

(1) 眺望保全のための措置の立案

「第2段階：概略事業計画の立案」で抽出した保全対象展望地からの眺望に対して、風力発電施設の設置による支障をできる限り小さいものとするために必要な措置を立案する。

保全措置は大きくは次の3つの観点から立案するが、第2段階の「(3) 視認可能性のある展望地の眺望特性の把握」で把握した各展望地の眺望特性に応じて設定することが必要である。

また、措置は以下に例示するような既往の知見や事例を参考に、眺望特性に応じた適切なものを選択し、科学的かつ具体的に立案することが必要である。

保全措置の立案の観点

- ① 規 模
 - ・絶対的な規模をできる限り小さくする。
 - ・スカイラインやその他眺望構成要素に対して過大でない規模とする。
- ② 配 置
 - ・地形、植生等の地物を活かし、風力発電施設が遮蔽される位置に配置する。
 - ・風力発電施設が複数設置される場合は、視認される範囲が小さくなるように配置する、また立地等の状況に応じて雑然とした印象を与えないように整然と配置するなど検討を行う。
- ③ 色 彩
 - ・風車の背景や眺望の基調をなす色彩に調和した色彩を採用する。
 - ・機械室等の建築物が比較的近距離で視認される場合は、色彩だけでなく素材（自然素材の採用等）にも留意する。

① 規 模

ア) 風力発電施設の規模を最小化する

構造物の出現による眺望への支障を回避・低減するための措置としては、構造物の見えの大きさ、つまり垂直見込角の最小化を第一に考えることが必要である。

垂直見込角を最小化する方法としては、風力発電施設の高さを小さくする方法と、施設の設置位置を展望地から遠ざける方法の二通りが考えられる。ただし後者の方法は、詳細事業計画を立案する段階において垂直見込角を大幅に小さくできるほど風力発電施設の設置位置を変更できる可能性は低いことから、第1段階の事業地の選定において検討する必要がある。したがって、前者の方法によって垂直見込角の最小化を図る。

垂直見込角に応じた構造物の視認特性は、[技術解説12]で解説したとおりであるが、垂直見込角が2°未満であっても立地、背景、光線の状況等によっては景観的に気になる水準で視認される可能性がある。最小化を図る際の具体的な目標値は、こうした知見に基づく数値、周辺の既存人工物の垂直見込角の状況等を参考に設定すると良い。

<補足>

- ・風車の規模と基数の関係について

規模（高さ）を抑えたために生じる発電量低下は、設置基数を増やすことで補うことも考えられるが、「大規模小数設置」と「小規模多数設置」を比較検証し、より眺望への支障が少ない事業計画案を採用することが必要である。

イ) スカイラインの切断、山腹への介在を回避・最小化できる規模とする

風力発電施設によるスカイラインの切断は眺望に対して重大な支障を与えやすいことは【技術解説6】で解説したとおりであるが、眺望対象や眺望構成要素と関係性が低いスカイラインであれば切断が容認される場合がある。ただし、この場合も【技術解説14】で解説するように風力発電施設がスカイラインから突出する割合（スケール比）を最小化できるよう、規模を検討することが必要である。

また、スカイラインを切断しない場合であっても、背景となる山稜の高さ（比高）に対する割合（シルエット比）が過大なものとならないような規模とすることが必要である。

② 配置

ア) スカイラインの切断、山腹への介在を回避・最小化できる配置とする

眺望の背景となるスカイラインや山腹への配慮の重要性は前項で解説したとおりであるが、「規模」だけでなく風力発電施設の「配置」（事業地内での設置位置の調整）によっても眺望への支障の程度を低減することが可能な場合がある。

具体的措置としては、設置位置の調整によるスカイラインの切断の回避、又はスケール比やシルエット比を小さくすることが考えられる。

【技術解説14】「スケール比・シルエット比」と規模・配置による風力発電施設の見え方の違い

- ここでいうスケール比とは、「構造物等の高さ／視点からの眺望の背景となる山稜の高さ」を表す概念であり、スケール比が大きい（＝構造物の高さが高い）ほど景観に与える影響は大きいものとなる。
- 送電鉄塔に関する研究例では、鉄塔の高さ／背景となる山の高さが $1/2$ を越えると景観に混乱が生じ始めるとされる*1。
- また、法面に関する事例としては、法高／背景の高さが $0.2\sim 0.3$ を越えると「切り土面が背景に対して大きい」という評価が得られはじめ、法面底辺の高さ／背景の高さ $=0.35\sim 0.45$ を越えると不安定感が増すとされる*2。
- また、構造物がスカイラインを切断している場合では、突出量が大きいほど景観に与える影響は大きくなり、送電鉄塔の例では、シルエット比（鉄塔のスカイラインからの突出量／鉄塔の高さ）が $1/2$ 以上の場合に景観に大きな混乱が生じるとされる*3。

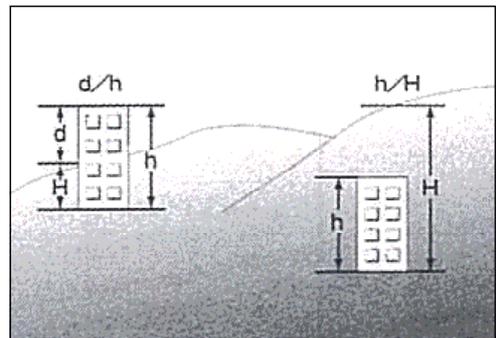


図14 スケール比(右)とシルエット比(左)の概念*3

<資料・画像出典>

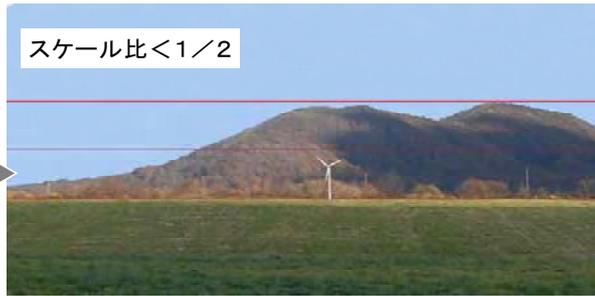
*1: 「自然風景地における垂直構造物の視覚的影響」(1982 熊谷洋一, 若谷佳史 造園雑誌45(4))

*2: 「道路の切土法面の景観評価に関する研究」(1980 山田順一, 窪田洋一, 小柳武和, 中村良夫 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部)

*3: 「自然環境アセスメント技術マニュアル」(1995 自然環境アセスメント研究会 (財) 自然環境研究センター)



スケール比 $> 1/2$



スケール比 $< 1/2$

■スケール比 … 風車の高さ／背景となる山の高さ $> 1/2$ になると景観に混乱が生じ始めるとされる



シルエット比 $> 1/2$



シルエット比 $< 1/2$

■シルエット比 … 風車のスカイラインからの突出量／風車の高さ $> 1/2$ になると景観に大きな混乱が生じるとされる
写真9 スカイラインに対するシルエット比とスケール比に関するシミュレーション



スカイライン切断：有



スカイライン切断：無

■設置位置を低くする



スカイライン切断：有



スカイライン切断：無

■設置位置を視点から遠ざける(遠近法を利用して小さく見せる)



スカイライン切断：有



スカイライン切断：無

■視点から見て、背景により高い山稜が来る位置に設置する

写真10 配置の工夫によるスカイライン切断の回避の考え方

注：本頁に掲載した図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

イ) 地形を活かして見えの大きさを最小化できる配置とする

設置される構造物をできる限り見えない（隠された）状態にすることも構造物の設置による眺望への支障を回避・低減するための基本的な措置のひとつである。

展望地と風力発電施設との間に起伏ある地形や既存の樹林、建築物等が存在する場合には、これらを活かして風力発電施設を遮蔽する措置を講じることで、見えの大きさを小さくすることが考えられる。



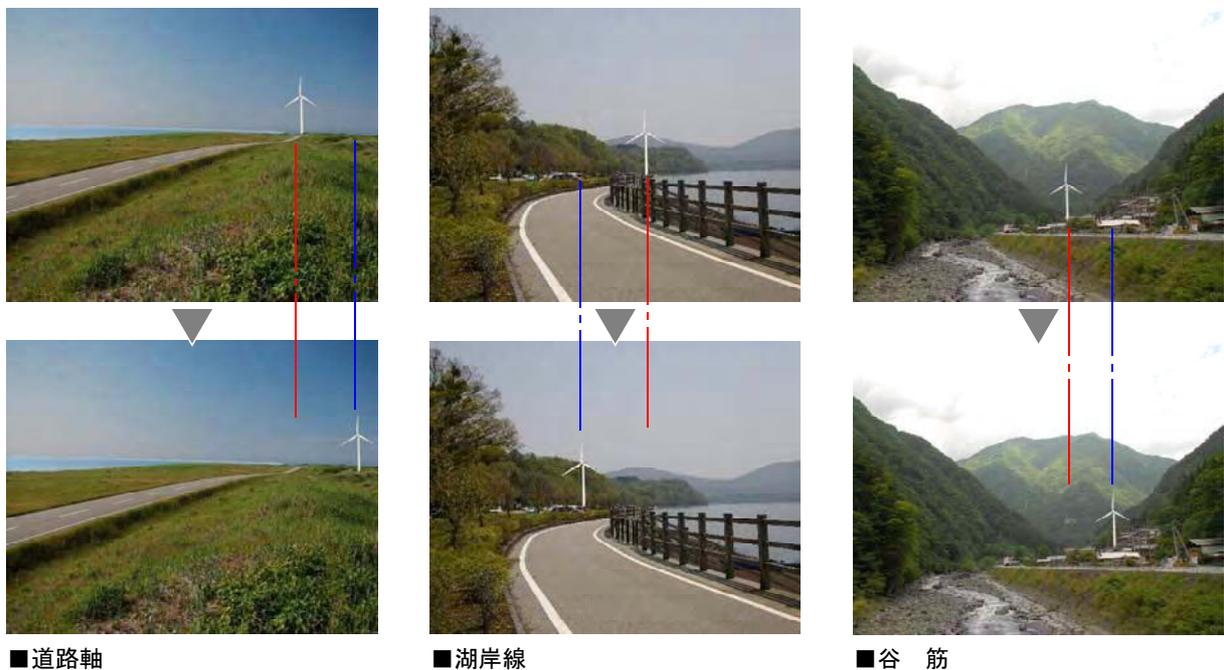
写真11 地形を活かした風力発電施設の遮蔽による効果のシミュレーション

注：本図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

ウ) 眺望の視軸となる要素への介在を避けた配置とする

河川、谷、海岸、道路等の眺望を構成する直線的な要素は、視軸となりやすい（視線が集まりやすい）。このため、視軸上に構造物が出現した場合、眺望への支障がより大きくなるといえる。

したがって、風力発電施設を視軸の延長線上にあたる位置からできるだけ外れた位置に配置することが眺望への支障を小さくするための有効な措置となる。



■道路軸

■湖岸線

■谷筋

写真12 視軸上を避けた風力発電施設の配置による効果のシミュレーション

注：本図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

エ) 眺望の支配線に沿った配置とする

設置される構造物を自然景観と調和させるためには、構造物の配置を谷尾根や土地利用境界、道路・海岸・河川等によってもたらされる景観の支配線（エッジ）となる要素にあわせる措置が効果的である。この措置は、特に複数の風車、付帯する送電鉄塔が設置される場合に高い効果が期待できる。



■ 植生界のもたらす境界線に沿わせることで調和を図った例



■ 谷筋、道路に沿わせることで調和を図った例

図15 眺望の支配線に沿った配置のイメージ(送電線の例)

出典：「新体系土木工学 59 土木景観計画」(1982 篠原修 技報堂出版)、一部改



写真13 眺望の支配線(植生界)に沿った風力発電施設の配置による効果のシミュレーション

注：本頁に掲載した図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

オ) 配置に法則性を持たせる

複数の構造物が設置される場合は、構造物の配置の仕方によっても見え方の印象は大きく異なってくる。

複数の風車や付帯する送電鉄塔を設置する場合は、構造物の配置に法則性を持たせる（等間隔にする、直線上に配置する、配列を地形に沿わせる等）等の措置により、煩雑な印象を低減することが可能となる。

<補足>

- ・配置の法則性検討にあたっての留意事項について

段階的な拡充整備が想定される事業の場合、可能な限り将来的な増設計画（構想）もあわせて確認し、相互に連続性や法則性を持たせることができるよう、配慮することが望ましい。



■複数の風車を等間隔に配置した例



■道路と平行に等間隔に配置した例

写真14 風力発電施設の配置に法則性を持たせることによる効果のシミュレーション

注：本頁に掲載した図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

③ 色彩

色彩や素材の持つ質感（テクスチャ）の配慮は、構造物が近～中景（概ね2km以内）で視認される場合の景観調和手法として特に有効である（[技術解説15] 参照）。

自然景観との調和を考えた場合、[技術解説16] のとおり明度、彩度の低い色を採用することが基本となる。自然景観に対しては、一般に茶系統がなじみやすいとされるが、それはもっぱら背景が樹林等の場合であり、背景が空、水面等の場合は、むしろ灰色等の無彩色がなじみやすい点に注意が必要である。特に風車や付帯する送電鉄塔は、多くの場合において背景が空となることから、茶系統よりむしろ明灰色を基本とした方が良いともいえる。

また、自然景観において強い反射光を持つ要素は、水面や雪面程度とごく少ないものであることから、色彩だけでなく、光沢を抑える（つや消し塗装にする）ことも効果的な措置といえる。

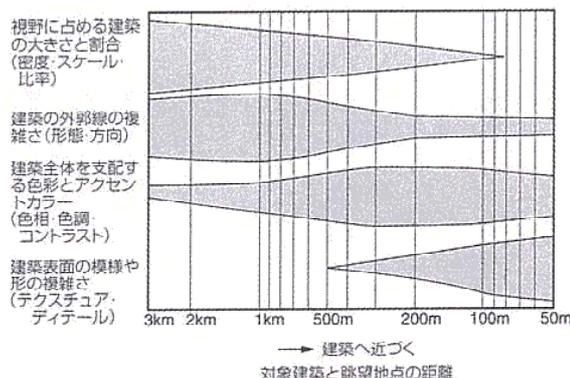
<補足>

- ・風力発電施設の色彩と航空法の対応について

風車や送電鉄塔の支柱は、航空法の規制により、国土交通省から“赤白塗装”を指導されるケースがあるが、景観調和の観点からは極力航空障害灯で代替するよう、調整を図ることが望まれる。

[技術解説15] 視距離に応じたものの見え方を規定する要因の変化

- ・右図は、視距離に応じた建築物の認知を規定する要素（テクスチャ、色彩、形態等）の変化を示したものである。
- ・これによれば、建築物表面のディテールが視覚的に影響するのは視距離500m程度、色彩の違いが認識されるのは2km程度までとされており、2kmを超えると外観形状や見えの大きさが見え方を決定づける要因となる。
- ・つまり対象までの視距離が近く、特に風力発電施設の視認規模が大きい場合には、色彩やその他微細なデザインによる景観調和措置が極めて重要になるといえる。



(注) 図は相対的な量関係を概念的に捉えるために作成したもので絶対的な実験値を示すものではない

図16 視距離に応じた認知を規定する要因の変化

資料・画像出典：「風景と建築の調和技術」（1979 進士五十八・麻生恵 国立公園356/359号）

[技術解説16] 自然景観と調和しやすい色彩

- ・色彩は、色相（色味）、明度（明るさ）、彩度（鮮やかさ）等で規定される。色相、明度、彩度等を数値化し、体系的に整理・表示したものとしては、「マンセル表色系」（[技術解説17] 参照）が著名である。
- ・色彩は視野内に存在する複数色の相互関係によって、調和・不調和が生じることとなる。景観の分野における色彩の調和に関する研究は、様々な分野で取り組まれており、主に右記のような知見が得られている。
- ・なお、景観の基調をなす色彩は、季節によって変化するものであり、特に積雪地では大きく変化するものであることに注意が必要である。

○無雪期の自然風景地において特に視認性が高いのが「白色」、特に低いのが「茶色」。^{*1}

○（自然景観との調和を考えた場合）濃黄緑、灰、灰／暗茶、明茶／灰赤が好ましい。暗茶、暗灰緑等の地味な色はあまり好まれないがカモフラージュの観点からは有望である。鮮赤、青、オレンジ等の派手な色は好まれない。複数の色の組み合わせでは、対比色より同系色の方が好まれる。^{*2}

○自然風景地で調和しやすい明度／彩度は3.5～5.5／3.0～6.0（無雪季）、4.0～6.0／3.0～6.0（積雪期）である。^{*3}



図17 自然景観と調和しやすい色彩の例*4

<資料・画像出典>

*1:「東京農業大学卒業論文集」(1974 近藤文子)

*2:「自然景観地内建築物色彩イメージについての実験的研究」(1981 麻生恵,永嶋正信,進士五十八,西川生哉,児玉晃 日本造園学会春季大会発表会要旨)

*3:「風景と建築の調和技術」(1979 進士五十八・麻生恵 国立公園356/359号)

*4:「青森県景観色彩ガイドライン」(2000 青森県)

[技術解説17] マンセル表色系

- マンセル表色系は、色を「色相／明度／彩度」で数値化し、体系的に整理したもので、色を表現する値として一般に使われる（例えば、マンセル値10YR8.5/0.5とは、色相が10YR、明度が8.5、彩度が0.5であることを示す）。
- 「色相」とは色味を示し、R（赤）YR（黄赤）Y（黄）GY（黄緑）G（緑）BG（青緑）B（青）PB（青紫）P（紫）RP（赤紫）の10色相の頭文字と、その変化を表す0から10までの数字の組み合わせで表示する。
- 「明度」は、色の明るさを0から10の値で示したもので、数値が10に近いほど明るい色であることを示す。
- 「彩度」は、色の鮮やかさを示し、無彩色を彩度0として、数値が増えるほど鮮やかな色であることを示す。

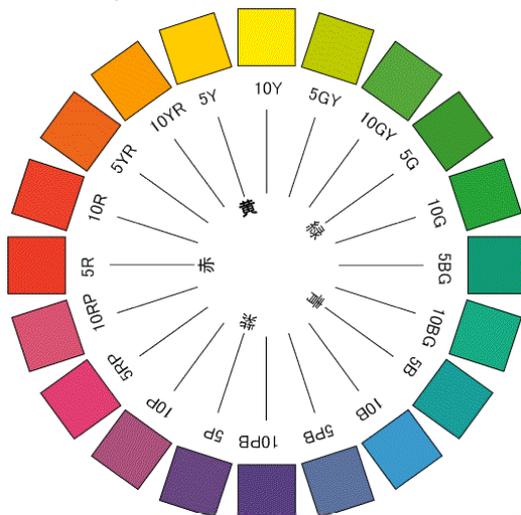
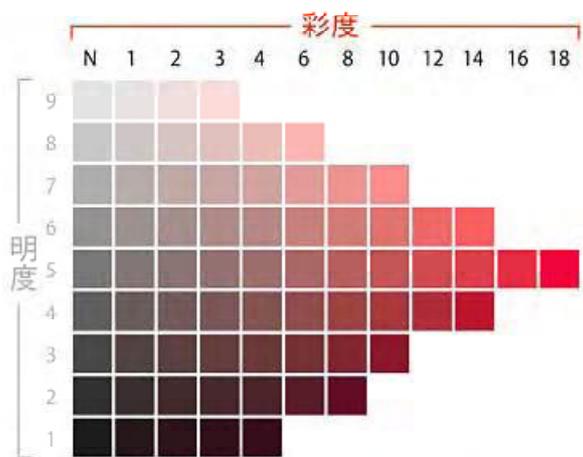


図18 マンセル表色系の色相環



マンセル表色系・等色相カラーチャート（色相：5R）

図19 「明度」と「彩度」の関係



【白】最も一般的に採用されている色彩。清潔感を与えるが、コントラストが強く目立ちやすい。



【青】背景が青空であっても調和しない。自然景観と調和しにくい色彩。



【暗灰】背景が山稜や樹林の場合に調和性が高く、空の場合にもまずまず。オールラウンド的。



【明灰】背景が空の場合、調和性が高い。背景が山稜の場合でも「白」より調和性が高い。



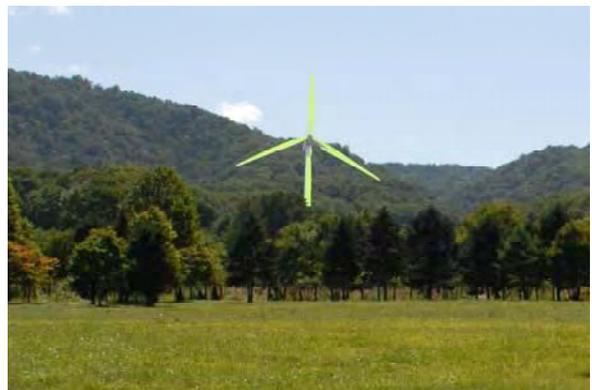
【暗茶】背景が山稜の場合に調和性が高いが、空との調和も考慮すると、灰色系統の調和性が高い。



【明茶】総合的に見て濃茶の方が調和性が高い。



【暗緑】明度、彩度を落とした緑は、樹林景観とは調和する。



【薄緑】緑でも明度、彩度を上げると不自然で浮き立ったような印象を与える。

写真15 色彩の違いによる風力発電施設の調和効果のシミュレーション

(2) 眺望変化予測の実施

(1) で立案した措置を講じた上で生じる、風力発電施設の設置による眺望変化の内容や程度を保全対象展望地ごとに予測する。

予測はフォトモンタージュ等の視覚的資料（〔技術解説18〕参照）を用いて行うことが基本となる。

<補足>

- ・フォトモンタージュの作成にあたっての留意点

フォトモンタージュは、季節や天候に応じて変化する眺望のある一瞬を撮影した写真を用い、出現する風力発電施設を二次元情報で描写したものであるため、実際の印象と異なるものとなっている可能性もある。

このため、確認にあたっては、必ず事業計画が適切かつ正確に表現されたものであるか机上で確認するのはもちろんのこと、実際の眺めとフォトモンタージュを現場で見比べることで、その正確性や再現性を確認することが望ましい（〔技術解説19〕参照）。

[技術解説18] フォトモンタージュの作成方法について

- ・フォトモンタージュは、景観変化の程度を視覚的に示す情報として環境アセスメントにおける景観分野では一般的に用いられており、特に近年のコンピュータグラフィックスや写真合成技術の進歩に伴い、以前と比べて相当低コスト・低技術で作成が可能となった。
- ・しかしながら、合成に用いる写真の内容（撮影地点、画角、アングル、撮影季節等）や、合成する構造物の描画内容（コントラストや色合い等）、合成の正確さ等によって、大きく印象が異なるものになってしまうといった問題がある。
- ・このような問題点をふまえ、事業者がフォトモンタージュの提出を求める際には、通常の範囲内で「最悪条件」（風力発電施設の見えやすさ、目立ちやすさが最大となる状態）を想定したモンタージュが作成されるよう次のような点に留意する。

<使用する写真>

○最近1年以内の晴天時に撮影したもの

…言うまでもなく可能な限り最近の、かつ視程がよい天候時の写真を用いることが必要である。特に風力発電施設の背景が空となるケースでは、背景が快晴状態か曇天状態かで見え方の印象は大きく異なるため、最悪条件を考慮し、風力発電施設と背景とのコントラストが強く出る晴天時の写真を用いることが必要である。



注：本図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

■晴天の場合(くっきりと見える)



■曇天の場合(背景の空と同化し、見えにくい)

写真16 写真の天候の違いによる見え方の変化

○落葉時を含め、可能な限り四季を通して撮影したもの

…事業計画地周辺の樹林が落葉樹の場合、展葉期・落葉期で風力発電施設の見えの程度が大きく変わる場合があるため、最悪条件を考慮し、落葉期の写真を用いることが必須である。また、季節によって基調をなす色彩が大きく変化することから、モンタージュは四季を通じて撮影した写真で複数点作成することが望ましい。特に積雪地で、積雪期も利用がある場合は、積雪期の状態でのモンタージュ作成も行うことが望ましい。



■展葉期(葉によってほとんど見えない)



■落葉期(足下含めて風車全体が見える)

写真17 季節(展葉・落葉)の違いによる見え方の変化



■春 季



■夏 季



■秋 季



■冬 季

写真18 四季を通じた基調となる色彩の変化に応じた風車の見え方の変化

○水平状態で撮影した水平画角60°程度で撮影したもの

…実際の見た目に近いモンタージュとするためには、人間の通常の視野角（[技術解説-02] 参照）に近い写真を用いることが必要である。また、作成されたフォトモンタージュに描画された工作物等の見込角を計測するためには、写真の撮影画角が何度であるかを知る必要があることから、事業者がモンタージュを提出する際には、必ず使用した写真の画角を明記することが必要である。なお、展望地の視野が広範囲に開けている場合は、あわせて眺望範囲全体を撮影した写真を用いたモンタージュも作成するとよい。



写真19 画角の違いによる見えの違い

注：本頁に掲載した図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

○視点付近の障害物がない状態で撮影したもの

…写真に既存の人工物がどの程度写り込んでいるかで、フォトモンタージュの印象は大きく変化する場合があります。このため、視点付近の人工物・障害物（例：展望施設、東屋、電柱、電線、標識類、自動車等）の写り込みを極力避けた写真を用いる。



■視点付近の標識の写り込みを避けた場合



■写り込んだ場合（現況の自然性が低下して見える）

写真20 四季を通じた基調となる色彩の変化に応じた風車の見え方の変化

<合成する風力発電施設>

○風車だけでなく、一連の事業で設置されるすべての工作物、地形や植生の改変地ももれなく描画されたものである必要がある。

○また、風力発電施設のように塔状で面的規模の小さい工作物の場合、合成する工作物の色合いや光の当たり具合等を僅かに変化させただけでモンタージュ上の見え方は大きく変化する。

○さらに風力発電施設はブレードが回転するという特殊な工作物であり、静止状態と回転状態で実物の見えの印象は大きく変化するが、モンタージュでは静止状態しか表現できない。

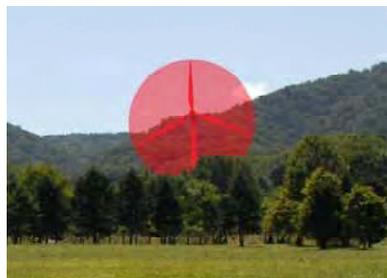
○このため、構造物本体に加え、ブレード先端の軌跡の内側を目立ちやすい色彩で着色することで風車の「見えの大きさ」を的確に表現した確認用画像を作成することが望ましい。



■白



■目立ちやすく赤く着色



■ブレード軌跡内側を含めて赤く着色

※静止状態ではスカイラインをそれほど大きく越えていないように見えるが、軌跡(面)で捉えると実際にはブレードの上半分がスカイラインを上回る状態であることが明確に分かる。

写真21 通常のモンタージュと確認用画像との表現性の差異

注：本頁に掲載した図は、状況をわかりやすく解説するためのものであり、眺望への支障の有無を表したものではない。

[技術解説19] 作成したフォトモンタージュの確認方法について

・作成したフォトモンタージュが適切かつ正確なものであるかを確認するためのポイントとしては、主に以下が挙げられる。

・特に⑤、⑥は現場で確認しなければ判別しにくいことも多いため、留意が必要である。

- ① 適切な現況写真を用いているか？（風力発電施設が最も見えやすい時期・天候・時刻、水平画角60°程度かつ画角が明らかにされている、視点付近の障害物の写り込みがない）
- ② 視認される可能性があるすべての工作物、木竹伐採域、地形改変域等が描画されているか？
- ③ 風力発電施設の出現位置は正確か？
- ④ 風力発電施設の規模（垂直見込角）は正確か？
- ⑤ 地形や植生等による見え隠れは正確に表現されているか？
- ⑥ 色彩等は実際に採用予定のものを的確に表現しているか？

(3) 眺望保全措置の妥当性確認

フォトモンタージュの作成を含む予測の結果をふまえ、講じることとした眺望保全ための措置が確実に効果を発揮し、風力発電施設の設置による各保全対象展望地からの眺望への支障が小さなものとなっていることを確認する。

⇒〈妥当と判断した場合〉「(4) 説明資料の作成」へ進む。

⇒〈妥当でないとして判断した場合〉詳細事業計画(案)を修正する。

<補足>

・妥当性確認の方法について

保全措置の妥当性確認は、「技術解説」で既述したような既往知見等で明らかにされている各種指標値等を用い、風力発電施設の視認の程度が眺望への支障があるとされる状態にないことを確認することによって行う。なお、ここで行う妥当性確認は、あくまで事業者が行う自己評価であり、最終的な評価は関係者等に対する説明、合意形成を経て行う必要がある。

(4) 説明資料の作成

眺望保全措置の妥当性確認結果を関係主体に提示するための説明資料として編集し、他の段階と同様、関係主体に提示し、内容について合意形成を図る。

なお、資料は、「許可基準等の適合状況を確認するために必要な情報」として自然公園法に規定される内容を念頭に置き、事業地選定から詳細計画立案までの検討、計画修正・複数案比較の経緯等も含めてまとめることが望ましい。

⇒関係主体との合意形成が図られた場合は、詳細事業計画を確定し、「許可申請」へ進む。

⇒合意が得られなかった場合は、事業を中止するか、詳細事業計画(案)の立案に戻ることを検討する。

<補足>

・「許可基準等の適合状況を確認するために必要な情報」の取扱い

「許可基準等の適合状況を確認するために必要な情報」は、自然公園法施行規則第10条第4項で下記のとおり規定されている。

■自然公園法施行規則第10条第4項

環境大臣又は都道府県知事は、第一項に規定する申請書の提出があった場合において、申請に係る行為が当該行為の場所又はその周辺の風致又は景観に著しい影響を及ぼすおそれの有無を確認する必要があると認めるときは、申請者に対し、前項各号(下記)に掲げる事項を記載した書類の提出を求めることができる。

- 一 当該行為の場所及びその周辺の植生、動物相その他の風致又は景観の状況並びに特質
- 二 当該行為により得られる自然的、社会経済的な効用
- 三 当該行為が風致又は景観に及ぼす影響の予測及び当該影響を軽減するための措置
- 四 当該行為の施行方法に代替する施行方法により当該行為の目的を達成し得る場合にあっては、当該行為の施行方法及び当該方法に代替する施行方法を風致又は景観の保護の観点から比較した結果