

# 風力発電タワー、その 1

©Mick Sagrillo

風力発電機の住所は高い塔の上です。理由は食べ物はそこにしかないのです。この理由により貴方の発電の効率は高さで劇的に変化します。

物理：

風力発電機の回転部（即ち羽根）に与えられる力は以下の方程式で代表されています。

$$P=1/2d \times A \times V^3$$

P はローターでの力、d は空気密度、A は回転翼の総面積、V は風速です。

この表から回転部に与えられる力の増加方法に 3 種あることが見えます。- 即ちこの方程式での可変要素全てです。d A V 全てです。それぞれの要素は回転に与える力の影響力が異なっています。これからそれぞれの影響力と、私たちの意見を説明します。

密度(d)

空気分子が羽根を通過することにより羽根は回転します。分子量が多いほど回転力を向上出来、発電量を増加出来ます。密度とはある一定の容量内での分子量を意味します。この理屈は同じ風速でも冬のほうが夏より発電量が高い事で知られています。残念ながら理屈は解っていても、人間が制御出来る物ではありません。

羽根の回転面積(A)

羽根の役目は要約すればエネルギーの吸収部分と言えます。通り過ぎる空気分子を力に変換する為の目的です。回転面積が多ければ多いほどそれだけ多くの電気を作り出せます。

回転面積の増加はそう簡単ではありません。発電機に単に長い羽根をつければ良い—こんな発想では無いのです。多くの製造会社はこの発想を実現するのに多大な費用を払っています。回転翼の面積の方程式は：

$$A= r^2$$

羽根の長さを 2 乗にする事は回転面積が 4 倍になります。例として羽根の直径を 10 フィートから 20 フィートにしたとします。10 フィート回転羽根の羽根の長さは 5 フィートです。これを 4 乗すると 25 平方フィートとなります。これに を掛けますと回転面積は 78.5 スクエア-フィートとなります。さてここで羽根の長さを 20 フィートに倍増したとします。同じ計算方法では回転面積は 314sq. ft に増加します。

単純に考えればこの方法は全く素晴らしいものです。簡単に発電機が回収出来る面積が増加出来ます。出来ればその通りです。が 400% の回転面積の増加は同じ風速に対し機械が受ける圧力も 400% 増加 なのです。

この増加にシステムが耐え、長寿命に生きなければならぬとすると、機械設計は 400% 強いものにしなければならないのです。製作が可能としてもそこで費やされる費用は相当高いものと誰もが予想出来ます。

風速、風速、 風速

風速を増加する事は回転翼を通過する空気分子の数を増やす事になり、風力発電量を増加する事になります。しかし風速の要素は得られるパワー方程式では立方体であり、方程式の中での一番影響を与える要因です。

例としてある一定の発電機に対し風速を倍にしたとします。5mph(マイル パー アワー)では 5x5x5 で ファクター125 単位と仮定します。この数値が密度と羽根の回転面積と掛け合わされます。風速が倍になると単位は 1000 となりそれに密度と回転面積が掛けられます。実際の所風速の倍はなんと 800% の出力増加となります。

この事実から、空気密度を、又は羽根の回転面積をどうのこうの言う前に風速の増加が一番効果的であることが理解できます。

## 液体力学

水の様に空気も液体なのです。川の土手に座り水の流れを観察する事で空気の流れを知ることが出来ます。

小枝を流れの中央部に投げ入れてください。小枝はその流れの速さの通り下流に向かって流れて去ってゆきます。同じような小枝を今度は土手の傍に投げてください。今度の小枝はいよいよするようにゆっくり下流に流れます。これは何を意味するのでしょうか？土手の傍では、水の流れは土手の土地とで摩擦を生じ流れが遅くなるのです。流れの中心に向かえばこの摩擦抵抗は少なくなります。土手から中央に向かう流れの水の層の積み重ねが流れを速めます。空気の密度の動きは地上の上を流れる時に水と同じ事を行なっています。地面の上を流れる空気は地上の草木、家屋などで抵抗を受け流れの速度は低下しています。この現象は地表抵抗と呼ばれます。地表から離れ上に行く事により地上抵抗は薄れ、空気密度層の流れは速くなります。言い方を変えれば、高くなれば風速は早くなるのです。

## 乱気流

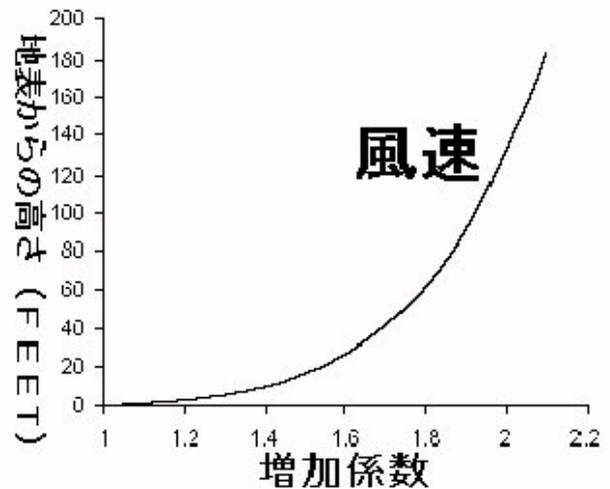
川の流れの話に戻ります。小枝はそのまま川の真中を流れています。その先を見ると大きな杭が流れの真中でそそり立っています。どうなるか見守りましょう。杭に近づいた時点で水がこの邪魔物の前に防波堤が作られた如く速度が大幅に低下し殆ど停止した状態になり、ゆっくりと杭の傍を通り過ぎます。その後杭の回りをゆっくりと何回も回り何かの拍子に元の本流に飲み込まれます。

目の前の事実は液体の乱流です。私たちの発電機も高い建物や木の傍近くに設置されると同様の影響を受けるのです。乱気流は流れる空気層から獲得すべきエネルギーを奪い食料としての品質を低下させています。

小枝は乱流から逃れる事は可能ですが、発電機は乱気流から逃れられないのです。ここで**の鉄則は 150 メーター四方でどんなものより9 メーター高い場所に発電機は設置しなければなりません。**

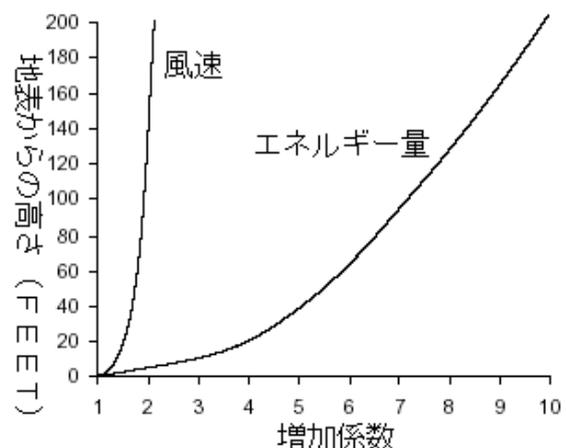
## 心に刻み込んでください

以下の図は地表から離ればどれだけ風速が増加するかを示した物です。地表の意味は



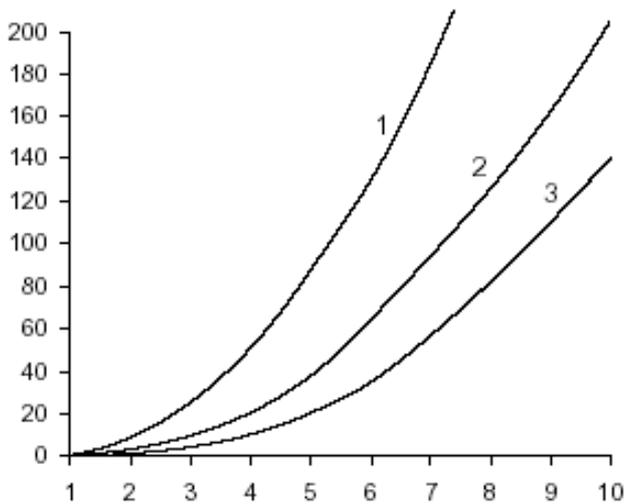
湖のような軋轢の少ない状態を意味します。

最初少々の高さの増加は風速の増加は大幅ですが、高さが増えるにつれその増加率は減少します。以下の例で詳しく説明します。ポータブル型風速計で貴方の背の高さの風速を計ると仮定します。この距離を5フィートとします。風速を10mphとします。そのまま100フィート上空ではどうなるでしょうか。上記の表では5フィートの高さの増加率は1.25です。10mphを1.25で割ると地表の速度は8mphとなります。100フィート上空での係数は1.93ですからそこでの風速は15.8mphです。この増加率は大幅である事が解ります。大幅とはどういう意味でしょうか？前の項で説明した定義では発電量は風速の立方体と説明しています。以下の表は平坦地での高さの増加におけるエネルギー量の増加カーブです。風速のカーブは上記と同



じですが比率が変わっただけで同等です。

上記のカーブはトウモロコシ、小麦畑などの同じ生育物の生える平坦な土地に適応します。以下の表はその他の地表の例です。



1 は湖の状態、2 は小麦などの穀物畑、3 は灌木地です。どの例でも高さが高ければ増加率を得られる事を意味します。風速の増加はエネルギーの増加を意味しますが、同時に地表の平坦さが増える事でも可能となります。反対に貴方の場所が木に囲まれた場合、木の高さが地表である意味になります。

### 更なる考察

一番最初のグラフに戻ります。100 フィートの高さの風速を 15.5mph と予測しました。この風速でのエネルギーは 3724(数値)です。半分のエネルギーは 1862 ですがこのルートは 12.3mph で僅かな高さの差はエネルギーで相当な差となります。全く平坦地と仮定し地表レベルの 8mph が 12.3 になる高さを表から求めますと 25 フィートとなります。この理屈から 100 フィートの塔に一台設置するのも、25 フィートタワー2 台設置するもの同じエネルギーを得られる理屈が生じます。

### どちらが有利でしょうか？

例として 500W 発電機をつけるとします。話は 100 x 1 又は 25 x 2 台のどちらかです。塔は 2 インチ直径のパイプで、鉄線補強です。アンカー打ち込み、その他等設置に必要な備品に相違はありません。蓄電池、インバーターは別の話ですので、比較表から除いています。(同じですから)

どうなるのでしょうか？

以下の例は塔 1 の比較表です。低いほうでは 2 本の塔、2 台の発電機が必要です。

Equipment	100' tower	25' tower
wind generator	\$900.00	\$900.00
2" pipe for tower (\$2.50/ft)	\$250.00	\$62.50
guy cable (\$0.10/ft)	\$68.00	\$11.00
anchors (\$10 ea)	\$40.00	\$40.00
miscellaneous fittings	\$40.00	\$10.00
wiring	\$40.00	\$10.00
<i>Total per system</i>	\$1,338.00	\$1,033.50
<i>Grand total</i>	\$1,338.00	\$2,067.00
<i>Cost per watt</i>	\$2.68	\$4.13

### これまでの教訓

- \* 乱気流、地上にあるすべての邪魔物により風速は減少する事実
- \* 乱気流、地上の邪魔物から逃れるには高い場所に行く事
- \* 高くなるにつれ風速が増加する率は発電機が設置される回りの建物、地表の平坦度及び植物環境に左右される。
- \* 地上の邪魔物の表面が風力発電における地表レベルと考える。
- \* この有効地上レベルから高くなればそれだけ発電量は増加する。

次の章では塔の高さの増加と価格の関係を説明します。

# 風力発電タワー、その2

©Mick Sagrillo

乱気流と地上の邪魔物は、風が与えてくれる貴重な燃料を盗み、風力発電に対する最大の敵です。地表から高く上がれば乱気流や地上の邪魔物の抵抗が減少します。この章では高い塔は発電機にとって必要だが、どの高さが必要で、又経済的なポイントとはに付いて話します。

## 復習

前章で高さの増加とエネルギー量の増加の説明をし、風の量の増加が発電機にどう影響を与えるかについても説明しました。最後に高い塔と低い塔の設置の価格についても触れてみました。

結論は、“高い塔の方が有利だ”です。しかし、人類はこの高さに対しては一種の恐怖心を持ち、もし100フィートの塔に一番簡単に近づけるのは95フィートの足を持たねばなりません。

高所恐怖症の話は横において、先ず塔の高さの増加に対する価格と、それによる経済メリットのお話から入りたいと存じます。

## 剪断の力

高さの変化で風速がどのように変化するかに付いては多くの書類が既に発行されています。高さに対する風速の変化要因は風が通過する地形要因です。土地の形、樹木、建物などが吹き抜ける風に影響を及ぼします。

地表での風に対する邪魔物の力は剪断という言葉で代表されます。平らな地表ではこの剪断現象は見当たりませんが、丘陵地帯で、多くの建物や木々のある場所ではその影響

は大いに見受けることができます。

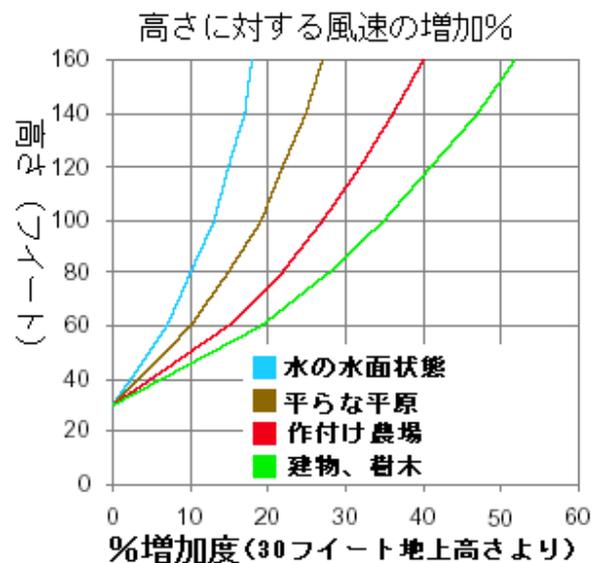


チャート1

色々な地表の邪魔物で高さが増える場合にその剪断力の増加度を表したのが上記の表です。

30 フィート以上が最低地表面と設定されそれから高さ変化に対する剪断力が測定されました。

このやり方は気象庁や飛行場が行なう計測方法と同等です。

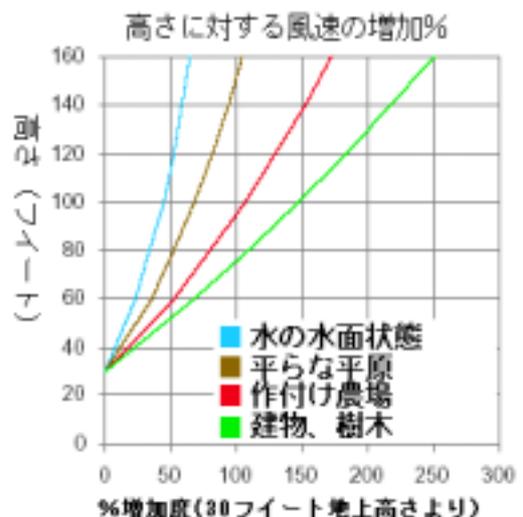


チャート2

ここで、発電能力の方程式を思い出してください。

$$P=1/2d \times A \times V^3$$

多くの要因の中で発電の力に一番影響を与えるのは風速の三乗が大切だった事を思い起こしてください。この理屈からある発電機の発電量の増加は、そこに与えられる風速の増加が一番手身近な方法と今まで説明してきました。ですから、手っ取り早い方法は塔の高さを高くするか、風の豊富な場所に引っ越すかの2点です。風速の増加の率は平坦な土地の上より木々や建物のある場所の上のほうがはるかに早く増加する事に注目下さい。この意味は砂漠や湖の真中より他の場所では高さの増加が適切であると言う意味です。

チャート1では高さを変化させる事により、発電量を3乗する事でのメリットが理解できます。チャート2では地上での邪魔者から離れる事による利点を力説しています。%の増加は発電量そのものの増加で、条件は同じ発電機でありながら、又同じ条件でありながら、高さが増加する事による劇的变化を伝えています。しかしその増加量は高さの向上率とは比例はしていません。

基本ラインの30フィートと作付け農場の100フィート上空を比較してみましょう。30に比較して100の上空では%増加は106となっています。この考え方は30の高さで2台のシステムを運営した場合100の高さの一台とほぼ同等の出力を得られますが100の高さの方が相当安価であることは理解できます。実際の投資コストの例を以下に説明し更なる理解につなげます。

### DIYシステム

ホームセンターで資材を買い自分で組み立てます。以下の説明はUS\$で、日本円の換算を意図していません。あくまでも理解の為の数値と考えてください。24VDCシステムを建設します。電線や蓄電池等の共通事項は計算から除去しています。比較は塔の建設関係の高さの差を説明します。必要費用は貴方の居住地域までの運賃、工事費の業者の差、セメント等の基礎素材費用、土地の状態等一概に決定できない要因が存在しますが、例として示します。

塔の高さ (ft)	発電機	鉄塔価格	配線	セメント	穴工事	Total
40	\$4,290	\$1,275	\$40	\$75	\$120	\$5,800
60	\$4,290	\$1,725	\$60	\$75	\$120	\$6,270
80	\$4,290	\$2,195	\$80	\$100	\$120	\$6,785
100	\$4,290	\$2,625	\$100	\$100	\$120	\$7,235

Table 1

実際の工事は全て友人と行い業者の仕事は専門分野のみお願いしていますので実際の費用はこれ以上です。

本システムは実際過去は農場であった自作農家に据え付けられました。通常の農家の場合、納屋、サイロ、果樹園、住居の建物等多くの建造物から構成され、地上の邪魔者は多いのです。この場合の電圧は24VDCと低圧ですので蓄電池の傍が適し、実際には私有地中央の店舗の傍に設置しました。風力発電機の設置場所の鉄則は周囲150メートルの範囲内でどんな建物の高さより9メートル高い場所の設置が決められています。この場所では12メートルの鉄塔は低すぎますので、それ以上高い塔の検討が必要とされました。

塔の高さの変化に伴い出力がどのように変化するか検討が必要とされました。以下の図を作

ってみました。

塔の高さ(Ft)	価格	追加コスト	増加率	基本からの増加	発電量	発電増加率	基本からの増加
60	\$6,270	—	—	—	68%	—	—
80	\$6,785	\$515	8.2%	8.2%	109%	41%	41%
100	\$7,235	\$450	6.6%	14.8%	147%	38%	79%

Table 2

最初の設計の塔の高さは 60 フィートです。価格は Table 1 の TOTAL から来ています。この表から追加コストが計算できます。発電量の変化はチャート 2 から算出されます。

このシナリオから 60 フィートから 80 フィートへ塔を高くする場合の費用増加率は 8.2%でその場合の電力増加率は 41%です。80 から 100 フィートへ増加する場合の更なる費用増加は 6.6%ですが得られる電力はさらに 33%増加します。最初の 60 フィートから 100 フィートの増加は費用面で 14.8%で、電力増加は 79%となります。

### UTIシステムについて

(電力会社への売電についてのアメリカの実情です：日本ではまだ制限が多く一部の例外を除き一般的ではありませんが参考までにお知らせします。) UTI=utility-tie-in

10KW 出力大型発電機で、その価格には売電用インバーターが含まれています。ある一定量の発電を越えますとその発電力は電力会社に送電され、送電分を販売出来るシステムです。この大型発電機を支える鉄塔も超一流の鉄塔が安全面から必要とされます。

この発電機の価格は特殊インバーターを含み US\$17,495 です。この発電機一台で農場全体の電力を供給可能です。高圧出力の為遠方に設置が可能で、建物や木々近辺での乱気流に邪魔されない場所設置が可能です。場所としてはトウモロコシ畑の間の柵に決めました。大型機の為素人設置は不可能で、設置は専門業者に依頼しました。その工事類の中身は塔設置用基礎の穴掘り工事、セメント注入、塔の組み立て、塔の配線から自宅までの配線、発電機設置、インバーター類や各種スイッチの取り付けです。輸送費は別として、塔の高さで価格が異なります。今回は業者任せの工事で、塔の高さで費用がどう変化するか、Table3 で示します。

塔の高さ(Ft)	発電機価格	鉄塔価格	配線工事	セメント	組み立て工事	Total
60	\$17,495	\$4,435	\$800	\$300	\$2,500	\$25,530
80	\$17,495	\$4,980	\$890	\$425	\$3,000	\$26,790
100	\$17,495	\$5,750	\$975	\$500	\$3,500	\$28,220
120	\$17,495	\$6,735	\$1,050	\$600	\$4,000	\$29,880

Table 3

前に述べた小型機の例と同様に、高さで費用がどのように増加し、一方高層化に伴う電力量の増加を表にまとめました。Table4 がそのまとめとなります。

塔の高さ(Ft)	投資総計	価格増加	増加比	基本からの増加	発電量	電力増加率	基本からの増加率
60	\$25,530	—	—	—	52%	—	—
80	\$26,790	\$1,260	4.9%	4.9%	80%	32%	54%
100	\$28,220	\$1,430	5.3%	10.5%	106%	26%	104%
120	\$29,880	\$1,660	5.9%	17.0%	130%	24%	150%

Table 4

## 結論

で、どれだけの高さが必要で、それで最大の効率を生むのでしょうか？

数字は嘘をつきません。多くの人々は数字からの伝言を信じたくないはずですが、発電量を最も安価な投資で増加できるのは、塔の高さを上げる事などです。

例えば、10KW の発電機の 100 フィートの高さのシステムの場合、初期の高さ 60 フィートの費用を 10%上げるだけで 100 フィート建設となり、得られる発電量はほぼ倍です。言い方を変えれば 60 フィートの高さで 2 台の発電機を建設する方法と同じでも、建設コストは 100 の場合はるかに安価で済みます。

他の考え方からすれば 100 フィートタワーのコスト償却は 60 フィートコスト償却の半分の期間で償却できる事となります。経済原則から 100 フィートの投資のほうが 60 フィートの倍で償却できるわけです。ここで貴方は塔の高さの検討に十分な資料を得た訳です。

Table 2 や Table4 の例に従って計算するだけで未来が見えます。時間があればより高くすればどう変化するか検討してみてください。

以上

## 風力発電タワー、その3

©Mick Sagrillo

自然エネルギー利用の成功の秘訣は、与えられるエネルギーの品質が高ければそれだけ多くのエネルギーを利用できる訳です。それは太陽、風、水の何れにも当てはまります。風力の場合貴方の燃料の品質を高めれば出来るだけ高い場所に発電機を据えることにより、多くの量を得ることが可能です。

### 復習

その1では乱気流と地上抵抗の話をしそれらが如何に風力発電に有害かを説明しました。上空に上がるにつれ風速がどれだけ増加するか、又その増加率は発電量の増加にどう関連しているかも説明しました。

その2では塔を高くする費用増加高とそれに付随する発電量の増加高を証明して来ました。発電機システムで変化は多いのですが塔の高さを増加するコストアップは5-8%としてもそれによって得られる電力増加高は24-38%余分となっています。

### ジレンマ

追加投資に見返りの収穫がこれほど大きい投資の種類を他に見たことはありません。が大抵の方は高い塔に尻込みをされます。著者も高いものは実際好まないのです。しかし今までの実証は嘘ではないのです。

この章では適切でない高さの実例とその結果についてお話します。市場で多くの種類が使用されますので異なった3人の異なった場所で異なった大きさを例として取り上げます。残念ながら、間違いはそれぞれ別々の種類でした。

最初は私の例をお話します。これにより同じ間違いを防止してください。



(写真 1)

### 小型機の据え付け

英国製の140Wと呼ばれるタイプでこの発電量は16メートル・秒で計測されています。鉄塔でなく水道管の2インチ口径で通常この水道管は21フィート〔6.4メートル〕長で購入できます。試験の為私の家の傍に設置します。負荷として自動車ヘッドランプ、蓄電池、水素発生用の電気分解装置3台などが準備されました。

この規模の発電機の場合大抵のユーザーの鉄塔は多分短いと考え、私は21フィート×2本〔合計12メートル〕の耐水メッキ済み水道管を買いました。針金補強で鉄塔を補強しその先はアンカーを地面に埋め、セメントで固定し、配線完了で、発電機は空に浮かべる事が出来ました。

微風時にはこの発電機は風上にしっかりと向かい数ワットの発電を開始しました。数日後に風速は15.6m/secに上昇し定格風速に近づきました。しかしその理想的な風速状態にも関わらず19V 4AMP(76W)しか出力していませんでした。

これはユニークな発電機の定額出力の半分でしかありません。一体どうなっているのでしょうか？

状態を確認する為発電状態を眺めて見ました。風が吹くごとに奇妙な現象を発見しました。前ページの写真1で示される左が140W型です。右側はこの話では触れていない大型が写っています。大型は小型の倍の24メートル高さの塔の上に置かれています。北北西の強風が吹いている時に右を向いて回転していますが（風の向きに相対している）、小型は反対に南側の反対を向いています。これは一体どういうことでしょうか？

問題の発生してる据え付け状況を分析してみましょう。

配線の見直しでは線の太さは規格以上で全ての接続部は完全でした。銅線抵抗での損失は見受けられません。負荷はヘッドライトで、蓄電池の容量以下で電流不足状態ではありません。場所をよくよく見るとこの発電機の場所は6.7メートル高さのお店の傍に12メートルの塔を建てている事に気づいたのです。これが的中です。

以下の図を見てください、この図は地上の邪魔者（建物、木々など）で引き起こされる乱気流の範囲を説明したものです。

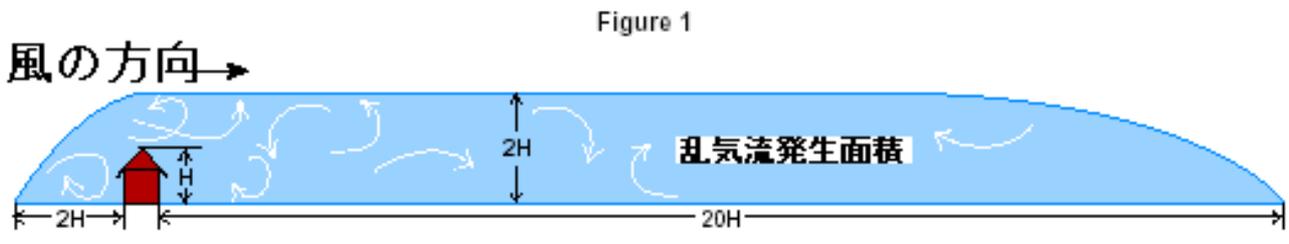


図2は12メートルタワー周辺の建物の高さを示しています。我々の問題は乱気流です。発電機は小型でも12メートルは低すぎました。

しかし何故塔が低すぎると断言出来るのでしょうか？

証明は写真1で可能です。小型機と大型機の向きが異なっています。発電量のデータと図2の配置図から犯罪者の存在が証明されています。風は目には見えません。しかし写真1と図1から、風の性質により乱気流が発生し、その中に発電機を置いた事が実証されています。

で、解決は？

この小型発電機に更なる6メートルの水道管を継ぎ足す事です。実際その工事で発電機はその初期の能力を実証しています。

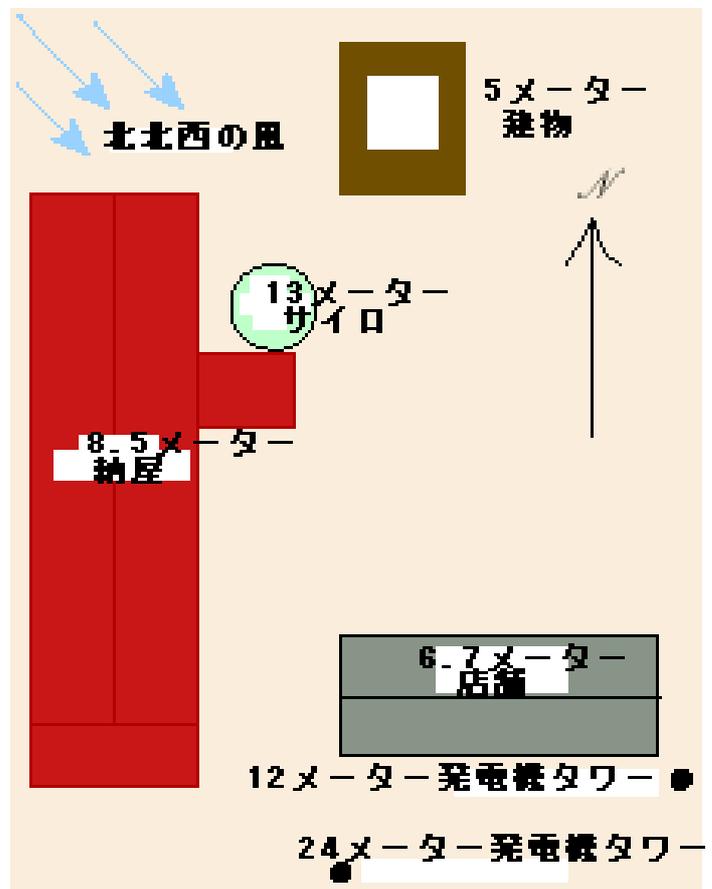


Figure 2

## バーギ社製 EXCELの取り付けの実情報告

ジョン夫妻は壁には断熱材の配慮された、太陽熱温水装置、風力発電機の備わったエコロジー



Photo 2

ハウスを購入しました。写真2の発電機は10KWで売電用のインバーターが組み込まれ、塔の高さは鉄線補強の27メートル高さでした。技術者でもあるジョンは発電機の出力KWHの記録を取り始めました。4年間の実行後彼はその発電結果に失望しました。この発電機の発電量は一ヶ月平均530KWHです。この場所の平均風速は4.4メートル・秒で発電機のカタログから実行発電量は1000kwhが可能な筈です。何故？

ご近所の同じ機種を所有するシッド氏を発見でき彼の平均発電量を聞いたところシッド氏は1133kwhと答えたのです。

彼の塔は30メートルでジョンより僅か高いだけです。風速は両家とも同じです。

再び、疑問は何故？

ジョンの発電タワーの写真は2でこれは西南西の方向から取ったものです。注目する点は木々や生長したオークがすぐ傍に来ています。木々の高さは13メー



Photo 3

ターとなっています。問題はこの木々の連続が発電機を取り囲んで北から南に連続して伸びています。自宅の背後に伸びています。12メートル回り込み西から写真をとったのが写真3となります。

この事が発電機に何の関係があるのですかと貴方はお尋ねでしょう。あるのです。写真3にその回答があるのです。13メートルの木々の連なりと同じ高さの塔が問題なのです。13メートルの木々はその場所を囲んでいます。風の本目からすれば13メートルの高さは地面と同じなのです。ですから、発電機の高さでは空気は乱気流の真っ只中になっています。

この方は、自宅の前で発電機が回る事に興味があり目で見える場所に取り付け木々の高さがどう影響するかを予想することが無く、風は木々の高さを地面とし、地表の乱気流が実際の発電量となっていたのです。

で、どうすれば良いのでしょうか？  
結論は木々の高さを越える塔の建設しかありません。ジョン氏は既に建設された家を買ったのです。実際この発電機を建設された業者はセメントを流し込む前に起こりえる問題を知っていたのでしょうか？

### 自然環境

エドウン氏は長年夢見てきた投資のための貯金を持ってました。それは風力発電でした。中古車・風力発電機販売店は2メートル高さのクリスマスツリー木で囲まれた場所が最適としました。2KW型か4KW型のどちらかを12から27メートルの塔に設置する案でした。しかし投資の金額には限界があり、最終的に販売店は鉄塔の高さを低くし、一方発電機を大型にし埋め合わせる案を提示しました。最終的に2KW型を27メートルの塔に設置する事でなく、4KW型を13メートルの塔に設置する事となりました。常識ではクリスマスツリー木の生長は最高でも3.6メートル止まりで、結果鉄塔は周囲150メートル範囲でどんな物より9メートル高いと言う鉄則は守れたと思いました。

色々な事情でエドウン氏はこれら木々を切り、販売する事を止めました。それから15年が過ぎました。この地方は雨が豊富でなんとその木々は高さ13-15メートルに成長していました。木々は生長しますが、塔はそのままです。

解決方法は？

全ての木を切る事です。さも無くはより高い塔を設置するのです。どちらの方法も心地よくありません。実際この事態はその当時熟考すれば避けられた事態だからです。(結局エドウン氏は車も彼からはもう買う事はありませんでした)

本章6ページのTable2を参照されれば40フィートの高さから80フィートに伸ばせば発電の増加率は109%となっています。このグラフを27メートルに延長すると発電増加率は130%となります。4ページのChart2の図からも証明されています。結局どうすればよかったのか？

クリスマスツリーの有無に関わらず4KW発電機を12メートルの塔に設置するより2KW型を27メートル塔に設置するほうが30%以上の発電が見込めます。

### 勉強の成果

多くの質問は自宅での風力発電での落とし穴はなんのでしょうか？と聞かれます。私の経験から3つの失敗をお教えします。

1. 塔が低すぎる
2. 塔が低すぎてその為
3. まだ、塔が低い

低い塔は風の燃料の泥棒その物なのです。乱気流とは少ない燃料の結果地上の邪魔者でのた打ち回った状態なのです。風力発電に投資される方は長年に渡りその将来に期待を掛け人生勝負として投資されます。

貧しい燃料品質への投資は貴方の投資を浪費させ、時間の無駄をつくり、安い塔の投資への単なる自己満足にしか過ぎません。

類似した説明ですが、貴方が太陽光発電パネルを買われたとします。貴方はそれを北側の屋根に取り付けるとします。勿論発電はしてくれまますよ。でも、そう多くではありません。こんな取り付けをする方はあるでしょうか？その不足する分を補う為に、更に多くの枚数の太陽パネルを取り付け(北側)されるでしょうか？(即ち大型風力発電機を低い場所に)。多くの人々は私に木の天辺と同じ高さに据えた発電機がちっとも期待通りに動かないと文句を言われる事に失望を重ね

て来ました。多くの文句は発電機は発電しない、若しくは場所ごとで発電が異なるです。全てこの事実は風力発電理論からかけ離れ、全てが間違いです。

この説明書の始めの例で、例として 100 フィートの塔に一台の発電機と取り付けられた出力は 25 フィートの 2 台の塔に取り付けら 2 台の発電量と同じという例を示しました。同じ場所で両者は同じ発電量です。2 台の方は出力が半分ですから、太陽パネルを北側の屋根に取り付けたのと同じ事です。

今まで説明しました例は場所選びの共通の間違いであり投資効果に相反する事実を経験から説明したものです。手持ち資金に限られるから、塔の高さを削る発想は、卵を産む鶏を殺すのと同様です。風力発電機の投資は何十年に渡りその利益を貴方にもたらず事は事実なのです。

以上

2003 年 April by T.Asano