐採総材積 [※]	768m ³

※ 総搬出量実績（幹材積）に対し、
枝葉・根を含む総材積の率
（約 1.5 倍）を乗じて算出

利用可能量

林内切捨量	768m ³
林内切捨量 [※]	510t

※ 幹部分の比重を 1.0、枝葉部分の
比重を 0.1（実測）として算出

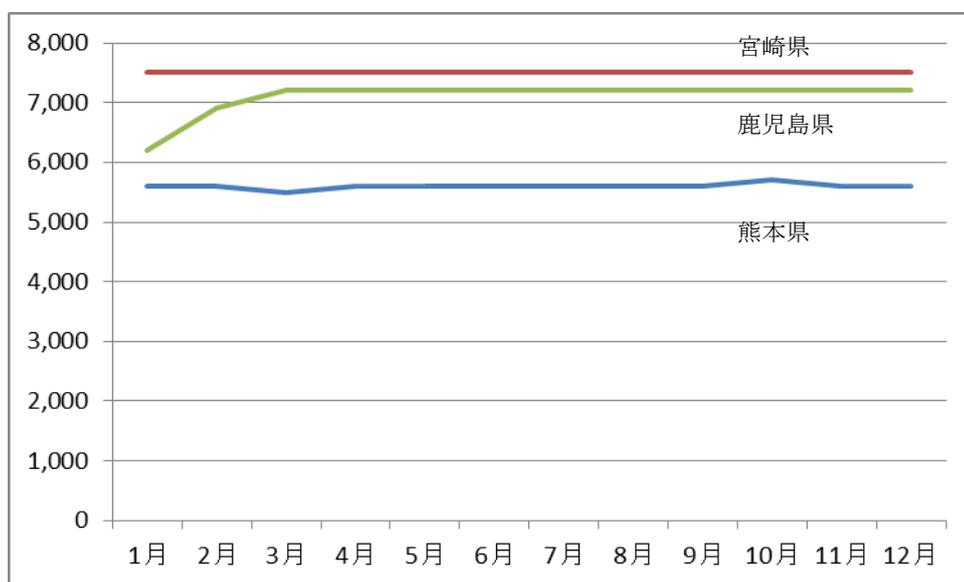
搬出量	0m ³
幹材搬出率	0%

(3) 調達コスト

平成 28 年度のチップ用材（主に C 材）の九州地域における価格は、平均 7,000 円/m³（生丸太と見なすと 7,000 円/t）ほどであり（図表 112）、加工経費は、搬出側が持ち込んで製造側が納品、もしくは需要側が引き取ると仮定すると 4,600 円/t となる。

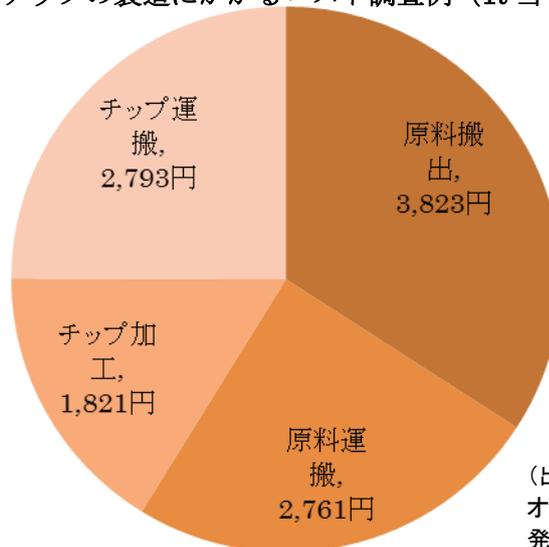
ここから、未利用材を新たに搬出し、木質バイオマス発電施設内の加工施設で加工委託してオンサイト熱電併給施設等に納品する場合のチップの単価は 11,600 円/t となり、この単価が今後の事業検討における基準となる。

図表 123 九州における木材チップ用丸太材（針葉樹）の価格動向（平成 28 年）
（円/m³）



（出典：平成 28 年木材需給報告書 林野庁）

図表 124 チップの製造にかかるコスト調査例（1t 当り）



（出典：平成 25 年度 木質バイオマス利用支援体制構築事業 発電・熱供給・熱電併給推進のための調査）

3-6-2 竹の調達の可能性

(1) 他地域の事例

策定委員会委員から、静岡県の竹林保全事業が参考になるとの提案を受け、静岡県くらし・環境部環境局環境ふれあい課が主管する「森づくり」事業について調査した。

竹林は、伐採して広葉樹等の植林、段々畑のような形状への改善等を行っても数年で竹が生えてきて荒廃していく。静岡県が実施しているように、長期的な視野で計画を作り作業を継続していくことを条件とした補助金等支援事業が必要である。

また、静岡県に限らず全国の様々な事例で共通していることだが、竹を伐採しても販売収益はほとんどなく、活動資金は補助金に完全に依存しているため、些少であったとしても購入する事業システムも必須条件となる。

同様に共通していることとして世代交代の必要性をうたっているが、荒廃した竹林に入っの伐採は危険が伴うため、作業に入る前の十分な教育と作業中の安全管理体制構築も必須条件となる。

図表 125 静岡県内における主な竹林保全事業の活動例

団体名	竹林再生プロジェクト 大内	NPO 法人 時ノ寿の森倶楽部	NPO 法人 里山再生クラブ
活動地域	静岡市	掛川市	菊川市
活動時期	平成 16 年～	平成 18 年～	平成 20 年～
取組目的	市内清水区大内における 放置竹林の伐採と広葉樹 植栽・育成による里山再生	市内倉水地区における未 整備人工林を主体(竹林も 対象)とした伐採と広葉樹 植栽・育成による里山再生	市内倉沢地区における放 置竹林の伐採と広葉樹植 栽・育成による里山再生
活動資金	森の力再生事業(静岡県に よる補助事業)と民間補助 が柱で売り上げはない	森の力再生事業が柱だが 木材などの販売も実施 (H27は300万円)	森の力再生事業と民間補 助が柱で売り上げはない
取組内容と 課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5 人で始めた取組が 20 人になったが高齢化により竹林伐採は外注 ・ 世代交代が必要 ・ 近隣の大学生との交流を行っている 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 若年者の雇用による世代交代を進めている ・ 10 年間を総括し学校設立に向け、活動啓発、人づくり、支援制度の活用、経営基盤確立を柱とした活動開始 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 世代交代の必要性 ・ 参加者が限定されつつある

【静岡県における補助事業の要約】

補助率	作業経費 100%を補助するが、県標準単価を上回る場合は上限設定
対象団体	法人格は不要だが、組織体制図、事業目的、資金計画等が作成できる能力が必須
重要項目	10 年間にわたり「竹林伐採⇒広葉樹植栽⇒育成」といった事業計画と組織計画を提出し実施することが条件。悪質な場合は補助金返還を要請する

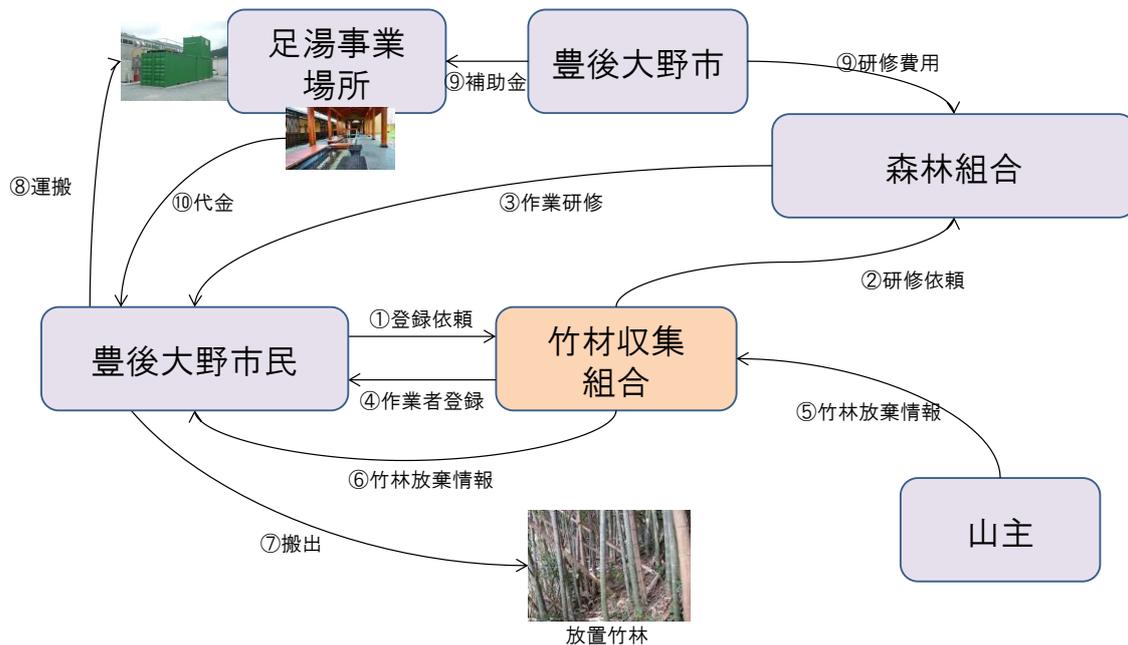
(2) 豊後大野市における調達について

竹材の収集については、以下のような竹材収集システムフローを想定する。豊後大野市民の協力を得るには、竹伐採のスキルを森林組合などの協力を得ながら研修を行う必要がある。そうした研修を行った市民に対して、本スキーム参加者としての登録を行う。

また、放置竹林といえども、竹材を伐採・切り出してよいかは部外者には判断できない。そこで、山主がその山の中の放置竹林について、本スキームで切り出してよいかどうか、その情報の登録を呼びかけ、その情報を参照しながら竹材伐採の可否を把握できる仕組みを構築することが大切である。

さらに、市民が竹材を持参した後、その対価としての代金（温浴施設等の利用券とすることも要検討）を与えるが、その代金は、豊後大野市による補助、もしくは地域エネルギー事業者がその事業収益から捻出するものとする。

図表 126 豊後大野市における竹材収集スキーム例

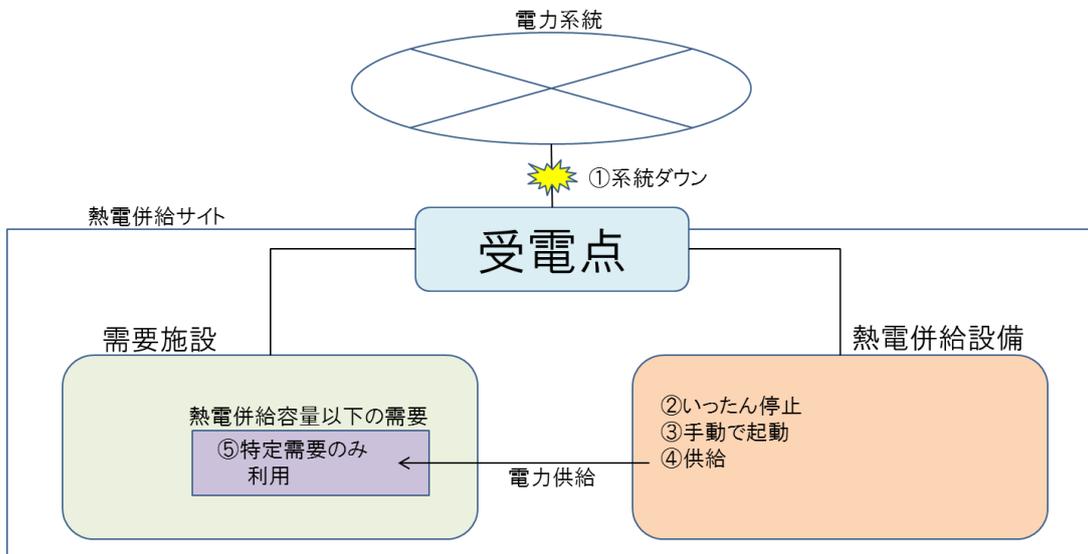


3-7 非常時の電力供給について

オンサイト熱電併給事業を行う拠点では、エネルギー自立性を高められることが期待される。

万が一、電力系統が停電した際には、オンサイト熱電併給機器は単独運転の防止等の観点より一度動作を停止する。しかしながら、あらかじめ停電時に供給する需要を定めておけば、熱電併給機器の動作停止後に手動にて起動させることで、特定需要に停電間でも電力を供給することができる。これにより、熱電併給機器を導入する施設の防災機能を高めることができる。以下に電力系統停電時の、オンサイト熱電併給機器による電力供給のフローのイメージ図を示す。

図表 127 熱電併給機器による非常時の電力供給フロー



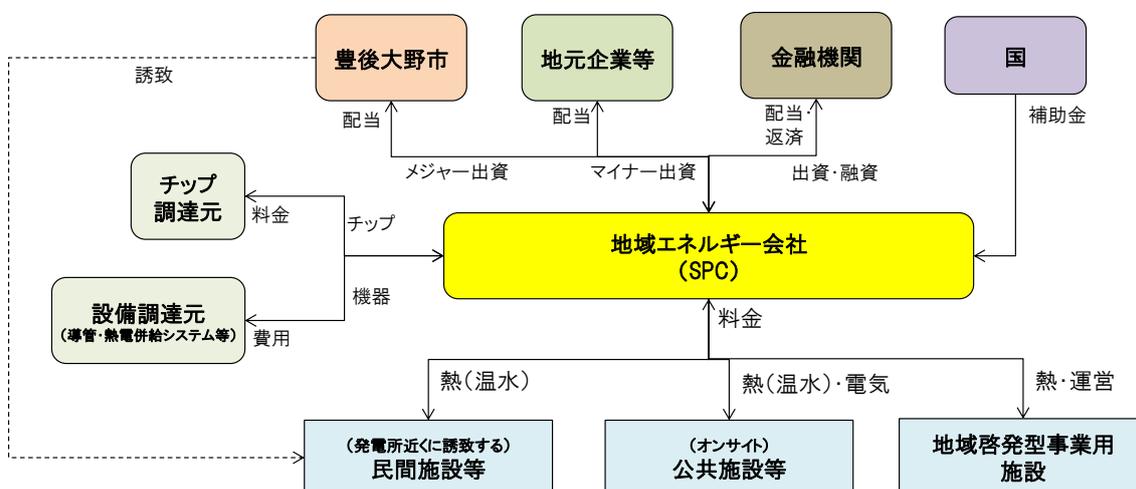
第4章 事業スキームおよび事業収支

4-1 事業スキーム

4-1-1 地域エネルギー事業単独

本事業の推進のために、地域エネルギー事業会社を豊後大野市が中心となって設立するものである。地元企業の参画も仰ぐほか、地域の金融機関の出資、ならびに融資も見込んでいる。発電所近くに誘致する民間施設に対しては熱供給を行い、その対価のフィーを受け取る。オンサイト型で熱電併給施設を設置して熱・電気供給を行う公共施設に対しては、その対価のフィーを受け取る。地域啓発型事業用施設向けの熱供給についてはその運営も行い、その運営委託費を受け取る。

図表 128 本事業のみを運営する地域エネルギー会社を中心とした事業スキーム

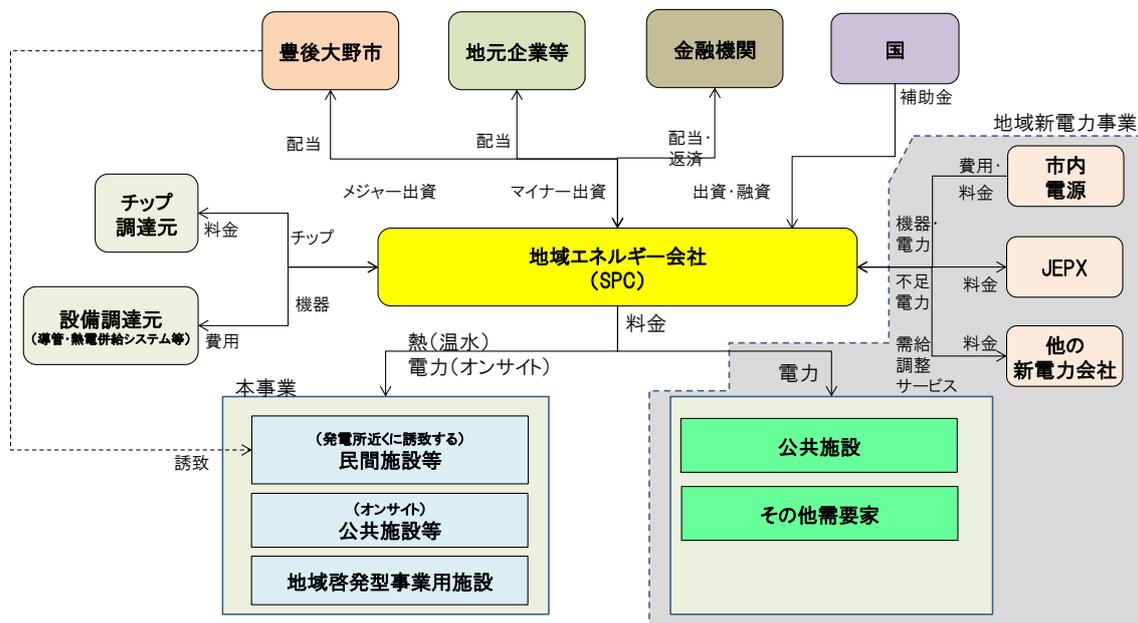


4-1-2 地域新電力事業との一体となったスキーム

上述の通り、豊後大野市では本事業とは別に、地域新電力事業の立ち上げを予定している。市内の太陽光発電施設等の電源を活用しつつ、他の新電力会社からの需給調整支援も受けながら公共施設向けの電力供給を皮切りに、将来的には広く家庭向けにも電力供給を行っていく事業体である。

この新電力事業と、本事業の熱・電気事業双方を同一事業体で運営するスキームは、下記の通りとなる。

図表 129 地域新電力事業と本事業が一体となった場合の事業スキーム



4-2 補助金について

4-2-1 補助対象について

本事業に適用され得る補助金としては、以下が考えられる。

① 環境省・再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業

【目的】

再生可能エネルギー発電・熱導入促進事業に対する補助事業である。

電気については、系統への逆潮流による売電を行わない、自家消費や地産地消型の再生可能エネルギー発電を普及させる目的で補助を行う。電源毎に事業実施に係るコスト等の上限を設け、当該上限を満たすことが可能な事業者に対してのみ、設備導入費用の一部を補助することで、低コストで費用対効果の高い発電のモデルとなる事例を形成し、将来的な自立的普及を促進することを目指す。

熱については、再生可能エネルギー熱利用毎に、賦存量やコスト、燃料調達等の課題を特定し、適切な対応を行う場合に限り、事業化検討や設備導入に係る費用の一部を補助することで、普及を促進しつつ、波及的な効果が高い事例を形成し、将来的な自立的普及を促進することを目指す。

【対象】

- ・ 地方公共団体
- ・ 独立行政法人
- ・ 国立大学法人

- ・医療法人
- ・社会福祉法人
- ・協同組合等
- ・第三セクター
- ・地方公共団体の主導の下、複数の再エネ設備を導入することを計画している地域の営利法人

【補助率】

- ・政令指定都市以外の市町村：2/3
- ・その他：1/2

② 経済産業省・地域の特性を活かした地産地消型エネルギーシステムの構築支援事業費補助金

【目的】

エネルギーマネジメントシステムを用いて再エネ等発電設備や熱利用設備、蓄エネルギー設備等を最適に組み合わせ、エネルギーを面的に利用する地産地消型エネルギーシステムの構築していくことを支援するものである。

【対象】

- ・民間会社
- ・民間会社を主提案団体（幹事団体）とする共同体
（地方公共団体が主提案団体（幹事団体）になることは不可）

【補助率】

- 1/2（民間団体等）
- 2/3（地方公共団体と共同実施する民間団体等）

③ 内閣府・地方創生交付金

【目的】

地方公共団体の自主的・主体的な取組みの内、先導的なものを支援するものである。支援対象である先導的な事業は以下の3タイプがある。

- ・先駆タイプ：官民共同、地域間連携、政策間連携等の先駆的要素が含まれている事業。
- ・横展開タイプ：先駆的・優良事例の横展開を図る事業。
- ・隘路打開タイプ：既存事業の隘路を発見し、打開する事業。

それぞれのタイプにより、対象事業分野、有すべき事業の仕組み、有すべき事業の先

駆性、交付額等が異なる。

【対象事業と補助率・額】

● 先駆タイプ

- 対象事業分野（いずれかの事業分野に該当する必要あり。）
 1. しごと創生：ローカルイノベーション、ローカルブランディング、等
 2. 地方への人の流れ：移住促進、CCRC、地方創生人材の確保・育成、等
 3. 働き方改革：若者雇用対策、ワークライフバランスの実現、等
 4. まちづくり：コンパクトシティ、小さな拠点、まちの賑わいの創出、等
- 事業の仕組み（下記の仕組みを全て備える必要あり。）
 1. 地域経済分析システムの活用などにより客観的なデータやこれまでの類似事業の実績評価に基づき事業設計がなされていること。
 2. 事業の企画や実施にあたり、地域における関係者との連携体制が整備されていること。
 3. KPI が、原則として成果目標（アウトカム）で設定され、基本目標と整合的であり、その検証と事業の見直しのための仕組み（PDCA）が、外部有識者や議会の関与等がある形で整備されていること。
 4. 効果の検証と事業の見直しの結果について、公表するとともに、国に報告すること。また、複数年度にわたる地域再生計画の場合において、次年度の交付金申請を行うに当たっては、KPI の達成状況等の検証結果を踏まえたものとする。
- 先駆性（1～4の要素が全て含まれることが要件。ただし、CCRC やコンパクトシティ等にあっては、3番の地域間連携の要素を要件とするものではない。）
 1. 自立性
 2. 官民共同
 3. 地域間連携
 4. 政策間連携
 5. 事業推進主体の形成
 6. 地方創生人材の育成・確保
 7. 国の総合戦略における政策5原則等
- 交付金額：事業計画認定期間は5カ年度以内。都道府県においては、補助率1/2で、1事業あたり2億円（事業費ベース4億円）。市区町村においては1事業あたり1億円（事業費ベース2億円）。なお、提出案件の内容等によっては、この目安にかかわらず、交付しうる。

● 横展開タイプ

- 対象事業分野（先駆タイプに等しい）

- 事業の仕組み（先駆タイプに等しい）
- 先駆性（1番の自立性と、2～4番のうち少なくとも2つの要素が含まれていることが要件）
 1. 自立性
 2. 官民共同
 3. 地域間連携
 4. 政策間連携
 5. 事業推進主体の形成
 6. 地方創生人材の確保・育成
 7. 国の総合戦略における政策5原則等
- 交付金額：事業計画認定期間は3カ年度以内。都道府県においては補助率1/2で、1事業あたり5,000万円（事業費ベース1億円）。市区町村においては1事業あたり2,500万円（事業費ベース5,000万円）
- 隘路打開タイプ
 - 対象事業分野（先駆タイプに等しい）
 - 事業の仕組み（先駆タイプに等しい）
 - 隘路の発見と打開のプロセス：地方公共団体が地方創生の推進に取り組む過程で、PDCAによる検証を実施しその結果として、KPIの達成に向けて既存の取組や制度上の隘路を発見し、それを打開するために新規事業に取り組もうとする場合において、交付金を活用してどのように隘路を打開するのかという点について、十分な説明が行われるものであること。なお、審査にあたっては、横展開タイプの先駆性の要素も加味して行う。
 - 交付金額（横展開タイプに等しい）

④ 総務省・地域経済循環創造事業交付金

【目的】

産学金官の連携により、地域の資源と資金を活用して、雇用吸収力の大きい地域密着型企業の立ち上げを支援するものである。

【対象】

支援の対象となる事業は、地域資源を活かした先進的で持続可能な事業であって、地域経済の循環効果（投資効果、地元雇用創出効果、地元原材料活用効果、課税対象利益等創出効果等）を創出する事業であることに加え、以下の要件を満たすものである。

- ・事業の実施により、自治体の負担により直接解決・支援すべき公共的な地域課題への対応の代替となること
- ・他の同様の公共的な地域課題を抱える自治体に対する高い新規性・モデル性があること

【補助率】

地域金融機関から融資を受けて事業化に取り組む民間事業者が、事業化段階で必要となる初期投資費用について、都道府県又は市町村が助成する場合に支援する。

- ・ 融資比率

公費による交付額（国費＋地方費）：地域金融機関融資＝1：1以上

- ・ 公費による交付額の上限

原則 2,500 万円

融資比率が1：2以上の事業については、4,000 万円

- ・ 補助率

原則、公費による交付額の1／2

条件不利地域で財政力の弱い市町村（財政力指数0.5未満）は2／3

特に財政力の弱い市町村（財政力指数0.25未満）は3／4

全くの新規分野における事業の立ち上げであり、

新規性・モデル性の極めて高い事業は10／10

4-2-2 想定される補助金について

本事業では、発電排熱の供給事業については初期投資額が3億円程度であり、上記の③・④の補助では規模的に不足である。また、公共関与のSPCによる事業であるため、①の環境省・再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業の活用をベースに検討を進める。

一方、オンサイト熱電併給事業については、8000万円～2.7億円程度であり、やはり上記①の利用を視野に入れることになる。ただし、本補助金を活用する場合、熱電併給の電気については固定価格買取制度を活用した売電はできなくなることに留意する必要がある。

竹材の流通を目指した地域啓発型熱供給事業については、投資額は1000万円以下であり、③・④の活用も視野に入れることになる。ただし、本事業は民間事業者が収益を目指して実施する性格の事業ではなく、④の趣旨にはそぐわない事業であるといえる。③の事業の中では、まちの賑わいの創出などに寄与することから「先駆タイプ」に相当すると考えられるが、竹の被害に悩む自治体は多く、横展開も可能であることから「横展開タイプ」に相当すると解釈することもできる。いずれにしても、地域啓発型熱供給事業については、③の事業の活用を視野に入れる。

4-3 事業収支

4-3-1 補助金適用無しの場合

(1) 発電排熱活用事業

① 前提

図表 130 発電排熱活用事業の収支算定条件

(1) 収入関連		
項目		数値・考え方・根拠等
熱	販売量【TJ/年】	43.9
	販売単価	供給対象の熱供給のベースライン単価（2.08 円/MJ）に対して、10%～20%程度安価にすることを想定。農業施設向けには少量のため、無償提供。
販売対象	木質バイオマス発電施設の近隣	温浴施設・養鰻施設（陸上養殖施設）・農業施設
(2) 支出・初期投資関連		
ヒートポンプ(300kW×3基)		60,000千円。メーカー見積。
温浴施設用温水タンク		20,000千円。設備会社見積。
温浴施設用給水タンク		10,000千円。設備会社見積。
温浴施設用貫流ボイラ（バックアップ用）		10,000千円。設備会社見積。 蒸気量 2.5t/時、0.1MPa
温浴施設用熱交換機（バックアップ用）		1,000千円。設備会社見積。
養殖施設用給水タンク		10,000千円。設備会社見積。
養殖施設用貫流ボイラ（バックアップ用）		10,000千円。設備会社見積。
養殖施設用熱交換機（バックアップ用）		1,000千円。設備会社見積。
燃料タンク		3,000千円。設備会社見積。
煙突		3,000千円。設備会社見積。
軟水装置及び薬液装置		3,000千円。設備会社見積。
動力盤及び監視装置		30,000千円。設備会社見積。
配管設置費（工事費含む）		19,000千円。温水（65A、SGB製、グラスウール断熱材40mm被覆）200m、その他として流量計、蒸気配管、給水配管等を計上。 設備会社見積。
配線工事費		20,000千円。設備会社見積。
諸経費		76,000千円。現場管理費、安全対策費、輸送費、宿泊費等一式。設備会社見積。
建屋		鉄骨造の場合で、20,000千円。設備会社見積。
(3) 支出・ランニングコスト関連		
燃料費（バックアップ用）		A重油単価の小型ローリー納品価格過去3カ年の平均を取り、81.275円/L。温浴施設バックアップ用の使用量21KL/年、養鰻施設向けバックアップ用は112KL/年。農業向けは無償提供なのでバックアップはなし。
電力単価（ヒートポンプ）		11.83[円/kWh]（九州電力の業務電力A単価）
消費電力（ヒートポンプ）		夏季 252,000kWh、冬季 1,134,000kWh、その他 990,000kWh
減価償却		設備ごとの法定耐用年数を基に定率法にて算定
人件費（エネルギー設備関連）		400万円/年を想定。
メンテナンス費		初期投資の5%
固定資産税		残存資産評価額×1.4%
(4) ファイナンス前提		
出資割合		30%と想定
融資の金利		借入期間10年、金利3%を想定

② 収支算定結果

20年間の事業期間でP/Lを平均化すると、以下のようになる（熱価格は、ベースライン比20%減で設定）。

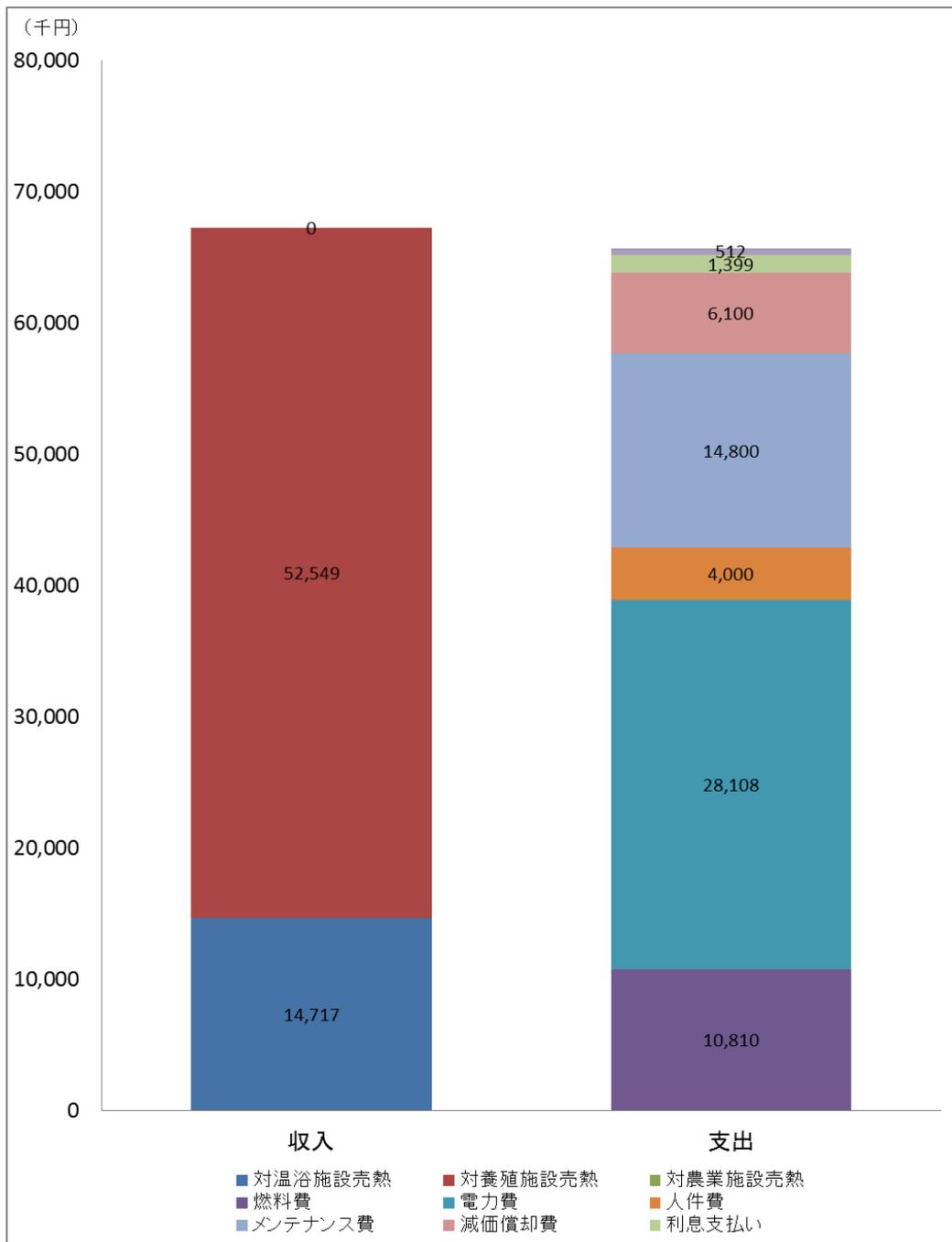
図表 131 発電排熱活用事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	67,265
	①売上合計	67,265
支出	燃料費	10,810
	電力費	28,108
	減価償却費	6,100
	人件費	4,000
	維持管理	14,800
	固定資産税	512
	②支出合計	64,330
③営業利益	①－②	2,935
④営業外費用	利息支払い	1,399
⑤経常利益	③－④	1,536

<経営指標>

プロジェクト IRR (10年目)	-0.64%
プロジェクト IRR (15年目)	4.87%
プロジェクト IRR (20年目)	6.75%

図表 132 発電排熱活用事業の収支内訳



事業期間での PIRR が 6.75%となっており、経済的に事業が成立することがわかった。一方で、環境省の「低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言」(2010)では、再生可能エネルギー事業の投資条件を PIRR が 8%以上としており、事業収支の改善が望ましい。収入については、ベースラインに対するサービス料金の比率を高くすることで増大させることができるが、誘致する事業者のメリットを確保するためにはあまり望まし

くない。支出に着目すると、電力費とメンテナンス費の占める割合が大きいことがわかる。仮にバイオマス発電所の排熱の温度を高くすることができれば、ヒートポンプの価格低下が見込まれると共に、COPの上昇も見込まれるため、かなりの事業収支の改善が見込まれる。そのため、引き続きバイオマス発電所の排熱温度の上昇策について検討することが望ましい。

(2) オンサイト熱電併給事業

① 既存施設

既存施設に対するオンサイト熱電併給事業の対象候補として、一定程度熱需要のある総合文化センターと福祉施設のデイサービスセンターみつば苑がある。下記に、これらの施設に対して熱電併給を行う場合の収支について算定した結果を記す。

【総合文化センター】

<前提>

図表 133 総合文化センターに対するオンサイト熱電併給事業の収支算定条件

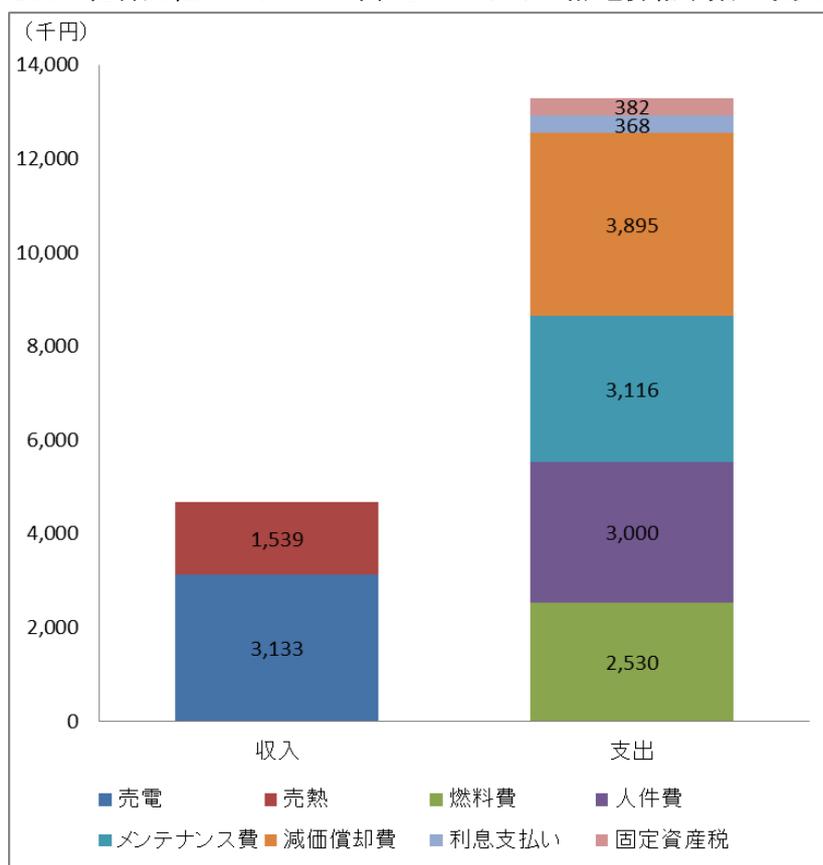
(1) 収入関連		
項目	数値・考え方・根拠等	
熱	販売量【重油換算 L/年】	18,931[L/年]
	販売単価【円/L】	81.275[円/L]。当該サイトが自身で熱供給を行った場合のベースラインコストを前提とし（そのため、重油単価）、収支がよい場合はそれから段階的に減じる。
電力	売電量[kWh/年]	148,344[kWh/年]
	販売単価[円/kWh]	21.12[円/kWh]。九州電力の業務電力 A 単価から現状の平均単価を算出
(2) 支出・初期投資関連		
熱電併給設備費用		67,600 千円。チップ乾燥器を含めた木質バイオマスガス化発電熱電併給設備。設置用コンテナ含む。メーカー見積。
温水吸収式冷凍機費用		10,300 千円。過去の同規模の事例に拠る。
(3) 支出・ランニングコスト関連		
チップ消費量（含水率 50%）		230[t/年]
チップ単価（含水率 50%）		チップ化費用含め、11,000[円/t]。一般的な市場価格。
減価償却		設備ごとの法定耐用年数を基に定率法にて算定
人件費（エネルギー設備関連）		300 万円/年を想定。
メンテナンス費		初期投資の 4%
固定資産税		残存資産評価額×1.4%
(4) ファイナンス前提		
出資割合		30%と想定
融資の金利		借入期間 10 年、金利 3%を想定

<収支算定結果>

図表 134 総合文化センターに対するオンサイト熱電併給事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	1,539
	電力	3,133
	①売上合計	4,672
支出	燃料費	2,530
	減価償却費	3,895
	人件費	3,000
	維持管理	3,116
	固定資産税	382
	②支出合計	12,923
	③営業利益	①－②
④営業外費用	利息支払い	368
⑤経常利益	③－④	▲8,619

図表 135 総合文化センターに対するオンサイト熱電併給事業の収支内訳



上図のように、燃料費、人件費のランニングコストだけで収入を大きく上回った。

【デイサービスセンターみつば苑】

<前提>

図表 136 みつば苑に対するオンサイト熱電併給事業の収支算定条件

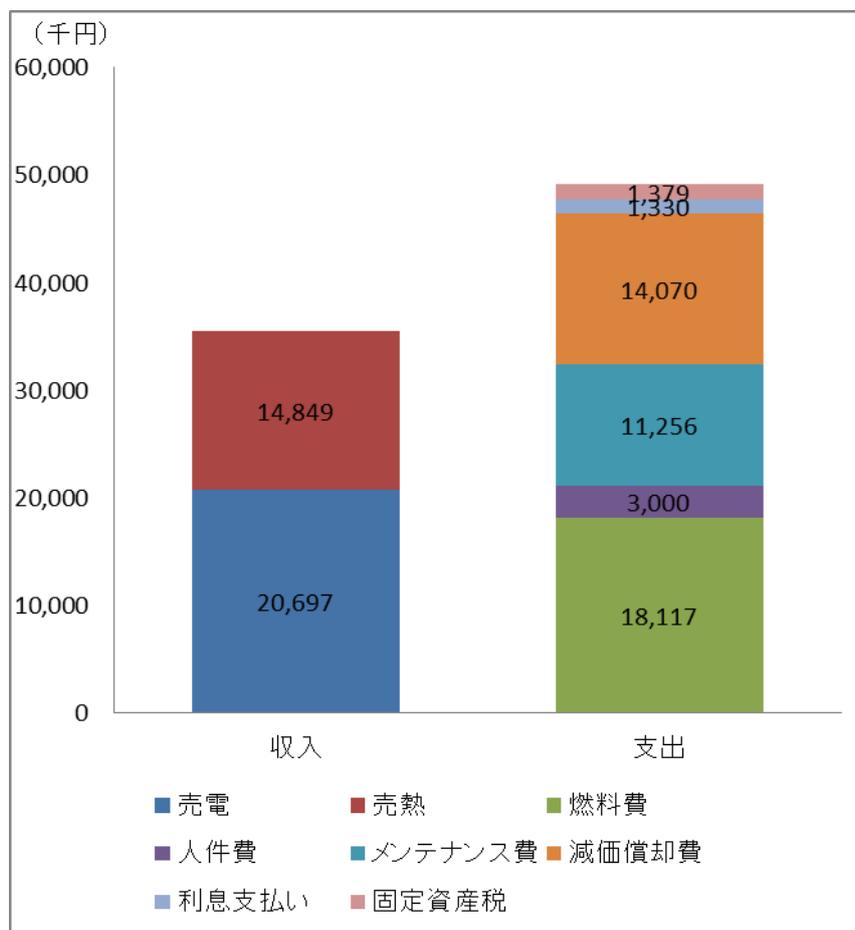
(1) 収入関連		
項目	数値・考え方・根拠等	
熱	販売量【灯油換算 L/年】	147,050 [L/年]
	販売単価【円/L】	100.98 [円/L]。当該サイトが自身で熱供給を行った場合のベースラインコストを前提とし（そのため、灯油単価）、収支がよい場合はそれから段階的に減じる。
電力	売電量[kWh/年]	1,192,225 [kWh/年]
	販売単価[円/kWh]	17.36 円/kWh。九州電力の業務電力 A 単価から現状の平均単価を算出
(2) 支出・初期投資関連		
熱電併給設備費用		280,000 千円。チップ乾燥器を含めた木質バイオマスガス化発電熱電併給設備。設置用コンテナ含む。メーカー見積。
熱交換機費用		1,400 千円。本体 100 万円(熱交換器、配管、ポンプ) + 工事費 40 万円。過去の同規模の事例に拠る。
(3) 支出・ランニングコスト関連		
チップ消費量 (含水率 50%)		1,647[t/年]
チップ単価 (含水率 50%)		チップ化費用含め、11,000[円/t]。一般的な市場価格。
減価償却		設備ごとの法定耐用年数を基に定率法にて算定
人件費 (エネルギー設備関連)		300 万円/年を想定。
メンテナンス費		初期投資の 4%
固定資産税		残存資産評価額×1.4%
(4) ファイナンス前提		
出資割合		30%と想定
融資の金利		借入期間 10 年、金利 3%を想定

<収支算定結果>

図表 137 みつば苑に対するオンサイト熱電併給事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	14,849
	電力	20,697
	①売上合計	35,546
支出	燃料費	18,117
	減価償却費	14,070
	人件費	3,000
	維持管理	11,256
	固定資産税	1,379
	②支出合計	47,871
③営業利益	①-②	▲12,275
④営業外費用	利息支払い	1,330
⑤経常利益	③-④	▲13,605

図表 138 みつば苑に対するオンサイト熱電併給事業の収支内訳



みつば苑については、総合文化センターよりも安定した熱需要があるために赤字幅は小さくなったが、それでも支出が収入を大きく上回った。

(※ 参考) 固定価格買取制度を用いた場合

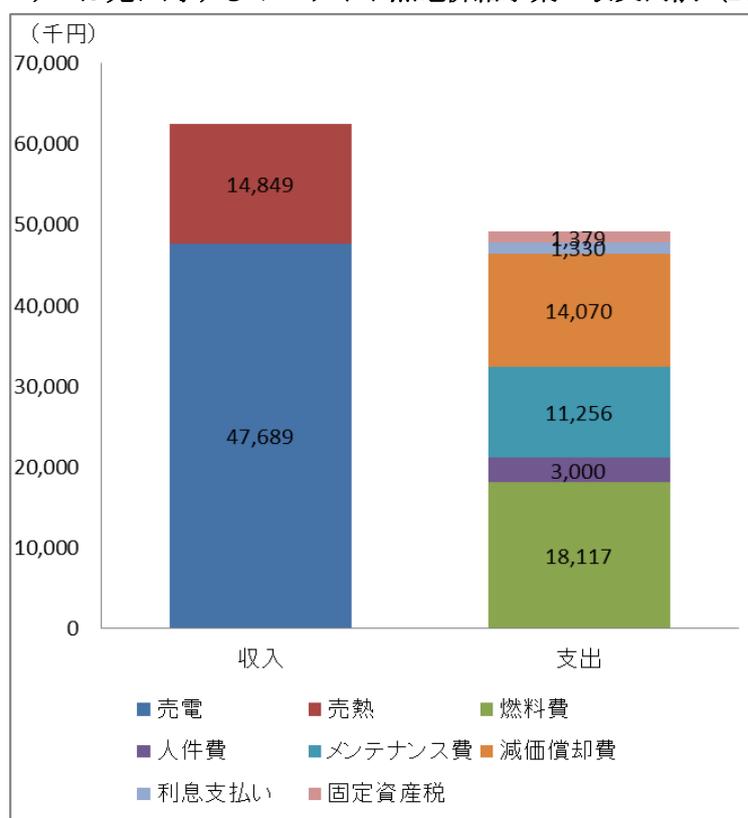
本事業では、「地産地消」の理念のもと、固定価格買取制度の活用は想定していないが、みつば苑における事業において、電力を固定価格買取制度のもとで売却し、熱のみを当該サイトで活用した場合の事業収支についても参考までに記す。

<収支算定結果>

図表 139 みつば苑に対するオンサイト熱電併給事業の収支算定結果 (FIT 活用)

項目		金額 (千円)
売上	熱	18,870
	電力 (FIT 活用)	47,689
	①売上合計	62,531
支出	燃料費	18,117
	減価償却費	14,070
	人件費	3,000
	維持管理	11,256
	固定資産税	1,379
	②支出合計	47,821
	③営業利益	①-②
④営業外費用	利息支払い	1,330
⑤経常利益	③-④	13,380

図表 140 みつば苑に対するオンサイト熱電併給事業の収支内訳 (FIT 活用)



「間伐材等由来の木質バイオマス・2,000kW 未満」の固定価格 40 円/kWh を適用することで、売電の収入が約 2.3 倍となり、経済的に事業が成立することが確認された。

② 新規施設

既存の施設ではない、新規に建設予定の施設に対する供給候補先として、「支所（4 か所）」と CCRC がある。

まだ存在施設のため需要は想定となるが、他の既存の支所（緒方支所）の数値を参考に熱需要を想定し、それに必要な熱供給事業の収支を想定する。

【支所（4 か所）】

<前提（1 か所あたり）>

図表 141 支所に対するオンサイト熱電併給事業の収支算定条件

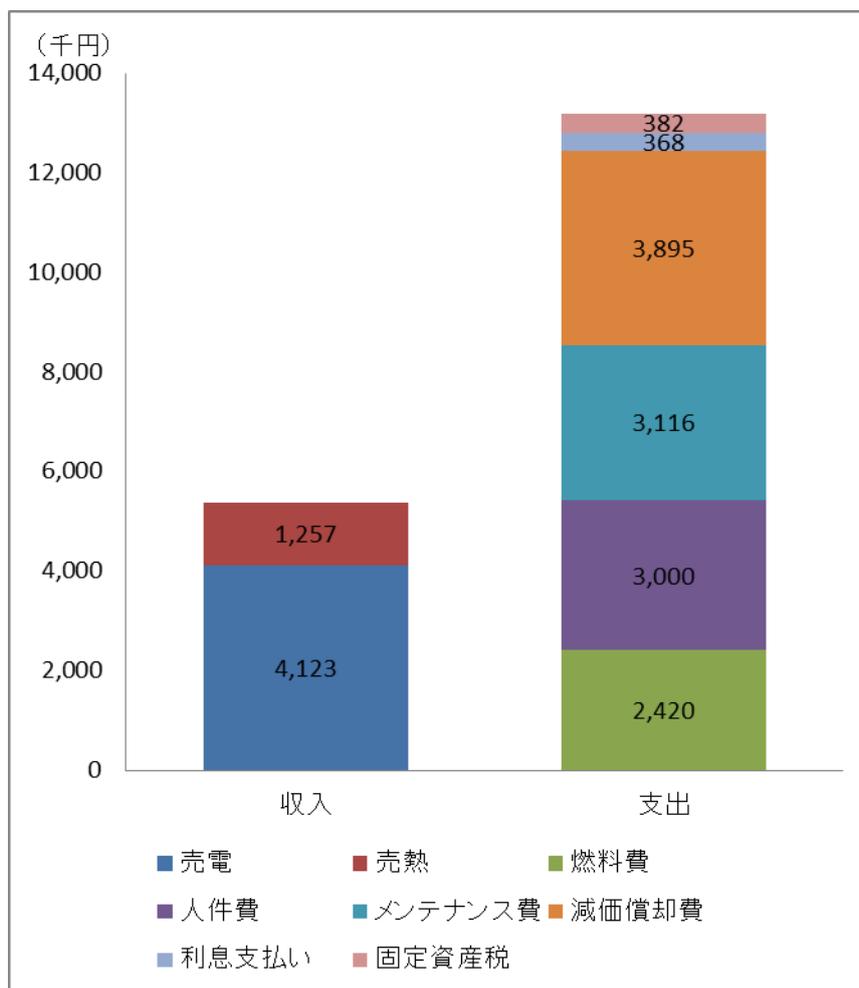
(1) 収入関連		
項目	数値・考え方・根拠等	
熱	販売量【重油換算 L/年】	15,464 [L/年]
	販売単価【円/L】	81.275[円/L]。当該サイトが自身で熱供給を行った場合のベースラインコストを前提とし（そのため、重油単価）、収支がよい場合はそれから段階的に減じる。
電力	売電量[kWh/年]	164,250 [kWh/年]
	販売単価[円/kWh]	25.1 円/kWh]。九州電力の業務電力 A 単価から現状の平均単価を算出
(2) 支出・初期投資関連		
熱電併給設備費用		67,600 千円。チップ乾燥器を含めた木質バイオマスガス化発電熱電併給設備。設置用コンテナ含む。メーカー見積。
温水吸収式冷凍機費用		10,300 千円。過去の同規模の事例に拠る。
(3) 支出・ランニングコスト関連		
チップ消費量（含水率 50%）		220[t/年]
チップ単価（含水率 50%）		チップ化費用含め、11,000[円/t]。一般的な市場価格。
減価償却		設備ごとの法定耐用年数を基に定率法にて算定
人件費（エネルギー設備関連）		300 万円/年を想定。
メンテナンス費		初期投資の 4%
固定資産税		残存資産評価額×1.4%
(4) ファイナンス前提		
出資割合		30%と想定
融資の金利		借入期間 10 年、金利 3%を想定

<収支算定結果（1 か所あたり）>

図表 142 支所に対するオンサイト熱電併給事業の収支算定結果

項目		金額（千円）
売上	熱	1,257
	電力	4,123
	①売上合計	5,380
支出	燃料費	2,420
	減価償却費	3,895
	人件費	3,000
	維持管理	3,116
	固定資産税	382
	②支出合計	12,813
	③営業利益	①－②
④営業外費用	利息支払い	368
⑤経常利益	③－④	▲7,801

図表 143 支所に対するオンサイト熱電併給事業の収支内訳



燃料費、人件費のランニングコストが収入とほぼ同額となり、支出全体では収入を大きく上回った。

【CCRC】

<前提>

図表 144 CCRC に対するオンサイト熱電併給事業の収支算定条件

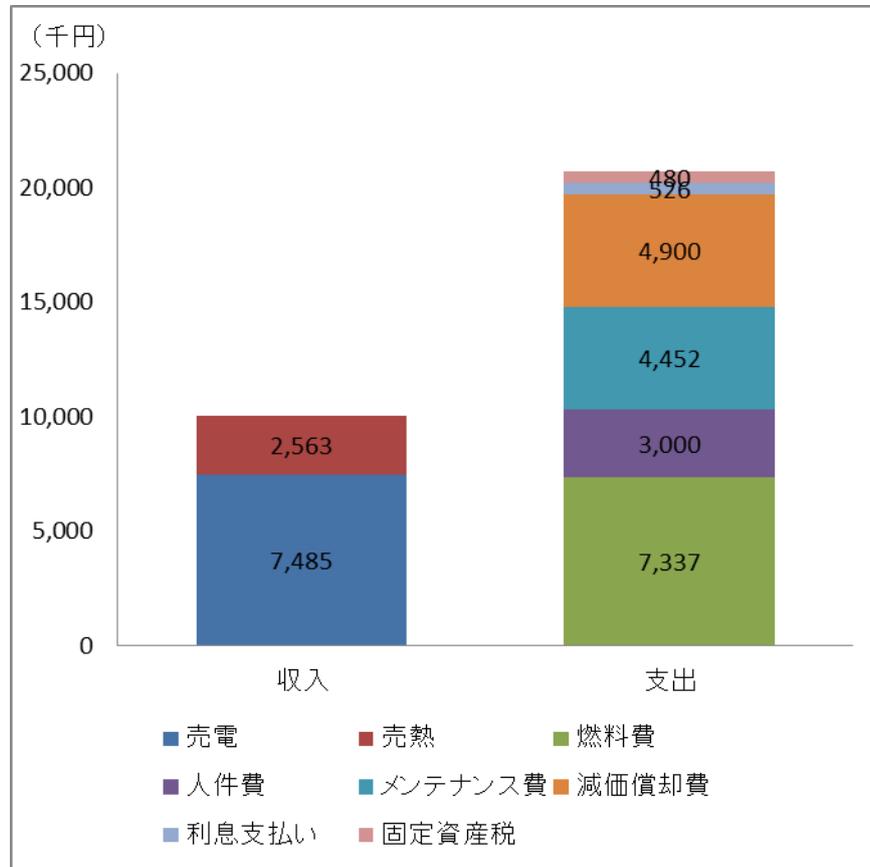
(1) 収入関連		
項目		数値・考え方・根拠等
熱	販売量【重油換算 L/年】	31,530 [L/年]
	販売単価【円/L】	81.275 [円/L]。当該サイトが自身で熱供給を行った場合のベースラインコストを前提とし（そのため、重油単価）、収支がよい場合はそれから段階的に減じる。
電力	売電量[kWh/年]	262,721 [kWh/年]
	余剰電力売電量[kWh/年]	131,479[kWh/年]
	販売単価[円/kWh]	26.69 円/kWh]。九州電力のスマートファミリープランを適用。
	余剰電力販売単価[円/kWh]	3.6[円/kWh]。九州電力の余剰電力買取り単価（夜間）を適用。
(2) 支出・初期投資関連		
熱電併給設備費用		67,600 千円。チップ乾燥器を含めた木質バイオマスガス化発電熱電併給設備。設置用コンテナ含む。メーカー見積。
熱交換機費用		400 千円。過去の同規模の事例に拠る。
熱導管費用		30,000 千円。65A SGP 配管、グラスウール 40mm、地中埋設 1km（単価 30 万/m）で想定。
温水吸収式冷凍機費用		10,300 千円。過去の同規模の事例に拠る。
貯湯タンク（5000L）		300,000 千円。過去の同規模の事例に拠る。
(3) 支出・ランニングコスト関連		
チップ消費量（含水率 50%）		667[t/年]
チップ単価（含水率 50%）		チップ化費用含め、11,000[円/t]。一般的な市場価格。
減価償却		設備ごとの法定耐用年数を基に定率法にて算定
人件費（エネルギー設備関連）		300 万円/年を想定。
メンテナンス費		初期投資の 4%
固定資産税		残存資産評価額×1.4%
(4) ファイナンス前提		
出資割合		30%と想定
融資の金利		借入期間 10 年、金利 3%を想定

<収支算定結果>

図表 145 CCRC に対するオンサイト熱電併給事業の収支算定結果

項目		金額（千円）
売上	熱	2,563
	電力	7,485
	①売上合計	10,048
支出	燃料費	7,337
	減価償却費	4,900
	人件費	3,000
	維持管理	4,452
	固定資産税	480
	②支出合計	20,169
③営業利益	①-②	▲10,021
④営業外費用	利息支払い	526
⑤経常利益	③-④	▲10,647

図表 146 CCRC に対するオンサイト熱電併給事業の収支内訳



支所と同様に、燃料費・人件費だけで収入とほぼ同じ額となり、全体では支出が収入を大きく上回った。

(3) 地域啓発型事業

地域啓発型事業では、市民が収集した竹材を用いて試験的に足湯事業を展開する。無償のサービスを想定しているため、熱供給も無償にて行う（他の事業との組み合わせで運営する）。

<前提>

図表 147 地域啓発型事業の収支算定条件

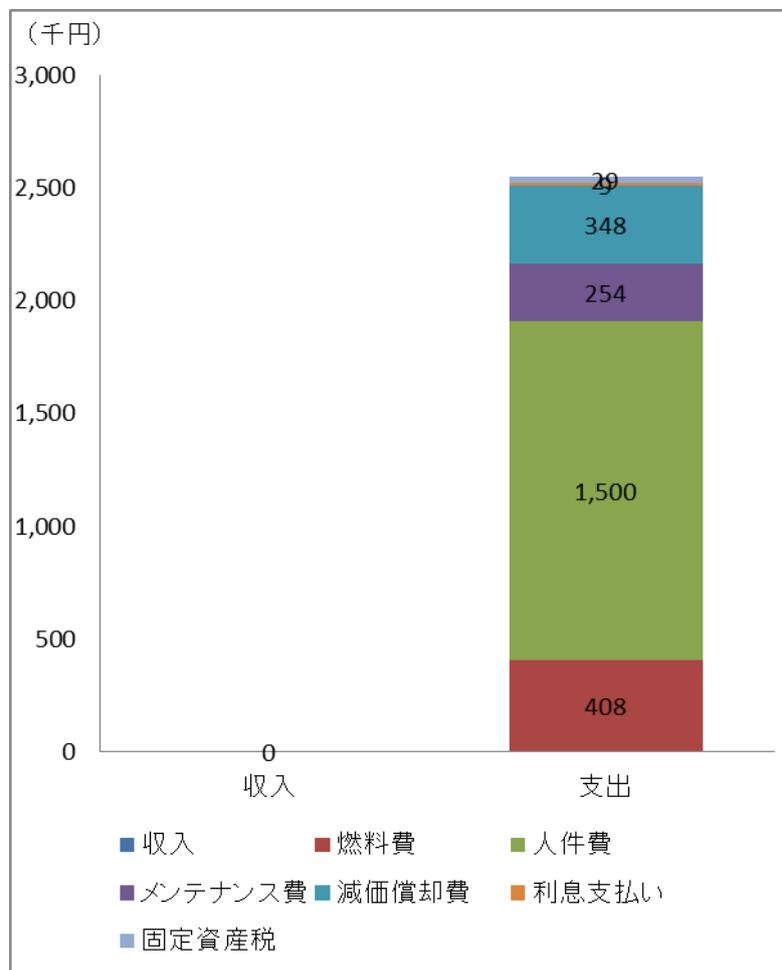
(1) 収入関連		数値・考え方・根拠等
項目	収入	0
(2) 支出・初期投資関連		
専用ボイラー		4,200 千円。メーカー見積。
燃料供給設備（サイロ含む）		1,500 千円。
煙突関連		300 千円。
配管その他設備		960 千円。
その他経費		1,500 千円。
(3) 支出・ランニングコスト関連		
チップ消費量（竹）		34[t/年]
チップ単価（竹）		12,000[円/t]。木質チップより若干高い価格を想定。
減価償却		設備ごとの法定耐用年数を基に定率法にて算定
人件費（エネルギー設備関連）		150 万円/年を想定。
メンテナンス費		初期投資の 3%
固定資産税		残存資産評価額×1.4%
(4) ファイナンス前提		
出資割合		30%と想定
融資の金利		借入期間 10 年、金利 3%を想定

<収支算定結果>

図表 148 地域啓発型事業の収支算定結果

項目	金額（千円）
収入	0
支出	
売上	0
燃料費	408
減価償却費	348
人件費	1500
維持管理	254
固定資産税	29
②支出合計	2,539
③営業利益	▲2,539
④営業外費用	9
⑤経常利益	▲2,548

図表 149 地域啓発型事業の収支内訳



本事業からは収入を見込まないが、支出構成としては人件費が最大の事業となった。

4-3-2 補助金適用有りの場合

4-2-2 で述べた補助金を活用した場合の事業収支について検討する。

4-2-2 では、環境省の再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業と内閣府の地方創生交付金を挙げたが、前者については主として再エネ活用に関わる事業補助であるため、建屋やバックアップボイラに対しては充当されない。一方、後者については、事業の趣旨に即していれば事業全体に対して充当される。したがって、補助金を適用した事業収支算定については、個々の機器について、以下のように補助適用がなされると想定する。

図表 150 想定する各機器への補助適用率

種別	適否	機器	補助率・対象
排熱利用事業 (再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業)	○	ヒートポンプ	2/3 : 全体
	○	温水タンク	2/3 : 全体
	○	給水タンク	2/3 : 全体
	×	貫流ボイラー (バックアップ用)	—
	×	熱交換機 (バックアップ用)	—
	×	燃料タンク	—
	×	煙突	—
	○	動力盤及び監視装置	2/3 : 全体
	△	配管設置工事	2/3 : 全体の 8 割程度
	△	配線工事	2/3 : 全体の 8 割程度
	△	諸経費	2/3 : 全体の 8 割程度
	×	建屋	—
オンサイト 熱電併給事業 (再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業)	○	熱電併給設備	2/3 : 95% (一部、コンテナ分費用含まれるため)
	○	温水吸収式冷凍機費用	2/3 : 全体
	○	熱交換設備	2/3 : 全体
	○	熱導管 (CCRC)	2/3 : 全体
	○	貯湯タンク	2/3 : 全体
地域啓発型事業 (地方創生交付金)	○	ボイラー	1/2 : 全体
	○	燃料供給設備	1/2 : 全体
	○	煙突関連	1/2 : 全体
	○	配管その他設備	1/2 : 全体
	○	その他経費	1/2 : 全体

以上の補助率、対象を想定に、補助適用を行った場合の事業収支は以下の通りである。

(1) 発電排熱活用事業

<補助金適用の場合の収支算定結果>

(売熱単価：ベースラインコストより 20%減の場合)

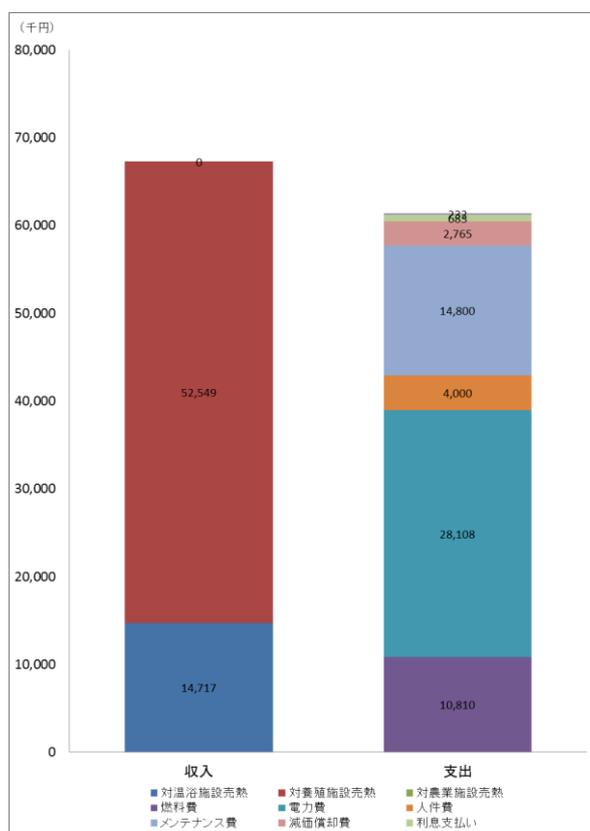
図表 151 発電排熱活用事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	67,265
	①売上合計	67,265
支出	燃料費	10,810
	電力費	28,108
	減価償却費	2,765
	人件費	4,000
	維持管理	14,800
	固定資産税	232
	②支出合計	60,715
③営業利益	①-②	6,550
④営業外費用	利息支払い	683
⑤経常利益	③-④	5,867

<経営指標>

プロジェクト IRR (10年目)	13.38%
プロジェクト IRR (15年目)	16.75%
プロジェクト IRR (20年目)	17.72%

図表 152 発電排熱活用事業の収支内訳



プロジェクト IRR が 17% 超と、高い収益性のある事業となる見込みである。

(2) オンサイト熱電供給事業

① 既存施設

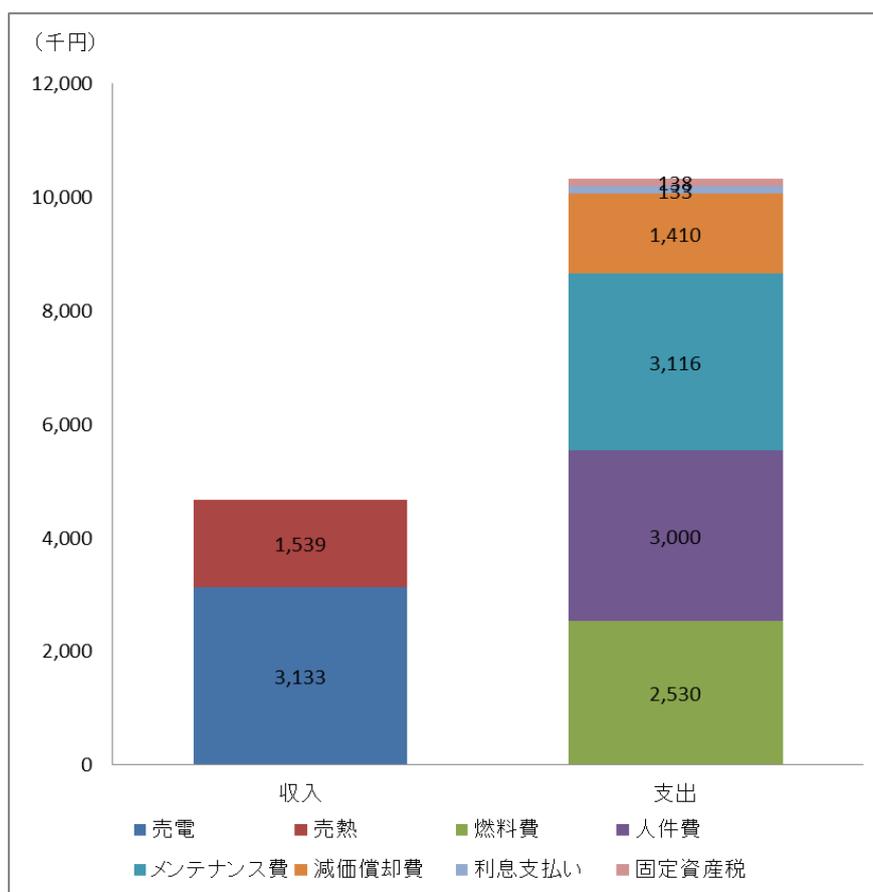
【総合文化センター】

<補助金適用の場合の収支算定結果>

図表 153 総合文化センターに対する熱電供給事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	1,539
	電力	3,133
	①売上合計	4,672
支出	燃料費	2,530
	減価償却費	1,410
	人件費	3,000
	維持管理	3,116
	固定資産税	138
	②支出合計	10,194
	③営業利益	①-②
④営業外費用	利息支払い	133
⑤経常利益	③-④	▲5,655

図表 154 総合文化センターに対する熱電供給事業の収支内訳



上記のように、補助金を適用した場合でも、燃料費・人件費のランニングコストだけで事業収入を上回る結果となった。

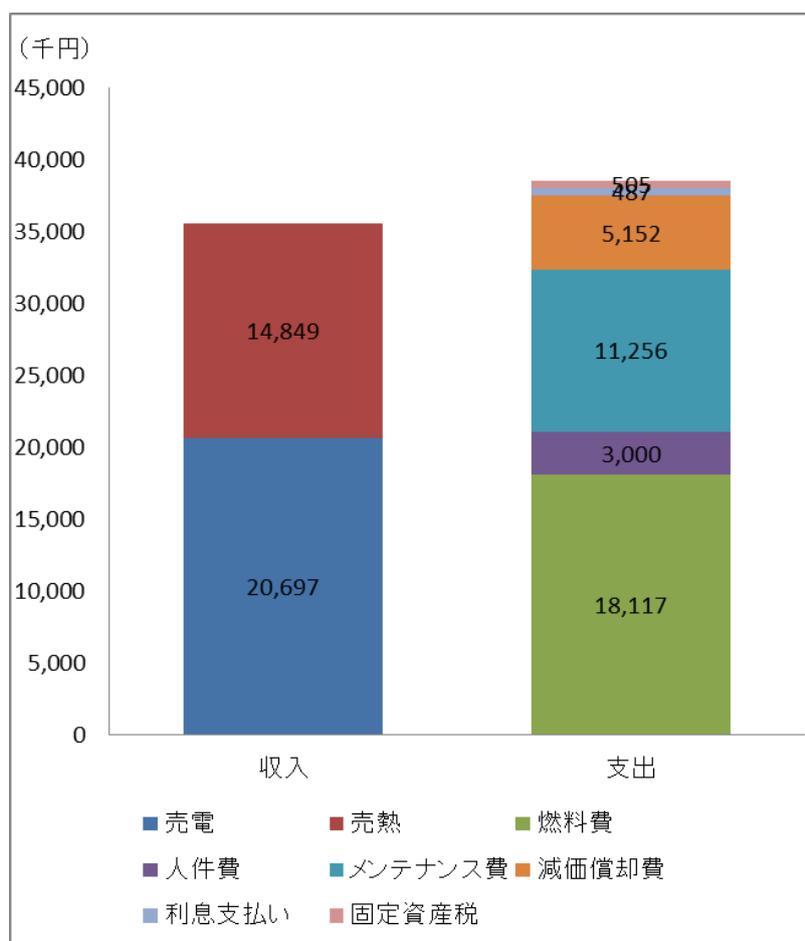
【デイサービスセンターみつば苑】

<補助金適用の場合の収支算定結果>

図表 155 みつば苑に対する熱電併給事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	14,849
	電力	20,697
	①売上合計	35,546
支出	燃料費	18,117
	減価償却費	5,152
	人件費	3,000
	維持管理	11,256
	固定資産税	505
	②支出合計	38,030
	③営業利益	①-②
④営業外費用	利息支払い	487
⑤経常利益	③-④	▲2,971

図表 156 みつば苑に対する熱電併給事業の収支内訳



熱需要が比較的安定的にあるみつば苑では、他のオンサイト事業候補拠点に比べて赤字幅は小さくなったが、それでも燃料費が高く、厳しい事業となる見込みである。

② 新規施設

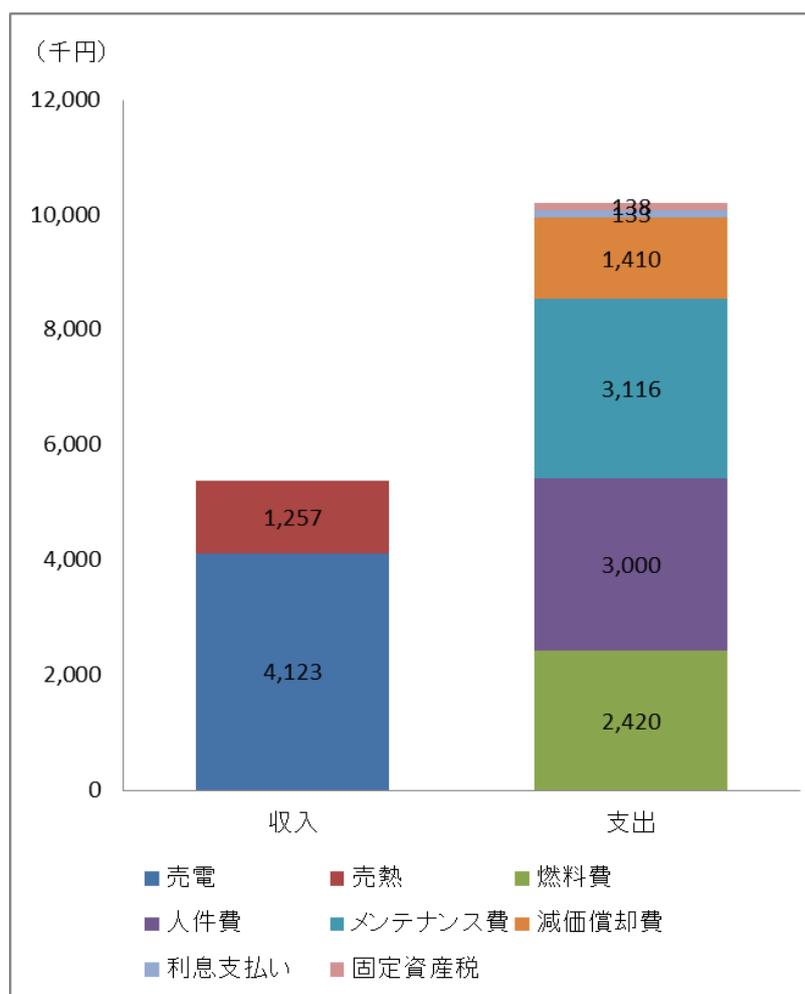
【支所（4か所）】

<補助金適用の場合の収支算定結果>

図表 157 支所に対する熱電併給事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	1,257
	電力	4,123
	①売上合計	5,380
支出	燃料費	2,420
	減価償却費	1,410
	人件費	3,000
	維持管理	3,116
	固定資産税	138
	②支出合計	10,084
	③営業利益	①－②
④営業外費用	利息支払い	133
⑤経常利益	③－④	▲4,837

図表 158 支所に対する熱電併給事業の収支内訳



支所においても、燃料費・人件費のランニングコストだけでほぼ収入と同額になった。

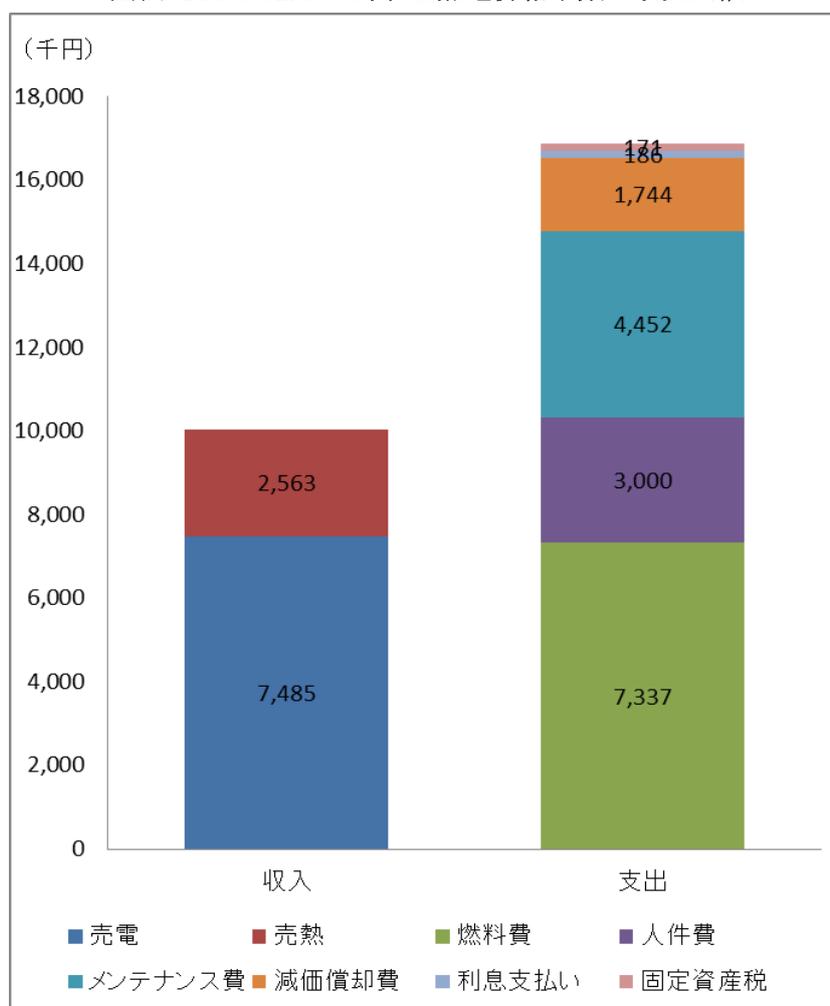
【CCRC】

<補助金適用の場合の収支算定結果>

図表 159 CCRC に対する熱電併給事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	熱	2,563
	電力	7,485
	①売上合計	10,048
支出	燃料費	7,337
	減価償却費	1,744
	人件費	3,000
	維持管理	4,452
	固定資産税	171
	②支出合計	16,704
	③営業利益	①－②
④営業外費用	利息支払い	186
⑤経常利益	③－④	▲6,842

図表 160 CCRC に対する熱電併給事業の収支内訳



CCRC においても燃料費、メンテナンス費の抛出が多く、補助金投入を以てしても支出が収入を大きく上回った。

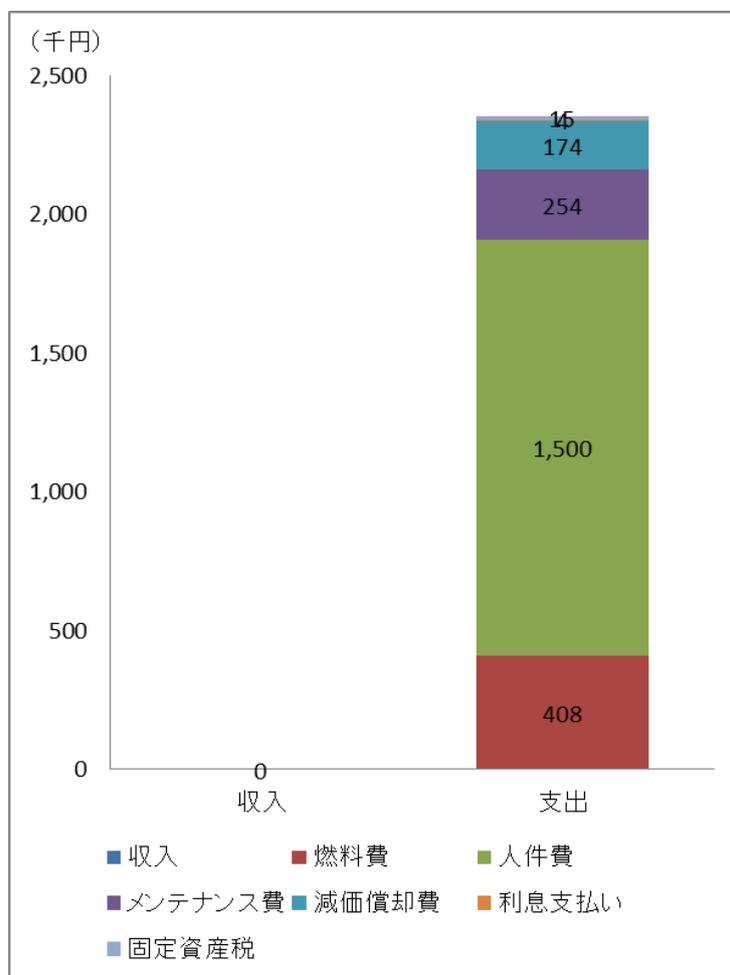
(3) 地域啓発型事業

<補助金適用の場合の収支算定結果>

図表 161 地域啓発型事業の収支算定結果

項目		金額 (千円)
収入	売上	0
支出	燃料費	408
	減価償却費	174
	人件費	1,500
	維持管理	254
	固定資産税	15
	②支出合計	2,350
③営業利益	①-②	▲2,350
④営業外費用	利息支払い	4
⑤経常利益	③-④	▲2,354

図表 162 地域啓発型事業の収支内訳



本事業の規模は小さいため、人件費が過半を占める構成となった。

4-3-3 事業全体の収支

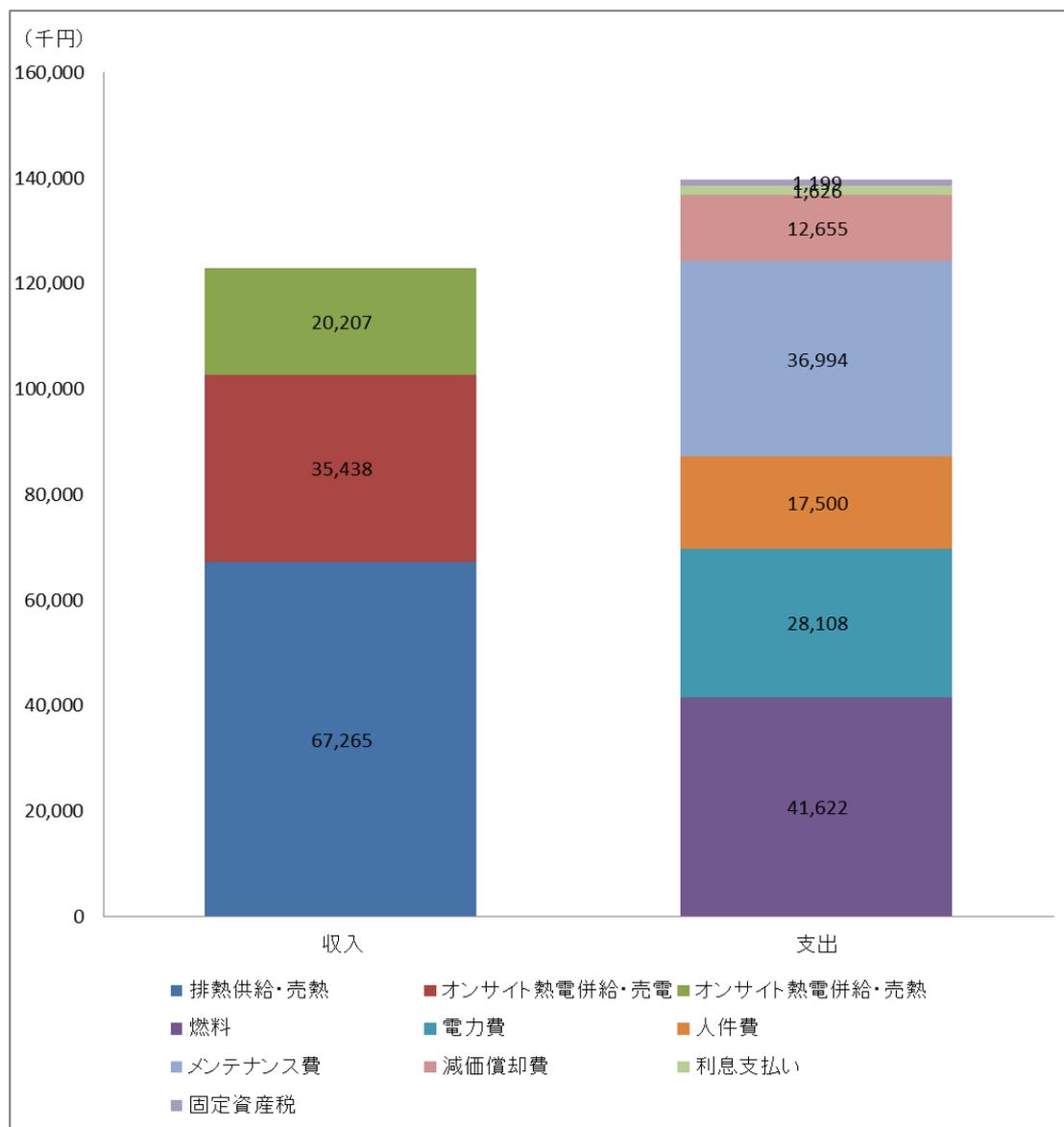
(1) 全事業を一体として推進する場合

前述した全事業を一体として推進した場合の事業収支は、以下の通りとなる。

図表 163 全事業を一体として推進した際の事業収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	排熱利用・売熱	67,265
	オンサイト・売電	35,438
	オンサイト・売熱	20,207
	①売上合計	122,911
支出	燃料費	41,622
	電力	28,108
	減価償却費	12,655
	人件費	17,500
	維持管理	36,994
	固定資産税	1,199
	②支出合計	138,078
③営業利益	①-②	▲15,167
④営業外費用	利息支払い	1,626
⑤経常利益	③-④	▲16,793

図表 164 全事業を一体として推進した際の事業収支内訳



発電排熱利用事業の収益をもってしても、オンサイト熱電併給事業の赤字を補てんするには至らなかった。そのため、全体として支出が収入を大きく上回った。事業収益を第一に考えた場合、オンサイト熱電併給事業は実施しない方が事業実現可能性は高まるといえる。

(2) 排熱利用事業＋地域啓発型事業

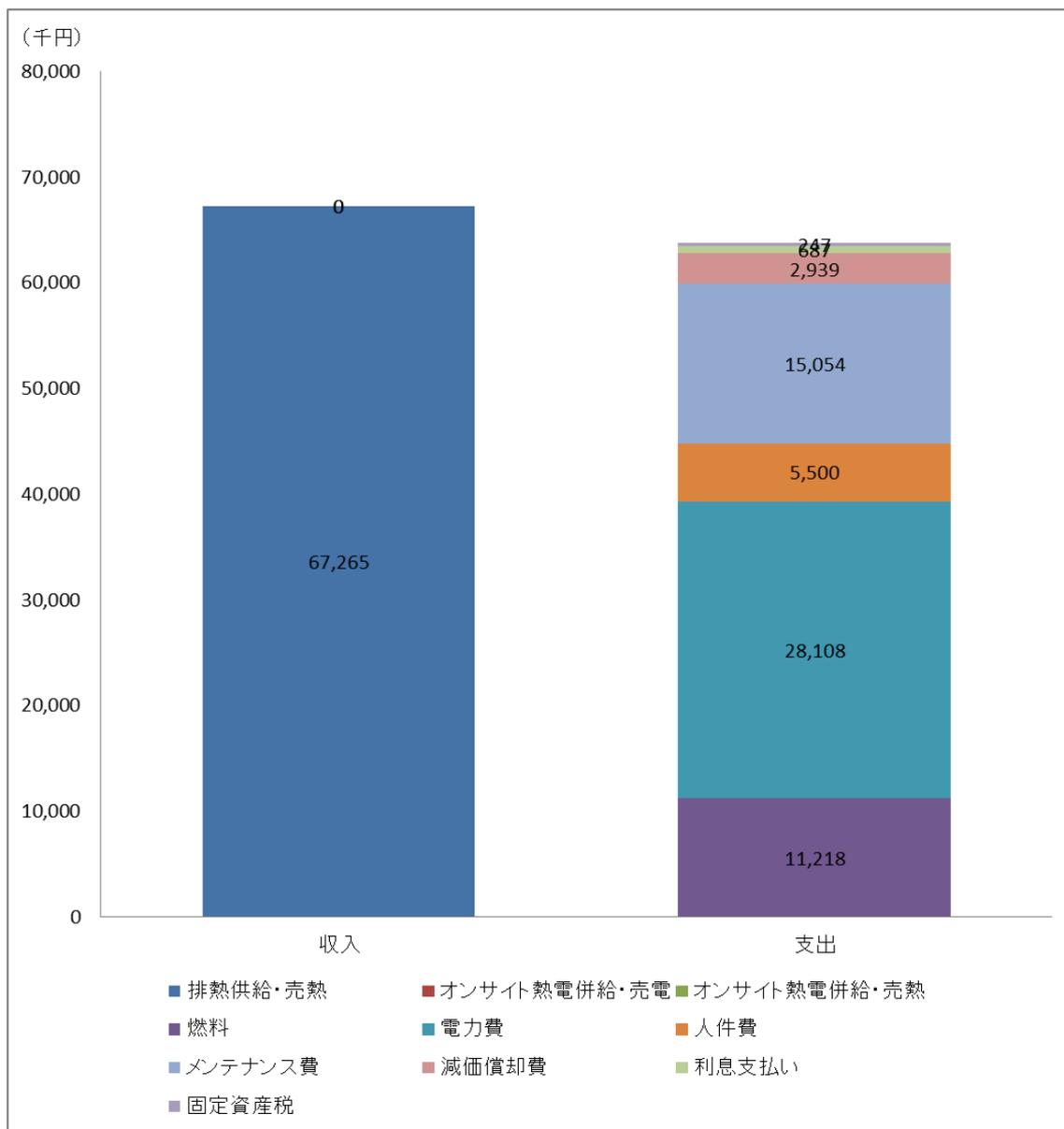
図表 165 排熱利用事業と地域啓発型事業を一体として推進した際の事業収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	排熱利用・売熱	67,265
	オンサイト・売電	0
	オンサイト・売熱	0
	①売上合計	67,265
支出	燃料費	11,218
	電力	28,108
	減価償却費	2,939
	人件費	5,500
	維持管理	15,054
	固定資産税	247
	②支出合計	63,065
③営業利益	①－②	4,200
④営業外費用	利息支払い	687
⑤経常利益	③－④	3,513

<経営指標>

プロジェクト IRR (10年目)	8.48%
プロジェクト IRR (15年目)	12.44%
プロジェクト IRR (20年目)	13.68%

図表 166 排熱利用事業と地域啓発型事業を一体として推進した際の事業収支内訳



地域啓発型事業は支出しか生み出さないが、その金額は小さく、黒字の発電排熱利用事業と組み合わせれば、事業全体として黒字化が見込める。市民との連携、放置竹林の削減といった市の掲げる事業目標と照らし合わせて考えると地域啓発型事業の推進は重要であるため、その推進のために発電排熱利用事業と組み合わせることは十分意義があると考えられる。

(3) 排熱利用事業+地域啓発型事業に一部オンサイト型熱電併給事業を追加

オンサイト型熱電併給事業の中で、熱需要が大きく赤字幅が小さかったみつば苑に対する事業のみを他の2事業と共に実施した際の事業収支算定結果を以下に示す。

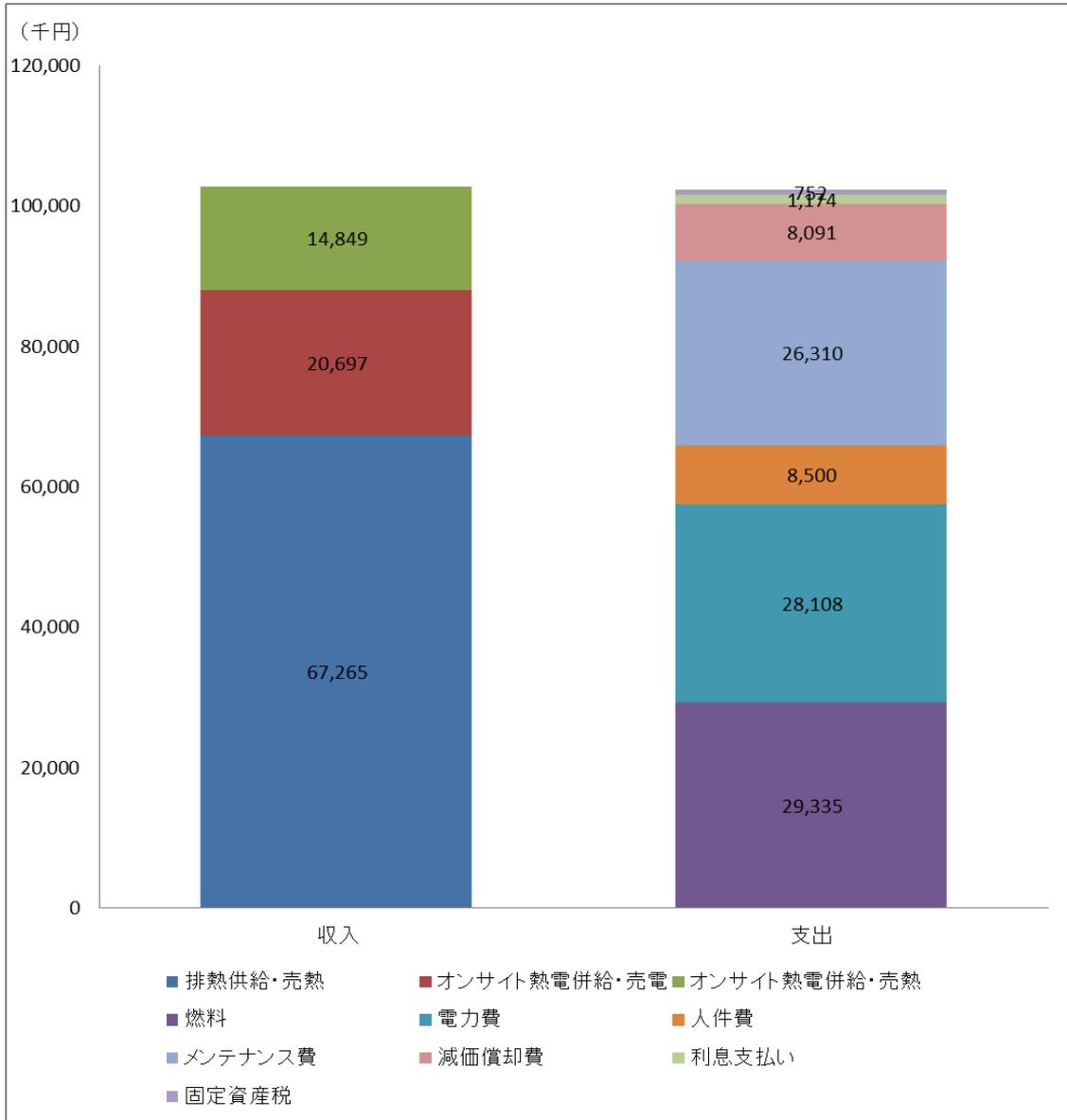
図表 167 排熱利用事業と地域啓発型事業及び一部のオンサイト型熱電併給事業を一体として推進した際の事業収支算定結果

項目		金額 (千円)
売上	排熱利用・売熱	67,265
	オンサイト・売電	20,697
	オンサイト・売熱	14,840
	①売上合計	102,811
支出	燃料費	29,335
	電力	28,108
	減価償却費	8,091
	人件費	8,500
	維持管理	26,310
	固定資産税	754
	②支出合計	101,095
③営業利益	①-②	1,716
④営業外費用	利息支払い	1,174
⑤経常利益	③-④	542

<経営指標>

プロジェクト IRR (10年目)	▲5.49%
プロジェクト IRR (15年目)	1.24%
プロジェクト IRR (20年目)	3.48%

図表 168 排熱利用事業と地域啓発型事業及び一部のオンサイト型熱電併給事業を一体として推進した際の事業収支内訳



前述の排熱利用事業と地域啓発型事業の連携パターンでは一定の収益性が担保されたため、オンサイト熱電併給事業の中では比較的赤字幅の小さいみつば苑の事業を取込んだ場合の事業収支を試算すると、以上ようになった。辛うじて収入が支出を上回ったが、20年間のプロジェクトIRRは4.23%と小さいため、本事業形態を採用するかは、豊後大野市内での間伐材の利用推進など、別の意義を勘案しながら検討する必要がある。

(4) まとめ

4-3-2で検討された、補助適用後の各サイトの事業を組み合わせるとして一体事業とした場合の事業性把握を行った。発電排熱利用事業単独の収益性は高いが、その収益を以てしても、オンサイト熱電併給事業の赤字を埋めるには至らなかった。オンサイト熱電併給事業の一部については、電力供給についてのみ固定価格買取制度を利用することにより、採算が合うものもあったが、本事業は「地産地消」を理念としており、固定価格買取制度を活用すべきかどうかは慎重な検討が必要である。

発電排熱利用事業と地域啓発型事業の組合せた事業では、一定の収益性を確保できることがわかった。その事業体に、オンサイト熱電併給事業の中で熱需要が安定的にあり比較的赤字幅の小さい、みつば苑の事業を組み合わせるとしては、辛うじて収入が支出を上回ったが、プロジェクトIRRは4%強程度であり、高い収益性を持つとはいえない水準であった。そのため、本事業形態を採用する場合は、間伐材利用の意義など、経済的な観点以外の要素を踏まえて検討して行く必要がある。

4-3-4 感度分析とリスク対応検討

最も現実的と考えられる、4-3-3(2)の事業について、ベースとなる重油価格が変動した場合に、売熱単価のベースラインコスト削減率を変動させた場合の事業収益の変化について提示すると、以下のようになる。

図表 169 排熱供給事業+地域啓発事業の各条件におけるプロジェクトIRR (%) [20年目]

熱価格 削減率	原油価格 (=ベースラインコスト) の現状設定価格からの変動比						
	▲15%	▲10%	▲5%	0%	+5%	+10%	+15%
0%	24.35	30.57	36.65	42.67	48.66	54.63	60.59
▲5%	18.03	24.15	30.01	35.76	41.44	47.09	52.72
▲10%	10.57	17.43	23.21	28.75	34.17	39.52	44.83
▲15%	▲0.84	9.16	16.03	21.53	26.77	31.87	36.90
▲20%	—	▲4.33	6.47	13.68	19.07	24.04	28.85
▲25%	—	—	▲13.03	1.86	9.88	15.75	20.52

※ 前述の検討での設定は、原油価格変動比0%、熱価格削減率▲20%

以上のように、原油価格の変動と、どこまで需要家に対してベースとなる熱単価に対して安い価格で熱供給を行うかは、事業性に与える影響は大きい。同じ削減率でも、そのベースとなる原油価格が5%異なれば投資判断の基準となるプロジェクトIRRの水準を超えたり下回ったりすることはあり得る。一方で、原油価格が5%程度変動することは十分に想定し得ることであり、予め、サービス価格設定において、原油価格変動の場合の対応のあり方について盛り込み、合意を得ておく必要がある。

第5章 本事業の付帯効果

5-1 付帯効果の全体像について

本事業を推進した場合、事業収益以外に、以下の付帯効果が見込まれる。

(1) 経済的な波及効果

直接的な経済効果としては、発電所排熱を利用する事業においては、建屋や熱導管工事等の工事関連費用が概ね1.5億円程度見込まれ、それらについては市内事業者を中心に発注すれば、市内での建設需要創出が見込まれる。

また、エネルギーコストの市外への流出が、年間1.7億円程度抑制されるため（オンサイト熱電併給事業も含めた全事業を実施した場合）、事業期間を20年間とすると34億円の流出が抑えられることになる。

(2) 森林・放置竹林活用

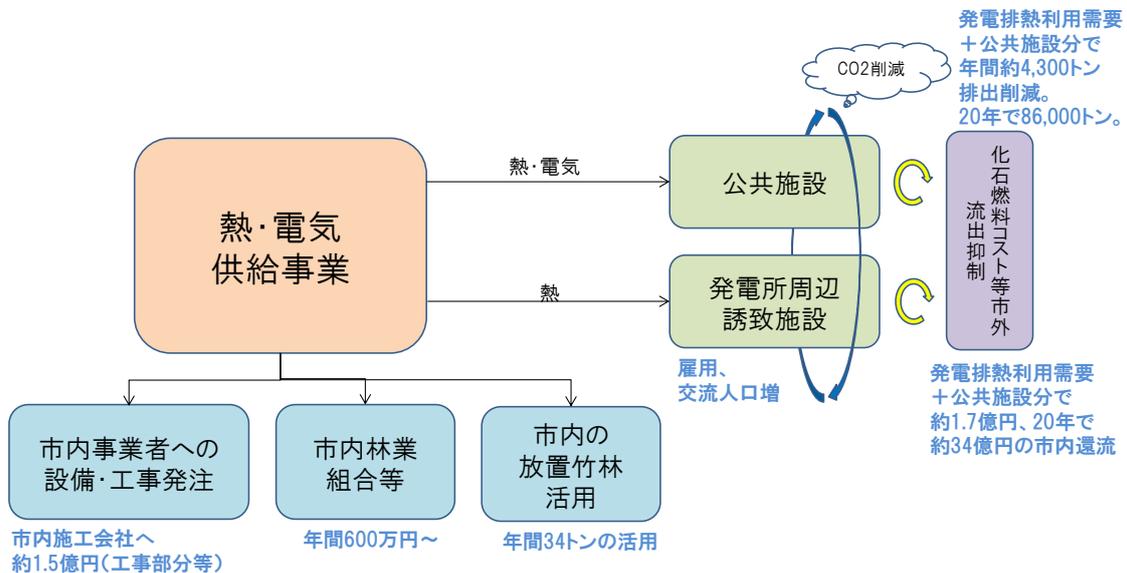
オンサイト熱電併給事業を実施した場合は、その木質チップは市内林業からの間伐材利用を想定しているため、市内林業の活性化に資することになる。3-5-2での調査・検討によれば市内林業における未利用材は861トン程度であり、1トンあたりの買取価格を7,000円とすると、約600万円程度の需要が創出されることになる。

また、地域啓発事業にて年間34トンの放置竹林からの竹材が求められることになる。1haの竹林では418トンの竹材が採取されるため（出典：高知県森林技術センター）、34トンでは0.08haの竹林が利用されるに過ぎないが、本事業を皮切りに、放置竹林の整備が推進されることが期待される。

(3) CO2削減

オンサイト熱電併給事業を含めて全事業を推進した場合、CO2削減効果は年間4,300トンであるため、20年間で86,000トン程度の排出削減が見込める。温室効果ガスインベントリオフィスに拠れば、1家庭からの年間CO2排出量は約5トンであるため、860世帯分のCO2を削減できることになる。

図表 170 付帯効果の全体像



5-2 排熱利用需要施設誘致の効果

(1) 温浴施設

2-1-2にて述べたように、全国での入湯税の税収より推定される豊後大野市民による温浴施設利用述べ人数は、年間約4万7,000人である。仮に一回の利用料金を800円とすれば、年間3,760万円の売上となり、20年間では7億5,200万円の売上となる。

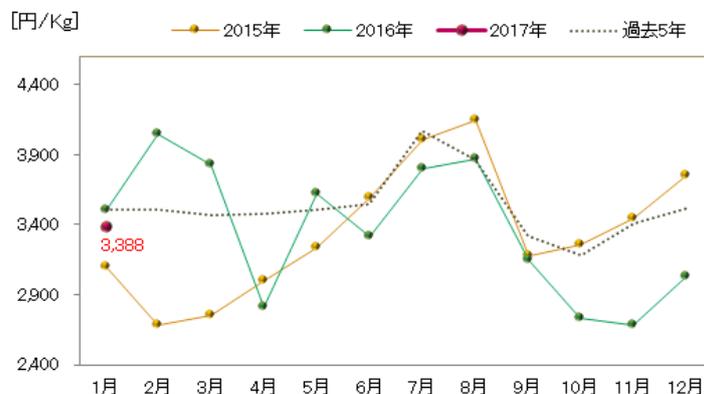
また、入湯税は市町村が鉱泉浴場に対して課する目的税である。温浴施設に鉱泉が用いられた場合、一回あたりの入湯税を150円とすれば705万円の税収が見込まれ、この税収を観光の振興や観光施設の整備に要する費用に充てることが可能である。なお、環境省の「鉱泉分析法指針」では、鉱泉は「地中から湧出する泉水で、多量の固形物質又はガス状物質若しくは特殊な物質を含むか、或いは泉温が泉源周囲の平均気温より常に著しく高温を有するものをいう。」と定義されており、本市において温泉は湧出していないものの、鉱泉が湧出する可能性はある。

(2) 養殖施設

倉敷市では20トンの水槽2基でニホンウナギ約3万匹を飼育している事業者の例がある。これを参考とすれば、本検討において仮定している養鰻施設の容量250m³では約18万7,500匹のウナギを養殖することが可能である。水産庁の「内水面漁業・養殖業をめぐる状況」によれば、平成27年度のウナギの養殖生産量は約2万tである。ウナギの体重を400gとすれば、37万5,000匹のウナギは75tである。これは全国のウナギ養殖生産量の0.38%にあたる量である。以下に示すように、大阪市中央卸市場の市況情報によれば、過去5年

間でのウナギの卸売価格は約 3,400 円である。

図表 171 大阪市中央卸売市場での養殖ウナギの月別平均卸売価格



(データ出所) 大阪市中央卸売市場 市況情報

よって、75t のウナギを全て卸売した際には、2 億 5,500 万円の売上が見込まれる。また、飲食店を併設し、1 匹のウナギを蒲焼にし、2,000 円にて販売すると仮定すると、3 億 7,500 万円の売上となる。このため、農業の 6 次産業化のように、養殖についても 6 次産業化を図ることが望ましい。例えば、富山県のくろべ漁協において魚価の低迷や後継者不足の解消を目的とし、魚の駅「生地」を開業した事例がある。本施設には、くろべ漁協にて水揚げされた鮮魚を販売する施設と、魚介類の炭火焼き等の料理を提供する施設とが併設されている。年間 25 万人を集客しており、くろべ漁協の事業利益の 7 割を生み出すまでになっている。また本施設は、対面販売を通じて、地元産の魚の魅力を伝える役割も担っている。

図表 172 魚の駅「生地」の様子



(出所) 水産庁「平成 22 年度水産白書」

(3) 農業施設

農業施設についても、2-1-2で述べたように、農家レストランの経営といった 6 次

産業化を図ることが望ましい。例えば、温浴施設内、もしくは温浴施設に併設する形で農家レストランを開設し、温浴施設を訪れる年間約 4 万 7,000 人のうち約半数が利用することを想定すると、客単価が 1,000 円であれば、年間 2,350 万円の売上が見込まれる。また、この農家レストランにおいては、養殖施設のウナギや、農業施設にて栽培する農作物、また本市の従来からの特産物を利用した料理を提供し、市内の各産業の活性化を図ることができる。

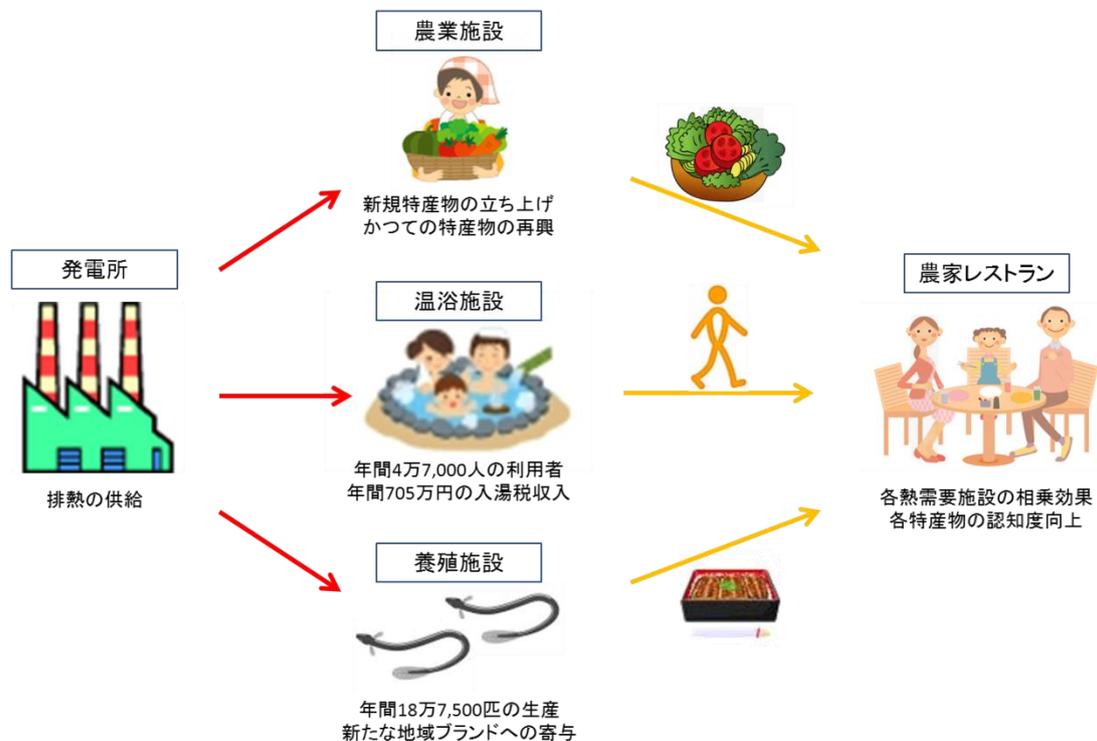
図表 173 農家レストランのイメージ



(4) まとめ

以上に述べた、熱需要施設誘致に伴う付帯効果をまとめた概念図を以下に示す。

図表 174 熱需要施設誘致に伴う付帯効果のイメージ図



第6章 まとめ

6-1 当初想定との差異について

本事業では、当初、木質バイオマス発電所排熱を利用し近隣の熱需要施設に熱供給を行うと共に、その熱需要施設の一つとして乾燥施設を設置し、それによって木質チップを乾燥させ、公共施設向け等のオンサイト熱電併給施設に乾燥したチップを供給させる想定であった。前者の木質バイオマス発電の近隣への熱供給事業については十分事業性があることが確認できたが、後者の「排熱を活用した木質チップ乾燥施設を用いた木質バイオマス発電排熱事業とオンサイト熱電併給施設の連携」については、以下の3点の理由により実現できない見込みとなった。

- 発電排熱が想定より低く、乾燥施設向けには適さなかった。
 - 排熱温度は42℃程度の温水であり、乾燥に適する高温蒸気ではなかった。
- オンサイト熱電併給システム自身に、チップ乾燥機能が具備されていた。
 - 今回検討した熱電併給設備には、50%程度の水分を含んだチップを15%程度まで乾燥させる事前処理設備が具備されていた。大量の木質チップを乾燥させる場合には乾燥施設を設置すべきであるが、そうでない場合には本設備の活用の方が有効であると考えられた。
- オンサイト熱電併給事業が、今回の熱需要に対しては事業収益性が成立できる見込みがなかった。
 - どのサイトについても1日を通して電気・熱需要変動が大きく、設備利用率が低いため、熱電併給施設の設備投資に見合う熱販売収益が担保できない見込みとなった。

ただし、一部のサイトでは熱需要が比較的大きかったため、電力については自家消費ではなく固定価格買取制度を活用して販売し、熱については自家消費する場合には事業性が見込めた。本事業においては、地産地消を一つの理念としているため、固定価格買取制度の活用は慎重に検討せざるを得ないが、市内で生じ得る間伐材の利用を進める上では重要な手段となるため、オンサイト事業推進をする上では継続検討が望まれる。

また、今回のように熱電併給システムではなく、より安価な熱供給ボイラーを用いて熱だけを供給し、電力については別途実施予定の地域新電力事業から供給するというパターンについても、検討に値する。

6-2 主な課題と来年度以降の取組について

今後の課題としては、以下の通りである。

● 発電排熱の利用事業者の公募・選定

本事業の成功の鍵は、発電排熱利用事業者の誘致が成功し、安定した事業運営をしてもらうことにある。そのためには、発電排熱利用事業者にとって有利な条件の熱供給を行う必要があるが、それだけでなく、地域開発のコンセプトを適切に設定し、誘致条件に盛り込むことが大切である。

● システム方式の確定

発電排熱利用の需要施設については、本検討では仮置きしながら熱需要等を想定したが、進出希望の事業者候補との調整を行いながら熱供給方式の詳細について詰めていく必要がある。特に、陸上養殖施設については、温度管理の徹底が求められ、そのための熱供給制御の方式を詰めていく必要がある。

● 竹収集フローの確定

本事業では、地域啓発型事業として放置竹林の竹材を利用した熱事業を想定したが、この事業で重要なのは、いかに市民の協力を得ながら持続的に竹材が集まるフローを確立できるか、である。3-5-2で示した竹材収集のフローを具現化していくことが大切である。

● 地域エネルギー会社への出資会社の特定

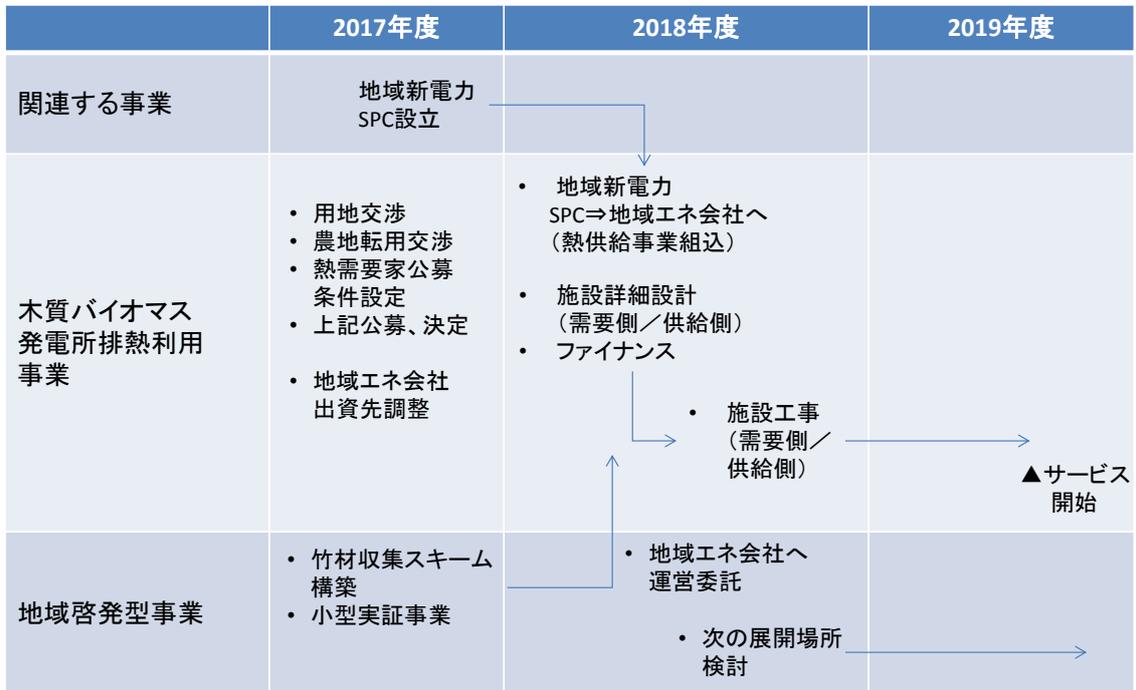
本事業では、地域エネルギー会社への出資は、過半以上の出資元として豊後大野市を想定しているが、一部、地元の事業会社も想定している。しかしながら、具体的な会社名の特定まではできていない。事業推進のためには、関心をもつ事業会社を募り、出資条件交渉を重ねながら投資の意思決定を促す必要がある。来年度以降、需要側である排熱利用の事業会社を募ると同時に、供給側である地域エネルギー会社への参画者も募っていく必要がある。

以上を踏まえ、今後、3年間の取組ステップ案を整理すると、以下のようになる。

以下のように、2017年度中に、発電排熱供給事業の熱を受けて事業を営む用地取得の交渉、農地転用の交渉を行い、用途を付ける。さらに、熱需要家の公募、選定も行う。同時に、別途推進予定の地域新電力会社（SPC）の設立も目指し、2018年度には、このSPCが熱供給事業の取り込みを行う。需要側、供給側双方の詳細設計を行って施工も開始、2019年度中には完成、運用開始を目指す。

一方、地域熱供給事業については、竹材収集スキームを2017年度中に構築するとともに、小型の実証事業を実施する。2018年度には、本事業の運営について、設立された地域エネルギー事業に委ねる。一定期間の運用実績を踏まえ、次なる事業展開場所を探索する。

図表 175 今後3年間の事業ステップ案



6-3 本事業検討のまとめ

本事業では、豊後大野市において既に運営されている木質バイオマス発電事業から得られる発電排熱を利用し、周辺の誘致施設への熱供給を行うとともに、豊後大野市の森林資源や竹林資源を活用し、オンサイト型の熱電併給事業の可能性を評価した。

結論としては、需要家自身による熱生成を行った場合の価格をベースとして、その削減率を20%程度にするなど適切に熱価格を設定すれば、発電排熱を利用した熱供給事業の事業性は確保される見込みであることがわかった。本事業に対して、市民による竹材収集を活用した地域啓発型事業を組み合わせても、全体として事業性は一定程度確保できることが分かった。しかしながら、需要拠点に熱電併給施設を設置して熱と電力を供給する、オンサイト熱電併給事業については、その熱需要の小ささから調査対象についてはどこも事業性が成立するには至らなかった。発電排熱事業との組み合わせにより、一部、オンサイト熱電併給事業でも推進できる可能性はあるが、全体としての事業性が低下するため、オンサイト熱電併給事業を実施する場合は、市内森林材の活用のためなど、別の意義の明確化が求められる。

今後、重要となる事項は、どのような排熱利用事業者を誘致するか、である。養殖事業者にしても施設園芸事業者にしても、地域としてのブランドを高めるには、単に作物を生産するだけでなく、収穫体験やその場のレストランで楽しむなど、6次産業としての取組

を推進していくことが望まれる。そのための方策の検討について、来年度以降深めていく必要がある。