

## **第2章**

### **総合体育館・温水プールへの木質バイオマス導入調査**



～ 目 次 ～

第2章 総合体育館・温水プールへの木質バイオマス導入調査	1
1 背景・目的・調査フロー	1
(1) 本調査の背景	1
(2) 本事業の目的と検討規模について	1
(3) 調査フロー	2
2 木質バイオマス事業の概要	4
(1) 木質バイオマス事業とは	4
(2) 木質バイオマス事業の意義と効果	6
(3) 全国的な木質バイオマス事業の実施状況	9
(4) 国内での普及（海外との比較）	12
(5) 地域ごとの普及・展開イメージ	13
3 熱需要調査	14
(1) 本事業の概要	14
(2) 現状の設備	15
(3) エネルギー消費量	17
(4) 現在の設備稼働状況	20
(5) 熱シミュレーション	23
4 原料調達	26
(1) 市内事業者ヒアリングの状況	26
(2) 利用可能量の推計	29
5 施設整備計画	30
(1) 熱供給配管および総合体育館への供給	30
(2) 想定される検討パターン	31
(3) 個別検討	35
(4) 検討パターンの絞り込み	43
6 事業性の比較検討	44
(1) 検討方法と主な試算条件	44
(2) イニシャルコスト	45
(3) ランニングコスト	46
(4) 収支計画	46
(5) 収支比較評価	47
(6) その他効果の比較	49
7 薪ボイラー導入にあたって	50
(1) 薪ボイラーの運用等	50
(2) 薪ボイラーの他地域事例	51
(3) 関連法令	52
8 導入にあたっての課題	56
(1) 導入に向けて	56

(2) 導入後の運用関係.....	57
(3) 今後の展開.....	58
<b>9 課題への取り組み.....</b>	<b>59</b>
(1) 原料調達.....	59
(2) 運用管理体制.....	66
(3) プール利用者増加.....	67
<b>10 薪ボイラー導入スケジュール.....</b>	<b>72</b>
(1) 設計・工事.....	72
(2) 資金調達.....	72
(3) 原料調達体制の整備.....	72
<b>11 波及効果.....</b>	<b>74</b>
<b>12 今後の事業展開.....</b>	<b>76</b>
(1) 今後の事業展開方針.....	76
(2) 事業推進体制.....	77

## 第2章 総合体育館・温水プールへの木質バイオマス導入調査

### 1 背景・目的・調査フロー

#### (1) 本調査の背景

本調査は平成 29 年 3 月に策定された阿久根市再生可能エネルギービジョンのうち、重点プロジェクトの一つとして掲げられた市総合体育館・B&G 温水プールへの木質バイオマス設備の導入について、継続的検討としてより具体的かつ実行可能な計画を策定するために調査・検証を行うものである。

阿久根 B&G 温水プールは、年間約 3～4 万リットルの A 重油を消費している。また同プールは、市が運営する公共施設であり一般の利用客も見込まれることから、再生可能エネルギー導入による市民への PR 効果が高いと考えられる。また、同じ市有地である総合運動公園敷地内には、阿久根市総合体育館が建設されている。同体育館の冷暖房設備としては現状、重油炊き冷温水発生機が設置されている。こちらも併せて検討の対象とするものである。

#### (2) 本事業の目的と検討規模について

木質チップやペレットなどの木質バイオマスは、再生可能エネルギーのひとつとして注目されてきており、特に平成 24 年 7 月に「再生可能エネルギー固定価格買取制度 (FIT)」が導入されてからは、木質バイオマスを燃料とする発電所が急増している。平成 29 年 3 月末時点で全国で 61 か所（発電出力合計 64 万 kW）の木質バイオマス発電所が稼働しており、このうち 39 か所（発電出力合計 30 万 kW）が間伐材等の未利用木材を主な原料とする施設である。

これらの発電所は、多くは蒸気タービンによる大規模発電を行っている。蒸気タービンは発電効率が 20～30%であるが、規模を大きくした方が効率が上がるからである。その採算が合うとされる規模は、発電出力でおおよそ 5MW 以上とされている。この場合、必要となる木質バイオマスの量としては年間約 6 万トンの木材（特に間伐材等の未利用材を中心とする）を消費する規模である。発電過程では大量の排熱が発生するが、発電所の規模が大きすぎるため排熱を有効利用している施設は少なく、総合エネルギー効率は発電のみの 20～30%程度の場合がほとんどである。

加えて、地域によっては大規模発電所を運用するための原料が思うように集まらないという課題が浮き彫りとなってきており、大部分を海外からの輸入に頼るようなケースも出てきている。

これに対し、熱利用・熱電併給は、小規模な施設であっても 80%程度のエネルギー変換効率を実現することが可能であり、比較的初期投資も抑えられることから、効率がよくかつ普及・展開する可能性の高いものといえる。小規模木質バイオマス設備については、農水省もその整備を推進するところである。

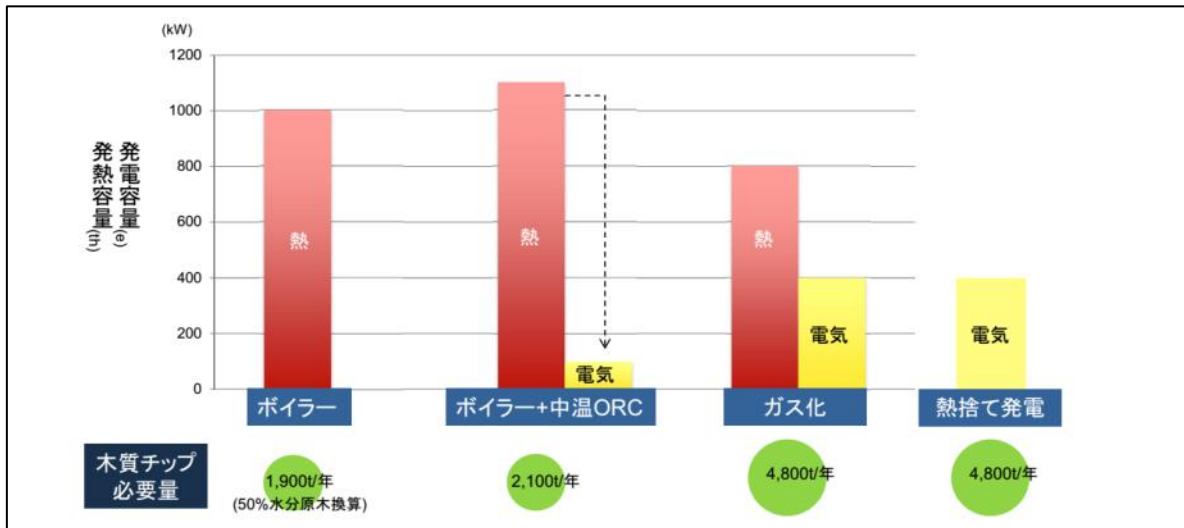


図 2-1 技術の違いによる総合エネルギー効率

もつとも、小規模木質バイオマス設備は、熱供給先の確保と熱料金収入を確保することが必要であり、経済性を担保するためにはより慎重な検討が必要となる。

本調査は、阿久根市内の資源をいかに有効活用することができるかを命題に、計画初期段階では木質バイオマス事業の周知啓もうから、市内への木質バイオマス利用の普及促進に向けての第一歩を踏み出すための最重要検討項目の一つとして位置付ける。

### (3) 調査フロー

本調査の内容は大きく4つの流れで構成される。①エネルギー需要調査、②地域の木質バイオマス燃料インフラ整備に関する調査、③エネルギー利用計画の策定、④施設整備計画の策定、である。現状の設備及び必要とされるエネルギー量、地域で調達可能なバイオマス燃料種及びその量並びに必要なインフラ整備を把握し、設備の基本計画、工事費の概算等を行った上で、これらの情報を総合的に収支計画に落とし込み、最終的に採算性を担保できるか、事業実施するとすればどの事業主体がどのような形態で行うべきかを検討する。

#### 1) エネルギー需要調査

本調査では B&G 温水プール及び総合体育館を対象としていることから、まずはこれら施設で使用されているエネルギー量の把握を行う。

まずは、現状の A 重油使用量などエネルギー消費の実態調査を行い、必要に応じて温水配管に流量・熱量計を設置して積算熱量を計測することを行う。

また市内での将来的な普及展開に資するよう、市内事業者に対するアンケート調査を行ううえ、比較的規模の大きいエネルギー消費施設については直接ヒアリングを行うことにより、利用の実態や再生可能エネルギー導入への意欲を伺うこととする。

## 2) 地域の木質バイオマス燃料インフラ整備に関する調査

市内にどの程度燃料利用可能な木質資源があるかについて、製材業者など有望な事業者についてはヒアリングを、市全域の実態を知るために事業者へのアンケート調査を行う。

## 3) エネルギー利用計画の策定

本調査では、まず阿久根市内での木質バイオマス事業先行導入場所として、平成29年度の検討に鑑みB&G温水プール及び総合体育館を候補として選定する。上記のようなエネルギーの使用形態からの検討に加え、本事業が阿久根市内での再生可能エネルギーの普及やエネルギー資源の自給自足への貢献、市民への波及効果、燃料調達が可能かどうか、経済性といった複数の観点を検討要素とし、設備の導入形態を決定する方針とした。

## 4) 施設整備計画の策定

本調査が目的とする最終的な結論としては発生した熱を施設内でどのように利用するかを検討することが必要である。また木質バイオマス燃料としてチップ、ペレット、薪などを調達する方法も検討しなければならない。

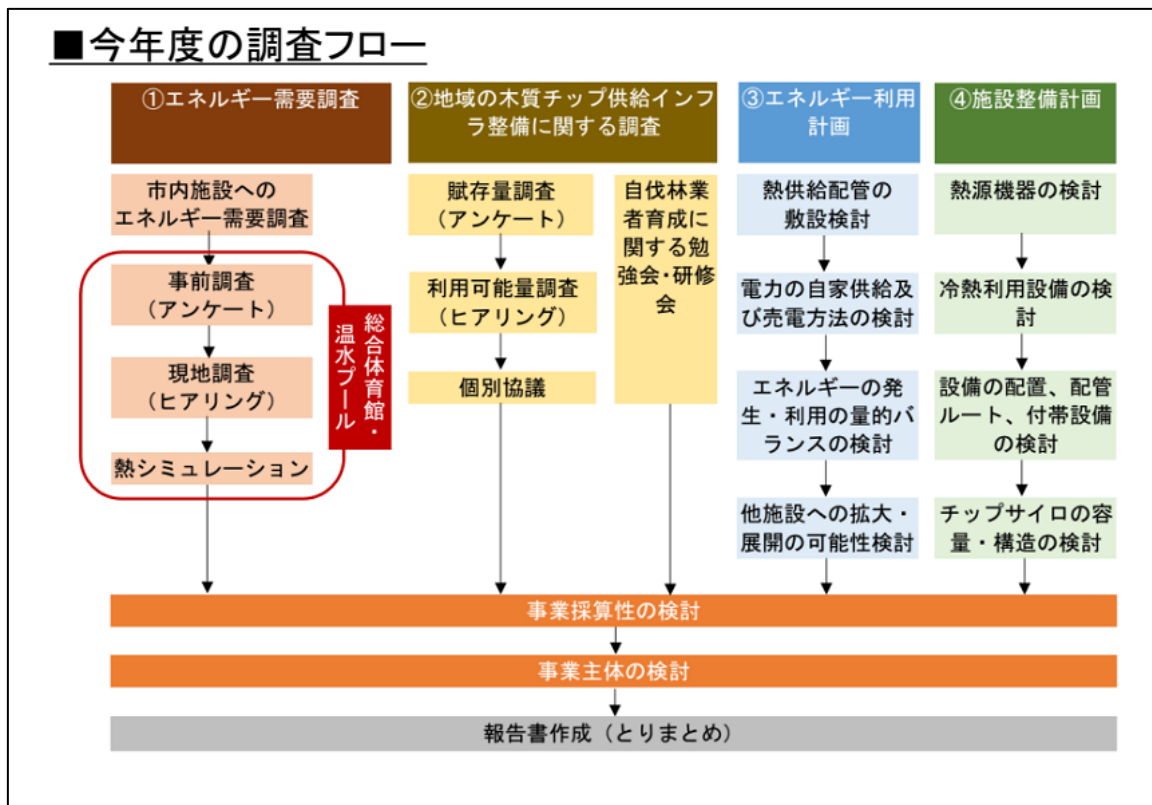


図 2-2 調査フロー

## 2 木質バイオマス事業の概要

### (1) 木質バイオマス事業とは

全国に存在する森林に賦存する木質バイオマスを利用したバイオマス発電・熱利用事業は、海外から輸入していた化石燃料を地域資源に置き換え、また燃料産出に伴う雇用も生み出すという点において、再生可能エネルギー利用の中で最も地域経済への好影響が期待されるもののひとつと言える。

特に、2012年に始まった固定価格買取制度により、日本においてもバイオマス発電の計画が複数出てきている。現状のバイオマス発電の多くは発電効率を優先した大規模な発電施設によるものとなっているが、近隣地域の木質バイオマス資源だけではそのような大規模な施設に見合うだけの燃料が調達できないため、海外から輸入したヤシ殻などを燃料として利用することが前提となっているなど、地域エネルギー資源の活用がなされているとは言い難いケースも多くみられる。

一方、木質バイオマス利用が進む欧州では、当初は日本と同様に大規模な発電施設の建設が進んだが、昨今では発電時に発生する熱を販売することで収益の拡大を図ることにより、中小規模のバイオマス発電事業を成立させている例も多くみられるようになってきた。

また、発電を行わない熱利用の形態にあっては、電気の全量買取制度を利用せずとも市民レベルでの普及例が多く見られる。

阿久根市においても、地域に賦存する木質バイオマス資源を利用した発電・熱利用事業の運営を採算ベースに乗せることができれば、再生可能エネルギーの普及に資するのみならず、地域経済の活性化にとっても極めて価値が高いと考えられる。

本調査では、阿久根市において、地域の木質バイオマス資源を活用した事業を成立させるにはどのように進めるべきかを検証し、平成29年に策定された阿久根市再生可能エネルギービジョンに則って検討を行うものである。



図 2-3 木質バイオマス事業の概要



## 1 ) 原料種別

---

バイオマスとは一般的には、生物由来の有機性資源のことをいい、そのうち木材に由来するものを木質バイオマスという。木質バイオマスには、いわゆる建築資材用の丸太だけでなく、林地に放置されてきた林地残材、製材する際に不要物として排出される樹皮、端材、或いは庭木や街路樹などの剪定から出た木や枝、住宅解体や建設現場から排出される木質廃棄物もここに含まれる。また鹿児島県には竹林が1万6000平方メートル（鹿児島県調べ）あり、竹林面積が日本一を誇る。この竹材も有用なバイオマス資源といえる

## 2 ) 燃料種別

---

ここでいう燃料種別とは、上記の原料をどのような形状で燃料として使用するかを指す。具体的には、チップ、ペレット、薪などがある。木質チップとは主に木材を切削・破碎した上で、ふるいにかけることである程度形や大きさをそろえたものを言う。大量に製造しやすく、乾燥して水分量を調節したうえで燃料として使用する。竹を切削した竹チップも一つの候補と考えることができる。木質ペレットは製材の過程で出るおが粉やかんなくず、樹皮などを微粉に粉碎し、水分量を調節した上で機械により圧縮成形した燃料である。粒の大きさや含水率が揃っていないため燃料として非常に扱いやすい反面、製造過程でエネルギーを使用し、価格が高くなる傾向がある。薪は木材を長さを揃えて切断し、割ることのできるため大型機械等が無くても製造しやすい一方、ボイラーへの燃料投入の自動化がしづらいという欠点がある。

本調査ではどの燃料種別も検討対象とするが、それぞれに価格や扱いやすさ、製造の容易さなど長所、短所があることから、それらを考慮しつつ、さらに阿久根市内での調達可能性や想定する熱源機器との適合性も含めて総合的に判断していくこととする。

## 3 ) エネルギー利用方法の種類

---

木質バイオマスを利用して得られるエネルギーの利用方法についても複数種類がある。

### ① 木質ボイラーによる熱利用

木質バイオマスをボイラーで燃焼させて、既存の重油ボイラーの代わりに熱エネルギーを利用する。この場合には原料種別・燃料種別を幅広く検討することができる。

### ② 木質バイオマス熱電併給（蒸気タービン）

一般にこの形態は、大型のボイラーを用いて大量の木質バイオマスを燃焼させ、蒸気タービンを回転させることにより発電する方法である。通常の火力発電所の燃料を木質バイオマスに代替したイメージであり、バイオマス専焼のほか、石炭等との混焼の形態もある。この場合、相当量の排熱が生まれるが、これまでの国内事例をみるとそのすべてが有効利用されているとは言い難い。

### ③ 木質バイオマス熱電併給（ガス化）

木質バイオマスを高温で蒸し焼きの状態にすることにより可燃性ガスを取り出し、

このガスをガスエンジンに投入して発電する。また発電の際にはエンジンの冷却の必要から排熱が発生するが、これを温水として供給することで同時に熱エネルギーも利用することができる。出力としては、発電能力が 10 kW からなど小規模クラスの設備も多く開発されている。

## (2) 木質バイオマス事業の意義と効果

木質バイオマス事業を行うことの最大の意義は、経済の地域内循環にある。熱・電気などのエネルギーは多くの場合、石油、石炭、ガス等の化石燃料を用いて得られるが、かかる化石燃料は国外から購入してこななければならない、地域経済の外部流出をもたらす。しかし地域で調達できる木質バイオマスをエネルギーに変えて利用することによって、これまで利用されてこなかった地域資源に付加価値を生み、地域に新たな富をもたらすことができる。これは経済やエネルギー調達の点において、より持続可能でありかつより自立した地域コミュニティを形成する効果的な手段であるといえる。



図 2-4 木質バイオマス事業の地域内循環効果

代表的な効果としては、以下のような点が挙げられる。

### ■ 一般論的な定量化の試みが可能なもの

#### a. 化石燃料削減効果

現在化石燃料ボイラー等を使用している場合、木質バイオマス設備の導入により化石燃

料の削減効果がある。

**b. CO<sub>2</sub>削減効果**

化石燃料を使用しないことにより、その分のCO<sub>2</sub>の排出を抑えることができる。他方、木質バイオマスを利用する場合はカーボンニュートラルとされるため、その排出抑制分がそのままCO<sub>2</sub>削減効果となる。

CO<sub>2</sub>削減効果は、CO<sub>2</sub>削減対策費の削減という形で金額換算も可能。

**c. 循環型経済形成効果（経済対策）**

事業を行うことで、域外へ流出していたお金が域内にとどまり、経済活動が増加する効果が期待できる。

**d. 交流人口の増加（視察者受入）**

当該事業に関連する視察者を受け入れることで交流人口が増加すれば、視察料収入や、訪問者の宿泊・飲食などの市内消費が期待できる。

**e. 環境意識向上効果**

バイオマス事業を市内で実施することにより、住民や事業者の環境意識向上効果が期待できる。

**■ 地域特性により定量化に大きな幅が生じるもの**

**A. 雇用創出効果**

木質燃料生産事業者、運搬事業者、発電事業者、熱供給事業者などへ新たな確実な雇用を創出することができる。また、林業従事者の増加が期待できる。

行政が行う場合、当該確実な雇用について、当該人数分の雇用対策費に相当する（言い換えれば当該費用の削減効果）があるといえる。

もっとも、林業従事者は雇用されるとは限らず、また事業者によって雇用人数などが異なるため、定量評価には参入しないこととする。

**B. 森林環境保全効果**

間伐等を行うことが森林の適切な整備・保全につながり、森林の多面的機能の発揮がなされる。

もっとも、この効果を定量化するのは非常に困難である。

**C. 環境教育効果**

市内で事業を実施することにより、小学生、中学生、高校生の環境教育効果が期待できる。特に、児童・生徒が集まる施設に設置することで、再生可能エネルギーを身近に体感することができ、環境教育効果が高まる。

#### D. 排熱・余剰熱利用による経費削減効果

排熱や余剰熱を近隣へ供給することにより、地域の事業者・住民の光熱費を削減できる可能性がある。

#### E. 非常時電源・熱源

災害などの非常時の電源、暖房・給湯などの熱源として利用することができる。

#### F. 原油価格上昇時の効果

一定地域でのミクロ的な需要変動により木質チップの調達価格が多少変動することはあり得る。しかし、産油国の情勢不安定、新興国の拡大する消費を考慮すると原油価格の方が変動が大きく、また長期的には価格上昇のトレンドと想定される。

原油のように価格変動が大きい費用を含む事業は経営計画が立てづらく経営上のリスクが大きい。一方で相対的に変動の少ない木質チップを使う事業のほうが安定度があり、また価格変動もより限定された地域での需給により発生するため原油価格よりは変化を予測しやすい。定性的ではあるがエネルギー供給源の多様化による経済安定化への貢献も考慮すべきである。

このように複数の良い効果を生むといえるが、木質バイオマス事業を開始するに当たってはその目的と合致していることも重要である。すなわち、化石燃料由来のエネルギー価格高騰に対抗することが目的であれば、いかに地域に良好な効果を生むとはいえ、試算によってランニングコストの低減が認められない限り木質バイオマスボイラー等を導入することはできない。一方、地域の林業活性化や雇用の創出が主たる目的であれば、ある程度の手間や資金が必要であったとしても、補助金などを活用しながら行政主導で導入を決定することもあり得る。したがって、どの事業主体にとっていかなる導入効果が最も重視されるかが、木質バイオマス事業導入を決する鍵となるといえる。

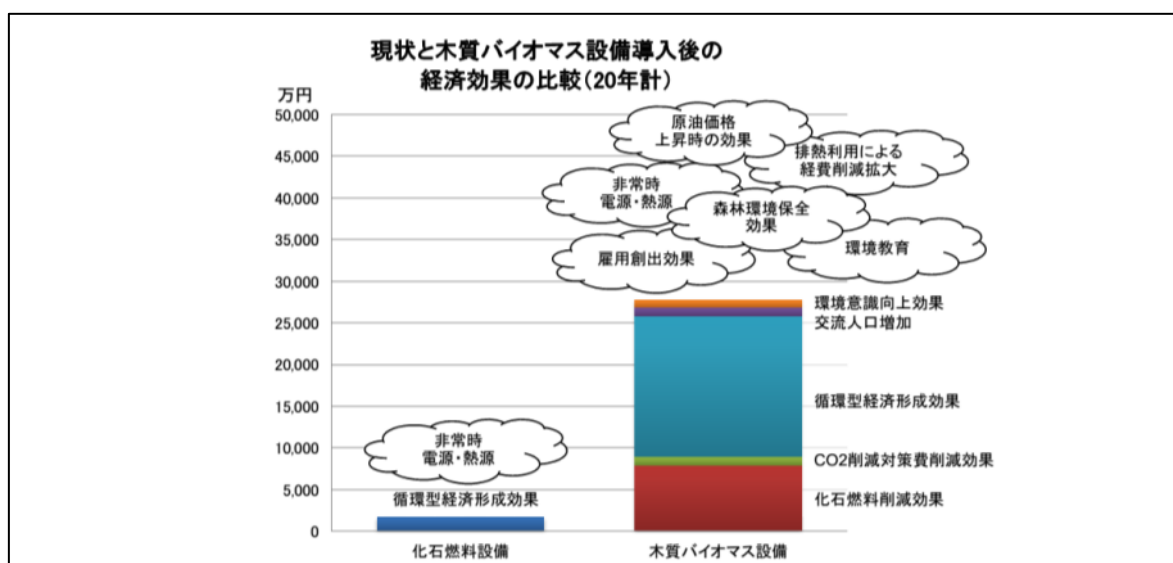


図 2-5 木質バイオマス事業の効果 (一般論)

### (3) 全国的な木質バイオマス事業の実施状況

林野庁が平成 29 年末に発表した「平成 28 年木質バイオマスエネルギー利用動向調査」の統計資料によれば、平成 28 年にエネルギーとして利用された木質バイオマスの量は、木質チップが 773 万絶乾トン(前年比 12.0%増)、木質ペレットが 21 万トン(前年比 34.1%増)、薪が 5 万トン(前年比 2.6%減)、木粉(おが粉)が 32 万トン(前年比 12.0%減)で、木質チップのうち、間伐材・林地残材等に由来するものは 192 万絶乾トン(前年比 64.2%増)であった。

全国的な状況としては、木質バイオマスの利用形態としてはチップが全体の 93%を占め、圧倒的に多いことがうかがえる。

木質バイオマス発電事業における平均出力規模別では、木質バイオマス発電機では蒸気タービン式が 10 万 kW を超えて飛び抜けて大規模であり、大型の発電機が大量の木質チップを消費していることが考察される。ガス化方式やオーガニック・ランキンサイクル(ORC)方式等を含め、木質バイオマスを利用する発電機の数 は 240 基(前年から 8 基増)である。

ボイラー分野での平均出力規模を見ると、チップ炊きとペレット炊きが比較的大型で、薪ボイラーは小規模であることがいえる。ボイラーの基数としては 1,972 基(前年から 27 基増)であり、チップ炊き式よりもペレット炊き式の方が基数としては多い。

他方、小規模木質バイオマス設備に注目すると、林野庁が平成 29 年 10 月にまとめた「木質バイオマス 熱利用・熱電併給事例集」には、「熱利用 薪」「熱利用 チップ・ペレット・その他」「熱電併給」の 3 つの分類で、計 39 か所の事例を紹介している。これらは数十 kW からといった小規模設備の実際の導入事例であり、大いに参考となるものである。

## 木質バイオマス 熱利用・熱電供給事例集 目次

熱利用 薪	燃料	実施主体	利用施設	
1 青森県 新郷村	薪	市町村 木の駅実行委員	温泉宿泊施設	1
2 青森県 西目屋村	薪	市町村・民間企業	温泉宿泊施設	3
3 山形県 金山町	薪・チップ	県支庁	温泉施設等	5
4 千葉県 南房総市	薪	市町村・農家・ 民間企業等	農業	7
5 富山県 南砺市	薪・ペレット	協同組合	病院・ 温泉施設等	9
6 奈良県 天川村	薪	協議会	温泉施設	11
7 和歌山県 古座川町	薪	市町村	温泉宿泊施設	13
8 鳥取県 智頭町	薪	木の宿場実行委員会	温水プール	15
9 岡山県 西粟倉村	薪	市町村	温泉宿泊施設	17
10 岡山県 真庭市	薪	市町村	温泉宿泊施設	19
11 広島県 北広島町	薪	市町村・民間企業等	温泉宿泊施設	21
12 徳島県 三好市	薪	市町村	温泉宿泊施設	23
13 愛媛県 松野町	薪	任意団体	温泉施設	25
14 高知県 四万十市	薪	民間企業等	温泉宿泊施設	27
15 熊本県 阿蘇市（九州内）	薪・ペレット	協議会	公共施設・病院・ 一般家庭等	29
16 熊本県 高森町	薪・ペレット等	協議会	一般家庭	31
17 鹿児島県 肝付町	薪	市町村	温泉施設	33
<b>熱利用 チップ・ペレット・その他</b>				
18 北海道 下川町	チップ・ペレット	市町村	地域熱供給	35
19 北海道 知内町	チップ	市町村	公共施設	37
20 岩手県 紫波町	チップ	市町村・民間企業等	地域熱供給	39
21 福島県 西会津町	チップ・ペレット	委員会	公共施設等	41
22 福島県 南会津町	チップ	市町村	温泉施設	43
23 栃木県 那珂川町	チップ	民間企業	工場・農業	45
24 石川県 小松市	チップ	市町村	温泉施設	47
25 福井県 あわら市、坂井市	チップ	協議会	温泉宿泊施設	49

図 2-6 小規模木質バイオマス設備の導入事例 p.1

	燃料	実施主体	利用施設	
26 山梨県 北杜市	チップ	民間企業	ゴルフ場	51
27 三重県 松阪市	チップ	協同組合	工場・農業	53
28 京都府 京丹波町	チップ	委員会	地域熱供給	55
29 和歌山県 日高川町	木質パウダー	市町村	温泉宿泊施設	57
30 島根県 雲南市	チップ	市町村	温泉施設等	59
31 岡山県 津山市	チップ	市町村	温泉宿泊施設	61
32 山口県 下関市	ペレット	民間企業	地域熱供給	63
33 高知県 安芸市	ペレット	市町村・農家・ 農協・民間企業	農業	65
34 福岡県 八女市	チップ	市町村	温泉宿泊施設	67
35 大分県 日田市	パーク	協同組合	木材乾燥施設	69

### 熱電併給

36 宮城県 気仙沼市	チップ	民間企業	温泉宿泊施設等	71
37 秋田県 北秋田市	チップ	民間企業	足湯	73
38 群馬県 上野村	ペレット	市町村	温泉宿泊施設 農業等	75
39 岐阜県 高山市	ペレット	民間企業	温泉宿泊施設	77

図 2-7 小規模木質バイオマス設備の導入事例 p.2

それぞれの紹介事例数としては、「熱利用 薪」が 17 例、「熱利用 チップ・ペレット・その他」が 18 例、「熱電併給」が 4 例となっている。熱電併給の事例が少ないのは、小規模熱電併給は木質ガス化によるガスエンジン発電が主流であるが、この技術は大中規模の施設を含めても国内での実績がほとんどないためである。

実施主体に目を向けると、「薪」は市町村や協議会など公共性の高い機関が実施している場合がほとんどであり、民間企業が入っている場合も行政と共同しているケースが多い。チップ・ペレット・その他になると、民間企業がちらほら出てくるが、割合としては公共性の高い機関が多い。他方、熱電併給になると、件数は少ないが民間企業が主体となっている。

これは、それぞれの事業採算性についての評価であると推測でき、燃料供給である薪くべの人件費がかかる薪ボイラーは民間企業単体では手が出しづらく、燃料供給が自動化できコスト低減が図られるチップ・ペレットや、FIT 利用による売電収入を見込める熱電併給に対しては民間企業単体でもチャレンジしうるのだろう。

また、市町村等の自治体は、国内実績を重視する傾向にあるため、実績の少ない熱電併給を敬遠する向きがあることも、このような結果に結びつく要因といえる。

#### (4) 国内での普及（海外との比較）

海外特にヨーロッパは木質バイオマス先進地といわれ、これまで数多くの木質バイオマス設備が導入・普及しているが、国内ではまだまだ普及しているとはいえない。

この大きな理由のひとつが、国内では機器設備費・工事費がかさむことである。ヨーロッパでは、kWあたりの機器工事費が10万～30万円のところ、日本で同様な設備を導入する場合は30万～100万円となり、その多くは100万円寄りになっている。

もうひとつの理由として、国内で調達できるチップなどの木質燃料の価格が高いことが挙げられる。チップ単価は、ヨーロッパでは7,000円～13,000円/t（水分30%換算）のところ、日本では10,000～15,000円/t（水分30%換算）が多く、大規模発電用チップではそれ以上の地域もある。下表は、参考地域における熱利用用チップの価格である。

表 2-1 主要自治体のチップ価格

自治体	単価(円)	水分	単価(円) 水分 30%換算
北海道下川町	12,500	30%	12,500
北海道知内町	14,432	50%	20,205
岩手県紫波町	8,000	30%	8,000
石川県小松市	10,700	35%	11,523
福井県坂井市	11,000	27%	10,548
京都府京丹波町	12,000	50%	16,800
島根県雲南市	12,000	0%	8,400
徳島県那賀川町	11,000	30%	11,000

いずれも、木質バイオマス設備の導入事例がまだまだ少ないことにより設備工事費やチップ価格の低減につながらないということと、それらが安くないことにより普及しないという、「にわとり一たまご」の関係にあることは否めない。



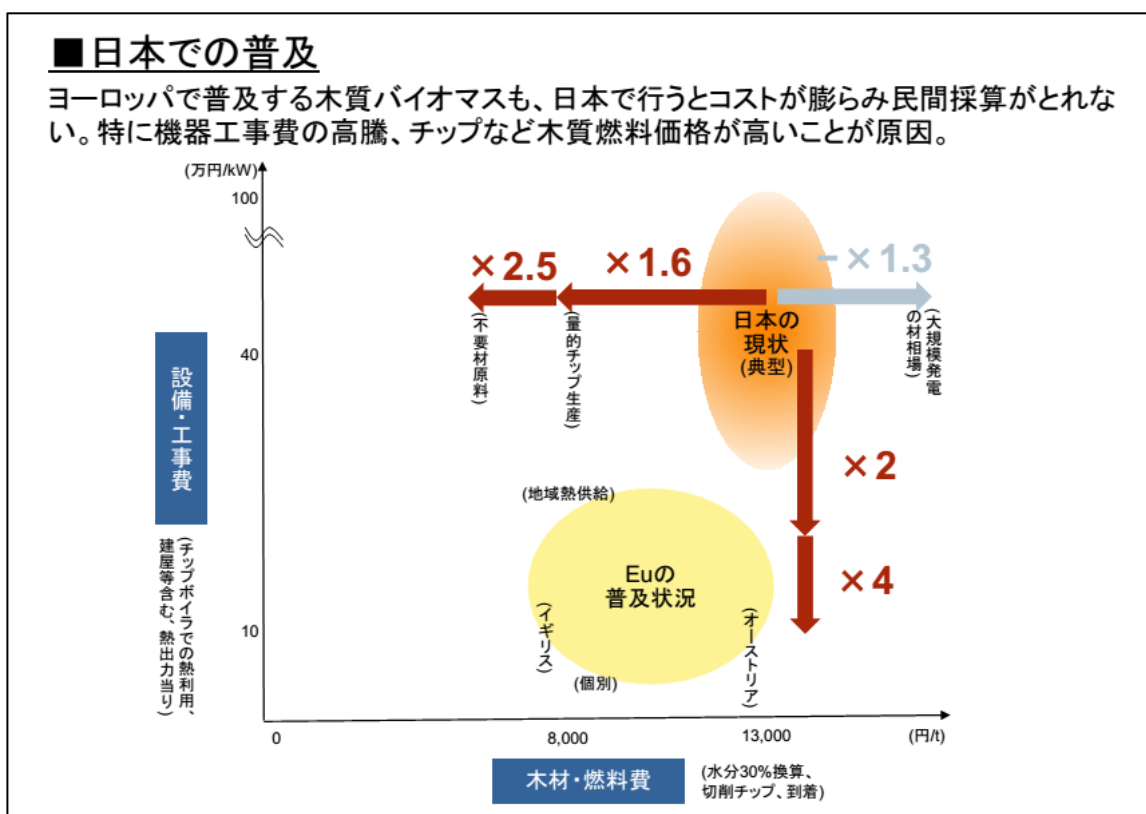


図 2-8 国内とヨーロッパのコスト比較

#### (5) 地域ごとの普及・展開イメージ

こうした状況の中でも、国内での木質バイオマス事業を行う必要性は高く、事業化計画策定や取り組みを進めている地域は多い。もっとも、木質バイオマス事業の普及・展開は、それぞれの地域特性によってアプローチが異なるといえる。

たとえば、林業が盛んで素材生産量が多い地域であったり、木材加工が盛んで廃材が豊富に集まるであったり、再生可能エネルギーの推進に力を入れていて地域住民の理解があるといった地域事情があれば、すぐに経済性を見越した設備導入に進める。そのような事情がない場合、地域住民だけでなく事業実施主体も木質バイオマス事業への理解が十分でないことが多く、事業への賛同が得られず協力者が集まらないなど事業化のハードルが上がるということが想定される。

このような地域においては、まずは周知・啓発活動に努め、地域住民や事業者にできるだけ事業を理解してもらうようにすべきである。周知・啓発活動には、再生可能エネルギーや木質バイオマス事業の説明会・勉強会、林業や木質燃料製造に関する説明会・勉強会等の開催や、主に行政や地域の公共性の高い団体によるビジョン策定なども含まれる。また、木質バイオマス設備のモデル的導入も、ハードの整備でありながら周知・啓発も意味合いも大きい。

この点、阿久根市では平成 28 年度に再生可能エネルギービジョンを策定しており、地域の理解促進に取り組んできた。さらなる意識向上には、今後さらなる活動が不可欠である。本事業は、こうした側面も考慮して検討を進めていくものである。

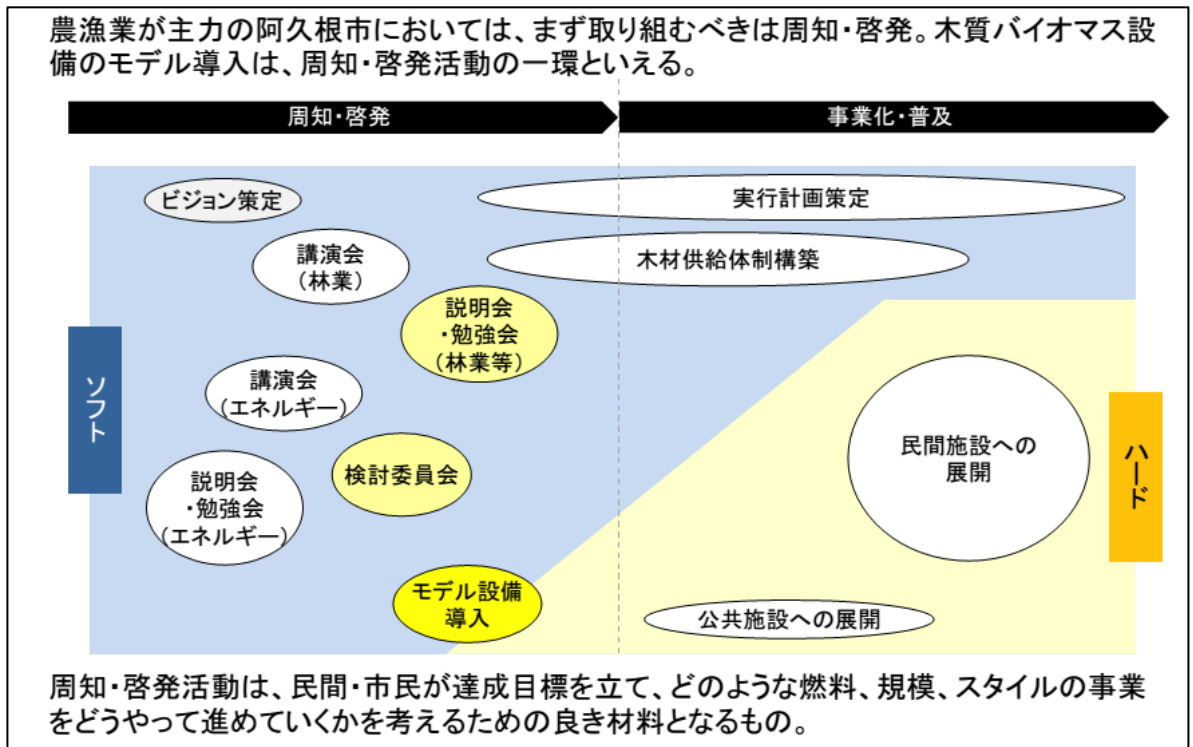


図 2-9 本事業の位置づけ

### 3 熱需要調査

#### (1) 本事業の概要

本調査は、市内から発生する資源である木質バイオマスを活用するモデルとして、市の温水プール敷地に木質ボイラー又は木質バイオマス熱電併給設備を導入し、総合体育館・温水プールへの熱供給（熱電併給の場合は電気も供給）を行うことで地域資源を有効活用することが目的であり、実現へ向けてFS調査を行う。

プール・総合体育館への木質バイオマス設備導入は、今年度で事業化の是非を判断できるまで調査を進め、来年度以降の事業着手につなげられるように、詳細に検討を行う。さらに、他施設への拡大・展開の可能性についても検討する。

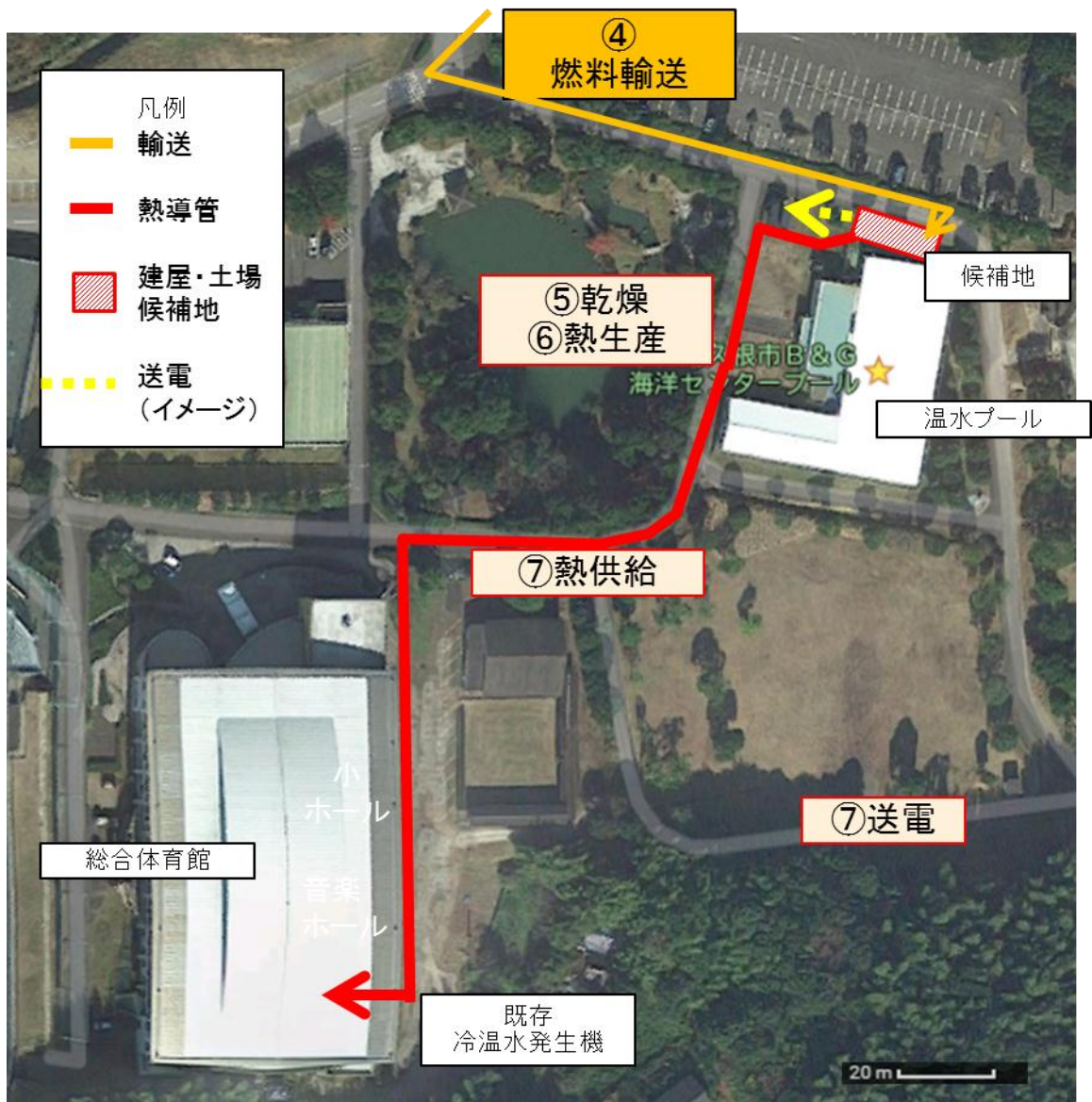


図 2-10 本事業の概要（熱供給）

## (2) 現状の設備

現時点において、阿久根 B&G 温水プール及び総合体育館に設置されている熱源設備については、以下の通りとなっている。

### 1 ) 阿久根 B&G 温水プール

B&G 温水プールには重油炊きボイラーが 1 台設置されている。ボイラーは出力変動の無い ON/OFF 制御となっており、1 台から配管が 2 系統に分岐し、プール水の加温系統と暖房系統に分かれる。

プール水の加温系統は熱交換方式による。自動制御により水温が 28 度から 30 度の間になるように設定されているが、実際の運用としては職員がプールの水温等を測りながら、

一般のプール利用時間帯やスポーツ少年団等の利用予定に合わせて手動で運転を行っている。

暖房系統については、剥き出しの温水管がプールを一周回るように送水し、頭上部に設置されたファンコンベクタから温風を発生させる方式となっている。

表 2-2 既存 A 重油ボイラー仕様

メーカー	昭和鉄工
設備	重油炊き温水ボイラー
型式	SK4204A
出力	488 kW
伝熱面積	6.1 m <sup>2</sup>
燃料	A 重油
導入年月	平成 27 年 2 月
利用形態	プール水加温、建屋内温風暖房
燃料消費量	59.1 リットル/時

### ■既存設備

現在はA重油ボイラーを設置(H27)し、プール加温と暖房に使用している。

既存A重油ボイラー



- ◆ 機器: 昭和温水ボイラー SK4204A
- ◆ 定格出力: 488kW
- ◆ 製造年月: 平成27年2月
- ◆ 稼働時間:
  - 10月16日実績 110分 (連続)
  - 11月26日実績 187分 (断続)
- ◆ 運用上の課題: 冬場寒い(建屋断熱気密性が低い、暖房機器の能力不足など)

木質バイオマス設備は、メンテナンス時やトラブル時のためにバックアップボイラーを置くのが通常。既存かつ新型の重油ボイラーがあるプールは条件がよい。

図 2-11 既存 A 重油ボイラーの運用状況

## 2 ) 総合体育館

重油炊き冷温水発生機が2台設置されており、大型のエアハンドリングユニット（AHU）4台により温風/冷風を供給する方式となっている。体育館の空調は利用者の申請に基づいて稼働させているが、冷暖房費として1時間あたり7,340円が申請者の負担となっており、夏場の数日（平成29年は5日のみ）しか稼働しない状況となっている。

表 2-3 既存冷温水発生機の仕様

メーカー	川重冷熱
設備	重油炊き冷温水発生機
型式	ALA-180F2
出力	冷房時 633 kW 暖房時 509 kW
燃料	A 重油
製造年月	平成6年2月
利用形態	総合体育館の空調
燃料消費量	冷房時 55.6 リットル/時 暖房時 52.3 リットル/時

## (3) エネルギー消費量

### 1 ) 温水プール

#### ■ A 重油

温水プールでは、プール加温および暖房にA重油を使用している。

表 2-4 プールのA重油消費量

	A 重油消費量			単位:L
	H27	H28	H29	
4月	0	3,200	0	
5月	2,052	4,450	2,900	
6月	4,949	3,100	4,500	
7月	0	0	0	
8月	0	0	0	
9月	1,556	0		
10月	4,493	3,200		
11月	1,450	1,500		
12月	4,760	4,100		
1月	4,860	4,500		
2月	3,250	5,850		

A 重油消費量 単位:L

	H27	H28	H29
3月	4,800	4,800	
合計	32,171	34,700	7,400

■ プロパンガス

また、温水シャワー用としてプロパンガスを使用している。温水シャワーは、男女各 3 口ずつ、合計 6 口である。

表 2-5 プールのガス使用料

	ガス使用料金 単位:円		
	H25	H26	H27
4月	4,230	2,560	6,771
5月	5,120	6,480	14,115
6月	5,580	4,030	7,711
7月	5,620	3,769	7,063
8月	8,140	5,961	12,722
9月	3,400	3,456	8,002
10月	1,520	—	8,035
11月	2,050	—	8,802
12月	6,360	—	7,095
1月	3,400	—	10,638
2月	3,230	—	6,938
3月	3,020	—	6,177
合計	51,670	26,256	104,069

■ 電気

このほか、照明・動力等に電気を使用している。

表 2-6 プールの電気使用料

	電気料金 単位:円		
	H25	H26	H27
4月	63,373	84,186	70,535
5月	76,623	85,768	114,234
6月	90,221	84,623	90,646
7月	101,723	128,492	90,676
8月	116,218	125,610	91,009
9月	108,737	116,533	101,451
10月	68,764	41,241	87,705

電気料金 単位：円

	H25	H26	H27
11月	78,337	17,621	92,049
12月	75,371	22,781	87,875
1月	94,682	30,958	104,102
2月	76,244	33,793	90,867
3月	75,996	37,992	0
合計	1,026,289	809,598	1,021,149

2) 総合体育館

■ 電気

総合体育館では、電灯・動力に電気を使用している。

表 2-7 体育館の電気使用料金

単位：円

	H27	H28	H29
4月	529,924	542,312	642,943
5月	517,926	516,853	631,775
6月	512,996	528,619	652,820
7月	544,558	548,787	682,599
8月	529,569	725,559	553,226
9月	572,956	697,532	493,892
10月	527,105	655,262	444,476
11月	592,790	651,123	452,687
12月	642,642	632,802	437,126
1月	549,101	668,024	430,187
2月	542,831	634,761	—
3月	538,191	—	—
合計	6,600,589	6,801,634	5,421,731

■ A 重油

A 重油は詳細な使用量のデータはなく、重油タンクの残量が少なくなったら補充する、という運用を行っている。また、年間を冷暖房利用（冷温水発生器の稼働）は数えるほどであり、実際の使用量を把握するのは困難であった。なお、平成 29 年度夏季の冷房使用日数は合計で 5 日間であった。



## (4) 現在の設備稼働状況

### 1) 熱量計による計測

平成 29 年 12 月 21 日から平成 30 年 2 月 28 日の間、プールの加温系統および暖房系統それぞれについて熱量計を設置し、実際の熱使用量を計測した。

暖房系統については実測データが得られたが、加温系統についてはボイラーが稼働し温水が流れ出すとエラーが発生したため、信頼性の高いデータは得られなかった。これは、管内に気泡が入っているなど超音波を阻害する状況が発生していると考えられる。

### 2) 熱需要ピークの想定

通常、1 年間で最も気温の低い日に熱需要のピークが訪れる。今年度の調査期間内における最も気温の低い日は平成 30 年 2 月 5 日および 6 日であり、最低気温は -1.2 度であった。

もともと、平成 30 年 1 月および 2 月は例年に比べて寒さが厳しかったため、これをカバーする設備では規模が大きくなりすぎるきらいがある。また施設を実際に利用する時間は日中であり 1 日のうちで比較的気温の高い時間帯である。そのため、想定されるピーク時の気温も 1 日の平均気温の平年値をもとに決定した。

気象庁のデータによると、阿久根観測所における平均気温の最低は、1 月の 7.6 度であった。今回の計測データのうち、平均気温 7.6 度に近い日は、平成 30 年 1 月 21 日（日）および 1 月 23 日（火）であった。

表 2-8 阿久根市の気温（平年値）

気温(°C)	平均	日最高	日最低
統計期間	1981～ 2010	1981～ 2010	1981～ 2010
資料年数	30	30	30
1 月	7.6	11.1	4.3
2 月	8.5	12.3	4.9
3 月	11.3	15.2	7.4
4 月	15.5	19.6	11.6
5 月	19.2	23.2	15.5
6 月	22.6	25.9	19.6
7 月	26.4	29.6	23.7
8 月	27.2	31	24.1
9 月	24.5	28.3	21.3
10 月	19.7	23.8	16.1
11 月	14.7	18.6	11.2
12 月	9.9	13.6	6.4
年	17.2	21	13.9



表 2-9 阿久根市の気温（日別：平成 30 年 1 月）

日	曜日	最高	最低	平均
1	月	10	3.3	7.1
2	火	10.4	2	6.2
3	水	11.8	3.8	7.9
4	木	9.5	3.1	6.8
5	金	9.5	3.8	5.9
6	土	11	5.4	7.9
7	日	12.5	4.3	8.4
8	月	17.1	10.4	14.5
9	火	10.8	3.5	7.3
10	水	10	3.7	7
11	木	5.5	-0.1	1.2
12	金	2.2	-1	0.4
13	土	5.7	-1	2.6
14	日	10	-0.1	4.5
15	月	17.5	2.6	9.5
16	火	20.1	7.7	14.8
17	水	18.4	8.5	13.8
18	木	14.5	7.6	10.4
19	金	13.3	6.3	8.9
20	土	12.8	5.7	8.7
21	日	12.7	5	8.4
22	月	10.5	5	7.6
23	火	12	4.2	7.3
24	水	5.9	-0.3	2.4
25	木	5	-0.3	2
26	金	5.8	0.3	3
27	土	7.3	-1.1	2.5
28	日	8.2	2.3	5.6
29	月	6.5	2.9	4.7
30	火	5.8	1.8	3.5
31	水	8.4	0.1	4.7

### 3 ) 設備の利用状況による熱需要ピークの想定

冬季は、地域のスポーツ少年団が水泳の練習のために使用している。これに伴うプール加温（ボイラー稼働）状況および暖房使用状況は、大きくは、

- a) 午前中の練習の場合、朝 8 時ごろから加温開始および暖房使用開始、おもに土日
  - b) 夕方の練習の場合、日中加温開始、夕方から暖房使用、おもに平日
- といった 2 通りである。

a) の場合、気温の低い朝方に加温と暖房の両方が稼働するため、このような利用状況のときに熱需要のピークが発生すると考えられる。このようなピークが、最も気温が低い 1 月の土日（年始休暇を除く）、8～10 日ほど発生すると考えられる。

b) の場合、その日の気温にもよるが、午後からボイラーが稼働し加温を開始し、おおよそ練習が始まる前には適温になりボイラーは停止する。その後練習が始まり暖房が使用されるので、加温と暖房が同時に使用されることは少ないと想定される。

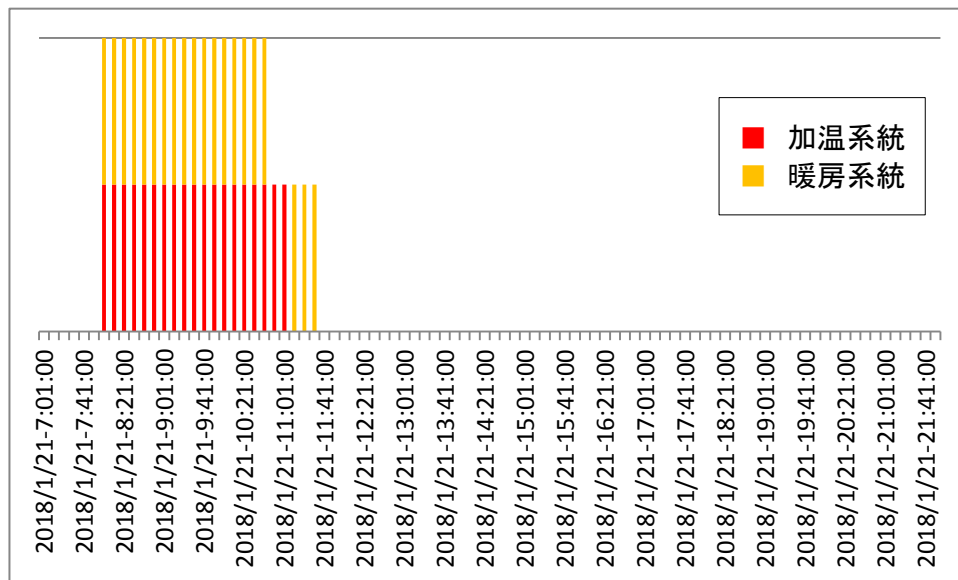


図 2-12 プールの設備利用状況 H30.1.21 (日)

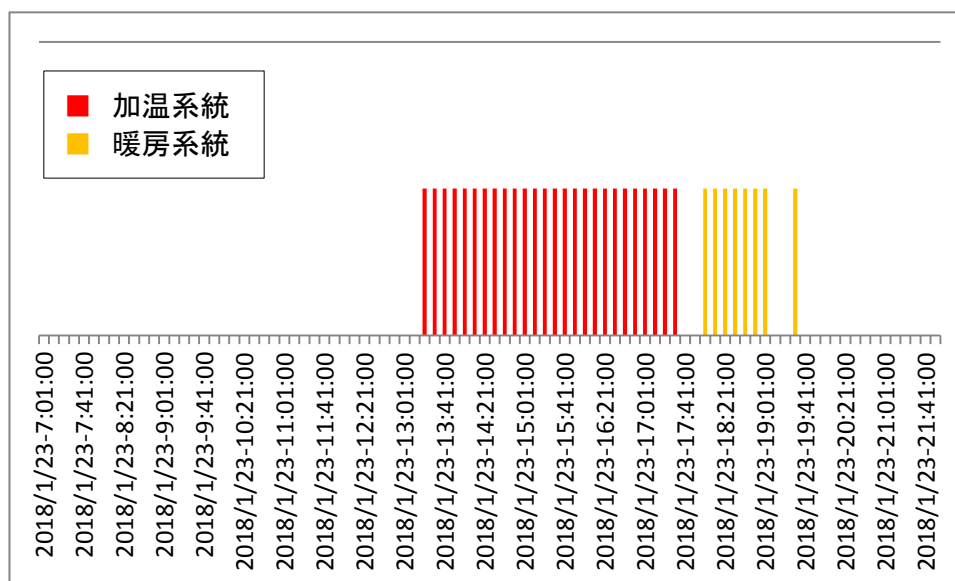


図 2-13 プールの設備利用状況 H30.1.23 (火)

### (5) 熱シミュレーション

以上をもとに、熱シミュレーションを行った。

#### ■ A 重油購入量からの推計

表 2-10 熱シミュレーション条件

メッシュ	1 時間ごとの熱需要を 24 時間 365 日
想定重油消費量	直近 1 季の実績値である 34,700L/年を使用
ボイラー効率	一般的な A 重油ボイラーのボイラー効率 90%を採用
稼働日数	毎週月曜定休、年末年始休。夏季 7 月 8 月 9 月はボイラー稼働なし。
稼働時間	8 : 00 ~ 20 : 00

シミュレーションの結果、机上の計算では、ピーク時熱量は 204kWh であり、熱源設備規模は 200kW 程度で大部分をまかなえる計算となった。

熱需要のピークは最も気温の下がる 2 月の、設備運転開始直後である午前 9 時ごろと想定される。

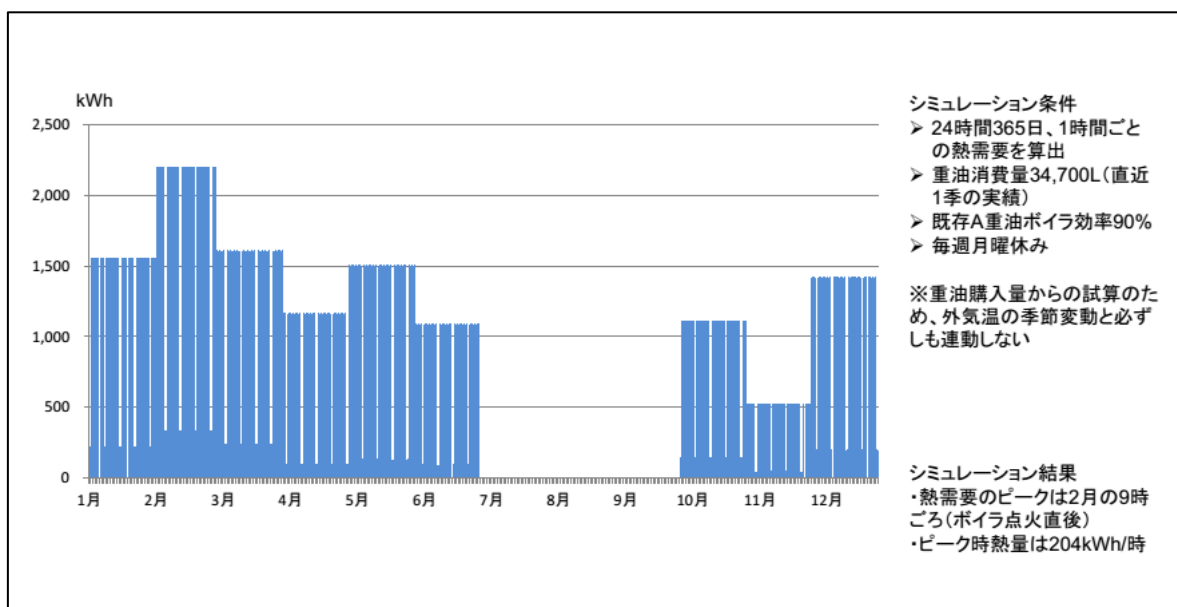


図 2-14 重油購入量からの熱シミュレーション

もつとも、本シミュレーションはA重油の購入実績から推測したものであり、実際の重油使用量および熱需要とかい離する部分が出てくる可能性がある。詳細については熱量計等による計測が必要である。今回のシミュレーションは、あくまで参考値とする。

#### ■ 実測値からの推計

前述の通り、暖房系統の熱量データは計測できたが、加温系統の熱量データは正確な計測ができなかった。

想定ピーク日(平成30年1月21日および1月23日)の暖房のみの熱需要の実測値をみると、1月21日で稼働時平均123kW、最大237kWを計測した。この日の暖房熱需要のうち、出力200kWのボイラーでおよそ97%をカバーできる計算である。この場合、加温に必要な熱量に不足が出るため、既設のA重油ボイラーを稼働させて全体をまかなう運用となろう。

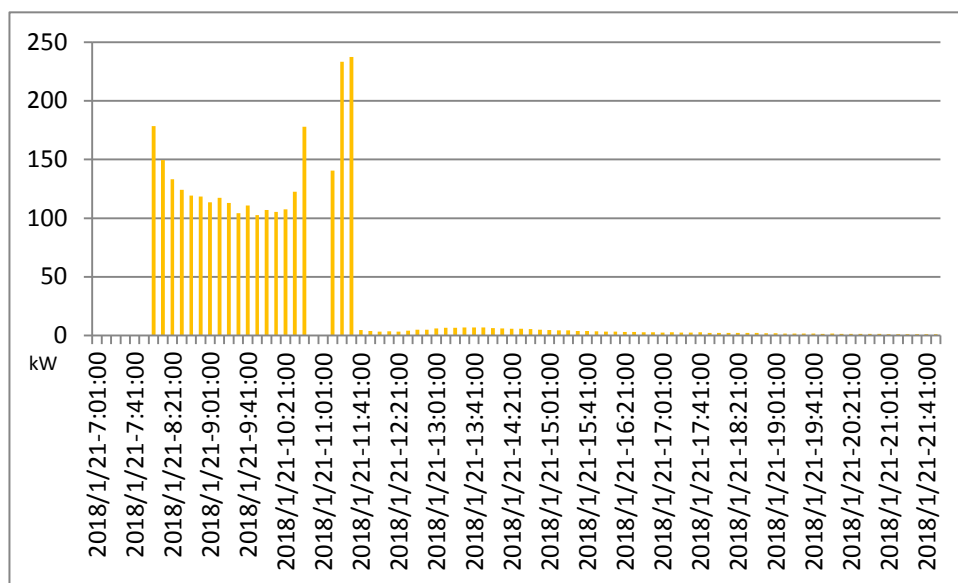


図 2-15 暖房熱需要実測値 H30.1.21 (日)

一方、加温と暖房の使用時間が重ならない1月23日の実測値は、平均125kW、最大186kWを計測した。この場合、暖房のみは出力200kWのボイラーで十分まかなえる計算となる。

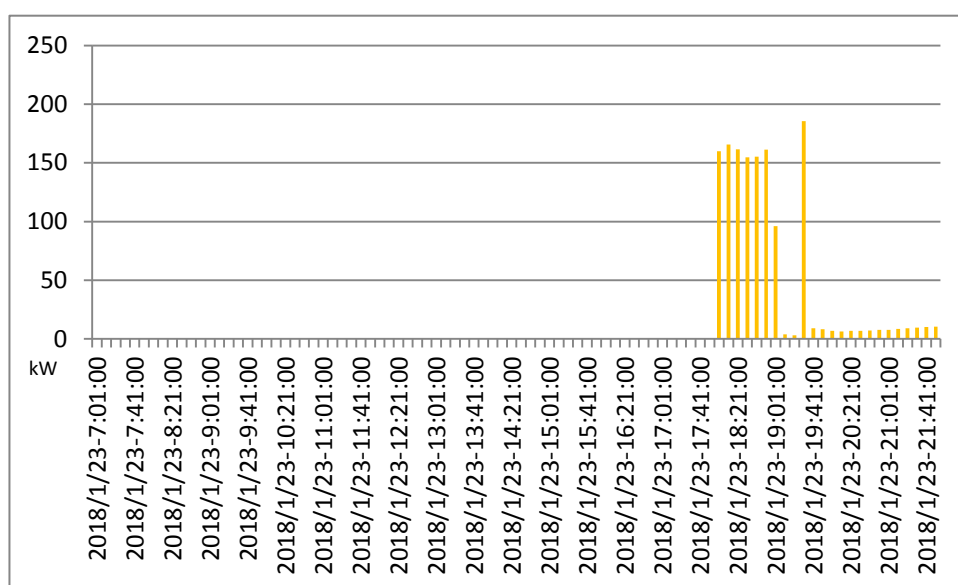


図 2-16 暖房熱需要の実測値 H30.1.23 (火)

なお加温の熱需要について、大きな需要が想定される日などは、早めの点火による加温時間の増加、蓄熱タンクの導入などにより平準化を図る想定である。

いずれの場合によっても、導入する木質バイオマス設備の規模は200kW前後とし、ピーク時対応として既存のA重油ボイラーを運転させる運用が計画のベースとなる。

## 4 原料調達

木質バイオマス燃料として、木質チップ、製材端材、廃パレット、廃木箱、建設廃棄物などを含めどのような資源が調達可能かのヒアリング調査を行った。

なお市内には既に製紙及びバイオマス発電事業用途での木質チップを製造している事業者もある。発電用途の場合は、この事業者から未利用材等のバイオマス証明の付された木質チップを購入することも可能である。それ以外の廃材等については主に熱利用用途での使用を想定している。

### (1) 市内事業者ヒアリングの状況

ヒアリング結果の概要は以下の通りである。阿久根市内には元々燃料用の木質チップを生産している事業者がいるため、量としては多く存在するが、安価に調達が可能と期待される廃材や木質の不要材は、大量には排出されていなかった。建設廃棄物については廃棄物処理法により最終処分の過程まで厳格に監視されているため、すぐに燃料用途としては流用できない状況にある。また、製材の過程で排出される背板や端材はそのまま又は加工して燃料として利用することが可能であるが、パレットや木箱には鉄釘が使用されているためそのまま破碎してボイラーに投入することはできず、釘抜き作業を行うなど一手間加えることが必要である。

表 2-11 ヒアリング結果

事業者	業種	ヒアリング概要（木質材の排出について）
A	チップ製造業	チップ製造を主たる事業としており、阿久根の工場では主に製紙用、薩摩川内市の工場では主にバイオマス発電用のチップを生産し、バイオマス発電事業者に納入している。 チップの生産量は、両工場で年間約 6 万トン。うち阿久根工場では年間約 2 万 4 千トン。一日におよそ 100 トンのチップを生産している。
B	製材業	製材所は常時フル稼働というわけではない 背板は 8~10 枳*/月、最盛時は 4 枳/日ほど排出している。これらは販売している。 *1 枳あたり約 500kg
C	製材業	背板や端材は 5 m <sup>3</sup> /月ほど発生する。すべておが粉に加工し、畜産の敷料として提供する。 そもそも市場で木材が入手しづらくなった。中国等への輸出、バイオマス発電による影響が大きい。
D	造園業	公園や庭木等の伐採で木材は発生するが、樹径でおよそ 10 センチ以上の太い部分は、チップ用材として売却する。 2,016 年 9 月から 2,017 年 8 月までに売却した木材は、約 91 トン。
E	森林組合	平成 28 年度の素材生産量の実績（出水支所全体）：建築用材として 6,000 m <sup>3</sup> 、パルプ用（C 材）が 2,000 m <sup>3</sup> 。阿久根市だけで見ると約 750 m <sup>3</sup> で、うち 6 割が建築用材、残りがパルプ材であった。 阿久根市への運搬費用も考慮して赤字にならないければ、端材は安価で提供可能である。 阿久根市有林の施業が始まり、阿久根市内に木材集積場を設ければ必要量が集まってくるのではないかと。
F	電気・配管工事	廃パレットはほぼ出ることが無く、あったとしても業者に回収される。
G	大型商業施設	廃材、廃パレット等はまず出てこない。
H	漁業協同組合	廃木箱やパレットは多くはないが一定量発生する。発生したものは、地域住民が自宅の風呂用の薪として提供している。
I	土木	道路、公園、護岸など土木工事が主であり、廃材やパレット等はまず出ない。 新設道路の現場などでは伐採木が出るが、原則売却する。年数百トン発生する。廃棄物は産廃処理しなければならない。
J	運送業	廃材、廃パレット等はまず出てこない。
H	木箱製造業	木箱の規格が変わったことで、使用されなくなった木箱が大量にある。木箱製造の過程で端材も一定程度排出される。
I	農業協同組合	リサイクル意識の向上やプラスチック製のパレットへの移行などがあり、廃材、廃パレット等はほとんど出てこない。
J	農産物生産組合	発生しない
K	市民環境課	粗大ごみのうち木くずのみの集計はしていないが、年間 2~3 トンのレベル
L	建設	年間 141 トン（平成 28 年実績）。法律上産廃で処理しなければならない。



表 2-12 ヒアリング結果 写真

製材事業者 B における背板と端材



森林組合 E における端材



木箱製造業者 H における、廃木箱と端材





漁業組合Hにおける廃パレットや廃木箱



(2) 利用可能量の推計

ヒアリングの結果等から、阿久根市内で発生する木質バイオマスの量は、以下のグラフのように推計した。

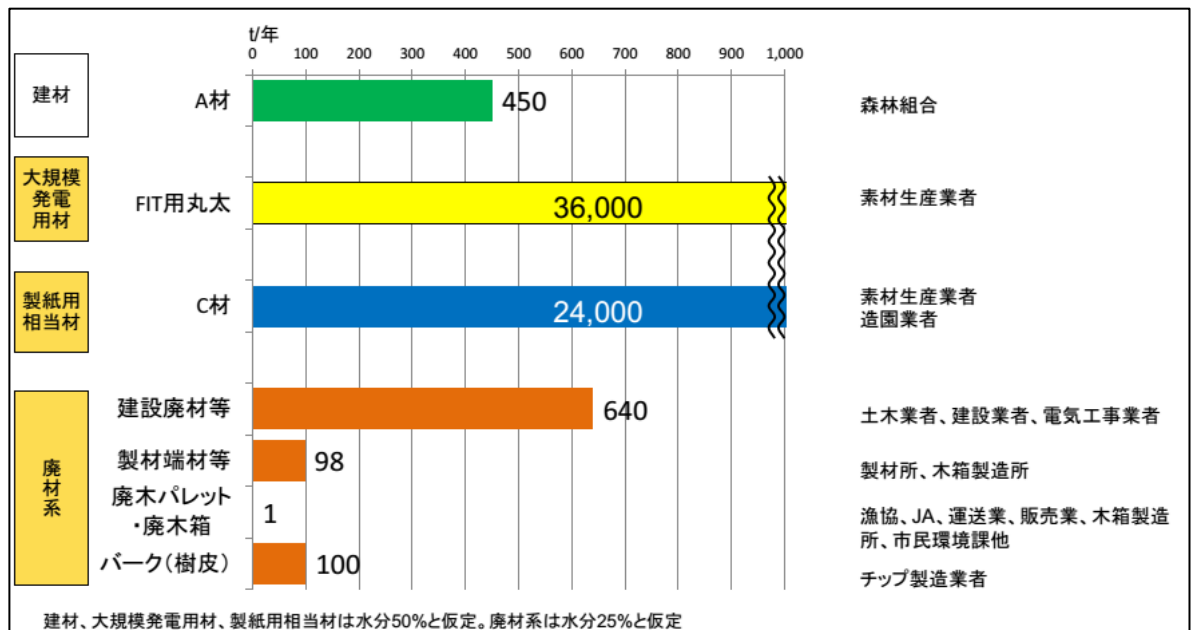


図 2-17 地域で発生する木質原料の発生量

燃料として有力なものは、安価で収集できる可能性があり、乾燥していて、釘などの異物混入の可能性が低い製材端材等といえる。

## 5 施設整備計画

### (1) 熱供給配管および総合体育館への供給

当初は温水プールと総合体育館に熱供給する計画であった。しかし、前述のとおり総合体育館は年間の稼働率が低く、熱需要が期待できない。仮に熱供給を行うとした場合、必要な配管および機器設備費は3,000万円程度が見込まれるため、費用対効果が期待できない。

熱供給設備工事			
工事名	金額	内訳	備考
直接工事費	19,552,790		
温水管敷設		3,251,930	温水配管等
機器設備		14,848,860	貯湯槽、ポンプ等
制御設備工事		1,452,000	
共通仮設費	629,500		
現場管理費	3,031,300		
一般管理費等	2,329,903		
履行保証金	9,285		
小計	25,552,778		
消費税	2,044,222		
合計	27,597,000		



図 2-18 総合体育館への熱供給配管工事費用

### ■事業概要

運動公園内の温水プール玄関前敷地に木質ボイラー施設を建設し、温水配管による熱供給を行う。



図 2-19 事業概要 (熱供給先)

したがって、今回の熱供給対象施設は温水プールのみとする。なお、総合体育館への熱供給については、本事業における温水プールへの熱供給の運用実績等をみながら、将来的に導入する可能性を残す。また、第4章 防災拠点施設への再エネ・省エネ・蓄エネ導入調査において、総合体育館への太陽光発電の導入検討、温水プールへの太陽熱温水器の簡易導入検討および地中熱ヒートポンプの簡易導入検討を行っている。そちらも参照されたい。

## (2) 想定される検討パターン

### 1) 想定される熱源機器の種類

---

今回の熱需要に対応する木質バイオマス設備は出力 200kW 程度ということから、分類としては小規模といえる。小規模木質バイオマス設備としては、薪ボイラー、チップボイラー、チップガス化熱電併給設備、ペレットボイラー、ペレットガス化熱電併給設備が考えられる。

#### ■ 薪ボイラー

薪ボイラーは、薪を燃料として燃焼させ、温水を作り出すボイラーである。燃料である薪は他の燃料に比べ製造は容易であり、加工コストがかからない。また、従来から薪ストーブや薪風呂など薪を利用しており、収集・加工の仕組みが整っているなど、身近に入手できる環境においては、スムーズな導入が可能である。また、チップボイラーやペレットボイラーに比べ、燃料の水分量が比較的高い場合でも使用が可能である。

他方、薪ボイラー運用には必ず薪をくべる作業が発生する。燃料投入が手動となることが大きな特徴である。また、1 台当たりの出力は大きくなく、規模が大きくなると複数台の導入が必要になる。燃料についても、チップ等に比べると 1 単位の燃料が大きく重く、保管や運搬にも手間がかかる。

設備の価格帯イメージは 2,000 万円～8,000 万円とされる。

燃料製造に必要な設備については、薪割り機や玉切り用のチェーンソー、保管用の薪棚などがあればよく、安ければ数十万円から整備が可能である。業務用の薪割り機になると、数百万円クラスが存在する。

#### ■ チップボイラー

チップボイラーは、木質資源を数センチ角のチップ状にしたものを燃料として燃焼させ、温水を作り出すボイラーである。燃料の自動供給が可能であり、その他運転についても自動制御のものが増えてきており、運用面での人件費がかからない傾向にある。また、チップ製造については、原料をチップパーに投入するだけであるため、比較的容易であると考えられる。原料となる木質資源も、原木丸太から建築廃材まで広く対応が可能である。流通しているチップ価格も、他の木質燃料と比べ安価であるため、大口需要に向く。

他方、後述するペレットと比べるとエネルギー密度は低くなる。また、チップボイラーに投入する際はある程度の乾燥度が必要となる。チップボイラーの種類にもよるが、ヨーロッパで普及しているタイプはおおよそ水分 35%以下を求められることが多く、25%以下と

なれば十分な性能を発揮できるようになる。

設備の価格帯イメージは5,000万円～1億円とされる。

燃料製造に必要な設備には、チップパー、建屋、フォークリフトやグラブプル、計量機などがあり、チップを製造するための広い土場の整備も必要となるため、初期費用は1億円～2億円と費用がかさむ可能性が高い。もっとも、ヨーロッパで普及している形としては、移動式チップパーを山林に持ち込み、林内でチップングシトラックに積み込み、そのまま顧客に運送するような方法もある。この場合は初期投資が抑えられるが、チップパーが入っていくことが可能な林道など各種条件が整っていなければならない。

#### ■ チップガス化熱電併給設備

チップガス化熱電併給設備は、チップを無酸素または低酸素状態で800℃から1,000℃の高温条件下で熱分解（ガス化）させ、一酸化炭素、水素、メタンガスなど回収し、浄化・冷却後にガスエンジンへ投入して発電し、同時にエンジンからの排熱も利用することを目的としたシステムである。規模的には10kWからメガクラスまで広く対応するが、比較的小規模帯で高い発電効率を発揮するのが特徴である。

燃料の自動供給や運転が自動化されており、運用に人手がかからないなど、チップボイラーと同様のメリットがあり、加えて発電を行うことから売電収入が見込めるため比較的採算ベースに乗りやすいといえる。

他方、デメリットもチップボイラーと共通するが、これらに加え、最も違いが明確に出るのは設備の価格帯である。1億円から2億円と、木質ボイラーと比べて導入コストが跳ね上がることになる。他にも、サイズがそろっている、粉が少ないなど高品質なチップが要求され、乾燥度も水分15%以下と厳しい基準となっている。また、固定価格買取制度（FIT）を利用して売電する場合はバイオマス証明が必要となる。こうした背景があるため、国内での実績が大幅に少ない。

製造設備についてはチップ製造工場が必要になるが、ガス化熱電併給設備によっては専用のチップパーが必要になることもあるため、慎重な検討が必要である。

なお、50kW未満の低圧案件に関する系統連系は、九州電力から申請すれば特に問題なく連系可能との回答を得ている。売電・系統連系に関する調査は、第3章4（3）発電利用の項に記載している。<sup>1</sup>

#### ■ ペレットボイラー

ペレットボイラーは、おが粉やかんな屑など製材副産物を圧縮成形した小粒の固形燃料であるペレットを燃料として燃焼させ、温水を作り出すボイラーである。

こちらでも燃料の自動供給が可能であり、運転も自動でかつ火力調整が容易なため利便性が高い。小型の機器でも燃焼効率がよく、またペレット自体のエネルギー密度が高いため輸送費なども比較的削減される傾向にある。

他方、ペレットを製造する工程が多段階に渡るため製造コストがかかり、チップ等の他の燃料に比べて燃料価格が高くなる傾向にある。また、製造工程で大量のエネルギーを使

<sup>1</sup> 添付資料1 九州電力との協議結果\_低圧



用するため、環境負荷が大きくなる。

設備の価格帯は 2,500 万円～4,000 万円とされ、比較的安価で導入が可能である一方、ペレット製造工場を整備するには 2 億円～4 億円の投資が必要となる。

### ■ ペレットガス化熱電併給設備

ペレットガス化熱電併給設備もチップガス化熱電併給設備と同様、ペレットをガス化させてガスエンジンを回し、電気と熱を作り出すシステムである。チップガス化熱電併給設備のメリットに加え、火力調整が容易であり、使用するペレットのエネルギー密度が高いため効率よく運用が可能である。

デメリットについてはペレットボイラーと同様であり、これに加えて FIT 利用の場合はバイオマス証明が必要となる。また導入コストが高いため国内実績が少ないことはチップガス化熱電併給と同様である。

■小規模木質バイオマス設備の種類		薪ボイラー	チップボイラー	チップガス化熱電併給	ペレットボイラー	ペレット熱電併給
燃料						
特徴	メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料の製造が容易</li> <li>・燃料の加工コストがあまりかからない</li> <li>・薪が身近に入手できる環境においては、利用可能性が高い</li> <li>・薪が比較的乾燥していても使用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料の自動供給が可能</li> <li>・燃料製造が比較的容易なため、小規模な燃料供給事業に参画が可能</li> <li>・多様な木質資源の活用が可能</li> <li>・燃料コストが低く抑えられる為、大口需要に向く</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料の自動供給が可能</li> <li>・燃料製造が比較的容易なため、小規模な燃料供給事業に参画が可能</li> <li>・多様な木質資源の活用が可能</li> <li>・燃料コストが低く抑えられる為、大口需要に向く</li> <li>・売電収入が見込め採算ベースに乗りやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料の自動供給が可能</li> <li>・負荷変動への対応が可能</li> <li>・燃料の取り扱いや制御が容易であるため、火力調整が容易である</li> <li>・小型の燃焼機器でも燃焼効率が良い</li> <li>・エネルギー密度が比較的高いため扱いやすい</li> <li>・売電収入が見込め採算ベースに乗りやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料の自動供給が可能</li> <li>・負荷変動への対応が可能</li> <li>・火力調整が容易である</li> <li>・小型の燃焼機器でも燃焼効率が良い</li> <li>・エネルギー密度が比較的高いため扱いやすい</li> <li>・売電収入が見込め採算ベースに乗りやすい</li> </ul>
	デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1台当たりの出力が小さい。大規模に向かない</li> <li>・設備が高価</li> <li>・設備設置場所に制限あり</li> <li>・燃料保管スペースが必要</li> <li>・燃料供給の自動化が困難</li> <li>・燃料効率を上げることや火力の調整が困難</li> <li>・燃料が大きく重い為、保管や運搬に手間がかかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペレットに比べエネルギー密度が低い</li> <li>・チップにある程度の乾燥度が求められる</li> <li>・チップサイロススペースが必要</li> <li>・含水率による性質能力の変動が大きい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左に加え、</li> <li>・高品質で乾燥したのチップが求められる</li> <li>・FIT利用の場合はバイオマス証明が必須</li> <li>・専用チップ製造施設が必要な場合がある</li> <li>・導入コストが高い</li> <li>・国内実績が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製造工程が多段階にわたる為、製造コストが比較的高くなり、チップに比べ燃料価格が高くなる</li> <li>・大規模ボイラーでは、ペレットにすることでコスト高になる</li> <li>・加工工程が多く、燃料製造の環境負荷は高くなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左に加え、</li> <li>・FIT利用の場合はバイオマス証明が必須</li> <li>・導入コストが高い</li> <li>・国内実績が少ない</li> </ul>
熱源設備の価格帯		2,000万～8,000万円	5,000万～1億円	1～2億円	2,500万円～4,000万円	2～3億円
燃料製造施設		薪割り機など 50～1,000万円	チップ製造工場 1～2億円	チップ製造工場 1～2億円	ペレット製造工場 2～4億円	ペレット製造工場 2～4億円

※価格帯は燃料使用量により異なる。金額はバイオマス白書2017[http://www.npobin.net/hakusho/2017/topix\\_03.html](http://www.npobin.net/hakusho/2017/topix_03.html)などより

図 2-20 小規模木質バイオマス設備の種類

## 2 ) 燃料の調達方法

燃料の調達方法としては、まず既製品を購入するか、製造設備から整備して自ら製造するか、の 2 通りが考えられる。

地域に既存の燃料生産業者や販売者がいる場合は、購入する方法が初期投資も少なく済むため有効である。ただし、運搬費用の面からはできるだけ使用場所と近いほうがよく、

また既存業者の生産量・販売量が十分であり計画の必要量が確保できるかどうか、購入単価が高すぎないか、などの点に注意すべきである。既存製品を購入する場合は、生産・販売業者のマージンが乗せられるため一般的にコスト高となる傾向が強い。

他方、燃料製造工場から整備し、自ら燃料製造を行おうとした場合、工場を整備する土地を確保できるか、素材生産者や製材所などと交渉して原料を確保できるか、初期投資額がいくらになるか、また資金調達が可能か、製造した燃料の販路は確保できているか、など種々の論点をつぶしていく必要がある。

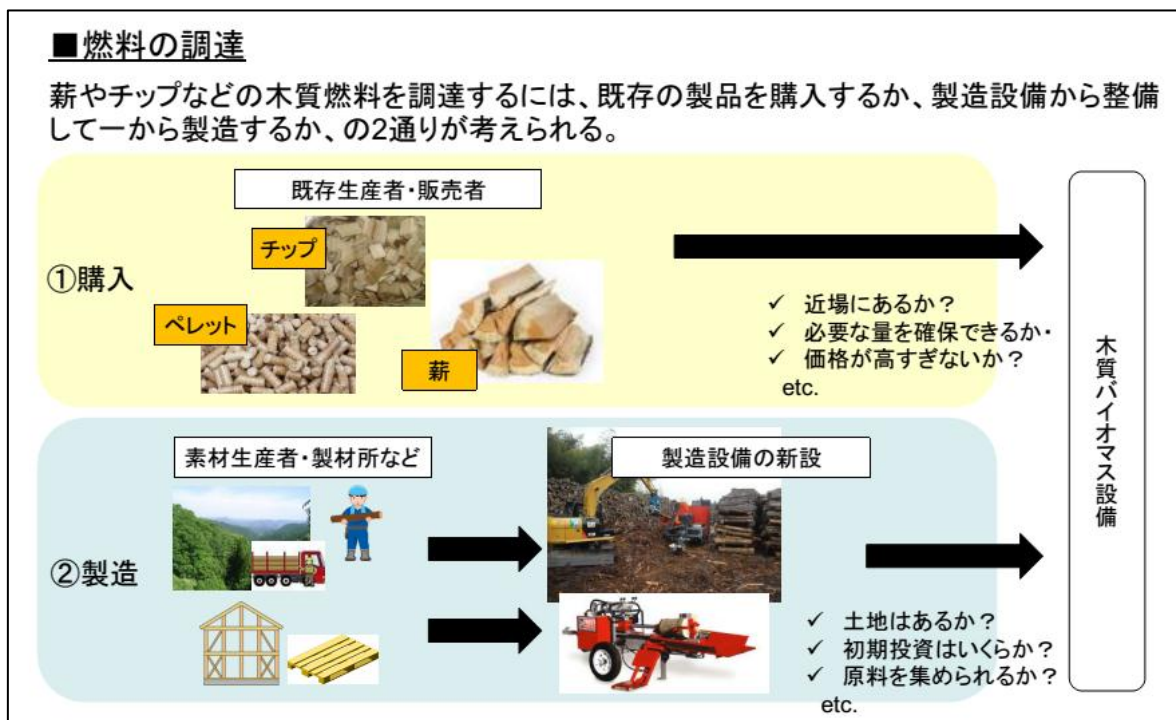


図 2-21 燃料の調達

以上から、今回の検討においては、木質バイオマス設備 5 種類、それらの燃料を購入するか製造するか、の計 10 パターンの選択肢が考えられる。なお、チップについては廉価材を市内既存チップパーにてチップ化するという選択肢もある。これについては後述する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
機器	薪ボイラー	薪ボイラー	チップボイラー	チップボイラー	チップガス化熱電併給	チップガス化熱電併給	ペレットボイラー	ペレットボイラー	ペレット熱電併給	ペレット熱電併給
燃料の調達	購入	製造	購入	製造	購入	製造	購入	製造	購入	製造

図 2-22 今回検討するパターン

### (3) 個別検討

#### 1) 燃料製造コストの検討

前述の通り、燃料製造を行う場合、燃料製造設備導入には初期投資が必要となる。特にチップ製造工場やペレット製造工場は高額になる。これは、チップ製造やペレット製造は大量生産することにより製造コストの削減を図るという設備が基本であり、ある程度の生産能力を有するものがほとんどだからである。言い換えれば、ある程度の生産量を確保しないと初期投資が回収できないということであり、すなわちその分の消費・販売先を確保しなければならないということである。

今回検討する設備は、小規模木質バイオマス設備であり、代替するA重油は金額として200万円から300万円程度であり、これに対して燃料製造施設に数億円規模の投資を行うのは現実的ではない。また今後の販路が見えていない現状においては、燃料製造設備の整備は時期尚早と言わざるを得ない。

したがって、チップ製造およびペレット製造を想定するD:チップボイラー+チップ製造、F:チップガス化熱電併給+チップ製造、H:ペレットボイラー+ペレット製造、J:ペレット熱電併給+ペレット製造は組上から一旦降ろすこととする。

■燃料製造のイニシャルコスト			
燃料製造を行う必要がある場合、燃料製造設備導入の初期コストがかかる。チップやペレット製造設備は高額で、相応の生産量(消費量)を確保が必要。			
	薪	チップ	ペレット
原料	製材端材、間伐材等	製材端材、間伐材等	製材端材、間伐材等
原料輸送	トラック	トラック	トラック
燃料製造	薪割り機、チェーンソーほか	チップパー、建屋、フォークリフト、グラブブル、土場整備、トラックスケール他	ペレタイザー(チップ化から成型まで)、建屋、フォークリフト、グラブブル、土場整備、トラックスケール他
燃料輸送	トラック	トラック	トラック
乾燥	薪棚、土場	土場(自然乾燥)、乾燥設備	燃料製造設備に含む
初期コスト	薪割り機など 50~1,000万円	a:チップ製造工場 1~2億円 b:移動式チップパー ~1億円	ペレット製造工場 2~4億円

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
機器	薪ボイラー	薪ボイラー	チップボイラー	チップボイラー	チップガス化熱電併給	チップガス化熱電併給	ペレットボイラー	ペレットボイラー	ペレット熱電併給	ペレット熱電併給
燃料の調達	購入	製造	購入	製造	購入	製造	購入	製造	購入	製造

図 2-23 燃料製造のイニシャルコスト

## 2 ) 入手が比較的容易な燃料の比較

阿久根市周辺で調達可能な木質燃料について、ヒアリング調査等を行った。

### ■ 薪の調達

薪については、市内には薪製造販売を主な業とする事業者はおらず、大型商業施設で販売されている以外は、薪風呂などの自家用に原料収集や薪割りなどを行っている場合がほとんどである。

なお、鹿児島県は全国でも有数の薪使用量を誇る。しかし、このほとんどは県南部での鱈節製造にかかる乾燥に使われており、県内全域で薪や木質バイオマスの利用が盛んとは限らない。

### ■ 木質チップの調達




木質チップは、市内にチップ製造業者が1社ある。このチップ製造業者は、パルプ用チップ、大規模発電用チップの生産を行っている。生産量も十分であり、量として確保できる可能性がある。

### ■ 木質ペレット

市内には木質ペレット製造販売を主な業とする事業者はいない。最寄りの木質ペレット製造工場（一般社団法人日本木質ペレット協会の認定事業者）は、熊本県熊本市「(株)エコポート九州」や宮崎県都農町「都農ペレット工業(株)」など県外事業者となっている。

### ■ バイオマス燃料種別と特徴

燃料の種類はいくつかあり、熱源機器に適合する燃料を調達しなければならない。容易かつ安価に入手できるかは、地域によって大きく異なる。

	種別	阿久根市および周辺の状況
	薪	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 市内には、薪製造販売を主な業とする業者はない。*1</li> <li>➢ 市内大型商業施設で販売している。</li> <li>➢ 鹿児島県統計では、薪流通価格は12,000円/棚 *2</li> </ul>
	木質チップ (切削)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 市内にチップ製造業者あり（販売単価は業者別のため非公表）</li> </ul>
	木質ペレット	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 市内にペレット製造販売を主な業とする業者はない。</li> <li>➢ 最寄は熊本県熊本市「(株)エコポート九州」や宮崎県都農町「都農ペレット工業(株)」 *3</li> </ul>

\*1 市水産林務課聞き取り \*2 県森林経営課聞き取り。送料別。  
\*3 (一社)日本木質ペレット協会認定事業者

図 2-24 バイオマス燃料種別と特徴



次に、それぞれの燃料価格を比較する。薪、チップ、ペレットは水分量や販売単位も異なるため単純な比較はできない。そこで、一般的な発熱量の数値を用いて熱量換算し、熱量当たりの単価を求めたうえで比較することとした。なお、本項における価格には送料・運搬料は含まないものとする。

熱量換算には、下表の低位発熱量の数値を用いた。

項目	単位	ペレット	薪	湿潤チップ	灯油	A重油
含水率 (湿量基準)	%	10	25	50	0	0
高位発熱量 ※1	MJ/kg MJ/L	17.0 10.2~12.8	14.2 2.8~5.0	9.5 2.4~3.3	46.5 36.7	45.2 39.1
低位発熱量 ※1	MJ/kg MJ/L	15.5 9.3~11.6	12.5 2.5~4.3	7.5 1.9~2.6	43.5 34.9	42.7 37.1
かさ密度	kg/m <sup>3</sup>	600~750	200~350 ※2	250~350	780~800	830~960
固体比重		1.1~1.3	0.3~0.5	0.5~0.8	-	
灰分	%	木部：0.5~1.0 樹皮：3~5			-	

ただし、木質燃料の無水ベースでの高位発熱量を18.9MJ/kgとして計算

※1：上欄含水率（湿量基準）における発熱量

※2：薪棚の空隙率を30%として計算

注：エネルギー密度 (MJ/m<sup>3</sup>) は、低位発熱量 (MJ/kg) ×かさ密度 (kg/m<sup>3</sup>) として計算できる

図 2-25 燃料別の発熱量

### ■ 薪の価格

薪は、市内の大型商業施設では店頭価格で1束450円（税抜）<sup>2</sup>で販売されている。これを水分25%の重量単位で表すと、おおよそ45,000円/トンとなる<sup>3</sup>。ここで、薪の低位発熱量を12.5MJ/kgとした場合、熱量当たりの単価は4.50円/MJとなる。

また、鹿児島県の統計によれば、薪の平均流通価格は12,000円/1棚であり、これを水分25%の重量単位で表すと、おおよそ33,000円/トンとなる<sup>4</sup>。熱量当たりの単価は2.64円/MJとなる。

<sup>2</sup> 平成29年12月現在

<sup>3</sup> 店頭販売分1束=約10kgと想定

<sup>4</sup> 鹿児島県森林経営課聞き取り。12,000円/L m<sup>3</sup> (=1棚)、1棚=45束、1束=8kgとして計算。

## ■ チップの価格

市内のチップ製造工場での販売単価は非公表である。このため、国内の主要な地域でのチップ価格を参考に、熱量あたりの単価を算出した。

これを見ると、熱量あたりの単価はおおよそ0.8円/MJから2.0円/MJの間となっている。チップは比較的熱量あたりの単価が低い傾向にあるといえる。

表 2-13 主要自治体のチップ価格（熱量あたりの単価）

自治体	単価(円)	水分	熱量あたりの単価(円)
北海道下川町	12,500	30%	1.19
北海道知内町	14,432	50%	1.92
岩手県紫波町	8,000	30%	0.76
石川県小松市	10,700	35%	1.10
福井県坂井市	11,000	27%	1.00
京都府京丹波町	12,000	50%	1.60
島根県雲南市	12,000	0%	0.80
徳島県那賀川町	11,000	30%	1.05

## ■ 木質ペレット

一般社団法人日本木質ペレット協会の認定工場である都農ペレット工業（株）では、54,000円/トンで販売している。これを熱量あたりの単価に換算すると、3.48円/MJとなる。

また、九州バイオマスフォーラムでは910円/20kgで販売しており、こちらを熱量あたりの単価に換算すると2.94円/MJとなる。

このように、熱量あたりの単価で比較した場合、チップがもっとも安く、幅があるが薪とペレットが高くなるといえる。

また入手の容易性の面からすると、薪、薪の原料となる木材、木質チップは市内で調達が可能である一方、ペレットは県外から調達しなければならず、上記の金額に加えて運搬費がかかってくるため、コスト高が懸念される。

以上から、ペレットを購入する G：ペレットボイラー+ペレット購入、I：ペレット熱電併給+ペレット購入パターンは、将来的な検討に回すこととする。

■入手が容易な燃料の比較										
薪、薪の原料となる木材、木質チップについては市内で調達可能だが、ペレットは市外(県外)から購入しなければならない。										
	薪	薪の原料	チップ	ペレット						
市内	①店頭価格 *1 450円/束	製材端材 3,000円/把 原木丸太 業者ごとで変動	販売単価非公表	—						
市外	—	—	—	①都農ペレット工業 54,000円/t *2						
その他参考	②鹿児島県統計 33,000円/t *3	—	国内8市町村 ①6,000円 ~②14,432円/t *4	②九州バイオマス フォーラム 910円/20kg *5						
低位発熱量*6	12.5MJ/kg 25%	—	7.5MJ/kg 50%	15.5MJ/kg 10%						
熱量あたり 単価	① 4.50円/MJ ② 2.64円/MJ	—	① 0.80円/MJ ~② 1.92円/MJ	① 3.48円/MJ ② 2.94円/MJ						
*すべて税抜。送料別。 *1 水分量は25%と仮定 *2 水分量は10%と仮定 *3 県森林経営課聞き取り。水分量は25%と仮定 *4 別紙参照。水分量は50%換算 *5 水分量10%と仮定 *6 日本木質ペレット協会HPより										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
機器	薪ボイラー	薪ボイラー	チップボイラー	チップボイラー	チップガス化 熱電併給	チップガス化 熱電併給	ペレットボイラー	ペレットボイラー	ペレット熱電併給	ペレット熱電併給
燃料の調達	購入	製造	購入	製造	購入	製造	購入	製造	購入	製造

図 2-26 入手が容易な燃料の比較

なおペレットについては、隣県では宮崎県串間市に木質ペレット工場が新設予定、県内市町村では、いちき串木野市で木質ペレット工場新設の計画があり<sup>5</sup>、現状より安価に入手できるようになる可能性がある。これは直接の地域の資源とはいえないが、こういった周辺自治体の動向も注視しつつ、将来的な導入可能性も探っていく必要がある。

<sup>5</sup> いちき串木野市広報 2017 年 4 月版より

### 3 ) 安価材を用いたチップ製造試験の結果

燃料製造については、地域に既存の燃料製造事業者がいる場合、原料となる安価な木質原料を収集・提供し、燃料製造のみを委託する方法も考えられる。

阿久根市内にはチップパーを保有する事業者が2者あることから、市内で調達可能性が高い安価な製材端材等をチップ化してもらい、チップ価格を抑えることができる可能性がある。

#### ① 市内チップ製造業者でのチップ化試験

表 2-14 チップ製造試験概要

項目	内容	備考
原料	阿久根市内で発生する製材端材	
調達先	市内製材所	クギ等異物なし
調達コスト	材料費 1,500 円/枳 運搬費 1,000 円/回	製材所からチップ製造業者まで運搬
原料調達量	おおよそ 1 m <sup>3</sup> 程度を準備	歩留りなどを計算。重量は乾燥度や腐り具合により変動する。
チップパーおよび製造場所	市内チップ製造事業者阿久根チップ工場にて、既設のチップパーを使用	

項目	内容	備考
日時	11月29日(水) 15:00~	
チップサイズ	現在の設定のまま	可能な限り現状と同じ方法となるように
水分量	35%以下	水分量の計測が必要
分別方法	チップサイロ上部に1トンのフレコンバックを設置し、詰め込み後フォークリフトで吊って移動させる。	
保管場所・方法	チップ工場内に一時保管	水分量の計測が必要
チップ化コスト	今回のみのコスト試算は不可	

## ■ チップ化試験経過

- ・前日 28 日 製材所より 28 日中に背板および端材の搬入が完了。計量済。ただし、29 日朝から雨が降っていたため、背板および端材は雨でぬれていた。
- ・14:30 作業中であった竹のチップ化を終了し、チップパーの刃を新品に付け替える作業を行った。
- ・14:45 背板からチップ化を開始。
- ・14:46 背板がチップパーに挟まり、機械を停止した。詰まりを解消する作業を行った。
- ・17:00 頃 詰りが取れる。チップ製造事業者との協議の結果、背板は当該チップパーではうまくチップ化できないため、本試験を中止した。

## ■ 結果

結果、チップ製造業者の既存チップパーでは背板をチップ化することは非常に困難であることがわかった。

なお、500kg フレコンバックに 6~7 割、約 60kg のチップは製造できた。チップ製造事業者によれば、丸太をチップにしたものと比べて長めのチップが多いとのことであった。生産量が少なかったため、チップパーの歩留りをはかることはできなかった。

### ■ 市内事業者によるチップ製造試験 ①

安価な木材を調達し、市内チップ製造業者でチップ化が可能であれば、より安価なチップを調達できる可能性がある。市内の2事業者でチップ化試験を行った。

#### 市内事業者①



背板をチップパーに投入する様子。



背板から製造した木質チップ。通常よりも長尺のものが多い。



チップパーに挟まった背板の一部。

**結果** チップパーに背板を投入開始後、わずか数分で背板の一部が駆動部に挟まり、チップパーを回転させることができなくなったため試験を中止した。60kg程度できあがったチップもサイズが通常より不揃いとなった。

図 2-27 市内事業者によるチップ製造試験①

## ② 市内廃棄物処理業者のチップパーによるチップ化試験

市内チップ製造業者で試験を行った際に使用した背板を用い、市内廃棄物処理業者のチップパーによるチップ化試験を行った。

表 2-15 市内廃棄物処理業者によるチップ化試験概要

項目	内容	備考
日時	12月13日(水) 14:00～	
チップサイズ	現在の設定のまま	可能な限り現状と同じ方法となるように
水分量	35%以下	計測済
分別方法	フレコンバッグに投入する	
保管場所・方法	事業所内に一時保管	水分量の計測が必要
チップ化コスト	今回のみのコスト試算は不可	

### ■ チップ化試験経過

- ・ 14:00 チップ化開始、順調に破碎が進む
- ・ 14:05 非常に細かいチップができあがった

### ■ 結果

今回使用したチップパーは木材等の粉碎処理のためのチップパーであることから、背板が詰まることなくチップ化することができた。

しかし、できあがったチップは非常に細かく、木質バイオマス設備には不適なサイズであった。なお、当該チップパーはスクリーンのサイズを変更し大きめのチップが作れるが、最大でも16mmであり、一定以上のチップサイズおよびサイズの均一性が求められる木質バイオマス設備一般への利用は難しいことが分かった。



## ■市内事業者によるチップ製造試験 ②

市内事業者②



背板を破碎チップパーに投入する様子。



刃の大きさは変えられるということだが、燃料用チップとしてはかなり細かい。

**結果** 元々背板や端材を破碎できるチップパーであるため、投入自体は特に問題なし。ただし出来上がったチップはかなり細かいものであり、一般的にボイラーで要求されるチップサイズの仕様を満たさないものと考えられる。

図 2-28 市内事業者によるチップ化試験②

### (4) 検討パターンの絞り込み

以上の検討から、A：薪ボイラー+薪購入、B：薪ボイラー+薪製造、C：チップボイラー+チップ購入、E：チップガス化熱電併給+チップ購入の4パターンについて、採算性を詳細に検討することとする。

これまでの検討で残った4つのパターンについて、事業性を比較する。

	A	B	C	E
機器	薪ボイラー	薪ボイラー	チップボイラー	チップガス化熱電併給
燃料の調達	購入	製造	購入	購入

図 2-29 事業採算性を比較する4パターン

## 6 事業性の比較検討

### (1) 検討方法と主な試算条件

それぞれのパターンにおけるイニシャルコスト、ランニングコストを算出し、一定条件下で収支計画を作成して事業性の比較を行った。

主な試算条件は以下のとおり。

表 2-16 主な試算条件

消費税	すべて税抜とした。
建屋	チップボイラーとチップガス化熱電併給は、同一の建屋と仮定した。
プール省エネ対策	プールの省エネ対策費用は各パターンで変動しないため考慮していない。
諸経費	機器工事については、特に断りがない場合は、公共事業として共通仮設費 3%、現場管理費 15%、一般管理費 10%、設計費 3%とした。正確な掛け率は詳細設計段階で精査する必要がある。
地盤改良工事・基礎工事	地盤改良工事および基礎工事は含まない。
補助金	補助金は、薪ボイラー、チップボイラーに関しては建屋を除く機器工事を対象とした。熱電併給は FIT 利用前提なのですべて補助対象外とした。
ランニングコスト	ランニングコストは事業年度 5 年目の数値を用いた。
A 重油単価	A 重油単価は、過去 10 年間の小型ローリー納入価格の平均値 79 円/L とした。 <sup>6</sup>
撤去費用	事業終了に伴う撤去費用は、20 年後に計上した。
人件費	人件費は、フルタイム雇用の場合 240 万円/年・人を想定した。時間給で計算する場合は、市臨時雇用の時給 829 円で計算した。
固定資産税	市の所有のため固定資産税は考慮しない。
保険料	保険料率は機器工事費の 0.2%と仮定した。
灰処理費用	1 トンあたり 19,000 円とした。 <sup>7</sup>

<sup>6</sup> 添付資料 2 原油価格と A 重油価格\_20180217

<sup>7</sup> エコパークかごしま 燃え殻処理料



## (2) イニシャルコスト<sup>8</sup>

### 1) 薪ボイラー・薪購入

薪ボイラー+薪購入パターンでのイニシャルコストは、おおよそ7,900万円を見込む。このうち、熱源施設で約6,200万円、建屋で1,700万円である。

### 2) 薪ボイラー・薪製造

薪ボイラー+薪製造パターンでのイニシャルコストは、(1)に加えて薪製造設備約180万円が加算され、約8,100万円を見込む。

### 3) チップボイラー

チップボイラーのイニシャルコストは約8,800万円で、内訳としては熱源機器で5,700万円、建屋で3,100万円を見込む。薪ボイラーと比べて建屋建設費が高いのは、専用のチップサイロ、チップをボイラーに投入するための搬送装置が必要になるためである。

### 4) チップガス化熱電併給設備

チップガス化熱電併給設備のイニシャルコストは約1.9億円で、他の設備と比べ桁大きい試算となる。内訳としては熱源機器で約1.4億円、建屋で3,100万円を見込む。

これは、ガス化熱電併給設備本体が高額であることに加え、乾燥装置として約2,000万円、このほか発電用機器設備工事、計量設備、計装機器工事など発電することによる特有の機器・工事が必要となるためである。また建屋建設費が高いのは、チップボイラーと同様に、専用のチップサイロ、チップを投入するための搬送装置が必要になるためである。

また、現在の補助金制度上はFIT売電との併用が原則認められないため、いずれかを選択することになる。

条件	A 薪ボイラー 購入		B 薪ボイラー 製造		C チップボイラー 購入		E チップ熱電併給 購入	
初期投資	燃料の調達	—	—	—	—	—	—	—
	原料	—	製材端材等	—	—	—	—	—
	補助金	62,283,200	64,063,200	48,008,461	—	—	0	—
	原料輸送	—	0	—	—	—	—	—
	燃料製造	—	1,780,000	薪割り機他	—	—	—	—
	燃料輸送	—	0	—	—	—	—	—
	乾燥	—	0	—	—	—	20,198,000	乾燥機
	熱源機器	62,283,200	62,283,200	57,173,503	—	—	135,193,713	—
	熱源建屋	16,633,615	16,633,615	30,867,000	—	—	30,867,000	—
初期投資合計	78,916,815	80,696,815	88,040,503	—	—	186,258,713	—	

図 2-30 イニシャルコストの比較

<sup>8</sup> 金額はすべて税抜

### (3) ランニングコスト

#### 1) 薪ボイラー・薪購入

---

薪ボイラーの年間のランニングコストは約 260 万円で、薪購入費が約 110 万円、運用人件費で 75 万円、機器メンテナンスに 60 万円などが主な費用である。

薪購入費は、原料仕入れとして市内の製材端材の売買単価 5,556 円/トン<sup>9</sup>、薪製造コストを 3,156 円/トン<sup>10</sup>として、年間 121 トン購入する場合を想定した。

運用人件費は、時給 829 円、薪くべ 1 日平均 4 回 1 時間、年間 227 日稼働として計算した。

機器メンテナンス費は、メーカーのメンテナンスサービスを利用。

#### 2) 薪ボイラー・薪製造

---

基本的には 1) と同様で約 280 万円である。薪の製造に関しては障がい者雇用を想定する。支援員 1,780 円/日、利用者 1,000 円/4h\*3 人、121 日稼働/年として算出した。

#### 3) チップボイラー

---

チップボイラーのランニングコストは約 460 万円で、もっとも大きなウエイトを占めるのはチップ代で約 260 万円である。このほか、機器メンテナンスに約 120 万円、電気代等に 37 万円を見込む。運用は自動化されているため、人件費は年間 20 万円程度で足りる。

#### 4) チップ熱電併給

---

チップ熱電併給は、比較した 4 パターンのうち最もランニングコストがかかり、年間約 1,400 万円を見込む。これは、ほぼ通年稼働することによる燃料費約 1,000 万円が効いている。メンテナンス費も他と比較してやや高めになっている。

### (4) 収支計画

次に、年間の A 重油削減量を収入とみなし、また発電する場合は売電収入を考慮して収支を計算した。

#### 1) 薪ボイラー・薪購入

---

年間の A 重油削減量を 34,700L の 95%である 32,965L と仮定し、重油単価 79 円/L とした場合、削減金額は約 260 万円となる。

収支はプラス 2 万円とプラスに転じる。

---

<sup>9</sup> 3,000 円/枞、1 枞=約 500kg

<sup>10</sup> 添付資料 3 薪製造コスト H22 木質ペレット等地域流通整備事業成果報告書より

## 2) 薪ボイラー・薪製造

年間のA重油削減量を34,700Lの95%である32,965Lと仮定し、重油単価79円/Lとした場合、削減金額は約260万円となる。

収支は、マイナス18万円となる。

## 3) チップボイラー

年間のA重油削減量を34,700Lの95%である32,965Lと仮定し、重油単価79円/Lとした場合、削減金額は約260万円となる。

収支はマイナス約200万円となる。

## 4) チップ熱電併給

年間のA重油削減量は、独自に行ったシミュレーションによれば、30,594Lとなり、重油単価79円/Lとした場合、削減金額は約240万円となる。

また年間の発電量は出力40kWで7,800時間運転として312,000kWhを想定し、売電価格40円/kWhとした場合、年間約1,200万円の売電収入を見込める。

収支は、約73万円のプラスとなる。

## (5) 収支比較評価

### 1) 純粋なランニングコスト

純粋なランニングコストを比較した場合、薪ボイラーが最もランニングコストがかからないといえる。

		A		B		C		E	
		薪ボイラー 薪を購入(想定安値)		薪ボイラー 薪を製造		チップボイラー チップを購入(想定中央値)		チップ熱電併給 チップを購入	
運用費用 /年	人件費	753,000	薪くべ、運用管理	1,331,000	薪製造、薪くべ、 運用管理:1人 薪製造:障がい者(3人×121日)	195,000	運用管理	480,000	運用管理
	燃料費	1,054,152	8,712円×121t	672,000	5,556円×121t 薪製造費含まず	2,580,000	15,000円×172t	10,078,000	20,000円×504t
	水道光熱費	15,000		15,000		314,000		845,000	
	通信費	0		0		60,000	遠隔管理用	60,000	遠隔管理用
	メンテナンス費	600,000	概算	600,000	概算	1,170,000	概算	2,000,000	概算
	灰処理費	2,000	発生量0.1%	2,000	発生量0.1%	98,000	発生量3%	287,000	発生量3%
	電気保安管理	0		0		0		40,000	電気事業のため
	保険料	158,000		161,000		176,000		373,000	
	固定資産税	0		0		0		0	
	法人税等	0		0		0		0	
	金利等	0		0		0		0	
	支出計		-2,582,152		-2,781,000		-4,583,000		-14,183,000

▲▲▲ 純粋なランニングコスト ▲▲▲

図 2-31 純粋なランニングコストの比較<sup>11)</sup>

<sup>11)</sup> 添付資料4 木質設備別比較表\_ランニング

## 2) 収入を考慮した場合

発電する場合の売電収入とA重油削減量を収入と考えた場合、薪ボイラー+薪購入パターンがプラスに転じる。

		A 薪ボイラー 薪を購入(想定安値)		B 薪ボイラー 薪を製造		C チップボイラー チップを購入(想定中央値)		E チップ熱電併給 チップを購入	
運用費用	人件費	753,000	薪くべ、運用管理	1,331,000	薪製造、薪くべ、 運用管理:1人 薪製造:障がい者(3人×121日)	195,000	運用管理	480,000	運用管理
/年	燃料費	1,054,152	8,712円×121t	672,000	5,556円×121t 薪製造費含まず	2,580,000	15,000円×172t	10,078,000	20,000円×504t
	水道光熱費	15,000		15,000		314,000		845,000	
	通信費	0		0		60,000	遠隔管理用	60,000	遠隔管理用
	メンテナンス費	600,000	概算	600,000	概算	1,170,000	概算	2,000,000	概算
	灰処理費	2,000	発生量0.1%	2,000	発生量0.1%	98,000	発生量3%	287,000	発生量3%
	電気保安管理	0		0		0		40,000	電気事業のため
	保険料	158,000		161,000		176,000		373,000	
	固定資産税	0		0		0		0	
	法人税等	0		0		0		0	
	金利等	0		0		0		0	
	<b>支出計</b>	<b>-2,582,152</b>		<b>-2,781,000</b>		<b>-4,593,000</b>		<b>-14,163,000</b>	
▲▲▲ 純粋なランニングコスト ▲▲▲									
収入	売電収入(円)	—		—		—		12,480,000	
重油削減	A重油削減(円)	2,604,000		2,604,000		2,604,000		2,416,926	
	<b>収入計</b>	<b>2,604,000</b>		<b>2,604,000</b>		<b>2,604,000</b>		<b>14,896,926</b>	
	<b>収支計</b>	<b>21,848</b>		<b>-177,000</b>		<b>-1,989,000</b>		<b>733,926</b>	
▲▲▲ 売電収入、および重油削減効果を収入と考えた場合 ▲▲▲									

図 2-32 収支の比較 (減価償却費を除く)

## 3) 減価償却費を含む場合

以上を見ると、チップ熱電併給がもっとも採算が良く見えるが、減価償却費を含めると途端に大きな赤字となる。これは、初期投資が大きいだけでなく、補助金が入らないことも影響している。

		A 薪ボイラー 薪を購入(想定安値)		B 薪ボイラー 薪を製造		C チップボイラー チップを購入(想定中央値)		E チップ熱電併給 チップを購入	
運用費用	人件費	753,000	薪くべ、運用管理	1,331,000	薪製造、薪くべ、 運用管理:1人 薪製造:障がい者(3人×121日)	195,000	運用管理	480,000	運用管理
/年	燃料費	1,054,152	8,712円×121t	672,000	5,556円×121t 薪製造費含まず	2,580,000	15,000円×172t	10,078,000	20,000円×504t
	水道光熱費	15,000		15,000		314,000		845,000	
	通信費	0		0		60,000	遠隔管理用	60,000	遠隔管理用
	メンテナンス費	600,000	概算	600,000	概算	1,170,000	概算	2,000,000	概算
	灰処理費	2,000	発生量0.1%	2,000	発生量0.1%	98,000	発生量3%	287,000	発生量3%
	電気保安管理	0		0		0		40,000	電気事業のため
	保険料	158,000		161,000		176,000		373,000	
	固定資産税	0		0		0		0	
	法人税等	0		0		0		0	
	金利等	0		0		0		0	
	<b>支出計</b>	<b>-2,582,152</b>		<b>-2,781,000</b>		<b>-4,593,000</b>		<b>-14,163,000</b>	
▲▲▲ 純粋なランニングコスト ▲▲▲									
収入	売電収入(円)	—		—		—		12,480,000	
重油削減	A重油削減(円)	2,604,000		2,604,000		2,604,000		2,416,926	
	<b>収入計</b>	<b>2,604,000</b>		<b>2,604,000</b>		<b>2,604,000</b>		<b>14,896,926</b>	
	<b>収支計</b>	<b>21,848</b>		<b>-177,000</b>		<b>-1,989,000</b>		<b>733,926</b>	
▲▲▲ 売電収入、および重油削減効果を収入と考えた場合 ▲▲▲									
費用/年	減価償却費	1,114,000	15年償却	1,114,000	15年償却	2,068,000	15年償却	12,515,000	15年償却
	<b>収支計</b>	<b>-1,092,152</b>		<b>-1,291,000</b>		<b>-4,057,000</b>		<b>-11,781,074</b>	
▲▲▲ 減価償却費を含む ▲▲▲									

図 2-33 収支の比較 (減価償却費を含む)

## (6) その他効果の比較

### 1) 雇用創出をプラスと考えた場合

---

ここで、人件費に関しては、雇用を生み出すプラスの効果として考えると、薪購入パターンは約 75 万円、薪製造パターンが約 130 万円、チップボイラーは約 20 万円、チップ熱電併給は約 48 万円で、薪製造がもっとも雇用創出効果を持っているといえる。

### 2) 災害時対策

---

今回導入する温水プールには、市の避難場所となっている総合体育館や B&G 体育館が近接しているため、災害時に重要な役割を果たすエリアであるといえる。

災害時に需要が高いものとしては、暖房・給湯が挙げられる。

この点、薪ボイラーはボイラー自体の移動が可能であり、必要な場所に運んで運用することができる。ボイラーの電源は、通常は 200V の三相三線の電源が必要な場合が多いが、薪ボイラーの中には 100V 単相の電源、すなわち家庭用のコンセントで稼働するものもあるため、非常に使い勝手が良いものもある。また燃料の調達も燃える木材が調達できればよく、災害時でも比較的確保しやすいものといえる。

チップボイラーについては、構造上は移動させることも可能ではあるが、チップサイロやチップ搬送装置を動かすことは難しいため、燃料の自動投入というメリットは生かせなくなる。また災害時にチップ製造・調達を考えることは現実的には難しく、チップのストックが無くなった時点で活用できなくなるものと考えてよい。

チップガス化熱電併給設備については、移動させることはほぼ不可能であり、チップの供給についてはチップボイラーと同様である。

以上から、薪ボイラー+薪購入、もしくは薪ボイラー+薪製造のいずれかの方法による事業化が最適であるといえる。

## 7 薪ボイラー導入にあたって

### (1) 薪ボイラーの運用等

薪ボイラーの運用について、ボイラー運転に関しては既存のボイラーと変わらないと考えてよい。薪をくべるなどの作業が新たに加わるイメージである。ボイラーの日常点検のほか、薪投入（1日3回～5回程度。施設の稼働状況や外気温によって異なる）、灰出し作業、清掃などである。

薪の製造も行う場合は、原料となる木材の調達、チェーンソー等による玉切り、薪割り、薪棚に並べる作業、各工程での運搬作業などが発生する。

指定管理者募集要項 補足資料							
鬼無里の湯 薪ボイラーについて							
<p><b>1 薪ボイラーについて</b></p> <p>○目的:既存する温浴給湯ボイラー(灯油)と併用する形で、新たに薪ボイラーを設置することで、地域の間伐材等の有効活用や雇用創出を促進するとともに、温室効果ガスの削減を見込む。</p> <p>○工期(予定):平成29年8月から11月まで ・発注者 長野市</p> <p>○平成29年度計画 12月から試運転等を市が実施する。薪ボイラーの状況を見極め、平成30年度から指定事業として運用する。</p> <p>○平成30年度計画 指定管理者による運用</p> <p>・薪ボイラーの主仕様</p> <p>定格出力 60～70KW、寸法(約) 横1m×高2m×奥2m、樹種 広葉樹、針葉樹</p> <p>届出・資格者 必要なし、着火後制御運転のため運用が容易</p>							
<p><b>2 募集要項補足について</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ページ</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td> <p>3指定事業者の業務範囲</p> <p>(1)施設及び整備、備品等の維持管理・安全管理に関すること</p> <p>①保守管理業務</p> <p>オ:点検等の回数</p> <p>薪ボイラーの点検回数</p> <p>a ボイラー点検:随時(火災防止、機器類等正常等の目視確認)</p> <p>b ボイラー保守点検:年2回程度(メンテナンス業者による点検)</p> </td> </tr> <tr> <td>8</td> <td> <p>(2)施設の運営に関すること</p> <p>②指定事業に関すること</p> <p>・薪ボイラーの有効活用に関する業務</p> <p>a 薪投入:1日述べ1.5時間、薪投入回数4回(平均4時間おき)、作業時間:点火:20分、以降の投入作業5分作業×3回、自然消火</p> <p>b 平均薪投入量:1日あたり200Kg (1回あたり約50Kg×4回程度)</p> <p>c 灰出し作業(2週間毎):1回あたり20分程度</p> <p>d 熱交換部分清掃(3週間毎):1回あたり20分程度</p> <p>e 薪供給体先:地元で構成する「NPOまめってえ鬼無里」を優先する。(薪の最低使用量は年間75トン想定するが入浴利用状況により50トンとする)</p> <p>f 薪単価(税別:現在) 15円/Kg、サイズ:長さ約50cm、杉・唐松等</p> <p>○午前9時薪点火、13時、17時、20時投入後自然消火(投入時間は熱の需給バランスにより変動する。)</p> <p>○入浴時間(現状) 10～20時半</p> </td> </tr> </tbody> </table>		ページ	内容	6	<p>3指定事業者の業務範囲</p> <p>(1)施設及び整備、備品等の維持管理・安全管理に関すること</p> <p>①保守管理業務</p> <p>オ:点検等の回数</p> <p>薪ボイラーの点検回数</p> <p>a ボイラー点検:随時(火災防止、機器類等正常等の目視確認)</p> <p>b ボイラー保守点検:年2回程度(メンテナンス業者による点検)</p>	8	<p>(2)施設の運営に関すること</p> <p>②指定事業に関すること</p> <p>・薪ボイラーの有効活用に関する業務</p> <p>a 薪投入:1日述べ1.5時間、薪投入回数4回(平均4時間おき)、作業時間:点火:20分、以降の投入作業5分作業×3回、自然消火</p> <p>b 平均薪投入量:1日あたり200Kg (1回あたり約50Kg×4回程度)</p> <p>c 灰出し作業(2週間毎):1回あたり20分程度</p> <p>d 熱交換部分清掃(3週間毎):1回あたり20分程度</p> <p>e 薪供給体先:地元で構成する「NPOまめってえ鬼無里」を優先する。(薪の最低使用量は年間75トン想定するが入浴利用状況により50トンとする)</p> <p>f 薪単価(税別:現在) 15円/Kg、サイズ:長さ約50cm、杉・唐松等</p> <p>○午前9時薪点火、13時、17時、20時投入後自然消火(投入時間は熱の需給バランスにより変動する。)</p> <p>○入浴時間(現状) 10～20時半</p>
ページ	内容						
6	<p>3指定事業者の業務範囲</p> <p>(1)施設及び整備、備品等の維持管理・安全管理に関すること</p> <p>①保守管理業務</p> <p>オ:点検等の回数</p> <p>薪ボイラーの点検回数</p> <p>a ボイラー点検:随時(火災防止、機器類等正常等の目視確認)</p> <p>b ボイラー保守点検:年2回程度(メンテナンス業者による点検)</p>						
8	<p>(2)施設の運営に関すること</p> <p>②指定事業に関すること</p> <p>・薪ボイラーの有効活用に関する業務</p> <p>a 薪投入:1日述べ1.5時間、薪投入回数4回(平均4時間おき)、作業時間:点火:20分、以降の投入作業5分作業×3回、自然消火</p> <p>b 平均薪投入量:1日あたり200Kg (1回あたり約50Kg×4回程度)</p> <p>c 灰出し作業(2週間毎):1回あたり20分程度</p> <p>d 熱交換部分清掃(3週間毎):1回あたり20分程度</p> <p>e 薪供給体先:地元で構成する「NPOまめってえ鬼無里」を優先する。(薪の最低使用量は年間75トン想定するが入浴利用状況により50トンとする)</p> <p>f 薪単価(税別:現在) 15円/Kg、サイズ:長さ約50cm、杉・唐松等</p> <p>○午前9時薪点火、13時、17時、20時投入後自然消火(投入時間は熱の需給バランスにより変動する。)</p> <p>○入浴時間(現状) 10～20時半</p>						
<p>長野市 商工観光部 観光振興課 北部産業振興事務所 電話026-254-2324</p>							

図 2-34 薪ボイラー運用の指定管理者募集要項 (長野県長野市)

## (2) 薪ボイラーの他地域事例

薪ボイラーは、施設の燃料費削減だけではなく、地域貢献にも役立つケースが多い。

岩手県葛巻町では、廃校を有効活用して薪の製造・乾燥・保管をしている。製造等に関わる担い手は、主に高齢者であり、60代の「若手」は山林に入つての原料丸太の調達なども手掛ける。このほか、森林組合が間伐した木材から、椎茸栽培用のホダ木をとり、炭用材をとったあとの用途が限られる木材を燃料用の薪として活用している。

長野県根羽村では、高齢者福祉施設ねばねの里「なごみ」に薪ボイラーを設置している。原料となる木材は、市民が間伐材を「木の駅」と呼ばれる収集場所に持ち込まれたものを使用している。1トンあたり約5,000円で買い取られるため、市民の有益な収入源のひとつとなっている。

広島県庄原市では、障がい者支援施設ともいきの里に薪ボイラーが設置され、施設の利用者・関係者で運用を行っている。木の伐採は職員が行うが、車への積み込みや薪割り、ボイラーへの薪くべは施設利用者が行っている。

		葛巻町(岩手県)	根羽村(長野県)	庄原市(広島県)
取組内容	薪の学校	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃校を薪の製造・乾燥場として活用</li> <li>・ 担い手は、概ね65～80歳</li> <li>・ 70歳以下は山に入る仕事</li> <li>・ 広葉樹林の間伐(森林組合)               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 椎茸ホダ木</li> <li>→ 炭</li> <li>→ 薪</li> <li>カスケード利用</li> </ul> </li> </ul>	高齢者福祉施設ねばねの里「なごみ」  小フォークリフト 施設に置く薪棚 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 市民が間伐材を「木の駅」に持込み</li> <li>・ 約¥5千/㌦で買取</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ H28基本計画 根羽村</li> <li>- 村内に公共施設等6基の薪ボイラーを今後</li> <li>- 650m3/年の薪活用へ</li> <li>- チップは規模的に合わない判断</li> </ul> 材を運び込む軽トラ 	障がい者支援施設ともいきの里  薪割り機作業 手運び作業 
	地域価値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高齢者の仕事・活躍の場(健康・生きがい・収入)</li> <li>・ 地区の共同・連帯</li> <li>・ 外貨稼ぎ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 市民の参加・共同(貢献・達成感・副収入)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 障がい者の仕事・活躍の場</li> </ul>
		共通 ・ 里山手入れ ・ お金の外部流出回避		

図 2-35 薪の地域利用事例

このように、人件費がかかるとされる「薪くべ作業」や「薪製造」に、高齢者や障がい者の活躍の場を提供するという意味付けを見出すことも可能である。

### (3) 関連法令

木質ボイラーを導入するにあたり、一般的な関連法令をまとめた。

#### 1) 大気汚染防止法

ガス化発電機の燃焼能力が 50 リットル/時である場合、大気汚染防止法上の「ばい煙発生施設」に該当し、同法の規制対象となる。規制対象となる場合には、必要書類を揃えて県知事への届け出を行い、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。

表 2-17 大気汚染防止法に関わる手続

必要とされる手続		対象機器等	本事業 対象設備	提出書類	提出先
ばい煙発生施設の 設置の届出	届出	ガス化炉 (燃焼能力 50 リ ットル/時以上)	ガス化 発電機	ばい煙発生施設設 置届出	鹿児島県知事
ばい煙量の測定	記録	ガス化炉 (燃焼能力 50 リ ットル/時以上)	ガス化 発電機	(窒素酸化物と煤 塵の測定)	-



## 2) 消防法

燃料となるチップは、指定可燃物（木くず）とされ、10 m<sup>3</sup>以上のチップを保管する場合には、指定可燃物取扱届出が必要となる。さらに、この燃料には保管と取扱基準が定められている。

小型ガス化発電機は、内燃機関による発電設備であるため、火を使用する設備等の設置の届出を提出する必要がある。

設備を納める建屋は、消防法上の「防火対象物」のあたり、防火対象物の使用開始の届出、消火用設備の設置及びその検査・点検が求められる。

表 2-18 消防法に関わる手続

必要とされる手続		対象機器	本事業 対象設備	提出書類	提出先
消防用設備の設置		防火対象物（延床面積や燃料貯蔵庫の容量により対策方法が変わる）	建屋	-	-
消防用設備の検査・点検		消防用設備	建屋	-	-
防火対象物の使用開始の届出	届出	防火対象物	建屋	消防用設備設置等計画書（使用開始7日前）	消防署
火を使用する設備等の設置の届出	届出	内燃機関による発電設備	ガス化発電機	火を使用する設備等の設置届	消防署
指定可燃物取扱の届出	届出	指定可燃物（木くず）貯留 10 m <sup>3</sup> 以上	チップサイロ	少量危険物等貯蔵取扱い届（燃料供給開始時）	消防署
離隔距離の確保		防火対象物	建屋	-	-

### 3 ) 電気事業法

将来的に熱電併給設備を考える場合、電気事業法の確認も必要である。

10kW以上の小型ガス化発電機は「事業用電気工作物」にあたるため、保安規定の届出、電気主任技術者選任の届出を九州産業保安監督部に提出する必要がある。電気主任技術者は、保安規定に基づき継続的に保安管理業務を行う。

ばい煙処理施設を設置する場合は、九州産業保安監督部に工事計画を提出する必要がある。

また、ガス化炉設備は特定電気工作物にあたるため、2年ごとに定期事業者検査を行い、その結果を保存する必要がある。

一方、小型ガス化発電機は内燃力を原動力とするものであるため、ボイラ・タービン主任技術者の選任、及び工事計画書の届出を行う必要はない。

表 2-19 電気事業法に関わる手続き

必要とされる手続		対象機器	対象設備	提出書類	提出先
保安規定の届出	届出	事業用電気工作物	ガス化発電機	保安規定届出書 (着工前)	九州産業保安監督部
電気主任技術者の選任	届出認定	施行規則第52条表5に掲げる事業用電気工作物	ガス化発電機	電気主任技術者の選任届(選任後遅滞なく約30日以内)	九州産業保安監督部
ボイラ・タービン主任技術者の選任	届出認定	施行規則第52条表7に掲げる事業用電気工作物	-	主任技術者選任届	-
工事計画書の届出	届出	施行規則別表第二に掲げるもの	-	工事計画書、別表第三の該当書類、工事工程表	-
	届出	施行規則別表第四に掲げるもの	ガス化発電機	公害の防止に関する工事計画書、別表第五の該当書類	九州産業保安監督部
定期安全管理検査	検査	ガス化炉設備	ガス化発電機	-	-

#### 4 ) その他の法令

その他関連性のある主要な法律を検討した。対象機器等に該当する機器設備・施設等を設置する場合は、適宜対応する必要がある。

表 2-20 その他関連法令

法律名	必要とされる手続等	対象機器等	備考
道路法	道路占有許可申請書の提出	ガス管その他	熱媒管を道路に埋設する場合には、道路を管理している「道路管理者※1」の許可が必要になる。
	道路占有料の支払い	ガス管その他	道路法施行令（別表）により定められる。国以外の道路管理者が管理する道路の占用料は、地方公共団体の条例により別途定められる。
労働安全衛生法	作業主任者の選任	ボイラ 第一種圧力容器	圧力のかかる機器を使用しない場合は適用外となる。
	ボイラ設置届	ボイラ	
	第一種圧力容器設置届	第一種圧力容器	
	定期自主検査*1	ボイラ 第一種圧力容器	
廃棄物の処理及び清掃に関する法律		廃棄物処理施設*2	木質チップを有価で購入する場合は適用外となる。
ダイオキシン類対策特別措置法	特定施設の設置の届出、排出基準の遵守等	特定施設（法第二条で定めるもの）	設置する機器が廃棄物焼却炉に該当しない場合は適用外となる。
環境影響評価法	規定事項の届出、方法書、準備書、評価書の作成等	第一種事業：火力発電出力15万kW以上 第二種事業：火力発電出力11.25万～15万kW	出力が11.25万kW未満であれば適用外となる。
熱供給事業法	工事計画書の届出、使用前自主検査等	加熱能力：21GJ/h以上 （= 5,834kW = 502万kcal/h以上）	加熱能力が5,834kW未満であれば適用外となる。
省エネルギーの使用の合理化に関する法律	エネルギー管理者の選任等	600万kWh/年以上の電力又は、熱を原油換算で1,500kL/年以上利用する施設（施設内での自家消費分を除く）	熱の原油換算量が1,500kL/年未満であれば適用外となる
工場立地法	特定施設の設置の届出等	敷地面積9,000m <sup>2</sup> 以上、建築面積3,000m <sup>2</sup> 以上	本事業の建屋面積が3,000m <sup>2</sup> 未満であれば適用外となる。
騒音規制法	届出	原動機の定格出力が2.25kW以上	定格出力が2.25kW未満であれば適用外となる。
振動規制法	届出	指定地域内の施設で定格出力が2.2kW以上	定格出力が2.25kW未満であれば適用外となる。

※1 国道：国道事務所（都道府県又は政令市が管理する国道の場合にはそれぞれの土木事務所）  
都道府県道：都道府県又は政令市の土木事務所  
市町村道：市町村役場

## 8 導入にあたっての課題

### (1) 導入に向けて

#### 1) 事業費積算の精度向上

---

本調査では、初期投資の事業費積算にあたり、やや大きめの数字で積算している。実際の導入に向けては、次年度の基本設計・詳細設計を通して精査し、その事業費をもって収支計画を作成する必要がある。<sup>1213</sup>

#### 2) 木質バイオマス事業への市民の理解

---

前述のように、本市では再生可能エネルギー、特に木質バイオマス事業に関する市民の理解はこれからという初期段階にある。将来を見据えた全体的ビジョンを示したうえで、市の取り組みとしての本事業の位置づけを説明し、一人ひとりに理解をしてもらうように努めなければならない。次年度以降も説明会、勉強会などの開催を通して市民の理解が深まるような取り組みを行っていく。

#### 3) 薪の原料となる資源の年間必要量確保

---

本事業で必要となる薪は、年間で80トン～120トン程度と想定される。今回の調査結果では薪の原料となり得る資源はおおよそ100トン程度であり、年間使用量に達しない。また、木質バイオマス事業は一般に、何らかの事情により原料調達がストップする可能性を考え、向こう1年分の燃料を常に確保しておく必要がある。そこで、薪ボイラーの稼働開始までに、初年度の年間必要量の確保の準備・取り組みを進める必要がある。

---

<sup>12</sup> 添付資料5 薪ボイラー\_収支イメージ

<sup>13</sup> 添付資料6 薪ボイラー概略フロー図

## (2) 導入後の運用関係

### 1) 原料の長期安定供給体制の構築

---

木質バイオマス事業は15年や20年といった長期的な計画を立てることがほとんどである。薪の原料となる初年度分を確保できたとしても、次はその15年間20年間継続させていかなければならない。薪の原料となる木質資源の新規開拓と、長期安定的に原料を調達し燃料を製造していく体制を構築することが必要である。

### 2) 薪製造、薪くべ人員の確保、安全管理

---

薪の製造から行う場合、市内においてその製造方法が確立されているわけではないため、本事業の事業主体が行政、民間の別に関わらず、薪製造体制の構築が必要となる。

また、薪くべ作業が発生することから、その人員を確保する必要がある。

薪製造中の安全管理は当然であるが、仮に高齢者や障がい者の活躍の場として想定する場合、より高いレベルの安全管理を求められる。

### 3) 薪くべのタイミング、温度調整など運用管理方法の詰め

---

薪ボイラーは、燃料となる薪の品質について、原木丸太でも製材端材でも、比較的広く受け入れることが可能である。そのため、裏を返せば、異なる形状、異なる樹種、異なる乾燥度の薪ということであり、それぞれの熱量も異なれば燃焼時間も変わってくることになる。ボイラーの性能、特徴を理解したうえで、実際に使用する種々の薪の特徴やボイラーとの相性を見定めつつ、経験則でのボイラー運用も必要となってくる。

### 4) 原料供給がストップした場合

---

薪の調達体制はこれから整備していくことになるが、必要な原木丸太や製材端材が出なくなると、運搬車両が確保できない、薪製造の人手が足りず生産が追い付かない、天候などの理由により乾燥が不十分といった様々な理由で、必要な薪が手に入らなくなることが考えられる。そこで、原料調達の川上からボイラー運用の川下まですべての段階で対策を講じておくべきである。

原料調達については、調達先を1者に限定せず複数確保することで、リスクの分散を図る。薪の製造・運搬についても、薪製造拠点は1か所としても、そこでトラブルがあった場合にカバーできるような別ルートも確保しておくべきである。

また、薪ボイラー運用者側は、薪自体のストックを最低でも向こう1年分を常に持つておくべきである。

このような対策を講じても薪の供給が滞った場合でも、既存のバックアップボイラーを運転することによってプールの運営に支障をきたさないような運用を行う。

### (3) 今後の展開

#### 1) プール利用者増

---

今回の薪ボイラー導入に合わせて、プールの利用者を増やし市民の健康増進につながることを期待している。プールの利用者が増加すれば、施設利用料収入が増加し、さらなる市民サービスの向上が図られる。今後、具体的な施策を講じていく必要がある。

#### 2) 薪の増産、販売等

---

本事業で薪製造体制が確立すると、場合によってはプールで必要な量を超える薪の生産ができる可能性がある。ストックを確保したうえでの余剰分は販売することも可能であり、新たな産業の創出にもつながる。もちろん、利用先である薪ストーブや薪ボイラーの普及展開への方策も並行して検討していかなければならない。

#### 3) 木質バイオマス事業の普及・展開

---

本事業は普及啓発の一環の意味もあることから、1件の導入だけで終わらせず、これをきっかけに市内に普及・展開させていくことが必要である。最も重要な点は、民間が参入できるように、事業採算性を確保するための方法を、地域ぐるみで考えていく必要がある。

## 9 課題への取り組み

### (1) 原料調達

#### 1) 市有林間伐材の活用

---

阿久根市は、水産林務課管理の市有林 680ha に関して、間伐等の森林整備を北薩森林組合に委託する方針で検討を進めている。この際に発生する間伐材等の一部を本事業に活用できれば、主要な原料調達先のひとつとなる。

仮に年間 121 トン（水分 25%）の木材を調達するにあたり、約 250 トン（水分 50%）の原木が必要とする。森林 1ha の森林蓄積を約 377 m<sup>3</sup>とした場合<sup>14</sup>、2 割間伐を行うと間伐材発生量は 75 m<sup>3</sup>、その 3 分の 1 を薪用と考えると、1ha あたり 25 m<sup>3</sup>（重量換算 30t（水分 50%））の間伐材を活用する計算となる。すなわち、1 年間で 680ha のうち 10ha の施業を行えば、必要な薪の量は確保できる計算となる。

#### 2) バークの利活用

---

市内チップ製造工場などでは、チップ生産工程で発生するバークの処理に頭を悩ませている。

薪ボイラーにバークのみを投入しての燃焼・運転は避けるべきだが、一部混入していても運転は可能である。稼働状況を見ながらバークの割合を調整しつつ運転することで、バークの有効活用にもつながる。

#### 3) 廃木箱、廃木質パレット

---

市内の魚箱製造業者では、規格変更に伴う廃魚箱が大量にありその処分に困っている。

また今回のヒアリング調査においては廃木質パレットはほとんど発生しないという結果であったが、市内を通れば長い間野積みされていたであろう木質パレットも見受けられる。廃材の適正処理および収集の仕組みを整備すれば、有効な資源となる可能性がある。

#### 4) 土木系

---

現在、土木・建築工事で発生する木くずは、産廃処理が義務付けられている。これにつき、例えば市の公共工事では、木くずを分別のうえ 1 か所に収集し、燃料利用するような施策を講じる可能性も探りたい。

これには、関係各所との調整が必要となる。

---

<sup>14</sup> 添付資料 7 阿久根市森林蓄積量 平成 28 年度森林簿より

## 5 ) 自伐型林業の普及

---

林業従事者が不足している現状に鑑み、林業の担い手増加や木材収集方法の確立なども合わせて検討していかなければならない。林業については、自分の山は自分で整備する自伐型林業、木の駅方式の木材収集方法などが参考になる。

木質バイオマスの成功は、地域で、長期・安定した木材とチップの調達が経済的にできるかが鍵となる。地域で行うためには、地域のエネルギー需要を超える設備やエネルギー賦存量を超える設備を導入することは避けなければならない。また、地域の資源を有効に利用するために、自分の山を手入れしていく自伐林業家からの調達も具体的に計画していくべきと考えられる。原料の調達先を一者依存ではなく複数持つことはリスク分散にもつながる。また自伐林業者側からは収入源のひとつになり、森林に目を向ければ荒廃した山林の整備が進むことになる。このような事例は国内でもほとんどなく、スタートさせるためには行政の協力が必要不可欠であり、自伐林家からの木材の買取制度の整備や保管管理、またチップ製造への助力を行う必要がある。

初期段階では、岩手県紫波町で行われているような間伐材搬出への支援（トンあたり1,000円+地域通貨5,000ポイント）や、一般社団法人紫波町農林公社によるチップ製造など、全体の運用コストを削減できるような政策が必要である。木質バイオマスの利用普及が先行しているヨーロッパでは、発電よりも熱利用の方が量としてはずっと多い。しかしA重油の熱量単価への対抗という料金設定では、今の国内の木質チップ価格相場では事業採算が成立しないことが多い。周辺地域で大型の木質発電所が建設されていることも木材価格を吊り上げる要因となる。それらがありながらも地域で木質の熱利用を経済的に普及させようとするには、地域としての政策的な取り組みが必要である。紫波町の例では、町がチップャーやトラック等の機材を調達し、農林公社に貸し与えること等で、町内での木質チップからの熱利用に対して、コストを抑えた水準で供給できるようにしている。そうすることにより、木質バイオマスの熱利用での経済性が成立し、その上で市が支援して集めた木材や加工したチップなどは市内で消費・化石燃料に代替され、お金が市内で循環し完結することになる。長期安定して燃料を調達することが可能になろう。これは、他地域の発電所などの価格に左右されないことを意味し、経済的にも自立したまちづくりを実現するためのひとつの方法になり得る。

自伐型林業は、NPO法人自伐型林業推進協会がその普及に努め、全国30以上の自治体に自伐型林業の導入を実現してきた。今年度は、この自伐型林業推進協会から講師を招き、自伐型林業普及を目的としたフェアラムおよび、自伐型林業実技研修を1回開催した。



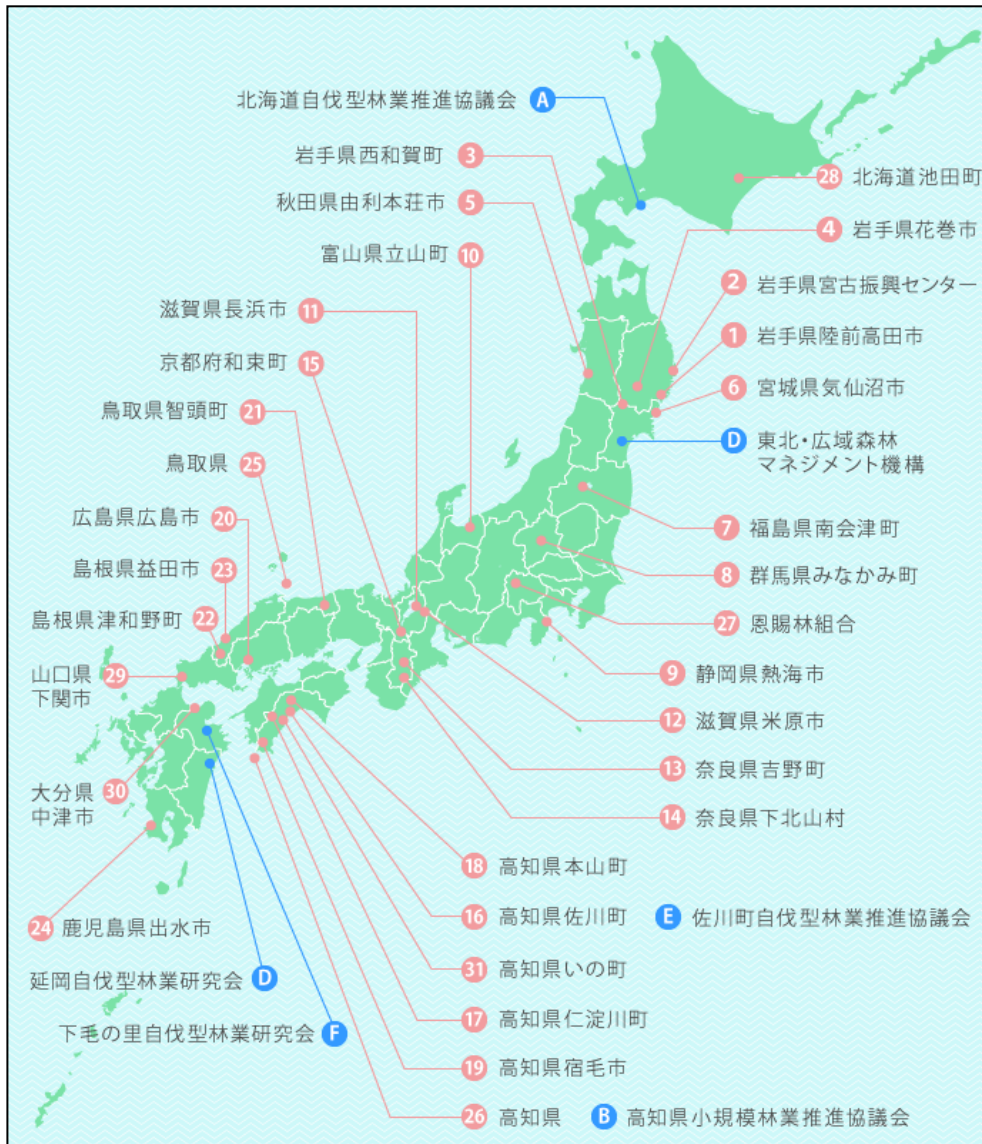


図 2-36 自伐型林業を導入した自治体マップ

## ■ 自伐型林業フォーラム

平成30年1月8日、阿久根市役所2階大会議室において、市民向けに「森・竹と共生するあくね 森づくりフォーラム ～地方創生のカギ自伐型林業～」を開催した。自伐型林業推進協会代表理事である中嶋健造氏の基調講演、鹿児島県出水市の自伐林業研修者2名の事例紹介、島根県津和野町農林課村上久富氏による事例紹介、およびパネルディスカッションを行った。

森・竹と共生するあくね 森づくりフォーラム



# 地方創生のカギ 自伐型林業

“竹”そして“森”は、阿久根市の宝、無限の財産です。  
収益をあげながら持続可能な森林・竹林づくりを実現する  
自立自営型の「自伐型林業」を提案します！

本フォーラムでは、  
待ったなしの荒廃する森林や竹林を鑑み、  
環境保全型林業である自伐型林業の普及啓発を目的に、  
林業で起業したい方、林業について関心のある方、  
竹林整備の副業として森づくりをしたい方などに  
集まっていただき、  
自伐型林業による生業・副業として、  
だれもが参入できる  
新しい林業について討論します。

**【主催】**  
阿久根市

**【プログラム】**

1. 基調講演  
テーマ：「自伐型林業と地方創生」  
NPO法人自伐型林業推進協会代表理事 中嶋 健造氏
2. 事例発表  
テーマ：「自伐型林業の多様な全国の動き」  
発表者）竹林農家、自伐林家、先進自治体等
3. パネルディスカッション  
テーマ：「竹林整備と森林整備で地域の元気づくり」  
登壇予定者）県内外で活躍する自伐林家・竹林農家他

**2018年**  
**1月8日** 成人の日  
(月)

**【時間】** 14:00～16:30 ※開場13:30  
**【場所】** 阿久根市役所2F大会議室  
阿久根市鶴見町200番地

**【定員】** 100名  
**【参加料】** 無 料  
**【申込み】** 直接会場までお越しください。  
**【問合せ】** 阿久根市水産林務課林務係  
(0996)73-1211 担当)大野迄

**■自伐型林業研修のご案内■**



山林の管理にお困りの方、林業を始めてみたい方、自伐型林業に関心を持つ方を対象に、持続可能な環境共生型林業の基本技術を学べる「自伐型林業研修」を開催します。林業未経験者、林業初心者向けの研修となっていますので、どなたでもお気軽にご参加ください。

**【開催日】** 平成30年2月10日(土)、11日(日)  
**【会 場】** 阿久根市役所2F大会議室、出水市野田角石市有林  
**【内 容】** 10日：15:00～17:30、自伐型林業講座(座学)  
11日：9:00～15:00、森づくり実践講座(実習)  
(選木、伐倒・造材、搬出、作業道開設等)  
**【申込み・問合せ】** 上記のフォーラム問合せ先まで  
※参加者には、後日、詳細をご案内いたします。

**【後 援】**  
阿久根市竹材利用組合 南日本新聞社 ランドブレイン株式会社 サステナジー株式会社 NPO法人自伐型林業推進協会

図 2-37 自伐型林業フォーラムチラシ

## ■ プログラム

### ・講演・事例紹介

中嶋健造氏 NPO 法人自伐型林業推進協会

中尾雄基氏 中尾林業

森雄一郎氏 たけのこ生産

村上久富氏 津和野町役場農林課 講演者兼パネリスト

### ・パネルディスカッション

中嶋氏、中尾氏、森氏、村上氏のほか、

山平俊治氏 阿久根市水産林務課課長パネリスト

高嶋秀策氏 サステナジー（株） パネリスト

フォーラムの参加者は24名だった。フォーラム後のアンケートでは、自伐型林業への関心の高さや、今後の竹林整備や自伐型林業実技研修への期待の高さが明らかになった。

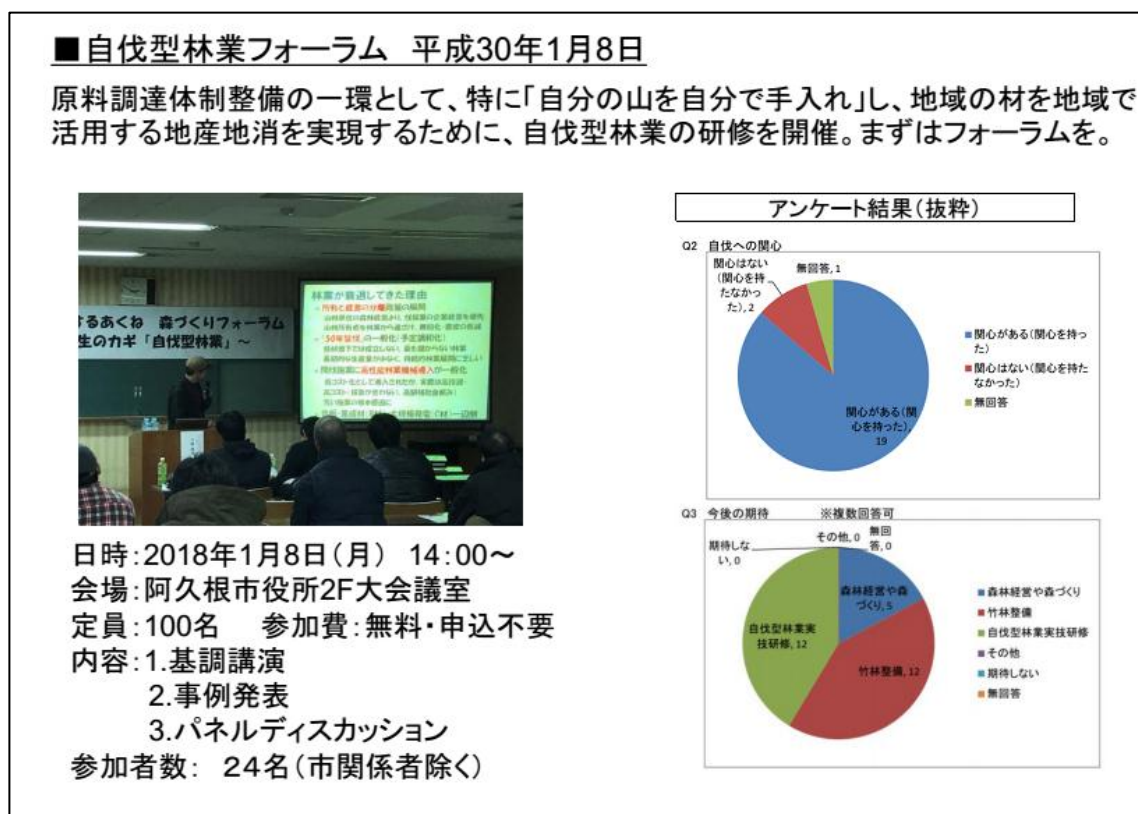


図 2-38 自伐型林業フォーラム

■ 自伐型林業実技研修

平成30年2月10日、11日の両日、自伐型林業実技研修として、作業道づくりの実技研修を行った。参加者は9名だった。長年林業に従事してきた方や未経験者、耕種農家、畜産農家など幅広い業界からの参加があり、これまで関わりの薄かった方々が、参加者同士で活発な意見交換や研修後にお互いの作業の見学をし合う予定を組む等、関心の高さが伺えた。

研修後の参加者の意見としては、今後もこういった研修を継続してほしいという声が多かった。

平成29年度 阿久根市自伐型林業 作業道研修のご案内 2/10(土)11(日)	
林業にかかせない「道づくり」。ミニバックホウ1台でできる、低コストで「壊れにくい」作業道の作り方を、理論と実践で体験できます。	
1日目 2/10 (土)	15:00 阿久根市役所集合 座学・意見交換 18:00 終了 18:30 懇親会（会場は当日ご案内いたします）
2日目 2/11 (日)	8:30 阿久根市役所集合 移動 9:00 出水市有林着 9:30 研修開始 15:00 研修終了・解散 ※終了後、ご希望に応じて意見交換の場を設けます
服装・ 持ち物	作業しやすい服装、昼食、スパイクつきなどすべりにくい靴・長靴、ヘルメット、作業用手袋、雨天の場合雨具 （お持ちの方は）チェーンソー、防護服、伐倒用器具、軽トラック（一部悪路を走行する場合があります）
参加費	研修費は無料 ※別途レクリエーション保険にご加入いただきます（500円程度）

図 2-39 自伐型林業実技研修案内①



## 講師紹介



### 野村正夫 氏（奈良県）

奈良県吉野林業の伝統である長伐期択伐施業を守り、3tのミニバックホウで作業道を開設しながら2tトラックで搬出するというシンプルな施業システムを長年実践してきた。

元清光林業(株)部長で現在NPO法人自伐型林業推進協会の専任講師を務める。

## 作業道研修のようす

### 路線設計(踏査)



山を実際に歩き、作業道を通すべき場所を見つける路線設計(踏査)をします。

### 作業道敷設



バックホーを使い、山に作業道を敷設していきます。その時の作業道は、幅2.5メートル以下、切り高1.4メートル以下におさえる「壊れない道づくり」を行います。

### 勉強会・経営相談



地形や山林面積、樹種など個別の状況にあわせた持続的な経営計画を立てるサポートをします。

写真はイメージです。  
研修内容は変更となる場合があります。

### 今回の研修地

地区: 出水市野田上名

山林名: 角石市有林(嶽ダム付近)

アクセス: 田代から国道368号線に入り、嶽ダム方面に、「8」の看板を右折(野田方面からは左折)  
※当日は市役所に集合してから移動します

図 2-40 自伐型林業実技研修案内①

## ■自伐型林業実技研修 平成30年2月10日、11日

次のステップとして、市民を対象に自伐林業への理解促進のための勉強会、実際の山林での実技研修(道づくり)を開催。



図 2-41 自伐型林業実技研修の様子

## (2) 運用管理体制

導入後の管理体制の整備についてのポイントは下記のとおり。

### 1) 日常運転、定期点検

- ボイラーの日常運転については単純化されているため、施設管理者等で運用可能。
- その日の熱需要の把握（外気温高い低いなど）や燃料の品質（水分が多い少ない）とボイラーの相性などは、計画段階でポイントを押さえておくことが必要。

### 2) 定期メンテナンス

- メーカーのメンテナンスサービスは有効活用すべき。A社では、年間20万円/台で年2回点検実施、装置保守点検（燃焼炉内部点検・運転調整費含む）を実施。

### 3) トラブル対応

- 燃料や灰の詰まり、停電時など単純なトラブルについては施設管理者が行う（1次対応）。
- 大規模破損、資格者工事が必要など施設管理者では対応できない場合、市内業者で対応できるように、勉強会を開いたり契約を結ぶなどの連携が必要（2次対応）。

- ▶ 市内業者で対応できない場合、メーカーもしくはメーカー代理店などと早期に連絡・対応可能な体制を作っておく必要がある（3次対応。どのような事態が発生する可能性があるかは今後調査）。

#### 4 ) 薪製造

---

- ▶ 障がい者や高齢者に従事してもらう場合、作業範囲や安全管理などについて、作業を分解した上で今後協議を進めていく

### (3) プール利用者増加

プールの利用者を増加させることにより、施設利用料収入の増加が期待できる。また、冬場はプールサイドが寒いために冬季の一般開放を行っていないという現状がある。これらを含めて、利用者増加の施策を検討していく。

#### 1 ) 寒さ対策

---

現状、利用者が伸びない大きな理由のひとつが、プールサイドが寒いということが挙げられる。

現状の暖房設備としては、温水循環方式による天井吊り下げタイプファンコンベクターが10台設置されている。

寒さの原因としては、下記の要因が考えられる。

- ▶ 建屋の壁・屋根の材質（薄いポリカーボネイト製波板：熱伝導率 4.6）の断熱性能が極端に低いため放熱が大きく、またところどころ隙間が空いているなど気密性も低く、冷たいすきま風が直接侵入している。
- ▶ プールの暖房設備は通常1㎡あたり0.23kW～0.35kWの能力が必要とされるが、現状設備は0.11kW/㎡であり、暖房ピーク時に対応する能力を備えていない。
- ▶ 天井吊り型ファンコンベクターは頭上からの温風暖房方式である。暖気は上昇して床面に届かない。また、吹き出した暖気は天井から人体表面に気流が届くころには冷やされてしまっており、かつ濡れた体に気流が当たると、体表面の熱を奪い寒く感じる。

この対応策としては、

- ▶ 既存の暖房機器を対流式（温風式）から輻射式に変更。
- ▶ 気密及び断熱性能向上のため、現状の鉄骨を利用しながら壁面の内装断熱ボードの内張り施工。
- ▶ 冬期は特に寒さを感じる場合は、採暖室の設置や40℃程度の沸かし湯浴槽の設置など、利用者の意見も聞きながら追加提案も可能。

などが考えられる。



## ■ プール寒さ問題

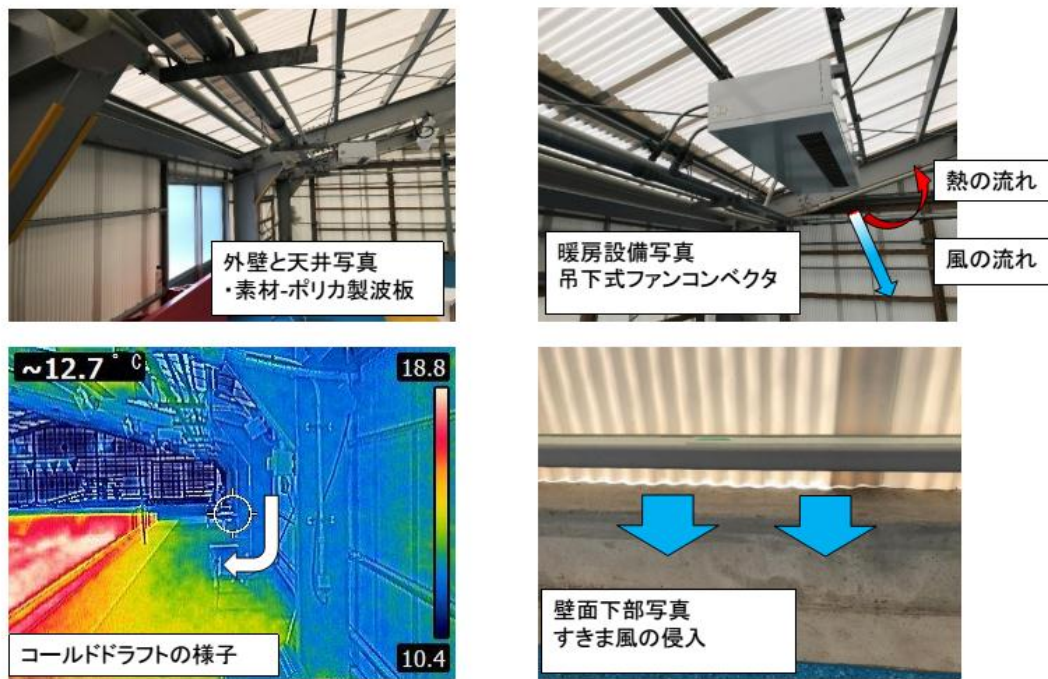


図 2-42 プール寒さ問題

## 2 ) 利用者増加施策

利用者増加策の提案のために、現状の比較を行った。

### ■ 公共プールの運営

阿久根市の温水プールは、隣接自治体、県内、県外の公共プールと比較しても利用料金は最も安いといえる。また、利用時間や開放時期はそれぞれの地域事情によって異なる。大きく違うところは管理体制であり、本温水プールが阿久根市直営である一方、他地域では指定管理としているところがほとんどである。

表 2-21 プール利用料金の比較

自治体	管理体制	利用料金	時間・休業日等	利用者数
阿久根市	直営	小中 50円 高校・一般 100円	5月～10月 (冬季は少年団のみ) 毎週月曜定休、年末年始休業 8:30～22:00	平成28年度 16,983人
出水市	指定管理	一般 300円 高校 200円 小中 100円 幼児 50円	通年 第3月曜定休(夏季は営業)、年末年始休業	平成25年度 51,042人
薩摩川内市 (川内プール)	指定管理	小中高 90円 上記以外 240円	6月中旬～9月中旬 10:00～19:00	—
薩摩川内市 (樋脇B&G海洋センター)	指定管理	乳児・幼児・見学者 無料 小中高 90円 上記以外 240円	6月中旬～9月中旬 9:00～22:00	—
鹿児島市 (健康の森公園プール)	指定管理	一般 300円 高校 200円 小中 100円 70歳以上 減免	通年 毎週火曜定休、年末年始休業 8:30～20:00	平成25年度 153,673人
鹿児島市 (鴨池公園水泳プール)	指定管理	一般 300円 高校生 200円 小中学生 100円 未就学児 無料 70歳以上・障がい者 無料	通年 毎週月曜定休、年末年始休業 9:00～21:00	平成25年度 174,919人
名古屋市	指定管理	大人500円 高齢者100円 こども200円 ※代表的施設の料金	通年 毎週金曜定休、年末年始休業 10:00～20:30(夏季9:30～21:00) ※代表的施設の営業時間	平成25年度 353,442人 ※5施設合計

■ 他地域の取り組み

他地域、特に隣接する出水市では、昼休みの撤廃（営業時間の拡大）、定休日を週1日から月1日にする（営業日数の増加）によって利用者増を実現している。名古屋市では、水泳教室の充実や PR 活動などさまざまな取り組みを行って利用者数の維持・増加を実現している。

表 2-22 プール利用者増加施策 他地域事例

自治体	管理体制	利用料金	対策	効果
出水市	指定管理	一般300円 高校200円 小中100円 幼児50円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・営業時間:昼休み(12:00～13:00)を撤廃</li> <li>・営業日数:定休日を週1日から月1日に変更</li> </ul>	平成21年 306日 38,878人 →平成25年 344日 51,042人
名古屋市	指定管理	大人500円 高齢者100円 こども200円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・毎月イベント開催、七夕、クリスマスイベント開催</li> <li>・水泳教室の内容を充実</li> <li>・閑散期に教室を実施</li> <li>・ブログでの発信、事業所などを直接訪問してチラシ配り、新聞折込広告などPR。近隣や周辺市にもPR</li> <li>・繁忙期の職員増員</li> <li>・乳児を対象とした教室→利用者の交流の場にも</li> <li>・高齢者向けに、接客・あいさつ・ゆっくりとしたわかりやすい説明</li> <li>・施設の雰囲気明るく。季節の花の装飾など</li> <li>・劣化設備の修繕など(自主財源で)</li> </ul> ※5施設の総合	平成22年 327,674人 →平成25年 332,838人 ※5施設の総合

## ■ 利用者増加施策案

他地域自治体の取り組みを参考にしつつ、利用者増加施策案として下記が考えられる。

- 営業時間・営業日数
  - ー通年一般開放、定休日を月1日に
- 施設環境改善・サービス改善
  - ープール寒さ対策
- イベント・教室の充実、ターゲットを定めた取り組み
  - ー実施中の教室・大会の充実（H29年度は教室利用者増）
  - ー午前中は「高齢者健康づくり」、夕方～夜は「社会人サークル」やスポーツクラブ連動
  - ー乳児向け、妊婦向けプログラムの充実
  - ー小中学校の水泳授業を温水プールに一本化
- 施設利用料の再考
  - ー他地域と比較すると利用料金は安い。単純な引き下げは利用者増に直結しないと考えられるため、高齢者の利用料の減免などターゲットを定めた料金設定が有効
- 施設のPR
  - ーHPでの紹介、SNS等による継続的な発信、広報誌、ポスター・チラシなど積極的なPR活動
- 管理運用体制の整備
  - ー上記取り組みを行うための人員の確保

これらの取り組みは、いずれも「民間」の視点が強いため、市担当課のみの努力ではなく民間へ委託するなどして「民間の長所」を最大限生かす方策が有効であるといえる。

## ■ 利用者数増加シミュレーション

施策ごとの利用者数増加をシミュレーションすることは簡単ではないが、仮に目標値として平成28年度実績約1.7万人の2倍(3.4万人/年)を目指すとした場合、各施策による期待度は下記のようになる。

表 2-23 プール利用者増加施策案

対策	算出方法	効果
▶営業時間・営業日数 ー通年一般開放	営業日数が約160日から320日の2倍とし、閑散期も考慮し利用者数は1.5倍(+8,500)	+8,500人
▶施設環境改善・サービス改善 ープール寒さ対策	通年一般開放のための方法のひとつとして考慮	—
▶イベント・教室の充実、ターゲットを定めた取り組み ー実施中の教室・大会の充実(H29年度は教室利用者増)	★	★ 合わせて +5,000人
ー午前中は「高齢者健康づくり」、夕方～夜は「社会人サークル」やスポーツクラブ連動	★	
ー乳児向け、妊婦向けプログラムの充実	★	
ー小中学校の水泳授業を温水プールに一本化	小中高生全員が授業で2日/年利用するとして、(小900人、中500人、高400人)×2日	+3,600人
▶施設利用料の再考 ー他地域と比較すると利用料金は安い。単純な引き下げは利用者増に直結しないと考えられるため、高齢者の利用料の減免などターゲットを定めた料金設定が有効	★	★ 合わせて +5,000人
▶施設のPR ーHPでの紹介、SNS等による継続的な発信、広報誌、ポスター・チラシなど積極的なPR活動	★	★ 合わせて +5,000人
▶管理運用体制の整備 ー上記取り組みを行うための人員の確保	上記に含まれる	—

プールの利用者が現在の2倍の3.4万人になった場合、子どもと一般で半々の利用とすると、年間約130万円の利用料収入増加が見込める。

## 10 薪ボイラー導入スケジュール

### (1) 設計・工事

平成30年度に着工、稼働開始を目指す。平成29年度は引き続き基本設計に必要な情報収集に努め、平成30年度当初から着手できるように準備を進める。

平成30年5月中に設計入札を行い、7月いっぱい設計、8月中の工事入札を経て10月ごろからの施工開始、平成31年1月中の竣工と稼働開始を予定している。

### (2) 資金調達

本事業の設備導入費は、平成30年度当初予算に計上する予定である。資金調達としては、平成30年度のエネルギー構造高度化・転換理解促進事業費補助金等の活用を想定している。当該補助金の対象外経費については、市単費等でまかなう予定である。

また、鹿児島県の「カーボン・オフセット」の取り組みであるかごしまエコファンドの活用も考えられる。これは、県民・事業者等がかごしまエコファンドを通じてクレジットを購入し、市町村がその資金を活用して森林整備事業を行ったり、省エネ設備を導入することができる仕組みである。木質バイオマス設備の導入だけでなく、前述の自伐型林業研修などにも活用が期待される。

さらに、平成30年度から新設される森林環境税の活用も検討していく必要がある。

### (3) 原料調達体制の整備

原料調達体制の整備については、今年度行った自伐型林業研修を引き続き開催できるよう、実施計画作成および予算計上の準備を進める。

また、市有林の整備計画については森林組合と、その他の製材端材等の収集については該当する事業者と詳細な協議を進めていく。

## ■スケジュール

今回のプールへの木質バイオマス設備導入は、平成30年度中の着工・竣工、可能であれば同年度中の稼働開始を目指す。

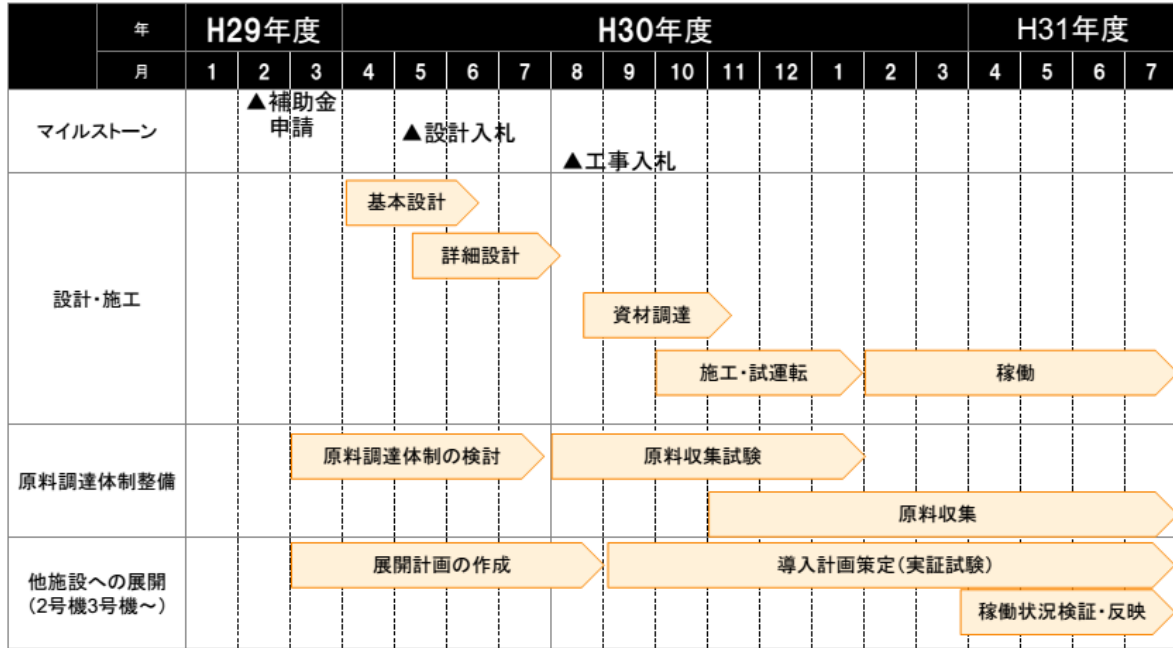


図 2-43 設備導入スケジュール

## 1.1 波及効果

本事業を行うことによる効果は、定量化可能な効果だけで20年間でおよそ3億円となる。これ以外にも多くの効果が見込める事業である。

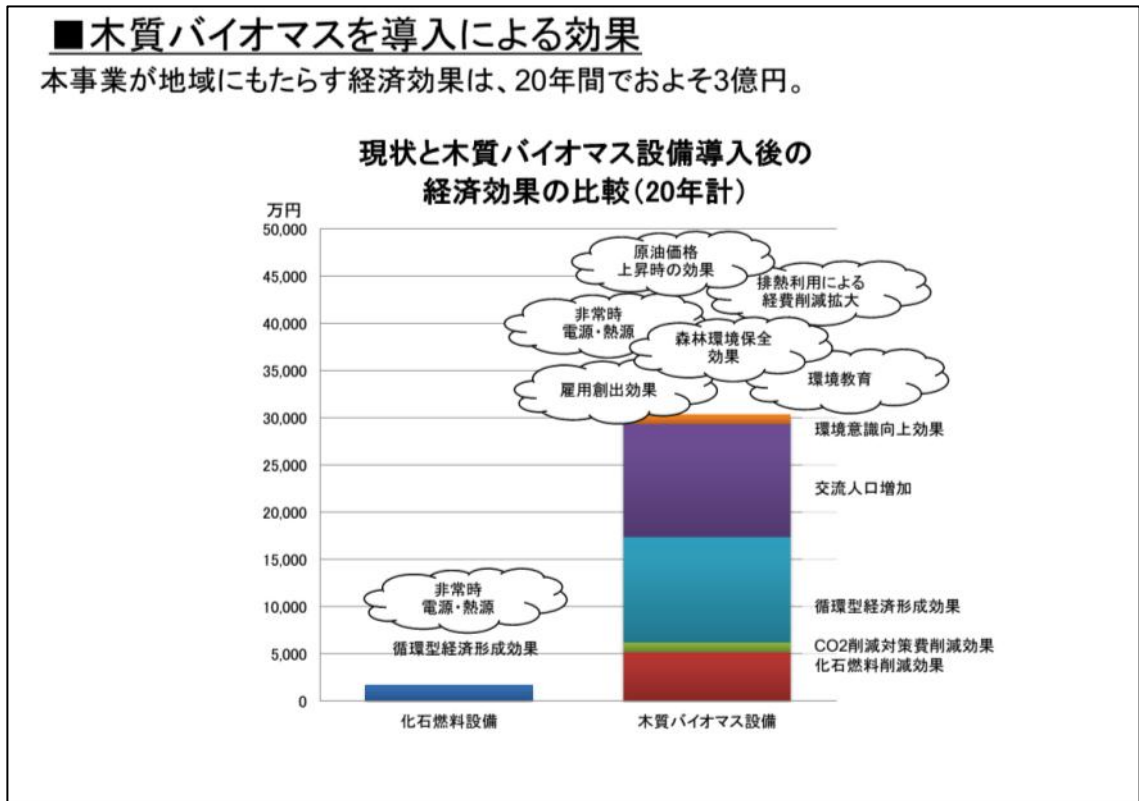


図 2-44 今回の木質バイオマス設備導入による効果 (グラフ)



表 2-24 今回の木質バイオマス設備導入による効果（一覧表）

		効果	化石燃料設備	木質バイオマス設備
定量評価	a	化石燃料削減効果	なし	・A重油ボイラーの焚き減らしの分は削減効果
	b	CO2削減効果	CO2を排出する方向に	・重油を使用しないのでCO2は削減できる
	c	循環型経済形成効果	地域の燃料会社の収入が地域で循環する	・木質バイオマス設備代替分が地域で循環する
	d	交流人口増加	なし	・視察料、食事代、宿泊代
	e	環境意識向上効果	なし	・ポスター作成する効果と同等と仮定
定性評価	A	雇用創出効果	追加では発生しない	・新規事業の直接雇用が発生する ・林業や木材加工従事者の増加が期待できる ・本来かかるはずの雇用対策費用が削減できる。雇用対策より確実な雇用を創出できる。
	B	森林環境保全効果	追加では発生しない	・森林整備が進む
	C	環境教育	追加では発生しない	・小中高生への環境教育効果
	D	排熱・余剰熱利用による経費削減効果	追加では発生しない	・熱利用が増えれば熱コストも下がり、熱需要家の経費削減につながる
	E	非常時電源・熱源	・ボイラーは非常時でも利用可能、発電機も利用可能。ただし、地域で化石燃料は調達できない。	・ボイラーは非常時でも利用可能、発電機も利用可能。地域にある木質バイオマスを活用できる。
	F	原油価格上昇時の効果	直接影響を受ける	現時点の想定より原油が上昇した場合の燃料費用増大リスクを防げる。

## 1 2 今後の事業展開

### (1) 今後の事業展開方針

#### 1 ) 熱需要の分布

今回の調査では、市内の主要な熱需要をヒアリング・アンケートによって情報収集し、マッピングを行った。これをもとに個別施設の熱需要の詳細を調査し、木質バイオマス設備の普及・展開の参考とする。特に民間が主導できるチップ熱源設備やペレット熱源設備の展開に期待する。

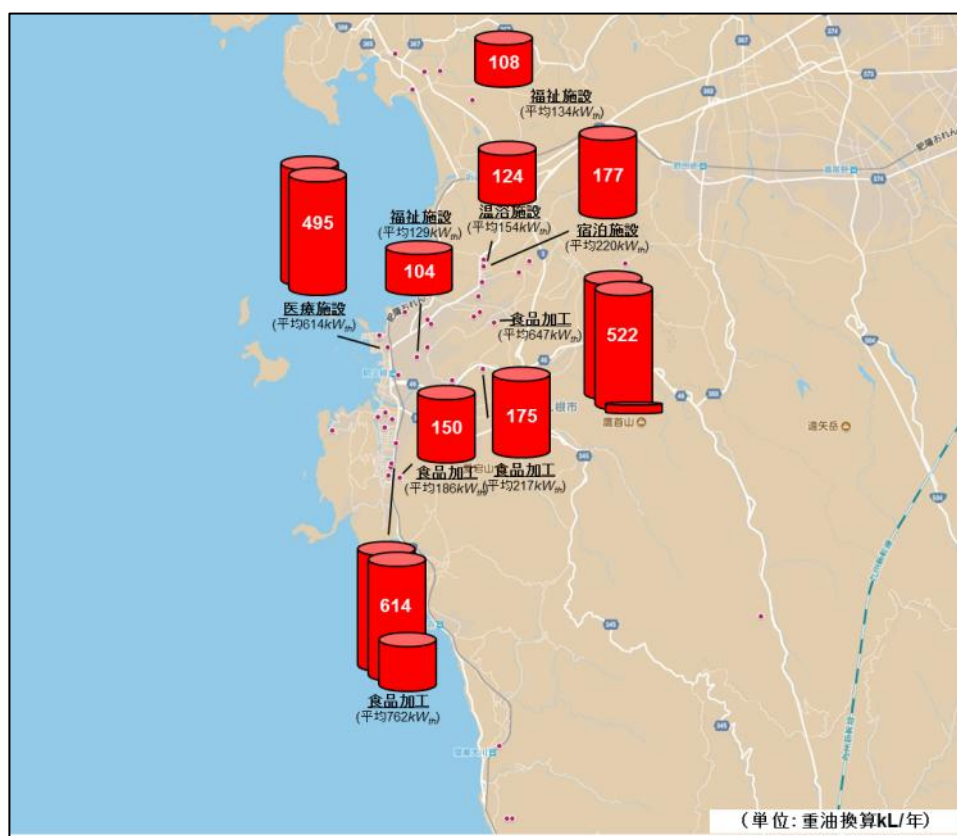


図 2-45 地域の熱需要分布

#### 2 ) 薪ボイラーの横展開

薪ボイラーは比較的公共性の高い取り組みと親和性がある。そこで、薪ボイラーの普及展開方法としては、今回の市温水プールへの導入のような公共施設への導入を遠投していくべきである。今回の導入に際し薪の製造体制が整えば、2例目3例目の薪調達コストも低減できる可能性があり、将来的には民間主導の設備導入に進む可能性も含んでいる。

### 3 ) その他木質バイオマス設備の展開

前述の通り、国内で木質バイオマス設備の普及が進んでいない要因はその採算性にあるが、これには民間の発想が必要不可欠である。

どのような設備・仕組みが普及していくかは地域の事情によって異なり、すべてにおいて採算性が確保されていることが前提となるが、規模の面からすれば小規模チップボイラーや小規模竹ボイラー、ペレットボイラーなどが着手しやすいといえる。市としては、民間主導の設備導入が促進されるような取り組み施策を講じていく必要がある。

そこから規模を拡大していき、国内でまだ事例の少ない小規模熱電併給設備に進めば、中規模設備の導入も見えてくる。

将来的には、熱導管を整備しバイオガス事業による熱供給とも連携する、独立型発電・送配電を整備し電力供給を行うなど、地域全体のインフラとして再生可能エネルギーを利用していく画も描くことができる。

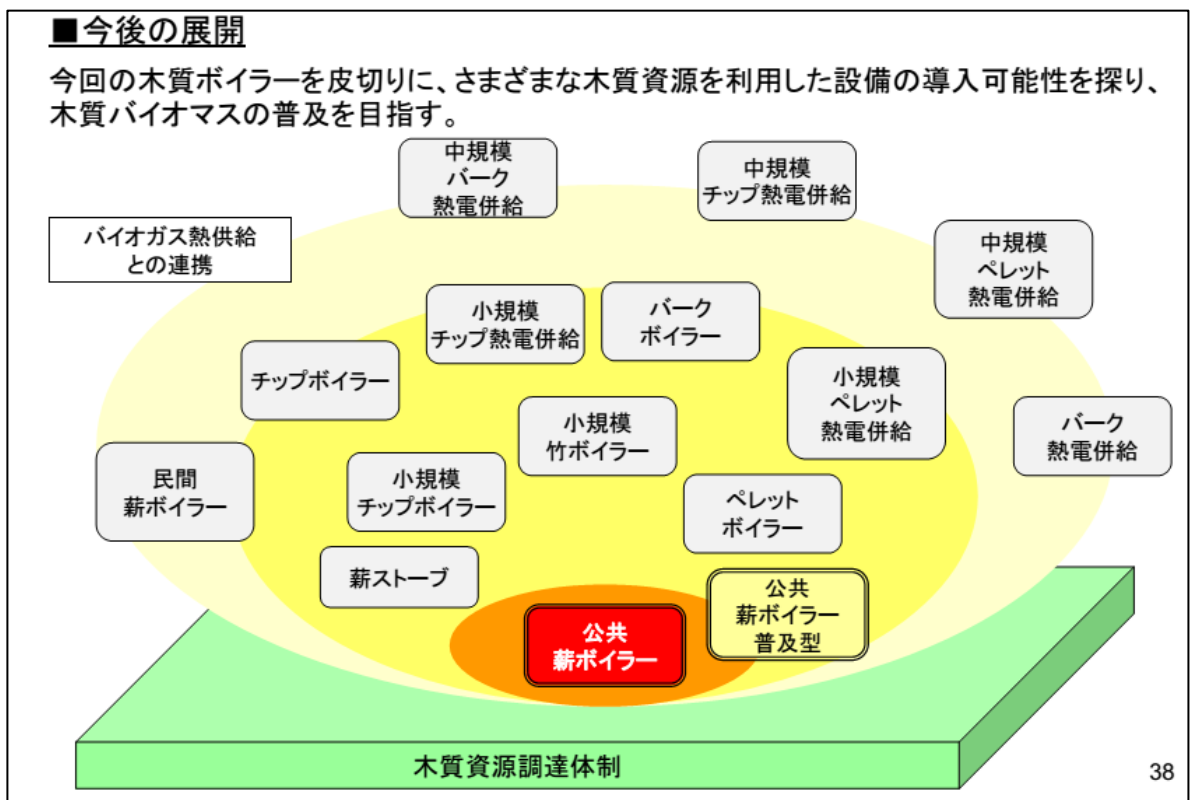


図 2-46 今後の展開

#### (2) 事業推進体制

本事業は市が事業主体となり推進する。設備整備後の運用については、民間のコスト削減のノウハウも最大限に活用するため、指定管理や委託などの方法も検討していく必要がある。