

# 家庭用風力発電の設置場所

© Mick Sagrillo, USA

本説明では風力発電機の最適な設置条件のヒントになる情報をお話します。**第一部：平均風速の考え方**、**第二部：貴方の家の環境**、の二部に別れて説明されています。

## 第一部：平均風速について：

さて 貴方は風力発電機を設置したいと心に決めました。貴方の場所は一年を通じ風は十分吹いていると核心しています。そのエネルギーを見逃す手は無いと考えました。

が、発電機は本当にその真価を発揮すると言い切れますでしょうか？風力は十分でどこから吹いてくるのかどうやって調べられましたか？例えその条件が満たされたとして、ではどの場所が鉄塔の設置に適しているのかご存知でしょうか？

### 必要道具類

常識的な回答であれば、貴方の発電機がその真価を発揮するかどうか、一、二年かけ貴方の場所の風の速度を調査しなければならない！

家庭用の風力発電機の設置の場合この考え方は馬鹿げています。太陽発電パネルの設置業者は決して太陽光の照射記録は測定していません。で、何故風力に必要とされるのですか？

実際のところ、太陽パネルの業者は設置基準に関する、補助となる色々な道具（資料）を持っているのです。同じことを風力発電に適応出来るのです。

適切な場所とその場所での発電量の推測の為に貴方の場所での以下の情報収集が大きな助けとなります。

- \* 一年の平均風速
- \* 主流となる風方向
- \* 貴方の場所での建物、植物
- \* 地表の平坦度
- \* 得られた電力の貯蓄方法

今行なう事は貴方が得られる自然環境を量的表現で把握する事です。それさえ出来れば後は微調整し貴方の場所に適した条件を見出せるのです。ここから、上記に述べた道具を個々に分析し、どうやって活用できるか、に入ります。

### オプション

最初に、電気をどこに貯蔵するかの観点から触れます。（これが一番簡単でもあります）

もし家庭に電気が配電されているのであれば、売電方式をお考え下さい（日本の場合規制が多くほぼ実現できていない）。既にある電気会社のラインに直結する事は高価な消耗品としての蓄電池の投資を防止できます。電気会社は、風が有効に吹いている期間の電力を買い上げてくれます。風がやめば、今まで売ったものから、返してもらえるのです。この場合貴方の消費電力が自然エネルギーでどこまで相殺できるかの計算となりますが、一週間などの短期間で考えず、長期間の考察が必要です。

もし貴方の場所に電力会社のサービスが到達していないような場所で蓄電池に頼って生活されていらっしゃるのならば、電力会社の低額料金には負けませんが風力の応用しか残されていません。同時にその様な場所でのディーゼルやガスを利用した何十年に渡る自家発電システムより風力のほうがはるかに低額となりえます。

もし売電をお考えの場合 4.4m/sec の年間標準風速が自家発電のメリットの分岐点です。それ以下の場合電力会社から購入するほうがあらゆる点で勝っています。しかし電力配電がこない場所では平均風速が 4-3.5m/sec でも立派な役割を果たします。ここで大切な事はこの風速は羽根の高さの場所での風速なのです。ですから、大きな質問はどういう方法で羽根の高さでの風速をどのようにして得られるか？です。

### なにを言いたいの？

実際貴方の場所での年間平均風速を決定する事は困難で、高価な作業で、時間のかかる事です。しかし、貴方は、最初に言ったじゃないですか。年間を通じて実測するのは馬鹿げた事と言われたでしょう。どうなっているの？

回答はこうです。貴方の場所での年間平均風速を知る事は非常に必要なことには間違いないのです。しかし緻密に測定する必要はないのです。実際ウインドファームを建設するのではないのです。従って、実際の羽根の高さでの風速を数年に渡りモニターする必要はありません。では、どうやってこのつかみ所の無い平均風速値を得る事が出来るのでしょうか。方法は推察です。笑わないで！。実際このやり方は過去から行われ有効で、ほとんど間違いがないのです。目的は貴方の場所での大まかな年間平均風速なのです。これから私が実際行なった方法をお教えします。それに従い貴方が行なえば間違いはありません。

### 経験からの知恵

私の農家をウイスコンシンに移住した時、風がふんだんに吹いていたので、風力発電機の利用を調査する事にしました。過去からの言い伝えでは：この場所での、空港と気象局のデータの調査から始めよ：です。56km 離れているグリーンベイ空港での年間平均風速データは 4m/sec で電力会社から購入するほうがはるかに有利との考えでした。

エンドウ豆を一年に 4 回（実際花を咲し続けてくれたのですか）植え替えた後で、ご近所の方に風力発電について意見を伺う事が出来ました。1930-40 年代に発電機があったと思い出される方がいました。彼らの記憶では第二次大戦後大手電力会社が配電を始めると急速に風力発電機の塔は消えたそうです。その冬は、大雪に見舞われ雪かき作業に明け暮れました。この場所は学校バスの足の確保と牛乳出荷（実際農場地域なので）の為に、一日の大半を雪かきにあてねばならない場所と最後には気づきました。

これら、風と自然現象との戦いの経験から 3 年後再度年間平均風速を調査する事となりました。空港と気象庁のデータは相変わらず 4m/sec のデータしか得られませんでした。我々の試験では 30 メーター高さの風速はなんと 5.8m/sec の実測で、これは完全に利用に適することが判明しました。では一体知恵とはなんだったのでしょうか？

### 気づかない現象

身の回りの自然現象から多くの有効なヒントが発信されていますが、我々はそのヒントに気づかないのです。最初の大切なポイントは我々の勘です。非科学的な表現は認めますが、貴方の洗濯さおを吹き抜けるそよ風を無視した事はあるでしょうか？

次に気づいたのは吹き寄せられる雪の現象でした。

我々は多くの時間を交通確保の為の道路雪かきに費やしました。この地方のほかの場所ではゴミ、汚れ物、砂、草木類の乾燥ゴミなどの吹き溜まりの排除が主なる任務となっていました。

三番目は先人達の言い伝えの収集作業でした。ここで生活を長年経験した人々の経験話は我々のような新人には聞いた事の無い環境の変化の話がありました。

四番目はこの地域での草木の特異性です。この話は後で詳しく説明します。

結果私たちは専門家が収集したデータを最後の判断基準として利用する多くの方がたと同じ過ちを犯したことに気づいたので。実際は風力発電に適していたのに！

### 決め付けは失敗の源です。

間違いの原因は、空港や気象局の場所が私の場所と同じであって、彼らのデータは絶対正しいと言う無条件的盲信から始まっています。気象局の測定個所は人々が住む通りの少し上の位置で計測している事に気づきました。測定場所は実際の風力発電機が好む地表 20-30 メーター上でないのです。それ以上に地表の邪魔者による風速の低下はその高さでは減衰する事が無かったので。空港の情報も制限あるデータでした。空港が設けられる場所は飛行機の離発着に邪魔な風の影響が無い場所だったので。空港の選定は風の影響が少ないほど有効なのです。多くの場合専門家の視野は狭すぎます。私が訪問した計測場所では（空港と気象観測所）風速計はビルの屋上か、木のそばか、低まった場所でした。言葉を言い換えれば風速を測定するのに選定された場所は保護された場所か、乱気流に影響される場所か、両方に影響される場所です。この事実は、私の自宅の測定値は、空港の測定値とかけ離れた値であった証明となります。専門家の風速データはそのまま鵜呑みにすると、ひどい目に合われる事を（風力発電の為に）実証した例です。

### 実用に変化させる

と言う事は、気象局や空港発表値を無視せよとおっしゃるのでしょうか？ いえいえそうではありません。これらの平均風速値は我々の計算基準の開始点で地表の風速値として考えてください。風力発電機が置かれる上側では自然現象の摂理から 0.5-1m/sec は多く吹いています。私たちの場所ではこの差は 1.4-1.7m/sec の差が生じていました。

場所、地形、周りの状況、建物、木々、空港や気象局の風速計の設置の高さなど多くの要因を分析します。貴方の場所の特異性をこれらの条件と比較する事により気象局と貴方の場所の差を見出す事が出来ます。

もし貴方がお近くの気象局を訪問し、どういう原理でその風力計を設置されたのでしょうか？と質問された場合、大抵の回答は“どのような設置基準があったのか解りません”と言うでしょう。だから貴方はその様な数値に惑わされない事です。

### 補正値の考え方

公共機関の発表する数値の応用のもう一つの方法は補正の方法で貴方の場所の風速値を推察する方法です。彼らの数値、貴方の場所と彼らの場所の地形の差や同等性を研究する事により貴方のある高さの風速を予測できます。私たちがどのように行なったを説明します。

測定場所は明確な場所で風速計の設置場所は地表 9 メーターの塔の上と仮定します。貴方は自分の目で確認し、環境は、風の邪魔をしない空き地と確認できました。事務局の発表は、過去 35 年の平均風速値は 4 メーター/秒です。この値を貴方の場所に応用するにどうしますか？最初に行なう事はその測定場所の環境が貴方の環境と似ているかを観察し、それから地表抵抗係数を図 1 から計算することです。

## 地表抵抗係数

地形の状況	係数
平坦で、硬い土地、湖、海	0.10
背丈の低い草や未耕作地	0.14
僅かな木、足上までの草原	0.16
垣根、背丈の高い穀物農地、僅かな木	0.20
多くの木々、まばらな建物	0.22-0.24
森、小さな村、郊外	0.28-0.30
町、高層ビル	0.40

図 1

測定箇所は平らな空き地でした。私の場所は田舎で、通常の農家の建物、木々があり、近くは森ですから、係数 0.24 を選びます。(ここでの説明は feet の図を利用していますので 1Foot=0.3meter に換算してください。)

高さ feet	地表抵抗値係数								
	0.100	0.140	0.160	0.200	0.220	0.240	0.280	0.300	0.400
10	0.895	0.857	0.839	0.802	0.785	0.768	0.735	0.719	0.644
15	0.933	0.908	0.895	0.870	0.858	0.846	0.823	0.812	0.757
20	0.960	0.945	0.937	0.922	0.914	0.907	0.892	0.885	0.850
25	0.981	0.975	0.971	0.964	0.960	0.957	0.950	0.948	0.929
30	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
35	1.016	1.022	1.025	1.031	1.034	1.037	1.044	1.047	1.063
40	1.029	1.041	1.047	1.059	1.065	1.071	1.083	1.090	1.121
45	1.041	1.058	1.067	1.084	1.098	1.102	1.120	1.129	1.176
50	1.052	1.074	1.085	1.107	1.118	1.130	1.153	1.165	1.226
55	1.062	1.089	1.102	1.128	1.142	1.156	1.184	1.199	1.274
60	1.072	1.102	1.117	1.148	1.164	1.180	1.214	1.231	1.319
65	1.080	1.114	1.132	1.167	1.185	1.203	1.241	1.261	1.362
70	1.088	1.126	1.145	1.184	1.204	1.255	1.267	1.289	1.403
75	1.096	1.137	1.158	1.201	1.223	1.245	1.292	1.316	1.442
80	1.103	1.147	1.170	1.216	1.240	1.265	1.316	1.342	1.480
85	1.110	1.157	1.181	1.231	1.257	1.283	1.338	1.366	1.516
90	1.116	1.166	1.192	1.245	1.273	1.301	1.360	1.390	1.551
95	1.122	1.175	1.203	1.259	1.288	1.318	1.380	1.413	1.585
100	1.128	1.184	1.212	1.272	1.303	1.335	1.400	1.435	1.618
105	1.133	1.192	1.222	1.284	1.317	1.350	1.420	1.456	1.650
110	1.139	1.199	1.231	1.296	1.330	1.365	1.438	1.476	1.681
115	1.144	1.207	1.240	1.308	1.343	1.380	1.456	1.496	1.711
120	1.149	1.214	1.248	1.319	1.356	1.394	1.474	1.515	1.741
125	1.154	1.221	1.257	1.330	1.368	1.408	1.491	1.534	1.769

図 2 :  
高さによりどれだけ風速が  
変化するか係数図

風力発電機を載せる鉄塔の高さは 100 フート〔30 メーター〕と計画しています。この高さでは付近 500 フイート四方での一番高いものより 30 フイート高くなります。ではこの条件で私の得られる風速予想値はいくらでしょうか？

図 2 の左端高さ欄中の 100feet を見ます。そして図 1 で得られた係数 0.24 の示す値は 1.355 となります。公共機関が発表している数値 9 マイル(4meter/sec)に 1.355 を掛けます。

12 マイル (5.4m/sec) を得ました。しかしこの数値は実測値での 13 マイルではないのですが発表の 9 マイルよりはるかに近づいた数値です。

この方式が当てはまるのは測定場所は平坦な場所で、近くに木々や建物が無いのが条件で、もし色々な邪魔者がそばにある場合には補正值方法の精度は低下します。

**地域の特異現象**

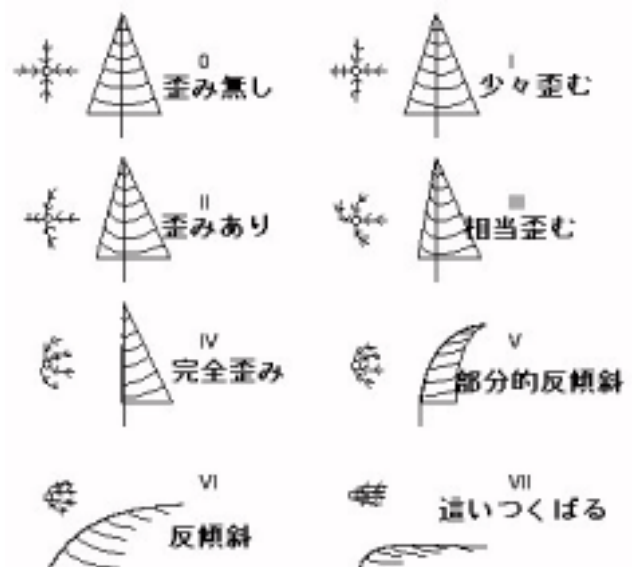
風力が十分かどうかの判断基準の助けになるのはその場所の草木を観察します。針葉樹、常緑樹などは風の影響を大いに受けています。強風は木々の形をゆがめます。この木のゆがみは“旗めく”という現象です。(旗がたなびく)。この影響を受けやすいのはある一定の高さ以上で孤立した一本の木に起こりやすい現象です。

写真の木は松で一定方向からの風の痕跡を示しています。木の上側は太陽の光を求めて上に伸びるのですが、風により入力側は明らかに成長を妨げられています。下側では両側とも水平方向に成長しています。この木のゆがみは一定方向からの絶え間の無い風で引き起こされる現象です。



環境保全専門家はこれらの木の独特のゆがみを何十年に渡りその場所での平均風速の推定に役立てて来ました。(木々は嘘はつけません)。環境保護関連の書籍を紐解けば、以下のイラストのように木の変形の原因となる風速が紹介されているはずです。

この表から風の量が解るのです。私の農場の松の変形は III の形であり、測定した風速と合致しました。針葉樹が見当たらなければ落葉樹を探しなさい。明らかに風の影響を受けているはずです。一本で孤独に生えている木を探るか、木々が点在している場所であれば、出来る限り外側の単一の木を見出す事です。平均的高さ以上の高さを持たない限り、小森の木々は風の平均化を受け、ゆがみが無く、参考になりません。木のゆがみはふんだんな風があると説明していますが、木のゆがみが見出せないから、風は不十分との結論も間違っています。私たちの知らない風と木の相互関係も存在しているはずです。



指数	I	II	III	IV	V	VI	VII
Wind Speed m/sec	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	10+

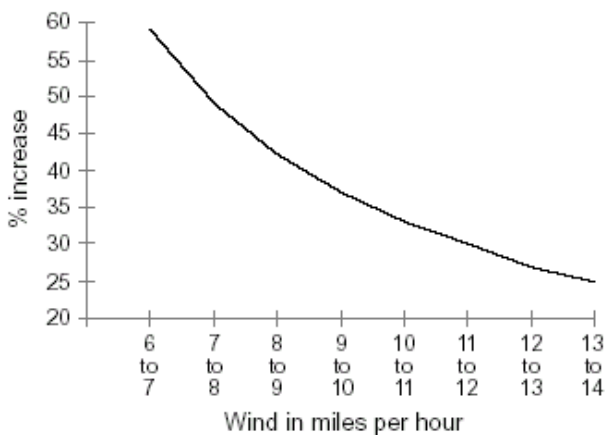
## 反省

さて、ここで利用できる風力判断の基準点を見直すことにします。

- \* 貴方の近隣の方の（特に故事）の風に関する経験を収集
- \* 自然環境での風の引き起している現象を観察
- \* 貴方の場所の風のトラブルの観察（吹き溜まり雪、土壌侵食、回転草の有無）
- \* 飛行場や気象局の発表値（これらの値を基礎として利用）
- \* 補正値を取り入れ実際の風速を予想
- \* 最終的には貴方の判断へ

ここで再度申し添えたいのは風が少ない場合でも僅かな増加は%としては相当な風力の増加となる事実です。風速が高い場合それ以上の増加の率は低減します。以下の表は 0.44m/sec(=1マイル・h)の風速の増加でも%としてどう増加しているかのカーブです。

Power Increase vs. 1 mph Wind Speed Increase



## 最低の有効風速は？

では受け入れられる最低の風速とは一体いくらなのでしょう？実際の観察場所（気象局や空港）と貴方の設置場所の高さで、大いに値が変化しており、どの個所で数値が書き換えられても、誰もわかりません。売電をお考えの場合近所の測量データで地表で最低 3.5m/sec 以上が鉄則で、発電機の実測値は最低 4.5m/sec は必要です。

蓄電池充電用に風力発電をお考えの場合、測定場所が貴方の場所と全く同様で、その上地上測定での年間平均風速が 3m/sec であれば活用は可能と思います。測定場所が何かに囲まれた場合でも平均風速は 2.6m/sec と思えますが、どんな場所でもこれ以下になるはずは無く、この風速でも発電は可能です。

## 第二部：貴方の家の環境

第一部で貴方の環境における風速の推定方法についてお話ししました。それに基づき搭の上での風速の推定方法もお話ししました。残された問題点は貴方の所有地のどの場所に設置すれば良いか？です。

答えは簡単です。搭の設置場所は風が一番吹く場所！。貴方の所有地のある場所は確かに他の場所に比較して風の通りが多いのです。これからどのようにその場所を探すのかお話し、貴方の風資源の有効利用を実現しましょう。

### 道具

風力が一番効率よく得られる場所を探し出す事が自然エネルギー利用の効率が高くなる場所です。この実現には貴方の場所の以下のような情報を収集する必要があります。

- ・ 草木や建物の配置図
- ・ 風の向き
- ・ 蓄電池の場合の電圧設定値
- ・ 地形や地上の粗さ情報

これら情報から貴方の場所での有効資源利用可能量の一連の法則を組み立てる事が可能です。

### 草木や建物

各家庭の状況は変化しますが、例として私の農家を見本として使用します。図1は建物の配置と敷地内の草木の状況を示しています。各距離や高さに注目ください。数値は大まかです。方向と各建物類の距離に注目して下さい。

私たちの場所は緩やかな丘陵で、開放され数エーカー（2 30 キロ平方）に渡り所どころの建物、垣根、木の茂み、植林の場所です。

この環境は私の経験から決して田舎でなく大きな町の、端の、小さな町と同じです。



### 搭の高さ

私たちの絶対なる敵は乱気流です。それは我々のエネルギーを浪費するのみならず発電機に大いなるストレスと磨耗を与えます。結論は可能な限り乱気流から逃げる事で、この話はもう一度取り上げます。

次に大切な事は我々の発電機の位置は最低でも152平方メートル四方でどんな高いものより3メートル以上高い場所です。発電機1KW以上の機種ではこの条件は絶対的な物です。例として、大型発電機を取り付けると仮定します。10KW能力で羽根の直径は7.3メートルです。上記の建物の一番高いものはサイロでそこに羽根の半径を足しますと、そして上記のどんな高いものよりの3メートルを追加しますと最低でも搭の高さは26.5メートルとなります。

こんな半端な塔は販売されませんから27メートルの塔が必要となります。20メートルなどの塔は安くて入手簡単ですが、鉄則を守る事が肝要で、特に10KW等の大型の場合、この鉄則は守らなければならないのです。

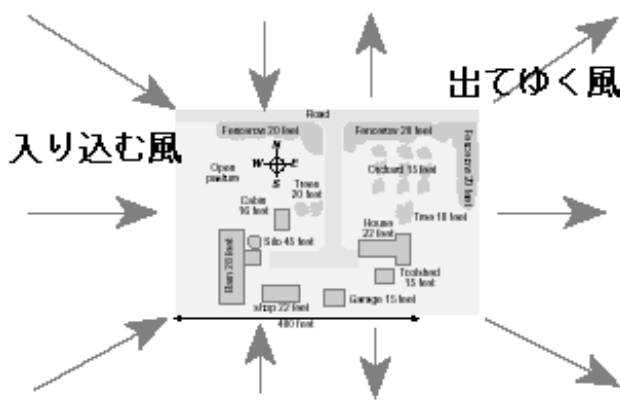
発電機は決まった、電圧も決定した、塔の高さも決定した。で、次に行なう事はどの場所に発電機を設置するかです。

### 風の性質

この意味は貴方の場所で風が季節ごとにとど

のように吹くかです。一年住まればおのずから回答は出るでしょう。引っ越されたすぐならご近所の方にお聞きなさい。私の場所では、風はコンスタントに、秋、冬、春に吹きます。夏は雷が来るときに限れます。雷の嵐は時として4 5時間吹き荒れます。

冬は北風、北西風が主流です。秋と春は南風、南西風です。夏の雷嵐はどこからくるかは決まっていますが多くは西から吹きます。この事実を表にしますと以下のようになります。



この場所で得られる風の最大の向きは納屋側、西側からです。ここで得られる鉄則は吹きつける風の向きで、風が上に駆け上がる場所が最適といえます。

しかし、風は西側以外に、北東、南東からも吹きます。この場合塔や発電機の位置は他の建物や木々の影響で、下向き風の場所に変化します。この様な場合乱気流により悪影響が大いに心配される点となります。

この問題の解決には、移動可能な塔を作らなければなりません。誰もそんな事を行っていません。だから問題解決に完全な回答はないのです。実際風はどの方向からも吹いてくるわけですから、最大値を考えるしか手はありません。一番風が利用できる利用条件で建設する塔ですから、ある状況下で、効率低下もありうると考えてください。これも鉄則の一つとなります。

### 電線による制限事項

発電機の寸法と建物の高さが決定されたので、この場所での最低の塔の高さを簡単に決定出来ます。発電機本体と制御器の距離を知ることが、高圧電流の場合非常に大切です。風力発電の場合、必要な電線の距離は：塔から制御器の場所、と、塔の高さ、に、同じ戻る距離です。風力発電の場合電圧上昇は急速になる場合が多く、高圧電圧システムの方が有利となります。何故？

発電機の作る電圧はアンペアの倍数です。電流と電圧が相関関係なのです。ある一定の電圧が倍になった場合、電流は半分となります。

張り巡らされた電線中の電力の損失は（線の長さや直径による）電線の抵抗によるもので、電線が運ぶアンペアの二乗と掛け合います。電線の太さを一定にし、電圧を倍にしますと、送電の距離は4倍となり、電圧ロスと同じです。風力発電の場合高電圧の方が、低電圧より操作しやすく、投資コストもメリットがあります。これも鉄則の一つで電圧を上げればそれだけ柔軟性に富みます。

### 低電圧システムの問題点

電圧が低いとどうなるか見直します。先ほどの私の家屋での発電機の設置場所を納屋の西側と決定しました。一方常識として家の傍や木々の傍に設置する発電機は下流風で、乱気流に巻き込まれます。この様な場所では出力低下が大幅に発生します。

仮の話ですが、例えば自宅に低電圧用の制御器類が完備しており、高電圧に変更は考えられないとします。納屋の西側の設置場所から私の自宅までの距離は121メートルです。塔の高さを27メートルとします。合計約150メートル距離で12Vシステムは動作不能です。

### どうする？

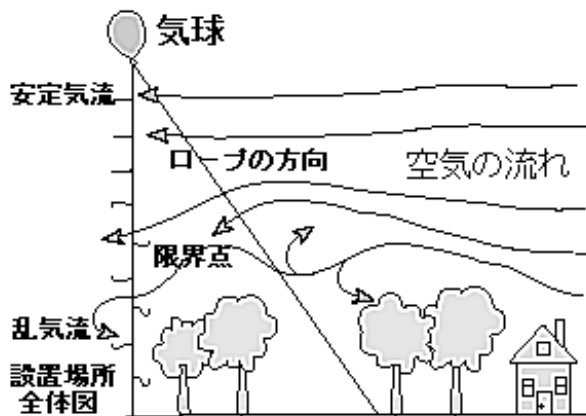
出来るのは設置の塔を自宅の傍に持つことです。家の傍9メートル以内にすれば電線の延長距離を45メートルに抑える事が出来ます。電圧低下は避けられたものの、設置場所は乱気流の一番発生しやすい場所です。



塔の設置は太陽パネルを適当に配置する状況ではありません。十分に設計し、基礎工事を含みます。セメント工事が無駄にならない為にも正確に工事を行なう必要があります。ですから設置せざるを得ない場所でも乱気流が少ない場所を探さなければならないのです。

### 天才のお出まし

さて、ここからがお楽しみです。貴方が必要なのは天候測候用気球です。インターネットかメールオーダーで購入できます(アメリカの場合): 子供の頃欲しいと思いませんでしたか? 今必要です。無理なら広告宣伝会社が持っています。ヘリウムガス気球で、宣伝、開店、等、空に上がる広告用気球です。大きさは1.8メートルの全天候型です。



気球セットを入手されたら、以下の注意事項を厳守ください。決して行方不明にしない事です。決して1人で行なわないで2人で行なってください。気球に先ず30-37メートルのナイロンロープをつないでください。これが繋ぎロープとなります。塔を建てたい場所にアンカーを打ち込みそこにロープを固定します。次に60メートルのナイロンロープを繋ぎ、これを標識ロープとします。貴方の補助の方が繋ぎロープを気球をと共に上に上げると同時に1.2メートルの吹流しを標識ロープに、3メートルごとに取り付けます。繋ぎロープと吹流しや標識ロープがお互いに絡まないように注意します。上に上がりきった状態で標識ロープを放します。こうして風の流れて気球が傾いても標識ラインロープは垂れ下がっています。

多分貴方は、一体これは何の意味とお聞きになるでしょう。基本的にこの方法は乱気流がどこで発生し、安定気流がどこから発生しているか知る為なのです。乱気流の真っ只中に位置する吹流しはあらゆる方向に姿かたちを変えます。乱気流を越えた吹流しは一定方向に安定して流れます。高さを知るためにはこの安定した流れの吹流し迄の数を数えます。これで最低の塔の高さがわかります。

この実験を数日間、異なった風の方向の吹く日で、異なった風速の日で行なってください。吹流しのロープの位置は風の流れにより変化しますからそのたびに記録が必要です。使用しない時は気球は地上に下ろし、紛失を防止の事。もし貴方の場所が町の中であれば発電の品質を上げる試験でも有り貴方の回りの方にとっても有効な試験です。

安定した気流はやはり高いところであり(それだけ風速が高い)建物のある方向から吹いた場合に起こる事に気づかれるはず。乱気流の起こらない場所に塔を建てたい訳ですから、あらゆる風の吹く条件で常に安定した高さを知る必要がある訳です。この実験から私が得た鉄則は: 色々な建物のある場所では、風速が高ければそれだけ、乱気流が発生します。その対策は?: 風下であれば乱気流を越えた安定したエリアまで塔の高さが必要です。塔の意味でなく発電機の羽根の回転場所です。

### 高さの推測

ここで全ての困難を克服したとします。それでも、傍の建物の10メートル以上の高さに塔を設計しなければならぬ事が理解できました。しかしその建物の高さは不明です。お隣の建物の高さを自動的に知る方法は?

方法は影の長さを知るです。

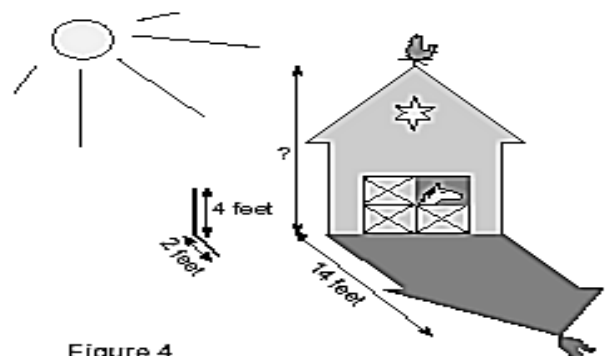


Figure 4

以下は図4の説明です。

4フートの長さの棒を地面に打ち込み  
その影の長さが2フートであれば  
建物の影の長さが14フートなら建物の高  
さは28フートなのです。

でも雨の日にこの方法は無理です。  
その場合三角法を用います。

例としてお隣の木の高さを知る必要がある  
とします。12インチ物差(30cm)が丁度手  
にあります。木の傍から離れ、腕を指し伸ば  
し物差を立ててさし伸ばします。目で見ると  
木は物差の高さ以内に納まっています。この  
状態で物差の中の木の高さを記録します。こ  
の場合10インチでした(25cm)。同時に貴方  
の目と物差の距離を記録します。(この場合  
30インチ=76cm)でした、最後は貴方の立っ  
ていた場所から測定した木迄の距離を測定し  
ます。この場合180フート〔54メートル〕  
でした。ここで木の高さDを求める事が出来  
ます。

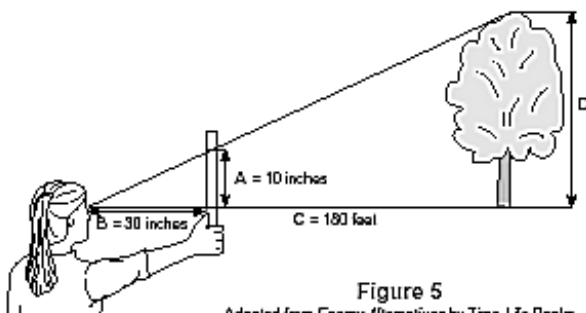


Figure 5  
Adapted from Energy Alternatives by Time-Life Books

$$D = C \times \frac{A}{B} \text{ or } D = 180 \text{ feet} \times \frac{10 \text{ inches}}{30 \text{ inches}} = 60 \text{ feet}$$

木の高さは60フート(18メートル)でした。

### 木、木、木、の話

上記の説明での一本の木で無い状況をお話  
します。話は森全体としましょう。今までの  
説明での風の流れの測定をしたとします。  
森全体の高さを60フート〔18メートル〕  
とします。この状況で発電機の高さは？

簡単な法則は森の高さの30フート(10メ  
ーター)以上に塔を建てる事ですが、森の年、  
木々の距離、特殊な木々の性質、等を知る必

要があります。

何故？ ここで新しい法則を。

木は伸びます。塔は伸びません。

若し木々が かえでや トリネコ類なら木  
の高さは十分に成長した事が解ります。これ  
以上高くなりません。塔の高さを90-100フ  
ート(27-30メートル)にしても問題は  
ありません。米松の場合今18メートルでも  
何年か後には27メートル以上に成長します。  
この様に木の成長を予測する必要があるの  
です。

### それから、もっと多くの木

話をもっと複雑にします。貴方は地主でブナ  
とポプラの原生林10エーカー(40,000m<sup>2</sup>)  
=12,000坪を所有しています。どちらかの若  
木が既に12メートル迄成長しています。貴  
方の家の高さは5メートルです。そしてこの  
広大な土地の中央にあります。木々の囲みか  
ら離れて150メートルの開墾地にあります。  
とすると塔の高さは14メートルとなります。  
これで正しいのでしょうか？

この場合事情が違います。貴方の場所は木々  
から離れているのは確かですが、いる場所そ  
のものは避難場所そのものです。風の考え方  
からすれば、木々の上が地上レベルとなりま  
す。14メートルの高さの塔は実際には実際  
には地上2.5メートルと同じです。この場合  
の最低の塔の高さは木々の高さ12メートルに  
追加する事の塔の最低高さ法則9メートルの  
計21メートルとなります。

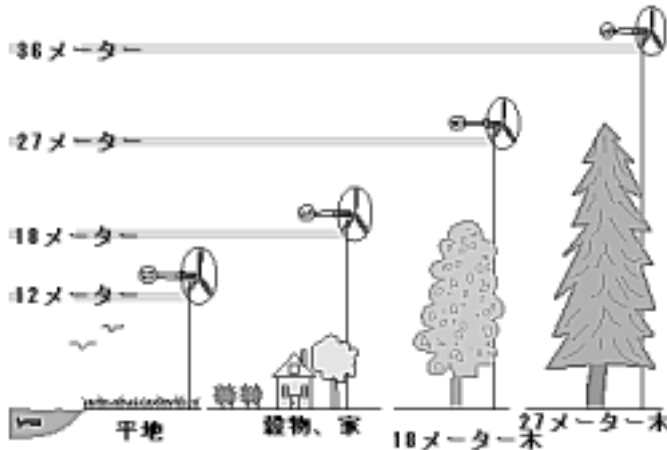
この場所に出力1KWの発電機設置したいと  
しその羽根の直径を3メートルとします。こ  
の高さでは1.5メートルの羽根で十分です。  
この高さでは何の邪魔も周りに無く、風の方  
向の変化は問題なくなります。

木についての最後の話。塔の設置を木々の密  
集した場所の真中に設置する事は薦められ  
ません。先ず設置作業が困難で、塔に登る  
人々の作業性に大いなる困難を与えます。  
木々が塔にあたることも避けたいでしょう  
し、反対に木のほうも傷がつかないことを期  
待します。どちらにせよ木も塔も安全とはな  
らないのです。

## 木に対する意識

高い木々に囲まれて生活している人々にとっては塔の高さの話をする、高い価格の為に被害妄想に陥る場合が大いにあります。実は正しいことなのです。しかし高い木々に囲まれて生活されている方々にとってはどうしようも無い事です。以下の図で説明します。

もしある場所で、ある一定の風速で、回りの木の高さが異なれば最低塔の高さはどうなるかを説明した図です。



この表から貴方は木を切り倒すでしょうか？また貴方は高い木の場所は風力発電に適しないと思われるでしょうか？

その様な話ではないのです。問題は最低の高さの塔が最高の高さの塔へのコスト上昇であり塔はいずれにしる必要なのです。

## 低電圧システムの話

この書類をお読みの多くの方は低電圧システムをお持ちと予想します。その上多くの方は高い木の傍にお住まいと想像します。今までの説明の中で電圧を上げるのが得策と説明しました。システムのやり直しへの抵抗は理解しますが、電圧を上げるのが一番価格のメリットがあります。12Vシステムの場合発電機の種類は数百ワットから最大 1.5KW 迄です。電流の観点からこれ以上のこれ以上の発電機は作れないのです。実際 12V 出力でこれ以上の大型機はありません。

しかしながら低電圧システムにおいて長距離配電の為に紛らわしい表現が使われます。最近の発電機は永久磁石を使った発電機です。これらの発電原理は荒っぽいACの三相

です。三相で送り込まれ蓄電池手前で整流器でDCに変換されます。三相発電機の場合3本線が発電機から出され塔の下に伸びています。DC専用発電機の場合は2本の線が出されています。

三相のメリットは作られた電流は3本に分岐され輸送されますDC発電機は一本でしか送られない事になります。この様に3相は若し距離が同等であれば細い線で事足りることになります。

## 高電圧輸送

低電圧方式のメリットのやり方の秘密は高電圧発生が発電機を作ります。蓄電池手前で電圧を落とすのです。3相であればこの技術は簡単なのです。トランスで整流器手前で電圧を落とすのです。太い長い電線の価格よりトランスの価格は安いものです。

しかしトランスの効率は85%ですからパワーロスが存在します。しかしコンデンサーを追加して損失の低下をカバーする事も可能です。15%損失は大げさかも知れません。しかし設置する塔の費用がべらぼうに高い場合にはそのほうが安価につきます。

DCのトランスはありません。しかしLCBと称するリニア-カレント・ブースター方式がありステップダウントランスと同じ役目を果たします。LCBは高速スイッチング装置で蓄電池には電圧を落として送り込めます。効率は85%程度ですがトランスよりはるかに高価な装置です。トランスにせよLCBにせよ安い物ではないのですが、高価な電線の太さを少なくする事は可能です。太い電線の価格は相当なものです。ですから高圧のメリットは遠く離れた場所の発電機の設置が可能となります。あるユーザーでは600メートルなれた理想的場所に発電機を据え付けています。

## 静けさとの戦い

私の家の高さがあるから、それを利用して発電は出来ないの？の考え方があります。多くの理由で決してこのことは考えないで下さい。屋根の構造そのものは塔を併用し、強風に耐える設計には最初からなされていません。風の目的は地上に生えるものを壊す事が

目的です。

次に、例え貴方の家の構造が塔を建てても丈夫とした場合、(低い塔で済むとか、発電機が軽量だとか)貴方の家に発電機を取り付けられない他の理由があります。如何なる回転する電気発生器は増幅音を発しており、人間は触覚で振動として感知出来ます。この増幅音(振動)は塔を伝わって下に降りてきます。どんな塔でも良いですから一度触ってください。私の言う事が解るはずです。

もし塔が建物に付属した場合、建物が共鳴します。丁度ギターの胴体と同じです。振動は長期に渡り破壊工事を続けます。それ以上に音として響き渡ります。貴方の耳が聞こえず、風が吹くときに、水平の物体が移動したり壁から物が飛び跳ねたりしない事に気になさらない方には良い方法ではあるのですが。

## 要点：

以下の条件を実現できれば塔の設置は容易になります。

1. 乱気流を避ける
2. 回りの広さ 160 メーター内でどんな物より 9 メーター高い場所に発電機を設置
3. 風の進入方向を確認しそれに向かって、邪魔者が無い向きに設置
4. 塔の高さ、電圧、場所の最大公約数が最適
5. 高電圧を考えたほうが良い
6. 地上の色々な建物の密集は突風の原因
7. 風下でなければ立てられない場合、より高くすることで補完されます。
8. 木は成長します。塔はしません。
9. 決して家に塔を建ててはなりません。

これで貴方の土地の、どの場所に塔を建てればよいかご理解頂けたと存じます。熟慮して最高の場所を探してください。自然が与えてくれる最大の贈り物を感謝できますように！！