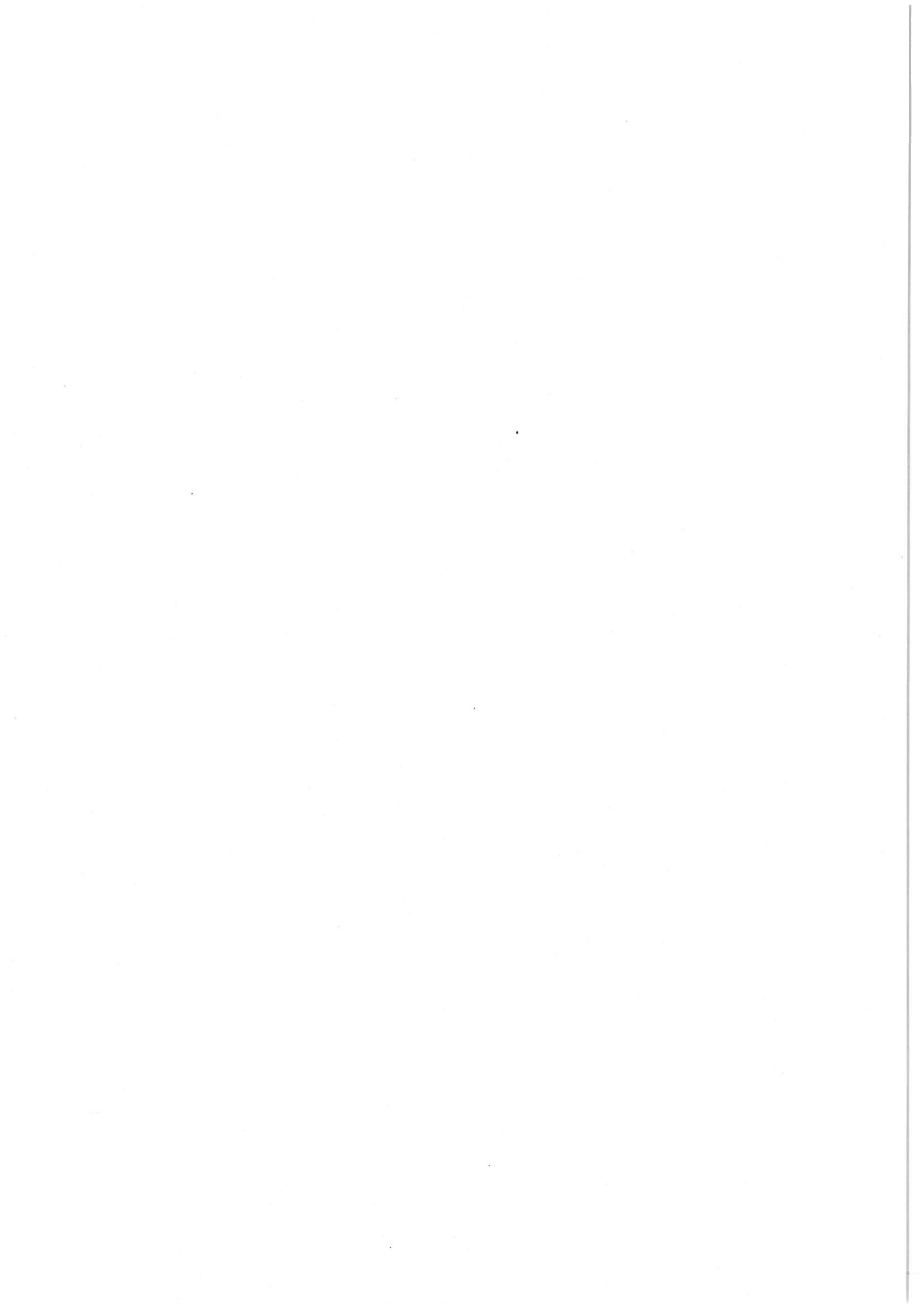


## 4. 新エネルギー賦存量調査

- 4-1. 太陽光エネルギー
- 4-2. 風力エネルギー
- 4-3. バイオマスエネルギー
- 4-4. 廃棄物エネルギー
- 4-5. BDF (バイオディーゼル燃料)
- 4-6. 温度差エネルギー
- 4-7. 雪氷熱エネルギー
- 4-8. 賦存量まとめ



## 4. 新エネルギー賦存量調査

本章では、当別町内に存在する新エネルギー源について調べ、その賦存量及び利用可能量を推定した結果について説明します。

### 4-1. 太陽光エネルギー

#### 1. 発電

日射量については当別町内の実測値がないので、隣接する三町村（新篠津村、厚田村、月形町）の気象観測所で観測された平均値を使って算出します。

水平面での日射量を表 4-1-1 に示します。参考のために札幌市と、太平洋側に位置する帯広市のデータも載せました。単位は kWh/m<sup>2</sup>・日で、1 m<sup>2</sup>の面積で一日に受けることの出来る太陽光のエネルギーを表します。

表 4-1-1 水平面での日射量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均値
新篠津村	1.51	2.44	3.72	4.38	5.03	5.20	4.74	4.27	3.59	2.52	1.40	1.13	3.33
厚田村	1.20	2.10	3.44	4.32	4.99	5.27	4.90	4.33	3.67	2.43	1.22	0.89	3.23
月形町	1.36	2.30	3.53	4.31	4.89	5.13	4.60	4.08	3.45	2.42	1.30	1.01	3.20
平均	1.36	2.28	3.56	4.34	4.97	5.20	4.75	4.23	3.57	2.46	1.31	1.01	3.25
札幌市	1.68	2.51	3.61	4.42	5.08	5.36	4.98	4.43	3.76	2.64	1.64	1.32	3.45
帯広市	2.05	3.04	4.15	4.63	5.12	4.78	4.45	3.76	3.42	2.90	2.03	1.68	3.50

グラフに表すと図 4-1-1 のようになり、夏至に近い時期に水平面での日射エネルギーが大きくなることが分かります。

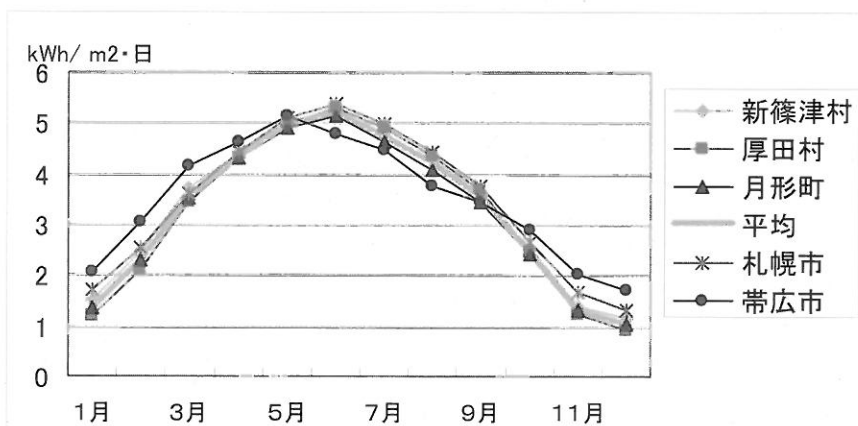


図 4-1-1 水平面での日射量

新篠津村、厚田村、月形町の水平面日射量の平均値から、年間の単位面積当たりの水平面日射量を求め、それに当別町の全面積をかけて最大賦存量を求めます。

最大賦存量  
 単位面積当たり年間水平面日射量×当別町の面積

$$1,188 \text{ kWh/m}^2 \times 4.227 \times 10^8 \text{ m}^2 = 5.0 \times 10^{11} \text{ kWh}$$

当別町の太陽光エネルギーの最大賦存量  
 $5.0 \times 10^{11} \text{ kWh}$

水平面で受けることの出来る太陽光エネルギーは上記のようになりましたが、実際の設置に当たっては、最適傾斜角を考慮する必要があります。

最適角における日射量を図 4-1-2 に示します。最適角とは、最も太陽の光を多く受けることのできる傾き（傾斜角）のことで、冬は角度が大きくなり夏は小さくなります。また、場所によって変わります。参考に新篠津村での最適角の年変動と、年間最適角を表 4-1-2 に示します。

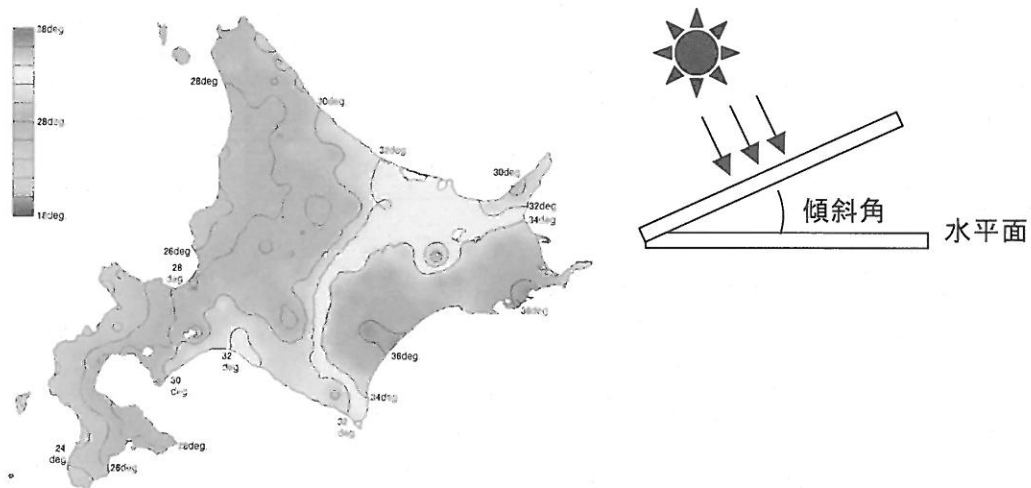


図 4-1-2 道内での最適角分布

作成：三木信博  
<http://urban.urban.eng.osaka-cu.ac.jp/~area/MIKI/Solar/Hokkaido.html>

表 4-1-2 新篠津村における最適角

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間最適
度	70.4	64.4	52.9	28.4	13.9	7.1	9.6	19.2	34.2	49.2	57.6	66.7	33.8

年間最適角は、33.8° と大分立っていることがわかります。

図 4-1-3 は最適角における各地の日射量を表しています。太陽光のコレクターを最適角に合わせて、受けることの出来るエネルギーが増加します。

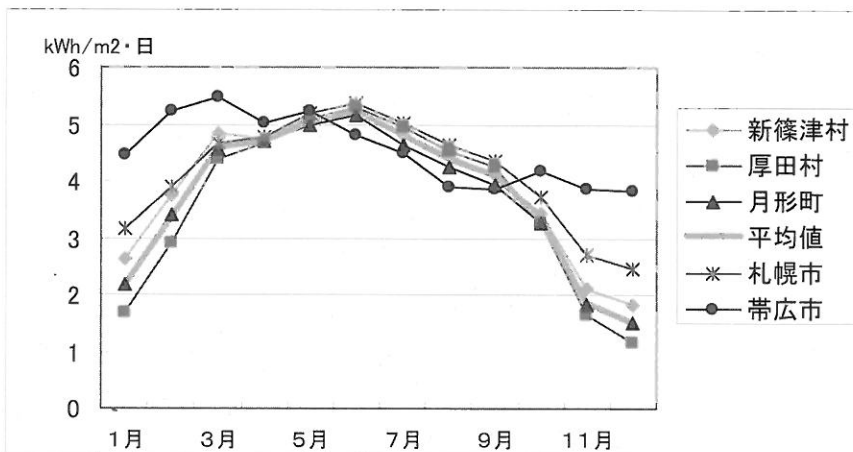


図 4-1-3 最適角における日射量

表 4-1-3 新篠津村・厚田村・月形町の最適角日射量平均値(kWh/m<sup>2</sup>・日)

	年間最適傾斜角	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
新篠津村	33.8	2.30	3.42	4.69	4.74	4.91	4.88	4.52	4.34	4.11	3.34	1.97	1.65
厚田村	29.7	1.53	2.68	4.19	4.67	4.96	5.05	4.76	4.46	4.22	3.14	1.57	1.10
月形町	32.4	1.93	3.13	4.38	4.68	4.80	4.85	4.41	4.15	3.93	3.15	1.73	1.36
平均値		1.92	3.08	4.42	4.70	4.89	4.93	4.56	4.32	4.09	3.21	1.76	1.37

3町村の年間最適角における日射量について月ごとに平均値を出し、それに日数をかけて年間に得られる単位面積当たりのエネルギーを計算しました。

年間最適角での単位面積当たりの年間日射量=1,371 kWh/m<sup>2</sup>

実際の太陽光パネルの設置は屋根に載せるケースが多いと考えられます。北海道の家屋の屋根の傾きは、一般的には20~30°とされています。これより、傾斜角30°でのケースを同様に試算しますと

傾斜角30°での単位面積当たり年間日射量=1,314 kWh/m<sup>2</sup>

壁面を利用するような場合を想定して傾斜角90°のケースも同様に試算し、結果をまとめてみました。

当別町で一年間に得られると考えられる太陽光エネルギーは1 m <sup>2</sup> あたり	
水平面(0°)	1,188 kWh/m <sup>2</sup>
年間最適角(30°付近)	1,371 kWh/m <sup>2</sup>
屋根設置(傾斜角30°)	1,314 kWh/m <sup>2</sup>
壁面利用(傾斜角90°)	930 kWh/m <sup>2</sup>

最大賦存量は、当別町内で得られる全太陽エネルギーなので、現実的な数字とは言えません。実際に使える太陽エネルギーは設置面積などから算出します。

太平洋側で一年を通じて日射が見込める十勝のような地域とは異なって、どうしても日本海側の地域は冬の日射量が低くなる傾向があります。札幌に比較しても冬期の日射量は低めです。ただし、積雪期には雪面からの反射光の利用可能性があること、太陽電池は低温の方が発電効率が高いこと、などの理由により日射量データだけでは判断できない点もあります。今までに当別町内で導入された太陽光発電設備の年間発電量は 1997 年度から 2001 年度の平均値で 909kWh/kW となっており、全国平均値 991kWh/kW の 90%程度です。

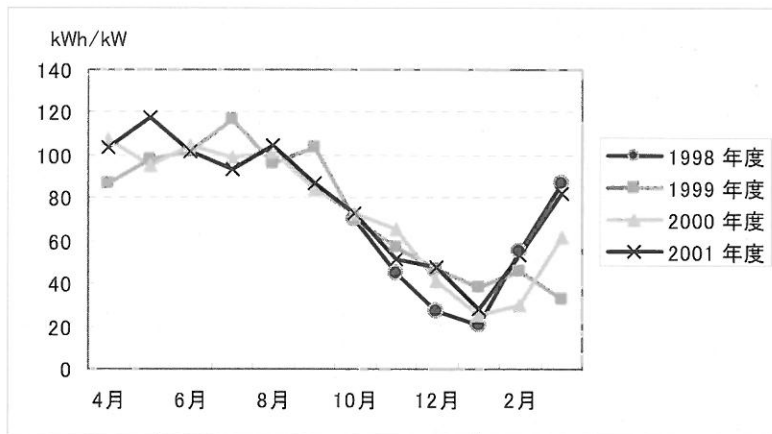


図 4-1-4 当別町発電量実績

出典 「住宅用太陽光発電システム情報データベース」  
新エネルギー財団

太陽光エネルギーの電力としての利用可能量は、当別町で実際に導入された太陽光発電設備の発電実績値を用いて、町内の一戸建て住宅の半分で発電能力 3.9kW の太陽光発電設備を設置したと仮定して算出しました。発電能力 3.9kW は今までに導入された設備の規模の平均値です。(新エネルギー財団申請実績より)

太陽光発電利用可能量

年間発電量×設備容量×一戸建て戸数

当別町内での発電の実績は 1998 年から 2001 年までの平均を取ると、

発電能力 1 kWあたりの年間発電量=909kWh

利用可能量=909kWh/kW×3.9kW×3,397戸

=1.2×10<sup>7</sup> kWh

当別町の太陽光発電の利用可能量

1.2×10<sup>7</sup> kWh

## 2. 熱利用

熱利用については、電力の部で算出した日射量の数字を使用して計算を行います。

賦存量は、既に得られている  $5.0 \times 10^{11}$  kWh を用います。エネルギー換算係数を用いて熱量の単位 J (ジュール) に変換します。(下段の説明をご覧ください)

### 当別町の太陽光エネルギーの最大賦存量

$1.8 \times 10^{12}$  MJ

ソーラーシステムを町内の住宅の半分で設置したとして、利用可能量を計算します。一般的な設備容量として、面積  $6\text{m}^2$ 、貯湯量 300ℓ という値を使用しました。これを屋根に設置したとします。日射量は傾斜角  $30^\circ$  の値を使用します。

### 太陽熱利用可能量

日射量  $\times$  集熱面積  $\times$  集熱効率 (0.4)  $\times$  一戸建て戸数

$$\begin{aligned} \text{利用可能量} &= 1,314\text{kWh/m}^2 \times 6\text{m}^2 \times 0.4 \times 3,397 \text{ (戸)} \\ &= 1.1 \times 10^7 \text{ kWh} = 3.8 \times 10^7 \text{ MJ} \end{aligned}$$

### 当別町の太陽熱エネルギーの利用可能量

$3.8 \times 10^7$  MJ

### <エネルギーの単位に関する説明>

ここで使用するエネルギーの単位について説明します。

J (ジュール) : 国際単位系によって導入された単位

1 MJ (メガジュール) = 1,000,000J = 0.278kWh = 239kcal

10万メガジュールのエネルギーが大体 2.6kL (ドラム缶で 13 本くらい) の原油に相当します。

道内の家庭での年間エネルギー消費は一世帯当たり約 74,000MJ です (1997 年)。このエネルギー使用量は原油ドラム缶 10 本分に相当します。

町内の全家庭でのエネルギー消費量は  $5.6 \times 10^8$  MJ、約 5 億 6 千万 MJ、

町内の全エネルギー消費量は  $2.1 \times 10^9$  MJ、約 20 億 MJ と推計されています。

4-2. 風力エネルギー

風力発電の可能性について、全国風況マップを元に検討します。NEDO による全国風況マップは1km メッシュごとに地上高 30m での年平均風速を図化したものです。これは、各種の気象統計資料や、国土地理院の国土数値情報を元に計算されたものです。

図 4-2-1 に当別町付近を拡大したものを示しますが、濃い色で表されている平均風速 4m/s 未満の地域が多くを占めていることが分かります。風力発電の候補地選定には年平均風速 6m/s 以上が望ましいとされています。右の図において平均風速 6m/s 以上が現れている位置を○で囲みました。

北東に位置するピンネシリから神居尻山付近が最も町内で平均風速が高い地域で、平均風速 8m/s を超える区域も存在しています。次に高い地域は、北西の別狩岳から別刈岳を結ぶ範囲です。阿蘇岩山付近にも風速が高い区域があり、このマップに現れる町内の平均風速が高い地域は、標高の高いところに限られています。メッシュマップから、6m/s 以上の風速が得られる地域は当別町内では 15 メッシュ、15km<sup>2</sup> あることが読みとれます。

風速とその感じ方について、参考のためにビューフォート風力階級による説明を下の表にまとめました。

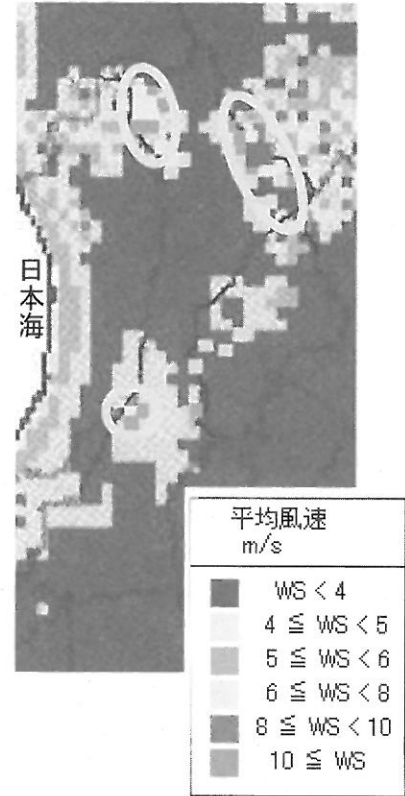


図 4-2-1 風況マップ

<http://www.tech.nedo.go.jp/fukyo/>  
NEDO ホームページより作成

表 4-2-1 ビューフォート風力階級

風力	風速(m/s)	
0	0.3 未満	静穏, 煙はまっすぐに昇る。
1	0.3~1.6	風向は煙がなびくのでわかるが風見には感じない。
2	1.6~3.4	顔に風を感じる。木の葉が動く。風見も動き出す。
3	3.4~5.5	木の葉や細かい小枝が絶えず動く。軽い旗が開く。
4	5.5~8.0	砂ぼこりが立ち, 紙片が舞い上がる。小枝が動く。
5	8.0~10.8	葉のある灌木が揺れ始める。池や沼の水面に波頭が立つ。
6	10.8~13.9	大枝が動く。電線が鳴る。傘は差しにくい。
7	13.9~17.2	樹木全体が揺れる。風に向かっては歩きにくい。
8	17.2~20.8	小枝が折れる。風に向かっては歩けない。



では、大型風車の事業採算性の目安とされている年平均風速 6m/s についてはどうでしょうか。平均して 6m/s になるためには実際にどのような風速が現れているのか、年平均風速 6m/s の風速分布を図 4-2-2 に表しました。

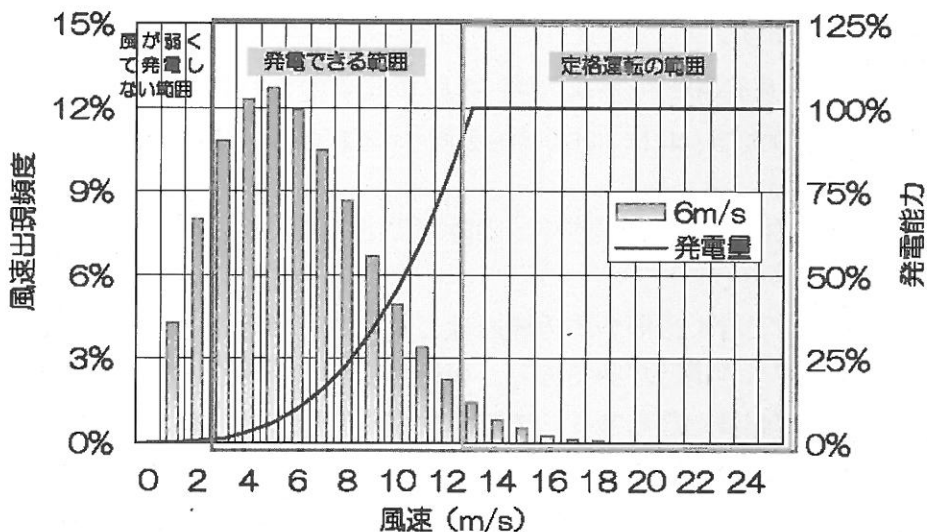


図 4-2-2 年平均風速 6m/s の風速分布と発電能力(参考)

出典 NEDO 新エネルギーガイドブック導入編

図からは、年間平均 6m/s になるためには、傘が差しにくいような風速 10m/s 以上の強風が一年の内に 10%以上現れるようなところであるとわかります。

当別町内には、気象観測所による風速に関する気象データが存在しませんので、近隣の気象観測所の観測結果を図 4-2-3 に示します。

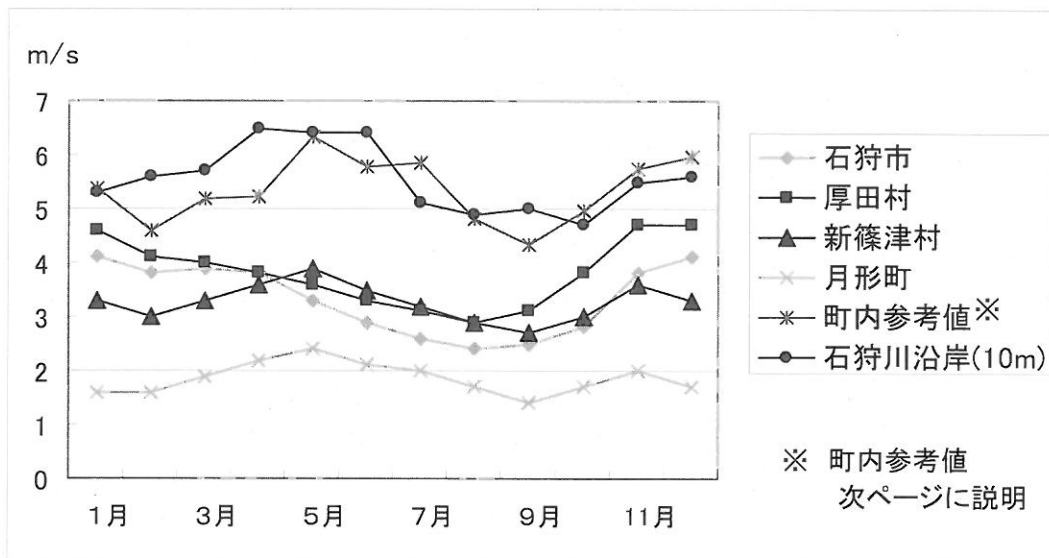


図 4-2-3 風速調査結果

## ※ 町内参考値

「当別町における風力発電フィールドテスト事業」(NEDO と株式会社オリエントジオサービスの共同研究。平成 14 年度)のデータを NEDO と株式会社オリエントジオサービスのご了解とご協力を頂き掲載します。

本データは現在研究期間中(平成 15 年 12 月 10 日まで)のもので、検証・確認されたものではないので、最終的な評価には NEDO から公開される報告書を確認することが必要です。

海に近い地域では冬期に風が強く、内陸部では冬期と 4 月から 5 月に風の強い時期が見られます。

風況は地域だけでなく地形や周辺環境なども大きく影響し、実際の発電量は稼働率など他にも検討すべき項目があるので、可能性の高そうな地区を選定して精密な風況調査を行うことが必要となります。また、設置に当たっての輸送経路及び系統連系のための送電線の存在などクリアすべき課題もありますが、ここではそれらの条件は無視します。

風況マップから読みとれる年平均風速が 6m/s を越えるメッシュが 15 メッシュあることから、風力利用可能土地面積を 15km<sup>2</sup> とし、風力発電施設の設置可能台数をもちいて利用可能量を算出します。

$$\text{風力密度} = n \times 0.5 \times \rho \times V^3$$

n : レーレ分布の 3 乗根係数 (1.9)

$\rho$  : 空気密度 (1.249kg/m<sup>3</sup> : 北海道)

V : 風速

$$\text{風力発電可能量} = \text{風力密度} \times \text{受風面積} \times \text{風車設置可能台数} \times \text{風車総合効率} \\ \times 8,760 \text{ (時間)}$$

単位面積あたりに設置出来る風車の数は、その大きさに決まってしまう。大きい風車では、風車を離して設置する必要があり、その間隔はロータ直径によって決まります。ロータ直径を D とすると一基が必要とする面積は、卓越風が顕著な場合で 3D × 10D、そうでないときには 10D × 10D 必要とされています。

ここでは、600kW クラス、ロータ直径 43m、設置高さ 37m を想定して算定します。地上 37m での平均風速 6.3m/s とします。ロータ直径を 43m とした場合の単位面積当たりの建設可能台数に上の式から得た一基当たりの風力発電可能量をかけて、それぞれのケースでの発電可能量を求めました。

表 4-2-2 建設可能台数と発電量

	建設可能台数	発電可能量	
3D×10D	18.0 台/km <sup>2</sup>	2.0×10 <sup>8</sup> kWh	卓越風が顕著な場合
10D×10D	5.4 台/km <sup>2</sup>	6.0×10 <sup>7</sup> kWh	卓越風が顕著でない場合

卓越風：ある地域・地方で、ある期間に最も頻繁に現れる風向きの風  
 風力発電可能量＝風力密度×受風面積（43×43/4×π）  
 ×風車設置可能台数（18 台/ km<sup>2</sup>×15 km<sup>2</sup>）×風車総合効率（0.2）  
 ×8,760（時間）

町内での調査によりますと年間の風向出現率は図 4-2-4 のようになり、風向きは北西風が優勢で、卓越風が顕著であると考えられます。

**当別町の風力による発電可能量**  
 2.0×10<sup>8</sup>kWh

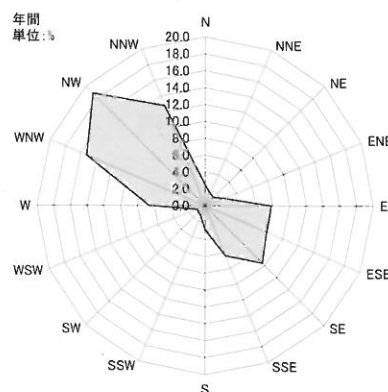


図 4-2-4 風向出現率

次に、小型風車を設置したときの発電量を検討します。

上の式を用いて、ロータ直径が 1m、3mの場合の年間発電量を計算してみます。

表 4-2-3 小型風車年間発電量 kWh

ロータ直径	平均風速		
	3m/s	4m/s	5m/s
1m	73	170	340
3m	650	1,500	3,000

北海道の家庭での電気エネルギー消費量は、年間約 3,500kWh です（1997 年）ので、直径 3m の風車を平均風速 3m/s の場所に設置したとすると大体 1 / 5 が風力発電でまかなえる予想になります。

一般家庭や事業所などで設置することを考えると、風況マップで平均風速が 4m/s 未満の地域が多くなると予想されます。そこでロータ直径が 3m の風車を、仮に 100 基設置したとすると、平均風速 3m/s では年間総発電量が 6.5×10<sup>4</sup>kWh、平均風速 4m/s になると年間総発電量が 1.5×10<sup>5</sup>kWh と 2 倍以上になることが試算されます。

**当別町の小型風力による発電可能量**  
 1×10<sup>5</sup>kWh

## 4-3. バイオマスエネルギー

バイオマス (biomass) とは、「バイオ (bio=生物、生物資源)」と「マス (mass=量)」からなる言葉で、生物由来の有機性資源 (化石資源は除く) を指します。新工法 (新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法) では、バイオマスを「動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用できるもの」と定義しています。

バイオマスと有機性の廃棄物の違いは明確ではありません。ここでは、廃棄物として回収処理されているものを廃棄物エネルギーと考え、それ以外をバイオマスとしました。

バイオマスからエネルギーを取り出す方法はいくつかありますが、主なものは以下に掲げる4種類です。

## 1) 直接燃焼

バイオマスを直接燃焼して熱として利用する、あるいは、ボイラー発電を行う方法です。水分の多い物には適しません。

## 2) メタン発酵

家畜排せつ物や食品廃棄物を嫌気性発酵させることにより、メタンガスを発生させる方法です。発生したメタンガスを燃焼して熱利用、またはボイラー発電を行います。実用段階の技術で、ガスとともに発生するメタン消化液は液肥として使われます。

## 3) 熱分解ガス化

バイオマスを高温で熱分解し、水素やメタン、一酸化炭素などの可燃性ガスとする方法です。

## 4) 炭化

古典的なバイオマス利用の方法として、木炭の存在がありますが、木炭は「新」エネルギーではありません。木質以外のバイオマスを炭化して利用しようという技術が開発されているところです。

このうち熱分解ガス化及び炭化の技術は現在実証試験段階ですので、ここでは直接燃焼及びメタン発酵によるエネルギー回収について検討します。また、水分の多いバイオマス (糞尿など) は直接燃焼するのが困難なので、メタンガス発酵についてのみ検討しました。

町内のバイオマスエネルギー源としては以下の3種類に分けて検討します。

- |        |     |       |
|--------|-----|-------|
| 1. 畜産系 | ・・・ | 家畜糞尿  |
| 2. 木質系 | ・・・ | 森林資源  |
| 3. 農業系 | ・・・ | 農作物残さ |

## 1. 畜産系

町内で飼養されている家畜は、乳用牛 340 頭 肉用牛 330 頭 豚 2,040 頭 鶏は 0 羽（農林水産省「畜産基本・予察調査（平成 14 年 2 月 1 日現在）」、「食鳥流通統計調査（平成 14 年 2 月 1 日現在）」）です。

表 4-3-1 家畜数とメタン発生量

	飼養頭数	一頭当たりの糞尿排出量	1kg あたりのガス発生量	年間メタン発生量
乳用牛	340 頭	45 kg/頭・日	0.025m <sup>3</sup> /kg	83,768 m <sup>3</sup>
肉用牛	330	20	0.030	43,362
豚	2,040	6	0.050	134,028
鶏	0	0.14	0.050	
計				2.61×10 <sup>5</sup>

メタン含有率 60%、メタンの発熱量 37,180kJ/m<sup>3</sup>

年間最大賦存量はすべての飼養家畜糞尿を回収して、メタンガス化し、完全に燃焼したとして求めました。

$$\begin{aligned} \text{年間最大賦存量} &= \text{年間メタン発生量} \times \text{メタンの発熱量} \\ &= 9.7 \times 10^6 \text{ MJ} \end{aligned}$$

当別町の畜産系バイオマスエネルギーの最大賦存量

$$9.7 \times 10^6 \text{ MJ}$$

利用可能量については、このうち半分の量をメタン発酵に使い、熱回収したケースと発電したケースそれぞれについて算出しました。

$$\begin{aligned} \text{利用可能熱量} &= \text{最大賦存量} \times 1/2 \times \text{ボイラー効率} \\ &= 9.7 \times 10^6 \text{ MJ} \times 0.5 \times 0.85 = 4.1 \times 10^6 \text{ MJ} \end{aligned}$$

当別町の畜産系バイオマスエネルギーの利用可能熱量

$$4.1 \times 10^6 \text{ MJ}$$

$$\begin{aligned} \text{発電電力量} &= \text{最大賦存量} \times 1/2 \times \text{発電効率} \\ &= 9.7 \times 10^6 \text{ MJ} \times 0.5 \times 0.25 = 1.2 \times 10^6 \text{ MJ} = 3.4 \times 10^5 \text{ kWh} \end{aligned}$$

当別町の畜産系バイオマスエネルギーの利用可能発電量

$$3.4 \times 10^5 \text{ kWh}$$

2. 木質系

当別町内の森林の分布状況は右の図 4-3-1 で見られるように、北部に集中し、道有林と民有林で多くの割合を占めています。



表 4-3-2 所有区別森林面積 単位 ha

林野面積合計	国有林	道有林	町有林	その他民有林
26,319	2,769	10,353	2,176	11,021

(H14 年度北海道林業統計)

図 4-3-1 森林分布

町内の樹種別樹林地面積と森林の年間生長量を元に最大賦存量を算出しました。

表 4-3-3 林地面積と発熱量

	人工林		天然林	
	針葉樹	広葉樹	針葉樹	広葉樹
面積 ha	6,595	110	2,242	15,848
1ha の森林の年間生長量	3.6 m <sup>3</sup> /ha・年			
一年間の森林生長量 m <sup>3</sup>	23,742	396	8,071	57,053
森林 1 m <sup>3</sup> あたりの発熱量	9,890MJ/m <sup>3</sup>	9,400MJ/m <sup>3</sup>	9,890MJ/m <sup>3</sup>	9,400MJ/m <sup>3</sup>
発熱量 MJ	2.3 × 10 <sup>8</sup>	3.7 × 10 <sup>6</sup>	8.0 × 10 <sup>7</sup>	5.4 × 10 <sup>8</sup>

森林の年間生長率を林地面積にかけて、一年間の生長量を算出し、それに樹種毎の発熱量から一年に生長する森林バイオマスのエネルギー量を計算します。

ここでは、天然林を除き、町内の人工林から得られる木質バイオマスの最大賦存量を求めたところ、年間 2.3 × 10<sup>8</sup> MJ となりました。

**当別町の木質バイオマスエネルギーの最大賦存量**  
2.3 × 10<sup>8</sup> MJ

利用可能量として間伐量の実績値を使用すると、平成 13 年の間伐量 3,701 m<sup>3</sup> (うち町有林 176.57 m<sup>3</sup>) からエネルギー量は 3.7 × 10<sup>7</sup> MJ/年となります。ボイラー効率、発電効率を考慮して利用可能量を試算します。

**当別町の木質バイオマスエネルギーの利用可能熱量 3.1 × 10<sup>7</sup> MJ**  
**当別町の木質バイオマスエネルギーの可能発電量 2.5 × 10<sup>6</sup> kWh**

### 3. 農業系

主産品である稲から発生する残さの稲わら・もみがら及び麦から発生する麦稈（ばっかん＝麦わら）について検討します。

当別町での水稲の収穫量 11,600t、麦 6,950t(H13 作物統計調査)に対して、稲わら発生量 米 1kg あたり 1.1kg、もみがら発生量 米 1kg あたり 0.23kg、麦稈発生量 麦 1kg あたり 1.1kg とし、発熱量 3,600kcal/kg の値を用いてエネルギーを算出しました。

表 4-3-4 米、稲から発生する廃棄物の発熱量

	収穫量	植物残さ発生率	発生量	発熱量
米	11,600t	稲わら 1.1	12,760 t	$4.59 \times 10^{10}$ kcal
		もみがら 0.23	2,668t	$0.96 \times 10^{10}$ kcal
麦	6,950t	麦稈 1.1	7,645t	$2.75 \times 10^{10}$ kcal
合計				$8.3 \times 10^{10}$ kcal

最大賦存量＝ $8.3 \times 10^{10}$ kcal＝ $3.5 \times 10^8$ MJ となります。

**当別町の農業系バイオマスエネルギーの最大賦存量**

$3.5 \times 10^8$  MJ

平成 14 年度では、稲わらの約 18%が焼却処理されました。これが農業系の廃棄物の利用可能率と仮定し、利用可能エネルギー量を算出します。

利用可能熱量＝最大賦存量×18%×ボイラー効率

発電可能量＝最大賦存量×18%×発電効率

**当別町の農業系バイオマスエネルギーの利用可能熱量  $5.3 \times 10^7$  MJ**

**当別町の農業系バイオマスエネルギーの発電可能量  $4.4 \times 10^6$  kWh**



## 4-4. 廃棄物エネルギー

## 1. 一般廃棄物エネルギー

一般廃棄物については現在広域5市町村（石狩市・当別町・新篠津村・浜益村・厚田村）で処理されています。廃棄物の焼却処理についてはダイオキシン対策などの課題が多く、敢えて分離するメリットが大きくない限り現実的でない状況です。そこで、焼却処分した場合と、生ゴミのみを集めてメタン発酵した場合の2つのケースについて算出します。

## 1) 焼却

$$\begin{aligned} \text{賦存量} &= \text{可燃ごみ排出量} \times \text{低位発熱量} \\ &= 5,315\text{t (平成 14 年度当別町調べ)} \times 2,000\text{kcal/kg} \times 1,000 \\ &= 1.1 \times 10^{10} \text{ kcal} = 4.6 \times 10^7 \text{ MJ} \end{aligned}$$

## 2) メタン発酵

$$\begin{aligned} \text{賦存量} &= \text{一般廃棄物のうち生ゴミ排出量} \times \text{バイオガス発生原単位} \\ &\quad \times \text{平均メタン濃度} \times \text{メタン発熱量} \\ &= 5,315\text{t} \times 7.12\%^{*} \times 0.1\text{Nm}^3/\text{kg} \times 68\% \times 8,580\text{kcal/Nm}^3 \\ &= 2.2 \times 10^8 \text{ kcal} = 9.2 \times 10^5 \text{ MJ} \end{aligned}$$

※可燃ごみ中の生ゴミ率 平成 14 年度ごみ質分析調書より算出

利用可能量としては生ゴミの半量を回収してメタン発酵を行ったと仮定し、発生したガスを燃焼させた場合と、発電させた場合について算出します。

当別町の一般廃棄物の最大賦存量	$4.6 \times 10^7$ MJ
当別町の一般廃棄物の熱利用可能量	$3.9 \times 10^5$ MJ
当別町の一般廃棄物の発電可能量	$3.2 \times 10^4$ kWh



## 2. 下水汚泥

下水汚泥についても廃棄物と同様に焼却とメタン発酵について試算します。

### 1) 焼却

$$\begin{aligned} \text{賦存量} &= \text{年間下水汚泥発生量} \times \text{低位発熱量} \\ &= 789\text{t} \times 3,500\text{kcal/kg} \\ &= 2.8 \times 10^9 \text{ kcal} = 1.2 \times 10^7 \text{ MJ} \end{aligned}$$

### 2) メタン発酵

$$\begin{aligned} \text{賦存量} &= \text{年間下水汚泥発生量} \times \text{バイオガス発生原単位} \times \text{平均メタン濃度} \times \\ &\quad \text{メタン発熱量} \\ &= 789\text{t} \times 7\text{m}^3/\text{t} \times 0.68 \times 8,580\text{kcal} \\ &= 3.2 \times 10^7 \text{ kcal} = 1.3 \times 10^5 \text{ MJ} \end{aligned}$$

利用可能量は、半量を使ったと仮定します。

当別町の下水汚泥の最大賦存量  $1.2 \times 10^7$  MJ  
 当別町の下水汚泥の熱利用可能量  $5.7 \times 10^4$  MJ  
 当別町の下水汚泥の発電可能量  $4.6 \times 10^3$  kWh

## 3. 農ビ・農ポリ

農業用塩化ビニル及び農業用ポリエチレンフィルムのエネルギーとしての賦存量を検討します。平成14年の排出量実績から求めました。

表 4-4-1 農業系プラスチック廃棄物の量とエネルギー

	排出量	再生	埋め立て	発熱量
農ビ	42.51t	21.32t	21.19t	塩化ビニル 5,000kcal/kg
農ポリ	22.89t	11.48t	11.41t	ポリエチレン 10,000~11,000kcal/kg

賦存量は廃棄物として排出された農ビ・農ポリの全量から熱エネルギーを回収すると考えます。

最大賦存量（農ビと農ポリの合計） $1.9 \times 10^6$  MJ

利用可能量は、再生利用された残り（現在埋め立てに回っている分）について熱エネルギーを回収することを考えます。

最大利用可能量（農ビと農ポリの合計） $9.5 \times 10^5$  MJ

ボイラー燃焼及び発電について計算すると次のようになります。

当別町の農業系廃棄物の最大賦存量  $1.9 \times 10^6$  MJ  
 当別町の農業系廃棄物の熱利用可能量  $8.1 \times 10^5$  MJ  
 当別町の農業系廃棄物の発電可能量  $6.6 \times 10^4$  kWh

## 4-5. BDF (バイオディーゼル燃料)

食品廃棄物のうち、廃食油については、燃料化という技術が存在するので、ここでは別に試算します。植物油にメタノールを添加して反応させ、メチルエステル燃料を作ることが出来ます。この燃料は、BDF (バイオディーゼル燃料) と呼ばれ、ディーゼルエンジンでそのまま使うことができます。

道内の世帯あたりの食用油の消費量は年間 8.4kg (9.4ℓ) と言われており、当別町の 7,619 世帯の年間の消費量は約 64,000kg になります。町内で廃油が多く発生する施設のうち、給食センターから出る廃油の量は一年に一斗缶で 36 缶ほどで、廃油として 650ℓほどとなります。

家庭で使用される食用油の 10% を回収したとし、それに給食センターから排出される廃食油を合わせた量を、メチルエステル化しますと、約 7,900ℓ の BDF が得られます。BDF の燃費は軽油並みといわれており、普通ディーゼル車に使用し、10km/ℓ の燃費だとすると、8 万 km 近く走れることとなります。年間走行 1 万 km とすればおよそ 8 台分の燃料を作ることができます。岐阜県美濃加茂市では BDF でゴミ収集車を走らせていますが、3 t 車で 3.9km/ℓ、4 t 車で 2.8km/ℓ という燃費の報告がされています。

次に、BDF の原料として、搾油作物を利用することを検討します。次の表 (表 4-5-1) に、北海道で栽培可能な代表的な搾油作物の単位面積当たりの収量を示します。

表 4-5-1 搾油作物の収量及び BDF 生産量

搾油作物	収穫量 kg(10a あたり)	油分	BDF 生産量ℓ(10a あたり)
菜種	224	43%	108
ひまわり	250	45%	126
大豆	228	18%	46

農林水産統計によれば、当別町の耕作地は平成 9 年から 13 年の間で、270ha 減っています。平均すると毎年 68ha が耕作地ではなくなっています。このうちの 10% に搾油用ひまわりを栽培したと仮定すると、毎年約 8,600ℓ ずつ BDF 生産を増やすことができると推計されます。

$$\begin{aligned} \text{年間 BDF 生産増加量} &= 12.6 (\ell/a) \times 6800 (a) \times 0.1 \\ &= 8,568\ell \end{aligned}$$

## 4-6. 温度差エネルギー

## 1. 下水廃熱

下水処理場の放流水は年間を通じて高い温度で推移します。この下水廃熱を回収し利用することを検討します。

当別町の下水終末処理場での放流水の温度を測定した結果を以下に示します。この表で示した平均気温は、隣接3町村の平年値の平均値です。温度差は放流水温から平均気温を引いた値です。

表 4-6-1 下水放流水温と気温

°C

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	平均
放流水温	10.6	14.6	17.2	19.3	20.0	19.9	17.6	12.2	10.6	9.6	9.2	8.6	14.1
平均気温	4.8	10.5	15.1	19.1	20.6	16.1	9.9	3.3	-2.4	-5.8	-5.4	-1.5	7.0
温度差	5.8	4.1	2.1	0.2	-0.6	3.8	7.7	8.9	13.0	15.4	14.6	10.1	7.1

気温と、放流水の水温の年間推移を図 4-6-1 に示します。下水廃熱と気温との差は夏はほとんどなく、冬に大きくなるのが分かります。従って、温度差が大きくなる冬期の暖房などの用途に適していると考えられます。

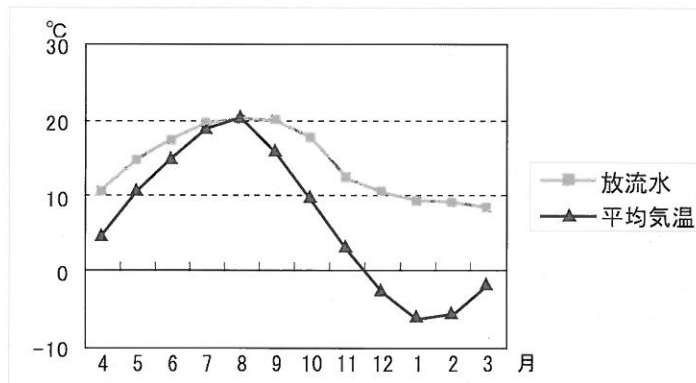


図 4-6-1 当別下水終末処理場放流水温度

ここでは、温度差が5°C以上ある10月から4月について、回収可能熱量を算出します。

年間処理水量 1,355,000 m<sup>3</sup> より、10月から4月の7ヶ月間の処理水量を790,417 m<sup>3</sup> とし、この間の平均の温度差を10.8°Cとして、次の式で計算します。

利用可能熱量 (kJ/年)

= 水量 (m<sup>3</sup>/y) × 比重 (kg/m<sup>3</sup>) × 定圧比熱 (kJ/kg · °C) × 利用温度差 (°C)

年間利用可能量は 3.57 × 10<sup>7</sup> MJ となります。

当別町の下水廃熱の熱利用可能量 3.6 × 10<sup>7</sup> MJ

## 2. 温泉廃熱

町内の温泉施設における泉温は以下の通りです。

中小屋温泉 泉温 11℃

ふとみ銘泉 泉温 26℃

町内では、火山性の高温の地熱エネルギー源はないと考えられています。一方、入浴利用のために加温した湯から廃熱を回収するという方法が考えられます。

一日の給湯量は、ふとみ銘泉で 100t、中小屋温泉は不明とのことでした。ここではまずふとみ銘泉について検討します。

温泉利用に加熱されたお湯の温度は 40℃超なので、捨てられる際の温度を 30℃と仮定します。そこから 20℃まで熱を回収すると、その温度差から得られる熱エネルギーは年間  $3.6 \times 10^8 \text{kcal}$  ( $1.5 \times 10^6 \text{MJ}$ ) となります。

**当別町の温泉廃熱の熱利用可能量  $1.5 \times 10^6 \text{MJ}$**

## 3. 地中熱エネルギー利用

地中熱利用は、年間を通じて温度の変化の少ない、地中から熱を回収するという技術で、基本的には全国どこでも利用可能であると考えられます。冬の外気温が大変低くなる北海道では、地中の温度との差が大きく、また暖房日数が多いことから、地中熱利用には適していると考えられます。

最大賦存量の算出方法については、顧慮すべきファクターが非常に多く、妥当性に疑問があるので、ここでは実際の家庭で地中熱ヒートポンプを設置したとして利用可能量を算定しました。

町内の一戸建て住宅の 10%が、家庭で使用する暖房と給湯用の熱をすべて地中熱で回収できる容量の熱交換井を設置すると仮定します。北海道での家庭用用途別エネルギーは 1 世帯当たりで年間に、暖房に 10,946Mcal、給湯に 3,549Mcal 使用しています（「家庭用エネルギー統計年報 1997 年」より）。

$$\begin{aligned} \text{利用可能量} &= (10,946 + 3,549) \text{ Mcal} \times 6,794 \text{ 戸} \times 0.1 \\ &= 9.6 \times 10^6 \text{ Mcal} = 4.0 \times 10^7 \text{ MJ} \end{aligned}$$

**当別町の地中熱の熱利用可能量  $4.0 \times 10^7 \text{MJ}$**

### 地中熱について

地中熱は、現在法律上は新エネルギーとはされていませんが、「北海道省エネルギー新エネルギー促進条例」の再生可能エネルギーのうちの「水温度差」と考えられ、補助や融資の対象とされています。

当別町では、再生可能自然エネルギーのひとつとして、地中熱ヒートポンプによるエネルギー利用を新エネルギービジョンでの検討対象として取り上げます。

4-7. 雪氷熱エネルギー

周辺町村のアメダスデータから、当別町の最大の積雪深を 1m とし、当別町の全面積をかけたものを最大利用可能積雪量として計算します。雪の比重としては 0.2 を使いました。

$$\text{賦存量} = \text{利用可能雪量} (\text{m}^3/\text{年}) \times \text{比重} \times (\text{定圧比熱 A} \times \text{雪温} + \text{定圧比熱 B} \times \text{放流水温} + \text{融解潜熱})$$

定圧比熱 A 2.093kJ/kg・℃    定圧比熱 B 4.186 kJ/kg・℃  
 雪温 -1℃    放流水温 5℃    融解潜熱 335kJ/kg

最大賦存量=3.0×10<sup>10</sup>MJ になります。

これでは、見当が付かないので、沼田町の米穀低温貯留乾燥調製施設の例を見めます。貯雪量 1,500t で粉 2,500t の冷温保存が出来る設備です。貯雪量 1,500t を集めるために必要な面積を試算してみると、年間降雪量として近年観測値の最低である 430cm を用い、降雪の比重を 0.1 とすると、約 3,500m<sup>2</sup> の面積で済むことになります。従って、利用可能量については、施設規模で殆ど決定されると考えられます。

表 4-7-1 当別町の降雪量

年間降雪量	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
cm	430	607	634	794	444	606	686	628	619

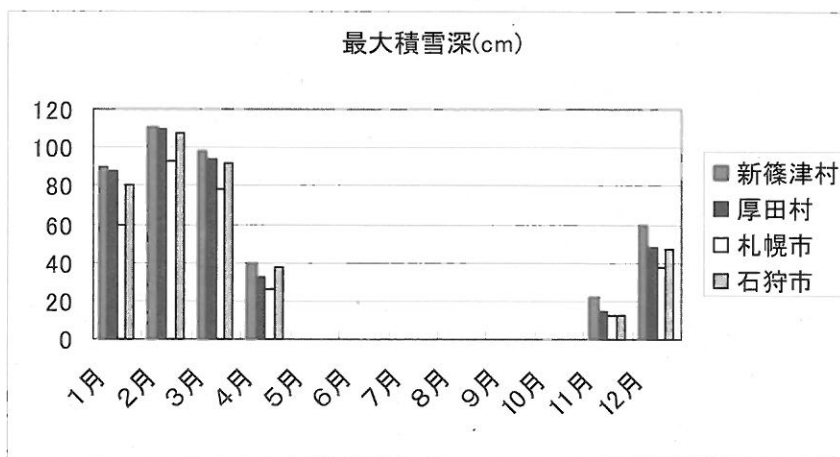


図 4-7-1 最大積雪深(平年値)

当別町の雪氷熱の最大賦存量 3.0×10<sup>10</sup>MJ

## 4-8. 賦存量まとめ

## 熱利用

		最大賦存量	利用可能量	利用可能量原油換算 (ドラム缶本数)
太陽光		$1.8 \times 10^{12}$ MJ	$3.8 \times 10^7$ MJ	4,980 本
バイオマス	畜産系	$9.7 \times 10^6$ MJ	$4.1 \times 10^6$ MJ	529 本
	木質系	$2.3 \times 10^8$ MJ	$3.1 \times 10^7$ MJ	3,999 本
	農業系	$3.5 \times 10^8$ MJ	$5.3 \times 10^7$ MJ	6,837 本
廃棄物	一般	$4.6 \times 10^7$ MJ(燃焼)	$3.9 \times 10^5$ MJ (メタン発酵の場合)	50 本
		$9.2 \times 10^5$ MJ(メタン発酵)		
	下水汚泥	$1.2 \times 10^7$ MJ(燃焼) $1.3 \times 10^5$ MJ(メタン発酵)	$5.7 \times 10^4$ MJ (メタン発酵の場合)	7本
	農業系	$1.9 \times 10^6$ MJ	$8.1 \times 10^5$ MJ	104 本
温度差	下水廃熱		$3.6 \times 10^7$ MJ	4,644 本
	温泉廃熱		$1.5 \times 10^6$ MJ	193 本
	地中熱		$4.0 \times 10^7$ MJ	5,160 本
雪氷熱		$3.0 \times 10^{10}$ MJ		390 万本 (最大賦存量で計算)

J: シュール 熱量の単位です 1000kcal で約 4.1MJ に相当します

## 当別町内の消費エネルギーは..

家庭での一世帯の年間エネルギー消費量は、原油にしてドラム缶 10 本ほどになります。  
当別町内の全家庭でのエネルギー消費量はドラム缶 7 万本以上になります。



ドラム缶 1 本が  
200ℓのドラム缶  
1 万本分とします

当別町内のすべてのエネルギー消費量を合わせると およそ 26 万 6 千本です。

発電

		最大賦存量	利用可能量	利用可能量原油換算 (ドラム缶本数)
太陽光		$5.0 \times 10^{11}$ kWh	$1.2 \times 10^7$ kWh	5,578 本
風力			$2.0 \times 10^8$ kWh $1 \times 10^5$ kWh (参考 小型風車)	92,973 本 46 本
バイオマス	畜産系	$2.7 \times 10^6$ kWh	$3.4 \times 10^5$ kWh	158 本
	木質系	$6.4 \times 10^7$ kWh	$2.5 \times 10^6$ kWh	1,162 本
	農業系	$9.7 \times 10^7$ kWh	$4.4 \times 10^6$ kWh	2,045 本
廃棄物	一般	$1.2 \times 10^7$ kWh	$3.2 \times 10^4$ kWh (メタン発酵)	15 本
	下水汚泥	$3.2 \times 10^6$ kWh	$4.6 \times 10^3$ kWh (メタン発酵)	2 本
	農業系		$6.6 \times 10^4$ kWh	31 本

熱と電力の利用可能量の合計をドラム缶で表してみると だいたい...

