

平成 24 年度スマートコミュニティ構想普及支援事業

最上町スマートコミュニティ構想

災害に強い自立分散型の再生可能エネルギーの活用

平成 25 年 3 月

山形県最上町

町長あいさつ

当町では平成 23 年に『人が元気 地域が元気 産業が元気』をテーマとした『第 4 次最上町総合計画』を策定し、現在その具現化にむけて数々の施策を講じております。本計画は、平成 23 年度から平成 32 年度（2020 年度）までの 10 年間を目標とし、基本構想には「人にやさしいまちづくり」「食にやさしいまちづくり」「環境にやさしいまちづくり」「持続から発展のまちづくり」の 4 点を基本方針に掲げております。このなかで重要とされる総合的な環境基盤の整備による、持続可能なまちづくりを進めていくために、太陽光や小水力、木質バイオマスなどの再生可能エネルギーを有効に活用し、エネルギーを賢く使うことが必要であります。また、資源循環による低炭素社会の推進の上でも、再生可能エネルギーは重要なエネルギー源であり、今後一層の導入・普及と効率的な活用を目指す必要があります。

当町ではこれまで木質バイオマスエネルギーの実験事業をとおして、豊富な森林資源の適正な管理と、再生可能エネルギーの利活用の両面を有機的に結びつけた実践を行ってきました。その結果、再生可能エネルギーの積極的な活用は、地球規模の環境問題に貢献するばかりではなく、新たな産業起こしや観光開発など地域での豊かな暮らしに結びつくものであるとの方向性を見出しております。さらに、最上町の地域特性に配慮しながら自然と人間との共生が確保された持続可能なまちづくりを進めるために、再生可能エネルギーの可能性調査を行い、それを賢く利活用していくための総合的な指針を明示していく必要があります。

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災では電気をはじめとするライフラインに大きな被害を受け、当町でもエネルギー供給の脆弱性を明らかにすることとなりました。これを教訓に地域のエネルギーとして、再生可能エネルギーを地域分散型の電源として災害時において最低限のエネルギー供給ができる体制を整える必要性が強く認識したところです。

このような背景のもと、電気や熱といったエネルギーを将来にわたって安定的に供給できる体制づくりを進めていくことが大変重要であり、この課題を解決する新しい取組みが、「スマートコミュニティ」であります。スマートコミュニティとは、再生可能エネルギーを地域のエネルギーとして、地域・家庭・交通等で情報技術を活用し効率的に活用・管理していく将来ビジョンを描いたものです。この実現に向けて本年度は地域の実情を把握するための調査を実施いたしました。今回の調査により当町でのエネルギー利用状況や再生可能エネルギーの導入可能性調査等が明らかになりました。今後は、調査結果を基に詳細な内容を検討していく地域住民や産学官連携となる推進体制の仕組みづくりが必要となります。

最後になりますが、本調査において、ご審議・ご指導を賜りました東北大学中田俊彦先生、東北芸術工科大学三浦秀一先生をはじめとする「最上町スマートコミュニティ構想策定委員会」の委員の皆様や調査にご協力いただきました多勢の皆様にご心から御礼を申し上げます。

なお、本調査は、一般社団法人新エネルギー導入促進協議会の「平成 24 年度スマートコミュニティ構想普及支援事業」の補助により実施いたしました。

平成 25 年 3 月

最上町長 高橋 重美

目次

第1章 背景	1
1 スマートコミュニティ構想策定の背景	1
2 地域特性と課題	4
第2章 エネルギーの利用状況	14
1 エネルギー消費量	14
2 二酸化炭素排出量	19
第3章 再生可能エネルギーの導入可能性	21
1 現在の利活用の状況	21
2 再生可能エネルギーの賦存量	25
3 導入可能性の評価	26
第4章 スマートコミュニティ構想	27
1 構想の期間	27
2 目指す将来の姿	27
3 構想実現に向けた方針	27
4 構想実現までのイメージ	28
5 再生可能エネルギーの導入目標	29
第5章 重点プロジェクト	32
1 向町地区におけるプロジェクト	33
2 富沢地区におけるプロジェクト	36
3 大堀地区におけるプロジェクト	37
4 ネットワークプロジェクト	37
第6章 導入効果の算定	38
1 太陽光発電	38
2 温度差発電	39
3 温泉熱利用	43
4 小水力発電	45
第7章 スケジュールと推進体制	47
1 スケジュール	47
2 推進体制	48

資料編	49
1 先進地調査	49
2 現地調査	57
3 住民参加型の取り組み事例	60
4 エネルギー消費量の推計方法	62
5 エネルギー消費量の推計	63
6 再生可能エネルギーの賦存量の推計方法	70
7 委員名簿	75
8 策定委員会活動経過	75

第1章 背景

1 スマートコミュニティ構想策定の背景

(1) 東日本大震災

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、国内観測史上最大規模の地震や大規模な津波による未曾有の大災害を引起しました。東日本大震災によって、電気をはじめとするライフラインは大きな被害を受け、東北地方沿岸を中心とした広範囲に渡る停電や長期間の燃料供給停止が発生した他、福島第一原子力発電所では放射性物質が外部へ放出されるという事故に至り、発電所周辺の放射能汚染やそれによる風評被害は収束していません。

これにより我が国のエネルギーをめぐる環境は一変し、原子力発電所の発電停止、これに伴う太陽光発電や太陽熱利用、水力、風力、バイオマス等、一度利用しても比較的短期間に再生が可能で資源が枯渇しない再生可能エネルギーの利用増等、近年経験のないエネルギーの大転換期を迎えています。

最上町においても、震災による直接的な被害は少なかったものの、約28時間の停電による防災無線や暖房器具の使用不能、約1ヶ月間のガソリン不足による移動困難等、最上町のエネルギー供給の脆弱性を明らかにすることとなりました。

(2) 地球温暖化問題

地球温暖化防止に向けた世界的な取り組みとしては、1997年12月に京都で開催されたCOP3（「気候変動に関する国際連合枠組条約（気候変動枠組条約）第3回締約国会議」）において日本は1990年比で温室効果ガス排出量を1998年～2012年までに6%削減することとしました。

その後、2008年7月に開催された主要国首脳会議（北海道洞爺湖サミット）では、世界経済や開発、政治問題とともに、環境・気候変動について議論されました。気候変動については、長期目標として2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量の少なくとも50%削減を達成する目標を、すべての条約締約国の共通の目標として締約国会議において採択するよう求めていくことで合意しました。

また、同年12月には、欧州共通の環境目標「トリプル20」（2020年までに温室効果ガスを90年比で20%削減し、再生可能エネルギーの比率を20%に高め、エネルギー効率を20%改善）が採択されました。

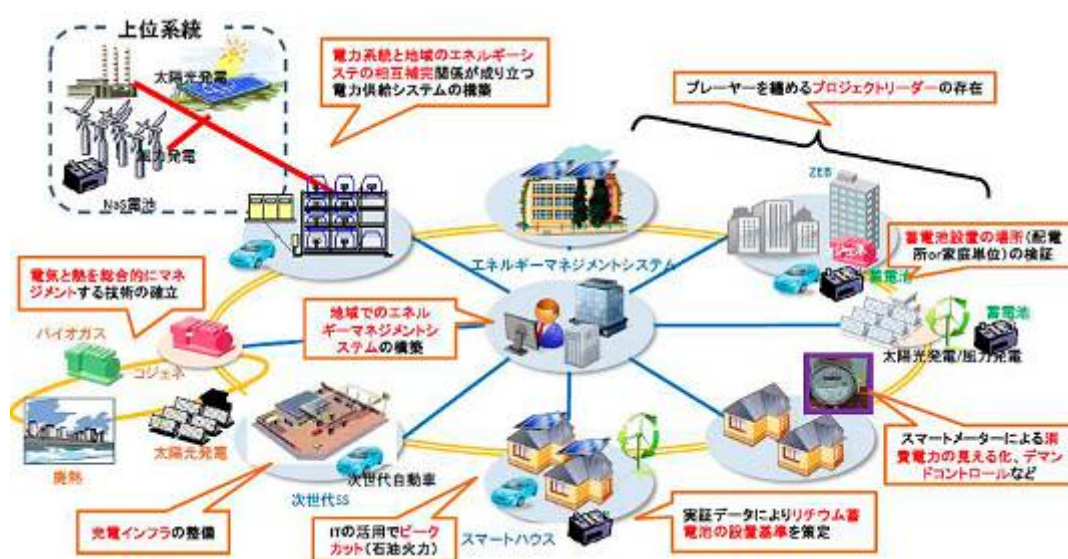
現時点において日本は京都議定書の目標は達成する見込みですが、2011年12月のCOP17（開催地：ダーバン）では、京都議定書の延長に合意できない事を理由に京都議定書の次期枠組みからは離脱しました。2020年以降の枠組みについては、2012年12月のCOP18（開催地：ドーハ）において、アメリカ合衆国、中華人民共和国、インド共和国等の全ての国が参加する新たな枠組みづくりについて採択されました。

国内では、2012年4月に閣議決定された第4次環境基本計画において「世界をリードするグリーン成長国家」として世界最高水準の省エネルギーや再生可能エネルギー導入による低炭素社会の実現を掲げています。また東日本大震災の影響を受け、2030年までのエネルギー政策の方向性を示す「エネルギー基本計画」は現在見直し作業が進められています。

(3) スマートコミュニティ

太陽光や風力等の再生可能エネルギーは、出力が不安定であり、現在の電力供給システムでは十分に受け入れられない可能性があります。一方でヒートポンプや電気自動車の普及により、電化が進展しつつあります。このような電力需給両面での変化に対応し、情報通信技術を活用して効率的に需給バランスをとり、電力の安定供給を実現するための電力送配電網が「スマートグリッド」です。また、電力だけでなく、熱エネルギーや交通システムを含めライフスタイル全体を視野に入れた社会システムが「スマートコミュニティ」です。

経済産業省は、2010年4月に全国から4地域を選出し「次世代エネルギー・社会システム実証事業」を開始しました。この事業では、電気の有効利用に加えて、熱や未利用エネルギーの他、地域交通システムや市民のライフスタイルの変革についても実証の範囲としています。スマートコミュニティは、今後ますます懸念が高まる地球温暖化・エネルギー危機や、少子高齢化等の課題の解決策として期待されており、現在世界では400以上のプロジェクトが進行中です。



資料：経済産業省

図 1 次世代エネルギー・社会システムの実証事業

(4) 山形県の取り組み

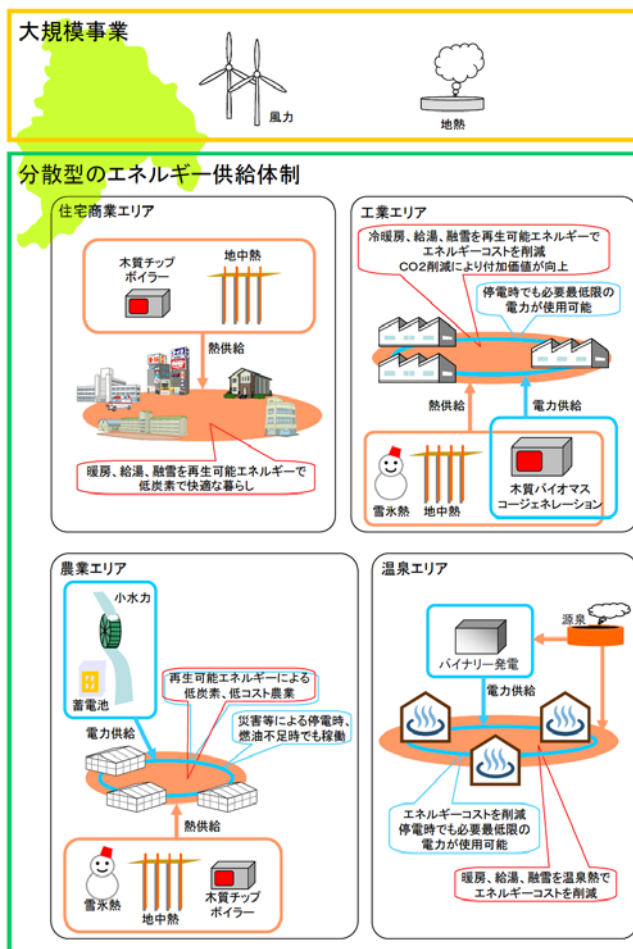
東日本大震災の影響を踏まえ、山形県が策定した本構想に関連する主な報告書は以下のとおりです。

① 山形県エネルギー戦略（2012年3月）

山形県は、「卒原発社会」の実現に向けて「山形県のエネルギー政策基本構想」を策定しました。この構想期間は2012年4月～2031年3月であり、2030年度までに再生可能エネルギーにより、電源と熱源を電力換算で101.5万kW賄うとしています。これは2010年度の山形県内で消費された電気の約25%に相当する量です。

また、県内を村山地域、最上地域、置賜地域および庄内地域の4地域に分け、活用が期待される主な再生可能エネルギーを示しています。

最上町が位置する最上地域の将来像として、農業エリアは「木質チップボイラー、雪氷熱、中小水力、地中熱による電熱供給システムを構築し、再生可能エネルギーによる電熱供給を行う。」、温泉エリアは「バイナリー発電による電力の供給を行うとともに、暖房、給湯、融雪に温泉熱を活用する。」としています。



資料：山形県エネルギー戦略（山形県）

図2 最上地域の将来イメージ

② スマートコミュニティ構想（平成24年4月）

（再生可能エネルギー活用による積雪寒冷地・田園都市型スマートコミュニティの構築に関する報告書）

山形県寒河江市を対象地として「施設園芸団地」、「工業団地」、「住宅団地」および「交通」の4ケースでの再生可能エネルギーの利用について検討しています。

「施設園芸団地」では、バラ団地周辺を対象として主に地下水熱ヒートポンプ、木質ペレット加温機および太陽光発電システムの導入を検討しています。

「工業団地」では、寒河江中央工業団地を対象として天然ガス火力発電所の設置の他、メガソーラー、雪氷熱利用およびマイクロ水力の導入を検討しています。

2 地域特性と課題

(1) 地域特性

① 位置・地勢

最上町は山形県の北東部に位置し、北部は秋田県湯沢市、東部は宮城県大崎市等4市2町と隣接する県境の町です。南北28km・東西24km、総面積は330.27km²であり、中央部には小国盆地が開けているものの、大部分は四方を奥羽山脈に属する1,000m級の山岳に囲まれた山岳・丘陵地帯で、山林が町土の約80%を占めています。

気候的には寒冷多雨で、夏季には東風が吹き抜け、冬季は多雪であり、四方が峰によって遮られているため、かつては『小国郷』と呼ばれ、ひとつの「独立圏」を形成してきました。

基幹産業は稲作を中心とした農業で、畜産や園芸作物を組み合わせた複合経営が進められています。また、豊富な温泉資源や高原（牧場）を利用した観光に力を入れており、県内外から多くの観光客を呼んでいます。また町内は行政区として向町地区、富沢地区および大堀地区の3つに分けられています。



図3 最上町の位置

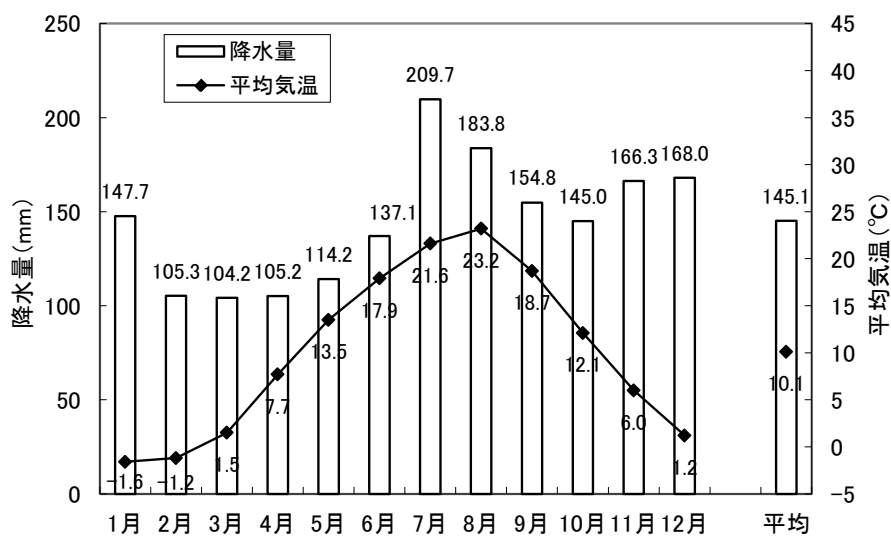


図4 最上町の行政区

② 気温および降水量

四方を山に囲まれ、夏季には東風が吹き抜け、冬季は多雪となります。過去30年間の平均気温（1981～2010年）は10.4℃であり、月別平均気温が20℃を上回るのは7月および8月のみと、寒冷多雨な気候となっています。

水資源の根源となっている降水量は、年降水量で1,743.5mmとなっており、全国平均（1,718mm）とほぼ同程度です。ただし、盆地地形のため、過去に集中豪雨による大水害を経験しています。



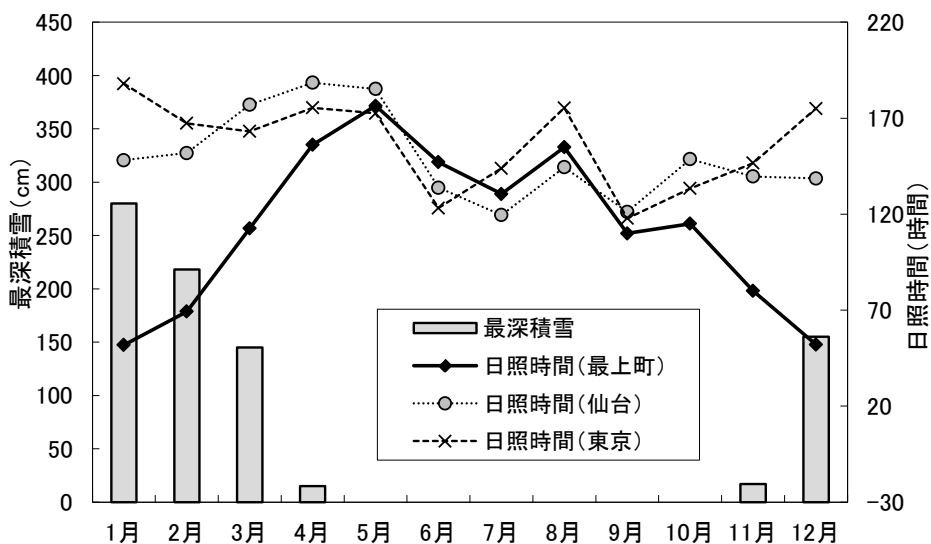
資料：気象庁電子閲覧室 観測地：最上町（向町）

注）平均気温および降水量は、1981年～2010年の月別の平均値

図5 気温および降水量

③ 日照時間および積雪の深さ

日照時間は1,563.3時間（1987～2010年）であり、沿岸部にある酒田市（1,552.1時間）とほぼ同程度であり、宮城県仙台市（1,796.1時間）と比較すると、年間の日照時間で13%少なくなっています。また、降雪期間は11～4月であり、中でも1月の最深積雪は約3mと多くなっています。冬季の日照時間の少なさは、降雪による曇天のためです。



資料：気象庁電子閲覧室 観測地：最上町（向町）、仙台（仙台）、東京（東京）

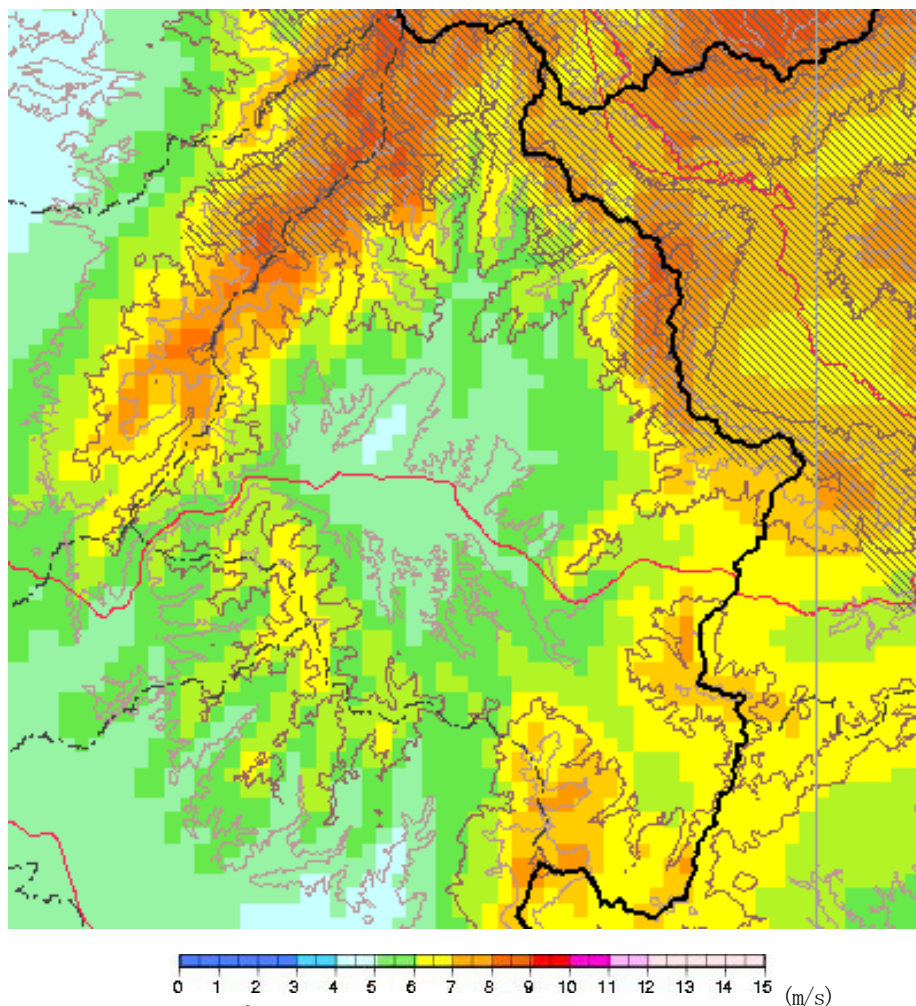
注1) 最上町の日照時間は1983年～2010年の月毎平均値、最深積雪は1983年～2010年の月別最大値の平均値

注2) 仙台市および東京都の日照時間は1981年～2010年の月毎平均値、最深積雪は1981年～2010年の月別最大値の平均値

図6 日照時間および最深積雪

④ 風速

最上町の風況は、町中央部の小国盆地で年間の平均風速が低く、これを取り囲む奥羽山脈に属する山岳・丘陵地帯で、年間平均風速が6m/s以上と高くなっています。

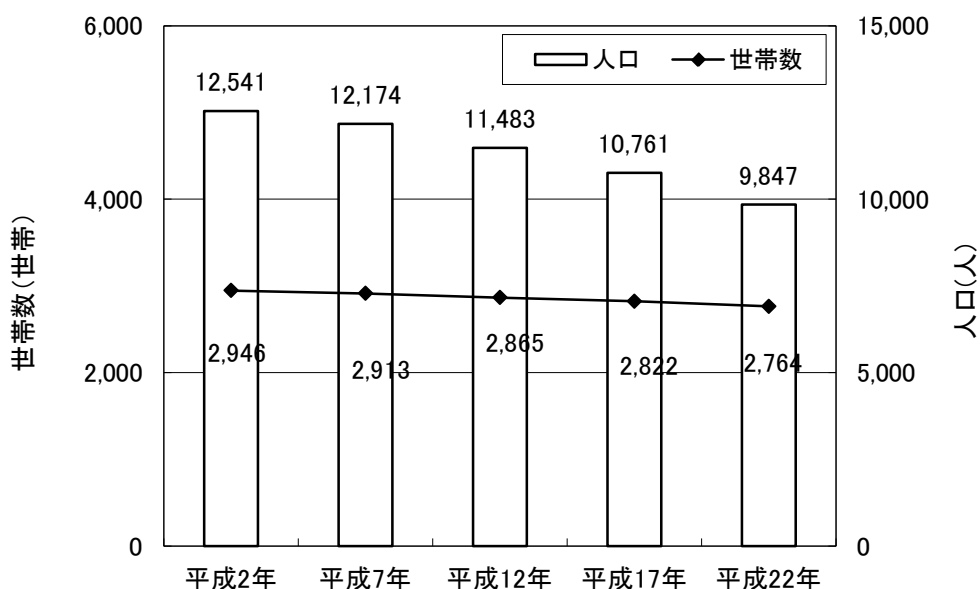


資料：NEDO 風況マップ (NEDO)

図 7 風況マップ (標高 30m)

⑤ 人口および世帯数

平成 22 年度の国勢調査における最上町の人口は 9,847 人で、過去 20 年間減少傾向にあります。世帯数は 2,764 世帯で、この 10 年間では約 100 世帯、割合にして 3.6%減少しています。世帯当たりの人数は、この 10 年間では 4.0 人から 3.6 人と核家族化が進んでいます。

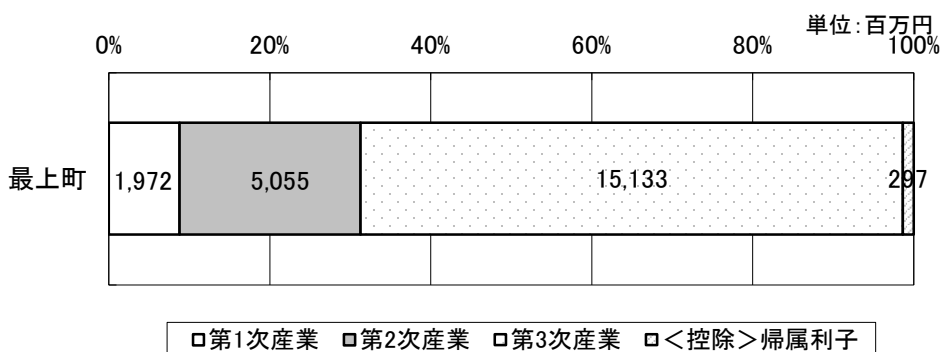


資料：国勢調査

図 8 人口および世帯数

⑥ 産業構造

平成 21 年度における最上町の産業別純生産の構造は、第 3 次産業の占める割合が多くなっており、約 7 割を占めています。



資料：平成 21 年度市町村民経済計算

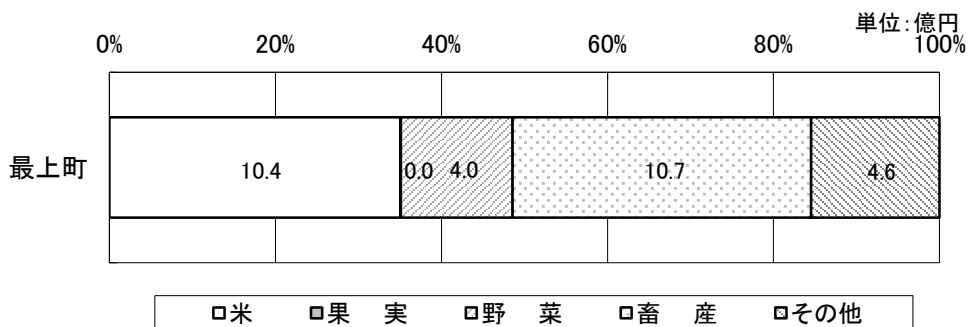
注) 帯グラフ上の数値は実数です。

図 9 産業別純生産

⑦ 農業生産額

平成 22 年度における最上町の農業生産額は 29.74 億円で、米と畜産の占める割合が最も多く、それぞれ約 35%を占めています。

畜産の飼養頭数は肥育牛が最も多くなっています。



資料：最上町資料

注) 帯グラフ上の数値は実数です。

図 10 農業生産額

表 1 畜産の飼養頭数

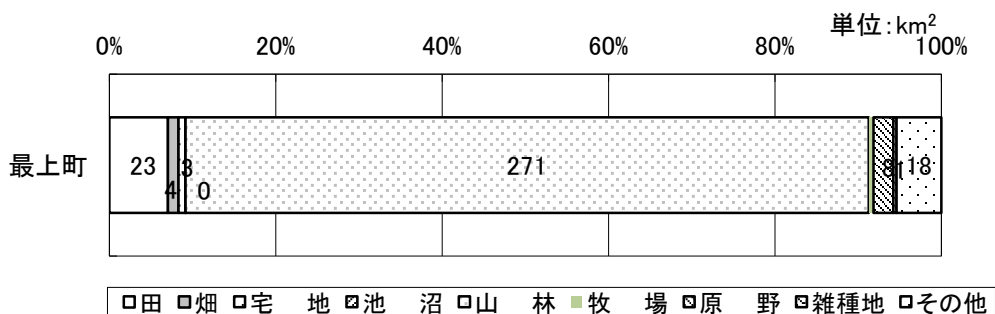
種類	飼養頭数(頭)
酪農牛(乳用牛)	109
繁殖牛	274
肥育牛	4,553

資料：2012 年版最上町の主要統計

⑧ 土地利用

平成 23 年度における最上町の面積は 330.27km²で、山形県総面積の約 3.5%を占めています。内訳は、山林 (82.1%) が最も多く、次いで田 (7.1%)、その他 (5.4%)、原野 (2.4%) となっています。

最も多くを占める山林の内訳は 80%が国有林、20%が民有林となっています。



資料：町民税務課(概要調書等報告書)

注) 帯グラフ上の数値は実数です。

図 11 地目別面積

表 2 山林の内訳

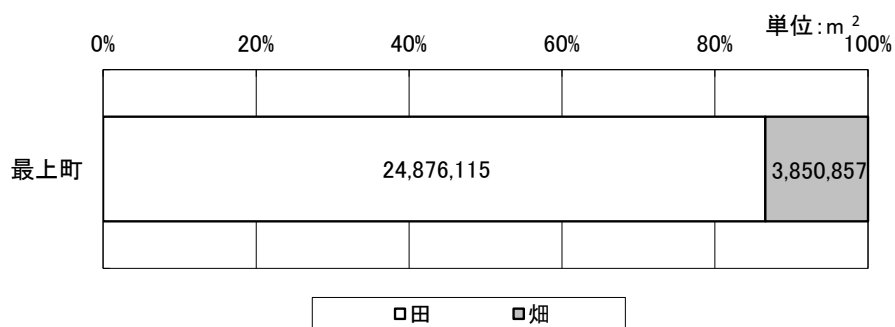
区分	面積 (k m ²)	構成比 (%)
山林	279	84.3
国有林	223	67.5 (80.0)
民有林	56	16.9 (20.0)
最上町総面積	330	100.0

資料：東北森林管理局山形森林管署最上支署 HP

注) 構成比の () 内は山林に対する値

⑨ 経営耕地面積

平成 22 年度における最上町の経営耕地面積は 28.73km²です。内訳は田が全体の約 9 割を占めています。



資料：農業センサス

注) 帯グラフ上の数値は実数です。

図 12 経営耕地面積

⑩ 自動車台数

平成23年の最上町の自動車保有台数は、11,813台となっています。

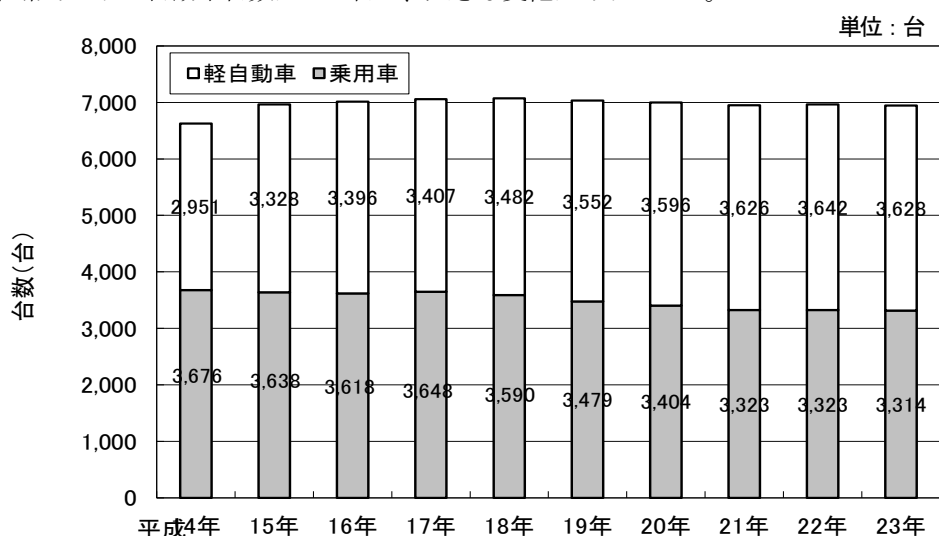
表3 自動車の保有状況

単位:台

区分	総数	乗用自動車	乗合自動車	貨物自動車	その他の自動車
最上町	11,813	3,314	34	590	7,875

資料：市町村別自動車保有車両数（東北運輸局山形運輸支局）、平成23年

平成14年からの乗用自動車と軽自動車の合計台数は、ほぼ横ばいで推移していますが、軽自動車の占める割合が増加傾向にあります。平成17年と平成22年国勢調査時の1世帯あたりの自動車台数は2.5台と、大きな変化はありません。



資料：市町村別自動車保有車両数（東北運輸局山形運輸支局）

注) 国勢調査の結果より、平成17年度世帯数：2,822、平成22年度世帯数：2,764

図13 乗用自動車と軽自動車の合計台数の推移

(2) 最上町の課題

① 快適な生活環境の形成

持続可能な循環型の地域社会、そして安全で安心して暮らせる生活環境を創出するために、優れた自然や貴重な歴史・文化を有する町として、自然に恵まれ美しくうまいのある生活環境づくりと、貴重な地域資源の有効活用を一体的に取り組んでいく必要があります。自然や歴史・文化と共生し、快適な暮らしが実感でき、だれもが住みたくなる居住環境づくりを進めるために、再生可能エネルギーの創出とともに、省資源・省エネルギー・リサイクル等を重視し、自然と共生していく循環型社会の形成が求められています。

② 少子高齢社会に対応したやさしいまちづくりの推進

少子化に対応して、この地で子どもを育てたいと感じる人を増やすとともに、子どもたちが地域に見守られながら成長できる社会をつくっていく必要があります。

現在は、高齢化が進む中、高齢者が元気で安心して住み続けられる生活環境を確保するため、保健、医療、福祉サービスの充実を目的とした「ウエルネスタウン構想」を推進しており、今後は地域包括ケアシステムの充実や、各種行政サービスの質の向上を図っていく必要があります。

③ 立地条件を生かした産業機能の充実

最上町の地理的、気候的な特性を生かして、農林水産業の振興と6次産業化を図るとともに、商工業や観光業との具体的な連携を行うために平成24年度に産業振興センターを設置し、地域資源の効果的な活用による総合的な産業の活性化と、環境（再生可能エネルギーを含めた）を活用した観光の充実を図っています。

既存商店街の持続発展を図るため、住民の生活視点を重視した中心市街地の活性化に努めていく必要があります。物流システムの整備として、国道47号の早期改良による発展の可能性を検討するとともに、新たな産業の可能性を追求し、また「工業」「観光」「交流活動」を促進する中から雇用の場の確保を進める必要があります。

④ 地域の活動を支える生活基盤の整備

定住・交流を促進増加させ、町の一体的発展に向け、住民の合意に基づく計画的かつ調和のとれた土地利用のもとに、人々が集う魅力があり、にぎわいのあるまちづくりを進めていくため、道路・交通・情報網の整備を図ることが必要です。また、定住を促進するため、住宅等の環境整備を進め、若者の流出を防ぐ必要があります。

⑤ 森林資源の管理と有効活用

昭和50年前後に植林された約1,300haの町内民有林が社会構造の変化や材価の低迷等で森林整備が行き届かなくなっていることや、間伐が急務となっていることから、「バイオマスエネルギー地域システム化実験事業」(NEDO)を行い、豊富な森林資源を有効活用し、消費と生産を循環させていくことによる地域循環型社会の実現に取り組んでいます。今後は安定したシステムの継続とあわせて、地域の活性化につなげていく必要があります。

(3) 地区毎の特徴と解決すべき課題

最上町の3地区は、「町の中心機能」や「観光拠点」といった異なる特徴を持つため、それぞれの特徴と「防災」、「エネルギー」および「交通」の面から解決すべき課題について整理しました。

表 4 地区毎の特徴と解決すべき課題

名称	特徴	解決すべき課題
全 体	山林の占める割合が大きく、木質資源に恵まれています。 多くの温泉を有しており、温泉熱に恵まれています。 町の中心を最上小国川が流れ、その支流が多くあります。	地形上、災害により町を横断する国道47号線が寸断された場合、近隣から孤立する可能性があり、災害による停電や燃料供給が途絶えた際にも対応が可能なエネルギーシステムの確立が必要です。
		豊富な木質・温泉・水資源等の再生可能エネルギー導入による新たな雇用機会の創出が必要です。
向 町 地 区 (中心部)	町の中心部として行政機能や医療・保健・福祉機能さらに商店街等が集約された地域です。	中心部は災害発生時に対策本部として情報発信や収集、医療機能、大規模な避難所としての機能が求められています。
	木質資源を使った熱供給システムや太陽光発電システムがあります。	停電時や燃料の供給が途絶えた際にも対応が可能なエネルギーシステムの確立が必要です。
富 沢 地 区・ 大 堀 地 区 (共通)	災害時には小学校が避難所になり、各集落への情報伝達機能が求められます。	減災対策と自立分散型のエネルギー供給システムの確立が必要です。
	中心部から離れています。	交通手段の確保、交通弱者への対応が必要です。
富 沢 地 区	赤倉温泉と赤倉スキー場があり、自然環境に恵まれた地域です。	交流・観光人口の拡大とともに観光客への災害時対策が必要です。
大 堀 地 区	大堀温泉、瀬見温泉があり、自然環境に恵まれた地域です。	交流・観光人口の拡大とともに観光客への災害時対策が必要です。

第2章 エネルギーの利用状況

平成22年度（2010年度）における最上町のエネルギー消費量を、部門別、燃料別に推計しました。また、横断的に比較できるようにエネルギー消費量と二酸化炭素排出量に換算して示します。エネルギー消費量を示すJ（ジュール）は熱量の単位です。

1 エネルギー消費量

(1) 部門別エネルギー消費量

最上町のエネルギー消費量は、年間で約871TJ（ $=\times 10^{12}J$ 、「T」は「テラ」と言います）となり、山形県全体の約1%を占めています。

部門別にみると、民生家庭部門の消費量が最も多く約340TJ、次いで産業部門が約230TJとなっており、それぞれ山形県全体の約1.4%を占めています。

表5 部門別エネルギー消費量の比較

区分	単位	民生家庭部門	民生業務部門	産業部門	運輸部門	合計
全国	PJ	2,154	2,818	6,572	3,430	14,974
山形県	TJ	24,158	22,181	17,207	12,464	76,010
最上町	TJ	338	205	234	94	871
（最上町/山形県）	%	(1.4%)	(0.9%)	(1.4%)	(0.8%)	(1.1%)

資料：国エネルギー消費は総合エネルギー統計（平成22年度版）

山形県エネルギー消費は都道府県別エネルギー消費統計（平成22年度版）

注）全国の単位PJ（ペタジュール） $=10^{15}J$

各部門の比率を全国および山形県と比較すると、全国に比べて民生家庭、民生業務部門の占める割合が多くなっています。山形県との比較では、全体的な傾向は類似していますが、産業部門の占める割合が多くなっています。

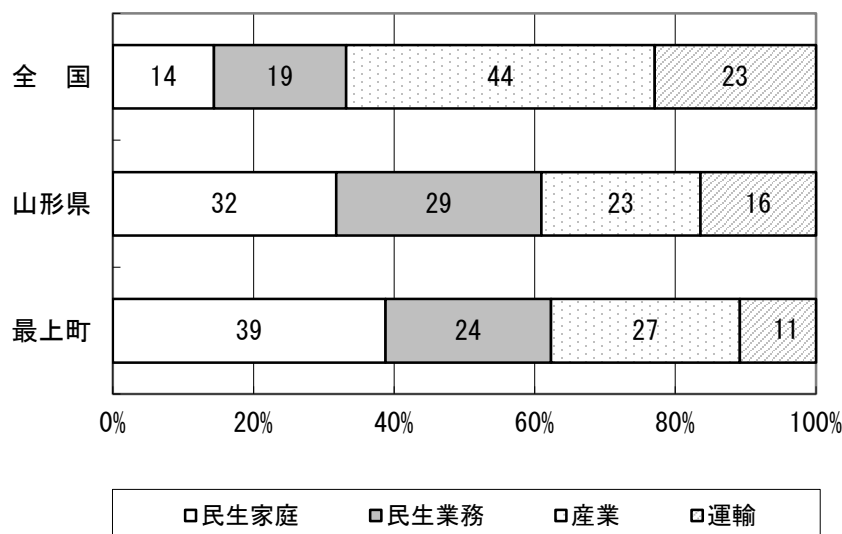


図14 部門別エネルギー消費量の比較

(2) 燃料別エネルギー消費量

最上町で使われているエネルギーを、電気、ガス、石油系（ガソリン、灯油、重油等）で大別すると、電気のエネルギー消費量が524TJと最も多く、部門では民生家庭部門で多くなっています。

また、民生家庭部門の石油系は、灯油の消費であり、一世帯あたり年間1,179Lの灯油を消費していることがヒアリング調査により把握されました。これは、県庁所在地である山形市の消費量（640L/世帯、平成23年家計調査）のおよそ2倍であり、県内でも有数の積雪寒冷地であることから、冬季間の暖房需要が高いことがうかがえます。

なお、最上町のエネルギーフローを推計した結果を図16に、最上町中心部における建物別の熱需要および熱需要密度を図17、図18に示しました。

表 6 燃料別エネルギー消費量

単位：TJ

区分	電気	ガス	石油系	合計
民生家庭部門	190	29	119	338
民生業務部門	163	2	40	205
産業部門	171	0	63	234
運輸部門	0	0	94	94
合計	524	31	316	871

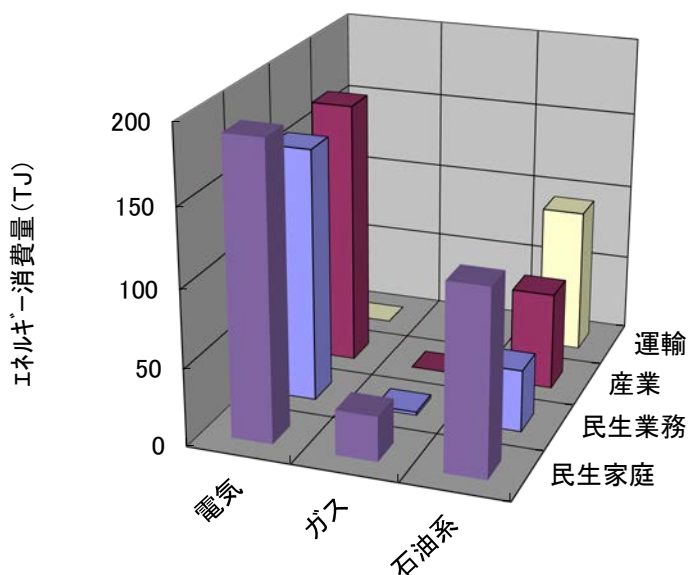
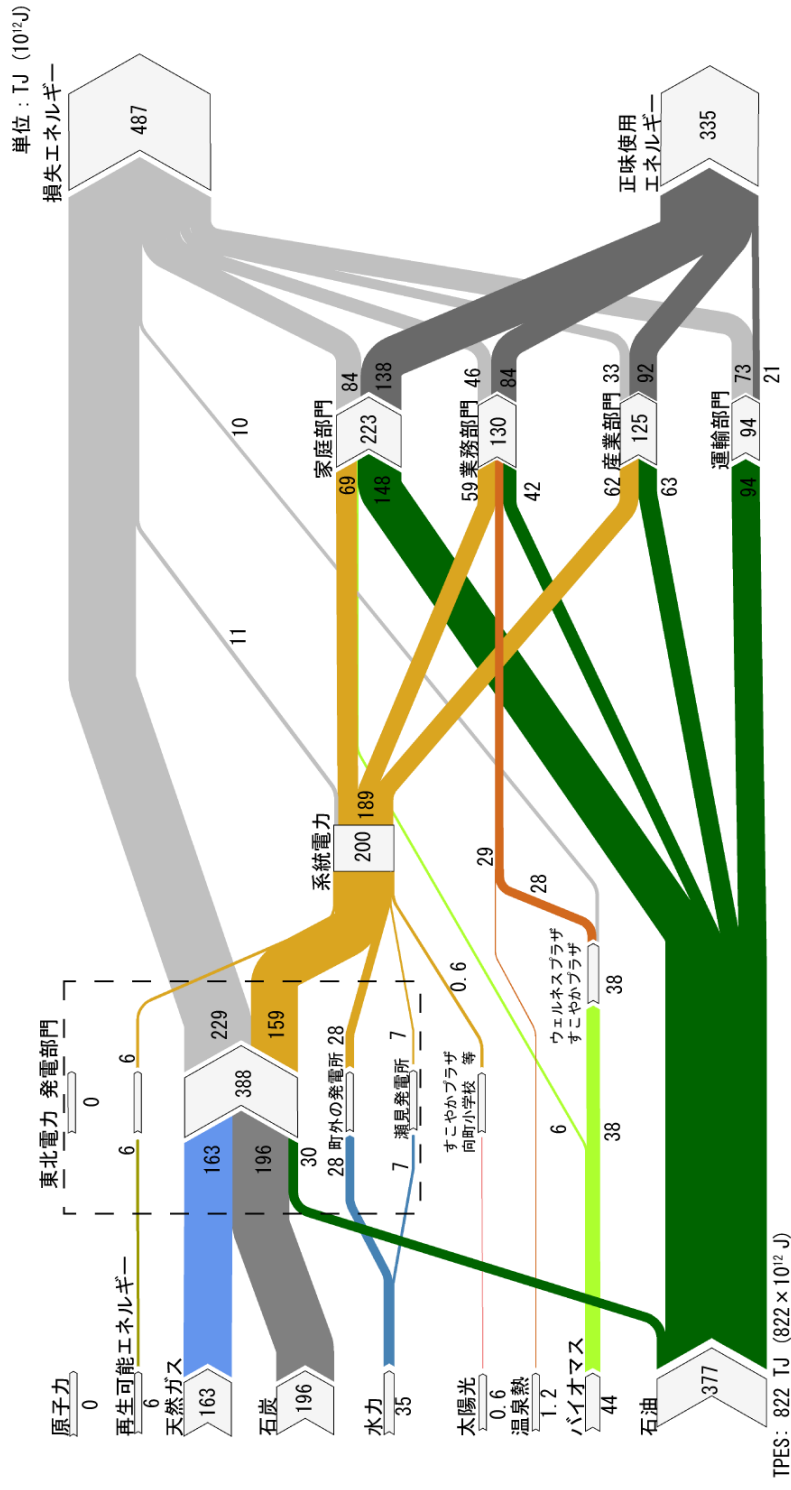


図 15 燃料別エネルギー消費量

最上町のエネルギーフロー（平成23年度 推計値）



Reference: 東北電力 平成23年度 電力供給実績
 経済産業省資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 平成21年度電力供給の概要
 経済産業省資源エネルギー庁 都道府県別エネルギー消費統計 山形県2009年実績値
 総務省統計局 経済センサス2011
 平成22年度 工業統計
 総務省統計局 平成22年度 家計調査
 平成21年度 県民経済計算
 平成22年度 自動車保有車両数
 財団法人 自動車協定登録協会
 NEDO 平成17~21年度 成果報告書
 バイオマスエネルギー地域システム化事業 「ウエルネスタウン最上」木質バイオマスエネルギー地域冷暖房システム実験事業

Feb. 21, 2013 Sumitomo@Nakata lab.

作成：東北大学中田研究室

図 16 エネルギーフロー



Mar. 1, 2013 Sumitomo@Nakata lab.

*1 GJ = 10億 J

参考文献：エネルギー・資源庁，都道府県別エネルギー消費統計 山形県 2009 年実績値

総務省統計局，経済センサス 2011

総務省統計局，平成 22 年度 家計調査

総務省統計局，平成 22 年度 国勢調査

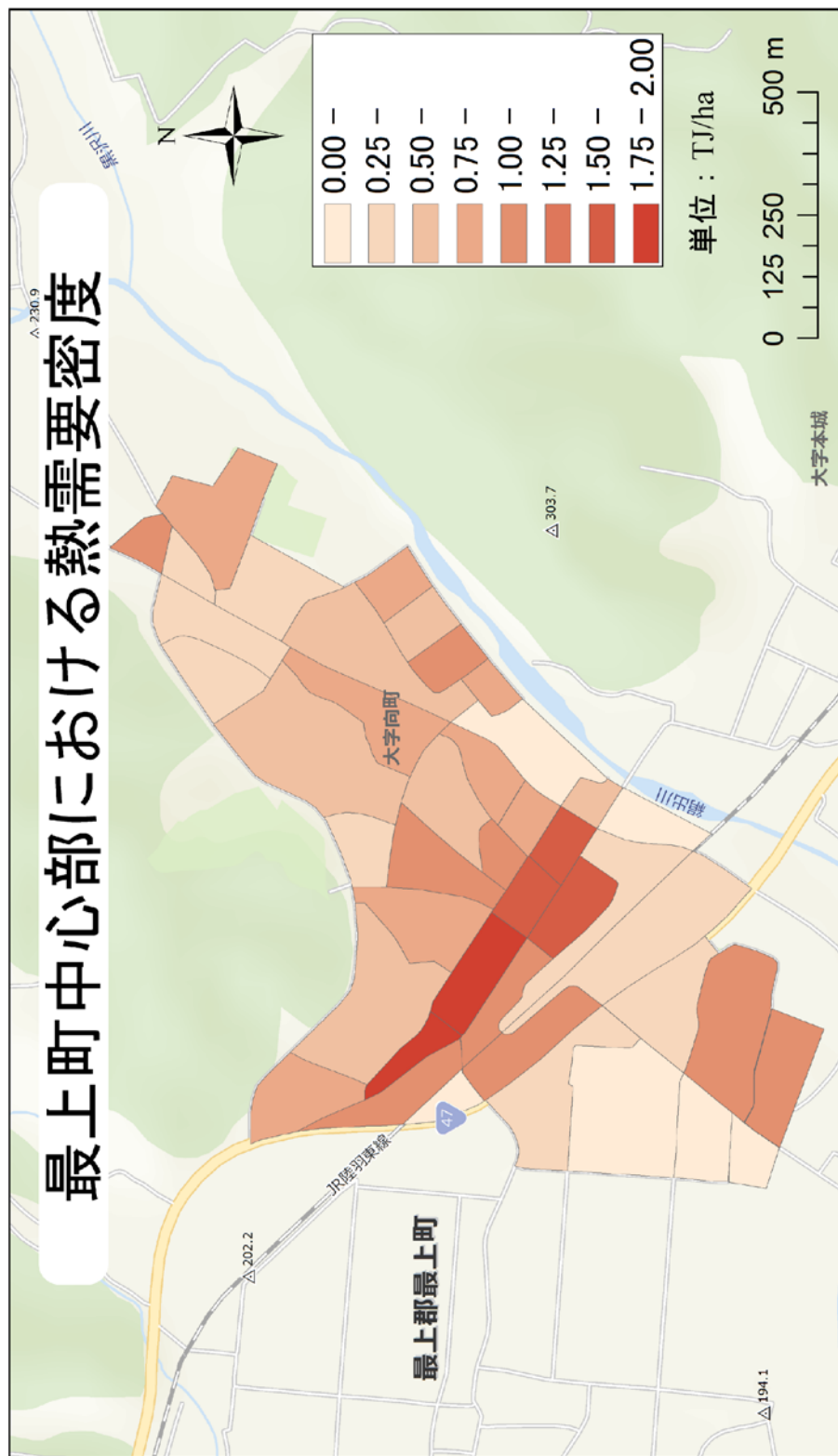
最上町，固定資産の価格等の概要調査とりまとめ

最上町，町施設 エネルギーの仕様の合理化に関する法律（省エネ法）の改正に伴うエネルギー消費量の把握について

ESRI, ArcGIS Data Collection スタンダードバック 2012

作成：東北大学中田研究室

図 17 建物別熱需要



Mar. 1, 2013 Sumitomo@Nakata lab.

*1 TJ = 1兆J

参考文献： エネルギー・資源庁，都道府県別エネルギー消費統計 山形県 2009 年実績値

総務省統計局，経済センサス 2011

総務省統計局，平成 22 年度 家計調査

総務省統計局，平成 22 年度 国勢調査

最上町，固定資産の価格等の概要調査とりまとめ

最上町，町施設 エネルギーの仕様の合理化に関する法律（省エネ法）の改正に伴うエネルギー消費量の把握について

ESRI, ArcGIS Data Collection スタンダードパケット 2012

作成：東北大学中田研究室

図 18 熱需要密度

2 二酸化炭素排出量

最上町で使われているエネルギーを二酸化炭素排出量に換算すると、合計で52,050t-CO₂となります。民生家庭部門の二酸化炭素排出量から、一人当たりおよび世帯当たりの二酸化炭素排出量を換算すると、2.1t-CO₂および7.3t-CO₂となります。

なお、最上町のカーボンフローを推計した結果を図20に示しました。

表7 化石燃料起源の二酸化炭素排出量

単位：t-CO₂

区分	電気	ガス	石油系	合計
民生家庭部門	10,394	1,733	8,072	20,199
民生業務部門	8,928	120	2,741	11,789
産業部門	9,368	25	4,362	13,755
運輸部門	0	0	6,307	6,307
合計	28,690	1,878	21,482	52,050

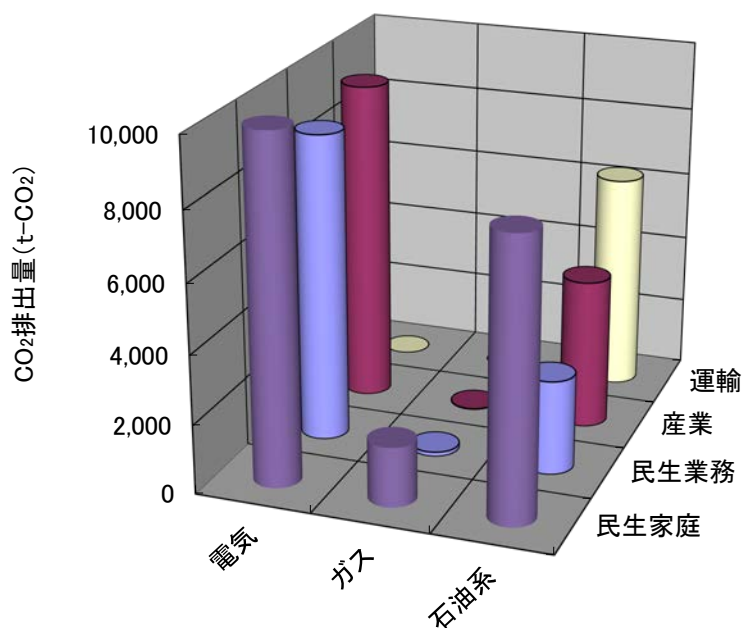
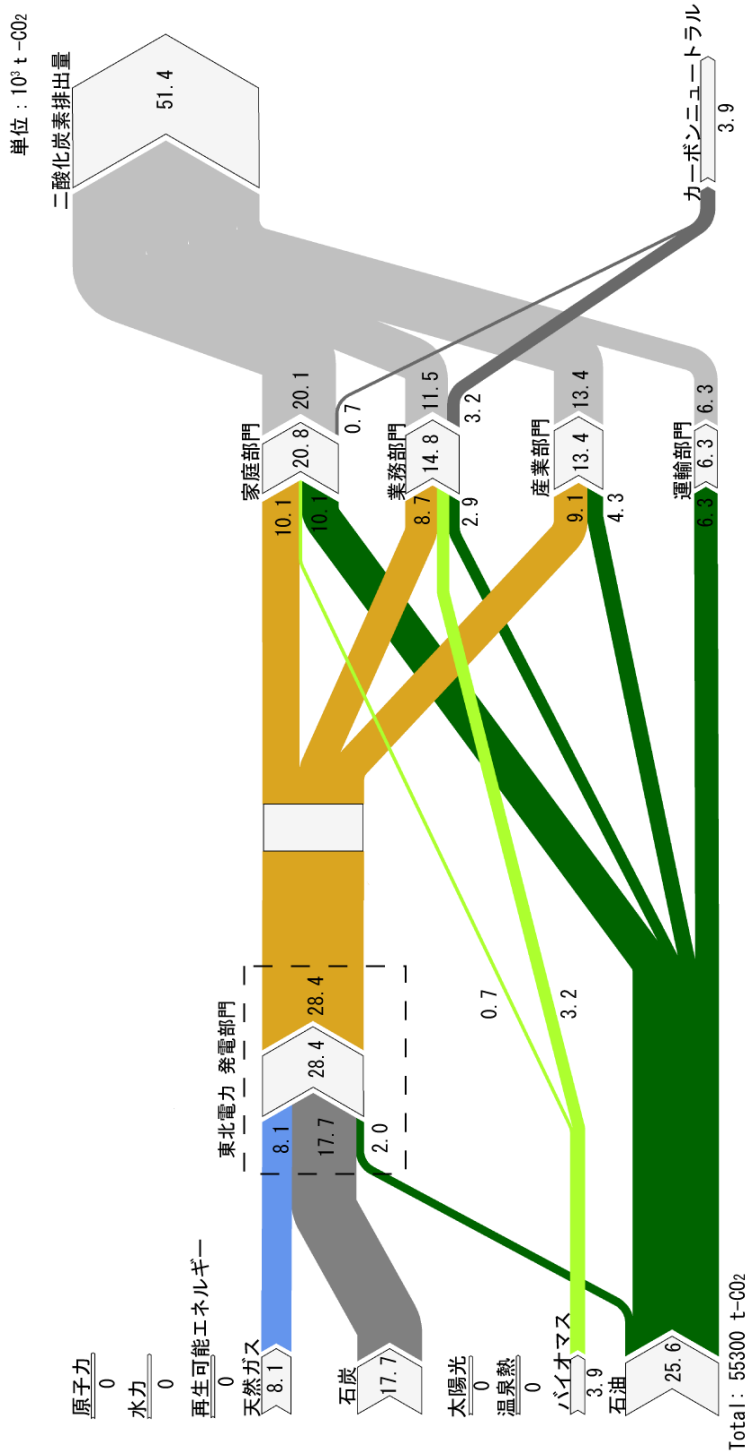


図19 化石燃料起源の二酸化炭素排出量

最上町のカーボンフロー（平成23年度 推計値）



Feb. 20, 2013 Sumitomo@Nakata lab.

Reference : 東北電力 平成23年度 電力供給実績
 経済産業省資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 平成21年度電力需給の概要
 経済産業省資源エネルギー庁 都道府県別エネルギー消費統計
 総務省統計局 経済センサス2011
 平成21年度 工業統計
 総務省統計局 平成22年度 家計調査
 平成21年度 県民経済計算
 財団法人 自動車検定登録協会 平成22年度 自動車保有車両数
 NEDO 平成17~21年度 成果報告書
 バイオマスエネルギー地域システム化事業 「ウエルネスタウン最上」 木質バイオマスエネルギー地域冷暖房システム実証事業

作成：東北大学中田研究室

図 20 カーボンフロー

第3章 再生可能エネルギーの導入可能性

最上町の現在の再生可能エネルギーの活用状況および賦存量から再生可能エネルギーの導入の可能性について評価します。

1 現在の利活用の状況

(1) ウエルネスプラザでの木質バイオマスエネルギー地域システム

少子高齢化社会に対応するために保健・医療・福祉の連携した地域包括ケアを目的とした複合施設『ウエルネスプラザ』へバイオマスエネルギー地域システムを導入し、町の森林資源の有効活用、エネルギーの地産地消を進めることにより、地域循環型社会の自立を目指しています。

① 用途

保健・医療・福祉統合施設への冷暖房および給湯、園芸ハウスの暖房

② 再生可能エネルギーの種類と規模

生チップ焚き温水機(550kW・700kW・900kW)

設置年月：H19(550kW)、H20(700kW)、H23(900kW(H24.6稼働))

H23年度チップ使用量：1,377,420kg

(2) すこやかプラザでの太陽光発電・木質チップ焚きボイラの活用

環境にやさしいまちづくりの一環として、すこやかプラザ(保育園・幼稚園・子育て支援センターからなる総合的な子育て・図書統合施設)に太陽光発電と木質チップ焚きボイラを導入し、再生可能エネルギーの利活用と、町森林資源の有効活用、温暖化防止対策、更には自然エネルギーによる環境学習に役立てています。

① 用途

施設への太陽光発電による電力供給とチップボイラによる床暖房と融雪

② 再生可能エネルギーの種類と規模

太陽光発電(30kW) 照明等への電力供給

H23年度発電電力量：22,044.97kWh

木質チップボイラ(180kW) 床暖房および駐車場の融雪

H23年度チップ使用量：75,650kg

(3) 最上町立向町小学校での太陽光発電

環境にやさしいまちづくりの一環として、太陽光発電設備を導入し、再生可能エネルギーの有効活用と温暖化防止対策、環境学習に役立てています。

① 用途

学校施設への太陽光発電による電力供給

② 再生可能エネルギーの種類と規模

太陽光発電 (30kW) 照明等への電力供給

H23 年度発電電力量 : 26, 755. 4kWh

(4) 株式会社もがみ木質エネルギー

株式会社もがみ木質エネルギーは、バイオマスエネルギー地域システム化実験事業を活用し、間伐材の伐採、収穫から燃料チップの製造、供給まで行う事業体として、町内製材業者と素材生産業者により設立され、資源循環と地域の活性化、雇用安定に寄与しています。

① 用途

チップボイラーへの木質バイオマス燃料供給

② チップ製造の規模

チップ生産規模 : 約 40 m³/日

H23 年度ウェルネスプラザ・すこやかプラザチップ供給量 : 1, 453, 070kg

(5) 町内での薪等の活用

平成 21 年度に実施した「薪文化再生!最上町サステイナブルタウンプロジェクト」(最上町サステイナブルタウン推進協議会) によれば、住民アンケート結果から、最上町内では 300 世帯以上が薪を暖房に使用していると推定されており、その他風呂や料理、乾燥といった用途にも活用されています。

町の森林の 8 割を占める国有林のうち、約 5%が薪炭共用林として払下げが行われており、バイオマスの有効活用に寄与しています。

また、農業分野では、しいたけ栽培において薪ボイラーがハウス暖房用に導入されており、薪や原木栽培に用いたホダ木が燃料として活用されています。

① 用途

薪ストーブ、薪ボイラーによる室内、ハウス暖房等

② 薪の利用状況

薪ストーブの推定使用世帯数 : 321 世帯

1 世帯あたりの薪使用量 : 5 m³/年

薪ボイラーの導入件数 原木しいたけ栽培農家 : 2 件

菌床しいたけ栽培農家 : 12 件

(6) 温泉利用の現状

温泉利用の現状を把握するため、町内 22 の温泉施設についてアンケートを実施しました。その結果、全ての施設から回答がありました。

① 温泉熱の暖房および給湯の利用状況

22 施設のうち 15 施設 (68%) で「温泉熱」を「暖房」、「給湯」および「融雪」の熱源として利用しており、最も早い施設では 1973 年 (昭和 48 年) からこの利用に取り組んでいます。また、「せんしん館」では熱源の全てを温泉熱で賄っており、一切の化石燃料を使用していないことも分かりました。

22 施設の合計延床面積は 43,838.44 m^2 です。ホテルのエネルギーの総消費量 (電気および熱) の原単位を 2,587 $\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ (出典: 日本ビルエネルギー総合管理技術協会) とすると、全施設でのエネルギー消費量は 113 $\text{TJ}\cdot\text{年}$ となります。これは、最上町のエネルギー消費量の約 13%であり、この熱消費の 1 部が温泉熱で賄われています。

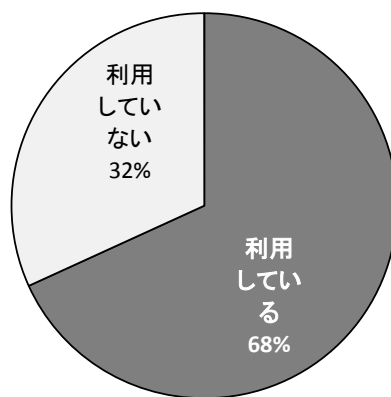


図 21 温泉熱の暖房および給湯の利用状況

② 温泉熱の用途

温泉熱を利用している 13 施設では、主に「暖房」および「融雪」で温泉熱を利用しています。「暖房」の使用時期は、平均で 10 月上旬から 4 月上旬であり、「融雪」は 11 月下旬から 3 月上旬です。

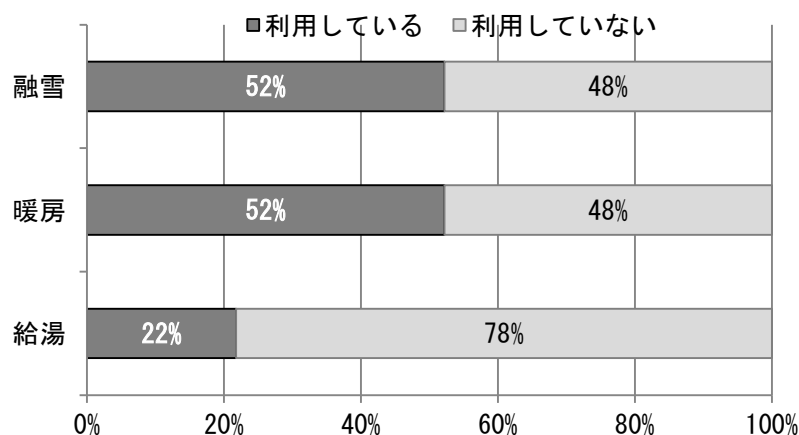


図 22 温泉熱の暖房および給湯の用途

③ 今後の温泉熱利用の動向

温泉熱を利用していない6施設のうち5施設が温泉熱利用導入に向けて「計画中」、「検討中」もしくは「興味があるので検討してみたい」と回答されました。

(7) 東北電力株式会社瀬見発電所

1911年（明治44年）に完成した山形県で2番目に発電を開始した水力発電所です。

当初は新庄町（現新庄市）営で、1911年12月に完成、翌1912年1月に発電を開始し、新庄町市街地と瀬見温泉に電気を供給していました。その後、日本発送電を経て現在は、東北電力の発電所となっています。

① 用途

商用発電

② 再生可能エネルギーの種類と規模

水路式自流水力発電（認可出力：380kW）

H23年度発電電力量：1,978,000 kWh

(8) 現状の再生可能エネルギー導入効果

前述の木質バイオマスや太陽光発電の活用状況から削減される二酸化炭素量は合計2,418t-CO₂となり、この量は最上町の二酸化炭素排出量52,050 t-CO₂の4.6%に相当する量です。特に、ウエルネスプラザでの木質バイオマスボイラで二酸化炭素の削減量が多くなっています。

また、エネルギー量の合計は35,034GJ（35TJ）となり、最上町のエネルギー消費量871TJの4.0%に相当する量です。

表 8 現状の再生可能エネルギー導入効果

再生可能エネルギーの種類	二酸化炭素削減量 (t-CO ₂)	エネルギー量 (GJ)	備考
木質バイオマス	1,947	28,093	ウエルネスプラザ(550、700、900kW)
	57	827	すこやかプラザ(180kW)
	378	5,456	薪ストーブ 321 世帯
小計	2,382	34,376	
太陽光発電	22	407	すこやかプラザ(30kW)、向町小学校(30kW)
	14	251	町内8件(合計37kW)
小計	36	658	
(水力発電)	(1,080)	(19,721)	東北電力瀬見発電所(平成23年度実績)
(温泉熱)	—	(1,231)	せんしん館での熱源機器の想定代替量
合計	2,418	35,034	

注1) エネルギー量の単位 GJ（ギガジュール）=10⁹J

注2) 温泉熱は正確な量が把握できないため導入効果に算入しません。エネルギー量は建物用途別延床面積当たりの年間総消費量（出典：日本ビルエネルギー総合管理技術協会資料）と旅館・ホテルのエネルギー消費割合（出典：省エネルギーセンター資料）から算出しました。

注3) 水力発電は、供給先が特定できないため導入効果に算入しません。

2 再生可能エネルギーの賦存量

再生可能エネルギー賦存量調査で算出した賦存量を以下に示します。再生可能エネルギーの賦存量の合計は、1,044,889GJであり、最上町の年間のエネルギー消費量(871TJ)の約1.2倍に相当します。

内訳を見ると、森林面積が多いことから木質バイオマスが最も多く、次いで雪冷熱、太陽熱利用、太陽光発電の順となっています。

表 9 再生可能エネルギーの賦存量

種類	賦存量 (GJ)	想定利 用形態	構成比 (%)	賦存量の考え方
太陽光発電	156,098	電気	14.9	太陽光発電設備の設置可能な場所を住宅や事業所とし、1年間に降り注ぐ日射を電気に変えて得られるエネルギー量
太陽熱利用	161,173	熱	15.4	太陽光発電と同様、1年間に降り注ぐ日射を熱に変えて得られるエネルギー量
風力発電	0	電気	0	地上高30mの年間平均風速が6m/s以上の場所に大型風力発電設備(1,000kW)を導入した場合に得られる電力量
中小水力 発電	1,884	電気	0.2	平成22年度農業水利施設活用中小水力発電候補地調査業務報告書(山形県最上総合支庁)のデータを引用
雪冷熱	201,788	熱	19.3	3月の可住地面積の積雪のうち1%の雪を利用して得られる冷熱量
未利用 温度差	77,666	熱	7.4	温泉源泉の温度から給湯温度までの温度差を利用した場合に得られる熱量
木質 バイオマス	339,530	熱	32.5	年間に発生する「製材端材」、「森林間伐材」、「薪炭材」をボイラーや薪ストーブで燃焼させた場合に得られる熱量
農産 バイオマス	84,628	熱	8.1	稲作によって発生する「稲わら」および「もみ殻」をボイラーで燃焼させて得られる熱量
畜産 バイオマス	22,122	熱	2.1	家畜フン尿を発酵処理して得られるガスをボイラーで燃焼させて得られる熱量
合計	1,044,889	—	100	—

3 導入可能性の評価

「地域特性」、「エネルギー消費量と二酸化炭素排出量」および「再生可能エネルギーの賦存量」の結果を踏まえ、最上町における再生可能エネルギー導入可能性について評価します。

その結果、ほとんどの再生可能エネルギーについて導入の可能性があります。検討に当たっては、表 10 の評価を踏まえることが重要となります。

表 10 導入可能性の評価結果

種類	利用の可能性	評価の理由
太陽光発電	◎	賦存量が大きく、非常用の自立分散型電源としての導入が有効。固定価格買取制度の創設により、導入コストの負担が少ない。
太陽熱利用	○	賦存量は大きい。最上町において特に熱を必要とする冬季は、降雪の影響を受ける。
風力発電	△	発電に適した年間平均風速 6m/s 以上の場所は、周辺の山岳・丘陵地帯にあり、特に北側の山岳地帯は栗駒国定公園に含まれているため大型風力発電の導入は困難であるが、中小規模の発電設備の導入は今後検討していく必要がある。
中小水力発電	◎	賦存量は少ないものの、町内に水資源が多く、落差が 1m 以下のマイクロ水力発電は自家消費目的であれば導入費用が比較的安価であり、非常用の自立分散型電源として、また、観光用、環境教育用としての導入が有効である。
雪冷熱	○	賦存量は最も多いが、寒冷地であるため、雪冷熱を必要とする夏季が短い。
未利用温度差	◎	賦存量が比較的多く、ホテル・旅館での暖房や融雪への活用事例もあることから普及を図ることが有効である。
木質バイオマス	◎	森林の占める割合が多いことから、資源量が豊富に存在する。過去の実績により、燃料となるチップの供給体制が確立されている。
農産バイオマス	○	賦存量が多いが、燃料となる稲わら、もみ殻の効率的な収集方法の確立や、短期間に発生するため広い保管場所の確保が必要である。
畜産バイオマス	△	賦存量が少なく、また、既に堆肥として活用が図られている。導入コストが高価である。

注) 評価の記号の意味は、(◎：現時点で導入の可能性が高く、有望である) (○：現時点で導入が有望である) (△：現時点で導入の可能性は低いが、将来、技術向上やコスト低減等が図られた場合は、導入が検討できる) です。

第4章 スマートコミュニティ構想

最上町スマートコミュニティ構想（以下、構想と言う。）の期間、目指す将来の姿および目標値を設定します。また、日本のエネルギーを取り巻く環境は急激に変化しており、目標値は構想の途中に設定し、再度見直すこととします。

1 構想の期間

構想の期間は、2013年から国のエネルギー基本計画の最終年と同じ2030年までとします。

2 目指す将来の姿

最上町に存在する森林資源・温泉・太陽光・小水力といった豊富な再生可能エネルギーを最大限活用した低炭素社会を実現し、さらに、災害に強く自立分散型のエネルギーシステムが構築されたまちを目指します。

再生可能エネルギー活用による災害に強く持続可能なまち

3 構想実現に向けた方針

(1) 地域資源を最大限活用するまちづくり

町内3地区の地域特性を考慮し、様々な再生可能エネルギーを組み合わせることで電気を供給できるシステムを構築し、地域内の要衝にこれらのエネルギー源を分散配置させます。

また、システム分散によるリスクを回避するため、地産地消のエネルギーを活用した電気バス等の移動体を利用した柔軟な電力供給を可能とするシステムとします。

(2) 災害に強く、エネルギーが自立したまち

木質バイオマスエネルギー活用の先進地であるため、さらに温泉熱利用においても先進地域を目指し、エネルギーが自立した最上型スマートコミュニティを構築します。

また、災害時には再生可能エネルギーを活用し、避難所からの情報発信、照明や通信機能を維持するとともに、平常時には、当該施設から周辺地域へ電力を供給するシステムの構築を目指します。

(3) 再生可能エネルギー活用により雇用が創出されるまち

地域毎の特性を活かした再生可能エネルギーは、地産地消のエネルギー活用であり、町外へ流出していたエネルギー関連の資金を内部還流させることとなります。

これにより、新たな雇用機会の創出を目指すとともに、地元の基幹産業での再生可能エネルギー活用により、持続可能なまちづくりにつなげます。

4 構想実現までのイメージ

2020年までに最上町内3地区の避難所や、導入の可能性が高い地点へ再生可能エネルギーを積極的に導入します。

2020年からは再生可能エネルギーの導入を継続するとともに、地区内外のネットワーク構築に取り組み、町内の面的な広がりにつ力をします。

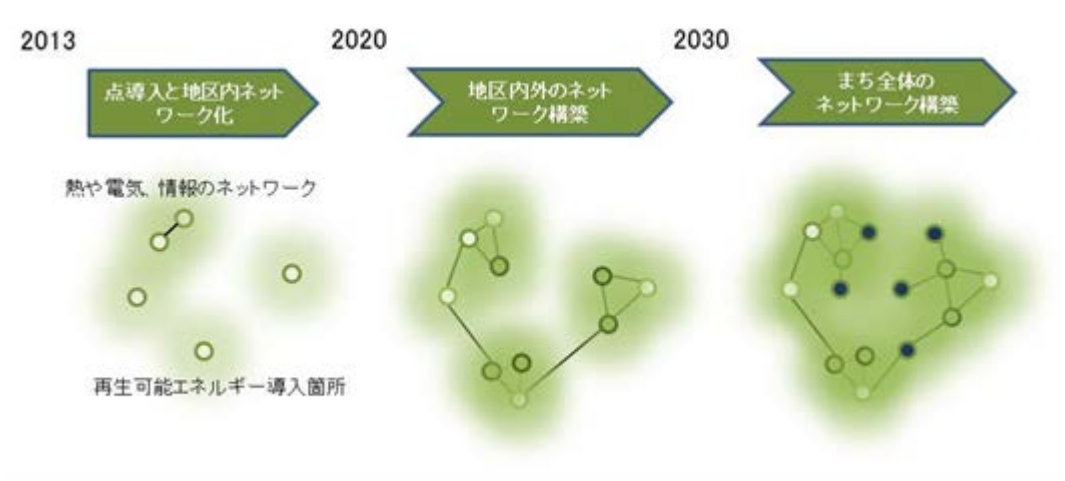


図 23 構想実現までのイメージ

5 再生可能エネルギーの導入目標

最上町スマート・トリプル20

最上町は2020年までに、年間エネルギー消費量に対してエネルギー効率を20%高め、積極的に再生可能エネルギーの比率を20%に高めます。

構想における再生可能エネルギーの導入目標量は、山形県エネルギー戦略(平成24年3月)のエネルギー資源の開発目標を参考とし、2020年における「標準ケース」と「積極ケース」について検討しました。なお、構想期間は2030年までのため、2020年度に構想の見直しを行います。

「標準ケース」での導入目標量は、山形県エネルギー戦略に歩調を合わせた場合であり、達成すべき量です。「積極ケース」での導入目標量は、最上町が山形県内での再生可能エネルギーの先進地域であることを自負し、山形県エネルギー戦略の開発目標を10年前倒して達成する野心的な量です。

この「積極ケース」と省エネルギー推進によるエネルギー効率の20%向上により、再生可能エネルギー導入の比率を20%とすることを目標とします。

(1) 標準ケース

山形県エネルギー戦略では、2020年において、2010年度の電力消費量の約14%に相当する67.3万kW(4,619TJ)の再生可能エネルギー資源を新たに開発することとしています。

一方、山形県のエネルギー消費量に占める最上町のエネルギー消費量の割合は約1%であることから、山形県の開発目標の1%である46TJを2020年の最上町における再生可能エネルギーの「標準ケース」導入目標とします。

(2) 積極ケース

山形県エネルギー戦略では、2030年において、8,284TJの再生可能エネルギー資源を新たに開発することとしており、これは2020年の開発目標の1.8倍に相当します。

そのため、最上町では、再生可能エネルギー活用の先進地であることを自負し、また県内他市町村の再生可能エネルギー導入のトップランナーとなるべく山形県の開発目標を10年前倒し、標準ケースの1.8倍である82TJを「積極ケース」導入目標とします。

(3) エネルギー効率の向上

平成32年のエネルギー消費量は、最上町第4次総合計画の将来の世帯数、産業別就業人口に基づき、平成22年度のエネルギー消費量をもとに推計しました。その結果、年間のエネルギー消費量は732TJとなります。省エネルギーの推進によりエネルギー効率を20%向上させてエネルギー消費量を585TJとします。

この場合、「積極ケース」で再生可能エネルギーの導入比率は20%となります。

「標準ケース」および「積極ケース」の考え方は次図のとおりです。

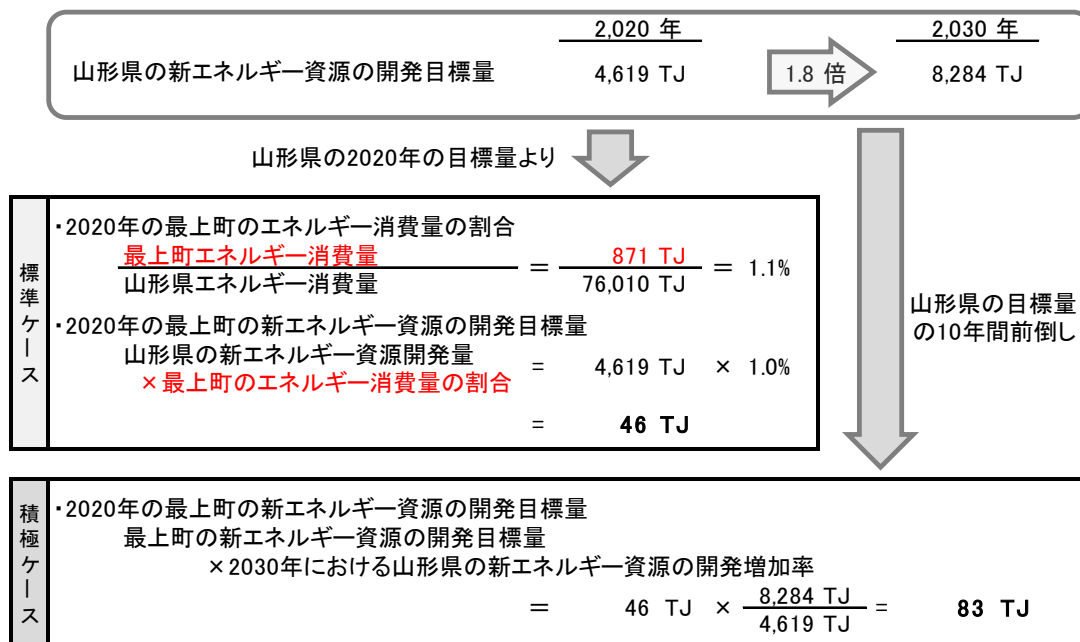


図 24 再生可能エネルギーの導入目標（標準ケース、積極ケース）

平成 32 年の最上町の再生可能エネルギーの導入目標およびエネルギー消費目標は下図のとおりです。

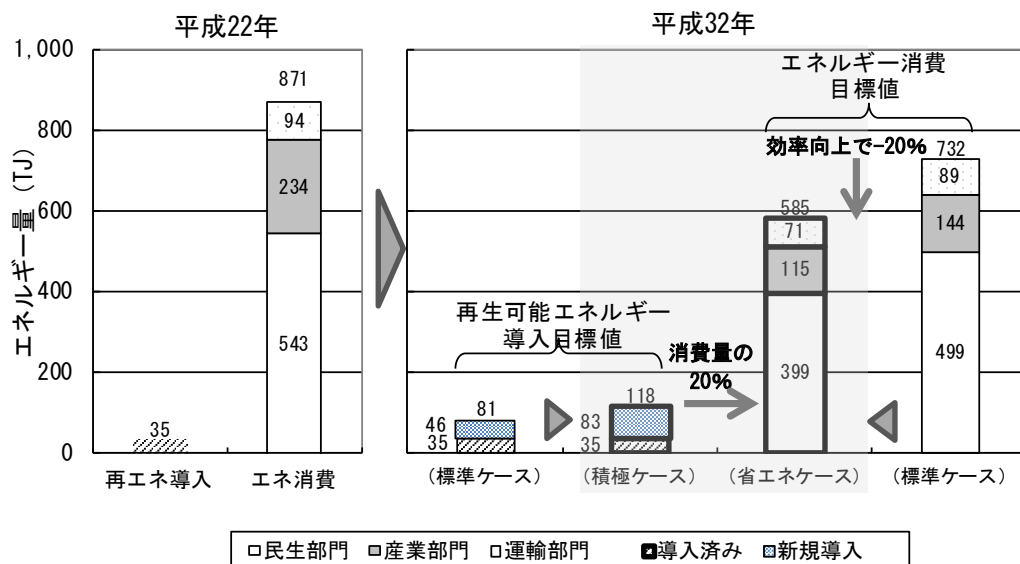


図 25 再生可能エネルギー導入目標およびエネルギー消費量の将来推計

エネルギー消費の将来推計に活用した部門毎の使用データは次表のとおりです。

表 11 将来推計に使用したデータ

推計した部門	推計に使用したデータ	平成 12 年	平成 17 年	平成 22 年	平成 32 年
民生家庭部門 運輸部門	世帯数	2,865 世帯	2,822 世帯	2,782 世帯	2,692 世帯
非製造業（農林業他） 製造業	就業 人口	第 1 次産業	779 人	876 人	910 人
		第 2 次産業	2,509 人	2,111 人	1,815 人
民生業務部門		第 3 次産業	2,376 人	2,331 人	2,295 人

表 12 エネルギー消費量の将来推計

単位：TJ

区分	平成 22 年	平成 32 年 (平成 22 年比)
民生部門	543	499 (0.92)
産業部門	234	144 (0.62)
運輸部門	94	89 (0.95)
合 計	871	732 (0.84)

第5章 重点プロジェクト

最上町の3地区毎で構想実現に向けて、現時点で想定されるプロジェクトを以下に示します。住民や事業者の意見を取り入れながら、協働で作り出していくものを創発プロジェクトとして位置づけ、時代とともに進歩する技術も柔軟に取り込み、スマートコミュニティの実現を目指します。

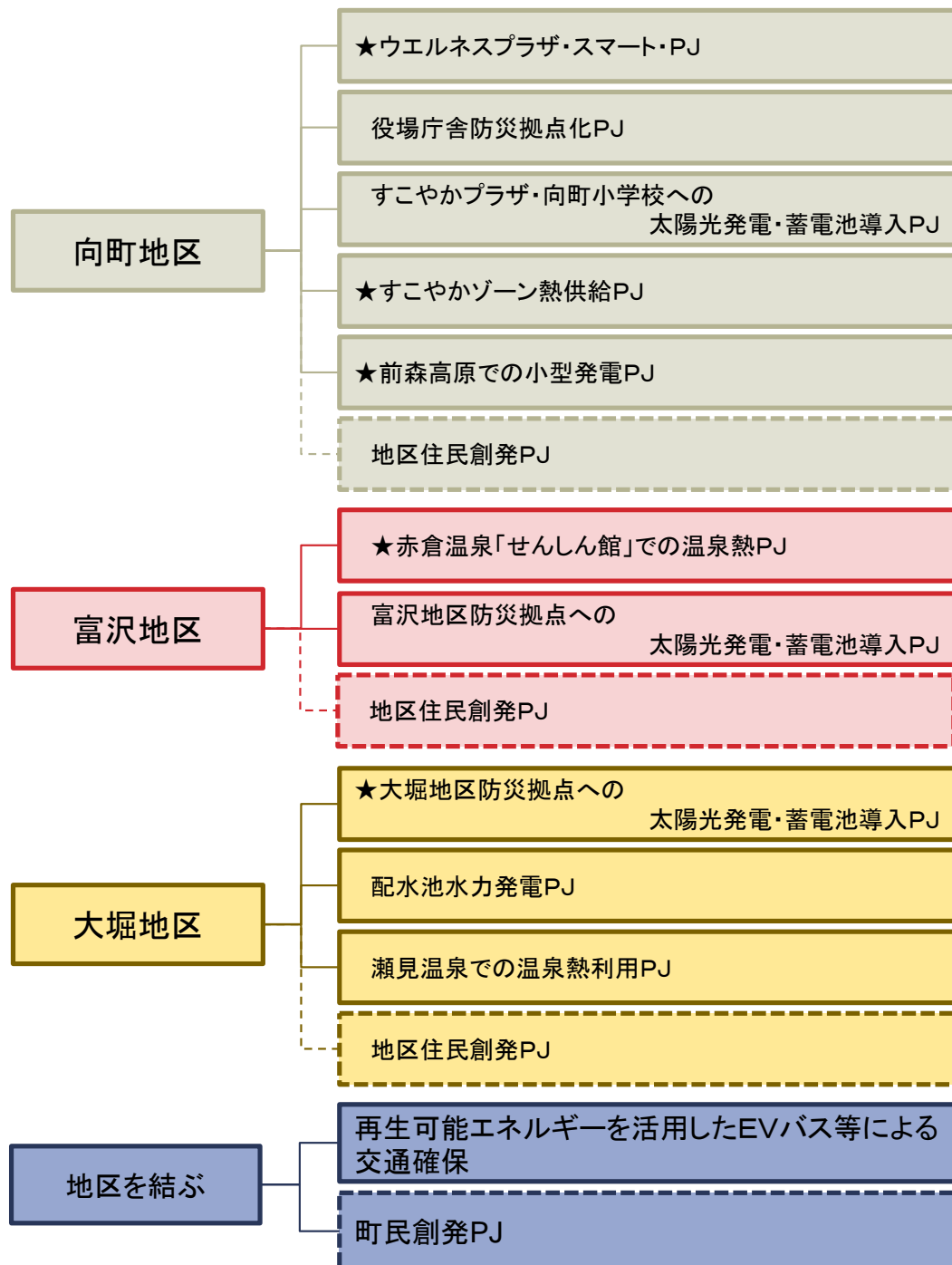


図 26 スマートコミュニティ実現に向けて実施するプロジェクト

1 向町地区におけるプロジェクト

(1) ウェルネスプラザ・スマートグリッド・プロジェクト

① 概要

ウェルネスプラザの既存木質チップボイラーの未利用熱エネルギーを利用した発電システム(熱電併給システム)を導入し、スマートグリッドを構築します。

ウェルネスプラザには3台の木質チップボイラーがあり、周辺施設へ温水を供給しています。これらの施設の熱需要が低い時期・時間帯で温水(約85℃)を作り、この温水を活用した発電システムを導入し、スマートグリッドを構築します。

また最上町のスマートコミュニティの象徴となるよう取り組みの「見える化」を積極的に行い、町内外へ発信し、省エネルギーの取り組みや再生可能エネルギー活用意識の高揚に繋がります。

さらに、スマートグリッド構築の際には、災害時にエネルギー面からの保健・医療・福祉機能の維持を図ります。

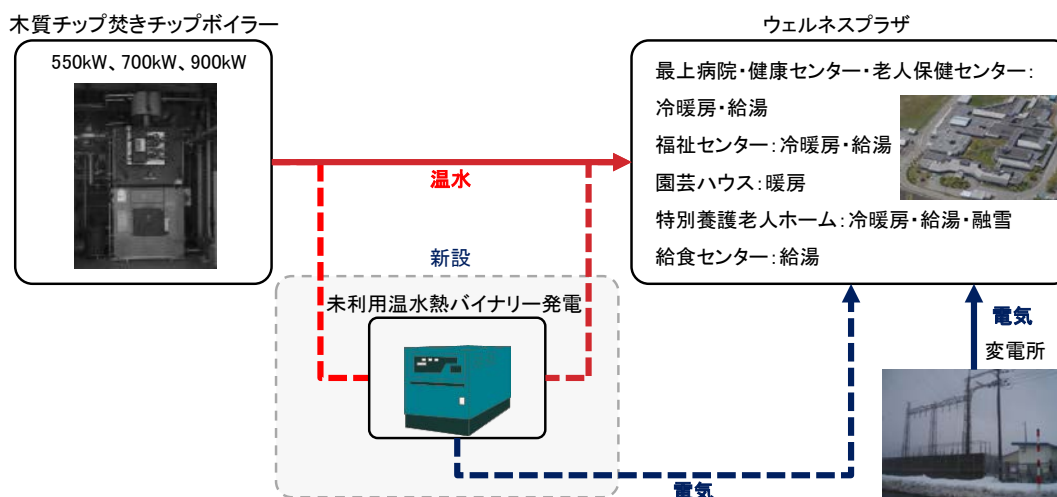


図 27 ウェルネスプラザ・スマートグリッド・プロジェクトの概要

(2) 役場庁舎・中央公民館防災拠点化プロジェクト

役場庁舎および中央公民館へ太陽光発電設備および蓄電池を導入、併せて庁舎内の高断熱化による省エネルギー化を図ります。

役場庁舎および中央公民館は、災害時に防災拠点となります。これらの施設へ太陽光発電および蓄電池を導入し、これらの設備からの電力により、災害対策本部としての機能を最低限維持させ、行政、医療および避難所機能維持を確保し、エネルギーの自立及び電力の相互融通を可能にするシステムを構築します。

将来的には、情報通信技術を活用し、最上町のエネルギー消費状況および再生可能エネルギーの活用状況を把握できる体制を構築し、エネルギー管理の拠点とします。

太陽光発電は、年間の発電効率は3割程度低下しますが、積雪時期にも発電可能とするために、一部を垂直式(壁掛け式)とします。

(3) すこやかプラザ・向町小学校での太陽光発電・蓄電池導入プロジェクト

すこやかプラザおよび向町小学校の既存太陽光発電システムに蓄電池を追加導入することで自立電源を構築します。

すこやかプラザおよび向町小学校には、それぞれ 30kW の太陽光発電設備が導入されています。これらの施設に蓄電池を導入し既存の太陽光発電設備で充電することにより、災害時には、最低限の電源機能を維持できる避難所とします。

(4) すこやかゾーン熱供給プロジェクト

すこやかプラザに隣接する旧・特別養護老人ホーム紅梅の跡地利用として分譲地販売と定住促進アパート建設が構想されていることから、このエリアを「すこやかスマートゾーン」(仮称)として、木質チップボイラを活用した地域熱供給を実施します。

すこやかプラザに導入されているチップボイラーの他に新たなチップボイラー等の熱源を追加導入して、このエリアへ複数のボイラーから地域熱供給します。

各世帯に「熱量スマート・メーター」を設置し、使用熱量をモニタリングし、取得されたデータは「すこやかプラザ」等の中央管理室で監視します。

また、すこやかプラザに設置されている太陽光発電から、このエリアへの電気の融通を行うエネルギーマネジメントシステムを構築し、熱電供給によるスマートコミュニティのモデルエリアとすることを目指します。

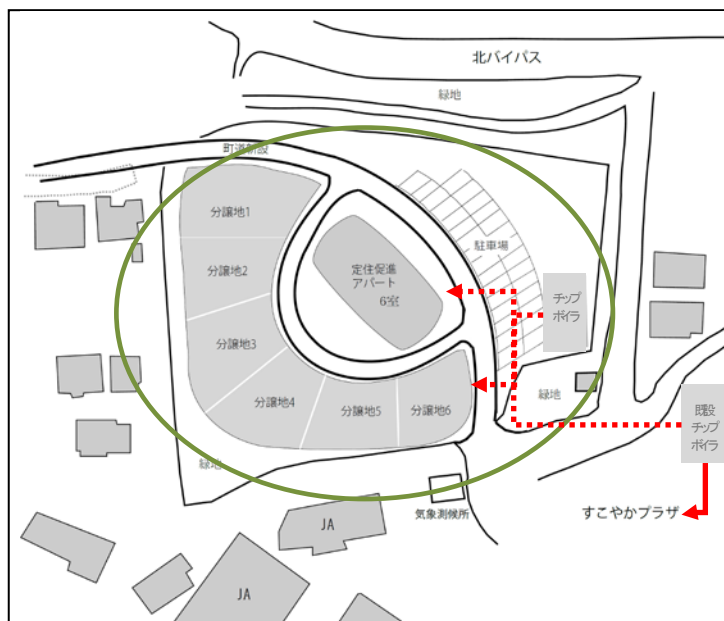


図 28 すこやかスマートゾーン (案)

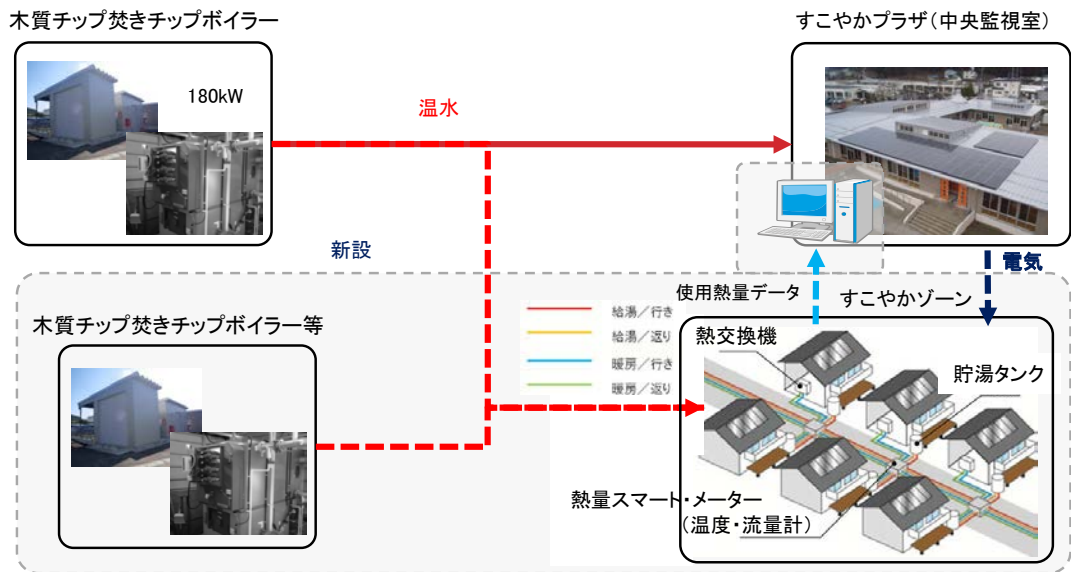


図 29 すこやかゾーン熱供給プロジェクトの概要

(5) 前森高原での小型発電プロジェクト

前森高原での小型風車や小水力を利用し、照明や電光掲示を行います。さらに非常用電源として利用できるよう蓄電池も併せて整備し、情報伝達や照明に利用します。

観光地である前森高原へ小型風車や小水力により小規模な発電を行い、照明や電光掲示による再生可能エネルギー利用の普及啓発に活用します。また、蓄電池も併せて整備し、非常時には携帯電話の充電等の小電力活用に役立てます。

また前森高原以外にも、地域住民からの小規模発電活用の要望があれば、積極的に導入を検討します。

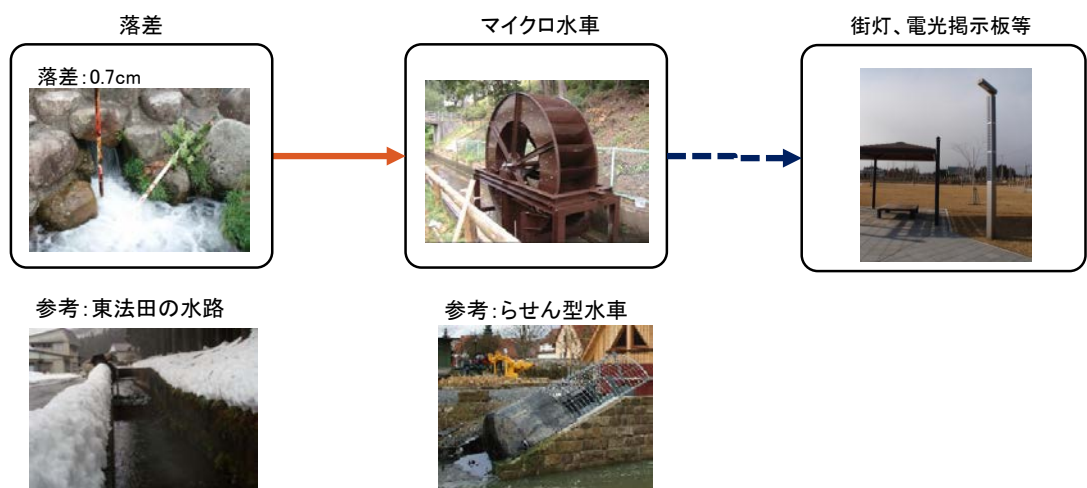


図 30 前森高原での小型発電プロジェクトの概要

2 富沢地区におけるプロジェクト

(1) 赤倉温泉での温泉熱利用プロジェクト

最上町が所有し、最上町の管理委託会社により運営されている温泉マンション「せんしん館」において未利用温泉熱発電を行います。

「せんしん館」の源泉の温度は73.8℃と町内では高く、現在、敷地内の融雪や館内の暖房の熱源をまかない、化石燃料による熱源を利用していない先進的な取り組みをしています。

ただし、せんしん館は旧赤倉ホテルを平成13年（2001年）に改修した施設であり、一部老朽化が進んでいます。そのため、将来的な熱交換器の性能向上のための工事の機会を捉えて熱発電システムを導入し、万が一の洪水の際の内水対策も行い、災害時の電力を確保できるシステムを構築します。

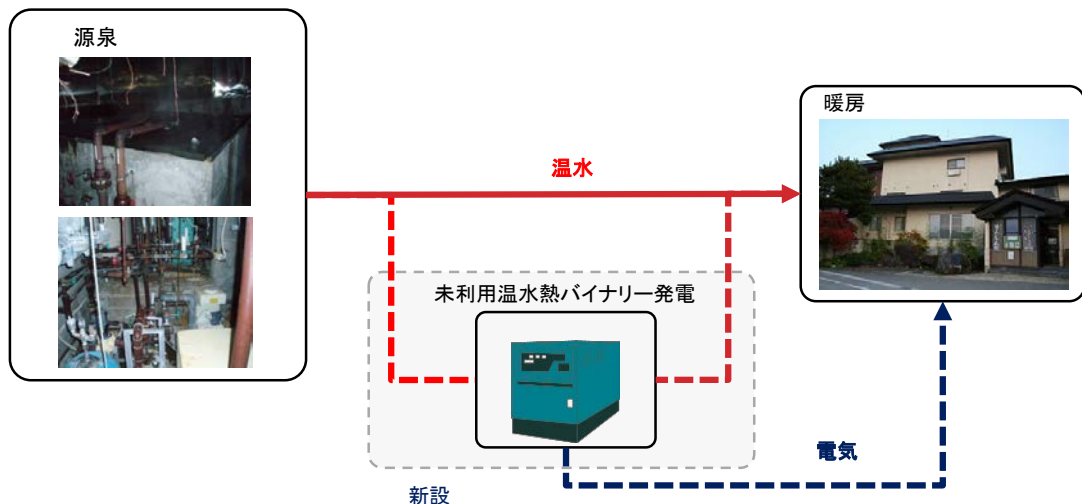


図 31 赤倉温泉での温泉熱利用プロジェクトの概要

(2) 富沢地区防災拠点への太陽光発電・蓄電池導入プロジェクト

富沢小学校および赤倉小学校へ太陽光発電システムおよび蓄電池を導入することで自立電源を構築します。

富沢小学校および赤倉小学校は、避難所として指定されているため、太陽光発電および蓄電池を導入し施設内の省エネルギーや、発電量のテレビモニターによる「見える化」により省エネルギーの取り組みや再生可能エネルギーの活用意識の高揚に繋がります。

また、災害時には地域の避難所としての機能が最低限維持できる電力を確保します。

3 大堀地区におけるプロジェクト

(1) 大堀地区防災拠点への太陽光発電・蓄電池導入プロジェクト

大堀小学校および旧瀬見小学校は、避難所として指定されているため、太陽光発電および蓄電池を導入します。

特に、大堀小学校では太陽光発電と蓄電池の導入に併せて、発電量のテレビモニターによる「見える化」により、再生可能エネルギーの活用意識の高揚に繋がります。

また、災害時には地域の避難所としての機能が最低限維持できる電力を確保します。

(2) 配水池水力発電プロジェクト

水道施設(配水池)の落差を利用した小水力発電から周辺施設へ電力を供給します。

ただし、配水地は住民の重要な生活インフラであり、減圧弁を活用した発電をした場合でも周辺には民家や公共施設などの電力の施設がありません。諸条件を踏まえた上での水力発電を検討します。

(3) 瀬見温泉での温泉熱利用プロジェクト

瀬見温泉の未利用熱エネルギーを利用した温泉熱暖房や融雪システムを導入します。

源泉の温度が70℃以下と低いため、この温度を熱として利用する暖房や融雪に積極的に利用します。将来的に技術が向上し、温度差発電の効率向上や初期投資費用の低下により事業性が向上した場合には未利用温泉熱発電を行い、周辺施設へ電力供給することにより、エネルギーコスト削減と、災害時の電力を確保可能なシステムを構築します。

4 ネットワークプロジェクト

(1) 再生可能エネルギーを活用したEVバス等による交通確保

3地区の小中学校に導入した再生可能エネルギー施設を充電スポットとして活用し、各地区を結ぶスクールバス等に電気自動車や電気バスを導入します。

第6章 導入効果の算定

スマートコミュニティを支える再生可能エネルギー設備の導入効果について検討します。

なお、設備費用については概算のため、保守的な金額となっています。実際の導入に当たっては事業目的や事業性を十分に検討・評価した上で進めていきます。

1 太陽光発電

垂直式太陽光発電は積雪時にも発電できる方式として、雪国において導入が検討されています。

山形県真室川町の役場庁舎に設定されている垂直式太陽光発電パネルは、屋根置き式に比べて総発電量が3割劣っていると報告されています。垂直式太陽光発電の発電量は、屋根式に比べて夏場は2倍以上劣り、冬場は3倍以上上回りました。このため、売電を目的にするならば屋根置き式であり、災害時の非常用電源とするのであれば垂直式の太陽光発電の設定方法が検討できます。

以下に最上町における屋根式の4kW規模の太陽光発電の投資回収年について検討しました。その結果、投資回収には23年かかることがわかり、垂直式の太陽光発電ではさらに投資回収年は長くなります。

表 13 太陽光発電設備 (4kW) の導入効果

項目	数値	備考	
資本	システム単価	427 千円/kW	出典1
	導入量	4 kW	
	設置費	1,708 千円	補助前
	町補助	140 千円/箇所	出典2
	国補助	140 千円/箇所	出典3
	設置費	1,428 千円	補助後
	修繕費・諸费率	1 %/年	出典1
	修繕費・諸費	17 千円/年	
	合計	17 千円/年	
売電	設備利用率	7.78 %	
	発電量	2,726 kWh/年	
	売電単価	35 円/kW	10年間
	買電単価	22 円/kW	
	売電率	60 %	
	売電額	57 千円/年	
	買電減少額	24 千円/年	
	効果総額	81 千円/年	10年間
投資回収年	23 年		

出典1：平成25年度調達価格検討用資料（平成25年1月、資源エネルギー庁）

出典2：平成24年度の国の補助額と同等

出典3：平成24年度は1kWあたり47.5万円以下であれば、1kWあたり3.5万円の補助

注）11年目から買電単価で売電

2 温度差発電

ウエルネスプラザに導入されている木質ボイラーで利用可能な温水（85℃）（以下、余力温水と言います。）を活用したバイナリー発電の導入効果について検討します。なお、この余力温水を利用するためには、地下水（15℃）を加温するための、木質チップの焚き増しによるチップ購入費用が発生します。

なお、温泉マンスリーマンション「せんしん館」でのバイナリー発電を検討しましたが、源泉が73.8℃に対し、設備利用時には5℃程度低下することが想定され、60℃台でのバイナリー発電が可能な商用設備が見当たらないため、現時点では検討することが出来ませんでした。ただし、将来的な技術革新により発電の可能性ががあります。

(1) 導入を検討した設備

余力温水による国内メーカーの小型のバイナリー発電設備の導入を検討します。このバイナリー発電機は、発電した電力を系統連系可能にする機能を有しており、送電端最大出力20kWのパッケージタイプです。設備側面に温水および冷水の流入口があります。

利用可能な温度は、工場排水や地熱などの70℃～90℃程度を想定しており、沸点の低い媒体を蒸発させてタービン発電機を作動させるものです。

表 14 導入を検討したバイナリー発電設備

方式	オーガニックランキンサイクル
対応熱源	温水（100℃未満）
作動媒体	フッ素系媒体
最大送電端出力	20kW（系統連系可能）
電源系統	三相 AC200V 系/AC400V 系
寸法	（プロトタイプ機） W：2.0×D：1.4×H：1.6（m）
写真	

出典：メーカーホームページ

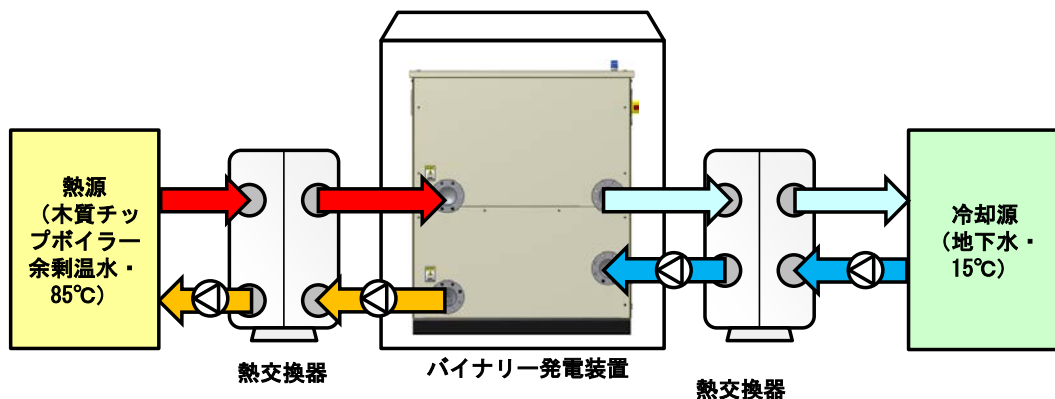


図 32 木質チップボイラーからの剰温水利用バイナリー発電の簡易フロー

メーカーのヒアリングによる導入を検討したバイナリー発電設備の概算費用は表 15 のとおりです。余力温水の流量からバイナリー発電の 1 台利用と 2 台利用のケースについて検討しました。

表 15 導入を検討したバイナリー発電設備の概算費用

項目	内訳	1 台利用	2 台利用
概算 初期投資	バイナリー発電本体	10,000	20,000
	熱交換器	2,000	
	ポンプ	300	
	冷水タンク	500	
	配管材料、機器類	1,500	
	据付工事	400	
	工事費	1,500	
	基礎工事	500	
	建屋	2,000	
	井土工事	1,500	
	設備費	20,200	30,200
ランニングコスト(千円)		1,000	1,200

(2) 負荷平準化の検討

通常時は、売電のため負荷平準化は不要です。また災害時の利用として、蓄電設備を付設すれば、その蓄電池からのウエルネスプラザへの電源供給が可能です。

(3) 事業主体の検討

ウエルネスプラザの運営主体が行政であるため、町が有望です。

(4) 導入効果

バイナリー発電設備を1台と2台導入した場合について売電額を推計しました。その結果、1台では年間の売電額は430万円、2台では790万円となりました。

ただし、地下水を加温するためのチップ購入金額が1億円を上回るため、事業の採算性は極めて低いことがわかりました。

表 16 余力温水の流量、使用時間および使用流量

期間		時期	流量 (m ³ /h)	日/年	時間/日	使用流量 (m ³ /年)
日中	暖房期間	10月下旬から 4月上旬	50	170	12	102,000
	弱冷房期間	7月から8月の猛 暑日以外	30	50	12	18,000
	猛暑日	8月	0	10	12	0
	上期日以外	-	75	115	12	121,500
夜間	通年	-	75	365	12	328,500

表 17 余力温水によるバイナリー発電設備による発電電力の試算

季節・時間条件				中間期日中 通年夜間	暖房期日中	冷房期微暑	中間期日中 通年夜間	暖房期日中	冷房期微暑
取扱い	項目	区分	単位	1台案			2台案		
				付与条件	熱源水量	全台分	m ³ /h	75	50
	熱源温度	全台分	°C	85	85	85	85	85	85
	冷却源温度	全台分	°C	15	15	15	15	15	15
仮定値	温水流量	1台あたり	m ³ /h	40	40	30	40	25	-
	温水温度	1台あたり	°C	80	80	80	80	80	-
	冷却水流量	1台あたり	m ³ /h	40	40	40	40	40	-
	冷却水温度	1台あたり	°C	20	20	20	20	20	-
	冷却源水量	全台分	m ³ /h	40	40	40	80	80	-
検討結果	発電電力	1台あたり	kW	12.5	12.5	12.0	12.5	11.5	-
	発電電力	全台分	kW	12.5	12.5	12.0	25.0	23.0	-

※熱源および冷却は直接バイナリー発電装置に供給せず、途中に中間熱交換器を設けた場合を想定する。その際、中間熱交換器において一律5°C温度差が発生するものと仮定する。

※バイナリー発電装置へ供給する温冷水配管内には、一切の空気が含まれているものとする。

※バイナリー発電装置へ供給する温冷水は、温水/冷却水ポンプによって強制循環されるものとする。

※温水/冷却水ポンプの動力は本検討から除外する。

※熱源および冷却熱源および冷却の温度・流量は、季節ごとに一定とし、それに伴い温冷水の温度・流量も季節ごとに一定とする。

※2台案における冷房期微暑の場合、温水流量が少ないためバイナリー発電装置の発電電力の予測が困難であるため、本検討から除外する。

出典：メーカー資料

表 18 余力温水利用バイナリー発電設備による発電量と売電額の試算

期間		時間/年	発電力(kW)		発電量(kWh/年)	
			1台利用	2台利用	1台利用	2台利用
日中	暖房期間	2,040	12.5	23.0	28,500	52,440
	弱冷房期間	600	12.0	予想困難	7,200	予想困難
	猛暑日	120	0.0	0.0	0	0
	上期日以外	1,380	12.5	25.0	17,250	34,500
夜間	通年	4,380	12.5	25.0	54,750	109,500
年間発電量(kWh)					107,700	196,440
売電単価(円/kWh)					40	
年間売電額(円)					4,308,000	7,857,600

表 19 余力温水を加熱 (15°C→85°C) するために必要なチップ購入金額

番号	項目(単位)	数値	備考
①	利用水量 (m ³ /年)	570,000	表 16 の使用流量の合計値
②	温水温度 (°C)	85	メーカーヒアリング結果より
③	水の温度 (°C)	15	メーカーヒアリング結果より
④	水 1g を 1°C 上昇させるのに必要な熱量 (J)	4.12	水の比重を 1 と仮定
⑤	必要熱量 (MJ)	164,388,000	④ × (② - ③) × ①
⑥	チップ発熱量 (MJ/kg)	8	文献より
⑦	ボイラー効率	0.8	メーカー資料より
⑧	必要チップ量 (kg)	25,685,625	⑤/⑥/⑦
⑨	チップ価格 (円/m ³)	2,000	想定値
⑩	チップ価格 (円/t)	6,667	見かけ比重 0.3 と仮定
⑪	チップ購入金額 (千円/年)	171,246	

3 温泉熱利用

町内の温泉旅館・ホテルにおいて、温泉熱を熱源として利用した場合の導入効果について検討します。暖房利用の場合、利用期間が冬季に限定され、導入メリットが出しにくいことから、ここでは給湯用ボイラーの補助熱源としての利用を想定しました。

(1) 導入を検討した設備

温泉熱を熱交換器により回収し、ボイラー補給水の加温に利用します。

表 20 温泉熱利用給湯の導入効果の試算

項目	内容	数値
温泉 (熱源)	源泉温度	63 °C
	湧出量	100 L/min
	給湯量	6,000 L/hr
給湯	給湯温度	50 °C
	温泉との温度差	13 °C
	熱交換効率	80 %
ボイラー補給水	交換熱量	62,400 kcal/hr
	1cal	4.19 J/cal
	利用熱量	261 MJ/時間
		6,269 MJ/日
導入効果	A 重油単位熱量	39.1 MJ/L
	ボイラー効率	90 %
	A 重油換算	65,023 L/年
	A 重油価格※	84.4 円/L
	年間削減燃料コスト	5,488 千円/年

※石油情報センター、東北局、小型ローリー納入

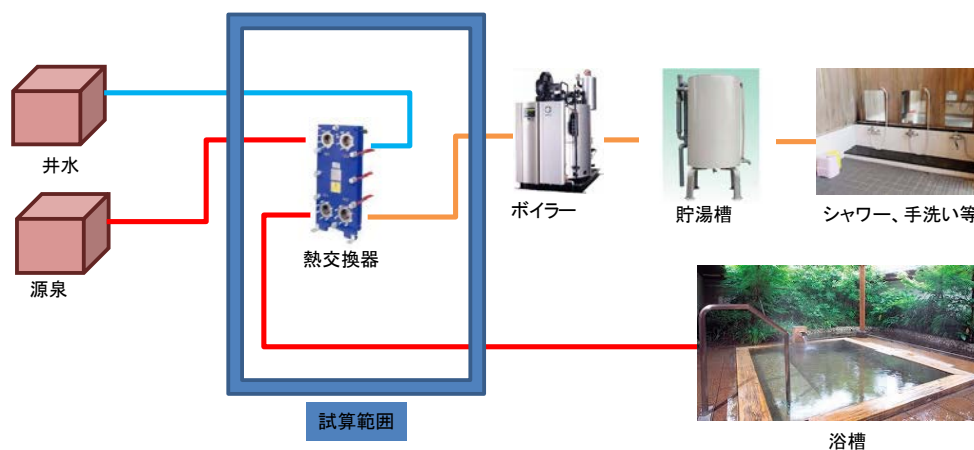


図 33 温泉熱利用給湯システムのフロー

(2) 導入効果

温泉熱利用給湯の導入費用は約300万円であり、ポンプ動力にかかる電力消費量のランニングコストは年間12万円となり、年間削減燃料コストから、投資回収年数は1年未満と採算性は極めて高いことがわかりました。

表 21 温泉熱利用給湯の導入費用

項目	内訳	金額（千円）
概算初期投資	熱交換器	1,200
	ポンプ	300
	制御	500
	設置工事	500
	調整費	300
	諸経費	280
	合計	3,080
概算ランニングコスト		120

4 小水力発電

町内で小水力の導入が有望な「前森高原」および「東法田」の水路での水力発電の導入効果について検討します。ここでは売電を想定しましたが、蓄電池への充電による非常用電源、イルミネーションの点灯による観光資源の創出などでの導入も考えられます。

(1) 導入を検討した設備

小型の水車発電機と電力安定供給装置で構成し、勾配の少ない水路や河川でも利用できます。電力安定化装置には、電力制御技術を活用したインバーターを使うことで、商用電源の系統と協調する方式であり、発電装置の発電量不足を解消しています。

水車発電装置は、50cmの極小落差でも利用可能で、水車と発電機を一体化したパッケージ構造となっています。水路での土木工事が不要となり、工事費の低コスト化と設置工期短縮（1週間程度）を実現しています。また水車部分に軸受がなく、水に混じる泥や砂の影響を受けにくい構造となっています。

表 22 導入を検討した小水力発電設備

水車形式	縦軸クロスフロー水車型
設置形式	開放水路型
主要構成	マイクロ水車、発電機、電力安定供給装置(制御盤)
相数	単相2線
電圧	AC100V
周波数	50Hz
制御方式	系統協調方式
写真	

出典：メーカーホームページ

(2) 負荷平準化の検討

通常時は、売電のため負荷平準化は不要です。また災害時の利用として、蓄電設備を付設すれば、その蓄電池からの電源供給が可能です。

(3) 事業主体の検討

後述する発電量では事業採算性の確保が困難であるため、町が実施するのが現実的ですが、今後十分な検討が必要です。

(4) 導入効果

小水力発電導入による売電金額は約13万円であり、導入費用は1,400万円(水車は260万円)となり、事業の採算性は極めて低いことがわかりました。

そのため、町による普及啓発や、非常用蓄電池の充電電源としての活用が有望です。

表 23 小水力発電導入検討地点の諸元 (東法田)

水路形式	コンクリート水路 矩形断面
水路幅	1,250m
水路高	1,000m
平均流量	かんがい期 0.087 m ³ /s
	非かんがい期 0.151 m ³ /s

表 24 小水力発電 (東法田) による発電量と売電額

	単位	かんがい期	非かんがい期
落差	m	0.6	0.6
水量	m ³ /s	0.087	0.151
総合効率	-	0.6	0.6
発電出力	kW	0.307	0.533
日数	日	150	215
期別発電量	kWh/期	1,105	2,750
年間発電量	kWh/年	3,855	
売電単価	円/kWh	34	
売電価格	円/kWh	131,070	

表 25 小水力発電 (東法田) の導入費用

項目		金額	備考
機器費	水車	2,600,000	水車、発電機、制御盤はセットとなりますので、単体販売は行っておりません。
	発電機	1,700,000	
	制御盤	4,500,000	
	計	8,800,000	
工事費	土木工事	2,000,000	ケーブル柱、操作盤基礎工事など
	据付工事	2,000,000	ケーブル工事、止水板、機器据付
	技術員派遣費	1,200,000	メーカーによる据付指導、試験調整
	計	5,200,000	
直接工事費計		14,000,000	
維持費	年2回点検	200,000	点検頻度は協議によります。

第7章 スケジュールと推進体制

1 スケジュール

前項で定めた内容を踏まえ、スマートコミュニティ構想の具体的な実施スケジュールは以下のとおりです（図 34）。

最上町スマートコミュニティ構想の期間は2030年までですが、実施スケジュールは、再生可能エネルギーの導入目標を定めた2020年までとします。

また2020年度には、導入目標の達成度の確認、2030年までの導入目標の設定、重点プロジェクトの再設定などによるPDCAサイクルによる進捗管理を実施し、着実な推進に努めます。

前期(2013年～2016年)	後期(2017年～2020年)
①ウエルネスプラザ・スマート・PJ	
情報収集・事業化検討・実施	事業化検討・実施
② 役場庁舎防災拠点化PJ	
実施	
③すこやかプラザ・向町小学校への太陽光発電・蓄電池導入PJ	
実施	
④すこやかゾーン熱供給PJ	
情報収集・事業化検討	実施
⑤前森高原での小型発電PJ	
情報収集	実施
普及啓発、PR	
⑥赤倉温泉「せんしん館」での温泉熱PJ	
情報収集・事業化検討	事業化検討・実施
⑦富沢地区防災拠点への太陽光発電・蓄電池導入PJ	
実施	
⑧大堀地区防災拠点への太陽光発電・蓄電池導入PJ	
実施	
⑨配水池水力発電PJ	
情報収集・事業化検討・実施	事業化検討・実施
⑩瀬見温泉での温泉熱利用PJ	
情報収集・事業化検討	事業化検討・実施
⑪再生可能エネルギーを活用したEVバス等による交通確保	
情報収集・事業化検討・実施	事業化検討・実施
⑫地区住民、町民創発PJ	
情報収集・事業化検討・実施	

図 34 スケジュール

2 推進体制

今回策定した「最上町スマートコミュニティ構想」を推進していくために、学識経験者、町民、議会、事業者などによる「最上町スマートコミュニティ構想推進委員会（仮称）」を設置します（図 35）。

この推進委員会ではビジョンにおける各プロジェクトの進捗管理を行う他、プロジェクト内容の詳細な検討を進めていくこととします。

プロジェクトの中には、より詳細な検討が必要なものや、町の施策として検討が必要なもの、各部局間で調整が必要なものがありますが、推進委員会と事務局が協調して、プロジェクト毎の推進主体、体制、スケジュールなどを体系化していきます。

構想に掲げたプロジェクト以外であっても、地域で再生可能エネルギーの導入やその防災時の活用について検討したいとの要望があった場合、町がコーディネーターとなり、地域住民や外部の専門家からなる組織（勉強会等）を立ち上げて町民・地域参加型の再生可能エネルギー導入のプランを作成し、その導入を図ります。

また、地域で小規模な再生可能エネルギー設備を導入したいとの要望があれば、補助金などによる支援の実施を検討します。

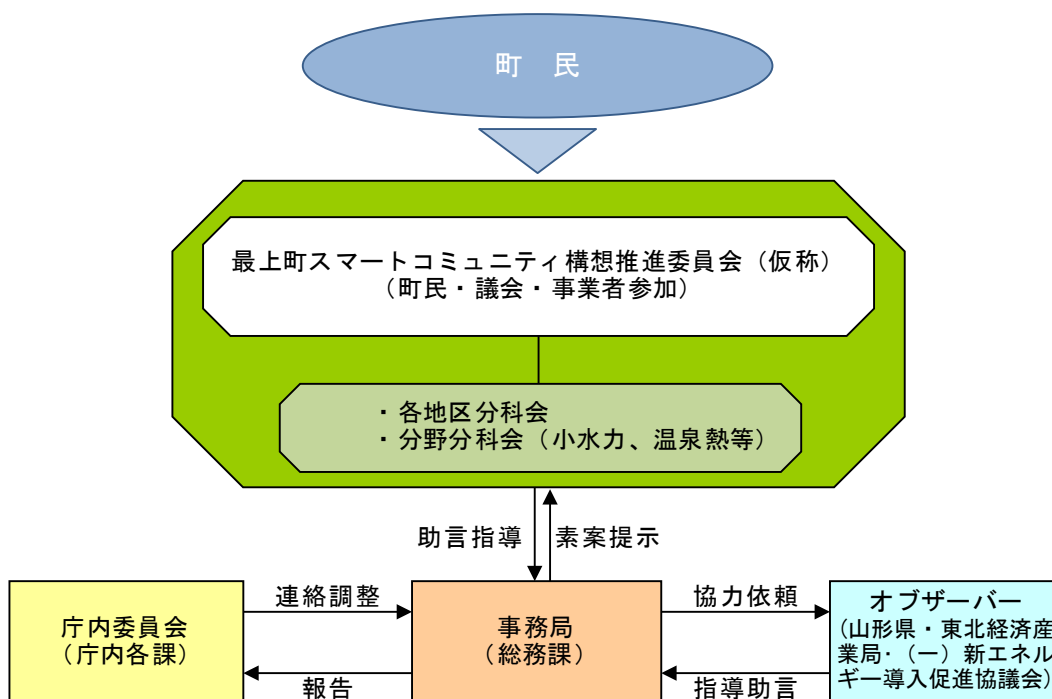


図 35 推進体制

以上

資料編

資料編

1 先進地調査

(1) 調査日

平成24年12月6日(木)～12月7日(金)

(2) 調査先

山梨県都留市 家中川小水力市民発電所
横浜市水道局 川井浄水場発電施設

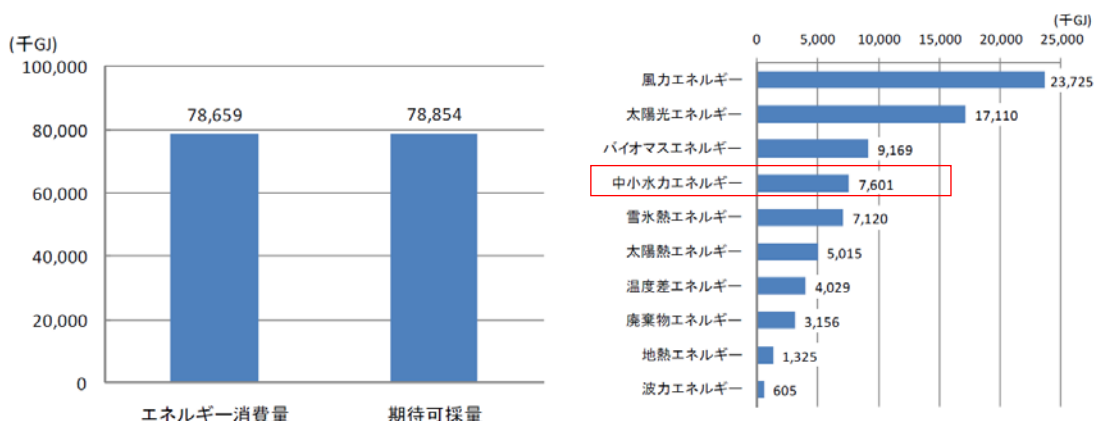
(3) 調査目的

2011年3月の東日本大震災以降、日本のエネルギー需給の議論がこれまでになく高まっており、地球温暖化防止対策や低炭素社会の構築を視野に入れた全国の自治体が、再生可能エネルギーによる発電に取り組んでいます。山形県エネルギー戦略の県内の再生可能エネルギーの期待可採量は風力、太陽光、バイオマスエネルギー及び中小水力エネルギーが上位を占めて全体の73%を占めています。また、小水力発電は70%と高い設備利用率となっています。

当町においては、震災以前より森林整備と循環型のエネルギーの地産地消として木質バイオマスエネルギーによる地域冷暖房システムを構築し、太陽光においては、すこやかプラザ及び向町小学校に30kWの太陽光発電を設置しています。

今後、当町のスマートコミュニティ構想を進めていくうえで、町の豊富な農業用水路や排水路等を活用した小水力発電は有効な手段の一つと考えられます。農業水利施設活用小水力発電候補地の調査(平成22年度)の報告書において前森高原内を流れる水路で6,935kWh、東法田の水路13,945kWh、志茂地区の排水路では32,273kWhの発電量が想定されています。

今回の調査は、先進事例を最上町のスマートコミュニティ構想策定に反映するために、小水力を推進している状況を把握することを目的として実施しました。



出典：山形県エネルギー戦略

図1 山形県のエネルギー消費量と再生可能エネルギー期待可採量

表 1 最上地域の再生可能エネルギー期待可採量

	風力 エネルギー	太陽光 エネルギー	バイオマス エネルギー	中小水力 エネルギー	雪氷熱 エネルギー	太陽熱 エネルギー	温度差 エネルギー	廃棄物 エネルギー	地熱 エネルギー	波力 エネルギー	合計
山形県計	23,725	17,110	9,169	7,601	7,120	5,015	4,029	3,156	1,325	605	78,854
村山地域	3,708	7,460	2,277	2,270	3,141	2,422	1,730	1,496	0	—	24,504
最上地域	5,880	2,247	1,727	447	796	412	411	319	1,254	—	13,494
置賜地域	3,245	3,558	1,917	2,352	1,935	980	1,030	529	69	—	15,614
庄内地域	10,891	3,845	3,248	2,532	1,248	1,202	857	811	1	605	25,241

出典：山形県エネルギー戦略

(4) 調査結果

① 横浜市水道局 川井浄水場小水力発電事業

横浜水道局では、平成 12 年度から、ろ過池に覆蓋型の太陽光発電、平成 16 年度には沈澱池に太陽電池搭載型フロート遮光装置を設置する等環境にやさしい水道システムを構築し、小水力発電や太陽光発電を積極的に導入している。

平成 18 年には、港北配水池において民間発電事業社と共同で小水力発電事業を実施（民設民営）したことから、そのノウハウを活かして、川井浄水場に相模原沈澱池と川井浄水場との高低差による水圧（エネルギー）を利用した小水力発電設備を導入した（表 2）。

表 2 川井浄水場小水力発電設備の概要

項目	単位	川井浄水場	備考
水車形式	—	横軸円筒プロペラ水車	横軸三相誘導発電機
発電出力	kW	270	135×2 基
最大使用水量	m ³ /s	4.8	2.4×2 本
導水管径	m	1.5	
発電電力量	kWh/年	約 1,300,000 (H23 年度実績)	1,150,000 (想定値)
CO ₂ 削減効果	t-CO ₂	480	
事業費	千円	330,000	補助事業費：100,000 (NEDO 及び NEPC)
運用開始	—	平成 22 年度	

このほか、平成 24 年 3 月から青山水源事務所沈澱池にて 49kW の発電システムを整備（事業費約 2 億円）し稼働している。今後 4 か所ある候補地から 1 か所を選定し、来年度以降整備予定（配水池の入口に設置）。

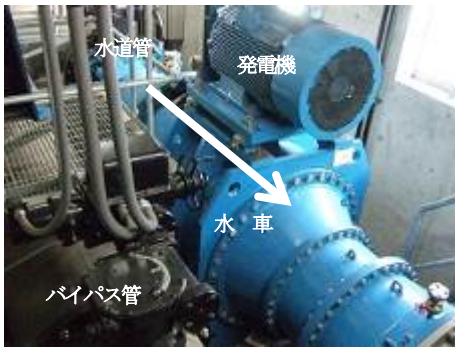
発電は上水道の利用であるが、沈澱池から浄水場の間での流量調整として発電機を設置しているため水質については問題なし。ただし、浄水場の前への設置のため水利申請に 1 年近く期間を要した（水利使用）河川名：一級河川相模川水系相模川 許可年月日：平成 21 年 2 月 23 日）。

また、発電機は、震災以前の計画であることと、費用の問題から停電時に停止するタイプのため、バイパス管を設置し安定供給を行っている。この点は、今年稼働の青山水源事務所の発電システムも同様である。上水道の減圧弁の利用は難しいようであり、現在の事例はない。

導水本管とバイパス管等の既存施設への改修が必要なため、設置費用が高額になり、発電単価は10円/kWhとなっている。メンテナンスは年2回行っており、年1回必要なベルト交換費用に250万円要している。



横浜市水道局の小水力等再生可能エネルギー導入等の事業概要説明



【水車形式】横軸三相誘導発電機 【発電機形式】横軸三相誘導発電機 【発電機出力】135kW ×2台
 予想発電量は115万kWh/年 川井浄水場年間電力消費量の約30% 一般家庭年間使用電力量の約335件分



見える化を行うための表示板
 ※1 台停止中のため発電量は79.4kW

② 山梨県都留市の取り組み（家中川小水力市民発電所）

都留市は山梨県東部に位置し、豊かな緑と清らかな水の溢れる自然環境に恵まれた地域。人口は33,588人(平成22年国勢調査)。山梨県東部地域の政治・文化・経済の中心地として発展。

都留市では、地球規模の環境問題に対応するため、平成11年に『都留市環境保全行動計画』、同年に『都留市地球温暖化対策実行計画』を策定。平成15年には『都留市地域新エネルギービジョン』を策定し、積極的に新エネルギーを導入し、広く市民に地球温暖化問題や新エネルギーについて啓蒙、普及を行っている。

また、小水力市民発電所の建設されている家中川は、江戸時代から大正末までこの地域の基幹産業であった絹織物生産の動力源として水車が利用され、明治38年には落差を利用した出力70kWの谷村発電所が整備され電気を供給。大正12年には基幹産業である絹織物の発展のため町営として電気供給事業を開始した(昭和28年廃止)。

このように県内でもいち早く水力発電を導入した地域であることを誇りに思った市民などが集まり、家中川に対する関心を高め、水を活用した地域づくりを進める都留市水エネルギー研究所を結成した。平成13年には、都留市市民委員会制度や市の補助を利用し、小水力発電の取り組みを実施、さらにマイクロ水力発電の実験として、平成15年には学術機関の取り組みが行われた。そして平成16年度には市制50周年を迎え、水のまち都留市のシンボルとして、最も期待される小水力の普及・啓蒙を図ることを目的として市民参加型で木製の下掛け式水車「元気くん1号」を設置。平成22年度には「元気くん2号」、平成23年度には「元気くん3号」が設置され、現在3基で家中川小水力市民発電所が稼働している。発電した電気は市役所や都留市エコハウス、植物栽培施設の電力として活用し、夜間や土日等の軽負荷時はRPS法により売電し、350万~400万円の削減効果を生み出している。

「元気くん1号」は、『新型除塵装置付可変速大型下掛け水車発電システム』として設置したものの。

「元気くん2号」は、河川内に設置された配電線路を通じ、発電盤で制御され市役所やエコハウスなどの周辺施設で使用する電力の一部をまかなっており、3機中最も効率の良い水車である。

「元気くん3号」は、有効落差が1mで幅が狭く、ゴミにも強い特徴がある。上流からの水を水車のらせん状のブレード(スクリュウ)に受ける、らせん水車を採用している。

家中川小水力発電機の特徴としては、季節による流量の変動に対応した可変速ギアを搭載し、水量が変化しても効率の良い発電を可能としている点、ゴミが水車導水路に侵入するのを防ぐための固定レーキと可動スクリーン、逆洗浄とが一体となった新型除塵装置を設置している点が挙げられる。

表 3 家中川小水力市民発電所設備の概要

項目	単位	元気君 1 号	元気君 2 号	元気君 3 号
水車形式	-	開放型下掛け水車	開放型上掛け水車	開放型らせん水車
発電方式	-	水路式 (バイパス水路設置)	流れ込み式	水路式
発電出力	kW	最大 20	最大 19	最大 7.3
有効落差	m	最大 2.0	最大 3.5	最大 1.0
増速装置	rpm	4.3→1,200	11.5→1,012	37→1,500
事業費	千円	43,374	62,319	35,722
補助金	千円	15,166	32,338	35,722
市民公募債	千円	17,000	23,600	0.05
一般財源	千円	11,208	6,380	-
運用開始	-	平成 18 年 4 月	平成 22 年 5 月	平成 24 年 3 月

一般的に密閉型の方が効率に優れるが、すべての水車で開放型を採用し「見える化」を行い、水のエネルギーを身近に感じて体験する環境学習に役立っている。

ランニングコストはほとんどかからず、メンテナンス経費は発電機 1 基につき年間 16 万円程度である (3 ヶ月に 1 回)。

大雨により取水を止める場合は発電も停止し、夏場は大雨等で止める期間が多くなり、また、河川工事等で発電が停止する場合もある。

水車はすべてドイツ製で耐用年数は約 30 年。ドイツでは 50 年以上稼働しているものもある。無理な発電をしないよう運転を行い長く使えるようにしている。

事業費の市民公募債については、1 号は募集の 4 倍、2 号は 1.3 倍と多くの市民から協力があつた。

都留市ではさらに市役所周辺のエリアを中心に小水力発電をテーマとする環境学習の体験フィールドを整備し、環境学習や小水力発電の普及を行い交流人口の拡大を図っており、平成 24 年度は 11 月までに 2,500 人と多数の視察者が訪れている。

家中川小水力市民発電所によって生み出された電力を活用し植物栽培設備展示施設や、環境にやさしい住まいや住み方の展示施設として、太陽熱・太陽光・薪ストーブ・雨水・自然採光・自然通風・壁面緑化なども活用した、自然エネルギーの自給率の向上を図った都留市エコハウスを整備し、人と自然が共生する環境のまちづくりの実現に向けた取り組みを実施している。



事業概要説明



元気くん 1 号
水路・除塵機・水車・増速機・発電機・電力変換装置・市庁舎・電力会社
《水の力》 《機械の力》《交流電力・受電・送電》



元気くん1号



元気くん1号



元気くん2号



元気くん2号



元気くん3号



エコハウス・植物栽培設備展示施設



エコハウス内の薪ストーブの展示



エコハウス内のOMソーラー
外気を集熱面で温め、床下に送って床暖房を行う、夏は谷湯で利用
(熱源は太陽熱)



植物栽培設備展示施設（植物工場モデル施設）
作物に最適な環境を人工的に作り出し工業製品のようにいつでも同じ品質でつくることを目的としたモデル施設
（熱源は太陽熱）

③ まとめ

横浜市水道局においては十分な調査事業をもとに水道の安定供給を最優先事項として取り組んでいました。当町においても再生可能エネルギーの活用と、環境にやさしい水道事業、さらにスマートコミュニティ構想の事業のひとつとして検討することは必要であると考えます。

災害時の電力不足に対応するために取水施設から配水施設まですべての施設について、町民に安全な水を安定的に供給することを優先に導入の可能性について検討する必要があり、水質や安定供給に支障が及ぼす恐れがない場所での設置を検討しなければなりません。

当初、7～8kgの圧力を約3kgへ減圧している減圧弁を利用した発電システムの検討を想定していましたが、減圧調整や水質等の問題から、口径や水質の維持等課題は多くあるものの、横浜市水道局のように配水池の落差を活用した小水力発電を赤倉配水池、立小路配水池、東法田配水池、野頭配水池にて事業の可能性調査を行う必要があります。

さらに横浜市水道局のような大規模な小水力発電設備の設置は不可能ですが、小規模で当町にあった発電システムを構築し、それを各地域で分散して活用することを想定し事業化可能性調査の中で検討していきます。

都留市では古くから水車が活用されていた経緯があり、地域での小水力発電活用の意識が高く、市の施策や補助事業を活用し、市民自らが導入し、学術機関との実験を繰り返しながら現在では『水のまち都留市・小水力発電の先進地』として農山村のエネルギー自給や地域活性化、地球温暖化防止など様々な可能性について広く普及、推進を図っていました。

当町にも、県内でも2番目に開始した瀬見発電所（1911年完成、1912年発電開始）があり、古くから豊かな水の恵みを享受し、そのエネルギーを利用しています。未利用の農山村の水流は、小規模ながら電力源となり地域の電力問題の解決に貢献できるものであり、小水力発電は地域の活性化も含め非常に意義深く、たとえ小規模であってもエネルギー問題を実感として理解できる設備としての教育的効果も期待できます。

例えば、前森高原内を流れる水路に景観や維持管理性を考え、水車式の小水力発電装置（下掛け式）を設置し施設内の電力や非常用の電源、又は観光地として小水力発電のPRを行うことが考えられます。水車及び発電の仕組みについても地場企業の技術力を活用することが可能であれば前森高原への水車が1号機となり、その他の有望箇所や地域への導入も考えられます。

最近ではkW以下の小規模なシステムも開発されていることから、再生可能エネルギーの設備導入支援として地域や団体へ小水力発電設備の支援等も考えられ、小規模な発電システムであっても点から面への広がりが期待されます。

農業用水路等は、落差地点が数多くあり、数十Wから数kWの発電が可能な地点があります。このような個所で、農業用水を維持管理している主体や地域などの様々な主体による小水力発電が実施されることによって、エネルギー問題や環境問題等への意識の醸成につながります。

木質バイオマス同様に小水力も農山村地域に賦存している再生可能エネルギーの資源であり、地域内の資源を有効に活用したエネルギーの地産地消は持続可能な地域社会を構築していくうえで必要不可欠です。

また、都留市では小水力発電をテーマとした環境学習の体験フィールドを設置し、小水力発電とエコハウスの積極的PRにより、市外からの来訪を促進し交流人口の拡大を行っております。これは当町の森林を活用したバイオマスエネルギーによる『バイオマスエネルギー地域システム 森のある暮らし視察ツアー』にもつながるものであります。

町の既存のバイオマスエネルギーを中心として、太陽光発電、温泉熱を活用した暖房システム、そこに前森高原での水力発電を加えエネルギーパークとして再生可能エネルギーの積極的なPRと来訪者の促進による交流・観光人口の拡大を図っていくことも今後期待されます。

今後、これら先進地の事例を参考にしながら、最上町スマートコミュニティ構想策定事業により、当町における再生可能エネルギーの効率的な導入計画を作成し、豊かな自然資源や地場企業の技術力の活用、積極的な公共施設への再生可能エネルギーの利用と再生可能エネルギーの活用を目指す地域の取り組みの支援、地域住民へのエネルギー問題や環境意識を啓発するしかけづくりを推進していくことが必要であります。

(5) 視察メンバー

最上町スマートコミュニティ構想策定委員

藤 畑 敬 美（東部土地改良区笠原理事長代理(同副理事長) (地場産業関係))

伊豆倉 勝 行（最上町土地改良区後藤栄二事務局長代理(同維持管理主任) (地場産業関係者))

野 口 勝 世（総務課まちづくり推進室定住環境係長 (事務局))

吉 田 徹（総務課まちづくり推進室定住環境係主任 (事務局))

定住・環境政策プロジェクトチーム

菅 嶋 常 也（建設課都市環境整備主査）

大 場 正 男（農林課農政係）

最上町スマートコミュニティ構想策定事業に関する調査委託業者

申 谷 雄 太（東北緑化環境保全株式会社 技術部）

2 現地調査

(1) 調査日

平成24年12月15日

(2) 調査先

最上町内

(3) 調査目的

町内における小水力発電の実施可能性の検討、温泉熱利用状況の把握をするために現地踏査およびヒアリングによる調査を実施した。

(4) 調査結果

① 小水力発電

山形県最上総合支庁が平成22年度に実施した「農業水利施設活用小水力発電候補地調査業務報告書」の調査地点のうち、小水力発電設備の設置が有望と考えられる地点を調査した。

1) 前森高原



冬季間においても水面が確保され、発電が可能と考えられる。

景観や維持管理性、観光地である地域特性を考え、水車式の小水力発電装置（下掛け式）を設置し施設内の電力や非常用の電源、小水力発電のPRを行うことが有効と考えられる。

2) 東法田集落



比較的落差の確保が容易であり、付近に民家もあることから、防犯灯用の電源や非常用の電源としての活用が有効と考えられる。

3) 志茂地区



同地区内の2地点を確認した。冬季間においても水面が確保され、発電が可能と考えられる。比較的落差と流量はあるものの、最寄の民家等からの距離がある。

4) 富沢地区



冬季間においても水面が確保され、発電が可能と考えられる。付近に民家や小学校があり、利用環境は適している。比較的流量はあるものの、落差の確保が困難である。

以上の結果から、利用目的や設置条件、周辺状況を考慮した場合、前森高原および東法田集落への設置が有効と考えられる。

ただし、大きな発電量は期待できないことから、設置主体、水車形式、運営管理方法等について十分に検討する必要がある。

② 温泉熱利用（せんしん館）



源泉の様子



貯湯槽 (3t)



室内暖房

「せんしん館」の源泉の温度は73.8℃であり、湧出量も豊富であることから、敷地内の融雪や館内暖房の熱源をまかなっている。特に暖房は温泉熱の他には化石燃料による熱源を利用していない。

せんしん館は旧赤倉ホテルを平成13年（2001年）に改修した施設であり、機械室は一部老朽化が進んでいる。将来的な熱交換器の性能向上のための工事の機会を捉えて熱発電システムを導入し、万が一の洪水の際の内水対策もあわせて行い、災害時の電力を確保できるシステムの構築が有望と考えられる。

3 住民参加型の取り組み事例

スマートコミュニティの実現や再生可能エネルギーの普及には、幅広い世代に対し理解を得ながら、町民、事業者、行政が一体となって取り組みを進めることが重要となります。

今後の最上町のスマートコミュニティ実現と再生可能エネルギーによるエネルギーの自立に向けて、推進体制を構築する際の参考となる事例について纏めました。

(1) 特定非営利活動法人循環型社会創造ネットワーク (NPO 法人CROSS)

八戸市のNPO 法人CROSS (クロス) は、地域や市民が主体となり、環境保全と循環型社会の研究と啓発活動を推進することを主目的として、平成15年(2003年)に設立されました。現在、新エネルギー(太陽光発電、電気自動車、蓄電池)や省エネルギーに関する普及促進活動、プロジェクトの企画・運営等の業務を行っています。

普及啓発活動の主な内容としては、県からの委託を受け、県内の小学校、児童館、公民館、子ども会等を対象とした環境出前授業を実施しているほか、青森県太陽光発電オフィシャルサイト「ソラナビ」の運営、太陽光発電に関する相談窓口業務も行っていきます。独自の取組としては、八戸市のコミュニティラジオ局 BeFM において、子どもから大人までを対象とした分かりやすい環境講座の番組を放送しています。

また、太陽光発電システムを設置している県内の一般家庭等の参加を募り、グリーン電力証書を発行する事業も行っていきます。各家庭で太陽光から発電した電力のうち、家庭で使った分(自家消費分)の電力について、取りまとめて証書化し、証書の売却代金は発電者(参加した一般家庭等)に配分され、発電設備費の早期回収に役立てられています。

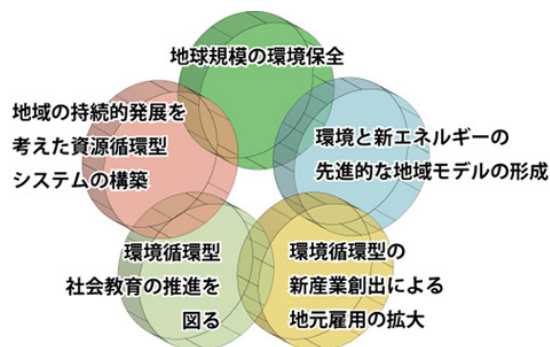


図2 CROSSのミッション



環境出前授業の様子

資料：平成23年度版青森県社会経済白書(青森県)

NPO 法人 CROSS HP

(2) 長野県飯田市

長野県飯田市は、震災前からエネルギーの地産地消を高く目標に掲げ、太陽光や森、水といった自然の恵みを電気や熱源に活用するプランを積極的に検討してきました。

飯田市は日照時間が年間2,000時間を超え、国内最高レベルの太陽光に恵まれた土地です。

2004年2月に立ち上がったNPO法人南信州おひさま進歩を母体とする「おひさま進歩エネルギー株式会社」が2005年に始めた市民出資による太陽光発電事業では、保育園など公共施設や事業所162カ所に太陽光パネルが設置されました。

更に、2009年に導入した「おひさま0円システム」は、2010年度までで48件設置の実績を挙げています。

0円システムは、飯田市とおひさま進歩、飯田信用金庫の三者が共同して立ち上げた太陽光発電普及策で、「関心があっても、設置費用が高くて導入できない」という家庭が多い中、「初期投資を0円」にして設置のハードルを下げるものです。

太陽光発電の開始を希望する住民に対し、おひさま進歩が地域の設置関連事業者を通して「無料」で太陽光パネルを設置（3.5キロワットの標準サイズで価格は約200万円）。飯田信用金庫は低金利のエコファイナンスで、おひさま進歩を支援（170万円）し、飯田市が独自の設置奨励金に国の補助金を加えた相当額（30万円）を同社に交付することで0円とするものです。

その後、おひさま進歩が設置家庭から9年間、月々定額の1万9800円（総額210万円）を電気料として受け取ります。10年目に設備は住宅所有者に譲渡します。以降は、発電分は全て設置家庭の収入となる仕組みです。



図3 おひさま0円システムの概要

資料：おひさま進歩エネルギー株式会社 HP

全国商工団体連合会 HP

4 エネルギー消費量の推計方法

(1) 推計方法

入手可能な最新の各種統計資料等を用いて、最上町における年間のエネルギー消費量を推計します。

なお、電車は交通機関であり、ある地域にエネルギー消費を帰属させることが困難なため、地域分割推計を行っていません。

表 4 エネルギー消費の推計方法

部 門	項 目	推 計 方 法	出 典	
民生部門	家庭部門	電 気	平成23年度実績値	東北電力資料
		LPG	山形市の世帯当たりの購入量×全世帯数(H22FY)	平成22年度家計調査 平成22年度国勢調査
		灯 油	世帯当たりの購入量×全世帯数(H22FY)	ヒアリング 平成22年度国勢調査
	業務部門	電 力	平成23年度実績値	東北電力資料
		そ の 他	山形県エネルギー消費量×最上町サービス業従業者数/山形県サービス業従業者数	都道府県別エネルギー消費統計 平成21年度経済センサス
産業部門	全産業	電 気	平成23年度実績値	東北電力資料
	農林水産業	そ の 他	山形県の農林水産業エネルギー使用量×最上町の農林水産業総産出額/山形県の農林水産業総産出額	都道府県別エネルギー消費統計 平成21年度県民経済計算 平成21年度市町村民経済計算
		製 造 業	そ の 他	山形県の製造業エネルギー使用量×最上町の製造業総生産額/山形県の製造業総生産額
	建設業 鉱 業	全 項 目	山形県の建設業・鉱業エネルギー使用量×最上町の建設業・鉱業従業者数/山形県の建設業・鉱業従業者数	都道府県別エネルギー消費統計 平成21年度経済センサス
運輸部門	自動車	ガソリン	山形市ガソリン購入量×最上町世帯数×保有台数補正係数	平成22年度国勢調査 平成22年度家計調査
		軽 油		東北運輸局山形運輸支局資料

5 エネルギー消費量の推計

(1) 熱量

① 産業部門

1) 電気

電力会社にデータ提供を依頼することにより、電力消費量を得ました。「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」に基づき、熱量換算を行います（表 5）。

$$\cdot \text{最上町エネルギー消費量} = \text{最上町電力消費量} \times \text{熱量換算係数}$$

表 5 産業部門のエネルギー消費量（電力）

部門	最上町電力消費量 (千 kWh)	熱量換算係数 (TJ/千 kWh)	最上町エネルギー消費量 (TJ)
産業	17,158	0.00997	171

出典：東北電力（株）、エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則

2) 燃料

産業部門は「農林水産業」、「建設業・鉱業」、「製造業」の3部門に分類します。それぞれにおいて、「都道府県別エネルギー消費統計」中に示された山形県における消費量を産出額、従業者数または製造品出荷額で按分する方法により推計を行います（表 6、表 7、表 8、表 9）。

$$\cdot \text{最上町エネルギー消費量} = \text{山形県エネルギー消費量} \times \frac{\text{最上町産出額（従業者数、製造品出荷額）}}{\text{山形県産出額（従業者数、製造品出荷額）}}$$

表 6 産業部門（農林水産業）のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	山形県エネルギー消費量 (TJ)	産出額(万円)		最上町エネルギー消費量 (TJ)
		最上町	山形県	
LPG	18			0
灯油	594	197,200	12,420,700	9
重油	1,707			27

出典：独立行政法人経済産業研究所 都道府県別エネルギー消費統計

表 7 産業部門（建設業・鉱業）のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	山形県エネルギー消費量 (TJ)	従業者数(人)		最上町エネルギー消費量 (TJ)
		最上町	山形県	
LPG	1			0
灯油	1,021	824	47,201	18
重油	277			5

出典：独立行政法人経済産業研究所 都道府県別エネルギー消費統計

表 8 産業部門（製造業）のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	山形県エネルギー消費量 (TJ)	製造品出荷額(万円)		最上町エネルギー消費量 (TJ)
		最上町	山形県	
LPG	212			0
灯油	553	286,400	123,768,300	1
重油	1,482			3

出典：独立行政法人経済産業研究所 都道府県別エネルギー消費統計

表 9 用いた指標

単位：万円、人

	最上町	山形県
農業産出額	174,500	11,660,100
林業産出額	22,400	544,600
漁業産出額	300	216,000
(計)	197,200	12,420,700
建設業従業者数	802	46,795
鉱業従業者数	22	406
(計)	824	47,201
製造品出荷額	286,400	123,768,300

出典：市町村民経済計算、統計局 経済センサス

② 民生家庭部門

1) 電気

電力会社にデータ提供を依頼することにより、電力消費量を得ました。「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」に基づき、熱量換算を行います（表 10）。

・最上町エネルギー消費量＝最上町電力消費量×熱量換算係数

表 10 民生家庭部門のエネルギー消費量（電力）

部門	最上町電力消費量 (千 kWh)	熱量換算係数 (TJ/千 kWh)	最上町エネルギー消費量 (TJ)
家庭	19,037	0.00997	190

出典：東北電力（株）、エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則

2) 燃料

民生家庭部門では、LPG については「家計調査」中に示された山形市における購入量、灯油についてはヒアリングにより得られた購入量の平均値に世帯数を乗じて推計します。

家計調査で購入量が示されているのは都道府県庁所在地における平均値です。特に灯油については県庁所在地との消費量に差があると想定されたことからヒアリングにより購入量を把握した上で推計を行いました。（表 11）。

・最上町エネルギー消費量＝世帯あたり購入量×最上町世帯数×熱量換算係数

表 11 民生家庭部門のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	世帯あたり購入量 (m ³ /世帯, L/世帯)	最上町世帯数 (世帯)	熱量換算係数 (TJ/m ³ , TJ/L)	最上町エネルギー消費量(TJ)
LPG	102.442	2,753	0.0001041	29
灯油	1,179		0.0000367	113

出典：統計局 家計調査、国勢調査、町内ヒアリング

③ 民生業務部門

1) 電気

電力会社にデータ提供を依頼することにより、電力消費量を得ました。「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」に基づき、熱量換算を行います（表 12）。

$$\cdot \text{最上町エネルギー消費量} = \text{最上町電力消費量} \times \text{熱量換算係数}$$

表 12 民生業務部門のエネルギー消費量（電力）

部門	最上町電力消費量 (千 kWh)	熱量換算係数 (TJ/千 kWh)	最上町エネルギー消費量 (TJ)
業務	16,351	0.0097	163

出典：東北電力（株）、エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則

2) 燃料

「都道府県別エネルギー消費統計」中に示された山形県における消費量を、サービス業従業者数で按分する方法により推計します（表 13）。

$$\cdot \text{最上町エネルギー消費量} = \text{山形県エネルギー消費量} \times \text{最上町サービス業従業者数} \div \text{山形県サービス業従業者数}$$

表 13 民生業務部門のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	山形県エネルギー消費量 (TJ)	サービス業従業者数(人)		最上町エネルギー消費量 (TJ)
		最上町	山形県	
LPG	296	2,024	385,691	2
灯油	4,022			21
重油	3,545			19

出典：独立行政法人経済産業研究所 都道府県別エネルギー消費統計、統計局 経済センサス

④ 運輸部門

1) 電気

自家用車の燃料としてはガソリン・軽油のみを想定し、電力の消費量は少量であることから 0 とします。

2) 燃料

運輸部門における算定対象は、家庭が保有する乗用車によるガソリンや軽油の消費です。「家計調査」中で軽油購入に関する調査項目がないことから、軽油購入量はガソリン購入量に含めて申告されているものと想定し、自家用車による軽油消費量はガソリン消費量に含まれているものとします。

ガソリン消費量は「家計調査」中に示された県庁所在地におけるガソリンの年間購入量の値を補正し、世帯数を乗じることで推計します（表 14、表 15）。

$$\cdot \text{最上町エネルギー消費量} = \text{山形市購入量} \times \text{保有台数補正係数} \times \text{最上町世帯数} \times \text{熱量換算係数}$$

$$\cdot \text{保有台数補正係数} = (\text{最上町保有台数} \div \text{最上町世帯数}) \div (\text{山形市保有台数} \div \text{山形市世帯数})$$

表 14 運輸部門のエネルギー消費量 (燃料)

燃料種	山形市購入量 (L/世帯)	保有台数 補正係数	最上町 世帯数(世帯)	熱量換算係数 (TJ/L)	最上町1町単 消費量(TJ)
ガソリン	666.791	1.486	2,753	0.0000346	94

出典：統計局 家計調査、統計局 国勢調査

表 15 保有台数補正係数

最上町(台, 世帯)		山形市(台, 世帯)		保有台数 補正係数
保有台数	世帯数	保有台数	世帯数	
6,942	2,753	163,598	96,425	1.486

出典：東北運輸局山形運輸支局

⑤ まとめ

最上町で使われているエネルギー消費量 (熱量換算) は、表 16 のとおりです。

表 16 エネルギー消費量 (熱量換算)

単位：TJ

エネルギー種	産業	民生家庭	民生業務	運輸	合計
電気	171	190	163	0	524
ガス	0	29	2	0	31
石油系	63	119	40	94	316
合計	234	338	205	94	871

(2) 原油換算量

「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則」に基づき、発熱量 1TJ を原油 25.8L とし、原油換算量を算出しました（表 17）。

表 17 エネルギー消費量（原油換算量）

単位：kL

エネルギー種	産業	民生家庭	民生業務	運輸	合計
電気	4,412	4,902	4,205	0	13,519
ガス	0	748	52	0	800
石油系	1,625	3,070	1,032	2,425	8,152
合計	6,037	8,720	5,289	2,425	22,471

(3) CO₂ 排出量

① 産業部門

1) 電気

電力の CO₂ 排出量については、電力会社の CO₂ 換算係数を用いて試算します（表 18）。

・最上町 CO₂ 排出量 = 最上町電力消費量 × CO₂ 換算係数

表 18 産業部門のエネルギー消費量（電力）

部門	最上町電力消費量 (千 kWh)	CO ₂ 換算係数 (t-CO ₂ /千 kWh)	最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
産業	17,158	0.546	9,368

出典：東北電力（株）

2) 燃料

産業部門は「農林水産業」、「建設業・鉱業」、「製造業」の3部門に分類します。それぞれにおいて、「都道府県別エネルギー消費統計」中に示された山形県における排出量を産出額、従業者数または製造品出荷額で按分する方法により推計を行います（表 19、表 20、表 21）。

・最上町 CO₂ 排出量 = 山形県 CO₂ 排出量 × 最上町産出額（従業者数、製造品出荷額） ÷ 山形県産出額（従業者数、製造品出荷額）

表 19 産業部門（農林水産業）のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	山形県 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	産出額(万円)		最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
		最上町	山形県	
LPG	0	197,200	12,420,700	0
灯油	40,333			640
重油	117,333			1,863

出典：独立行政法人経済産業研究所 都道府県別エネルギー消費統計、市町村民経済計算

表 20 産業部門（建設業・鉱業）のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	山形県 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	従業者数(人)		最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
		最上町	山形県	
LPG	0	824	47,201	0
灯油	69,667			1,216
重油	18,333			320

出典：独立行政法人経済産業研究所 都道府県別エネルギー消費統計、統計局 経済センサス

表 21 産業部門（製造業）のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	山形県 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)	製造品出荷額(万円)		最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
		最上町	山形県	
LPG	11,000	286,400	123,768,300	25
灯油	36,667			85
重油	102,667			238

出典：独立行政法人経済産業研究所 都道府県別エネルギー消費統計、市町村民経済計算

② 民生家庭部門

1) 電気

電力の CO₂ 排出量については、電力会社の CO₂ 換算係数を用いて試算します（表 22）。

・ $\text{最上町 CO}_2 \text{ 排出量} = \text{最上町電力消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 換算係数}$

表 22 民生家庭部門のエネルギー消費量（電力）

部門	最上町電力消費量 (千 kWh)	CO ₂ 換算係数 (t-CO ₂ /千 kWh)	最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
家庭	19,037	0.546	10,394

出典：東北電力（株）

2) 燃料

CO₂ 排出量は「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」に基づき、算出します（表 23）。

・ $\text{最上町 CO}_2 \text{ 排出量} = \text{最上町エネルギー消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 換算係数}$

表 23 民生家庭部門のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	最上町エネルギー消費量 (TJ)	CO ₂ 換算係数 (t-CO ₂ /TJ)	最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
LPG	29	59.767	1,733
灯油	119	67.833	8,072

出典：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令

③ 民生業務部門

1) 電気

電力の CO₂ 排出量については、電力会社の CO₂ 換算係数を用いて試算します（表 24）。

・ $\text{最上町 CO}_2 \text{ 排出量} = \text{最上町電力消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 換算係数}$

表 24 民生業務部門のエネルギー消費量（電力）

部門	最上町電力消費量 (千 kWh)	CO ₂ 換算係数 (t-CO ₂ /千 kWh)	最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
業務	16,351	0.546	8,928

出典：東北電力（株）

2) 燃料

CO₂ 排出量は「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」に基づき、算出します（表 25）。

・ $\text{最上町 CO}_2 \text{ 排出量} = \text{最上町エネルギー消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 換算係数}$

表 25 民生業務部門のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	最上町エネルギー消費量 (TJ)	CO ₂ 換算係数 (t-CO ₂ /TJ)	最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
LPG	2	59.767	120
灯油	21	67.833	1,424
重油	19	69.300	1,317

出典：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令

④ 運輸部門

1) 電気

自家用車の燃料としてはガソリン・軽油のみを想定し、電力の消費量は少量であることから0とします。

2) 燃料

CO₂排出量は「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」に基づき、算出します（表 26）。

・最上町 CO₂排出量=最上町エネルギー消費量×CO₂換算係数

表 26 運輸部門のエネルギー消費量（燃料）

燃料種	最上町エネルギー消費量 (TJ)	CO ₂ 換算係数 (t-CO ₂ /TJ)	最上町 CO ₂ 排出量 (t-CO ₂)
ガソリン	94	67.100	6,307

出典：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令

⑤ まとめ

最上町から排出される CO₂排出量は、表 27 のとおりです。

表 27 CO₂排出量

単位：t-CO₂

エネルギー種	産業	民生家庭	民生業務	運輸	合計
電気	9,368	10,394	8,928	0	28,690
ガス	25	1,733	120	0	1,878
石油系	4,362	8,072	2,741	6,307	21,482
合計	13,755	20,199	11,789	6,307	52,050

6 再生可能エネルギーの賦存量の推計方法

(1) 太陽光発電

太陽光発電設備の設置可能な場所を住宅や事業所とし、1年間に降り注ぐ日射を電気に変えて得られるエネルギー量とします(表 28)。

① 賦存量

- 年間発電量 = 対象施設数(全施設) × 定格出力 × 単位出力あたりの必要面積 × 平均日射量 × 年間日数 × 補正係数
- 賦存量 = 年間発電量 × 熱量換算係数 • CO₂削減量 = 賦存量 × 電力 CO₂換算係数

表 28 太陽光発電(賦存量)

対象施設	対象施設数(棟ヶ所)	定格出力(kW)	単位出力あたりの必要面積(m ² /kW)	平均日射量(kWh/m ² 日)	年間日数(日)	補正係数	年間発電量(kWh/年)	熱量換算係数(MJ/kWh)	賦存量(MJ)	電力CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /kWh)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
一戸建て住宅	3,214	4	9	3.19	365	0.065	8,756,797	9.97	87,305,266	0.546	4,781,211
共同住宅	470	10	9	3.19	365	0.065	3,201,380	9.97	31,917,759	0.546	1,747,953
公共施設	55	10	9	3.19	365	0.065	374,630	9.97	3,735,061	0.546	204,548
第2次産業事業所	164	10	9	3.19	365	0.065	1,117,077	9.97	11,137,258	0.546	609,924
第3次産業事業所	324	10	9	3.19	365	0.065	2,206,909	9.97	22,002,883	0.546	1,204,972
合計	4,227						15,656,793		156,098,227		8,548,608

出典：最上町 固定資産の価格等の概要調書・最上町資料、統計局 経済センサ、NEDO 新エネルギー賦存量の試算条件・新エネルギーガイドブック 2008・日射量データベース閲覧システム

(2) 太陽熱利用

太陽光発電と同様、1年間に降り注ぐ日射を熱に変えて得られるエネルギー量とします(表 29)。

① 賦存量

- 年間発電量 = 対象施設数(全施設) × 集熱面積 × 平均日射量 × 年間日数 × 機器効率
- 賦存量 = 年間発電量 × 熱量換算係数 • CO₂削減量 = 賦存量 × 灯油 CO₂換算係数

表 29 太陽熱利用(賦存量)

対象施設	対象施設数(棟ヶ所)	集熱面積(m ²)	平均日射量(kWh/m ² 日)	年間日数(日)	機器効率	年間発電量(kWh/年)	熱量換算係数(MJ/kWh)	賦存量(MJ)	灯油CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
一戸建て住宅	3,214	5	3.19	365	0.4	7,484,442	9.97	74,619,887	0.0678	5,059,228
共同住宅	470	5	3.19	365	0.4	1,094,489	9.97	10,912,055	0.0678	739,837
公共施設	55	30	3.19	365	0.4	768,471	9.97	7,661,656	0.0678	519,460
第2次産業事業所	164	30	3.19	365	0.4	2,291,441	9.97	22,845,667	0.0678	1,548,936
第3次産業事業所	324	30	3.19	365	0.4	4,526,993	9.97	45,134,120	0.0678	3,060,093
合計	4,227					16,165,836		161,173,385		10,927,554

出典：最上町 固定資産の価格等の概要調書・最上町資料、統計局 経済センサ、NEDO 新エネルギー賦存量の試算条件・新エネルギーガイドブック 2008・日射量データベース閲覧システム・よくわかる！技術解説

(3) 風力発電

風力発電の有望な地点は、年間平均風速が 6m/s 以上とされています。発電に適した年間平均風速 6m/s 以上の場所は、周辺の山岳・丘陵地帯にあり、特に北側の山岳地帯は栗駒国定公園に含まれているため大型風力発電の導入は困難であることから、賦存量は 0 とします。

① 賦存量

- ・ $\text{賦存量} = 0$

(4) 中小水力発電

賦存量は、山形県が平成 22 年度に実施した「農業水利施設活用小水力発電候補地調査」における各地点の合計発電量とします（表 30）。

① 賦存量

- ・ $\text{賦存量} = \text{合計発電量} \times \text{熱量換算係数}$ ・ $\text{CO}_2 \text{削減量} = \text{賦存量} \times \text{電力 CO}_2 \text{換算係数}$

表 30 水力発電（賦存量）

河川種類	対象地点数(ヶ所)	年間発電量(kWh/年)	熱量換算係数(MJ/kWh)	賦存量(MJ)	電力 CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /kWh)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
農業水利施設	34	189,011	9.97	1,884,440	0.546	103,200

出典：山形県 平成 22 年度農業水利施設活用小水力発電候補地調査業務報告書、NEDO マイコ水力発電導入ガイドブック、資源エネルギー庁 電力調査統計

(5) 雪冷熱

賦存量は、3 月における可住地面積の積雪量の 1% を集雪し、利用した場合に発生する雪の融解熱のエネルギー量とします（表 31）。

① 賦存量

- ・ $\text{賦存量} = \text{可住地面積} \times 3 \text{月の最深積雪量} \times \text{雪の比重} \times (\text{雪の比熱} \times \text{雪温} + \text{融解水の比熱} \times \text{放流水温} + \text{融解潜熱}) \times \text{輸送可能率}$
- ・ $\text{CO}_2 \text{削減量} = \text{賦存量} \times \text{重油 CO}_2 \text{換算係数}$

表 31 雪冷熱（賦存量）

可住地面積(m ²)	3月の最深積雪量(m)	雪の比重(kg/m ³)	雪の比熱(kJ/kg・°C)	雪温(°C)	融解水の比熱(kJ/kg・°C)	放流水温(°C)	融解潜熱(kJ/kg)	輸送可能率	賦存量(MJ)	重油 CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
65,550,000	1.45	600	2.093	-1	4.186	5	335	0.01	201,787,934	0.0693	13,983,904

出典：統計協 地域統計概観、気象庁 気象統計情報、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008

(6) 未利用温度差

未利用温度差は温泉熱について推定します。

最上町の温泉熱はおおよそ 63 度であり、この温泉を給湯温度を 43.0°C とし、給湯温度まで利用した場合のエネルギー量を推計します（表 32）。

ただし、未利用温度差は、地理条件や利用の用途により大きく異なるため、導入を検討する場合は詳細検討が必要です。

① 賦存量

- ・ $\text{賦存量} = \text{湧出量} \times \text{水の比重} \times \text{定圧比熱} \times \text{利用温度差}$

$$\cdot \text{CO}_2 \text{削減量} = \text{賦存量} \times \text{重油 CO}_2 \text{換算係数}$$

表 32 温泉熱（賦存量）

湧出量		比重 (t/m ³)	比熱 (MJ/t・°C)	温度差 (°C)	賦存量 (MJ)	重油 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
(L/分)	(m ³ /年)						
1,765	927,684	1	4.186	20	77,665,704	0.0693	5,382,233

出典：最上町資料、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008

(7) 木質バイオマスエネルギー

賦存量は、製材所から発生する端材、森林間伐材、薪炭材を燃料としてボイラーや薪ストーブで燃焼させた場合に得られるエネルギー量とします（表 33）。

① 賦存量

$$\cdot \text{賦存量} = \text{発生量} \times \text{単位発熱量(表 34)} \times \text{機器効率} \quad \cdot \text{CO}_2 \text{削減量} = \text{賦存量} \times \text{重油 CO}_2 \text{換算係数}$$

表 33 木質バイオマスエネルギー（賦存量）

種類	発生量 (t/年)	単位発熱量 (MJ/t)	機器 効率	賦存量 (MJ)	重油 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
製材端材	513	6,200	0.85	2,703,510	0.0693	187,353
森林間伐材	19,152	19,780	0.85	322,002,576	0.0693	22,314,779
薪炭材	1,252	18,800	0.63	14,824,033	0.0693	1,027,305
合計	20,917			339,530,119		23,529,437

出典：最上町資料、バイオマスエネルギー地域システム化実験事業報告書、薪文化再生！最上町サステイナブルなプロジェクト報告書、ワセト・クボット制度方法論 No. E007「薪ストーブにおける薪の使用」、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008、ホーム社 バイオマスガイドブック

表 34 単位発熱量

	単位発熱量(MJ/t)
針葉樹	19,780
広葉樹	18,800
バーク	6,200

出典：NEDO 新エネルギーガイドブック 2008、岩手・木質バイオマス研究会

(8) 農産バイオマスエネルギー

稲作によって発生する稲わら及びもみ殻を燃料としてボイラーで燃焼させた場合に得られるエネルギー量とします（表 35）。

① 賦存量

$$\cdot \text{賦存量} = \text{発生量} \times \text{単位発熱量} \times \text{ボイラー効率} \quad \cdot \text{CO}_2 \text{削減量} = \text{賦存量} \times \text{重油 CO}_2 \text{換算係数}$$

表 35 農産バイオマスエネルギー（賦存量）

種類	発生量 (t/年)	単位発熱量 (MJ/t)	ボイラー 効率	賦存量 (MJ)	重油 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
稲わら	7,500	12.9	0.85	82,237,500	0.0693	5,699,059
もみ殻	225	12.5	0.85	2,390,625	0.0693	165,670
合計	7,725			84,628,125		5,864,729

出典：最上町資料、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008、ホーム社 バイオマスガイドブック

(9) 畜産バイオマスエネルギー

町内で発生する家畜糞尿をメタン発酵させて得られるメタンガスを燃料としてボイラーで燃焼させた場合に得られるエネルギー量とします（表 36）。

① 賦存量

- ・ $\text{賦存量} = \text{飼育頭数} \times \text{糞尿排出量} \times \text{ガス発生係数} \times \text{年間日数} \times \text{メタン含有率} \times \text{メタン発熱量} \times \text{ボイラ効率}$
- ・ $\text{CO}_2\text{削減量} = \text{賦存量} \times \text{重油 CO}_2\text{換算係数}$

表 36 畜産バイオマスエネルギー（賦存量）

家畜	飼育頭数(頭)	糞尿排出量(kg/頭・日)	ガス発生係数(m ³ /kg)	年間日数(日)	メタン含有率	メタン発熱量(MJ/m ³)	ボイラ効率	賦存量(MJ)	重油 CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
乳用牛	109	45	0.025	365	0.6	37,180	0.9	898,618	0.0693	62,274
繁殖牛	274	20	0.030	365	0.6	37,180	0.9	1,204,752	0.0693	83,489
肥育牛	4,553	20	0.030	365	0.6	37,180	0.9	20,019,117	0.0693	1,387,325
合計	4,936							22,122,487		1,533,088

出典：最上町 最上町の主要統計、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008

(10) まとめ

これまで試算したエネルギー賦存量の結果を以下に示します（表 37）。

表 37 エネルギー賦存量（エネルギー換算）

単位：GJ

エネルギーの種類	賦存量
太陽光発電	156,098
太陽熱利用	161,173
風力発電	0
中小規模水力発電	1,884
雪冷熱利用	201,788
未利用温度差発電	77,666
木質バイオマスエネルギー	339,530
農産バイオマスエネルギー	84,628
畜産バイオマスエネルギー	22,122
合計	1,044,889

なお、「エネルギーの合理化に関する法律に関する法律施行規則」に基づき、発熱量 1GJ を原油換算 0.0258kL として原油換算値を、「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」に基づき、CO₂削減量を試算しました（表 38）。

表 38 エネルギーの賦存量（原油換算・CO₂削減量）

エネルギーの種類	原油換算(kL)	CO ₂ 削減量(t-CO ₂)
太陽光発電	4,027	8,549
太陽熱利用	4,158	10,928
風力発電	0	0
中小規模水力発電	49	103
雪冷熱利用	5,206	13,984
未利用温度差発電	2,004	5,382
木質バイオマスエネルギー	8,760	23,529
農産バイオマスエネルギー	2,183	5,865
畜産バイオマスエネルギー	571	1,533
合計	26,958	69,873

(11) 現在の再生可能エネルギー利活用状況の推計

現在町内で導入されている再生可能エネルギーの利活用状況を推計した結果を以下に示します。推計方法は、原則として賦存量の場合と同じとしました。

① 木質バイオマス

表 39 木質バイオマスエネルギー

種類	使用量 (t-dry/年)	単位発熱量 (MJ/t)	機器 効率	利活用量 (MJ)	重油 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
ウエルネスプラザ	1,671	19,780	0.85	28,092,893	0.0693	1,946,837
すこやかプラザ	49	19,780	0.85	826,737	0.0693	57,293
薪ストーブ	461	18,800	0.63	5,455,761	0.0693	378,084
合計	2,181			34,375,391		2,382,214

出典：最上町資料、バイオマスエネルギー地域システム化実験事業報告書、薪文化再生！最上町サステイナブルタウンプロジェクト報告書、ワット・クレジット制度方法論 No.E007「薪ストーブにおける薪の使用」、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008、オム社 バイオハンドブック

② 太陽光発電

表 40 太陽光発電

対象施設	施設 数(棟 ヶ所)	定格 出力 (kW)	単位出力あた りの必要面積 (m ² /kW)	平均 日射量 (kWh/m ² 日)	年間 日数 (日)	補正 係数	年間 発電量 (kWh/年)	熱量換算 係数 (MJ/kWh)	利活用量 (MJ)	電力 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /kWh)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
住宅	8	4.625	9	3.19	365	0.065	25,202	9.97	251,264	0.546	13,760
公共施設	2	30	9	3.19	365	0.065	40,869	9.97	407,464	0.546	22,314
合計	10						66,071		658,728		36,074

出典：東北電力㈱、NEDO 新エネルギー賦存量の試算条件・新エネルギーガイドブック 2008・日射量データベース閲覧システム

③ 水力発電

表 41 水力発電

地点	年間 発電量 (kWh/年)	熱量換算 係数 (MJ/kWh)	利活用量 (MJ)	電力 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /kWh)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
瀬見発電所	1,978,000	9.97	19,720,660	0.546	1,079,988

出典：東北電力㈱、NEDO マイクロ水力発電導入ガイドブック、資源エネルギー庁 電力調査統計

④ 温泉熱利用

表 42 温泉熱利用

施設	延床面積 (m ²)	原単位 (MJ/m ² ・年)	熱源機器の消費割合 (%)	利活用量 (MJ)
せんしん館	1,911.42	2,587	0.249	1,231,266

出典：日本ビルエネルギー総合管理技術協会、省エネルギーセンター（旅館・ホテルのエネルギー消費割合）

7 委員名簿

(1) 策定委員会

氏名	所属	備考
中田 俊彦	東北大学	学識経験者
三浦 秀一	東北芸術工科大学	学識経験者
菅 義治	もがみ南部商工会会長	地場産業関係者
後藤 英二	最上町土地改良区事務局長	地場産業関係者
笠原 格	東部土地改良区代表	地場産業関係者
高橋 聖子	瀬見温泉 ゆめみの宿 観松館	地場産業関係者
柴田 薫	赤倉温泉 わらべ唄の宿 湯の原	地場産業関係者
下山 邦彦	(株)もがみ木質エネルギー	新エネルギー供給事業者
菊池 義明	最上町区長連絡協議会会長	住民代表
田中 実	最上町副町長	行政機関
伊藤 勝	総務課長兼危機管理監兼まちづくり推進室長	行政機関
野口 忠幸	建設課長	行政機関
渡辺 尚見	交流促進課長兼最上町産業振興センター長	行政機関
石山 竹美	農林課長	行政機関
北條 清悦	教育文化課長	行政機関
加藤 伸司	最上町立病院事務局長	行政機関

(2) オブザーバー

経済産業省東北経済産業局 安藤 智広
 山形県最上総合支庁地域振興課 菅野 光昭
 東北電力株式会社新庄営業所 庄司 孝

8 策定委員会活動経過

年月日	会議	内容
平成24年11月14日	第1回 策定委員会	スマートコミュニティ構想作成事業について スマートコミュニティ構想策定スケジュールについて
平成24年12月6日 ～7日	先進地調査	山梨県都留市 家中川小水力市民発電所及び 横浜市水道局 川井浄水場発電施設 視察
平成24年12月20日	第2回 策定委員会	スマートコミュニティ構想案について スマートコミュニティ構想における目標値について 先進地視察結果について
平成25年2月18日	第3回 策定委員会	スマートコミュニティ構想案について