

小形風車導入手引書

Small Wind Turbine Guide Introductions

第1版

一般社団法人 日本小形風力発電協会

2012年(平成24年) 7月1日 発行

はじめに

近年、地球温暖化防止のため各国ではさまざまな取り組みが行われています。2009年12月にコペンハーゲンで開催された国連機構変動枠組条約第15回締結国会議（COP15）でも、国際的な取り組みの議論が行われ、宣言文章の“留意”という表現にとどまりましたが、2010年12月のカンクンで開催された第同条約16回会議（COP16）では、米国や中国など温暖化ガスの主要排出国が加わる新たな温暖化対策の枠組み「ポスト京都議定書」の早期策定を目指す決議「カンクン合意」を採択し閉幕しました。

わが国においては、2009年9月にニューヨークの国連総会において、すべての主要国の参加による公平で実効性のある国際枠組みの構築と意欲的な目標の合意が、日本の約束の前提であることも強調しつつも、2020年までに1990年比で25%の温室効果ガスを削減するという日本の中期目標を明らかにし、国際協調の下で気候変動に取り組む意思を明確にしました。

また、わが国の政策面では、これまで再生可能エネルギーや省エネルギー機器の導入促進を促すため、新エネルギー特別措置法^{*1}（旧特別処置法）やエネルギー供給構造高度化法^{*2}など、さまざまな施策を実施してきましたが、2020年までに25%の温室効果ガスを削減する目標の達成のため、2011年8月に通常国会において再生可能エネルギー電気特別措置法^{*3}が成立し、2012年7月1日より施行することになりました。

この法律は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、一定の期間・価格で電気事業者が買取ることを義務付けるものであり、買取りに要した費用は、電気事業者がそれぞれの電気の需要家に対して、使用電力量に比例したサーチャージ（賦課金）を毎月の電気料金に上乗せして請求することで賄います。これによって、ロータの受風面積が200m²未満の小形風力発電システム（以下、小形風車）が発電した電気も買取り対象となりますが、買取期間にわたり安定的で効率的に発電することが可能であると見込まれるものでなければなりません。そのため、小形風車を導入する際は、経済産業大臣の設備認定を取得する必要があります^{*4}。

また、小形風車の最大出力が20kW未満^{*5}で最大高さが15m未満の場合、発電システムの設備認定・施工・維持・運用管理は電気管理技術者が行う必要がなく^{*6}、またタワーや基礎等の建築確認申請も不要であるため、小形風車の設置の時から、設置者（ユーザ）^{*7}自らが各法令に則って安全管理をしなければなりません。

そこで、設置者に対して、小形風車の性能や安全性に係る信用を与え、また製品相互の比較手段を提供するために、日本小形風力発電協会では、「小形風車の性能及び安全性に関する規格」を2011年11月4日に制定しました。この規格は、小形風車業界、エキスパート（科学者、研究者）、政府機関によって構成され、日本小形風力発電協会主催の下設置された「日本小形風車認証制度委員会（Japan Small Wind Turbine Certification Committee :JSWCC）」によって、協会規格として策定したものです。この規格を基にして、小形風車認証制度が2011年12月より開始され、それによって、消費者に対して、規格に適合する製品の性能及び安全性に係る信用を与えると共に、製品相互の比較手段を提供することが可能になりました。

これらをふまえて、本手引書では、設置者が実際に導入する際に利用しやすい情報発信を目的として、小形風車の基礎的な知識や注意事項を中心に、小形風車の安全性・信頼性を確保するため、NEDOで実施した設置導入に関する技術検討内容を参考に、JSWCCでは導入手引書を作成しました。

本手引書を、小形風車を導入しようとする方々が、実践的な情報を得るための参考図書として活用されることを希望します。

《補足》

※1：電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別処置法（2002年6月交付）

※2：エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源利用及び化石エネルギー原料の有効な利用促進に関する法律（2009年8月施行）

※3：電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（2012年7月施行）

※4：発電の設備や方法について、安定的かつ効率的に再生可能エネルギー源を用いて発電を行う設備であること等の点について経済産業大臣が認定した発電設備を「認定発電設備」といいます。
この認定を受けた設備によって供給される電気が買取り対象になります。

※5：小形風車のみを設置した場合の最大出力。

※6：低圧連系の場合です。高圧連系の場合は、電気主任技術者の不専任承認が必要です。

※7：再生可能エネルギー電気特別措置法上は、「特定供給者（再生可能エネルギー発電設備（認定発電設備のみ）で電気を電力事業者に供給する者）」となります。

目 次

ページ

はじめに	1
1 導入の全体の流れ	7
1.1 小形風車の用語	7
1.2 小形風車の導入フロー	11
1.3 電力会社との契約	13
1.4 発電システムの管理責任者や手続き	14
1.5 Q&A	15
2 小形風力発電機（風車本体）	20
2.1 小形風力発電機について	20
2.2 小形風車から発生する音や振動	25
2.3 設置事例	26
2.4 発電量について	29
3 小形風車を設置する地点の風況	35
3.1 設置希望地点の風特性	35
3.2 住民からのヒアリング・植生観察	35
3.3 NEDO局所風況マップから推定	37
3.4 近傍気象観測所データからの推定	41
3.5 NEDOガイドブックにもとづく風観測	42
3.6 小形風車特有の設置場所について	43
3.7 補足・注意事項	43
4 支柱及び基礎について	44
4.1 支柱の種類	44
4.2 基礎の種類	44
4.3 小形風車支柱に関する設計要件	45
5 小形風車の性能および安全性について	52
5.1 小形風車の性能及び安全性の担保	52
5.2 小形風車本体の認証制度の概要	52
5.3 ラベリング	53
6 パワーコンディショナ（小形風車を系統につなげるためには）	54
6.1 パワーコンディショナの性能および安全性	54
6.2 電力会社との系統連系協議	54
6.3 パワーコンディショナの認証制度について	54
7 導入・設置について	55
7.1 導入計画・導入時の注意点	56
7.2 設置工事	65

7.3	竣工検査と運転開始	65
7.4	関連法規	67
7.5	その他の関連法規	68
7.6	必要書類	69
8	メンテナンス	71
8.1	設置者による日常点検	73
8.2	メーカー・設置業者等による定期点検	73
8.3	メンテナンスチェックリストの例	74
9	小形風車導入時の代表的な注意事項とその対策	78
9.1	小形風車選定時	78
9.2	工事、施工業者選定時	78
9.3	小形風車設置時	78
9.4	小形風車設置後	78
	付録	82

1 導入の全体の流れ

本章では、小形風力発電システム（以下、小形風車）の概略や用語について説明し、設置者が小形風車を導入するにあたって、全体を把握するための導入フローを示し、各項目のチェックポイントを記載しています。

なお、各項目の詳細事項については、⇒ 章番号.節番号.項番号 で示された箇所をご参照ください。

1.1 小形風車の用語

本手引書内において、風力発電関連の用語については、JIS C 1400-0：2005（風力発電システム-第0部：風力発電用語）における用語を使用することを基本としています。特に「小形風車」、「小形風力発電システム」については、「小型」ではなく「小形」を使用することを基本としています。が、本書内で参照している法規類等の抜粋において「小型」を使用している場合には、この限りではありません。

小形風車の構成例を、下記の図に示します。

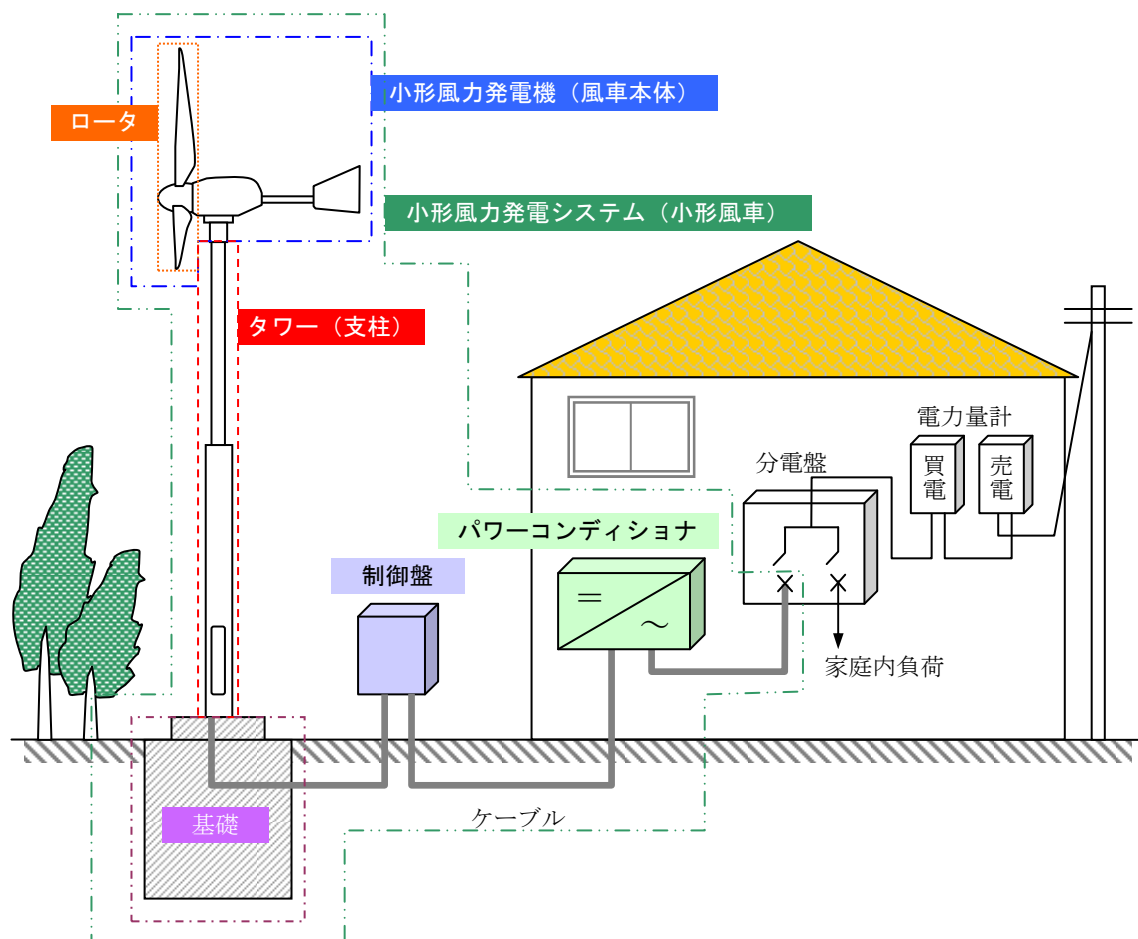


図1.1-1 小形風車の構成例（系統連系タイプ）

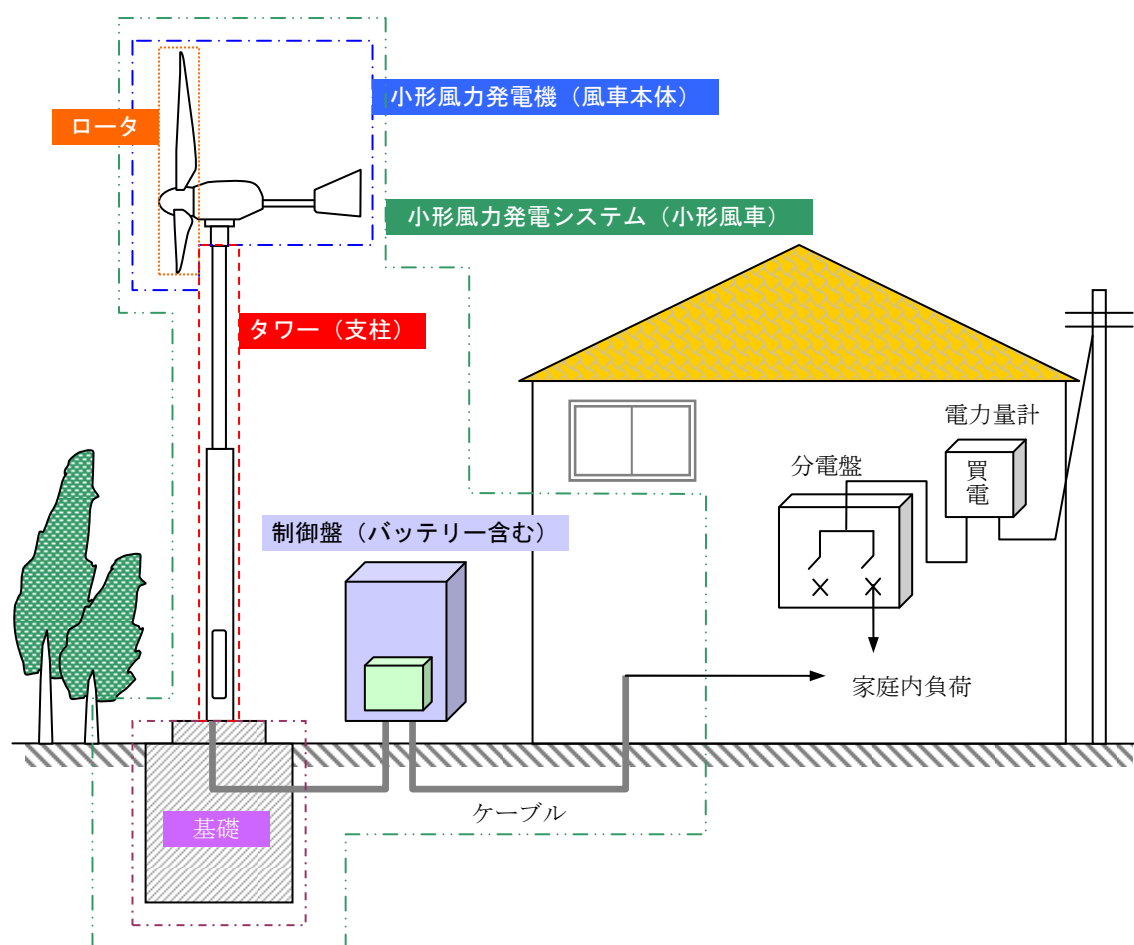


図1.1-2 小形風車の構成例（独立電源タイプ）

1.1.1 小形風車

小形風力発電機（以下、小形風車本体）、タワー、基礎、ケーブル、制御回路、（整流回路）、パワーコンディショナ、ブレーカおよび取扱説明書を含めた発電設備としての総称です。なお、小形風車本体は、ロータの受風面積が 200m^2 未満のものが対象です。⇒ [2.1](#)

小形風車には、性能や安全性を担保するための認証制度があります。どのような内容で試験等が実施され、認証されているかなどは、本書で概要を記載しています。⇒ [5.1, 5.2](#)

1.1.2 ロータ

風のエネルギーを回転力に変換するのが、ロータです。この形状は、様々でプロペラ型、ダリウス型、直線翼垂直軸型、サボニウス型などがあります。⇒ [2.1.3](#)

また、ロータの形状によっては、音が発生しますので、その音に十分に注意し、生活の妨げにならないような場所に設置する必要があります。⇒ [2.2](#)

1.1.3 小形風車本体

ロータ、発電機、カバーや各部品を固定するベース（ナセル）、水平軸風車の場合は風の方向に風車を

向かせる機構（ヨー制御機構）などで構成されるのが小形風車本体です。風力発電機は、風の強さによって、発電電力が異なります。これを表したものが「出力曲線（パワーカーブ）」と呼ばれるもので、このグラフを基にして、年間の予想発電電力量を計算したりします。

予想発電電力量を計算する方法は、2.4 を参照してください。

1.1.4 タワー（支柱）

小形風車本体を支えると共に、発電した電気を流すケーブルが通っています。このタワーの上に小形風車本体を載せたとき、地上からロータの上部の高さが15m以上の場合、建築基準法により、各市町村の担当部署に建築確認申請を行って安全確認をする必要があります。その高さが15m未満の場合は、建築確認申請は不要ですが、強風や振動によって倒壊しないよう、設計されていることが必要です。設置するタワーがどのような風速に対して耐えることができるのか、その風の荷重を求めた根拠など、製造業者（メーカー）や設置業者に確認するか、強度計算書などを提出してもらうことが重要です。

なお、小形風車の性能及び安全性に関する規格（JSWTA 0001: 2011 日本小形風力発電協会）において、タワー及び基礎の基準が記載されており、本書では、これらに関する設計要件の一部を紹介しています。

⇒ 4.3.2

1.1.5 基礎

小形風車本体とタワーを支えており、タワーと同様、ロータ上部の高さが15m以上の場合、建築確認申請の対象となり、15m未満の場合は不要です。

基礎は、いくつかの種類があり（4.2を参照）、土地の固さや強さによって設計を変更する必要があります。メーカー等の事前調査のときに、設置環境について確認することが重要です。また、屋上設置の場合、建物強度を確認し、メーカーに新規設計してもらう必要があります。

1.1.6 ケーブル

小形風車本体と制御盤、制御盤とパワーコンディショナを接続するものです。小形風車の出力容量によって、使用するケーブルの仕様が異なりますので、必ずメーカーの指定するケーブルを使用する必要があります。

1.1.7 制御盤

小形風車の運転状態を制御し、小形風車の出力を制御する部分です。また、系統連系タイプでは、パワーコンディショナに入力する電圧を制御する機能等があり、独立電源タイプでは、バッテリーやインバーターおよびバッテリーの充・放電制御機能等が含まれます。

1.1.8 パワーコンディショナ（PCS）

小形風車本体で発電した電気を電力線に接続する際に、適正な電圧や周波数に変換する装置です。電力品質維持や事故時の保安確保を目的に系統連系保護装置を内蔵しています。

また、パワーコンディショナの性能や安全性を保証するため、認証制度があります。⇒ 6.3

1.1.9 運転マニュアル（説明書）

小形風車を設置した後、運転時にユーザが注意する事項や日常点検事項等が記載されています。メーカー

によって内容が異なりますが、本書では最低限必要な事項について記述しています。⇒8.1～8.3

1.1.10 電力量計（メーター）

電力量計には、売電用と買電用があります。売電用は、電力会社に売却する電力量を計量します。また、買電用は、電力会社から購入する電力量を計量するものです。なお、売電用は地域により電力会社が設置する場合と、発電設備設置者が設置する場合があります。

1.2 小形風車の導入フロー

小形風車の導入フローを図1.2-1に示します。その際のポイントを次頁より示しますが、詳細事項、申請手法については、7.1～7.6 をご参照下さい。

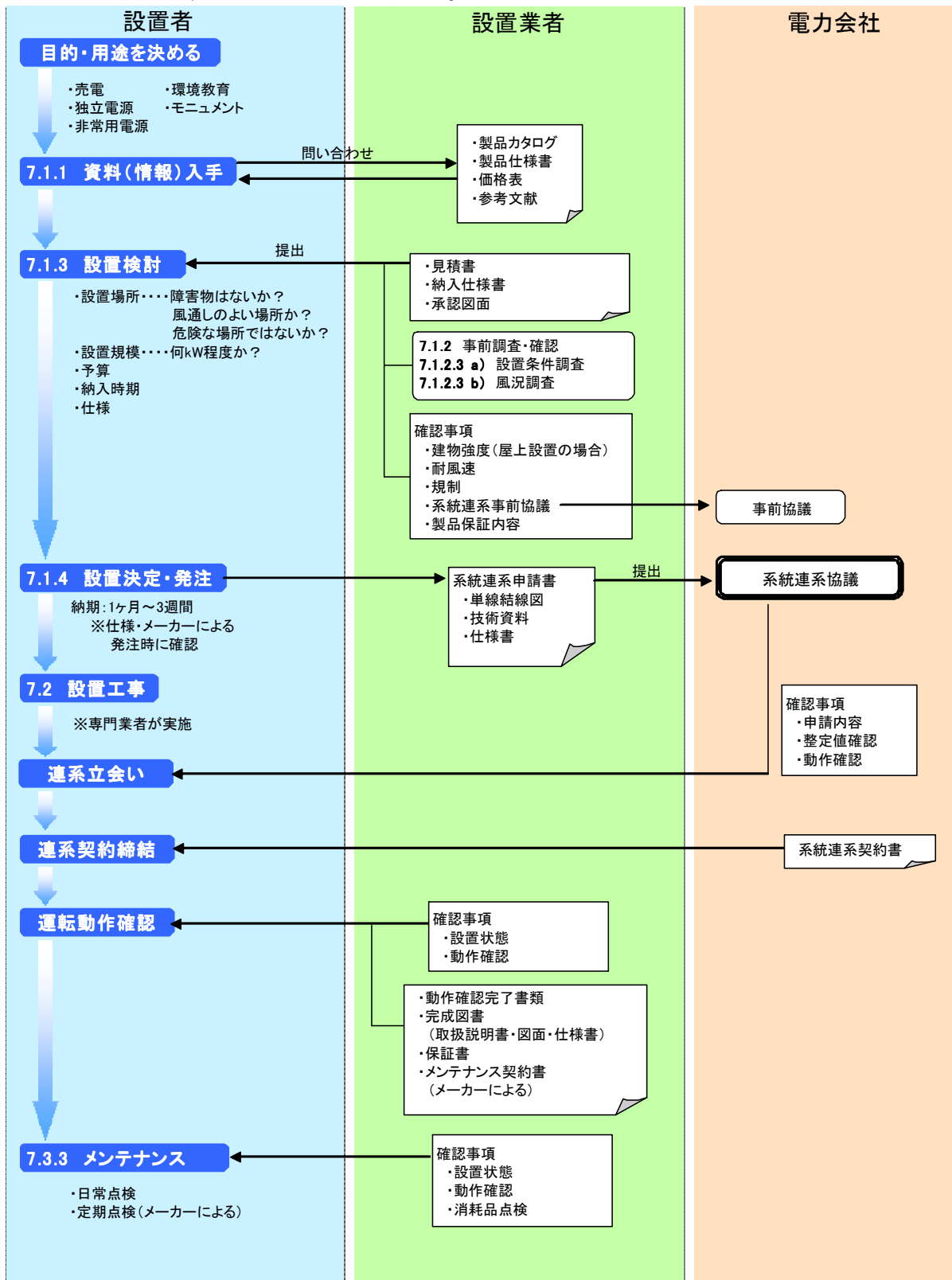


図1.2-1 小形風車の導入フロー

1.2.1 目的・用途を決める

小形風車を導入する時には、その目的や用途を明確にすることが肝要です。その目的・用途を明確にせず導入を進めた場合、メーカーや設置業者または周辺住民とのトラブルの原因になりかねません。目的・用途を設置前にメーカーや設置業者に伝え、綿密な合意形成を行うことが必要です。推奨する選定手法を図1.2-2に示します。

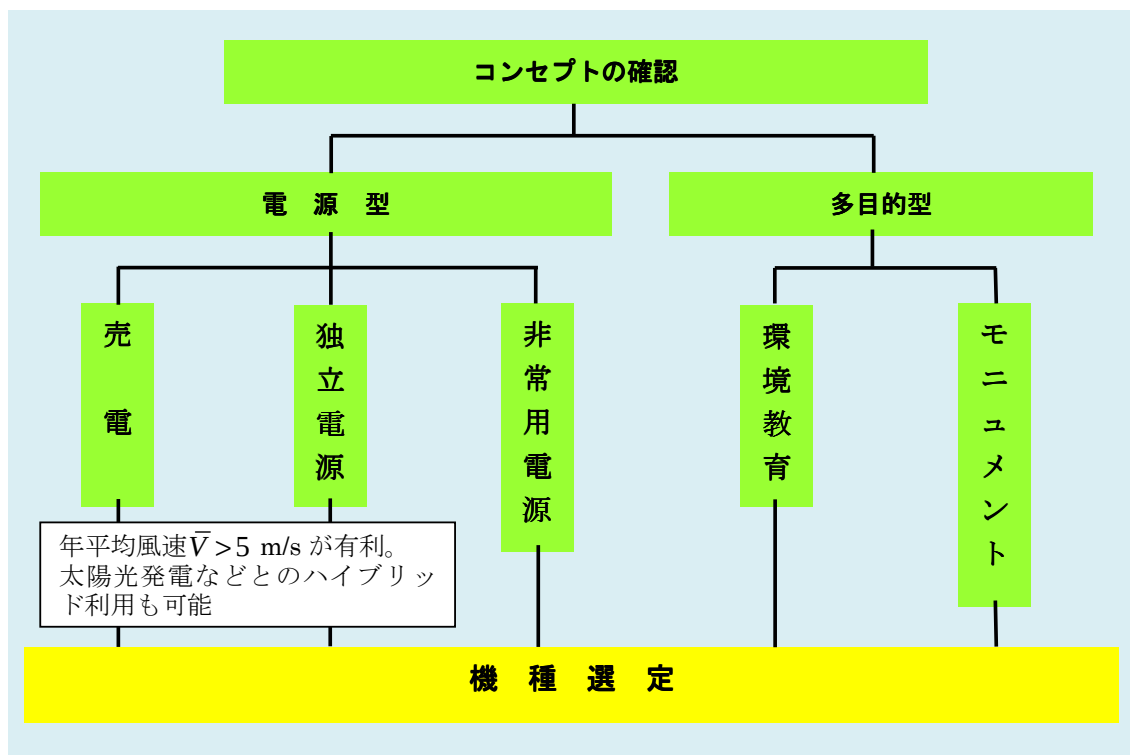


図1.2-2 小形風車の選定手法

1.2.2 資料請求

製品カタログ、製品仕様書、価格表などをメーカー等から取り寄せて、各社の小形風車を比較検討することをお奨めします。

1.2.3 設置検討

まずは、メーカーより各種資料を提出してもらいます。その際に、設置者は、予算、納期、仕様等、保証内容およびメンテナンス費用を確認し、またどれだけの発電電力量を得られるかなどを計算し、その予想発電電力量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうか検討することが重要です。

事前調査では、設置現場調査および風況調査（任意）を行います。さらに、設置場所に関する確認事項をチェックしていきます。なお、風況を確認するための手法や重要なポイントは、3.1～3.7をご参照下さい。

また、確認事項では、屋上設置の場合は建物強度、耐風速、規制、系統連系事前協議および製品保証内容が主な項目です。

1.2.4 設置決定・発注

小形風車や附帯設備の納期は、メーカーによって異なります。売電単価は、設置する小形風車の定格出力の他に、太陽光発電設備や自家発電設備の設置の有無によって異なる場合があります。経済産業省資源エネルギー庁のホームページでご確認いただくか、設置業者にご相談下さい。

1.2.5 設置工事

この設置工事は、設置者（ユーザ）が行うのではなく、必ずメーカーが指定した専門業者に施工させてください。

1.2.6 連系立会い

設置者（ユーザ）は、電力会社の立会いのもとで、申請内容、整定値、動作などの確認を行います。

1.2.7 連系契約締結

連系立会いで、不具合等がなければ、電力会社との間で契約書を締結します。この時から、売電することができます。

1.2.8 運転動作確認

電力会社との連系契約が済んだあと、メーカーによる詳細な動作確認を実施します。その時に、関係書類、保証書、メンテナンス契約書を受け取ります。

1.2.9 メンテナンス

日常点検は、メーカーが指定するチェックリストに従って、設置者が行います。

定期点検は、メンテナンス契約に則って、メーカーもしくは設置専門業者が行います。

1.3 電力会社との契約

1.3.1 小形風車単体の場合

小形風車を系統と連系する際、電力会社と連系協議を行った上で、連系契約を締結します。（通常、連系協議は設置業者が代行します。）

この際、小形風車の出力規模によって、余剰電力売電もしくは事業目的の売電のどちらかの判断が行われ、それによって売電単価が異なります。

この単価については、経済産業省資源エネルギー庁のホームページでご確認いただくか、設置業者にご相談ください。

1.3.2 再生可能エネルギー電気特別措置法の適応の場合

この法律を基に平成24年7月より再生可能エネルギー買取制度が開始します。この制度は、太陽光、風力など再生可能エネルギーによって発電した電力を、電力会社に、一定期間、一定の価格で、買い取るよう義務づけており、これにより、再生可能エネルギーの導入拡大を進めるものです。また、再生可能エネルギーを買い取る費用は、全国一律になるよう賦課金（サーチャージ）という形で、電気の使用量に応じて需要家が負担することになります。

買取価格、買取期間および賦課金（サーチャージ）は、経済産業大臣と関係大臣（農水大臣、国交大臣、環境大臣、消費者担当大臣）に協議した上で、中立的な第三者委員会である経済産業省資源エネルギー庁に設置された調達価格等算定委員会の意見に基づき決定され、再生可能エネルギーの種類、設置形態、規模に応じて、毎年、買取価格や買取期間が決められ、経済産業大臣が告示する予定です。

なお、この制度の適応は、この制度が開始した後に新設された発電設備が対象となります。（新設扱いとなる期間については、現在協議中です。） また、発電設備は、経済産業大臣の認定を受けた認定発電設備が対象であり、設置者（ユーザ）は特定供給者として電気事業者と特定契約を締結し、売電すること

になります。

1.4 発電システムの管理責任者や手続き

小形風車は、電気事業法による規制の対象となり、また、風車出力規模によって、呼称、電気工作物の区分、電気主任技術者の選任が変わります。小形風車の呼称、規模および電気事業法による規制範囲を図1.4-1に示します。

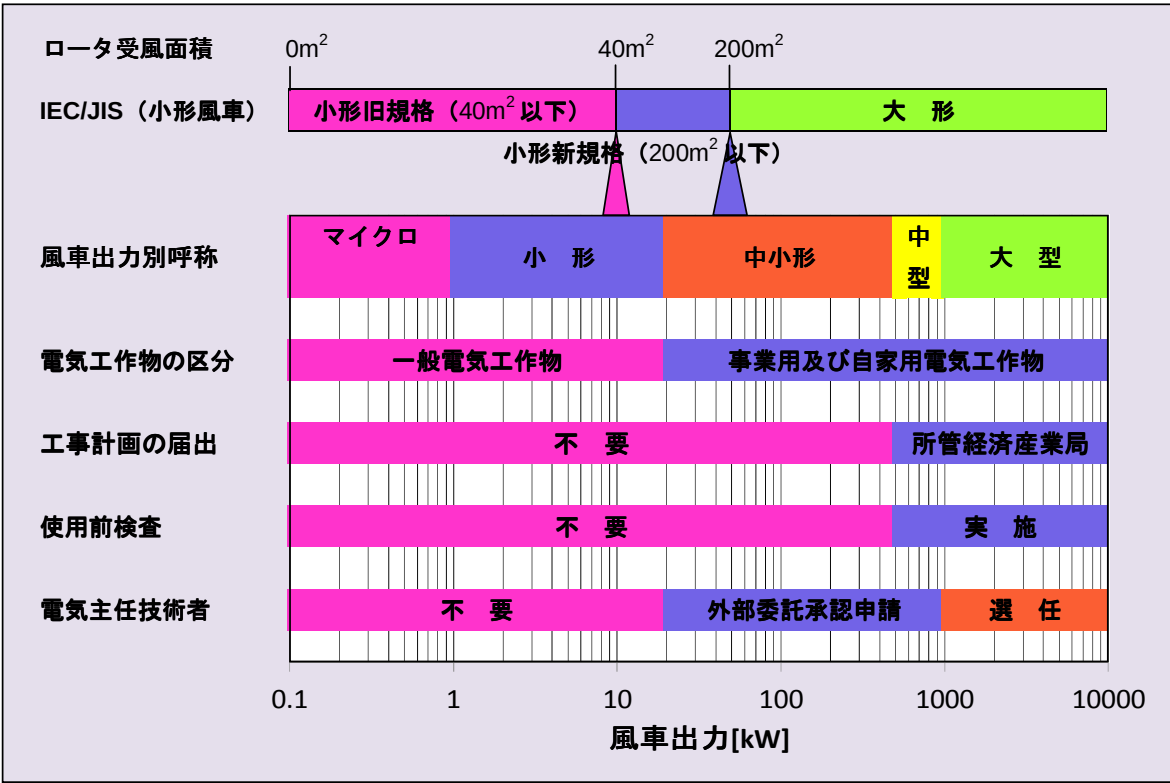


図1.4-1 小形風車の呼称、規模および電気事業法による規制範囲

また、システムの電圧の種別や出力によって電気工作物の区分があり、区分によって設置工事や管理に必要となる手続きおよび提出書類が異なります。

出力規模によっては、設置者が管理責任者となります。詳細はメーカーにご相談下さい。

表1.4-1 電気工作物の出力規模別の提出書類

電気工作物	出力規模	工事計画	使用前 安全管理審査	使用 開始届	主任技術者	保安規定
一般用 電気工作物	低圧連系 20kW未満	不要	不要	不要	不要	不要
自家用 電気工作物	高圧連系 20kW未満	不要	不要	不要	不選任承認 ^{※2}	不要
	20kW以上 500kW未満	不要	不要	不要	不選任承認 ^{※2}	届出

電気工作物	出力規模	工事計画	使用前 安全管理審査	使用 開始届	主任技術者	保安規定
	500kW以上 1000kW未満	届出	実施	不要※ ¹	不選任承認※ ²	届出
	1000kW以上	届出	実施	不要※ ¹	選任	届出

※1：出力500kW以上の電気工作物を譲渡、借用する場合には使用開始届が必要になります。

※2：不選任承認とは、自家用電気工作物には電気主任技術者を選任する必要がありますが、要件に該当する者（個人事業者及び法人）との間に設備の工事、維持及び運用に関する保安の監督に係る業務を委託する契約を締結し、保安上支障がないものとして産業保安監督部長の承認を受ければ、当該事業場に電気主任技術者を選任しないことができることです。

1.5 Q&A

1.5.1 風車の選定、設置場所の選定について

Q、小形風車は、どのように選定すれば良いですか？
A、 用途によって異なります。 水平軸形のプロペラタイプは発電効率が良く、垂直軸形の風車はとても静かであるなどそれぞれにメリットがあります。どのような用途でお考えか各メーカーのお問い合わせください。 実際にはソーラー照明灯の発電補助や、モニュメント・教材として導入されるケースとして多く使われています。

Q、小形風車の選定のポイントは？
A、 小形風車の使用目的を明確にしたのち、設置予定地の風況、各メーカーが公表する発電特性や安全性・信頼性（認証の有無）、および導入費用などを確認することがポイントです。 それらを複合的に検討し、小形風車の選定を行います。

Q、小形風車は、どこに建てるのが良いのですか？
A、 海沿いの平地や丘陵地など、風況が良好な所に建てるのが望ましいです。 また、風車の周りに風を遮るものがあると性能を発揮できません。

Q、小形風車を一般住宅に建てる時に注意することはありますか？
A、 事前知識がないままに導入してしまい、クレームを発生させるケースがあります。設置後、音がうるさい・振動がする・シャドーフリッカーが発生する・視覚的に違和感を覚える...など、事前の検討により予想される問題点を明らかにしておき、万全の準備で導入することが大切です。

Q、小形風車を建物の屋上に設置することはできますか？

A、

マンションの屋上の場合には基本的には設置可能ですが、最終的には屋上の強度や設置スペース、風況などの条件から総合的に判断する必要があります。

また、マンションのベランダなどでは、安全性・騒音・風況など不利な条件が多いので、設置はお勧めできません。

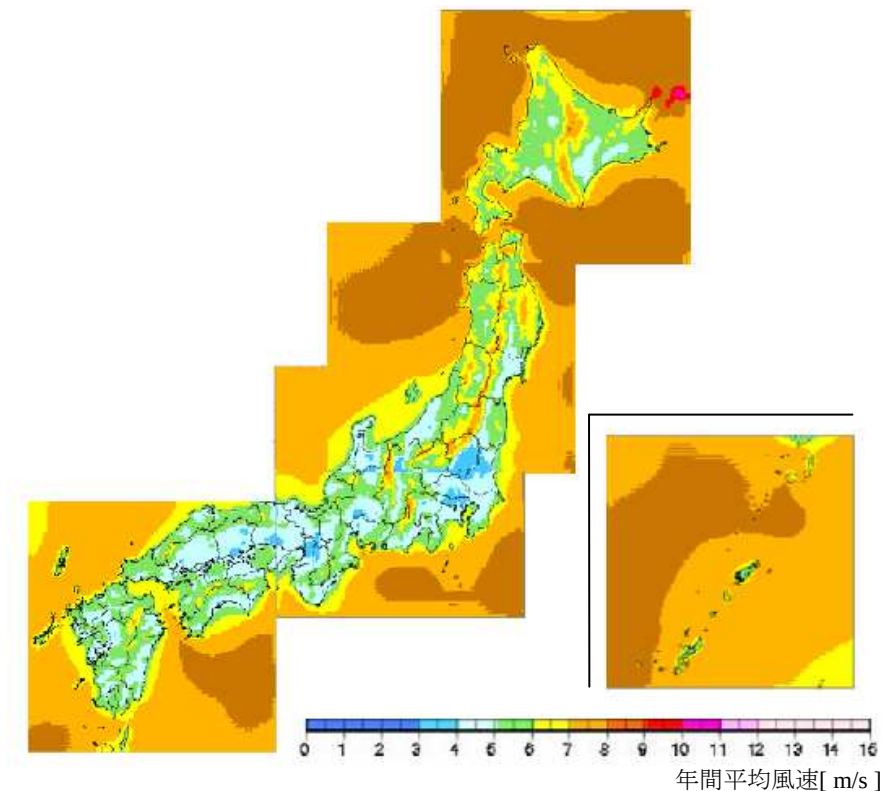
Q、設置したい地域の風の強さを調べる方法がありますか？

A、

気象庁のアメダスデータやNEDOの風況データなどがあります。それぞれの地域での風況については各メーカーにご相談ください。

気象庁のアメダスデータ http://tenki.jp/amedas/?amedas_type=wind

NEDOの風況データ <http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html>



Q、風の強さを簡単に調べる方法がありますか？

A、

気象庁風力階級（ビューフォート風力階級）という風力を示す基準があります。ビューフォート風力階級の資料は、3.2項の表3.2-1に記してあります。

参考までに、風速2 m/sは木の葉が動く程度、風速4 m/sは木の枝が揺れる程度とお考えください。

Q、風の乱れ（乱流）、風向の変化（風向変動）は、小形風車にどのような影響を及ぼしますか？

A、

大気の流れには、大気乱流と呼ばれる風の乱れが含まれていますが、地表面付近では、建物、樹木、複雑な地形といった影響によってさらに乱流や風向変動が強くなる傾向にあります。小形風車はある一定度の乱流強度、風向変動に耐えられるように設計されていますが、乱流や風向変動が想定以上に強すぎると寿命が短くなったり、出力が思ったほど出ない可能性もありますので、注意が必要です。

1.5.2 小形風車について

Q、どの規模の風車を小形風車というのですか？

A、
国際規格（IEC）では、風車受風面積が200m²未満の大きさの風車を指します。この中でも、受風面積が2m²未満の風車は、一般的にマイクロ風車と呼ばれています。

Q、小形風車には、どんな種類があるの？

A、
小形風車には大きく水平軸形と垂直軸形の2種類のものがあります。
ロータの回転が風に対してほぼ垂直なものを垂直軸形、ほぼ水平なものを水平軸形と言います。
また水平軸形風車において、支柱に対してロータが風上側にあるものをアップウィンド形式、風下側にあるものをダウンウィンド形式と言います。

Q、小形風車の発電機の仕組みは？

A、
基本的にはモータの構造と同じです。モータは電気を入力して軸の回転を得ますが、風力発電機では逆に風の力で軸を回し、電気を得ます。

Q、小形風車は、いつも回っているのですか？

A、
小形風車は風がないと回らないので、風がとても弱い時には止まっています。また逆に、台風のようなものすごく風が強い時も安全のため自動的に停止します。（これをカットアウトと言います。）但し、蓄電池が満充電状態の場合は、蓄電池保護の為、風が吹いていても回転を止める機能を有している機種も有ります。

Q、小形風車は、風の向きがかわったらどうなるの？

A、
垂直軸形の小型風車は、風向きに関係なく運転を行いますが、水平軸形の場合は風向きに追従させる必要があります。ほとんどの水平軸の小形風力発電機には、小形風力発電機と支柱の間に軸受けがあり、風向きに合わせて風車が首を振ることができるようになっています。それにより風車は風向に追従する動きをします。

Q、小形風車の安全性は、どのように確保されていますか？

A、
小形風車の設計は、日本工業規格「JIS C 1400-2：小形風力発電システムの設計要件」に基づいて行われています。この中では、制御機構、保護機構、内部電気システム、機械システム、支持構造物、基礎及び電気接続機器などのサブシステムを含めて、安全設計思想、品質保証などを予防措置に関して規定しています。

Q、小形風車で売電はできますか？

A、
はい、系統連系タイプのものならば可能です。
各メーカーにお問い合わせ下さい。

1.5.3 設置作業、設置後、メンテナンスについて

Q、小形風車の設置工事に資格は、要りますか？

A、
はい、必要です。
配線工事をするための電気工事士の資格や高所作業車を運転する資格などが必要です。

Q、小形風車を設置した後の安全性の責任は、誰にありますか？

A、
設置者（ユーザ）に責任があります。

Q、小形風車を施工後にメンテナンス（点検）は、必要ですか？

A、
風車は回転機械であるので安全性を確保するためにはメンテナンスが必要となります。定期的に継続したメンテナンスなしでは、風車の耐用年数は短くなります。メンテナンスは、設置者（ユーザ）が行う日常点検とメーカーもしくは設置業者等による定期点検があります。メーカーが提示する点検項目にしたがって実施してください。また、蓄電池や制御関係部品でも個別にメンテナンスが必要なものもあります。

2 小形風力発電機（風車本体）

2.1 小形風力発電機について

ロータ（受風面積が200m²未満）、発電機、カバーや各部品を固定するベース（ナセル）などで構成されるのが小形風力発電機です。水平軸風車の場合は、風の方に風車を向かせる機構（ヨー制御機構）も加わります。また、ロータの受風面積が2m²未満のものはマイクロ風力発電機と呼ばれています。

2.1.1 ロータの分類と受風面積

ロータは、回転軸と風の流れの向きで水平軸型と垂直軸型に分類されています。回転軸が、風の流れ（風向）に対して平行であるものは水平軸風車に分類され、回転軸が風の流れに垂直であるものは垂直軸風車と分類されます。それらの受風面積は下記のように算出されます。

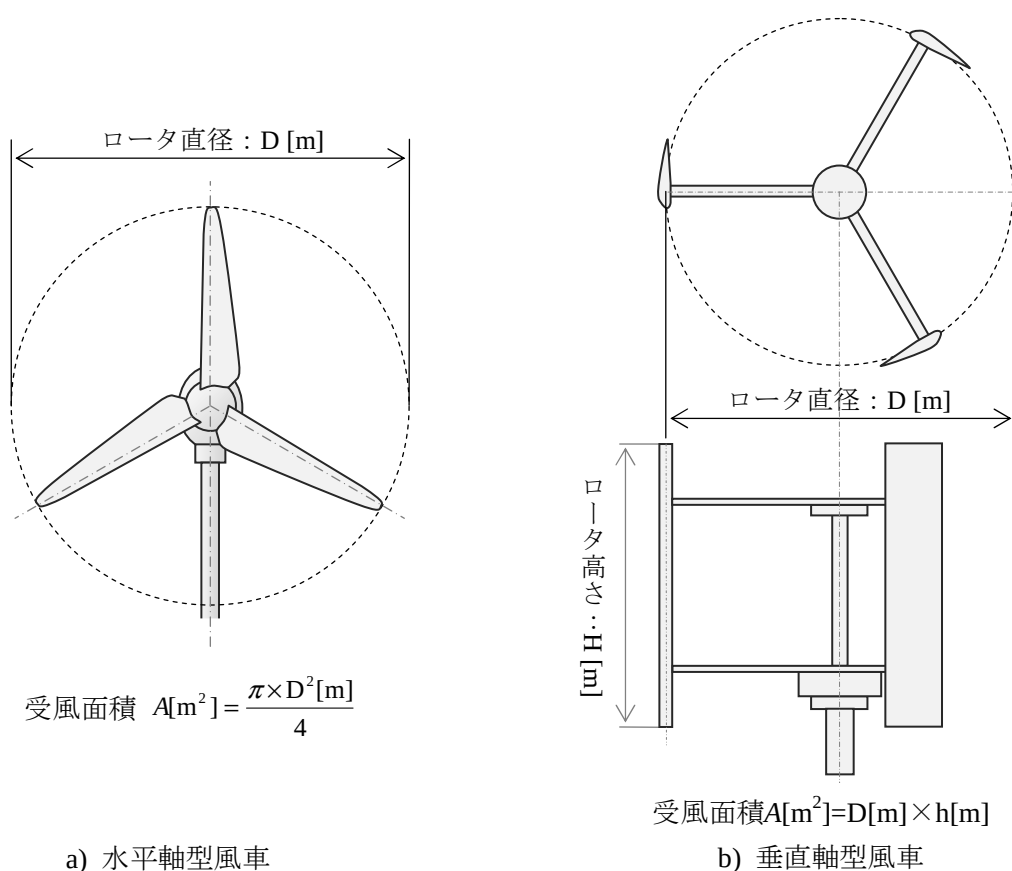


図2.1-1 ロータの受風面積

2.1.2 アップウィンド型式とダウンウィンド型式（水平軸風車）

水平軸風車において、ロータの回転面がタワーの風上側に位置するものをアップウィンド型式、風下側に位置するものをダウンウィンド型式といいます。

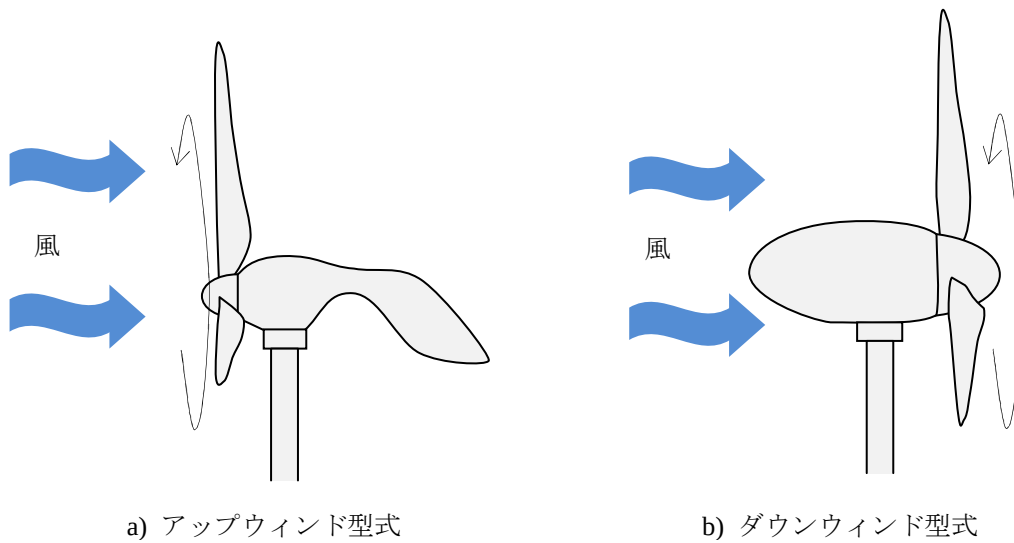
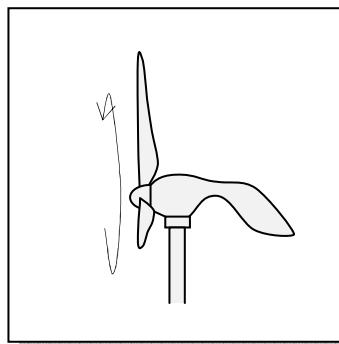


図2.1-2 水平軸風車の形式

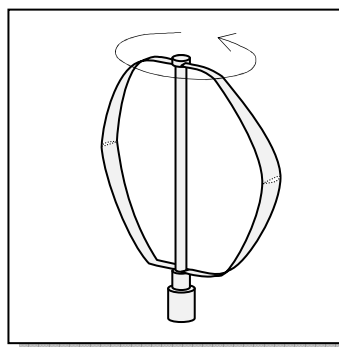
2.1.3 ロータの種類

小形風車のロータの種類は色々あり、プロペラ型、ダリウス型、直線翼垂直軸型、サボニウス型などがあります。それぞれの型状により、発電効率や風を捕捉する性能、騒音値などが異なっており、設置場所や用途に合わせて選定しなければなりません。



プロペラ型風車 [水平軸揚力型風車]

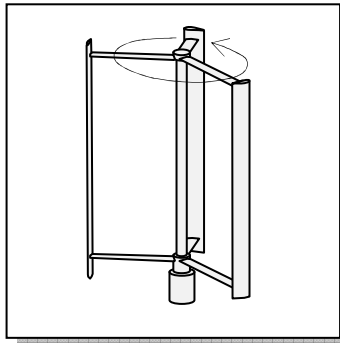
発電用風車として多く使われています。ブレードの枚数は1～5枚のものと、多くのブレードから構成される多翼型のものがあります。一般的に3枚翼が多くパワーバンドの広い安定した出力が得られます。風向きに対する制御が必要となりますが、強風時に風を受け流す機構と併用できます。



ダリウス型風車 [垂直軸揚力型風車]

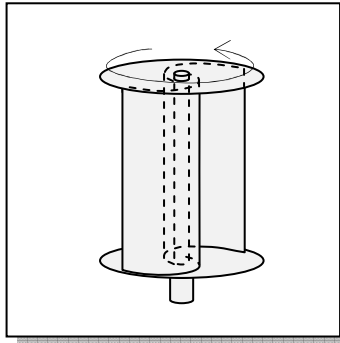
フランス人により発明された垂直軸風車で、ブレードの形状が縄跳びの縄の曲線になっているのが特徴です。ブレードには遠心力が作用しない設計となっています。自己起動性に乏しいため、サボニウス形風車と組み合わせる工夫がなされています。

図2.1-3 ロータの種類



直線翼垂直軸型風車 [垂直軸揚力型風車]

ブレードが垂直に取り付けられ、翼断面は対称翼型が一般的です。自己起動が可能なタイプもあります。



サボニウス型風車 [垂直軸抗力型風車]

フィンランド人の考案による風車で、起動トルクが大きいため起動性は良いですが、回転数は低く抑えられます。

図2.1-3 ロータの種類（続き）

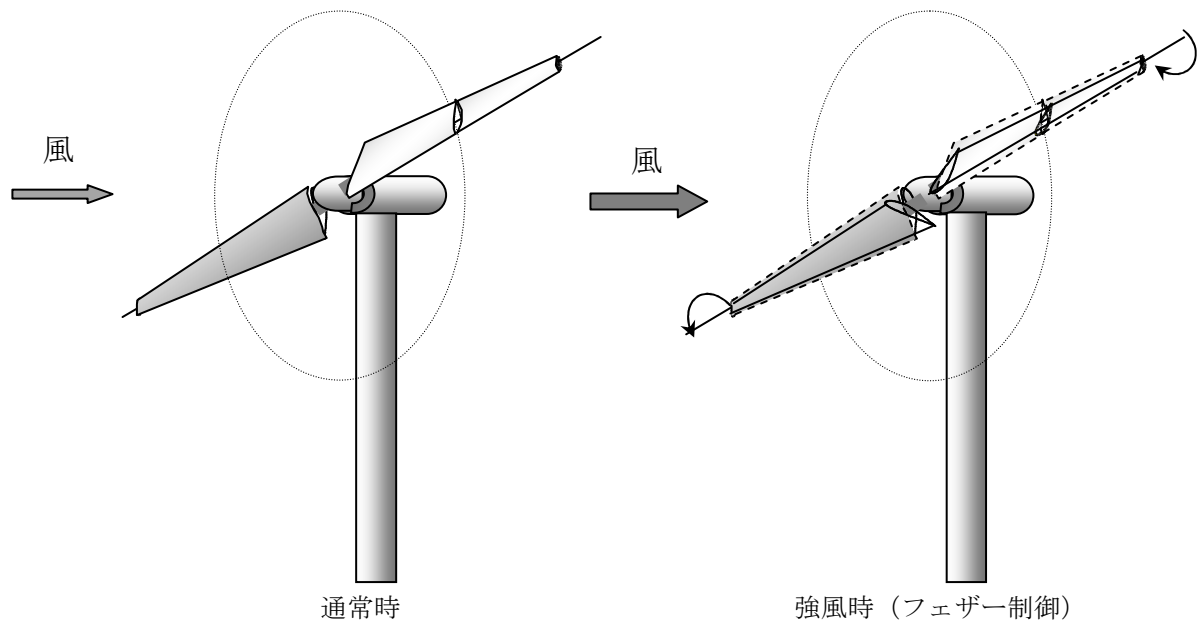
2.1.4 制御方法について

小形風車は風速が高まるとともに発電量は大きくなりますが、定格出力を超えて発電する場合、過剰な発電により発電機や各種機器に故障が起こらないよう、小形風車を制御し、ロータの回転数を抑えたり、ロータを停止させたりする必要があります。

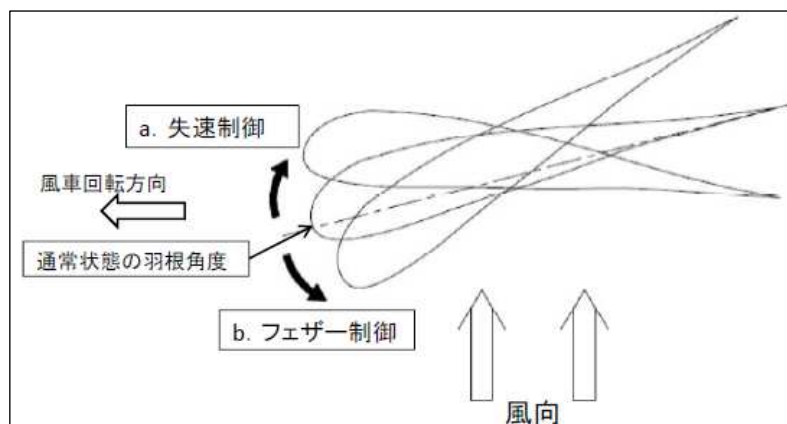
小形風車に見られる制御方法としては、下記のようなものがあります。

a) 可変ピッチ制御

プロペラ型風車において、風に対する風車の羽根の角度を制御することで、発電出力、風車回転数を落とす方法です。



a) 風車ピッチ制御（強風時（右）にはブレードを軸周りに回転し、揚力を低下させる）



b) 風車ピッチ制御の羽根の動き（羽根断面方向から見た図）

図2.1-4 ブレードの可変ピッチ制御

1) 失速制御

風の入力に対し、羽根のピッチ角を風向きに垂直方向となるように制御して、ロータの回転数、発電出力を落とす方式です。

2) フェザー制御（フェザリング制御）

風の入力に対し、風車の回転方向の力が生じないようにブレードのピッチ角を風向きに対して平行方向となるように制御して、風車の回転数、発電出力を落とす方式です。

b) ロータ偏向制御

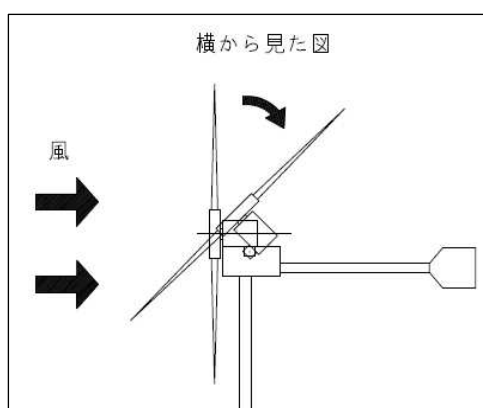
水平軸風車の場合は風の方向に風車を正対させ、発電するシステムになりますが、風車の機構により、ロータを風向からそらすことで風車の回転数を落とし、発電出力を制御する方法です。

1) ロータ上方偏向方式

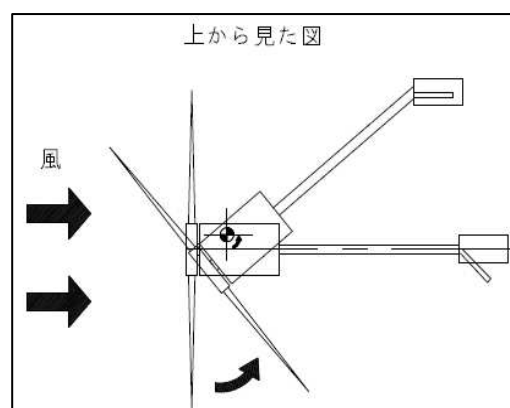
風が強くなるとロータが受ける風圧力も強くなります。その風圧力を利用し、風が強くなるとロータの回転面を上方へ逃がし、ロータへの受風面積を小さくすることで風車の回転数を落とし、発電出力を制御する方法です。

2) ロータ側方偏向方式

1)と異なり、風が強くなるとロータの回転面を風向に垂直な方向（側方）へ逃がし、ロータへの受風面積を小さくすることで、受ける風のエネルギーを減らし、風車の回転数を落として、発電出力を制御する方法です。



a) ロータ上方偏向方式



b) ロータ側方偏向方式

図2.1-5 ロータの偏向制御方式

c) 短絡ブレーキによる制御

小形風車の発電機の出力端子を短絡することで、発電機の負荷が最大になることを利用して、風車にブレーキをかけ、停止させる方法です。

しかし風車が過回転している場合、いきなり小形風車の発電機を短絡させることは、発電機に大電流が流れることになり、発電機の焼損・故障の原因につながります。そのため、通常は発電機の負荷を徐々に大きくしていき、回転をある程度落とした状態で短絡ブレーキをかけることにより、安全に風車を停止する、制御する方法が取られています。

d) 機械式ブレーキによる制御

強風時に風車を安全に停止させるために、ロータにディスクブレーキやドラムブレーキの機構を取り付けて、ロータの回転を手動又は自動で停止させる方法です。

コストや部品の大さきとの関係でマイクロ風力発電機に用いることはほとんどありませんが、小形風車の中で比較的大きいものや垂直軸風車には使用されています。

e) その他の制御方法

その他にも、電氣的に制御している風車においては、風車本体を風向から 90° そらすファールリング制御を行うことで強風時の発電制御を行う方法や、翼の先端部のみピッチ角を制御することで、風車の回転数を制御する方式など様々な方式があります。

2.2 小形風車から発生する音や振動

2.2.1 音

小形風車から発生する音の主な要因は、ブレードが回転する際の風切音です。水平軸型の小形風力発電機の場合、回転数が高くなるものが多く、通常、風切音は風車の回転数が増加するとともに音が大きくなり、風を切る「シュッシュュッ」という音が発生します。あるいは風が強く、小形風車のブレードのピッチを変更させるものに関しては、ヘリコプターが飛ぶときの「バタバタバタ」という音が発生するものもあります。

その他の音としては、独立電源仕様の小形風車の場合は、制御コントローラ等の制御機器、系統連系仕様の場合は、PCS等の逆変換装置類において、発電時に発する制御機器関連の音（運転／停止のスイッチ切替音、冷却ファンの音、機器から発振する高周波音）があります。

住宅や建物内部にPCS等の逆変換装置を設置の際には、その音の特徴を十分に注意し、生活上の妨げとならない場所に設置する必要があります。

最近では各小形風車メーカーによっては、騒音を下げる工夫をしているものもあります。例えば、羽根の形状や表面加工や、風車音を減らすよう低回転の設計にするなど様々な工夫がなされています。ちなみに小形風車の音に関する測定方法は、IEC 61400-11（JIS C 1400-11：騒音測定方法）にて定められています。

2.2.2 振動

振動については、小形・マイクロ風車は住宅やビル等の建物に設置するケースもあるため、風車をもつ固有振動数の影響により、風車から建物への振動に関して十分注意が必要です。

表2.2-1 小形風車が発生する可能性のある音及び振動の要因

音	ブレードの風切音、PCSや独立電源用のコントローラの運転音・稼働音
振動	風車の回転に伴う振動の発生、支柱への伝達 屋上設置、ベランダ等の住宅設置における建物への振動の影響 タワーの共振

2.3 設置事例

2.3.1 系統連系システムの実施事例

a) スマートグリッド実証試験における利用（地上設置型）



■マイクログリッド実証試験

設置場所）鹿児島県黒島

定格出力）70kW（風力10kW＋太陽光60kW）

使用負荷）島内の電力供給の一部

b) ルーフトップ（屋上）への設置



■千代田化工建設株式会社

設置場所）神奈川県横浜市

定格出力）1kW

使用負荷）ビルへの電力供給



■株式会社リコー

設置場所）大阪市北区

定格出力）16.7kW

（風力11.7kW＋太陽光5kW）

使用負荷）大型ネオン広告塔

c) 家庭用電源としての利用



■京丹後市 個人邸

設置場所) 京都府京丹後市

定格出力) 1kW

使用負荷) 系統連系システム（環境省・京都府・京丹後市の補助により地域約20軒に導入）



■菱重エステート株式会社（モデルハウス）

設置場所) 神奈川県横浜市

定格出力) 1kW

使用負荷) 超省エネ住宅を実現する自然エネルギーの一部

2.3.2 その他の事例

a) 無電地帯における利用（独立電源システム）



■赤岳天望荘

設置場所）赤岳肩（標高2402m）

定格出力）10kW

（風力 500W×8台＋太陽光6kW）

使用負荷）浄化槽式水洗トイレの電源

b) 防災・非常用電源としての利用



■福井市森田浄水場

設置場所）福井県福井市

定格出力）13.85kW（風力1kW×5セット

＋風力4kW×2セット

＋太陽光170W×5セット）

使用負荷）防災公園の位置付け、

夜間照明電源・ポンプ電源

■アドベンチャーワールド

設置場所）和歌山県白浜町

定格出力）460W

使用負荷）ナトリウム灯照明



2.4 発電量について

小形風車は、風況の条件によって発電量が異なってきます。当然、風況の良い地域を選択することで、小形風車の発電量を高く得ることができます。

設置場所の風況については、例えば新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のホームページより、風況マップを用いて、風車を設置する場所の年平均風速を推定することができます。⇒ 3.3

風況マップにより、設置する地域の年平均風速のデータと、設置を想定している小形風車のパワーカーブ、又は設備利用率が分かっているならば、下図のような流れで、年間発電量を推定することが出来ます。

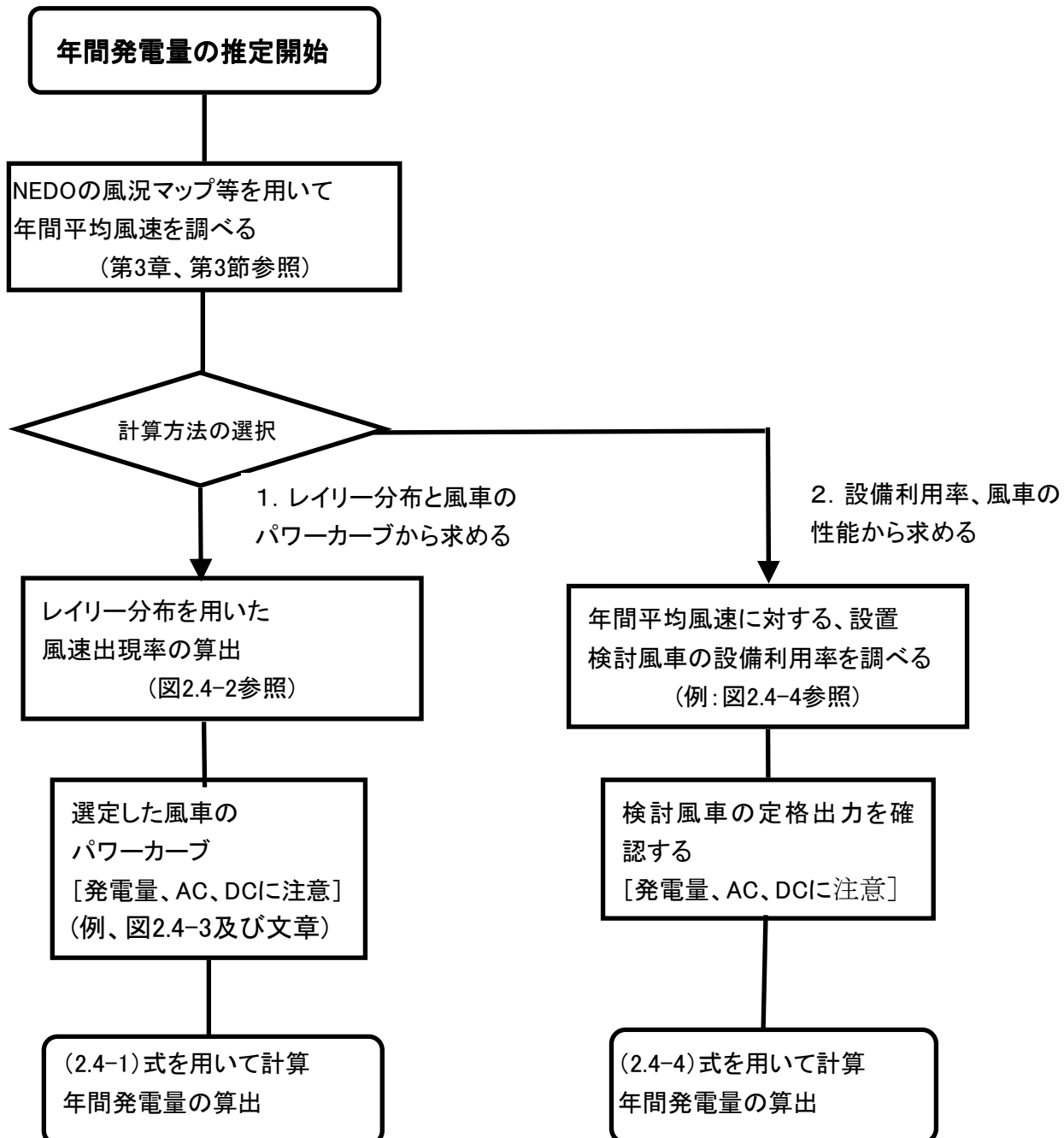


図2.4-1 年間発電量の推定計算の流れ

2.4.1 年間発電量の計算

小形風車の年間発電量の算定は、小形風車のパワーカーブと設置地点の風車タワー高さにおける風速出現率分布を用いて、以下の式(2.4-1)により求められます。

$$\text{年間発電量(kWh)} = \sum (p_i \times f_i \times 8760(h)) \dots\dots\dots (2.4-1)$$

p_i : 風速階級*i*の発電出力 (kW)

f_i : 風速階級*i*の出現率

風速出現率分布の観測データが無い場合、NEDOの風況マップ等から得られる平均風速より推定したレイリー分布を用いることにより、発電量を推定することが可能であり、導入を検討する際の評価の一つとして用いられます。

レイリー分布の計算式

$$f(V) = \frac{\pi}{2} \frac{V}{\bar{V}^2} \exp \left\{ -\frac{\pi}{4} \left(\frac{V}{\bar{V}} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (2.4-2)$$

$f(V)$: 風速*V*の出現率

$\bar{V}$: 年平均風速

レイリー分布は平均風速が分かると風速出現率分布を推定することが可能で、簡単なためによく用いられます。年平均風速に対する各風速域の出現率の一例が、下記のグラフになります。

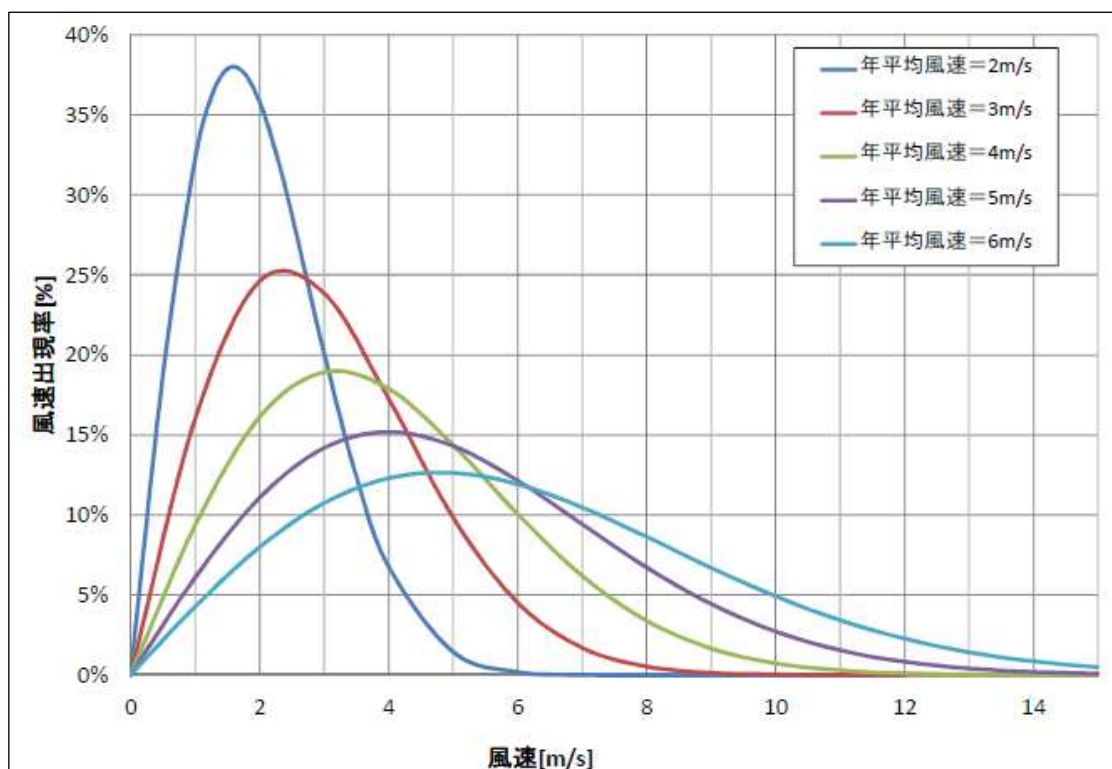


図2.4-2 年平均風速に対するレイリー分布(年平均風速2～6m/s)

レイリー分布を用いて、実際に年間発電量を計算する方法の一つに、メーカーから出される小形風車のパワーカーブを用いた計算方法があります。

例えば、ある地点に下記のようなパワーカーブを持つ2kWの小形風車を設置するとします。

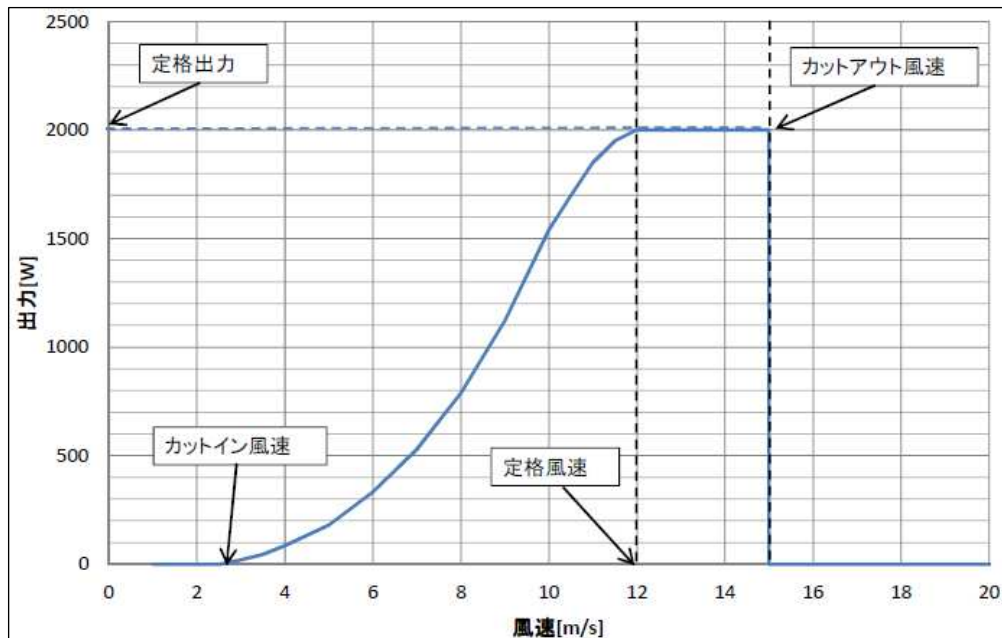


図2.4-3 小形風車のパワーカーブの一例

グラフから、この小形風車の場合、風速4m/sのときはおよそ80Wくらいの発電となり、6m/sのときは320Wくらいと見られます。

その地域が年平均風速3m/sの地域の場合、年平均風速に対するレイリー分布から年間で風速4m/sの出現率が約17%、風速6m/sの出現率が約4.5%になります。

このように、各風速の出現率とその時の出力値を掛け合わせ、年間発電量を求めます。年間発電量の計算は、式（2.4-1）により、計算することが可能です。

《パワーカーブ表記に関する注意》

風車メーカーによりますが、パワーカーブの表記が、風車の発電機自体の出力の場合（直流出力、DC出力）と、実際に交流電力として使える出力の場合（交流出力、AC出力）の2パターンがあります。

現段階ではルールはありません。メーカーによってどちらで書かれているかを注意する必要がありますが、もし、パワーカーブが発電機自体の発電した電力(直流出力、DC出力)を示している場合は、一般の交流の電力として使うには、直流の電気を交流へ変換する必要があります。その分の電氣的ロスを検討しなければいけません。直流を交流に変換するインバータ、PCSの効率は、各メーカーや製品によって異なりますので、事前にメーカーに問い合わせ、確認しておく必要があります。

2.4.2 設備利用率の計算

2.4.1では、年間発電量を求める式を示しましたが、実際には、発電量を低減させる様々な要因があるため、発電量の推計は各要因を考慮して行う必要があります。主なものとして利用可能率と出力補正係数があ

ります。

そのため、実際の正味年間発電量は次の式で与えられることになります。

$$\text{正味年間発電量(kWh)} = \text{年間発電量} \times \text{利用可能率} \times \text{出力補正係数} \dots\dots\dots(2.4-3)$$

利用可能率： 故障修理や定期点検で風車が停止した時間を差し引いた時間の割合。

出力補正係数： 地形や障害物の影響による風速や風向の変動によって、地形が平坦で風況を乱さない地形で得られる出力曲線より性能が低くなることを見込んだ割合。(建物に囲まれた場所、地形的に風の流れが悪い場所は低く見積もっておく必要があります)

※なお、レイリー分布を仮定して求めた年間発電量は過大評価となる場合が多いので、実測データまたはそれに基づいて推定することが望ましいとされます。

さらに、小形風車導入にあたってのシステムの評価項目として、年間発電量だけでなく、設備利用率や稼働率による評価もあります。

設備利用率は、システムの定格出力に対する利用率を表すものであり、以下の式(2.4-4)により求められます。

$$\text{年間設備利用率(\%)} = \frac{\text{正味年間発電量}}{\text{定格出力} \times 8760(h)} \times 100 \dots\dots\dots(2.4-4)$$

また稼働率（時間稼働率）は、システムの発電可能な稼働時間率を表すもので、小形風車が運転している時間の合計を年間時間（8760時間）で割った値で、カットイン風速からカットアウト風速までの風速出現率の累積より求められます。風況曲線（累積出現率）が得られている場合は、以下の式により算出されます。

$$\begin{aligned} \text{稼働率} = & \text{カットイン風速以上の累積出現率} \\ & - \text{カットアウト風速以上の累積出現率} \dots\dots\dots(2.4-5) \end{aligned}$$

2.4.3 小形風車の発電量と設備利用率の推定計算

小形風車の出力曲線（定格出力2.0kW、4.0kW [どちらも水平軸型風車]）を取り上げ、そこから年間発電量と設備利用率の推定計算を行いました。

表2.4-1 小形風車の発電量※と設備利用率の推定計算

項目	年平均風速（m/s）							
	2		3		4		5	
	一般住宅地				海岸沿いの地域			
定格出力 (kW)	年間推定 発電量 (kWh)	年間設備 利用率 (%)	年間推定 発電量 (kWh)	年間設備 利用率 (%)	年間推定 発電量 (kWh)	年間設備 利用率 (%)	年間推定 発電量 (kWh)	年間設備 利用率 (%)
2.0	116	0.7	591	3.4	1542	8.8	2924	16.7
4.0	623	1.8	1979	5.6	3986	11.4	6321	18.0

※2.0kW、4.0kWの小型風車のデータは、発電機自体の出力（DC発電量）になります。

上記の結果をもとに、例として2.0kW(DC)風車における年平均風速における設備利用率のグラフを以下に示します。

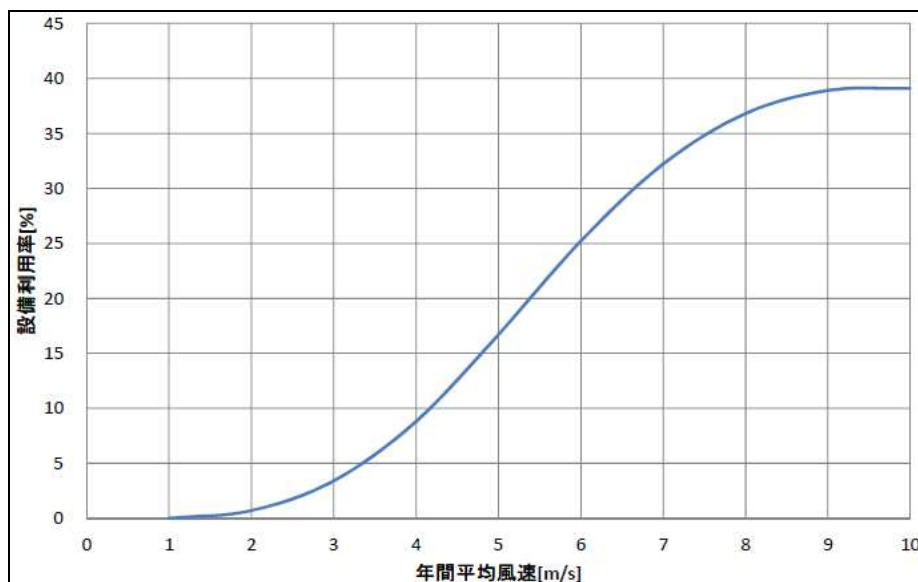


図2.4-4 年平均風速に対する設備利用率の例

2.4.4 売電、及び小形風車導入の初期投資に対する費用の回収（償却）について

これまで、発電量に関して記してきましたが、小形風車の導入時のポイントに購入コストとそれに対する償却期間があります。

太陽光や風力、水力などの再生可能エネルギーにより発電された電気は、現在「余剰電力の買取制度」があります。これは、自然エネルギーで発電した分から自宅で消費した自然エネルギーの発電量分を差し引いた電力を電力会社が買い取る制度です。そのため、どれだけ発電しても自家消費量が発電量を上回っている状況であれば、電気を売ることができません。一方で、全量買取方式というものもあります。全量買取の場合は、自然エネルギーにより発電した電力の全量を、一度電力会社が買い取ります。その後、自

宅で使用した電力量分を支払います。つまり、電力会社からの電力購入価格と比べて、全量買取の買取価格の方が高く設定されれば、余剰電力の買取制度よりも償却期間が短くなります。

ここでは、全量買取の場合を例に計算式を示します。

電力会社の買取金額は様々な状況を考慮し、経済産業大臣が決定することになっており、固定された売電金額ではありません。ここでは仮に1kW当たり x 円（ x 円/kWh）で買い取るものとします。

小形風車の導入にかかる金額は、定格出力、風車の種類、設置工事費用等により全く異なりますので、仮に a 円とすることにします。

小形風車の初期設備投資金額	a 円
電力会社への全量買取金額	x 円/kWh
発電した電力量	P (kWh/年)

とすると（ $P \times x$ ）が1年間あたりの回収金額となります。

一方で、小形風車に係る保守費用を年間 b 円（ b 円/年）にかかったとした場合、小形風車導入にかかった回収期間 y (年)は、下記の通りとなります。

$$y \geq \frac{a}{(P \times x - b)} \cdots \cdots \cdots (2.4-6)$$

（※本計算式において金利は考慮されていません。）

3 小形風車を設置する地点の風況

3.1 設置希望地点の風特性

風車は、先に述べた通り理論的には風速の3乗で出力が変動します。そのため多くの発電量を稼ぐためには、可能な限り風の強い場所に設置することが重要です。また、風向の変動に対しても出力の変動（発電量の低下）が引き起こされることから、風向の変動についてもできるだけ一定の方角からの風が吹く地点に設置することが望まれます。特に小形風車は風向の変化に対しての追従性は、機種により様々であることから、設置予定地点の風向変動に見合った風車を選定することも発電量を稼ぐ一つのポイントとなります。

本章では、風の基本的な特性を述べるとともに、設置希望地点の風特性を知る手助けとなるいくつかの方法について紹介します。

表3.1-1に風特性を知る方法の例について示します。

風は周辺の地形や建物の影響により局所的に大きく変化することがあるため、発電量を重要視する場合には、精度・信頼性の欄が重要となります。◎印の設置地点の事前観測が強く推奨されますが、コストなどの観点から○印の近傍データからの推定も次点の方法として可能です。△印はその地域の風特性を代表的に判断する方法なので、風車の導入可能性があるかどうかの初期段階の評価で参考にしたほうがよいと考えられます。

以降でそれぞれの方法について順に述べますが、これらは基本的には大形風車用に確立されてきた方法であり、小形風車に適用する場合には注意が必要です。各項目では、小形風車に適用する場合の注意点についても述べます。

表3.1-1 設置地点の風特性把握方法

方法	【精度・信頼性】 [◎]：発電量推定可 [○]：適地判定可 [△]：参考	【時間】 [◎]：短時間 [○]：整理時間程度 [△]：半年から1年	【実施費用】 [◎]：ほぼ無料 [○]：高くとも数万 [△]：数万円～
住民からのヒアリング・植生観察 （2）で紹介）	△	◎	◎
NEDO局所風況マップから推定 （3）で紹介）	○	○	◎
近傍気象観測所データからの推定 （4）で紹介）	○	○	◎
NEDOガイドブックにもとづく風観測 （5）で紹介）	◎	△	△

3.2 住民からのヒアリング・植生観察

それぞれ地域での風の有無は、その地域の住民の経験や植生観察が、最初の手がかりとなります。「あの川沿いはいつも風が吹いている」、「あの山の東側は、風が強すぎて大きな樹木が育たない」など風にまつわる話を整理すると地域の風が吹くスポットを大まかに知ることができるかもしれません。表3.2-1に風の強さと視覚的な状態を表すビューフォート風力階級表を示します。階級2、3のような現象が頻繁に表れる場所では、小形風車設置の適地として可能性が高いです。また、図3.2-1、3.2-2には、木の成長状態を示しています。図のような木々の成長がみられる地域では、平均的に風が強いことを示しており、

このような地点も風車設置の有望地点です。

表3.2-1 ビューフォート風力階級表

風力	名称	地上10mの 風速m/s	陸上の状態	海上の状態
0	平穏	0.0～0.2	煙はまっすぐのぼる	鏡のようになめらか
1	至軽風	0.3～1.5	煙のなびきで風向がわかる	うろこのようなさざ波がでる
2	軽風	1.6～3.3	木の葉が動く	小波の小さなものがはつきりしてくる
3	軟風	3.4～5.4	木の葉や小枝が絶えず動く	小波の大きいもの。波頭が砕けはじめ、ところどころに白波
4	和風	5.5～7.9	砂埃が立ち、紙片が舞い上がる	小波だが波長が長くなる。白波がかなり多くなる
5	疾風	8.0～10.7	樹木が揺れ始める	はっきりした中位の波。波長は長くなり白波がたって、しぶきを生ずる事がある
6	雄風	10.8～13.8	傘が使えなくなる	大きい波が出来始める。いたるところに白く泡立った波頭がひろがり、しぶきを生ずる
7	強風	13.9～17.1	樹木全体が揺れる	波は益々大きく、波頭が砕ける。白い泡が筋を引いて風下に吹き荒れる
8	疾強風	17.2～20.7	小枝が折れる 風に向かって歩けない	大波のやや小さい部類。波長が長くなり波頭が砕け水煙となりはじめる。風下に流される泡筋は明確になる
9	大強風	20.8～24.4	煙突が折れる 瓦が飛ぶ	大波。泡は濃い筋を引いて風下に吹き流され、波頭はのめって崩れ落ち、逆巻きはじめる。しぶきの為視程は悪化する
10	全強風	24.5～28.4	樹木が根こそぎ倒れる	非常に高い大波になり、波頭はのしかかるようになる。 海面は真っ白になり波の崩れ方激しく、視界はしぶきの為悪い
11	暴風	28.5～32.6	滅多に起こらない。家屋、建物が広い範囲で破壊	山のような大波の連続で、中小の船舶は波に隠れて見えなくなることが出てくる。海面は長い白い泡の塊に覆われ、波頭の橋是水煙となり、視界不良
12	台風	32.7以上	大規模な損壊 被害は甚大	泡としぶきで海面白濁、視界は極端に悪化



図3.2-1 強風地域の樹木の傾き例(愛知県豊橋市)

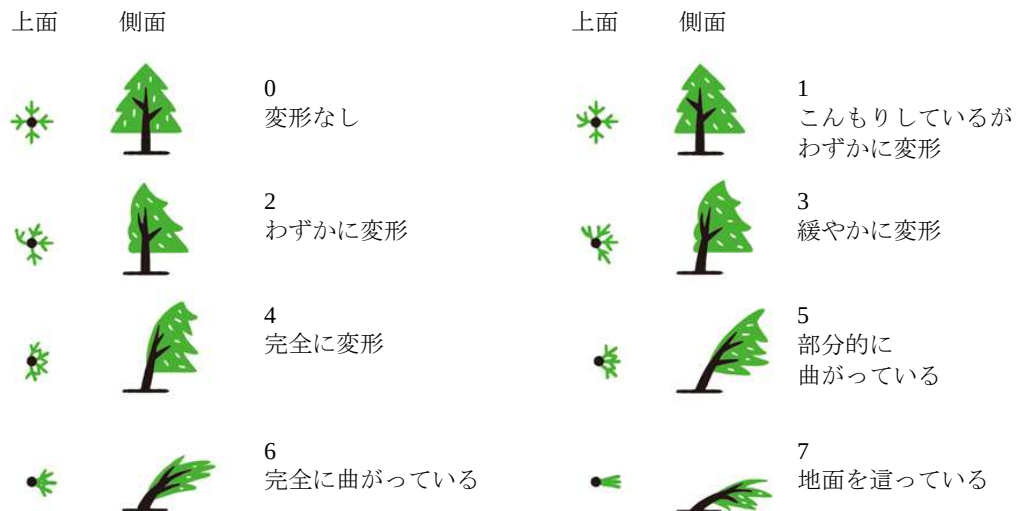


図3.2-2 樹木の形状変化のGriggs-Putnam^{※1}

このような地域住民の経験や植生などから、風の有無を判断することは可能ですが、非常に大まかにしかわからないため、より綿密に発電量を推定したい場合には、以降の科学的な方法を用いて推定することをお勧めします。

風力発電で必要とされる風速は、一般的に、感覚的な風速の印象よりも強いことに注意が必要です。無風に近い状態で自転車またはオートバイに乗り、風を体感する事と関係付けて、風力発電に必要な風速がどの程度であるかを考えてみましょう。例えば、小形風車の代表的なカットイン風速である3m/sは、自転車で約10km/hで走行している場合に受ける風と同じとなります。また、風車が定格出力を発生する定格風速（ここでは、代表的に12m/sを仮定します）は、オートバイで約43km/hで走行している場合と同じになります。つまり、風車がカタログ上の定格出力を発生するためには、オートバイで一般道を走行している際に受ける風と同じぐらい強い風が吹くことが必要であることがわかります。

3.3 NEDO局所風況マップから推定

NEDO風況マップ^{※2}では、数値シミュレーション技術を用いてその地域の年平均風速が算出されています。もともとの風況マップは、風力発電の導入促進を目的として、種々の風況観測データをもとに地図上のメッシュに風速階級を示したもので、有望地域の選定や賦存量の算定に用いられていました（1993年、NEDO作成）。

さらに1999年度～2002年度までの4年間をかけて、NEDOにより「局所的風況予測モデルの開発」が行われ、複雑な地形条件下で風の乱れが大きい地域であっても予測できる計算手法を開発し、風況マップをさらに細分化した500mメッシュの「局所風況マップ」が作成されました。この局所風況マップは風力発電の有望地域を選定するツールとして利用することが可能で、NEDOのホームページで容易に閲覧ができます。（NEDO局所風況マップ、<http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html>）．図3.3-1、図3.3-2、図3.3-3、に各地方での風速のマップ例を示します。）

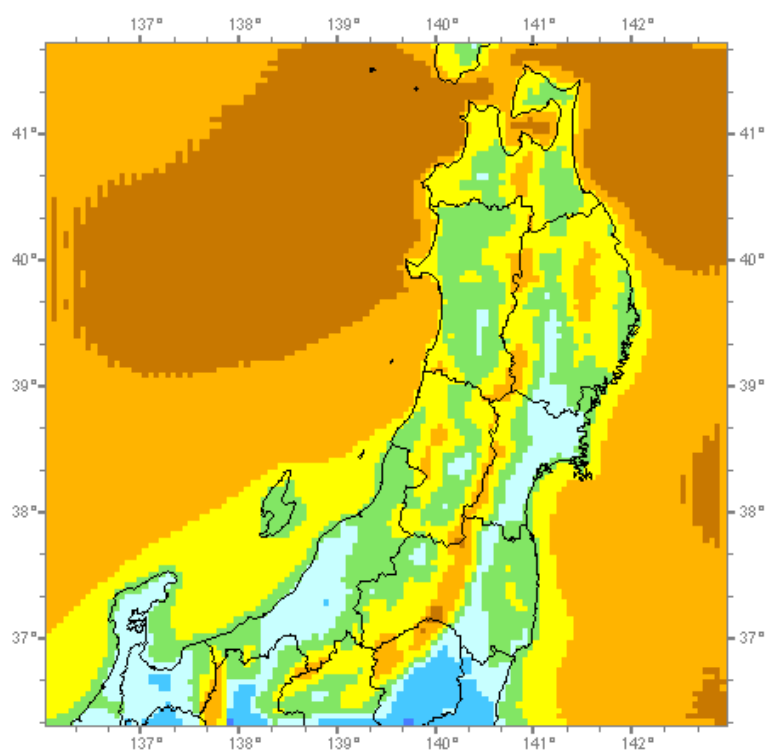
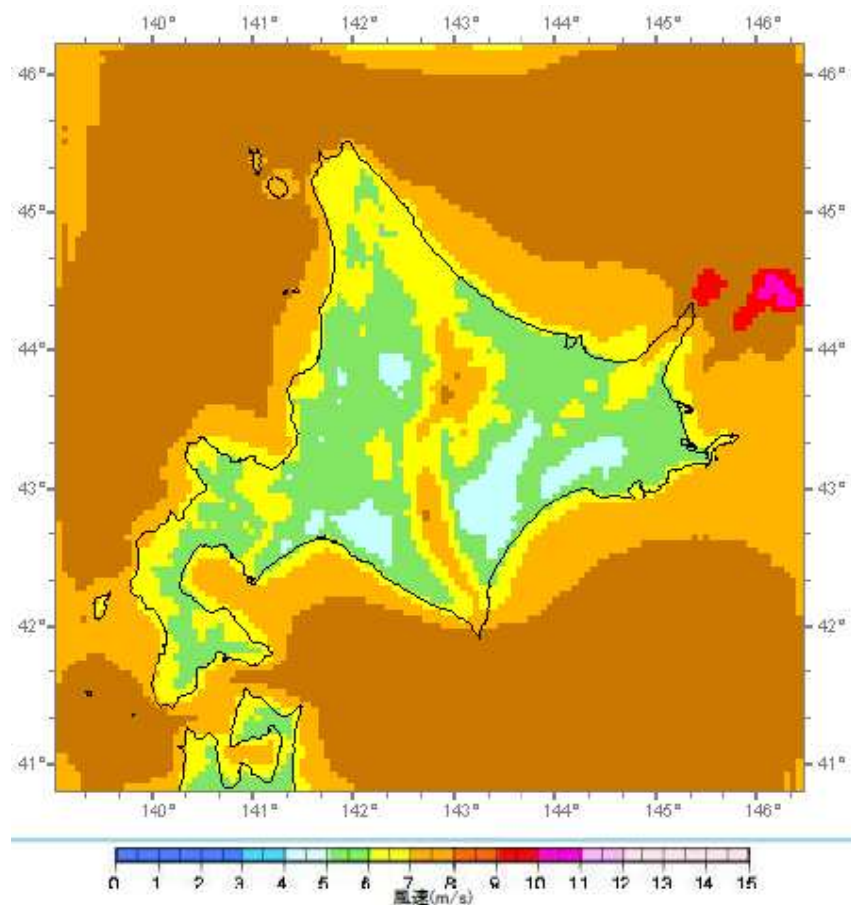


図3.3-1 風況マップの一例（北海道～北陸地方）〔地上高30m〕

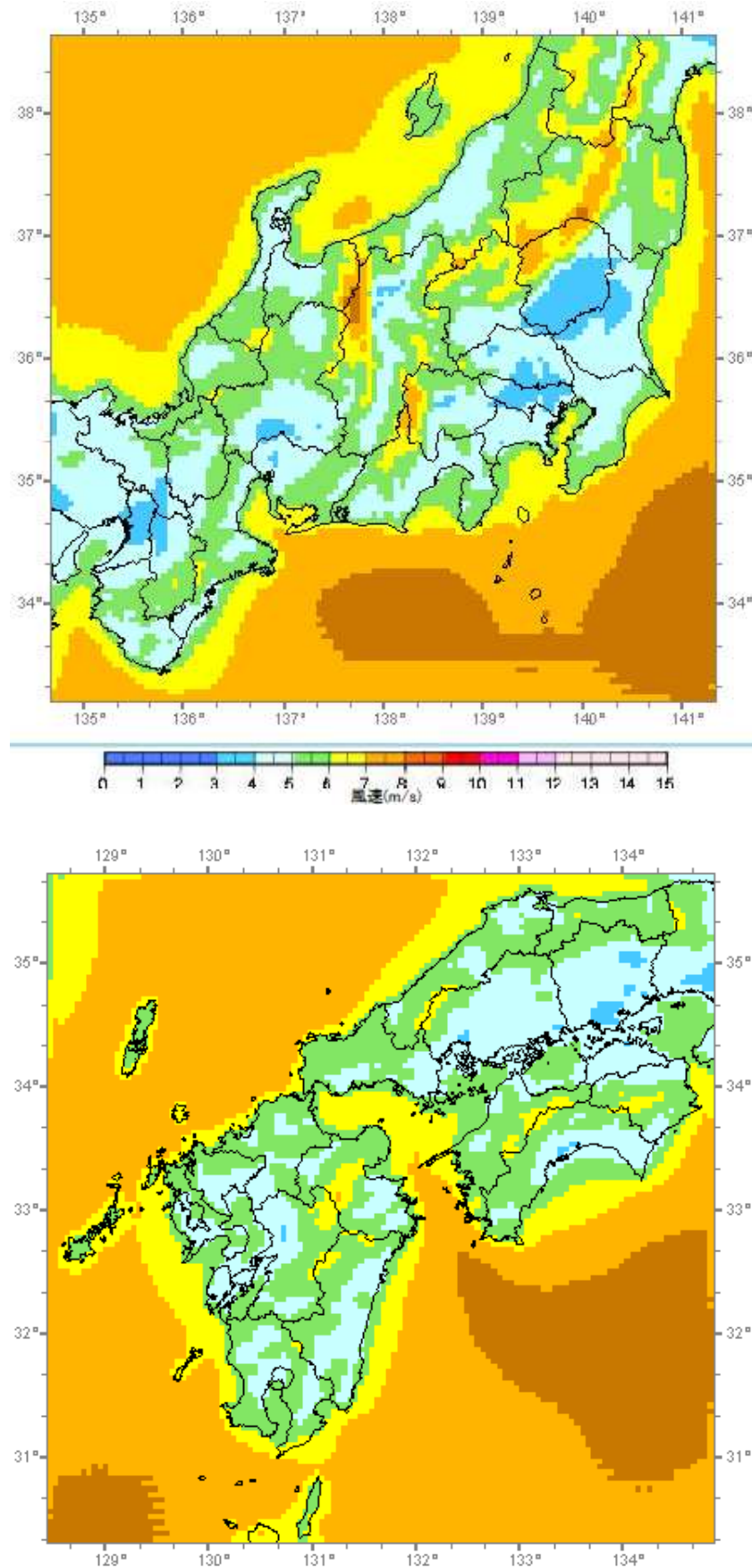


図3.3-2 風況マップの一例（関東～九州地方） [地上高30m]

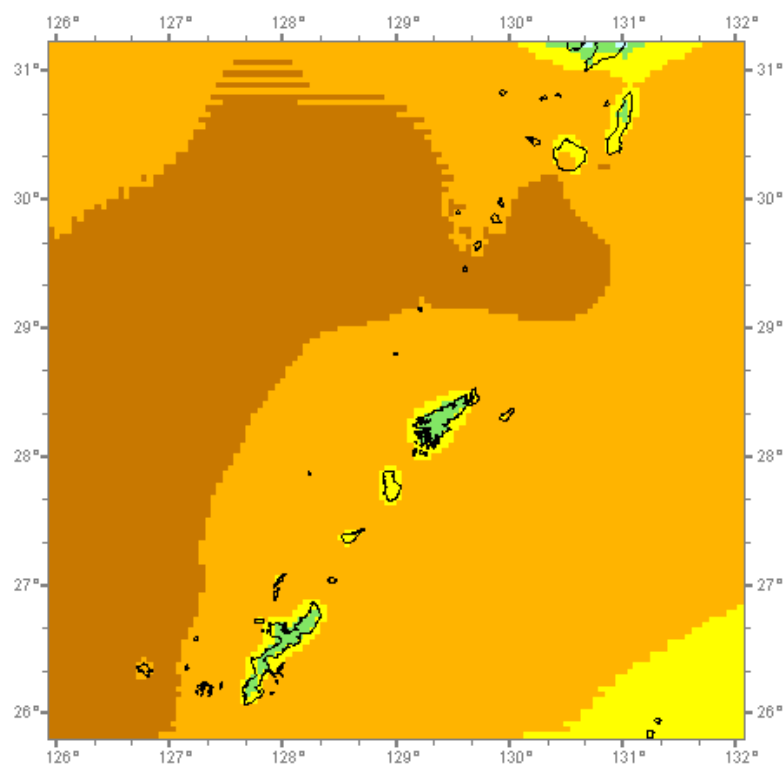


図3.3-3 風況マップの一例（沖縄地方）〔地上高30m〕

ただし、NEDO局所風況マップで表示される風速値は、あくまでも概算値であり、ある一程度の誤差が含まれていることに注意が必要です（表3.3-1参照）。また、NEDO局所風況マップで表示される風速値は、500mメッシュ内の風速の平均値、または代表値であることに注意が必要です。実際の小形風車の設置地点では、周辺の地形の変化、建物、樹木等の障害物の影響によって、局所的に平均風速が変化します。従って、NEDO局所風況マップで表示される風速値が必ずしも実際の小形風車設置地点において期待できるわけでは有りません。

さらには、小形風車を設置する場合、比較的地上に近い高さ（数m～15m程度）になるケースが多いため、「局所風況マップ」の予測よりも年平均風速が低くなる可能性があります。

風況マップの全体を見ると、風の強い地域が海岸沿いや山岳地域に多いことから、そのような地域で周囲が開けている場所（風が通る場所）に小形風車が設置されている事例が多く見られます。

表3.3-1 局所風況マップと実際の小形風車の設置の条件の違い

内容	局所風況マップの特徴	実際の小形風車の設置
計算風速高度	地上高30m、50m、70mの3点	地上設置の場合、地上から数m～15mくらいの高さになります
メッシュ幅 地形の考慮	500mメッシュ	より地形が複雑な地域、及び住宅地、商業地、森林等で風が遮られる可能性がある地域（風の障害がある地域）の場合（風車設置高度が30m以下の場合）、風速の乱れ（乱流）により、想定よりも風が吹かない恐れがあります
30m以下の高度での風車設置	別途、高度における風速換算式等を用います※1	

※1 NEDOの「風力発電導入ガイドブック」には風速の高度分布として下記の内容が書かれています。

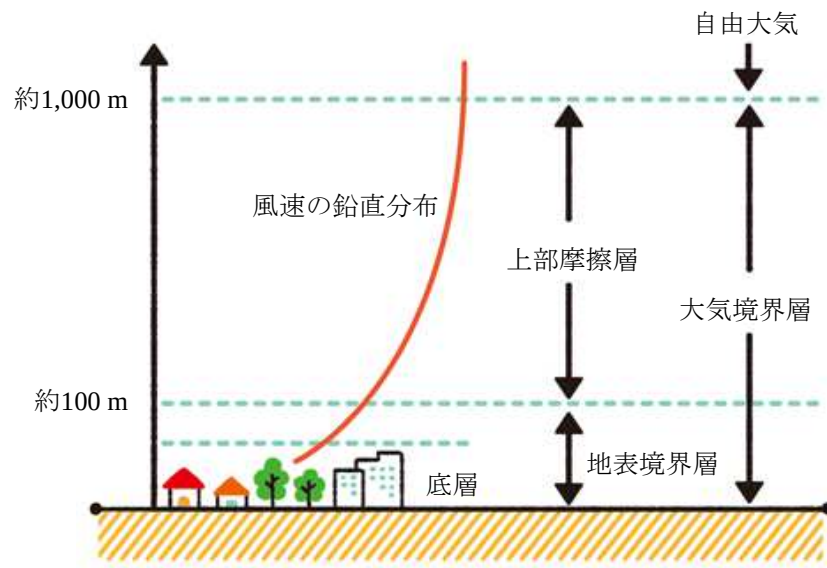


図3.3-4 大気境界層

小形風車が設置される高さは地表境界層（図3.3-4参照）であり、その層内の風速高度分布については、大気が中立状態の場合には、理論的に「対数則」と呼ばれる計算式が得られます。一方、より簡便な経験則として「指数則（べき法則）」が成り立つことが知られており、以下の式が用いられます。

$$V=V_1(z/z_1)^{1/n} \dots\dots\dots (3.3.1)$$

- V: 地上高 z における風速
 V_1 : 地上高 z_1 における風速
 n : 指数則のべき指数（表3.3-2参照）

表3.3-2 指数則のべき指数 n の値

地形状態	n	$1/n$
平坦な地形の草原	7～10	0.10～0.14
海岸地方	7～10	0.10～0.14
田園	4～6	0.17～0.25
市街地	2～4	0.25～0.50
出典：石崎潑雄 「強風時における突風の拡がり」と突風率について（1962） ※地表近く（10m以下）の高度や、近くに風の障害となる建物や森林（障害物等）がある場合には、 n の値を上述より低く設定する必要があります。		

3.4 近傍気象観測所データからの推定

気象庁のホームページ※³から、アメダスによる各地の過去のデータを閲覧することが出来ます（図3.4-1

参照)。

東京 2010年 (月ごとの値) 詳細(風)																																				
月	風向・風速(m/s)																																			
	平均風速	最大風速			最大瞬間風速			最多風向	風向別観測回数																								各階級の日数(最大風速)			
		風速	風向	日	風速	風向	日		静穏	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西	北	不定	≥10m/s	≥15m/s	≥20m/s	≥30m/s						
1	2.7	10.3	西北西	13	18.8	西南西	21	北北西	0	37	27	10	12	4	6	24	54	36	16	24	22	57	171	195	49	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
2	2.8	11.8	西北西	06	22.5	北西	06	北東	0	81	112	67	24	14	17	33	38	19	1	4	2	22	79	106	53	0	2	0	0	0	0	0	0	0		
3	3.2	14.6	南	21	29.2	南	21	北北西	0	78	102	60	28	17	31	59	44	45	9	5	5	23	60	129	49	0	2	0	0	0	0	0	0	0		
4	3.1	11.8	南南西	02	23.1	南	02	北北西	0	80	70	53	34	26	27	64	63	55	13	5	4	8	55	104	59	0	3	0	0	0	0	0	0	0		
5	3.2	10.2	南	18	16.7	南南西	18	南	0	25	39	42	30	24	37	114	134	87	16	11	9	12	56	88	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
6	2.9	9.3	南西	20	18.4	南南西	20	南	0	33	47	36	19	21	43	124	144	91	18	16	6	21	34	45	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	3.3	10.5	南	29	22.6	南	29	南	2	18	15	10	4	10	43	155	199	125	29	13	12	27	33	30	19	0	2	0	0	0	0	0	0	0		
8	3.4	11.4	南南西	12	18.9	南南西	12	南	0	18	17	19	10	13	50	161	261	99	20	9	3	17	17	18	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	2.9	7.9	北北西	25	18.0	北北西	25	北北西	1	68	49	39	21	22	55	84	92	40	11	11	9	16	40	106	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	2.5	8.5	北北西	26	17.7	北西	26	北北西	1	93	98	78	26	17	16	28	10	4	4	2	3	7	45	222	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	2.4	9.5	南西	09	20.0	南西	09	北北西	0	67	45	29	27	10	13	30	19	16	11	11	8	41	134	186	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	2.7	10.6	南	03	19.8	南	03	北北西	0	58	38	24	18	10	11	18	30	44	27	15	14	54	155	188	40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

図3.4-1 過去の気象庁の観測データ一例 (気象庁ホームページを元に作成)

設置する地域のおおよその風速を知るうえでは、アメダスのデータを参照することも一つの方法ではありますが、アメダスデータを用いて風況を調査する場合は、以下の点で注意が必要になります。

- a) アメダスの計測地点は、気象庁ホームページの「地域気象観測所一覧」で検索することによって確認することが出来ますが、各地点における風速計の高さが異なっていることに注意が必要です。アメダスの風速計測高さが、設置する風車高さに比べて高い場合は、アメダスのデータに比べて風速が低くなる傾向があります。
- b) アメダスの計測地点の緯度、経度は「地域気象観測所一覧」から確認できますが、その周辺の様子がどのようになっているかまでは確認することができません。建物の影響、木々やその他障害物の影響など、実際にはアメダスデータの方が低く出ている場合もあります。
- c) アメダスは、主として気象観測用のシステムであり、風力発電向けの風観測システムではありません。そのため、参考程度に見る分には構いませんが、実際に設置を検討する場合には、各メーカーに相談するなどして、実際に周囲の状況を見てもらうなど、確認をしてもらう必要があります。

3.5 NEDOガイドブックにもとづく風観測

小形風車設置のための風況調査の方法としては、NEDO発行の「風況精査マニュアル」やその概略が書かれた「風力発電導入ガイドブック (NEDO)」等が参考になりますが、これらの参考資料は主として大形風車向けに作成されたもので、観測高さ、周辺障害物の影響などが実際の小形風車の設置状況と異なるため注意が必要です。これらの風況調査は、実施に高額な費用がかかるうえ、測定期間が最低でも1年程度は必要となるため、小形風車を導入する場合には風況調査を行うだけでも大変です。小形風車の導入の場合、通常風況調査は実施しないことが多いのが現状です。

表3.5-1 NEDOの風況精査方法の概略 (抜粋)

項 目	記述内容・仕様
観測期間	季節の変動を考慮するため、1年以上が望ましい。 ただし、周辺の気象台との相関関係を得ることで、3か月程度の計測と気象台の年平均風速を補正して推定することも可能。
観測位置	風車設置候補地点とする。

項 目		記述内容・仕様
		候補地点が多数ある場合、あるいは未定な場合、当該地域の代表的な風況特性が取得できる地点とする。
観測高度		設置する風車のハブ高での観測が望ましい。
観測項目		・平均風速 ・卓越風向 ・最大瞬間風速 ・風速の標準偏差
サンプリング周期		1～3秒
平均化時間		原則10分
観測装置	風速計	カップ式（三杯型）、観測幅1～60m/s 分解能0.5m/s以内（4.5～60m/s）精度±5%以内 等
	風向計	矢羽式 起動風速1.5m/s以内 分解能10度以内 精度±5度以内 等
	記録器	データロガー
※上記内容は、NEDOの風況精査方法の一部を抜粋したものです。上記内容の詳細、付帯事項、観測データの処理方法、評価の方法に関しては「風況精査マニュアル」、または「風力発電導入ガイドブック」をご参照下さい。		

3.6 小形風車特有の設置場所について

風は、先に述べた通り高度が高くなると強くなる傾向があります。そのため小形風車特有の設置場所として、ビルの屋上や家の屋根の上などが挙げられます。ビルの屋上の場合、地面よりも風速が高くなる傾向にありますが、建物の形状、風向によっては、乱れが非常に強くなり風向変動も大きくなる場合がありますので注意が必要です。ビルの存在により上空の流れが陸上に流れ込むビル風などを利用するというようなアイデアもありますが、この場合にも変動が大きくなる可能性が高いため耐久性、信頼性の高い風車を選定する必要があります。また、家の屋根に設置する場合も、風が加速される可能性があります。風向によっては風下側に風車が設置されることになり、大きな流れの渦の中で運転する状況に晒され、これにより乱れが強くなり風向変動も大きくなる、さらには風速が低下する可能性もありますので注意が必要です。また風速が大きくなる例として崖や山の頂上においては、縮流風の効果で増速する場合があります。

3.7 補足・注意事項

小形風車の導入を考える場合、上記計算式や「NEDOの局所風況マップ」等でその地点の年平均風速を予測できますが、周辺の地形や建物の影響など、風を遮る障害がある場合など、想定していたほど風が吹かないケースもあるため、その場合は設置を検討している小形風車のメーカーへの問い合わせや専門家への相談を実施するなど、事前に確認することが推奨されます。

《使用文献・参考文献》

※1：Nelson V. C., 2009, Wind Energy: Renewable Energy and the Environment, CRC Press.

※2：NEDO 局所風況マップ, [<http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html>]

※3：気象庁ホームページより、過去の東京の風速・風向データ

4 支柱及び基礎について

4.1 支柱の種類

材料としては鋼管が用いられることが多いですが、中には電柱用として使用されているような鉄筋コンクリート柱も使用されています。

小形風力発電機を設置するための支柱の支持方法としては、モノポール、支線（ガイワイヤ）方式、壁取付け、屋上（陸屋根）の置き基礎方式が挙げられます。

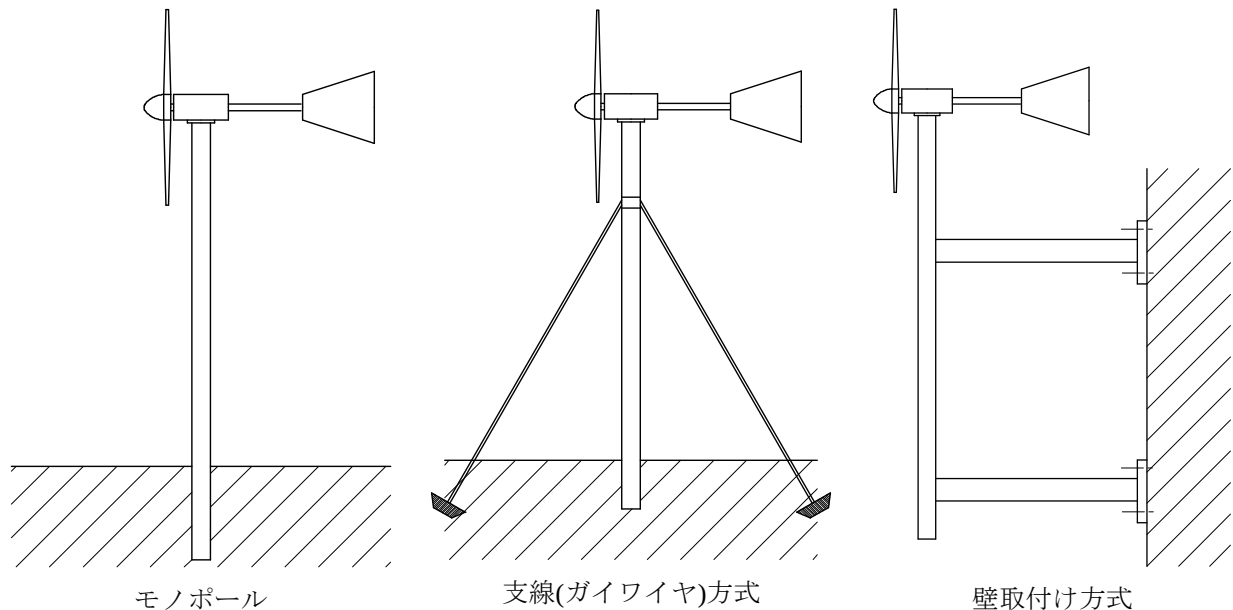


図4.1-1 支柱の種類

4.2 基礎の種類

支柱を支える基礎は、壁取付け、置き基礎方式以外は、主に「杭基礎方式」「直接基礎方式」「ケーソン基礎方式」が挙げられます。

a) 埋め込み基礎

地中に埋め込まれた柱に作用する土圧によって、支柱地上部から発生する転倒モーメント、せん断力に対して耐える基礎方式。

b) 直接基礎

支柱の転倒モーメントを柱に固定した重量物の自重によって耐える構造。支持層が浅い場所で主に利用される基礎方式。中には屋上（陸屋根）での支柱設置に用いられる。

c) ケーソン基礎

支持層が深く、支柱の転倒モーメントが大きい場合に用いられる方式。支柱の転倒モーメントを柱に固定した重量物の自重さらには基礎側面に作用する土圧によって耐える構造。

直接基礎、ケーソン基礎については主にコンクリートによって施工されます。各基礎方式は、地形および地質条件、施工条件、環境条件などを勘案し、選定されます。

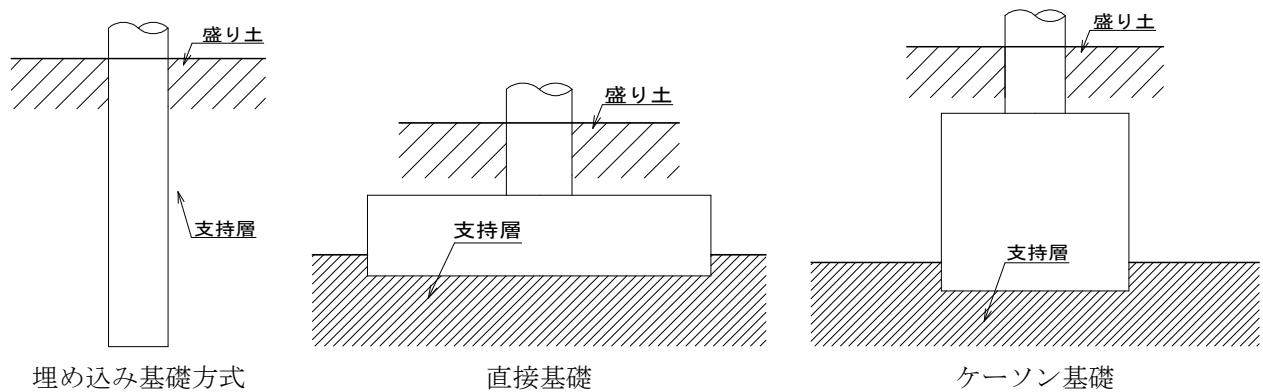


図4.2-1 基礎の種類

4.3 小形風車支柱に関する設計要件

4.3.1 関連法規

小形風車の支柱を建設するにあたり、関連する法規について以下に示します。

a) 電気事業法^{※1}

電気事業法は、電気事業法（法律）、電気事業法施工令（政令）、電気事業法施行規則（省令）、経済産業省（通商産業省）告示等で構成され、電気工作物は、一般用電気工作物と事業用電気工作物とに区分されています。電気事業法で出力20kW未満、電圧600V未満の風車是一般用電気工作物として取り扱われ、電気主任技術者の選任、保安規定の作成、工事計画書の届出、使用開始の届出共要求されない風車に分類されます。

電気事業法では風車を支持する工作物の構造・性能・施設条件として、次の内容が記載されています。

- ・風車を支持する工作物は、自重・積載荷重・積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃に対して構造上安全でなければならない。
- ・風車を支持する工作物は、支線を用いてその強度を分担させないこと。ただし、風車の定格出力が20kW未満のもので、支線を用いない場合において、耐えるべき風圧荷重の1/2以上の風圧荷重に耐える強度を有する場合は、この限りでない。
- ・凍結、着雪、塩分及び塵埃の付着等による著しい腐食等が生じないように考慮すること。風速変動、回転数変動等により、著しい振動が生じないように考慮すること。

b) 建築基準法^{※2}

建築基準法は、建築基準法（法律）、建築基準法施行令（政令）、建築基準法施行規則（省令）、国土交通省（建設省）告示で構成されます。そのうち工作物の指定（施行令第138条）項は、次の通り規定されています。

(工作物) 第百三十八条 煙突、広告塔、高架水槽、擁壁その他これらに類する工作物で法八十八条第一項の規定により政令で指定するものは次にあげるもの(鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関するものを除く。)とする。

- 一 高さ六メートルを超える煙突（支杵及び支線がある場合においては、これらを含み、ストーブの煙突を除く。）
- 二 高さ十五メートルを超える鉄筋コンクリート造の柱、鉄柱、木柱その他類するもの（旗ざお並びに架空電線路用並びに電気事業法第二条第一項第十号に規定する電気事業者及び同項十二号に規定する卸供給事業者の保安通信設備用のものを除く。）
- 三 高さが四メートルを超える広告塔、装飾灯、記念塔その他これに類するもの
- 四 高さが八メートルを超える高架水槽、サイロ、物見塔その他これらに類するもの
- 五 高さが二メートルを超える擁壁

高さが15mを超える風車を支持する工作物は、建築基準法第88条で準用される各規定に適合していること。また、風車用支柱を広告塔、装飾灯、記念塔とする場合も同様に、建築基準法第88条で準用される各規定に適合しなければならないので、注意が必要です。なお、屋上設置においても前述した地上設置と同じ扱いになります。

4.3.2 設計規格

小形風車の支柱設計を行うにあたってのフローを図4.3-1に示します。

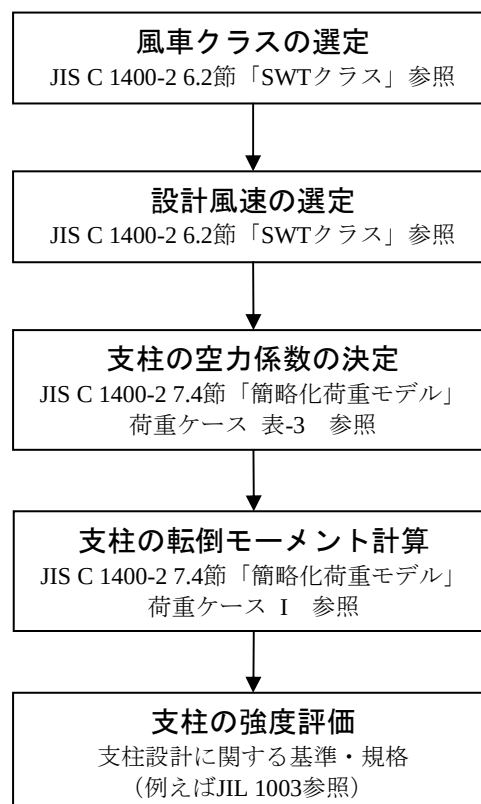


図 4.3-1 支柱設計フロー

支柱の設計については、前述した法的事項を理解し実施されます。各部の具体的な設計内容は、学会や工業会の規格に準拠します。

特に、小形風力発電機に関する規格として、小形風車の性能と安全性に関する規格（JSWTA 0001：2011 日本小形風力発電協会）が発行されています。

本規格は、小形風車の安全性、信頼性、性能、騒音特性に関する評価方法及び最小限の設計要求事項が記述されており、支柱の設計についても以下のように記述されています。

【JSWTA 0001 1章（一般事項）より抜粋】※³

「タワー及び基礎は、この規格で記述されている規定に準拠すると共に建築基準法やその他タワー設計に関する基準・規格・設計指針又は導入手引書（日本小形風力発電協会）により設計を行うことが望ましい。」

このような背景から、本書では、支柱の設計に関する要件の一部を紹介します。

a) JSWTA 0001における支柱設計要件

JSWTA 0001で規定されている支柱に関する設計要件は、以下のとおりです。

【JSWTA 0001 4章（強度および安全性）より抜粋】※³

「タワーは、当該風車において設定されたSWTクラスの50年間極値風速に耐えられる強度とする。タワーと風車本体の共振が起きないことを確認することが望ましい。なお、強度の確認にあたって、タワーと基礎部の接続部は完全な剛体と仮定するものとする。」

このように当該規格では、支柱の強度設計について、規定された風速における風圧荷重に耐えることとなっています。（※風車本体に作用する風圧荷重についても、JSWTA 0001 4章を参照のこと。）

支柱設計における基準風速は、小形風車の標準規格である「風車-第2部：小形風車の設計要件(JIS C 1400-2(2008))」の6.2節に記載の風車クラスに準じて定められます。表4.3-1に風車クラスについて示します。

表4.3-1 風車(SWT)クラスの基本パラメータ (JIS-C-1400-2, 2008)

SWTクラス	I	II	III	IV	S
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	30	設計者が定める値。
V_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	6	
I_{15} (－)	0.18	0.18	0.18	0.18	
a (－)	2	2	2	2	
- 表1の値は、ハブ高さにおいて適用する。 - I_{15}は、風速15 m/s時の乱流強度の無次元特性値。 - aは、式(7)で用いられる無次元傾斜パラメータ。					

この風車クラスとは、風車を設計する際の基本パラメータの一つであり、例えば強風地域での利用を考慮する場合は、SWTクラスI またはIIが選定されます。

またJIS C-1400-2(2008)では、50年間極値風速(V_{e50})について以下の式により求めることが記述されています。（※JIS C 1400-2 (2008) 6.3.3.2節より）

$$V_{e50} = 1.4V_{ref} \left(\frac{z}{z_{hab}} \right)^{0.11} \dots\dots\dots (4.3-1)$$

z: 観測高さ(m)
z_{hab}: 風車ハブ高さ(m)

式によると、50年間極値風速(V_{e50})は、観測高さとハブ高さが同じであれば、V_{ref}の1.4倍となります。例えば、SWTクラスIの支柱における設計風速は、50m/s×1.4倍＝70m/sとなり、SWTクラスIIの支柱における設計風速は、42.5m/s×1.4倍＝59.5m/sとなります。

次に支柱の風荷重の算出方法について示します。

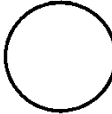
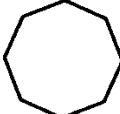
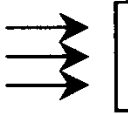
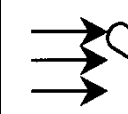
支柱の風荷重(F)の算出式は、以下の通りとなります。（※JIS C 1400-2 (2008) 7.4.9節より）

$$F = C_f \frac{1}{2} \rho V_{e50}^2 A_{proj} \dots\dots\dots (4.3-2)$$

C_f: 空力係数(表4.3-2参照)
A_{proj}: 風向に直角な面上に投影された構成要素の面積

なお、風荷重算出における空力係数(C_f)は、下表のように示されています。

表4.3-2 空力係数C_f (JIS C 1400-2 (2008) 7.4.10節より) ※4

						
特性長さ<0.1 m	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	2.0
特性長さ>0.1 m	0.7	1.2	1.5	1.5	1.5	2.0

支柱の強度検討は、上記の風速および空力係数のもと、風荷重を算出することで行われます。

この風荷重をもとに支柱の曲げ・転倒モーメントを算定し、柱の高さ位値による断面、さらには基礎との固定部（ベースプレート、根元リブ）についての応力評価を行います。

なお、応力評価からの強度判定基準などは、建築基準法やその他支柱の設計に関する基準・規格・設計指針を適用します。

なお、支柱の強度計算における計算例は、照明ポール強度計算基準（JIL 1003:2009 社団法人 日本照明機器工業会）によって示されています。

4.3.3 設置における特長的な注意点

a) 屋上設置

屋上に風車を設置する場合においては、風車の振動が建屋に伝搬する恐れがあるため、基本的には置き基礎方式が用いられます。置き基礎方式の場合、風車が受ける風圧荷重による転倒モーメントに十分耐えられるような基礎構造(設置面積、自重)が必要となりますが、既存の建物の屋上に風車を設置する場合においては、事前に建物の設計者との確認を行うなど、建物自体の強度や防水性に影響が

出ないよう十分配慮する必要があります。なお、建物の屋上への積載荷重については、建築基準法(施工令第85条)によって以下のように定められています。

表4.3-3 建築基準法施工令第85条(積載荷重) ※²

(八)	(七)	(六)	(五)		(四)	(三)	(二)	(一)	構造計算の対象	
屋上広場又はバルコニー	廊下、玄関又は階段	自動車車庫及び自動車通路	劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場その他この用に供する建築物の客席		百貨店又は店舗の売り場	教室	事務室	住宅の居室、住宅以外の建築物における寝室又は病室	室の種類	
			その他	の固定席						
一の数値による。ただし、学校又は百貨店の用途に供する建築物にあっては、四の数値による。	三、から五までの掲げる室に連絡するものにあつては、五の―その他の場合―の数値による。	5,400	3,500	2,900	2,900	2,300	2,900	1,800	トン／ m^2 （ユニット）	(い)
		3,900	3,200	2,600	2,400	2,100	1,800	1,300	トン／ m^2 （ユニット）	(ろ)
		2,000	2,100	1,600	1,300	1,100	800	600	トン／ m^2 （ユニット）	(は)

b) 支柱の振動

小形風力発電機の支柱は、支柱のトップ位値に高速の回転構造物が設置されていることから、振動について注意する必要があります。

設置後、異常な振動状況を確認された場合は、「設計よりも大きな加振力が作用」や「加振周波数と固有振動数とが近い」などが考えられますので、これらを見極め、対策する必要があります。

試運転時の確認項目及び対策例を表4.3-4に示します。

表4.3-4 設置後の確認事項及び対策例 (※TR C 0045: 2006より※⁵)

	項目	内容
1	振動数	設計した固有振動数に対して許容できる範囲に収まっているかを確認する。 許容できないレベルの場合には、ロータ回転及び、タワー後流に交替して現れる渦(カルマン渦)の作用で共振し、重大な事故に発展する可能性があるので、支柱や支持部の剛性を改善したり、振動を発生しにくくするための改修が必要になる。不明な場合には、専門家に相談する。
2	ロータ加振	設計上想定しているよりも大きな振動が発生している場合、風車の寿命を著しく低下させ、重大な事故に発展する場合がある。代表的な振動の発生要因及びその振動低減方法の例をa)～c)に示すが、設置段階で最も生じやすいのはa)である。

	項目	内容
		なお、一般に翼の数が少ない方が、1枚の翼に力が集中するので、大きな振動が発生しやすくなる。 a) 翼の設定角度誤差大 →設定をしなおす。 b) 翼の形状変化(表面の傷など) →表面の修理。 c) ロータの重心偏差。

《使用文献・参考文献》

※1：電気事業法

※2：建築基準法

※3：JSWTA 0001 (2011) 「小形風車の性能及び安全性に関する規格」

※4：JIS C 1400-2(2008) 「風車—第2部：小形風車の設計要件」

※5：TR C 0045: (2006) 「小形風車を安全に導入するための手引き」

5 小形風車の性能および安全性について

5.1 小形風車の性能及び安全性の担保

小形風車業界は、性能と安全性を担保する為に、第三者認証機関により認証審査が行われ、すべての審査項目を満たしていることが確認されたもののみ、認証機器として認められる制度を実施しています。

5.2 小形風車本体の認証制度の概要

a) 認証制度の意義、目的

日本国内で製造されている小形風車の殆んどが、JIS C 1400-2（風車—第2部：小形風車の設計要件）の工業規格に準じて設計され、JIS C 1400-11（風力発電システム—第11部：騒音測定方法）およびJIS C 1400-12-1（風車—第12-1部：発電用風車の性能試験方法）に準じて騒音測定および性能試験が実施されています。

また、その性能や安全性が確保できているかは、日本小形風力発電協会が策定したJSWTA 0001（小形風車の性能および安全性に関する規格）に従って、第三者認証機関により認証審査が行われ、すべての審査項目を満たしていることが確認されたもののみ、認証機器として認められます。この制度により小形風車の性能・安全性等を担保する事を目的としています。

b) 認証審査対象

この認証制度の審査対象となる部分は、小形風力発電機（風車本体）、タワー、制御装置、となります。なお、パワーコンディショナについては、個別に性能および安全性を担保するための認証が行われる予定です。（平成26年度から実施予定）

c) 認証制度の体制

小形風車の認証制度の体制を図5.2-1に示す。

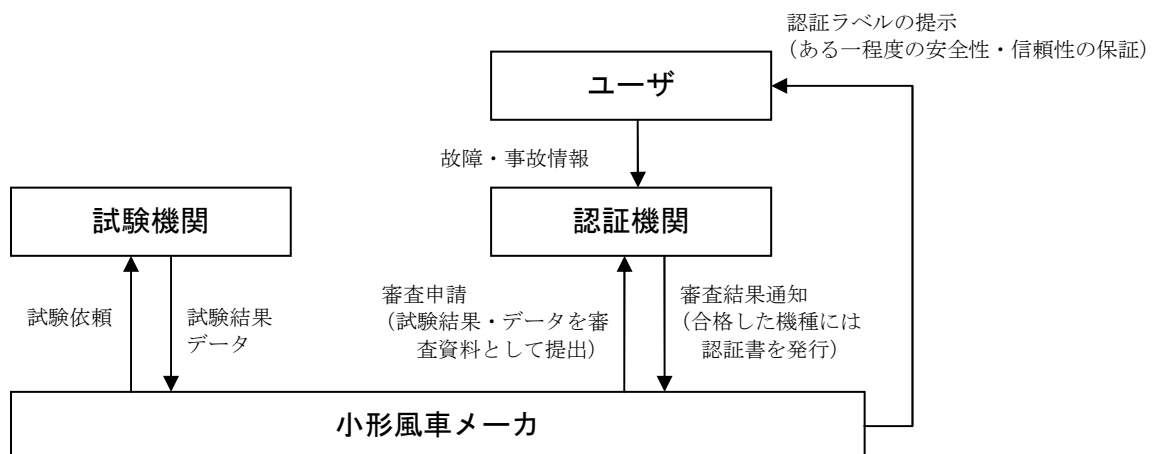


図5.2-1 認証制度の体制

d) 認証審査基準と審査項目

1) 適用基準

日本小形風力発電協会の小形風車試験審査委員会が策定した「小形風車の性能及び安全性に関する規格」及び同規格において引用される関連IEC規格及びJIS等を用いなければならない。

2) 審査基準

- 性能試験：JSWTA 0001の2章に規定されている性能試験に基づく
- 騒音試験：JSWTA 0001の3章に規定されている騒音計測試験に基づく
- 耐久性試験：JSWTA 0001の5章に規定されている耐久試験に基づく
- 電気試験：JSWTA 0001の6章に規定されている電氣的安全性試験に基づく

3) 審査方法（審査フロー）

小形風車の認証に関する審査フローを図5.2-2に示す。

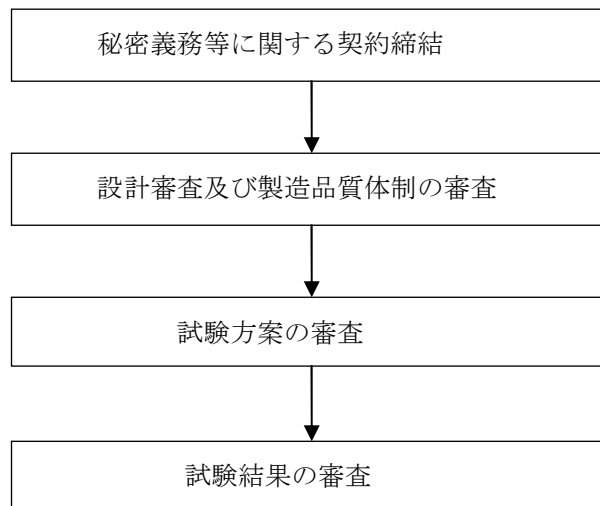


図5.2-2 審査フロー

5.3 ラベリング

ラベリング制度は、現在、日本小形風力発電協会にて平成24年10月からの開始を目標に、原案を策定中で、JSWCCの承認を得てから運営を開始する予定です。運営の詳細が決まりましたら改めてJSWTAホームページにて運営方法を公示すると共に手引き書改定時にこの項に詳細を掲載致します。

6 パワーコンディショナ（小形風車を系統につなげるためには）

6.1 パワーコンディショナの機能

パワーコンディショナは、風車によって発電された「直流」の電気を、系統と同じ「交流」の電気へ変換する装置です。パワーコンディショナには、系統と風車を接続する際に電氣的な安全性および電力品質を確保するための系統連系保護機能が組み込まれています。

6.2 電力会社との系統連系協議

分散型電源を無秩序に系統に連系すると、系統の電力品質の維持、保安の確保が困難になり、同一系統に接続されている電気の使用者や発電設備設置者の機器を損傷するなど、影響を与える可能性があるため、「電力品質確保に係わる系統連系技術要件ガイドライン」、「電気設備の技術基準」等を遵守し、安全性、信頼性を担保されたパワーコンディショナを使用する必要があります。

風車を導入して系統に連系する場合は、発電設備の詳細およびパワーコンディショナの系統連系保護機能や各リレーの整定値等を確認するために、電力会社との間で系統連系協議を行う必要があります。系統連系協議は、専門的な知識が必要であり、通常は設置業者が代行します。

（社）日本電気協会発行の「系統連系規程 JEAC 9701-2010」には系統連系に必要な申請書類や技術資料等の参考例が書かれていますので、連系協議の際に参照して下さい。

6.3 パワーコンディショナの認証制度について

パワーコンディショナの安全性、信頼性を保証する制度として、認証制度があります。太陽電池発電設備に用いるパワーコンディショナでは、この認証制度が広く活用されていますが、現時点において小形風車に用いるパワーコンディショナに認証制度は整備されていません。

認証を受けていないパワーコンディショナを用いて系統に連系する場合は、電力会社との系統連系協議においてパワーコンディショナの個別試験データ等多数の技術資料を提示する必要があります。また、海外で使用されている、あるいは海外で認証されているパワーコンディショナを日本国内で使う場合も同様です。

現在、小形風車の普及に向けた取り組みの一貫として、小形風車用のパワーコンディショナに関する認証制度整備に向けて、試験方法等が検討されているところです。

※小形風車用のパワーコンディショナに関する認証制度が整備されましたら、小形風力発電協会のホームページ等でお知らせします。

7 導入・設置について

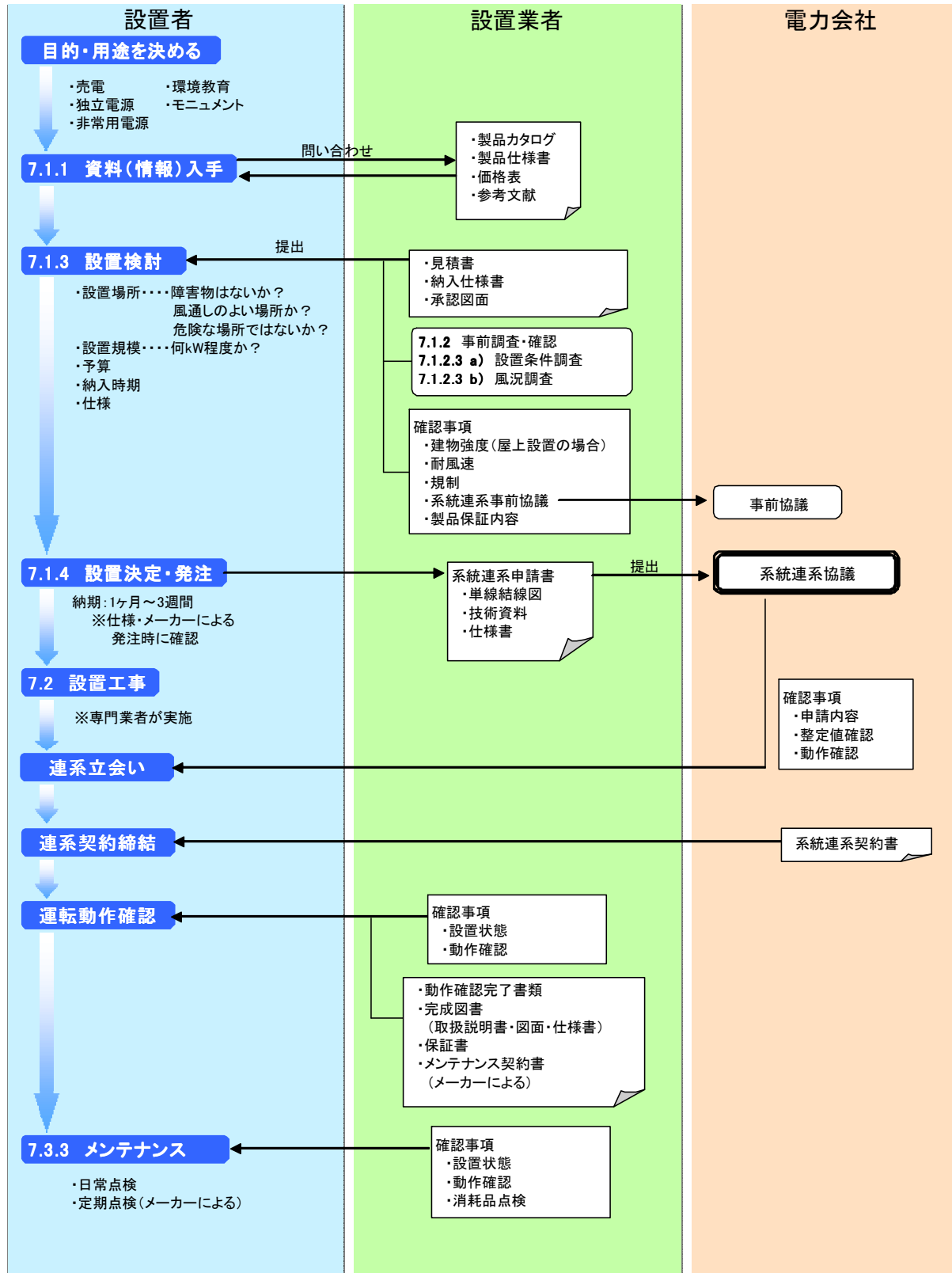


図7-1 小形風車の導入フロー

7.1 導入計画・導入時の注意点

冒頭の小形風車の導入フローでは、導入の概要を列挙しました。本章では、詳細事項、注意する点および申請手続きの例について説明します。

7.1.1 資料（情報）入手

小形風車の導入を検討する場合、まず、どのような製品があるのかを確認します。小形風車は、メーカーによって、外観や寸法、仕様が異なりますので、設置場所にあった製品を選ぶために、資料を入手します。ここで、製造業者及び販売している業者から、どのようなサービス(販売、設計、建設、メンテナンス、交換部品販売など)が受けられるかを事前に把握しておくことが重要です。

○インターネットで、小形風車メーカーや販売店のホームページを見る

ホームページからカタログや資料を請求する

○メーカーや販売店のショールームを訪問し、カタログを収集する。

資料の中で、確認すべき点は以下のとおりです。

○製品の仕様（外形、寸法、設置高さ、重量）

○発電量（年間予測発電量、CO₂削減量）

○安全面（台風時の停止方法、耐風速）

○価格表（機器費、オプション機器費、送料等）

7.1.1.1 風車の基本構成

風車は、風のエネルギーを電力、動力など、ほかのエネルギーに変換する装置です。特に、電気に変換するものを風力発電システムと呼びます。

一般に、風車は表7.1-1に示す要素で構成されています。構成要素は、サイズ・機種ごとに異なりますが、基本的なサブシステムは共通のものです。また、風車以外の代表的な周辺機器を表7.1-2に示します。

表 7.1-1 風車の基本構成

サブシステム	構成要素	機能
ロータ	翼、ハブなど	風のエネルギーを回転エネルギーに変換する。
伝達システム	主軸、増速機など	ロータによって生じた回転エネルギーを発電機に伝達する。
電気システム	発電機、インバータなど	主軸の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する。
制御・保護システム	ピッチ制御、ヨー制御、ファールリング、制動など	風車を効率よく、かつ、安全に運転・停止する。
支持物	タワーなど	ロータを風況がよい、高い位置に支持する。

表 7.1-2 代表的周辺機器

機器（略語）	説明
インバータ	バッテリーなどの直流電圧で利用できる負荷機器がほとんどないので、交流電圧に変換して自由に使えるようにする装置(AC100 Vを出力できる。)

機器（略語）	説明
DC/DCコンバータ	バッテリーなどの直流電圧をパワーコンディショナに整合させるために使用する装置。パワーコンディショナは、MPPT制御(*)を採用しているので、風車の特性と連系時の特性が整合しないため、DC/DCコンバータに太陽電池と同等の特性をもたせ、整合性が取れて連系運転がスムーズに行われるような特性をもたせている。
パワーコンディショナ	電力系統と接続するための直流/交流変換装置で、連系に必要な機能・系統保護機能をもつ。
太陽電池	太陽光を受けて電力を発生させることができる電池。1 m ² 当たり100～130 W程度を発電する。出力電圧は直流なので系統連系のためにはパワーコンディショナが必要となる。
トランスデューサ	電流、電圧、電力などを計測装置に送信するための変換器。
蓄電池 （バッテリー）	風力発電機の出力は、風力の変化に即応して変化するので、負荷機器には直接利用することができない。蓄電池の充放電を利用することによって電圧を安定化することができるので負荷の利用が容易になる。
制御盤	風力発電システムを運用するために必要な制御機器を収納する盤で、インバータ、DC/DCコンバータなどを収容している。
制御装置 （コントローラ）	風力発電機の出力を安定化するために蓄電池の充放電を制御する装置。風力が強く発電電力が高く充電量が多い場合は、過充電にならないように制御し、常に蓄電池の電圧を正常範囲に保つ働きをする。また、風車の過回転を防止する働きもする。
ダミー負荷	風力発電装置の蓄電池が過充電状態にならないよう風車の出力を分流させるよう制御するが、このときに風車の出力を受け止める装置として使用することがある。風車を停止させることによって過充電を回避するシステムもある。

注(*) MPPT（Maximum Power Point Tracking）制御：最大電力追従制御。出力電圧をピークに一致させる制御を行う。この制御方法は、山の頂上を探すことから山登り法とも呼ばれている。

7.1.2 事前調査・確認

事前調査では、設置現場調査および風況調査（任意）を行います。さらに、設置場所に関する確認事項をチェックしていきます。小形風車を設置するには、事前に設置場所が発電に適しているかを確認することが必要です。風のエネルギーは、設置環境によって大きく変動しますので、メーカーや販売店に事前調査を依頼し、発電に適した場所であるか、また、どの場所に設置することが望ましいかを確認します。

事前調査の際に確認すべき点は以下のとおりです。

a) 設置検討場所のまわりに風を妨げる障害物はないか：

屋根や木がある場合には、それ以上の高さに設置することが望まれますが、これが難しい場合には、障害物から最低でも3m以上離れた場所に設置するようにします。

b) 発電に十分な風力エネルギーがあるか：

メーカーや販売店に事前調査を依頼する場合には、可能な限り、設置検討場所の風速を測定してもらいます。風速は時間帯や日、季節によって変動しますので、当日の測定結果だけでの判断では十分でない場合もありますが、設置した場合にどれくらい発電するかを目安を知ることができます。

c) 危険な場所ではないか：

風力発電機はブレードが回転するため、人の手の届かない高さ・場所へ設置することが必要です。

また、車や木の枝があたる可能性がある場所も避けるように設置場所を検討します。

d) 高さ制限等の規制はあるか：

設置場所の地域によっては、設置高さ制限がある場合があります。お住まいの自治体へ確認するか、メーカーや販売店へ確認します。

7.1.2.1 心構え

実際の導入の手順に入る前に、基本的な心構えを、次に示します。

a) 小形風車に対する誤解の解消

小形風車に対する誤解から失敗する例が多数あります。これら为了避免するためにも、この導入手引書などを参考に小形風車を十分理解しておく必要があります。代表的な誤解の例を、以下に示します。

- 風がなくても回って欲しい気持ち。
- わずかでも回っていれば、発電しているのではないかという期待。
- 普段は音が小さいので、強風時にも騒音がしないという勘違い。
- 停止したいときに、止められない可能性。

b) 風車及び導入環境・保守の整合性

風車の安全性は、設計上想定されている導入・運用条件が、実際に満たされているか否かに強く依存します。言い換えると、設置・運用において、設計上の前提条件のいずれかが守られなければ、システムは容易に破損する危険性を秘めていることを十分認識しておく必要があります。このことから、次の項目を事前に確認・認識し、実行することが必要不可欠です。

- 1) 導入計画地点に安全上・環境影響上どのような要求事項があるか。
- 2) その要求事項を満たす風車・システムはいかなるものか。
- 3) 長期にわたり十分な機能を確保するにはどのような点検・整備が必要か。

7.1.2.2 導入目的

計画の際に小形風車を導入する目的を確認しておきます。高めの発電量を実現するためには設置地点での卓越した平均風速が必要となり、使用目的への適合性を判定する目安となります。代表的な使用目的について、必要とされる年間平均風速の目安を表7.1-3に示します。当初の目的があいまいになっていると、計画段階で判断ミスをまねいたり、運用段階で期待した結果を得ることが出来ないことになるので、あらかじめしっかりと確認しておく必要があります。

- a) 発電電力量をどの程度期待するか：単なる環境アピール、啓発・教育用であれば発電した電力を利用するだけで目的を達することになりますが、実用性を期待する場合には十分な発電量が求められることになり、高めの平均風速や大きめのシステム規模が条件となります。
- b) 有人運転か又は無人運転か：運転員が常駐している施設と、無人運転で全自動の場合では安全システムへの要求が異なってきます。たとえば台風などの極限状態で、運転員ならば手動ブレーキで停止する、さらにはタワーを寝かせるなどの対応をとることができますが、無人運転の場合には風車固有の特性だけで凌ぐこととなります。点検整備や日常のモニタリングについてもこの種の差異が出てくることになります。

表7.1-3 導入目的ごとの望ましい風況

	導入目的	エネルギー量	望ましい風況
1	市街地(個人住宅、一般の企業など)での電力一部供給	消費電力量の一部は風車から、不足分は商用から得る。	年平均4 m/s以上
2	環境啓発・教育	環境改善に貢献などの理由で発電量は重視しない。	風速に関係なく設置
3	公共設備(学校、街路灯、公園など)での電力一部供給	消費電力量の一部を風車でカバーし、不足分を太陽光発電などのハイブリッドで得る。	年平均4 m/s以下は、ハイブリッド
4	無電源地帯(無線中継所、山小屋など)での電力一部供給	消費電力量及び必要電力を風車から、不足分を蓄電池から得る。なお、利用する設備によって必要電力量を算定する。	年平均5.5 m/s以上

7.1.2.3 調査・確認項目

小形風車では、風車を設置する場所がある程度決まっている場合が多いので、そのような場合を想定して、事前に調査・確認すべき内容を、次に示します。

a) 設置条件調査

まず、風車に関する一般的な注意点を確認し（表7.1-4）。さらに、設置地点ごとに特に注意が必要な項目についても確認します（表7.1-5）。

表7.1-4 風車の設置に関する一般的な注意点

	項目	一般的な注意点
1	耐風速	風車の耐風速が十分か否かを判断するに当たり、設置候補地点に要求される最大瞬間風速を確認する。建物などの周囲の状況によって最大瞬間風速は上下しますが、市区町村の建設課、建築家などに尋ねれば、一般的な知識が得られます。
2	騒音	風車の騒音が近所の家にとって迷惑なものとなり得ることを十分承知し、注意する必要があります。
3	雷	一般に小形風車は落雷に対する耐力はないので、落雷及び誘導雷の影響が懸念される場合には、対策が必要となる（JIS A 4201 建物等の雷保護、及び TS C 0041 風車の雷保護を参照）。

表7.1-5 設置場所に特徴的な注意点

	設置場所	特徴的な注意点
1	住宅街、公園、街路など	・騒音・破損による影響が及ばないように設置場所に注意する必要があります。 ・街路などではトラック、バスなどの背が高い車に接触しないように注意する必要があります。 ・交通量の多い街路などでは、排気ガスによって腐食が進行しやすいので注意が必要です。

2	建物の 屋上・屋根	・風車の振動が建物の振動・騒音の原因となることがあります。 ・ビルの屋上では、風向・風速が急激に変化することがあります。 ・万が一、翼など風車の一部が飛散した場合には高所からの落下物となり極めて危険です。 ・既設の避雷針の保護角からはみ出る場合には、避雷針を新設する必要があります。また電気ブレーキが誘導雷によって故障するとブレーキが効かなくなる可能性があります。また電気ブレーキが誘導雷によって故障するとブレーキが効かなくなる可能性があります。
3	山岳地 寒冷地	・高標高地では空気密度低下に比例して発電量が減少します。 ・氷結によって制御・保護システム(ピッチ機構、ファールリング機構など)の機能が損われると、風車の安全性が失われ破損する可能性があります。 ・寒冷地では翼などの構造物のほか、機器・潤滑油などの特性が変化することがあります。
4	海岸付近	・十分な塩害対策が必要です(制御盤、蓄電池、スプリング、尾翼など)。 ・電食が発生するのでアルミとステンレスボルトなど、異種金属の結合には注意が必要です。

b) 風況調査

コンセプト作成に先立ち、設置を計画している周辺で、年間を通してどの程度の風速があるかを調査します。風車は風のエネルギーの一部を電力に変換する装置なので、十分な風速がない地点では、計画通りの発電電力量は見込めません。台風、季節風などで高風速地との印象がある地域でも、年間を通してあまり高い風力エネルギーがない場合もあるので、年間を通しての評価が必要です。

概略の風況を知る方法として、1)及び2)がああげられますが、より定量的に把握するには、3)～5)の方法を用います。

なお、3)及び5)については、どのような地点で観測されたデータか確認します。

風況調査のレベルすなわち風速の精度は、どの程度経済性を重視するかによって上下する。経済性を重視する場合には精度の高い風況調査が求められます。

- 1) 長年住んでいる土地であれば経験として風の強い地点がわかる。
- 2) 近隣に大形の商業風車が設置されている場合、風の強い地帯と考えられる。
- 3) NEDOの局所風況マップ
- 4) 気象庁のAMeDAS（アメダス）情報
- 5) 近隣の消防署

7.1.3 設置検討

事前調査・確認をふまえて、メーカーより各種資料を入手します。その際に、設置者は、予算、納期、仕様等、保証内容およびメンテナンス費用を確認し、またどれだけの発電電力量を得られるかなどを計算し、その予想発電電力量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうか検討することが重要です。

<メーカーからの提出資料>

- 見積書（機器費、送料、工事費、動作確認費、連系協議申請費、連系立会費）
- 納入仕様書（製品仕様書、システム結線図、製品外観図）
- 納入スケジュール（製品納期、工期、連系予定日、発電開始予定日）
- 発電量シミュレーション（年間予測発電量、年平均風速）※図4
- 設置予定場所概略図（設置予定場所、建物からの離隔距離）
- メンテナンスに関する資料（交換部品の有無、点検費用、耐用年数）
- 保証内容（保証年数、保証内容）

7.1.3.1 風車調査

入手可能な風車について、市販のカatalog、インターネットなどによって調査しよう。ここで、製造業者及び販売している業者から、どのようなサービス(販売、設計、建設、メンテナンス、交換部品販売など)が受けられるかを事前に把握しておくことが重要です。

7.1.3.2 風車の仕様

小形風車の一般的な仕様と導入に当たっての読み方について表7.1-6に示します。2.6も参照。なお、ここで“風速”とは、水平軸形の場合、ロータの回転中心における値を指し、垂直軸形の場合にはロータの中心高さにおける値を指します。

表7.1-6 代表的な風車仕様

仕様[単位]	説 明
ロータ直径[m]	一般に、発電量 P_E はロータ面積 S (ロータ直径 D の2乗)に比例して大きくなる。
定格出力[W]	連続運転が可能な最大の出力。常時発電できる出力ではない。
定格風速[m/sec]	定格出力に達する最低の風速。定格出力を得るのにどの程度の風速が必要かを読み取る。ただし、この場合の風速は10分平均値を指し、瞬間的にこの風速に達していても、出力は上下する場合がある。
始動風速[m/sec]	風車が回転しはじめる風速。実用的発電電圧が得られるまで実用的な出力は得られない。
カットイン風速 [m/sec]	実用的発電電圧が得られる風速で、発電開始風速とも呼ばれる。カットイン風速が低い風車は、低い風速でも比較的よく回るが、この風速での出力はわずかであり、発電電力量にはほとんど影響しない。
カットアウト風速 [m/sec]	発電を停止する風速で、運転停止風速とも呼ばれる。ただし、多くの小形風車はカットアウト風速をもたず、回転速度を低くして運転し続ける。なお、一般にカットアウト風速を超える風速は、発生頻度が極めて低いので、発電電力量にはほとんど影響はない。
耐風速[m/sec]	強度上の上限を示す最大瞬間風速で、導入計画の際には、設置地点で想定・要求される最大瞬間風速と比較して、十分安全な風車を選定する必要がある。これが困難な場合には、風車を倒して収納するなどの処置が必要となる。
ハブ高さ[m]	ロータ回転中心の高さ。ハブ高さが高い方が風速は高く、乱れが小さい風が得られ、発電量が増す。なお、タワー及び基礎は、強度のほか、ロータとの共振に注意する必要がある。
回転速度[1/min]	ロータの回転速度。可変速風車では上限値と下限値で表示される。

仕様[単位]	説 明
出力／回転速度制御・保護	通常の発電時に風車を効率よく、かつ、電氣的な容量を超えないように運転する行為が出力制御又は回転速度制御で、強風時、故障時、停電時などに、風に働く荷重を設計強度の範囲内に保つようにする行為が風車の保護である。
主ブレーキ	過回転を防止する装置。
補助ブレーキ	主ブレーキが故障などで作動しない場合にも、過回転から回避するための装置で、安全性に対する重要な要素である。ただし、小形風車においては、両者の区別が明確でない機種も多数存在する。
発電電圧	機種により、12、24、48、110、220 Vなどがあり、蓄電池に充電する場合は12 V～48 Vを選定する。同じ電力であれば電圧が高い方が、配電ケーブルを細くできる。
翼の材質	木、ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)、金属などがある。長期に使う場合はGFRPなどの複合材料の方がよいであろう。また、木製の場合は、日本の湿度に対する耐候性の観点から、十分なカバーリングが必要である。
質量[kg]	設置時などに重要な目安となる。一人で設置できるのは、十数kg程度までと考えた方が無難である。

7.1.3.3 システム選定

システムによって動作・機能が異なるので、適切なシステムを選定する必要があります。表7.1-7の基本システムがありますが、この中から目的にあったいずれかのシステムを構築することになります。

表7.1-7 基本システム

システム		概略動作・機能	システム略図※
スタンダードアロン形	独立電源形	風車から発電された電気エネルギーを蓄電池に蓄えて利用する。風の変動によるエネルギー変化を平滑化し安定な電力を取り出すことを目的としている。	
	系統切替形	系統切替形は、別電源をバックアップ用に利用して、風車出力とバッテリー容量が不足したときに別電源側より電力供給し続けることをねらいとしたシステムである。	
系統連系形		風車の出力をそのまま系統に供給する方式で、風速に応じた出力を系統に供給するシステムである。	

※TR C 0045 をの図を引用。

7.1.4 設置決定・発注

まず、風車を導入計画している場所における必要なエネルギー量の算定を行ない、次に風車の発電量を予測し必要なエネルギー量の得られるシステム構築を行います。必要なエネルギー量の算定方法を、次に示します。

- 風力を利用するための機器(負荷機器)の使用時電力[W]を調べる。使用時電力が判らない場合は、カタログ上の定格電力を目安にする。負荷機器の合計を求めます。
- 負荷機器を使用する時間を調査します。1日何時間運転するか、年間の運転日数はどのくらいあるか。

- c) 無風条件（無風状態が継続する日数）について決める(負荷の重要度によって変わるが通常は1日、3日、7日程度)。これは蓄電池容量を算定するために必要な項目です。
- d) 太陽光発電を併用する場合は不日照条件（日照不足状態が継続する日数）を決めます。

無風条件、不日照条件によっては蓄電池容量が大きくなり、実用的でなくなる場合があります。負荷の消費電力量と発電電力量とのバランスを考える場合、厳密には1日当たり時間平均のそれぞれの量を調べるが、簡易的には1日当たり平均で考えます。

小形風力発電機や周辺機器の納期は、メーカーによって異なります。また、売電を行う電力会社と連系契約を結ぶ必要がありますので、メーカーや販売店より依頼のあった書類に必要事項を記入して申請します。記入事項の中には、製品の技術的な内容も含まれるため、メーカーや販売店に確認しながら、記入していきます。

《申請に必要な書類》

- 系統連系申請書（電力会社によって様式が異なります）
- 単線結線図
- 製品仕様（カタログ、仕様書、接続図等）

7.1.4.1 機種選定

風車の優劣は強度・性能などの絶対的な評価基準で決定されるものではなく、いかに各々の計画に合っているかという個別の評価基準で決定されます。風車の機種選定方法において確認すべき項目を、次に示します。

a) 強度

設置地点に要求される最大瞬間風速よりも耐風速が高い風車を選定します。

b) 環境影響

設置地点などによって、騒音などに対する要求レベルが変動するので、条件に合った風車を選定する必要があります。

c) 出力・発電量

算定した必要エネルギー量から風力発電装置に必要な出力容量を算定します。

- 1) 負荷機器の合計電力[W]と得られる風速から風車の発電電力[W]を調べ、風車の発電電力が高い機種を選定します。
- 2) 年間又は1日の運転時間から必要な電力量[Wh]を算出し、風力発電機の発電電力量[Wh]を算定し、必要容量を選定します。

これによって、風車の容量、またシステムによっては太陽光発電装置の容量、蓄電池の容量などを選定します。また、風車の出力・発電量は、サイズと基数との組合せがあるので、適宜選定します。

なお、風車の一般的な発電量の算出方法については、2.4章を参照。

7.1.4.2 リスク評価

風車の強度・安全性は、設計上想定している状態が確保されていることが前提となります。設置状態、制御・保護システムの機能などに不具合があると、安全性が著しく損なわれるので、あらかじめ評価を行い、必要に応じて導入及び運用計画に織り込む必要があります。評価のポイントは、次の5点で、これらにおいて、最大限の可能性を想定して、検討しておく必要があります。

- 1) 故障ケースのリストアップ。

- 2) 個々の故障ケースに関して、引き続き風車に如何なる状態に発展する可能性があるか。
- 3) 各々の可能性を追求してゆくと、最終的にはどのような状態に達するか。
- 4) それらの過程・状態によって想定される対物・対人被害の程度。
- 5) それらを回避する手段。いかに故障検知するかも含めて、計画に反映する。

故障を速やかに検知できない場合には、原則的に無人運転でも安全性を確保する必要があります。また、電氣的制御も含めて、電気が切れた場合にも、風車の安全性を確保する必要があります。

7.2 設置工事

事前調査・確認をふまえて、メーカより各種資料を提出してもらいます。その際に、設置者は、予算、納期、仕様等、保証内容およびメンテナンス費用を確認し、またどれだけの発電電力量を得られるかなどを計算し、その予想発電電力量に対して、小形風車の導入コストやメンテナンス費用が見合うかどうかとも検討することが重要です。小形風車は環境啓発用として有効なツールであるが、建設に起因するトラブル事例もあり、危険も大きいので注意が必要です。風車設置工事については、専門業者へ委託することが絶対条件です。また場合によっては、行政、電力会社などに対する申請・調整が必要となりますので、注意が必要です。

7.2.1 支柱の材質・構造

小形風車の建設は、風車の支柱（マスト、ポールともいう。）の種類によって異なります。通常、鋼管が使用されますが、移動用としてアルミポールも用いられます。支線(ワイヤ)で支える方法以外はあまり望ましくありません。電柱用として使用される木柱、コンクリート柱は密な構造なので適していますが、運搬、設置などが難しくなります。

7.2.2 支柱の支持方法

支持方法は、モノポール、ワイヤ方式、壁取付、屋上置き基礎方式があり、それぞれ設置場所の環境によって工夫を要します。

7.2.3 基礎工事

基礎工事は、壁取付、置き基礎方式を除いて通常コンクリート基礎が用いられます。基礎工事は専門家に任せます。

7.2.4 建設工事

建設スペースを確保する。特にワイヤなどでマストを支える方式では、マストを倒したときのスペースが必要になります。また、重機で建設する場合は、重機が通行できるアプローチも確保しておく必要があります。

7.2.5 接地工事

漏電による感電、電気火災、電気機器の損傷などを防止するために行います。風車の絶縁電線と十分に絶縁被覆された軟銅線（直径1.6mm以上又はそれと同等以上）とを接続して接地します。

7.3 竣工検査と運転開始

7.3.1 竣工検査

設置工事後、運転を開始する前に竣工検査および試運転を行います。一般的な項目は、次節の3か月点検に示した内容に準じて確認します。そのほか、小形風車が高速の回転構造物である観点から、振動に関する確認が必要です。設計上想定しているよりも大きな振動が発生する場合には、加振力が大きい場合、

及び加振周波数と固有振動数とが近い場合が考えられますので、これらを見極め、確認、する必要があります。試運転時の確認項目及び対策例を表7.3-1に示します。

表7.3-1 試運転時の確認項目及び対策例

	項目	内容
1	振動数	設計した固有振動数に対して許容できる範囲に収まっているかを確認する。 許容できないレベルの場合には、ロータの回転及び、タワー後流に交替して現れる渦(カルマン渦)の作用で共振し、重大な事故に発展する可能性があるため、支柱や支持部の剛性を改善したり、振動を発生しにくくするための改修が必要になる。不明な場合には、専門家に相談する。
2	ロータ加振	設計上想定しているよりも大きな振動が発生している場合、風車の寿命を著しく低下させ、重大な事故に発展する可能性がある。代表的な振動の発生要因及びその振動低減方法の例をa)～c)に示すが、設置段階で最も生じやすいのはa)である。 なお、一般に翼の数が少ない方が、1枚の翼に力が集中するので、大きな振動が発生しやすくなる。 a) 翼の設定角度誤差大 → 設定をなおす。 b) 翼の形状変化(表面の傷など) → 表面の修理。 c) ロータの重心偏差。

7.3.2 運用開始

風力発電装置を設置して実際に運用している間の注意点を表7.3-2に示します。繰返しになるが、設計上前提としている正常な状態が確保されていない場合には、耐風速よりも大幅に低い風速でも破損の危険性があるので、至急修理・対策が必要です。また、設置後に問題点が明らかになると、管理者が随時手動で停止させる必要があるため、機種選定などの計画の重要性を再認識させられます。

表 7.3-2 運用上の注意点

	運用上の問題	現象	説明・防止策
1	経年変化	騒音の増加	設置当初は比較的静かでも、何年か経過すると機械摩耗などによって、機械騒音が大きくなる場合がある。 予防策としては、回転部分のグリースは、仕様(特に粘度、温度特性)を確認の上、定期的に充てんする。 対策として、摩耗部品の交換や風車本体の交換がある。
		振動の増加	翼の取付け角がずれると振動が増加するので、固定箇所を確認を行い、修正する。
		塗装のはがれ	風に含まれる砂などの微小な粒子の影響で翼前縁端部の塗装はく離することがある。この場合、翼の強度を確保するために補修塗装などの処置を必要とする。 海岸部に設置する際には、特に注意が必要である。
2	タワーの変化	さびの発生	塗装の種類(耐塩塗装、亜鉛めっき)によっては寒冷地での温度差、大気中の塩分濃度の影響を受ける。また、塗装ムラの場合はさびが発生する。 特に基礎コンクリートとの固定部分などにさびの発生が見られます。 対策としては、こまめな補修塗装などが必要である。
3	強風時	騒音増加、振動増加、破損など	通常、強風時には、通常の低風速時にはなかった大きな騒音・振動が発生する。問題になる場合は、停止する以外に有効な対策はない。 最近電氣的に回転数を制御する機能付きの製品が出はじめましたが、制御部が破損すると暴走運転するものもあるので気をつける必要がある。
4	電氣的な変化	接触不良、配線の断線、端子部分のさびなど	水平軸風車は風向に正対するために配線がねじ(振)れたり、微小な振動などで、電線の被覆にきずがついたりする場合がある。 一般に、端子部分は防水カバーになっているが、空気中の水分はタワー内を抜けるので、点検時に清掃が必要である。 また、スリップリングの焼損事故事例から、特に高速形風車は注意が必要である。
5	着氷・着雪	保護システム機能喪失など	制御・保護システムが氷結すると、本来の機能を喪失する。この状態では低い風速でもロータが過回転に達する場合がある。リスクがある場合には、停止させておく以外に有効な手段はない。

7.3.3 メンテナンス

小型風車のメンテナンスについては、8章に詳細を示します。

7.4 関連法規

この章では、小形風車に関わる各関連法規の概要について説明しますが、詳細については、付録「関連法規」を参照してください。

7.4.1 電気関係法規

7.4.1.1 電気事業法

風車は電気工作物に該当するので、発電事業・電気事業に係る規制や、一般用電気工作物の定義・保安規定を定めている電気事業法に基づかななくてはなりません。また、電気事業法に基づいている電気事業法施行規則においても、風力発電設備建設に必要な手続きが定められています。

a) 電気設備に関する技術基準を定める省令

(平成九年三月二十七日通商産業省令第五十二号)

最終改正年月日:平成二三年三月三十一日経済産業省令第一五号

電気事業法第39条第1項及び第56条第1項の規定に基づき定められている「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づかなくはなりません。また、「電気設備に関する技術基準を定める省令」に定める技術的要件を満たすものと認められる技術的内容をできるだけ具体的に示す「電気設備の技術基準の解釈」に規定される保安に関する要件を満たすことが望まれます。また、「電気設備の技術基準の解釈」の内容をより具体的に示した民間規程「系統連系規程」が発刊されています。

b) 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令

(平成九年三月二十七日通商産業省令第五十三号)

最終改正年月日:平成二一年一二月一八日経済産業省令第六九号

電気事業法第39条第1項の規定に基づき通商産業省令として発電用風力発電設備に関する技術基準が定められています。

c) 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン

風車等の発電設備を系統に連系するための要件のうち、電圧、周波数等の電力品質を確保していくための事項及び連絡体制等について考え方を整理した「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に基づかなければなりません。また、「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」の内容をより具体的に示した民間規程「系統連系規程」が発刊されています。

7.4.1.2 電気用品安全法（電安法）

(昭和三十六年十一月十六日法律第二百三十四号)

最終改正：平成二三年一二月一四日法律第一二二号

風車本体は適用を受けないが、システム構成機器の中には「電気用品安全法」の適用を受けるものが存在します。また、同法及び同法に基づく「電気用品の技術上の基準を定める省令」に適合しなければなりません。

7.4.2 法手続

一般用電気工作物に区分される風力発電設備（総出力20kW未満で600V以下）については、各種電気関係法令上の届出、申請等は不要です。事業用電気工作物に区分される風力発電設備については、出力に応じて各種電気関係法令上の届出、申請等が必要です。

7.5 その他の関連法規

a) 建築基準法・建築基準法施行令

高さが15m以上の木柱、鉄柱、鉄筋コンクリート製の柱、その他これに類する工作物の建設にあたっては、建築確認の申請書を提出し、建築主事の確認を受けることが定められています。又、高さ20を超える建造物には避雷設備を設けることも定められています。

※ 以下の項目b)～i)の対象は大型風力発電となりますが、小形風力発電で該当する場合はそれぞれ対応する必要があります。

b) 道路法

風車の建設する際に道路を占有する場合は、管理者の許可を得ることが定められています。

c) 電波法

風力発電所建設地が電波障害防止区域（重要無線通信を確保する必要があるときは、その必要範囲内において郵政大臣が定める。）に指定されており、風車の高さが31mを超える場合には郵政大臣へ届出を行う必要があります。

d) 航空法

風車のロータの回転による最高到達点が60mを超える場合は、運輸大臣の許可を受けた場合を除き、最高点までと同じ高さのポールを設置し、昼間障害標識及び低高度航空障害灯（不動灯）を設置しなければなりません。最高到達点が90mを超える場合は、中高度航空障害灯（点滅灯）を設置しなければなりません。

e) 消防法

風力発電所を建設する際の建材は、使用する場所により難燃性や不燃性が定められています。

f) 騒音規制法

騒音規制地域において、時間及び区域の区分毎に必要な程度の騒音規制基準が定められています。

g) 森林法

地域森林計画の対象となっている民有林、公有林内に風力発電所を建設する際、国、地方公共団体が行う場合を除き、開発面積が1haを超える場合には、当該都道府県知事に対して許認可申請を行う必要があります。

h) 自然環境保全法

原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、環境緑地保全地域開発規制地域内において風力発電所建設のため開発を行う場合には、都道府県知事に対して許認可の申請を行う必要があります。

i) 自然公園法

国立公園、国定公園及び都道府県立自然公園の3種類の自然公園に対して、段階に応じた適正な保護と利用の増進を目的に施行され、公園地域を風景価値による保護の必要性に応じて特別地域、特別保護地域、海中公園地区、普通地域に分類しており、工作物の新築・増設や木竹の伐採等、様々な規制を定めています。自然公園に風車を建設する場合は、対象地域に応じた規制に従い許認可を受けなければなりません。

7.6 必要書類

7.6.1 引渡し書類

以下に、その例を示します。

- a) 竣工検査成績書 施工業者が設備状況の確認を行なって不具合のないことを記載したもの
- b) 取扱説明書 風車システムメーカー発行の機器取扱いを記載したもの
- c) 保証書 メーカー発行の機器の保証及び成績を記載したもの

7.6.2 竣工時の確認すべき事項について

a) 竣工時点検

点検の目的は専門の施工業者が自ら完成した工事状況の確認を行い、万が一不具合が発生した場合は、必ず正常な状態にして設置者に引渡します。

b) 主な点検項目

1) 目視点検

風車、中継端子箱(接続箱)、パワーコンディショナ、その他(電力量計・開閉器他)、等があります。

2) 測定試験

小出力発電設備(小型風車で、出力20kW未満のもの)システムの竣工時に測定し確認する項目があります。

3) 連系確認

電力会社と運転・停止、自立運転、発電電力(パワーコンディショナの出力表示・・・)等系統連系に関する動作確認があります。

c) 設置者に引渡す書類

1) 施工業者よりの書類

竣工検査成績書があります。

2) 小形風車メーカーよりの書類

製品の検査成績書、取扱説明書、保証書等があります。設置者に検査結果報告書及び引渡し書類を添えて、今後安全に取扱っていただく(自主点検を含めて)旨を伝えて設備を引き渡します。

《使用文献・参考文献》

※1：電気事業法

※2：建築基準法

※3：JSWTA 0001 (2011) 「小形風車の性能及び安全性に関する規格」

※4：JIS C 1400-2(2008) 「風車—第2部：小形風車の設計要件」

※5：TR C 0045: (2006) 「小形風車を安全に導入するための手引き」

8 メンテナンス

メンテナンス（点検）は、設置者が日常点検を行い、メーカー・設置業者等が定期点検（1年点検、3年点検など、各社の設定による）を実施します。

なお、再生可能エネルギー電気特措法の政令、省令によって、メーカー・設置業者等の定期点検契約を締結しないと、発電設備として認定されない場合や、特定供給者として電力会社への売電が行えない場合があります。

小形風車もその他の一般機器と同様、長期にわたり安定した性能・特性・安全性を維持するために、定期的な点検が不可欠です。特に風車の場合、十分な整備がなされず、設計上想定した機能が満たされない場合、安全性が著しく損なわれます。

一般的な保守(メンテナンス)の項目ごとの保守周期例を表8-1に、点検項目及び点検方法などを表8-2に示す。うち、3か月目の点検が特に重要です。また、保守の際に部品交換が発生する場合があります。機種選定などの計画段階で、部品の入手性についても考慮しておく必要があります。

表8-1 保守周期例

	項目	日常	3か月目	6か月ごと	1年ごと	3年ごと
1	外観目視点検	○	○			
2	電池確認		○	○	○	
3	配線確認		○		○	
4	各部増締め		◎		○	
5	潤滑油塗布、注入		○	○	○	
6	絶縁抵抗測定		○		○	
7	データ確認		○	○	○	
8	制御動作確認		○		○	
9	表示灯確認	○	○		○	
10	異常音確認	○	○			
11	製造業者による点検		○			△
12	保安協会などに委託		○		△	

◎：特に重要。 ○：重要 △：必要に応じて重要

表8-2 点検項目、点検方法など

	点検項目	点検方法		判断基準	工具など	備考
1	外観点検	風車本体	羽根・尾翼の汚れ	砂などの微小固形物の付着がない。	目視、双眼鏡など使用	
2			羽根・尾翼のきず 回転軸の動作	きずが表面だけ ひび割れがある場合は交換		必要なら取り外して確認する。
3			ファースリング部の状態	腐食がない。		機能しない可能性あり。
4			風車部の風向対面状態	塗装のはげ 破損の場合は交換		
5			風による振動状態の観察	定常状態で大きな振動がない。		
6		タワー	本体部のさび、きずの状況	表面だけで変色している程度		

	点検項目	点検方法		判断基準	工具など	備考
7			基礎締結部さび。 アンカボルト増締め	表面だけで変色してい る程度		ボルトにプラスチ ックカバーなどを <u>付加</u>
8		制御部	表面、内部の変色	配線の焦げ 部品の変形変色	目視	部品の交換などの 処置が必要
9			異臭の有無	変色と合わせて発生の 場合	目視、臭気	
10			誘導雷による基盤の 損傷	制御不能 基盤変色	目視、臭気	

表 8-2 点検項目と点検方法など（続き）

	点検項目	点検方法	判断基準	工具など	備考
11	電池確認	電槽のひびなど外観確認	ひびがある場合は交換	目視	1.8 V/セル以上の電圧を確保
12		端子電圧の測定	電圧が低い場合	テスタ	
13		電解液漏れの確認	固定金具・設置板の変色、さびの発生	目視	
14		端子部の接続緩みの確認	配線の緩みがない。		
15		比重の測定、液面の管理、各セル間の電圧バランスが悪い場合	イコライズ充電	製造業者に依頼	
16	配線確認	発電機部の端末処理に異状確認	端末の絶縁処理がなければならない。	目視	ねじ(振)れを戻し、ゆとりをもたせる。
17		ボール内の端子部にてねじ(振)れ確認	端子部にて 2 回転以上のねじ(振)れがない。		
18		制御部の接続状態確認	端子台での緩みがあってはならない。		
19	各部増締め	翼の取付け部根元のねじ締め	翼端をゆすって確認。ねじの緩みがあってはならない。	スパナなどの締付工具	必要なトルクを加えなければならない。
20		端子台部の増締め	緩みがあってはならない。		
21		ボール基礎部ボルトの増締め			
22		風車取付け部の増締め			
23		制御部取付け(壁掛け形の場合)			
24	潤滑油塗布	発電機軸受け(注入)	定期的に注入する。	グリースガン	構造上注入・塗布できない場合もあり、製造業者と相談する。
25		風車のヨー機構部(塗布)	定期的に塗布する。	ウエスなど	
26		翼部軸受(注入)	定期的に注入する。	グリースガン	
27	絶縁抵抗測定	発電機巻き線部	3 MΩ 以上	500V 絶縁抵抗計 製造業者に依頼	絶縁抵抗が低い場合は乾燥させる。回復しない場合は交換又は張り替える。
28		ボール内端子台部			
29		制御機器部	1 MΩ 以上		
30		配線経路部	3 MΩ 以上		
31	データ確認	発電電力量、発電電圧、電流など	定期的なデータ採取		システムの運転状況の確認が目的である。

	点検項目	点検方法	判断基準	工具など	備考
32	制御動作確認	保護機能確認、状態表示、故障表示ランプ類の点灯、警報の鳴動	設置当初との比較	製造業者に依頼	
33	異常音確認	風車の回転状態、発生する振動、振動による音の状態確認	設置当初との比較	製造業者に依頼	

8.1 設置者による日常点検

設置者は、主に下記項目に関して、図や写真例のような状態になっていないかを日常的に点検します。

- ①ブレードから異音がないか。
- ②ブレードの変形はないか。
- ③タワーユニットのブレ、振動はないか。
- ④その他外観の異常はないか。
- ⑤電源コード、プラグの損傷、配線の損傷および煙、異臭はないか。
- ⑥浸水がないか。
- ⑦取付けネジ、ナット類のゆるみがないか。
- ⑧コントローラ（制御回路）等の表示パネルが正常に点灯しているか。
- ⑨ブレーキ機構は動作するか。

この他にもメーカーのから指定されたメンテナンスチェック項目が、運転マニュアルより提供されています。そのチェック項目に従って指定された期間で日常点検を行わなければなりません。

また、不具合を発見した場合は、運転マニュアルに対応方法が記載されています。設置者はそれに従って対応する必要があります。

8.2 メーカー・設置業者等による定期点検

定期点検の時期や点検内容は異なりますが、主に下記項目の点検を行います。

- ①内部電池確認
- ②各部増し締め
- ③配線確認
- ④制御確認
- ⑤各ユニットの正常動作確認
- ⑥塗装面の補修（タッチアップ）
- ⑦必要に応じて発電機のベアリング交換
- ⑧必要に応じてブレーキユニット、ブレーキシューの交換
- ⑨必要に応じてその他損傷部品の交換

この他にもメーカー指定のメンテナンスチェック項目があり、点検実施者に提供されています。点検実施者は、そのチェック項目に従って指定された内容の点検を実施しなければなりません。

また、不具合を発見した場合は、マニュアルに対応方法が記載されていますので、点検実施者はそれに従って対応する必要があります。

8.3 メンテナンスチェックリストの例

下記は、メンテナンスチェックリストの一例です。小形風車によってチェック項目は異なりますが、下記内容を最低限実施しています。

a) 垂直軸型風車の例

垂直軸型小形風力発電装置点検表(サンプル)

適用機種
重機
工具
消耗品
併用図書
点検期間：1年毎を原則とする。但し、*印は3年毎とする。

点検年月日	年	月	日
販売店名			
利用者名(エンドユーザー)			
型式			
機番			
点検者所属会社名			
点検者氏名			責任者印

No	部位	点検項目	準備	点検ポイント	点検方法	記録(異常点)	判定基準	判定(点)	備考・NG時のアクション
1.1	風車部	回転状態	回転時	異音・振動	目視・聴診・触診	☐ 異音() ☐ 振動	—	☐ OK ☐ NG	NG:発生源追求・修理
1.2	風車部	ブレードの外観	停止中	変形・亀裂・剥離・腐食	目視・触診	☐ 変形 ☐ 亀裂 ☐ 剥離 ☐ 腐食	—	☐ OK ☐ NG	NG:修理・交換
1.3	風車部	アームの外観	停止中	変形・亀裂・腐食	目視・触診	☐ 変形 ☐ 亀裂 ☐ 腐食	—	☐ OK ☐ NG	NG:修理・交換
1.4	風車部	締結ボルト、ナットの緩み・組付け状態(工事要領書と照合)	停止中	緩み	目視・増し締め	☐ 緩み	—	☐ OK ☐ NG	NG:増し締め・修理
1.5	風車部	締結ボルト、ナットの錆び	停止中	錆	目視	☐ 錆	—	☐ OK ☐ NG	NG:錆落とし防錆処置・交換
1.6	風車部	風車ブラケット・ロータ	停止中	錆	目視	☐ 錆	—	☐ OK ☐ NG	NG:錆落とし防錆処置
2.1	発電機	回転状態	回転時	異音・振動	聴診・触診	☐ 異音() ☐ 振動	—	☐ OK ☐ NG	NG:発生源追求・修理・交換
2.2	発電機	樹脂カバー外観	停止中	変形・亀裂・剥離・腐食	目視	☐ 変形 ☐ 変色 ☐ 破損 ☐ 緩み	—	☐ OK ☐ NG	NG:修理・交換
2.3(*)	発電機	ソレノイドの組付け状態	カバー外す	変形有無	目視・触診		—	☐ OK ☐ NG	
2.4(*)	発電機	ソレノイドの動作	カバー外す	アームの機能	目視・聴診	☐ 動作しない	—	☐ OK ☐ NG	NG:修理・交換
2.5(*)	発電機	スリット円板のセンサ溝の中央位置	カバー外す	偏り有無	目視	☐ 上に偏り mm ☐ 下に偏り mm	上下のスキマ 1mm以上	☐ OK ☐ NG	NG:センサ高さ調整
2.6(*)	発電機	ロータとステータの錆び具合	カバー外す	赤錆有無	目視	☐ 約10～50%錆 ☐ 約50%以上錆	—	☐ OK ☐ NG	NG:錆落とし防錆処置
2.7(*)	発電機	配線外観・ブレーキチューブ外観	カバー外す	キス有無	目視・触診	☐ 被覆にキス ☐ 挟まれキス	—	☐ OK ☐ NG	NG:修理
2.8(*)	発電機	コイル抵抗	発電機側リード線を外す／手動ブレーキを掛ける。	断線有無	テスター測定	U-V(Ω)、V-W(Ω)、W-U(Ω)	☐ ～ ☐ Ω	☐ OK ☐ NG	コントローラサイトカバー内端子台の線符号G EU,GEV,GEW。NG:発電機部のリード線で再チェック、ここでもNG:交換
2.9(*)	発電機	絶縁抵抗(3相線とフレーム間)	リード線を外す	絶縁劣化	500Vメガオーム又はテスター計測	(Ω)	☐ MΩ以上	☐ OK ☐ NG	NG:地絡箇所探して修理。発電機の地絡時は交換

3.1	ブレーキ	効き具合	回転時	ハンドル操作	目視	□風車が止まらない	効くこと	□OK□NG	(注意)強風・高速回転時には、急ブレーキを掛けないでください。 NG:ワイヤ長さ調整
3.2	ブレーキ	ハンドルレバーの外観		先端連結部錆び	目視	□錆□破損	—	□OK□NG	NG:錆だけのとき分解錆落とし防錆処 置グリス塗布・破損のとき交換
3.3	ブレーキ	ワイヤとワイヤクリップ		キス・ねじ 緩み		□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め・修理
3.4	ブレーキ	電動ブレーキ機能		効き具合	触診	□風車が止まらない	効くこと	□OK□NG	メンテナンスモード操作で確認。NG:修理
4.1	バッテリー	端子の腐食			目視	□腐食	—	□OK□NG	NG:清掃
4.2	バッテリー	樹脂ケース外観		変形・キス	目視	□変形	膨張変形	□OK□NG	NG:交換
4.3	バッテリー	安全弁(SEBのみ)		液漏れ	目視	□噴出	液漏れ	□OK□NG	噴出物を素手で触らないこと。新品を購入してくだ さい。NG:交換
4.4	バッテリー	端子の緩み			増し締め	□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め
4.5	バッテリー	比重測定(EBのみ)		規定値	比重計	値(	1.14~1.28	□OK□NG	硫酸液を衣服に付けないように注意。NG:充電・比重上がらない とき交換
4.6	バッテリー	液の管理(EBのみ)		規定量	目視	□LOW以下	レベル範囲	□OK□NG	NG:蒸留水補水
5.1	コントローラ	外観	—	腐食・変形	目視	□錆□変形	—	□OK□NG	NG:錆落とし補修
5.2	コントローラ	内部機器	電源ON	変色・異 臭・異音	目視・臭 覚・聴診	□変色□異臭□異音	—	□OK□NG	NG:修理
5.3	コントローラ	端子台・部品取付	電源切り	緩み有無	増し締め	□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め
5.4	コントローラ	P板部品外観	—	変色・欠品	目視	□欠落(名称	—	□OK□NG	NG:交換
5.5	コントローラ	P板コネクタ	電源切り	緩み	触診	□緩み(コネクタ記号)	—	□OK□NG	NG:確実に差し込む
5.6	コントローラ	中継コネクタ	電源切り	緩み	触診	□緩み(コネクタ記号)	—	□OK□NG	NG:確実に差し込む
5.7	コントローラ	内部配線	—	変色・キス	目視	□変色□キス	—	□OK□NG	NG:修理
5.8	コントローラ	絶縁抵抗	電源切り、 BTPとBTN 端子を外 す。	絶縁劣化	テスター計測	□BTP(Ω) □BTN(Ω)	□Ω以上	□OK□NG	コントローラは絶対500Vメータを使用しないこと。 NG:絶縁箇所を擦し て修理
5.9	コントローラ	バッテリー電圧	開放電圧	規定値	テスター	電圧(DC V)	□V以上	□OK□NG	NG:充電
6.1	ソーラーパネル	外観		変形・キス	目視	□変形□キス	—	□OK□NG	NG:修理
6.2	ソーラーパネル	ソーラー面の塵埃状態		塵埃堆積	目視	□塵埃堆積	—	□OK□NG	NG:清掃
6.3	ソーラーパネル	締結ボルト、ナットの緩み		緩み	増し締め	□緩み	—	□OK□NG	NG:増し締め
6.4	ソーラーパネル	締結ボルト、ナットの錆び		錆	目視	□錆	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置
6.5	ソーラーパネル 架台	外観		錆	目視	□錆		□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置
7.1	ハーネス	外観		キス有無	目視	□キス	—	□OK□NG	NG:修理
7.2	ハーネス	端子台の端子腐食		緑青有無	目視	□緑青	—	□OK□NG	NG:清掃修理・交換
8	ボール	外観		錆	目視	□錆(場所	—	□OK□NG	NG:錆落とし防錆処置・基礎ボルト腐食のときボルト ナット交換

機能確認

No	部位	点検項目	準備	点検ポイント	点検方法	記録	判定基準	判定	備考
9	発電	発電していること	カットイン回転 中		目視	W	表示パネル 数値	□OK□NG	ソーラー発電のあるときには、ソーラーを外してみる。 NG:修理
10	カットイン動作			規定風速	表示パネル	—	—	—	—
10.1	カットイン動作	WK18-20				rpm	□rpm	□OK□NG	NG:SW設定確認・修理
10.2	カットイン動作	WK32-20				rpm	□rpm	□OK□NG	NG:SW設定確認・修理
11	カットアウト動 作			規定風速	表示パネル	—	—	—	—
11.1	カットアウト動 作	WK18-20				rpm	□rpm	□OK□NG	NG:SW設定確認・修理

11.2	カットアウト動作	WK32-20				rpm	□rpm	□OK□NG	NG: SW設定確認・修理
12	発電制動	風車が□回転以下のときにコントローラ電源を切る	回転中	効き具合	動作目視	□風車が止まらない	効くこと	□OK□NG	NG: 修理・交換
13	表示パネル	発電電力	回転中	妥当値	表示パネル	W	—	□OK□NG	NG: 修理
14	表示パネル	回転数	回転中	妥当値	表示パネル	rpm	—	□OK□NG	NG: 修理
15	表示パネル	バッテリー電圧		妥当値	表示パネル	V	—	□OK□NG	NG: 修理
16	表示パネル	積算電力		妥当値	表示パネル	kwh	—	□OK□NG	NG: 修理
17	AC100V出力ランプ緑	風力発電		点灯	表示パネル		—	□OK□NG	NG: 修理
18	ソーラ発電	発電電力	開放電圧	点灯	表示灯・テスター	電圧(DC V)	□～□V	□OK□NG	NG: 修理・交換
19	AC出力電圧		無負荷時	規定値	テスター	電圧(AC V)	□～□V	□OK□NG	NG: 修理・交換

系統連系用パワーコンディショナ点検項目

C1	パワーコンディショナ	系統連系確認	運転時	発電表示の確認	目視	□異常信号		□OK□NG	NG: 発生源追及・確認・修理
C2		表示確認	運転時	エラーコードの確認	目視	□エラー有り		□OK□NG	NG: 発生源追及・確認・修理

b) 水平軸型風車の例

水平軸型小形風力発電装置点検表（サンプル）

	点検項目	点検方法		判断基準	工具など	備考
1	外観点検	風車本体	羽根・尾翼の汚れ	砂などの微小固形物の付着がない。	目視、双眼鏡など使用	必要なら取り外して確認する。
2			羽根・尾翼のきず 回転軸の動作	きずが表面だけ ひび割れがある場合は交換		
3			ファーリング部の状態	腐食がない。		
4			風車部の風向対面状態	塗装のはげ 破損の場合は交換		
5			風による振動状態の観察	定常状態で大きな振動がない。		
6		タワー	本体部のさび、きずの状況	表面だけで変色している程度		機能しない可能性あり。
7			基礎締結部さび。 アンカボルト増締め	表面だけで変色している程度		
8		制御部	表面、内部の変色	配線の焦げ 部品の変形変色	目視	部品の交換などの処置が必要
9			異臭の有無	変色と合わせて発生の場合	目視、臭気	
10			誘導雷による基盤の損傷	制御不能 基盤変色	目視、臭気	
11	電池確認	電槽のひびなど外観確認		ひびがある場合は交換	目視	
12		端子電圧の測定		電圧が低い場合	テスタ	1.8 V/セル以上の電圧を確保
13		電解液漏れの確認		固定金具・設置板の変色、さびの発生	目視	
14		端子部の接続緩みの確認		配線の緩みがない。		

	点検項目	点検方法	判断基準	工具など	備考
15		比重の測定、液面の管理、各セル間の電圧バランスが悪い場合	イコライズ充電	製造業者に依頼	
16	配線確認	発電機部の端末処理に異状確認	端末の絶縁処理がなければならない。	目視	ねじ（振）れを戻し、ゆとりをもたせる。
17		ボール内の端子部にてねじ（振）れ確認	端子部にて 2 回転以上のねじ（振）れがない。		
18		制御部の接続状態確認	端子台での緩みがあってはならない。		
19	各部増締め	翼の取付け部根元のねじ締め	翼端をゆすって確認。ねじの緩みがあってはならない。	スパナなどの締付工具	必要なトルクを加えなければならない。
20		端子台部の増締め	緩みがあってはならない。		
21		ボール基礎部ボルトの増締め			
22		風車取付け部の増締め			
23		制御部取付け（壁掛け形の場合）			
24	潤滑油塗布	発電機軸受け（注入）	定期的に注入する。	グリースガン	構造上注入・塗布できない場合もあり、製造業者と相談する。
25		風車のヨー機構部（塗布）	定期的に塗布する。	ウエスなど	
26		翼部軸受（注入）	定期的に注入する。	グリースガン	
27	絶縁抵抗測定	発電機巻き線部	3 MΩ 以上	500V 絶縁抵抗計 製造業者に依頼	絶縁抵抗が低い場合は乾燥させる。回復しない場合は交換又は張り替える。
28		ボール内端子台部			
29		制御機器部	1 MΩ 以上		
30		配線経路部	3 MΩ 以上		
31	データ確認	発電電力量、発電電圧、電流など	定期的なデータ採取		システムの運転状況の確認が目的である。
32	制御動作確認	保護機能確認、状態表示、故障表示ランプ類の点灯、警報の鳴動	設置当初との比較	製造業者に依頼	
33	異常音確認	風車の回転状態、発生する振動、振動による音の状態確認	設置当初との比較	製造業者に依頼	

9 小形風車導入時の代表的な注意事項とその対策

小形風車を導入、設置する際には、事前の検討不足や小形風車をよく理解していないことにより、問題を起こさないよう十分注意する必要があります。

ここでは、風車選定時、工事業者選定時、風車設置時、及び風車設置後に起こりうる事例を基に、事前に検討しておく必要のある項目を示します。

9.1 小形風車選定時

小形風車を導入する際には、その使用目的と風況の確認、及び各メーカー提示の発電特性に関する事項や、安全性・信頼性（認証の有無）の確認が必要となり、それらの資料から、適切な風車を選定していきます。

事前の選定で十分検討がなされない場合、

- ・風が吹かない場所だったため、ほとんど発電しない。
- ・発電はしているが、目的とする負荷への電力が十分賄えていない。
- ・安全性を無視し、安価な製品という名目だけで購入してしまい、風力発電機が直ぐに故障した。
（風力発電機本体破損、電氣的欠陥など）

といった問題が発生する恐れがありますので、導入の際には、機種を選定、及び風況の確認、また、小形風車の認証の有無などを確認し、より高い安全性、信頼性の製品の購入をお奨めします。詳細は、第7章、第1節参照を参照ください。

9.2 工事、施工業者選定時

小形風車を設置する際に、時として基礎工事やクレーン作業など、大がかりな重機を使つての設置や、系統連系システムの場合の系統側との電力配線のような電気工事を行うことがあります。このようなケースにおいて、必要な資格や正しい知識を持っていない施工業者を選定してしまった場合、

- ・無資格者の操作、作業により事故が発生した。
- ・選定した業者が資格を持っていなかったため、作業が出来ない。

といった問題が発生する恐れがありますので、各メーカーまたはその代理店に相談し、施工業者の手配や事前の確認を行っておくことをお奨めします。詳細は、第7章、第2節参照を参照ください。

9.3 小形風車設置時

小形風車の設置に購入者本人が設置する場合も、施工業者に設置してもらう場合にも、事故が起こらないよう十分注意が必要です。

施工業者に行ってもらう場合は、前述②の項目にもいくつか上げていますが、それ以外でも個人設置の場合や、知識が乏しい業者に依頼する場合、

- ・支柱の垂直出しをきちんと行わなかったため支柱が傾き、風力発電機が風向に追従しない。
- ・支柱の固定をきちんと行わなかったため支柱が倒れた。
- ・設置場所が狭くて、小形風力発電機の回転で物にぶつかって破損した。

といった問題が発生する恐れがありますので、各メーカーまたはその代理店に相談し、設置前の段階で十分な打ち合わせをしたうえで設置を行ってください。

9.4 小形風車設置後

小形風車の設置が終わると実際の運転が始まります。小形風車を運転し始めることにより、騒音や振動、発電量といった風車本体に係る問題、苦情が出てくる場合があります。

このような場合、

- ・小形風車の運転音により眠れない。
- ・小形風車の振動が気になる。
- ・近所から風車の音がうるさいというクレームが出た。
- ・晴天の日に、回転しているブレードの影や風車本体の影が住宅に入り、不快感が出る。
(シャドーフリッカー※図9.4-1を参照)
- ・回っているのに発電しない。(発電量が増えていかない)
- ・風車のブレード又は尾翼が損傷した。(図9.4-2を参照)

といった問題が発生する恐れがあります。

発電量については、各メーカーの機種ごとに風力発電機が実際に発電を開始するカットイン風速がありますので、その仕様・特徴を事前に確認し、説明を受けておく必要があります。小形風車に異常が見受けられる場合は、各メーカー及び代理店にお問い合わせ下さい。

一方、騒音や振動の場合においても、事前に各メーカーの小形風車の騒音、振動の特徴・要因に関して十分に説明を受けて下さい。住宅地や近くに騒音の影響を与えてしまうおそれのある建物がある場合は、各メーカーと相談の上、設置場所、設置方法を検討することをお奨めします。(図9.4-3を参照)



図9.4-1 シャドーフリッカーのイメージ

(In the Public Interest How and Why to Permit for Small Wind Systems AWEA 2008,9月)

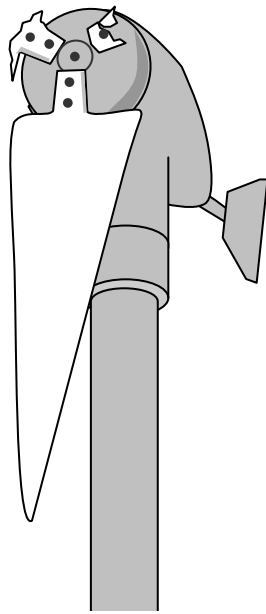


図9.4-2 ブレードの損傷のイメージ

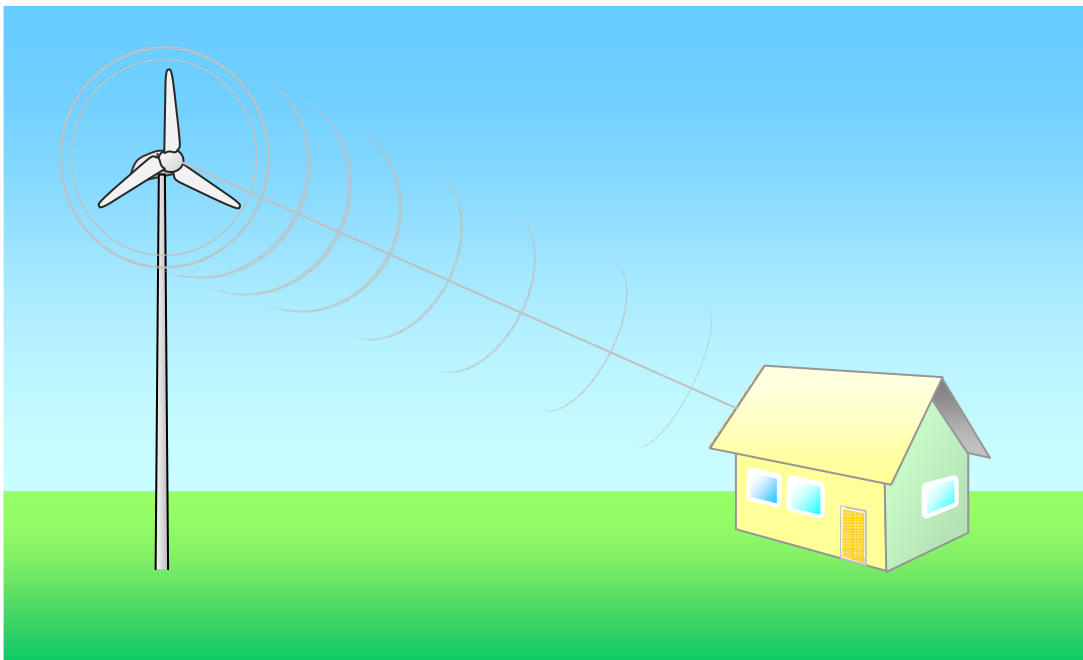


図9.4-3 風車音の距離減衰イメージ

参考資料

- ・ マイクロ風力発電機的设计と製作 久保 大次郎 著 CQ出版社 2007年3月

本手引書は、NEDO事業(小形風車導入技術検討委員会)にて作成された小形風車導入技術書をもとに、日本小形風車認証制度委員会（JSWCC）によって作られた。以下にJSWCCの構成表を示す。

日本小形風車認証制度委員会（JSWCC）		
	氏名	所属
(委員長)	松宮 輝	株式会社 HIKARUWIND.LAB/ 独立行政法人 産業技術総合研究所 客員研究員
(委員)	小垣 哲也	独立行政法人 産業技術総合研究所
	青木 繁光	独立行政法人 産業技術総合研究所 客員研究員
	近藤 潤次	独立行政法人 産業技術総合研究所
	前田 太佳夫	国立大学法人 三重大学
	飯田 誠	国立大学法人 東京大学
	西沢 良史	足利工業大学
	高木 哲郎	伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
	高野 裕文	一般財団法人 日本海事協会
	赤星 貞夫	一般財団法人 日本海事協会
	吉田 有希	一般財団法人 日本海事協会
	大黒 靖之	一般社団法人 日本電機工業会
	高田 康宏	一般社団法人 日本小形風力発電協会 (ニッコー株式会社)
	友國 勉	一般社団法人 日本小形風力発電協会 (シンフォニアテクノロジー株式会社)
	井上 清	一般社団法人 日本小形風力発電協会 (ゼファー株式会社)
	徳山 栄基	一般社団法人 日本小形風力発電協会 (那須電機鉄工株式会社)
(事務局)		一般社団法人 日本小形風力発電協会

付録

関連法規

本章では、電気事業法における小出力発電設備としての定格出力 20kW 未満の風力発電システムを対象とし、主に一般家庭などの身近に設置が望まれている出力が1kW 程度の小形風車に関する国内法規類、諸制度・規制及び系統連系に関するガイドライン・標準策定の状況について調査し、整理を行った。なお、下記の内容は、「小型風力発電系統連系設備技術基準調査 成果報告書（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成20年3月」を参考とし、発行後に改正された法令・法規について修正を加えている。

1. 風力発電システムに関する国内法令・法規

国内の風力発電システムに関連する法規は、電気事業法及び建築基準法の 2 法の法令・法規があり、安全性の確認、保安の確保について定められている。

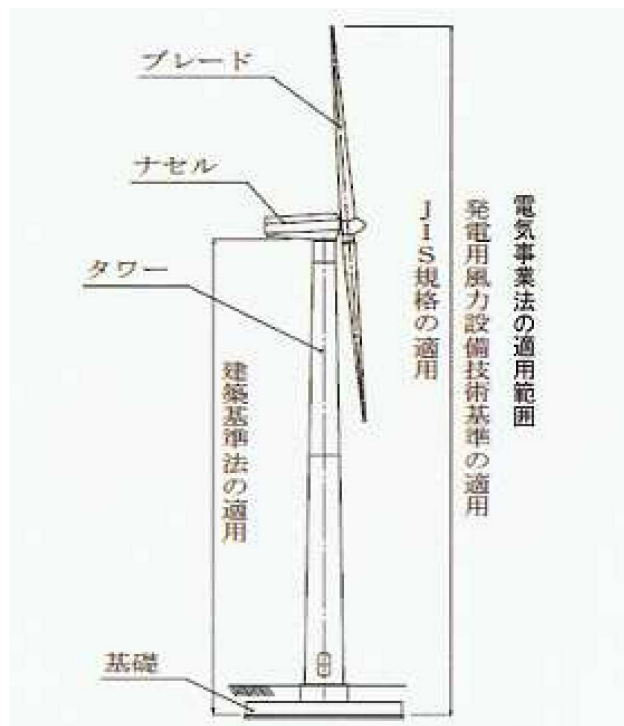
また、風力発電設備の基準に関する適用区分を付図1に示す。

a) 電気事業法適用範囲

電気事業法では、電気工作物の対象として取り扱っているが、下記のほか広く電気設備等に関しても対象としている。

b) 建築基準法適用範囲

建築基準法では、基礎及びタワーが工作物の対象として適用を受けている。そのため、ロータ（ブレードを含む回転機部分）、ナセル部等は、付属物として取り扱うことから対象外となっている。



付図1 風力発電設備への各基準の適用区分

1.1 電気事業法について

電気事業法（平成 11 年、法律 121 号）及び電気事業法施行規則（平成 11 年、省令 40 号）は、電気事業法（法律）、電気事業法施行令（政令）、電気事業法施行規則（省令）、経済産業省（通商産業省）告示等で構成され、法律は国会、政令は内閣、省令や告示は各省の大臣によりそれぞれ制定／改訂することになっている。

1.2 法律・制度の目的

電気事業の適正・合理的な運営に関する規定を定めることにより、電気使用者の利益保護、電気事業の健全な発達を図るとともに、電気工作物の工事、維持及び運用の保安確保による公共の安全確保、環境保全等を目的として制定された法律である。

1.3 法律・制度の概要

電気事業の許可（第 3 条）、供給義務（第 18 条）、電気工作物の定義（第 38 条）、電気工作物の技術基準への適合（第 39 条～第 41 条）、保安規程（第 42 条）、事業用電気工作物の環境影響評価の規定（第 46 条の 2）、事業用電気工作物の工事計画及び検査（第 47 条～第 55 条）等について定めている。

1.4 政省令

電気事業法施行令（平成11 年法律121 号）

電気事業法施行規則（平成11 年省令40 号）

1.5 規制の概要

一定規模以上の事業用電気工作物については、工事計画の届出を行うとともに使用の開始前に自主検査を行い、経済産業大臣又は経済産業大臣の指定する者（指定安全管理審査機関）による使用前、定期安全管理審査等を受審しなければならない（第47 条～第55 条）。

1.6 最近の法令等改正の要点

平成 11 年 8 月に、近年の技術の進歩や事業者による自主的な保安確保への取組等の環境変化を踏まえ、現状の安全水準を確保しつつ、官民の役割分担を見直し、自己責任を原則とした保安規制の大幅な改正が行われた（平成12 年7 月施行）。

- c) 政府認証から自己確認への移行
- d) 事業用電気工作物設置者における自主検査の実施に係る体制について審査する仕組みの導入
- e) 指定代行機関の活用及び民間企業の参入

1.7 概要

風力発電所の建設に対する電気関係の法令は電気事業法が基本となり、同法に基づく電気事業法施行規則とで風力発電設備建設に必要な手続きが定められている。

関係条文の概要は、付表1のとおりである。

付表1 電気事業法関係条文

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第39 条 事業用電気工作物の維持	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない。 2 前項の経済産業省令は、次に掲げるところによらなければならない。 1. 事業用電気工作物は、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにすること。 2. 事業用電気工作物は、他の電氣的設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えないようにすること。 3. 事業用電気工作物の損壊により一般電気事業者の電気の供給に著しい支障を及ぼさないようにすること。 4. 事業用電気工作物が一般電気事業の用に供される場合にあっては、その事業用電気工作物の損壊によりその一般電気事業に係る電気の供給に著しい支障を生じないようにすること。
法第40 条 技術基準適合命令	経済産業大臣は、事業用電気工作物が前条第 1 項の経済産業省令で定める技術基準に適合していないと認めるときは、事業用電気工作物を設置する者に対し、その技術基準に適合するように事業用電気工作物を修理し、改造し、若しくは移転し、若しくはその使用を一時停止すべきことを命じ、又はその使用を制限することができる。

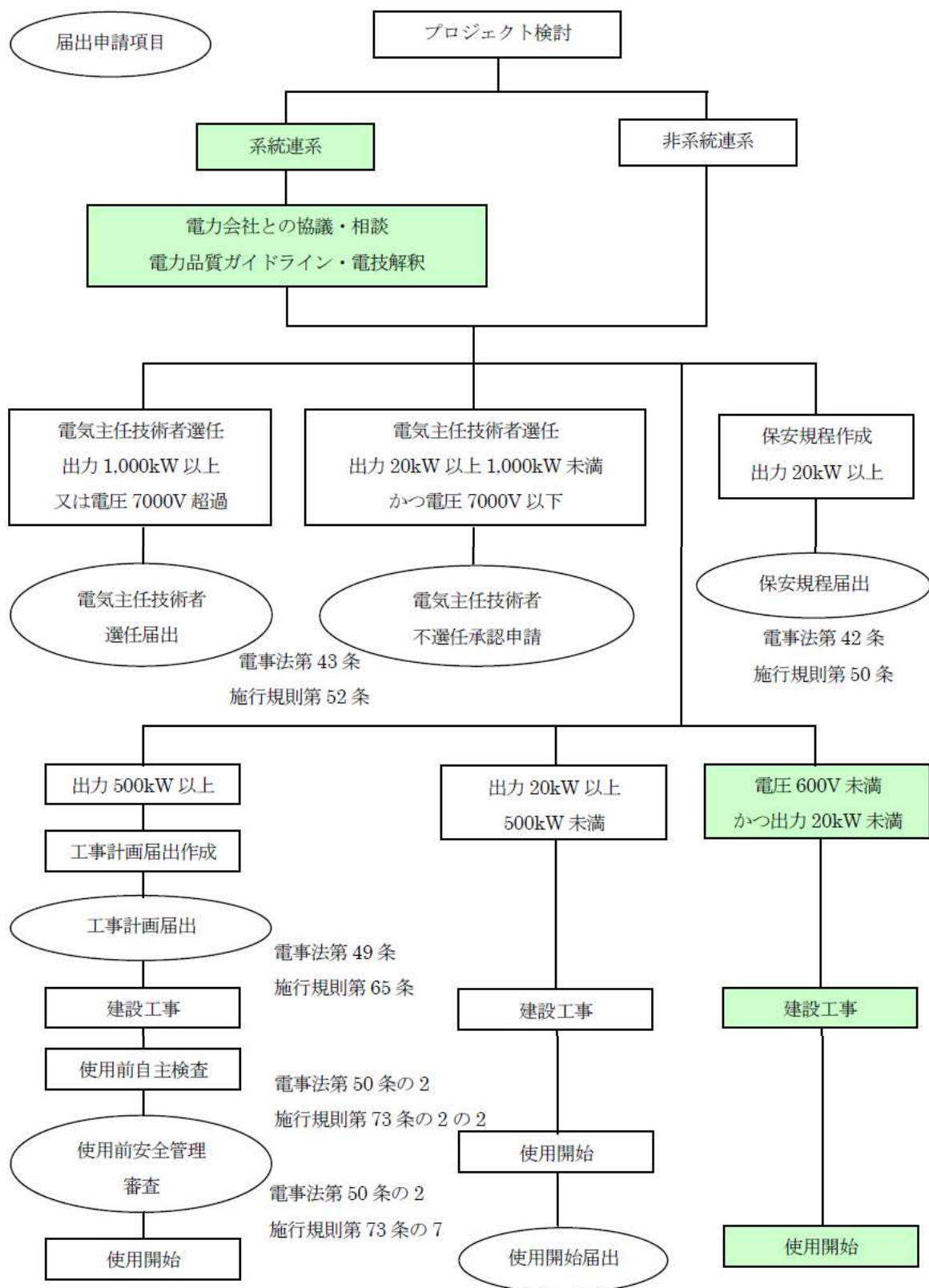
法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第42 条 施第50 条 保安規程	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、経済産業省令で定めるところにより、保安を一体的に確保することが必要な事業用電気工作物の組織ごとに保安規程を定め、当該組織における事業用電気工作物の使用（第 50 条の 2 第 1 項又は第 52 条第 1 項の自主検査を伴うものにあつては、その工事）の開始前に、経済産業大臣に届け出なければならない。
2	事業用電気工作物を設置する者は、保安規程を変更したときは、遅滞なく、変更した事項を経済産業大臣に届け出なければならない。
3	経済産業大臣は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安を確保するため必要があると認めるときは、事業用電気工作物を設置する者に対し、保安規程を変更すべきことを命ずることができる。
4	事業用電気工作物を設置する者及びその従業者は、保安規程を守らなければならない。
(施第50 条)	保安の確保を目的として定められる保安規程には、電気工作物の工事、維持及び運用に関する次の事項について定めなければならない。なお、発電所出力が20kW 未満は保安規程の届出は不要。
	1. 業務を管理する者の職務及び組織に関すること。 2. 従事する者に対する保安教育に関すること。 3. 保安のための巡視、点検及び検査に関すること。 4. 運転又は操作に関すること。 5. 発電所の運転を相当期間停止する場合における保全の方法に関すること。 6. 災害その他非常の場合にとるべき措置に関すること。 7. 保安についての記録に関すること。 8. 電気工作物の法定自主検査に係る実施体制及び記録の保存に関すること。 9. その他電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安に関し必要な事項。

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第43 条 施第52 条 主任技術者 (施第52 条)	事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督をさせるため、経済産業省令で定めるところにより、主任技術者免状の交付を受けている者のうちから、主任技術者を選任しなければならない。 2 自家用電気工作物を設置する者は、前項の規定にかかわらず、経済産業大臣の許可を受けて、主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任することができる。 3 事業用電気工作物を設置する者は、主任技術者を選任したとき（前項の許可を受けて選任した場合を除く。）は、遅滞なく、その旨を経済産業大臣に届け出なければならない。これを解任したときも、同様とする。 4 主任技術者は、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督の職務を誠実に行わなければならない。 5 事業用電気工作物の工事、維持又は運用に従事する者は、主任技術者がその保安のためにする指示に従わなければならない。 発電所出力が20kW 未満は主任技術者の選任は不要。 発電所出力が 20kW 以上 1000kW 未満、かつ電圧 7000V 以下は電気主任技術者のを選任しないことができる（不選任承認申請）。 上記以外は主任技術者の選任届出。
法第48 条 工事計画 (施第65 条)	事業用電気工作物の設置又は変更の工事（前条第 1 項の経済産業省令で定めるものを除く。）であって、経済産業省令で定めるものをしようとする者は、その工事の計画を経済産業大臣に届け出なければならない。その工事の計画の変更（経済産業省令で定める軽微なものを除く。）をしようとするときも、同様とする。 2 前項の規定による届出をした者は、その届出が受理された日から 30 日を経過した後でなければ、その届出に係る工事を開始してはならない。 出力 500kW 以上の風力発電所は工事計画の届出が必要。また、送電線路及び変電所においては17 万V 以上の設備の設置は届出が必要。

法規名・条項	遵守内容（抜粋）
法第50条の2 施第73条の7 使用前安全管理審査	第48条第1項の規定による届出をして設置又は変更の工事をする事業用電気工作物（その工事の計画について同条第4項の規定による命令があった場合において同条第1項の規定による届出をしていないもの及び第49条第1項の経済産業省令で定めるものを除く。）であつて、経済産業省令で定めるものを設置する者は、経済産業省令で定めるところにより、その使用の開始前に、当該事業用電気工作物について自主検査を行い、その結果を記録し、これを保存しなければならない。 2 前項の検査（以下「使用前自主検査」という。）においては、その事業用電気工作物が次の各号のいずれにも適合していることを確認しなければならない。 1. その工事が第48条第1項の規定による届出をした工事の計画（同項後段の経済産業省令で定める軽微な変更をしたものを含む。）に従って行われたものであること。 2. 第39条第1項の経済産業省令で定める技術基準に適合するものであること。 3 使用前自主検査を行う事業用電気工作物を設置する者は、使用前自主検査の実施に係る体制について、経済産業省令で定める時期（第7項の通知を受けている場合にあっては、当該通知に係る使用前自主検査の過去の評価の結果に応じ、経済産業省令で定める時期）に、経済産業大臣又は経済産業大臣が指定する者が行う審査を受けなければならない。 4 前項の審査は、事業用電気工作物の安全管理を旨として、使用前自主検査の実施に係る組織、検査の方法、工程管理その他経済産業省令で定める事項について行う。 5 第3項の経済産業大臣が指定する者は、同項の審査を行つたときは、遅滞なく、当該審査の結果を経済産業省令で定めるところにより経済産業大臣に通知しなければならない。 6 経済産業大臣は、第3項の審査の結果（前項の規定により通知を受けた審査の結果を含む。）に基づき、当該事業用電気工作物を設置する者の使用前自主検査の実施に係る体制について、総合的な評価をするものとする。 7 経済産業大臣は、第3項の審査及び前項の評価の結果を、当該審査を受けた者に通知しなければならない。
法第56条 技術基準適合命令	経済産業大臣は、一般用電気工作物が経済産業省令で定める技術基準に適合していないと認めるときは、その所有者又は占有者に対し、その技術基準に適合するように一般用電気工作物を修理し、改造し、若しくは移転し、若しくはその使用を一時停止すべきことを命じ、又はその使用を制限することができる。 2 第39条第2項（第3号及び第4号を除く。）の規定は、前項の経済産業省令に準用する。

1.8 風力発電所に係る電気事業法の手続き

風力発電所に係る電気事業法の手続きについて、付図2のとおり。



付図2 風力発電所に係る電気事業法の手続き概要

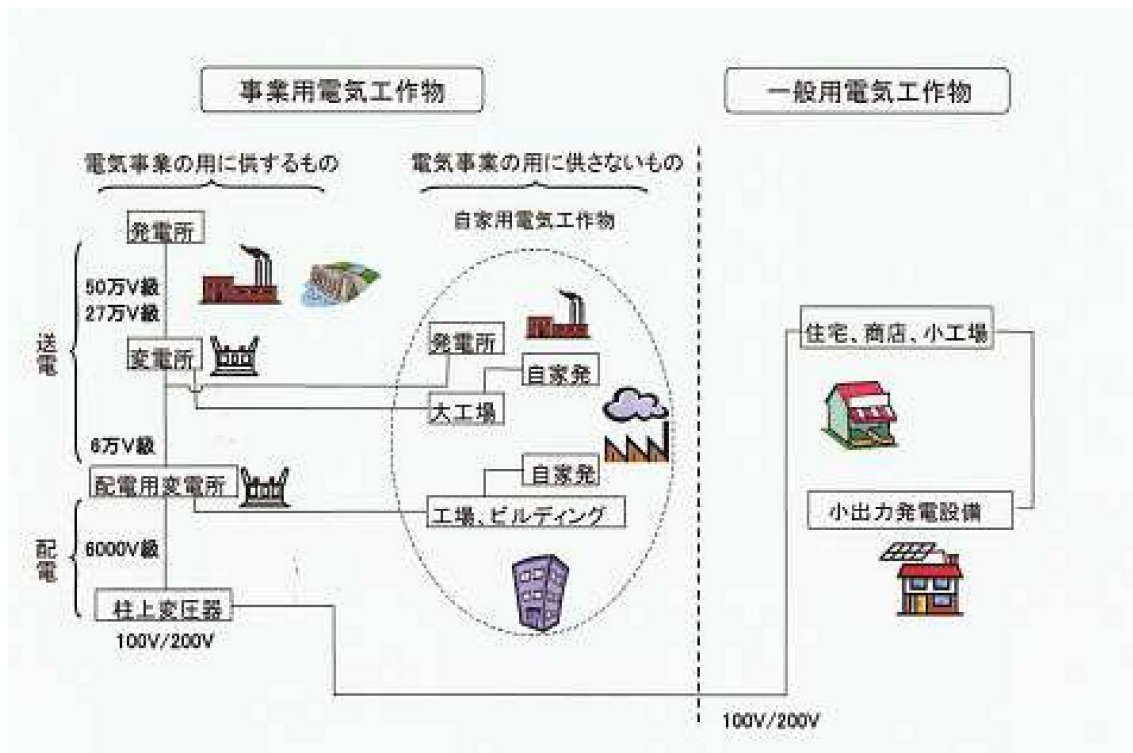
1.9 保安体制

電気事業法では、電気工作物を大きく「一般用電気工作物」と「事業用電気工作物」とに分け、さらに、事業用電気工作物を「電気事業用の電気工作物」と「自家用電気工作物」に区分し、それぞれの電気工作物に適応した保安体制の確立が求められている。

「事業用電気工作物」の設置者に対しては、自主保安体制の整備を図るため、常に経済産業省令で定める技術基準に従い、電気工作物を正常な状態に維持しておかなければならない義務（法第 39 条）、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督を行わせるため主任技術者を選任しなければならない義務（法第 43 条）、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安確保のため保安規程を作成し届け出なければならない義務（法第42 条）等を課している。

「一般用電気工作物」の保安に関しては、保安の最終責任は、所有者又は占有者にあるとしているが、併せて「一般用電気工作物」に電気を供給する者（電力会社等）に、「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」が技術基準に適合しているかどうかを調査する義務（法第 57 条）を課している。しかし、一般用電気工作物に区分される風車は「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」には該当しないため、電気を供給する者に調査する義務はない（所有者又は占有者に保安に関する全ての責任がある）。

電気工作物の区分を付図3に、設置・保安に関する電気関係法手続きを付表2に示す。



付図3 電気工作物の区分

（出典）総合資源エネルギー調査会電力安全小委員会「中間報告」

付表2 設置・保安に関する電気関係法手続き

区分	出力規模	工事 計画	使用前 検査	使用開 始届	電気主任技 術者	保安 規程	届出先
事業用 及び自 家用	1000kW 以上	届出	実施	不要	選任	届出	経済産業局
	500kW 以上1000kW 未 満	届出	実施	不要	不選任承認	届出	
	20kW 以上500kW	不要	不要	不要	不選任承認	届出	
	50kW 未満（高圧連系）	不要	不要	不要	不選任承認	届出	
一般	20kW 未満（低圧連系）	不要	不要	不要	不要	不要	

※出力20kW 未満の発電設備は、電気用品安全法の対象でもなく、届出の必要もない。

1.10 小出力発電設備の位置付け

電気保安関係法令により、回路電圧が 30 V 以上のものは、電気事業法の電気工作物としての適用を受ける。小形風車は、「出力容量20 kW 未満」、「契約電力50 kW 未満」及び「低圧配電線との連系」の3つが当てはまり、一般用電気工作物の内、小出力発電設備に該当する。

小出力発電設備は、事業用電気工作物と異なり、次の点についても、十分考慮することが必要である。a) 主任技術者が選任されないため、電気に関する専門知識をもたない一般の方が取扱いを行う機会が多いこと。b) 住宅密集地等に設置される機会が多いことが予想されるため、住民や住宅等へ危害・損傷を与える事象だけでなく、騒音や振動等についての問題が発生する可能性があること。

電気事業法第 39 条では、事業用電気工作物の設置者に対し、事業用電気工作物を技術基準どおりに維持する義務が定められており、太陽電池・風力、火力（内燃力）・水力及び原子力関係の技術基準が存在する。

これらの技術基準は、既発行の各分野の「技術基準の解釈」に一般用電気工作物に関する条項を追加する形で見直しが行われて、平成 16 年度に水力、風力、内燃機関が、平成 17 年度に太陽光発電の技術基準が整備された。

維持に際しては、事業用電気工作物の設置者に選任された主任技術者が中心を担うことが、電気事業法第 43 条にて定められており、技術基準どおりに維持されていない場合、電気事業法第 40 条に基づき、経済産業大臣から事業用電気工作物設置者に対し、技術基準適合命令が下される。

一方、小出力発電設備が該当する一般用電気工作物については、技術基準に適合していない場合、その所有者又は占有者に対し、経済産業大臣が技術基準適合命令を下すことが電気事業法第 56 条にて定められている。また、電気事業法第 57 条では、「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」について、技術基準に適合しているかを電気供給者が調査する義務が定められているが、一般用電気工作物に区分される風車は「電気供給者が供給する電気を使用する一般用電気工作物」には該当しないため、電気を供給する者に調査する義務はない（所有者又は占有者に保安に関する全ての責任がある）。

1.11 技術基準

平成 7 年 4 月の電気事業法の改正から、技術基準の改正（平成 9 年 3 月）及び技術基準の解釈の制定（平成 9 年 5 月）まで、技術基準に係る一連の法令の整備がなされ、技術基準も大幅に改正された。新しい技術基準は、技

術進歩への迅速な対応、民間規格の活用等を主な目的として性能規定化され、「審査基準」としての位置付けで制定された「技術基準の解釈」には、公正、中立な民間の委員会で制定された民間の規格・基準を引用することが可能となった（原子力を除く）。

技術基準を定める経済産業省令としては、次の6 省令が定められている。

- f) 発電用水力設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第50 号）
- g) 発電用火力設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第51 号）
- h) 電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第52 号）
- i) 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令（平成9 年3 月27 日通商産業省令第53 号）
- j) 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（昭和 40 年 6 月 15 日通商産業省令第 62号）
- k) 発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令（昭和 40 年 6 月 15 日通商産業省令第 63号）

1.12 まとめ

電気事業法におけるマイクロ風力発電システム及び小形風車の適用は、発電所出力が20kW 未満の発電設備であることから小出力発電設備に該当する。

小出力発電設備は、法第 56 条「技術基準適合命令」の適用は受けるものの、法第 57 条「調査の義務」の適用は受けず、事業用電気工作物に課せられている法第 39 条「事業用電気工作物の維持（技術基準への適合維持）」と同様の要求はない。小形風車であって、電力系統に連系する場合は、付図2 に示すように、電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン、電気設備の技術基準の解釈等に従い、電力会社と協議のうえ、施設すればよい。

2 電気設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈について

2.1 概要

電気事業法第 39 条第 1 項で自家用電気工作物を設置するものは、経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならないと定められている。また、同法第 56 条第 1 項には経済産業省令で定める技術基準に適合していないと認められる時は、経済産業大臣がその電気工作物の修理、改善等の命令や使用の制限を命じることができる旨と定められている。

付表3に電気設備の技術基準の解釈からそれらに関連する項目のみ抜粋する。

付表3 電気設備の技術基準の解釈関係条文

条項	遵守内容（抜粋）	
第29 条 機械器具の金属製外箱等の接地		
	機械器具の区分	接地工事
	300V 以下の低圧用のもの	D 種接地工事
	300V を越える低圧用のもの	C 種接地工事
	高圧用又は特別高圧用のもの	A 種接地工事
電路に施設する機械器具の金属製の台及び外箱には、使用電圧の区分に応じ、規定する接地工事を施す必要があります。		

第33、34 条 過電流遮断器の施設	過電流遮断器の性能を定めている。
第36 条 地絡遮断装置等の施設	1. 使用電圧が 60V を超える電気を供給する電路には、地絡を生じたとき、自動的に電路を遮断する装置の設置。 2. 高圧及び特別高圧電路に地絡を生じたとき自動的に電路を遮断する装置の設置。
第37 条 避雷器の施設	1. 高圧及び特別高圧電路を有する発電所引込口及び引出口に避雷器の施設。 2. 500kW 以上の高圧需要場所の引込口。 3. 配電用変圧器の高圧側及び引出側 4. A 種接地工事の施工
第42 条 発電機の保護装置	発電機には、次の各号に掲げる場合、自動的にこれを電路から遮断する装置を施設しなければならない。 ①発電機に過電流が生じた場合 ②容量が 100kVA 以上の発電機を駆動する風車の圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式ブレード制御装置の電源電圧が著しく低下した場合。
第43 条 特別高圧用調相設備の保護装置	500kVA を超え 150,000kVA 未満の電力用コンデンサ又は分路リアクトルには、内部に事故・故障又は過電流が生じた場合に自動的に電路から遮断する装置の施設
第47条 常時監視しない発電所	常時、監視しないで（無人）随時技術員が巡回する発電所 風車及び発電機には、自動出力調整装置、又は出力制限装置を施設し、次の場合に発電機を電路から自動的に遮断し、かつ風車の回転を自動的に停止する装置を施設する ①風車制御用の圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合。 ②風車の回転速度が著しく上昇した場合。 ③発電機に過電流が生じた場合。 ④市街地その他人家の密集する地域に施設するものであって定格出力が 10kW 以上の風車の主要な軸受又はその付近の軸において回転中に発生する振動の振幅が著しく増大した場合。 ⑤定格出力が 500kW 以上の原動機（風車にあっては、市街地その他人家の密集する地域に施設する場合は 100kW 以上）又はその発電機の軸受の温度が著しく増大した場合。 ⑥容量が2000kVA 以上の発電機の内部に事故・故障を生じた場合。 ⑦他冷式の特別高圧用変圧器の冷却装置が故障した場合又は温度が著しく上昇した場合

2.2 まとめ

電気設備の技術基準における小形風車への適用は、接地及び遮断器等の安全装置の必要性和風車の不具合等の発生時の停止など必要最低限が要求されている。また、電気設備の技術基準の解釈の第 220条以降の規定は、小出力発電設備を独立型電源として使用する場合には適用を受けないが、発電設備を電力系統に連系する場合には適用を受ける。

3 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈について

3.1 概要

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 53 号）は、平成 9年に定められ、平成 16 年には省令に定める技術的要件を満たすべき技術的内容を具体的に示すものとして、「発電用風力設備の技術基準の解釈について（平成 16・03・23 原院第 6 号NISA-234c-04-2）」が定められた。

また、平成 17 年には、一般用電気工作物に該当する発電用風力設備が、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにするとともに、他の電氣的設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えないようにするために技術基準を導入整備することを目的に、小出力発電設備に関する技術基準を追加して一部改正（平成17 年3 月29 日、経済産業省令第34 号）が行われた。

小型風力発電設備については、地球温暖化防止等の観点から今後の普及が期待されているが、使用者が専門的知識を有していないことなど、設置環境（住宅近隣）を踏まえると、一定の技術基準を導入し、保安確保の充実を図ることは不可欠である。

なお、技術基準を導入した場合、その対応のための負担増加が予想されるが、技術的に難易度の高い事柄を要求していないことから、設備導入コストへの影響は小さいと考えられ、また、保安規程の届出等、手続きが増加することはないため、機器の普及への影響はないと考えられる。

台風等による風圧に対する規定は、省令第 4 条（解釈第 4 条）及び省令第 7 条（解釈第 7 条から第 9 条）で定められている。また、風車の構造に関しては、「省令第 4 条第 2 号及び解釈第 4 条は、風車は突風及び台風等の強風に対して、風車の状態に応じた風圧荷重のうちの最大のものに耐える構造であることを規定したものである。すなわち固定翼か可動翼かに関わらず、通常想定される台風等の暴風時において、停電、故障でヨー制御が不能になる等、風車の運転が制御できない際に、風車の受風面積が最大の方から受ける風圧にも耐えうる構造とすることが必要である。」という具体的な解説が加えられた。

なお、発電用風力設備に関する技術基準の解釈第 8 条では、風車を支持する工作物（タワー及び基礎）は建築基準法で規定する工作物に該当するものとして、建築基準法第 88 条に適合することとしている。

技術基準の解釈は、技術基準の要求事項を満たす具体的な規定であるが、省令という位置づけではないことから柔軟な運用が可能となっている。その特徴としては、次の事項があげられる。技術基準とは異なり、行政庁の所管部署において改正が可能のため、迅速な改正が可能である。国際規格、民間規格など、他の規格の引用が可能である。

なお、省令に定める技術的要件を満たすべき技術的内容はこの解釈に限定されるのではなく、省令に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、省令に適合するものと判断するものである。関係条文は、付表4のとおりである。

付表4 発電用風力設備に関する技術基準関係条文

条項	遵守内容（全文）
省令第1条 【適用範囲】	この省令は、風力を原動力として電気を発生するために施設する電気工作物について適用する。 2 前項の電気工作物とは、一般用電気工作物及び事業用電気工作物をいう。
（逐条解説） 【適用範囲】	風力発電所は、風車及びその支持物等の風力設備及び発電機、昇圧変圧器、遮断器、電路等の電気設備から構成されるが、本省令については、風力設備に関する技術基準を定めたものであり、電気設備に関しては、「電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9年通商産業省令第52号）」に規定されている。
省令第2条 【定義】	この省令において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成7年通商産業省令第77号）において使用する用語の例による。
解釈第1条 【定義】	この解釈において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成7年通商産業省令第77号）及び省令において使用する用語の例による。
（逐条解説） 【定義】	規制の明確化の観点から、電気事業法施行規則（平成7年通商産業省令第77号）で使用する用語と発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈で使用する用語の統一を図っている。
省令第3条 【取扱者以外の者に対する危険防止措置（接近防止措置）】	風力発電所を施設するに当たっては、取扱者以外の者に見やすい箇所に風車が危険である旨を表示するとともに、当該者が容易に接近するおそれがないように適切な措置を講じなければならない。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「風力発電所」とあるのは「発電用風力設備」と、「当該者が容易に」とあるのは「当該者が容易に風車に」と読み替えて適用するものとする。
解釈第2条 【取扱者以外の者に対する危険防止措置（接近防止措置）】	発電用風力設備を設置する場所には、当該場所に取り扱者以外の者が立ち入らないように次の各号のいずれかにより措置を講じること。ただし、土地の状況により人が立ち入るおそれがない箇所については、この限りではない。 一 発電用風力設備周辺にさく、へいを設け、かつ、その出入口に立入りを禁止する旨を表示するとともに、施錠装置その他適当な装置を施設すること。 二 風車を支持する工作物の出入口に立入りを禁止する旨を表示するとともに、施錠装置その他適当な装置を施設すること。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、発電用風力設備を設置する場所には、取扱者以外の者が容易に風車に接近しないように次の各号のいずれかにより措置を講じることとし、前項の規定は適用しない。 一 風車を取扱者以外の者が容易に接近するおそれのない位置に設置すること。 二 風車に接触防止のためのカバー等を設置すること。 三 発電用風力設備周辺にさく又はへいを設けること。

(逐条解説) 【取扱者以外の者に対する危険防止措置（接近防止措置）】	省令第3 条及び解釈第2 条は、取扱者以外の者に対する風車からの危険防止及び風車の支持物の昇降の防止を規定したものであり、解釈第2 条第2 号では、風車を支持する工作物をさく、へいと同等の扱いとし、それに必要な措置を講じることで、取扱者以外の者に対する危険防止措置としている。 なお、電気設備からの感電等の防止に関しては、電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 52 号）第 23 条及びその解釈第 43 条に規定されており、電気設備が風車の支持物内に収められている場合、又は屋外に設置している変圧器が充電部分の露出しない機械器具に収められている場合には、風車の支持物又は変圧器を収める機械器具を電気設備の技術基準の解釈第 43 条第 1 項第 1 号に規定するさく、へい等の「等」に該当することとしている。
省令第4 条 【風車（風車の構造）】	風車は、次の各号により施設しなければならない。 - 一 負荷を遮断したときの最大速度に対し、構造上安全であること。 - 二 風圧に対して構造上安全であること。 - 三 運転中に風車に損傷を与えるような振動がないように施設すること。 - 四 通常想定される最大風速においても取扱者の意図に反して風車が起動することのないように施設すること。 - 五 運転中に他の工作物、植物等に接触しないように施設すること。
解釈第3 条 【風車（風車の構造）】	省令第4 条第1 号に規定する「負荷を遮断したときの最大速度」とは、非常調速装置が作動した時点より風車がさらに昇速した場合の回転速度を含むものをいう。
解釈第4 条 【風車（風車の構造）】	省令第4 条第2 号に規定する「風圧」とは、風車の受風面の垂直投影面積が最大の状態において、風車が受ける最大風圧を含むものをいう。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、省令第 4 条第 2 号に規定する「風圧」とは、風車の制御の方法に応じて風車の受風面の垂直投影面積が最大となる状態において、風車が受ける最大風圧を含むものをいい、前項の規定は適用しない。

(逐条解説) 【風車（風車の構造）】	①省令第4 条第1 号及び解釈第3 条は、負荷を遮断したときに到達する最大速度に対しても構造上安全であることを規定したものである。ここでいう最大速度とは、カットアウト風速での通常停止の際の回転速度はもちろんのこと、非常調速装置が作動し、無拘束状態により昇速した場合の最大回転速度を含んでおり、その場合に生じる遠心力に対しても安全な構造とすることが必要である。なお、非常調速装置とは、風車の運転中に定格の回転速度を著しく超えた過回転その他の異常（発電機の内部事故・故障等）による危害の発生を防止するため、その異常が発生した場合に風車に作用する風力エネルギーを自動的に抑制し、風車を停止するための装置をいう。 ②省令第4 条第2 号及び解釈第4 条は、風車は突風及び台風等の強風に対して、風車の状態に応じた風圧荷重のうちの最大のものに耐える構造であることを規定したものである。すなわち固定翼か可動翼かに関わらず、通常想定される台風等の暴風時において、停電、事故・故障でヨー制御が不能になる等、風車の運転が制御できない際に、風車の受風面積が最大の方向から受ける風圧にも耐えうる構造とすることが必要である。 ③省令第4 条第3 号は、風車の運転中に風車の強度に影響を及ぼすような風車とその支持物が共振した場合には、風車の回転部を自動的に停止する装置を施設する等して、風車に損傷を与えるような振動を回避するような措置を講じることを規定したものである。 ④省令第4 条第4 号は、風車が運転しうる最大風速を超えた状態において、風車を起動し、運転状態にならないよう規定したものである。 ⑤省令第4 条第5 号は、風車が植物、造営物、その他の工作物に接触しないように周辺の状況及び風車の構造を考慮して風車を施設することを規定したものである。
省令第5 条 【風車の安全な状態の確保】	風車は、次の各号の場合に安全かつ自動的に停止するような措置を講じなければならない。 - 一 回転速度が著しく上昇した場合 - 二 風車の制御装置の機能が著しく低下した場合 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「安全かつ自動的に停止するような措置」とあるのは「安全な状態を確保するような措置」と読み替えて適用するものとする。

解釈第5 条 【風車の安全な状態の確保】	省令第5 条第1 項第1 号に規定する「回転速度が著しく上昇した場合」とは、非常調速装置が作動する回転速度に達した場合をいう。 2 省令第 5 条第 1 項第 2 号に規定する「風車の制御装置の機能が著しく低下した場合」とは、風車の制御用圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合をいう。 3 省令第 5 条第 2 項に規定する「安全な状態」とは、風車の構造に応じて停止又は回転速度の減速その他の措置を行い、人体に危害を及ぼし又は物件に損傷を与えない状態をいい、「安全な状態を確保するような措置」とは、機械的及び電気的な保護機能の双方又は一方を用いて風車を安全な状態に維持することをいう。 4 省令第 5 条第 2 項において適用する同条第 1 項第 2 号に規定する「風車の制御装置の機能が著しく低下した場合」とは、風車の制御用圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合その他制御装置の機能が著しく低下した場合をいう。
(逐条解説) 【風車の自動停止】	省令第 5 条及び解釈第 5 条は、風車の強度に影響を及ぼすおそれのある回転速度（非常調速装置が作動する回転速度）に達した場合及び風車の制御装置の機能が著しく低下して風車の制御が不能になるおそれがある場合に風車を安全かつ自動的に停止するような措置を講じることを規定したものである。
省令第6 条 【圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止】	発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置は、次の各号により施設しなければならない。 一 圧油タンク及び空気タンクの材料及び構造は、最高使用圧力に対して十分に耐え、かつ、安全なものであること。 二 圧油タンク及び空気タンクは、耐食性を有するものであること。 三 圧力が上昇する場合において、当該圧力が最高使用圧力に到達する以前に当該圧力を低下させる機能を有すること。 四 圧油タンクの油圧又は空気タンクの空気圧が低下した場合に圧力を自動的に回復させる機能を有すること。 五 異常な圧力を早期に検知できる機能を有すること。
解釈第6 条 【圧油装置及び圧縮空気装置の施設】	電気設備の技術基準の解釈について（平成 9 年 5 月 31 日制定）第 49 条第 2 項の規定（第 2 号ニの規定を除く。）は、発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置について準用する。この場合において、同項中「開閉器及び遮断器に使用する圧縮空気装置」とあるのは「発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置」と、「空気圧縮機」とあるのは「油ポンプ及び空気圧縮機」と、「空気タンク」とあるのは「圧油タンク及び空気タンク」と、「圧縮空気を通ずる管」とあるのは「圧油及び圧縮空気を通ずる管」と読み替えるものとする。

(逐条解説) 【圧油装置及び圧縮空気装置の危険防止（施設）】	省令第6条及び解釈第6条は、風力設備の圧油装置及び圧縮空気装置に係る機械的強度の試験、材料の種類及び許容応力並びに圧力上昇の抑制、規定圧力の確保のための措置及び圧力計の設置について規定したものである。 一般の高圧ガスについては、高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号）及び労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）に基づくボイラー及び圧力容器安全規則（昭和47年労働省令第33号）により規制を受けるが、電気事業法（昭和39年法律170号）に規定する電気工作物内の高圧ガスについて、高圧ガス保安法においては、同法第3条第1項第6号及び同施行令の規定により、電気工作物のうち「発電、変電又は送電のために設置する電気工作物並びに電気の使用のために設置する変圧器、リアクトル、開閉器及び自動しゃ断器であつて、ガスを圧縮、液化その他の方法で処理するもの」は適用除外され、ボイラー及び圧力容器安全規則においては、同規則第125条第1号に基づく電気事業法の適用を受けるボイラー及び圧力容器は、同規則の認可、検査及び報告を要しないこととされている。 なお、解釈の内容については、電気設備の技術基準の解釈（平成9年5月31日制定）第49条第2項の規定（第2号ニの規定を除く。）を準用しており、詳細については、そちらを参照されたい。
省令第7条 【風車を支持する工作物】	風車を支持する工作物は、自重、積載荷重、積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃に対して構造上安全でなければならない。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、風車を支持する工作物に取扱者以外の者が容易に登ることができないように適切な措置を講じること。
解釈第7条 【風車を支持する工作物の構造耐力】	省令第7条第1項に規定する「自重、積載荷重、積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃」とは、風車を支持する工作物に作用する自重、積載荷重、積雪及び風圧による荷重の他、風車の運転による振動並びに当該設置場所において通常想定される地震その他自然の要因により風車を支持する工作物に作用する振動及び衝撃をいう。
解釈第8条 【風車を支持する工作物の構造耐力】	高さが15mを超える風車を支持する工作物は、建築基準法第88条で準用される各規定に適合していること。
解釈第9条 【風車を支持する工作物の施設制限】	風車を支持する工作物は、支線を用いてその強度を分担させないこと。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は適用しない。

(逐条解説) 【風車を支持する工作物（構造耐力・施設制限）】	① 省令第 7 条並びに解釈第 7 条及び第 8 条は、風車を支持する工作物の構造耐力を規定したものである。解釈第 7 条では、風車を支持する工作物に作用する自重、積載荷重、積雪及び風圧による荷重の他、風車の運転による振動並びに当該設置震その他自然の要因により風車を支持する工作物に作用する振動及び衝撃に対して、構造上安全であることを規定したものであり、風車を支持する工作物は重量が大きいブレードやナセルが上部に積載されることや風車の回転による共振等を考慮する必要があることを規定したものである。解釈第 8 条では、風車を支持する工作物が高さ 15m を超える鉄筋コンクリート造りの柱、鉄柱、木柱等である場合、建築基準法の適用を受けるので、建築基準法第 88 条で準用される各規定に適合していることを規定したものである。 ② 省令第 7 条及び解釈第 9 条は、風車を支持する工作物の施設制限に関する規定であり、支持物それ自体で十分な強度を有するように設計すべきことを規定したものである。なお、風車の種類によっては、支線を用いる場合も想定されるが、解釈は省令を満たす一例であるので、解釈に拠らなくても、省令に適合していれば問題ないが、その場合には、省令に適合していることを証明する技術的根拠を有している必要がある。
省令第 8 条 【公害等の防止】	電気設備に関する技術基準を定める省令（平成 9 年通商産業省令第 52 号）第 19 条第 8 項及び第 10 項の規定は、風力発電所に設置する発電用風力設備について準用する。 2 発電用風力設備が一般用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「第 19 条第 8 項及び第 10 項」とあるのは「第 19 条第 10 項」と、「風力発電所に設置する発電用風力設備」とあるのは「発電用風力設備」と読み替えて適用するものとする。
(逐条解説) 【公害等の防止】	風力設備の設置による騒音及び急傾斜地の崩壊の防止について、電気設備に関する技術基準を定める省令を準用して規定したものである。

3.2 まとめ

発電用風力設備に関する技術基準におけるマイクロ風力発電システム及び小形風車の適用は、取扱者以外が容易に風力発電設備に接近する事を防止し、強風時の風圧などに耐えうる構造であるなどが要求されている。

しかし、風力発電設備への接近防止対策について、具体的な内容が明確化されていないことから、マイクロ風力発電システム及び小形風車を実際に一般家庭などに設置する場合には、別途、検討が必要であることが判明した。

4 建築基準法（昭和25年、法律201号、平成12年改訂）

第20条、第33条 建築基準法は、建築基準法（法律）、建築基準法施行令（政令）、建築基準法施行規則（省令）、国土交通省（建設省）告示で構成され、建築基準法は国会、政令は内閣、省令や告示は各省の大臣がそれぞれ制定することになっている。

建築基準法に違反した建築物等に対しては、建築基準法第 9 条と第 9 条の 2 により特定行政庁等から施工停止命令、是正命令、危害防止命令等が出される場合がある。また、これらの命令に従わなかった場合などには、建築基準法第 98 条から 100 条に定める罰則が建築主、工事施工者、設計者、管理者、占有者等に対して課せられること

もあり得る。

高さ 15m 以上の工作物の建設に当たっては、自重、積載荷重、積雪、地震等に対して安全な構造であることや、建築確認の申請書を提出し建築主事の確認を受けることが定められている。また、高さ20m を超える工作物には避雷設備を設けることも定められている。

建築確認申請の確認は建築主事が行うことから事前の協議が必要となる。申請書の内容は、上記「工事計画届出書」の強度計算書や基礎計算書と同じような内容となる。

4.1 根拠条文

(構造耐力)

第 20 条 建築物は、自重、積載荷重、積雪、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次に定める基準に適合するものでなければならない。

1. 建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。
2. 次に掲げる建築物にあつては、前号に定めるもののほか、政令で定める基準にしたがった構造計算によって確かめられる安全性を有すること。

イ 第6 条第1 項第2 号又は第3 号に掲げる建築物

ロ イに掲げるもののほか、高さが 13 メートル又は軒の高さが 9 メートルを超える建築物で、その主要構造部（床、屋根及び階段を除く。）を石造、れんが造、コンクリートブロック造、無筋コンクリート造その他これらに類する構造としたもの

4.2 技術的基準（建築基準法施行令）

風圧力は速度圧に風力係数を乗じて計算しなければならない。

(第87 条) 風圧力を W (N/m^2)、風力係数を C_f 、速度圧を q (N/m^2) とすると、

$$W = C_f \times q = C_f \times 0.6 \times E \times V_0^2 \dots\dots\dots ()$$

※ C_f 、 E 、 V_0 は告示平成12 年1454 号で規定

E (粗度と建築物高さで決まる値 ここでは高さ40m 以上の風車の場合)

$$E = E_r \times 2 \times G_f \dots\dots\dots ()$$

E_r : 平均風速の高さ方向の分布を表す係数

G_f : ガスト影響係数

$$E_r = 1.7 (H/Z_G) \times \alpha \dots\dots\dots ()$$

(H が40m以上の場合)

H : 建築物の高さ (と軒の高さとの平均)

建築基準法における粗度区分を付表5に示す。

付表5 建築基準法における粗度区分

地表面粗度区分		Z b	Z G	α
I	都市計画区域外にあつて、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域	5	250	0.10

II	都市計画区域外にあって地表面粗度区分Ⅰの区域以外の区域(建築物の高さが13m以下の場合を除く。)又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分Ⅳの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線(対岸までの距離が1,500m以上のものに限る。以下同じ。)までの距離が500m以内の地域(ただし、建築物の高さが13m以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200mを超え、かつ、建築物の高さが31m以下である場合を除く。)	5	350	0.15
III	地表面粗度区分Ⅰ、Ⅱ又はⅣ以外の区域	5	450	0.20
IV	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域	10	550	0.27

G_f : ガスト影響係数 (H が40m 以上の場合)

地表面粗度区分	G_f
I	1.8
II	2.0
III	2.1
IV	2.3

・ V_0 基準風速

告示で示された 30～46m/s の 2m/s 刻みの値。ベースは 30m/s で風が比較的強い地域に大きな値を割り当てる。割り当ては郡・市町村単位。ひらけた平坦地における 10 分間平均風速の 50 年再現期待値に概ね対応している（「平成 12 年 6 月 1 日施行 改正建築基準法・施行令等の解説」講習会における質問と回答）。

・ C_f 風力係数（煙突その他の円筒形の構造物 H/B B:見付幅が8 以上）

$$C_f = 0.9k_z = 0.9 (Z/H)^{2\alpha} \dots\dots\dots (.)$$

Z : 当該部分の地盤面からの高さ

H、 α : E の算出に使った値

以上をまとめると、

$$W = 0.9 \times (Z/H)^{2\alpha} \times 0.6 \times (1.7 \times (H/Z G) \times \alpha) \times 2G_f \times V_0^2 \dots\dots\dots (.)$$

風車の場合の風圧力は、風車高さ、当該部分の高さ、地表面粗度区分 (Z G と α)、基準風速（設置地域）で決まる。

4.3 建築基準法の雷保護に関する条文

雷保護を明確に規定した法律は、建築基準法だけである。

(避雷設備)

第 33 条 高さ 20 メートルをこえる建築物には、有効な避雷設備を設けなければならない。ただし、周囲の状況によって安全上支障がない場合においては、この限りでない。

4.4 建築基準法施行令の雷保護に関する条文

建築基準法施行令には、以下の規定がある。ここで、「国土交通大臣が定めた構造方法」とは、JIS A 4201-2003（建築物等の雷保護）に適合する避雷設備である。

第2 節 避雷設備

（設置）

第 129 条の 14 法第 33 条 の規定による避雷設備は、建築物の高さ 20 メートルをこえる部分を雷撃から保護するように設けなければならない。

（構造）

第 129 条の 15 前条の避雷設備の構造は、次に掲げる基準に適合するものとしなければならない。

一 雷撃によって生ずる電流を建築物に被害を及ぼすことなく安全に地中に流すことができるものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものであること。

二 避雷設備の雨水等により腐食のおそれのある部分にあつては、腐食しにくい材料を用いるか、又は有効な腐食防止のための措置を講じたものであること。

4.5 建築基準法で規定される発電用風力設備

電気事業法発電用風力設備に関する技術基準の解釈第8 条において、“高さが15 m を超える風車を支持する工作物は、建築基準法第 88 条で準用される各規定に適合していること”としている。

建築基準法では、工作物のうち一定の用途又は規模を超えるものは建築物と同様に安全性を確保すべきという観点から、建築基準法第 88 条において建築物に関する諸規定を工作物へ準用すると定めている。つまり、発電用風力設備に関する技術基準の解釈第 8 条は、風車を支持する工作物（タワー及び基礎）は建築基準法で規定する工作物に該当するものとして、建築基準法第 88 条に適合する、すなわち建築物に関する諸規定を準用して取り扱う必要がある、という意味である。なお、風車本体（ブレード、ナセル、発電機等）は、電気工作物に該当するものとして、電気事業法発電用風力設備の技術基準に適合する。

一方、建築基準法施行令第 138 条において、建築基準法第 88 条に従って諸規定を準用する必要がある工作物が指定されており、同第 1 項第2 号では、“高さが15 m を超える鉄筋コンクリート造の柱、鉄柱、木柱その他これらに類するもの（旗ざお並びに架空電線路用並びに電気事業法第 2 条第 1 項第 10 号に規定する電気事業者及び同項第 12 号に規定する卸供給事業者の保安通信設備用のものを除く。）”が挙げられている。詳解建築基準法改訂版 2)によると、送電用鉄塔や無電鉄柱等がこの（ ）内の除外規定に該当するとしており、風車を支持するタワーは、この（ ）内の除外規定にある架空電線路用や保安通信設備用の柱には該当しないことから、建築基準法で規定された工作物とみなされることになる。なお、風車は回転する機構を有するが遊戯施設ではないので、同条第2 項の規定は適用されない。

以上のように、高さ15 m を超える風力発電用風車の支持部であるタワーは建築基準法で建築物の諸規定を準用すると規定された工作物（準用工作物）とみなされ、建築基準法の構造安全基準を満足する必要がある。なお、準用される規定には建築基準法施行令第 39 条（屋根ふき材等の緊結）が含まれており、この規定によって、タワー上に設置される発電装置は「風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によって脱落しないように」取り付け部を設計する必要がある。

なお、詳解建築基準法改訂版によると、建築基準法第 88 条においては、“「建築物」とあるのは「工作物」と、「建築設備」とあるのは「工作物の設備」と読み替えるもの”としており、“法第 6 条の準用に関するかつ書き後段

の趣旨は、（略）、都市計画区域の内外及び工事種別において区別したものではなく、（略）、これらを設置し、又は築造しようとする場合には、確認を要する”、とある。ここまでに示したように風車を支える支持部は建築基準法令の規定の適用を受ける準用工作物であるので、建築物と同様に建築確認が必要である。

建築確認申請の確認は建築主事が行うことから事前の協議が必要となる。申請書の内容は、上記「工事計画届出書」の強度計算書や基礎計算書と同じような内容となる。

なお、高さ 60 m を超える風力発電設備支持物の構造計算は平成 12 年建設省告示第 1461号に掲げる基準によることとし、国土交通大臣の認定を受ける必要がある。

4.6 まとめ

建築基準法におけるマイクロ風力発電システム及び小形風車の適用は、高さ15m を超える風力発電用風車の支持部であるタワーが建築物の諸規定を準用した場合に工作物（準用工作物）とみなされ、適用を受ける。

また、高さ 20m を超える工作物には避雷設備を設ける必要性があることも併せて明らかになった。

5 騒音規制法（昭和43年、法律98号）：第6条

関係条文の概要は、付表6のとおりである。

付表6 騒音規制法関係条文

項目	内容
遵守内容（抜粋）	都道府県知事が定めた騒音規制地域（住居が集合している地域、病院又は学校周辺及び住民の生活環境を保全するために騒音規制が必要と認める地域）において、時間及び区域の区分毎に必要な程度の騒音規制基準が、定められる。 騒音規制地域内の工場又は事業場に特定施設（著しい騒音を発生する施設であり、政令で定められたもの）を設置する場合及び特定建設作業（著しい騒音を発生する作業であり、政令によって定められたもの）を施工する場合、届出が必要となる。
届出、許認可	特定施設設置工事の開始の日の 30 日前まで、また、特定建設作業の開始の日の 7 日前までに、都道府県知事に届出を行う。
適用	風力発電所建設地が騒音規制地域に指定されている場合、届出が必要となる。

6 振動規制法（昭和51年、法律64号）：第3条、第4条、第6条、第14条

関係条文の概要は、付表7のとおりである。

付表7 振動規制法関係条文

項目	内容
遵守内容（抜粋）	都道府県知事が定めた振動規制地域（住居が集合している地域、病院又は学校周辺及び住民の生活環境を保全するために振動規制が必要と認める地域）において、時間及び区域の区分毎に必要な程度の振動規制基準が、定められる。 振動規制地域内の工場又は事業場に特定施設（著しい振動を発生する施設であり、政令で定められたもの）を設置する場合及び特定建設作業（著しい振動を発生する作業であり、政令によって定められたもの）を施工する場合、届出が必要となる。
届出、許認可	特定施設設置工事の開始の日の 30 日前まで、また、特定建設作業の開始の日の 7 日前までに、都道府県知事に届出を行う。
適用	風力発電所建設地が振動規制地域に指定されている場合、届出が必要となる。

著作権法により、無断での複製、転載等は禁止されております。

2012年(平成24年)7月1日 発行（第1版）
TEL:(03)3832-0811 FAX:(050)3113-0025
発行所、連絡先

〒110-0015 東京都台東区東上野3-12-5 高野ビル3F
URL:http:// <http://www.jswta.jp/> E-mail:office@jswta.jp
日本小形風力発電協会