

第5章 ニセコ町の新エネルギーの賦存量及び利用可能量

5.1 調査目的

ニセコ町における新エネルギーの賦存量を把握するとともに、技術的な制約等を加味した利用可能量を明らかにする。賦存量・利用可能量の定義は以下のとおり。

賦存量：理論的に算出する潜在的なエネルギー量

利用可能量：システムの設置可能量等を考慮した利用可能なエネルギー量

5.2 調査対象にした新エネルギーの種類と調査結果のまとめ

5.2.1 調査対象にした新エネルギーの種類

現在、新エネルギーとして定義されているエネルギーの種類を表5-2-1に示す。

ここでいう「新エネルギー」とは「技術的に実用化段階に達しつつあるが、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」とされている（1997年に施行された「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」より）。そのため、実用化段階に達した水力発電や地熱発電、研究開発段階にある波力発電や海洋温度差発電は、「新エネルギー」に指定されていない。

表5-2-1 新エネルギーの種類（新エネルギー財団ホームページより作成）

| 自然エネルギー | リサイクルエネルギー | エネルギー利用の新形態 |
|---------|---------------|--------------|
| 太陽光発電 | バイオマスエネルギー* | コージェネレーション |
| 太陽熱利用 | (発電・熱利用・燃料製造) | (天然ガス) |
| 風力発電 | 廃棄物エネルギー | 燃料電池 |
| 雪氷熱利用* | (発電、熱利用・燃料製造) | クリーンエネルギー自動車 |
| | 温度差エネルギー | |

*は、政令改正（平成14年1月25日公布・施行）により、新たに追加されたものを示す。

表5-2-1に示される新エネルギーのうち、ニセコ町の自然的・社会的な条件を考慮し、幾つかのエネルギーについては調査対象から除外した。調査対象にしたエネルギー種別を表5-2-2に、除外理由を表の下に示す。

なお、マイクロ水力発電は表5-2-1には含まれていないが、ニセコ町に賦存する重要な再生可能エネルギーと考えられるため調査対象とした。

表 5-2-2 賦存量・利用可能量調査の対象にしたエネルギー種別

| エネルギー区分 | エネルギー種別 | 調査対象にしたエネルギー |
|----------------|----------------|--------------|
| 自然エネルギー | 太陽光発電 | ○ |
| | 太陽熱利用 | ○ |
| | 風力発電 | ○ |
| | 雪氷熱エネルギー | ○ |
| | マイクロ水力発電 | ○ |
| リサイクル・エネルギー | バイオマスエネルギー | ○ |
| | 廃棄物利用 | |
| | 温度差エネルギー | ○ |
| 従来型エネルギーの新利用形態 | クリーンエネルギー自動車 | ○ |
| | 天然ガスコージェネレーション | |
| | 燃料電池 | |

＜調査対象から除外した理由＞

廃棄物利用については、廃棄物発電、廃棄物熱利用、廃棄物燃料製造の3種類が考えられ、いずれも、「燃えるごみ」の利用を想定している。平成15年度以降は、ニセコ町内で発生する可燃ゴミは全て倶知安町清掃センターへ運搬され焼却していることから、調査対象から除外した。

天然ガスコージェネレーションについては、町内での天然ガスの使用が無いことから、調査対象から除外した。

燃料電池については、実用化が近づきつつあり、将来的には導入の可能性も考えられるが、今回の調査対象からは除外した。

ただし、調査対象から除外したこれら3つのエネルギーについては、今後の技術革新等により導入の可能性が出てきた時には、将来的にニセコ町への導入も検討する。

5.2.2 ニセコ町における新エネルギー利用可能量のまとめ

表 5-2-2 で調査対象とした新エネルギーの利用可能量及びそれに対応するCO₂削減量をまとめると表 5-2-3 のようになる。比較に便利なように、エネルギーの単位をMJに統一した値と灯油換算量（18ℓ容器何個分に相当するか）も併記した。

また、第3章のエネルギー需給構造から得られた本町における一般家庭の年間電力消費量、熱量消費量から、エネルギー種別の利用可能量で賄える世帯数を推定した。算出方法等については、5.3以降に示した。

表 5-2-3 ニセコ町における新エネルギー利用可能量の推定値

| エネルギー種別 | 利用可能量 | | | 設定条件 | CO ₂ 削減量 (t) |
|------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--|-------------------------|
| | 電力 (MWh) | エネルギー量 (MJ) | 灯油換算 18ℓ容器 (個) | | |
| 太陽光発電 | 2,380 [517 世帯] | 8.57×10^6 | 12,973 | 持ち家住宅 (993 戸) に 3kW を設置 公共施設 (16 か所) に 10kW を設置 | 850 |
| 太陽熱利用 | - | 8.55×10^6 [112 世帯] | 12,943 | 持ち家住宅 (993 戸) に 集熱面積 3m ² を設置 公共施設 (16 か所) に 100m ² を設置 | 584 |
| 風力発電 (小型風車) | 128 [28 世帯] | 4.61×10^5 | 698 | 持ち家住宅 (993 戸) に 1 機ずつ設置 公共施設 (16 か所) に 5 機ずつ設置 | 46 |
| 風力発電 (大型風車) | 1,410 [307 世帯] | 5.08×10^6 | 7,690 | 昆布岳付近に 300kW の 大型風車を設置 | 503 |
| 雪氷熱エネルギー | - | 4.58×10^6 [60 世帯] | 6,933 | 住宅地の積雪を全て利用 | 453 |
| バイオマス熱利用 | - | 6.69×10^5 [8 世帯] | 1,013 | 堆肥センターの畜ふんの 10% を利用 | 46 |
| バイオマス発電利用 | 52 [11 世帯] | 1.87×10^5 | 283 | | 18 |
| 温度差エネルギー | - | 2.07×10^5 [3 世帯] | 313 | 下水道を利用 | 14 |
| マイクロ水力発電 | 14 [3 世帯] | 5.04×10^4 | 79 | 有島記念館とニセコ森林公園の 2 か所に設置。 | 5 |
| クリーンエネルギー (ハイブリット) 自動車 | 2,585 台 | | | | 4,777 |
| 合 計 | | | | | 7,296 |

・電力量 1kWh は 3.6MJ と換算。1MWh= 3.6×10^3 MJ

・灯油換算は灯油 1ℓ当たりのエネルギー量を 36.7MJ とし算出。

・世帯数は、ニセコ町の一般家庭における年間電力消費量を 4,600kWh、年間熱量消費量を 76,222MJ としたとき何世帯分に相当するかで算出。年間電力消費量 = 従来電灯の供給量 8,040MWh/1,744 世帯 (平成 13 年)、年間熱量消費量 = 民生家庭部門の化石燃料年間使用量 132,931,390 MJ /1,744 世帯 (平成 13 年)。

5.3 エネルギー種別の賦存量・利用可能量

5.3.1 太陽光発電

(1) 賦存量

太陽光発電に利用可能なエネルギーである太陽エネルギーの賦存量は、以下の式から算定した。

$$\begin{aligned} & \text{太陽エネルギーの賦存量 (kWh/m}^2 \cdot \text{年)} \\ & = \Sigma [\text{月平均斜面日射量(kWh/m}^2 \cdot \text{日)} \times \text{月日数 (日)}] \end{aligned}$$

なお、ニセコ町の月平均斜面日射量データについては、NEDO のホームページに掲載されている全国日射関連データマップ<MONSOLA00 (801)>から、近傍にある倶知安測候所のデータを抽出して用いた。

図 5-3-1 は月平均の水平面日射量について、倶知安と東京を比較したものである。これによると、雪に覆われる冬期間は日射量が極端に少なくなるが、4月～9月の暖候期は、むしろ東京よりも日射量が多いのが分かる。

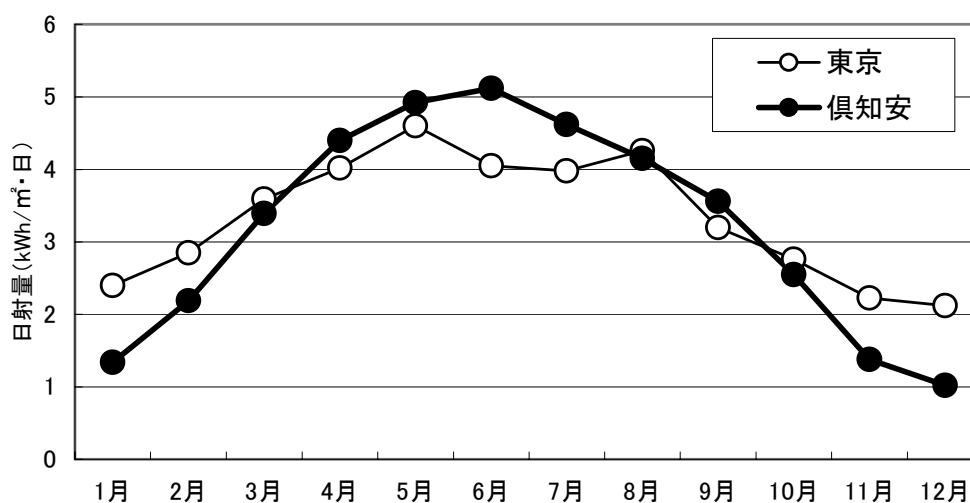


図 5-3-1 月平均水平面日射量

(出典：全国日射関連データマップ<MONSOLA00 (801)> ; NEDO)

ただし、太陽光発電システムを設置する場合には、なるべく多くの太陽光を利用するために、太陽電池パネルを傾けるのが一般的である。その場合に良く利用されるのが、図 5-3-1 の作成にも用いた MONSOLA00 (801) に収録されている各地の「最適傾斜角」と呼ばれる傾斜角である。

この「最適傾斜角」は、年間を通じて最も多くの日射量が得られる角度を 30 年平均の日射データから推定したものであり、ニセコ町付近では 32 度とされている。た

だし、ニセコ町のような積雪地域に太陽光発電システムを設置する場合には、雪の滑落傾斜角（勾配 5/10～6/10 以上、傾斜角に直すと 26 度～31 度以上）も考慮する必要がある。

図 5-3-2 は南向き斜面において、傾斜角を変化させた場合の斜面日射量を比較したものである。太陽高度の低い冬期間は傾斜角による差は小さいが、太陽高度の高い暖候期は傾斜角の違いによる受光面日射量が大きく異なるため、システムの導入時には事前の検討が必要である。

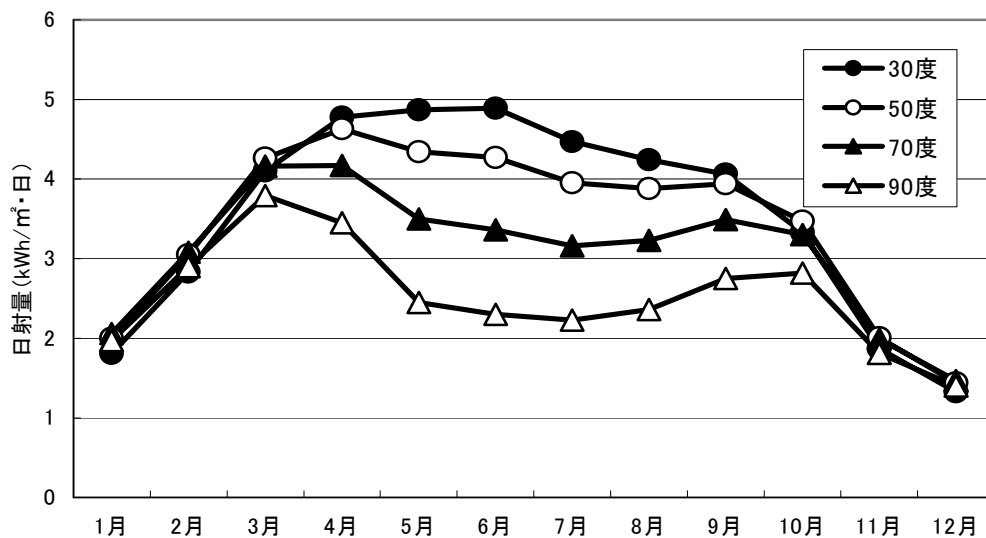


図 5-3-2 倶知安測候所における月平均斜面日射量（南向き斜面）
（出典：全国日射関連データマップ<MONSOLA00（801）>；NEDO）

上記のように、太陽光発電に利用可能なエネルギーである太陽エネルギーの賦存量は設置するパネルの傾斜角によって異なる。ここでは、水平面及び南向き斜面の代表的な傾斜角における年積算日射量を太陽エネルギーの賦存量とした。結果を表 5-3-1 に示す。

表 5-3-1 太陽エネルギーの賦存量

| 傾斜角 | 年間日射量 (kWh/m ²) |
|----------|-----------------------------|
| 水平面 | 1,175 |
| 南向き 30 度 | 1,296 |
| 南向き 40 度 | 1,288 |
| 南向き 50 度 | 1,256 |

(2) 利用可能量

利用可能量は以下の方法により算出した。

a. 想定した条件

- ・ 持ち家住宅全てに 3kW (27m²の面積) の太陽光発電システムを設置
- ・ 公共施設に 10kW (90m²の面積) の太陽光発電システムを設置

なお、持ち家住宅の戸数は、北海道統計協会「平成 13 年北海道市町村勢要覧」に掲載されている 993 戸を用いた。また、公共施設としては、以下の 16 か所を対象とした。

表 5-3-2 算定に用いた公共施設名

| 施設名 | 屋上 面積 (m ²) | 敷地 面積 (m ²) | 生徒数(職員数) 又は 年間利用者数 (人) |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| ニセコ町立保育所 | 610 | 2,500 | 90 |
| ニセコ幼稚園 | 203 | 2,590 | 25 |
| ニセコ小学校 | 1,236 | 15,498 | 228 |
| 近藤小学校 | 876 | 10,007 | 16 |
| 宮田小学校 | 927 | 7,832 | 9 |
| ニセコ中学校 | 832 | 7,988 | 149 |
| ニセコ高等学校 | 1,055 | 10,297 | 99 |
| ニセコ町学校給食センター | 146 | 649 | 9 |
| ニセコ町総合体育館 | 2,223 | 5,676 | (25,000) |
| 町民センター | 894 | 9,200 | (35,700) |
| ニセコ町公民館 | 300 | 440 | (11,590) |
| ニセコビュープラザ(道の駅) | 292 | 4,280 | (1,219,000) |
| 有島記念館 | 1,400 | 20,000 | (12,000) |
| 役場庁舎 | 501 | 2,364 | 71 |
| ニセコ郵便局 | 166 | 1,530 | (45,000) |
| ニセコ消防署 | 310 | 1,785 | 16 |

※()は年間利用人数

b. 推定式

利用可能量 (kWh/年)

$$= \text{システム出力 (kW)} \times \text{単位出力当たりの必要面積 (m}^2\text{/kW)} \\ \times \text{年間斜面日射量 (kWh / m}^2\text{)} \times \text{補正係数}$$

年間斜面日射量としては、表 5-3-1 で示した南向き 30 度の値 (1,296 kWh/m²) を、単位出力当たりの必要面積及び、補正係数 (機器効率や日射変動などの補正值) については、「新エネルギーガイドブック導入編 ; NEDO : 平成 14 年 7 月」から引用した。結果を表 5-3-3 に示す。また、利用可能量に対応する CO₂ 削減量も併記した。

表 5-3-3 太陽光発電システムの利用可能量

| 設置場所 | 戸数 棟数 | システム 出力 (kW) | 単位出力当たり の必要面積 (m ²) | 補正係数 | 年間利用 可能量 (MWh) | CO ₂ 削減量 (t) |
|-------|----------|--------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-------------------------------|
| 持ち家住宅 | 993 | 3 | 9 | 0.065 | 2,259 | 807 |
| 公共施設 | 16 | 10 | 9 | 0.065 | 121 | 43 |
| 合 計 | 1,009 | | | | 2,380 | 850 |

• CO₂削減量は第 3 章 表 3-2-2 を参照。電力の場合の CO₂ 排出量は 1 kWh あたり 0.357 kg。

5.3.2 太陽熱利用

(1) 賦存量

太陽熱利用に利用可能なエネルギーである太陽エネルギーの賦存量は、太陽光発電と同様とした。以下のとおりである。

表 5-3-4 太陽エネルギーの賦存量

| 傾斜角 | 年間日射量 (kWh/m ²) |
|----------|-----------------------------|
| 水平面 | 1,175 |
| 南向き 30 度 | 1,296 |
| 南向き 40 度 | 1,288 |
| 南向き 50 度 | 1,256 |

(2) 利用可能量

利用可能量は以下の方法により算出した。

a. 想定した条件

- ・ 持ち家住宅全てに集熱面積 3m² の自然循環型のソーラーシステムを設置
 - ・ 公共施設に集熱面積 100m² の強制循環型のソーラーシステムを設置
- ※持ち家住宅の戸数及び公共施設の数、太陽光発電と同様とした。

b. 推定式

利用可能量 (kJ /年)

$$= \text{集熱面積 (m}^2\text{)} \times \text{年間斜面日射量 (kWh/m}^2\text{)} \times 3,600 (\text{kJ/kWh}) \times \text{集熱効率}$$

年間斜面日射量としては、表 5-3-2 で示した南向き 30 度の値 (1,296 kWh/m²) を、集熱効率については、「新エネルギーガイドブック導入編 ; NEDO : 平成 14 年 7 月」から引用した。結果を表 5-3-5 に示す。また、利用可能量に対応する CO₂ 削減量も併記した。

表 5-3-5 太陽熱利用システムの利用可能量

| 設置場所 | 戸数 棟数 | 集熱面積 (m ²) | 単位換算 (kWh → kJ) | 集熱効率 | 年間利用 可能量 (×10 ³ MJ) | CO ₂ 削減量 (t) |
|-------|----------|---------------------------|--------------------|------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 持ち家住宅 | 993 | 3 | 3,600 | 0.4 | 5,559 | 380 |
| 公共施設 | 16 | 100 | 3,600 | 0.4 | 2,986 | 204 |
| 合計 | 1,009 | | | | 8,545 | 584 |

・ CO₂削減量は第 3 章 表 3-2-2 を参照。灯油の燃焼を想定した場合、排出量は 1ℓ (=36.7MJ) 当たり 2.51kg。

5.3.3 風力発電

太陽光発電や太陽熱利用システムについては、基礎となる日射量データがあればエネルギーの賦存量が概算できる。しかしながら、表 5-3-6 に示すように、風力発電システムからの出力はシステムの規模により大きく異なるため、賦存量を求めるのは困難である。ここでは、ニセコ町における風力発電の可能性を NEDO の風況マップ（平成 14 年度研究成果）及びニセコ町周辺の風データから検討した。

表 5-3-6 風車の発電電力量*の目安

「出典：NEDO 新エネルギーガイドブック＜導入編＞（平成 14 年 7 月）」

| 地上 30m での 年間平均風速 | 風車規模毎の参考発電電力量 (MWh/年) | | | | |
|---------------------|-----------------------|------|-------|-------|-------|
| | 4m/s | 5m/s | 6m/s | 7m/s | 8m/s |
| 300kW クラス | 277 | 506 | 749 | 979 | 1,178 |
| 600kW クラス | 414 | 819 | 1,295 | 1,778 | 2,222 |

(1) NEDO の風況マップを用いた大型風車導入可能性の検討

a. ニセコ町周辺の年平均風速分布と昆布岳近傍の風況曲線

NEDO のホームページに掲載されている風況マップ(平成 14 年度研究成果)には、日本全国における地上高 30m、50m、70m の年平均風速の推算値が 1 次領域(600 km × 600 km、解像度 5 km 間隔)から 3 次領域(50 km × 50 km、解像度 500m 間隔)まで示されている。図 5-3-3 は、このデータベースから、ニセコ町を含む 3 次領域における地上高 30m の年平均風速分布図を抽出したものである。NEDO 新エネルギーガイドブック＜導入編＞によれば、大型の風力発電の採算性を確保するには地上高 30m の年平均風速が 6m/s 以上であることが一つの目安とされている。

図 5-3-3 によれば、ニセコ町では年平均風速が 5m/s 以下の地域が多く、風力発電システムの建設適地は少ないと考えられるが、南部の昆布岳付近と北部のニセコアンヌプリ周辺には、風のやや強い地域も含まれている。そこで、NEDO の風況マップに収録されている風速データを用いて、標高の高い地点に大型風車を設置した場合の年間発電電力量を試算した。ただし、ニセコアンヌプリ山頂付近に大型の風車を設置することは、自然公園地域内であることや景観上の問題から困難であるので、昆布岳の山頂付近を調査対象とした。

図 5-3-4 は、NEDO の風況マップから、昆布岳近傍における 1 年間の風速階級別の出現頻度を抽出したものである。弱風域の出現頻度が少ないのがこの地点の特徴である。NEDO の風況マップには、このような図が 5 km 間隔で整備されており、図 5-3-4 は図 5-3-3 で ▲ を付けた地点における風速階級別の出現頻度(推算値)である。

* 発電電力量とは、システムからの出力電力(瞬間値)を時間で積分したものの。簡易的に発電量とすることもありますが、本報告書では、発電電力量という用語で統一する。

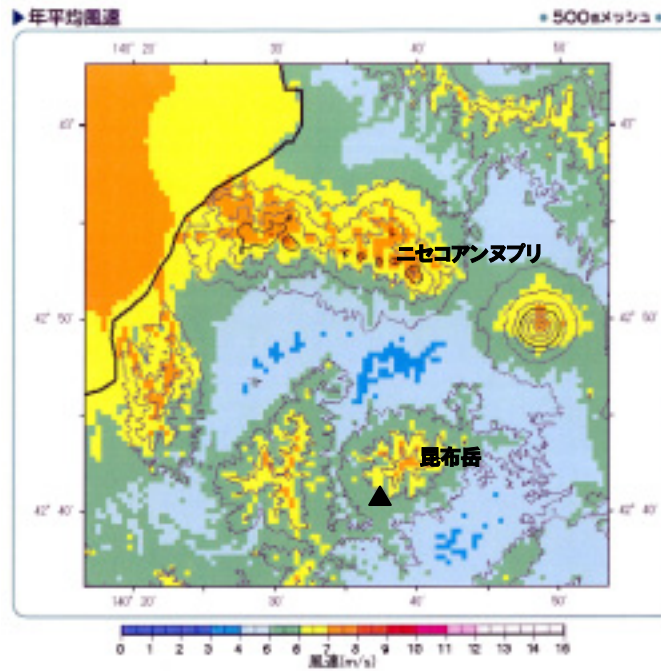


図 5-3-3 ニセコ町周辺の地上高 30m の年平均風速分布図。等高線の間隔は 250m。
▲ は図 5-3-4 で風況曲線を求めた地点を示す (NEDO 風況マップより作成)。

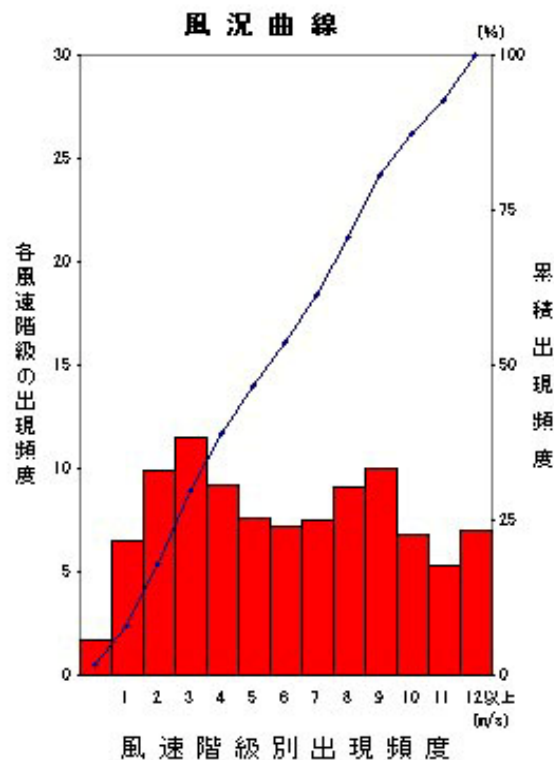


図 5-3-4 昆布岳近傍 (図 5-3-3 の ▲ 地点) における風速階級別出現頻度 (NEDO 風況マップより引用)

b. 想定風車による発電電力量の推定

風力エネルギーは空気が移動することによる運動エネルギーであるから、受風面積 A (m²) の風車を考えると、この面積を単位時間に通過する風力エネルギー P (W) は空気の密度を ρ (kg/m³) とすると、以下の式で表される。

$$P = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} (\rho AV)^2 = \frac{1}{2} \rho AV^3$$

すなわち、現地における詳細な風速データがあれば、風車の形状や出力曲線（風速と出力の関係）、システム効率等から、発電電力量が推算できる。しかしながら、一般には、計算に必要な現地における詳細な風速データがないことから、平均風速から階級別の風速出現率を仮定し、年間発電電力量を推定することが多い。ここでは、図 5-3-4 の昆布岳近傍における風速階級別出現頻度から、風力発電電力量を見積もり、大型風車による利用可能量とした。

風力発電システムでは、一定風速以上になると発電を開始し、出力が発電機の定格出力に達すると出力制御を行い、さらに、風速が大きくなると危険防止のために風車の回転を止めて発電を中止するのが一般的である。それぞれの風速をカットイン風速、定格風速、カットアウト風速と呼び、以下のような値が採用されている。

| | |
|----------|------------|
| カットイン風速 | : 3~5m/s |
| 定格風速 | : 8~16m/s |
| カットアウト風速 | : 24~25m/s |

そこで、図 5-3-5 のような運転特性を持つ風力発電システムを昆布岳近傍に設置したと想定し、図 5-3-4 の風況曲線から年間発電電力量を推定した。結果を表 5-3-7 に示す。

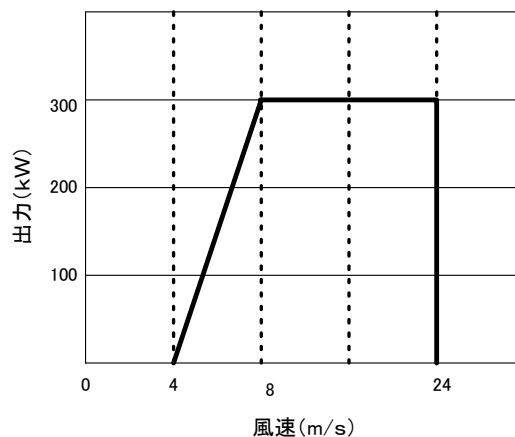


図 5-3-5 想定した風車の運転特性（定格出力 300kW）

表 5-3-7 300kW の風車による年間発電電力量の推定結果

| 風速階級 | 出力 (kW) | 出現頻度 (%) | 出現時間 (h) | 年間発電電力量 (kWh) |
|---------------|---------|----------|----------|---------------|
| 4m/s 未満 | 0 | 29.8 | 2,610 | 0 |
| 4m/s ~ 5m/s | 37.5 | 9.3 | 815 | 30,551 |
| 5m/s ~ 6m/s | 112.5 | 7.6 | 666 | 74,898 |
| 6m/s ~ 7m/s | 187.5 | 7.2 | 631 | 118,260 |
| 7m/s ~ 8m/s | 262.5 | 7.6 | 666 | 174,762 |
| 8m/s ~ 9m/s | 300.0 | 9.1 | 797 | 239,148 |
| 9m/s ~ 10m/s | 300.0 | 10.1 | 885 | 265,428 |
| 10m/s ~ 11m/s | 300.0 | 6.9 | 604 | 181,332 |
| 11m/s ~ 12m/s | 300.0 | 5.4 | 473 | 141,912 |
| 12m/s 以上 | 300.0 | 7.0 | 618 | 183,960 |
| 合計 | | 100.0 | 8,760 | 1,410,251 |

これによると、昆布岳近傍に定格出力 300 kW の風力発電システムを 1 機設置すると年間で 1,410MWh の発電電力量（利用可能量）が見込まれる。この値は本町における一般家庭約 300 世帯分の年間電力消費量に相当する。また、この風車を導入することによる CO₂ 削減量は、表 5-3-8 に示すとおり 1 年間で約 503 トンになる。

解析に用いた風況曲線は、平成 12 年における 1 年間のみの計算値であり、建設コスト（50 万円/kW として、約 15,000 万円*）や景観上の問題等、考慮すべき点はあるものの、本町においても風力発電システム導入の可能性は残されていると言える。

表 5-3-8 大型風車システムの利用可能量

| 年間利用可能量 (MWh) | 年間の CO ₂ 削減量 (t) |
|------------------------|-----------------------------|
| 1.41 × 10 ³ | 503 |

・ CO₂ 削減量は第 3 章 表 3-2-2 を参照。電力の場合の CO₂ 排出量は 1 kWh 当たり 0.357 kg。

* 風車の建設コストは 500 kW 以下の場合 30 万円～65 万円/kW。（風力発電導入ガイドブック、NEDO：平成 13 年）による。

上記のような大型風車とは別に小型風車による利用可能量についても検討した。その結果を次頁以降に述べる。