

南阿蘇村地域再エネ導入戦略

2022年3月

南阿蘇村

目次

内容

I. 事業の背景と目的.....	7
1. 背景.....	7
1.1 南阿蘇村の概要・特徴.....	7
1.2 脱炭素・地球温暖化対策に関連するこれまでの取り組み.....	7
1.3 周辺自治体と連携した今後の取り組み.....	9
2. 目的.....	10
3. 事業の概要.....	10
II. 事業実施内容.....	11
1. 地域の自然的・経済的・社会的条件を踏まえた区域内の温室効果ガス、再生可能エネルギーの導入又は温室効果ガス削減のための取組に関する基礎情報の収集又は現状分析.....	11
1.1 地域の自然的・経済的・社会的条件の整理.....	11
(1) 土地利用.....	12
(2) 人口・世帯数.....	13
(3) 産業別事業所数・従業員数.....	14
(4) 自動車保有台数.....	16
(5) 一般廃棄物処理フロー及び処理量.....	17
1.2 現状の温室効果ガス排出量の推計.....	18
1.3 再生可能エネルギーの導入量の整理.....	19
1.3.1 現状の再生可能エネルギー導入量.....	19
(1) 個体価格買取制度に基づく導入量.....	19
(2) 太陽光発電施設の導入量.....	20
(3) 風力発電所の導入状況.....	20
(4) 木質バイオマスボイラー・薪ストーブの導入量.....	20
(5) 小水力の導入量.....	21
(6) 地熱発電の導入量.....	21
2. 地域の特性や削減対策効果を踏まえた将来の温室効果ガス排出量に関する推計.....	22
2.1 推計方法.....	22
2.1.1 BAU ケースの推計方法.....	22
(1) 産業部門.....	22
(2) 業務その他.....	23
(3) 家庭部門.....	23
(4) 運輸部門.....	23
2.1.2 対策ケースの推計方法.....	24

(1) 産業部門.....	24
(2) 業務その他の部門.....	25
(3) 家庭部門.....	26
(4) 運輸部門.....	27
(5) 横断的施策（脱炭素ライフスタイルへの転換）	28
2.2 推計結果.....	28
2.2.1 BAU ケースの推計結果	28
2.2.2 対策ありケースの推計結果.....	29
(1) 産業部門.....	29
(2) 業務その他部門	29
(3) 家庭部門.....	30
(4) 運輸部門.....	31
(5) 推計結果.....	32
2.3 「BAU」及び「対策あり」含む排出量の推移.....	33
3. 地域の温室効果ガスの将来推計を踏まえた地域の将来ビジョン・脱炭素シナリオの作成. 34	
3.1 将来ビジョン・脱炭素シナリオ作成方法	34
3.2 脱炭素シナリオについて	35
3.3 将来ビジョンについて	37
コラム 草原の炭素吸収について.....	39
(1) 草原の炭素吸収のメカニズム	39
(2) 南阿蘇村における草原面積とCO ₂ 吸収量	40
4. 地域の再エネポテンシャルや将来のエネルギー消費量を踏まえた再エネ導入目標の作成. 42	
4.1 再エネ導入目標	42
4.2 地域の再エネポテンシャルの推計について	42
4.2.1 ポテンシャルデータの地図上での整理.....	43
(1) 住宅用建築物向け太陽光	43
(2) 陸上風力.....	44
(3) 中小水力河川	45
(4) 地熱バイナリー	46
(5) 地熱低温バイナリー発電	47
4.3 エネルギー種別の導入目標.....	48
4.3.1 電力の導入目標	48
(1) 太陽光発電.....	48
(2) 陸上風力.....	48
(3) 中小水力河川	48
(4) 地熱発電.....	49
(5) 木質バイオマス	49
4.3.2 熱の導入目標	49

(1) 薪ストーブ	49
(2) 地中熱・温泉熱	51
5. 将来ビジョン・脱炭素シナリオを達成するために必要な政策及び指標の検討並びに重要な 施策に関する構想の策定	52
5.1 地域新電力の実現可能性調査	53
5.1.1 電源の調達方法	53
(1) 南阿蘇村内における再エネ電源の調達方法	53
(2) その他の調達方法	54
5.1.2 環境価値獲得方法	56
5.1.3 事業運営方法	57
5.1.4 事業モデルについて	59
(1) 地域新電力事業の目的の設定	59
(2) 事業モデルのイメージ	60
(3) 地域新電力設立にあたっての留意点	60
(4) スマートエナジー熊本からの事業提携の提案	61
5.1.5 地域新電力を介さない電力の地産地消の取り組み	62
(1) 公共施設における取り組み	62
(2) 既存の電力小売事業者と連携した取り組み	63
5.1.6 事業化の検討フロー	65
(1) 必要性の有無の検討	65
(2) ビジネスモデルの検討	66
(3) 事業主体の検討	66
(4) 地方自治体の関与方法の検討	69
(5) 事業性の評価	69
5.2 太陽光発電の導入可能性調査	70
5.2.1 公共施設への大規模発電設備導入の可能性	70
5.2.2 民間での完全自家発電住宅普及へ向けての事例紹介	73
(1) M氏宅のコンセプト	73
(2) 太陽光発電・蓄電設備	73
(3) 熱源としての薪ボイラー利用	77
(4) ニワトリ小屋の太陽光発電	78
(5) 太陽熱温水器	78
(6) 設備概要図及びシステム構成	79
(7) EVを使った非常用の給水電源供給装置	82
5.3 木質バイオマス発電の実現可能性	84
5.3.1 南阿蘇村村内の森林資源について	84
(1) 南阿蘇村の森林資源の現状	84
(2) 南阿蘇村の人工林資源の現状	84

(3) 林業従事者の状況.....	84
5.3.2 木質バイオマス発電の事業のコストについて.....	85
(1) 木質バイオマス発電事業を行う上での前提	85
(2) 伐出・搬出コストについて.....	85
(3) チップ製造コストについて.....	86
(4) 発電所の設置コスト	87
(5) 発電所の運転維持コストについて	88
(6) 再造林コストについて	88
5.3.3 人工林を燃料としたバイオマス発電の事業性について.....	90
(1) 発電コスト概要	90
(2) 考察.....	91
5.3.4 今後の検討に向けて.....	95
5.3.5 今後の木質バイオマス発電の導入について	96
(1) ヨーロッパ方式のガス化発電システムの導入について.....	96
(2) 国産のガス化技術による木質バイオマス発電の導入について	96
5.3.6 再エネ水素等の導入について.....	100
(1) 電気分解による水素生産	100
(2) 木質バイオマス等の熱分解ガス化（農林バイオマス3号機）による水素製造.....	101
5.4 薪ストーブの普及啓発方法の検討	102
5.4.1 薪ストーブ需要の推移.....	102
5.4.2 薪ストーブの種類.....	102
5.4.3 南阿蘇村における薪ストーブ設置補助金制度.....	104
(1) 概要	104
(2) 実績.....	104
5.4.4 薪ストーブ事業者等へのヒアリング.....	105
(1) ヒアリング先.....	105
(2) ヒアリング結果	105
5.4.5 普及シナリオ	111
(1) 施策案	111
(2) 地域経済効果.....	111
(3) CO2削減効果.....	113
5.5 小水力発電の導入可能性調査.....	115
5.5.1 小水力発電に活かせる南阿蘇村の水資源	115
5.5.2 調査の基本方針	116
(1) 既存資料を使った文献調査.....	116
(2) 河川のポテンシャル	116
(3) 農業用水のポテンシャル	117
5.5.3 河川取水発電のポテンシャル（総量）	117

5.5.4	河川取水発電のポテンシャル（早期の調査が期待される量）	121
5.5.5	農業用水利用のポテンシャル	122
5.5.6	ポテンシャル推計の対象とする河川区間	123
5.5.7	河川区間ごとのポテンシャル（総量）	125
5.5.8	河川区間ごとのポテンシャル（早期の調査が期待される量）	125
5.5.9	農業用水の可能性評価	127
5.5.10	ポテンシャル合計	128
	（1）集計結果	128
	（2）評価	128
5.5.11	2030年目標の設定	129
5.5.12	今後の進め方	130
5.6	地中熱・地熱の農業への活用可能性調査	131
5.6.1	地中熱・地熱利用システム	131
	（1）地中熱・地熱利用システムの仕組み	131
	（2）地熱・地中熱利用のメリット	131
5.6.2	南阿蘇村のポテンシャル	132
	（1）地熱（温泉熱）のポテンシャル	132
	（2）地中熱（地下水熱）のポテンシャル	135
5.6.3	導入へ向けての農家ヒアリング	136
	（1）地中熱・地熱利用先進農家へのヒアリング	136
	（2）村内農家へのヒアリング	137
5.6.4	地中熱利用設備の導入の検討	143
	（1）地中熱利用設備の種類	143
	（2）地熱利用システム導入に関する補助金制度	145
	（3）地熱利用システム導入による事業性の試算	146
5.6.1	普及シナリオ	152
	（1）施策案	152
	（2）経済効果	153
	（3）CO2排出削減効果	154
III.	計画の推進体制	155

I. 事業の背景と目的

1. 背景

1.1 南阿蘇村の概要・特徴

南阿蘇村は、阿蘇カルデラの南部、阿蘇五岳と外輪山に挟まれた南郷谷に位置し、農林業および観光業を基幹産業とした人口1万人強の農山村地帯で、平成17年に旧3村（白水村、長陽村、久木野村）が合併して誕生した。中央を東から西へと流れる白川の両側には、住宅地、商業地、耕地の大部分が広がり、展望性のある田園風景となっており、平成28年の熊本地震発災までは観光客数も移住者数も順調に伸びていた。しかし、熊本地震で甚大な被害を受け、国道や鉄道が寸断された結果人口の流出が続いており、村内では今も地震前の暮らしを取り戻せずにいる住民が900人近くもいる。また、林業においては、森林率は約56%と村総面積の半分以上を占めており、経済的機能のほか、水資源の涵養や土砂流出の防止、地球温暖化防止などの公益的機能を有し、環境保全の面からも森林資源を守っていく取組が必要とされている。

また、環境省により「生物多様性の保全上重要な里地里山」に選定されており、雄大な阿蘇の山に広がる草原や原野、世界最大級のカルデラの中に形成された田園や山麓の景観が広がっている。また環境省の名水百選にも選ばれている白川水源をはじめ、多くの湧水地がある風光明媚な観光地でもある他、全村が国連食糧農業機関（FAO）から「世界農業遺産（GIAHS）」の認定を受けている地域でもある。

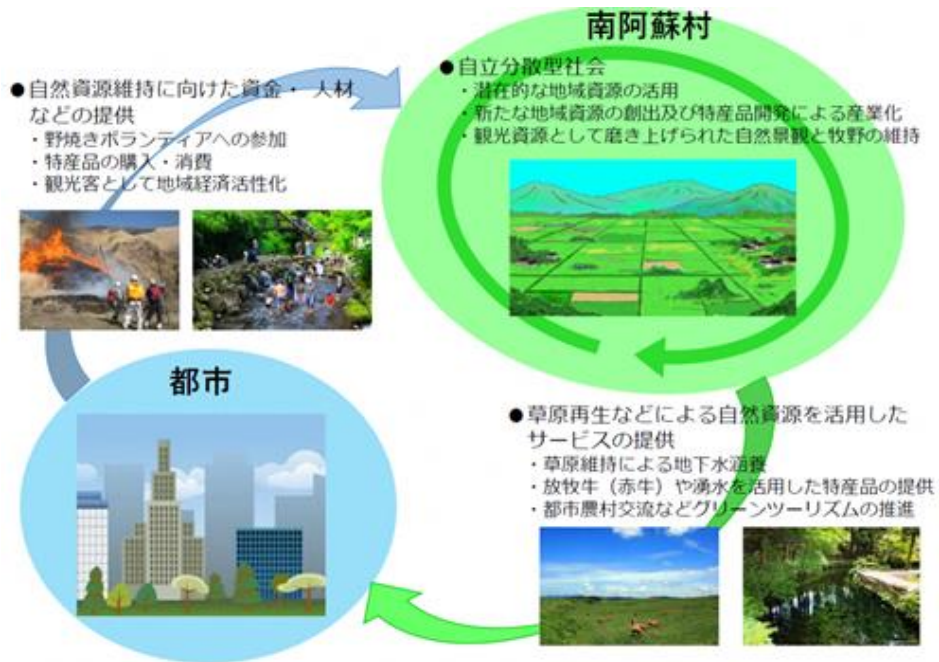
1.2 脱炭素・地球温暖化対策に関連するこれまでの取り組み

南阿蘇村での脱炭素・地球温暖化対策の取り組みとしては、2007年度に「南阿蘇村役場等地球温暖化防止実行計画」を策定した。同じく、2007年度にバイオマスタウン構想を策定し、地球温暖化対策に以前より取り組んでいる。

2016年に発生した熊本地震で地盤が緩んだところに大雨が続き、本村でも山崩れが多発した。さらに、大雨で流れ出した木々が川を塞ぐことによる二次災害の被害も出ていることから、今後は村内の草原や里地里山、及び森林の管理と保全、適切な利用を進め、森林の多面的機能の回復を図ることの重要性が増している。

2018年1月には、環境省・熊本県・東海大学の三者で、南阿蘇村は立会人となり、「阿蘇地域の創造的復興に向けた地域循環共生圏の構築に関する協定」を締結し、地域循環共生圏づくりプラットフォーム事業に取り組み、将来的には、研究プロジェクト及び地域創生プロジェクトの成果を踏まえ、阿蘇地域の創造的復興に向けた地域循環共生圏の構築を目指している。また、同年、南阿蘇村バイオマスイエネギー導入計画を策定した。

図表 1 南阿蘇村における地域循環共生圏構築イメージ



(出所) 熊本県「ゼロカーボンに向けた熊本県の動き」令和2年1月

また、地域循環共生圏構築の一環として、プラットフォーム事業を行い、2019年度に村内で意見交換会やシンポジウムを実施して、南阿蘇村における地域ビジョン（南阿蘇版マンドラ）として、取りまとめを行っているところである。

この中で、エネルギーの地産地消を通じて、脱炭素社会の実現・CO₂削減、エネルギー資金の地域外流出の抑制、災害に強いエネルギーシステムの構築を目指すことが示されており、本調査事業の方向性とも合致している。

1.3 周辺自治体と連携した今後の取り組み

南阿蘇村単独での取り組みに加えて、2019年12月には、熊本県が「2050年までに『県内CO2排出実質ゼロ』を目指す」ことを宣言した。2020年には、熊本連携中枢都市圏（18市町村）で2050年の温室効果ガス排出100%削減＝実質ゼロを目指し、熊本連携中枢都市圏で地球温暖化対策実行計画（区域施策編）を共同策定するとともに、「脱炭素循環共生圏」を構築することを目指している。

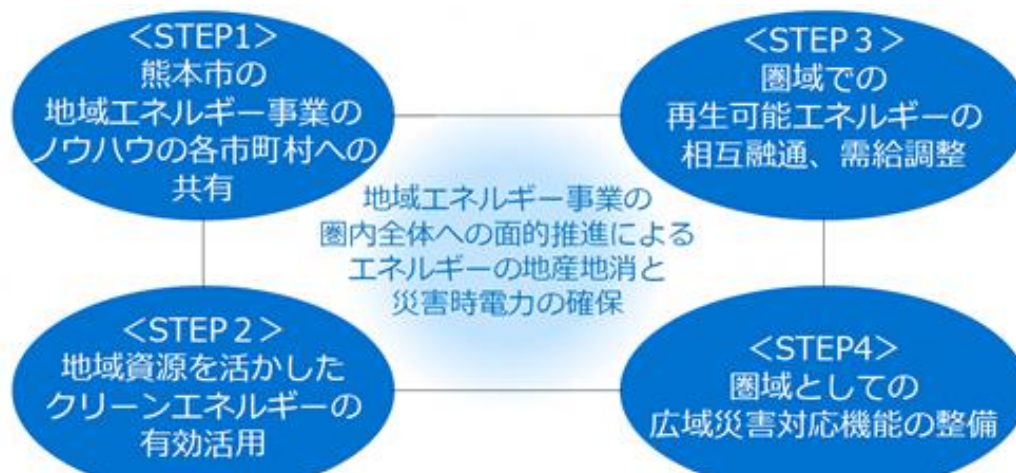
図表 2 「脱炭素循環共生圏」のイメージ



(出所) 熊本市「災害にも強い脱炭素循環共生圏の構築に向けて」令和3年1月

この「脱炭素循環共生圏」の最終目標は、圏域が有する様々な地域資源を活用した、地域エネルギー事業の圏域全体への面的推進による再生可能エネルギーの地産地消と災害時電力の確保することである。

図表 3 「脱炭素循環共生圏」実現のためのステップ



(出所) 熊本市「災害にも強い脱炭素循環共生圏の構築に向けて」令和3年1月

南阿蘇村は、この「脱炭素循環共生圏」の目指す方向と軌を一にし、2050年の温室効果ガス排出実質ゼロを目指す方針であり、本委託事業はこれらの動きを踏まえた事業となっている。

2. 目的

以上のような南阿蘇村及び周辺自治体の「地域循環共生圏」等の取り組みを踏まえて、2050年までの脱炭素化を見据えて、地域経済の活性化・新しい再エネビジネス等の創出・分散型社会の構築・災害時のエネルギー供給の確保につながる地域再エネの最大限の導入の促進を目指し、再生可能エネルギーの導入目標を定め、地域関係者と連携して地域の特性に応じた地域再エネ導入戦略を策定し、再生可能エネルギー導入に関する地域住民との合意形成を促進し、及び地域に裨益する再生可能エネルギーに関する事業の持続性の向上を推進し、もって持続可能でレジリエントな地域社会の実現に資することを目的とする。

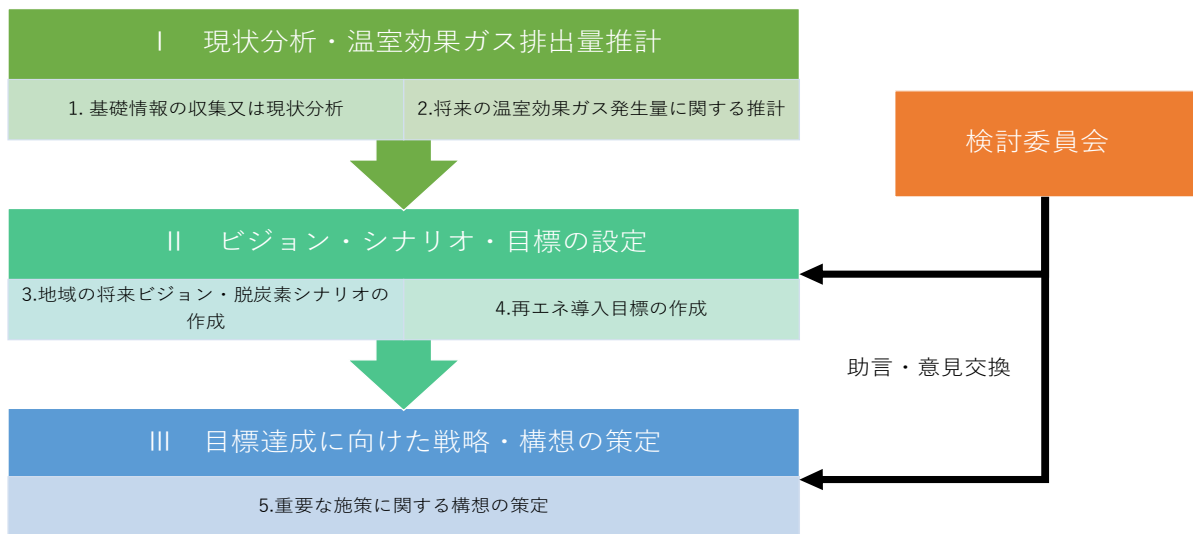
3. 事業の概要

本調査では、南阿蘇村の現況分析、温室効果ガスの将来の排出量の推計を踏まえて、地域の将来ビジョン、脱炭素シナリオを策定し、地域の再エネ導入目標を設定する。

これらのビジョン、シナリオ、目標を達成するための具体的な方策・可能性を盛り込んだ地域再エネ導入戦略を策定する。

ビジョン、シナリオ、目標、戦略の検討にあたっては、有識者や地域の住民の代表者等から検討会等の会議の場で意見収集を行い、反映された上で策定することとする。

図表 4 本委託事業の調査フロー



II. 事業実施内容

1. 地域の自然的・経済的・社会的条件を踏まえた区域内の温室効果ガス、再生可能エネルギーの導入又は温室効果ガス削減のための取組に関する基礎情報の収集又は現状分析

区域内の温室効果ガス、再生可能エネルギーの導入又は温室効果ガス削減のための取組を検討するため、地域の自然的・経済的・社会的条件を整理するとともに、温室効果ガス排出量や再生可能エネルギー導入量を把握する。

1.1 地域の自然的・経済的・社会的条件の整理

南阿蘇村は、土地利用では森林や草地が多く、再生可能エネルギーの導入可能量の推計に関連データを収集する必要がある。また、省エネ対策を検討するに当たり、世帯数、産業別事業所・従業者数、車両保有台数、一般廃棄物処理量等を整理することにより、省エネルギーのポテンシャルを推計することが必要である。

各項目の整理・推計にあたっては、下記の統計資料等を参考に実施することとした。

図表 5 地域の自然的・経済的・社会的条件の整理を行うデータ・項目

整理するデータ	統計資料等
土地利用	自然環境保全基礎調査 植生図 等
人口・世帯数	国勢調査、住民基本台帳に基づく人口・人口動態及び世帯数（南阿蘇村）
産業別事業所数・従業員数	経済センサス（基礎調査）
自動車保有台数	自動車検査登録情報協会「市区町村別自動車保有車両数」及び全国軽自動車協会連合会「市区町村別軽自動車車両数」
一般廃棄物処理の状況	阿蘇広域行政事務組合 資料

(1) 土地利用

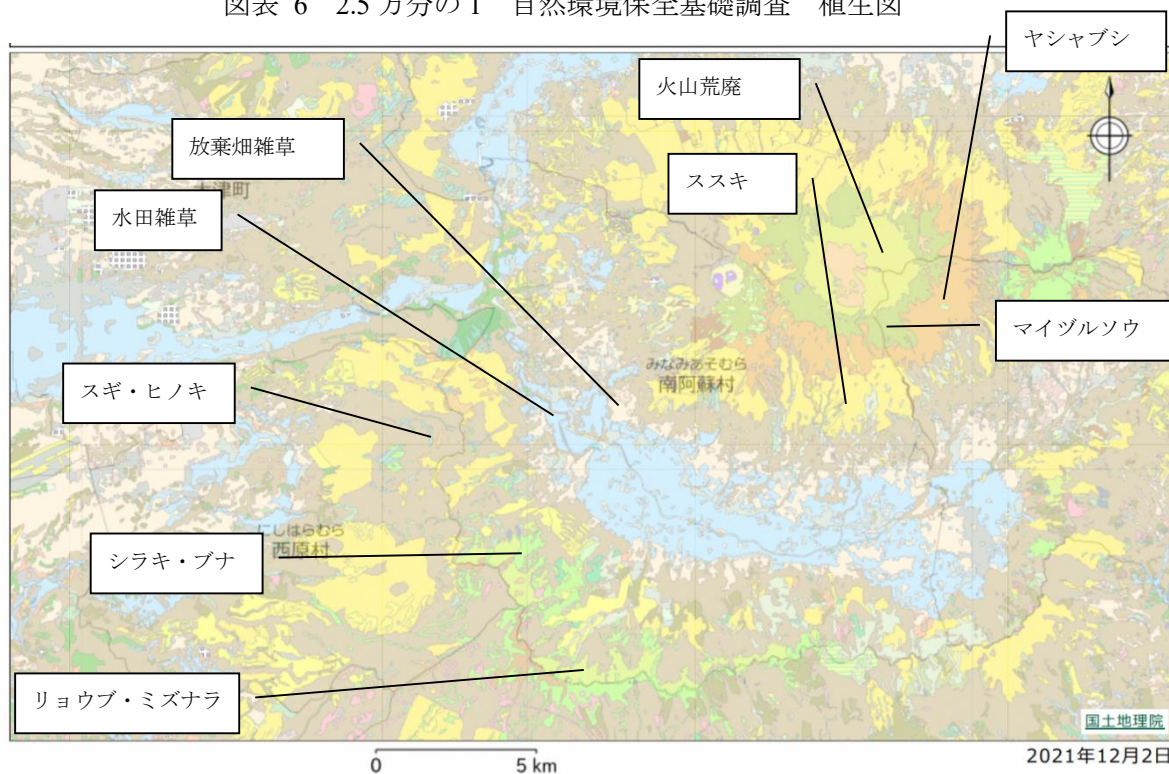
南阿蘇村の植生分布は、図表 6 の通りである。

村の中央に水色の水田雑草群落位置し、その北側と南側には放棄畑雑草群落、スギ・ヒノキ・サワラ植林が広がっている。

北側の阿蘇山麓にはススキ群団、ヤシャブシ群集、牧草地が広がり、火山周辺にはメイヅルソウ・ミヤマキリシマ群落と火山荒廃植生が位置している。

一方で、南側には、ススキ群団や牧草地に加えて、尾根付近にシラキ・ブナ群落やリョウブ・ミズナラ群落などの広葉樹もある。

図表 6 2.5 万分の 1 自然環境保全基礎調査 植生図



出所) 自然環境調査 Web-GIS (環境省)

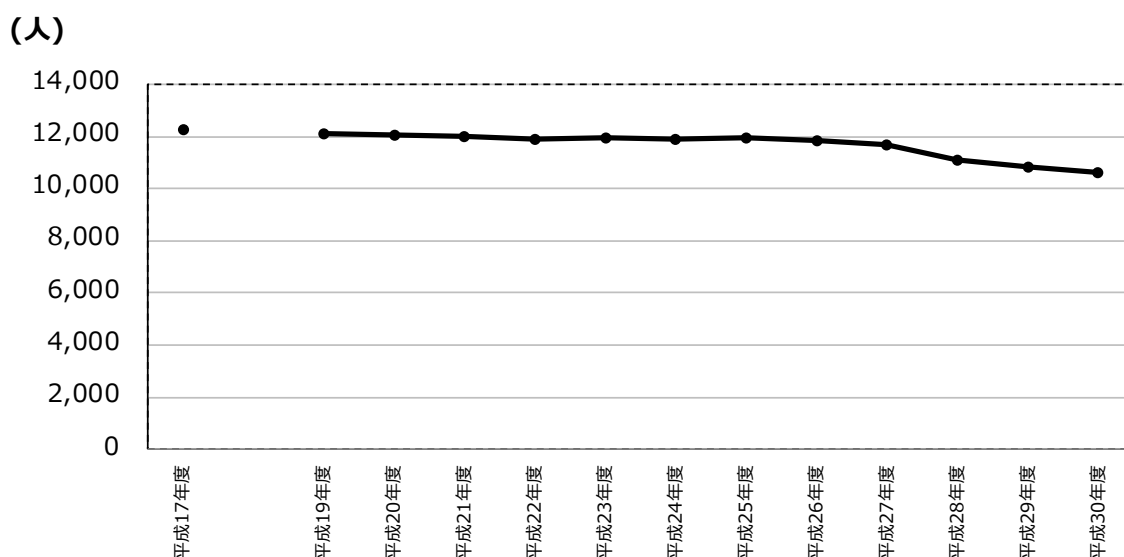
<http://gis.biodic.go.jp/webgis/index.html> 植生の凡例はウェブページも参照

湧き水も豊かに出る水田地帯を中心に両側の山麓にスギ・ヒノキ人工林やススキが緩やかな傾斜で続く特徴的な植生・地形となっている。

(2) 人口・世帯数

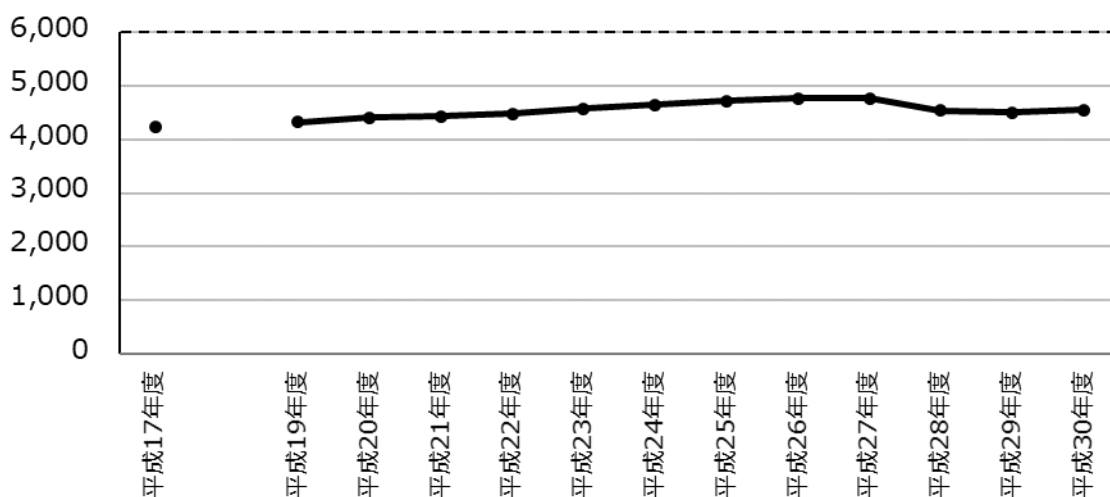
南阿蘇村の人口は、平成17年度の12,244人から減少傾向にあり、平成30年度は10,619人となっている。世帯数は平成27年度の4,772世帯をピークに微減しており、平成30年度は4,546世帯となっている。

図表7 人口の推移



出所) 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査

図表8 世帯数の推移



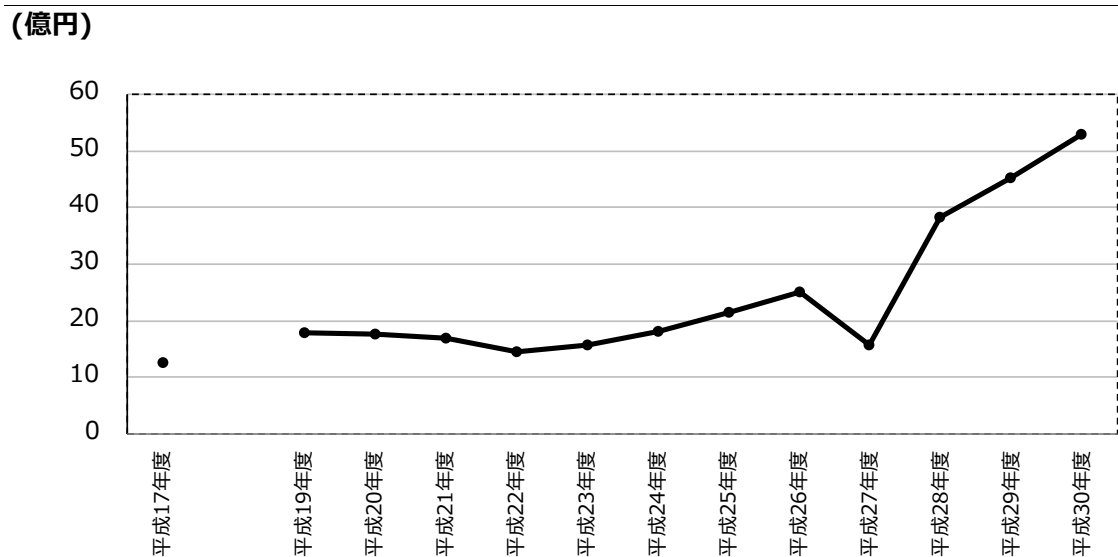
出所) 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査

(3) 産業別事業所数・従業員数

製造業と各種産業部門の従業員数の推移をしてみる。

製品出荷額等は平成 27 年度の 16 億円を底に平成 28 年、29 年、30 年と増加傾向にある。これは、熊本地震による復興需要による土木資材等の製造出荷額が増加したことによる影響が大きいと考えられる。

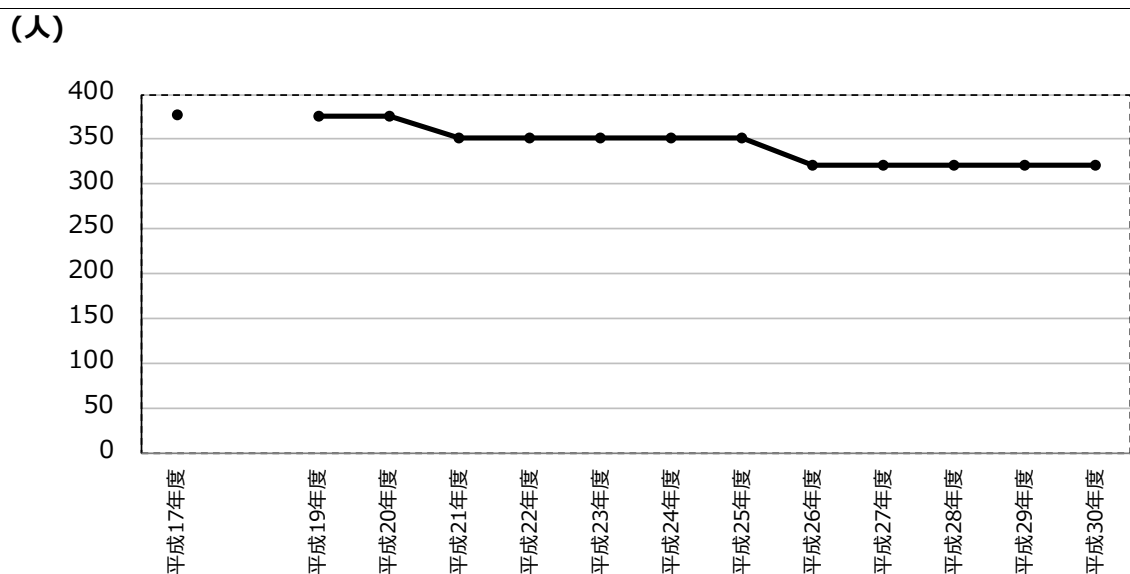
図表 9 製品出荷額等の推移



出所) 工業統計調査

従業員数について、まず、建設業・鉱業に関しては、平成 17 年の 378 人から平成 26 年の 321 人と減少している。

図表 10 従業員数（建設業・鉱業）の推移

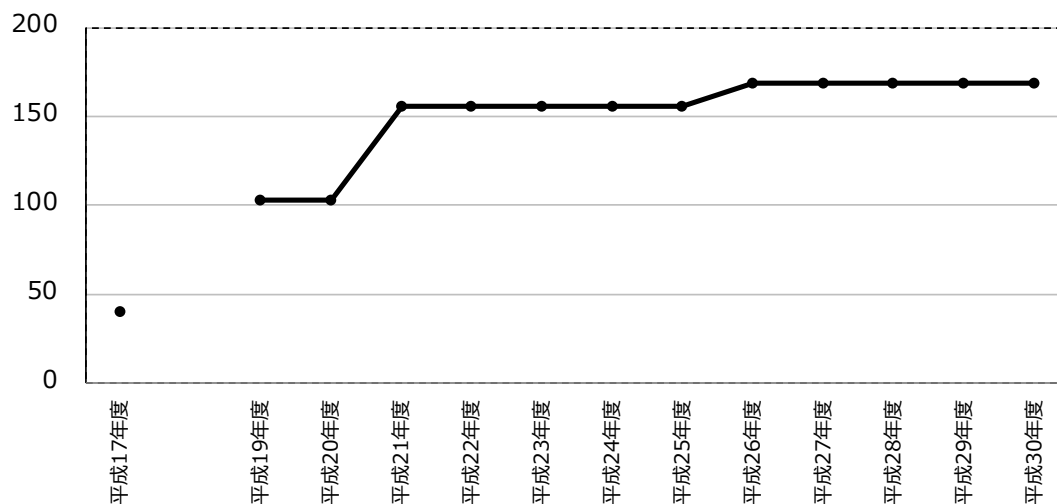


出所) 経済センサス

次に農林水産業に関しては、平成 17 年の 40 人から平成 26 年の 169 人と農業の法人化や大規模化などに伴い、従業員数は増加している。

図表 11 従業員数（農林水産業）の推移

(人)

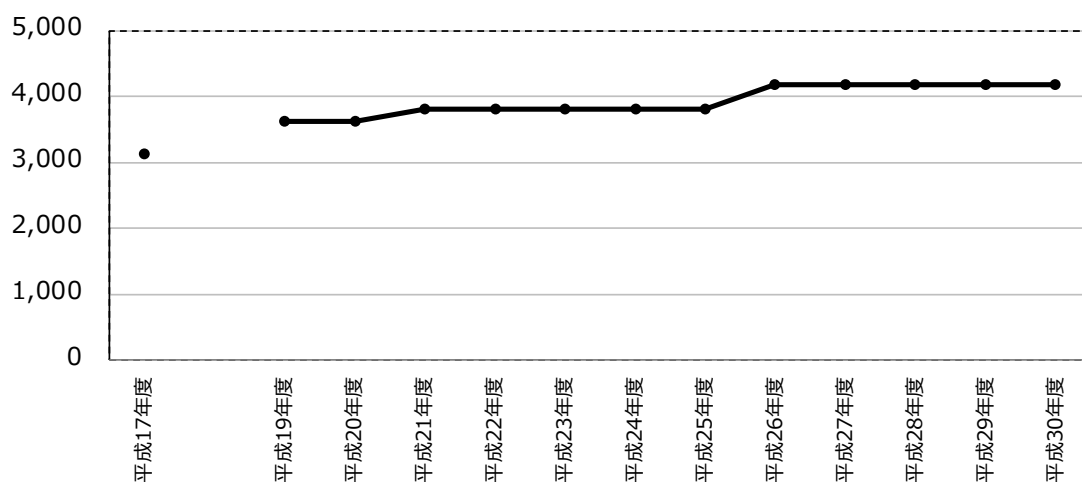


出所) 経済センサス

最後に、その他の部門の従業員数としては、平成 17 年に 3,134 人から平成 26 年には 4,180 人となっており、観光関連産業等含めて、南阿蘇村で働く人の数は増加傾向にある。

図表 12 従業員数（その他の部門）の推移

(人)



出所) 経済センサス

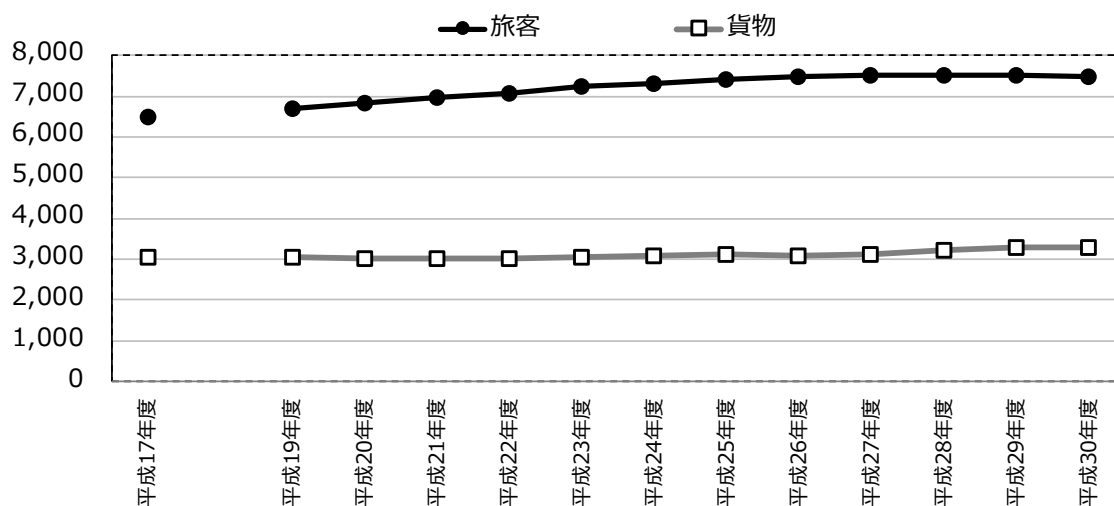
(4) 自動車保有台数

自動車保有台数は、旅客用の自動車で、平成17年度の6,501台から平成30年度は7,474台まで増加している。また、貨物用も3,042台から3,277台へと増加している。

近年、公共交通機関の利用形態の変化なども影響し、自動車の台数は増加している。

図表 13 自動車保有台数（旅客・貨物）の推移

(台)

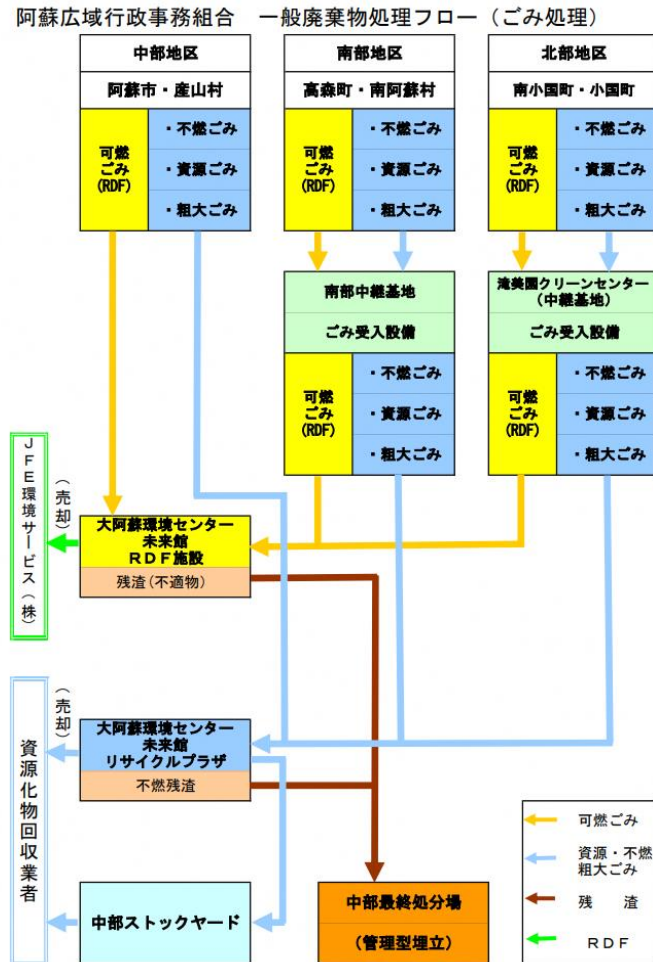


出所) 自動車検査登録情報協会「市区町村別自動車保有車両数」及び
全国軽自動車協会連合会「市区町村別軽自動車車両数」

(5) 一般廃棄物処理フロー及び処理量

南阿蘇村の一般廃棄物は、阿蘇広域行政事務組合にて収集・運搬・処理を行っている。可燃ごみについては、大阿蘇環境センター未来館で RDF 化されて燃料として利用され、不燃ごみや資源ごみについては分別して資源化している。

図表 14 一般廃棄物処理フロー及び南阿蘇村の排出量



ごみの内訳	平成29年度			平成30年度			伸び率 (%)
	搬入量	自処理量	家量計 (t)	搬入量	自処理量	家量計 (t)	
阿蘇市	8,896	0	8,896	8,986	0	8,986	1.01
南小国町	1,396	0	1,396	1,412	0	1,412	1.15
小国町	2,547	0	2,547	2,588	0	2,588	1.61
産山村	293	0	293	306	0	306	4.44
高森町	1,727	0	1,727	1,643	0	1,643	-4.86
南阿蘇村	2,927	0	2,927	3,018	0	3,018	3.11
計 (t)	17,786	0	17,786	17,953	0	17,953	0.94

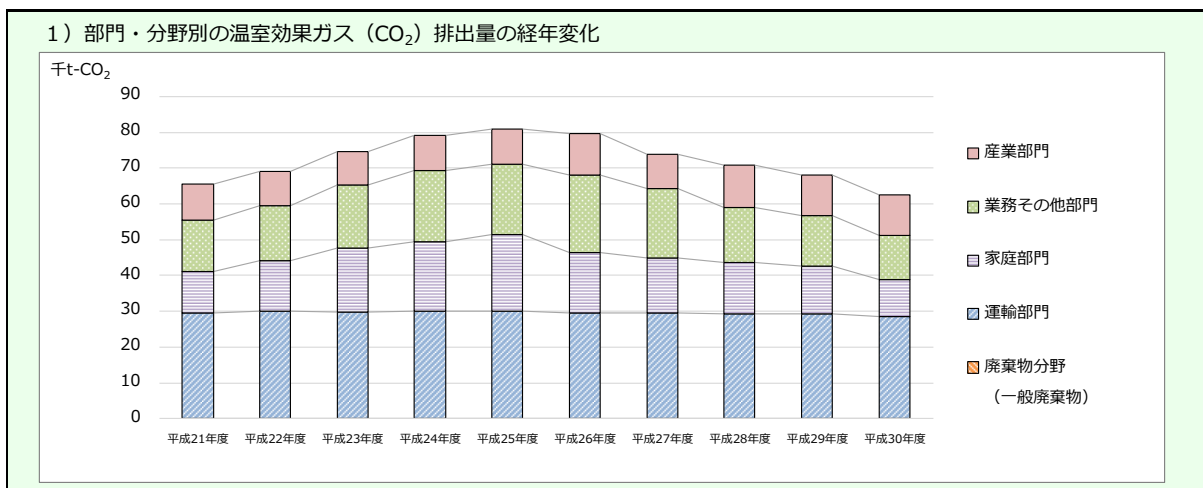
出所) 令和元年度 一般廃棄物処理実績 (阿蘇広域行政事務組合)

阿蘇広域行政事務組合の燃料化 (RDF 化) を行っているため、焼却処理量はゼロとなっており、温室効果ガス排出量の推計においては、廃棄物分野からの排出量はゼロと推計されている。

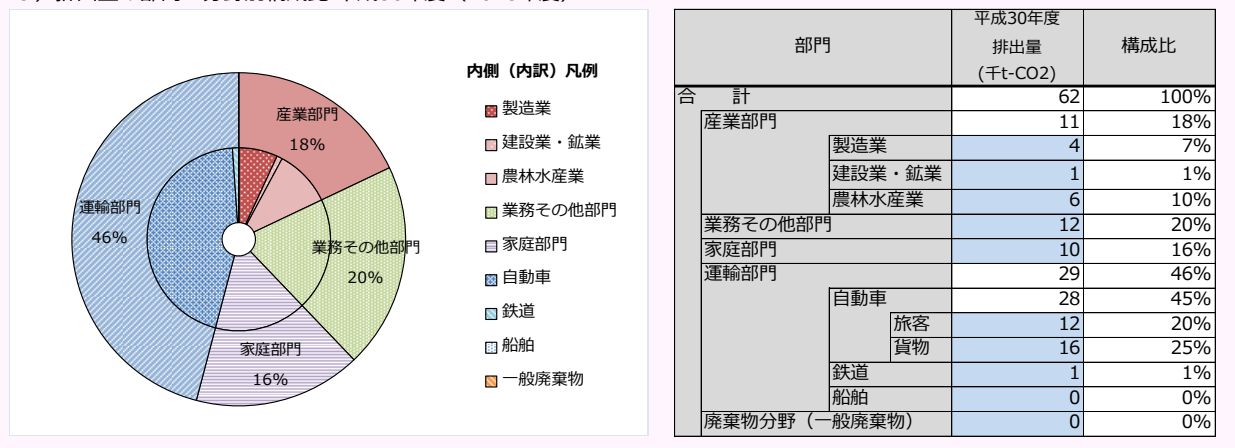
1.2 現状の温室効果ガス排出量の推計

環境省「地方公共団体実行計画(区域施策編)策定・実施マニュアル(算定手法編)(Ver1.1)」(令和3年3月)により、部門別の温室効果ガス排出量を算定する。

図表 15 部門・分野別の温室効果ガス排出量の経年変化及び2018年度の内訳



3) 排出量の部門・分野別構成比 平成30年度(2018年度)



(出所) 環境省「自治体排出量カルテ」

一般廃棄物は焼却炉での燃焼処理を行っていないため0と推計

部門別の温室効果ガス排出量は、図の通りとなっており、南阿蘇村では、運輸部門が最も多く、次に家庭部門、業務その他部門となっており、運輸部門では自動車の旅客と貨物共に多くなっており、エコカーの導入や交通不便地のため、乗り合い交通手段の導入が必要となると考えられる。

家庭部門と業務その他部門では、ZEH や ZEB の導入や家電の省エネ対策、再エネ導入対策が必要となると考えられる。

また、2018年度の全国の排出量をみてみると産業部門が3億9,800万トン、業務その他部

門が1億9,600万トン、家庭部門が1億6,600万トン、運輸部門が2億1,000万トンとなっており、南阿蘇村は産業部門で0.0028%、業務その他部門で0.0061%、家庭部門で0.0060%、運輸部門で0.0138%を占めている。

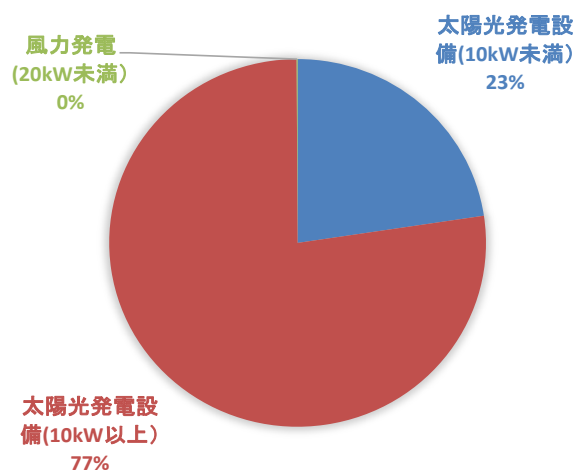
1.3 再生可能エネルギーの導入量の整理

1.3.1 現状の再生可能エネルギー導入量

(1) 個体価格買取制度に基づく導入量

地域内の再生可能エネルギーの導入量を整理する。下記は、経済産業省 固定価格買取制度 情報公開用ウェブサイト「B表 市町村別認定・導入量」から集計した固定価格買取制度に基づく再生可能エネルギーの導入容量である。

図表 16 再生可能エネルギーの導入容量 (2020年度)



出所) 固定価格買取制度 情報公開ウェブサイト

(2) 太陽光発電施設の導入量

固定価格買取制度に基づく太陽光の導入量は 2019 年度時点で、128 件 768.33kW である。

図表 17 太陽光発電施設 (FIT) の導入台数の推移

年度	件数計	出力計(kW)
2011	7	33.96
2012	25	135.65
2013	17	92.59
2014	23	129.31
2015	17	130.99
2016	6	36.79
2017	10	69.97
2018	10	57.60
2019	13	81.47
合計	128	768.33

(資料) 南阿蘇村

また、民間企業により 1.6MW 及び 1.7MW のメガソーラーが導入されている。

(3) 風力発電所の導入状況

大型の風力発電所が設置されていたが、熊本地震による損傷のため、現在は撤去されている。再設置の予定はない。

(4) 木質バイオマスボイラー・薪ストーブの導入量

南阿蘇村は、木質バイオマス燃料燃焼機器設置補助を実施しており、燃料燃焼機器の本体及び煙突資材の購入に対して補助を行っている。補助上限は 10 万円で本体等購入費用の 2 分の 1 の補助となっている。(令和 3 年度 現在)

これらの補助に基づく設置件数は下記の通りである。

図表 18 薪ストーブの導入台数の推移

年度	導入数	稼働月	CO2削減量t	世帯当たりの暖房にかかるCO2排出量
2019	7	6	4.5318	0.6474
2020	15	6	9.711	0.6474
	22		14.2428	

(資料) 南阿蘇村

(5) 小水力の導入量

2019 年時点で固定価格買取制度を活用した小水力発電所はないが、九州電力が有している黒川第一発電所、黒川第二発電所と、小水力発電所である 2021 年 3 月に運転を開始した南阿蘇水力発電所の 2 か所の水力発電所がある。

1) 黒川第一発電所、黒川第二発電所

黒川第一発電所は大正 3 (1914) 年から運転を開始し、建設当初から熊本県内広域に電気を供給してきた。また、黒川第二発電所も同様に大正 7 (1918) 年から運転を開始して電気を供給してきた。

しかし、熊本地震で被災し、現在も発電できない状況が続いている。

2020 年 5 月の九州電力の発表によると 2022 年度着工、2026 年度復旧予定である。

2) 南阿蘇水力発電所

小水力発電は、南阿蘇水力発電株式会社が南阿蘇村河陰の南阿蘇村役場から西へ約 1 キロメートル地点に発電所を建設し、旧白川河道より水圧管を地中埋設して、農業用水路を活用した発電を 2021 年 3 月より実施している。

年間発電量は約 137 万キロワットを試算しており、これは一般家庭 260 軒分の年間使用量にも相当する。

(6) 地熱発電の導入量

地熱発電の導入実績はないが、導入の計画が複数ある。

2. 地域の特性や削減対策効果を踏まえた将来の温室効果ガス排出量に関する推計

地域の特性や削減対策効果を踏まえた将来の温室効果ガス排出量を推計する。推計には、対策を行わない BAU と対策を行った場合の対策ケースで算定する。

2.1 推計方法

推計は、環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料 Ver1.0」(令和3年3月)を参考として、推計を行うこととする。

2.1.1 BAU ケースの推計方法

BAU のケースは、人口推計の結果や内閣府「中長期の経済財政に関する試算」に基づく全国の実質 GDP 成長率や、経済産業省「長期エネルギー需給見通し関連資料」に基づく全国の業務用建築物床面積、旅客輸送量(人キロ)、貨物輸送量(トンキロ)などのデータをもとに、将来の活動の推計を行い、推計を実施する。

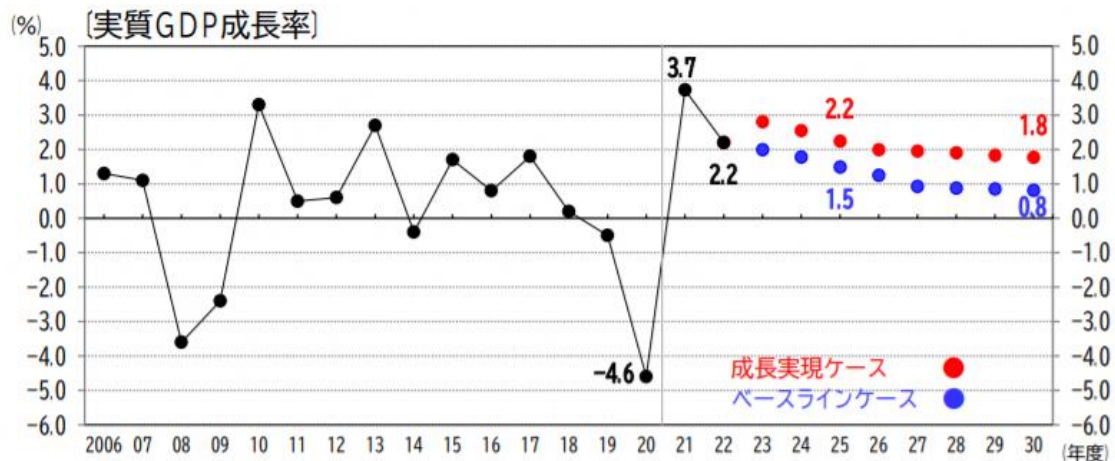
対策を行わないケースであるので、エネルギー消費原単位と炭素集約度は現状のデータをそのまま用いて推計を行う。

BAU のケースは、人口推計の結果や内閣府「中長期の経済財政に関する試算」に基づく全国の実質 GDP 成長率や、経済産業省「長期エネルギー需給見通し関連資料」に基づく全国の業務用建築物床面積、旅客輸送量(人キロ)、貨物輸送量(トンキロ)などのデータをもとに、将来の活動の推計を行い、推計を実施する。

(1) 産業部門

全国の実質 GDP 成長率は、内閣府「中長期の経済財政に関する試算」によると、2030 年度にはベースラインケースで 0.8%程度と見込まれている。

図表 19 全国の実質 GDP 成長率



(出所) 内閣府「中長期の経済財政に関する試算」令和3年7月21日 経済財政諮問会議提出
2030年度は2018年度比で、ベースラインケースで6.0%の経済成長が見込まれる。
これにより、産業部門の排出量が2018年度比で6.0%増加すると推計する。

(2) 業務その他

資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」によると業務その他部門の関連指標として位置付けられる、業務用建築物床面積は2030年度に1,965百㎡になると予測されている。2018年度は、1,902百㎡であるので、3.3%増と見込まれる。

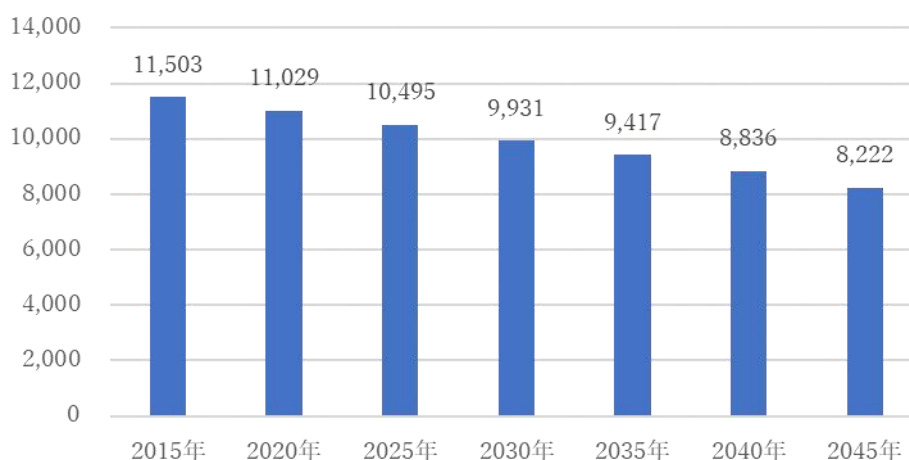
これにより、業務その他部門が3.3%増加すると推計する。

(3) 家庭部門

南阿蘇村の人口は2030年で9,931人と見込まれている。

2018年の10,619人と比較して、6.5%の人口減となる。これにより、家庭部門は6.5%減少すると推計する。

図表 20 南阿蘇村 人口の推移



(出所) 国立社会保障・人口問題研究所

(4) 運輸部門

資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」によると運輸部門の関連指標として位置付けられる、旅客輸送量は2030年度に137百億人kmになり、貨物輸送量は42百億トンkmになると見込まれている。2018年度は、41百億トンkmで、141百億人kmとなっており、微増、微減となっている。

これにより、運輸部門の自動車に係る排出量のうち、貨物部門は 2.4%増加、旅客部門は 2.9%減少と推計する。

2.1.2 対策ケースの推計方法

対策ケースは、バックキャスト方式で検討を行う。具体的には、2050年の温室効果ガス排出量ゼロ（残余排出量を10%）と仮定し、エネルギー消費量の削減、エネルギーの脱炭素化、利用エネルギー転換で、温室効果ガス排出量を削減する。また、中間時点として2030年は2013年比50%と設定し、エネルギー消費量の削減、エネルギーの脱炭素化、利用エネルギー転換で、温室効果ガス排出量を削減する。

国の地球温暖化対策計画で、エネルギー消費量の削減の見込みと利用エネルギー転換の見込みが示されているため、それをもとに推計を行う。示された対策のうち、南阿蘇村でも対策が可能と思われる対策を下記の通り、ピックアップする。これの対策を南阿蘇村で実践したと仮定して2030年の排出量を推計した。

(1) 産業部門

項目	具体的な対策	各主体の対策
省エネルギー性能の高い設備・装置の導入促進（業種横断）	高効率空調の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造業者：高効率空調の技術開発、生産、低価格化 ・事業者：高効率空調の導入
	産業HPの導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造業者：高効率産業ヒートポンプ（産業HP）の技術開発、生産、低価格化 ・事業者：高効率HPの導入
	産業用照明の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：照明の高効率に係る技術開発 ・販売事業者：高効率照明に係る事業者への情報提供 ・事業者、消費者：高効率照明の導入
	産業用モータ・インバータの導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：高効率産業用モータ及びインバータの技術開発、生産、低価格化 ・事業者：高効率産業用モータ及びインバータの導入
	高性能ボイラーの導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：高性能ボイラーの省エネ化に係る技術開発、生産、低価格化 ・販売事業者：高性能ボイラーに係る導入事業者への情報提供 ・導入産業者：購入時における高性能ボイラーの選択
	コージェネレーションの導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：コージェネレーションの低価格のに向けた技術・製品開発 ・販売事業者等：事業者への情報提供・コージェネレーションの効率的な活用の支援 ・事業者：コージェネレーションの積極的導入。効率的な活用

省エネルギー性能の高い設備・機器等の導入促進(施設園芸・農業機械・漁業分野)	施設園芸における省エネルギー設備の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：温室効果ガス排出削減に資する設備・機器・資材の開発 ・販売事業者：温室効果ガス排出削減の資する設備・機器・資材の販売 ・全国民間団体：温室効果ガスの排出削減に資する設備・機器・資材の省エネ格付及び農業者への情報提供 ・生産者：省エネ型設備、機械。資材の選択及び省エネ生産管理技術の実践
燃料転換の推進	燃料転換の推進	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：販売事業者：石炭・重油からガス等への燃料転換の価格削減促進、情報提供 ・消費者：石炭・重油からガス等への燃料転換の選択
FEMSを利用した徹底的なエネルギー管理の実施	FEMSを利用した徹底的なエネルギー管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・製造販売事業者：低コストで使いやすい、工場のエネルギー管理システム(FEMS)の開発、導入事業者への情報提供 ・導入事業者：FEMSの導入

(2) 業務その他の部門

項目	具体的な対策	各主体の対策
建築物の省エネルギー化	建築物の省エネルギー化(新築)	<ul style="list-style-type: none"> ・建築主等：省エネ建築物の建築 ・建築物の建築主等：建築物のエネルギー消費性能の表示 ・熱損失防止建築材料製造事業者等：熱損失防止建築材料の熱の損失の防止のための性能向上
	建築物の省エネルギー化(改修)	<ul style="list-style-type: none"> ・所有者等：既存建築物の省エネ改修 ・熱損失防止建築材料製造事業者等：熱損失防止建築材料の熱の損失の防止のための性能向上
高効率な省エネルギー機器の普及(業務その他部門)	業務用給湯器の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者等：高効率給湯器の技術開発、生産、低価格化 ・販売事業者：高効率給湯器に係る事業者への情報提供 ・事業者：高効率給油湯器の導入
高効率な省エネルギー機器の普及(業務その他部門)	高効率照明の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：照明の高効率化に係る技術開発、生産、低価格化 ・販売事業者：高効率照明に係る消費者への情報提供 ・事業者：高効率照明の積極的な導入
トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上	トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：トップランナー基準以上のエネルギー効率が高い機器の開発・生産・導入 ・販売事業者：トップランナー基準以上のエ

(業務その他部門)		<p>エネルギー効率が高い機器の導入、販売促進、消費者への情報提供</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消費者：トップランナー基準以上のエネルギー効率が高い機器の導入
BEMSの活用、省エネルギー診断等による徹底的なエネルギー管理の実施	BEMSの活用、省エネルギー診断等による徹底的なエネルギー管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・製造販売事業者：低コストで使いやすいビルエネルギー管理システム(BEMS)の開発、BEMS導入事業者への情報提供 ・事業者：BEMSや省エネルギー診断等を活用したエネルギー管理の徹底

(3) 家庭部門

項目	具体的な対策	各主体の対策
住宅の省エネルギー化	住宅の省エネルギー化(新築)	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物：省エネ住宅の建築 ・住宅の販売、賃貸事業者：住宅のエネルギー消費性能の高い住宅の供給 ・熱損失防止建築材料製造事業者等：熱損失防止建築材料の熱の損失の防止のための性能向上
	住宅の省エネルギー化(改修)	<ul style="list-style-type: none"> ・所有者等：既存住宅の省エネ改修 ・熱損失防止建築材料製造事業者：熱損失防止建築材料の熱の損失の防止のための性能の向上
高効率な省エネルギー機器の普及(家庭部門)	高効率給湯器の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：高効率的給湯器の技術開発、生産、低価格化 ・販売事業者：高効率給湯器に係る消費者への情報提供 ・消費者：高効率給湯器の積極的な導入
	高効率照明の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：照明の高効率化に係る技術開発、低価格化 ・販売事業者：高効率照明に係る消費者への情報提供 ・消費者：高効率照明の積極的な導入
トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上(家庭部門)	トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：トップランナー基準以上のエネルギー効率が高い機器の開発、生産、導入 ・販売事業者：トップランナー基準以上のエネルギー効率が高い機器の導入、販売促進、消費者への情報提供 ・消費者：トップランナー基準以上のエネルギー効率が高い機器の導入
HEMS・スマートメーター・スマートホームデバイスの導入や省エネルギー情報提供を通じた徹底	HEMS、スマートメーターを利用し徹底的なエネルギー管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・製造販売業者：低コストで使いやすい住宅のエネルギー管理システム(HEMS・スマートホームデバイス)の開発、消費者への情報提供 ・エネルギー供給事業者：消費者への省エネ

的なエネルギー管理 の実施		情報提供 ・消費者：HEMS・スマートホームデバイスの積極的な導入、省エネ行動の実践
------------------	--	---

(4) 運輸部門

項目	具体的な対策	各主体の対策
次世代自動車の普及、燃費改善等	次世代自動車の普及、燃費改善	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：輸入事業者等：燃費の優れた自動車の開発、生産、販売、輸入 ・販売事業者：燃費の優れた自動車の積極的な販売 ・消費者：燃費の優れた自動車の導入
自動走行の推進	自動走行の推進 (高速道路での自動走行等の実現によるエネルギーを低減)	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：優れた自動走行機能の開発、生産、販売、輸入 ・販売事業者：優れた機能の自動車の積極的な販売 ・消費者：自動走行車の購入、高速道路等での積極的な使用
エコドライブの普及・啓発	エコドライブ関連機器の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：エコドライブ関連機器の開発、販売 ・消費者：エコドライブ関連機器の導入
公共交通機関及び自転車の利用促進	公共交通機関の利用促進	<ul style="list-style-type: none"> ・交通事業者：利便性の向上、地域公共交通網の充実 ・消費者：自家用車から公共交通機関への展開 ・行政：公共交通機関への補助や普及啓発
	自転車の利用促進	<ul style="list-style-type: none"> ・消費者：5 km以下の短距離の移動や通勤に自転車を積極的に利用 ・行政：安全で快適な自転車利用環境の創出
鉄道分野の脱炭素化	鉄道分野の脱炭素化	交通事業者：エネルギー効率のよい車両の導入、鉄道施設への省エネ設備の導入
環境に配慮した自動車使用等の促進による自動車運送事業等のグリーン化	環境に配慮した自動車使用等の促進による自動車運送事業等のグリーン化	<ul style="list-style-type: none"> ・製造事業者：エコドライブ関連機器の開発、販売 ・運送事業者：エコドライブ関連機器の導入、エコドライブ講習の受講、エコドライブの実践
トラック輸送の効率化、共同輸配送の推進(トラック輸送の効率化)	トラック輸送の効率化	運送事業者：車両の大型化、トレーラー化、トラック輸送の効率化の推進、省エネ法に基づく計画の作成及び実施
鉄道貨物輸送へのモーダルシフトの推進	鉄道貨物輸送へのモーダルシフトの推進	運送事業者：トラック運送から貨物鉄道輸送へのモーダルシフトを促す
物流施設の脱炭素化の推進	物流施設の脱炭素化の推進	運送事業者：省エネ型省人機器の導入により無人化区間を創出して電力使用量を削

		減。再生可能エネルギーの導入による物流施設自体の脱炭素化
--	--	------------------------------

(5) 横断的施策（脱炭素ライフスタイルへの転換）

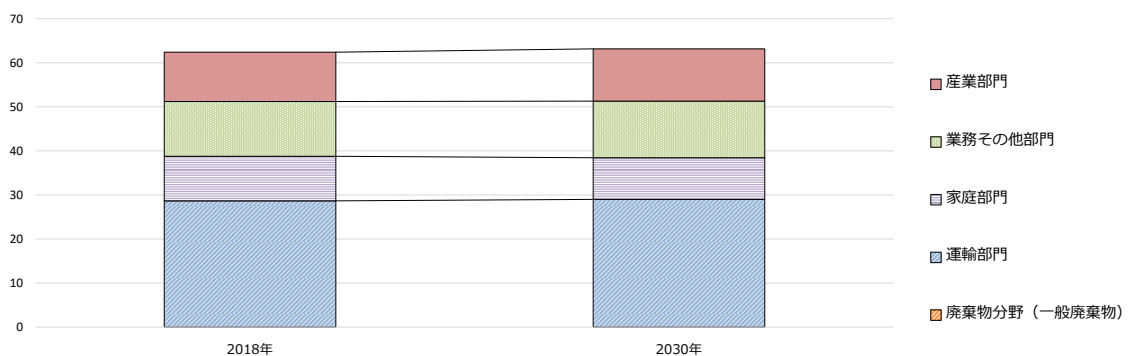
項目	具体的な対策	各主体の対策
脱炭素型ライフスタイルへの転換	エコドライブ	一般車両運転者：駐停車のアイドリングストップ、交通状況に応じた安全な低速走行等、燃料消費が少なくCO ₂ 削減につながる、環境負荷の軽減に配慮した「エコドライブ」の実施
	カーシェアリング	<ul style="list-style-type: none"> 事業者：カーシェアリングの普及促進に資する技術開発 一般家庭・個人及び事業者：カーシェアリングの普及促進に資する電気自動車の導入加速、カーシェアリング市場拡大

2.2 推計結果

2.2.1 BAU ケースの推計結果

BAUの場合の各部門の排出量の推計結果は下記のグラフ及び表の通りである。産業部門、業務その他部門は増加、輸送部門も微増で、家庭部門は減少している。

図表 21 2030年の排出量内訳（BAU ケース） 単位：千t-CO₂



	産業部門	業務その他	家庭部門	運輸部門	廃棄物
2018年	11.2	12.4	10.1	28.7	0
2030年	11.9	12.9	9.5	29.0	0

2.2.2 対策ありケースの推計結果

対策ありのケースは BAU の推計結果から様々な対策を行った場合の 2018 年比での削減量を差し引く形で推計を行う。

対策ごとの削減量を部門別に整理する。

また、部門別に有効な対策については、優先的に取り組む事項として整理する。

(1) 産業部門

1) 対策ごとの削減量

産業部門については、全国的な削減量から 2018 年の製品出荷額の南阿蘇村の占める割合から按分して削減可能量を推計した。ただし、施設園芸における省エネルギー設備の導入のみ、令和 1 年度の花卉出荷額より按分を行った。

図表 22 各種対策を実施することで見込める CO2 削減量

対策	削減量(千 t-CO2)
高効率空調の導入	0.015
産業 HP の導入	0.024
産業用照明の導入	0.044
産業用モーター・インバータの導入	0.239
高性能ボイラーの導入	0.044
コージェネレーションの導入	0.137
施設園芸における省エネルギー設備の導入	0.613
燃料転換の推進	0.024
FEMSを利用した徹底的なエネルギー管理の実施	0.039

2) 優先的に取り組む事項

年間 0.6 千 t-CO2 以上の削減が見込まれる「施設園芸における省エネルギー設備の導入」について、優先的に取り組む事項とする。

施設園芸において、既存の課損設備を木質バイオマス利用加温設備や地中熱・温泉熱を利用した加温施設への転換することで、排出量の削減を目指す。木質バイオマス、地中熱・温泉熱の利用が難しい場合は、ヒートポンプや省エネ型の多段サーモの加温機を導入する。

(2) 業務その他部門

1) 対策ごとの削減量

業務その他部門については、全国的な削減量から 2018 年の従業員数の南阿蘇村の占める割合から按分して削減可能量を推計した。

図表 23 各種対策を実施することで見込める CO2 削減量

対策	削減量(千 t-CO2)
建築物の省エネルギー化(新築)	0.872
建築物の省エネルギー化(改修)	0.307
業務用給湯器の導入	0.105

高効率照明の導入	0.631
トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上	1.596
BEMSの活用、省エネルギー診断等による徹底的なエネルギー管理の実施	0.747

2) 優先的に取り組む事項

優先的に取り組む事項として、部門別で上位にあたる「トップランナー制度等による省エネルギー性能向上」、「BEMSの活用、省エネルギー診断等による徹底的なエネルギー管理の実施」、「建築物の省エネルギー化（新築）」の3つを設定する。

「トップランナー制度等による省エネルギー性能向上」は、省エネ法に基づき、トップランナー基準を達成した機器への置き換えが進む（出荷機器の全数が達成機器となる）ことを想定した場合の省エネ量となっている。村としては、省エネ性能の高い機器への転換が進むように、民間事業者への支援や率先した省エネ機器の導入を目指す。

「BEMSの活用、省エネルギー診断等による徹底的なエネルギー管理の実施」は、BEMS導入による省エネ率は、過去の補助実績等から9.3%と想定されており、業務用の建築物が積極的にBEMSを導入できるように支援を行っていく。

「建築物の省エネルギー化（新築）」では、建築物省エネ法に基づく省エネ基準への適合義務化、誘導基準の引上げ、省エネルギー基準の段階的な水準の引上げを行うとともに、公共施設における率先したZEBなどを通して、建築物の省エネルギーを促す。省エネルギー建築物に関する普及啓発も積極的に行っていく。

(3) 家庭部門

1) 対策ごとの削減量

家庭部門については、全国の削減量から2018年の世帯数の南阿蘇村の占める割合から按分して削減可能量を推計した。

図表 24 各種対策を実施することで見込めるCO2削減量

対策	削減量(千t-CO2)
住宅の省エネルギー化(新築)	0.482
住宅の省エネルギー化(改修)	0.173
高効率給湯器の導入	0.547
高効率照明の導入	0.535
トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上	0.655
HEMS、スマートメーターを利用し徹底的なエネルギー管理の実施	0.697

2) 優先的に取り組む事項

優先的に取り組む事項として、部門別で上位にあたる「HEMS、スマートメーターを利用し徹底的なエネルギー管理の実施」と「トップランナー制度等による機器の省エネ

ルギー性能向上」の2つを挙げる。

「HEMS、スマートメーターを利用し徹底的なエネルギー管理の実施」は、村内でネット・ゼロ・エネルギー・ハウス（ZEH）の導入支援を行うことで、家庭の省エネ（過去の補助実績等から約10%）を促進する。

「トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上」は、家庭においても、最新の省エネ性能の高い機器への買い替え・転換を村としても普及啓発、支援していくことで家庭分野での省エネを促進する。

(4) 運輸部門

1) 対策ごとの削減量

運輸部門については、全国的な削減量からトラック等の輸送に関わる部分は自動車保有台数（貨物）、普段の交通利用等の民生分野については自動車保有台数（旅客）、両方に係る部分は合計台数の2018年の南阿蘇村の占める割合から按分して削減可能量を推計した。また、鉄道分野の排出削減量については、地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル（算定手法編）（Ver1.1）に準じて人口の比率を使用している。

図表 25 各種対策を実施することで見込めるCO2削減量

対策	削減量(千 t-CO2)
次世代自動車の普及、燃費改善	3.013
自動走行の推進	0.220
エコドライブの普及・啓発	0.069
公共交通機関の利用促進	0.164
自転車の利用促進	0.038
鉄道分野の脱炭素化	0.153
環境に配慮した自動車使用等の促進による自動車運送事業等のグリーン化	0.073
トラック輸送の効率化	1.641
モーダルシフト(鉄道輸送の活用)	0.362
物流施設の低炭素化の推進	0.018
エコドライブの実施	0.620
カーシェアリング	0.193

2) 優先的に取り組む事項

削減量の見込みが大きい「次世代自動車の普及、燃費改善」、「トラック輸送の効率化」「エコドライブの実施」の3つを優先的に取り組みこととする。

特に、「次世代自動車の普及、燃費改善」はもっとも削減量が多い取り組みであり、運輸部門の占める割合が大きい南阿蘇村にとっては最優先で取り組むべき事項である。具体的には、次世代自動車（ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車等）の普及により、燃費の良い自動車への入れ換えが進むことで削減することを見込んでいるため、これらの自動車の普及

を村として後押しする必要がある。具体的には次世代自動車への助成制度や普及啓発に取り組んでいく必要がある。

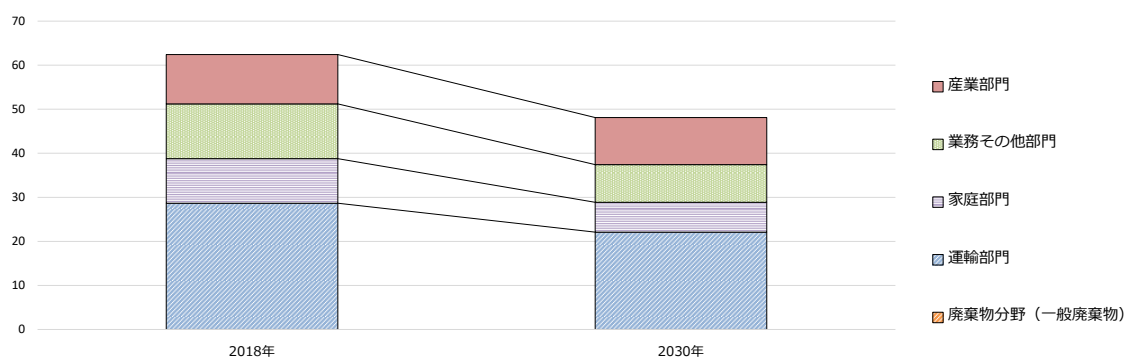
また、「トラック輸送の効率化」については、トラック車両の大型化などによる効率化を見込んでいる。

そして、「エコドライブの実施」については、村民にエコドライブに関する普及啓発を図っていく中で促進していく必要がある。

(5) 推計結果

各部門の削減可能量を差し引いたものをまとめると下記の通りとなっている。

図表 26 2030年の排出量内訳（対策ケース） 単位：千t-CO2

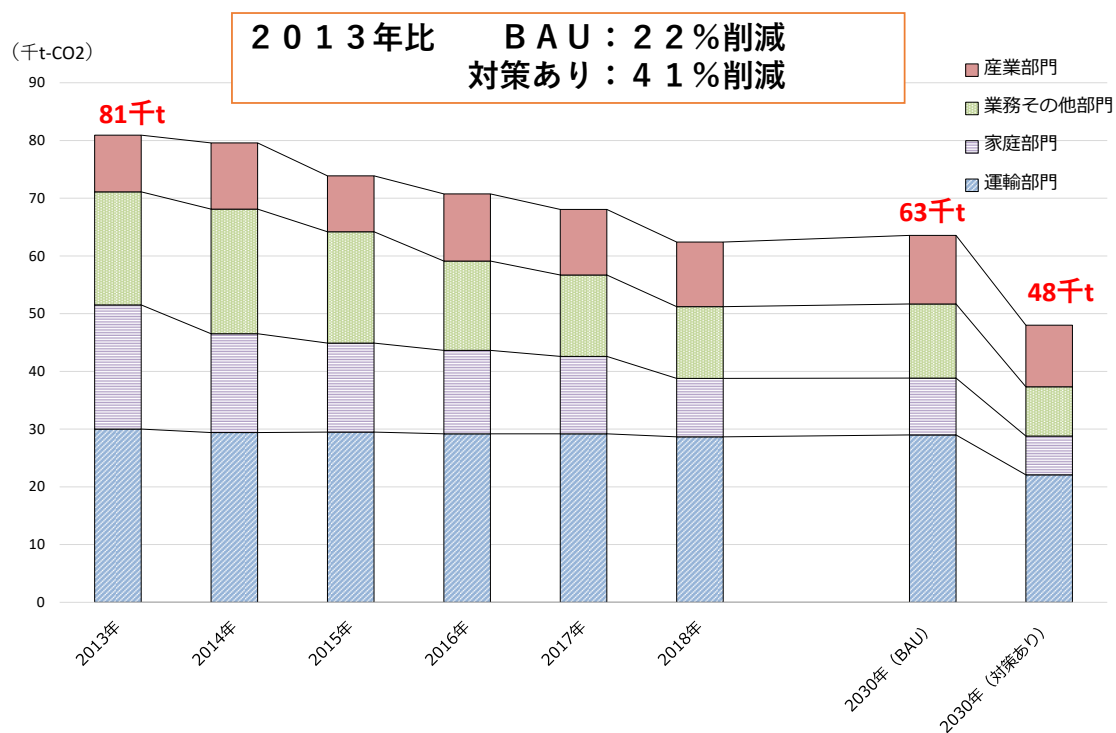


	産業部門	業務その他	家庭部門	運輸部門	廃棄物
2018年	11.2	12.4	10.1	28.7	0
2030年	10.7	8.6	6.8	22.1	0

2.3 「BAU」及び「対策あり」含む排出量の推移

以上の結果を取りまとめると下記の通りである。

図表 27 2030年の排出量の推計結果



2013年比で対策なしのBAUで22%削減、対策ありで41%となっている。

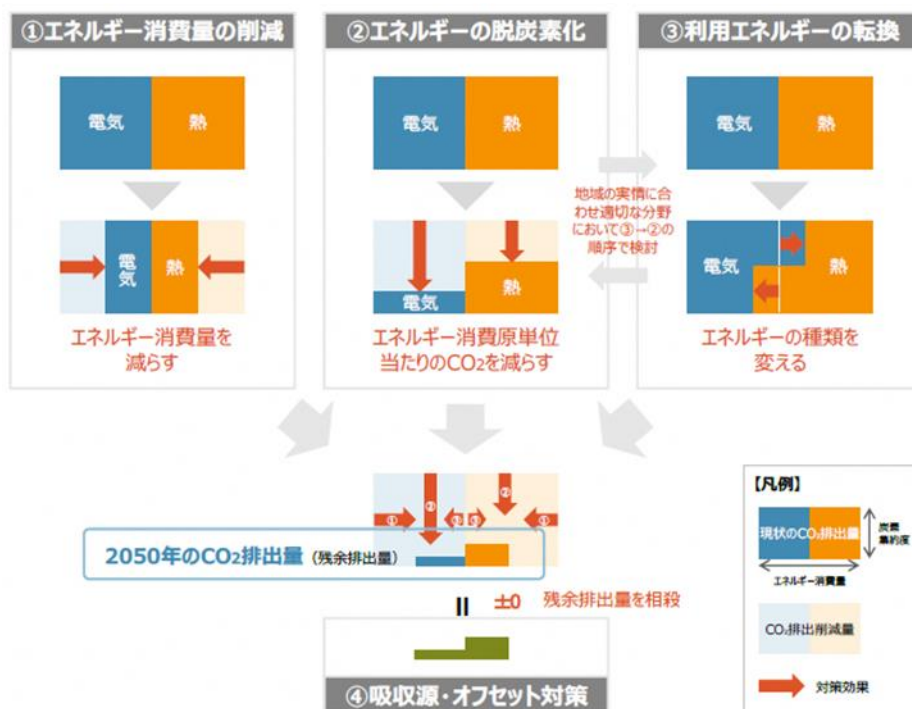
3. 地域の温室効果ガスの将来推計を踏まえた地域の将来ビジョン・脱炭素シナリオの作成

対策を行った場合の地域の将来ビジョン、エネルギー消費量の削減、エネルギーの脱炭素化、利用エネルギーの転換などについてシナリオを作成する。

3.1 将来ビジョン・脱炭素シナリオ作成方法

脱炭素に係る対策については、対策ケースの推計のイメージでも述べたが、①エネルギー消費量の削減、②エネルギーの脱炭素化、③利用エネルギーの転換の3つの対策を組み合わせ、脱炭素を実現する。

図表 28 脱炭素の対策のイメージ



(出所) 環境省「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料」令和3年3月

具体的には、エネルギー消費量の削減策として、FEMSやBEMS、高効率な省エネルギー機器の普及、トップランナー制度等による機器の省エネルギー性能向上、建築物・住宅の省エネ化、燃費改善による省エネルギーが挙げられる。

利用エネルギー転換策に関しては、次世代自動車の普及等が挙げられる。

これらの対策については、排出量推計において整理した対策として既に列挙している。これらの対策を着実に実行していくことで、脱炭素に繋がっていく。

エネルギーの脱炭素化策としては、太陽光発電に加え、バイオマス発電、小水力発電、地熱発電を導入していくことが挙げられる。その際、自家消費により温室効果ガス排出量を削

減すること、地域新電力が特定卸供給制度及び非化石証書制度を活用しつつ FIT 電力を調達し、排出係数の低いゼロカーボン電力を地域に供給することが考えられる。

3.2 脱炭素シナリオについて

2030 年における様々な省エネ対策や次世代自動車の普及などで排出量の推計結果（図表 27 p.33）によると CO2 排出量は 2013 年比で 41%減となる見込みである。

2030 年のターゲットとなる 2013 年比 50%減については、再生可能エネルギーの導入・普及により達成する。このために必要な再生可能エネルギーの必要量を導入目標とする。

この再エネ比率を高める取り組みとして固定価格買取制度（FIT 制度）を活用しない場合①と、活用する場合②、③の 3 つに分けてメリット、デメリットを整理すると下記の通りとなる。

図表 29 地産地消で再エネ比率を高める取り組み

調達方法	概要	メリット	デメリット/留意点
①再エネ発電を行う	<ul style="list-style-type: none"> ・地域内に FIT 制度を利用しない自然エネルギーの発電設備を設置する。 ・オンサイト PPA(自家消費)事業などが中心。 	<ul style="list-style-type: none"> ・オンサイトであれば、景観への影響が小さい。 ・補助金が活用できる。 ・減災効果がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・初期投資が必要。 ・事業運営リスクあり。 ・自家消費による発電だけで再エネ 100%とするには難しい。
②地域内の再エネ電力を購入(FIT 電気)	<ul style="list-style-type: none"> ・地域内の再エネ由来の発電(FIT 電気)に、非化石証書を組み合わせた電気を購入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小売電気事業者との交渉によるが、短期で(半年程度から)開始可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模な民間需要者・家庭への供給には工夫が必要 ・<u>地域内のトラッキング付きの証書のみ</u>を指定することで必要。
③地域新電力を活用する	<ul style="list-style-type: none"> ・地域新電力を活用して、地域内の非化石電力の調達・供給を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域主導で発電方法や調達する電源を選ぶことができる。 ・公共施設や大規模事業者以外の民間需要者・家庭にも供給が可能 ・デマンドレスポンス等の事業が検討しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設立初期数年は、ノウハウ・電力融通等を支援する事業者が必要。 ・電力市場の高騰、世界の燃料高などから、以前より小売電気事業の運営リスクが顕著になった。

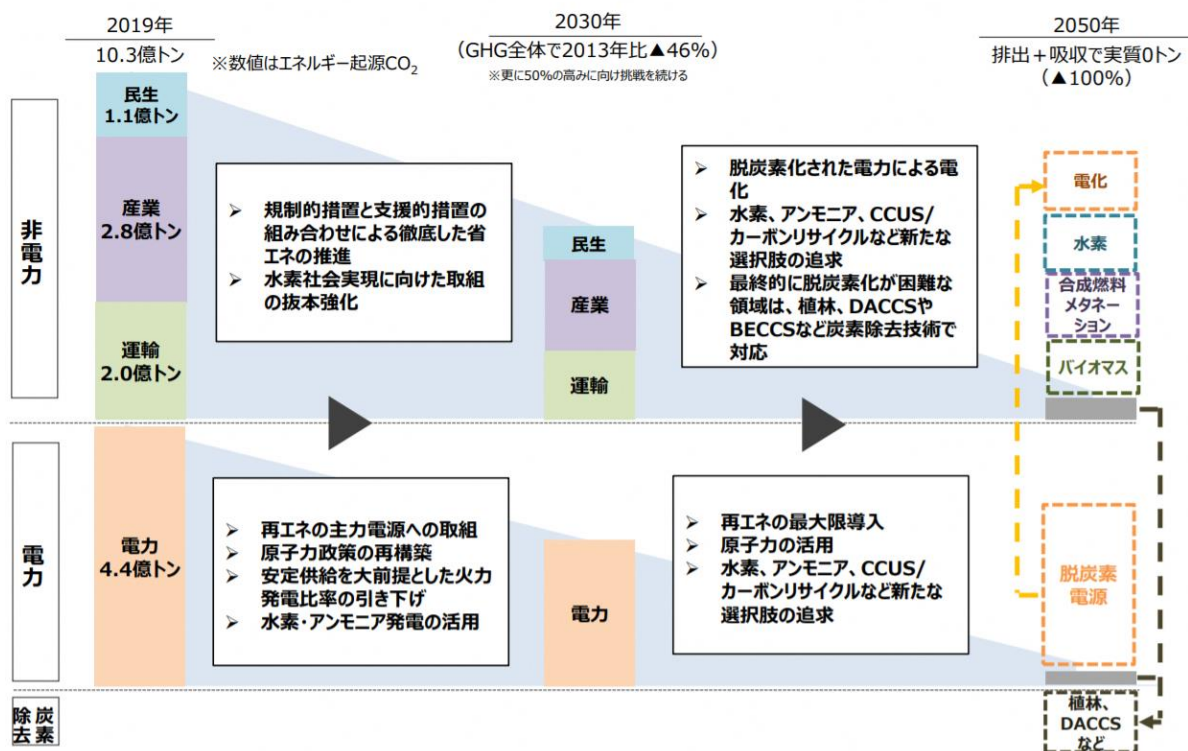
FIT 制度を活用しない形で①再エネ発電を行うことで、純粋な地域発の再生可能エネルギーの導入を目指すと同時に、2030年までは、国の固定価格買取制度の活用が見込まれるため、既存の小売電力事業者と連携して②地域内の再エネ電力を購入する、または新しく設立する③地域新電力を活用して再エネ電力を購入するという形で、再エネ比率を高めていく。

②、③の方策については、「5. 1 地域新電力の実現可能性調査」にて、③の地域電力の活用の可否や方向性を検討したうえで適切な方法を探っていく。

2050年に向けては、第6次エネルギー基本計画でも、非電力部門起源のエネルギーについては、脱炭素化された電力による電化を進めるということになっており、南阿蘇村においても、大部分のエネルギーを電化してくことで、ゼロカーボン達成を目指す。

南阿蘇村内には、電化が困難な産業分野（高温の熱需要等）の工場等の立地はなく、大部分で電化が可能であると見込まれるが、電化への転換が難しい分野については、草原の炭素吸収（コラム参照）により、炭素固定を行うことでカーボンニュートラルを目指す。

図表 30 2050年カーボンニュートラルの実現



出所) 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (概要資料) 経済産業省

従って、2050年に向けては、電化を促進するとともに、南阿蘇村内で最大限の脱炭素電源を導入し、それを地域で利用していく仕組みづくりを進めていく必要がある。

3.3 将来ビジョンについて

将来ビジョンについては、脱炭素シナリオに紐づいた形で、背景で記載した南阿蘇村の「地域循環共生圏」の取り組みや熊本都市圏広域での「脱炭素循環共生圏」の取り組みと合致したビジョンとする。

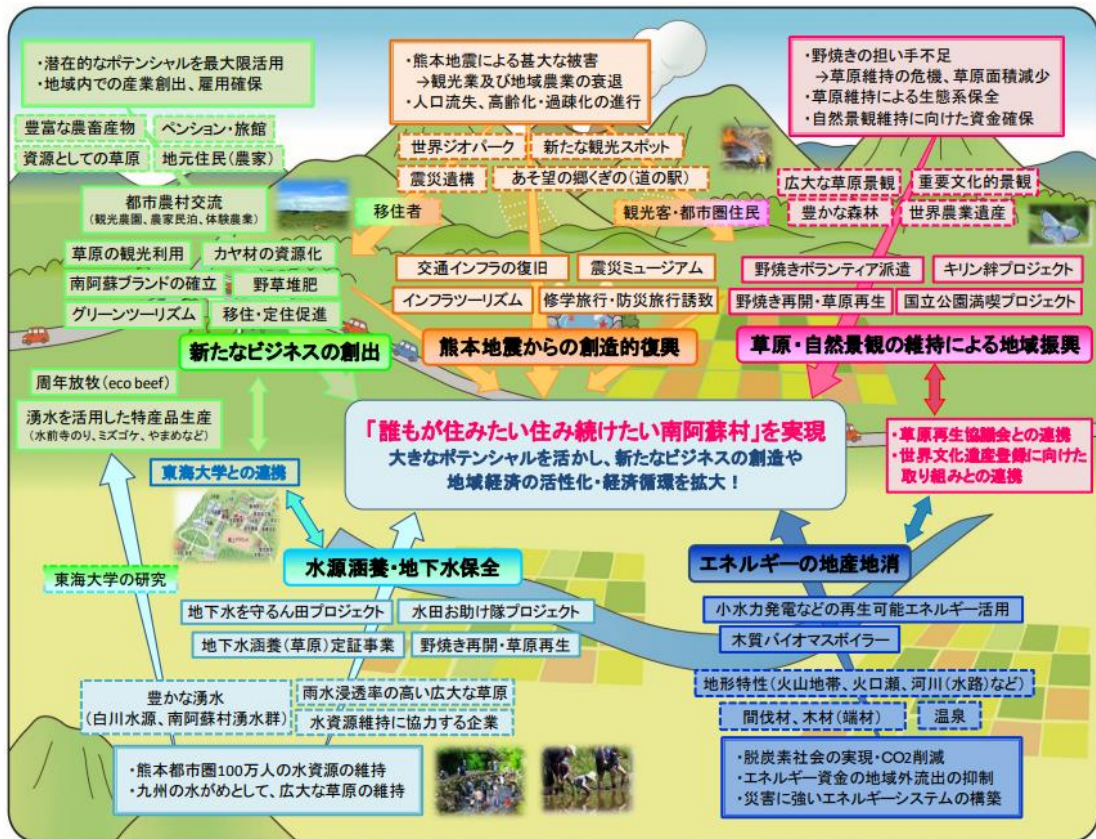
ベースとしては、南阿蘇村における地域ビジョン（マンダラ図）を活用する。

この将来ビジョンにおいては、南阿蘇村の地域資源（水路、地下水、地熱・温泉熱、森林バイオマス等）を活かした以下の再エネ電源を開発・利用することが想定されている。

- ・小水力発電、地熱発電などの再生可能エネルギー
- ・木質バイオマスボイラー、薪ストーブ
- ・温泉熱利用
- ・地下水（地中熱）利用

さらに、エネルギーの地産地消を、水源涵養・地下水保全、新たなビジネスの創出、熊本地震からの創造的復興、草原・自然景観の維持による地域振興といった各種取組と結びつけ、「誰もが住みたい住み続けたい南阿蘇村」を実現することが究極の目標である。

図表 31 南阿蘇村における地域ビジョン（マンダラ図）

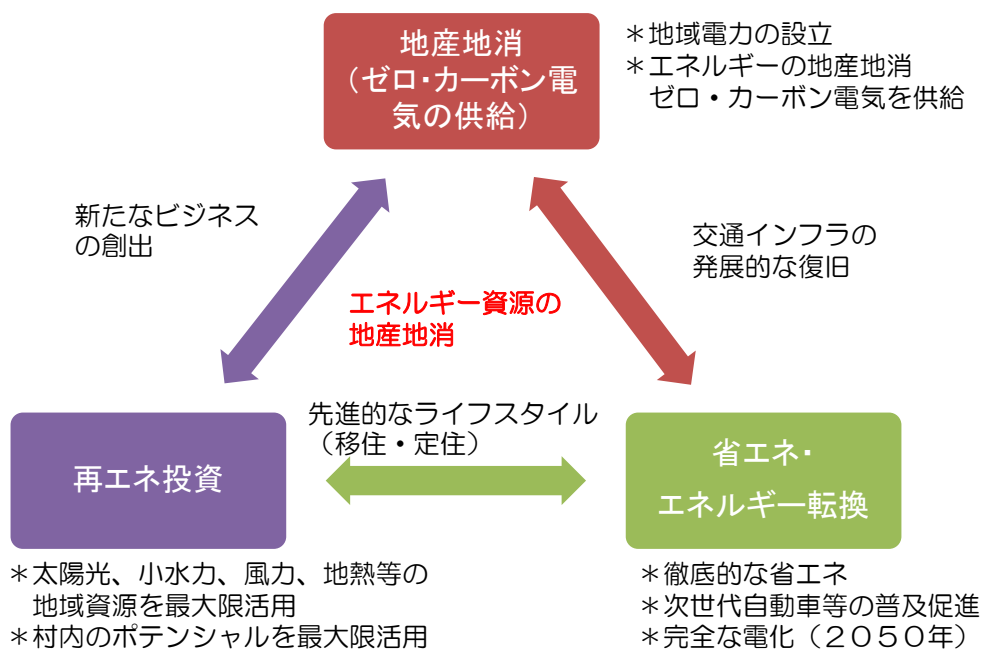


（出所）熊本県「ゼロカーボンに向けた熊本県の動き」令和2年1月

これをベースに南阿蘇村が目指す姿を整理すると、下記のように、「エネルギーの地産地消」「再エネ投資」「省エネ・エネルギー転換」が相互に作用し、脱炭素化・ゼロカーボンに向けた取り組みが有機的に発展していくこととなる。

図表 32 南阿蘇村のゼロカーボンに向けた将来ビジョン

南阿蘇村の脱炭素化・ゼロカーボンの実現

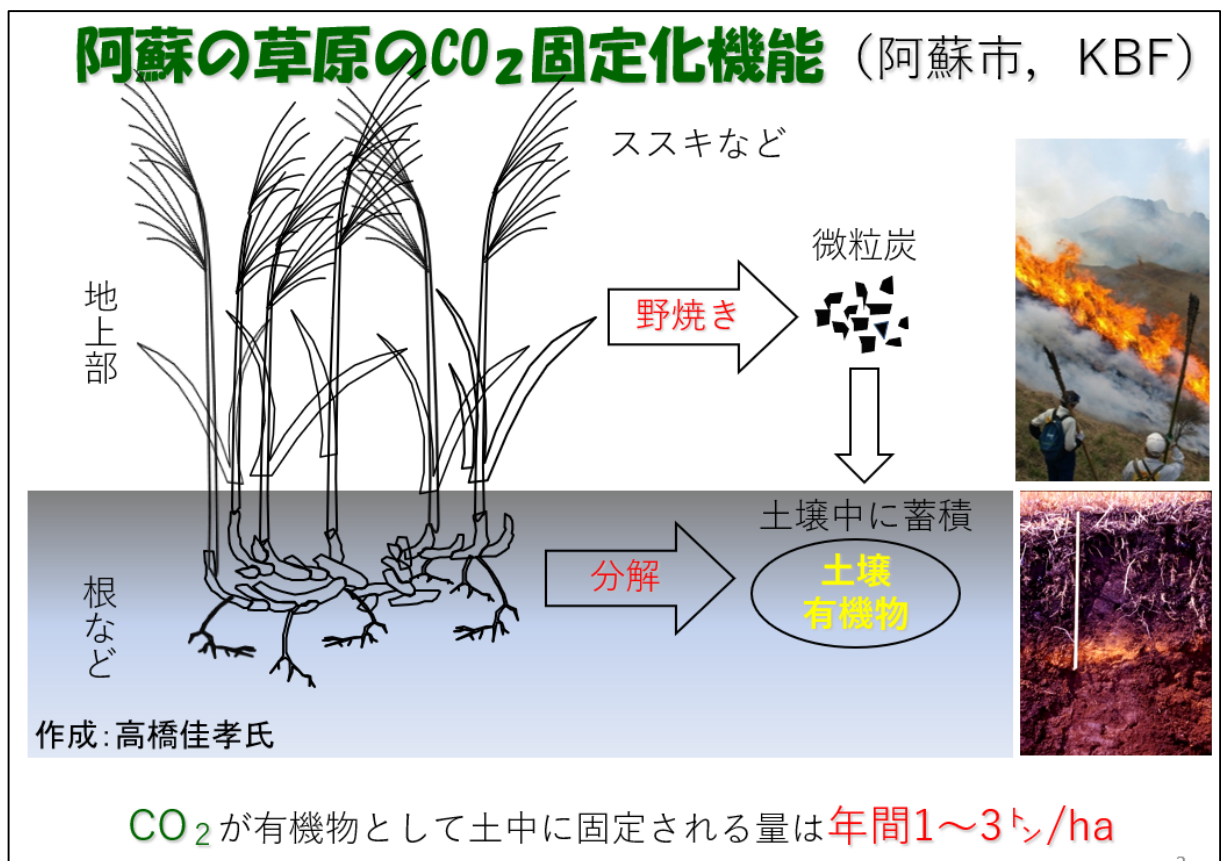


コラム 草原の炭素吸収について

(1) 草原の炭素吸収のメカニズム

阿蘇の草原の野草地は、ススキ・ネザサを中心として約 600 種の植物が生育している。その中でも大半を占めるススキ草地のススキの炭素固定化能力について、2012 年に阿蘇市の委託調査として KBF で調査をおこなった。アカホヤ火山灰層までの過去約 7000 年前までの草原の土壌の炭素吸収量を推定したところ、ha あたり約 1~3tCO₂ の大気中の CO₂ を土壌有機物として固定化していることを明らかにした（図表 33）。

図表 33 草原の CO₂ 固定化のメカニズム



草原の炭素固定化のメカニズムは、次の2通りの過程がある。

1) 野焼きによる微粒炭の生成

野焼きで燃やされた草の枝葉は、一部微粒炭として地表面に蓄積する。特に、高温で燃焼した際に生じた微粒炭は、難分解性のため長期間にわたって土壌に固定化される。

2) 地下部の根株による貯留

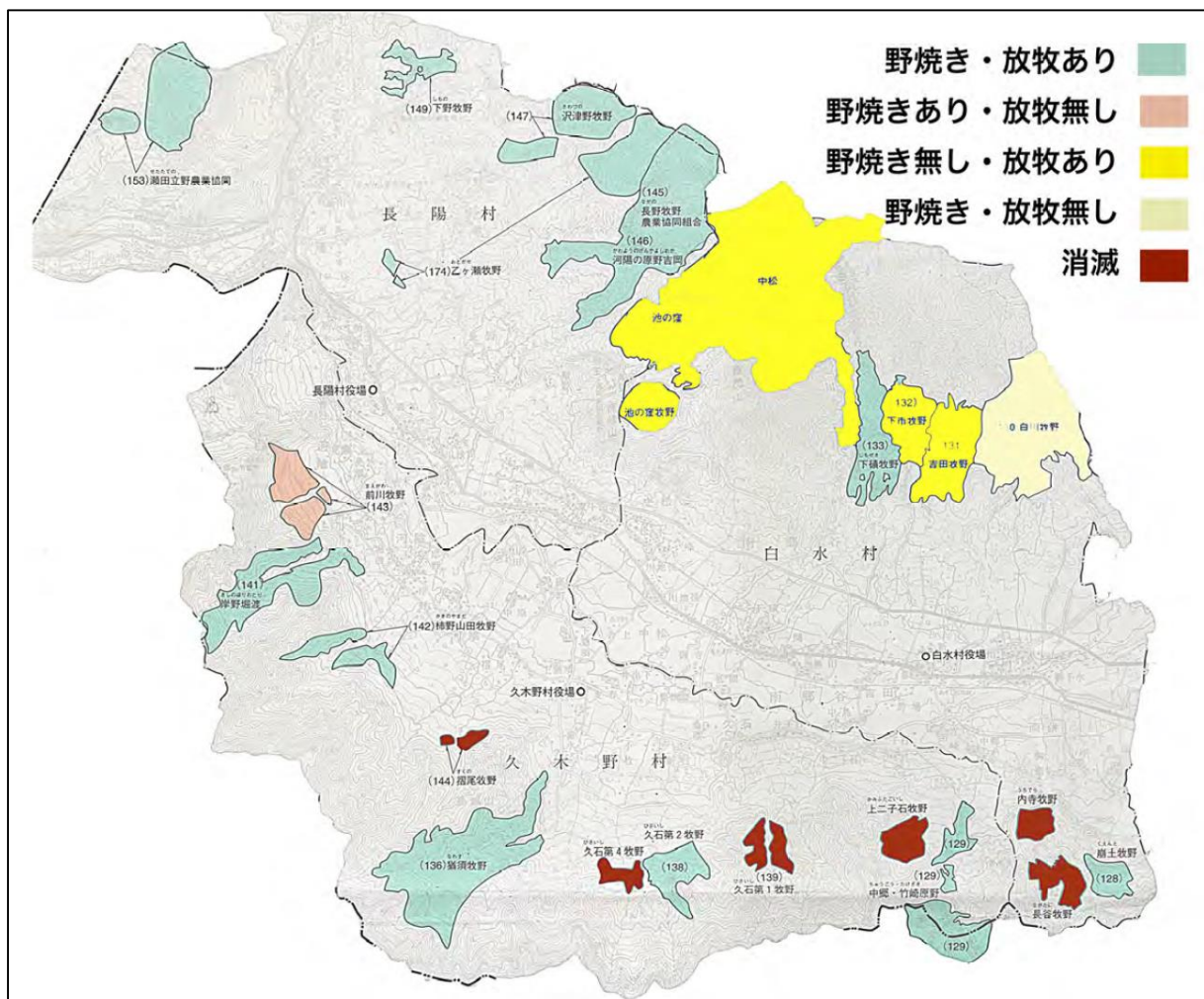
枝葉などの地上部バイオマスに対して、根株などの地下部バイオマスは3倍程度ある。枝葉部は、リター（枯葉・枯枝）として地表に蓄積し分解するか、野焼きなどにより焼却され、一部微粒炭として残留する。一方、地下部は枯れた場合でも、火山灰の酸性土壌の

中で腐食となり、有機物として容易に分解されずに長く土壤に蓄積するため、炭素が固定化される。

(2) 南阿蘇村における草原面積とCO₂吸収量

南阿蘇村における草原の状況は、図表 34 に示す通り、野焼き・放牧などで利用されている牧野、野焼きだけで放牧なしの牧野、野焼きなしで放牧ありの牧野、消滅した牧野の4つのパターンに分けることができ、半分以上は野焼きと放牧がなされているが、消滅した草原もある。今後、過疎化・高齢化により、草原の維持管理・利用ができなくなることで、消滅する牧野組合も増えることが予想されている。

図表 34 南阿蘇村の草原の状況



また、2016年に発生した熊本地震により、土砂災害によって草地が崩落したり、農業・畜産業への被害により、草原の維持管理が困難となっている牧野があることから、野焼き面積も減少している(図表 35)。一方で、地震から5年以上経過したことで徐々に復興し

つつあり、野焼きが再開されている牧野もある。

図表 35 熊本地震前後の南阿蘇村の草原面積と野焼き面積

阿蘇市・高森町・南阿蘇村の牧野の草原面積・野焼き面積

	草原面積(ha)			野焼き面積		
	地震前	地震後	増減	地震前	地震後	増減
	2015年12月	2016年11月		2016年3月	2017年4月	
阿蘇市	9,116.5	9,095.8	-20.7	5,682.4	5,257.6	-424.8
高森町	496.9	496.9	0.0	133.2	95.6	-37.6
南阿蘇村	1,422.8	1,379.3	-43.5	751.7	372.4	-379.3
合計	11,036.1	10,971.9	-64.2	6,567.3	5,725.7	-841.7

地震前でも、約半分は野焼きできていない。

地震後、野焼きできていない面積は増加。

出典：阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築と創造的復興に関する研究
 (<https://gijapan.org/exhibition/asoresearch.html>)

南阿蘇村の草原が吸収する CO2 量について、野焼き面積をもとに試算を行う。南阿蘇村における草原面積が、地震以降復旧しつつあることから、372-751ha として計算を行う。また、草原の面積当たりの年間 CO2 吸収量を 1~3t-CO2/ha と仮定すると、以下の式となる。

$$1\sim 3\text{tCO}_2/\text{ha} \cdot \text{年} \times 372\sim 751\text{ha} = 372\sim 2253 \text{ t-CO}_2/\text{年}$$

南阿蘇村の草原は、年間 372~2253 t-CO2 の吸収量があると推定される。

4. 地域の再エネポテンシャルや将来のエネルギー消費量を踏まえた再エネ導入目標の作成

再エネポテンシャルや将来のエネルギー消費量を踏まえた再エネ導入目標を作成する。

4.1 再エネ導入目標

再エネ導入目標は、脱炭素シナリオにおいて再エネ導入（エネルギーの脱炭素化）により減少すべき目標割合に相当する量を削減することを前提に設定する。

具体的には、2030年度の削減目標50%に足りない9%分（約7,530t-CO₂）をこれから新規に村内で開発する再生可能エネルギーで賄うことを目指す。

7,530t-CO₂をエネルギー基本計画の「2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」に記載のある2030年の全国のCO₂排出原単位（219百万t-CO₂/8,640億kWh=0.00025t-CO₂/kWh）を使用して、試算すると29,380千kWhに相当する。

これを2030年度に向けた最低限の導入目標とする。

4.2 地域の再エネポテンシャルの推計について

地域の再エネポテンシャルについては、環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」をもとに、ポテンシャルを推計する。

当該システムでは、住宅用等太陽、陸上風力、洋上風力、中小水力、地熱について、ポテンシャルが推計されている。その結果を取りまとめると下記の通りである。

図表 36 電力使用量と再エネポテンシャル（千kWh/年）

年間電力使用量（平成26年度）		57,827
再エネポ テンシャ ル	ポテンシャル計	237,006
	太陽光L1	6,853
	太陽光L2	20,104
	太陽光L3	26,222
	陸上風力	143,834
	地熱バイナリー120~150°C	174
	地熱低温バイナリー53~120°C	15,019
	中小水力河川	24,800

太陽光L1~L3は、商業施設、宿泊施設、戸建住宅、共同住宅、オフィスビル等の屋根等に設置した場合のポテンシャル。

L1：屋根150㎡以上に設置、設置しやすいところのみ設置

L2：屋根20㎡以上に設置、南壁面・窓20㎡以上に設置、多少の架台設置は可（カーポート等も想定）

L3：切妻屋根北側・東西壁面・窓10㎡以上に設置、敷地内空き地なども積極的に活用

（出所）環境省「自治体排出量カルテ」及び環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」より作成

再エネ導入目標は、これらのポテンシャルを合計の約12%にあたる。

エネルギー種別に現状の開発動向も含めて、整理を行い、エネルギー種ごとの導入目標を設定する。

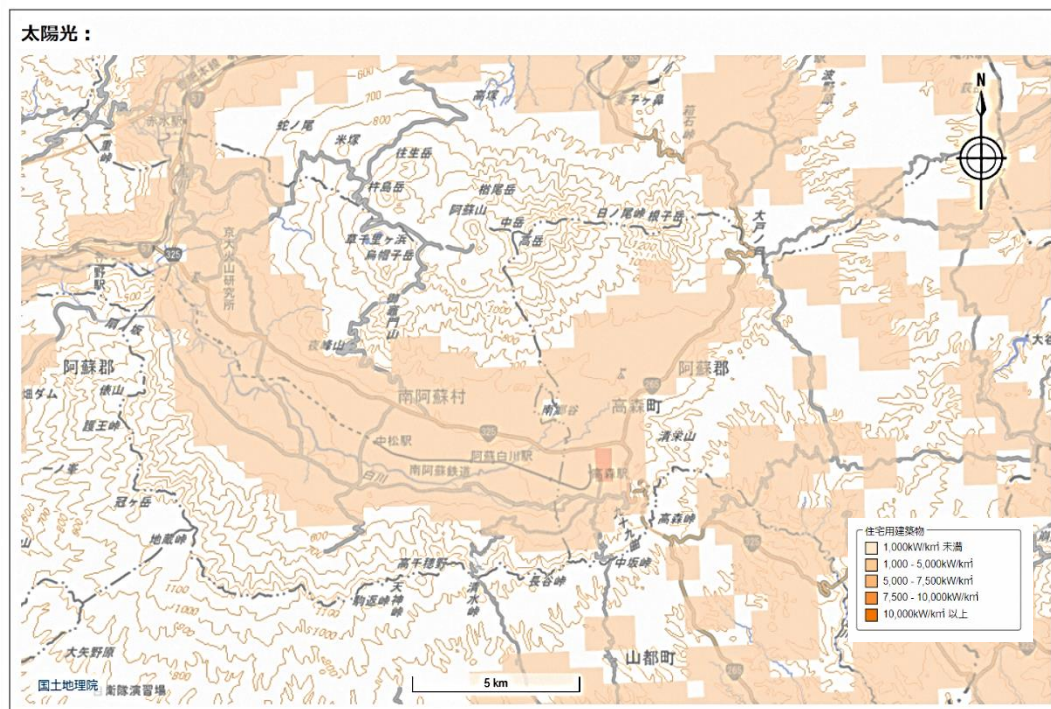
4.2.1 ポテンシャルデータの地図上での整理

これらのポテンシャルは開発可能な有望地点について、地図データで整理させているので、環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」のデータをもとに、エネルギーの種別で整理する。

(1) 住宅用建築物向け太陽光

主に南阿蘇村の中央部にポテンシャルがあるが、住宅や建物の密度が低いいため、ポテンシャルが全体的には高くはない。

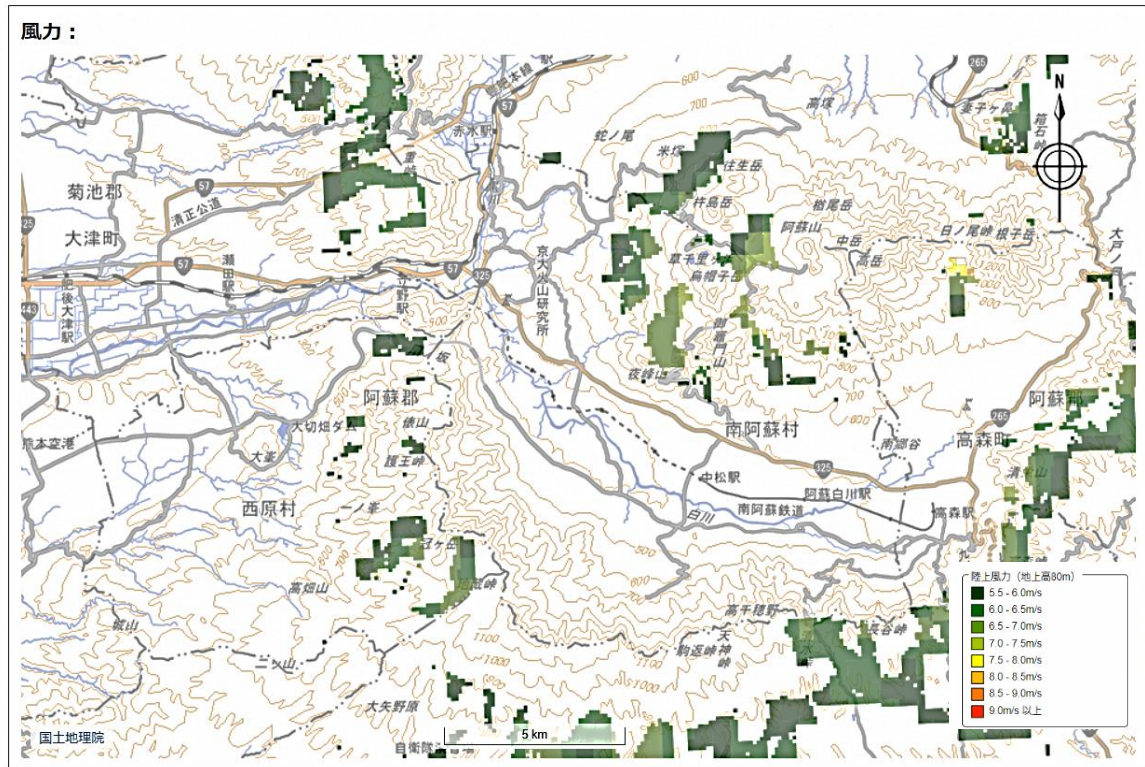
図表 37 太陽光発電の導入ポテンシャルマップ



(2) 陸上風力

阿蘇山の山麓に風速が比較的高い地域がある。自然公園等の法規制や景観等の問題もあり、有望な地点は多くはない。

図表 38 陸上風力のポテンシャルマップ

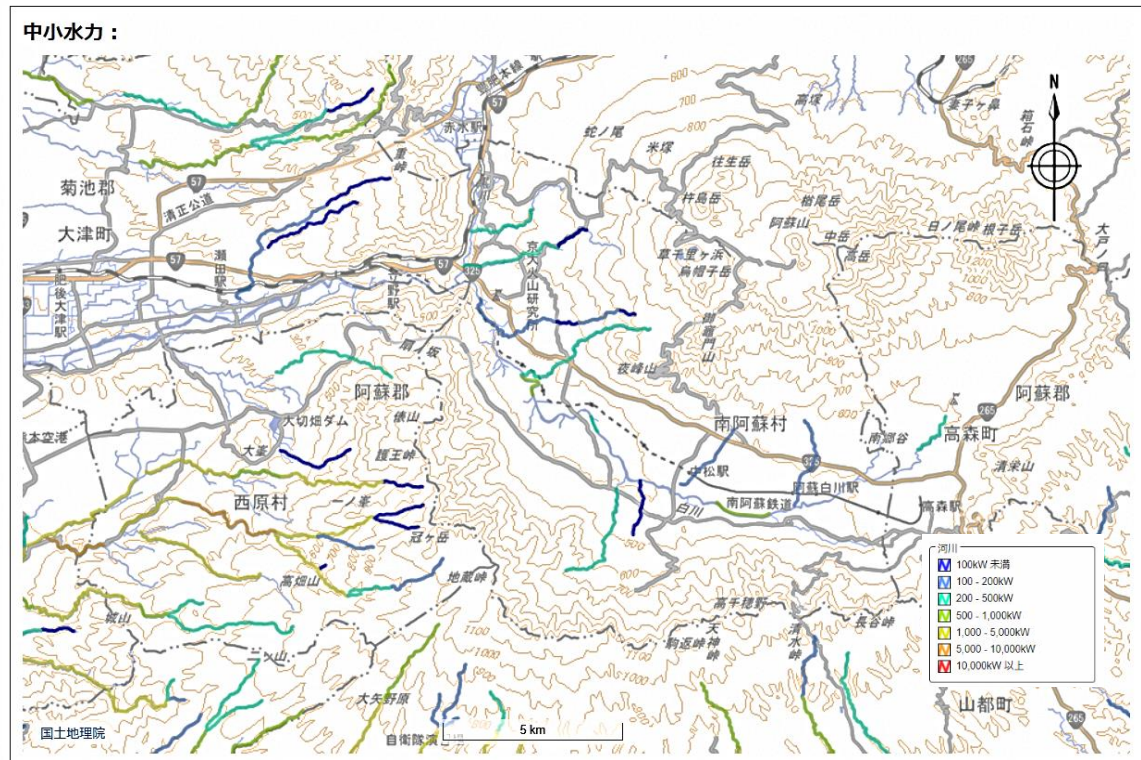


(3) 中小水力河川

白川に流れ込む形で、複数の中小河川で100~500kW程度のポテンシャルのある落差・流量がある地点が見込まれている。砂防河川に指定された河川が多く、開発可能な河川は限られる。

中小水力河川と農業用水路のポテンシャルについては、「5.5 小水力発電の導入可能性調査」にて詳細に検討を行っている。

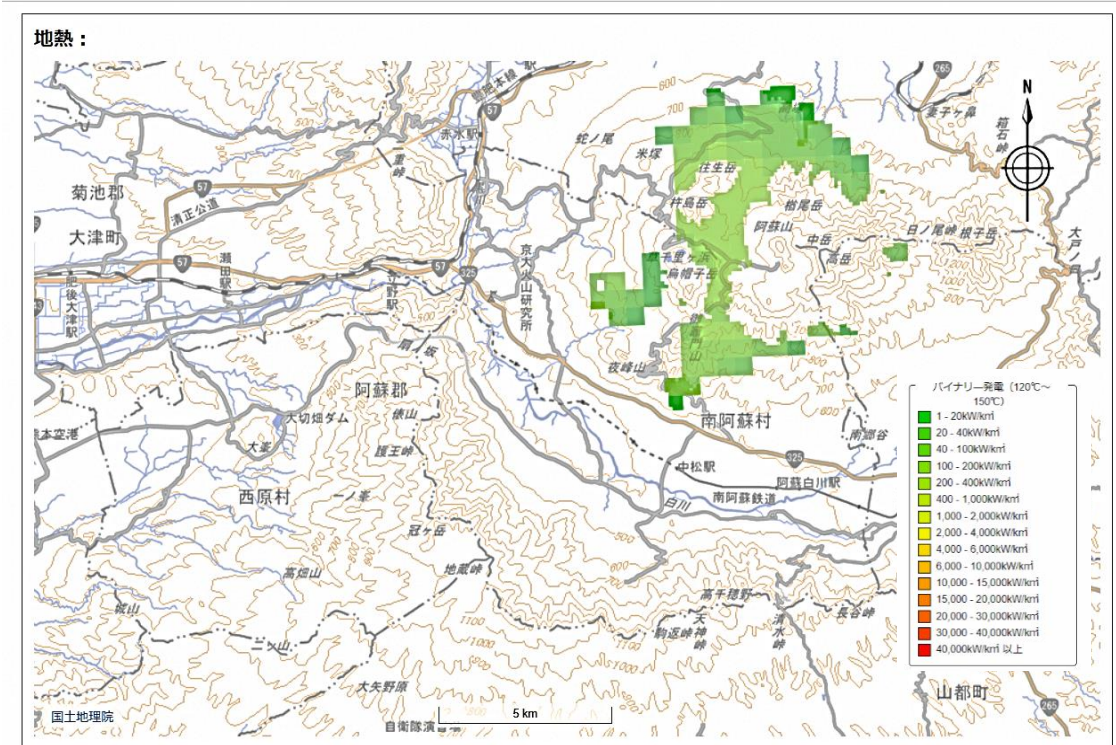
図表 39 中小水力河川のポテンシャルマップ



(4) 地熱バイナリー

地熱については、比較的低温でも発電できる地熱バイナリー発電方式でのポテンシャルマップが下記の通りである。烏帽子岳・草千里周辺にポテンシャルが分布している。

図表 40 地熱バイナリー発電のポテンシャルマップ



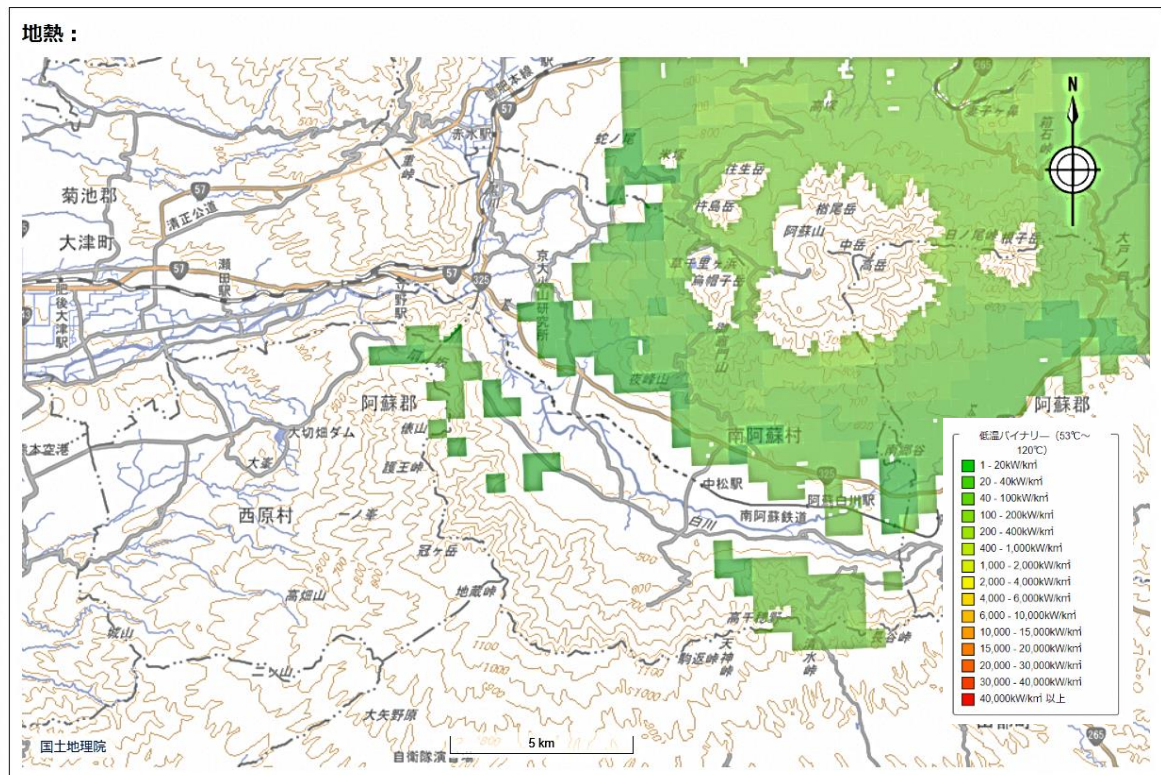
ただし、同地域は国立公園内であるため、開発にあたっては許認可等も含めて課題がある。

(5) 地熱低温バイナリー発電

更に温度の低い低温バイナリー発電を行う場合のポテンシャルが下図の通りとなっている。

外輪山の俵山や流水峠などの周辺にも低温であれば、開発の可能性がある。

図表 41 地熱低温バイナリーポテンシャルマップ



4.3 エネルギー種別の導入目標

導入状況と今後の見通しから2030年に向けた各エネルギーの導入目標を設定する。
エネルギーは電力と熱の2種類について、導入目標を設定する。

4.3.1 電力の導入目標

図表 42 エネルギー種別 導入目標（電力）

エネルギー種	ポテンシャル (千 kWh/年,A)	導入目標 (2030年) (千 kWh/年,B)	利用率 (B/A)
太陽光発電	26,222	6,900	26%
陸上風力発電	143,834	21	0.0%
中小水力発電 (※)	22,059	3,829	17%
地熱発電	15,193	20,000	132%
木質バイオマス発電	-	-	-
合計	207,308	30,750	15%

※5. 5 小水力発電の導入可能性調査の結果をもとに記載

(1) 太陽光発電

太陽光発電については、条件の厳しいL1でも、6千kWの設備容量で6,853千kWhの年間発電電力量が見込まれており、公共施設や民間施設の屋根置き型、駐車場へのカーポートタイプなどの導入の可能性がある。

2030年までには、L1での太陽光発電のポテンシャルをすべて活用することを目指して、導入目標を6,900千kWhとする。

(2) 陸上風力

阿蘇山麓を中心に設備容量67千kW、年間発電量143,834千kWhのポテンシャルを有している。

大きなポテンシャルを有しているが、陸上風力の開発には阿蘇地域では世界遺産登録や新規の風力発電開発に関するゾーニングの動きもあり、大型風車の開発は難しい状況である。大型風車ではなく、景観への影響の少ない中小風車を補助的な電源として導入することを検討していく。

中小風車については、現在2件（設備容量9kW×2）の導入計画があり、2030年までに、その2件が導入されたと仮定した。2050年に向けては可能性を継続的に検討していく。

(3) 中小水力河川

南阿蘇村には、復旧予定の黒川第一発電所の他にも、河川および農業用水路の合計で4千kWの設備容量の水力発電のポテンシャルが見込まれる。有望箇所も数か所上がっており、安定的な電源としては地域主体の水力発電の開発も有望である。

具体的な導入に向けての有望箇所、早期導入可能な規模については、事業可能性調査でも整理するが、年間で、3,829 千 kWh の導入を目指す。

(4) 地熱発電

地熱バイナリー発電、地熱低温バイナリー発電の合計で設備容量約 2.5 千 kW、年間発電電力量 15,193 千 kWh のポテンシャルを有している。

ただし、再生可能エネルギー情報提供システムではポテンシャルマップでは 0 となっている蒸気フラッシュ（150℃以上）方式での具体的な開発案件も村内にある。そこで、実際の地熱発電に関するポテンシャルは、再生可能エネルギー情報提供システムで示されている設備容量約 2.5 千 kW、年間発電電力量 15,193 千 kWh よりも高いポテンシャルを有している。

具体的には、南阿蘇湯の谷地熱発電所が 2022 年度に稼働予定で計画が進んでおり、順調に稼働した場合、設備容量 2.0 千 kW、年間発電電力量 10,000 千 kWh（設備稼働率 80%）が見込まれている。また、同規模以上の発電所の開発も行われている。

2030 年の導入目標としては、設備容量 2.0 千 kW の地熱発電所が 2 か所稼働することを目標とする。2050 年に向けては同規模の地熱発電所が域内に出来ることを目指す。

(5) 木質バイオマス

薪の利用を促進するため、薪ストーブの利用補助等を行っている。小型の木質バイオマス発電の可能性については、事業可能性調査にて整理するが、民有林のスギ及びヒノキ林だけで、3,350ha（材積 1,511,410 m³、1,057,987t）存在する。3,350ha の 40%の面積を 40 年かけて伐採する場合、年あたりの伐採面積は 33.5ha（15,114 m³、10,580t）である。これは約 5,290MWh の発電量で 1,500 世帯分の電力供給に相当する。

ただし、木材の持続的な利用という観点では課題が残る。詳細については、事業可能性にて整理する。

4.3.2 熱の導入目標

図表 43 エネルギー種別導入目標（熱）

エネルギー種	ポテンシャル (千 kWh/年,A)	導入目標 (2030 年) (千 kWh/年,B)	利用率 (B/A)
薪ストーブ・薪ボイラー	21,257	701	3.3%
地中熱・温泉熱	3,263	900	27.6%
合計	24,520	1,601	6.5%

(1) 薪ストーブ

村内には、10,875 棟うち住宅 5,453 棟、住宅以外 5,422 軒の建物がある（南阿蘇村税務課に

よる令和3年度調査)。村内の薪ストーブ販売事業者へのヒアリング結果より、村内には現在約200台の薪ストーブが導入されており、ほとんどが個人宅の住宅である。村内の住宅5,453棟（軒）から既に薪ストーブを導入している200軒と空き家401軒（南阿蘇村空家等対策計画（2020年3月策定）より）を引いた4,852軒では、現在、暖房としてエアコンの他、石油ストーブ、石油ファンヒーターなどを使用していると考えられる。この石油（灯油）燃料の暖房を薪ストーブに置き換えると、薪はカーボンニュートラルな燃料であるので、暖房によって発生していたCO2量を削減できることとなる。仮に村内の全世帯4,852軒が灯油ストーブを使用しているとして、これを薪ストーブに置き換えた想定した値を導入ポテンシャルとした。後述する村内の薪ストーブユーザー1軒あたりの年間平均薪購入量（針葉樹：2.1 m³、広葉樹：1.6 m³、合計3.7 m³）から図表44のとおり重量換算、単位発熱量（図表45）により村全体での導入ポテンシャルを計算すると、約21,257kWhとなる。

図表 44 薪ストーブ導入による熱エネルギー導入ポテンシャル

薪ストーブユーザー1軒あたりの薪使用量	3.7 m ³ /年	針葉樹 2.1 m ³ /年 広葉樹 1.6 m ³ /年
薪（針葉樹）使用量の重量換算	320kg/m ³	672 kg
薪（広葉樹）使用量の重量換算	360kg/0.8 m ³	720 kg
薪（針葉樹）の単位発熱量（含水率20%）	16.6MJ/kg	11155.2 MJ
薪（広葉樹）の単位発熱量（含水率20%）	15.8MJ/kg	11376.0 MJ
薪ストーブの熱効率	70%（想定）	15771.84 MJ
電力量換算	3.6kWh/MJ	4381.1 kWh
新規薪ストーブ導入軒数	4,852軒（想定）	-
村全体での熱エネルギー導入ポテンシャル	21,257MkWh	-

図表 45 木材の発熱量と含水率との関係（針葉樹・広葉樹の木部）

含水率	水分	針葉樹 木部						広葉樹 木部					
		高位発熱量 HHV		低位発熱量 LHV		高位発熱量 HHV		低位発熱量 LHV					
Dry%	Wet%	Kcal/kg	MJ/kg	kWh/kg	Kcal/kg	MJ/kg	kWh/kg	Kcal/kg	MJ/kg	kWh/kg	Kcal/kg	MJ/kg	kWh/kg
0	0	4940	20.8	5.74	4620	19.4	5.37	4,700	19.7	5.47	4,380	18.4	5.09
5	5	4,690	19.7	5.45	4,360	18.3	5.07	4,470	18.8	5.20	4,130	17.4	4.80
11	10	4,450	18.7	5.17	4,090	17.2	4.76	4,230	17.8	4.92	3,880	16.3	4.51
18	15	4,200	17.6	4.88	3,830	16.1	4.45	4,000	16.8	4.65	3,630	15.3	4.22
25	20	3,950	16.6	4.59	3,570	15.0	4.15	3,760	15.8	4.37	3,380	14.2	3.93
33	25	3,710	15.6	4.31	3,310	13.9	3.85	3,530	14.8	4.10	3,130	13.2	3.64
43	30	3,460	14.5	4.02	3,050	12.8	3.55	3,290	13.8	3.83	2,880	12.1	3.35
54	35	3,210	13.5	3.73	2,790	11.7	3.24	3,060	12.9	3.56	2,630	11.1	3.06
67	40	2,960	12.4	3.44	2,530	10.6	2.94	2,820	11.8	3.28	2,390	10.0	2.78
82	45	2,720	11.4	3.16	2,270	9.5	2.64	2,590	10.9	3.01	2,140	9.0	0.49
100	50	2,470	10.4	2.87	2,010	8.4	2.34	2,350	9.9	2.73	1,890	7.9	2.20
122	55	2,220	9.3	2.58	1,750	7.4	2.03	2,120	8.9	2.47	1,640	6.9	1.91
150	60	1,980	8.3	2.30	1,490	6.3	1.73	1,880	7.9	2.19	1,390	5.8	1.62
186	65	1,730	7.3	2.01	1,230	5.2	1.43	1,650	6.9	1.92	1,140	4.8	1.33

出展) NEDO バイオマスエネルギー地域自立システム導入要件・技術指針第5版（2021年4月発行）

また、2030年までの8年間で160台（20台/年×8年）村内に薪ストーブを導入していくことを目標とした場合（毎年20台という根拠については、5.4節に後述）、想定

されるエネルギー（発熱量）は $4,381.1\text{kWh} / \text{軒} \times 160 \text{ 軒} = 700,976\text{kWh}$ となり、これを導入目標値とした。

(2) 地中熱・温泉熱

南阿蘇村は地中熱・温泉熱利用のポテンシャルが高く、村内の施設園芸農家が冬期に使用する暖房を重油ボイラーから地中熱ヒートポンプ等に置き換えることで重油使用量を削減できる。村内で暖房を使用する施設園芸農家（花き 14 件、イチゴ 15 件）が 1 年間で使用する A 重油使用量 302kL（5. 6 節にて後述）をすべて地中熱・温泉熱で賄ったとした場合の値を地中熱・温泉熱利用による導入ポテンシャルを計算すると、3,263,278kWh となる。

図表 46 地中熱・温泉熱利用による熱エネルギー導入ポテンシャル

村内施設園芸農家全体の A 重油使用量	-	302kL/年
A 重油の単位発熱量	38.9MJ/L	11,747,800 MJ
熱エネルギーの電力量換算	3.6kWh/MJ	3,263,278 kWh

また、2030 年までの 8 年間で毎年 1 件の施設園芸農家を重油ボイラーから地中熱ヒートポンプに転換することを目標として想定した場合、302kL（全体での年間重油使用量） $\div 29 \text{ 軒} \times 8 \text{ 年} = 83.3\text{kL}$ 。上記同様に電力量に換算すると 900,145kWh となる。これを 2030 年までの導入目標値とした。

5. 将来ビジョン・脱炭素シナリオを達成するために必要な政策及び指標の検討並びに重要な施策に関する構想の策定

3. 及び4. を実現するために必要な政策及び指標を検討する。以下は、前述した将来ビジョンや再エネ導入目標に関連する施策の例示である。

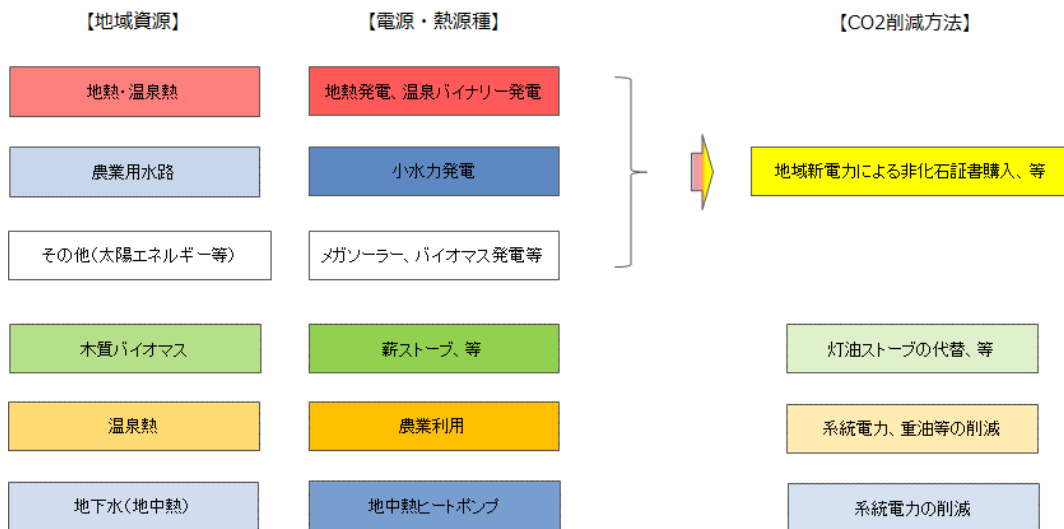
図表 47 施策の例示

分野	施策	指標
省エネ・家庭、業務	ZEH・ZEBの新築、既存改修の補助	導入件数
省エネ・家庭、業務	再生可能エネルギーの利用のための新電力の支援	契約件数
省エネ・家庭、業務	地中熱ヒートポンプの導入	導入件数
省エネ・家庭	薪ストーブ・薪ボイラー	導入件数
省エネ・農業	栽培ハウス等での温泉熱利用	導入件数
省エネ・農業	BDFの導入	利用量
省エネ・運輸	車種別エコカーの導入	車種別導入台数
再エネ	太陽光発電導入	導入設備容量
再エネ	小水力発電導入	導入設備容量
再エネ	地熱発電導入	導入設備容量
再エネ	風力発電導入	導入設備容量

さらに、重要な施策に関する構想を策定するために、次の通り、実現可能性調査を実施する。

南阿蘇村の地域資源（水路、地下水、地熱・温泉熱、森林バイオマス等）を活かした再エネ電源・熱源を基盤に、地産地消や脱炭素社会等を実現させるために、以下の事業の実現可能性や導入推進策等について検討する。

図表 48 実現可能性調査の対象



5.1 地域新電力の実現可能性調査

エネルギーの地産地消を推進するとともに、それを、脱炭素社会の実現・CO₂削減、エネルギー資金の地域外流出の抑制、災害に強いエネルギーシステムの構築につなげるため、地域新電力を設立することを検討する。

すでに熊本市が本補助事業（再エネの最大限の導入の計画づくり及び地域人材の育成を通じた持続可能でレジリエントな地域社会実現支援事業）の採択を受け、各市町村における各公共施設の電力消費データを収集・分析や、圏域における地域エネルギー事業体のあり方の検討、地域エネルギー事業者間の電力融通スキームの検討などを令和3年度に実施する予定であることから、本事業でも熊本市と緊密に連携を図りながら、南阿蘇村における地域新電力のあり方について、具体的に検討していく。

電力小売事業としての電源の調達方法、環境価値獲得方法、事業運営方法を整理し、具体的な事業モデルを提示する。

5.1.1 電源の調達方法

(1) 南阿蘇村内における再エネ電源の調達方法

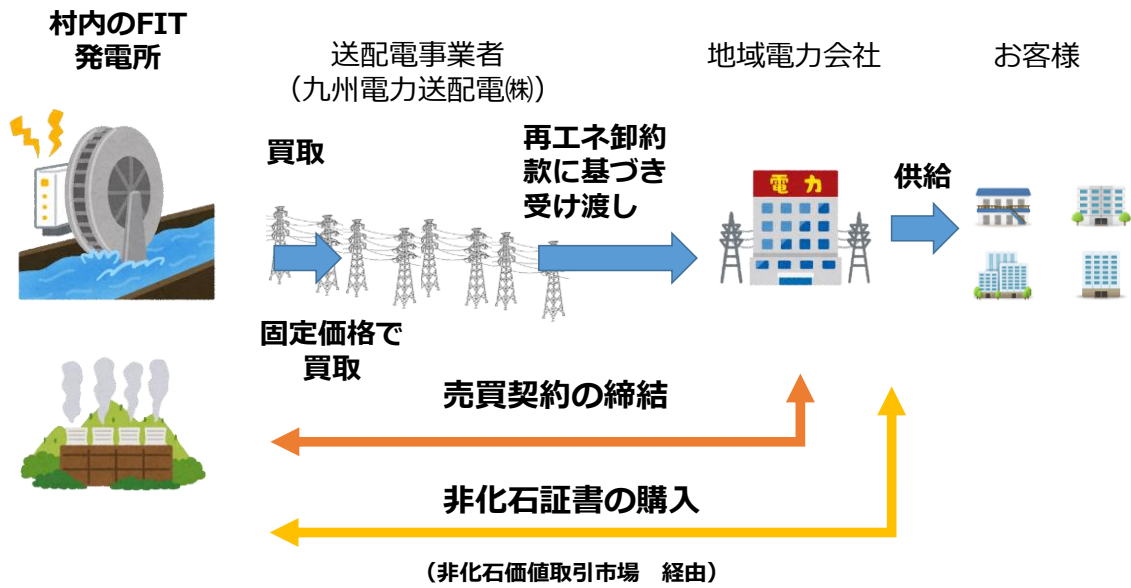
地産地消を推進するとともに脱炭素社会を実現し、さらに安定電源を確保するためには、まずは、南阿蘇村において小水力発電あるいは地熱発電由来等の固定価格買取制度にもとづく電気（FIT 電気）を安定電源として調達することが望ましい。これらの電気を再生可能エネルギー電気特定卸供給という形態で地元の需要家に供給できれば、地産地消が実現するため、この方法で調達を行っていく。

再生可能エネルギー電気卸供給とは、送配電事業者として九州電力送配電が購入した再生可能エネルギー電気を、小売電気事業者などの契約者の希望により、卸電力取引市場を経由せずに直接卸供給することです。

そのうち、再生可能エネルギー電気特定卸供給は、小売電気事業者などの契約者が、九州電力送配電の供給区域内に接続する特定の再生可能エネルギー発電設備において発電する再生可能エネルギー電気の卸供給を希望する場合に、九州電力送配電の送配電ネットワークを介して、当該契約者に供給することである。

再生可能エネルギー電気特定卸供給の電気は、九州電力送配電が発電事業者に固定価格買取制度に基づく固定価格で買い取る一方、小売電気事業者は JEPX の市場価格を九州電力送配電に支払って調達するという仕組みである。

図表 49 地域内で再生可能エネルギーを活用するイメージ



また、これに、後述する非化石証書を付与することができれば、CO2 削減にも貢献できる。

非化石証書の獲得については、「5. 1. 2 環境価値獲得方法」にて整理する。

(2) その他の調達方法

上記以外の電源調達方法（自社電源、相対取引、JEPX、先物取引、ベースロード市場等）が考えられる。

各種電源調達のメリット、デメリットを整理する。

図表 50 各種電源のメリット・デメリット

	メリット	デメリット
自社電源	<ul style="list-style-type: none"> 安定した電源が確保できる 	<ul style="list-style-type: none"> 開発費用・初期投資費用がかかる インバランスコストが発生する可能性がある 運営・管理・維持費用がかかる
相対取引	<ul style="list-style-type: none"> 一定の価格で電力を確保できる 電源の種類を特定して取引ができる（場合がある） 	<ul style="list-style-type: none"> 一定規模以上の取引量が必要になる 電気が余ってしまうことがある
JEPX	<ul style="list-style-type: none"> 少量から電力需要に合わせて調達ができる 	<ul style="list-style-type: none"> 市場価格の乱高下がある 価格をコントロールできない
先物取引	<ul style="list-style-type: none"> JEPX を介した取引に対 	<ul style="list-style-type: none"> 先物取引の取引規模が小

	するヘッジができる ・特定卸供給を活用する場合、調達価格は JEPX の市場価格となるため、リスクヘッジを行える唯一の手段である	さい ・取引方法や意思決定のタイミングなど取引に関するノウハウや習熟を要する
ベースロード市場	・安定的な電源を確保できる	・規模が小さい地域電力には向かない

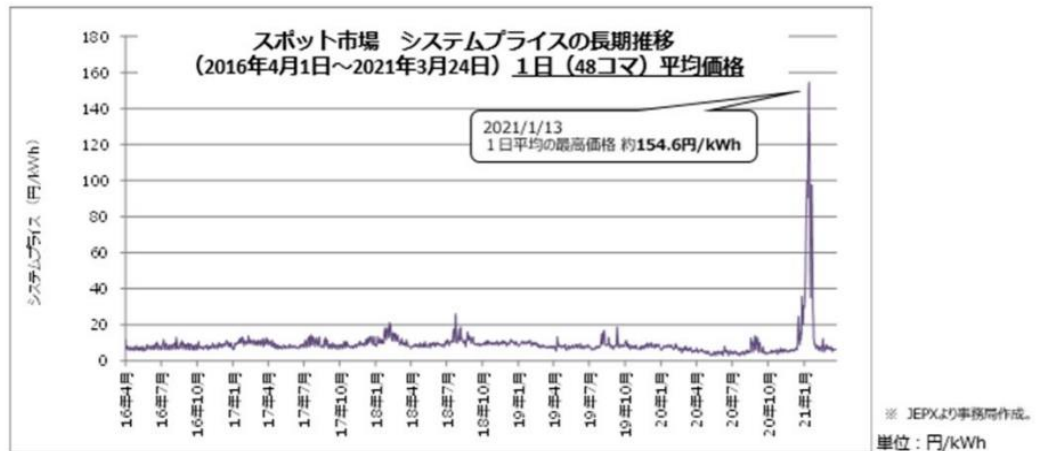
どのような電源を、どのような割合で確保していくかは、事業モデルによって異なるが、2020年12月～2021年1月にかけてのJEPXの市場価格の高騰等を踏まえると、電源調達に関するリスクマネジメントの考え方を導入していくことが求められる。

※JEPX 市場価格の高騰について

2020年12月中旬以降、電気の市場価格が平時より高い水準で推移した。

2021年1月以降、システムプライスの1日平均が100円/kWhを超える日も出るようになり、さらに、1月13日(水)には1日の平均価格が約154.6円/kWhとなり、スポット市場の1日平均価格として最高を記録した。

図表 51 スポット市場システムプライスの長期推移



	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
システムプライス平均値	16.5	14.7	9.8	8.5	9.7	9.8	7.9	11.2
システムプライス最高値	55.0	44.6	44.9	40.0	50.0	75.0	60.0	251.0

出所) 2020年度冬期スポット市場価格の高騰について(電力・ガス取引監視等委員会)

全く同様の事象が起こらないように電力・ガス取引監視等委員会等で議論が行われているが、JEPX市場からの調達に頼っていることが多い新電力事業者は電源調達の方法を検討する必要がある。

5.1.2 環境価値獲得方法

電気の環境価値を獲得する方法としては、固定価格買取制度に則らない地域内の再生可能エネルギーを確保するか、非化石証書を活用して地域内の再生可能エネルギーを確保するかのどちらかの方法が考えられる。

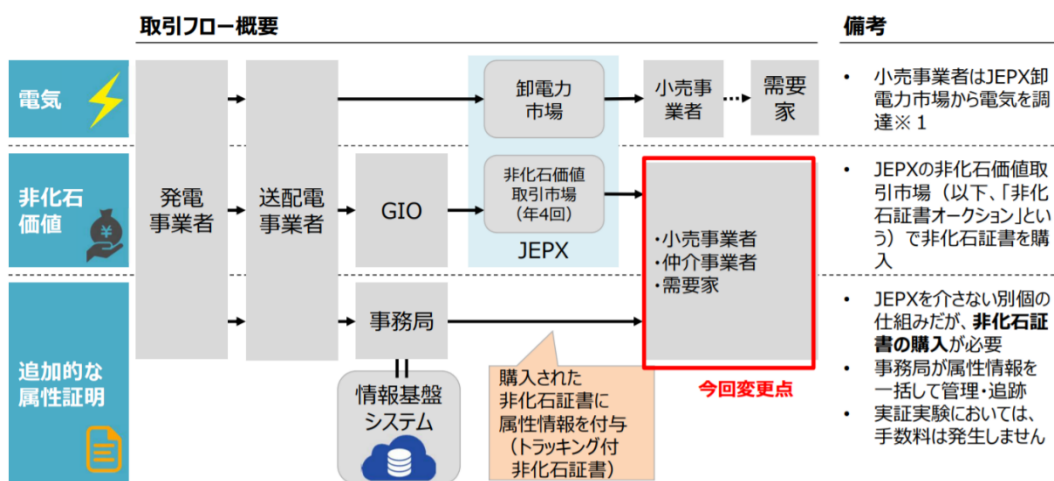
現在、固定価格買取制度を活用している電気については、その環境価値は電気の取引とは分離され、非化石価値取引市場で取引がされている。

非化石証書を地域内で購入しない場合、南阿蘇村で再生可能エネルギーを発電していて、その電気を地域新電力が特定卸供給を受けていても、環境価値は非化石証書取引市場を通して、村外に流出してしまう。

2030年までの地域内の再生可能エネルギーの確保にあたっては、小水力、地熱発電や風力発電などの新規の電源開発が固定価格買取制度を活用するものであることが見込まれるため、非化石証書を活用していく必要がある。

具体的には、地域新電力（小売事業者）を活用して特定卸供給を行った電気と同量の非化石証書を購入し、そこに地域内の固定価格買取制度に基づく再生可能エネルギー発電所の属性情報を付与し、「トラッキング付非化石証書」とすることで、固定価格買取制度に基づく地域内の電気も環境価値を有した再生可能エネルギーとして扱うことが出来るようになる。

図表 52 固定価格買取制度に基づく電気の環境価値と追加的な属性価値



※1 上記は卸電力市場から電気を調達するケースを示しておりますが、それ以外のケースもあります。

7

出所) トラッキング付非化石証書の販売にかかる事業者向け説明資料（経済産業省）

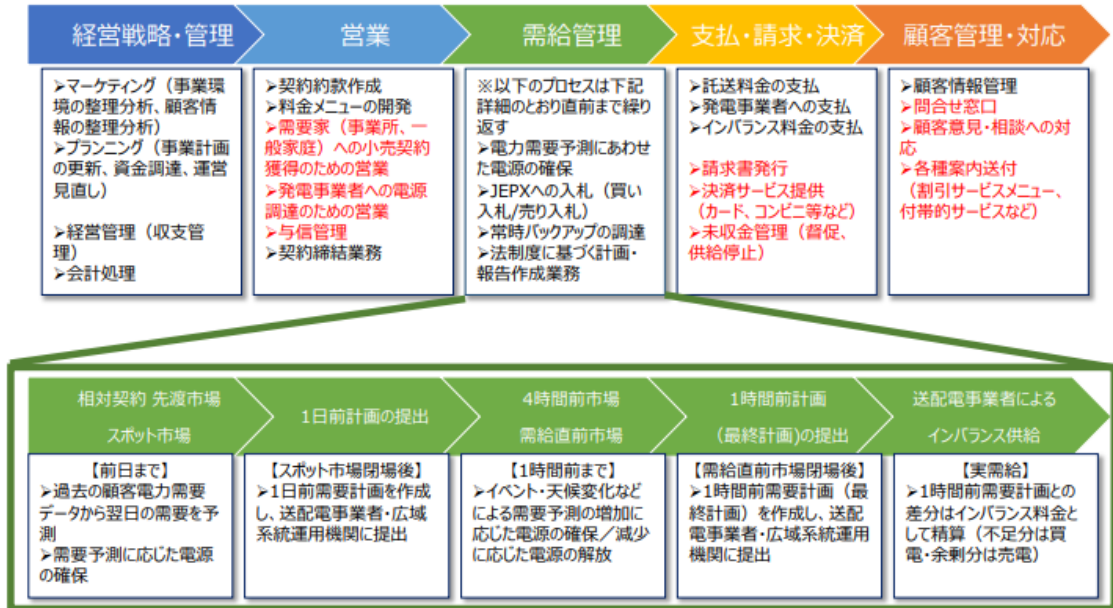
例えば、南阿蘇村内あるいは熊本連携中枢都市圏内で発電された電気を特定卸供給した上で、それに、トラッキング付き非化石証書を付与し、地元需要家に販売することで環境価値を獲得する。

5.1.3 事業運営方法

地域新電力を運営にするにあたって、「経営戦略・管理」、「営業」、「需給管理」、「支払・請求・決済」、「顧客管理・対応」まで、様々な業務を行う必要がある。

これらの業務のうち、どこを自社でやるのか、どこを外部委託するのかなどを決めていきながら、事業を検討していく必要がある。

図表 53 地域新電力運営に必要な業務一覧



出所）生駒市地域新電力事業計画書（案）

「経営戦略・管理」、「営業」、「支払・請求・決済」、「顧客管理・対応」については、他の事業でも一般的に行っている業務が多いが、「需給管理」の業務は地域新電力事業、特有のものである。

この部分は自社で行うか、balancing group (BG) に加入して他社に委託するのか、加入せずに委託を行うのか といった需給管理の実施方法は、電力の需要規模や目指す方向によって、検討を行っていく必要がある。

図表 54 需給管理の実施方法とメリット・デメリット

需給管理方法	メリット	デメリット
自社（内製化）	<ul style="list-style-type: none"> ・ノウハウの蓄積が可能で、他の小売電気事業者を自社の BG に入れる等事業展開を主体的に検討することが出来る。 ・一定量の業務が発生するため、雇用につながる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・需給管理システムの導入費用、需給管理に係る人件費などの費用が必要となる。 ・インバランスの低減のためには、一定の需要規模が必要。
balancing group (BG) に加入	<ul style="list-style-type: none"> ・需給が平準化されるため、インバランスのリスク回避の効果がある。 ・代表契約者に需給管理を任せることができ、業務量を軽減できる。 ・日本卸電力取引所 (JEPX) の登録を代表契約者に任せることができ、登録料がかからない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・委託費が発生する。 ・BG 全体で発生するインバランス料金の支払いを代表契約者に要確認（インバランスリスクは負うのか、自社の電力量分を按分して支払うのか等）。 ・インバランス料金に係る連帯債務リスクが付きまとう場合がある。
outsourcing	<ul style="list-style-type: none"> ・委託事業者に需給管理を任せることができ、業務量を軽減できる。 ・日本卸電力取引所 (JEPX) の登録を委託事業者に任せることができ、登録料がかからない。 ・インバランス料金に係る連帯債務リスクを回避できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・委託費が発生する。 ・託送契約を小売電気事業者ごとに締結する必要がある。 ・需給管理を自社で行わないため、ノウハウの蓄積が困難となる可能性がある。

出所) 再エネを活用した新電力 虎の巻 (設立検討編)

(公益社団法人東京都環境公社東京都地球温暖化防止活動推進センター)

※インバランスとは

- ・小売電気事業者は「計画値同時同量制度」に基づき、自らの30分単位の「計画」と「実績」を一致させる必要がある
- ・計画値と実績値が一致しない場合には、一般送配電事業者により自動で補給もしくは引き取られ、「インバランス料金」として精算することになる
- ・インバランス料金の単価は、市場価格、インバランス発生状況、地域ごとの市場格差により算出されるため、時間帯毎、エリア毎に異なり、インバランスを発生させないインセンティブを働かせるために、インバランス料金の単価が需要ひっ迫時は不足インバランス（補給）が市場価格より高くなり、需要余剰時は余剰インバランス（引き取り）が安くなるような設計となっている。

(式) インバランス料金単価＝市場価格× α ＋ β ＋K（もしくは＋L）

α ：系統全体の需給状況に応じた調整項

β ：地域ごとの市場価格差を反映する調整項

K：インセンティブ定数（0.43 円（九州エリア 21 年度時点）、
不足インバランスの場合に適用）

L：インセンティブ定数（-0.70 円（九州エリア 21 年度時点）、
余剰インバランスの場合に適用）

- ・ 21 年 1 月の市場価格高騰時は、市場価格自体が高かったこと、系統全体の需給状況がひっ迫し、 α の値が大きくなったことで、インバランス料金単価が高額となった。

※バランシンググループ（BG）とは

- ・ 複数の小売電気事業者と一般送配電事業者（九州の場合は九州電力送配電）が一つの託送供給契約を結び、小売電気事業者間で代表契約者を選定する仕組み
- ・ グループを形成する小売電気事業者全体で同時同量を達成することとなり、グループ規模が大きくなるほどインバランスが生じるリスクが低減できる

5.1.4 事業モデルについて

(1) 地域新電力事業の目的の設定

地域新電力事業は、単なる電気を販売する事業ではなく、それぞれの地域や事例によって、目的は様々です。設立にあたっては、南阿蘇村として、どのような目的の達成を目指し、どの目的を重視するのかということを確認する必要があります。

図表 55 地域新電力事業設立の目的

目的	概要
エネルギーの地産地消 (地域での資金循環)	地域の再生可能エネルギー等からの電気を地域で使う。これまで電気代として地域外に流出していた資金を抑え、地域での資金循環を図る。
地域の雇用創出	地域新電力の設立・運営により地域の雇用を創出する。
行政サービスの充実	高齢者見守りサービスなど電力供給と併せ行政サービスを実施する。
温暖化対策・ 再エネ利用促進	地域新電力の電源に組み込むことで、再エネ利用を促進する。小売電気事業者として得られる需要家の電力需要データ(30 分値等)を利用して省エネを促進する。
防災・減災	電力事業の収益の一部で地域の再エネ設備や蓄電池を設置する等して、災害時の非常用電源を増やす。
電気料金の低減	公共施設の電気料金を下げる。自治体内の民間事業者等に安価な電気を供給する。

(2) 事業モデルのイメージ

事業モデルとしては、事業の委託の割合で3つに類型化して整理する。

電源調達自由度（独立性）、受給管理の実施方法、受給管理以外の業務の実施方法の3つの軸で類型化した。

図表 56 事業モデルのイメージ

	単独 BG モデル	他社 BG 加入モデル	包括委託モデル
電源調達の自由度	・ 自社で電源調達を実施	・ 親 BG に電源調達を委託	・ 電源調達を委託
受給管理の実施方法	・ 自社で実施（設立当初は委託をしても将来的には自社で実施）	・ 親 BG に委託	・ 包括委託先に委託
受給管理以外の業務の実施方法	・ 自社で実施	・ 自社で実施	・ 包括委託先に委託

単独 BG モデルは、電源調達を含めたすべての業務を自社単独で行うことを目指し、地域内の雇用や独立性も高い形である。

他社 BG 加入モデルは、電源調達・受給管理の部分を親 BG に委託し、電源を安定して確保する一方で、営業、支払・請求、顧客対応といった地域に密着する業務は地域電力側で実施する。

包括委託モデルは、全ての業務を委託先に委託し、社員等がいなくても事業を運営していくモデルである。

単独 BG モデルは、特定卸供給を活用する場合、その割合が高くなるほど JEPX の市場価格の変動リスクに晒されるため、独自でリスクヘッジを行っていく必要がある。一方で、受給管理含めて、雇用を地域の中で最もうむモデルである。

他社 BG 加入モデルは、親 BG に電源調達を委託することで、JEPX の市場価格の変動リスクを抑えられる可能性がある一方で、親 BG の調達力やリスクヘッジの手法によりリスク度合いは変動してしまう。また、受給管理に関するノウハウが地域電力には蓄積されない。一方で、地域に根差した業務は地域電力側で行うことで、一定の雇用が期待できる。

包括委託モデルはすべての事業を委託するモデルであり、電気の地産地消は出来るが、雇用等含めて、他の効果は乏しいモデルである。

(1) の事業目的を踏まえて、連携・外部委託を行う場合は、その事業者とも協議を行った上で、実施形態を決定していくことが望ましい。

(3) 地域新電力設立にあたっての留意点

地域の再エネ比率を高めた電気を供給する体制が出来ても、地域内で多くの需要家に使用していただける体制に繋がらないと、地域の脱炭素化は進まない。

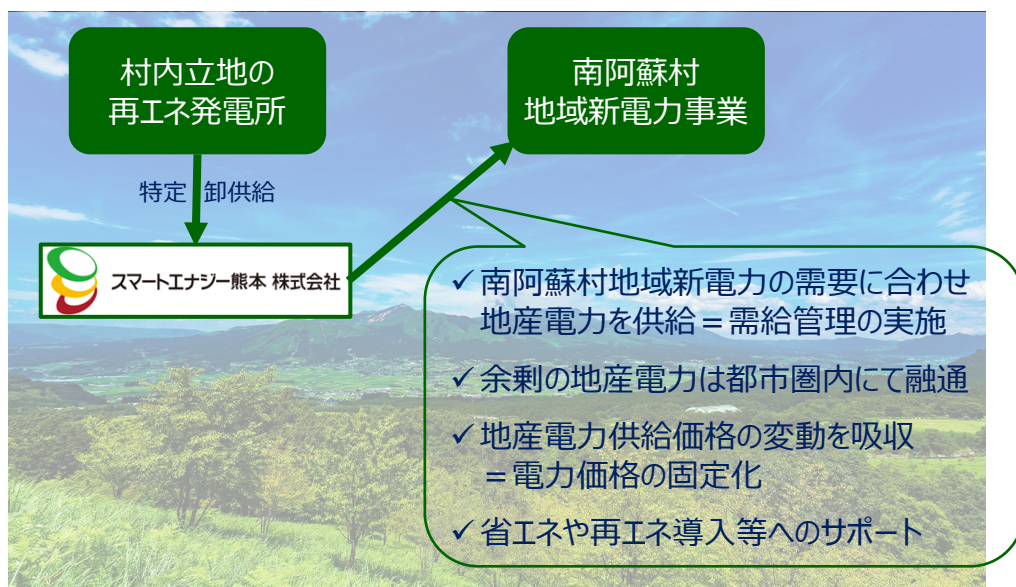
そこで、村民含めた多くの方々に地域新電力に関わっていただくことが必要となってくる。これは、運営形態・事業モデルの選択にあたっても重要なポイントである。

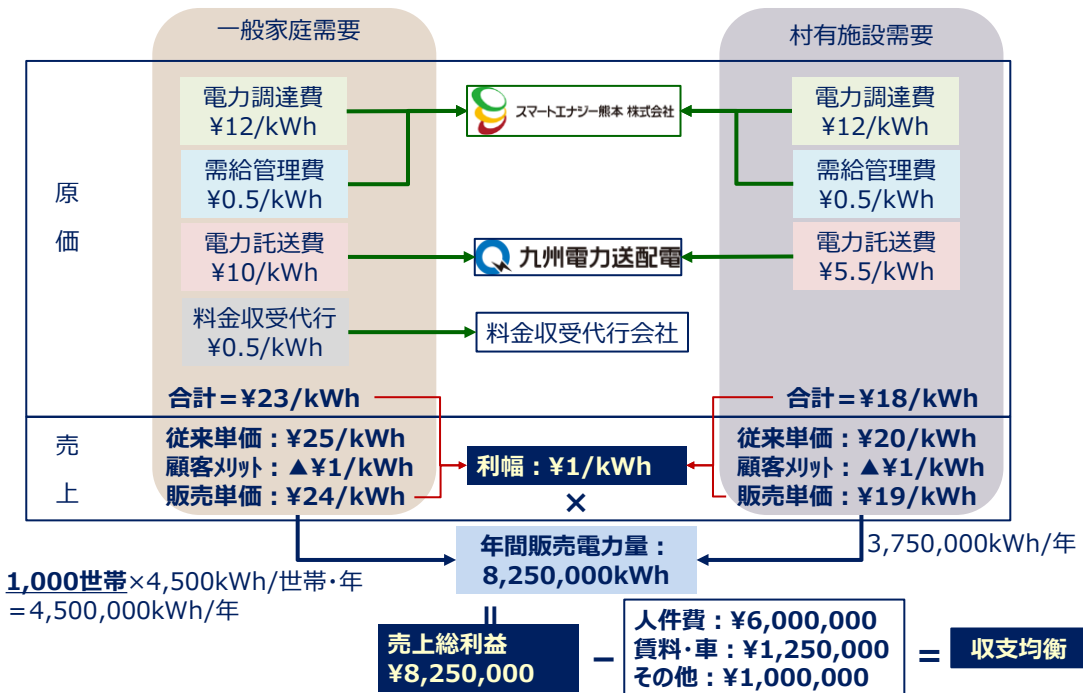
村民に深く関わってもらい、関心を持ってもらうポイントとしては、南阿蘇村としての広報・PRに加えて、地域新電力設立の際に、出資者になっていただくなど、様々な形で接点を持っていただけるように工夫する必要がある。

(4) スマートエナジー熊本からの事業提携の提案

熊本連携中枢都市圏内にあるスマートエナジー熊本より熊本連携中枢都市圏での再生可能エネルギー電気の融通等も含めて、提案を受けている。

南阿蘇村地域新電力事業へのサポート





5.1.5 地域新電力を介さない電力の地産地消の取り組み

地域新電力という新しい受け皿を作って、特定卸供給を活用して FIT 電気を活用するという形の他にも、既存の電力小売事業者と連携して、電力の地産地消を行うということも可能である。

具体的には、既存の電力小売事業者が南阿蘇村内の FIT 制度に基づく発電所との特定卸供給制度を活用したり、個別の契約を締結することで、トラッキング付の非化石証書を購入し、その電気を村内の公共施設、民間事業者、家庭に供給するという取り組みである。


取り組みの先行事例としては、環境省が試験的に再生エネ電源を調達している事例が参考となる。また、一般電気小売事業者である九州電力による再エネ電源供給の取り組みを行っており、今後の小売事業者との交渉によっては、村内の電源にトラッキング付きで供給していただくという形で、電力の地産地消に繋げることも可能である。

(1) 公共施設における取り組み

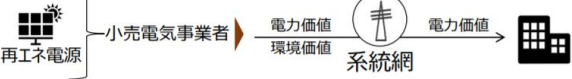
公共施設での電力の地産地消の取り組みについては、環境省などが試験的に一般競争入札に基づく再エネ電源の調達を行っており、その再エネ電源を南阿蘇村内の FIT 電気に指定することで、地産地消の電気を利用することが可能となる。

ただし、民間や家庭での同様の取り組みは広がっておらず、村全体で取り組む場合は、その仕組みをどのように構築するかが課題である。

図表 44 一般競争入札による環境省の調達事例



- 新宿御苑では、2019年度に試行的に行っていた再エネ比率30%の電力調達から、2020年度は再エネ比率100%の電力調達に切り替え。
- 環境配慮契約法に基づく裾切基準を設定した上で、仕様書にRE100の要件を明記する形で一般競争入札を実施。
- 再エネ電力メニューの購入により、RE100を達成。



入札の結果について

	2020年度	(参考) 2019年度	(参考) 2018年度
再エネ比率	100%	30%	—
入札時の予定使用電力量 (A)	918,000kWh	725,000kWh	706,200kWh
入札価格 (税抜) / (A) <small>※ 再エネ賦課金、燃料費調整は除く</small>	17.1円/kWh	17.1円/kWh	17.6円/kWh
契約事業者名	ゼロワットパワー株式会社	株式会社F-power	株式会社パネイル

- 電力契約の調達にあたり、仕様書に、小売電気事業者が環境省の施設に供給する電力に占める再生可能エネルギー比率を100%（又は任意の比率）とする規定及び、小売電気事業者に対し、条件を満たすことを証明する資料の提出を義務付ける規定を追加しました。

- RE100Criteriaを満たす再エネの調達においては、環境価値の証明が必要になります。日本では、電力のトラッキングシステムがないため、環境省では、右の様式で定期的に小売電気事業者から環境価値に関して証明していただく契約にしています。

仕様書に記載する内容の例

「RE100 technical criteria」の要件を満たす再生可能エネルギー電気を供給することとし、その電気は再生可能エネルギー比率100%とすること。」
 (参照：「RE100 technical criteria」の概要 <http://there100.org/going-100>)
 「乙は、供給する電力量に占める再生可能エネルギー電気の比率について確認できる資料を、甲に書面で提出することとする。」

特定電源割当証明書 (年●半期分)

2020年○月に以下の通り環境省に電力を供給したことをここに証する。また、供給元電源情報に記載の割当電力量に係る環境価値について、環境省に移転したこと、及びいかなる第三者へも移転されていないことをここに証する。

【供給期間】

使用期間	月 日 ~ 月 日
------	-----------

【供給元電源情報】

供給元発電所	
発電方法	
住所	
割当電力量	

【供給電力量に占める再生可能エネルギー電力量の比率】

供給元発電所	○% (供給電力量○kWのうち再エネ由来は○kW)
--------	---------------------------

出所) 公的機関のための再エネ調達実践ガイド (環境省) 令和2年6月

(2) 既存の電力小売事業者と連携した取り組み

既存の電力小売事業者も再生可能エネルギーやカーボンフリーな電気の販売を行っている。このような事業者と協定等を締結して、南阿蘇村内独自のメニューを提供してもらうことで、電力の地産地消の取り組みも可能である。

再エネ電源の供給は既存の電力小売事業者でも実施している。

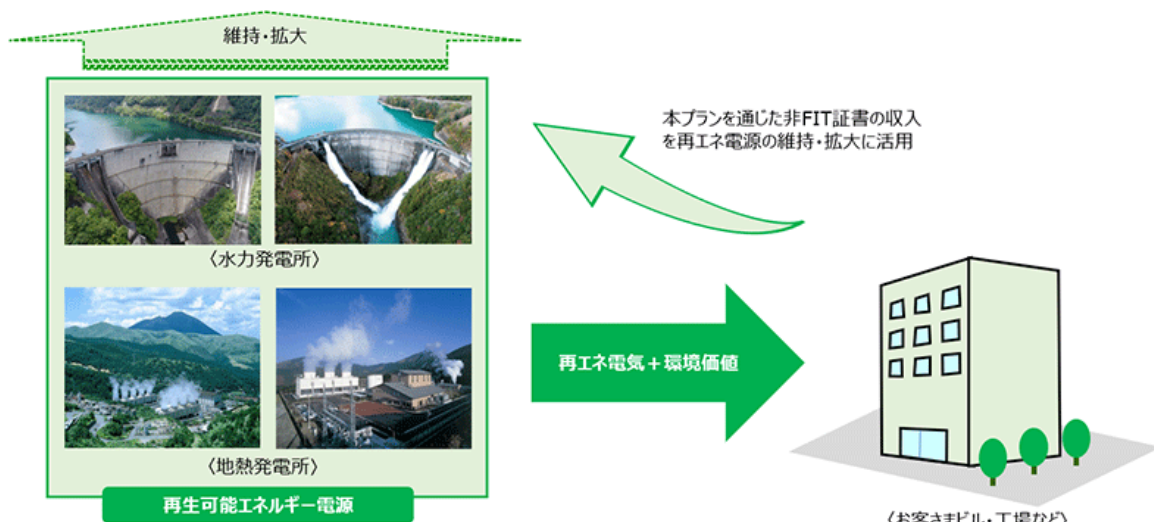
南阿蘇村内に水力発電所を有する九州電力株式会社では、下記の通り、「再エネECO

極（きわみ）」というプランを用意しており、使用する非 FIT 非化石証書をトラッキング付きで取引するという条件を付けて南阿蘇村内の水力・地熱に限って供給するという取り決めを事前に行うことで、地産地消の電源として村内で利用が可能となる可能性がある。ただし、九州電力株式会社の南阿蘇村内の水力発電所である黒川第一発電所が、現在は震災の影響で稼働を停止しており、本格的な取り組みの開始は、同発電所の稼働再開後となると考えられる。

また、当該プランは特別高圧・高圧の顧客向けのみとなるため、低圧の事業所・家庭まで取り組みを広めるためには、別途、交渉が必要となってくる。

上記の記載は、九州電力株式会社の公開情報に基づき、地産地消の電気を供給できる可能性を示すためのものであり、実際に九州電力株式会社が南阿蘇村の地産地消の電気を供給可能かについては、今後、九州電力株式会社と交渉を行う必要がある。

図表 45 九州電力の再エネ・CO2 フリープラン 「再エネ ECO 極（きわみ）」



電気	水力・地熱
非化石証書	非FIT非化石証書（再エネ指定あり）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 九州電力の「再エネ電源（水力・地熱）」の電気に、その再エネ由来の「再エネ指定あり非化石証明」を組み合わせることで、「再エネ+CO2フリー」の価値を提供 電源種の特定が可能

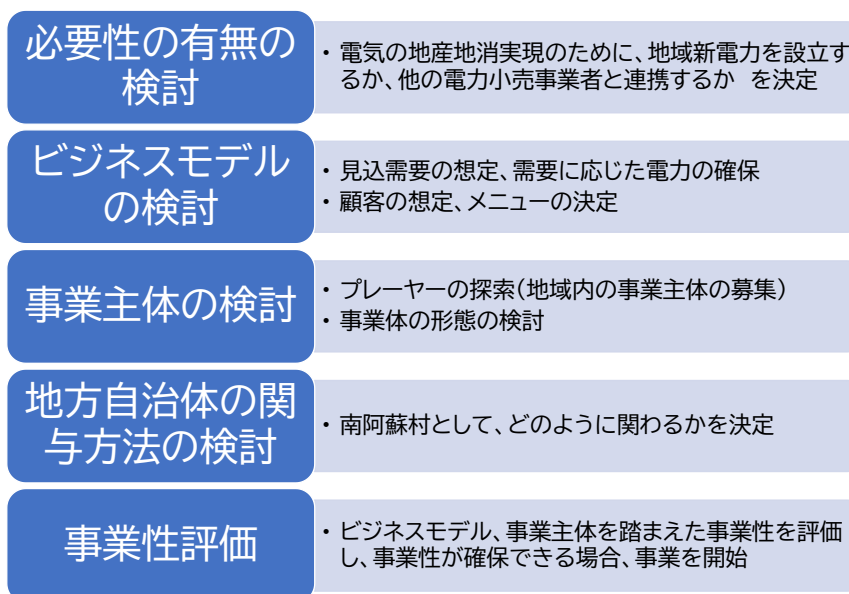
出所) 九州電力株式会社 ホームページ、プラスリリースより作成

同様の FIT 及び非 FIT の非化石証明を活用した電気の供給は、九州電力株式会社以外の電力小売事業者も可能であり、そのような事業者と包括的に連携することで、地域電力と南阿蘇村内で立ち上げずに、電力の地産地消が実現できる可能性はある。

5.1.6 事業化の検討フロー

以上を踏まえた上で、地域電力の事業化に向けて、今後は、下記の事項を検討していく必要がある。各項目の具体的な内容を整理する。

図表 46 事業化の検討フロー



(1) 必要性の有無の検討

南阿蘇村での地域内のエネルギーの地産地消に向けて、地域新電力を設立するのか、それとも既存の電力小売事業者と連携して実施するのかを地域新電力の設立の目的を踏まえて、必要性を検討する。

図表 47 地域新電力事業設立の目的（再掲）

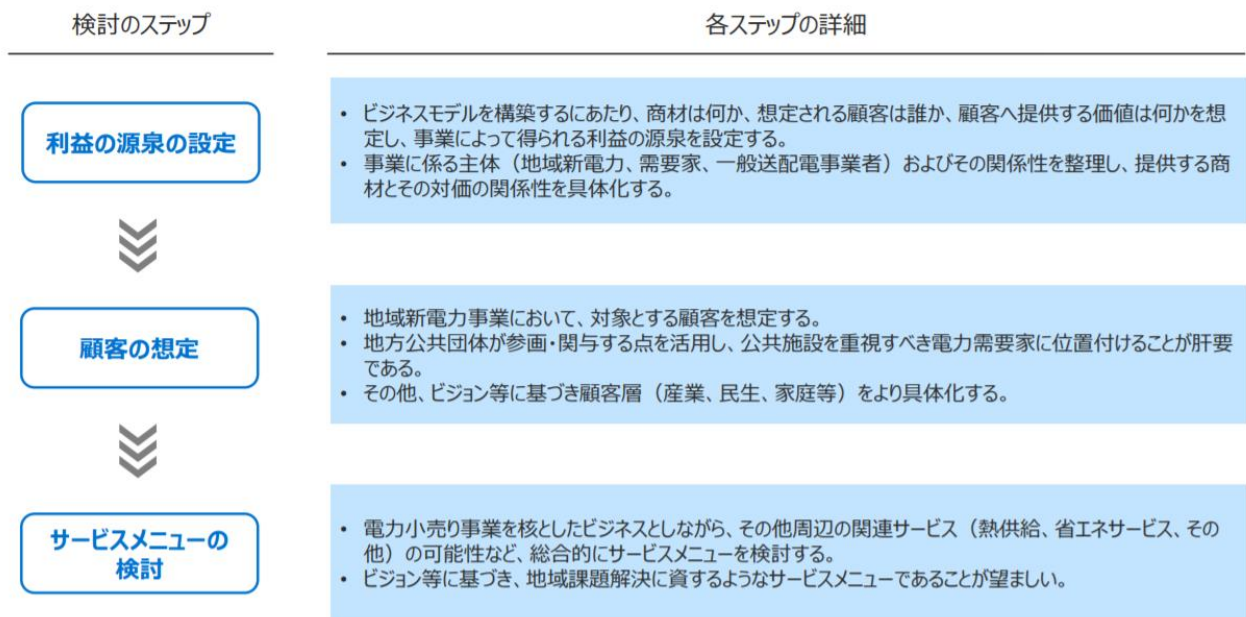
目的	概要
エネルギーの地産地消 (地域での資金循環)	地域の再生可能エネルギー等からの電気を地域で使う。これまで電気代として地域外に流出していた資金を抑え、地域での資金循環を図る。
地域の雇用創出	地域新電力の設立・運営により地域の雇用を創出する。
行政サービスの充実	高齢者見守りサービスなど電力供給と併せ行政サービスを実施する。
温暖化対策・ 再エネ利用促進	地域新電力の電源に組み込むことで、再エネ利用を促進する。小売電気事業者として得られる需要家の電力需要データ(30分値等)を利用して省エネを促進する。
防災・減災	電力事業の収益の一部で地域の再エネ設備や蓄電池を設置する等して、災害時の非常用電源を増やす。
電気料金の低減	公共施設の電気料金を下げる。自治体内の民間事業者等に安価な電気を供給する。

(2) ビジネスモデルの検討

地域新電力の設立の目的が設定でき、必要性があるという結論に至った場合は、ビジネスモデルの検討に入る。ビジネスモデルの検討にあたっては、見込需要の想定（公共施設、民間企業、村民などのどこをどの程度ターゲットにするのか）を明確にし、それに応じた電力調達や連携する事業者を検討する。

それにより、顧客に想定できるメニューも決めていく。

図表 48 ビジネスモデルの検討ステップのイメージ



出所) 地域の再エネ導入の推進に向けた地域新電力の役割・意義と設立時の留意事項について
株式会社日本総合研究所 リサーチ・コンサルティング部門 (2021年3月)

(3) 事業主体の検討

ビジネスモデルを固めながら、実施主体を決定していく。他地域の地域新電力設立にあたっては、「協議」や「公募」により事業パートナーを選定して、事業主体を決定していく。

地域の民間企業や自治体が集まり勉強会等を含め協議を重ねた経緯から事業パートナーとなっている事例と、自治体が公募によって選定した事例がある。

図表 49 事業パートナーの主な選定方法

	協 議	公 募
プロセス	自治体と企業・金融機関等が共同で事業について調査・検討を重ね、事業パートナーに到る。	自治体から地域電力会社の出資及び共同事業運営者を公募し、事業者を選定する。
メリット	・勉強会等を通じて事業の目的・内容等について認識を共有した事業者をパートナーとすることができる。	・複数の事業者からの提案に基づき、公募した自治体が重視するポイントによって選定することができる。 ・事業者に求める能力等の条件等を設定することができる。
要検討事項・留意点	・地域内に地域電力会社の設立に重要な役割を果たしうる有力な事業者が存在することが前提となる。 ・形式的な公平性に終始せず、最終的には事業化に向けた目的・理念や負担・覚悟を共有できる事業者と連携することが重要。	・事業パートナーに求める内容（公募仕様書等）の検討 ・公募選定後、短期間での関係構築と事業に関する認識の共有

出所) 環境省「廃棄物エネルギー利活用方策の実務入門」

また、公募を行う場合は、参考として次ページの図 63 のような事項をもとに公募を行っている事例がある。

図表 50 公募プロポーザル実施要領における主な項目・内容（案）

項目	地域電力会社に関する主な内容
目的	「専門知識・技術・手法・経験、経営能力、市施策への対応能力が必要であるから」、「電力の需給調整業務などの法に定められた責務を円滑に行うため」等
参加資格	<ul style="list-style-type: none"> ・小売電気事業者であること ・日本卸電力取引所の取引会員であること 等 ・他に、自ら供給実績があることを挙げた事例あり
事業パートナーが求められる主な内容・合意事項	<ol style="list-style-type: none"> ①事業パートナーとして出資し、株式譲渡制限付き株式会社として設立すること。資本金総額は XXX 万円とし、市は XX%超となる XXX 万円を出資予定とする。 ②事務所を XX 市内に設置すること ③役員候補者 1 名を事業パートナーから選定すること ④会社名称は XX 市との協議によること ⑤事業の提案に当たっては、市清掃工場の電力を購入し、市の公共施設に供給することを目指し、事業計画を作成すること ⑥平成 XX 年度内に電力供給を開始すること 等
事業パートナーが求められる主な業務内容	<ol style="list-style-type: none"> ①新会社の設立に関する業務 <ul style="list-style-type: none"> ・法人設立業務 ・小売電気事業への登録等 ②新電力事業に関する業務 <ul style="list-style-type: none"> ・需給調整業務 ・公的機関等への提出物作成、手続き業務 ・管理業務（支払管理等） ・事業計画等の事業戦略業務 ・営業業務（問合せ対応、電源交渉等） ③新会社の経理、労務、総務に関する業務 <ul style="list-style-type: none"> ・会計業務（請求書作成、料金回収、支払業務等） ・会計管理（資金管理等） ・財務会計（決算書作成、法人税等計算申告、議会への経営状況報告等） ・総務業務（取締役会、株主総会業務等） ・広報業務（会社広報業務）
公募プロポーザルにおける主な提案内容	<ol style="list-style-type: none"> ①事業運営方針 ②事業運営方法及び体制 ③電力調達及び販売計画 ④会社設立、供給開始までのスケジュール ⑤事業収支計画 ⑥受託しようとする業務委託の内容 ⑦資本構成と資金調達 ⑧事業リスク分担

出所) 環境省「廃棄物エネルギー利活用方策の実務入門」

(4) 地方自治体の関与方法の検討

南阿蘇村の関与方法は出資、出向などの参画や協定、基金、条例などによる関与など、様々なレベルでの関わり方がある。ビジネスモデル、事業パートナーとの関係性も踏まえて、村としての関わり方を検討していく必要がある。

図表 51 地方公共団体の新電力事業への参画・関与について

分類	手法	事例
参画	出資	・多数の地域新電力
	出向・人材交流 (自治体職員・首長の要職への兼務)	・多数の地域新電力
関与	協定締結・協働体制構築	・湘南電力（神奈川県と電力の地産地消の協定締結）
	基金の創設、地域還元・貢献	・スマートエナジー熊本（基金の設立） ・PLUS SOCIAL（コミュニティファンド・地域貢献型発電）
	条例策定	・群馬県中之条町（中之条電力） ・滋賀県湖南市（こなんウルトラパワー）

出所) 地域の再エネ導入の推進に向けた地域新電力の役割・意義と設立時の留意事項について
株式会社日本総合研究所 リサーチ・コンサルティング部門（2021年3月）

(5) 事業性の評価

以上のような検討を踏まえて、最終的には事業性・収益性を評価したうえで、設立に向けて具体的な手続きを行っていく。

5.2 太陽光発電の導入可能性調査

これまで、南阿蘇村では個人宅や民間事業所などで太陽光発電を導入している所もあるが、平成28年の熊本地震による設備故障や売電価格の低下などの理由により、現在は発電を行っていない所も少なくない。この調査では、公共施設と比較的小規模の事業所や住宅のケースについて、導入可能性の検討を行う。

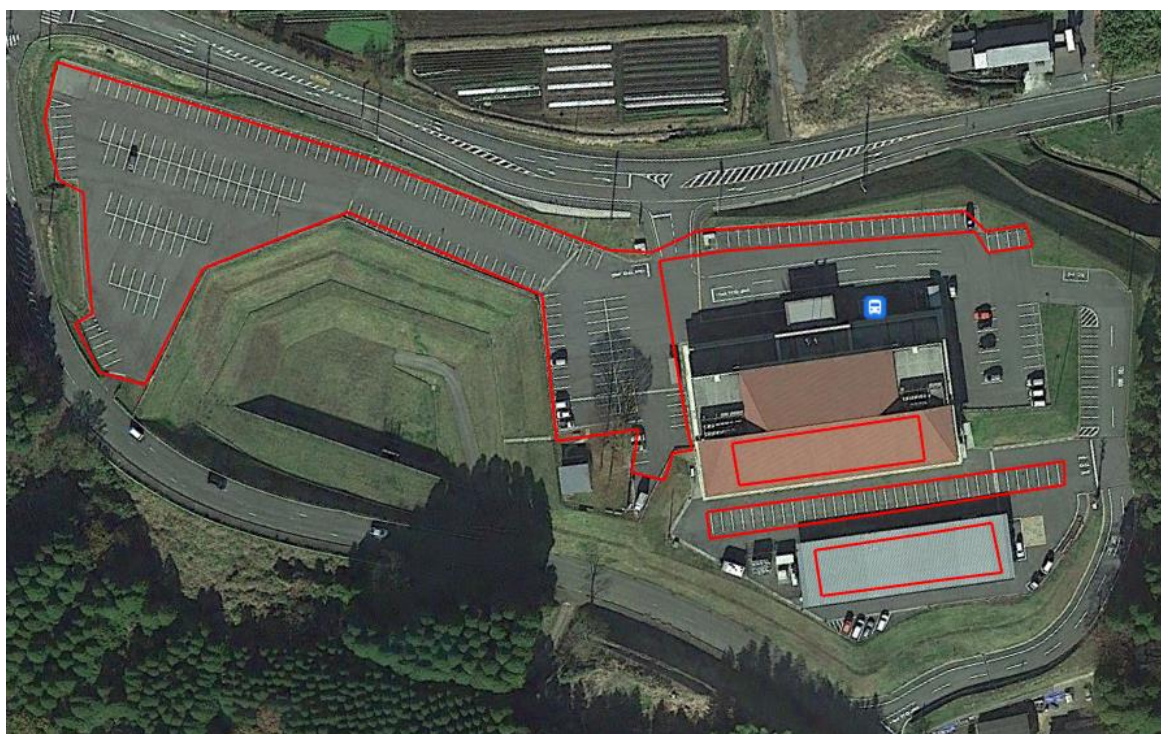
5.2.1 公共施設への大規模発電設備導入の可能性

南阿蘇村は熊本市を中心とした18市町村による「くまもと脱炭素循環共生圏地域再エネ導入戦略」に参加しており、公共施設（3セク含む）への再生エネルギーの導入については、熊本連携都市圏の再エネ導入戦略との調整が必要となるが、以下の公共施設について太陽光パネルの導入可能性について検討を行った。

(1) 南阿蘇村役場

太陽光パネルの設置候補箇所として、図表 52-1 の赤枠の箇所を候補として検討を行った。建物屋上に太陽光パネルを設置するケースと、駐車場にカーポートタイプの太陽光パネルのケースについて検討を行う。

図表 52-1 南阿蘇村役場 航空写真



図表 65-2 南阿蘇村役場における太陽光発電の経済性（概算）

項目	数量	単位	備考
PV発電容量	174.2	kW	
発電原単位	1100	kWh/kW・年	想定
年間発電量	191,620	kWh/年	
概算見積価格	29,342,400	円・税別	
PV設置概算単価	168,441	円/kW	
償却年数	17	年	メーカー30年保証
維持費・保険・積立	146,712	円/年	イニシャルコストの0.5%
発電単価(税別)	9.77	円/kWh	
電力使用量	357,157	kWh/年	2020年度
電力使用料金(税込)	8,316,797	円/年	再エネ賦課金等込
電力使用単価(税別)	21.2	円/kWh	
電力料金削減額(円/年)	4,070,167	円/年	全て自家消費できた場合
投資回収年数	7.2	年	

図表 65-2 に、南阿蘇村役場の屋根と駐車場（カーポートタイプ）に太陽光パネルを設置した場合の概算見積価格と、予想発電量、発電原価を示す。比較的条件の良い屋根があることから、太陽光発電の設置単価が約 17 万円/kW となっている。これを法定償却年数で割って、年間の維持費を加算し予想発電量で割ると、発電原価が約 9.8 円/kWh となった。これは、南阿蘇村役場の現状の使用電力の約半分であることから、電気代を大幅に削減できる見込みがあることがわかった。ただし、太陽光で発電した電力をすべて自家消費できない場合は、系統に逆潮流して売電するか、蓄電池にためて夜間や夕方に消費する必要がある。上記の表に電気料金削減額や投資回収年数を示したが、発電した電力をすべて消費できた場合を想定しているため、注意が必要である。ただし、公共施設の場合は、太陽光パネルや蓄電池の導入に対して、補助事業が使えるので、補助金を活用できる場合は、より経済性がよくなる可能性もある。

(2) あそ望の郷くぎの

あそ望の郷くぎのにおける太陽光パネルの設置候補としては、駐車場へのカーポートタイプの設置について検討を行った。

図表 53-1 あそ望の郷 航空写真



図表 66-2 あそ望の郷における太陽光発電の経済性（概算）

項目	数量	単位	備考
P V 発電容量	172.2	kW	
発電原単位	1100	kWh/kW・年	想定
年間発電量	189,420	kWh/年	
概算見積価格	38,950,000	円・税別	
P V 設置概算単価	226,190	円/kW	
償却年数	17	年	メーカー30年保証
維持費・保険・積立	194,750	円/年	イニシャルコストの0.5%
発電単価(税別)	13.12	円/kWh	
電力使用量	714,648	kWh/年	2020年度
電力使用料金(税込)	12,085,608	円/年	再エネ賦課金等込
電力使用単価(税別)	15.4	円/kWh	
電力料金削減額(円/年)	1,607,958	円/年	全て自家消費できた場合
投資回収年数	24.2	年	

電気使用量および電気使用料金（税込）は2021年11月分より算出した。

南阿蘇村役場と同様に、イニシャルコストと年間の維持費から、発電原価を13.1円/kWhと算定した。この価格も、再エネの価格としては十分安く、経済性があると評価できる。電力料金削減額は、現状の使用電力の約1.3割（約160万円）となった。

あそ望の郷は、南阿蘇村所有の公共施設であることから、役場庁舎同様に脱炭素交付金などの対象となるため、補助事業などを活用すればより安い電力を施設に供給できることとなり、投資回収年数も短縮できる可能性がある。

5.2.2 民間での完全自家発電住宅普及へ向けての事例紹介

民間レベルでの太陽光発電導入の参考事例として、家庭内で消費する電気の100%完全自給自足を行っている村内の薪ストーブ販売事業者の代表 M 氏宅の導入事例について紹介を行う。

(1) M氏宅のコンセプト

コンセプトはエネルギーミックス技術による「エネルギーの最適化」で、自宅で消費する電気は100%自給自足を目指している。エネルギーの自給率を向上するにはエネルギーの最適化が不可欠で、部屋の暖房や湯沸かしなどの熱の生産を電気で行うのは非効率としている。

例えば、石油を燃やした熱で発電することは、熱で作った電気をまた熱に戻すという無駄が生じる。またいっぽうでは、パソコンやテレビ、照明やエアコンも薪や灯油では動かない。電力が必要だ。環境負荷を低減するには「地域に最適なエネルギー」の活用、「小さなグリッド（送電網）」での適材適所が必要になる。エネルギーの地産地消が必要だ。

家庭で比較的導入しやすい「太陽光発電×蓄電池」は実際にやってみると、大量の太陽光パネルよりも大量のバッテリーが必要であった。理由は毎日晴れの日ばかりではないため、雨天時に対する数日分の備えが必要だったからだ。この蓄電池に貯めた「限りある電力」を温存しながら暮らす為に、部屋の暖房は「薪ストーブ」、お風呂と台所の給湯を「薪ボイラーと太陽熱温水器」で賄うことにした。家庭内での電力消費の大部分は暖房と湯沸かしに使っているため、このような「エネルギーの最適化」を行うことで、蓄電池に貯めた「限りある電力」でも雨や曇りの日の充電不足を乗り切ることができるようになった。夏になると今度は部屋のエアコンに電力を使うが、「高气密、高断熱化が進んだ現在の住宅では冷房のために必要な電力消費は非常に少ない値となり、これに必要な電力は強い日差しでパワフルに発電する太陽光発電による電力でその大部分を賄うことができる。

太陽の光も、薪も自然の恵みなので使っていてとても気持ちがよく、その土地で生産されるため、輸送にかかるエネルギーとコストが非常に少なく済む。

(2) 太陽光発電・蓄電設備

主な設備とその費用は以下（図表 54）の通り。

図表 54 設備費用（工事費含む）一覧

設備名	費用
オングリッド太陽光パネル+パワコン+工事費	250万円
オフグリッドハイブリッド発電装置	60万円
EV パワーステーション	130万円
蓄電用 EV（中古電気自動車）	50万円×2台
薪ボイラー	60万円
太陽熱温水器	45万円

1) 太陽光パネル

車庫の屋根に 6kW のパネルを設置。コストと台風対策を考え、あえて車庫の屋根角度と平行に設置してある。太陽の光を十分に受け、直流の 220V の電気がパワーコンディショナーへと送られる。パワーコンディショナーからは作動音と発熱が伴うため、屋外設置が望ましい。パネル列間隔を十分に取り 積雪や阿蘇山の火山灰などを容易にメンテナンスできるように配慮してある。

図表 55 太陽光パネル（全体で 6kW）



2) パワーコンディショナー (PCS)

PCS は直流 220V を受けて家庭用に単相 3 線式の交流の 200V に変換する装置。この電気は壁を貫通して屋内の分電盤へと送られる。分電盤へ送られた電気は 100V と 200V 両方で使用することができ、太陽光発電の電気はここでまず室内照明などで自家消費される。自宅で使いきれない余った電力はまず蓄電用 EV に蓄電、それでも余った電力は売電する。昼間に蓄電用 EV に貯めた電気は普段使う電気自動車の充電、電気バイクの充電にも使うため、ガソリン代がかからない。春から秋までは電力が余ってしまうことが多い。発電電力は自家消費→蓄電用 EV への蓄電→売電の順番。

図表 56 パワーコンディショナー、分電盤等



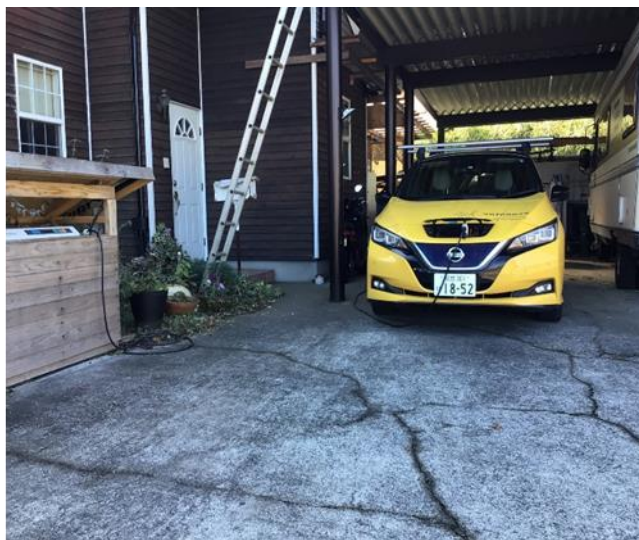
パワーコンディショナー (PCS)



分電盤



室内照明



EV (電気自動車) への充電

3) EV パワーステーション (V2H)

V2H は太陽光発電でできた電気を家庭内で自家消費して、それでも余る場合に電気自動車に余剰電気を蓄電したり 夜間 家に向けて放電したりする装置。建物側の交流の200V を電気自動車の直流の350V 付近まで変換して充電、放電、相互方向への橋渡しを行う。能力は6kW。このEV パワーステーションにより、余剰電気を2台のEV (日産リーフ) に充電している。このEV (日産リーフ) は航続距離60~80km 前後のバッテリー状況 (約10kWh~14kWh) の為、自動車としては使用せず (ナンバープレートも返納)、蓄電用バッテリーとしての使用。購入金額は一台当たりおおよそ50万円以下。通常の蓄電池に比べ、割安な「移動できる大型蓄電池」といえる。

充電放電の切り替えなどのコントロールはスマートフォンのアプリ「EVPS controller (NICHICON CORPORATION)」で操作できる。アプリの主な機能としては、以下の通り。

- ・運転状態表示 現在の充放電状態や車両充電率などの確認
- ・運転操作 充放電やコネクタロックなどの操作
- ・本体設定 充放電を停止する充電率やタイマーの設定などが可能
- ・履歴表示 過去の充放電電力量をグラフで確認

図表 57 蓄電用EV とアプリ「EVPS controller (NICHICON CORPORATION)」



EV パワーステーション



蓄電用EV (電気自動車)



アプリ操作画面

(3) 熱源としての薪ボイラー利用

お風呂や台所の給湯には、貯湯タンク式薪ボイラーを利用している。着火から約 30 分でシャワーも使える。ボイラーに投入する燃料は、木製パレットの廃材や剪定枝など有効に活用している。シンプルな設計で 30 年以上の耐久性がある運転に電力は必要ない。

図表 58 薪ボイラー（左）と燃料の廃材（右）



(4) ニワトリ小屋の太陽光発電

電気の完全自給自足ということで、ニワトリ小屋も太陽光発電した電気を照明に利用。

図表 59 太陽光発電を設置したニワトリ小屋



(5) 太陽熱温水器

熊本の有名な太陽熱温水器メーカーとしてアズマソーラー(株)という企業がある。ここの製品は品質が高く、30年以上の耐久性がある。真冬を除けば沸騰するほどにお湯が沸かせる。この太陽熱温水器でお湯を沸かせることで電気代はかからない。また、「おひさまの力」で沸かしたお風呂はガスや灯油で沸かしたものに比べ、とても気持ちが良い。費用対効果はについても、非常に効果的な投資であり、時代遅れではなくむしろ時代の最先端の設備と言える。

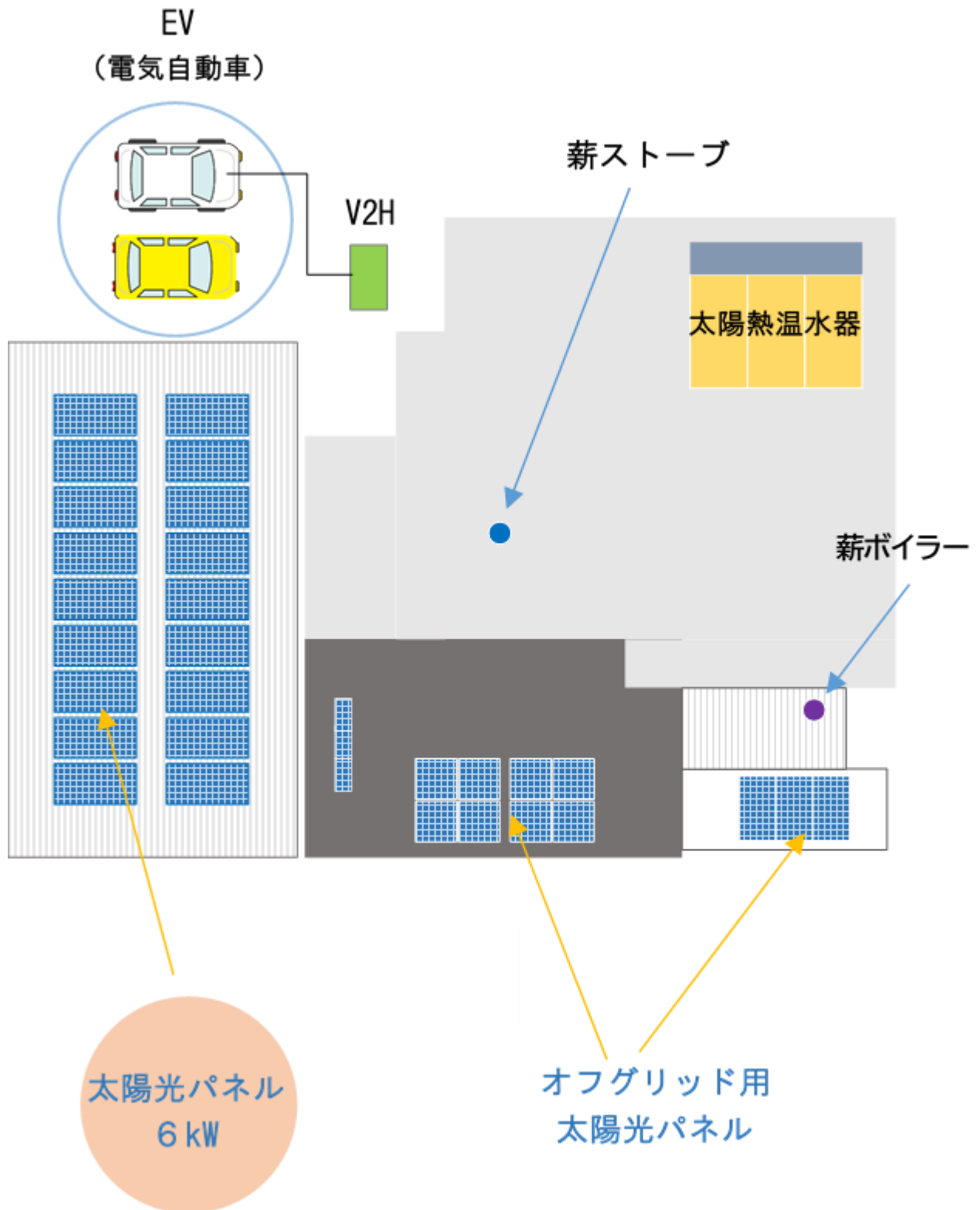
図表 60 太陽熱温水器



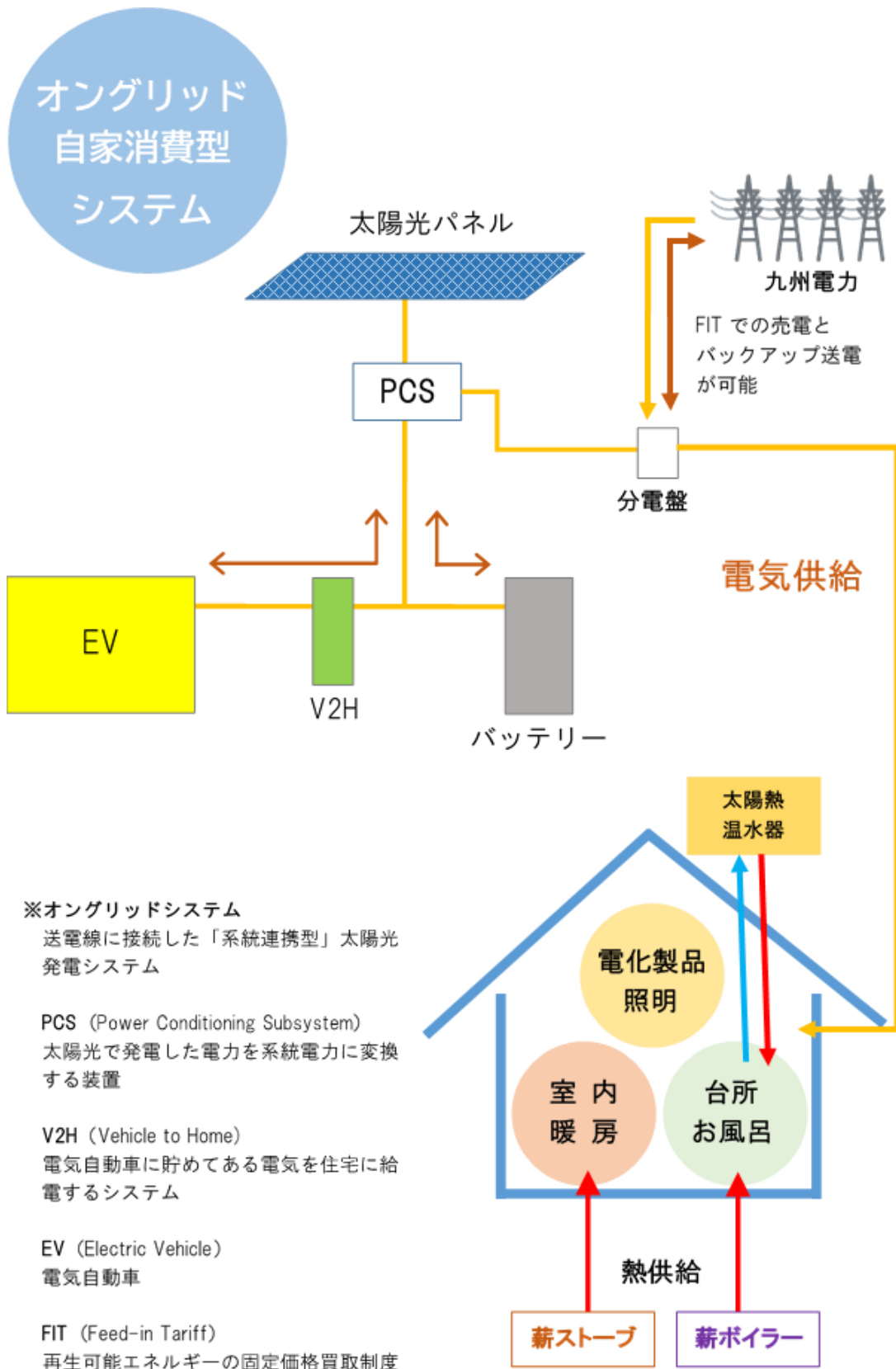
(6) 設備概要図及びシステム構成

M 氏宅の設備概要およびシステム構成(オングリッド、オフグリッド)を以下に示す。

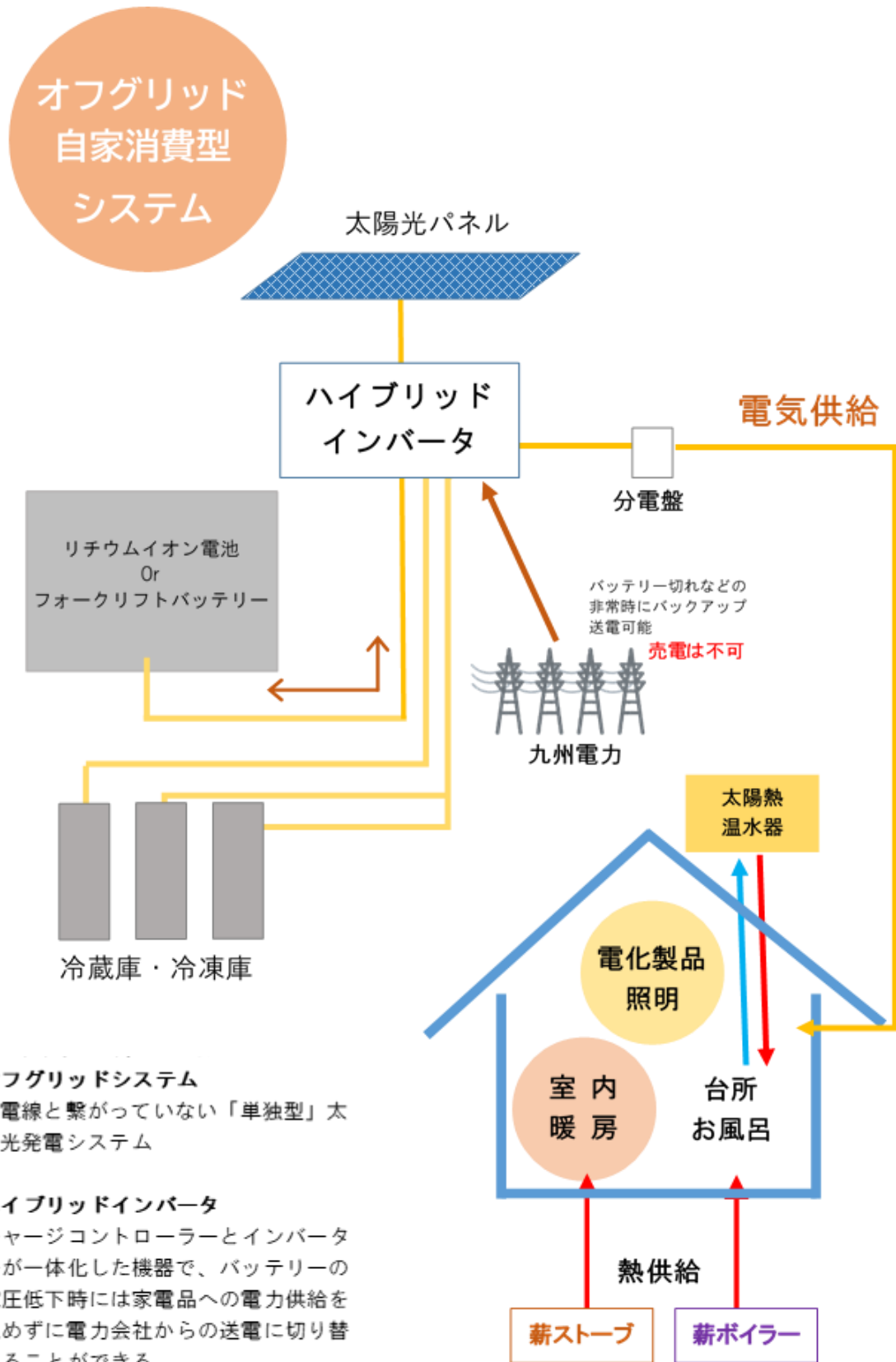
図表 61 M 氏宅の概要図



図表 62 オングリッドシステム構成



図表 63 オフグリッドシステム構成



※オフグリッドシステム
送電線と繋がっていない「単独型」太陽光発電システム

ハイブリッドインバータ
チャージコントローラーとインバーターが一体化した機器で、バッテリーの電圧低下時には家電品への電力供給を止めずに電力会社からの送電に切り替えることができる

(7) EV を使った非常用の給水電源供給装置

「電気が止まると水が出ない」という熊本地震の教訓から、災害時に太陽光発電で充電したEVの電力で井戸ポンプを稼働させられる仕組みを開発した。下の写真は、EV パワーステーションと独自開発の「相変換インバーター」搭載の非常用電源供給装置。費用総額は250万円ほど。この費用は利用する全戸で分担する。

図表 64 非常用電源供給装置

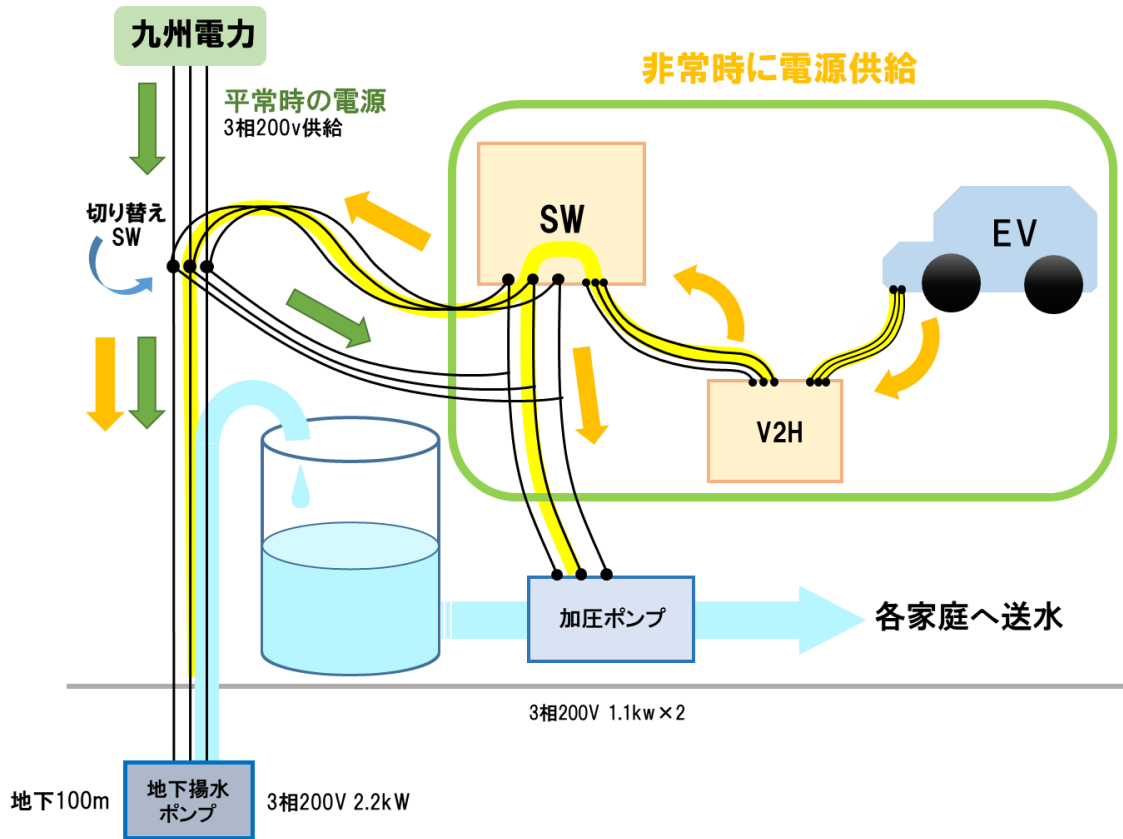


これからの時代、各家庭にEVが当たり前になることを前提に、共同で井戸を利用する14世帯の住民自らの手で自分たちの水源を確保する試みを行っている。62kWのEV1台で24時間以上連続での地下水汲み上げが可能。電気が空になったEVは各家庭の太陽光発電で再び充電する。交代で各家庭からEVを持参。2022年1月2所帯合計5台のEVバックアップ体制。

図表 65 共同使用する井戸



図表 66 EV での非常時給水電源供給の仕組み



5.3 木質バイオマス発電の実現可能性

5.3.1 南阿蘇村村内の森林資源について

(1) 南阿蘇村の森林資源の現状

南阿蘇村の林野面積は 7,373ha であり、林野率は 54%と県平均の 60%より林野率は低く、人工林率は 45%となっている。

一方で、村内の森林経営計画の認定率は 27.1%であり、固定価格買取制度を活用したバイオマス発電を実施する場合は、経営計画の策定が必要になってくる。

南阿蘇村単体での素材生産量はデータがないが、令和元年度、公有林で 2,397 m³の素材生産を行っている。

(2) 南阿蘇村の人工林資源の現状

村内には、民有林のスギ及びヒノキ林だけで、3,350ha (材積 1,511,410 m³、1,057,987t) 存在する。

図表 67 村内の森林面積及び材積

区分	面積(ha)・材積(m ³)
南阿蘇村面積	13,730
国有林	610
県有林	662
村有林	1,300
民有林	4,801
民有林スギ面積	2,254
民有林スギ蓄積	1,136,123
民有林ヒノキ面積	1,096
民有林ヒノキ蓄積	375,287
国有林人工林面積	189
国有林人工林蓄積	56,839

出所)熊本県林業統計要覧(令和元年度)

(3) 林業従事者の状況

令和元年度現在で、林業経営体は 13 戸となっている。実際に間伐や主伐といった作業ができるのは 10~20 名程度しかいない(南阿蘇村バイオマスエネルギー導入計画,平成 30 年南阿蘇村)。

このことから、村内民有林を利用するバイオマス発電の事業性にとって、林業経営体の不足は致命的なボトルネックとなる。

5.3.2 木質バイオマス発電の事業のコストについて

(1) 木質バイオマス発電事業を行う上での前提

南阿蘇村では、人工林を伐採し、草原に戻すという方針を検討している。現状の制度上は主伐のみを行う場合、未利用材の認定は難しいが、そのような条件がクリアした前提で、事業の試算を行う。

具体的には人工林 3,350ha の 40% の面積を 40 年かけて伐採する場合、年あたりの伐採面積は 33.5ha (15,114 m³、10,580t) を行うこととなり、これは約 5,290MW の発電量で 1,500 世帯分の電力供給に相当する。

(2) 伐出・搬出コストについて

伐出から発電事業を実施する場合、大まかに

伐出 → 運搬 → チップ化 → 燃焼（発電） → 再造林
のフローとなる。

原木代金、伐出及び輸送コストについては、バイオマス白書 2015 サイト版の「3 木質バイオマス発電の拡大と森林の持続可能な利用」に下表のように単価が記されているが、実際のバイオマス用の原木のチップ工場での買取価格は 7,000～7,500 円/生 t 前後となっている。

以上の条件で、各フローのコスト、課題について、整理する。

図表 68 原木代金、伐出、輸送コスト

原木代金	3,000 円/m ³	4,286 円/生 t
伐出費用	5,000 円/m ³	7,143 円/生 t
運送費	2,000 円/m ³	2,857 円/生 t

※文献では m³ と生 t の換算は 7 : 10 とされていたため、この率で生 t の単価を求めた。ただし、文献・資料により 6 : 10 から 10 : 10 まで幅がある。

1) 立木代金について

スギ立木価格は令和 2 年度でスギが 2,900 円/m³、ヒノキが 6,358 円/m³となっている。
(林業白書)

これはバイオマス利用以外の用材向けの立木価格であり、バイオマス用の立木であると更に低く、間伐等に伴うバイオマス用材の場合は、0 円に近い価格で取引がされている。

一方で、主伐でバイオマス用材を搬出する場合は、用材向けの立木価格よりは安いが山元に多少の還元は可能である。

2) 伐出コストについて

林道が未整備である場合や、急傾斜である場合には、伐出費用は 1.6 倍～2.7 倍のコスト増となる（日林誌(2017)99: 187-194）。このため、皆伐を実施する人工林は、伐採・伐出に

かかる費用を最小限度に抑えるために、道路に隣接しており、かつ、傾斜が緩やかである人工林を選択することが重要である。実際に阿蘇中央火口丘群及び南外輪山の裾野には、条件に一致する人工林が多く広がっているため、コスト増となる懸念はないと考えられる。

従って、木材の伐出コストは、5,000 円/m³ (7,143 円/生 t) として試算を行う。

年間 15,114 m³ (10,580t) の伐出を行う場合は、伐出費用は約 47,000 千円となる。

3) 運搬コストについて

標準的な山土場からの運送コストは、2,000 円/m³ (2,857 円/生 t) であるため、この試算においても同コストを用いる。しかし、国内の林業における通常の運送距離が 50km 前後であることから、村内の人工林を村内で活用する場合には 10km 未満となるため、もっと安価に抑えることができる可能性がある。

年間 15,114 m³ (10,580t) の運送を行う場合は、運送費用は 30,228 千円となる。

(3) チップ製造コストについて

チップ製造にかかるコストについては、原木価格やチップパーの規模により大きく異なる。

小国町の「平成 30 年度農山漁村再生可能エネルギー地産地消型構想支援事業(農山漁村 6 次産業化対策事業) 事業報告書」で試算が示されている。この報告書によれば、約 1,600 ~2,000t/年(50%WB)のチップ生産で、各工程におけるコストは次のとおりとなり、チップ製造費は 4,405~4,700 円/t となっている。

図表 69 チップ製造コスト試算

製造区分	金額	単位	備考
チップ製造	150	万円/機/年	
チップ製造人件費	110~135	万円/年	時給 1,500 円, 5h/日, 約 150~180 日/年
地熱乾燥設備	60	万/年	
チップ乾燥人件費	96~118	万円/年	時給 1,300 円, 5h/日, 約 150~180 日/年
物流費	240~300	万円/年	1,500 円/t
運搬人件費	96~118	万円/年	時給 1,300 円, 5h/日, 約 150~180 日/年
計	752~881	万円/年	4,405~4,700 円/t

出所)平成 30 年度農山漁村再生可能エネルギー地産地消型構想支援事業(農山漁村 6 次産業化対策事業) 事業報告書

大分県臼杵市の小型の木質ガス化発電所の事例では、チップを 13,000 円/生 t (9,100 円/m³:比重 0.7) で購入している。これには、原木、伐出、運送コストが含まれている。全国のチップ市場価格は、12,000~15,000 円/t (全国木材チップ工業連合会ホームページ,2012 年) である。

チップ製造に関しては、新規の事業所を設置する場合には、年あたり 6,000 t ~7,000 t のチップ生産をしなければ事業性はないという(チップ事業者ヒアリング)。民有林の 40%

を40年かけて伐採する本村の計画では、年に10,580 t（材積利用効率※70%で約7,000 t、10,000 m³）を産出することになるため、チップ製造に関しては、事業性が期待できる量であると言える。

当別町の「平成27年度木質バイオマスを活用した地域循環可能性調査」では、原木価格4,800 円/m³、チップ生産能力20 m³/hのチップーの場合で事業年間生産量毎のチップ製造原価は、500 tで11,300 円/t、1,000tで8,100 円/t、1,500 t で7,100 円/t、2,000 tで6,500 円/t、2,500tで6,200 円/t、3,000 tで6,000 円/tとなっている。

このように、チップの製造費には条件により大きく異なるが、以降の試算では小国町の調査による4,405 円/t～4,700 円/tの中間値である4,550 円/t（3,185 円/m³）を用いることとする。

導入するチップーの処理能力について、小国町のチップ生産業者A社の例が「木質バイオマスエネルギー利用動向調査（平成28年農林水産省）」に示されている。これによると、チップ生産能力は1時間あたり10 m³で、最大で月2,000 m³のチップ生産能力を有し、工場の稼働率が40～50%で、約800 m³/月（9,600 m³/年）のチップを生産しているという。本村の目指す年あたりのチップ生産量が10,000 m³/年であるから、この稼働率40～50%のA社の規模の半分の規模の製造体制があればよいことになる。チップーについては、1千万円の機械の場合で生産処理能力は、7～10 m³/hであるから、100時間/月の稼働で生産可能である。

なお、チップー稼働時には激しい騒音が伴うため、屋内で十分な防音を行なうこと若しくは隣地への距離をとることなどの対策が必要となる。

年間10,580 m³（7,406 t）のチップ生産を行う場合は、チップ製造費用を3,185 円/m³とすると33,697千円となる。

（4）発電所の設置コスト

木質バイオマスを利用して電力と熱に変換する技術には、直接燃焼による燃焼発電とガス化発電が挙げられる。事業性を有するためには、前者については5,000 kW以上の発電量、後者については400～500 kW以上の規模が必要であると一般的にいわれている。

市場に流通している小型バイオマスガス化発電システムは、乾燥重量50kgのバイオマスで50 kW（1,000 kW/t）の発電量が得られる。本村の計画バイオマス量10,580 m³（7,406 t）の乾燥重量は、チップの含水量40%とすれば5,290 t※となり、735 kWの発電量が得られることになるため、事業性が期待できる規模である。

乾燥重量5,290 tのチップを1年間で処理するためには、1機の発電システムの処理能力が、1 t/日であるため、年300日稼働で、14機（700 kW）が必要となる。

バイオマス発電所の整備費用は100 kWあたり1億円である（うすきエネルギー談）ことから、700 kWでは約7億円の初期投資が必要となる。

※ 乾燥重量の計算 含水量40%＝水分(g)／全乾木材(g)×100(%)

$$= (\text{木材(g)} - \text{全乾木材(g)}) / \text{全乾木材(g)} \times 100(\%)$$

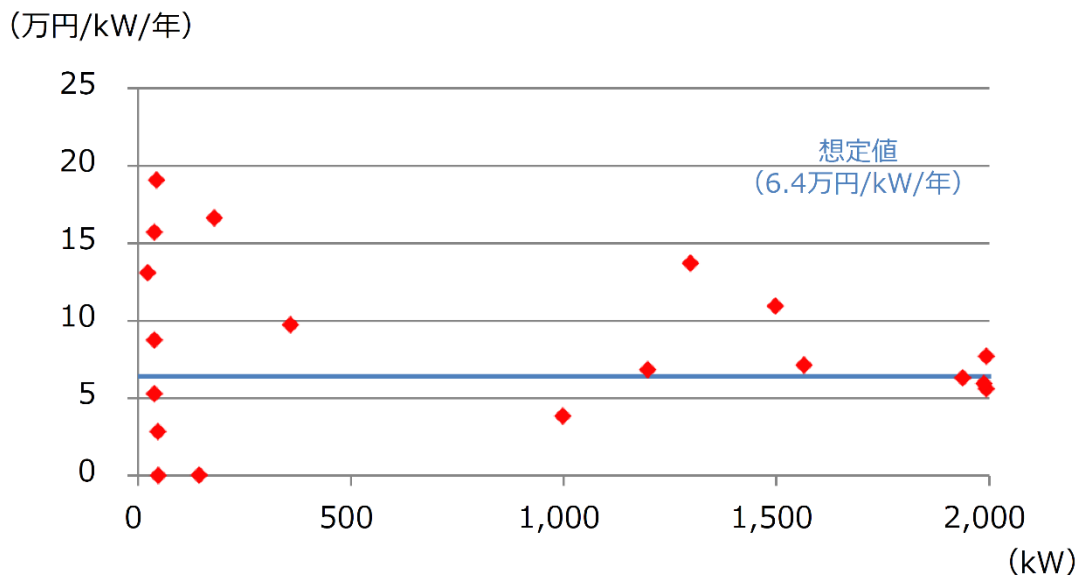
(5) 発電所の運転維持コストについて

木質バイオマス発電の運転維持費には、人件費、灰処理費、ユーティリティ費、メンテナンス費、一般管理費の他、民間で設置した場合には、法人税等がある（バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第4版） 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）。

木質バイオマス発電の運転維持費は、「地熱発電・中小水力発電・バイオマス発電のコストデータ（2019年11月資源エネルギー庁）」に示されていた。これによると、未利用材（2,000kW未満）の運転維持費のコストデータは国内のバイオマス発電所19件の事例からの算定で、平均値8.4万円/kW/年、中央値7.1万円/kW/年となっている。固定買取価格設定のための想定値は6.4万円/kW/年である。想定地の数値を用いると、700kWの発電を実施すれば、4,480万円/年の運営コストが必要となる。

なお、10機のガス化バイオマス発電設備の運転に必要な人員は2～3名（うすきエネルギー談）であるため、14機（700kW）では4名程度の人員が必要になると考えられる。

図表 70 出力と運転維持費の関係（未利用材（2,000kW未満））



出所) バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第4版） 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

(6) 再造林コストについて

人工造林の工程には、地拵え、植栽、下刈がある。これらの現状と課題については、森林・林業白書（平成22年版）の「第I章 林業の再生に向けた生産性向上の取組」に概

要が示されている。これによれば、スギ人工林の造成・保育には、植栽から50年生までに平均で約248万円/haの費用を要し、この6割に当たる約150万円/haが植栽後10年間に費やされるとしている。

現在では、造林コスト削減のため、皆伐直後の地拵え及び植林による地拵費用及び植林前の下刈費用の削減、低密度植栽による苗木や植栽の費用の削減、下刈の省力化や保育間伐の省略、林地を枝条や樹皮等で被覆することによる下刈の省略等の取組が行われているところもある。

白川・菊池川地域森林計画書（熊本県）では、更新の方法として、植林によらない天然更新の場合の管理方法について記されている。この場合でも、伐出後の作業として、林内の雑草木等の刈払い又は伐採、伐採木及び枝条等が植栽や保育作業の支障とならないようにする適宜整理集積、地表かき起こし、更新途中の作業として、ササ類が繁茂する場合には刈出し、必要に応じて余分なぼう芽の除去などの作業が必要になる。稚幼樹の発生量が少なく確実な更新が見込まれない場合には、必要に応じて苗木の植栽又は播種を行うこととされている。そして、伐採が終了した日を含む年度の翌年度の初日から起算して5年を超えない期間内に更新を完了することとされている。

天然更新についても、管理が必要になるが、人工造林よりも管理費を大きく節約できる。天然更新の場合の管理コストは、「低コスト造林に向けた天然更新の一考察（津軽森林管理署）」に記されていた。これによると、約9haの森林で、全面植林を行う場合、苗木代として約660万円、地拵・植付の人件費として約700万円の合計1,360万円が必要となるが、天然更新の場合は、人件費として約120万のみであり、全体で約1,240万円の削減が可能という計算になる。天然更新の場合の管理に要する費用は、単純な計算で13.3万円（120万円／9ha）となる。年あたりの伐採面積33.5haでは、447万円の管理費用を要することになる。

九州森林管理局の「低コスト造林等導入促進技術普及報告会（平成26年2月）」資料では、南九州地域でのスギ再造林の標準単価が示されている。これによると、1ha当たり地拵えでは14万円（15人日）、下刈では70万円（全刈6回）となっており、天然更新の管理でこの単価を使用すれば、84万円/haとなり、年あたりの伐採面積33.5haで2,814万円の管理費用を要する。天然更新を目指すために、実際にどの程度の管理が必要になるか不明なため、管理費用を見込むことは難しい。

近年、全国各地でシカによる立木食害で天然更新が困難な状況になっており（例えば「スギ・ヒノキ人工林伐採跡地を広葉樹林へ誘導するために（改訂版）」平成29年三重県林業研究所）、熊本県の山間部も例外ではない。南外輪山尾根部のミズナラやブラの林床では、ササを除き、草本植物及び稚樹が全く見られず、至るところでシカの糞が目立つ。このような状況では、天然更新はもちろん、植林によっても再造林を行うことは難しい。

このため、南阿蘇村内で人工林を伐採し、必要な管理を行ったうえで、実際に天然更新が進むか実証をしておく必要がある。シカによる食害がなくても、どの程度の管理で健全に天然更新が進むかを把握しておくことは重要である。

5.3.3 人工林を燃料としたバイオマス発電の事業性について

(1) 発電コスト概要

伐出から発電及び再造林までのフローで事業を実施し、固定買取価格で売電を行った場合、次のようなコスト内訳となる。

図表 71 FIT での売電コスト内訳

燃料資源

民有人工林	3,350	ha	
民有人工林材積	1,511,410	m ³	
民有人工林 40%	1,340	ha	
民有人工林 40%材積	604,564	m ³	
年あたり伐出面積	33.5	ha	40年
年あたり伐出量 (m ³)	15,114	m ³	40年
年あたり伐出量 (t)	10,580	t	比重 0.7

発電量

年あたりチップ生産量	7,406	t	材積利用効率 0.7
年あたりチップ生産量 (乾燥重量)	5,290	t	含水率 0.4
年間発電量	5,289,935	kW	
1時間当たりの最大可能発電量	735	kW	年 300日 24h稼働

収入

固定買取価格 (未利用材 2000 kW未満)	40	円	20年間
売電価格	211,597,400	円	

支出

原木	年間原木価格	0	円	
伐出	年間伐出量	15,114	m ³	
	伐出単価	5,000	円	
	年間伐出価格	75,570,500	円	
運送	運送単価	2,000	円/m ³	
	年間運送価格	30,228,200	円	
チップ	チップ用原木量	10,580	m ³	年間伐出量×0.7
	チップ製造単価	3,185	円/m ³	
	年間チップ製造費	33,696,886	円	
発電設備導入	発電システム単価	50,000,000	円	1億円/100kW
	発電システム設置台数	14	機	
	発電所初期投資	700,000,000	円	
	減価償却	35,000,000	円	20年間
運転維持費	年間運転維持費単価	64,000	円/kW	
	年間運転維持費	47,021,644	円	
再造林	再造林面積	33.5	ha	
	再造林単価 (天然更新)	133,333	円	

年間再造林費用	4,466,656	円
年間支出合計	225,983,886	

収支 211,597,400 円 - 225,983,886 円 = △14,386,486 円

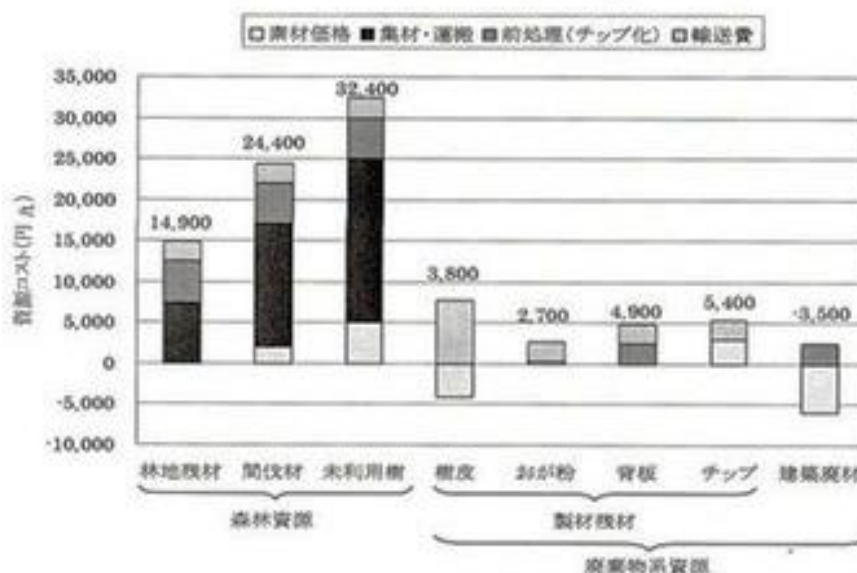
以上のコスト内訳では、収支はマイナス 14,386 千円/年となる。補助金を活用し、発電設備導入費の 2 分の 1 の補助を受けることができた場合でプラス 3,114 千円/年となる。

(2) 考察

以上の試算から、原木価格を 0 円とし、植林にかかる費用を抑えた計算でも、収支はプラスにはならない。2 分の 1 の補助金を活用した計算では、黒字化することができた。しかし、事業性を有するためには、固定買取期間が終了し、発電所を解体することになって、解体費用等を蓄えられるほどの収益が必要である。また、試算には、管理事務所やチップ保管庫等の建設費用やチップを燃焼炉に運び込むための機械等の導入費用は含まれていないが、これらの財源も必要である。

全国で木質バイオマス発電に利用されている燃料は、おおむね廃木材系のチップに限られていて、森林系はほとんど使われていない。その理由は、森林燃料の調達コストがあまりにも高いからである（「週刊環境ビジネスオンライン」2014 年 5 月 26 日号掲載）。廃木材系のチップのコストには、原木、伐出、集材・運搬にかかる費用は含まれない（下図）。

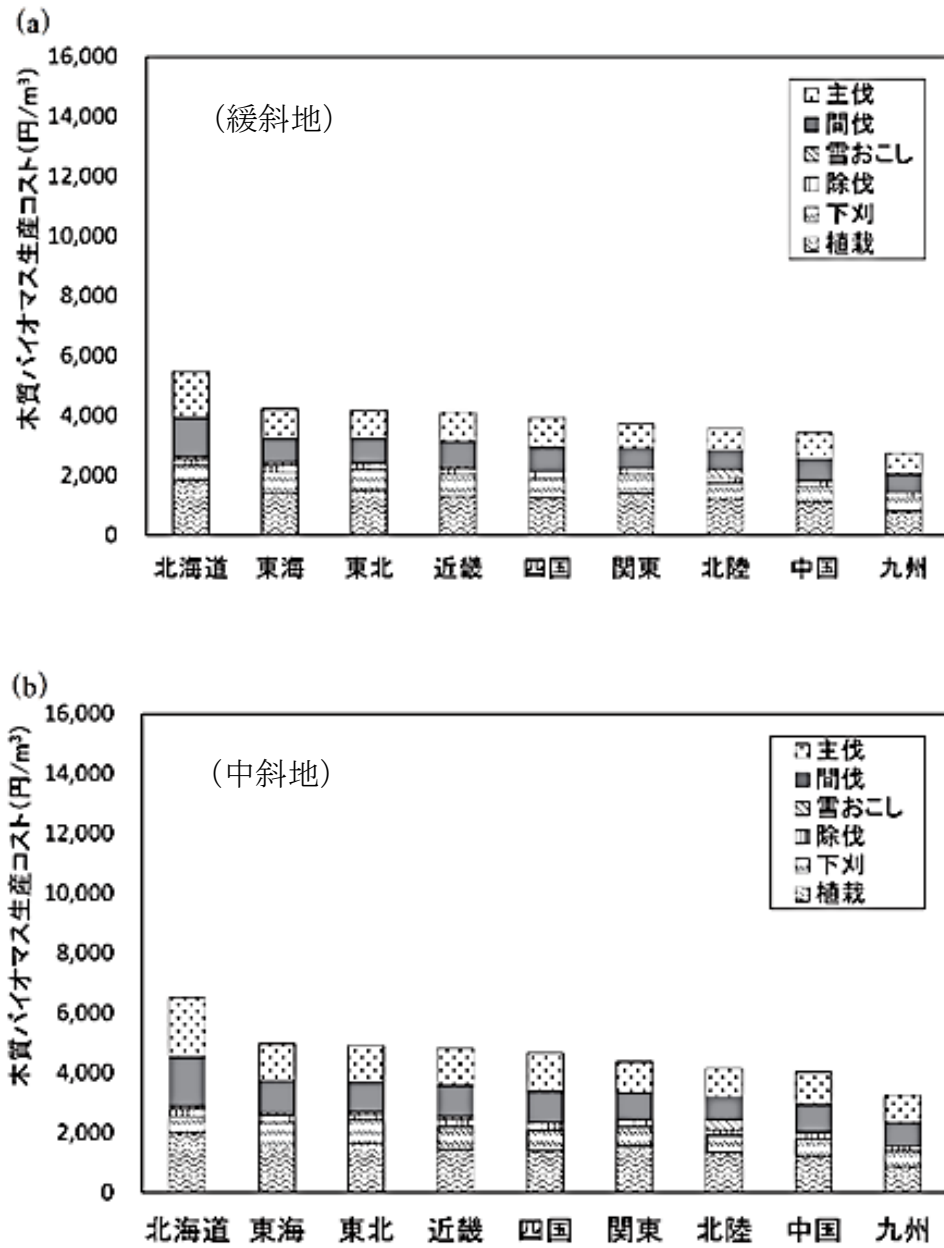
図表 72 木質燃料の調達コスト



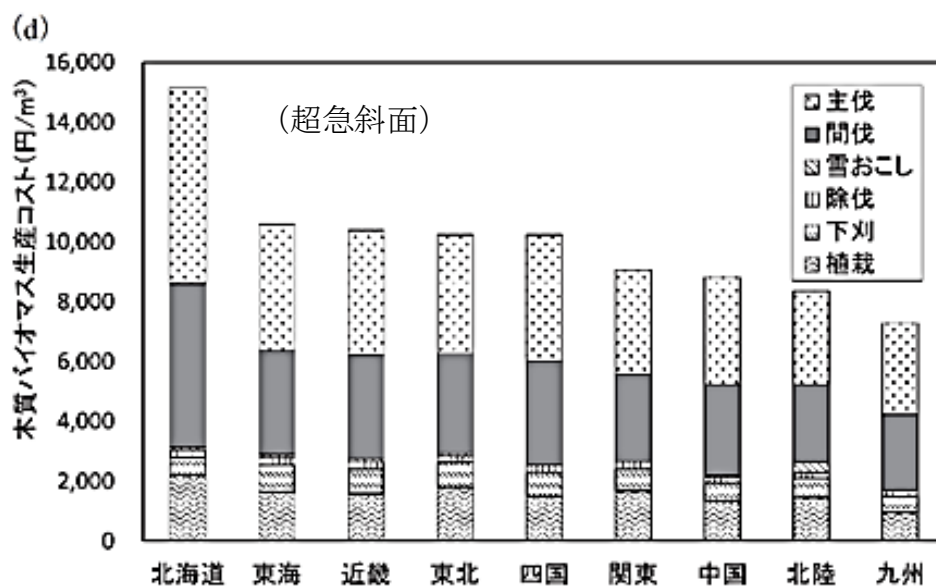
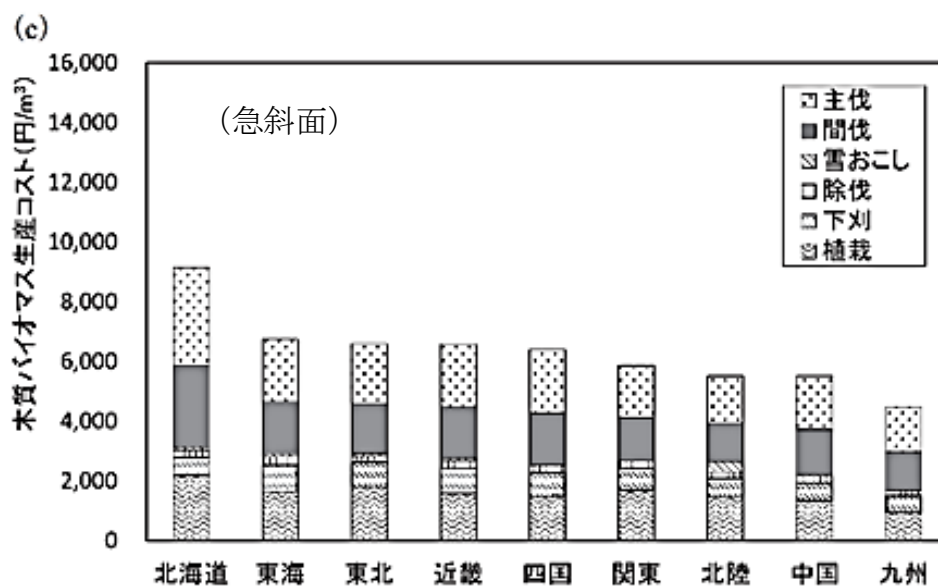
注) 樹皮と建築廃材でのマイナス分は廃棄物処理費に相当する。

出所) 『新エネルギー産業ビジョン』経済産業省検討会、2004年6月、p.137

図表 75 各土地傾斜条件別の地域別木質バイオマス生産コスト (a.緩斜地、b.中斜地)



図表 76 各土地傾斜条件別の地域別木質バイオマス生産コスト (c.急斜面、d.超急斜面)



5.3.4 今後の検討に向けて

事業性の検討にあたりクリアしておくべき課題は、次のとおり。

- ①森林経営計画の見直し、保安林伐採のための協議及び許可申請。
- ②伐出の担い手の確保
- ③伐出コストの確認
- ④チップ製造業者の確保
- ⑤確実な天然更新の実証
- ⑥固定買取期間（20年）経過後のこと（発電所撤去費用の確保）

③について、実際に村有林（スギ林又はヒノキ林）の皆伐・集材・運搬を委託により実施し、コストを把握する必要がある。その村有林が保安林である場合には、県との協議が必要となる。

④については、伐出した材のチップ化を製材業者に委託し、チップ化のコストを把握する必要がある。

⑤について、天然更新については既に論文がいくつもあるが、実際に南阿蘇村のスギ林伐採後の土地について、管理の程度と天然更新の進み具合との関係について、実験により把握しておく必要がある。特に民有林の原木を無償で提供を受ける代わりに村が管理するという条件があることから、「皆伐跡地が藪化している」と見られる状態にすることはできないため、皆伐後の下刈は必ず必要になる。

⑥について、木質バイオマス発電は他の再エネと異なり、燃料（バイオマス）調達に大きな人件費が発生することから、40円/kWで売電できなければ、発電事業を継続することはできない。従って、20年経過後の撤去等のための財源を確保しておくことはもちろん、撤去後の跡地の利用等についても検討しておく必要がある。

本試算では、民有林のスギ及びヒノキ林の40%を40年かけて伐採するという条件設定にしているが、発電事業が20年の場合は、20%しか伐採できないことになる。20年間で40%伐採する場合には、試算上の発電量700kWを1400kWとする必要がある。

以上のような課題を残していることから、事業計画を立てる前に課題それぞれについて検討又は実証を行っておく必要がある。

5.3.5 今後の木質バイオマス発電の導入について

南阿蘇村で木質バイオマス発電について 5.3.1～5.3.4 で検討した内容を踏まえ、今後の南阿蘇村への木質バイオマス発電の導入の可能性について検討する。

(1) ヨーロッパ方式のガス化発電システムの導入について

現在、2000kW 未満の規模で日本国内に導入されている木質バイオマス発電装置は、ほぼ全て不完全燃焼による熱分解ガス化方式のもので、ヨーロッパ製で 40～70kW 規模のガス化装置とガス発電機を複数台並列に接続したものが多い。使用できる燃料は、製紙用木質チップと同様の剥皮した切削チップか、皮付きのままの切削チップで、水分 10%wb 以下にしてからガス化装置に投入するようになっている。1000 kW 規模のガス化発電の場合、発電量 1000kW に対し、ガス化や発電機のエンジン廃熱が 2000kW 分 85℃程度の温水として発生する。このため、生の切削チップであっても発電設備に付設する乾燥設備で水分 10%wb 以下まで乾燥することができ、チップ乾燥に消費する熱量は排熱量の約半分の 1000kW 相当になる。まだ、1000kW 相当の 85℃の温水が残るのでそのまま温泉等での温水利用や、食品類の乾燥や、燃料用木質チップ等の乾燥に利用することができる。

5.3.3 人工林を燃料としたバイオマス発電の事業性の発電コストの部分を見ると、年間に 33.5ha を伐採し、この木質チップを活用して 700kW の発電規模の木質バイオマス発電を行い、売電量が 5,289,935kWh/年の計画である。2000 kW 未満の未利用材による木質バイオマス発電の FIT 購入価格は 40 円/kWh であり、売電のみによる収支計算だと年間 1,439 万円の赤字になるが、発電設備に 1/2 補助ができれば 311 万円の黒字になるとの試算結果である。売電量 1kWh 当たりの赤字額は 2.72 円/kWh であり、切削チップの購入価格が約 26.4 円/kg (乾燥) の設定で、所要経費の内木質チップ関係の購入費 (再生費含む) が支出全体の 61.7%を占める。現状の 2000kW 未満の未利用材による木質バイオマス発電のチップ購入価格が 20～24 円/kg (乾燥) であることからすると、木質チップの生産コストの低減化が課題であり、発電のみではなく発電廃熱の利用による収益増も検討する必要があることがわかる。高性能林業機械をレンタルやリースして木材収集コストの低減を図るなどの方策の検討も必要と考えられる。

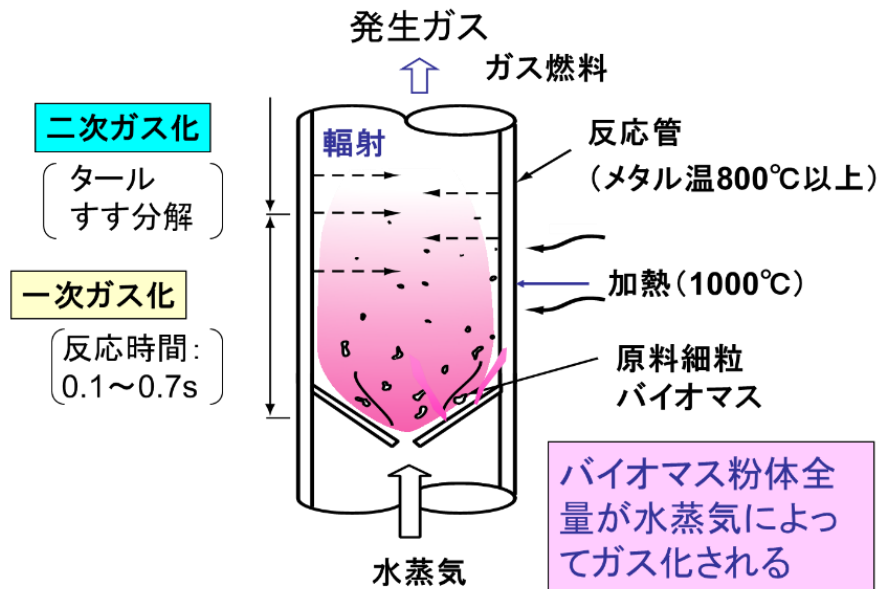
(2) 国産のガス化技術による木質バイオマス発電の導入について

農林水産省では国産のバイオマスガス化技術を実用化するため、木質バイオマスだけではなく、稲わらやモミガラなどの農作物残さや、ススキやソルガム、エネルギー作物もガス化できる技術として、長崎総合科学大学の坂井教授らが開発したバイオマス原料の浮遊外熱式ガス化法に着目し、ガス化発電を手始めに (農林バイオマス 3 号機)、バイオメタノールの化学合成から最終的にはバイオエタノールの化学合成までの技術開発を行った。

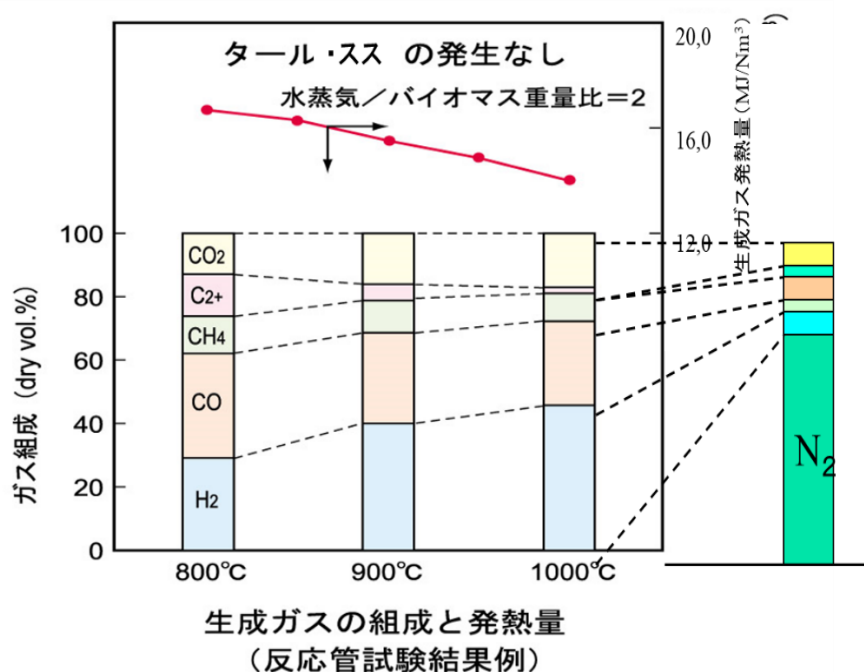
1) 浮遊外熱式ガス化法の原理

浮遊外熱式ガス化法（図表 77 浮遊外熱式ガス化法の原理）は長崎総合科学大学の坂井らによって開発された新しいガス化方式である。ガス化反応管を別に設ける燃焼炉で加熱し、内部温度を 800～1000℃に維持し、8mm 以下の細粒バイオマス（粉体含む）を常圧の加熱水蒸気と接触反応させ、 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_2 などの可燃性ガスを発生させるガス化方式である。内部燃焼が無いため、発生ガス中の可燃性成分は 80%以上で発熱量が 13～17MJ/Nm³と高い。冷ガス効率は 75%と高く、50kW の小型システムでも総合発電効率は 21%を超えていた。ガス化温度とガス組成の関係を図表 78 に示す。反応温度が 800℃から 1000℃に上昇すると水素濃度が高くなることわかる。

図表 77 浮遊外熱式ガス化法の原理



図表 78 浮遊外熱式ガス化法でのガス組成



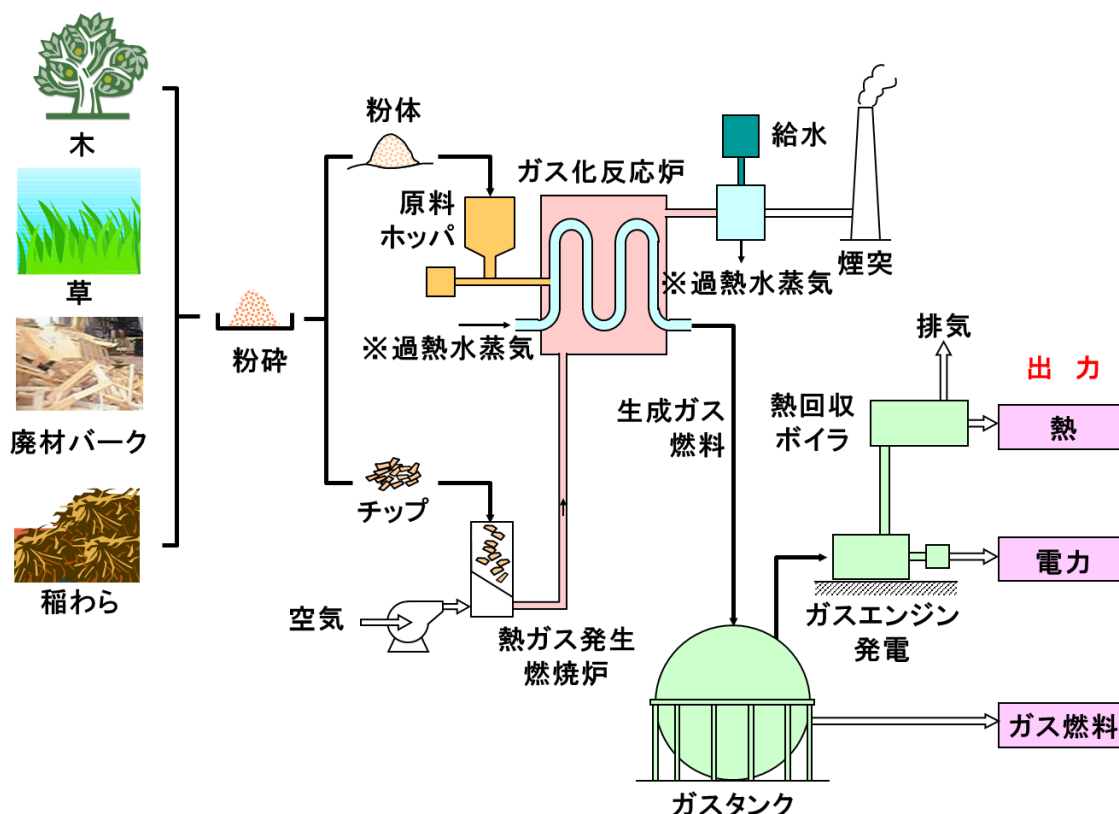
浮遊外熱式ガス化方式

不完全燃焼方式

2) 農林バイオマス 3号機のシステム

農林バイオマス 3号機のシステムを図表 79 に示す。ガス化原料は木材（樹皮、枝葉含む）、ススキなどの草、建築廃材、稲わら等の農作物残さを水分 15%wb 程度に乾燥し、8mm 以下の細粒に粉砕したものである。粉砕粒度が細かいほど水素濃度が高くなる。ガス化部分は浮遊外熱式ガス化炉と炉を加熱するための燃焼炉と、水蒸気発生炉、ガスの精製装置や灰出し装置、ガスの貯蔵タンク、発電設備等で構成される。発電の場合は、ガス化原料用のバイオマスと外熱用の熱ガス発生用のバイオマス比率はそれぞれ 50%ずつであり、使用バイオマス（ガス化炉分と燃焼分の合計）1kg（乾物）で 1kWh の発電が可能である。本システムは開発者が会長を務めるバイオマスエナジー株式会社で製造販売されており、発電規模 500kW（売電 450kW、年間稼働時間 8,000 時間）である。

図表 79 農林バイオマス 3号機のシステムフロー



3) 発電コストの概要

2021年6月時点での500kW級農林バイオマス3号機システムの損益分岐点は、乾燥バイオマス1kgから1kWhの発電が可能なので、売電価格－原料価格（乾燥物）>20円/kg（乾燥）となっている。ここで、FITを利用する売電する場合、ガス化燃料はFITの材料指定の制約を受けるが、制度上外熱用のバイオマスについて制約は無い。これは、ガス化原料価格（未利用材）と外熱用原料価格（廃棄物系）の平均値が発電プラントでの原料価格となるということで、外熱用のバイオマスには建築廃材や支障木などの逆有償の廃棄物の破砕物を利用できるため、多少未利用材の購入価格が高くとも平均の原料価格を下げることは可能である。仮に、未利用材チップの購入価格が28円/kg（乾燥）、建築廃材チップの購入価格が4円/kg（乾燥）とすると、平均の原料価格は16円/kg（乾燥）となり、売電による利益は4円/kWhとなる。また、発電廃熱は1,000kW相当発生するので、チップ乾燥を除いて500kW相当の熱が利用できる。なお、本システムではヨーロッパ製のガス化発電装置では利用できない枝葉等もガス化原料として利用できる。将来的に、高性能林業機械が導入されれば枝葉も集まって発生するので、現在捨てている枝葉もバイオマス資源として活用することが可能になると考えられる。

5.3.6 再エネ水素等の導入について

太陽光発電や木質バイオマス発電等の余剰電力を用いた水の電気分解法による水素生産や、木質バイオマス等の熱分解ガス化法による水素生産の可能性について調査した。

(1) 電気分解による水素生産

電解水素製造については、福島県浪江町で 10MW 規模の太陽光発電設備で電解水素生産の実証試験が開始されている。日本エネルギー経済研究所の柴田氏の「国内再生可能エネルギーからの水素製造の展望と課題（2016.6）第2回 CO₂フリー水素ワーキンググループ 水素・燃料電池戦略協議会」の資料によると、現在の電解法による水素生産技術では、1Nm³の水素を生産するためには最低でも 5kWh の電力を消費するため、電力料金だけで 100 円/Nm³ を超える可能性がある。この他に設備の固定費や人件費もかかるため、仮に 15 円/kWh だとしても水素価格を 100 円/Nm³ 以下にするためには、電解設備の稼働率を 50%以上確保する必要があるということである。したがって、余剰電力方式ではなく安定部分電力も併用する設備が必要である。また、太陽光発電のみでは専用施設としても稼働率 50%は確保できないため木質バイオマス発電の夜間電力等との組合せにより電解設備の稼働率の向上を図る必要がある。なお、水素の低コスト生産に向けては適正規模の観点も検討する必要がある。

再エネ水素の利用先としては燃料電池車などの直接エネルギー利用がまず検討されているが、水素自体は化学合成の原料としても使用されている。経済産業省を中心に 1980 年代から C1 化学プロジェクトが進められ、この中でバイオマスを熱分解ガス化(シンガス)し、ガス中の水素と一酸化炭素からメタノール (CH₃OH) などを化学合成する研究が行われた。農林水産省ではこの研究成果の中から、長崎総合科学大学の坂井教授らが開発したバイオマス原料の浮遊外熱式ガス化法に着目し、ガス化発電を手始めに(農林バイオマス 3 号機)、バイオメタノールの化学合成から最終的にはバイオエタノールの化学合成までの技術開発を行った。

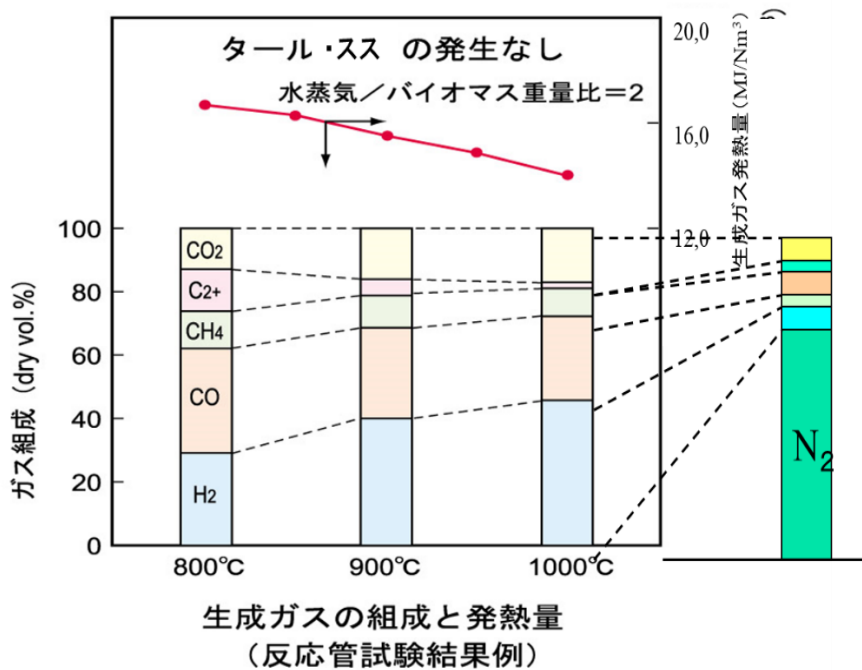
現在国内で 2000kW 未満の木質バイオマス発電は不完全燃料タイプの熱分解ガス化では、発生ガス中の可燃性ガスは CO、H₂、CH₄、C₂H₂ であり、CO は H₂ の 2 倍程度発生する。これに対し、浮遊外熱式ガス化法では H₂ が CO の約 2 倍発生するという特徴があり、H₂ 濃度は発生ガスの 35~50%程度である。ガス中の水素は、ゼオライトなどを用いた PSA 装置(ガスを圧縮してゼオライトに吸着させ、減圧して H₂ だけを取り出す装置)や、バナジウムやバナジウム合金製の分離膜などにより H₂ だけを通過させ分離濃縮することが可能である。この浮遊外熱式ガス化法では、バイオマス原料は乾燥木質チップだけではなく木の枝葉や樹皮、稲わら、モミガラなどの農作物残さや、ススキなどの野草もガス化できるという特徴があり、南阿蘇村に賦存するバイオマス資源を十分に活用できる。また、ガス化規模は乾燥材料で 150~450kg/時と比較的小型なシステム構成が可能である。

(2) 木質バイオマス等の熱分解ガス化（農林バイオマス 3号機）による水素製造

浮遊外熱式ガス化法（前出）は長崎総合科学大学の坂井らによって開発された新しいガス化方式である。ガス化反応管を別に設ける燃焼炉で加熱し、内部温度を 800～1000℃に維持し、8mm 以下の細粒バイオマス（粉体含む）を常圧の加熱水蒸気と接触反応させ、H₂、CO、CH₄、C₂H₂ などの可燃性ガスを発生させるガス化方式である。内部燃焼が無いため、発生ガス中の可燃性成分は 80%以上で発熱量が 13～17MJ/Nm³ と高い。冷ガス効率は 75%と高く、50kW の小型システムでも総合発電効率は 21%を超えていた。ガス化温度とガス組成の関係を図表 80 に示す。反応温度が 800℃から 1000℃に上昇すると水素濃度が高くなることからわかる。前出した農林バイオマス 3号機のシステムから発生する水素を濃縮利用する場合は、ガスタンクの次に水素の分離濃縮装置を設置し、余ったガスはガスエンジンに回し発電することになる。発電の場合は、使用バイオマス（ガス化炉分と燃焼分の合計）1kg（乾物）で 1kWh の発電が可能である。生成ガスの発生量は使用バイオマス 1kg（乾物）で約 0.9Nm³ 程度である。1000℃のガス化温度の場合、使用バイオマス 1kg（乾物）の水素の発生量は 0.45Nm³ であり、電解水素製造での消費電力は 2.25kWh 相当となる。

ガス化発電方式として比較すると、木質チップの熱分解ガス化方式より粉砕工程が必要な分設備コストは高くなる。一方で、バークや枝葉など未利用の安い原料も燃料として利用できるため、木質チップ以外の原料を使用できれば低いランニングコストで回収できることになる。

図表 80 浮遊外熱式ガス化法でのガス組成（再掲）



浮遊外熱式ガス化方式

不完全燃焼方式

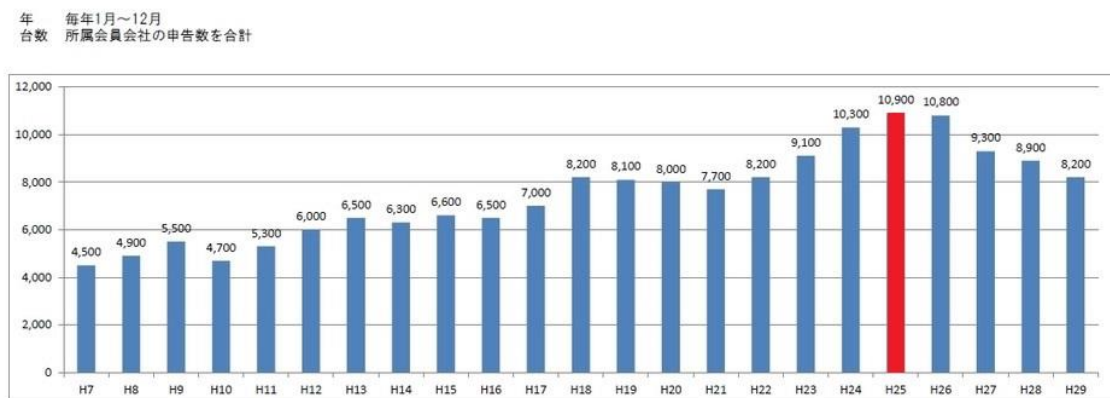
5.4 薪ストーブの普及啓発方法の検討

今回、村内の家庭に薪ストーブを供給している薪ストーブ事業者等にヒアリングを行い、村内における薪ストーブの普及に関する現状及び課題を調査した。この結果を元に、今後の薪ストーブ普及のシナリオや施策案を検討し、地域への経済効果も検証した。

5.4.1 薪ストーブ需要の推移

全国的な傾向として 1995 年以降、販売台数は右肩上がりに増加してきたが 2013 年の 10900 台（日本暖炉ストーブ協会調べ）をピークに減少に転じている。

図表 81 国内の薪ストーブ販売統計




出所) 一社 日本暖炉薪ストーブ協会 薪ストーブ販売統計

5.4.2 薪ストーブの種類

薪ストーブの主な種類は以下のものが挙げられ、販売事業者が主に取り扱っているものはスチールストーブと鋳鉄ストーブ。各ストーブの特徴は図表 82 の通り。

図表 82 薪ストーブの種類と特徴

種類	特徴
スチールストーブ	<p>3～6mm 厚の鋼板をコンピュータ操作で容易に曲げ加工、溶接でき、デザイン性が高い。熱しやすく冷めやすい。別荘など使用時間や頻度がある程度限られ、短時間で効率よく楽しむ場合に適する。一般的に鋳鉄に比べ蓄熱性は劣る。</p>  <p>出所) ダッチウエストジャパン https://www.dutchwest.co.jp/</p>

<p>鋳鉄ストーブ</p>	<p>鋳型に溶かした鉄を流し込んで型を作るため曲線などデザイン性が高く、蓄熱力が高い。大量生産向き。熱しにくく冷めにくい。自宅等の主暖房として使用する場合に適する。製造時にできる細かい空隙により蓄熱性が高い。</p>  <p>出所) アンデルセンストーブ https://www.andersen-stove.jp/</p>
<p>ストーンストーブ</p>	<p>天然石と人工石のものがああり、石を加工して本体に取り付ける。鉄製薪ストーブより蓄熱力が高い。天然石は一台ごとに模様が異なり、重厚で高級感や優雅さがある。高温に強く、蓄熱性が高い。天然石はソープストーン、サンドストーンが多く使われている。</p>  <p>出所) 株式会社くぬぎの森 https://kunuginomori.com/index.php</p>
<p>その他 (メイスンリ・ヒーター、ペチカなど)</p>	<p>石やレンガ、タイルなど組んで作ったもの。レンガやタイルは、素材自体が魅力的で、蓄熱力が極度に高い薪ストーブの外皮素材として用いられ、多くの場合、外皮と中身が同じ素材でできている。石材に蓄えられた熱は鉄と比較して熱しにくく冷めにくいいため、柔らかな放射熱が室内にゆっくりじんわり長時間続く。</p>  <p>出所) Temp-Cast https://tempcast.com/</p>

5.4.3 南阿蘇村における薪ストーブ設置補助金制度

(1) 概要

南阿蘇村では、平成 23 年度よりカーボンニュートラルな暖房燃料活用の為の薪ストーブ、薪ボイラー、かまどの設置費用補助制度（バイオマス燃料燃焼機器設置事業補助金）を設けて、村内での環境にやさしい暖房設備の普及を図ってきた。平成 25 年度で一度、この補助制度は終了となったが、令和 2 年度に補助金制度を再開し、村内での薪ストーブ普及、薪使用量拡大に継続して取り組んでいる。補助の対象と補助額については、平成 23 年度が個人もしくは区などを対象に、個人が費用（薪ストーブ等燃料燃焼機器の本体及び煙突資材の購入費）の 2 分の 1 以内で上限 10 万円、区などが費用の 2 分の 1 以内で上限 20 万円であった。令和 2 年度では、対象を個人のみとして、費用 2 分の 1 以内で上限 10 万円となっており、1 年間あたりの補助金申請数として 10 件程度を想定している。

(2) 実績

平成 23 年度から開始した補助金事業での実績として平成 23 年度が 12 件（合計 1,200,000 円）、平成 24 年度が 10 件（合計 1,000,000 円）、平成 25 年度が 9 件（合計 850,000 円）であった。また、現行の補助金制度についても令和元年度が 7 件、令和 2 年度が 15 件と一貫して、毎年一貫して 10 件程度の利用申請が行われていることから、この補助金制度は村内での薪ストーブ普及に少なからず役立っていると思われる。

また、補助金制度を実施していなかった平成 26 年度～平成 31 年度についても、10 代前後の薪ストーブが村内で導入されていたと考えられることから、この 10 年ほどで約 100 台は村内で薪ストーブが増えたことになる。

図表 83 年度別の補助金交付実績

補助金	年度	補助金交付実績
平成 23 年補助金	平成 23 年度	12 件
	平成 24 年度	10 件
	平成 25 年度	9 件
令和 2 年補助金	令和元年度	7 件
	令和 2 年度	15 件

5.4.4 薪ストーブ事業者等へのヒアリング

村内の家庭に薪ストーブを販売している薪ストーブ事業者にヒアリングを行い、村内における薪ストーブの普及に関する現状及び課題、さらに将来普及させるための課題等について調査を行った。

(1) ヒアリング先

(株) くぬぎの森、MdiA (エムディエ)、ランチ&カフェ阿里美、焚き火屋火心の4件。

(2) ヒアリング結果

1) 村内の薪ストーブ推定台数

ヒアリング事項	ヒアリング結果			
村内での累計販売台数	1～20台	2件	21～40台	0件
	41～60台	0件	61～80台	1件
	81～100台	0件	100台以上	1件
	合計 約170台			

以上の結果より、村内の薪ストーブの推定台数として、ヒアリングにご協力頂いた販売事業者4件以外から購入している所もあることから200台前後はありと予想される。

2) 薪ストーブ販売店での薪の取り扱い

ヒアリング事項	ヒアリング結果
薪の販売	有り 2件 (どちらも広葉樹のみ取り扱い) 無し 2件

取り扱い「有り」が2件、「無し」が2件であった。有りの2件はどちらも広葉樹のみの取り扱いで、販売用に大量にストックしてある訳ではなく、自分らの家・店舗で使用する分とあわせて多めに用意した分を販売している程度だった。その為、ひと月分など一定量以上の薪を入手する場合や、針葉樹を購入する場合は、薪販売専門店に注文するということが多いと思われる。

また、薪ストーブ購入者と一緒に薪をつくることもしているという回答もあった。

3) 薪ストーブ販売の推移

ヒアリング事項	ヒアリング結果
ストーブ販売傾向	増加傾向 3件

	減少傾向	0 件
	増減なし	1 件 (2013 までは増加、以降は一定)

上記図表 81 の全国の販売台数の推移では 2013 年 (H25 年) までは増加、以降は減少傾向となっているが、南阿蘇村では、増加傾向が 3 件、変化なしが 1 件であった。熊本地震や新型コロナウイルスの影響で一時的に売れ行きが落ちることもあるとのことだったが、全体的な傾向として村では増加傾向にあると言える。村内での購入者の多くは移住者で、昔はそれ程村内での需要はなかったとのことから、図表 84 の様に、平成 28 年の熊本地震以降も変わらず一定数の移住者がいることが、薪ストーブ販売数増加の一因となっていると考えられる。

図表 84 南阿蘇村の人口の推移

	17年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度
人口 (男)	5,954	5,897	5,816	5,806	5,736	5,682	5,725	5,675	5,649	5,597	5,569	5,274
(女)	6,274	6,287	6,275	6,248	6,230	6,193	6,212	6,220	6,160	6,104	6,050	5,715
(男女)合計	12,228	12,184	12,091	12,054	11,966	11,875	11,937	11,895	11,809	11,701	11,619	10,989
世帯数	4,226	4,296	4,321	4,401	4,423	4,470	4,575	4,620	4,659	4,718	4,744	4,522
転入者数	542	546	500	531	465	483	571	505	465	464	482	326
転出者数	531	537	509	476	463	504	432	500	484	474	479	830
出生者数	88	79	80	80	68	79	81	71	85	75	72	55
死亡者数	167	140	163	178	167	161	156	151	147	173	159	180
65歳以上人口	3,565	3,633	3,645	3,651	3,631	3,625	3,705	3,840	3,948	4,042	4,127	4,095
高齢化率(%)	29.15	29.82	30.15	30.29	30.34	30.53	31.04	32.28	33.43	34.54	35.52	37.26

	29年度	30年度	令和元年度	2年度
人口 (男)	5,164	5,051	5,016	5,014
(女)	5,560	5,462	5,371	5,311
(男女)合計	10,724	10,513	10,387	10,325
世帯数	4,479	4,493	4,563	4,627
転入者数	360	556	602	398
転出者数	512	693	615	331
出生者数	48	73	34	58
死亡者数	159	147	155	147
65歳以上人口	4,156	4,234	4,277	4,348
高齢化率(%)	38.7	40.27	41.17	42.11

※上記は届出日を基準としており、各年度末の3月31日の値です。(令和2年度なら令和3年3月31日)
 ※平成24年度数値から 住基法改正により外国人数も含まれています。

出所) 南阿蘇村役場住民福祉課「人口統計表」

4) 薪ストーブ導入費用

ヒアリング事項	ヒアリング結果
ストーブ設置の初期費用	平均的な本体価格 : 30~40 万円 平均的な設置工事費 : 50~60 万円 平均的な設置費用総額 : 80~120 万円

薪ストーブ本体は、メーカーや材質、サイズで価格は大きく異なり、10 数万円のものから 60 万円以上のものまでである。これに本体設置や煙突工事の費用などが加わり、総額としては、おおよそ 100 万円を見ておく必要がある。また、販売事業者によって取り扱い製品や価格帯に違いがあり、競争を避け、うまく棲み分けされている。

5) メンテナンス費用

ヒアリング事項	ヒアリング結果
メンテナンス費用	煙突掃除：1.5～3万円（平均 約2万円） その他：0～数千円

薪ストーブの維持費の主なものとして、煙突掃除費がある。薪ストーブユーザー個人でも作業は可能だが、屋根に上る作業などもあり高齢者などには困難な為、専門業者（薪ストーブ販売事業者）に頼むケースが多い。また、その他の部品交換等については、使用方法が適切であれば数千円程度だが、使い方が良くない場合はオーバーホールなどで10万円を超える場合もあるなど、ユーザーの使い方次第で変わってくる。

6) 購入者層と購入動機

ヒアリング事項	ヒアリング結果
購入者の多い年齢層（購入きっかけ）	30代、40代（住居新築） 3件 60代、70代（定年後の楽しみ） 2件 50代（趣味） 1件 ※複数回答可

購入者として最も多いのが30代、40代の住居新築による導入。次いで60代、70代の定年後の楽しみとしての導入という結果であった。どちらも移住者の割合が高いとのことだった。移住者の購入率が高い理由としては、地元住民は昔から阿蘇の寒さに順応した生活を送って来ている為、今更、屋根や壁を工事してまで薪ストーブを設置するの必要性を感じない。一方、これから阿蘇の寒さに適した環境を整えていく新しい住民は、単に暖房器具としてだけでなく、田舎でのスローライフのシンボルとしても薪ストーブを購入することなどが考えられる。

7) 薪の入手方法

ヒアリング事項	ヒアリング結果
ストーブ購入者の薪入手方法	自己調達：4～5割 購入：5～6割

以上より、自己調達と購入がほぼ半々で、若干購入する方が多いという結果となった。薪を購入する場合、ひと月で3万円を超えることもある為、経済的に余裕がないと難しい。一方、自己調達となると薪の原料集めから、運搬、薪割作業などかなり労力がかかる為、高齢者らにとっては厳しい。

8) 薪ストーブ販売の営業方法

ヒアリング事項	ヒアリング結果			
主な営業方法	口コミ	4件	ホームページ	2件
	SNS	1件	タウンマップ	1件
				※複数回答可

HP や SNS を利用している所もあるが、どの販売事業者でも購入者の多くが口コミで実際に店舗に足を運んで購入に至るとのことだった。高価な買い物である為、購入者に実際に足を運んでもらって現物を確認してもらっただけでなく、購入者と販売者双方が今後も長く付き合っていけるかどうか判断するという意味でも来店店店の意義は大きく、専門店として購入者の知らない情報提供もできるといった利点もある。

9) 顧客からの相談やクレーム

ヒアリング事項	ヒアリング結果	
顧客からの相談、クレーム等	日常の使用方法	2件
	メンテナンス、掃除	2件
	薪の入手方法と購入先	2件
	他店購入品の設置依頼	1件
	DIY での施工不良対応	1件
	風による煙の逆流	2件
	鳥の侵入対処	1件
		※複数回答可

多いのは薪ストーブの日常の使用とメンテナンス・掃除に関する事、それと薪の入手に関する相談とのことだった。他に、インターネットやホームセンター等で購入した薪ストーブの設置依頼や DIY による施工不良対応、強風時の煙の逆流や煙突内への鳥の侵入対処の依頼もあり、近年増えたものとして住宅の高気密化による逆流などの相談があるとのことだった。

10) 薪ストーブ普及へむけての要望

ヒアリング事項	ヒアリング結果
普及へ向けての要望	<p><村の補助金関連></p> <ul style="list-style-type: none"> ・予算上限により申込可能人数に限られるのであれば、補助額を引下げて多くの人が申込みできるようにした方が良い ・どの程度申請者がいるかわからないが、もっと認知されるよう積極的に PR してもらいたい ・新規購入時のみでなく入れ替えの際などにも補助金申請

	<p>できるなど幅を持たせて欲しい</p> <ul style="list-style-type: none"> ・補助金利用者への購入後のアフターフォロー <p><薪の入手関連></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーの一番のネックは、薪の入手だと思うので村も薪ストーブ普及を後押ししているとう PR も込めて村営薪ステーションなどを設置して貰えるとよい ・薪ストーブ購入者の半数は 60 代、70 代と高齢で、薪を自分で集めることは難しい。この薪入手の問題をまず解決して欲しい ・薪購入の補助金やクーポンなどがあると良い ・薪の原料として丸太を買い取ってくれる所があると山の管理にもつながる <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> ・薪ストーブ利用の啓発・PR 活動としてイベント (例 KBF の薪割りイベント) の数を増やし、薪と触れる機会を設け、より身近に感じてもらう
--	--

普及へ向けての要望としては、主に補助金に関するものと薪の入手に関するものが多く聞かれた。補助金については、特に現状のままでも構わないという声もあった。

今回、どのヒアリング先からも薪ストーブ購入の最初のハードルは薪の調達という声が聞かれ、この薪入手の課題を解決することが薪ストーブ普及の第一歩になると思われる。

11) 薪ストーブ業界全体の現状と課題

ヒアリング事項	ヒアリング結果
業界全体の現状と課題	<p><販売事業者増加に関して></p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の販売事業者が急増している。これまで外注していた大工や工務店も自ら販売設置するようになり、自称含め 1000 件を超える ・知識と施工技術習得を目指し、一般社団法人日本暖炉ストーブ協会が JFSA 認定技術者という資格認定制度を設けているが、法的に必要な資格ではない為、認定を受けている所は少なく、また協会もさほど門戸を開いていない ・ストーブの販売はするが設置は行わない、または、本体の据え付けまでは行うが屋根作業 (煙突工事) はやらないといった事業者もいて、利益の少ないやっかいな作業が専門店に回ってくる ・様々な国の色々なタイプの薪ストーブが購入できる様になったことで、メンテナンスの為の新たな知識や技術の習得にかかる労力も増えた <p><薪ストーブに対する認識に関して></p> <ul style="list-style-type: none"> ・薪ストーブを普及しすぎると公害や近隣住民からのク

	<p>レーム増加などの懸念も出てくるため、排ガス排煙対策（二次燃焼装置の義務化など）も考える必要がある</p> <ul style="list-style-type: none"> ・煙突から出る煙に対する理解（カーボンニュートラルなど）を深めて欲しい。その為には専門家（販売事業者など）と協力した啓蒙活動など大事だと思う ・ただただ数を増やせばいいということではなく、薪ストーブやCO2削減について正しい知識を持ち、適切に薪ストーブを使用できる薪ストーブユーザーの拡大を望む ・全国的に見て、以前、経産省が薪ストーブ普及に力を入れていた頃からするとかなり下火になっている。村で本気で普及を目指すならしっかり後押しする政策が必要 ・薪ストーブは富裕層の嗜好品と考えている人が多く、これを一般家庭に普及するにあたっては北海道や東北などの寒冷地のように生活必需品という所に変える努力が必要
--	--

業界の現状については、近年の薪ストーブ需要増加に伴い販売事業者も乱立状態で、更にインターネット通販や昨今のDIYブームによりホームセンターで購入したものを自分達で設置する所も増えるなど、薪ストーブ導入の敷居はある程度下がっている。しかし、素人設置によるトラブルや、設置後の使用方法に対する知識不足による故障なども増えていることから、村内での導入台数を増やす上で薪ストーブに対する理解の向上も併せて行う必要がある。

12) 薪ストーブの魅力について

ヒアリング事項	ヒアリング結果										
薪ストーブの魅力	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">心と体が温まる</td> <td style="text-align: right;">3件</td> </tr> <tr> <td>心の平穏・安心・ゆとり</td> <td style="text-align: right;">2件</td> </tr> <tr> <td>火を焚くことが楽しい</td> <td style="text-align: right;">2件</td> </tr> <tr> <td>スローライフに合う</td> <td style="text-align: right;">2件</td> </tr> <tr> <td>薪づくりが楽しい</td> <td style="text-align: right;">1件</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">※複数回答可</p>	心と体が温まる	3件	心の平穏・安心・ゆとり	2件	火を焚くことが楽しい	2件	スローライフに合う	2件	薪づくりが楽しい	1件
心と体が温まる	3件										
心の平穏・安心・ゆとり	2件										
火を焚くことが楽しい	2件										
スローライフに合う	2件										
薪づくりが楽しい	1件										

どの販売事業者からも心が温まる、心が安らぐといった「心」に関する話が多く聞かれた。現在、新型コロナウイルスにより日常的に大きなストレスを感じる事が多くなったことや、キャンプなどのアウトドア人口の増加やスローライフへの関心の高まりも相まって、以前に比べ「火を起こす」機会が増えている。一件のヒアリング先からは薪ストーブの魅力として、「4度楽しめる」という意見があった。一つは「火を起こす」こと。次は「薪を集める」、そして、「薪を割る」、最後に「暖かい料理を味わう」とのこと。ネットで注文して即日配達される世の中において、この一連の手間も労力もかかる作業を敢えてすることが本来人間の持つ働くことで感じられる喜びになるのかもしれない。また、この火を起こすという行為は、単に非現実的な行為（場面）や炎のゆらぎを見ることにより、ス

トレスから開放されるということだけではなく、人間が大昔から行ってきた生活の一部として火を起こす、火を扱うという行為による安心感も与えてくれると思う。

5.4.5 普及シナリオ

上記のヒアリング結果を踏まえ、村内における薪ストーブの普及啓発方法や導入促進策シナリオを検討した。

薪ストーブ販売事業者へのヒアリングにより「薪の調達」がこれまでの薪ストーブ導入における一つの障害になっていることが明らかとなったことから、まずはこの問題を解決する方法を考える。これと別の問題として、南阿蘇村では担い手不足などから、山林の管理が行き届かない所が増えているといったことがある。この2つの課題を同時に解決する手段として、管理が難しくなっている山林の木々を薪原料に供給できる仕組みをつくり、薪の地産地消を目指す。現在、薪ストーブ導入については、地元住民より移住者が導入する可能性が高く、一方、薪の原料となる木材の入手は地元住民の方が圧倒的に得意な状況がある。その為、薪原料の入手から消費者への薪供給までを村内で完結して安定供給できる様になれば、地元住民、移住してきた住民双方にとってもメリットが生まれる。

次に住民の薪ストーブへの関心と知識（脱炭素等）向上を目指す。これまでは、「薪ストーブ＝嗜好品・贅沢品」というイメージが強く、寒冷地を除き、広く一般家庭には普及してこなかった。しかし、現在は、地球温暖化や各地で頻発する大災害による教訓やスローライフへの注目の高まりなどから、電気を使わない生活に人々が関心を持つような時代になりつつある。この状況の中で、薪ストーブを嗜好品から生活必需品という認識に変えることができれば、更なる普及が見込まれる。そのきっかけづくりとして、薪ストーブについての情報発信や啓蒙活動、薪に関するイベントの開催（例 KBF 主催の薪割りイベント）を定期的に行うなど、薪や薪ストーブに接する機会を増やす。

最後に、村の補助金制度の周知と補助金適用範囲の拡大により、補助金利用を促す。

(1) 施策案

- ① 補助金の利用拡充（補助上限を下げ、申請枠を広げるなど）
- ② 薪ステーションの立ち上げ・運用
- ③ 定期的な薪・薪ストーブ関連のイベント開催と情報発信
- ④ 補助金制度の周知と利用者枠の拡大（※要検討）

村役場と関係事業者などで上記①～③について協議を行い、村、住民、事業者にとって最善の方法を検討していく。

(2) 地域経済効果

南阿蘇村での薪ストーブ導入により生じる経済効果について、以下のように整理す

る。

1) 薪ストーブ販売

村内での販売台数は前述のとおり、平成 23 年 12 台、平成 24 年 10 台、平成 25 年 9 台、令和元年 7 台、令和 2 年 15 台と毎年 10 台前後販売されており、村内での台数は少しずつ増えていることが分かった。直近の傾向としては、令和元年 7 件、令和 2 年 15 件と増加傾向にある。全体の台数から見ると、まだ村内普及率はそれほど高くない状況であることから、今後も年間 10～20 台程度の導入が見込まれるとすると、上記ヒアリングの結果より、薪ストーブ販売価格は工事費込みでおおよそ 80～120 万円であったことから、平均して 100 万程度とした場合、年間で 10～20 台×100 万円＝1,000～2,000 万円の消費につながる。

補助金	年度	補助金交付実績
平成 23 年補助金	平成 23 年度	12 件
	平成 24 年度	10 件
	平成 25 年度	9 件
令和 2 年補助金	令和元年度	7 件
	令和 2 年度	15 件

2) 薪ストーブのメンテナンス費用

現時点での村全体の薪ストーブ台数が 200 台であり、今後、毎年 20 台増えたと想定して、ヒアリングによる年間メンテナンス（煙突掃除含む）費用が平均 2 万円、毎年薪ストーブユーザーの半分がメンテナンスを外注したとすると、村内台数 220 台の時 ⇒110 台×2 万円／台＝220 万円、村内台数 300 台の時 ⇒150 台×2 万円／台＝300 万円となる。年間 300 万円を超えるようになると 1 人、2 人の新たな雇用につながる可能性がある。

3) 薪の購入量と購入金額

南阿蘇村での 1 年間の薪購入量について、NPO 法人九州バイオマスフォーラム（以下、KBF）での薪販売売上げデータ（2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 年）を参考に、1 件あたりの 1 年間の薪の平均購入量および平均購入金額を算出した。

購入件数（個人、団体含む） 南阿蘇村の顧客数：31 件
南阿蘇村の顧客全体の薪購入量は、広葉樹：48.8 m³ 針葉樹：65.4 m³より、
合計：114.2 m³となり、1 件あたりの薪の年間平均購入量は 3.7 m³

薪の販売単価：広葉樹 20,000 円／m³、針葉樹 10,000 円／m³（KBF での価格を参考）
とした場合、顧客全体での購入金額を求めると、広葉樹：48.8 m³×20,000 円／m³＝
976,000 円、針葉樹：65.4 m³×10,000 円／m³＝654,000 円より合計 1,630,000 円となり、
1 件あたりの薪の年間購入金額は 52,581 円

上記の試算は KBF の顧客購入分についてのみであり、これ以外に他の薪販売事業者や通信販売等で購入した分、自己調達した分などもあることから南阿蘇では更に多くの薪が消費されていると想定される。

上記ヒアリング結果より、南阿蘇全体の薪ストーブ推定台数は 200 台以上、薪の年間

平均購入量が 3.7 m³/件で針葉樹と広葉樹の割合が約 43%、約 57%であったことから、村全体での薪購入量、購入金額を計算すると、以下のとおり。

薪ストーブ台数：150 台（件）の場合
150 件×3.7 m³/件となり、村全体での薪購入量 555 m³/年
村全体での薪購入金額は、約 789 万円

薪ストーブ台数：200 台（件）の場合
200 件×3.7 m³/件となり、村全体での薪購入量 740 m³/年
村全体での薪購入金額は、約 1,052 万円

薪ストーブ台数：300 台（件）の場合
300 件×3.7 m³/件となり、村全体での薪購入量は 1,110 m³/年
村全体での薪購入金額は、約 1,578 万円

4) 村内でのお金の循環

従来通り暖房燃料として灯油を購入する場合は、購入代金としてその殆どが村外へ支払われる。暖房を石油ストーブなどから薪ストーブに置き換えることで、村外へ支払っていたお金を減らし、代わりに南阿蘇産の薪購入により村にお金を落とすことができる。後述する通り、南阿蘇村での一世帯あたりの灯油使用量を年間約 300 L、灯油単価を 81.5 円/L（2020 年度全国平均価格）とすると、灯油購入金額は年間で 24,450 円/世帯となり、仮に村全体 4500 世帯で灯油を購入していた場合は、年間で約 1.1 億円となる。

5) 原木の調達（林業）による売上げ

薪の原料となる丸太を村内の林業関係より調達し、薪生産時に端材はでないものとした場合、一世帯当たりの薪の年間消費量（＝購入量）3.7 m³、丸太 1 m³あたりの平均購入金額を 7,000 円とすると、村全体での売り上げは以下のとおり。

薪ストーブ台数：150 台（件）の場合
150 件×3.7 m³/年・件×7,000 円/m³から 388.5 万円

薪ストーブ台数：200 台（件）の場合
200 件×3.7 m³/年・件×7,000 円/m³から 518 万円

薪ストーブ台数：300 台（件）の場合
300 件×3.7 m³/年・件×7,000 円/m³から 777 万円

(3) CO₂ 削減効果

薪ストーブで暖房として燃焼した薪から発生する CO₂ については、カーボンニュートラルという考えにより、大気中への CO₂ 排出量にカウントされない。このことから、石油ストーブ・ファンヒーターから薪ストーブに切り替えることでこれまで消費していた灯油の燃焼による CO₂ 発生量を CO₂ 発生削減量としてカウントすることができる。

資源エネルギー庁の統計での 2019 年度の熊本県の一般家庭一世帯あたりの年間灯油消

費量は119Lであるが、県内の寒冷地の一つである南阿蘇村ではこれ以上に消費している。各自治体での正確な灯油使用量はないことが、県全体の年間平均気温が南阿蘇村と近い福島県での一般家庭一世帯当たりの年間灯油使用量は2019年度では306Lであったことから、南阿蘇村でも同程度の灯油を使用していると考えられる。

南阿蘇村4500世帯の内、1000世帯が石油ストーブ・ファンヒーターを使用していると仮定し、一世帯が年間300Lの灯油を使用した場合のCO2排出量を算出すると、灯油1LあたりのCO2排出量が2.503kg-CO2（燃料別の発熱量・炭素排出係数は図表85に示す。）より1000世帯×300L/年×2.503kg-CO2/L=750,900kg-CO2/年となり、石油ストーブ・ファンヒーターから薪ストーブに置き換えることで、この750.9tのCO2排出量を削減できることとなる。

また、土木学会西部支部研究発表会(2015.3)に投稿された論文「間伐材のストーブ利用に関する有効性評価(北九州市立大学 牟田諒太、松本亨)の調査の中で、熊本県内で薪ストーブを導入した家庭の翌年の電気、都市ガス、プロパンガス、灯油の使用量変化についてH20~25の期間でヒアリングを行っており、ある年の結果によると、ヒアリング先33件の1件当たりの平均で電気+696.3kWh、都市ガス-11.9m³、プロパンガス-1223kg、灯油-265.5Lとなっており、それぞれのCO2排出係数(電気0.374kg-CO2/kWh(H20年度九州電力)、都市ガス2.21kg-CO2/m³、プロパンガス2.783kg-CO2/kg、灯油2.503kg-CO2/L)より、薪ストーブを導入した家庭1件当たりのCO2排出削減効果は4.3t-CO2/年という結果も出ている。

図表 85 燃料別の発熱量・炭素排出係数一覧

燃料の種類	排出係数	単位発熱量	単位当たり二酸化炭素排出量
原料炭	0.0246 tC/GJ	28.7 GJ/t	2.593 kg-CO2/kg
一般炭	0.0243 tC/GJ	26.1 GJ/t	2.323 kg-CO2/kg
原油	0.0190 tC/GJ	38.3 GJ/kL	2.663 kg-CO2/L
ガソリン	0.0187 tC/GJ	33.4 GJ/kL	2.289 kg-CO2/L
ジェット燃料	0.0186 tC/GJ	36.3 GJ/kL	2.475 kg-CO2/L
灯油	0.0187 tC/GJ	36.5 GJ/kL	2.503 kg-CO2/L
軽油	0.0188 tC/GJ	38.0 GJ/kL	2.622 kg-CO2/L
A重油	0.0193 tC/GJ	38.9 GJ/kL	2.756 kg-CO2/L
液化天然ガスLNG	0.0139 tC/GJ	54.7 GJ/t	2.783 kg-CO2/kg

※単位当たり二酸化炭素排出量=単位発熱量(GJ/tGJ/kl)×排出係数(tC/GJ)×44/12

出所) 環境省資源エネルギー庁 標準発熱量・炭素排出係数(総合エネルギー統計2018)より作成

5.5 小水力発電の導入可能性調査

現在、南阿蘇水力発電株式会社が、久木野村土地改良区内に小水力発電所（199kW）を設置し、2021年4月運用を開始しているが、同土地改良区内の農業用水路は小水力発電ポテンシャルが高く、上記発電所のある箇所その他、2～3つの有望地点が存在すると考えられる。

土地改良区の水路図（水路系統模式図）及び水利権関係資料等を入手し、農業用水路の落差、流量等を把握するとともに、同村における農業用水路を活用した小水力発電事業の事業性について検討を行った。以下、5.5.1～5.5.3で調査方針について、5.5.4～5.5.8で河川取水発電の集計を行い、5.5.9で農業用水の可能性評価を行った後、5.5.10以降で2030年までの目標や今後の進め方についてまとめた。

5.5.1 小水力発電に活かせる南阿蘇村の水資源

気象庁南阿蘇観測点の年間降水量は次ページ図表 86に示すように2千数百～3千数百ミリメートルあり、図表 87からもわかるように降水量が多い地域である。

一方、阿蘇外輪山内の火山性地質という条件の下、降水の多くが地下浸透した上で豊富な湧水として地表に現れるという特徴がある。南阿蘇村の人々はこの湧水とともに農業を営み生活してきた歴史を持っている。

湧水は流量が安定するため、降水量の多さと相まって小水力発電に有利な条件を生み出している。本調査がきっかけとなって村内での小水力開発が進むことを願うものである。

図表 86 気象庁南阿蘇観測点の年間降水量データ

年	降水量(mm)			
	合計	日最大	最大	
			1時間	10分間
2015	2820.0]	213.0]	40.0]	15.0]
2016	3362.0	172.5	77.0	21.0
2017	2457.0	150.0	60.5	19.5
2018	2595.0	178.0	56.0	14.5
2019	2640.5	273.5	57.5	15.0
2020	3662.0	357.5	73.0	19.0
2021	3097.5	187.5	84.0	20.5

注 2015年の数値に付記された] 記号は、欠測データがあることを意味する。同年月別データを確認すると1・2月に欠測がある。観測開始初年なので、機器調整等があったのではないだろうか。

図表 87 国土交通省『メッシュ平年値 2010 降水量 (年)』



出典：気象庁ホームページ < <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/atlas.html> >

5.5.2 調査の基本方針

本調査の基本方針は以下のとおりとした。

(1) 既存資料を使った文献調査

南阿蘇村内の河川・水路での中小水力発電可能性を定量的に示した資料にもとづいて調査する。

具体的資料として下記(2)・(3)に記すものを得ることができた。

(2) 河川のポテンシャル

環境省の再生可能エネルギー情報提供システム「REPOS」から中小水力分析ツール^(注1)(熊本県)をダウンロードし、QGISを使って必要なデータを得る。

REPOSデータの諸計算について、必要に応じて環境省『平成21年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書』^(注2)(以下『ポテンシャル報告書』)を参照する。

(注1) <<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/28.html>>

(注2) <<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/h25-05.html>>

(3) 農業用水のポテンシャル

農業用水に関して入手できた資料は『南阿蘇町における小水力発電適地選定調査報告書』（2012年3月、一般社団法人小水力開発支援協会）（以下『適地調査報告書』）だけだったので、ここから得られるデータを使用する。

注 『適地調査報告書』の標題が誤って「南阿蘇町」になっている。

5.5.3 河川取水発電のポテンシャル（総量）

河川取水発電のポテンシャルについては、REPOS に表示される南阿蘇村内全ての河川区間について、以下の方法で出力・年間発電量等を一覧表にまとめ、集計し、これをポテンシャルの「総量」とする。

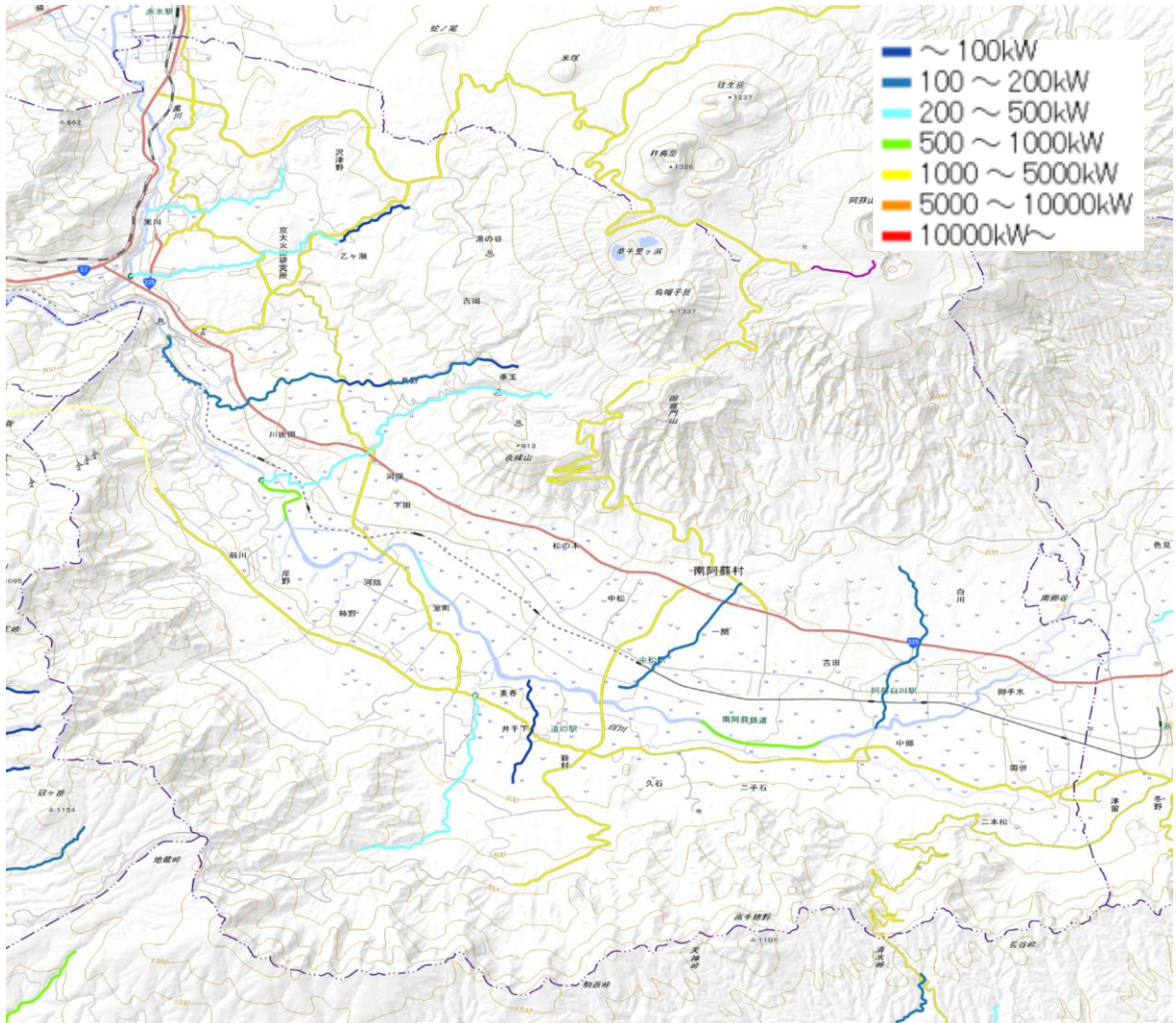
(1) 河川区間の抽出

図表 88 は、REPOS で「仮想発電所リンクデータ」を表示したものである。右上の凡例にある色で着色された河川区間（REPOS では「リンク」と称する）は、その区間の最上流地点で取水し最下流地点に放流する水力発電所を建設した場合の想定出力を示している。

複数の区間が連続していて色が近い場合（とくに「～100kW」と「100～200kW」は区別しにくい）、区間区切りの有無に注意が必要である。

次節ではこの河川区間について、白川本流⇒支流の順、上流⇒下流の順に番号・記号を振って整理する。

図表 88 南阿蘇村の REPOS 表示



(2) 直線距離と落差の読み取り

図表 89 は、REPOS の「簡易シミュレーション機能」を使って、河川区間の最上流地点から最下流地点までの直線距離と地形落差を表示させたものである。この数値を図表 95 以下の「直線距離」「地形落差」として使用する。

なお、実際に発電所建設する場合の水路ルートがどうなるかはわからないが、ポテンシャル算出に対する水路延長の影響（摩擦等の損失が影響する）は大きくないので、直線距離で近似することとした。

図表 89 簡易シミュレーション機能で示される図と表



(3) 有効落差の算出

『ポテンシャル報告書』によれば損失勾配を 1/500 としているので、(2)で得た直線距離の 1/500 を損失水頭として地形落差から減じ、有効落差とする。図表 95 以下で使用する「損失水頭」「有効落差」はこの数値である。

(4) 最大使用水量の算出

図表 90 は、REPOS の「閲覧表示機能」をもちいて、分析する河川区間最上流地点の諸量（「水路 100m セグメントデータ」）を表示させたものである。このうち「使用可能水量」は水力発電所諸元の最大使用水量に相当する量なので、この値を図表 108 以下で「最大使用水量」として用いる。

図表 90 REPOS 閲覧表示機能（水路 100m セグメントデータ）で示される図と表



(5) 最大出力の読み取り

図表 91 は、REPOS の「属性表示機能」を用いて仮想発電所リンクデータの「設備容量」を表示させたものである。これは水力発電所諸元の最大出力に相当する量なので、この値を図表 95 以下で「最大出力」として用いる。

その際、(3)・(4)の値から算出される理論出力(有効落差×最大使用水量×重力加速度9.8)に対する最大出力の比を算出して70%程度になっているかどうか確認する（『ポテンシャル報告書』によれば効率を70%としている）。以上の読み取りデータと REPOS の内部計算がぴったり一致するわけではない（たとえば水路延長について、REPOS では河川に沿った距離を、本調査では(2)に記したように直線距離を用いており差が生じる）ので、±7%程度のずれは問題ないと判断する。

図表 91 REPOS 属性表示機能の仮想発電所リンクデータで示される図と表



(6) 年間発電量の算出

『ポテンシャル報告書』によれば設備利用率が60%程度になるような数値処理を行っているので、最大出力に8760時間と60%を乗じて年間発電量とする。

ただし1,000kWh未満の端数は切り捨てる。

5.5.4 河川取水発電のポテンシャル（早期の調査が期待される量）

前節で求めた諸元のうち、落差に関する値はREPOSシステムが地形データから算出しているため精度が期待できる一方、流量に関しては地表の流域面積に比例するという仮定の下で計算されている。

一方南阿蘇村の地質は阿蘇の火成岩であり、地表地形からは分からない地下水の流れが大きく影響していると推測される。したがって流量を実測しないとポテンシャルとしての評価も難しい。

そこで本調査では、特段の困難があると予想される地点だけを除外し、残る地点を「早期の調査が期待される量」と称して開発可能性のあるポテンシャルに位置づけることとした。

そして「特段の困難」として、以下3つの除外ルールを設けた。

①白川本流は河川規模が大きく、災害対策コストも高額になり、水利権調整も複雑であることから除外する。

②出力が50kW未満、かつ発電所周辺に需要地がない地点は除外する。

③取水地点・発電所地点の地形が険しくアクセスが難しい地点は除外する。

5.5.5 農業用水利用のポテンシャル

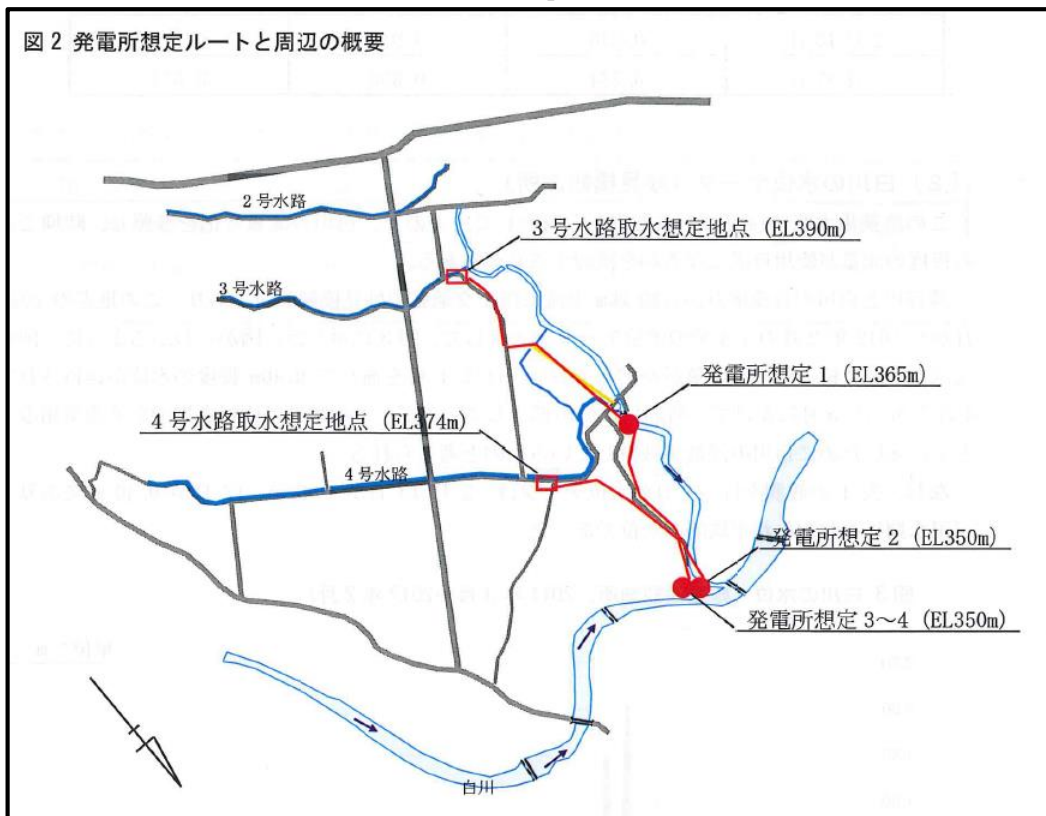
『適地調査報告書』では久木野土地改良区の4本の水路を調査し、3号水路取水、4号水路取水の2通り（各2案計4案）の可能性を示している（図表92）。

このうち3号水路取水については、発電所想定3をベースにした南阿蘇小水力発電所が2021年4月に竣工、運転している。

一方4号水路取水案は実現していないので、発電所想定4（図表93）の諸元をポテンシャルに計上する。これに関しては「総量」「早期の調査が期待される量」とも同じとする。

南阿蘇村の諸条件を考えれば、これ以外にも村内農業用水路を利用する可能性はあり得るが、5.5.2に記したとおり文献調査を基本方針としており、農業用水路について『適地調査報告書』以外の文献を見出すことができなかったため、ポテンシャルとしての評価対象はこれだけとする。

図表 92 『適地調査報告書』（p.5）に記された想定ルート



図表 93 『適地調査報告書』(p.21) に記された想定ルート



注 「発電所想定3」「発電所想定4」は同じ位置を示すため、図中では「発電所想定3」と記されている。

5.5.6 ポテンシャル推計の対象とする河川区間

前章の方法にしたがって、図表 94 のように河川区間に番号・記号を振った。

番号は白川本流⇒支流（上流⇒下流）の順に河川ごとに振り、同一河川で複数区間がある場合には上流⇒下流の順にアルファベット小文字を振ったものである。

ただし(8a)・(8b)・(9)の3区間は白川ではなく黒川の支流で、白川に近い側から番号を振っている。

図表 94 REPOS に表示された河川区間と、番号・記号の割り振り



5.5.7 河川区間ごとのポテンシャル（総量）

前節の方法に従って得た諸元を図表 95 に示す。

図表 95 ポテンシャル（総量）に関する諸元

河川名	地点 番号	直線 距離 [m]	地形 落差 [m]	損失 水頭 [m]	有効 落差 [m]	最大使 用水量 [m ³ /s]	出力 [kW]	年間 発電量 [kWh]
白川本流	1a	1,513	25	3	22	3.8	531	2,790,000
〃	1b	491	12	1	11	6.63	470	2,470,000
〃	1c	675	14	1	13	7.63	638	3,353,000
〃	1d	788	27	2	25	8.54	105	551,000
倶利伽羅谷川	2	2,374	88	5	83	0.33	189	993,000
高木川	3	2,110	88	4	84	0.22	132	693,000
長谷川	4	1,510	77	3	74	0.19	98	515,000
大谷川	5	2,648	288	5	283	0.16	313	1,645,000
垂玉川	6	3,770	501	8	493	0.09	313	1,645,000
山王谷川	7a	463	130	1	129	0.02	25	131,000
〃	7b	1,156	179	2	177	0.14	153	804,000
〃	7c	619	53	1	52	0.19	66	346,000
〃	7d	1,653	120	3	117	0.2	166	872,000
濁川	8a	979	60	2	58	0.19	79	415,000
〃	8b	2,603	266	5	261	0.23	426	2,239,000
床瀬川	9	1,820	123	4	119	0.27	238	1,250,000
合計							3,942	20,712,000

5.5.8 河川区間ごとのポテンシャル（早期の調査が期待される量）

前章の方法に従い、図表 95 からまず白川本流を除外した。

また、山王谷川の最上流部 (7a) は出力が 25kW と小さく、かつ地形が険しいことから除外した。

それ以外は 50kW 以上の出力があり、地形、アクセス等に特段の問題がないことから「早期の調査が期待される量」に含めることにした。以上の処理を行った結果を図表 96 に示す。

図表 96 ポテンシャル（早期の調査が期待される量）に関する諸元

河川名	地点 番号	直線 距離 [m]	地形 落差 [m]	損失 水頭 [m]	有効 落差 [m]	最大使 用水量 [m ³ /s]	出力 [kW]	年間 発電量 [kWh]
倶利加羅谷川	2	2,364	87	5	82	0.33	189	993,000
高木川	3	2,110	88	4	84	0.22	132	693,000
長谷川	4	1,510	77	3	74	0.19	98	515,000
大谷川	5	2,648	288	5	283	0.16	313	1,645,000
垂玉川	6	3,770	501	8	493	0.09	313	1,645,000
山王谷川	7b	1,156	179	2	177	0.14	153	804,000
〃	7c	619	53	1	52	0.19	66	346,000
〃	7d	1,653	120	3	117	0.2	166	872,000
濁川	8a	979	60	2	58	0.19	79	415,000
〃	8b	2,603	266	5	261	0.23	426	2,239,000
床瀬川	9	1,820	123	4	119	0.27	238	1,250,000
合計							2,173	11,417,000

5.5.9 農業用水の可能性評価

『適地調査報告書』に示されている4号水路を利用した発電想定は、設備配置等が図表 97、諸元データが図表 98 のとおりであった。

図表 97 久木野用水 4号水路を利用した発電想定図（図表 92 再掲）



出典：『適地調査報告書』 p. 21

図表 98 久木野用水 4号水路を利用した発電想定諸元

項目	値	備考
①標高差	40 m	図 7 (EL 374 m-350m)
②水路延長	400 m	地図からの読み取り
③有効落差	21 m	水路や取水口の損失を 3m 見込む
④最大使用水量	1.36 m ³ /s	発電所想定 3 (表 7) の 2 倍を想定
⑤設備利用率	69 %	発電所想定 3 (表 7) と同様の想定
⑥総合効率	80 %	一般的な値
⑦最大出力	223 kW	③×④×9.8×⑥
⑧年間発電量	1,347,000 kWh	⑦×8760×⑤

出典：『適地調査報告書』 p. 22

5.5.10 ポテンシャル合計

(1) 集計結果

前述のポテンシャルデータを集計した結果が図表 99 である。

図表 99 ポテンシャル合計

区 分	最大出力	年間発電量
総量		
河川取水	3,942	20,712,000
農業用水路	223	1,347,000
合計	4,165	22,059,000
早期の調査が期待される量		
河川取水	2,173	11,417,000
農業用水路	223	1,347,000
合計	2,396	12,764,000

(2) 評価

ポテンシャルを評価するため、家庭の消費電力量において何世帯分に相当するかを算出したのが図表 100 である。算出にあたり、1 世帯の消費電力量は熊本県の家庭部門消費電力量（同表①）と世帯数（同表②）から算出し、これに南阿蘇村の世帯数を乗じて村内の家庭部門消費電力量（推計値）とした。この算出値と比較すると、(1)で得たポテンシャルの総量は村内家庭部門消費電力量に匹敵することがわかり、村内にそれだけの水資源が存在していると評価できる。

次に、早期の調査が期待される量についても、その約 60%相当という結果が得られた。家庭部門での消費電力の数十%相当の小水力発電所が、今後建設できる可能性が示されたと言える。

図表 100 ポテンシャル合計の世帯数換算

項目	値	単位	出典・算出方法
①熊本県家庭部門消費電力量	3471	GWh	都道府県別エネルギーバランス表 ^(注1)
②熊本県世帯数	724,654	世帯	熊本県統計 ^(注2)
③熊本県世帯あたり消費電力量	4,791	kWh/年	①÷②×1,000,000 [GWh/kWh]
④南阿蘇村世帯数	4,473	世帯	②に同じ
【世帯数換算値】			
⑤ポテンシャル総量	4,604	世帯	22,059,000÷③
村内世帯数に対する比率	103%		⑤÷④
⑦早期の調査が期待される量	2,664	世帯	12,764,000÷③
村内世帯数に対する比率	60%		⑦÷④

(注1) 2019年度（執筆時点での最新年度）

https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec002/results.html

(注2) 2019年度（①に合わせたので最新ではない）<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/20/50336.html>

5.5.1 1 2030 年目標の設定

前節で算出したポテンシャルのうちどの程度が開発可能かについて、最終的には次節で示すような調査を地点ごとに行わないと定量化は難しい。

一方、本調査で使用した REPOS の元となるデータは、平成 21・22 年度に環境省が行った導入ポテンシャル調査で作成されたものであり、とくに『ポテンシャル報告書』^(注1) では、ポテンシャルだけでなくシナリオにもとづく導入可能量も算出しており、最も可能性を低く見積もった「シナリオ 1-1」(106 万 kW) で導入ポテンシャル(1444 万 kW) に対して約 7%、最も可能性を高く見積もった「シナリオ 2」(430 万 kW) で約 30%となっている(図表 101、図表 102)。

当時は FIT 制度が成立する前であり、図表 114 に示された想定を現在の調査結果と直接比較するのは困難であるが、当時と比べて発電設備価格が低下していることや、FIT 価格が 29~34 円/kWh であること、FIT 価格の決定にあたり PIRR を 7%としていること等を考慮すれば、ポテンシャルに対するシナリオ 2 の比率、すなわち約 30%が実現可能性のある目標比率だと考えて問題ないであろう。

そこで、図表 101 に示した「早期の調査が期待される量」(最大出力 2,396kW) の約 30%に相当する、720kW を 2030 年目標に定めることとする。

(注 1)平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書

<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/h23-03.html>

(注 2)同報告書 202 ページ表 5-27 参照。

(注 3)シナリオ 1-1 は「15 円/kWh×15 年間で税引前 PIRR≥8%を満たす」、シナリオ 2 は「発電設備費 50%削減、土木工事費 20%削減で、20 円/kWh×15 年間で税引前 PIRR≥8%を満たす」という想定であり、本調査結果と直接比較するのは困難であるが、当時と比べて発電設備が大幅に価格低下していることや、FIT 価格が 29~34 円/kWh であること、FIT 認定での想定 PIRR が 7%であること等を考慮すれば、シナリオ 2 に準じた目標を実現する可能性はあると言えるだろう。

図表 101 シナリオ 1-1・シナリオ 2 等の定義 小水力の開発可能条件(事業単価)

シナリオ	シナリオの内容	開発可能条件	備考
1-1	15 円/kWh×15 年間で税引前 PIRR≥8%を満たす	事業単価(1) < 60 万円/kW	
1-2	20 円/kWh×15 年間で税引前 PIRR≥8%を満たす	事業単価(1) < 80 万円/kW	
1-3	20 円/kWh×20 年間で税引前 PIRR≥8%を満たす	事業単価(1) < 91 万円/kW	
2	発電設備費 50%削減、土木 20%削減で、20 円/kWh×15 年間で税引前 PIRR≥8%を満たす	事業単価(2) < 80 万円/kW	閾値はシナリオ 1-2 と同じ

出典 『平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書』184 ページ

図表 102 シナリオ別の賦存量・導入ポテンシャル・導入可能量

(設備容量:万 kW)

	賦存量	導入ポテンシャル	シナリオ別導入可能量 (基本シナリオ)				補助導入シナリオ別 導入可能量			
			シナリオ 1-1	シナリオ 1-2	シナリオ 1-3	シナリオ 2	補助 1-1	補助 1-2	補助 1-3	補助 2
河川部	1,655	1,398	90	213	284	406	243	441	517	710
農業用水路	32	30	16	20	20	24	22	25	26	29
上下水道・工業用水道*	18	16								
合計	1,705	1,444	(106)	(233)	(304)	(430)	(265)	(466)	(543)	(739)

出典 『平成22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書』202 ページ

5.5.12 今後の進め方

以上の調査により南阿蘇村が小水力開発可能性に恵まれていることはわかったが、湧水として現れる水量が多く、湧水より標高の高い地点では地下浸透量も多いと予想される。5.5.4節に書いたとおり、流量を実測しないと事業化可能性を評価しがたい。

また、図上調査では把握できない社会条件も課題になる。

本報告書で「早期の調査が期待される量」に位置づけた地点について、上記の点などを考慮し取り組みやすい地点から順に、まずは流量を観測し、図表 96 に示した最大使用水量が得られそうかどうかを検討して、良好な地点から実現を目指すことが開発への道筋になるであろう。

2022 年度に着手した場合のスケジュール案を図表 103 に示す。

図表 103 2022 年度に着手した場合のスケジュール案

時期	主要業務
2022 年度上期	図表 109 に示した河川が他の河川と比較して水量が多いか、安定しているかを、住民・関係者が目視調査で検討する。 住民・関係者が話し合い、水量のほか地元の社会条件や現地の地形・アクセス等を考慮して優先順位を付ける。
2022 年度下期 ～2023 年度	優先順位の高い地点について、1 年間の流量観測を行う。 流量観測の結果と図表 96 の最大使用水量を比較して、良好な地点を選別する。観測で得た豊水流量（年間 365 日中、多い方から 95 番目の流量）が同表の最大使用水量と同程度以上であれば良好といえる。
2024 年度上期	良好な地点について、概略設計・事業化可能性調査を行う。
2024 年度下期	事業化可能と判断した地点について、関係者の合意形成を行い、事業体を立ち上げる。
2025 年度	詳細設計、許認可手続等を行う。
2026 年度 ～2027 年度	着工、竣工、運用開始。

5.6 地中熱・地熱の農業への活用可能性調査

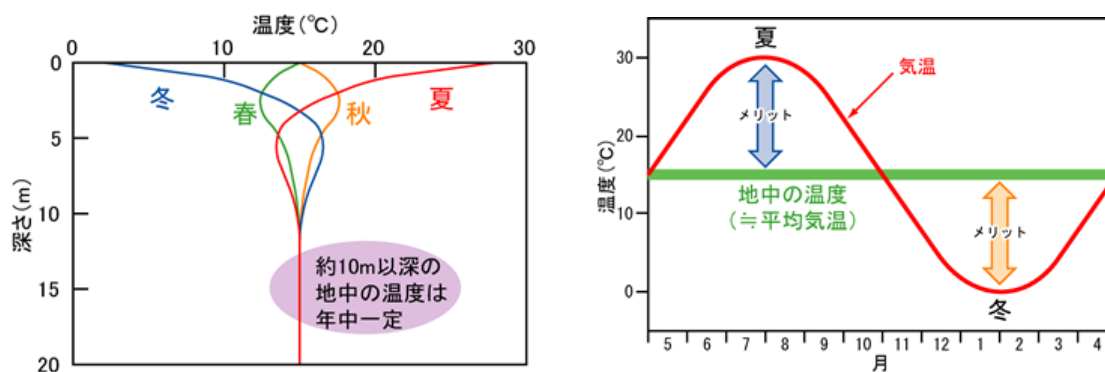
南阿蘇村は温泉が豊富に存在する一方、豊富な地下水も存在する稀有な土地である。温泉熱（地熱）は冬場の農業ハウスや施設での暖房などに利用されるが、湧水・地下水もまた年間を通じて約 15℃の水温であることから、農業分野で利用できる可能性がある。この温泉熱（地熱）と地下水熱（地中熱）活用について地中熱利用先進農家および村内の地中熱等未利用農家にヒアリングを行い、村内の農業分野で再エネ（地中熱ヒートポンプ）導入可能性やメリット（CO2削減効果等）、課題等を明らかにする。

5.6.1 地中熱・地熱利用システム

(1) 地中熱・地熱利用システムの仕組み

日本では、冬と夏に地上と地中との間で 10℃から 15℃もの温度差が生じている。物質の持つ熱エネルギーは、温度の高い方から低い方へ移動し、平衡になろうとする性質がある。この性質を利用し、熱源の熱エネルギーをヒートポンプ等で必要な温度に調整して熱供給する。地中熱ヒートポンプは地中（地下水、河川などを含む）との間で熱交換を行う。地中の温度を夏は冷熱源、冬は温熱源として利用でき、外気温と地中の温度差が大きいこと、空気よりも熱容量の大きな地下水や地盤と熱をやりとりすることにより、空気を熱源とするエアコンや冷蔵庫よりも効率的（10～25%程度）にエネルギーを利用できる。

図表 104 地中熱利用の仕組み



出所) 地中熱利用促進協会 <http://www.geohpaj.org/>

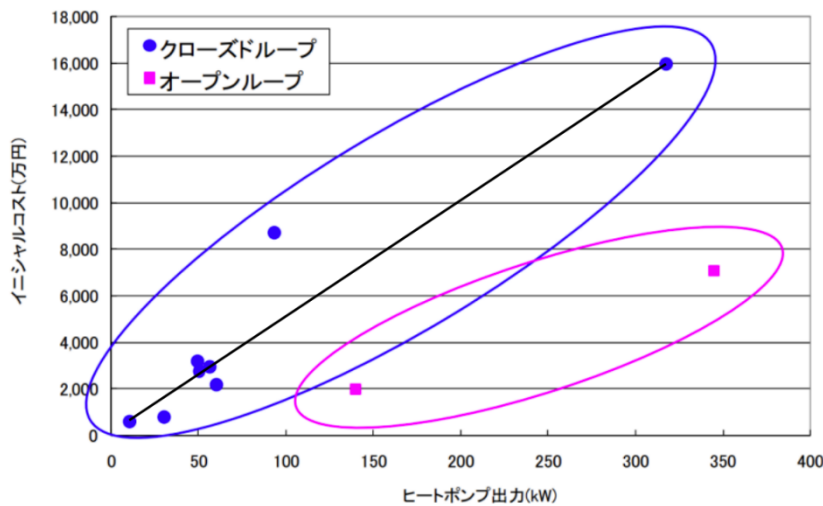
(2) 地熱・地中熱利用のメリット

農業ハウスなどでは重油ボイラーなど既存の暖房設備とこの地中熱ヒートポンプを併用、もしくは入れ替えることで従来の光熱費を節減できる可能性がある。

環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン（改訂増補版）」では、寒冷地でのハウスの加温に用いられる地中熱ヒートポンプ導入による加温のランニングコストは、灯油ボイ

ラーによる加温に対して、20%程度低減するとの試算があり、助成制度を活用することで10年以内にコスト回収できる見通しが立つとなっている。また、地中熱ヒートポンプの導入初期費用（図表 105）としては、クローズドループ方式で出力 1kW あたり 25～60 万円程度、オープンループ方式で出力 1kW あたり 10～30 万円程度としている。この導入初期費用は普及状況や新たな技術の開発によって年々低下してきており、導入する地域の地下水地盤条件や発注形態等によっても大きく変わる。

図表 105 ヒートポンプ導入初期費用の目安



出所) 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン (改訂増補版)」

5.6.2 南阿蘇村のポテンシャル

(1) 地熱（温泉熱）のポテンシャル

村内には多くの温泉施設があり、単純（硫黄）泉の湯の谷・垂玉・地獄、硫酸塩泉系の栃ノ木、立野、下野などその泉質、温度も様々である。

全国の地熱情報については、産業技術総合研究所の産総研地質調査総合センター（GSJ）における地熱調査研究で整備されてきた地熱情報データベース（GRES-DB）として公開されている。地熱情報データベース（GRES-DB）で公開されている主要なコンテンツとして温泉分析値データ、地熱ボーリングコア画像データ、地熱調査井データの3種類があり、今回は、この内の温泉分析値データを南阿蘇村の地熱ポテンシャルの参考（図表 106）とした。

温泉分析値データは、これまでに同研究所から出版された日本温泉・鉱泉分布図及び一覧の数値データや全国地熱ポテンシャルマップの温泉分析値にデータの追加を行い、全国 7203 地点 81 項目に及ぶデータを整理してまとめたものとなっている。このデータから南阿蘇村は全体的に 40℃程度の地熱ポテンシャルがあることが分かる。40～60℃の

中温域での利用例としては、新潟県十日町市のイチゴ栽培や同県阿賀町の温泉プール、県内小国町の木材乾燥など農業、漁業（養殖）、施設暖房、製造業など幅広く利用されている。

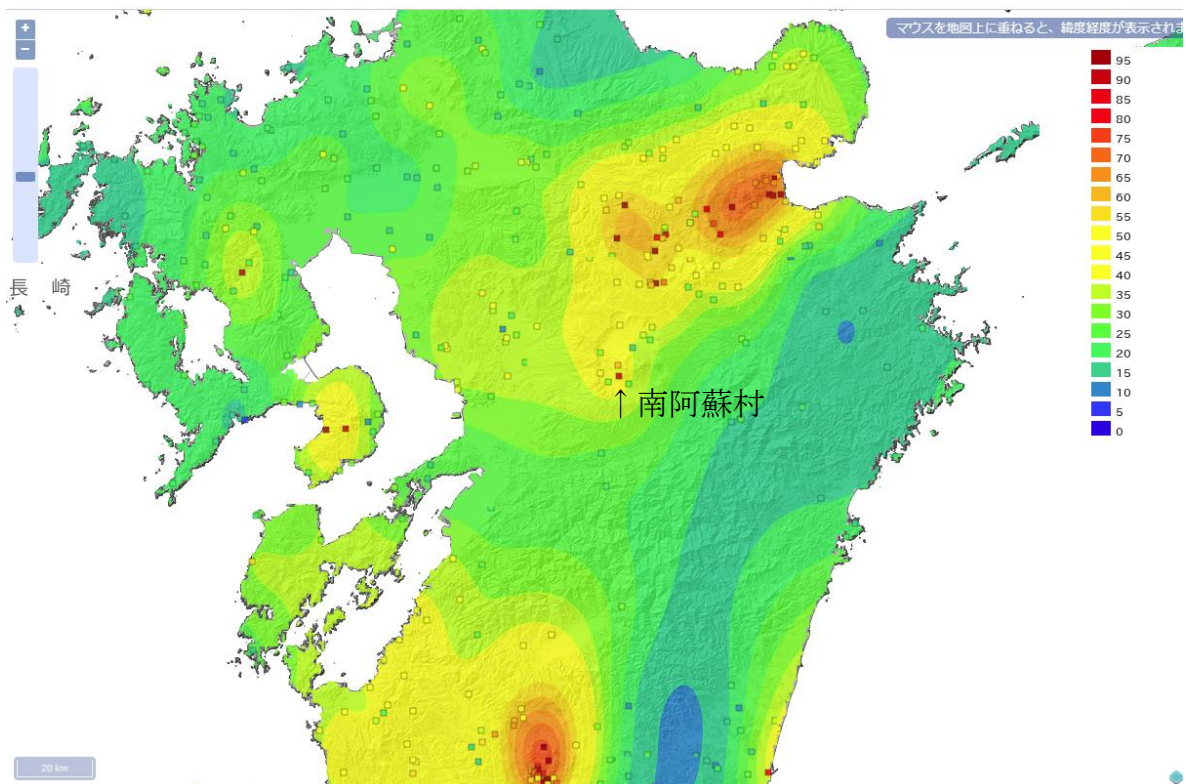
図表 106、120 より、南阿蘇村の地熱ポテンシャルは 30～40℃の温度域内にあり、図表 121 の村内で冬期暖房を使用する生産農家（花き 14 件、イチゴ 15 件）についても、ほぼ 35～40℃の地熱ポテンシャル地域内にあることから、これらの農家で冬期暖房として地熱を利用できる可能性がある。後述する農家ヒアリング結果より、花き農家、イチゴ農家それぞれの単位面積あたりの暖房重油使用量から、全体の年間重油使用量を求めると、

花き農家全体で約 105kL（エネルギー換算で 4,099,424MJ=1,138,730kWh）、

イチゴ農家全体で約 197kL（エネルギー換算で 7,707,865MJ=2,141,075kWh）、

合計すると A 重油使用量 302kL（エネルギー換算で 11,807,289MJ=3,279,805kWh）となり、これを地熱利用に転換することができる。

図表 106 地熱ポテンシャルマップ



出所) 産総研 地質調査総合センターの WMS 配信サービス <https://gbank.gsj.jp/gres-db/>

(2) 地中熱（地下水熱）のポテンシャル

阿蘇地域に様々な水質の地下水が豊富に存在している。環境省自然再生プロジェクト「阿蘇の草原ハンドブック」や、阿蘇ペディア (<http://www.aso-dm.net/>) によると南阿蘇村（南郷谷）に関係するものでは、まず、白川左岸付近の溶存成分量が極めて少ない「外輪山型地下水」があり、カルデラ内で最も水質がよく、湧水を含め多くの町村で水道水源として利用されている。次に、白川を境界とする中央火口丘群（田型地下水の分布地域を除く）地域の「阿蘇山型地下水」があり、カルデラ内で最も広範囲に分布し、外輪山型地下水が混入している。水質は阿蘇谷より南郷谷の方が、溶存成分量、鉄分、フッ素含有量などが少なく良質の為、白川水源湧水は環境省の名水百選に選定されている。「下田型地下水」は下田地区から白水の川地後にかけてのごく限られた地域に分布し、溶存成分量は、赤水型に次いで多く、水質的には火山活動の影響を強く受け、水温も 16～29℃と高いことから、これを利用して熱帯魚飼育や水草栽培などを営む住民もいる。そして、他と異なる停滞型の湖成型地下水は、南阿蘇村前川付近にあり、外輪山型や阿蘇山型の水質に比べると少ないが、溶存成分も比較的多い。

水温や水質について調査した文献（図表 109）によると、村内地下水の平均的な年間水温は大体 14～15℃であることが分かる。

水質については、公益社団法人日本地下水学会によると、一般的な地下水のシリカ (SiO₂) 濃度が 10～30mg/L の範囲であることから、南阿蘇の地下水はシリカ濃度が高く、他のスケール要因であるカルシウムやマグネシウム成分も同様に白水や長陽での値が高いことから、地下水を利用する場合には、事前の水質調査とあわせてスケール対策を検討することが望ましい。

図表 109 南阿蘇の地下水分析結果

町村名	白水村	久木野村	長陽村
採水地点数	11	11 (8)	12 (10)
水温 (°C)	15.5 ±0.5	18.2 ±5.3 (14.4±1.7)	14.4±1.9 (15.3±1.2)
SiO ₂ (mg/ℓ)	38.6 ±21.0	45.8 ±13.3 (36.9±8.1)	47.6±9.9 (48.5±4.3)
pH	6.56 ±0.30	6.57 ±1.23 (6.35±1.58)	6.52±0.69 (6.89±0.36)
EC (μS/cm)	207 ±30	182 ±154 (76±35)	348±352 (167±24)
Na ⁺ (mg/ℓ)	10.01 ±1.35	17.62 ±17.33 (5.71±2.13)	9.01±3.37 (9.59±3.33)
K ⁺ (mg/ℓ)	4.41 ±0.72	5.01 ±2.72 (3.23±0.95)	4.34±1.08 (4.22±0.98)
Ca ²⁺ (mg/ℓ)	20.05 ±3.81	9.21 ±4.66 (6.67±3.14)	14.45±4.72 (14.63±3.24)
Mg ²⁺ (mg/ℓ)	6.99 ±0.99	6.32 ±5.33 (2.66±0.86)	6.21±2.51 (6.42±2.20)
HCO ₃ ⁻ (mg/ℓ)	32.19 ±10.86	78.45 ±61.26 (34.70±6.14)	36.80±15.71 (43.51±13.65)
F ⁻ (mg/ℓ)	0.55 ±0.14	1.01 ±1.40 (1.17±1.89)	0.32±0.14 (0.36±0.14)
Cl ⁻ (mg/ℓ)	7.98 ±1.45	4.94 ±3.35 (2.90±1.22)	5.42±1.96 (6.05±1.85)
NO ₃ ⁻ (mg/ℓ)	7.56 ±2.76	1.50 ±1.72 (1.96±2.02)	2.13±1.04 (2.31±1.10)
SO ₄ ²⁻ (mg/ℓ)	49.20 ±14.38	21.40 ±22.12 (7.57±7.32)	70.63±66.98 (37.05±14.03)

出所)阿蘇郡南部6町村の湧水の特性(廣畑昌章、熊本県保健環境科学研究所報第26号 1996)

5.6.3 導入へ向けての農家ヒアリング

南阿蘇村の農業経営体数は、2020年度南阿蘇村農業センサスによると630件あり、その内、花き・花木農家が27件、イチゴ農家が18件(うち露地が1件)ある。この花き農家やイチゴ農家では夏季や冬季に冷暖房を使用することから、今回のヒアリング対象とした。

(1) 地中熱・地熱利用先進農家へのヒアリング

温泉熱利用先進農家として阿蘇市のバラ農園にヒアリングを行った。ヒアリングの結果を図表110に示す。

図表 110 温泉熱利用先進農家ヒアリング結果

ヒアリング項目	ヒアリング結果
ハウス規模	約15a(約450坪)
熱源	温泉が湧いていた所を更に100mボーリング
熱源(温泉熱)の温度	36~37°C
温泉の湧出量	500~600L/min
利用熱量(kcal)	温泉37°C-ハウス温度20°C=温度差17°C 温泉湧出量550L/minとした場合 17°C×550L/min×60min/h = <u>561,000kcal/h</u>
温泉熱利用設備	地中熱ヒートポンプ(熱交換器) オープンループ型で採熱後の温泉は放流
設備導入費用	本体:80万円(30年前)×6台=480万円 ※現在、同タイプで1台130万円程

	ボーリング費用：100万円ほど
設備維持費	モーター交換費（20年ごと）：8万円×6台 配管等：特に交換等は不要
ハウスの設定温度	19～20℃
暖房費用	0円
暖房設備のメンテナンス	熊本地震後、温泉の温度が41℃から少し下がったことで配管のスケール付着などもなくなり、特に作業はない。

同規模の施設園芸をボイラー暖房で行った場合、9月から6月頃まで暖房を使用すると、燃料（重油）代だけで数百万円する。この燃料代がかからないメリットは大きく、また、整備維持費もこれまで大した金額はかかっていない。重油ボイラーなどでは、配管を10年に1回は交換する必要があるが、それも特でない。

このバラ農園の事例では、温泉の温度、泉質、湧出量が暖房熱源としての利用に適していたことから、うまく事業に活用できている。これらの条件が揃わない場合、例えば、温泉の温度が高い、あるいは低いとスケールが発生し、配管を頻繁に清掃または交換する必要が生じ、作業としての負担も増加する。また湧出量が少ない場合、ポンプでの汲み上げなど別途に設備が必要となる。その為、南阿蘇村の農家に今後、地熱利用を導入するにあたっては、これらの条件を詳しく調べた上で、事業が成り立つか判断する。

(2) 村内農家へのヒアリング

村内では、冬期など気温が低い時期に暖房を使用する農家として、イチゴ農家と花き農家がある。これらの農家にヒアリングを行い、ハウスの規模や現在使用している暖房の種類や暖房費用などから地中熱・温泉熱を暖房として導入できる可能性を探った。回答は、基本的に2020年度の事業についてのものである。

1) ヒアリング先

現在、村内で暖房を使用しているイチゴ農家 4件、花き農家 4件

2) ヒアリング結果（イチゴ農家）

① ハウス規模

ヒアリング事項	ヒアリング結果
ハウス規模（栽培面積）	観光農園 A：10a 観光農園 B：45a 観光農園 C：82a

	個人農家 A : 37a
--	--------------

今回ヒアリングを行った農家 4 軒の内、2 件は従業員を常時 10 名以上雇って生産を行っている大規模な観光農園で、あとの 2 件の内 1 件は家族とパートの 4 名体制で生産をおこなっている個人の生産農家。最後の 1 件は、小規模な観光農園で基本的に経営者本人のみで生産も行ってた。栽培面積 (a) あたりの作業人数の平均は約 0.15 人であった。

② 暖房の種類

ヒアリング事項	ヒアリング結果
暖房の種類と燃料	観光農園 A : 重油ボイラー (N 社製) 1 台 観光農園 B : 重油ボイラー (M 社製) 3 台 観光農園 C : 重油ボイラー (N 社製) 4 台 + 熱交換器 (N 社製) 10 台 個人農家 A : 重油ボイラー (N 社製) 3 台

4 軒中 3 軒の農家で N 社製、1 軒で M 社製の重油ボイラーが使用されており、地中熱・温泉熱を利用した暖房はなかった。燃料はいずれの農家も A 重油を使用。

また、重油ボイラーで温めたお湯を熱源にして熱交換機 (N 社製) による暖房を行っている所もあり、この場合、熱源として地中熱・温泉熱などが利用できれば、今のシステムを活かすことができる。



N 社製の重油ボイラー



N 社製の熱交換器

③ 暖房／冷房の導入費用

ヒアリング項目	回答
暖房の種類	観光農園 A : 重油ボイラー 中古 10 万円 観光農園 B : 重油ボイラー (M 社製) 100 万円×3 台 観光農園 C : 重油ボイラー (N 社製) 4 台 + 熱交換器 (N 社製) 10 台トータル 2500 万円 個人農家 A : 重油ボイラー 新品 120 万円、中古 60 万円、あと 2 台は中古でハウスを購入時に付帯していた。

--	--

重油ボイラーは新品購入では 100 万円～120 万円。観光農園 C については、重油ボイラー4 台を 1 台 120 万円とすると、熱交換器 10 台で 2000 万円となり、1 台 200 万円になる。また、観光農園 C のみ設備導入時に補助金（農林水産省・補助率 1/2）を利用していた。

④ ハウスの設定温度

ヒアリング事項	ヒアリング結果
ハウスの設定温度	観光農園 A : 6.5℃～ 観光農園 B : 8℃～ 観光農園 C : 15～25℃ 個人農家 A : 8～12℃

イチゴの生育適温は品種により異なるが、農研機構などによると概ね 15～20℃とされている。今回のヒアリング先は観光農園が多かったことから、収穫時期や収穫量の調整のために、生産者それぞれの考えによる温度管理がされていた。ハウスの設定温度が最も低い所でも 6.5℃以上であり、晩秋から春過ぎまでは気温が低く、真冬の時期には氷点下となる南阿蘇村でのイチゴ生産では、暖房は必要不可欠である。

⑤ 暖房の使用期間

ヒアリング事項	ヒアリング結果
暖房の使用期間	観光農園 A : 11～3 月 観光農園 B : 11～3 月 観光農園 C : 12～3 月 個人農家 A : 11～4 月

いずれも年末から春先にかけて使用しているとの回答で、年によって使用期間は前後することであった。概ね毎年 11～4 月の間で 4～5 か月程度（1 年の 1/3 以上）で暖房を使用しており、これは、イチゴの果実が成熟する時期（＝収穫時期）である 11～5 月の間は村内ではほぼ暖房を使用しているということになる。

⑥ 暖房燃料の年間使用量

ヒアリング事項	ヒアリング結果
暖房燃料の年間使用量	観光農園 A : 2～3kL 観光農園 B : 30kL 観光農園 C : 24～36kL 個人農家 A : 13.3kL ※いずれも A 重油

各農家の年間燃料（A 重油）使用量およびハウス規模（栽培面積）から、単位面積当た

りの燃料使用量を算出すると、おおよそ 0.25～0.67kL/a・年となり、平均は 0.41kL/a・年であった。

⑦ 暖房燃料費

ヒアリング事項	ヒアリング結果
暖房燃料費	観光農園 A：16～24 万円 観光農園 B：回答無し 観光農園 C：200 万円 個人農家 A：106.4 万円
売上げ	観光農園 A：300 万円 観光農園 B：回答無し 観光農園 C：1500 万円 個人農家 A：1800 万円

回答があった 3 件の 2020 年度での A 重油購入価格の平均は約 76 円/L であった。しかし、2021 年 1 月には平均価格 82 円であった A 重油の価格は、世界規模での原油の価格高騰を受け、2022 年 1 月現在で 111 円となっている。ヒアリング回答結果より、各農家の 2020 年度の暖房燃料費が売上げに占める割合を求めると約 6～13%であったが、A 重油の価格が 1.35 倍（111 円÷82 円）倍になっていることから、この割合は更に高くなると予想される。

3) ヒアリング結果（花き農家）

栽培されている花きの種類は、バラ、ラナンキュラス、トルコギキョウと各ハウスで異なっていたが、栽培品種によるハウス条件の差異については今回、言及しない。

① ハウス規模

ヒアリング項目	回答
ハウス規模（栽培面面積）	バラ農家 A：16.5a バラ農家 B：24.8a トルコギキョウ農家 A：35a トルコギキョウ農家 B：50a

今回ヒアリングを行った農家 4 軒では、いずれも 2～4 名体制で生産をおこなっており、栽培面積（a）あたりの作業人数は平均約 0.1 人とイチゴ農家の 2/3 であった。

② 暖房／冷房の種類

ヒアリング項目	回答
暖房の種類	バラ農家 A：重油ボイラー（N 社製）1 台

	バラ農家 B：ガス式ヒートポンプ（Y社製）1台 トルコギキョウ農家 A：重油ボイラー（N社製）1台 トルコギキョウ農家 B：重油ボイラー（N社製）4台
冷房の種類	トルコギキョウ農家 B：ヒートポンプエアコン（P社製） ※他3件は「使用なし」

花き農家でも N 社製の重油ボイラーが多く使用されており、地中熱・温泉熱を利用した暖房はなかった。1 件のみガス式ヒートポンプをしており、燃料は LP ガスを使用。元々は、重油ボイラーも使用していたが燃料費が割に合わない為、現在は不使用。

冷房については、1 件のみヒートポンプエアコンを使用。電力を消費してハウス内の空調を管理する。



N 社製の重油ボイラー



Y 社製のガスヒートポンプエアコン

③ 暖房／冷房の導入費用

ヒアリング項目	回答
暖房の種類	バラ農家 A：重油ボイラー 不明 バラ農家 B：ガス式ヒートポンプ 800 万円 トルコギキョウ農家 A：重油ボイラー 不明 トルコギキョウ農家 B：重油ボイラー 新品×1、中古×3 トータル 250 万円
冷房の種類	トルコギキョウ農家 B：ヒートポンプエアコン 150 万円×1 ※他3件は「なし」

重油ボイラーの導入については半分が中古のものを新品の半額程で導入されていた。どの農家でも設備導入に際して補助金等の利用はなかった。

④ ハウスの設定温度

ヒアリング項目	回答
ハウスの設定温度	バラ農家 A：5℃～ バラ農家 B：18℃

	トルコギキョウ農家 A : 8℃～ トルコギキョウ農家 B : 8℃～、ラナンキュラスも栽培 (5℃～)
--	---

バラ農家 2 件の内、1 件は 5℃以上、もう 1 件は 18℃設定であった。本来、バラの生育適温は 10～18℃とのことだったが、暖房費との兼ね合いで 5℃～設定としていた。トルコギキョウの生育適温は、本来 10℃以上は必要とのことだが、低温で栽培した方が切り花としての品質が良くなるとのことで 2 件とも 8℃以上に設定していた。

トルコギキョウ農家の内 1 件は、ラナンキュラスも栽培しており、ラナンキュラスは元々冷涼な気候を好むことから 5℃以上で越冬可能とのことで、暖房費用はバラやトルコギキョウに比べ抑えられる。

⑤ 暖房／冷房の使用期間

ヒアリング項目	回答
暖房／冷房の使用期間	バラ農家 A・B : 11～12 月 トルコギキョウ農家 A : 11～4 月 トルコギキョウ農家 B : 11～3 月

バラ農家 2 件については、暖房使用期間は 11～12 月の 2 か月のみ。寒さが厳しくなる 1 月以降は暖房を使用すると赤字になるとのことで、ここ数年は栽培自体を 12 月までに限定していた。この暖房費を抑えることができれば、1 月以降もバラを出荷でき、売り上げ増加も期待できる。

トルコギキョウ農家 2 件については、11～3 月、4 月頃まで使用。トルコギキョウの場合、買取単価が高く、需要もあることから、暖房を使用しても元が取れるとのことであった。

⑥ 暖房／冷房燃料の年間使用量（面積当たりの重油使用量）

ヒアリング項目	回答
燃料使用量	バラ農家 A : A 重油 3kL バラ農家 B : LP ガス (1 件) : 120 m ³ トルコギキョウ農家 A : 今年度から導入の為データなし トルコギキョウ農家 B : A 重油 6kL

各農家の石油燃料（A 重油および LP ガス）使用量およびハウス規模（栽培面積）から、単位面積当たりの年間燃料使用量を算出すると、A 重油は 0.12～0.18kL/a、平均 0.15kL/a。イチゴ農家に比べ、暖房使用期間が短いことから面積当たりの燃料使用量も小さいものとなった。LP ガスについては 4.84 m³/a となった。

⑦ 暖房／冷房燃料費

ヒアリング項目	回答
暖房／冷房の燃料費	暖房： バラ農家 A：A 重油代 24 万円 トルコギキョウ農家 B：A 重油代 45 万円 バラ農家 B：LP ガス代 16 万円 トルコギキョウ農家 A：今年度から導入の為データなし 冷房： トルコギキョウ農家 B：電気代 4 万円
売上げ	バラ農家 A：300 万円 バラ農家 B：無回答 トルコギキョウ農家 A：今年度から導入の為データなし トルコギキョウ農家 B：2000 万円

回答があった 2 件の A 重油購入価格の平均は約 77.5 円/L であった。売上げに占める燃料費の割合は 2～8%、平均 5%とイチゴ農家に比べると低い。特にトルコギキョウ農家は買取単価が高いことから、他の農家に比べ、売上げに占める暖房費の割合が 2%と群を抜いて低い。

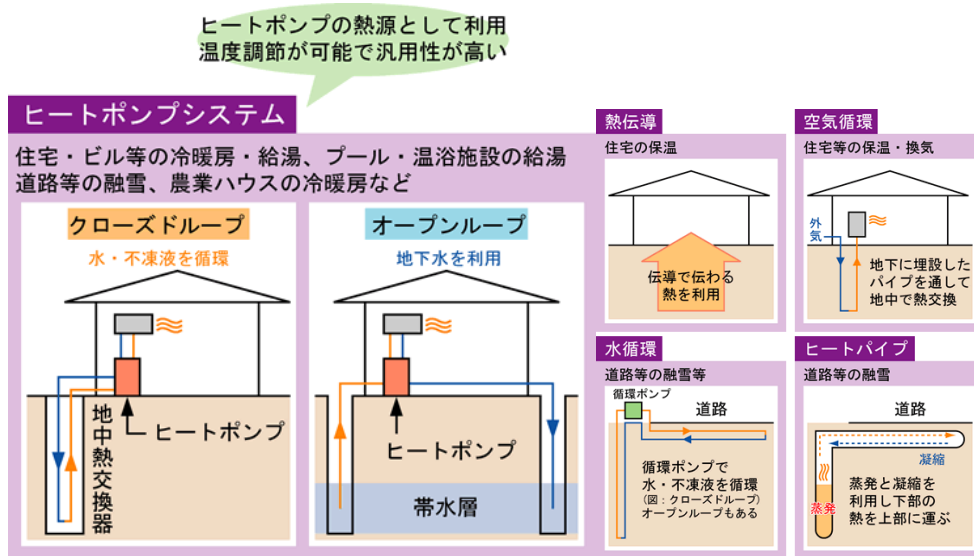
LP ガスについては、使用するバラ農家から明確な売上げの回答はなかったが、売上げから経費を差し引くと赤字ギリギリとのことであった。重油ボイラーからガス式ヒートポンプに変えても経営的に暖房費はネックになっていると思われる。

5.6.4 地中熱利用設備の導入の検討

(1) 地中熱利用設備の種類

地中熱を利用する場合の主な方法としては、以下の利用形態がある。資料は NPO 法人地中熱利用促進協会ホームページより抜粋した。農業ハウスでの利用を検討するにあたっては、図表 111 のヒートポンプシステム（クローズドループ、オープンループ）が最も適しており、空気循環も可能性としてはあるものの、温度調節ができない点が導入にあたっての課題となる。ヒートポンプシステム（クローズドループ、オープンループ）については、次に示す。

図表 111 地中熱利用設備の主な種類



出所) NPO 法人地中熱利用促進協会「地中熱利用の概要」

1) 地中熱ヒートポンプ【クローズドループ】

地中から熱を取り出すために地中熱交換器内に流体を循環させて、汲み上げた熱をヒートポンプで必要な温度領域の熱に変換するシステム。このシステムでは効率的に冷暖房および給湯を行うことができる。地中熱交換器内の循環流体には、通常は不凍液または水を用いるが、冷媒を用いる方式も開発が行われている。

地中熱交換器には、垂直型、水平型、傾斜型があり、垂直型のものには掘削孔を利用するボアホール方式と杭（基礎杭・採熱専用杭）を利用する杭方式とがある。通常はUチューブと呼ばれる採放熱管が挿入されるが、杭方式では内部にはった水の循環で熱交換するタイプのものもある。水平型はわが国ではまだ普及が進んでいないが、米国ではスリンキーと呼ばれるループ状の採放熱管を用いる方式が普及している。

このクローズドループによる地中熱ヒートポンプシステムは、メンテナンスがほとんど不要なため、適用範囲が広く、住宅・建築物・プール・融雪に適用されている。

2) 地中熱ヒートポンプ【オープンループ】

揚水した地下水の熱を地表にあるヒートポンプで取り出す方式。ヒートポンプで熱交換した後の地下水の扱い方についてはいくつかの方法があり、同じ帯水層に戻す方法のほか、別の帯水層に注入する方法、地下に戻さず地表で放流する方法等がある。このシステムはクローズドループと比べ、ボアホール1本あたりの採熱量が大きくなることから、経済性に優れているが、井戸内において目詰まりが生じることがあるため、システムのメンテナンスが必要になる。このシステムは、比較的大規模な施設に適用されている。なお、地下水利用に揚水規制がかかっている地域では、この方法の適用は難しい。この方法は地下水熱利用ヒートポンプシステムあるいは地下水利用型

ヒートポンプシステムと呼ばれることもある。

(2) 地熱利用システム導入に関する補助金制度

地熱利用システム導入においては、国や各地方自治体が補助金および融資制度を設けている。以下に、その一例を示す。この補助金を利用することにより、初期投資費用を抑えることができれば、投資回収年数を短縮し、より事業性を高めることができる。

図表 112 地熱利用システム導入に関する補助金一覧

- 地中熱利用単独で申請できる導入支援の補助金
- 再生可能エネルギーを利用する事業を支援する補助金
- 再生可能エネルギーを利用する事業を支援する融資制度

国の補助金	補助金名	補助内容
経済産業省	住宅・建築物需給一体型等省エネルギー投資促進事業	戸建：定額、集合：2/3 以内、1/2～2/3
	地熱・地中熱等導入拡大技術開発事業	委託または補助
	財政投融资～環境・エネルギー対策貸付（日本政策金融公庫）	中小企業向け貸付限度 7.2 億円以内 個人事業主向け貸付限度 72 百万以内
環境省	再エネの最大限の導入の計画づくり及び地域人材の育成を通じた持続可能でレジリエントな 地域社会実現支援事業	定率、定額 委託
	地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する避難施設等への自立・分散型エネルギー設備 等導入推進事業	補助率 1/3～2/3 1/2（上限：500 万円/件）
	PPA 活用など再エネ価格低減等を通じた地域の再エネ主力化・レジリエンス強化促進事業（一部総務省・経済産業省連携事業）	補助率 1/3～3/4 委託
	脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業（一部総務省・経済産業省・国土交通省連携事業）	委託 補助率 1/4～3/4
	廃熱・未利用熱・営農地等の効率的活用による脱炭素化推進事業（一部農林水産省連携事業）	補助率 1/3～2/3、定額 委託
	建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業（経済産業省・国土交通省・厚生労働省連携事業）	補助率 m ² 単価定額、1/3～2/3
	集合住宅の省 CO ₂ 化促進事業（経済産業省連携事業）	間接補助
	戸建住宅ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス（ZEH）化等支援事業（経済産業省・国土交通省連携事業）	間接補助
国土交通省	令和 3 年度地域型住宅グリーン化事業（地域	補助対象となる木造住宅・建

	の中小工務店等が連携して取り組む良質な木造住宅等の整備を支援)	建築物の種類と上限額 ①長寿命型(長期優良住宅:木造、新築) :110万円/戸 ②高度省エネ型(認定低炭素住宅及び性能向上計画認定住宅:木造、新築) :70万円/戸 ③ゼロ・エネルギー住宅型(ゼロ・エネルギー住宅:新築および改修) :140万円/戸等 ④省エネ改修型(省エネ基準(既存)を満たす住宅:改修) :50万円/戸 ⑤優良建築物型(認定低炭素建築物等一定の良質な建築物:新築) :1万円/m ²
文部科学省	エコスクール整備事業(農水省・国交省・環境省連携事業)	補助率 1/3~1/2

出所) NPO 法人地中熱利用促進協会「2021 年度地中熱関連の補助金・融資制度一覧」

(3) 地熱利用システム導入による事業性の試算

熱交換設備としてヒートポンプシステムを導入した場合の事業性(導入費用、投資回収期間など)について検証するため、ヒアリングに協力して頂いた農家をモデルとして試算を行った。今回は、冬期の暖房熱源に地中熱(温泉熱 30~40℃)を利用できた場合を想定した。ヒートポンプ導入費用に関しては、ネポン株式会社(以下、ネポン社)にご協力頂き、現在の資材高騰などを鑑みた上での試算を行った。モデル農家の想定は以下の通り。

モデル農家①

イチゴ農家:既存の重油ボイラーとヒートポンプ(熱源:30~40℃の温泉熱)を併用。

モデル農家②

花き農家:ヒートポンプ(熱源:30~40℃の温泉熱)を新規に導入。冷房時の熱源は用水路の水(15℃前後)を利用。

1) モデル農家①: イチゴ生産農家

既存の暖房設備重油ボイラーと新たに設置する地中熱ヒートポンプを併用した場合の年間の暖房費、地中熱ヒートポンプの投資回収年数を試算。設備や栽培条件は図表126に示す。

図表 113 モデル農家①の概要

生産品目	イチゴ
従業員数	4名
ボーリング井戸（地下水利用）	無し
既存暖房・冷房	暖房：重油ボイラー4台・冷房：なし
ハウスの面積	3連棟×3面＝合計37a（3700平米）
ハウスの形状	間口6m×奥行70～80m×棟高4m
ハウスの設定温度	8℃～12℃
暖房時の内張り（保温カーテン）	有り
暖房使用期間	11月～4月
1日の運転時間	冬期は基本的に24時間運転
ヒートポンプの冷房機能の必要性	要。夏期に利用したい
ヒートポンプ設置場所	敷地内でハウスに隣接
熱源とハウスとの距離	5～10m

① ボーリング費用

地中熱利用には、ボアホール（地中から熱を取り出すための穴）が必要となる。既に井戸がある場合は、それを利用できるが、今回のモデル農家にはない為、ボーリングを実施する。ボーリング費用は目的や地質、深さによって費用が大きく異なることから、一概に算出することはできない為、今回はあくまで一般的な費用でボーリングを行ったと想定した。費用としては事前調査費用、計画書作成費用、ボーリング作業費などがかかり、1mの掘削で10～20万円程度が相場。村内でヒアリングを行った農家の半数（4件）がボーリングにより地下水を利用しており、その深さは70～120m、平均が約90mなのでボーリング作業費だけで90～180万円ほどかかる。今回は、これに事前調査費、計画書作成費などを含めボーリング費用総額300万円とした。

② ヒートポンプ導入費用

ヒートポンプ導入費用としては、ネポン社による試算を参考に、ヒートポンプ本体（9基）約2,000万円、設置工事及び部材費で600万円、今後の資材高騰による費用増加見込み200万円とし、トータルで2,800万円とした。

試算内容は以下とおり。

<試算条件>

- ・ハウス床面積3700㎡（3連棟×3面）の内、1面について試算
- ・合計床面積1,422.0㎡
- ・合計表面積2,386.5㎡
- ・40℃の温水を熱源に利用
- ・1面（3連棟）当たりヒートポンプ3基

- ・ヒートポンプの使用流量 30L/min×9 基=270L/min
- ・外気温-7℃（阿蘇地域での試算時の基準）
- ・ハウス内設定温度を 8℃

熱源の条件 40℃、270L/min より、外気温-7℃の場合、ヒートポンプで加温できるハウス内温度は 2℃が目安となる。それ以上の加温については、既設の重油ボイラーによる加温が必要となる。

上記のハウス内温度を-7℃⇒8℃にする為に必要な熱出力は 168 kW であり、まず、-7℃⇒2℃にする為に必要なヒートポンプの熱出力を求めると（地中伝熱は無視した場合）

暖房負荷 kW=ハウス表面積 m^2 ×放熱係数 W/($m^2 \cdot ^\circ C$)×(設定温度 $^\circ C$ －外気温度 $^\circ C$)

※放熱係数=平均熱貫流率 4.2 W/($m^2 \cdot ^\circ C$) + 平均換気伝熱率 0.5 W/($m^2 \cdot ^\circ C$)

以上より、ヒートポンプの最大暖房負荷 kW=2,386.5 m^2 ×4.7W/($m^2 \cdot ^\circ C$)×9 $^\circ C$ =101.0 kW となり、これを元に、流量 30L/min 時の能力係数 1222.8W/ $^\circ C$ のヒートポンプを選定した。

このヒートポンプの熱出力=ヒートポンプの流量あたりの能力係数 1222.8W/ $^\circ C$ ×(温水温度 $^\circ C$ －設定温度 $^\circ C$) =1222.8W/ $^\circ C$ ×(40 $^\circ C$ -8 $^\circ C$)×3 棟=117kW。

また、今回、熱余裕率として 116%を想定。(60min÷116%=51.7min)

従って、重油ボイラーの熱出力=168 kW－117 kW=51 kW となり、既存ボイラーの最大出力が 145 kW なので、145 kW÷51W=35%の出力。既存ボイラーの燃費 15.8L/h より、15.8L/h×35%=5.53L/h となり、ヒートポンプ導入により重油使用量を従来の 35%にできる。これにヒートポンプの電気使用量を加えると年間で燃料代を約 3 割削減することができる。

③ 地中熱ヒートポンプの投資回収期間

地中熱ヒートポンプ導入費用については、①+②より 3,100 万円となり、設備導入によるメリット（増収分）でこれを賄えるかがポイントになる。この投資回収までの期間と投資回収後の利益について試算を行う。

まず、投資回収期間を 10 年と設定すると、ヒートポンプを導入した場合の毎年の支払い平均は 310 万円。これと（併用する重油ボイラーの燃料代+ヒートポンプの電気代）×10 年が主な費用となる。この（併用する重油ボイラーの燃料代+ヒートポンプの電気代）については、従来通り重油ボイラー単独で暖房を行っていた時の燃料代を約 40～55%削減できたという事例（オーム社「事例に学ぶ地中熱利用ヒートポンプ」掲載）やネポン社の約 3 割削減できるという試算結果から、今回は従来の燃料代 106 万円/年（上記ヒアリング結果より）の 40%を削減できたとした。これより、地中熱ヒートポンプ+重油ボイラーの併用では、毎年 310 万円+（106 万円×

60%) = 373.6 万円の費用が発生することとなる。

一方、従来通り重油ボイラーのみを使用した場合については、すでに重油ボイラーの投資回収は終わっているものとし、毎年発生する費用としては、暖房燃料費 106 万円/年とした。

ヒートポンプを導入した場合と導入しなかった場合の 10 年間での毎年の支払いを比較すると 373.6 万円 : 106 万円となり、新たにヒートポンプを導入することで約 3.5 倍の経費がかかることになる。仮に、上記「地中熱利用にかかる補助金」で 1/2 補助を得られた場合は、ヒートポンプの支払いが 310 万円 × 1/2 + 光熱費 63.6 万円 = 218.6 万円となり、約 2 倍程度にはなるが、やはり、ヒートポンプを導入した場合の方が導入しない場合に比べ、生産者の金銭的負担が大きくなる結果となった。

図表 114 導入費用比較

費用	既設重油ボイラー 使用	ヒートポンプ導入	ヒートポンプ導入 (1/2 補助あり)
設備導入費	0 円	3,100 万円	1,550 万円
投資回収 10 年での平均支払額	0 円/年	310 万円/年	155 万円
光熱費	106 万円/年	63.6 万円/年	63.6 万円
設備導入により毎年発生する経費 ※メンテナンス等は別途	106 万円/年	373.6 万円/年	218.6 万円/年

ヒートポンプ導入による費用が、導入しなかった場合の費用より下回るまでの年数を計算より求めると（補助金の補助率は 1/2 とする。）ヒートポンプ（3100 万円 × 1/2 + 63.6 万円 × X 年） ≤ 重油ボイラー（106 万円 × X 年）より、X ≥ 36.6 年となり、ボイラー導入によるメリットが出るまでに 30 年以上も掛かってしまう。

しかし、ヒートポンプ導入によるメリットとして、夏期に冷房を使用できる点がある。例えば、夏秋イチゴの様な北海道など夏から秋に涼しい地域でしか生産されていない品種のイチゴを栽培することなどにより、増収が見込める可能性があり、また、重油の価格高騰などによる影響を減らし、安定的に出荷できることも期待できる。夏場のヒートポンプ稼働による電気代（数万～十数万円）を差し引いても売上げがこれまでの 1.5 倍になったと仮定すると、1800 万円 × 1.5 = 2700 万円で、1 年間での売上げが 900 万円増加となる。この 1/3 をヒートポンプ導入費用に充てた場合、300 万円 + 燃料削減分 42.4 万円 = 342.4 万円で返済していくと、投資回収は 3100 万円 ÷ 342.4 万円 = 9.1 年、1/2 補助金利用時は 4.5 年となり、以降は毎年 900 万円がそのまま売上げ増収分となる。

2) モデル農家②：花き生産農家

今年度から花き生産を開始し、ハウスへの本格的な暖房がまだない花き農家へ、重油ボイラーおよび冷房用エアコン（以下、ボイラー＋エアコン）を導入した場合と地中熱ヒートポンプ（暖房時熱源：温泉熱 30～40℃、冷房時熱源：用水路の水 15℃）を導入した場合の費用比較を行った。設備や栽培条件は図表 128 に示す。

図表 115 モデル農家②の概要

生産品目	トルコギキョウ
従業員数	4名
ボーリング井戸（地下水利用）	無し
既存暖房・冷房	今後導入予定
ハウスの面積	3連棟×3面＝合計 35a（3500 平米）
ハウスの形状	間口 6m×奥行 70～80m×棟高 4m
ハウスの設定温度	夜間および冬期に 8℃以上で暖房稼働
暖房時の内張り（保温カーテン）	有り
暖房使用期間	11月～4月
1日の運転時間	冬期は基本的に 24 時間運転
ヒートポンプの冷房機能の必要性	有。夏場はハウス内を 25℃以下にしたい
ヒートポンプ設置場所	敷地内でハウスに隣接
熱源とハウスとの距離	5～10m

① ボーリング費用

モデル農家①同様、ボーリング事前調査費、計画書作成費などを含めボーリング費用総額 300 万円とした。

② 暖房設備導入費用

地中熱ヒートポンプの導入については、ハウス規模、形状がほぼモデル農家①と同等であることから、試算条件、選定機種・設置台数等も同じとし、こちらも設置費用トータル 2,800 万円とした。

ボイラー＋エアコンを導入した場合の費用は、上記ヒアリング結果より、同じトルコギキョウ生産農家の栽培面積 50a に対し、モデル農家が 35a であることから、モデル農家では重油ボイラー 4 台× $(35a \div 50a)$ ＝約 3 台＋冷房用エアコン 1 台を導入し、新品の重油ボイラー約 120 万円／台で購入したとすると、重油ボイラーの購入費用は 120 万円×3 台＝360 万円、冷房用エアコン 150 万円× $(35a \div 50a)$ ＝105 万円より、合計 465 万円とした。

③ 設備投資回収期間

地中熱ヒートポンプ導入費用については、①+②より 3,100 万円となり、設備導入によるメリットとしては、重油使用量削減による燃料費削減や化石燃料不使用による単価向上などによる増収が見込まれる。投資回収年数を 10 年とした場合、ヒートポンプの暖房時の熱源は温泉熱 (30~40℃)、冷房時の熱源は用水路の水 (15℃前後) を使用し、ヒートポンプの年間電気料金を 10 万円とすると、毎年の費用=平均 310 万円+10 万円 (電気代) =320 万円。

一方、ボイラー+エアコンを導入した場合の費用は、ヒアリング結果より花き農家の栽培面積当たりの年間重油使用量が平均 0.15kL/a であったこと、同トルコギキョウ農家でのエアコンの年間電気料金が 4 万円であったことから、今回のモデル農家の栽培面積 $35a \times 0.15kL/a = 5.25kL$ 。重油の単価を 111 円 (2020 年 1 月国内平均) とすると、年間の燃料代= $5,250L \times 111 \text{円/L} = \text{約 } 58.2 \text{万円/年}$ 、エアコン電気代= $4 \text{万円} \times (35a \div 50a) = 2.8 \text{万円/年}$ 。この重油ボイラー、冷房用エアコンを 10 年使用した場合の燃料代が $58.2 \text{万円} \times 10 = 582 \text{万円}$ 、設備導入費 465 万円と合わせると 1,047 万円となり、10 年間の毎年の支払い=平均 104.7 万円になる。

ヒートポンプを導入した場合と、ボイラー+エアコンを導入した場合の 10 年間の毎年の支払いを比較すると 320 万円 : 107.5 万円となり、ヒートポンプ導入では約 3 倍経費がかかることになる。仮に、上記「地中熱利用にかかる補助金」で 1/2 補助を得られた場合は、ヒートポンプの支払いが 165 万円となり、ボイラー+エアコン導入の 1.5 倍ほどになるが、やはり、投資回収年数 10 年では、ヒートポンプ導入の方がボイラー+エアコン導入に比べ、生産者の金銭的負担が大きい結果となった。

図表 116 導入費用比較

費用	重油ボイラー+エアコン導入	ヒートポンプ導入	ヒートポンプ導入 (1/2 補助あり)
冷暖房設備の初期導入費	465 万円	3,100 万円	1,550 万円
投資回収 10 年での平均支払額	46.5 万円/年	310 万円/年	155 万円
光熱費	61 万円/年	10 万円/年	10 万円
設備導入により毎年発生する経費 ※メンテナンス等は別途	107.5 万円/年	320 万円/年	165 万円/年

ヒートポンプを導入した場合とボイラー+エアコンを導入した場合の年間売上げに差がなく、単純に設備導入とその後の光熱費のみで、ヒートポンプがボイラー+エアコンより経費面でメリットが上回る年数 X を求めると (補助金の補助率は 1/2 とする。)

ヒートポンプ ($3100 \text{万円} \times 1/2 + 10 \text{万円} \times X \text{年}$) \leq 重油ボイラー ($465 \text{万円} + 61 \text{万円} \times X \text{年}$)、より $X \geq 21.3 \text{年}$ となり、圧倒的にボイラー+エアコンの方のメリットが大きい。

しかし、現在、世の中の脱炭素・脱化石燃料の動きは加速しており、今後 10 年で

大きく状況が変わっていくと思われる。例えば、カーボンフットプリントなどによる製品の付加価値化や国のJ-クレジット制度の活用などによる新たな収入、あるいは、社会情勢や環境税増税などによる重油価格の高騰などで、今後、ボイラー+エアコン導入に比べヒートポンプ導入のメリットが大きくなる可能性は十分にある。

5.6.1 普及シナリオ

村内での地中熱・温泉熱の農業利用における普及においては、まず、地中熱利用についての認知度と関心を向上させる必要がある。これまで、ヒートポンプ導入を検討したことがある農家もあると思うが、導入にまで至っていないことから、投資回収年数や導入によるメリット、周囲の環境への影響など色々な要因があったと推測される。まずは、それらの要因の掘り起こしから始め、実際に事業に導入した場合のメリット・デメリット等を農家自身に実感してもらう必要がある。1つ成功事例ができれば、そこから少しずつ導入する農家を増やしていける可能性があることから、まずはモデル農家1件を選定し、村内でも地中熱利用が有効であることを示す。

(1) 施策案

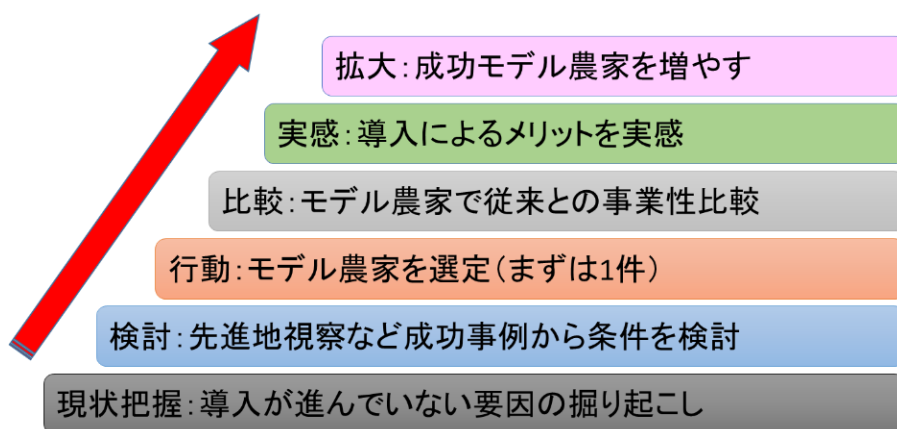
1) モデル農家選定

下記の例のような条件を設定し、1軒もしくは2軒を選定する。

- ・後継者がいるかなど、長期的な取り組みへの適性。(新規就農者も可)
- ・生產品目が高付加価値(取引単価の高い)のものか。投資回収期間を短縮。
- ・暖房光熱費が毎年数百万以上か。投資に見合ったコスト削減効果になるか。
- ・ハウス付近に湧水、温泉が湧出しているか。ボーリング費用等の削減。

モデル農家による地中熱導入拡大へ向けての戦略案を以下に示す。

図表 117 モデル農家による地中熱利用の導入拡大戦略



2) 既存施設の活用

村が所有する温泉施設など既存のものを活かした施設園芸の実証試験など、新たな取り組みを行えないか調査、検討する。村には、熊本地震による影響で現在営業停止している温泉施設もあり、温泉の温度が 48.1℃、温泉の湧出量が 180L/min と高いポテンシャルがある。

3) 地域資源（地中熱）利用先進地として村を PR

地域資源（地中熱）を活用しながら、脱炭素・脱化石燃料を推進しているという事例を作り、再エネ導入先進地として村を PR する。

1) 農業振興

農業分野において脱化石燃料、脱炭素の流れは避けられない為、地中熱あるいはほかの再エネを利用しつつ、経済的にも従来の重油使用に比べ、メリットが得られる体制を確立することで、村内の新たな農業従事者の増加や現在、廃業を検討している農家の延命につなげる。

(2) 経済効果

村内で施設暖房を使用している農家（花き 14 軒、イチゴ 15 軒）すべてで、現在、暖房設備として重油ボイラーを使用しているとした場合の、全体での年間重油使用量は、前述のヒアリング結果では栽培面積あたりの重油使用量花き農家 0.15kL/a、イチゴ農家 0.41kL/a であった。これと花き農家全体のハウス面積 49,926 m²、イチゴ農家全体のハウス面積 41,943 m²（図表 118）より全体の年間重油使用量は、 $0.15\text{kL/a} \times 499.26\text{a} + 0.41\text{kL/a} \times 419.43\text{a} = 246.9\text{kL}$ になる。

A 重油の国内平均価格は 2021 年 1 月には 82 円/L、2022 年 1 月現在では 111 円となっている。これより、年間での A 重油購入量を計算すると、単価 82 円では、20,245,800 円（約 2000 万円）、単価 111 円では、27,405,900 円（約 2700 万円）が村外に流出することになり、重油ボイラーから地中熱に置き換えることで、この流出分を抑えることができる。

また、上記施策案のように、村内には熱利用ポテンシャルの高い公共の温泉施設が 4 か所あるが、いずれも温泉の熱源としての温泉熱利用しか行っておらず、今後、これらの温泉熱の余剰分や廃熱を利用した事業開始による農業、観光業振興による経済効果も期待できる。

上記のヒアリングを行った農家の中には、重油の価格高騰により売り上げとの兼ね合いで、冬期は年内までしか生産をしないという農家が数軒あった。この冬期の暖房費用

を抑えることができれば、農家の収入を増やすことができ、廃業を考える農家を減らすこともできるかもしれない。

(3) CO2 排出削減効果

上記よりイチゴ農家、花き農家全体での年間 A 重油使用量は 246.9kL とした場合、A 重油の単位当たりの CO2 排出量 2.756kg-CO2/L より、 $246.9 \times 10^3 \text{L} \times 2.756 \text{kg-CO}_2/\text{L} = 680.5 \text{t-CO}_2$ となる。

イチゴ農家 15 軒、花き農家 14 軒すべてで重油ボイラーを使用しているとして、これら 29 軒すべての重油ボイラーを完全に地中熱ヒートポンプに置き換えられた場合の CO2 削減量は 680.5t-CO2/年となるが、上記、モデル農家での試算より、重油ボイラーと地中熱ヒートポンプ併用が最も実現性がにより、従来 of A 重油使用量を半分にできた場合は、その半分の 340.2t-CO2/年となる。

図表 118 冬期に暖房を使用している生産農家（図表 121 再掲）

花き農家			いちご農家		
大字	生産者数	ハウス実面積 (㎡)	大字	生産者数	ハウス実面積 (㎡)
一関	2	4,088	一関	1	5,500
河陽	1	3,262	河陰	1	1,710
白川	5	18,030	河陽	3	8,034
中松	1	1,920	立野	1	9,286
久石	1	1,829	長野	1	3,983
吉田	3	7,837	中松	2	2,500
両併	1	12,960	久石	1	1,926
			吉田	2	2,660
			両併	3	6,344
合計	14	49,926	合計	15	41,943

III. 計画の推進体制

戦略策定後における、温暖化対策及び再エネ導入事業等の実施体制については、下図のとおり。

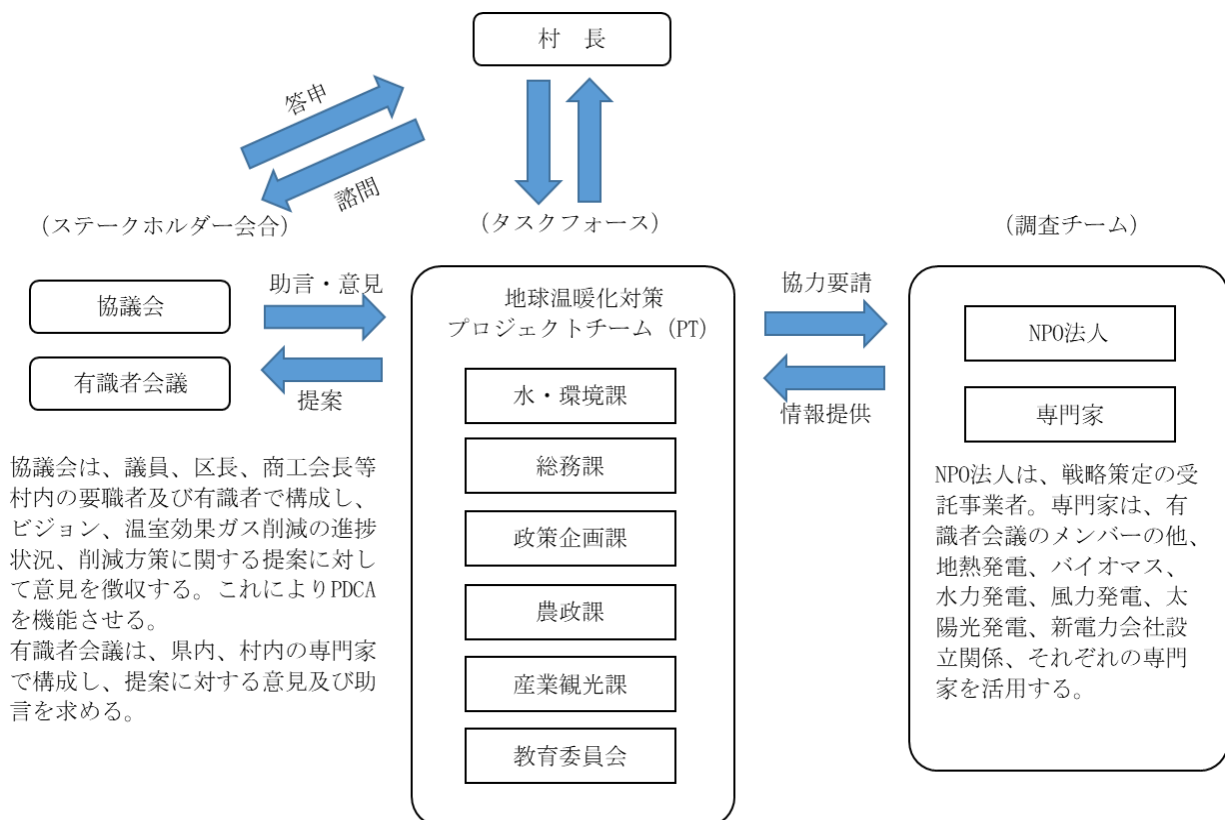
南阿蘇村の水・環境課（申請課）が所管部署となり、関係各課と緊密な連携を取りながら、脱炭素社会ビジョンプロジェクトチームを設置し、実施計画の検討を行う。実施計画について地域の合意を得るため、ステークホルダー会合を設置し、実施計画の策定過程やその計画実行段階において、会合を定期的開催する。ステークホルダー会合の構成員としては、合意形成を重視することから、村内の役職員や事業関係者等を中心とする。また、有識者会議も設置し、関係 NPO 法人や大学関係者で構成することとし、計画策定や実行段階において意見や助言をいただくこととする。

本戦略の実施計画としては、地球温暖化対策実行計画（区域施策編）を位置づけ、令和4年度から令和5年度にかけて、本戦略を具現化するために令和6年度から令和10年度までの5ヶ年間で取り組むべきの事項、目標等をまとめた計画を策定する。策定に当たっては、ステークホルダー会合の答申に基づくこととする。

ステークホルダー会合は、名称を「地球温暖化対策推進協議会」とし、村の附属機関に位置付け、温暖化対策の推進を図ることとする。

令和6年度以降の計画期間中は、進捗状況等について協議会に定期的に諮問を行う。

以上のような仕組みを構築して、計画策定後の PDCA を確立する。



南阿蘇村地域再エネ導入戦略

令和4年3月

発行 熊本県南阿蘇村

編集 水・環境課

熊本県阿蘇郡南阿蘇村大字河陽 1705 番地 1

電話 (0967)67-3176

調査・策定受託業者

NPO 法人 九州バイオマスフォーラム

本戦略は、(公財)日本環境協会から交付された環境省 補助事業である令和3年度 CO₂排出抑制対策事業費等補助金(再エネの最大限の導入の計画づくり及び地域人材の育成を通じた持続可能でレジリエントな地域社会実現支援事業)により作成されたものである。