

木質バイオマス資源の持続的活用に向けた
設備導入計画書

平成 30 年 12 月

熊本県山江村

目 次

第1章 はじめに

1.1 本事業の背景と目的.....	2
--------------------	---

第2章 森林資源

2.1 森林賦存量.....	3
2.2 森林整備状況.....	5
2.3 利用可能量推計.....	7
2.4 原材料調達体制.....	7

第3章 燃料供給体制

3.1 燃料製造業者.....	8
3.2 燃料製造コスト.....	10
3.3 燃料比較.....	12
3.4 木質燃料供給体制.....	13

第4章 利用候補施設

4.1 熱需要調査.....	14
4.2 ボイラ導入イメージ.....	16
4.3 設備配置場所.....	18
4.4 ボイラ導入コスト.....	19
4.5 事業採算性.....	20

第5章 事業計画

5.1 生物多様性の評価.....	22
5.2 二酸化炭素排出量削減効果.....	23
5.3 地域経済効果.....	23
5.4 山江村総合エネルギー検討委員会.....	24
5.5 まとめ.....	25

第1章 はじめに

1.1 本事業の背景と目的

山江村は、熊本県南部の球磨郡に位置する人口約 3,500 人の村である。北は五木村、東は相良村、南は人吉市、西は八代市及び球磨村と隣接している。東西 9km、南北に 18.6km、総面積 12,119ha であり、このうち約 9 割を占める山岳は、北進するにしたがって、丘陵地域を経て、山地が迫り、急峻な山岳地帯となっている。一方、南部は、比較的平坦で、農業を主体とした地域である。本村の森林面積は 10,520ha で総面積の 88%（人工林 51%、天然林 33%、竹林 4%）を占め、豊富な森林資源を有している。



国及び県が進めるエネルギー政策の転換の中、豊かな自然が育む自然エネルギーの活用と省エネルギーの推進を図り、地球温暖化対策に資する「山江村総合エネルギー計画」を策定し、「環境にやさしい村づくり」の実現を目指している。

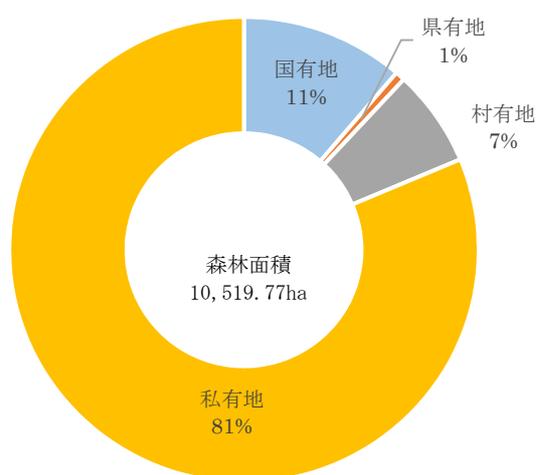
これまで林業活性化並びに山林保全策の一助となる間伐材及び林地残材を燃料とした木質バイオマスエネルギーの推進強化をエネルギー政策の一つとして掲げ、「山江村総合エネルギー検討委員会」にてエネルギー政策実行のための具体的な方策について議論を行ってきた。

村の掲げる「環境にやさしい村づくり」の実現を目指すとともに、林業活性化及び山林保全策の一助のため、木質バイオマス資源の持続的活用に向けた設備導入の計画を策定する。

第2章 森林資源

2.1 森林賦存量

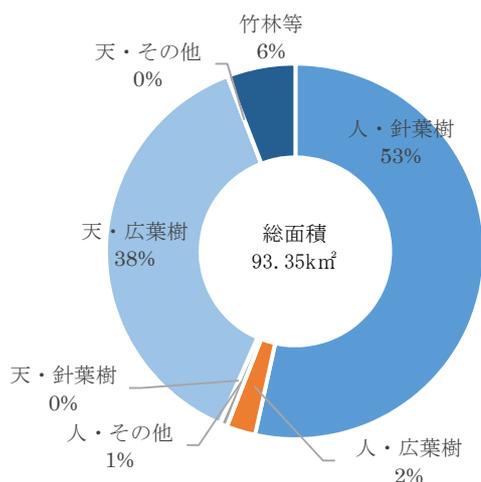
山江村の森林は約 80% (8, 557. 48ha) が私有林であり、県有林及び村有林を合わせた森林面積は約 90% (9, 335. 20ha) の面積を占めている。(図表 2-1)



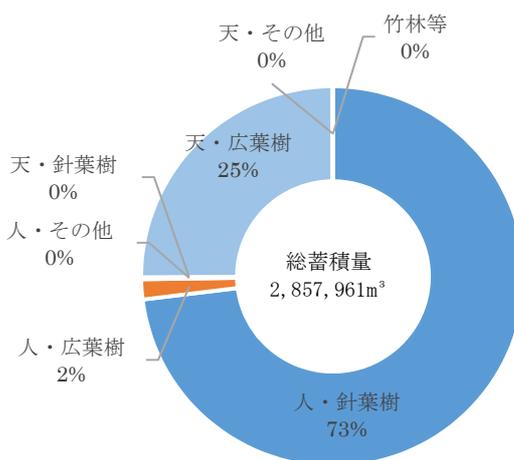
図表 2-1 山江村内の林地所有構成

私有林並びに県有林及び村有林における林種（人工林／天然林）及び樹種（針葉樹／広葉樹）別の構成を整理すると、面積について、総数 9,335.20ha のうち人工林の針葉樹が 53% (4,987.26ha)、天然林の広葉樹が 38% (3,513.77ha) となっており、蓄積量については、総数 2,857,961 m³のうち人工林の針葉樹が 73% (2,088,015 m³)、天然林の広葉樹が 25% (717,460 m³) となっている。

(図表 2-2、図表 2-3)

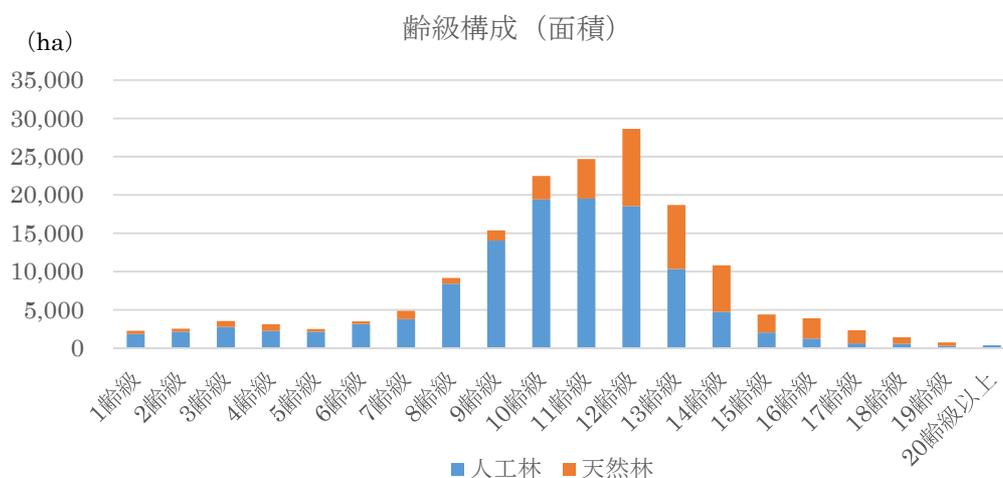


図表 2-2 林種・樹種別面積



図表 2-3 林種・樹種別蓄積量

これらの齢級構成は、森林面積、蓄積量ともに 1~7 齢級（樹齢 1~39 年）は小さく、8~14 齢級（樹齢 40~74 年）で大きくなっている。人工林を構成する主要針葉樹はスギ・ヒノキであり、標準伐期齢がそれぞれ 40 年（8 齢級）・45 年（9 齢級）と定められていることから、村では伐期齢に達した森林資源の割合が多い一方、森林面積、蓄積量ともに若齢林が少なく、歪な齢級構成となっている。



図表 2-4 球磨川流域計画区 齢級別森林面積

2.2 森林整備状況

【くま中央森林組合】

山江村を含む 4 市町村を管轄する森林組合であり、年間の施業面積は主伐 25ha/年、搬出間伐 230ha/年、年間の素材生産量は 33,744m³/年である。生産した木材は、木材市場や合板工場、チップ工場へ販売している。山江村内の施業は、平成 29 年度実績で主伐 2~3ha 及び間伐 20ha、山江村内からの素材生産量は 2,000m³/年であった。現場作業員の体制や設備の導入が十分で生産力があり、供給力があると言える。

【株式会社万恵林業】

主伐をメインに行っている山江村内唯一の素材生産事業者である。年間の施業面積は主伐 30~40ha/年であり、素材生産量は 17,000m³/年である。生産した木材は木材流通事業者を通して、製材所、合板工場、製紙会社へパルプ用・バイオマス発電燃料用に販売している。今後、新規に現場作業員を雇用し、林業機械を購入する予定であり、年間の素材生産量は 24,000m³/年（7,000m³/年の増産）を目標としている。現在、山江村内の森林の施業は行っていないが、社員教育や事業拡大意欲が旺盛であるため、村内林業の中核になりうると思われる。

以上より、現在、山江村内の森林の施業を行っている事業体はくま中央森林組合のみであることが明らかになった。平成 29 年度実績における山江村内の森林施業面積は、主伐と間伐を合わせて約 23ha であり、山江村の民有林針葉樹人工林面積 4,987.26ha の約 0.5%である。

山江村内の針葉樹人工林は伐期齢に達した森林資源の割合が多く、適切な森林管理が必要であるが、現状の施業状況は十分とは言い難い。

一方、くま中央森林組合及び株式会社万恵林業はともに人員体制や設備導入が十分であり、生産力がある事業体である。今後、これらの事業体を中心に山江村内の施業を進めることで、村内の適切な森林整備が可能であると考えられる。そのためには、現場の集約化など、素材生産事業者が施業を行いやすい環境の整備を行う必要がある。

図表 2-5 素材生産事業体別の概要

団体概要	組織名称	くま中央森林組合	株式会社万恵林業
		場所	熊本県人吉市
	概要	<ul style="list-style-type: none"> ・人吉市、あさぎり町、錦町、山江村の4市町村を管轄する森林組合 ・平成26年に旧人吉市、旧中球磨、旧山江村の3森林組合が合併して誕生 	<ul style="list-style-type: none"> ・主伐をメインに行っている山江村内唯一の素材生産事業者
人数	総数	64人	6人
	現場作業員数	森林整備員47名（造林・育林含む） うち素材生産は14人（5班、3人/班）	6人（1班、6人/班）
	備考	・請負事業者の生産班が12名（3班、4名/班）	<ul style="list-style-type: none"> ・人吉・球磨地域在住の地元の方々を雇用 ・現場作業員を新たに1名雇用する予定
設備	所有設備	スイングヤーダ6台（0.45クラス）、プロセッサ2台（0.45クラス）、フォワーダ1台（5tクラス）、10tトラック1台	フェラーバンチャとプロセッサ合わせて5台（0.45クラス）、フォワーダ2台
	備考	チェーンソーや刈払い機は現場作業員がそれぞれ個人で所有	プロセッサをもう1台購入する予定
事業概要	主要事業	主伐25ha/年、搬出間伐230ha/年、切捨間伐140ha/年、植栽100ha/年、下刈り300ha/年、作業道作設7,200m/年	主伐30~40ha/年
	作業システム	伐倒：チェーンソー 集材：スイングヤーダ 造材：プロセッサ 運材：フォワーダ	伐倒：チェーンソー・フェラーバンチャ 集材・造材：プロセッサ 運材：フォワーダ
	主な施業地	<ul style="list-style-type: none"> ・管轄地域の私有林 ・山江村内の施業は主伐2~3ha及び間伐20ha、山江村内からの素材生産量は2,000m³/年（平成29年度実績） 	<ul style="list-style-type: none"> ・日本製紙の社有林20%、国有林80% ・鹿児島県や宮崎県の現場が多い
素材生産状況	素材生産量	33,744m ³ /年（平成29年度実績）	17,000m ³ /年
	主な販売先	A・B材：木材市場、合板工場 C材：チップ工場（人吉市内）	A材：製材所 B材：合板工場 C材：製紙会社（八代市）（※） ※パルプ用、バイオマス発電燃料用
	供給余力	・現場作業員の体制や設備の導入が十分で生産力があり、供給力がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・生産力があり、素材生産量を増産させる意向もあるため供給余力がある。 ・年間の素材生産量は24,000/年を目標としている。
その他特筆事項		<ul style="list-style-type: none"> ・管轄森林の航空レーザー測量を行う予定。平成31年末までには山江村内の測量も終了している予定であり、かなり正確な森林データが揃うことが期待できる。 ・山江村内に自伐林家はかつていたが、現在はほとんどの方が辞めてしまった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、山江村内の森林の施業は行っていないが、社員教育や事業拡大意欲が旺盛であるため、村内林業の中核になりうる。

2.3 利用可能量推計

本推計では、くま中央森林組合が今後も現状と同量の施業を山江村内で行うこと、株式会社万恵林業が目標増産分の施業を山江村内で行うこと、素材生産量の2割を木質バイオマス燃料として利用可能であると仮定した。以上の仮定の場合、将来的に1,800m³/年の木材が利用可能であると推計された。

1,800m³は、山江村内の民有林の針葉樹人工林蓄積量2,088,015m³の0.1%以下であり、非常に小さい値である。

ただし、2019年度より森林環境譲与税が導入される。『意欲と能力のある林業経営体』であるくま中央森林組合と株式会社万恵林業の選定が期待されることになれば、私有林の多い山江村の森林資源を積極的に施業することも考えられるため、利用可能量は増大していくと考えられる。

図表 2-6 利用可能量の推計

	現状の山江村内の 素材生産量(m ³ /年)	将来的な利用可能量 (m ³ /年)	利用可能量の根拠
くま中央森林組合	2,000	400	現状の素材生産量の2割
株式会社万恵林業	0	1,400	増産目標量(7,000m ³ /年)の2割
合計	—	1,800	—

2.4 原材料調達体制

管轄森林組合及び村内事業者と協力し、素材生産量を増産させることで安定的な原材料の調達体制構築を目指す。

また、新たな森林管理システム及び森林環境譲与税の開始により、航空レーザー測量による森林データの取得など、村内の森林整備体制が整い施業量が増加すること、それによる素材生産量の増加が期待できる。

中長期的には、事業体以外の地域住民が森林整備に参画できるような方法も併せて実行していく。例えば、地域おこし協力隊や森林ボランティア等地域住民による林地残材の搬出実施などである。事業体以外が搬出を担うことで、搬出コストの低減、多様な人員が森林へ入ることによる普及啓発効果などが期待できる。

第3章 燃料供給体制

3.1 燃料製造業者

・薪

山江村内では個人消費用の薪製造を行っている者はいるものの、商業用に薪の製造販売を行っている事業者はいない。また、大量生産が難しく運搬にコストがかかることから、地域内での製造消費が適している。よって調査は行わなかった。

・チップ

【人吉木材工業団地】

製紙用、バイオマス発電等燃料用にチップ製造を行っている事業者である。原木を原材料に年間 24,000 絶乾 t/年（48,000 生 t/年）のチップ製造を行っており、主な販売先は鹿児島県の中越パルプ工業株式会社である。現在は県外へのチップ供給が中心であり、今後は県内にチップ供給を行っていきたいと考えており、山江村へチップボイラが導入されるならば供給意欲がある。

【株式会社南栄 深田工場】

日本製紙木材株式会社の子会社であり、製紙用、バイオマス発電等燃料用にチップ製造を行っている。原木を原材料に 32,000 生 t/年のチップ製造を行っており、主な販売先は熊本県八代市の日本製紙株式会社である。チップボイラ向けの燃料用チップ供給を現在も行っており、供給ノウハウがある。

【有限会社木下チップ工場】

製材端材を原材料に製紙用チップ製造を行っている事業者であり、製造量は 1,700 絶乾 t/年である。原材料の調達に苦慮しており、今後は事業を縮小していく予定である。

・ペレット

【河津造園株式会社】

木くずリサイクル事業、木質製品流通事業（薪・木質ペレットの製造・販売）、造園事業を行っている事業者であり、製材端材（背板）を原材料にペレットを 2,200t/年製造している。主な販売先は熊本県内の農業用ハウスである。製造余力は無く、また、山江村まで片道 1 時間かかるため運賃が高額になる可能性がある。

図表 3-1 燃料製造事業体別の概要

団体概要	組織名称	人吉木材工業団地	株式会社南栄 深田工場	有限会社 木下チップ工場	河津造園株式会社
	場所	熊本県人吉市	熊本県球磨郡あさぎり町	熊本県人吉市	熊本県上益城郡益城町
	事業概要	・製紙用、バイオマス発電等燃料用にチップ製造を行っている	・製紙用、バイオマス発電等燃料用にチップ製造を行っている ・日本製紙木材株式会社の子会社である	・製材端材を原材料に製紙用チップ製造を行っている	・木くずリサイクル事業、木質製品流通事業（薪・木質ペレットの製造・販売）、造園事業を行っている
	設備	・所有設備 ディスク式チップパー2基	ディスク式チップパー1基	ディスク式チップパー1基	ペレット製造設備一式
燃料製造状況	備考	・製紙用、バイオマス発電等燃料用でチップパーを分けている			
	製造量	24,000絶乾t/年 (48,000生t/年)	32,000生t/年	1,700絶乾t/年	2,200t/年
	原材料	原木（未利用材・一般材）	原木（未利用材・一般材）	製材端材（背板）	製材端材（背板）
	主な販売先	・中越パルプ工業株式会社（鹿児島県薩摩川内市）	・日本製紙株式会社（熊本県八代市）	・日本製紙木材株式会社	・ビニールハウスの加温など農業用 ・販売は主に熊本県内（八代市のトマト農家など）
供給余力	あり	あり	なし	なし	
その他特筆事項	・現在は県外へのチップ供給が中心であり、今後は県内にチップ供給を行っていきたい。	・チップボイラ向けの燃料用チップ供給を現在も行っており、ノウハウがある。	・今後は事業を縮小していく予定である。	・山江村まで片道1時間かかるため、運賃が高額になる可能性がある。	

薪については、村内で薪製造を行っていないため、新規に流通体制を構築する必要がある。チップについては、隣接する市町村の事業体から調達できる可能性が高い。ペレットについては、ペレット製造事業者は熊本県内に1社のみであり、遠方のため運賃が高額になる可能性がある。また、本事業体の供給余力は無く、調達可能性は低い。

3.2 燃料製造コスト

木質バイオマスボイラ導入を検討している「山江温泉ほたる」から約200mに位置し、木質燃料の乾燥に適している山江村ゲートボール場を製造場所候補地とした。



図表 3-2 山江村ゲートボール場外観 図表 3-3 山江村ゲートボール場内部

・薪

製造量が200t/年以下の場合は製造コストが20円/kg以上であるが、200t/年以上生産する場合20円/kg以下での製造が可能になる。300t/年生産する場合、薪製造コストは18.9円/kgである。製造量が500t/年程度まではスケールメリットから製造コストの低減がなされるが、それ以上の製造の場合は大きく変わらず、生産量1,000t/年の場合の製造コストは18.1円/kgである。また、A重油70円/L相当の薪単価は24.1円/kgであり、60t/年以上の薪製造を行う場合にその単価より低価格での薪販売が可能になる。

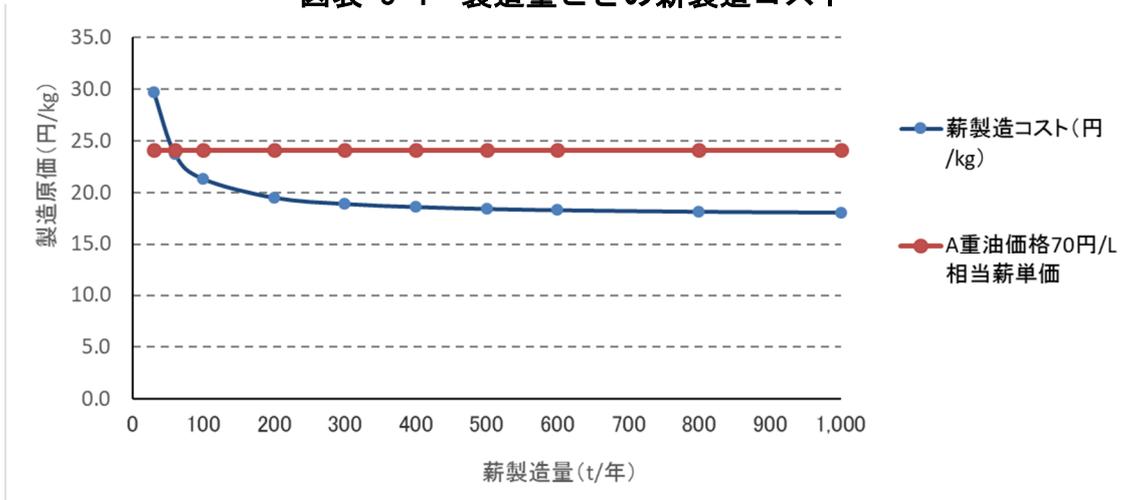
・チップ

200t/年生産する場合15.0円/kg、400t/年生産する場合12.7円/kg、600t/年生産する場合12.5円/kgである。薪の場合と同様、年間の製造量を増やすほど製造コストは低下するが、300t/年程度以上の製造量であると大きくコストの低減は起こらず、生産量1,200t/年の場合12.2円/kgである。また、A重油70円/L相当のチップ単価は22円/kgであり、30t/年のチップ製造を行う場合の製造コストと同価格である。

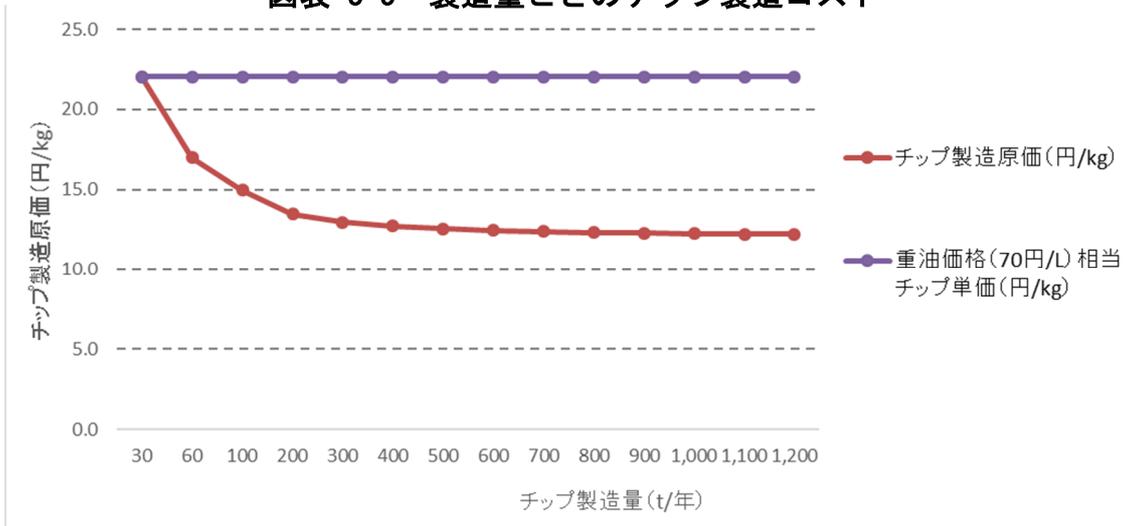
・ペレット

大量生産を行わないと採算性の確保は難しいこと、近隣地域で需要を開拓することは難しく村内でペレット製造を行うことは現実的ではない。

図表 3-4 製造量ごとの薪製造コスト



図表 3-5 製造量ごとのチップ製造コスト



図表 3-6 山江温泉ほたると山江村ゲートボール場の位置図



3.3 燃料比較

熱量あたりの価格を比較すると、薪（村内加工）の場合 1.48 円/MJ、チップ（村内加工）の場合 1.10 円/MJ、チップ（外部調達）の場合 0.84 円/MJ、ペレット（外部調達）の場合 2.73 円/MJ という結果であった。調達価格が最も高額であったのはペレット（外部調達）である。これは熊本県内のペレット製造事業者が 1 社のみであり、山江村から片道 1 時間近くかかるため、運賃が高額であるためと考えられる。調達価格がもっとも安価であったのはチップ（外部調達）だが、村外からの購入となるため、村内の森林資源を村内で使うといった村内における資源循環効果や、雇用創出効果などの経済効果は生まれにくい。薪（村内加工）とチップ（村内加工）はどちらも村内で加工を行うため、村内の資源循環効果や経済効果に寄与する可能性が高く、かつ調達価格としてもどちらも比較的安価である。薪（村内加工）の方がチップ（村内加工）よりも熱量あたりの調達価格は高額であるが、薪は設備費（ボイラ本体の費用）がチップよりも安価であり、設備費を考慮した上で経済性を判断した場合、どちらが優位になるかは導入する木質バイオマスボイラのシステムによって異なる。燃料製造にかかるイニシャルコストはチップよりも薪の方が安価である。

経済性以外のメリットを挙げると、近年、環境志向の高まりから薪ストーブユーザーが増加しており、薪は個人の薪ストーブ用薪や飲食店（ピザ窯用など）などボイラ燃料用以外にも需要がある。安定的な薪の供給体制を構築することができれば村内外の需要先へ販売することで村の産業の一つとなる可能性がある。チップに関しては人吉球磨エリアで生産しているチップ工場が複数あり、隣接する人吉市には供給意欲のある製造事業者がいるため、有事の際に調達が可能である。

以上より、比較的安価に村内で加工が可能であり、村の産業として伸びしろのある薪、同じく比較的安価に村内で加工が可能であり、有事の際に近隣から調達可能であるチップの 2 種類を選定する

図表 3-7 各バイオマス燃料種の調達可能価格

燃料種	薪(村内加工)	チップ(村内加工)	チップ(外部調達)	ペレット(外部調達)
参考:水分(%)	30	35	50	—
参考:熱量(MJ/kg)	12.8	11.7	8.4	16.5(①)
価格(円/kg)	18.9	12.9	10.0(②)	45.0
価格(円/MJ)	1.48	1.10	0.84	2.73

①一般社団法人日本木質ペレット協会の定める品質規格より、品質 A の基準値

②発電所向け燃料用チップの標準価格である 10 円/kg

図表 3-8 木質バイオマス燃料の種類と特徴

種類	薪		チップ		ペレット	
イメージ						
熱量あたり単価 (円/Mcal) ※重油は9円	5~8	△	4	○	9	△
ボイラー価格 (500kW、本体)	700~1,000万円	○	3,500~4,000万円	△	1,500~2,000万円	○
燃料供給 (快適性、利便性)	手で投入	△	自動	◎	自動	◎
供給装置 (設置スペース)	なし (移動用のラックは必要)	○	地下サイロ 工事費 数千万円	△	飼料用サイロ 工事費 数百万円	○
地場産業振興 (産業化、雇用確保)	村内に薪の流通スキームがない 新調達から製造まで流通プロセスの 仕組みづくりが課題	△	村内にはチップ製造所はない。まず は10km圏内のチップ調達する必要 がある。チップ工場を村内つくるの も産業化に向けた取り組みだが周 辺地域と競合する可能性がある	○	ペレット製造所は村内100km圏内 にはない。将来の燃料製造プラント の検討など産業化に向けた取り組 みが別途必要となる。	△
事例(県内)	五木温泉「夢唄」		一勝地交流センター「かわせみ」 (樹皮)		農業利用 多数	
メリット	加工コスト低 ボイラー本体が安価		燃焼装置の自動化が可能 移動式チップバーでの製造が可能		ハンドリングがよい 燃焼装置の自動化が可能	
デメリット	形状、水分がばらつく 燃料のサイズが大きく、細かな温度調節が困難 人力投入による負担増		水分がばらつく かさ密度が低い ボイラー本体が高額		加工コスト高	
総評	燃料費、設備費ともに安価であるが、燃料投入 の自動化ができず人手が必要となる。中小規模 施設で利用しやすい。ボイラー投入前に十分に 乾燥させることが求められる。		燃料は比較的安く手に入りやすく燃料の自動 投入が可能だが、設備が大きく費用も高 額になるため、大規模施設に向いている。含 水率によって熱量が変わるので注意が必要。		熱量の安定と自動供給のメリットがあるが、燃 料費は木質バイオマスのなかでは高く、燃料 製造技術を要する。設備費は比較的リーズ ナブルで中小規模施設に向いている。	

3.4 木質燃料供給体制

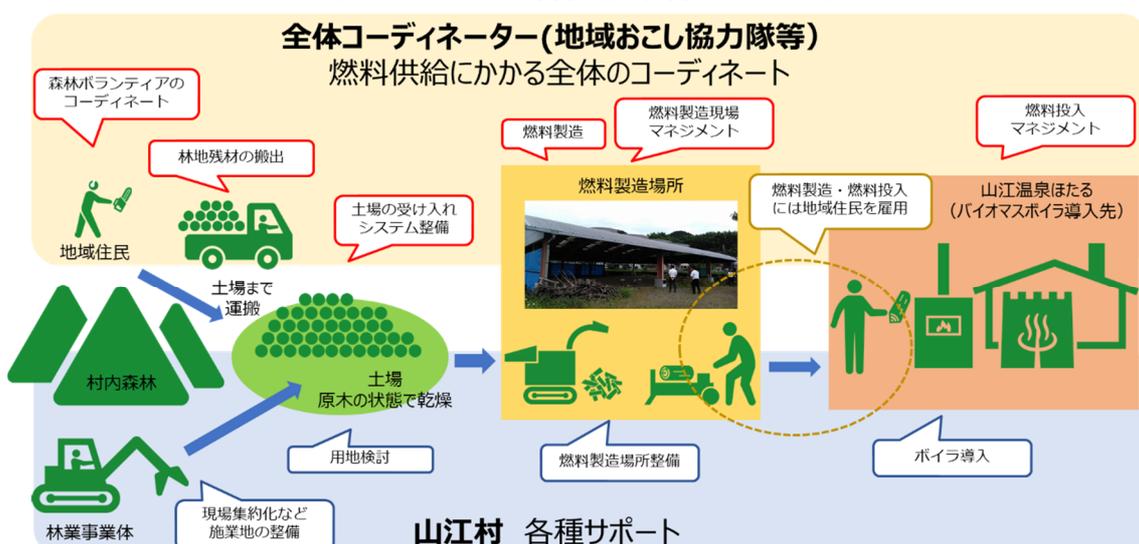
燃料製造場所候補である山江ゲートボール場近くに土場を設け、村内事業者や地域住民から搬出された木材を受け入れる体制を構築する。木質バイオマス燃料は乾燥状態が燃料の質を大きく左右するため、加工前に原木状態で可能な限り乾燥を行うことが望ましい。必要燃料量を 1,000m³/年（乾燥後の水分 30% 薪 500t/年分）として、原木乾燥を約半年間行くと仮定した場合、必要量の半分である 500m³の原木を置くには 500m²以上（※）の敷地が必要である。

※丸太のはい積み材積を実材積 1m³に対し 1.90m³、はい積み高さを 2m とした場合。参考：沢辺・熊崎著「木質資源とことん活用読本」

燃料供給主体としては、地域おこし協力隊等が土場の原材料受入れシステムの整備、燃料製造・燃料投入のマネジメント等の全体コーディネートを行い、山江村が燃料製造場所の整備や土場の用地検討など各種サポートをする形で役割分担を行う。また、実際の燃料製造及び燃料投入に際しては地域の方のパートタイム雇用やシルバー人材センターの活用により、地域の雇用を生み出すことができるシステムとする。燃料製造日や燃料製造量の調整、燃料投入日の割り振り、燃料製造工程の管理、燃料製造コスト管理など燃料製造・燃料投入にかかるマネジメントは全体コーディネーター（地域おこし協力隊等）が行う。

地域おこし協力隊については、コーディネーターとして募集を行うことで、木質バイオマスや森林事業に意欲のある人材を獲得することが期待できる。

図表 3-9 燃料供給体制イメージ図



第4章 利用候補施設

4.1 熱需要調査

災害時の指定避難所でもある「山江温泉ほたる」を導入候補施設とした。

図表 4-1 山江温泉ほたる施設概要

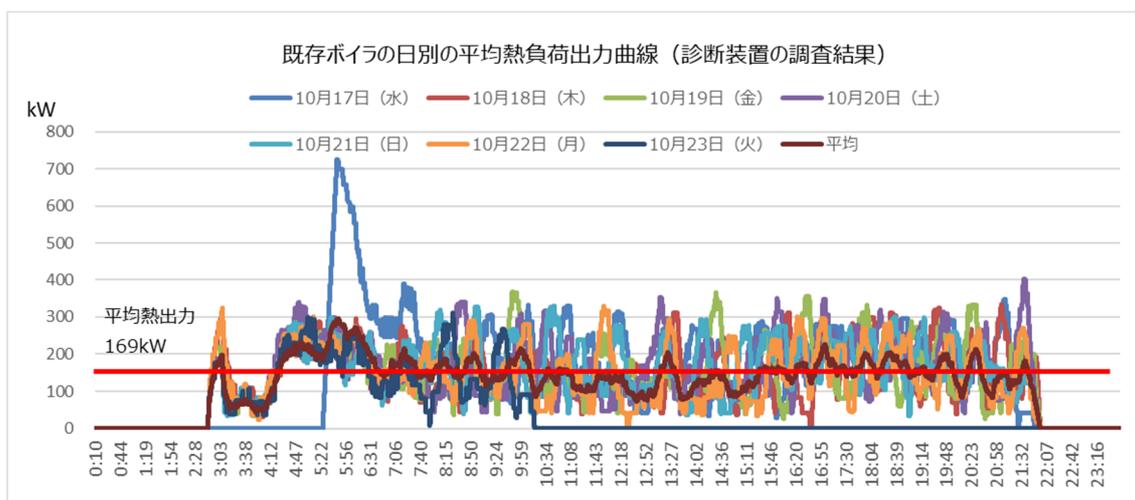
営業時間		年中無休
既存ボイラ	稼働時間	19時間
	規模	419kW×3台 (他2台)
	燃料	A重油
	燃料消費量	194,000L/年
	燃料費用(税抜)	1,100万円
	燃料単価(税抜)	57円/L

図表 4-2 山江温泉ほたる施設外観



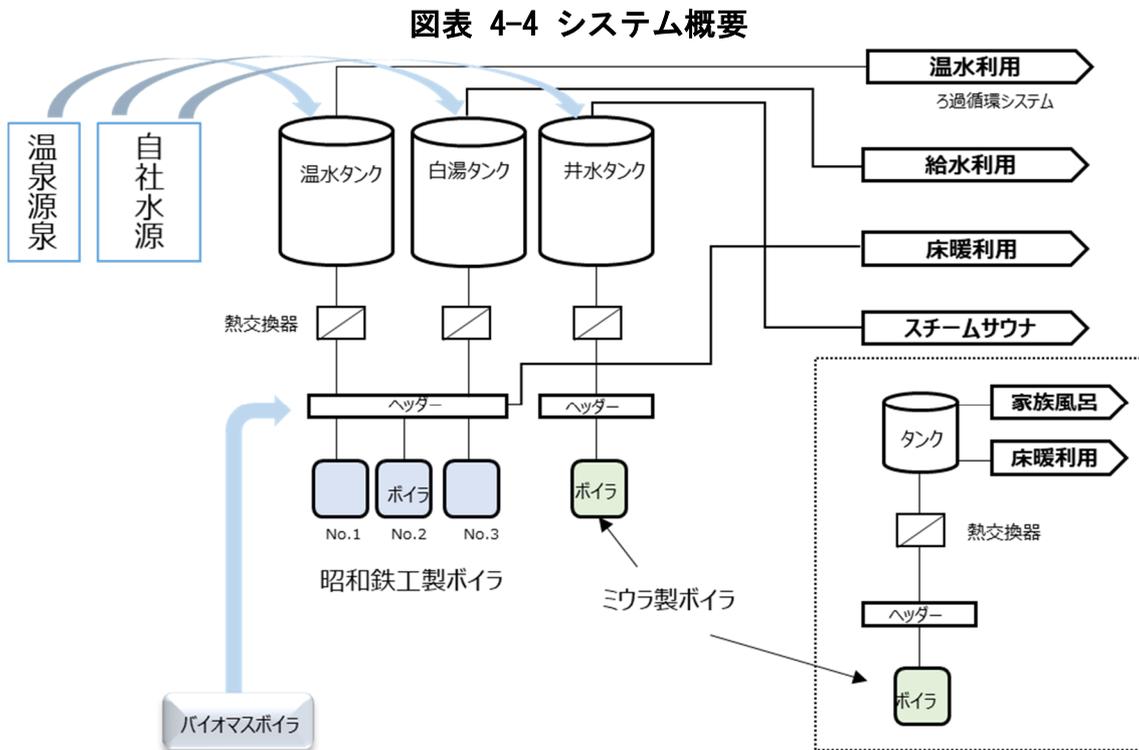
既存ボイラの最大熱出力は、402kWであった。冬季最大負荷、瞬時最大負荷を考慮して必要熱出力は、約1,000kW程度と想定される。なお、ボイラ運転効率を燃焼中の排ガス温度や酸素濃度から熱損出法により算出すると70.2%であり公称効率82%に対して約12%低下している結果であった。

図表 4-3 診断装置による分析結果



4.2 ボイラ導入イメージ

既存ボイラと木質バイオマスボイラを併設運転することで、既存ボイラの運転時間をなるべく抑制するシステム構成とする。



・薪

燃料投入稼働（2 時間毎）を考慮して運転時間は 12 時間とした。冬季以外は、8 時～20 時の時間帯は薪ボイラを中心に運転して負荷分担 70%は薪ボイラとなるように運用する。冬季には、負荷分担 60%で薪ボイラ、既存ボイラを運用するのに必要な薪ボイラの日安は冬季以外が 200kW 前後、冬季が 250kW 前後の出力可能なボイラが目安となる。以上より年間平均運転パターンからボイラの設定規模は、300kW±50kW の装置選定となる。

・チップ

燃料投入負荷が薪ボイラよりも少ないことを考慮して運転時間は 19 時間とした。冬季以外は、負荷分担 90%はチップボイラ、冬季は、負荷分担 80%となるようにチップボイラを運用する。冬季以外が 150kW 前後、冬季が 200kW 前後の出力可能なボイラが目安となる。以上より年間平均運転パターンからチップボイラの設定規模は、250kW±50kW の装置選定となる。

図表 4-5 薪ボイラ出力規模の選定条件

年間必要熱量 (冬季)	419,036	kWh	実測値よる推定
年間必要熱量 (冬季以外)	854,126	kWh	実測値より推定
平均熱出力 (冬季)	254	kW	実測値より推定
平均熱出力 (冬季以外)	169	kW	実測値
薪ボイラ運転時間	12	H	8時～20時運転
既存ボイラ運転時間	19	H	バックアップ稼働
【冬季】既存ボイラ負荷分担	40	%	
【冬季】薪ボイラ負荷分担	60	%	
【冬季以外】既存ボイラ負荷分担	30	%	
【冬季以外】薪ボイラ負荷分担	70	%	
薪ボイラ平均出力規模 (冬季)	241	kW	上記条件より算定
薪ボイラ平均出力規模 (冬季以外)	187	kW	上記条件より算定

図表 4-6 チップボイラ出力規模の選定条件

年間必要熱量 (冬季)	419,036	kWh	実測値よる推定
年間必要熱量 (冬季以外)	854,126	kWh	実測値より推定
平均熱出力 (冬季)	254	kW	実測値より推定
平均熱出力 (冬季以外)	169	kW	実測値
チップボイラ運転時間	19	H	3時～22時運転
既存ボイラ運転時間	19	H	バックアップ稼働
【冬季】既存ボイラ負荷分担	20	%	
【冬季】チップボイラ負荷分担	80	%	
【冬季以外】既存ボイラ負荷分担	10	%	
【冬季以外】チップボイラ負荷分担	90	%	
チップボイラ平均出力規模 (冬季)	203	kW	上記条件より算定
チップボイラ平均出力規模 (冬季以外)	152	kW	上記条件より算定

図表 4-7 薪ボイラ出力規模と平均運転パターン (イメージ)

冬季以外 (12月～2月以外) 平均運転パターン

冬季 (12月～2月) 平均運転パターン



図表 4-8 チップボイラ出力規模と平均運転パターン（イメージ）

冬季以外（12月～2月以外）平均運転パターン

冬季（12月～2月）平均運転パターン



4.3 設備配置場所

温浴施設「山江温泉ほたる」は、温泉施設のほか、隣接地に宿泊施設や物産館があり設備導入する上で周辺住民や同施設の利用客や既存設備の運用条件など配慮して計画する必要がある。

木質バイオマス利用設備としてバイオマスボイラ、バイオマスボイラ設備用建屋および燃料用サイロを設置する。設置場所は、既存ボイラ室から約 10mの距離にある駐車スペース（一部植栽含む）にて検討する。



図表 4-9 設置候補場所



図表 4-10 既存ボイラ室外観

4.4 ボイラ導入コスト

・薪

図表 4-11 薪ボイラ導入コスト試算（イニシャルコスト）

方式	薪焚き温水ボイラ		(既存ボイラ併用運転)
設備規模	300kW±50kW		目安設備規模
導入費用	設計費	5,000,000 円	既存配管・各種設備改修設計 薪ボイラ配置設計 薪ボイラ建屋設計 新設配管設計
	物品費	30,000,000 円	薪ボイラ (170kW×2 基)
	工事費	40,000,000 円	既設配管改修・新設配管 (埋設関連含む) 薪ボイラ設置 薪ボイラ建屋設置
	計	75,000,000 円	税抜

・チップ

図表 4-12 チップボイラ導入コスト試算（イニシャルコスト）

方式	チップ焚き温水ボイラ		(既存ボイラ併用運転)
設備規模	250kW		目安設備規模
導入費用	設計費	6,000,000 円	既存配管・各種設備改修設計 チップボイラ配置設計 チップボイラ建屋、サイロ設計 新設配管設計
	物品費	38,000,000 円	チップボイラ (300kW×1 基)
	工事費	67,000,000 円	既設配管改修・新設配管 (埋設関連含む) チップボイラ設置 チップボイラ建屋 サイロ設置 (地下方式)
	計	111,000,000 円	税抜

チップを貯蔵するサイロは地下式として検討した。ダンプによる燃料（チップ）の直接投入ができるため、燃料投入にかかる時間を短縮することができる。一方で、掘削が必要で工事費が増大してしまう上、鉄筋コンクリート造にする必要があり、建屋のコストがかかる。

4.5 事業採算性

経済性評価として、導入コストはチップボイラが燃料用サイロなど別途構築する必要があり薪ボイラより高額となる。一方で、チップボイラは薪ボイラよりも自動運転により長時間運転をすることが可能であることから投資回収、運用性評価では有利となる。特に、「山江温泉ほたる」は早朝から夜間までボイラ運転を行っているため、手動投入を行う必要がある薪ボイラでは早朝・夜間の稼働が厳しく、化石燃料の代替率を上げることが難しい。チップボイラ導入による試算では80～90%程度の代替率で試算を行ったが、運転時間の調整や貯湯タンクの使用方法の工夫により、燃料の代替率100%に近い運転の可能性もある。

図表 4-13 事業採算性の試算条件

薪ボイラの年間熱量	849,310 kWh	冬季負荷比率 60% 冬季以外負荷比率 70%
既存ボイラの年間熱量	423,852 kWh	冬季負荷比率 40% 冬季以外負荷比率 30%
チップボイラの年間熱量	1,103,942 kWh	冬季負荷比率 80% 冬季以外負荷比率 90%
既存ボイラの年間熱量	169,220 kWh	冬季負荷比率 20% 冬季以外負荷比率 10%
A 重油	72.3 円/L	過去 10 年平均値※
A 重油換算係数	37.1 MJ/L	低位発熱量
年間必要な薪	265 トン/年	水分 30%想定 A 重油 117,397L 相当
薪単価	18.9 円/kg	本調査試算 (第 3 章参照)
薪熱量	12.8 MJ/kg	本調査試算 (第 3 章参照)
年間必要なチップ	377 トン/年	水分 35%想定 A 重油 152,594L 相当
チップ単価	12.7 円/kg	本調査試算 (第 3 章参照)
チップ熱量	11.7 MJ/kg	本調査試算 (第 3 章参照)

※九州・四国エリア小型ローリー (2007 年～2017 年の過去 10 年平均値)

ランニング費用の比較より、薪ボイラ導入効果は約 350 万円(A 重油 117,397L/年削減)、チップボイラ導入効果は約 620 万円(A 重油 152,594L/年削減)であった。

図表 4-13 薪ボイラ、チップボイラの導入効果額（ランニング費用比較）

既存ボイラ（A重油）	12,723,696 円	4,253,884 円	
薪ボイラ		5,016,234 円	
合計	12,723,696 円	9,252,118 円	3,471,578 円
既存ボイラ（A重油）	12,723,696 円	1,691,144 円	
チップボイラ		4,793,183 円	
合計	12,723,696 円	6,239,368 円	6,239,368 円

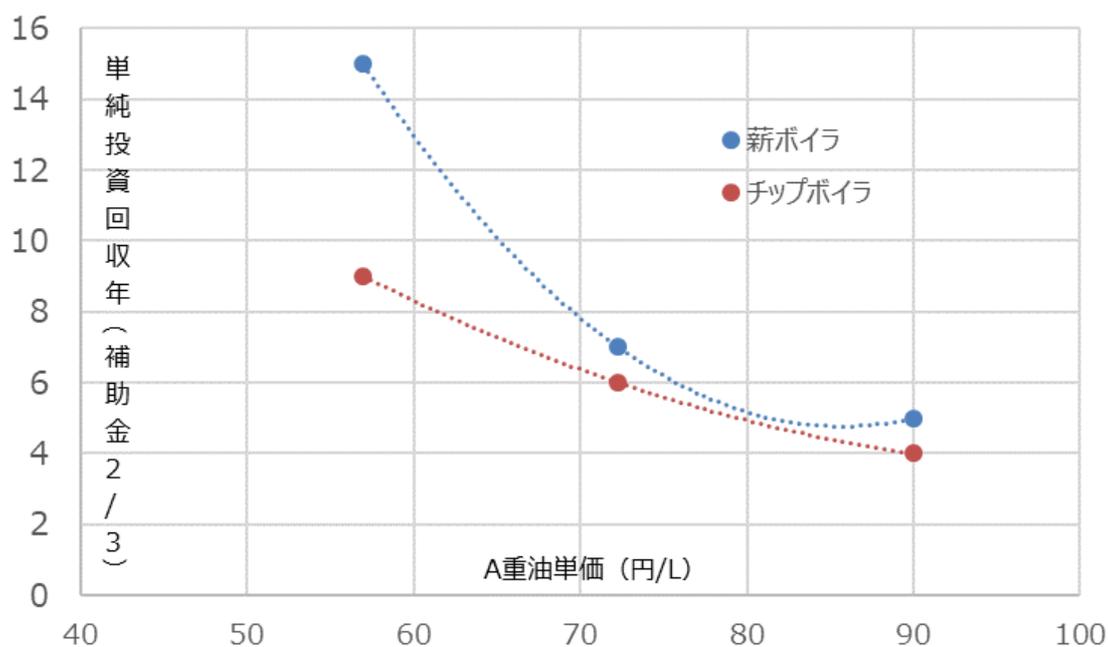
図表 4-14 薪ボイラ、チップボイラの単純投資回収年比較

	薪ボイラ	チップボイラ
導入コスト	75,000,000 円	111,000,000 円
導入効果額	3,500,000 円	6,200,000 円
単純投資回収年	22 年	18 年
単純投資回収年 （補助金 2/3）※	7 年	6 年

※補助事業例

再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業

第1号事業 再生可能エネルギー発電・熱利用設備導入促進事業（2/3補助）



図表 4-15 A重油単価と単純投資回収年（補助金 2/3） 感度分析

第5章 事業計画

5.1 生物多様性の評価

山江村を含む人吉球磨地域には複数の指定希少動植物種が生息しているが、特にクマイワヘゴは、個体数が極端に少なく絶滅が危惧されている。日本の固有種であり、今までに生育が確認されたのは九州の福岡県、宮崎県、熊本県の3県のみという貴重な種である。環境省が公表しているレッドリスト（絶滅の恐れのある野生生物の種のリスト）では絶滅危惧IA類（ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの）に指定されている。生育を阻害している主要因はシカによる食害であり、食害防止ネットの設置など食害対策が行われている。希少種の生息地域は保護地域として指定されている場合が多いが、原材料調達の際は保護地域を避けること、保護地域の近くを施業する場合は当該生物の採取を行わないよう注意しながら施業を行うこととする。

また、山江村内の森林は、半分以上が針葉樹人工林である。村内の森林資源から木質バイオマス事業に原材料を供給することによって、村内の森林整備が毎年一定量進み、希少種を含む野生動植物の良好な生息・生育環境を保全することが可能となる。

図表 5-1 クマイワヘゴ



5.2 二酸化炭素排出量削減効果

「山江温泉ほたる」にチップボイラを導入した場合、152,597L/年のA重油消費量削減が可能になる。A重油のCO₂排出係数を2.46kgCO₂/Lとして計算した場合、413.5t/年のCO₂排出量削減が可能になる。これは、平成27年の山江村CO₂排出量合計16,930t(※)の2.4%に値する。

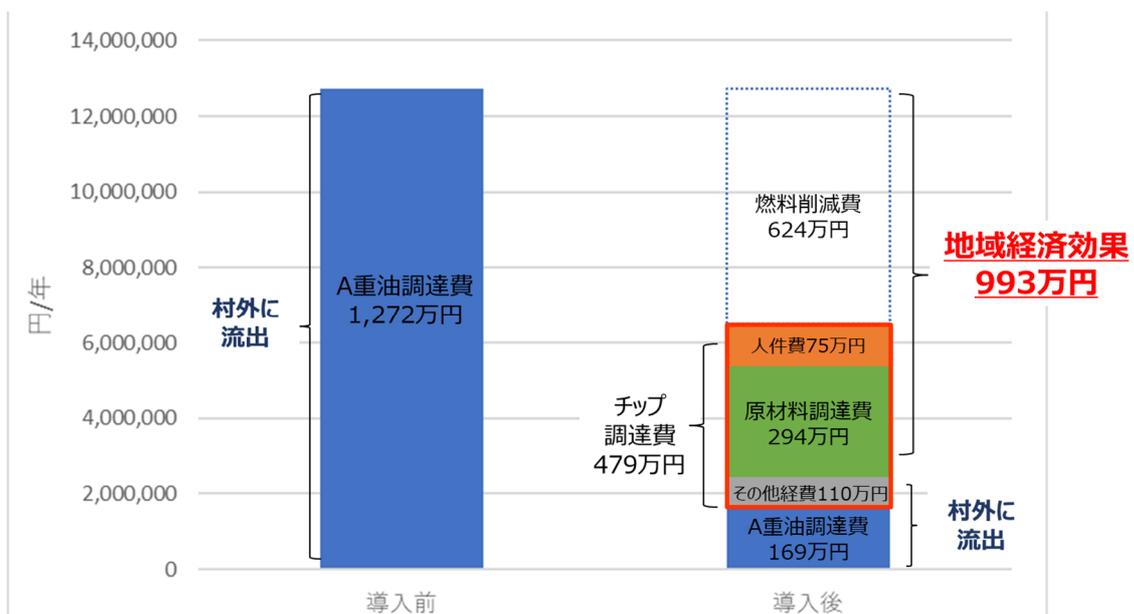
※参考：環境省HP 部門別CO₂排出量の現況

なお、「山江温泉ほたる」への木質バイオマスボイラ導入以降、他施設へのバイオマスボイラ導入や個人の薪ストーブ用に薪販売を行うなど、段階的にバイオマス燃料需要の拡大を行うことで、より多くの重油・灯油の削減がなされ、一層のCO₂排出量削減につながる事が期待できる

5.3 地域経済効果

現在のボイラ燃料であるA重油は地域外から購入しているため、その分の1,000万円以上が地域外に流出している。ただし、木質バイオマスボイラ導入による地域経済効果は、燃料の削減効果624万円/年及び木質バイオマス燃料の調達経費369万円/年を合わせた993万円/年が期待できる。

図表 5-2 チップボイラ導入前後の燃料コスト構造比較



5.4 山江村総合エネルギー検討委員会

山江村総合エネルギー検討委員会では、山江村に適した木質バイオマス設備導入に向け先進事例調査を含む3回に亘り調査検討を行った。検討委員会では、原材料の調達体制構築や全体事業イメージなどについても協議を行い、『「地域内での化石燃料による二酸化炭素排出量ゼロ、地産地消のエネルギー事業の実現」を目指す必要がある』との見解であった。

検討委員会の見解により適しているのは、自動運転が可能であり、化石燃料の大部分を代替可能であるチップボイラであると考えられる。

図表 5-3 事業拡大イメージ

