

令和4年度 木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」推進事業

山形県小国町  
「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち  
事業実施計画の精度向上支援  
報告書



令和5年3月

(一社) 日本森林技術協会  
(株) 森のエネルギー研究所



# 目次

1. 背景と目的	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業の目的	1
1.3 対象地域	3
1.3.1 対象地域の概要	3
1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的	4
2. 事業実施内容	7
3. 事業実施項目	8
3.1 地域協議会の運営支援	8
3.1.1 協議会について	8
3.1.2 協議会の運営	9
3.1.3 勉強会の開催	10
3.2 サプライチェーン	11
3.3 本年度の達成目標	12
3.4 目標達成に向けた取り組み	14
3.4.1 実施事項一覧	14
3.4.2 チップ水分（含水率）低減に向けた検討	15
3.4.3 広葉樹カスケード利用のための課題整理	22
3.4.4 次期総合センターへの木質バイオマスボイラー	23
3.5 総括	32



# 1. 背景と目的

## 1.1 事業の背景

平成 24 年 7 月の再生可能エネルギー電気の固定価格買取制度（FIT）の運用開始以降、大規模な木質バイオマス発電施設の増加に伴い、燃料材の利用が拡大しています。一方で、燃料の輸入が増加するとともに、間伐材・林地残材を利用する場合でも、流通・製造コストがかさむなどの課題がみられるようになりました。

このため、森林資源をエネルギーとして地域内で持続的に活用するための担い手確保から発電・熱利用に至るまでの「地域内エコシステム」（地域の関係者連携のもと、熱利用又は熱電併給により、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組み）の構築に向けた取り組みを進めることが必要となってきました。

## 1.2 事業の目的

「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援（以下、本事業という）は、林野庁補助事業「令和 4 年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」推進事業」のひとつとして実施されました。

本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及に向けて、既に F/S 調査（実現可能性調査）が行われた地域を対象として公募により選定し、選定地域における同システムの導入を目的として、地域の合意形成を図るための地域協議会の運営支援を行いました。また、協議会における検討事項や合意形成に資する情報提供、既存データの更新等に関する調査を行いました。

本報告書は、山形県小国町「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援の報告書として作成したものです。

## 「地域内エコシステム」とは

～木質バイオマスエネルギーの導入を通じた、地域の人々が主体の地域活性化事業～

集落や市町村レベルで小規模な木質バイオマスエネルギーの熱利用または熱電併給によって、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組みです。これにより山村地域等の活性化を実現していきます。

## 「地域内エコシステム」の考え方

- 集落が主たる対象（市町村レベル）
- 地域の関係者から成る協議会が主体
- 地域への還元利益を最大限確保
- 効率の高いエネルギー利用（熱利用または熱電併給）
- FIT（固定価格買取制度）事業は想定しない



図 1-1 「地域内エコシステム」構築のイメージ

## 1.3 対象地域

### 1.3.1 対象地域の概要

本事業では、地域内エコシステムモデル構築事業の採択地域である山形県小国町を支援対象地域としました（図 1-2）。

山形県小国町は山形県の南西部に位置し、朝日連峰や飯豊連峰に周囲を囲まれています。人口は7,018人（令和4年5月現在）で、総土地面積73,756haのうち（※1）森林面積は69,894ha（年）と89.3%を森林が占めています。町内の森林の約70%がブナ林を中心とする落葉広葉樹林で、豊かな森林資源を有しています。

気候は地形的な制約を受け複雑ですが、日本海側気候に属し、四方を山地丘陵に囲まれているため、盆地特有の気候の面も見せています。日本海からの湿潤な気流が高い山岳にぶつかり、地形的な上昇気流が起こるため日照時間の少ない天候が多く、夏季には驟雨性の豪雨を降らせ、秋には秋霖現象が目立っています。全国有数の豪雪地帯であり、冬の最深積雪は町中心部で2mを超える年も多く、山間奥地の集落では4mにも及んでいます。

小国町では、町を象徴する二つの素材であるブナと雪から共通してイメージできる「白」を基に、町全体を「白い森」と表現しています。先人たちがブナの森の限りない恵みを受けながら築いてきた生活文化を受け継ぎ、自然と人間の新しい共生のあり方を世界に向けて発信していくための町づくりにも取り組んでいます（※2）。

※1：森林面積・森林率は2020年農林業センサス（農林水産省）より引用。

※2：小国町HPより引用。

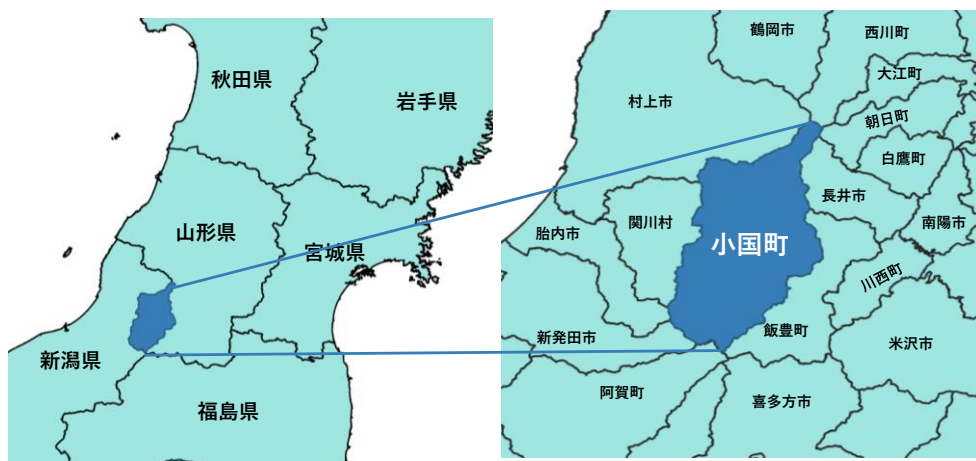


図 1-2 山形県小国町の位置図

## 1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

### (1) 小国町の木質バイオマスエネルギー利用状況

小国町では、「小国町環境基本計画」に基づき、小国ならではの新たなエネルギーと森林の総合的利活用を目標に掲げ、地域の豊富な森林を活かした木質バイオマスエネルギーの利用を進めてきました。

その取り組みとして、公共施設2カ所（小国町役場庁舎、小国町小学校公共施設）へそれぞれ450kw級のチップボイラーを導入し（表1-1）、町内のチップ工場2カ所から燃料を供給しており、町内におけるチップの需要先は、チップボイラー2機と、他には町外にある中大規模の木質バイオマス発電施設（酒田市や米沢市など）へ発電用の燃料として供給しています。また、町内の住宅などで薪やペレットのストーブ利用がされており地元の由来の森林資源の活用がされています。

また、小国町では広葉樹の活用も課題となっています。本町の森林の約70%がブナを中心とする広葉樹林で、主に家具に利用されていますが、その他の用途への利用は進んでいません。広葉樹を余すことなく活用していくためには、木質バイオマス利用を含む広葉樹のカスケード利用を検討する必要があります。

そのほか、小国町は全国有数の豪雪地帯であることから、除雪に関わる費用が財政的に大きな負担となっています。現状、小国町役場庁舎周辺道路のみチップボイラーでの融雪を行っていますが、更なる木質バイオマスエネルギー利用による融雪費の低減が求められています。

近年の国際的な社会情勢の影響から、化石燃料や電気代の高騰の影響からも木質バイオマスエネルギーに高い関心が寄せられる中、今後、森林資源の地域内循環を体制構築および豊富にある森林資源を活用しながら地域へ利益を還元していく仕組みづくりを進めるためには、町内での需要を発掘し木質バイオマスエネルギー利用を促進する必要があります。



表 1-1 小国町の木質バイオマスボイラー・ストーブ既存導入施設（令和5年3月現在）

区分	導入施設	
<p>チップ </p>	<p>導入先① 小国町役場庁舎</p>  <p>導入年：平成 20（2008）年 出 力：450kW チップボイラー 用 途：暖房、駐車場、 周辺歩道融雪</p>	<p>導入先② 小国小学校</p>  <p>導入年：平成 25（2013）年 出 力：450kW チップボイラー 用 途：暖房、給湯</p>
<p>ペレット </p>	<p>ストーブ利用（各家庭）</p>	
<p>薪 </p>	<p>ストーブ利用（各家庭）</p>	

(2) 本事業の位置づけ・目的

小国町では、令和3年度「地域内エコシステム」モデル構築事業（事業実施計画の精度向上支援）（※本事業の昨年度事業。以降、「令和3年度事業」とする。）の採択を受け、地域内のエネルギー循環の構築を目的とし、公共施設での木質バイオマス利用および広葉樹のカスケード利用のための各種検討を行いました。また、小国町における地域内エコシステムのビジョンを作成し、ビジョンに基づき取り組みを進めました（図 1-4）。

本事業では、令和3年度事業の調査結果を基に、地域内エコシステムのビジョンを実現するため、以下2つの軸を掲げ継続した取り組みを進めました（図 1-3）。

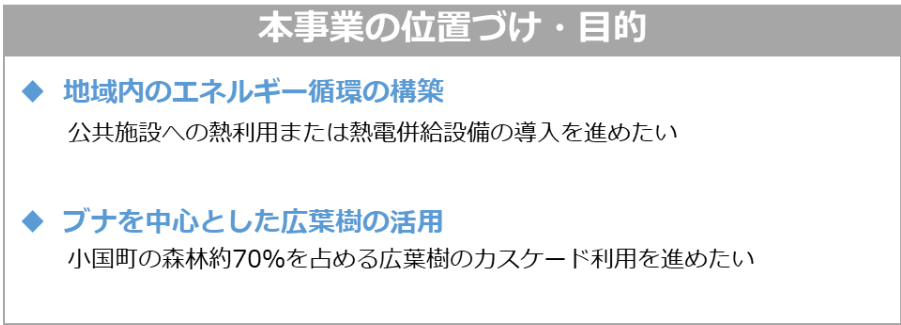


図 1-3 本事業の位置づけ・目的



図 1-4 小国町における地域内エコシステムのビジョン

## 2. 事業実施内容

本事業の実施内容は、以下に示す項目について、山形県小国町地域の「地域内エコシステム」の構築に向けて、地域協議会の運営支援（事業計画策定に関する調査や地域の合意形成に資する情報提供、指導・助言を含む）等を行いました。

- (1) . 地域協議会の運営支援
- (2) . サプライチェーン
- (3) . 本年度の達成目標
- (4) . 目標達成に向けた取り組み
- (5) . その他取り組み

## 3. 事業実施項目

### 3.1 地域協議会の運営支援

#### 3.1.1 協議会について

小国町では、地域内のエネルギー循環の構築を目的とした小国町地域内エコシステム協議会（以下、「協議会」）を設置しています。

協議会のメンバーは表 3-1 の通りです。本事業の申請者である小国町総合政策課が地域事務局となり、川上～川下の各段階の地域関係者による協力体制をとっています。

表 3-1 小国町地域内エコシステム協議会 メンバー

区分	構成員	役割
委員	小国町森林組合	川上・川中（チップ製造）
	株式会社旭林業	川上・川中（チップ製造）
	小国グリーンエナジー株式会社	川中（薪・ペレットの販売、薪製造）、 薪・ペレットストーブの販売
	農業組合法人小国きんたけ工房	川下/エネルギー利用施設
オブザーバー	置賜森林管理署	助言・指導
	山形県 置賜総合支庁	助言・指導
地域事務局	小国町 総合政策課	申請者/サポート、普及啓発 川下/エネルギー利用施設
事務局	一般社団法人日本森林技術協会	—
	株式会社森のエネルギー研究所	—

### 3.1.2 協議会の運営

協議会の開催状況は表 3-2 の通りです。小国町総合政策課、（一社）日本森林技術協会、（株）森のエネルギー研究所が共同で運営し開催しました。協議会では、事業の方向性や実施内容、実施結果等について協議を行いました。

表 3-2 協議会の開催状況

	実施事項	内容
協議会	<b>第 1 回協議会</b> 令和 4 年 8 月 31 日 場所：小国町役場	<b>【議事】</b> ・ 事業の概要 ・ 昨年度事業の振り返り ・ 今年度実施事項（案）について ①チップ水分低減に向けた検討 ②広葉樹の市場調査および近隣地区の地域内工 システム取り組み調査 ③次期総合センターの木質バイオマスボイラー の機種や規格等の選定 ・ 実施スケジュール
	<b>第 2 回協議会</b> 令和 5 年 3 月 13 日～20 日 ※書面開催	<b>【議事】</b> ・ 今年度事業の振り返り ①チップ品質試験の結果 ②広葉樹の課題整理の結果 ③次期総合センターのシミュレーション結果 ・ 今後の検討課題

### 3.1.3 勉強会の開催

小国町では、町内で製造されている燃料用のチップの水分の低減が課題となっており、本事業では、協議会メンバーからの要望を受け、チップ水分低減に関する情報収集、課題整理を目的とした勉強会を開催しました（表 3-3、図 3-1）。

山形県内で木質バイオマスボイラー事業を手掛けている、やまがた自然エネルギー株式会社 代表取締役 山田 幸司 氏を講師にむかえ、「バイオマス燃料におけるチップ燃料の製造・管理について」というテーマで実施しました。県内の木質バイオマスエネルギーにおける動向や、各所でのチップの運用に関する対応策や効果、実施課題など、参加者から多くの質問があり、有意義な機会となりました。本事業では、勉強会で得られた知見を活かし、チップ含水率低減のための取り組みを進めました。

表 3-3 勉強会の開催概要

勉強会 開催概要	
日時	令和4年8月31日（水）15:00~16:00 ※第1回協議会后に実施
場所	小国町役場
講師	山田 幸司 氏（やまがた自然エネルギー株式会社 代表取締役）
内容	バイオマス燃料におけるチップ燃料の製造・管理について ～山形の「森林資源」を最大限に有効活用するための「エネルギー」の最適方法の選択と基礎的な考え方～



図 3-1 （左）勉強会の様子 （右）講演資料

## 3.2 サプライチェーン

小国町のサプライチェーンを図 3-2 に示します。

小国町では、川上および川中を担う2事業者が、町内公共施設のチップボイラー用、発電用チップおよびのチップを製造しています。また、小国グリーンエネルギー株式会社が薪・ペレットおよび薪ストーブ・ペレットストーブの販売を行っています。

川下の利用施設については、町内での需要の創出のため、公共施設（次期総合センター等）のほか、将来的な熱利用先としてきのこ栽培工場等の民間施設を想定しています。

協議会での議論により、川中のチップボイラー用のチップ供給体制の整備および川下の公共施設の整備を優先的に取り組むこととしました。

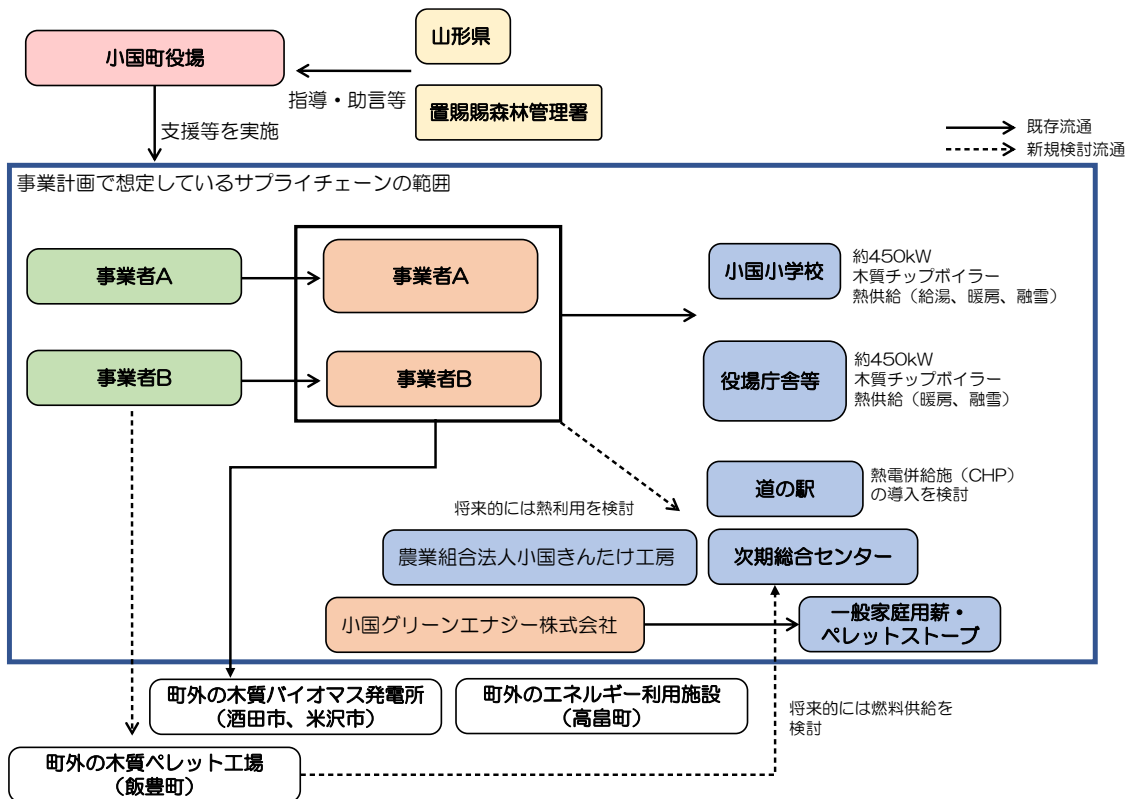


図 3-2 小国町の木質バイオマス関連のサプライチェーン

### 3.3 本年度の達成目標

小国町における木質バイオマス利用の課題の解決のため、以下3つの目標の達成に向け事業を実施しました（図 3-3）。また、本事業で目標とする地域内エコシステムの体制について図 3-4 に示します。

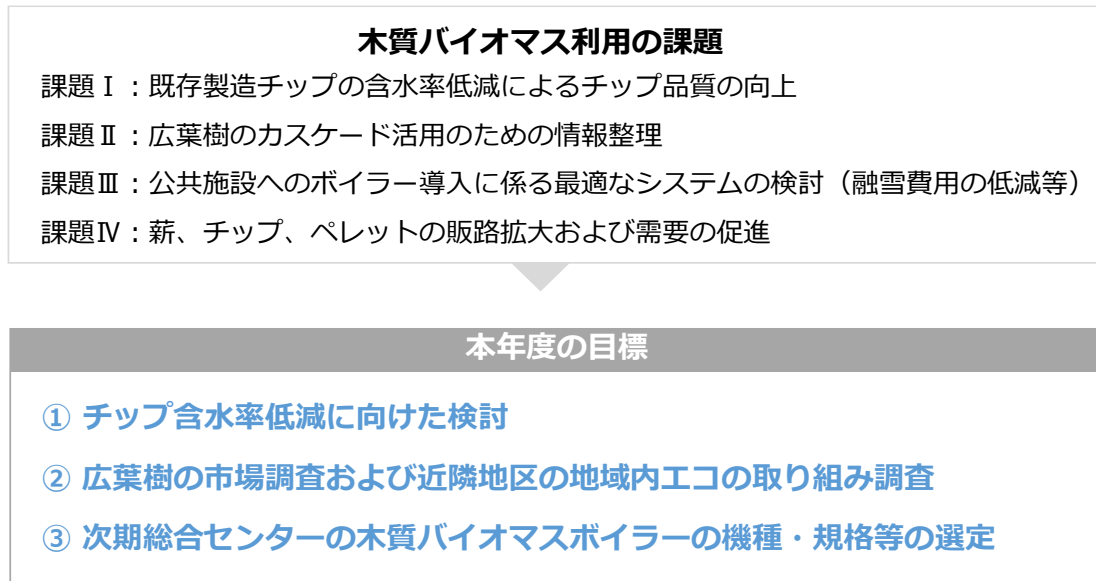


図 3-3 課題および本年度の目標

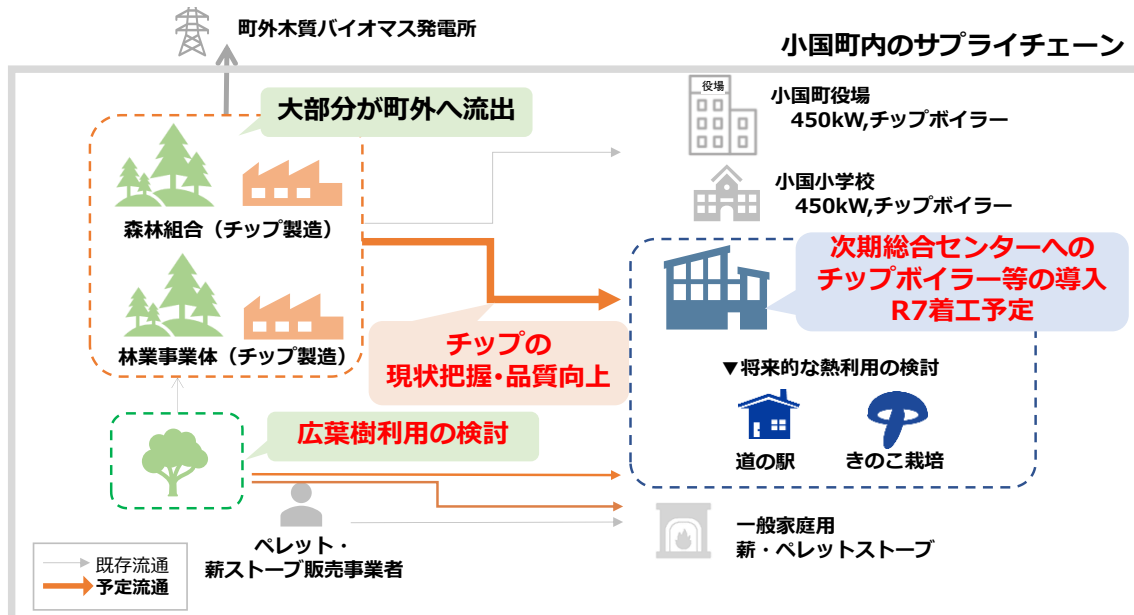


図 3-4 本事業で目標とする地域内エコシステムの体制



### (1) 目標① チップ水分（含水率）低減に向けた検討

木質バイオマスボイラーの運転タイプには「断続運転可能タイプ」と「連続運転タイプ」の2種類があります。小国町で導入済みのチップボイラーは連続運転タイプで、生チップ（水分 45～55%wb）対応のボイラーです。ボイラーの運転タイプ別に、「断続運転可能タイプ」と「連続運転タイプ」のボイラーでは、断続運転可能タイプの方が比較的低コストで導入することができますが、準乾燥チップ（水分 25～35%wb）もしくは湿潤チップ（水分 35～45%wb）対応のボイラーであるため、水分（含水率）が低いチップが必要になります。今後、小国町で導入するチップボイラーのコストを抑えるためには、既存製造チップの水分（含水率）低減によるチップ品質の向上（課題Ⅰ）が求められています。そこで、本年度は、町内2事業者が製造しているチップの品質を調査し、水分（含水率）低減のための方策について検討しました。

### (2) 目標② 広葉樹の市場調査および近隣地区の地域内エコの取り組み調査

木質バイオマス利用を含めた広葉樹のカスケード利用を進めるためには、近隣地域の広葉樹の流通状況を把握した上で、広葉樹の施業方針の策定や施業林分の選定をする必要があります。今年度は、町内事業者へのヒアリングや広葉樹市場に関する情報収集を行い、広葉樹のカスケード利用のための情報整理（課題Ⅱ）を行いました。

また、小国町の地域内エコシステム構築の一助となるよう、近隣地区の地域内エコシステムに関する取り組みについて協議会にて提供しました（3.1.3 勉強会等）。

### (3) 目標③ 次期総合センターの木質バイオマスボイラーの機種・規格等の選定

小国町では、公共施設における木質バイオマス利用の促進のため、新設予定である次期総合センターへの町内3台目の木質バイオマスボイラー導入計画を進めています。本事業では、令和3年度事業において実施した概算結果を基に、次期総合センター導入に係る最適なシステムを検討（課題Ⅲ）しました。

以上の目標①～③の達成に向けた取り組みにより、薪、チップ、ペレットの販売拡大および需要の促進（課題Ⅳ）へつなげることを目指しました。

## 3.4 目標達成に向けた取り組み

### 3.4.1 実施事項一覧

目標達成に向けて実施した各種調査の概要を表 3-4 に示します。

表 3-4 実施事項一覧

	実施項目	実施内容
各種調査	<b>チップ水分（含水率）低減に向けた検討（3.4.2 p15～）</b>	
	ヒアリング調査 ・チップ製造について 実施日：令和4年11月22日	原木保管方法・チップ製造状況の確認のほか、準乾燥チップ製造に関する課題を整理するため、町内チップ製造事業者である事業者A、事業者Bに対してヒアリングを実施した。
	チップ品質調査 実施日：令和4年11月-令和5年1月	チップ水分（含水率）低減に関わる方策を検討するため、チップ品質調査（水分（含水率）測定試験）を実施した。
	<b>広葉樹のカスケード利用のための課題整理（3.4.3 p22～）</b>	
	ヒアリング調査 ・広葉樹市場について 実施日：令和4年11月22日	広葉樹カスケード利用に関する情報収集・課題整理のため、山形県庁（置賜総合支庁）、事業者A、事業者Bへのヒアリングを実施した。
	<b>次期総合センターへのボイラー導入検討（3.4.4 p23～）</b>	
次期総合センターへの木質チップボイラー導入検討 実施日：令和4年9月-令和5年2月	次期総合センターへのチップボイラー導入のため、導入シミュレーションを実施した。	

### 3.4.2 チップ水分（含水率）低減に向けた検討

#### （1）チップ品質調査の目的

燃料用木質チップの品質規格のうちチップ水分に関する規格について表 3-5 に示します。品質規格では、水分区分によって乾燥チップ・準乾燥チップ・湿潤チップ・生チップ、その他不燃域に分けられています。小国町で導入済みのチップボイラーは生チップ（水分 45～55% wb）に対応するボイラーで、比較的高い水分のチップに対応するボイラーです。今後、コンパクトで低コストであるチップボイラー（断続運転可能タイプ）を導入していくためには、準乾燥チップ（水分 25～35%wb）および湿潤チップ（水分 35～45%wb）といった水分（含水率）の低いチップの供給が要求されます。

チップの水分（含水率）低減の方法としては、原木の状態での乾燥と、チップの状態での乾燥が考えられます。一般的にチップに比べ原木の状態での水分管理（＝自然乾燥）の方が、作業の効率性が高く費用対効果も高まります。しかしながら、小国町は豪雪地帯といった地理的条件により原木の自然乾燥が進みにくい地域です。原木の乾燥および保管方法を改善するには製造コストの上昇や事業者の手間の増加が想定されるため、水分（含水率）低減方法に関する事業者との協議やチップ取引価格の見直しが必要になると考えられます。

上記の状況を踏まえ、本事業では、小国町における効率的なチップ燃料運用を目指すため、製造しているチップの水分（含水率）把握のための調査（品質調査）および製造状況調査を実施し、チップの水分（含水率）低減のための方策について検討しました。併せて、調査の結果に基づき、次期総合センターへ導入するチップボイラー機種の検討を進めました（3.4.4 に記載）。

表 3-5 燃料用木質チップの品質規格（※3）

水分区分	水分 (wb) M	含水率 (db) U	状態
M25	≤25%	≤33%	乾燥チップ
M35	25～35%	33～54%	準乾燥チップ
M45	35～45%	54～82%	湿潤チップ
M55	45～55%	82～122%	生チップ
不燃域 水分55%以上のチップは燃料として不適			

※3：燃料用木質チップの品質規格（一般社団法人日本木質バイオマス研究会（2014）より一部加筆にて作成。）

## (2) チップ品質調査の流れ

にチップ品質調査の流れを示します。原木保管・チップ製造状況調査およびチップ水分（含水率）の測定調査を行い、その方策を検討しました。なお、チップの時期別の水分（含水率）を把握するため、秋期（令和4年11月22日）および冬期（令和5年1月24-25日）の計2回、チップのサンプルを採取しました。

### 【試験の概要】

- ・ 日 時：令和4年11月～令和5年1月
- ・ 対 象：事業者A、事業者B
- ・ 使用機械：恒温乾燥機、10Lバケツ、水分計（Kett社製、木材チップ水分計MT-200）
- ・ 試験内容：
  - ◆ 事業者ヒアリング
    - ・ 製造状況、原木管理状況、チップ取引方法をヒアリング
  - ◆ チップ水分（含水率）測定
    - ・ 計2回チップサンプルを採取
      - ・ 秋期（令和4年11月22日）
      - ・ 冬期（令和5年1月24-25日）
    - ※事業者Bのチップは1/24に採取した。事業者Aのチップは1/24、25で採取できたため2日間のデータを冬期のデータとした。
    - ・ 秋期のサンプル：全乾法で測定（恒温乾燥機を使用、105℃24時間以上）
    - ・ 冬期のサンプル：全乾法、バケツ重量測定、水分計で測定
  - ◆ 今後のチップ運用方針・チップ水分（含水率）軽減のための対策検討
    - ・ 保管方法の改善
    - ・ 事業者負担を考慮したチップ価格の見直し
    - ・ チップに適合するボイラーの検討

※留意点：今回の試験では、秋期は実際のチップ供給時での採取ではなく、チップ工場のサイロからチップを採取していることから、実際の供給時のチップの水分（含水率）とは異なる可能性があります。



図 3-5 チップ品質調査の流れ

### (3) 水分（含水率）測定方法

水分（含水率）測定方法として以下の3つの方法を用いました。

#### 測定方法① 全乾法での測定

- 全乾法での測定は、木質チップの品質規格（一般社団法人日本木質バイオマス協会（2014））に基づき、105℃24時間乾燥（JIS Z 7302-3）を行った。
- 全乾法で算出された値を真値として扱った。

#### 測定方法② バケツ重量測定

- 現場での取引方法が、簡易測定方法として用いられるバケツ重量測定であったことから、バケツ重量（10L）の値から算出される含水率（乾量基準値 db を使用）を確認した。

#### 測定方法③ 水分計での測定

- バケツ重量測定以外の簡易測定方法の検証として、水分計での測定を行った。

チップ供給時の水分（含水率）の確認には、全乾法のような手間がかかるものではなく、簡易的な測定方法が用いられます。今回の試験では、小国町のチップ取引方法である「②バケツ重量測定」およびその他の簡易測定方法として「③水分計での測定」を実施し、全乾法で算出される値との差を検証しました。なお、簡易測定方法の「②バケツ重量測定」および「③水分計での測定」については、冬期の試験時に新たな検討事項として追加したことから、秋期は①の全乾法での測定のみ、冬期は①～③の測定を行いました。

(4) チップサンプルの概要

調査で使用したチップのサンプルの概要を表 3-6 (秋期:令和4年11月22日)、表 3-7 (冬期:令和5年1月24-25日) に示します。

秋期には、町内の熱利用施設(役場庁舎、小国小学校)向けに製造されたチップのほか、町外の発電所向けに製造されたチップの2種のチップ(スギ)のサンプルを採取しました。

冬期には、町内の熱利用施設(役場庁舎・小国小学校)向けに製造されたチップのみ採取しました。なお、2事業者とも、冬期のチップについて、水分(含水率)低減のため、水分(含水率)が高いスギと水分(含水率)が低い樹種をブレンドしたチップを供給していました(事業者Aではスギとカラマツのブレンド、事業者Bではスギと広葉樹のブレンド)。

秋期のチップについてはチップ製造工場のチップ保管庫から、冬期のチップについては町内の熱利用施設へのチップ供給時に施設のチップサイロから(図 3-6、図 3-7) サンプルを採取しました。

表 3-6 秋期に採取したチップサンプル一覧

秋期 スギ		採取日:令和4年11月22日			
事業者	用途	樹種	採取場所	採取量	備考
事業者 A	①役場庁舎 11/22	スギ	チップ製造工場	691.3g	
	②発電用	スギ	チップ製造工場	713.6g	
事業者 B	③小国小 11/22	スギ	チップ製造工場	613.9g	1年間土場保管した 乾燥工程あり
	④発電用	スギ	チップ製造工場	828.7g	

表 3-7 冬期に採取したチップサンプル一覧

冬期 ブレンド		採取日:令和5年1月24-25日			
事業者	用途	樹種	採取場所	採取量	備考
事業者 A	①役場庁舎 1/24	スギ・カラマツ	役場庁舎 ※チップ供給時	699.7g	全乾法のほか、バケツ重量測定、水分計での測定も実施
	②役場庁舎 1/25	スギ・カラマツ	役場庁舎 ※チップ供給時	482.4g	
事業者 B	③小国小 1/24	スギ・広葉樹	小国町小 ※チップ供給時	774.8g	





図 3-6 冬期 役場庁舎 水分計での測定の様子



図 3-7 冬期 小国小学校 水分計での測定の様子

## (5) 事業者へのヒアリング

—ヒアリング内容省略—

## (6) 水分（含水率）測定結果

水分（含水率）測定結果を基に、以下の3つの事項について検証を行いました。

**検証事項 A：秋期と冬期の比較（全乾法）**

**検証事項 B：全乾法と簡易測定方法（バケツ重量測定値）の比較**

**検証事項 C：全乾法と簡易測定方法（水分計）の比較**

なお、検討事項 A については全乾法の結果のみを用い秋期と冬期の比較を行いました。  
また、検討事項 BC の全乾法と簡易測定方法の比較では、冬期のサンプルのみを用い比較を行いました。

—水分（含水率）測定結果省略—

### ① チップ品質試験のまとめ

#### 【検証事項 A：秋期と冬期の比較】

- ✓ 秋期および冬期においても、現状のチップは生チップおよび湿潤チップであることから、準乾燥チップとして利用するためには更なる水分（含水率）低減が必要であることが分かりました
- ✓ 冬期のチップについては、広葉樹とのブレンドが水分（含水率）低減に有効であることが分かりました。

#### 【検証事項 BC：全乾法と簡易測定方法（バケツ重量・水分計）の比較】

- ✓ 簡易測定については、水分計での測定に比べバケツ重量測定の方が全乾法測定値との差が少ないことが分かりました。
- ✓ 事業者 A（役場庁舎へ供給）における簡易測定では、事業者 B（小国町小学校へ供給）に比べ、全乾法と簡易測定方法の値の差がみられました。

#### 【今後の対応方策】

##### ◆ チップ水分（含水率）低減方法の検討

今回の試験結果から、チップ水分（含水率）低減に向けては、1）スギと広葉樹等のブレンドチップを活用する、2）原木の保管方法の改善を検討するという2つの方針が考えられました。これらの方針については、今後、事業者との協議の上で検討していく必要があります。

##### 1) スギと広葉樹等のブレンドチップを活用する

今回の試験結果から、スギと広葉樹等のブレンドしたチップを活用することによって、準乾燥チップボイラーでの利用可能性があると考えられました。今後、年間を通じたチップの水分（含水率）変動を把握し、広葉樹とブレンドすべき時期やブレンドの比率を検討することにより、チップの水分（含水率）低減が見込まれると考えられます。また、現在広葉樹はチップ水分（含水率）低減のために調達している状況であることから、町内で調達できる仕組みを検討することも考えられます。

##### 2) 原木の保管方法の改善を検討する

現在、事業者 A および事業者 B では、チップ水分（含水率）低減のため、原木のはい積み・積みなおしや、濡れている原木と乾いている原木を分けて保管するなどの管理を行っ



ています。更なるチップの乾燥を進める上での課題として、原木乾燥用の土場を確保し乾燥期間を長く設けること、土場舗装など様々な条件での原木乾燥方法の検証を行い低コストな方法を探索することが考えられます。原木保管方法の改善には事業者の手間や製造コストの増加が懸念されることから、それらを考慮したチップ価格の検討も併せて必要になると考えられます。

一方で、現状の水分 40%wb 程度のチップの準乾燥チップボイラーでの利用可能性について、ボイラーメーカーへ確認したところ、利用可能との回答がありました。ただし、ボイラーの燃焼効率の低下によるチップ需要量増加が避けられないことから、燃料費のかかり増しが懸念されます。そのため、少しでも乾燥したチップを使用することが望ましく、1) 2) の水分(含水率)低減の検討が必要であると考えられます。

### ◆ チップ取引方法の検討

現在町で用いられているバケツ重量測定方法において、事業者 A のチップでは水分 4~5%wb 程度高い値を示しました。この測定値の差は、樹種やチップパー機によってチップサイズが異なること、測定者の個人的誤差、チップの凍結等が要因として考えられます。バケツ重量測定時の状況の確認や複数回の検証を行った上で、取引価格表の見直しが必要であると考えられます。

### 3.4.3 広葉樹カスケード利用のための課題整理

#### (1) 実施事項

近隣地域の広葉樹の流通状況について把握するため、協議会オブザーバーである山形県置賜総合支庁産業経済部森林整備課へのヒアリングおよび町内の林業事業体である事業者 A、事業者 B へのヒアリング調査を行いました。

—ヒアリング内容省略—

#### (2) 広葉樹カスケード利用の課題

町内の事業者は針葉樹施業の過程で出る広葉樹の取り扱いをしています。町内の広葉樹林の大部分が国有林や町有林で保安林が多く伐採が限られること、また薪炭共用林の活用がされていないことから、広葉樹の積極的な活用が難しい状況であると考えられます。一方で、広葉樹に一定のニーズはあり、県内での薪需要（薪ストーブ利用）も増加傾向にあることが分かりました。今後、広葉樹利用を進めるためには、施業可能な広葉樹林での資源賦存量調査および今後の施業に備えた出口対策が必要であると考えられます。また、薪利用を含めた町内および近隣地域の需要把握を進め、薪の供給可能性を把握することで、広葉樹のカスケード利用につなげることができると考えられます。

### 3.4.4 次期総合センターへの木質バイオマスボイラー

#### (1) おぐに開発総合センター（次期総合センター）の計画概要

既設のおぐに開発総合センター（以下「現総合センター」とする）は、昭和 43 年に開館して以降、長年にわたり各種サークル活動や発表会・会合・図書室機能など町民の文化活動や社会教育ニーズの受け皿として恒常的に大きな役割を果たしてきた施設です。建設後、半世紀以上が経過し、進行する少子高齢化と社会生活の多様化に伴うユニバーサルデザインの対応不足や情報化対応の限界などにより、施設の更新が求められる状況にあります。また、耐震性の問題や設備の老朽化により、避難所機能についても著しい低下が指摘されるなか、現代の社会の生活様式や公共空間のあり方など大きな変革期を迎えています。これからの小国町を担う人材育成と社会福祉・文化活動の基幹施設として、幅広い活動を享受し利用者同士の交流を積極的に触発する場や「羽越水害」の教訓を踏まえ町民の拠り所となるセンター実現を目指しています。そのような背景の中、この次期のおぐに開発総合センター（以下「次期総合センター」とする）を、新規建設する計画となっております。

#### ① おぐに開発総合センター（次期総合センター）の施設計画方針

次期総合センターは、平成 30 年に策定された「次期総合センター整備基本設計」から、以下の項目を中心に新規に計画しています。

1. 敷地変更に伴う、平面計画の見直し
2. 施設規模の縮小および経費縮減の検討
3. 木材活用と再生可能エネルギー導入の検討

表 3-8 次期総合センター建設方針概要

適正規模	構造躯体	内部空間	木材利用
要求面積 3000 m <sup>2</sup> の2割減を目指す（目標：約 2400 m <sup>2</sup> ） 段差のない平屋のバリアフリー空間 各機能を共用した空間利用による諸費縮小 面積縮小による維持管理コストの低減 鋼材や全ての製品・材料・原油の価格上昇に対応	100 年の大計を見据えた耐久性の高い躯体 町民をまもる耐震性の高い躯体 大きな器（箱）の中に各機能を配置 無落雪型のフラットな屋根 多目的利用の軒下空間 深い庇による外壁保護と日射遮蔽	用途変更やプラン変更に対応 各機能の共有化による賑わいの相乗効果 固定した間仕切り壁は最小限に設定 同容量の倉庫スペースを確保 配線配管スペースを床下に設定	適切な用途規模の設定による内外装の木質化 白い森のイメージを象徴した内外装デザイン 木質バイオマスを活用した冷暖房・消雪システム 木育の場となるスペースの展開

② おぐに開発総合センター（次期総合センター）の建設予定地

次期総合センターの建設予定地については、これまでの現総合センターが果たしてきた役割の継続性や交通環境・周辺環境、用地取得の容易性、防災・災害対策などを総合的に勘案して、現総合センターが位置する小国町文教地区内において検討されています。

なお、平成31年に公表された「想定最大規模浸水区域図」と、計画エリア内を照らし合わせた結果、令和4年度をもって閉園を予定している「おぐに保育園跡地」を計画地として選定しています。

表 3-9 次期総合センター建設予定地 条件概要

区分	概要	備考
所在地	山形県西置賜郡小国町大字岩井沢 724	
交通条件	JR 米坂線小国駅から 600m（徒歩約 10 分） 小国町役場から 950m（徒歩約 15 分）	小学校前に町営バス停
敷地面積	約 8,200 m <sup>2</sup>	
現況	おぐに保育園	令和4年度 閉園予定
地目	宅地	
所有者	小国町	
都市計画区域	市街化区域（一部都市公園および児童遊園）	
用途地域	第一種住居地域	
容積率	200%	
建蔽率	60%	

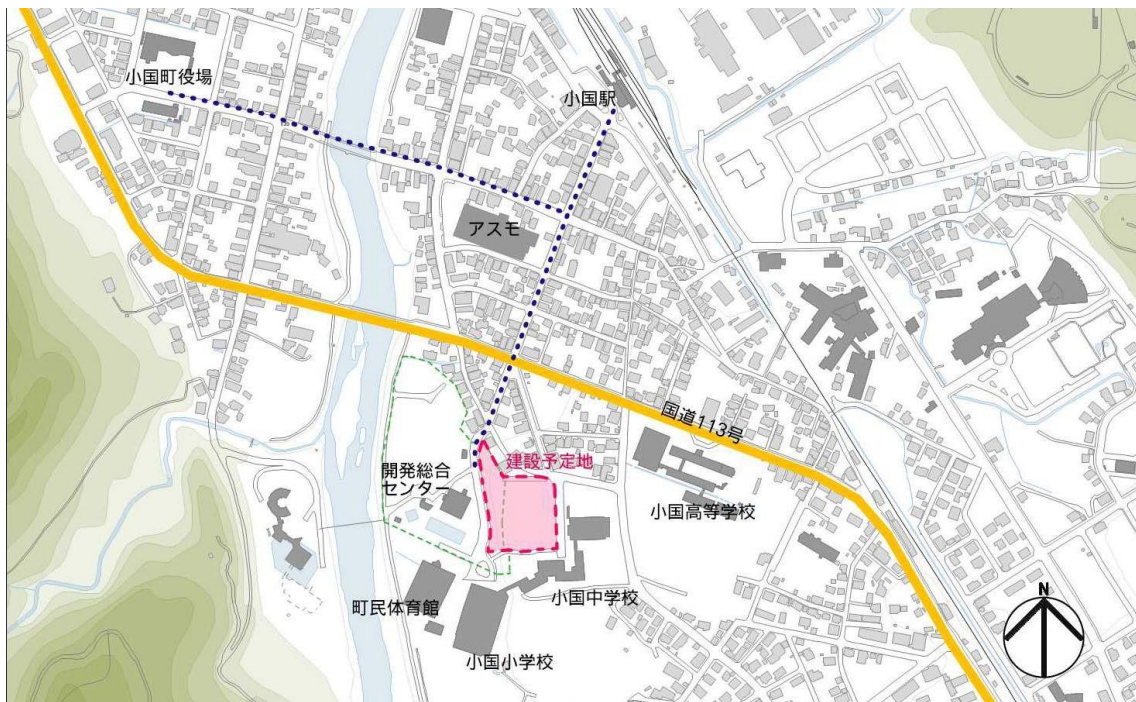


図 3-8 次期総合センター敷地予定地

③ おぐに開発総合センター（次期総合センター）の計画概要

次期総合センターの計画概要は、以下のとおりとなります。

なお、本計画については「令和3年度次期総合センター整備実施設計予備調査業務委託」の基本計画時のものであり、今後変更される可能性があります。

表 3-10 次期総合センター 計画概要（基本設計時）

敷地条件		建物1【本体棟】	
所在地	山形県西置賜郡小国町大字岩井沢724	主要用途	図書館・劇場
敷地面積	約8,200㎡	構造・規模	鉄筋コンクリート造 地下1階/地上1階建て 建築面積：2,627.00㎡ 延床面積：2,200.00㎡
地域指定	第1種住居地域	図書館	ブラウジング・閲覧コーナー・カフェ・書庫 収容冊数：開架 約25,000冊 ：閉架 約5,000冊 ：合計 約30,000冊
防火指定	無し	ホール	収容席数：固定 300席
その他の地域地区	基準法第22条指定区域高度地区 無し	子育て支援スペース	ほふく・読み聞かせコーナー
日影規制	5時間～3時間	活動室等	活動室：5室（可動収納で分割） スタジオ（音楽練習室） 会議室
建ぺい率	60%	建物1【熱源棟】	
容積率	200%	主要用途	機械室
上水道	町水道区域	構造・規模	鉄骨造 平屋建て 建築面積：200.00㎡ 延床面積：200.00㎡
下水道	供用区域内	熱利用システム	木質チップ焚ボイラー
道路幅員	西側町道（幅員10.75m）		

## (2) 木質バイオマスボイラー導入想定シミュレーション（基本設計条件）

次期総合センターへのバイオマスボイラーの導入を想定するうえで、必要となるシステム出力規模、エネルギー需要量、地域内で調達を期待するチップ燃料、原木量等をシミュレーションしてみました。なお、本シミュレーションにあたっては、次期総合センターの基本設計時（令和4年度時）の施設条件から、施設の暖房・冷房の条件を設定して推計しています。

### ① エネルギー需要に応じたシステム出力規模

バイオマスボイラーによる施設の暖房・冷房を想定したシステム出力規模を推計するにあたっては、次期総合センターの基本設計時には、施設面積は2,200㎡となっています。この施設の暖房・冷房に対応する面積を仮に2,000㎡と設定して推計してみました。暖房及び冷房負荷に関しては、同施設の規模から、一般的な熱負荷値を採用しています。

シミュレーションの結果、想定した対象面積より、暖房のシステム出力は349～465kWが想定されます。これに、システム設計上で予備率を1.2と考慮した場合、460～600kWと推計されました。冷房については、システム出力は460～600kWが想定されます。これに、システム設計上で予備率を1.2と考慮した場合、552～720kWと推計されました。本条件のもと、バイオマスボイラーによる暖房・冷房に対応するシステム出力規模552～720kWが必要となると想定されます。

表 3-11 バイオマスボイラーシステム出力規模の推計（参考）

暖房用 エネルギー出力（推計）		
項目	範囲（設定値）	備考
対象面積	2,000 ㎡	建物面積 2,200 ㎡（計画値）のうち活動スペース考慮した設定値
暖房負荷	150～200 kcal/㎡	暖房負荷においては施設の断熱性能により熱負荷量が変動あり 本条件は一般的な設定値を採用
	174～233 W/㎡	
システム必要出力規模	349～465 kW	※設定値 暖房 熱負荷範囲に応じて出力規模が変動
	460～600 kW	※システム設計時 エネルギー変動を考慮した予備率 1.2 を考慮
冷房用 エネルギー出力（推計）		
項目	範囲（設定値）	備考
対象面積	2,000 ㎡	建物面積 2,200 ㎡（計画値）のうち活動スペース考慮した設定値
冷房負荷	198～258 kcal/㎡	冷房負荷は、施設の断熱性能により熱負荷量が変動あり 本条件は一般的な設定値を採用
	230～300 W/㎡	
システム必要出力規模	460～600 kW	※設定値 冷房 熱負荷範囲に応じて出力規模が変動
	552～720 kW	※システム設計時 エネルギー変動を考慮した予備率 1.2 を考慮

※暖房・冷房の対応範囲の変更の可能性あり。今後、詳細の施設計画が決定見込み。



## ② 年間エネルギー需要範囲（暖房・冷房・年間）

次期総合センターの基本設計時の条件及び、前出のシステム出力想定規模より、暖房の対象期間、延べ年間 150 日（1,500 時間※1 日 10 時間稼働）と、冷房の対象期間が延べ年間 30 日（300 時間※1 日 10 時間稼働）と設定しました。そこに、地域内で調達するチップ燃料の期待条件でチップの水分 40%wb とした場合に、チップボイラー関連のシステム効率を 80%と想定して、年間エネルギー需要量を推計しました。

シミュレーション条件下で推計した結果、暖房用 785,025～1,046,700 kWh/年、冷房用 207,000～270,000kWh/年、暖房と冷房の合計 992,025～1,316,700 kWh/年と推計されました。なお、年間エネルギー需要量に関しては、今後の施設条件、気候条件、導入システム仕様等によりエネルギー需要量は変化するので注意が必要です。

表 3-12 次期総合センターにおけるエネルギー需要量推計（参考）

年間エネルギー需要量（想定範囲）		試算条件
暖房負荷	628,020～837,360 kWh/年	暖房期間：延 150 日（年 1,500 時間）※想定値
冷房負荷	165,600～216,000 kWh/年	冷房期間：延 30 日（年 300 時間）※想定値
年間 計	793,620～1,053,360 kWh/年	年間 1,800 時間（暖房+冷房）※想定値
年間エネルギー負荷範囲（想定）※システム効率考慮		試算条件
暖房負荷	785,025～1,046,700 kWh/年	チップボイラー関連システム効率 80% ※設定値 ※チップ燃料：水分 40%時を想定
冷房負荷	207,000～270,000 kWh/年	チップボイラー関連システム効率 80% ※設定値 ※チップ燃料：水分 40%時を想定
年間 計	992,025～1,316,700 kWh/年	チップボイラー関連システム効率 80% ※想定値 ※チップ燃料：水分 40%時を想定

## ③ チップ燃料および原木の必要準備量（推計）

前出の①エネルギー需要に応じたシステム出力規模、②年間エネルギー需要範囲（暖房・冷房・年間）の推計結果より、次期総合センターのエネルギー需要に応じたチップ燃料、原料調達を推計しました。なお、チップボイラーで使用するチップ燃料条件については、次期総合センターへの導入が期待されるチップボイラーシステム仕様と地域内での調達する期待範囲を踏まえ、本推計では、チップ水分 40%wb と設定しました。

チップ燃料および原木の必要準備量の推計結果より、全期間（暖房+冷房）のチップ燃料必要量は 360～478 トン/年（1,739～2,308 チップ m<sup>3</sup>/年）となり、そのチップ燃料用の原木準備量は 669～888 原木 m<sup>3</sup>/年となりました。

表 3-13 チップ燃料条件（水分量・低発熱量・チップ重量）

水分（含水率）	低位発熱量		チップ重量	備考
水分 35%（含水率 54%）	2,614 kcal/kg	3.04 kWh/kg	191 kg/m <sup>3</sup>	区分：湿潤チップ
水分 40%（含水率 67%）	2,367 kcal/kg	2.75 kWh/kg	207 kg/m <sup>3</sup>	区分：湿潤チップ
水分 45%（含水率 82%）	2,120 kcal/kg	2.47 kWh/kg	226 kg/m <sup>3</sup>	区分：湿潤チップ

表 3-14 チップ燃料必要量（時間・日・1週間）・チップサイロ容量推計

チップ燃料必要量				試算条件
暖房負荷	190~283 kg/時間	冷房負荷	251~327 kg/時間	チップ水分 40%（チップ重量：207 kg/m <sup>3</sup> ）
	0.9~1.0 m <sup>3</sup> /時間		1.2~1.6 m <sup>3</sup> /時間	チップボイラ関連システム効率 80%（設定値）
	1.9~2.1 トン/日		2.5~3.3 トン/日	チップボイラ関連システム
	9.2~10.2 m <sup>3</sup> /日		12.1~15.8 m <sup>3</sup> /日	運転稼働時間：10 時間/日
暖房時期	64~71 m <sup>3</sup> /週	冷房時期	85~110 m <sup>3</sup> /週	最大需要時期のチップ燃料 1 週間分（7 日）
（参考）チップ燃料サイロ容量（1 週間分）			130~160 m <sup>3</sup>	チップ燃料サイロ容量 充填率 70%

表 3-15 年間のチップ燃料必要量・原木必要量（推計）

チップ燃料 準備量（推計）	原木必要量（推計）	条件
暖房用	529~706 原木 m <sup>3</sup> /年	※年間暖房期間：延 150 日（計 1,500 時間/年） ※原料条件：水分 40%時（燃料期待値）
1,376~1,835 チップ m <sup>3</sup> /年		
冷房用	140~182 原木 m <sup>3</sup> /年	※年間冷房期間：延 30 日（計 300 時間/年） ※原料条件：水分 40%時（燃料期待値）
75~98 トン/年 363~473 チップ m <sup>3</sup> /年		
全期間	669~888 原木 m <sup>3</sup> /年	※年間期間（暖房+冷房）：計 1,800 時間/年 ※原料条件：水分 40%時（燃料期待値）
合計		
360~478 トン/年 1,739~2,308 チップ m <sup>3</sup> /年		

※チップ準備量に応じた原木必要量 換算値：原木 1m<sup>3</sup> → チップ 2.6m<sup>3</sup>

#### ④ チップの燃料供給回数（推計）

③チップ燃料および原木の必要準備量（推計）より、全期間チップ燃料必要量 360~478 トン/年（1,739~2,308 チップ m<sup>3</sup>/年）とした場合、想定される燃料供給車両（20 トンダンプ：積載容量 12.8m<sup>3</sup>）から、チップ燃料供給回数を試算しました。

表 3-16 チップ燃料供給 運搬条件（推計）

条 件			備考
燃料供給使用車両	トラック（ダンプ）20 トン車		
	チップ積載量	12.8 m <sup>3</sup> /台	荷台の積載容量（想定値）
チップ燃料 運搬回数	暖房時期	5~6 回/週	想定：暖房期間 チップ使用量 64~71 m <sup>3</sup> /週
	冷房時期	7~9 回/週	想定：冷房期間 チップ使用量 85~110 m <sup>3</sup> /週
	年 間	107~143 回/年	想定：年間チップ使用量 1,739~2,308m <sup>3</sup> /週



**(3) バイオマスボイラーの導入システム検討の留意点**

前述した、おぐに開発総合センター（次期総合センター）の施設計画方針から、「1.施設規模の縮小および経費縮減の検討」、「2.木材活用と再生可能エネルギー導入の検討」といった観点から、今後のバイオマスボイラーのシステム検討においても、どのシステムを選択するかは重要な要素となります。小国町でのチップ生産や運用の対応範囲を把握したうえで、バイオマスボイラーシステム検討の際の留意点は以下の通りとなります。

**① 木質バイオマスボイラーの運転タイプ選定検討**

チップボイラーは運転タイプとして「断続運転」、「連続運転」のタイプがあります。

「断続運転」タイプは自動でオン・オフの運転が可能なボイラーです。一方で「連続運転」タイプは、1度着火したら一定の出力変動の範囲で連続して運転し続けるタイプのボイラーです。運転タイプにより施設特性に応じたメリット・デメリットがあり、使用する燃料条件や施設のエネルギー熱需要特性に対して対応適正があります。

表 3-17 チップボイラーの運転タイプ別傾向（参考）

	断続運転可能タイプ	連続運転タイプ
ボイラー運転の特徴	ボイラーの運転管理でオン・オフが可能 運転まで所要時間が比較的短い ※自動着火システムが基本	運転まで所要時間が長い 季節・時間帯ごとの熱需要が低負荷時の稼働方法が効率を左右
燃料の水分範囲	水分 30~45% (含水率 43~82%) 品質区分：準乾燥チップ (水分 25~35%) ：湿潤チップ (水分 35~45%)	高いものは水分 50% (含水率 100%) 前後 品質区分：生チップ (水分 45~55%)
燃料性状	連続運転タイプより燃料性状の範囲は狭い ※機種次第	低質な燃料でも対応可能 ※適切な燃料搬送機器の選択が必要
ボイラー効率 (定格出力÷投入エネルギー)	約 80~90%範囲相当 (最大 90%前後) ※チップ性状や機種、設備仕様により変動	約 70~85%範囲相当 ※チップ性状や機種、設備仕様により変動
ボイラー出力	小~中型 (数十 kW~)	中~大型 (数百 kW~)
ボイラー本体サイズ	(比較的) 小型 傾向	中・大型
本体価格	(比較的) 安価 傾向	(比較的) 高価 傾向
推奨する利用施設	小~中規模の熱需要施設 (石油換算 数~数十万 L/年使用相当)	年間ならびに 1 日を通して安定した熱負荷ある施設、産業用等

参照：木質バイオマス熱利用（温水）計画実施マニュアル 第 6 章木質バイオマスボイラーの特質 P156-160 より一部加筆にて作成

※チップの品質は一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会策定の品質規格に基づく

断続運転タイプのボイラーは、熱交換器がタテ型で燃焼炉と一体構造となっており、水分管理がされたチップを燃料として使用します。対応するチップの水分範囲は、ボイラーメーカーの機種や仕様によって異なりますが、およそ水分 30～45%wb（上限あり）となっています。熱交換器の縦型は、ボイラー構造がコンパクトになっていることが特徴であり、構造上対応する燃料の水分範囲が狭いですが、チップボイラーの着火・消火の所要時間が比較的短時間であり、1日の間に熱負荷を変動・管理する必要がある施設でも、蓄熱タンクとの組み合わせで、順応しやすく熱需要特性のカバー率を高めやすいため、施設側で必要となるエネルギー供給の要望に応じる範囲が広い特徴があります。また、使用を想定する燃料の条件幅を絞って制御するため、ボイラー効率を高く維持（80～90%台）することが標準的になり、無駄なランニングコストを省き、イニシャルコストの回収に対する利点があります。

連続運転タイプのボイラーは、熱交換器がヨコ型になり、燃焼炉が必然的に大きくなり燃焼炉内の中で燃料の乾燥工程を得るため低質な燃料や水分の高い燃料を燃焼できる構造で、大型のボイラー向きになっています。この連続運転タイプは、導入コストも割高傾向になるなかで、低質だが安価な燃料で使用できる条件であれば、ランニングコストを低減化させて、割高な導入コストの回収をカバーできる可能性もあります。この連続運転タイプのボイラーは、着火・消火が手動のため、オンオフ運転ができません。1日の間に熱需要が何度も変動したり、季節毎にベース熱負荷が大きく変動する施設の導入には適していません。導入しても、大きな熱変動に対してのカバー率を高められない可能性が高くなっています。特に導入が適する施設は、大きな熱需要を長時間もつ大規模施設や産業等の工場があげられます。

### ② バイオマスボイラーを活用した冷房システムの注意点

主に、バイオマスボイラーの熱を冷房利用する場合の冷房システムは、主にセントラル方式の熱利用に関係する「吸収式冷凍機」、「廃熱投入型吸収式冷凍機」になります。

この吸収式冷凍機は、「蒸発→吸収→再生→凝縮」の4つの作用を経て冷房する機器で、臭化リチウムなどの吸収力の高い液体に、水を吸収させて発生する低圧によって、別の位置の冷媒を気化させて気化熱を利用して冷温を得る冷凍機です。吸収式は、多様な熱エネルギー（ガス、油、バイオマスなど）を利用した焚き方式の他、温水や蒸気などの廃熱を利用したものです。利用用途としては、小規模から大規模の施設で使用されています。冷房システムに関しては、施設の稼働条件、エネルギー需要の期間や量を把握したうえで、適した冷房システム適正のシステムを判断することが望まれます。

### ③チップボイラーの有圧・密閉型と無圧・開放型の取扱い違いによるシステム選定

無圧式温水機等については、大気開放型で圧力がかからず、温度も 100℃以下で爆発の危険性がなく安全とされおり、安全冷却装置も基本的に不要であることから、システム選定されることが多くなっております。これは既存の小国町役場、小国小学校に導入されているチップボイラーに関しては無圧式温水機の取扱いとなっております。この無圧式温水機は、「密閉式」の有圧のボイラーに比べて課題点があります。暖房利用などの温水循環の配管は、効率性などから通常は密閉回路を利用するのが一般的で、有圧式の場合はボイラーから温水を直接循環させるシステムになります。また、温水の循環ポンプも 1 台で済み三方弁への接続も可能といえるため、構成するシステムがシンプルとなり経済的でもあります。国内で、普及されているバイオマスボイラーの多くは、機器性能や運転管理が確立している海外製のシステムとなっております。これら海外メーカーのシステムは、主に有圧式の密閉型回路のシステムとなっております。これまで日本国内で使用する場合の追加対応の要素として、国内の法規制や現場での運転条件の制限から、有圧・密閉型のシステムを無圧・開放型へシステムの改造をおこない、それに伴い追加設備が必要になることがありイニシャルコストが増加することがありました。また、ランニングコストについても、①定期的に熱交換器のパッキン交換、②ポンプ数の増分により電気代の増加、③防錆剤の定期補充など、必要な対応作業の増加がみられます。

これらの追加の対応作業に関しては、導入検討時に、関係者間で協議を重ねて判断していくことが望まれます。

### (4) バイオマスボイラーの検討について、今後の方針と考え方

今後の次期総合センターの整備については令和 6 年度からの実施を計画しており、令和 4～5 年度にかけて建物全体の基本設計見直しに基づき、実施設計中となっております。

今後のバイオマスボイラーによるシステム導入の検討については、次期総合センターの計画における方針と施設概要、また地域内の調達可能な燃料条件を踏まえて、それぞれの適性から総合的に判断してシステム選定する必要があります。可能な範囲でのイニシャルコストの低減化やランニングコスト、現場の負担軽減を考慮して、今後のシステム仕様の選定・検討を行っていく必要があります。

## 3.5 総括

小国町では、地域内エコシステムの構築に向けて、地域内のエネルギー循環の構築およびブナを中心とした広葉樹の活用を目的と活動しています。

本事業では、3つの目標を掲げ、チップ水分（含水率）低減のための勉強会の開催やチップの品質調査、広葉樹カスケード利用のための課題整理、次期総合センターでのバイオマスボイラー導入シミュレーションを実施しました。以下に本年度実施した内容とその結果についてとりまとめます。

### （1）目標達成に向けた取り組みの結果

#### 目標① チップ水分（含水率）低減に向けた検討

##### 【実施内容】

- ✓ 木質バイオマスボイラー用の燃料用のチップ水分の低減方策を検討するため、製造しているチップの水分（含水率）把握のための調査（品質調査）および製造状況調査を実施。

##### 【結果】

- 秋期および冬期においても、現状のチップは生チップおよび湿潤チップであることから、準乾燥チップとして利用するためには、更なる水分（含水率）低減が必要であることが分かった。冬期のチップについては、広葉樹とのブレンドが冬期のチップの水分（含水率）低減に有効であることが分かった。
- チップ水分（含水率）低減に向けては、1）スギと広葉樹等のブレンドチップを活用する、2）原木の保管方法の改善を検討する、という2つの方針が考えられた。これらの方針については、今後、事業者との協議の上で検討していく必要がある。
- 現在町で用いられているバケツ重量測定方法において、一部測定値の差が見られた。バケツ重量測定時の状況の確認や複数回の検証を行った上で、取引価格表の見直しが必要であると考えられる。

## 目標② 広葉樹の市場調査および近隣地区の地域内エコの取り組み調査

### 【実施内容】

- ✓ 近隣地域の広葉樹の流通状況について把握するためヒアリング調査を実施

### 【結果】

- 町内の事業者は針葉樹施業の過程で出る広葉樹の取り扱いをしているが、町内の広葉樹林の大部分が国有林や町有林で保安林が多く伐採が限られること、また薪炭共用林の活用がされていないことから、広葉樹の積極的な活用が難しい状況であると考えられる。
- 一方で、広葉樹に一定のニーズはあり、県内での薪需要（薪ストーブ利用）も増加傾向にあることが分かった。今後、広葉樹利用を進めるためには、施業可能な広葉樹林での資源賦存量調査および今後の施業に備えた出口対策が必要であると考えられる。また、薪利用を含めた町内および近隣地域の需要把握を進め、薪の供給可能性を把握することで、広葉樹のカスケード利用につなげることができると考えられる。

## 目標③ 次期総合センターの木質バイオマスボイラーの機種・規格等の選定

### 【実施内容】

- ✓ 次期総合センターへのバイオマスボイラーの導入を想定するうえで必要となる、システム出力規模、エネルギー需要量、地域内で調達を期待するチップ燃料、原木量等のシミュレーションを実施。※次期総合センターの基本設計時（令和4年度時）の施設条件から、施設の暖房・冷房の条件を設定して推計。

### 【結果】

- システム出力規模：施設面積 2,000 m<sup>2</sup>と設定した場合、バイオマスボイラーによる暖房・冷房に対応するシステム出力規模 552～720kW が必要と想定された。これらは、施設の建築性能や利用条件に変動する。推計からチップ燃料および原木の必要準備量：チップの水分 40%wb とした場合に、全期間（暖房+冷房）のチップ燃料必要量は 360～478 トン/年（1,739～2,308 チップ m<sup>3</sup>/年）となり、そのチップ燃料用の原木準備量は 669～888 原木 m<sup>3</sup>/年となった。
- 今後の次期総合センターの整備については令和6年度からの実施を計画しており、令和4～5年度にかけて建物全体の基本設計見直しに基づき、実施設計中となっている。今後のバイオマスボイラーによるシステム導入の検討については、次期総合センターの計画における方針と施設概要、また地域内の調達可能な燃料条件を踏まえて、それぞれの適性から総合的に判断してシステム選定する必要がある。可能な範囲でのイニシャルコストの低減化やランニングコスト、現場の負担軽減を考慮して、今後のシステム仕様の選定・検討を行っていく必要がある。

## (2) 今後の展望・展開

次年度以降は、今年度の取り組み結果を基に、木質バイオマスエネルギー利用の更なる推進および小国町における地域内エコシステムのビジョンの達成を目指した継続的な取り組みを進めることが考えられます。今後の展望および展開について下記にとりまとめます。

### ① チップ燃料の品質の向上

チップ品質試験により、チップ水分（含水率）低減に向けた方策が考えられましたが、具体的な方向性については検討の余地が残りました。次年度以降は、事業者との協議をもとに、既存チップ工場を軸とした供給体制の構築のため、保管方法の改善や広葉樹チップの活用の検討等が望まれます。

### ② 次期総合センターの木質バイオマスボイラー導入に向けた継続検討

導入シミュレーションにより、システム出力規模、エネルギー需要量、地域内で調達を期待するチップ燃料、原木量等を推計することができました。実際の導入にあたっては、導入システムの具体化や施設整備に係る補助事業等の検討が必要になることから、次年度以降継続的な取り組みが考えられます。

### ③ 広葉樹のカスケード利用の促進

広葉樹の活用促進に向けては、薪需要（薪ストーブ利用）が増加傾向にあることから、次年度以降は薪製造・薪利用を進めていくことが考えられます。薪需要の把握のためのアンケート調査や、町内での薪製造供給可能量の検討により、施業方針に基づく広葉樹のカスケード利用を進めることが考えられます。また、チップの品質向上のために別途調達している広葉樹チップについて、町内で調達できるような検討も考えられます。

### ④ 将来的な熱需要先の検討

小国町ではこれまで公共施設でのみチップボイラーが導入されてきました。今後は、公共施設への更なる導入のほか、民間施設や住宅へのボイラー・ストーブ利用の検討により、木質バイオマス利用の推進が考えられます。

	R3	R4	R5	R6~7
協議会	<b>協議会運営</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域エコ事業採択</li> <li>協議会立ち上げ</li> <li>現地視察実施</li> <li>広葉樹勉強会</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>協議会継続開催</li> <li>広葉樹ヒアリング調査 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>次期総合センター導入に向けたチップ供給・ボイラー導入の検討</li> <li>チップ品質の検討</li> <li>広葉樹カスケード利用の検討</li> <li>将来的な熱需要先の検討</li> </ul>	
チップ品質の向上	<b>CD材供給状況把握</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>関係者へのヒアリング調査</li> </ul>	<b>チップ品質の検討</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>チップの勉強会開催</li> <li>チップの現状調査</li> </ul>	<b>次期総合センターへの供給の検討</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>チップ品質の改善</li> <li>チップ供給方法の検討 等</li> </ul>	
次期総合センターの木質バイオマスボイラー導入検討	<b>FS調査/基本設計</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラー導入パターン</li> <li>燃料種の検討</li> <li>コスト比較</li> </ul>	<b>実施設計</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラー導入規模・機種</li> <li>設備費用に関する補助事業</li> <li>チップ必要量等確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>チップ供給方法の検討</li> <li>導入規模・機種決定 等</li> </ul>	<b>着工予定</b>
広葉樹のカスケード利用		<b>情報収集</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>勉強会</li> <li>ヒアリング調査</li> <li>市場調査</li> </ul>	<b>活用方針検討</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>アンケート調査</li> <li>活用方針への反映</li> <li>薪・チップの活用検討</li> </ul>	
将来的な熱需要先の検討			<b>木質バイオマスエネルギー利用可能性調査</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>公共・民間施設での導入検討</li> <li>アンケート調査</li> <li>ヒアリング調査 等</li> </ul>	

図 3-9 小国町におけるロードマップ







令和4年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち  
「地域内エコシステム」推進事業

山形県小国町  
「地域内エコシステム」モデル構築事業  
事業実施計画の精度向上支援  
報告書

令和5年3月

一般社団法人 日本森林技術協会  
〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地  
TEL 03-3261-5281（代表） FAX 03-3261-3840

株式会社 森のエネルギー研究所  
〒198-0042 東京都青梅市東青梅4丁目3-1 木ズナのもり 2F  
TEL 0428-84-2445 FAX 0428-84-2446