

弘前市地域エネルギービジョン

弘前型スマートシティ構想における再生可能エネルギー導入編

兼弘前市地球温暖化対策実行計画（区域施策編）



平成 29 年 3 月

青森県弘前市

目次

第1章 背景	1
1 ビジョン見直しの経緯	1
2 エネルギービジョンの目的	1
第2章 地域特性	2
1 自然概況	2
2 社会概況	5
第3章 エネルギー消費量と二酸化炭素排出量	10
1 エネルギー消費量	10
2 二酸化炭素排出量	13
第4章 再生可能エネルギー等の導入の可能性	14
1 新エネルギー及び再生可能エネルギーの位置づけと種類	14
2 検討する再生可能エネルギー等の種類	15
3 再生可能エネルギー等の賦存量及び利用可能性量	15
第5章 区域施策の考え方及び目標値達成に向けた取組内容	19
1 基本方針	19
2 計画の期間	19
3 目標値の設定	19
4 各主体に期待される取組内容	28
第6章 資料編	29
1 エネルギー消費の推計方法	29
2 再生可能エネルギーの賦存量および利用可能性量の試算方法	35

第1章 背景

1 ビジョン見直しの経緯

弘前市では、平成18年2月に、環境にやさしい生活環境の形成と地域資源を活かした産業の活性化に向けて、環境負荷が少なく地域で供給できる新エネルギー導入を促進するための指針として、平成32年度までを計画期間とする「弘前市地域新エネルギー・ビジョン」を策定しました。

本市は、東日本大震災の発生や低炭素社会実現の必要性を受けて、「豊かな資源を活用した世界一快適な雪国 弘前」を実現するために「弘前型スマートシティ構想」を策定しました。また、本ビジョンを弘前型スマートシティ構想実現のための再生可能エネルギー等の具体的導入計画として位置づけるため、これまでの取り組み結果の評価やデータの最新化等、見直しの検討を行い、平成24年に第1回改訂を行いました。

しかし、本ビジョンの第1回改訂時と比べて、現在は、スマートシティに関わる技術の進歩や社会情勢等が急速に変化しています。また、弘前型スマートシティ構想のフェーズ1（平成25年～平成28年）での取り組みで見えてきた課題があります。そのため、社会情勢の変化や弘前市の課題を的確に捉えながら、より実効性のある形でスマートシティの実現に取り組む必要があります。

2 エネルギービジョンの目的

社会情勢の変化や弘前市の課題を的確に捉えながら、より実効性のある形でスマートシティの実現に取り組むために、弘前市では、平成28年度にスマートシティ構想を改訂します。そのため、スマートシティ構想の再生可能エネルギー導入編に位置付けられる本ビジョンについても、数値更新等の改訂を行います。

また、本市は地球温暖化対策実行計画（区域施策編）を策定していないことから、今回の改定に合わせて、本ビジョンにてCO₂排出削減に関する目標値及び目標達成に向けた各主体の事業内容等を整理することで、地球温暖化対策実行計画（区域施策編）としての性格を有するものとします。

第2章 地域特性

1 自然概況

(1) 位置・地勢

弘前市は、青森県の西南部に位置し、総面積 524.12km² の内陸型地域となります。東に奥羽山脈の八甲田連峰を望み、西に「津軽富士」と呼ばれる青森県最高峰の靈峰岩木山を有し、南には、秋田県にまたがり世界遺産に登録されている白神山地が連なっています。岩木山の南麓に広がる高原を含んだ 2,857ha が岩木高原県立自然公園に指定され、春から秋にかけては登山、冬から春はスキーフィールドとして親しまれ、山麓には、岩木山神社、津軽藩主を祀る高照神社があります。また、岩木山周辺には 10 カ所もの源泉があり、硫黄泉、炭酸水素泉、塩泉など、様々な泉質を楽しむことができます。

山々に抱かれた平野部においては、白神山地に源を発し、やがては十三湖を経て日本海へ注ぐ県内最大流域面積の一級河川岩木川が、約 30km におよび緩やかに北流しています。この岩木川には平川、浅瀬石川が合流し、その流域の肥沃で広大な津軽平野は、省内屈指の穀倉地帯を形成しています。



図 1 弘前市の位置

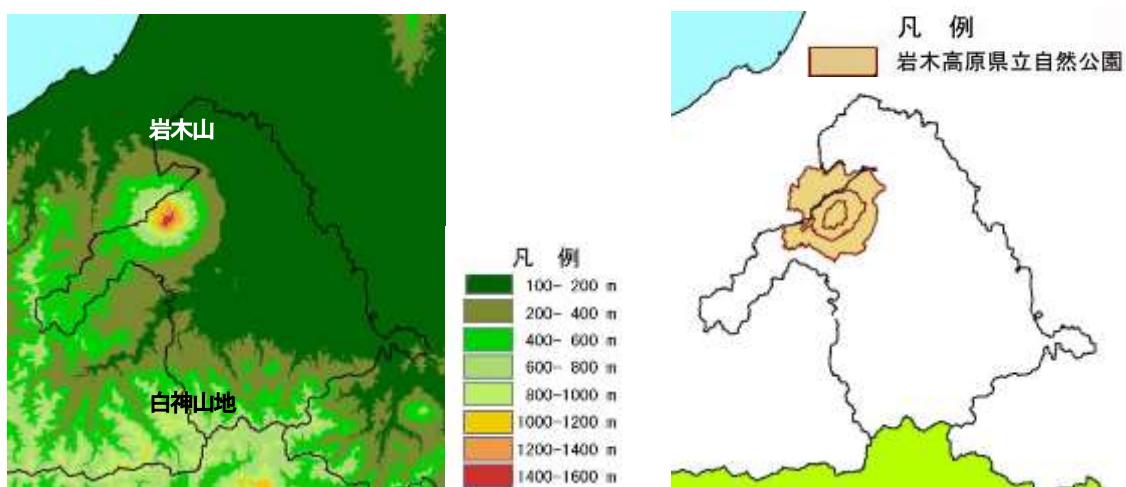
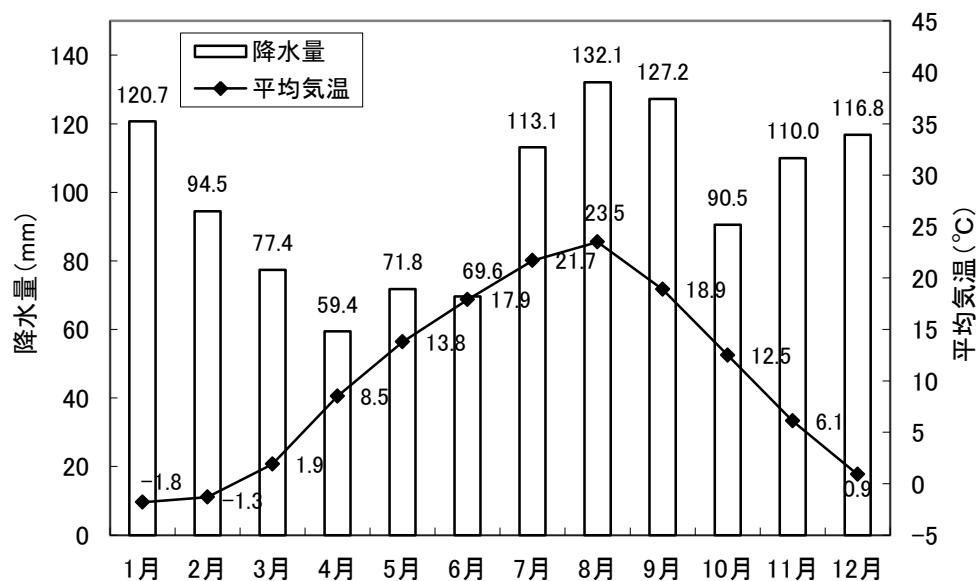


図 2 弘前市の標高と岩木高原県立自然公園

(2) 気温及び降水量

平均気温(1981~2010年)は、10.2°Cであり、月別平均気温が20°Cを上回るのは7、8月のみと、夏が短く冬が長い、いわゆる日本海型気候に属していますが、三方を山に囲まれていることもあります、盆地のような内陸型に近く、全国有数の豪雪地帯といわれる青森県の中にあっては、比較的温暖で恵まれた気候です。一方、水資源の根源となっている降水量は、年間1,183.1mmとなっており、全国平均(1,718mm)の3分の2程度となっています。



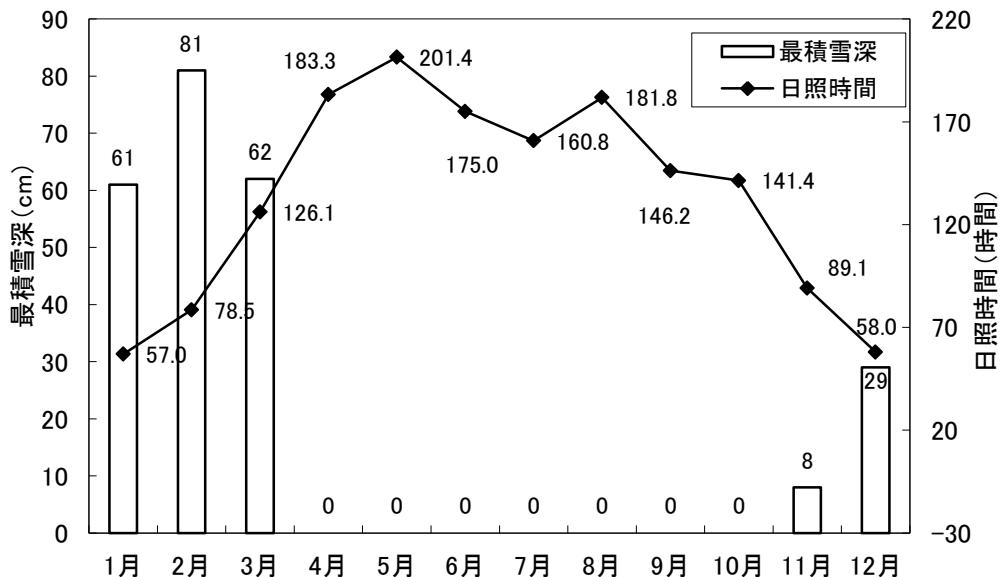
資料：気象庁電子閲覧室 観測地：弘前市（和田町）

注) 平均気温及び降水量は、1981年～2010年の月別の平年値

図3 気温及び降水量

(3) 日照時間及び積雪の深さ

日照時間は 1,597.5 時間（1987～2010 年）であり、沿岸部にある青森市（1,602.7 時間）に比べてほぼ同程度となっています。また、降雪期間は 11～4 月（4 月は欠測）であり、なかでも 1～3 月に多くなっています。



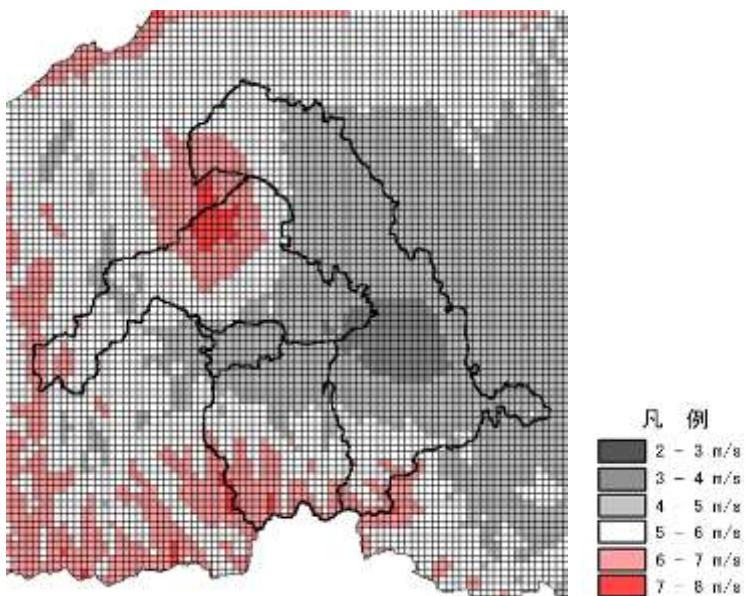
資料：気象庁電子閲覧室 観測地：弘前市（和田町）

注) 日照時間は 1987 年～2010 年の月毎平均値、最積雪深は 1982 年～2010 年の月別最大値の平均値

図 4 日照時間及び最大積雪深

(4) 風速

弘前地域の風況は、岩木山周辺で年間平均風速が 6m/s と高くなっています。



資料：NEDO 風況マップをもとに作成、標高 30m

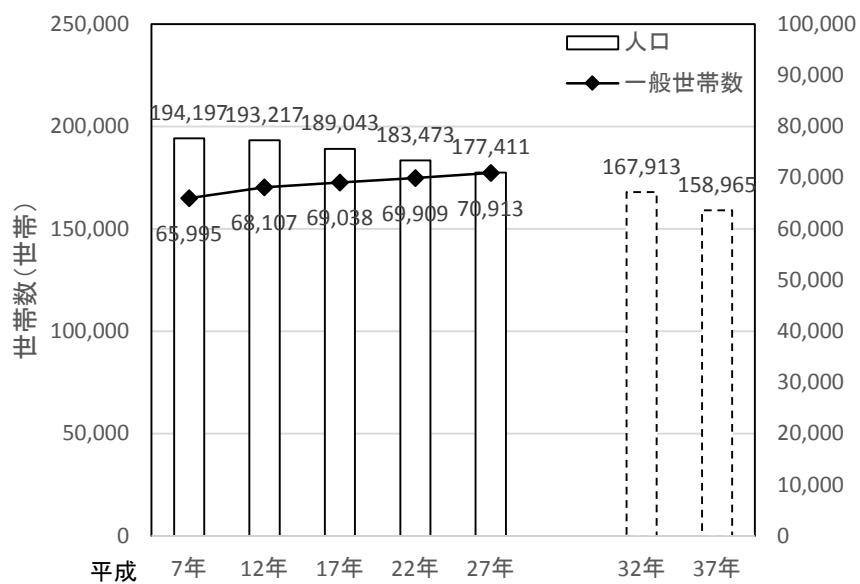
図 5 風況マップ (500m メッシュ)

2 社会概況

(1) 人口及び世帯数

平成 27 年の国勢調査における弘前市の人口は 177,411 人で、平成 7 年以降、緩やかな減少傾向にあります。平成 27 年の国勢調査による世帯数は 70,913 世帯で、この 5 年間では 1,004 世帯、割合にして 1.4 パーセント増加しています。世帯あたりの人数は、この 5 年間では 2.6 人から 2.5 人とさらに核家族化が進んでいます。

また、平成 37 年の推計人口は、平成 27 年と比較して 18,446 人減少、割合にして 10.4 パーセント減少すると推計されています。

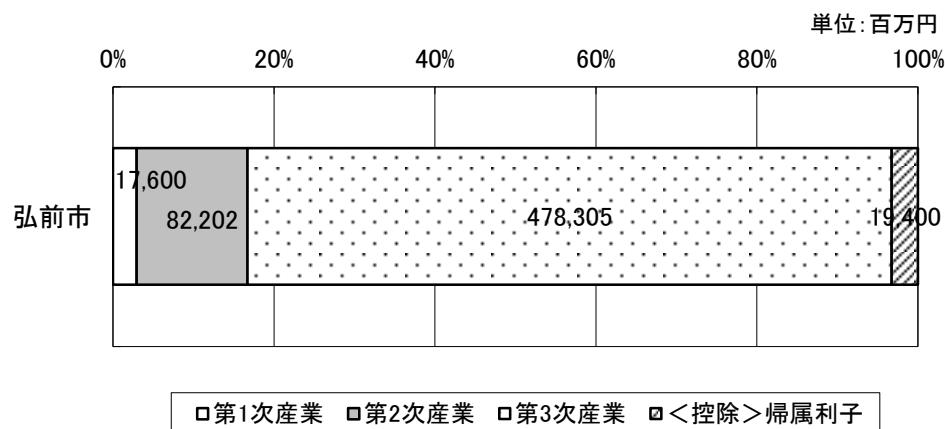


資料：平成 27 年国勢調査

図 6 人口及び世帯数

(2) 産業構造

平成 21 年度における弘前市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 8 割を占めています。



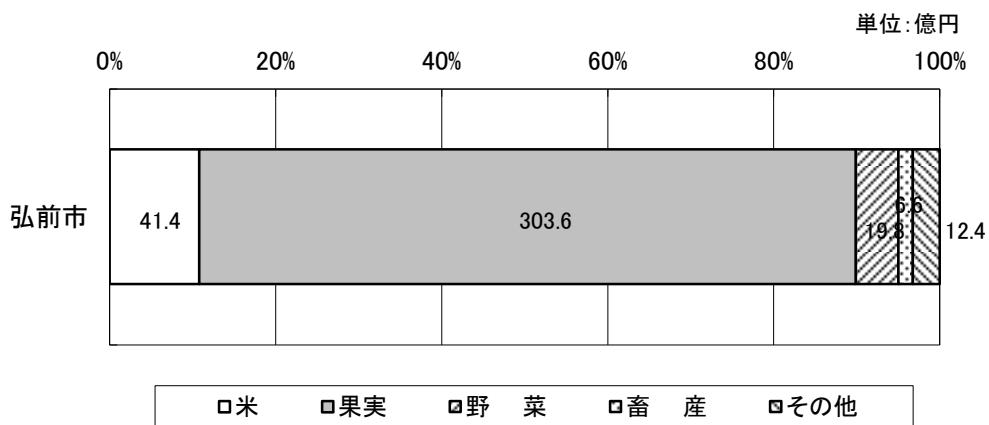
資料 : 平成 21 年度弘前市の市民所得（弘前市）, 平成 24 年 6 月

注) 帯グラフ上の数値は実数です。

図 7 産業別純生産

(3) 農業産出額

弘前市の農業産出額は、りんごをはじめとする果実の占める割合が最も多く、約 79 パーセントを占めています。



資料 : 生産農業所得統計, 平成 18 年

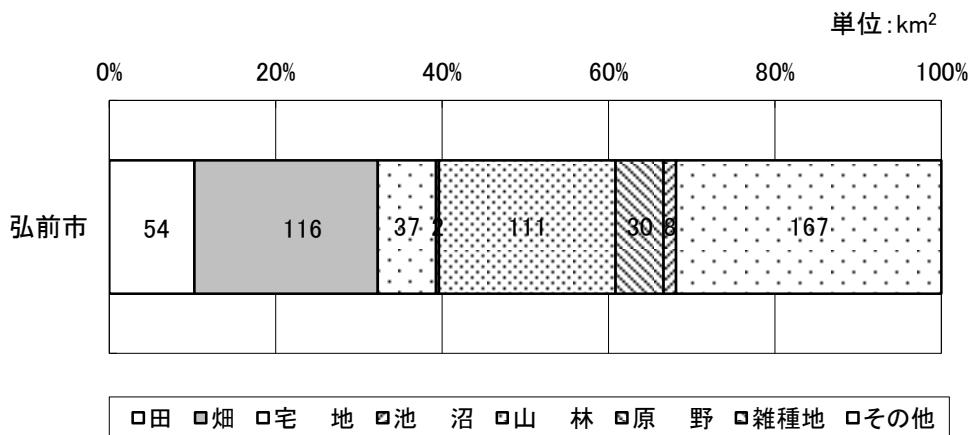
注) 帯グラフ上の数値は実数です。

図 8 農業産出額

(4) 土地利用

弘前市の面積は、 524.12km^2 で、青森県総面積の約5.5パーセントを占めています。

土地利用状況の内訳は、田（10.2パーセント）、畑（22.0パーセント）、宅地（7.0パーセント）、山林（21.2パーセント）となっており、その多くは農用地、森林など自然的土地として利用されています。



資料：税務課(概要調書等報告書)，平成24年1月1日

注1) その他の中には、国有林、国定公園、道路、河川が含まれます。

注2) 帯グラフ上の数値は実数です。

図9 地目別面積

弘前市の森林が占める割合は、38.9パーセントとなっています。

表1 森林の現況

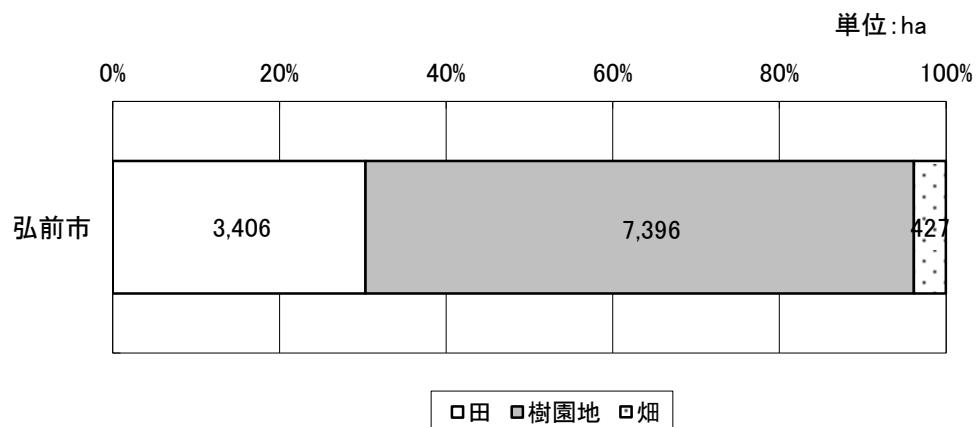
単位:ha

区分	総土地面積	総森林	森林率
	A	B	B/A
弘前市	52,412	23,603	38.9

資料：青森県森林資源統計書(青森県)，平成24年4月

(5) 経営耕地面積

弘前市の経営耕地面積は、11,229haで青森県全体の約10パーセントを占めています。内訳はりんごを中心とした樹園地の占める割合が多くなっています。



資料：農業センサス、平成22年

注) 帯グラフ上の数値は実数です。

図 10 経営耕地面積

弘前市のりんごの結果樹面積及び収穫量は、青森県全体の約40パーセントを占め、全国の約20パーセントを占めています。

表 2 りんごの結果樹面積及び収穫量

区分	結果樹面積(ha)	収穫量(t/年)
全国	40,300	831,800
青森県	21,300	441,500
弘前市	8,550	176,600
(弘前市/青森県)	(40.1%)	(40.0)
(弘前市/全国)	(21.2%)	(21.2)

資料：作物統計（農林水産省）、平成18年

(6) 自動車台数

弘前市の自動車保有台数は、128,770 台となっています。

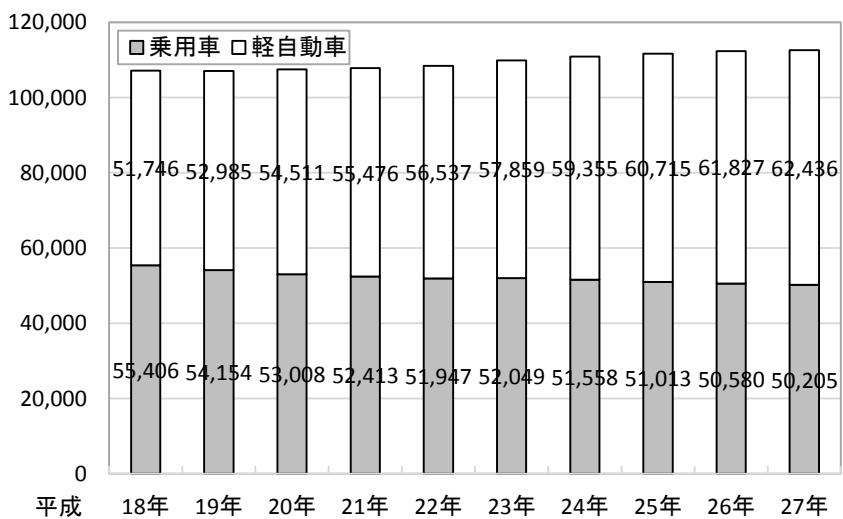
表 3 自動車の保有状況

区分	総数	乗用車	軽自動車	貨物	乗合	特殊	小型二輪	合計
弘前市	126,104	50,205	62,436	10,372	451	3,843	1,463	128,770

資料：東北運輸局自動車技術安全部管理課、平成 28 年

平成 18 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 22 年と平成 27 年の世帯あたりの自動車台数はそれぞれ 1.5 台及び 1.6 台であり、大きな変化はありません。

単位：台



資料：東北運輸局自動車技術安全部管理課、平成 28 年

図 11 乗用自動車と軽自動車の合計台数の推移

第3章 エネルギー消費量と二酸化炭素排出量

平成27年度（2015年度）における弘前市のエネルギー消費量¹を、部門別、燃料別に推計し、横断的に比較できるよう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。

1 エネルギー消費量

(1) 部門別エネルギー消費量

弘前市のエネルギー消費量は、年間で約22,000TJとなり、青森県全体の約16パーセントを占めています。部門別にみると、弘前市の民生家庭部門は約4,200TJ、運輸部門は約4,900TJとなっており、それぞれ青森県全体の約11パーセント、約39パーセントを占めています。

表4 部門別エネルギー消費量の比較

区分	単位	産業部門	民生家庭部門	民生業務部門	運輸部門	合計
全国	PJ	6,074	1,837	2,337	3,119	13,403
青森県	TJ	62,560	38,511	25,848	12,447	139,366
弘前市	TJ	7,894	4,240	5,194	4,903	22,231
(弘前市/青森県)	%	12.6	11.0	20.1	39.4	16.0

資料：国エネルギー消費量は、平成25年総合エネルギー統計

青森県エネルギー消費は、平成26年都道府県別エネルギー統計の平成25年確定版データ

各部門の比率を全国及び青森県と比較すると、エネルギー消費量全体における産業部門の消費量は、弘前市は36パーセントと全国、青森県と比べて少なくなっています。一方、民生家庭部門と民生業務部門の占める割合は、弘前市が多くなっています。

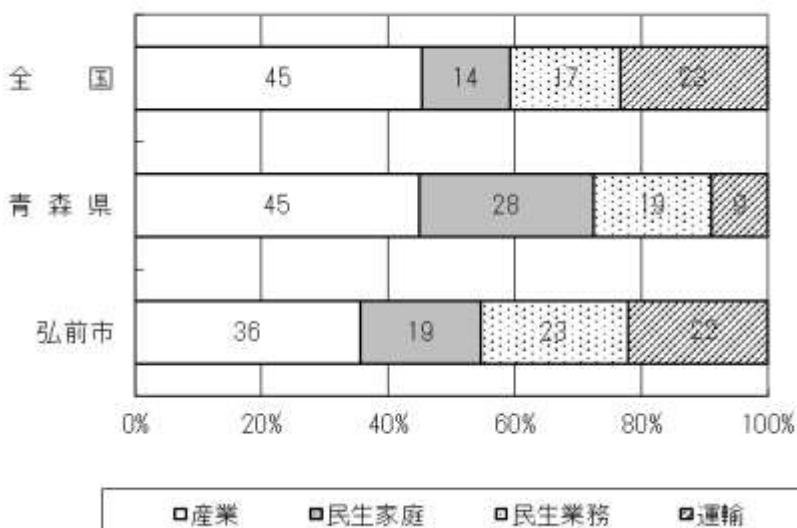


図12 部門別エネルギー消費量の比較

¹ エネルギー消費量の推計方法については、第7章資料編の2エネルギー消費量の推計方法を参照して下さい。

(2) 燃料別エネルギー消費量

弘前市で使われているエネルギーを、電気、ガス（LPG、都市ガス）、石油系（ガソリン、灯油、重油等）で大別すると、石油系のエネルギー消費量が 16,362TJ (1,482GWh) と最も多く、部門では産業部門で多くなっています。また、民生家庭部門では石油系の消費量も電気と同程度に多く、これは、灯油の消費量が多いことが原因となっています。

弘前市は、戸建て住宅の給湯や暖房燃料として灯油の使用が多い傾向にあるとともに、人口の高齢化により室内温度が高めに設定される傾向があるため、省エネルギーに取り組みにくい状況です。

このように、熱需要に必要な燃料の削減が難しい状況を踏まえ、灯油に代わるエネルギーの検討が重要です。

表 5 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	1,228	280	2,732	4,240
民生業務部門	1,599	115	3,480	5,194
産業部門	2,483	140	5,271	7,894
運輸部門	24	0	4,879	4,903
合計	5,335	535	16,362	22,231

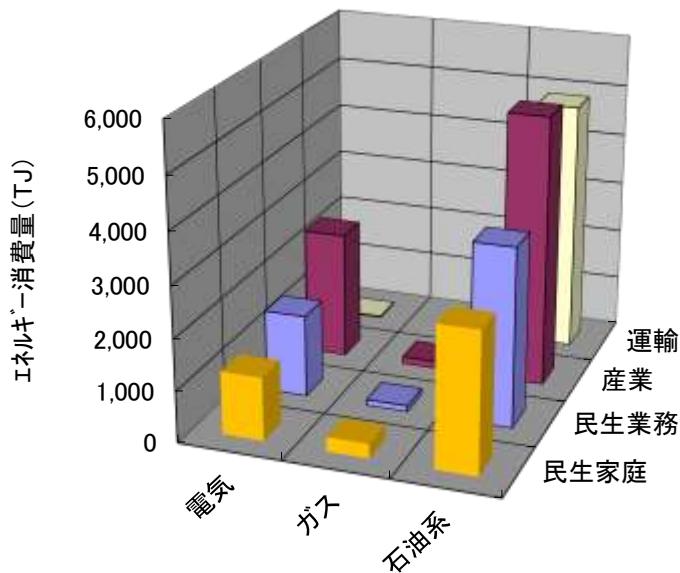


図 13 燃料別エネルギー消費量

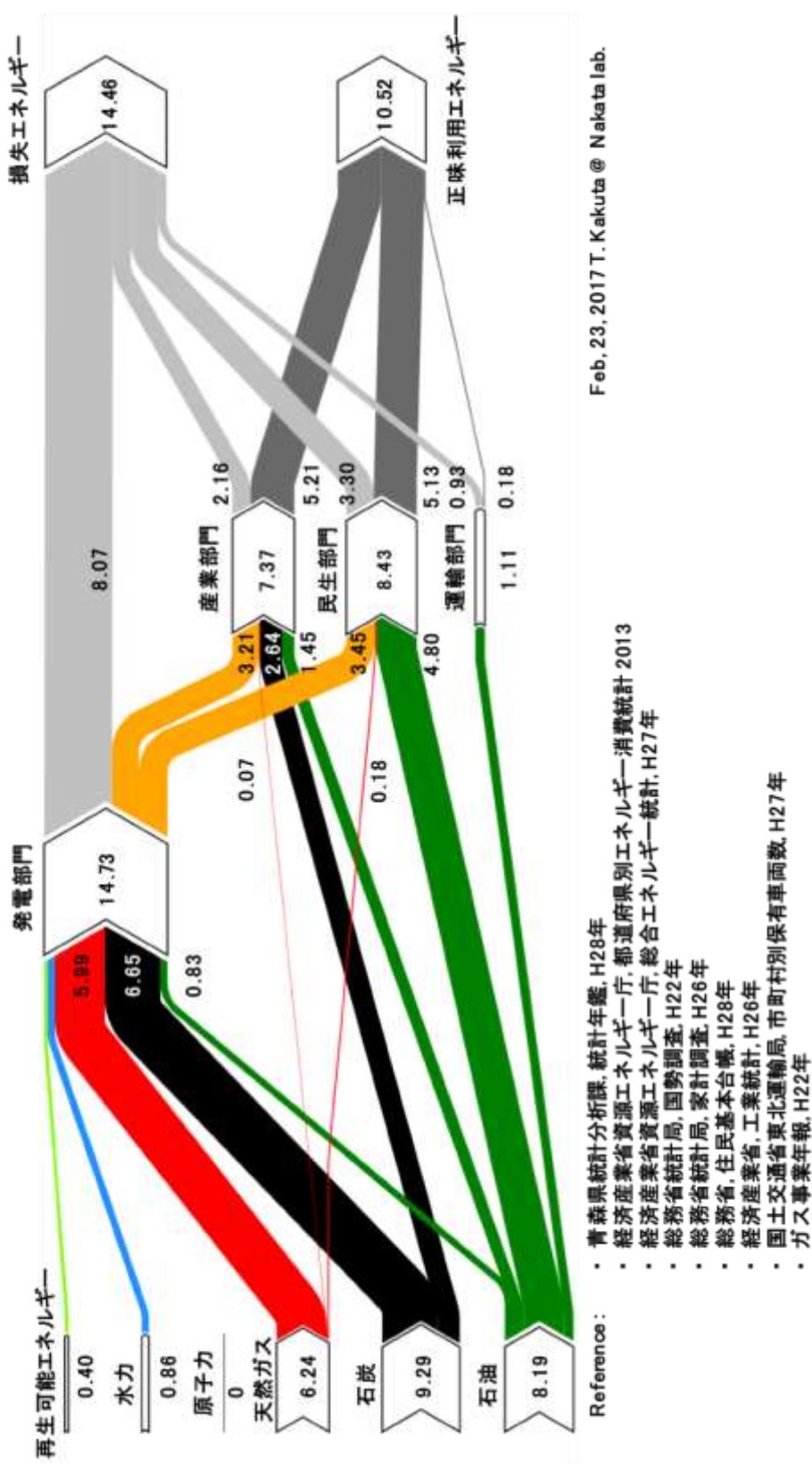
(3) 弘前市のエネルギーフロー

弘前市に供給される年間のエネルギー量と種類及び用途をエネルギーフローとして推計しました。年間に供給されるエネルギー量 24.98PJ (24,980TJ) の約 33 パーセントを石油が占めており、さらにその約 59 パーセントが民生部門で消費されています。

また、発電由来分も含めると供給されるエネルギーの約 58 パーセントが有効利用されず捨てられていることが分かります。

図中の単位:PJ

年間一次エネルギー総供給量 24.98 PJ/year



作成：東北大學中田俊彦研究室 (2015)

図 14 弘前市のエネルギーフロー

2 二酸化炭素排出量

弘前市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 2,067,414t-CO₂となります。民生家庭部門の二酸化炭素排出量から、一人あたり及び世帯あたりの二酸化炭素排出量を換算すると、それぞれ 2.2t-CO₂/人、5.5t-CO₂/世帯となります。

(1) 部門別 CO₂ 排出量

表 6 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	190,731	15,359	185,285	391,375
民生業務部門	248,270	6,115	238,654	493,039
産業部門	385,603	7,121	456,303	849,027
運輸部門	3,754	0	330,219	333,973
合 計	828,358	28,595	1,210,461	2,067,414

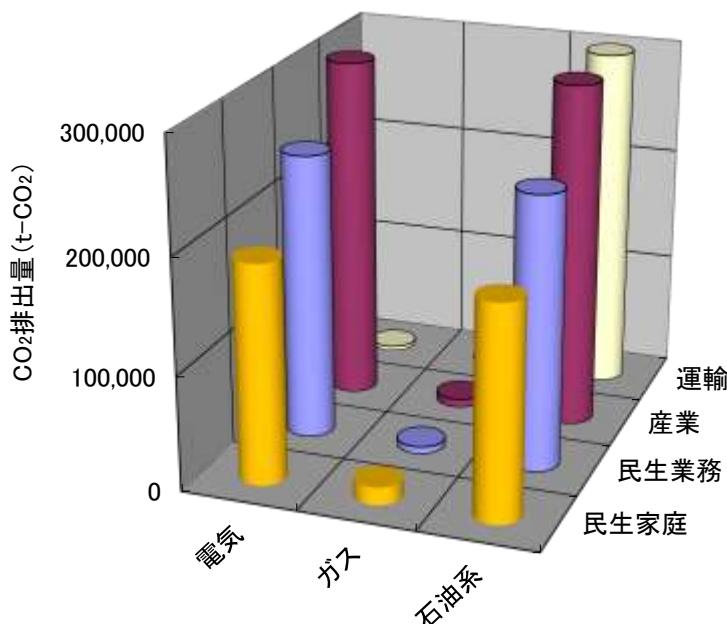


図 15 化石燃料起源の二酸化炭素排出量

コラム

二酸化炭素の排出量は、一般的に重さ (t-CO₂) で表します。燃料消費によって、一体どのくらいの二酸化炭素が排出されるのでしょうか。

例えば、10km 先の店まで 1 人で買い物に行く場合を考えます。
²自動車で行くと 3.6kg の二酸化炭素が排出されます。また、バスで行くと数人で乗り合わせるため 1.1kg の二酸化炭素が排出されます。バスは、自動車に比べて二酸化炭素の排出量の割合が約 1/3 で、約 2.5kg 少なくて済むのです。

3.6kg/人

1.1kg/人

往復 20km



²国土交通省交通関係エネルギー要覧 (2005)、自動車 : 183.2 g-CO₂/人 km、バス : 55.2 g-CO₂/人 km

第4章 再生可能エネルギー等の導入の可能性

1 新エネルギー及び再生可能エネルギーの位置づけと種類

新エネルギーとは、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」において、「技術的に実用化段階に達しつつありますが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために特に必要なもの」と定義されています。

平成20年に同法施行令が改正され、太陽熱利用、バイオマス熱利用、温度差熱利用、雪氷熱利用、太陽光発電、風力発電、バイオマス発電、中小規模水力発電（発電量1,000kW以下のもの）、地熱発電（バイナリ方式のもの）、バイオマス燃料製造の10種類が新エネルギーに位置づけられています。さらに、これらの他に大規模水力発電、大規模地熱発電、海洋エネルギーを加えたものが再生可能エネルギーとされています。

また、革新的なエネルギー高度利用技術として、ヒートポンプ、天然ガスコーチェネレーション、燃料電池、クリーンエネルギー自動車などが位置づけられています。



注：新エネに属する地熱発電はバイナリ方式のもの、水力発電は未利用水力を利用する1,000kW以下のものに限る。

資料：NEDO 新エネルギーガイドブック

図 16 新エネルギーの分野

2 検討する再生可能エネルギー等の種類

本ビジョンでは、弘前市の地域特性を考慮し、これまでの取組を継続して引き続き導入を検討する必要があるものとして、地熱発電、廃棄物燃料製造（BDF）、生ごみ電熱利用、下水汚泥電熱利用および革新的なエネルギー高度利用技術として、コーチェネレーション、燃料電池、クリーンエネルギー自動車を「再生可能エネルギー等」と位置づけ検討を行いました。

表 7 検討する再生可能エネルギー等の種類

区分	種類
再生可能エネルギー	太陽光発電
	太陽熱利用
	風力発電
	中小規模水力発電
	雪冷熱
	未利用温度差（温度差熱利用）
	地熱発電
	木質バイオマス
	農産バイオマス
	畜産バイオマス
革新的なエネルギー 高度利用技術	廃棄物燃料製造（BDF）
	生ごみ電熱利用
革新的なエネルギー 高度利用技術	下水汚泥電熱利用
	クリーンエネルギー自動車
革新的なエネルギー 高度利用技術	燃料電池・天然ガスコーチェネレーション

注) 地熱発電は大規模地熱発電、バイナリ方式のものを含みます。

3 再生可能エネルギー等の賦存量及び利用可能性量

各種再生可能エネルギー等について、賦存量と利用可能性量を算定しました。

賦存量とは、弘前市において理論上で最大限で算出しうる潜在的なエネルギー量のことです。また、利用可能性量とは、エネルギー利用技術（変換効率など）等の制約要因を考慮した上で、エネルギーとして利用可能な量のことです。

従って、利用可能性量は、賦存量より制約条件が多いため、値は小さくなります。

(1) 推計方法

各再生可能エネルギー等の賦存量及び利用可能性量³の考え方は次のとおりです。なお、従来型エネルギーの新利用形態は、既存設備の代替となるため、賦存量の推計はしません。

また、平成 24 年度には、弘前市の支援のもと、複数の民間企業が岩木山麓での地熱発電の可能性及び事業性を研究しています（事業名：岩木山麓地熱発電可能性調査）。そのため、本ビジョンにおいては、地熱発電の賦存量及び利用可能性量は推計しません。

³ 再生可能エネルギー等の賦存量及び利用可能性量の推計に用いた詳しい計算式については、第7章資料編の3再生可能エネルギーの賦存量及び利用可能性量の試算方法を参照して下さい。

表 8 再生可能エネルギー等の賦存量及び利用可能性量の考え方

種類	賦存量	利用可能性量	
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	住宅、事業所、公共施設等の種類毎に導入する設備規模と導入可能率を設定し、これから得られる発電量	
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	太陽光発電と同様に、施設の種類毎に導入する設備規模と導入可能率を設定し、これから得られる熱量	
風力発電	地上高 30m の年間平均風速が 6m/s 以上の場所に風力発電設備 (1,000kW) を導入した場合に得られる電力量	賦存量の範囲から「岩木高原県立自然公園」の範囲を除いた場所に風力発電設備 (1,000kW) を導入した場合に得られる電力量	
中小規模水力発電	一級河川に 1,000kW の中水力発電設備を導入した場合に得られる電力量	二級及び準用河川に 100kW の小水力発電設備を導入した場合に得られる電力量	
雪冷熱	3月の可住地面積の積雪のうち1パーセントの雪を利用して得られる冷熱量	賦存量のうち回収率を加味して集雪した雪を利用して得られる冷熱量	
未利用温度差	温泉廃水の温度から平均気温の温度差まで利用した場合に得られる熱量、及び工場や倉庫等の事務所から出る、排水を年間 1,000t とし、利用温度差 5°Cとした場合に得られる熱量	賦存量のうち、温泉廃水は 5 パーセントを利用し、工場排熱利用は未利用エネルギーに関する事業者が利用した場合に得られる熱量	
地熱発電			
バイオマス	木質バイオマス	「製材端材」、「りんご剪定枝」、「森林間伐材」をボイラーで燃焼させた場合に得られる熱量	賦存量のうち未利用分を燃料としたボイラーから得られる熱量
	農産バイオマス	稲作によって発生する「稻わら」及び「もみ殻」をボイラーで燃焼させて得られる熱量	賦存量のうち未利用分を燃料としたボイラーから得られる熱量
	畜産バイオマス	地域の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	賦存量のうち未利用分を燃料としたボイラーから得られる熱量
	廃棄物燃料製造 (BDF)	家庭から出る廃食油を BDF に改質して燃料利用して得られる熱量	賦存量のうち回収率を加味して BDF を燃料利用して得られる熱量
	生ごみ電熱利用	生ごみを発酵処理して得られるガスを直接燃焼させて得られる熱量	賦存量のうち未利用分を燃料としたコーチェネレーションから得られる熱量及び電力量
	下水汚泥電熱利用	下水汚泥をメタン発酵させて得られるガスを燃焼して得られるエネルギー量	ガスを燃料としたコーチェネレーションから得られる熱量及び電力量
クリーンエネルギー自動車		2020 年までの国の導入目標より按分	
燃料電池・天然ガスコージェネレーション		大規模小売店舗、病院、ホテル及び旅館に設備を導入して得られる熱量及び電力量	

(2) 推計結果

再生可能エネルギー等賦存量調査で算出した賦存量と利用可能性量を以下に示します。再生可能エネルギー等の利用可能性量の合計は、1,285,017GJです。

内訳を見ると、前回の推計結果と、全体的な傾向は大きく変わらず、木質をはじめとするバイオマスが最も多く、次いで太陽光発電、太陽熱利用の順となっています。積雪量が多いことから、雪冷熱の利用可能性量も多い特徴があります。

表 9 再生可能エネルギー等賦存量及び利用可能性量

種類	賦存量	年間利用可能性量	想定利用形態	構成比
太陽光発電	2,529,938 GJ	264,214 GJ (6,817 kℓ)	電気	20.6
太陽熱利用	2,706,004 GJ	255,439 GJ (6,590 kℓ)	熱	19.9
風力発電	576,426 GJ	87,337 GJ (2,253 kℓ)	電気	6.8
中小規模水力発電	2,345,877 GJ	118,779 GJ (3,064 kℓ)	電気	9.2
雪冷熱	369,965 GJ	129,488 GJ (3,341 kℓ)	熱	10.1
未利用温度差	856,471 GJ	43,041 GJ (1,110 kℓ)	熱	3.3
地熱発電			電気・熱	
バイオマス	木質バイオマス	637,948 GJ	240,491 GJ (6,205 kℓ)	熱
	農産バイオマス	259,922 GJ	11,227 GJ (290 kℓ)	熱
	畜産バイオマス	2,211 GJ	2 GJ (0 kℓ)	熱
	廃棄物燃料製造(BDF)	5,001 GJ	1,475 GJ (38 kℓ)	燃料
	生ゴミ電熱利用	64,990 GJ	32,785 GJ (846 kℓ)	電気・熱
	下水汚泥電熱利用	52,026 GJ	41,621 GJ (1,074 kℓ)	電気・熱
計	(1,022,098 GJ)	(327,601 GJ (8,452 kℓ))	-	(25.5)
クリーンエネルギー自動車	-	19,720 台	導入目標台数	-
燃料電池・天然ガスコーチェネレーション	-	59,118 GJ (1,525 kℓ)	電気・熱	4.6
合計	-	1,285,017 GJ (33,153 kℓ)	-	100.0

注) () 内の数値は原油換算 (0.0258kℓ/GJ) です。

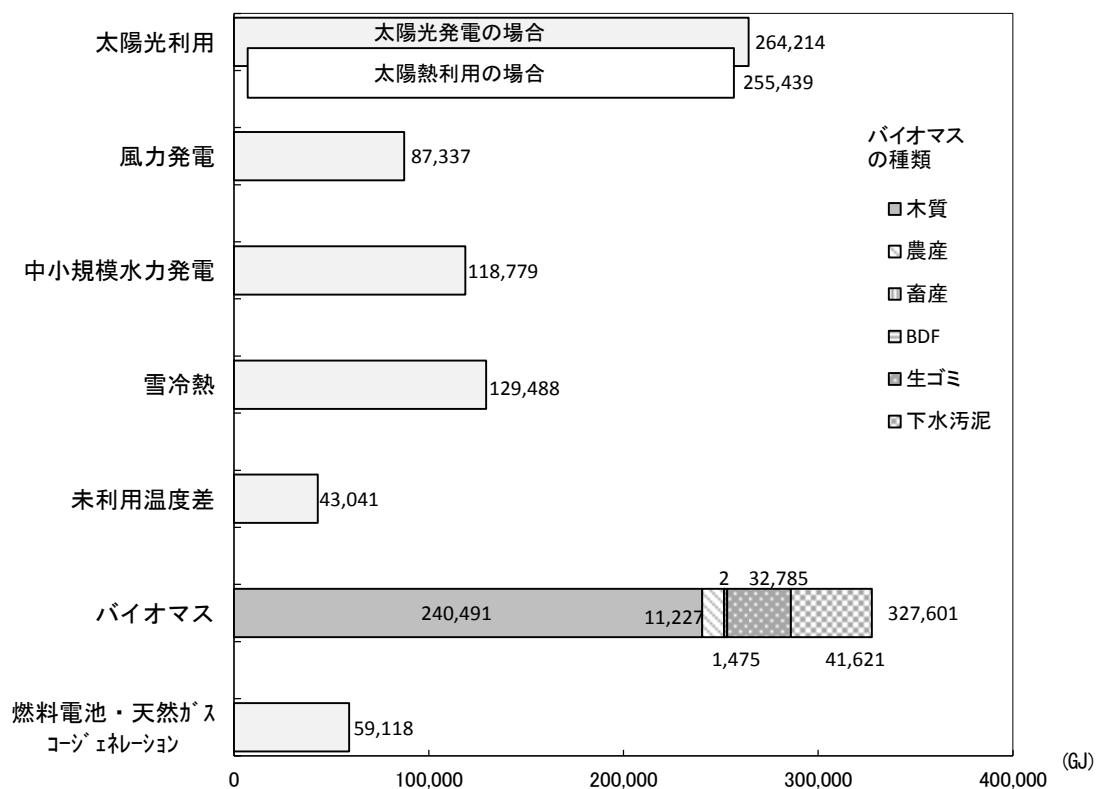


図 17 再生可能エネルギー等利用可能性量の構成

第5章 区域施策の考え方及び目標値達成に向けた取組内容

1 基本方針

平成 29 年 3 月に改訂した「弘前型スマートシティ構想」の基本方針と同様です。

2 計画の期間

平成 29 年 3 月に改訂した「弘前型スマートシティ構想」の計画期間と整合させ、平成 25 年度（2013 年度）～平成 32 年度（2020 年度）までの期間とします。

3 目標値の設定

（1）目標値の考え方

弘前市の目標値として、再エネ導入目標値、エネルギー消費量削減目標値及び CO2 排出削減目標値を設定します。

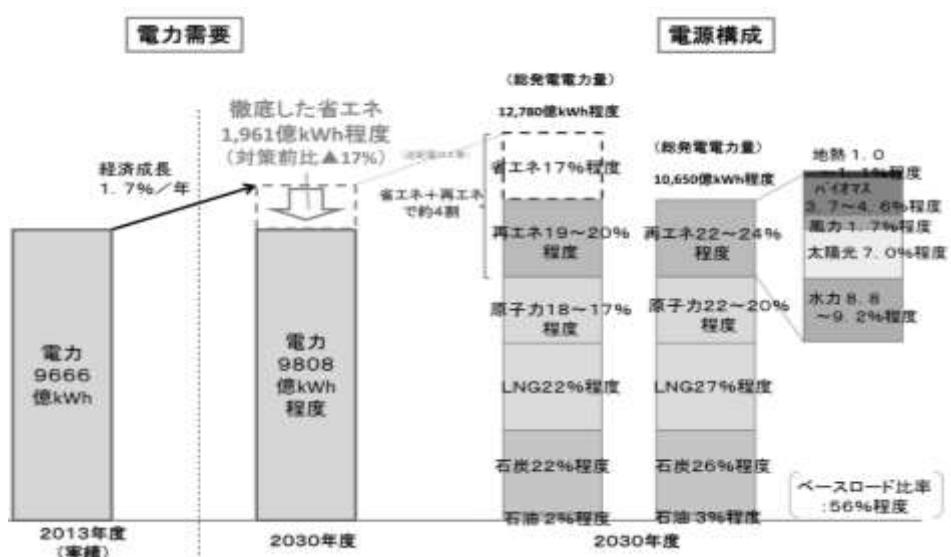
再エネ導入目標値は、国及び青森県が定めている「電源構成に占める再エネの年間発電量の割合」及び災害時において弘前市内で必要な年間発電量を参考とし、平成 32 年度までの導入目標を設定します。

省エネ目標値は、国および青森県の省エネ目標及び CO2 排出削減目標の割合を参考とし、平成 32 年度までの削減目標を設定します。

CO2 排出削減目標値は、青森県の目標値が不明であるため、国の CO2 排出削減目標の割合を参考とし、平成 32 年度までの削減目標を設定します。

① 日本の目標値

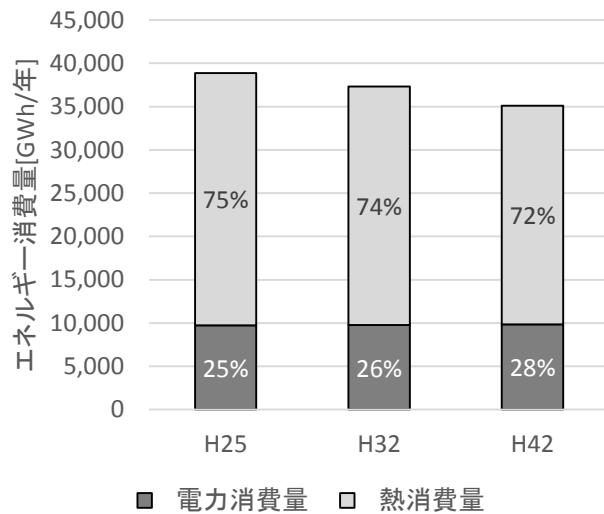
国の再エネ導入目標の考え方は、省エネの推進及び原発の再稼働により電力コストを低減させた上で、地熱・水力・バイオマスを物理的限界まで導入し、その後、再エネを可能な限り拡大することとしています日本の電源構成に占める再エネの年間発電量の割合は、平成 25 年度で 10.8% であり、平成 42 年度までの導入目標を 19.7% としています。



出典：長期エネルギー需給見通し(H27 経済産業省)

図 18 日本の電源構成及び再生可能エネルギー導入量の将来見込み

省エネ目標の考え方は、家庭・業務・産業・運輸部門におけるエネルギー対策の積み上げとしています。平成 25 年度から平成 42 年度までの省エネ目標は、▲12.1%としています。また、平成 25 年度から平成 42 年度までのCO₂排出削減目標は、再エネ導入により約▲15.2%、省エネ推進により約▲9.7%、計▲24.9%としています。



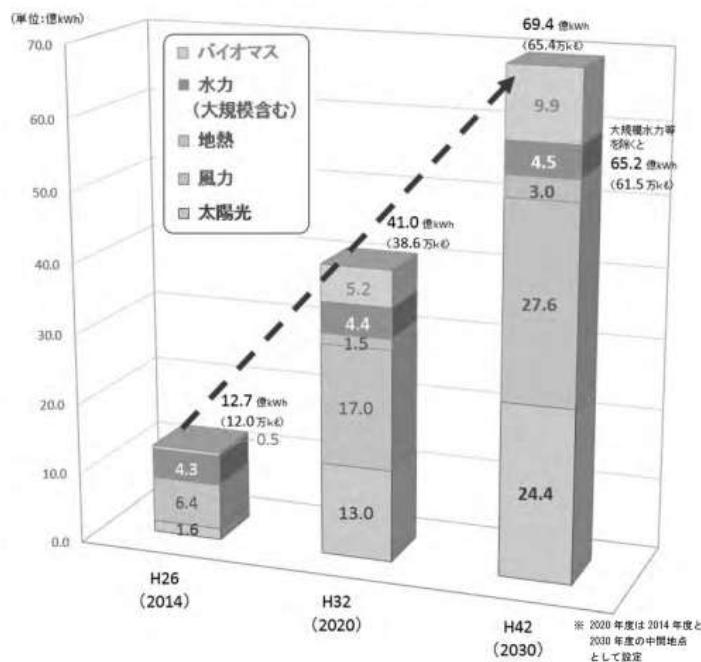
出典:長期エネルギー需給見通し(H27 経済産業省)

図 19 日本のエネルギー消費量の将来見込み

② 青森県の目標値

青森県の再エネ導入目標の考え方は、平成 42 年度の供給基準でのエネルギー消費構造について「エネルギー自給率 50%」「エネルギー利用効率 50%」「化石燃料依存率 50%」の達成としています。

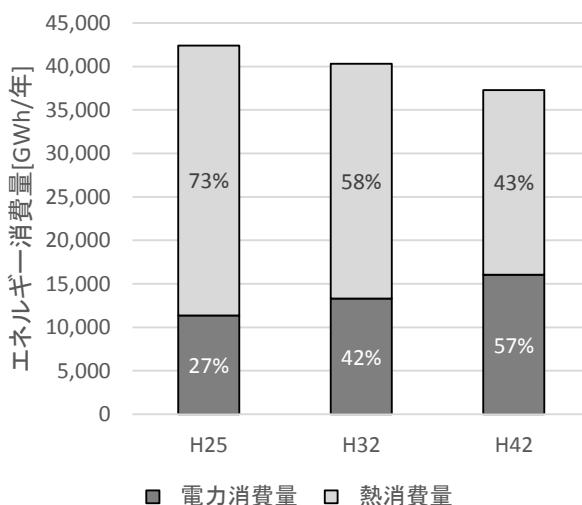
青森県の電源構成に占める再エネの年間発電量の割合は、平成 26 年度で 7.1% であり、平成 42 年度までの導入目標を 38.3% としています。



出典:青森県エネルギー産業振興戦略(H27 青森県)

図 20 青森県の再生可能エネルギー導入量の将来見込み

青森県の省エネ目標の考え方は、エネルギー利用効率を高めつつ、平成 42 年度に▲12.1% としています。また、青森県は温室効果ガス削減目標を掲げていますが、CO₂ 排出削減目標が不明です。



出典:青森県エネルギー産業振興戦略(H27 青森県)

図 21 日本のエネルギー消費量の将来見込み

③ 弘前市の目標値設定方法

平成 32 年度における弘前市の目標値は、国の目標値を参考として、以下のとおり設定します。

- ・ 再エネ導入目標

平成 32 年に、弘前市の導入目標値である「年間電力消費量の 12.2%」(P24 参照) の達成をめざします。なお、弘前市の平成 27 年度時点での導入実績値は、2.2% (P23 参照) です。このペースで再エネ設備の導入が進んだ場合、平成 42 年度時点では、年間電力消費量の 32.0% の達成が見込まれます。

- ・ 省エネ目標

平成 42 年に、国の目標値である「年間エネルギー消費量の -9.7%」の達成をめざします。なお、弘前市の平成 27 年度時点での実績値は 0% とします。そのため、この目標値を達成するためには、平成 32 年度時点で -3.2% 達成する必要があります。

- ・ CO2 排出削減量

平成 42 年に、上記の再エネ導入目標及び省エネ導入目標を達成することで、平成 32 年度時点で CO2 排出量を平成 27 年度比 -11.5% とすることをめざします。

表 10 弘前市の目標値

区分	項目		基準年度	基準年度 (実績値)	平成42年度 (目標値)	平成32年度 (目標値)
国	再エネ		H25	10.8%	19.7%	14.4%
	省エネ		H25	—	-9.7%	-4.0%
	CO2排出削減量		H25	0.0%	-24.9%	-10.3%
青森県	再エネ		H26	7.1%	38.3%	20.7%
	省エネ		H25	0.0%	-12.1%	-5.0%
	CO2排出削減量		—	—	—	—
弘前市	再エネ	国基準	H27	2.2%	19.7%	8.0%
		県基準	H27	2.2%	38.3%	14.3%
		H28弘前試算	H27	2.2%	32.0%	12.2%
	省エネ	国基準	H27	—	-9.7%	-3.2%
		県基準	H27	—	-12.1%	-4.0%
		H28弘前試算	H27	—	-9.7%	-3.2%
	CO2排出削減量	国基準	H27	—	-24.9%	-8.3%
		県基準	—	—	—	—
		H28弘前試算	H27	—	-34.5%	-11.5%

※1 平成 32 年度の目標値は、基準年度～平成 42 年度の年数で按分して推計した。

※2 「再エネ」の目標値は、基準年度の年間電力消費量に占める再生可能エネルギーによる発電量の割合を示している。

※3 「省エネ」の目標値は、基準年度の年間エネルギー消費量に対する削減割合を示している。

※4 「CO2 排出削減量」の目標値は、基準年度の CO2 排出量に対する削減割合を示している。

(2) 弘前市の再生可能エネルギー等導入実績

弘前市内で把握されている再生可能エネルギー等導入実績について、再生可能エネルギー発電設備の発電出力は、平成 24 年時が 6MW、平成 28 年度 10 月時点が 14MW と、4 年間で 8MW 増加しました。

また、再生可能エネルギー発電設備の年間発電量は、平成 24 年時が 26GWh、平成 28 年度 10 月時点が 33GWh と、4 年間で 7GWh 増加しました。

なお、平成 28 年度 10 月時点の再生可能エネルギー発電設備の年間発電量 33GWh は、弘前市内の年間電力消費量 1,482GWh/年 (P11 参照) の 2.2%に相当します。

表 11 弘前市内再生可能エネルギー設備の発電設備別の出力

年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	単位 : kW
太陽光	1,599	2,852	4,681	6,923	9,045	9,353	
水力	680	680	680	680	680	680	
バイオマス	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
合計	5,879	7,132	8,961	11,203	13,325	13,633	

※ H28 データは、平成 28 年 10 月時点での集計結果を示す。

表 12 弘前市内再生可能エネルギー設備の発電設備別の年間発電量

年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	単位 : kWh/年
太陽光	1,575,815	2,810,429	4,613,303	6,822,794	8,914,025	9,217,559	
水力	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000	
バイオマス	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	
合計	25,575,815	26,810,429	28,613,303	30,822,794	32,914,025	33,217,559	

※ H28 データは、平成 28 年 10 月時点での集計結果を示す。

(3) 弘前市の再生可能エネルギー等導入目標

弘前市の再エネ導入量実績値は33GWh/年であり、平成32年度までに180GWh/年達成を目指とします。

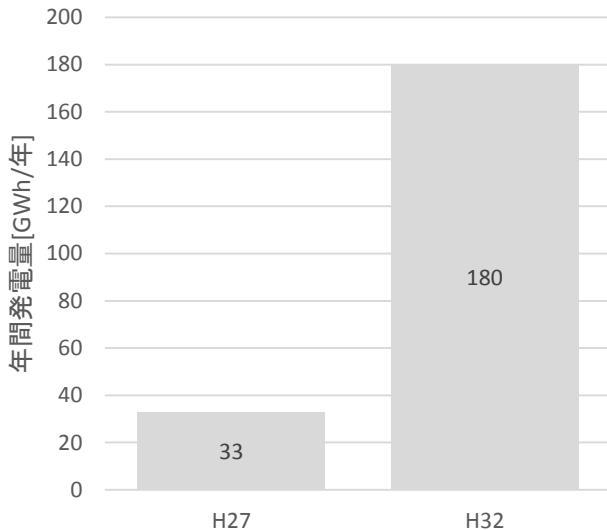


図 22 弘前市の再エネ導入目標値

弘前市内全体で、災害時に最低限必要と考えられる電力量は、一般世帯及び事業所を対象とした場合、1日あたり493,281kWhとなりました。年間に換算した場合の電力量は約180GWhであり、平成27年度の弘前市内の消費電力量に対して12.2パーセントに相当します。

表 13 災害時に必要となるエネルギー消費量（電気）

施設名	世帯数・施設数	出典	1日あたりの消費電力量(kWh/施設)	ケース1 避難所のみ(kWh/日)	ケース2 避難所及び一般世帯(kWh/日)	ケース3 一般世帯及び事業所(kWh/日)
一般世帯	71,580	平成28年弘前市HP記載	5.2		372,502	372,502
避難所	94	平成28年弘前市指定避難所				
(学校)	58	同上	314.2	18,226	18,226	
(保育所・集会施設)	4	同上	63.7	255	255	
(公共施設・その他の施設)	32	同上	314.2	10,056	10,056	
第2次産業事業所	1,001	平成26年度経済センサス	14.4			14,444
第3次産業事業所	7,369	同上	14.4			106,335
合計				28,536	401,039	493,281
合計(千kWh/年)				10,416	146,379	180,048
参考：弘前市内の平成27年度消費電力量(千kWh/年)					1,481,856	
平成27年度弘前市内消費電力量に対する割合(%)				0.7	9.9	12.2

推計に用いた各施設の想定消費電力量の内訳は表14から表17のとおりです。

表 14 一般世帯の想定消費電力量の内訳

電力使用機器	昼間（6時～18時）				備考	夜間（18時～6時）				備考	昼夜合計(Wh)
	電力(W)	個数(-)	時間(h)	使用量(Wh)		電力(W)	個数(-)	時間(h)	使用量(Wh)		
照明	40	2	2	160	6時、17時各1時間点灯	40	2	6	480	24時まで	640
テレビ	40型	200	1	12	2,400	200	1	6	1,200	24時まで	3,600
携帯電話充電		2	1	2	4台各1時間	2	1	2	4台各1時間		8
石油ファンヒーター		12	1	12	144	12	1	6	72	24時まで	216
炊飯器		140	1	1	140	140	1	0	0		140
ポット	湯沸し	300	1	2	600	300	1	0	0		600
ポット	保温	35	1	0	0	35	1	0	0		0
計				3,448					1,756		5,204

表 15 避難所の想定消費電力量の内訳（学校・公共施設）

電力使用機器		昼間（6時～18時）				備考	夜間（18時～6時）				備考	昼夜合計 (Wh)
		電力 (W)	個数 (-)	時間 (h)	使用量 (Wh)		電力 (W)	個数 (-)	時間 (h)	使用量 (Wh)		
照明（本部）	蛍光灯	40	10	2	800		40	10	12	4,800		5,600
（避難居室）		40	450	2	36,000	25部屋×18灯	40	450	6	108,000	24時まで	144,000
（体育館）	水銀灯	400	36	2	28,800		400	36	6	86,400		115,200
（トイレ）		40	16	2	1,280	4階建×4灯	40	16	12	7,680		8,960
（通路）		40	24	2	1,920	4階建×6灯	40	24	12	11,520		13,440
ノートPC		40	4	12	1,920	操作45分、待機15分	40	4	6	960	24時まで	2,880
プリンター	インクジェット	10	2	12	240	印刷15分、待機45分	10	2	6	120	24時まで	360
コピー機	インクジェット	15	2	12	360	印刷30分、待機30分	15	2	6	180	24時まで	540
防災無線（充電式）	出力2W	5	4	2	40		5	4	2	40		80
電話PBX		100	1	12	1,200		100	1	12	1,200		2,400
電話機		9	10	12	1,080		9	10	12	1,080		2,160
テレビ	40型	200	3	12	7,200		200	3	6	3,600	24時まで	10,800
携帯電話充電	職員	2	10	0	0		2	10	2	40		40
携帯電話充電	避難者	2	50	12	1,200	各1時間	2	50	0	0		1,200
石油ストーブ		20	6	12	1,440	体育館5、本部1	20	6	12	1,440		2,880
ポット	湯沸し	300	5	2	3,000		300	5	0	0		3,000
ポット	保温	35	5	4	700		35	5	0	0		700
計					87,180					227,060		314,240

表 16 避難所の想定消費電力量の内訳（保育所・集会施設）

電力使用機器		昼間（6時～18時）				備考	夜間（18時～6時）				備考	昼夜合計 (Wh)
		電力 (W)	個数 (-)	時間 (h)	使用量 (Wh)		電力 (W)	個数 (-)	時間 (h)	使用量 (Wh)		
照明（本部）	蛍光灯	40	6	2	480		40	6	12	2,880		3,360
（避難居室）		40	108	2	8,640	6部屋×18灯	40	108	6	25,920	24時まで	34,560
（トイレ）		40	8	2	640		40	8	12	3,840		4,480
（通路）		40	6	2	480		40	6	12	2,880		3,360
ノートPC		40	2	12	960	操作45分、待機15分	40	2	6	480	24時まで	1,440
プリンター	インクジェット	10	1	12	120	印刷15分、待機45分	10	1	6	60	24時まで	180
コピー機	インクジェット	15	1	12	180	印刷30分、待機30分	15	1	6	90	24時まで	270
防災無線（充電式）	出力2W	5	2	2	20		5	2	2	20		40
電話PBX		100	1	12	1,200		100	1	12	1,200		2,400
電話機		9	5	12	540		9	5	12	540		1,080
テレビ	40型	200	2	12	4,800		200	2	6	2,400	24時まで	7,200
携帯電話充電	職員	2	5	0	0		2	5	2	20		20
携帯電話充電	避難者	2	20	12	480	各1時間	2	20	0	0		480
石油ストーブ		20	7	12	1,680		20	7	12	1,680		3,360
ポット	湯沸し	300	2	2	1,200		300	2	0	0		1,200
ポット	保温	35	2	4	280		35	2	0	0		280
計					21,700					42,010		63,710

表 17 事業所の想定消費電力量の内訳

電力使用機器		昼間（6時～18時）				備考	夜間（18時～6時）				備考	昼夜合計 (Wh)
		電力 (W)	個数 (-)	時間 (h)	使用量 (Wh)		電力 (W)	個数 (-)	時間 (h)	使用量 (Wh)		
照明	蛍光灯	40	20	8	6,400		40	20	0	0		6,400
ノートPC		40	2	8	640	操作45分、待機15分	40	2	0	0		640
プリンター	インクジェット	10	1	8	80	印刷15分、待機45分	10	1	0	0		80
コピー機	インクジェット	15	1	8	120	印刷30分、待機30分	15	1	0	0		120
電話PBX		100	1	12	1,200		100	1	12	1,200		2,400
電話機		9	5	12	540		9	5	12	540		1,080
テレビ	40型	200	1	8	1,600		200	1	0	0		1,600
携帯電話充電		2	5	1	10		2	5	0	0		10
石油ストーブ		20	3	8	480		20	3	0	0		480
ポット	湯沸し	300	2	2	1,200		300	2	0	0		1,200
ポット	保温	35	2	6	420		35	2	0	0		420
計					12,690					1,740		14,430

(4) 弘前市の省エネ目標

弘前市の省エネ目標値は、平成 32 年度までに、平成 27 年度比で▲22 千 kL/年（原油換算）とします。

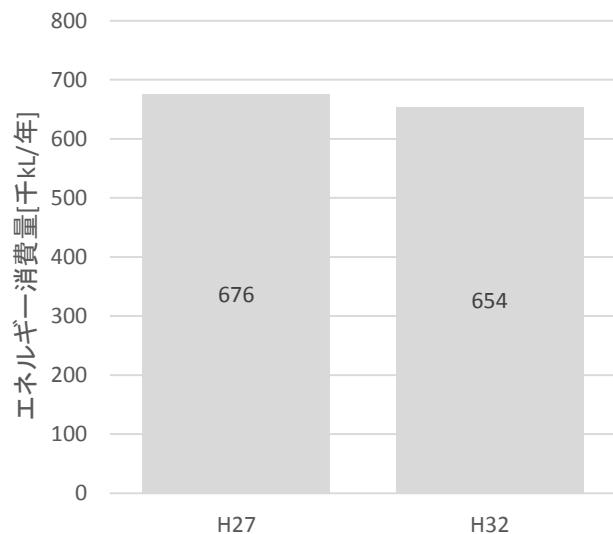


図 23 弘前市の省エネ目標値

(5) 弘前市の CO₂ 排出削減目標

弘前市の CO₂ 排出削減目標値は、平成 32 年度までに、平成 27 年度比で▲237 千 t-CO₂/年とします。

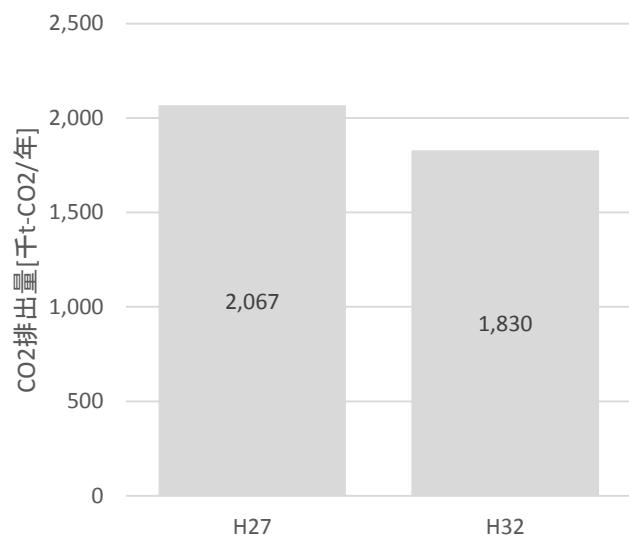


図 24 弘前市の CO₂ 排出削減目標値

(6) 弘前市の省エネ対策

省エネ行動の例は、以下のとおりです。

表 18 省エネ行動の例

部門	実施内容
家庭 部門	住宅の省エネ化及び高気密高断熱化(ZEH) 高効率空調設備の導入 HEMSによるエネルギー管理 マイバックの使用等の省資源・ごみ減量 公共交通機関の活用 イベント開催等による普及啓発活動実施、一般家庭での省エネルギー対策事例の紹介
業務 部門	建築物の省エネ化及び高気密高断熱化(ZEB) 高効率空調設備の導入 BEMSによるエネルギー管理 省資源・ごみ減量(コピー機の利用について、両面印刷、縮小印刷(Nアップ)等を徹底し、省資源、コスト削減を行う) クールビズ、ウォームビズの推進 時間外勤務の縮減と不要箇所の消灯を徹底
産業 部門	工場のエネルギー管理の徹底 コーチェネレーション等の高効率設備導入 省資源・ごみ減量
運輸 部門	次世代自動車の普及、燃費改善 エコドライブの実施、アイドリングストップの実施、エコカーの導入

4 各主体に期待される取組内容

スマートシティ構想に掲げる7つのプロジェクトに関わる、弘前市、高等教育機関、事業者及び市民それぞれに期待される取り組みは以下のとおりです。

表 19 スマートシティ構想に掲げるプロジェクトの役割分担

プロジェクト名	スマートシティ構想で掲げる 再生可能エネルギー導入事業	主に推進する再生可能エネル ギー・再エネ設備・グリーンエ ネルギー・付帯設備など	主な実施主体
融雪推進快適外出 プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生可能エネルギーを利 用した道路融雪推進事業 ・ 既存技術を活用した融雪 システム導入事業 ・ 雪・空き家対策事業 	温泉熱、下水道熱、太陽熱、低 温水、市民の井戸など	弘前市 事業者 市民
快適住環境プロジ ェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生可能エネルギー暖房 導入事業 ・ 地域温熱利用最適化事業 	地中熱、木質バイオマス、コー ジエネレーションなど	弘前市 高等教育機関 事業者 市民
雪資源活用プロジ ェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雪氷冷熱利用事業 	雪氷熱など	弘前市 事業者
エネルギー自立・ 地産地消プロジェ クト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生可能エネルギー導入 促進事業 	バイオマス、下水道熱、蓄電池 など	弘前市 事業者
次世代グリーンエ ネルギー利用モデ ル構築プロジェク ト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生可能エネルギーによ る水素製造実証事業 ・ 雪国型水素利用モデル構 築事業 	水素、定置型燃料電池、燃料電 池自動車、燃料電池フォークリ フトなど	弘前市 高等教育機関 事業者

第6章 資料編

1 エネルギー消費の推計方法

平成 25 年度（2013 年度）における弘前市のエネルギー消費量の推計にあたって、電力、ガス、灯油、ガソリンなどの燃料ごとに固有の単位がありますが、ここではエネルギー原単位を用いて熱量と二酸化炭素排出量に換算し、横断的に比較できるようにします。

（1）エネルギーの原単位

表 20 エネルギー原単位

原単位		MJ	kcal	原油	LPG	ガソリン	灯油	軽油	A重油	発電時電力	消費時電力	CO ₂ 排出係数
	単位	—	—	リットル	kg	リットル	リットル	リットル	リットル	kWh	kWh	kgCO ₂
MJ	—	1	238.89	0.0262	0.0197	0.0289	0.0272	0.0265	0.0256	0.114	0.278	—
kcal	—	0.00419	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005	0.0012	—
原油	リットル	38.2	9126	1	0.7520	1.1040	1.0409	1	0.9770	4.336	10.611	2.62
LPG	kg	50.8	12136	1.3298	1	1.4682	1.3842	1.3475	1.2992	5.766	14.111	3.00
ガソリン	リットル	34.6	8266	0.9058	0.6811	1	0.9428	0.9178	0.8849	3.927	9.611	2.32
灯油	リットル	36.7	8767	0.9607	0.7224	1.0607	1	0.9735	0.9386	4.166	10.194	2.49
軽油	リットル	37.7	9006	1	0.7421	1.0896	1.0272	1	0.9642	4.279	10.472	2.58
A重油	リットル	39.1	9341	1.0236	0.7697	1.1301	1.0654	1.0371	1	4.438	10.861	2.71
発電時電力	kWh	8.81	2105	0.2306	0.1734	0.2546	0.2401	0.2337	0.2253	1	2.447	0.546
消費時電力	kWh	3.6	860	0.0942	0.0709	0.1040	0.0981	0.0955	0.0921	0.409	1	0.546

参考: 総合エネルギー統計 エネルギー源別標準発熱量一覧表 平成 19 年度版

(2) エネルギー消費量・CO₂排出量の推計方法

① 産業部門

1) 製造業

製造業エネルギー消費量（弘前市）

= 製造業全体エネルギー消費総量（青森県） × 製造品出荷額合計値（弘前市）

／製造品出荷額合計値（青森県）

【算定手順】

- 弘前市が所属する青森県の製造業エネルギー消費量を、製造業の生産額（製造品出荷額の青森県と弘前市の割合で按分して算出します。
- 最後に、推計したエネルギー種別消費量に、エネルギー種別排出係数を乗じて、CO₂排出量を算出します。

【使用するデータ】

- 製造業エネルギー消費量（青森県）：「県別エネルギー統計」 経済産業省
- 業種別製造品出荷額：「工業統計」 地方公共団体

2) 建設業・鉱業

建設・鉱業エネルギー消費量（青森県） × 就業者数（弘前市）

／就業者数（青森県）

【算定手順】

「都道府県別エネルギー消費統計」の青森県の「建設業・鉱業」のエネルギー種別消費量を、「建設業・鉱業」部門就業者数の青森県と弘前市の就業者数の比率で按分して試算します。

【使用するデータ】

- 都道府県別建設業・鉱業エネルギー需要量：「都道府県別エネルギー消費統計」 経済産業省
- 建設業・鉱業就業者数：「事業所・企業統計調査」 総務省統計局

3) 農林水産業

農林水産業エネルギー消費量（青森県） × 生産額（弘前市）

／生産額（青森県）

【算定手順】

「都道府県別エネルギー消費統計」の青森県の「農林水産業」のエネルギー種別消費量を、「農林水産業」の生産額の青森県と弘前市の生産額の比率で按分して試算します。

【使用するデータ】

- ・ 都道府県別農林水産業エネルギー消費量：「都道府県別エネルギー消費統計」 経済産業省
- ・ 農林水産業生産額
 - 農業：農林水産省ホームページ「農業産出額(都道府県、市町村別)」
 - 水産業：弘前市の水産統計

4) 民生家庭部門

灯油・LPガス	：家庭の年間購入量（青森県）×世帯数（弘前市）
都市ガス	：弘前市内ガス事業者家庭用販売量
電力	：家庭用販売量（青森県）×世帯数（弘前市） ／世帯数（青森県）

【算定手順】

民生部門のうち家庭部門は、石油製品については「家計調査」から得られる値を補正し、世帯数を乗じて推計します。都市ガス・熱供給については供給区域毎の家庭用販売実績値を「ガス事業年報」「熱供給事業便覧」から入手し、「住民基本台帳」から得られる世帯数により按分します。電力については「都道府県別エネルギー消費統計」で得られる青森県における値を世帯数により按分します。

a. LPガス、灯油

LPガス、灯油消費量は、「家計調査」中に示された青森県での一世帯当たりLPガスと灯油の年間購入量の値を補正し、「住民基本台帳」から得られる世帯数を乗じて推計します。

LPガス消費量については、「ガス事業年報」より得られる当該供給区域の都市ガス普及率を用いて、世帯数にLPガス普及率（=1-都市ガス普及率）を乗じることにより都市ガスが普及していない世帯数を計算し、その世帯でのみLPガスが消費されるものとして推計を行います。

$$\begin{aligned} (\text{LPガス消費量}) &= (\text{弘前市の1世帯当たりLPガス購入量}) \\ &\quad \times (1 - \text{供給区域都市ガス普及率}) \times (\text{単位換算係数}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{灯油消費量}) &= (\text{弘前市の1世帯当たり灯油購入量}) \times (\text{弘前市の世帯数}) \\ &\quad \times (\text{単位換算係数}) \end{aligned}$$

b. 都市ガス

都市ガスについては、「ガス事業年報」に家庭用の販売実績が、一または複数市区町村から成る供給区域ごとに示されているので、この数値を「住民基本台帳」から得られる世帯数により按分して弘前市の消費量とします。

$$\begin{aligned} (\text{消費量}) &= (\text{供給区域家庭用販売量}) \times (\text{弘前市の世帯数}) \\ &\quad / \sum (\text{供給区域内各市区町村世帯数}) \end{aligned}$$

c. 電力

電力消費量は、「都道府県別エネルギー消費統計」中に示された青森県における電力消費量の値を、「住

民基本台帳」から得られる世帯数により按分し推計します。

$$\text{(消費量)} = \frac{(\text{青森県消費量}) \times (\text{弘前市世帯数})}{\sum (\text{青森県内各市区町村世帯数})}$$

5) 民生業務部門

電力、石油製品：

$$\frac{(\text{業務用エネルギー種別消費総量 (青森県)} \times \text{業務用延床面積 (弘前市)})}{\sum (\text{業務用延床面積 (青森県)})}$$

都市ガス：弘前市内ガス事業者商業用販売量

【算定手順】

民生部門のうち業務部門では、都市ガスは、供給区域毎の業務用販売実績値を「ガス事業年報」「熱供給事業便覧」から入手し、「固定資産の価格等の概要調書」から得られる業務部門建物床面積により按分する方法で推計します。

電力消費量は「都道府県別エネルギー消費統計」で得られる青森県における値を延床面積により按分して推計します。石油製品消費量は「都道府県別エネルギー消費統計」で得られる青森県における値を基本として用います。石炭、石炭製品消費量は少量であるため0とします。

「固定資産価格等の概要調書」の「木造家屋に関する調書」「木造以外の家屋に関する調書」のうち、旅館・料亭・ホテル、事務所・銀行・店舗、劇場・病院・公衆浴場の床面積を足し合わせたものを業務系建物床面積とします。

a. 石油製品

石油製品については、「都道府県別エネルギー消費統計」中に示された青森県における消費量を、業務系建物床面積を基準に按分して推計します。ただし、LPガスについては青森県内市区町村における都市ガス普及率の差を特に考慮する必要があるため、石油製品消費量をLPガス消費量と灯油消費量、その他重油等の消費量に分配し、それぞれ別に按分を行う必要があります。この分配比には「総合エネルギー統計」の民生最終部門における、全国のLPガス・灯油・重油等消費量比を用います。

重油や灯油消費量は、青森県の値を業務部門建物床面積で按分して推計します。

$$\begin{aligned} \text{(重油/灯油消費量)} &= \frac{(\text{青森県石油製品消費量}) \times (\text{全国重油/灯油消費量})}{\sum (\text{青森県内各市区町村業務部門建物床面積})} \\ &\quad / (\text{全国石油製品消費量}) \times (\text{弘前市業務部門建物床面積}) \end{aligned}$$

都市ガス消費量は、青森県内の各市区町村の業務系建物床面積を、LP ガス供給率 (= 1 - 都市ガス普及率) を乗じて補正し、この値により青森県の LP ガス消費量を按分して市区町村の値とします。

$$\begin{aligned}(\text{LP ガス消費量}) &= (\text{青森県石油製品消費量}) \times (\text{全国 LP ガス消費量}) \\&\quad / (\text{全国石油製品消費量}) \times (\text{弘前市業務部門建物床面積}) \\&\quad \times (1 - \text{弘前市都市ガス普及率}) \\&\quad / \sum \{ (\text{青森県内各市区町村業務部門建物床面積}) \\&\quad \times (1 - \text{青森県内各市区町村都市ガス普及率})\}\end{aligned}$$

これら重油、灯油、LP ガスの消費量を足し合わせたものを、民生業務部門における石油製品の消費量とします。

b. 都市ガス

都市ガスについては、「ガス事業年報」に商業用の販売実績が、一または複数市区町村から成る供給区域ごとに示されているので、この数値を「住民基本台帳」から得られる世帯数により按分して弘前市の消費量とします。

$$\begin{aligned}(\text{消費量}) &= (\text{供給区域商業用販売量}) \times (\text{弘前市の世帯数}) \\&\quad / \sum (\text{供給区域内各市区町村世帯数})\end{aligned}$$

c. 電力

電力消費量は、「都道府県別エネルギー消費統計」中に示された青森県における電力消費量の値を、業務部門建物床面積により按分して推計します。

$$\begin{aligned}(\text{電力消費量}) &= (\text{青森県消費量}) \times (\text{弘前市業務部門建物床面積}) \\&\quad / \sum (\text{青森県内各市区町村業務部門建物床面積})\end{aligned}$$

この算定方法には、単位業務部門建物床面積当たりの電力消費量が供給区域内で一定と仮定していることに起因する誤差が存在します。

6) 運輸部門

a. 自動車

車種別エネルギー消費原単位（青森県） × 車種別保有台数（弘前市）

【算定手順】

- 「自動車輸送統計年報」の車種別燃料種別燃料使用量の全国値、もしくは当該地域の値を車種別燃料種別の保有台数で除すことにより、車種別燃料種別 1 台当たり年間燃料使用量を試算します。
- これに弘前市の域内の車種別燃料種別保有台数を乗じることにより、同地域の自動車用エネルギー使用量を試算します。
- 最後に、エネルギー一種別消費量に、エネルギー一種別排出係数を乗じて、CO₂ 排出量を算出します。

【使用するデータ】

- ・ 車種別燃料種別消費量：「自動車輸送統計年報」（社）日本自動車会議所
- ・ 車種別燃料種別保有台数（全国もしくは地域）：同上
- ・ 車種別保有台数（当該地方公共団体）：弘前市地域の陸運事務所等
- ・ 都道府県別ガソリン販売量：「資源・エネルギー統計年報」経済産業省

b. 鉄道

鉄道事業者別エネルギー消費量 × 営業キロ数（弘前市）
／営業キロ数（全路線）

【算定手順】

- ・ 鉄道事業分のエネルギー消費量実績値に鉄道の全路線長に対する弘前市地域内の路線長の割合を乗じて、弘前市のエネルギー消費量を試算します。
- ・ ここで求めた弘前市のエネルギー消費量に、エネルギー種別排出係数を乗じて、温室効果ガス排出量を試算します。

【使用するデータ】

- ・ 鉄道事業者別エネルギー消費量：鉄道事業者の環境報告書、ホームページ
- ・ 算定・報告・公表制度による鉄道事業者の温室効果ガス排出量：環境省
- ・ 鉄道事業者の全路線長、弘前市地域分の鉄道の路線長：鉄道時刻表

2 再生可能エネルギーの賦存量および利用可能性量の試算方法

(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 21）。なお、利用可能性量の対象施設数は、アンケート調査結果などを考慮し推計しました（表 22）。

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

② 利用可能性量

- ・年間発電量=対象施設数（全施設）×設置可能率×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
- ・利用可能性量=年間発電量×熱量換算係数
- ・CO₂削減量=利用可能性量×電力CO₂換算係数

表 21 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	53,888	4	9	3.19	365	0.065	146,822,113	9.97	1,463,816,467	0.546	80,164,874
共同住宅	6,030	10	9	3.19	365	0.065	41,073,028	9.97	409,498,089	0.546	22,425,873
公共施設	230	20	9	3.19	365	0.065	3,133,266	9.97	31,238,662	0.546	1,710,763
第2次産業事業所	1,102	10	9	3.19	365	0.065	7,506,215	9.97	74,836,964	0.546	4,098,393
第3次産業事業所	8,107	10	9	3.19	365	0.065	55,220,405	9.97	550,547,438	0.546	30,150,341
合計	69,357						253,755,027		2,529,937,620		138,550,244

出典：弘前市 固定資産の価格等の概要調書・弘前市資料、統計局 経済セサス、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

表 22 太陽光発電（利用可能性量）

対象施設	対象施設数(棟、ヶ所)	設置可能率(%)	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)	機器効率	年間発電量(kWh/年)	熱量換算係数(MJ/kWh)	利用可能性量(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	53,888	11.3	4	9	3.19	365	0.065	16,590,899	9.97	165,411,263	0.546	9,058,631
共同住宅	6,030	11.3	10	9	3.19	365	0.065	4,641,252	9.97	46,273,282	0.546	2,534,124
公共施設	230	10.0	20	9	3.19	365	0.065	313,327	9.97	3,123,870	0.546	171,077
第2次産業事業所	1,102	7.9	10	9	3.19	365	0.065	592,991	9.97	5,912,120	0.546	323,773
第3次産業事業所	8,107	7.9	10	9	3.19	365	0.065	4,362,412	9.97	43,493,248	0.546	2,381,877
合計	69,357							26,500,881		264,213,783		14,469,482

出典：弘前市 固定資産の価格等の概要調書・弘前市資料、統計局 経済セサス、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 23)。

なお、利用可能性量の対象施設数は、アンケート調査結果などを考慮し推計しました(表 24)。

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

② 利用可能性量

- ・年間発電量=対象施設数(全施設)×設置可能率×集熱面積×平均日射量×年間日数×機器効率
- ・利用可能性量=年間発電量×熱量換算係数
- ・CO₂削減量=利用可能性量×灯油CO₂換算係数

表 23 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	53,888	5	3.19	365	0.4	125,488,986	9.97	1,251,125,190	0.0678	84,826,288
共同住宅	6,030	5	3.19	365	0.4	14,042,061	9.97	139,999,348	0.0678	9,491,956
公共施設	230	30	3.19	365	0.4	3,213,606	9.97	32,039,652	0.0678	2,172,288
第2次産業事業所	1,102	30	3.19	365	0.4	15,397,364	9.97	153,511,719	0.0678	10,408,095
第3次産業事業所	8,107	30	3.19	365	0.4	113,272,625	9.97	1,129,328,071	0.0678	76,568,443
合計	69,357					271,414,642		2,706,003,980		183,467,070

出典：弘前市 固定資産の価格等の概要調書・弘前市資料、統計局 経済センサス、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

表 24 太陽熱利用(利用可能性量)

対象施設	対象施設数(棟、ヶ所)	設置可能率(%)	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)	利用可能性量(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	53,888	11.4	5	3.19	365	0.4	14,305,744	9.97	142,628,268	0.0678	9,670,197
共同住宅	6,030	11.4	5	3.19	365	0.4	1,600,795	9.97	15,959,926	0.0678	1,082,083
公共施設	230	10.0	30	3.19	365	0.4	321,361	9.97	3,203,969	0.0678	217,229
第2次産業事業所	1,102	7.3	30	3.19	365	0.4	1,124,008	9.97	11,206,360	0.0678	759,791
第3次産業事業所	8,107	7.3	30	3.19	365	0.4	8,268,902	9.97	82,440,953	0.0678	5,589,497
合計	69,357						25,620,810		255,439,476		17,318,797

出典：弘前市 固定資産の価格等の概要調書・弘前市資料、統計局 経済センサス、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。そのため、弘前市内で地上高 30m の年間平均風速 6m/s 以上が得られる面積を NEDO 風況マップより推定し、風力発電設備(1,000kW) を導入した場合に発電されるエネルギー量を賦存量とします（表 25）。

利用可能性量は、地域のシンボルの 1 つである岩木山周辺に大型風力発電事業を実施することは困難であると考え、「岩木高原県立自然公園」を除く旧相馬村内の範囲としました（表 26）。

ただし、実際の設置にあたっては、景観や騒音など周辺環境への影響や、立地地形や道路状況などを考慮する必要があります。

① 賦存量

- ・年間発電量=年間平均風速 6m/s 以上の面積÷風車 1 台あたりの占有面積×容量×稼働時間×利用率
- ・賦存量=年間発電量×熱量換算係数
- ・CO₂削減量=年間発電量×電力 CO₂換算係数

② 利用可能性量

- ・利用可能性量=設置可能な年間平均風速 6m/s 以上の面積÷風車 1 台あたりの占有面積×容量×稼働時間×利用率
- ・利用可能性量=年間発電量×熱量換算係数
- ・CO₂削減量=年間発電量×電力 CO₂換算係数

表 25 風力発電（賦存量）

年平均風速 6m/s 以上の面積 (k m ²)	占有面積 (k m ²)	設置台数 (台)	容量 (kW)	稼働時間 (h/年)	利用率	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)
9.46	0.28	33	1,000	8,760	0.2	57,816,000	9.97	576,425,520	0.546	31,567,536

出典：NEDO 風況マップ・新エネルギー・ガットブック 2008・風力発電導入ガイドブック

表 26 風力発電（利用可能性量）

設置可能な年平均風速 6m/s 以上の面積 (k m ²)	占有面積 (k m ²)	設置台数 (台)	容量 (kW)	稼働時間 (h/年)	利用率	年間発電量 (kWh/年)	熱量換算係数 (MJ/kWh)	利用可能性量 (MJ)	電力 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /kWh)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
1.41	0.28	5	1,000	8,760	0.2	8,760,000	9.97	87,337,200	0.546	4,782,960

出典：NEDO 風況マップ・新エネルギー・ガットブック 2008・風力発電導入ガイドブック

(4) 中小水力発電

1級河川に1,000kWの小水力、2級および準用河川に100kWのマイクロ水力発電を導入した場合に得られるエネルギー量とします（表 27）。

ただし、実際の導入にあたっては、水利権・自然環境への配慮が必要となります。したがって、ここでは利用可能性量は、2級および準用河川に100kWのマイクロ水力発電を導入した場合に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=対象河川数（全河川）×年間稼働時間×発電効率×設備利用率×出力規模
- ・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

② 利用可能性量

- ・年間発電量=対象河川数（2級および準用河川）×年間稼働時間×発電効率×設備利用率×出力規模
- ・利用可能性量=年間発電量×熱量換算係数
- ・CO₂削減量=利用可能性量×電力CO₂換算係数

表 27 水力発電（賦存量）

河川種類	対象河川数(本)	年間稼働時間(h)	発電効率	設備利用率	出力規模(kW)	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)
一級河川	30	8,760	0.85	0.835	1,000	223,380,000	9.97	2,227,098,600	0.546	121,965,480
二級・準用河川	16	8,760	0.85	0.835	100	11,913,600	9.97	118,778,592	0.546	6,504,826
合計								2,345,877,192		128,470,306

出典：弘前市 地域防災計画、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

表 28 水力発電（利用可能性量）

河川種類	対象河川数(本)	年間稼働時間(h)	発電効率	設備利用率	出力規模(kW)	年間発電量(kWh/年)	熱量換算係数(MJ/kWh)	利用可能性量(MJ)	電力CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /kWh)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
一級河川	0	8,760	0.85	0.835	1,000	0	9.97	0	0.546	0
二級・準用河川	16	8,760	0.85	0.835	100	11,913,600	9.97	118,778,592	0.546	6,504,826
合計								118,778,592		6,504,826

出典：弘前市 地域防災計画、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

(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パーセントを集雪し、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 29）。

なお、利用可能性量は山形県舟形町の集雪調査で求められた集雪可能な雪の利用率から推計します（表 30）。

① 賦存量

$$\cdot \text{賦存量} = \text{可住地面積} \times 3 \text{月の最深積雪量} \times \text{雪の比重} \times (\text{雪の比熱} \times \text{雪温} + \text{融解水の比熱} \times \text{放流水温} + \text{融解潜熱}) \times \text{輸送可能率}$$

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

② 利用可能性量

$$\cdot \text{利用可能性量} = \text{可住地面積} \times 3 \text{月の最深積雪量} \times \text{雪の比重} \times (\text{雪の比熱} \times \text{雪温} + \text{融解水の比熱} \times \text{放流水温} + \text{融解潜熱}) \times \text{輸送可能率} \times \text{積雪利用率}$$

$$\cdot \text{CO}_2 \text{削減量} = \text{利用可能性量} \times \text{重油 CO}_2 \text{換算係数}$$

表 29 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 /M J)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
281,070,000	0.62	600	2.093	-1	4.186	5	335	0.01	369,965,032	0.0693	25,638,577

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

表 30 雪冷熱（利用可能性量）

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	積雪 利 用 率	利 用 可 能 性 量 (MJ)	重油CO ₂ 換 算係数 (kg-CO ₂ /M J)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
281,070,000	0.62	600	2.093	-1	4.186	5	335	0.01	0.35	129,487,761	0.0693	8,973,502

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、山形県地域新エネルギー賦存量調査

(6) 未利用温度差

温泉熱及び工場排熱利用について推定します。

弘前市の温泉熱はおよそ42度であり、この温泉の廃水熱を20.0°Cとし、平均気温との温度差まで利用した場合のエネルギー量を推計します（表31）。

工場排熱利用については、弘前市の製造業1事業所あたりから出る排水を年間1,000t、利用温度差5°Cとした場合のエネルギー量を推定します（表32）。

なお、利用可能性量は、温泉熱利用については、温泉の湧出量の5パーセントを利用し、工場排熱利用については、アンケート調査結果を考慮し未利用エネルギーに関心のある事業者が利用した場合とします（表33、表34）。

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

1) 温泉熱利用

- ・賦存量=湧出量×水の比重×定圧比熱×利用温度差
- ・CO₂削減量=賦存量×重油CO₂換算係数

2) 工場排熱利用

- ・賦存量=事業所数×利用可能水量×水の比重×定圧比熱×利用温度差
- ・CO₂削減量=賦存量×重油CO₂換算係数

② 利用可能性量

1) 温泉熱利用

- ・利用可能性量=湧出量×水の比重×定圧比熱×利用温度差×利用率
- ・CO₂削減量=利用可能性量×重油CO₂換算係数

2) 工場排熱利用

- ・利用可能性量=事業所数×利用可能水量×水の比重×定圧比熱×利用温度差×利用率
- ・CO₂削減量=利用可能性量×重油CO₂換算係数

表31 温泉熱(賦存量)

湧出量		比重	比熱	温度差	賦存量	重油CO ₂ 換算係数	CO ₂ 削減量
(L/分)	(m ³ /年)	(t/m ³)	(MJ/t·°C)	(°C)	(MJ)	(kg-CO ₂ /MJ)	(kg-CO ₂)
38,745	20,364,372	1	4.186	10	852,452,612	0.0693	59,074,966

出典：弘前市資料、NEDO新エネルギー・ガバメント2008

表32 工場排熱(賦存量)

事業所数	利用可能水量	比重	比熱	温度差	賦存量	重油CO ₂ 換算係数	CO ₂ 削減量
(年)	(m ³ /年)	(t/m ³)	(MJ/t·°C)	(°C)	(MJ)	(kg-CO ₂ /MJ)	(kg-CO ₂)
192	1,000	1	4.186	5	4,018,560	0.0693	278,486

出典：経済産業省工業統計調査、NEDO新エネルギー・ガバメント2008

表33 温泉熱(利用可能性量)

湧出量		比重	比熱	温度差	利用率	利用可能性量	重油CO ₂ 換算係数	CO ₂ 削減量
(L/分)	(m ³ /年)	(t/m ³)	(MJ/t·°C)	(°C)		(MJ)	(kg-CO ₂ /MJ)	(kg-CO ₂)
38,745	20,364,372	1	4.186	10	0.050	42,622,631	0.0693	2,953,748

出典：弘前市資料、NEDO新エネルギー・ガバメント2008

表34 工場排熱(利用可能性量)

事業所数	利用可能水量	比重	比熱	温度差	利用率	利用可能性量	重油CO ₂ 換算係数	CO ₂ 削減量
(年)	(m ³ /年)	(t/m ³)	(MJ/t·°C)	(°C)		(MJ)	(kg-CO ₂ /MJ)	(kg-CO ₂)
192	1,000	1	4.186	5	0.104	417,930	0.0693	28,963

出典：経済産業省工業統計調査、NEDO新エネルギー・ガバメント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、りんご剪定枝、森林間伐材（表 35）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 37）。

利用可能性量は、未利用分を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 38）。

① 賦存量

- ・賦存量=発生量×単位発熱量(表 36)×ボイラー効率
- ・CO₂削減量=賦存量×重油 CO₂換算係数

② 利用可能性量

- ・利用可能性量=発生量×(1−利用率)×単位発熱量(表 36)×ボイラー効率
- ・CO₂削減量=利用可能性量×重油 CO₂換算係数

表 35 木質バイオマスの発生量

種類	原単位	指標(ha)	発生量(t-wet)	乾燥換算係数(−)	発生量(t/年)
製材端材	0.6 t/森林 1ha	22,599	13,559	0.57	7,729
りんご剪定枝	6 t/ha	8,550	51,300	0.57	29,241
森林間伐材	0.6 t/ha	22,599	13,559	0.57	7,729

出典：青森県農林水産部、統計局 農林業センサス、農林水産省 作物統計、オム社「バイオマスハンドブック」

表 36 単位発熱量

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

出典：NEDO 新エネルギー・ガバナンス・ブック 2008、岩手・木質バイオマス研究会

表 37 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)	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)
製材端材	7,729	6,200	0.85	40,731,082	0.0693	2,822,664
りんご剪定枝	29,241	18,800	0.85	467,271,180	0.0693	32,381,893
森林間伐材	7,729	19,780	0.85	129,945,290	0.0693	9,005,209
合計	44,699			637,947,552		44,209,766

出典：NEDO 新エネルギー・ガバナンス・ブック 2008

表 38 木質バイオマスエネルギー(利用可能性量)

種類	発生量(t/年)	1−利用率	単位発熱量(MJ/t)	ボイラー効率	利用可能性量(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	7,729	0.07	6,200	0.85	2,851,176	0.0693	197,586
りんご剪定枝	29,241	0.30	18,800	0.85	140,181,354	0.0693	9,714,568
森林間伐材	7,729	0.75	19,780	0.85	97,458,967	0.0693	6,753,906
合計	44,699				240,491,497		16,666,060

出典：NEDO 新エネルギー・ガバナンス・ブック 2008、青森県「青森県バイオマス活用推進計画」

(8) 農産バイオマスエネルギー

稻作によって発生する稻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40)。

利用可能性量は、未利用分を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41)。

① 賦存量

- ・賦存量=発生量×単位発熱量×ボイロ効率
- ・CO₂削減量=賦存量×重油CO₂換算係数

② 利用可能性量

- ・利用可能性量=発生量×(1-利用率)×単位発熱量×ボイロ効率
- ・CO₂削減量=利用可能性量×重油CO₂換算係数

表 39 農産バイオマスの発生量

種類	原単位	指標(ha)	発生量(t-wet)
稻わら	5.7 t/ha	3,406	19,414
もみ殻	1.3 t/ha	3,406	4,428

出典：青森県農林水産部、統計局 農林業センス

表 40 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)	ボイロ効率	賦存量(MJ)	重油CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
稻わら	19,414	12.9	0.85	212,876,703	0.0693	14,752,356
もみ殻	4,428	12.5	0.85	47,045,375	0.0693	3,260,244
合計	23,842			259,922,078		18,012,600

出典：NEDO 新エネルギー・ガソリン・ブック 2008、オーム社 バイオマスハンドブック

表 41 農産バイオマスエネルギー(利用可能性量)

種類	発生量(t/年)	1-利用率	単位発熱量(MJ/t)	ボイロ効率	利用可能性量(MJ)	重油CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
稻わら	19,414	0.026	12.9	0.85	5,534,794	0.0693	383,561
もみ殻	4,428	0.121	12.5	0.85	5,692,490	0.0693	394,490
合計	23,842				11,227,284		778,051

出典：NEDO 新エネルギー・ガソリン・ブック 2008、青森県 青森県バイオマス活用推進計画、オーム社 バイオマスハンドブック

(9) 畜産バイオマスエネルギー

市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 42）。

利用可能性量は、未利用分を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 43）。

① 賦存量

・賦存量＝飼育頭数×糞尿排出量×ガス発生係数×年間日数×メタン含有率×メタン発熱量×ボイラ効率

・ CO_2 削減量＝賦存量×重油 CO_2 換算係数

② 利用可能性量

・利用可能性量＝飼育頭数×糞尿排出量×（1－利用率）×ガス発生係数×年間日数×メタン含有率×メタン発熱量×ボイラ効率

・ CO_2 削減量＝利用可能性量×重油 CO_2 換算係数

表 42 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	231	45	0.025	365	0.6	37,180	0.9	1,904,410	0.0693	131,976
肉用牛	65	20	0.030	365	0.6	37,180	0.9	285,799	0.0693	19,806
豚	0	6	0.050	365	0.6	37,180	0.9	0	0.0693	0
鳥	400	0.14	0.050	365	0.6	37,180	0.9	20,519	0.0693	1,422
合計								2,210,728		153,204

出典：統計局 農林業センサス、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008

表 43 畜産バイオマスエネルギー（利用可能性量）

家畜	飼育頭数（頭）	糞尿排出量（kg/頭・日）	1-利用率	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	利用可能性量（MJ）	重油 CO_2 換算係数（kg-CO ₂ /MJ）	CO_2 削減量（kg-CO ₂ ）
乳用牛	231	45	0.001	0.025	365	0.6	37,180	0.9	1,904	0.0693	132
肉用牛	65	20	0.001	0.030	365	0.6	37,180	0.9	286	0.0693	20
豚	0	6	0.001	0.050	365	0.6	37,180	0.9	0	0.0693	0
鳥	400	0.14	0.001	0.050	365	0.6	37,180	0.9	21	0.0693	1
合計									2,211		153

出典：統計局 農林業センサス、NEDO 新エネルギーガイドブック 2008、青森県 青森県バイオマス活用推進計画

(10) バイオマス由来燃料製造 (BDF)

廃食用油を BDF に改質し、ディーゼル車の燃料として利用した場合のエネルギー量とします（表 44）。

なお、利用可能性量は菜の花プロジェクトとして町ぐるみで BDF 利用に取り組んでいる滋賀県愛東町の回収率 59.0 パーセントの 1/2 を利用率とします（表 45）。

① 賦存量

- ・賦存量＝弘前市人口 × 一人あたり廃食用油発生量 × 単位発熱量
- ・CO₂削減量＝賦存量 × 軽油 CO₂換算係数

② 利用可能性量

- ・利用可能性量＝弘前市人口 × 一人あたり廃食用油発生量 × 利用率 × 単位発熱量
- ・CO₂削減量＝利用可能性量 × 軽油 CO₂換算係数

表 44 BDF(賦存量)

弘前市人口 (人)	一人あたり 廃油排出量 (kg/人・年)	単位 発熱量 (MJ/kg)	賦存量 (MJ)	軽油 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
177,411	0.78	36.1	5,001,304	0.0686	343,089

出典：統計局 国勢調査、全国油脂事業協同組合連合会 廃食用油の現状、バイオマス情報ヘッド クオータ基礎データ資源解説

表 45 BDF(利用可能性量)

弘前市人口 (人)	一人あたり 廃油排出量 (kg/人・年)	単位 発熱量 (MJ/kg)	利用率 (%)	利用可能性 量 (MJ)	軽油 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
177,411	0.78	36.1	29.5	1,475,385	0.0686	101,211

出典：統計局 国勢調査、全国油脂事業協同組合連合会 廃食用油の現状、バイオマス情報ヘッド クオータ基礎データ資源解説

(11) 生ごみ電熱利用

家庭と食品製造業から出る生ごみを発酵処理して得られる消化ガス（嫌気性処理で得られるメタンガスを含む可燃性ガス）を直接燃焼させた場合に得られるエネルギー量とします（表 47）。

利用可能性量は、家庭と食品製造業から出る生ごみのうち、未利用分をコーチェネレーションの燃料として燃焼させた場合に得られる熱および電気のエネルギー量とします（表 48）。

① 賦存量

- ・賦存量=生ごみ発生量×消化ガス発生係数×メタン含有率×メタン発熱量
- ・CO₂削減量=賦存量×重油 CO₂換算係数

② 利用可能性量

- ・利用可能性量=生ごみ発生量×（1-利用率）×消化ガス発生係数×メタン含有率×メタン発熱量×コーチェネレーション総合効率
- ・CO₂削減量=利用可能性量×重油 CO₂換算係数

表 46 生ごみの発生量

種類	原単位	指標(人)	発生量(t)
食品残さ	80 t/千人	183,473	14,678
食品製造業残さ	6.5 t/食品製造業従業員1人	1,031	6,702

出典：青森県農林水産部、統計局 国勢調査・経済センサス

表 47 生ごみ電熱利用（賦存量）

種類	生ごみ発生量(t)	消化ガス発生係数(m ³ /t)	メタン含有率	メタン発生量(m ³ /年)	メタン発熱量(MJ/m ³)	賦存量(MJ)	重油 CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
食品残さ	14,678	146	0.56	1,200,060	37.18	44,618,238	0.0693	3,092,044
食品製造業残さ	6,702	146	0.56	547,915	37.18	20,371,466	0.0693	1,411,743
合計	21,379					64,989,704		4,503,787

出典：宮城県 みやぎバイオマス利活用マスター・プラン、環境省 メタン化（生ごみメタン）施設整備マニュアル、NEDO 新エネルギー・アド・ブック 2008

表 48 生ごみ電熱利用（利用可能性量）

種類	生ごみ発生量(t)	1-利用率	消化ガス発生係数(m ³ /t)	メタン含有率	メタン発生量(m ³ /年)	メタン発熱量(MJ/m ³)	コーチェネレーション総合効率	利用可能性量(MJ)	重油 CO ₂ 換算係数(kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量(kg-CO ₂)
食品残さ	14,678	0.850	146	0.56	1,020,051	37.18	0.80	30,340,402	0.0693	2,102,590
食品製造業残さ	6,702	0.150	146	0.56	82,187	37.18	0.80	2,444,576	0.0693	169,409
合計	21,379							32,784,978		2,271,999

出典：宮城県 みやぎバイオマス利活用マスター・プラン、青森県 青森県バイオマス利活用推進計画、環境省 メタン化（生ごみメタン）施設整備マニュアル、NEDO 新エネルギー・アド・ブック 2008

(12) 下水汚泥電熱利用

弘前市で発生する下水汚泥を発酵処理して得られる消化ガスを直接燃焼させた場合に得られるエネルギー量とします（表 49）。

ただし、弘前市下水処理場の汚泥はエネルギー利用されているため対象外とします。

利用可能性量は、弘前市で発生する下水汚泥を発酵処理して得られる消化ガスをコージェネレーションの燃料として燃焼させた場合に得られる熱および電気のエネルギー量とします（表 50）。

① 賦存量

- ・賦存量=下水汚泥発生量×消化ガス発生係数×消化ガス発熱量
- ・CO₂削減量=賦存量×重油 CO₂換算係数

② 利用可能性量

- ・利用可能性量=下水汚泥発生量×消化ガス発生係数×消化ガス発熱量×コージェネレーション
総合効率
- ・CO₂削減量=利用可能性量×重油 CO₂換算係数

表 49 下水汚泥電熱利用（賦存量）

種類	下水汚泥 発生量 (t)	消化ガス発 生係数 (m ³ /t)	消化ガス 発熱量 (MJ/m ³)	賦存量 (MJ)	重油 CO ₂ 換算係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
下水汚泥	3,770	600.0	23.00	52,026,000	0.0693	3,605,402

出典：弘前市資料、財団法人 古紙再生促進センター 平成 8 年 RPF 研究会資料

表 50 下水汚泥電熱利用（利用可能性量）

種類	下水汚泥 発生量 (t)	消化ガス発 生係数 (m ³ /t)	消化ガス 発熱量 (MJ/m ³)	コージェネレ ーション総 合効率	利用可能性量 (MJ)	重油 CO ₂ 換算 係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
下水汚泥	3,770	600.0	23.00	0.80	41,620,800	0.0693	2,884,321

出典：弘前市資料、財団法人 古紙再生促進センター 平成 8 年 RPF 研究会資料、NEDO 新エネルギー・グリーン技術開発研究会資料

(13) クリーンエネルギー自動車

全国のクリーンエネルギー自動車の導入台数は、2010 年度までに 154.5 万台と、全自動車台数の 1.94 パーセントです。2020 年までの国の導入目標は 1,400 万台であり、達成のためには積極的な普及が必要です。

現在の全国自動車台数と弘前市の自動車台数から、弘前市のクリーンエネルギー自動車台数を按分します。

さらに、自動車台数から弘前市のクリーンエネルギー自動車の割りあて台数を推計し、現在導入台数との差を利用可能性量とします。

① 利用可能性量

- ・利用可能性量=弘前市の乗用車台数／全国自動車台数×（2020 年の全国のクリーンエネルギー自動車導入目標台数－現在の全国のクリーンエネルギー自動車導入台数）

- ・ 弘前市の乗用車台数：126,104（台）
- ・ 全国自動車台数：7,965 万（台）
- ・ 2020 年の全国の次世代自動車導入目標台数：1,400 万台（台）
- ・ 現在の全国の次世代自動車導入台数：154.5 万台（台）
- ・ 利用可能性量：19,720（台）

(14) 燃料電池・天然ガスコーチェネレーション

大規模小売店舗や病院、ホテル、旅館にアンケート調査結果から想定される設置可能な割合の燃料電池・天然ガスコーチェネレーションを導入して得られる熱及び電気のエネルギー量を利用可能量とします。

① 利用可能性量

- 利用可能性量=大規模小売店舗・ホテル・旅館延べ床面積×導入原単位×年間稼働時間×設置可能率×システム効率
- $\text{CO}_2\text{削減量}=\text{利用可能性量} \times \text{重油 CO}_2\text{換算係数}$

表 51 燃料電池・天然ガスコーチェネレーション（利用可能性量）

種類	対象面積 (m ²)	導入原 単位 (kW/m ²)	熱量換算 係数 (MJ/kWh)	年間稼働 時間 (h)	コーチェネ レーション総 合効率	設置可 能率 (%)	利用可能 性量 (MJ)	重油 CO ₂ 換算 係数 (kg-CO ₂ /MJ)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂)
大規模小売店舗 等	1,282,000	0.015	9.97	8,760	0.80	4.4	59,118,201	0.0693	4,096,891

出典：弘前市 市勢ハンドブック、NEDO 高効率熱利用システム導入マニュアルの作成調査・新エネルギー・ガットブック 2008

(15) まとめ

これまで試算したエネルギー賦存量および利用可能性量の結果を以下に示します。

表 52 エネルギー賦存量および利用可能性量（エネルギー換算）

単位 : GJ

エネルギーの種類	賦存量	利用可能性量
太陽光発電	2,529,938	264,214
太陽熱利用	2,706,004	255,439
風力発電	576,426	87,337
中小規模水力発電	2,345,877	118,779
雪冷熱利用	369,965	129,488
未利用温差発電	856,471	43,041
木質バイオマスエネルギー	637,948	240,491
農産バイオマスエネルギー	259,922	11,227
畜産バイオマスエネルギー	2,211	2
バイオマス由来燃料製造(BDF)	5,001	1,475
生ごみ電熱利用	64,990	32,785
下水汚泥電熱利用	52,026	41,621
燃料電池・天然ガスコーチェネレーション	–	59,118
合計	10,406,779	1,285,017

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、発熱量発熱量 1GJ を原油換算 0.0258kL として原油換算値を試算しました。

表 53 エネルギーの賦存量および利用可能性量（原油換算）
単位 : kL

エネルギーの種類	賦存量	利用可能性量
太陽光発電	65,272	6,817
太陽熱利用	69,815	6,590
風力発電	14,872	2,253
中小規模水力発電	60,524	3,064
雪冷熱利用	9,545	3,341
未利用温度差発電	22,097	1,110
木質バイオマスエネルギー	16,459	6,205
農産バイオマスエネルギー	6,706	290
畜産バイオマスエネルギー	57	0
バイオマス由来燃料製造(BDF)	129	38
生ごみ電熱利用	1,677	846
下水汚泥電熱利用	1,342	1,074
燃料電池・天然ガスコージュレーション	–	1,525
合計	268,495	33,153

また、「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 54 エネルギーの賦存量および利用可能性量 (CO₂ 削減量)
単位 : t-CO₂

エネルギーの種類	賦存量	利用可能性量
太陽光発電	138,550	14,469
太陽熱利用	183,467	17,319
風力発電	31,568	4,783
中小規模水力発電	128,470	6,505
雪冷熱利用	25,639	8,974
未利用温度差発電	59,353	2,983
木質バイオマスエネルギー	44,210	16,666
農産バイオマスエネルギー	18,013	778
畜産バイオマスエネルギー	153	0
バイオマス由来燃料製造(BDF)	343	101
生ごみ電熱利用	4,504	2,272
下水汚泥電熱利用	3,605	2,884
燃料電池・天然ガスコージュレーション	–	4,097
合計	637,875	81,831

