

## 第6章 上越市における再生可能エネルギー賦存量と利用可能量

### 6.1 対象エネルギー

再生可能エネルギーおよび革新的エネルギー利用のうち、下表に示す項目について賦存量および利用可能量を推計した。賦存量については、利用時の制約条件を全く考慮していない指標であるため参考数値的な位置づけである。利用可能量は、技術や制度がある程度確立されており即効性のある利用方法の採用を前提とした。

表 6-1 検討対象とするエネルギー

		利用可能性		
		電力	熱	
再生可能エネルギー	太陽光発電	●		
	風力エネルギー	●		
	中小水力エネルギー	●		
	波力エネルギー	●		
	バイオマスエネルギー	●	●	
	太陽熱利用		●	
	雪エネルギー		●	
革新的エネルギー	コージェネ		●	
	燃料電池		●	
	温度差エネルギー	河川水ヒートポンプ		●
		下水処理水ヒートポンプ		●
		工場廃熱		●
		地中熱ヒートポンプ		●
	クリーンエネルギー自動車		●	

表 6-2 推計における賦存量・利用可能量の定義

	定義
賦存量	上越市において理論的に最大限に存在しうる潜在的なエネルギー資源量であり、種々の制約条件を考慮していない量である。
利用可能量	発電設備等の設置可能なスペースの有無などのエネルギーの採取上の制約や、現在から将来にわたる利用技術上の制約条件などを考慮した上で、活用が期待されるエネルギー資源量である。発電効率、熱回収効率等の機器性能は考慮するが、発電コスト、エネルギー回収コストなどの経済性に関する制約は原則的に考慮していない。

## 6.2 太陽光発電

### 6.2.1 推計方法

賦存量は上越市の全面積に設置するものとし、日射量の観測データは高田観測所の値を使用し、NEDOが作成した「MONSOLA-11」により発電電力量を算出した。利用可能量は戸建住宅、小中高校、公共建築物、工場、商業施設に太陽光発電施設を設置（設備利用率を考慮）するものとした。

設備利用率とは、発電設備の最大出力値に対し、実際に発電した発電量の比率を表す指標のことである。利用可能量の推計において設備利用率は、上越市の住宅用太陽光発電システム設置補助を利用した家庭の実測値10.9%を用いた。

表 6-3 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	市の全面積に太陽光発電施設を設置(変換効率等は考慮しない)	戸建住宅、小中高校、公共建築物、工場、商業施設の全施設に太陽光発電施設を設置
推計式	市全土地面積(974km <sup>2</sup> ) × 最適傾斜角における年間平均傾斜全天日射量(3.53kWh/m <sup>2</sup> /日) × 365日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・戸建住宅＝戸数(54,234戸) × 設置システム容量(4kW/戸) × 年間稼働時間(8,760時間/年) × 設備利用率(10.9%) × 単位換算係数(3.6MJ/kWh)</li> <li>・小中高校＝施設数(90校) × 設置システム容量(30kW/校) × 年間稼働時間(8,760時間/年) × 設備利用率(10.9%) × 単位換算係数(3.6MJ/kWh)</li> <li>・公共建築物＝延床面積500m<sup>2</sup>以上の施設数(119施設) × 設置システム容量(30kW/施設) × 年間稼働時間(8,760時間/年) × 設備利用率(10.9%) × 単位換算係数(3.6MJ/kWh)</li> <li>・工場＝製造業事業所数(675施設) × 設置システム容量(30kW/事業所) × 年間稼働時間(8,760時間/年) × 設備利用率(10.9%) × 単位換算係数(3.6MJ/kWh)</li> <li>・商業施設＝大規模小売店舗数(46施設) × 設置システム容量(30kW/事業所) × 年間稼働時間(8,760時間/年) × 設備利用率(10.9%) × 単位換算係数(3.6MJ/kWh)</li> </ul>

※公共建築物の出典：上越市提供データ

※戸建住宅、小中高校、工場、商業施設の出典：平成24年度上越市統計要覧（上越市）



図 6-1 高田地点の日射量

出典：NEDO 日射量データベース、MONSOLA-11

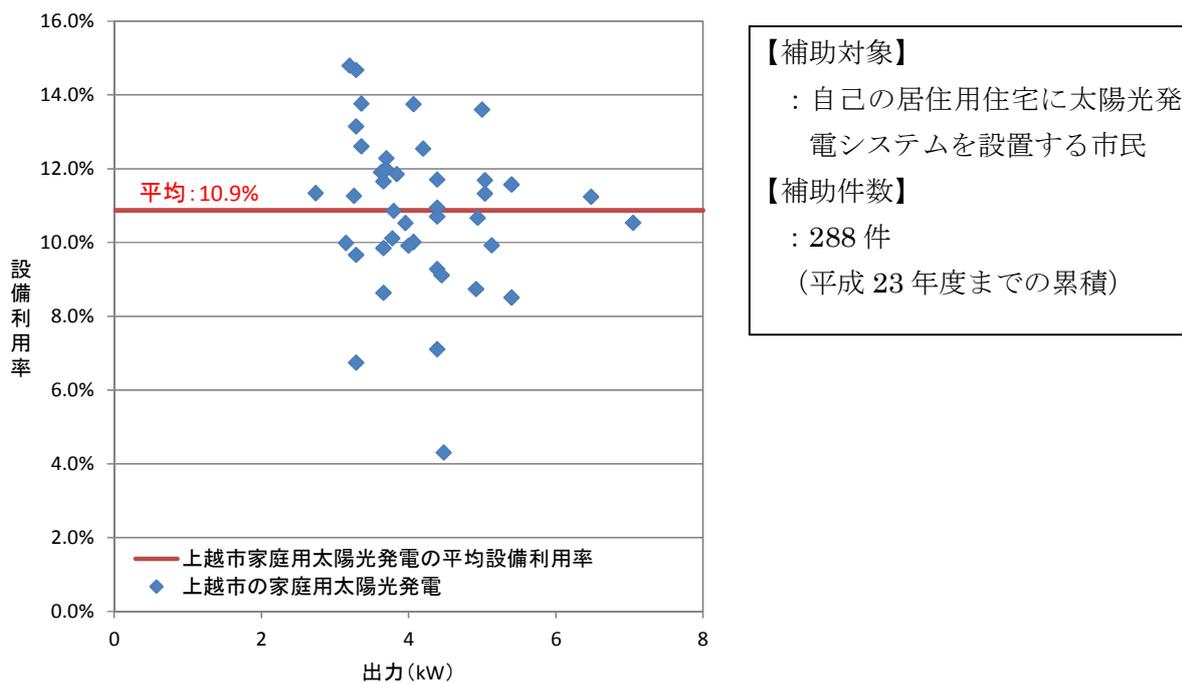


図 6-2 補助対象者の出力と設備利用率※

※平成 21、22 年度の市補助金交付世帯のうち、報告を頂いた 43 世帯の平成 23 年度発電実績を集計したもの  
出典：上越市提供データ

### 6.2.2 推計結果

賦存量は4,516,012百万MJ/年、利用可能量は1,678百万MJ/年と推計された。

表 6-4 推計結果

賦存量	利用可能量
4,516,012百万MJ/年	合計 1,678百万MJ/年
	・戸建住宅 746百万MJ/年
	・小中高校 9百万MJ/年
	・公共建築物 12百万MJ/年
	・工場 70百万MJ/年
	・商業施設 841百万MJ/年

## 6.3 風力発電

### 6.3.1 推計方法

環境省「再生可能エネルギーポテンシャルマップ」より、設置できる風車の基数を求めて賦存量・利用可能量を推計した。なお、風車は2,000kWのものを想定した。現在、研究開発が進められている浮体式洋上風力（および小型風車）については推計に含めていない。

表 6-5 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	地上高80mの年平均風速が5.5m/s以上のエリア(2000年データ、最低限の事業可能性を考慮) (出典:環境省「再生可能エネルギーポテンシャルマップ」)	賦存量マップに下記の各種社会条件を重ね合わせ、開発不可条件に当てはまらず風力発電施設が設置可能な面積を推計 【開発不可条件】 ・自然条件:標高(1,000m以上)、最大傾斜角(20°以上) ・社会条件:法規制等区分(国立・国定公園等)、居住地からの距離(500m未満)、都市計画区分(市街化区域)、土地利用区分(建物用地等)
推計式	地上高80mの年平均風速5.5m/s以上の面積(km <sup>2</sup> )×1km <sup>2</sup> 当たりの風車設置可能台数(1基/km <sup>2</sup> )×風車1基当たりの発電量(※MWh/基/年)×単位換算係数(3.6MJ/kWh)	—

※風車規模：現在主流の2,000kWを仮定

※風車1基当たりの発電量：5.5～6.5m/sでは3,717MWh/基/年、6.5～7.5m/sでは4,443MWh/基/年

### 6.3.2 推計結果

一般に事業可能性があると考えられる年平均風速5.5m/s以上の地域は市内に存在し、推計の結果、賦存量は1,394百万MJと推計された。ただし、賦存量は一定量あるものの賦存している地域は保安林や県立自然公園に指定されているほか、積雪が多く風車へのアクセスが困難である。

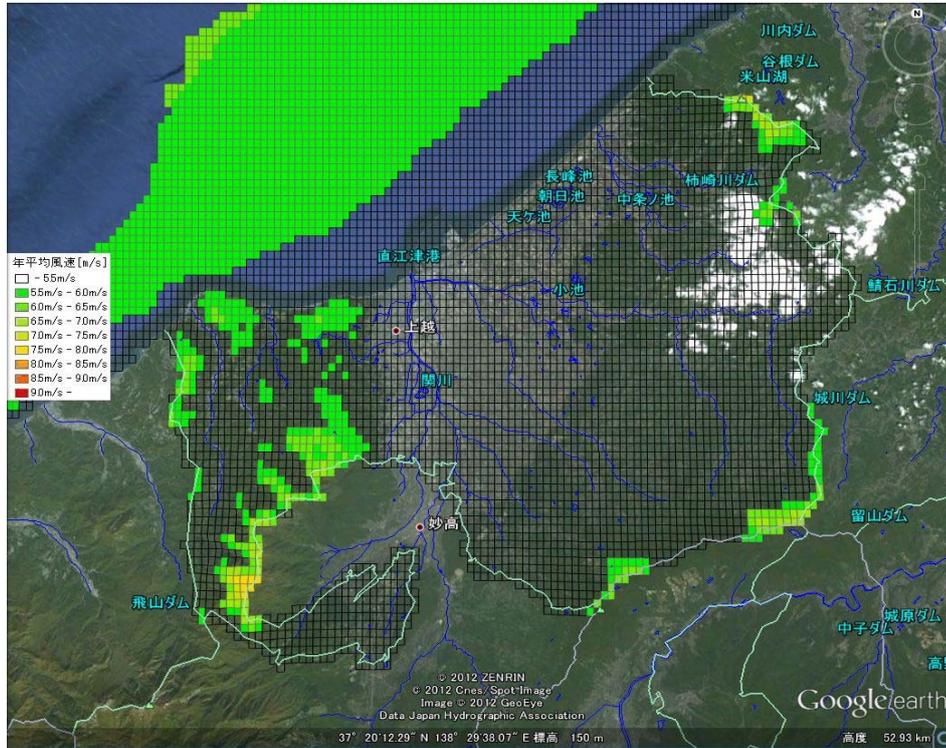


図 6-3 上越市内の風況

出典：「東北地方風況マップ」、環境省

表 6-6 賦存量推計結果

年平均風速		メッシュ数 (個)	面積 (km <sup>2</sup> )	風車基数 (基)	1基当たりの発 電電力量 (kWh/年)	発電電力量 (kWh/年)	賦存量 (百万MJ/年※)
東北地方風況マッ プにおける範囲	本検討での 設定						
5.5～6.0 m/s	5.75 m/s	231	57.8	57	3,717,486	211,896,674	763
6.0～6.5 m/s	6.25 m/s	100	25.0	25	4,443,299	111,082,463	400
6.5～7.0 m/s	6.75 m/s	41	10.3	10	5,169,112	51,691,115	186
7.0～7.5 m/s	7.25 m/s	5	1.3	1	5,894,925	5,894,925	21
7.5～8.0 m/s	7.75 m/s	7	1.8	1	6,620,738	6,620,738	24
合計		-		94	-	387,185,913	1,394

※単位換算係数：1kWh=0.0000036 百万 MJ

## 6.4 小水力発電

### 6.4.1 推計方法

推計条件は平成20年度中小水力開発促進指導事業基礎調査（未利用落差発電包蔵水力調査）報告書（財団法人 新エネルギー財団, H21）に準じた。既設のダムおよび水路を利用する発電方式で、出力100kW以上が期待される施設を賦存量および利用可能量とした。

表 6-7 推計条件

区分		概要
既設 ダム 利用	河川維持用水※	発電専用ダム(1998年度末までの水利権更新時に河川維持用水の放流を義務付けられているダム。堤高15m未満を含む)で、河川維持用水を利用する発電方式
	利水放流水	多目的ダム、上水道専用ダム、および工業用水専用ダム(ダム年鑑1999に記載され、1998年度末までに竣工しており、かつ、利水量が明記されているダム)で、利水放流水を利用する発電方式
	農業用水	農業用水専用ダム(ダム年鑑1999に記載され、1998年度末までに竣工しており、かつ、かんがい量が明記されているダム)で、農業用水を利用する発電方式
	砂防えん堤	砂防えん堤(砂防便覧(平成11年版)に諸元が記載され1998年度末までに竣工しているえん堤。木製、鋼製、スリットダムを除く)の落差を利用する発電方式
既設 水路 利用	農業用水路	農業用施設(年間通水期間185日以上かつ有効落差1.5m以上)のうち、落差工、急流工及びパイプライン等の水路系の遊休落差(余剰水圧)を利用する発電方式
	工業用水	工業用水施設(工業用水道の事業届けを行っている全ての事業体を対象)のうち、導水施設、送水施設及び配水施設の水路系の遊休落差(余剰水圧)を利用する発電方式
	上水道	上水道施設(浄水場の処理能力が10,000 m <sup>3</sup> /日以上、年間通水期間185日以上かつ有効落差1.5m以上)のうち、導水施設、送水施設及び配水施設の水路系の遊休落差(余剰水圧)を利用する発電方式
	下水道	下水道施設(下水処理能力が30,000 m <sup>3</sup> /日以上かつ有効落差1.5m以上)のうち、水処理施設の処理水(放流水)の水路系の遊休落差を利用する発電方式

※出力100kW以上が期待される施設を抽出

#### 6.4.2 推計結果

利水放流水および上水道については未利用落差を利用した小水力発電が可能とされており、賦存量は合計1.5百万MJであった。

表 6-8 賦存量推計結果

区分		発電量 (kWh/年)	賦存量 (百万 MJ/年 <sup>※2</sup> )
既設ダム利用	河川維持用水 <sup>※1</sup>	0	0.0
	利水放流水	77,000	0.3
	農業用水	0	0.0
	砂防えん堤	0	0.0
既設水路利用	農業用水路	0	0.0
	工業用水	0	0.0
	上水道	331,000	1.2
	下水道	0	0.0
合計		408,000	1.5

※1：関川は1,435,000kWhの発電量があるとされているが、上越市内であるか不明であったため、ここでは算定の対象外とした。

※2：単位換算係数：1kWh=0.0000036百万MJ

## 6.5 波力発電

### 6.5.1 推計方法

賦存量は海岸線全てに波力発電施設を設置した場合、利用可能量は海岸線のうち50%に波力発電施設を設置した場合とした。

表 6-9 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	海岸線全てに波力発電施設を設置(変換効率等は考慮しない)	海岸線のうち50%に波力発電施設を設置(変換効率等を考慮)
推計式	波力エネルギー密度(7kW/m)×総海岸線延長距離(40km)×年間稼働時間8,760h/年×単位換算係数(3.6MJ/kWh)	波力エネルギー密度(7kW/m)×総海岸線延長距離(40km)×利用可能な海岸線延長割合(50%)×年間稼働時間8,760h/年×設備利用率(30%)×タービン効率(60%)×発電効率(80%)×単位換算係数(3.6MJ/kWh)

### 6.5.2 推計結果

推計の結果、賦存量は8,830百万MJ/年、利用可能量は636百万MJ/年と推計された。

表 6-10 賦存量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
波力エネルギー密度	A	7	kW/m	日本沿岸の平均、通年	NEDO再生可能エネルギー技術白書(NEDO,H22)
総海岸線延長距離	B	40	km		上越市ヒアリング
年間稼働時間	C	8,760	h/年		
賦存量	$D=A*B*10^3*C*3.6/10^6$	8,830	百万MJ/年		

表 6-11 利用可能量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
波力エネルギー密度	A	7	kW/m	通年	上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
防潮堤延長距離	B	20	km	総海岸線延長距離の1/2とした(上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14))	
年間稼働時間	C	8,760	h/年		
設備利用率	D	30%	%		
タービン効率	E	60%	%		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
発電効率	F	80%	%		
賦存量	$G=A*B*10^3*C*D*E*F*3.6/10^6$	636	百万MJ/年		

## 6.6 バイオマス利用

### 6.6.1 推計方法

バイオマスの賦存量および利用可能量はNEDO「バイオマスの賦存量・有効利用可能量の推計」から引用した。

表 6-12 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	NEDO「バイオマスの賦存量・有効利用可能量の推計」のバイオマス賦存量・賦存熱量を基に算出。 (出典:NEDO「バイオマスの賦存量・有効利用可能量の推計」)	NEDO「バイオマスの賦存量・有効利用可能量の推計」のバイオマス有効利用量・有効利用熱量を基に算出。 (出典:NEDO「バイオマスの賦存量・有効利用可能量の推計」)
推計式	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力利用量: <math>\Sigma</math> バイオマス賦存量 (DW-t/年) <math>\times</math> 低位発熱量 (MJ/DW-t) <math>\times</math> ボイラー効率 (%)</li> <li>熱利用量: <math>\Sigma</math> (バイオマス賦存量 (DW-t/年) <math>\times</math> 低位発熱量 (MJ/DW-t) <math>\times</math> 発電機効率 (%))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力利用量: <math>\Sigma</math> バイオマス利用可能量 (DW-t/年) <math>\times</math> 低位発熱量 (MJ/DW-t) <math>\times</math> ボイラー効率 (%)</li> <li>熱利用量: <math>\Sigma</math> バイオマス利用可能量 (DW-t/年) <math>\times</math> 低位発熱量 (MJ/DW-t) <math>\times</math> 発電機効率 (%)</li> </ul>

※賦存量・利用可能量は、原則として乾燥重量 (DW-t/年) とし、下水汚泥、し尿・浄化槽余剰汚泥、集落排水汚泥については固形物重量 (DS-t/年) とした。

### 6.6.2 推計結果

推計の結果を次ページに示す。賦存量では稲作残渣や建築廃材、切捨間伐材等の燃焼系が多いが、利用可能量ではそれらに加え家庭系や事業系の厨芥類等のメタン発酵系も高い割合を占めている。

表 6-13 賦存量推計結果

			利用方法	賦存量	賦存熱量	熱利用量	電力利用量	
				DW-t/年または DS-t	MJ/年	百万MJ/年	百万MJ/年	
未利用系資源	木質系バイオマス	林地残材	燃焼	879	15,905,773	14	4	
		切捨間伐材	燃焼	7,333	156,150,186	133	39	
		果樹剪定枝	燃焼	191	2,199,625	2	1	
		タケ	燃焼	362	4,521,110	4	1	
	農業残渣	稲作残渣(稲わら)	燃焼	53,479	727,314,740	618	182	
		稲作残渣(もみ殻)	燃焼	4,782	67,906,866	58	17	
		麦わら	燃焼	115	1,560,600	1	0	
		その他の農業残渣	燃焼	2,343	25,299,957	22	6	
	草本系バイオマス	ササ	燃焼	-	-	-	-	
		ススキ	燃焼	3,764	51,188,915	44	13	
廃棄物系資源	木質系バイオマス	国産材製材廃材	燃焼	1,722	31,176,017	26	8	
		外材製材廃材	燃焼	4,373	79,155,707	67	20	
		建築廃材	燃焼	9,322	168,724,148	143	42	
		新・増築廃材	燃焼	1,550	28,049,570	24	7	
		公園剪定枝	燃焼	181	2,085,550	2	1	
	家畜ふん尿・汚泥	乳用牛ふん尿	メタン発酵	1,158	6,668,000	6	2	
		肉用牛ふん尿	メタン発酵	724	4,276,000	4	1	
		豚ふん尿	メタン発酵	608	3,635,000	3	1	
		採卵鶏ふん尿	燃焼	1,462	16,815,000	15	4	
		ブロイラーふん尿	燃焼	-	-	-	-	
		下水汚泥(濃縮汚泥)*	メタン発酵	1,267	11,269,326	10	3	
		し尿・浄化槽余剰汚泥*	メタン発酵	28	271,059	0	0	
		集落排水汚泥*	メタン発酵	360	3,635,395	3	1	
	食品系バイオマス	食品加工廃棄物	メタン発酵	447	1,287,361	1	0	
		家庭系厨芥類	メタン発酵	2,844	58,032,776	52	15	
		事業系厨芥類	メタン発酵	1,905	38,857,154	35	10	
		燃やせるごみ	燃焼	65,700	946,080,000	662	167	
	合計				166,898	2,452,065,835	1,949	545

表 6-14 利用可能量推計結果

			利用方法	利用可能量	利用熱量	熱利用量	電力利用量	
				DW-t/年または DS-t	MJ/年	百万MJ/年	百万MJ/年	
未利用系資源	木質系バイオマス	林地残材	燃焼	32	582,527	0	0	
		切捨間伐材	燃焼	269	5,718,789	5	1	
		果樹剪定枝	燃焼	146	1,680,513	1	0	
		タケ	燃焼	346	4,327,259	4	1	
	農業残渣	稲作残渣(稲わら)	燃焼	8,022	109,097,211	93	27	
		稲作残渣(もみ殻)	燃焼	717	10,186,030	9	3	
		麦わら	燃焼	17	234,090	0	0	
		その他の農業残渣	燃焼	1,293	13,968,915	12	3	
	草本系バイオマス	ササ	燃焼	-	-	-	-	
		ススキ	燃焼	3,764	51,188,915	44	13	
廃棄物系資源	木質系バイオマス	国産材製材廃材	燃焼	92	1,670,055	1	0	
		外材製材廃材	燃焼	156	2,817,006	2	1	
		建築廃材	燃焼	2,473	44,758,632	38	11	
		新・増築廃材	燃焼	634	11,475,953	10	3	
		公園剪定枝	燃焼	129	1,486,997	1	0	
	家畜ふん尿・汚泥	乳用牛ふん尿	メタン発酵	116	667,000	1	0	
		肉用牛ふん尿	メタン発酵	72	428,000	0	0	
		豚ふん尿	メタン発酵	61	363,000	0	0	
		採卵鶏ふん尿	燃焼	146	1,682,000	2	0	
		ブロイラーふん尿	燃焼	-	-	-	-	
		下水汚泥(濃縮汚泥)*	メタン発酵	0	0	0	0	
		し尿・浄化槽余剰汚泥*	メタン発酵	19	186,002	0	0	
		集落排水汚泥*	メタン発酵	191	1,927,942	2	0	
	食品系バイオマス	食品加工廃棄物	メタン発酵	229	658,650	1	0	
		家庭系厨芥類	メタン発酵	2,844	58,032,776	52	15	
		事業系厨芥類	メタン発酵	1,165	23,777,926	21	6	
		燃やせるごみ	燃焼	65,700	946,080,000	662	167	
	合計				88,634	1,292,996,192	961	251

## 6.7 太陽熱利用

### 6.7.1 推計方法

賦存量は上越市の全面積に設置するものとし、日射量の観測データは高田観測所の値を使用し、NEDOが作成した「MONSOLA-11」により熱量を算出した。利用可能量は戸建住宅、小中高校、公共建築物、工場、商業施設に太陽熱利用施設を設置するものとした。

表 6-15 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	町の全面積に太陽熱利用施設を設置(変換効率等は考慮しない)	戸建住宅、小中高校、公共建築物、工場、商業施設の全施設に太陽熱利用施設を設置(変換効率等を考慮)
推計式	市全土地面積(974km <sup>2</sup> )×最適傾斜角における年間平均傾斜全天日射量(12.7MJ/m <sup>2</sup> /日)×365日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・戸建住宅＝戸数(54,234戸)×集熱面積(3m<sup>2</sup>/戸)×最適傾斜角の年間平均傾斜全天日射量(13.1MJ/m<sup>2</sup>/日)×有効集熱効率(40%)×365日</li> <li>・公共建築物＝延床面積500m<sup>2</sup>以上の施設数(119施設)×集熱面積(50m<sup>2</sup>/事業所)×最適傾斜角の年間平均傾斜全天日射量(13.1MJ/m<sup>2</sup>/日)×有効集熱効率(40%)×365日</li> <li>・工場＝製造業事業所数(675施設)×集熱面積(50m<sup>2</sup>/事業所)×最適傾斜角の年間平均傾斜全天日射量(13.1MJ/m<sup>2</sup>/日)×有効集熱効率(40%)×365日</li> </ul>

※戸建住宅、小中高校、工場、商業施設の出典：平成24年度上越市統計要覧（上越市）

### 6.7.2 推計結果

賦存量は4,516,012百万MJ/年、利用可能量は376百万MJ/年と推計された。

表 6-16 推計結果

賦存量	利用可能量
4,516,012百万MJ/年	合計 376百万MJ/年
	・戸建住宅 302百万MJ/年
	・小中高校 11百万MJ/年
	・公共建築物 63百万MJ/年

## 6.8 雪氷冷熱利用

### 6.8.1 推計方法

賦存量は市全面積、利用可能量は道路、農地、一戸建・長屋住宅および公共建築物から雪を回収するものとした。

表 6-17 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	雪量は市全面積に最深積雪深を乗じて算出	雪量は道路、農地の面積、一戸建・長屋住宅および公共建築物の屋根面積に最深積雪深を乗じて算出し、それに利用可能率を乗じて算出
推計式	市面積(974km <sup>2</sup> )×10 <sup>6</sup> ×最深積雪(4.3m)×雪の密度(100kg/m <sup>3</sup> )×(雪の比熱(2,093kJ/kg/°C)×雪温( -1 °C)+融解水の比熱(4,186kJ/kg/°C)×放流水温(5°C)+融解潜熱(335 kJ/kg))	表 6-19参照

### 6.8.2 推計結果

至近10年間の平均最深積雪は4.3mと大きく、賦存量は148,736百万MJ/年、利用可能量は479百万MJ/年と推計された。

表 6-18 賦存量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
上越市面積	A	974	km <sup>2</sup>		平成24年度上越市統計要覧(上越市)
降雪深	B	4.3	m/年	高田地点における降雪深の10年間平均(2002~2011年)	気象庁ホームページ
利用可能雪量	C=A*10 <sup>6</sup> *B	4,154,393,870	m <sup>3</sup> /年		
雪の密度	D	100	kg/m <sup>3</sup>	道路除雪の場合の雪の密度	平成15年度上越地域における雪氷冷熱エネルギー導入可能性調査 報告書
低圧比熱A	E	2.093	kJ/kg/°C	雪の比熱	新エネルギーガイドブック(NEDO)
雪温	F	-1	°C		
低圧比熱B	G	4.186	kJ/kg/°C	融解水の比熱	
放流水温	H	5	°C		
融解潜熱	I	335	kJ/kg		
賦存量	J=C*D*(E*F+G* H +I)*10 <sup>-3</sup> /10 <sup>6</sup>	148,737	百万MJ/年		

表 6-19 利用可能量推計結果

項目	算定式	数値				単位	備考	出典
		道路	農地	戸建て・長屋住	公共建築物			
面積	A	16,455,702	203,781,000	2,751,850	11,900	m <sup>2</sup>	道路:市道の道路部面積(H22) 農地:田および畑の面積(H23) 一戸建て・長屋住宅:一戸建て・長屋住宅世帯数(55,037世帯,H22)×集積面積(50m <sup>2</sup> /戸) 公共建築物:施設数(119施設)×集積面積(100m <sup>2</sup> /箇所)	平成24年度上越市統計要覧(上越市) 上越市ヒアリング
降雪深	B	4.3	4.3	4.3	4.3	m/年	高田地点における降雪深の10年間平均(2002~2011年)	気象庁ホームページ
利用可能率		5%	1%	10%	20%			上越市新エネルギービジョン(上越市)
利用可能雪量	C	3,510,824	8,695,335	1,174,214	10,155	m <sup>3</sup> /年		
雪の密度	D	100	100	100	100	kg/m <sup>3</sup>	道路除雪の場合の雪の密度	平成15年度上越地域における雪氷冷熱エネルギー導入可能性調査 報告書
低圧比熱A	E	2.093	2.093	2.093	2.093	kJ/kg/°C	雪の比熱	新エネルギーガイドブック(NEDO)
雪温	F	-1	-1	-1	-1	°C		
低圧比熱B	G	4.186	4.186	4.186	4.186	kJ/kg/°C	融解水の比熱	
放流水温	H	5	5	5	5	°C		
融解潜熱	I	335	335	335	335	kJ/kg		
賦存量	J=C*D*(E*F+G* H +I)*10 <sup>-3</sup> /10 <sup>6</sup>	126	311	42	0	百万MJ/年	479	

## 6.9 コージェネレーション

### 6.9.1 推計方法

木造以外の事務所、店舗、百貨店、銀行、病院、ホテル、工場、倉庫、市場に対し、賦存量はコージェネ施設を100%導入、利用可能量は50%導入とした。

表 6-20 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	木造以外の事務所、店舗、百貨店、銀行、病院、ホテル、工場、倉庫、市場にコージェネ施設を100%導入	木造以外の事務所、店舗、百貨店、銀行、病院、ホテル、工場、倉庫、市場にコージェネ施設を50%導入
推計式	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力利用量: 延床面積(3,708,573m<sup>2</sup>) × 単位面積当たりのコージェネ容量(0.05kW/m<sup>2</sup>) × 8,760(時間/年) × 発電効率(25%)</li> <li>熱利用量: 延床面積(3,678,573m<sup>2</sup>) × 単位面積当たりのコージェネ容量(0.05kW/m<sup>2</sup>) × 8,760(時間/年) × 排熱回収効率(45%) × 単位換算係数(3.6MJ/kWh)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力利用量: 延床面積(1,854,287m<sup>2</sup>) × 単位面積当たりのコージェネ容量(0.05kW/m<sup>2</sup>) × 8,760(時間/年) × 発電効率(25%)</li> <li>熱利用量: 延床面積(1,839,237m<sup>2</sup>) × 単位面積当たりのコージェネ容量(0.05kW/m<sup>2</sup>) × 8,760(時間/年) × 排熱回収効率(45%) × 単位換算係数(3.6MJ/kWh)</li> </ul>

延床面積データの出典：上越市資料

事務所・店舗・百貨店・銀行：1,240,987m<sup>2</sup>、病院・ホテル：205,200m<sup>2</sup>、工場・倉庫・市場：2,262,386m<sup>2</sup>

### 6.9.2 推計結果

賦存量は電力406百万kWh/年および2,631百万MJ/年、利用可能量は電力203百万kWh/年および1,316百万MJ/年と推計された。

表 6-21 賦存量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
業務用延床面積	A	3,708,573	m <sup>2</sup>	「事務所、店舗、百貨店、銀行」 1,240,987m <sup>2</sup> 、「病院、ホテル」 205,200m <sup>2</sup> 、「工場、倉庫、市場」 2,262,386m <sup>2</sup> (平成23年度、木造以外)	上越市資料
単位面積当たりのコージェネ容量	B	0.05	kW/m <sup>2</sup>		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
年間稼働時間	C	8,760	h/年		
発電効率	D	25%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
電力利用量	E=A*B*C*D/10 <sup>6</sup>	406	百万kWh/年		
排熱回収効率	F	45%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
単位換算	G	3.6	MJ/kWh		
熱利用量	H=A*B*C*F*G/10 <sup>6</sup>	2,631	百万MJ/年		

表 6-22 利用可能量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
導入可能な業務用延床面積	A	1,854,287	m <sup>2</sup>	全業務用延床面積の1/2とした(上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14))	
単位面積当たりのコージェネ容量	B	0.05	kW/m <sup>2</sup>		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
年間稼働時間	C	8,760	h/年		
発電効率	D	25%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
電力利用量	E=A*B*C*D/10 <sup>6</sup>	203	百万kWh/年		
排熱回収効率	F	45%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
単位換算	G	3.6	MJ/kWh		
熱利用量	H=A*B*C*F*G/10 <sup>6</sup>	1,316	百万MJ/年		

## 6.10 燃料電池

### 6.10.1 推計方法

賦存量は一戸建の住宅に100%導入、利用可能量は50%導入とした。

表 6-23 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	一戸建住宅に燃料電池を100%導入	オール電化でない一戸建住宅に燃料電池を100%導入
推計式	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力利用量:一戸建住宅数(戸)×1戸あたりの燃料電池容量(1kW/戸)×8,760(時間/年)×発電効率(30%)</li> <li>熱利用量:一戸建住宅数(戸)×1戸あたりの燃料電池容量(1kW/戸)×8,760(時間/年)×排熱回収効率(40%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力利用量:一戸建住宅数(戸)×(100%-オール電化普及率(13%))×1戸あたりの燃料電池容量(1kW/戸)×8,760(時間/年)×発電効率(30%)</li> <li>熱利用量:一戸建住宅数(戸)×(100%-オール電化普及率(13%))×1戸あたりの燃料電池容量(1kW/戸)×8,760(時間/年)×排熱回収効率(40%)</li> </ul>

### 6.10.2 推計結果

賦存量は電力143百万kWhおよび684百万MJ/年、利用可能量は電力124百万kWh/年および597百万MJ/年と推計された。

表 6-24 賦存量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
一戸建住宅数	A	54,234	戸	平成22年、小規模の事業所では導入は難しいと考えられるため30人以上とした	上越市統計要覧平成24年度
1戸あたりの燃料電池容量	B	1	kW/戸		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
年間稼働時間	C	8,760	h/年		
発電効率	D	30%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
電力利用量	$E=A*B*C*D/10^6$	143	百万kWh/年		
排熱回収効率	F	40%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
単位換算	G	3.6	MJ/kWh		
熱利用量	$H=A*B*C*F*G/10^6$	684	百万MJ/年		

表 6-25 利用可能量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
一戸建住宅数	A	54,234	戸	平成22年、小規模の事業所では導入は難しいと考えられるため30人以上とした	上越市統計要覧平成24年度
「オール電化」普及率	B	12.7%	%	2010年度、全国平均	株式会社富士経済ホームページ
1戸あたりの燃料電池容量	C	1	kW/戸		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
年間稼働時間	D	8,760	h/年		
発電効率	E	30%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
電力利用量	$F=A*(1-B)*C*D*E/10^6$	124	百万kWh/年		
排熱回収効率	G	40%	%		高効率熱利用システム導入マニュアル作成調査(NEDO,1998)
単位換算	H	3.6	MJ/kWh		
熱利用量	$I=A*B*C*D*G*H/10^6$	597	百万MJ/年		

## 6.11 河川水ヒートポンプ（温度差エネルギー）

### 6.11.1 推計方法

賦存量は関川（高田地点）全流量、利用可能量は関川（高田地点）全流量のうち60m<sup>3</sup>/年を利用するものとした。

表 6-26 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	関川(高田地点)全流量を利用	関川(高田地点)全流量のうち60m <sup>3</sup> を利用
推計式	関川(高田地点)全流量(m <sup>3</sup> /年)×熱源水の比重(kg/m <sup>3</sup> )×熱源水の比熱(KJ/kg/°C)×利用温度差(°C)	60(m <sup>3</sup> /年)×熱源水の比重(kg/m <sup>3</sup> )×熱源水の比熱(KJ/kg/°C)×利用温度差(°C)×冷暖房を行う日数の割合(%)

### 6.11.2 推計結果

賦存量は90,823百万MJ/年、利用可能量は0.0006百万MJ/年と推計された。

表 6-27 賦存量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
利用可能水量	A	4,339,375,609	m <sup>3</sup> /年	関川の流量(高田地点、平成11~20年の平均)	水文・水質データベース(国土交通省)
熱源水の比重	B	1,000	kg/m <sup>3</sup>		
熱源水の比熱	C	4.186	kJ/kg/°C		
利用温度差	D	5	°C		新エネルギーガイドブック(NEDO)
賦存量	$E=A*B*C*D/10^3/10^6$	90,823	百万MJ/年		

表 6-28 利用可能量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
導入箇所	A	1	箇所		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
1箇所当たりの取水量	B	60	m <sup>3</sup> /箇所/年		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
利用可能水量	C=A*B	60	m <sup>3</sup> /年		
熱源水の比重	D	1,000	kg/m <sup>3</sup>		
熱源水の比熱	E	4.186	kJ/kg/°C		
利用温度差	F	5	°C		新エネルギーガイドブック(NEDO)
冷暖房日数/年間日数	G	0.5			上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
利用可能量	$H=C*D*E*F*G/10^3/10^6$	0.0006	百万MJ/年		

## 6.12 下水処理水ヒートポンプ（温度差エネルギー）

### 6.12.1 推計方法

賦存量・利用可能量とも上越市下水道センターおよび浄化センターの流入水量の全量を利用するものとし、利用可能量のみ冷暖房を行う日数を考慮した。

表 6-29 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	上越市下水道センターおよび浄化センター流入水量の全量を利用	
推計式	上越市下水道センターおよび浄化センターにおける平成23年度流入水量 (m <sup>3</sup> /年) × 熱源水の比重 (kg/m <sup>3</sup> ) × 熱源水の比熱 (KJ/kg/°C) × 利用温度差 (°C)	上越市下水道センターおよび浄化センターにおける平成23年度流入水量 (m <sup>3</sup> /年) × 熱源水の比重 (kg/m <sup>3</sup> ) × 熱源水の比熱 (KJ/kg/°C) × 利用温度差 (°C) × 冷暖房を行う日数の割合 (%)

### 6.12.2 推計結果

賦存量は238百万MJ/年、利用可能量は119百万MJ/年と推計された。

表 6-30 賦存量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
利用可能水量	A	11,362,052	m <sup>3</sup> /年	上越市下水道センターおよび浄化センターにおける平成23年度流入水量	上越市資料
熱源水の比重	B	1,000	kg/m <sup>3</sup>		
熱源水の比熱	C	4.186	kJ/kg/°C		
利用温度差	D	5	°C		新エネルギーガイドブック (NEDO)
賦存量	$E=A*B*C*D/10^3/10^6$	238	百万MJ/年		

表 6-31 利用可能量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
利用可能水量	A	11,362,052	m <sup>3</sup> /年	上越市下水道センターおよび浄化センターにおける平成23年度流入水量	上越市資料
熱源水の比重	B	1,000	kg/m <sup>3</sup>		
熱源水の比熱	C	4.186	kJ/kg/°C		
利用温度差	D	5	°C		新エネルギーガイドブック (NEDO)
冷暖房日数/年間日数	E	0.5			上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
利用可能量	$F=A*B*C*D*E/10^3/10^6$	119	百万MJ/年		

## 6.13 工場廃熱（温度差エネルギー）

### 6.13.1 推計方法

賦存量は製造業の工場廃熱全量、利用可能量は製造業の工場廃熱の一部を利用するものとした。

表 6-32 推計条件

	賦存量	利用可能量
推計条件	製造業の工場廃熱全量を利用	製造業の工場廃熱の一部を利用
推計式	製造業のエネルギー消費量(MJ/年)×廃熱比率(%)	製造業のエネルギー消費量(MJ/年)×廃熱比率(%)×廃熱利用可能比率(%)

### 6.13.2 推計結果

賦存量は2,799百万MJ/年、利用可能量は559百万MJ/年と推計された。

表 6-33 賦存量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
製造業のエネルギー消費量	A	6,997,681,369	MJ	2009年度推計値	上越市地球温暖化対策実行計画(区域施策編)(上越市)
廃熱比率	B	40%	%		直方市地域新エネルギービジョン(直方市,H14)
賦存量(省エネルギー量)	$C=A*B/10^6$	2,799	百万MJ/年		

表 6-34 利用可能量推計結果

項目	算定式	数値	単位	備考	出典
製造業のエネルギー消費量	A	6,997,681,369	MJ	2009年度推計値	上越市地球温暖化対策実行計画(区域施策編)(上越市)
廃熱比率	B	40%	%		直方市地域新エネルギービジョン(直方市,H14)
廃熱利用可能比率	B	20%	%		上越市地域新エネルギービジョン(上越市,H14)
利用可能量(省エネルギー量)	$C=A*B/10^6$	560	百万MJ/年		

## 6.14 地中熱ヒートポンプ（温度差エネルギー）

地中熱ヒートポンプは、基本的に地下水があれば、どのような地点でも利用可能なものであり、建物空調やハウス農業での加温用、融雪において普及が進んでいる。上越市内においても、道路等の融雪を始め、水産加工施設、農業施設等のあらゆる場所での利用可能性がある。

## 6.15 クリーンエネルギー自動車

### 6.15.1 推計方法

全自家用自動車グリーンエネルギー自動車となった場合とした。

表 6-35 推計条件

賦存量・利用可能量	
推計条件	全自家用自動車によるエネルギー消費量に省エネルギー率(25%)を乗じて推計
推計式	自家用自動車によるエネルギー消費(MJ/年)×省エネルギー率(25%)

### 6.15.2 推計結果

賦存量・利用可能量は1,631百万MJ/年と推計された。

表 6-36 賦存量・利用可能量推計結果

項目	算定式	数値	単位	出典
市内全自家用自動車によるエネルギー消費	A	6,523,371,522	MJ/年	上越市地球温暖化対策実行計画(区域施策編)(上越市)
省エネルギー率	B	25%	%	上越市地域新エネルギービジョン(上越市、H14)
省エネルギー量	$C=A*B/10^6$	1,631	百万MJ/年	

## 6.16 まとめ

賦存量及び利用可能量は、以下のとおりとなった。

表 6-37 上越市の賦存量及び利用可能量

	利用可能性	電力利用 (百万 MJ/年)		熱利用 (百万 MJ/年)				
		電力	熱	賦存量	利用可能量			
再生可能エネルギー	太陽光発電	●		4,516,012	1,678	-	-	
	風力発電	●		1,394	0	-	-	
	小水力発電	●		1.5	1.5	-	-	
	波力発電	●		8,830	636	-	-	
	バイオマス利用	●	●	545	251	1,949	961	
	太陽熱利用		●	-	-	4,516,012	376	
	雪氷冷熱利用		●	-	-	148,737	479	
革新的エネルギー	コージェネレーション		●	406	203	2,631	1,316	
	燃料電池		●	143	124	684	597	
	エネルギー 温度差エ	河川水ヒートポンプ		●	-	-	90,823	0.0006
		下水処理水ヒートポンプ		●	-	-	238	119
		工場廃熱		●	-	-	2,799	560
	クリーンエネルギー自動車		●	-	-	1,631	1,631	
合計				4,527,332	2,894	4,765,504	6,039	

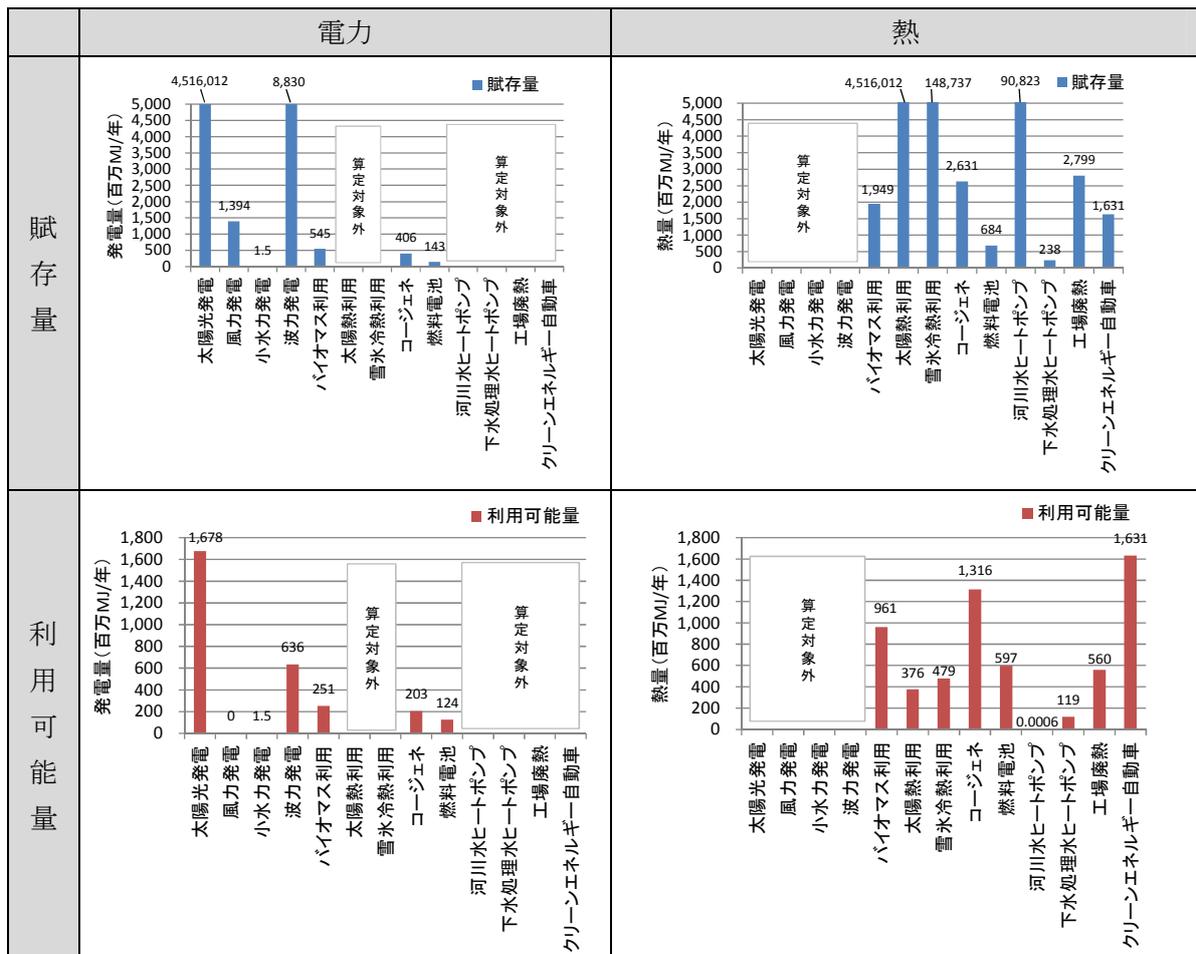


図 6-4 上越市の賦存量及び利用可能量