

風力発電の最新技術動向を環境影響評価に関するシンポジウム～環境
と調和した風力発電の普及のために～

風力発電施設の 景観に関する環境影響

東京農業大学 地域環境科学部 造園科学科
准教授 荒井 歩



Wind Farms and Landscape in the UK: Marc van Greieken
<http://windenergy.org.nz/documents/conference10/mvangriken.pdf>

www.telegraph.uk/earth/energy/windpower/78

本日の内容

1. 環境影響評価における
景観アセスメント
2. 景観とは
3. 景観評価と視知覚特性の関係
4. 景観把握モデル
5. 風力発電施設の景観的課題

1. 環境影響評価における景観アセスメント

- 環境影響評価において景観アセスメントはどのように位置付けられているのか。
- 何故、「景観評価は主観的」と勘違いされてしまうのか。

1.環境影響評価における景観アセスメント

□ 環境基本法(1993)制定

同法第14条第3号「人と自然との豊かな触れ合いが保たれること」を環境保全に係わる基本的施策策定指針として明記。

□ 閣議アセスメント(1984) 2項目

【①公害関連、②自然環境関連】

→環境影響評価(1997) 基本的事項4項目

※環境保全の対象である生活環境並びに自然環境に加えて、人と自然の豊かな触れ合いの確保が柱として位置づけられた。

1.環境影響評価における景観アセスメント

□ 景観評価とは、

曖昧で主観的なものなのか？

→ 景観評価は、論理的な解を得ることが可能である。

■ 景観は、総合的、複合的事象である。

→ 適切な評価軸(価値軸)の分解と物理指標の設定により、客観的・科学的分析が可能となる。

2. 景観とは

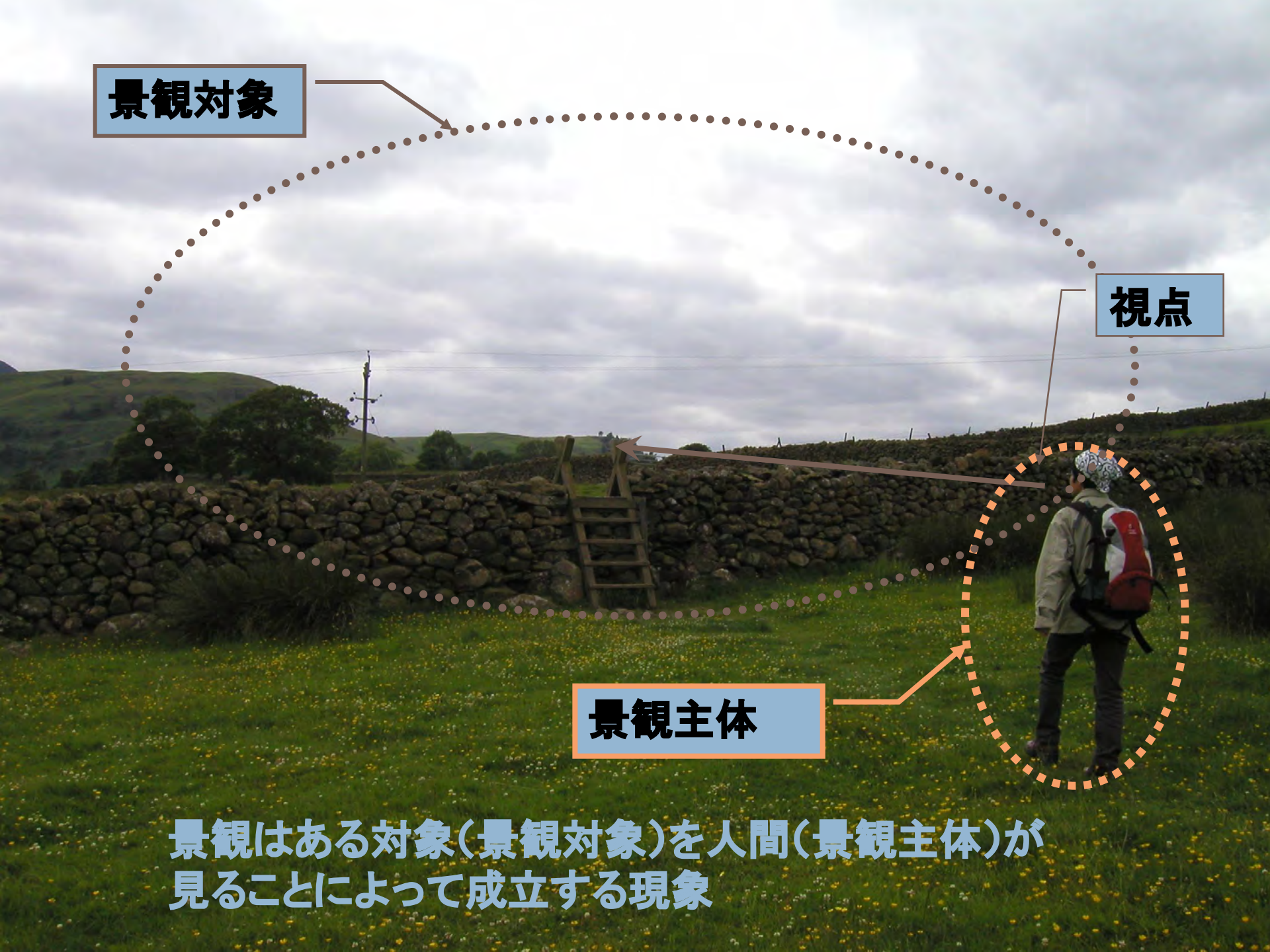
- 景観とは、どのように概念規定されるのか。
- 何故景観を重視する必要があるのか。

景観対象

視点

景観主体

景観はある対象(景観対象)を人間(景観主体)が見ることによって成立する現象



2. 景観とは 【景観の社会的位置付け】

景観法(平成16年6月18日法律第110号)

「この法律は、日本の都市、農山漁村等における**良好な景観の形成**を促進するため、景観計画の策定その他の施策を総合的に講ずることにより、美しく風格のある国土の形成、潤いのある豊かな生活環境の創造及び個性的で活力ある地域社会の実現を図り、もって国民生活の向上並びに国民経済及び地域社会の健全な発展に寄与することを目的とする」(第1条)。

※我が国初の景観形成を目的に掲げた法律。

国土交通、農林水産、環境、3省共管の分野横断的な景観形成を図るための枠組み。

2. 景観とは 【景観の社会的位置付け】

「文化財保護法」の一部改正に伴う関係省令及び告示の整備等(平成17年3月28日通知)

地域における人々の生活又は生業及び当該地域の風土により形成された景観地で我が国民の生活又は生業の理解のため欠くことのできないもの(以下「文化的景観」という) (法第2条)

ある一定範囲の土地において、当該地域の住民の日常生活や住民が生活のために持続的に業を行う中で、地域独特の気候、地質、地形、植物相等を利用して作り出してきた景観地。

2. 景観とは 【景観保全の意義】

景観10年



風景100年



風土1000年

3. 景観評価と視知覚特性の関係

■景観評価は視知覚特性との関係から客観的に説明することができる。共通した反応を得るために必要な評価軸と物的指標についての理解が必要となる。

3. 景観評価と視知覚特性の関係【視野特性】

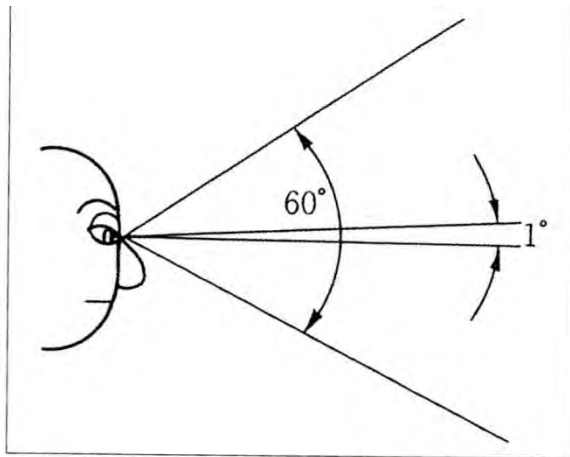


図-1 視野60° コーン説^{*2}

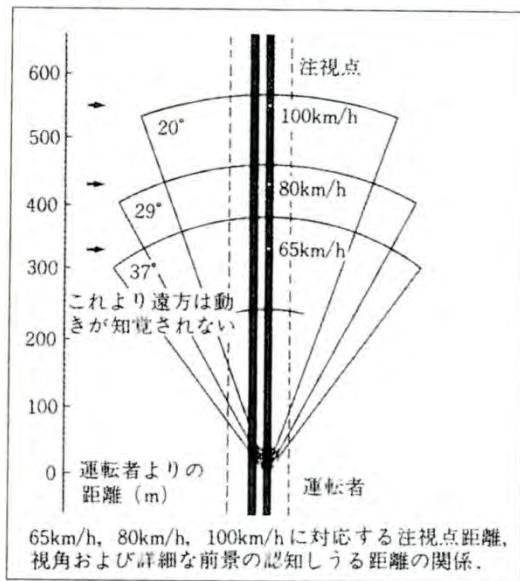


図-2 動視野と注視野^{*3}

視野：人間が対象を眺めている場合の見える範囲のこと。

※静視野、動視野

※視野60° コーン説

熟視角：対象をはっきり見ることのできる視角のこと。→視角1°

または2°

資料・画像出典：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

3. 景観評価と視知覚特性の関係【視距離】

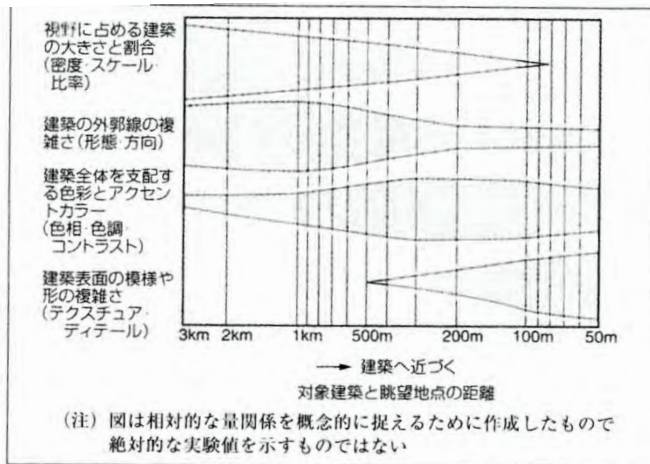


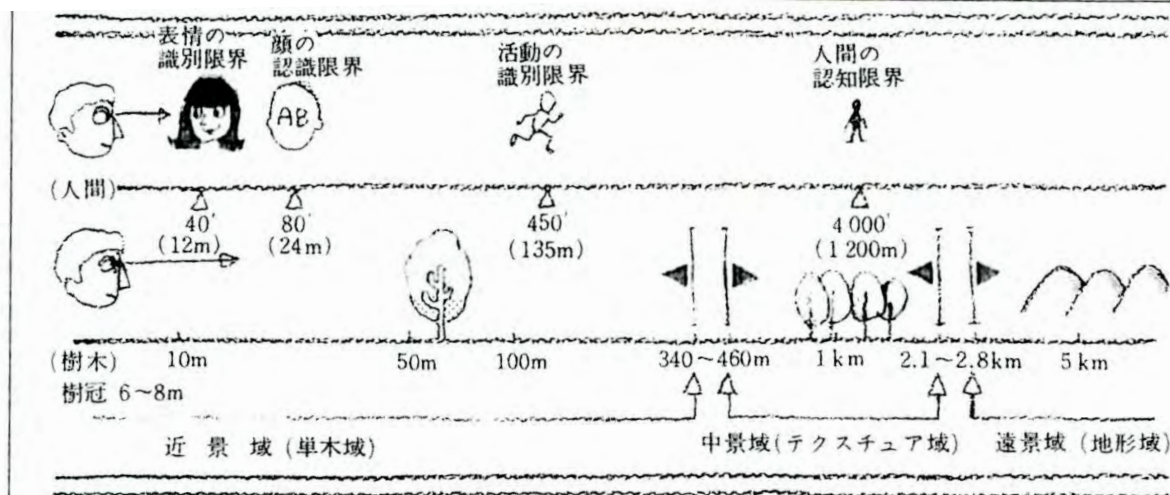
図-3 視距離に応じた認知を規定する要因の変化*5

近景域: 340~460m

中景域: 上記から

2.1~2.8km

遠景域: 中景域以遠



(注) 標準対象人間: ヒューマンスケール
標準対象樹木: 景観の表情, 樹木の効果はせいぜい 3 km 程度までである。

資料・画像出典: 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

図-4 景観における視距離の分割*6



近景域：樹木1本1本の姿形(ディテール)が認識できる



中景域:個々の樹木が肌理(テクスチャー)の単位となる。



遠景域：稜線などの地形のアウトラインは際立つ。



円通寺(比叡山の借景)

3. 景観評価と視知覚特性の関係【視程】

表-1 天候に応じた標準的な視程*4

天 気		快晴	晴	曇	ぬか雨	小雨 降り たり だり	降 り 止 ん	小 雨	並 り だり	雨 降 り 止 ん	並 雨	小雪 降り たり だり	降 り 止 ん	小 雪	並 り だり	雪 降 り 止 ん	並 雪	霧
視程	昼	45	40	30	10	15	10	8	6	15	7	4	2	0.6				
	朝, 夕	20	15	10	5	8	8	4	3	7	4	2	1	0.3				

- 眺めの対象に対する視距離が遠くなると、天候や時刻、季節に対象の見え方が左右される。

晴天時朝夕：約15km

並雨時昼：約6km

並雨朝夕：約3km

※広域の景観を考える上で考慮すべき指標。

3. 景観評価と視知覚特性の関係【仰角・俯角】

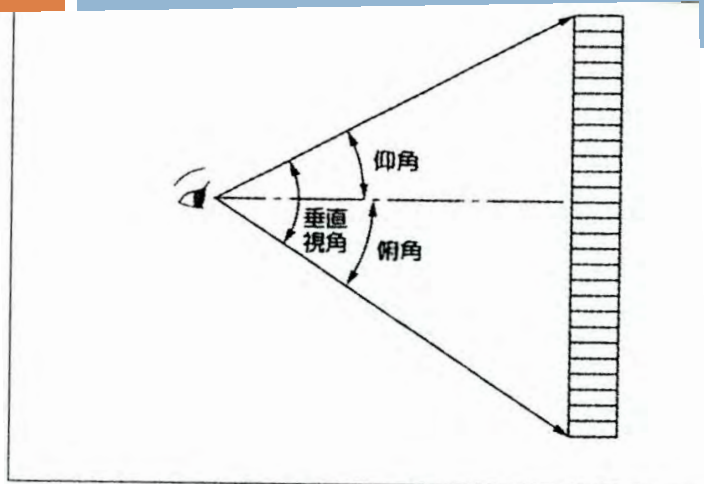


図-7 仰角・俯角の概念*7

- 独立峰をみるのに最も適した
仰角: 9° 近傍
- 俯瞰景の中心領域: 俯角 -10°
- 俯瞰景で視覚的に最も重要な
領域: 俯角 $-10^{\circ} \sim -30^{\circ}$

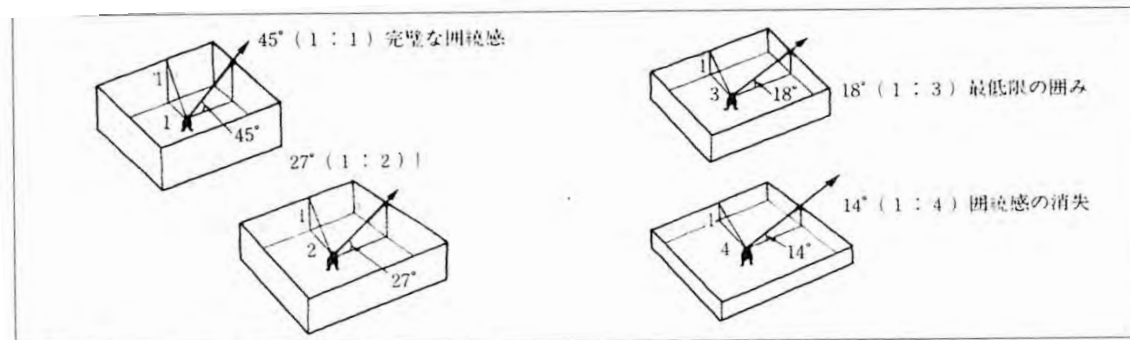


図-8 “囲み” の感覚と仰角*1

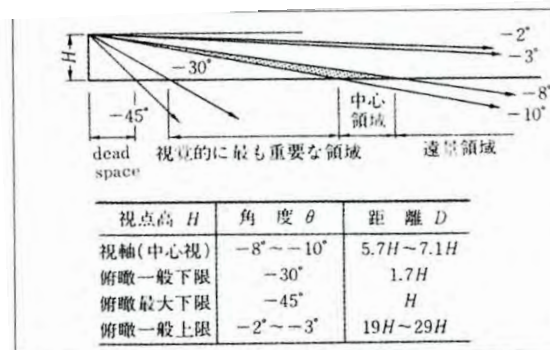


図-9 俯角の仮説的数値(対象が平面的な場合)*11



< 俯角 -5° >
遠景領域



< 俯角 -10° >
俯瞰眺望の中心領域



< 俯角 -15° >
俯瞰眺望上重要な領域



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。

写真6 眺望構成要素への介在位置による印象変化

資料・画像出典：風力発電施設の審査に関する技術的ガイドライン
(2011)環境省

3. 景観評価と視知覚特性の関係【見込み角】

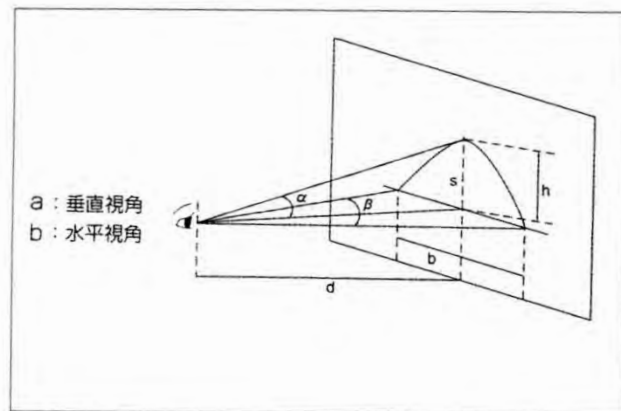


図-5 見込角の概念*7

表-2 垂直視角と鉄塔の見え方*8

視角	距離	鉄 塔 の 場 合
0.5°	8000m	輪郭がやっとわかる。季節と時間（夏の午後）の条件は悪く、ガスのせいもある
1°	4000m	十分見えるけれど、景観的にはほとんど気にならない。ガスがかかって見えにくい
1.5°～2°	2000m	シルエットになっている場合には良く見え、場合によっては景観的に気になり出す。シルエットにならず、さらに環境融和塗色がされている場合には、ほとんど気にならない。光線の加減によっては見えないこともある。
3°	1300m	比較的細部まで良く見えるようになり、気になる。圧迫感は受けない
5°～6°	800m	やや大きく見え、景観的にも大きな影響がある（構図を乱す）。架線もよく見えるようになる。圧迫感はあまり受けない（上限か）。
10°～12°	400m	眼いっぱいになり、圧迫感を受けるようになる。平坦なところでは垂直方向の景観要素としては際立った存在になり周囲の景観とは調和しえない。
20°	200m	見上げるような仰角にあり、圧迫感も強くなる。



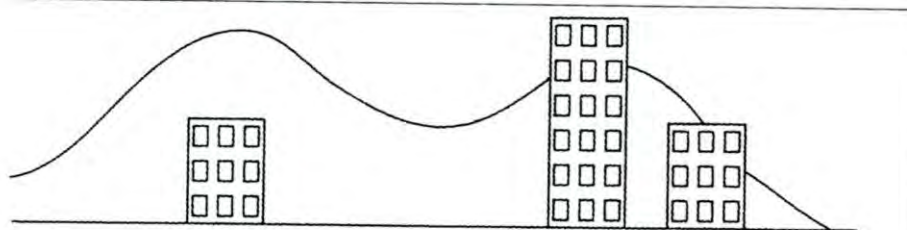
備考：写真は水平面角60°・垂直面角40°

写真8 垂直見込角に応じた風車の見え方の変化に関するシミュレーション

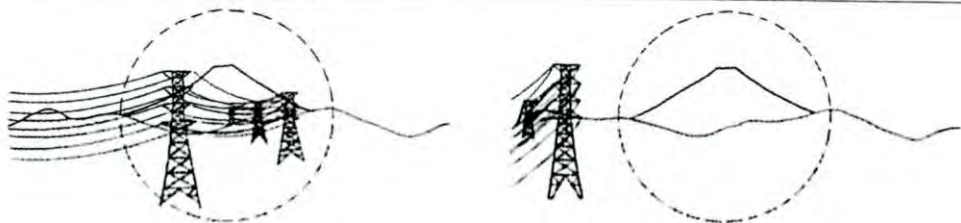
資料・画像出典：自然
環境アセスメント技術マ
ニュアル
(1995)自然環境アセス
メント研究会 (財)自然
環境研究センター

資料・画像出典：風力発電施設の
審査に関する技術的ガイドライン
(2011)環境省

3. 景観評価と視知覚特性の関係【配置】



スカイラインを切らない
スカイラインを切る
図-10 人工物によるスカイラインの切断の断念*7



(a) 主要な視点から主対象を見る方向に送電設備を配置すべきではない。
(b) 主要な視線方向からできるだけ離すことが重要である。

図-11 人工物出現位置と視軸*7

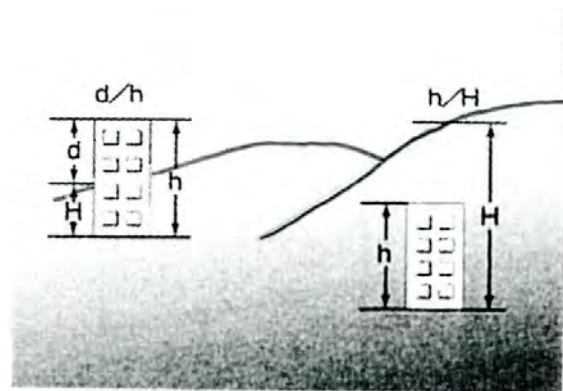


図-12 スケール比(右)とシルエット比(左)の概念*7

3. 景観評価と視知覚特性の関係【配置】

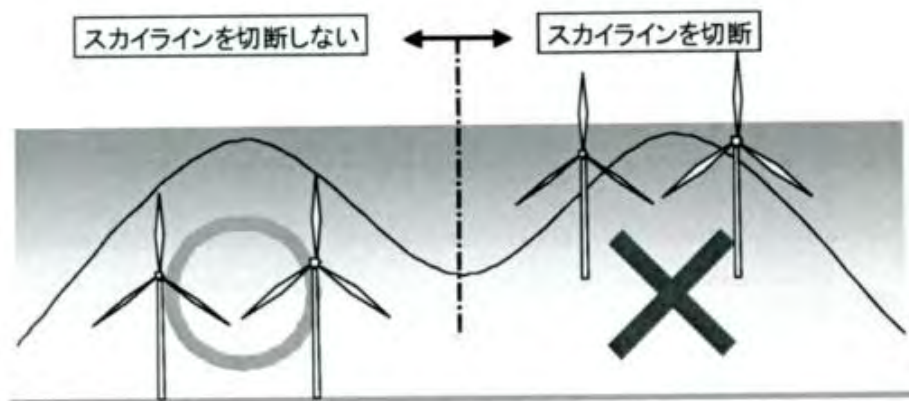


図13 構造物によるスカイライン切断の概念



写真7 スカイライン切断の有無による印象差

資料・画像出典：風力発電施設の審査に関する技術的ガイドライン
(2011)環境省

3. 景観評価と視知覚特性の関係【配置】

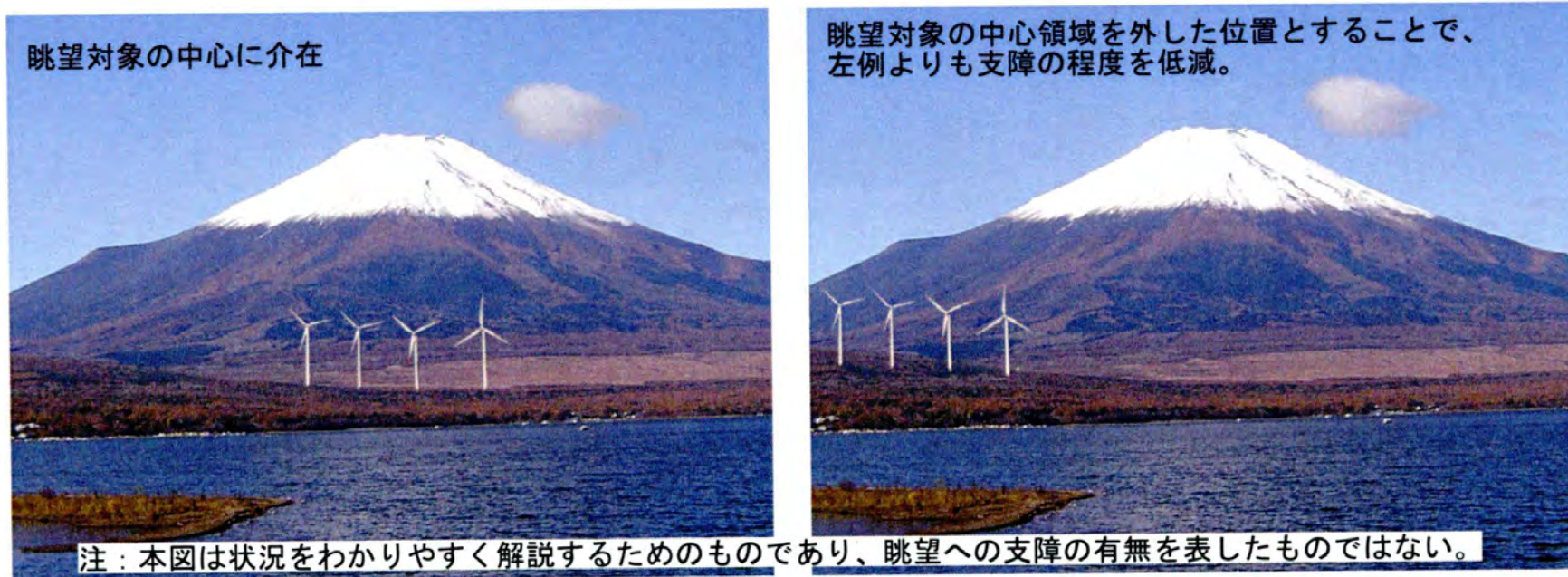


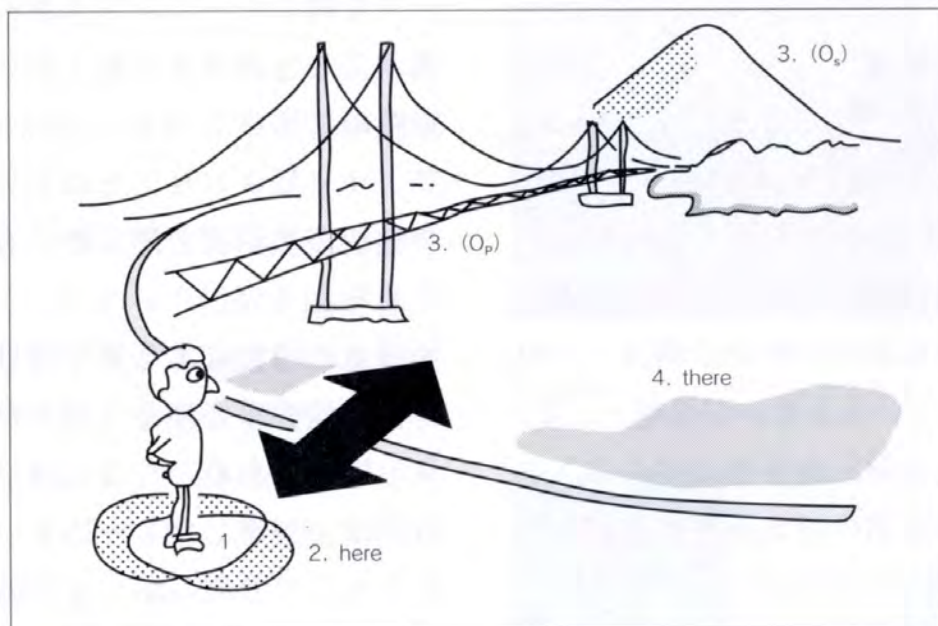
写真5 眺望対象への介在位置による印象変化

資料・画像出典：風力発電施設の審査に関する技術的ガイドライン
(2011)環境省

4. 景観把握モデル

環境省の「技術ガイド」では、景観の環境影響評価のポイントとして、「身近な景観の重要性」と「価値認識に踏み込んだ捉え方」の2点をあげている。具体的にどのように景観を把握すればよいのだろうか。

4. 景観把握モデル



景観構成要素

1. 視点 V
2. 視点場 L_{SH}
3. 主対象 O (主対象 O_p , 副対象 O_s)
4. 対象場 L_{ST}

要素の関係性

1. $V-L_{SH}$
2. $V-O$
3. $V-L_{ST}$
4. $L_{SH}-O$
5. $L_{SH}-L_{ST}$
6. $O-L_{SH}$
7. O_p-O_s

景観把握モデル (シーン景観の把握, 改良型) *4

資料・画像出典: 景観用語辞典
(1998) 篠原修編 彰国社

□ 景観把握モデル (篠原: 1976~1982)

◎ 景観構成要素

- 視点
- 視点場
- 主対象
- 対象場

※ 上記要素間の
「関係性」の検討が重要である。

4. 景観把握モデル【環境影響評価のポイント】

□ 身近な景観の重要性

従来の環境影響評価→有名な眺望点からの傑出した景観資源のみを対象。



事業実施区域に近い住民の身の回りの景観への影響を見落としがち。



景観における影響を「眺望景観」と「囲繞景観」とに分けて捉える。

4. 景観把握モデル

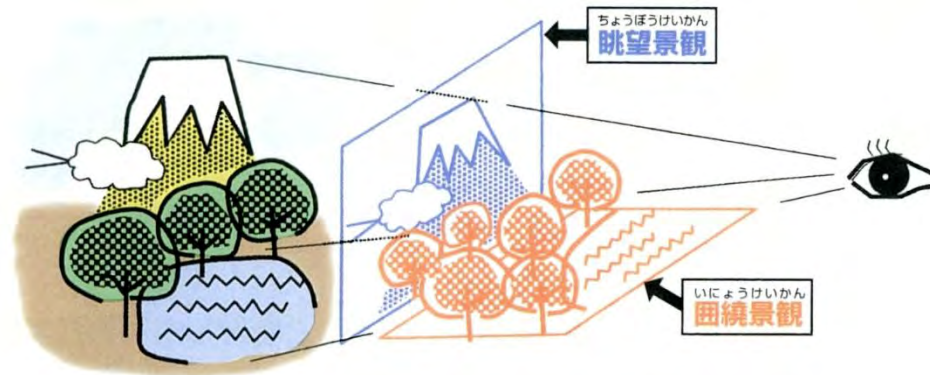


図 I-1 眺望景観と囲繞景観 出典：塩田敏志他, 1967, 自然風景地計画のための景観解析Ⅱ, 「観光」第16号

自然風景地のための景観解析 塩田ら(1967)

■ 眺望景観

→ 視覚を通じて認知される像に着目した
中遠景の二次元的な景観

□ 囲繞景観

→ 視点周辺の物理的空間や場の状態に
着目した近中景の三次元的な景観

4. 景観把握モデル



山士富と園茶
Maunt Fuji and tea fields.



山士富の浦静
View of Mount Fuji from Shizu-ura.

出典：静岡縣茶業組合聯合會議所(1924)：茶の静岡縣

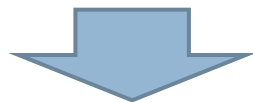
5. 風力発電施設の景観的課題

本年度環境省は「風力発電施設に係わる環境影響評価の基本的考え方」を提示した。風力発電はクリーンエネルギーとして期待される一方、低周波、バードストライクなどの環境影響が懸念される。「地域特性に応じて評価項目を絞り込み、効果的・効率的な環境アセスを行い」、クリーンエネルギーとしての地位の確立が望まれている。景観における風力発電施設の景観的課題について考える。

5.風力発電施設の景観的課題

(1)風力発電施設の立地(風況のよい場所)と景観

- ・海岸付近は乱れの少ない良質な風が得られる。
- ・高原や山岳地などは、好風況地域が多い。



＊風況良好地が、景観的に重要な場所と重なる場合がある。

＊居住地より離れた地点(風力発電設置地点)は、自然景観を競合する場合がある。

5.風力発電施設の景観的課題

(2)調査、予測および評価手法等の基本的な考え方

- 調査地域：周辺に自然公園等がある場合、これらの区域内から見た眺望景観への影響を調査。
- 主要な眺望点(地域生活の場からの視点含む)からの景観を調査。
- 自然環境と一体をなしている歴史的・文化的な景観資源も調査。
- 環境保全措置：風力発電設備の配置、高さ、色彩等についての配慮等。

5.風力発電施設の景観的課題

■新出雲ウインドファーム(島根県出雲市小津町)

7万8千kW(3千kW×26基)

「ふるさと島根の景観づくり条例」

- ・大規模行為に該当し、事前協議書提出

- ・「景観審議会」開催

 - 出雲市(問題なし)

 - 松江市(宍道湖夕日スポットなどから見えない指導を)

- ・事前協議への回答

 - 「宍道湖景観形成地域」の景観に与える影響を可能な限り少なくすること。

 - 施設の位置や規模、配置を充分検討。

- ・改善指導に対する事業者対応

 - 夕日スポットから視認できないように6基を位置移動

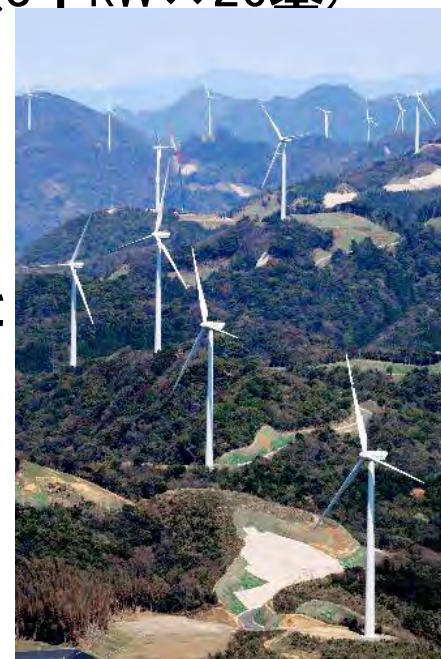
 - 西側2基のタワー高さを10m低くした など

5.風力発電施設の景観的課題

■新出雲ウインドファーム(島根県出雲市小津町)

7万8千kW(3千kW×26基)

- ・台風、落雷などによりブレード破損。
 - ・ブレードがタワーに接触し破損→26基運転停止
 - ・半年後、運転再開するも再度破損事故→運転停止
- ※発電所運営者(ユーラスエナジージャパン)によると
「地形の影響で乱れた風を受けた」ことが原因
- ＊タワー高さを強度限界の75mまで下げたこと。
 - ＊設置場所を尾根上から山腹にさげたこと。
- 上記要因が安定した運転を妨げている？
- ・デンマークメーカーと協力→ブレードのたわみ防止、
各風車の立地条件に対応した運転プログラムの導入



5.風力発電施設の景観的課題

■庄内海浜県立自然公園(普通地域)・

庄内海岸砂防林

- ・平成21年事業者から県へ相談
(1万8千Kw, 2250kW×8基)
「県環境審議会」「酒田市景観審議会」へ

回答:風致景観に著しい影響を及ぼすため
認められない。

- ・海岸線の分断、鳥海山とクロマツ林などで構成される一連の景観に対する支障。
- ・長年膨大な労力を費やして造成され、微妙な生態系のバランスの上に成り立つ「砂丘植生とクロマツ林」の景観の維持に支障→文化的景観としての価値



5.風力発電施設の景観的課題

■庄内風力発電

(1万4560kw 2080kw×7基)

- ・民有地保安林内に設置
→自然公園外
- ・遊佐町風力発電施設建設ガイド
(2009)
→鳥海山などの景観に配慮し、
建設可能地域を海岸部に限定。
- ・「景観審議会」が存在しない。



5. 風力発電施設の景観的課題

大貫菜々穂(2011): 国立公園における産業に着目した景観構造について,
東京農業大学造園科学科卒業論文

国立公園の定義：日本を代表する自然の風景地
国立公園制度の目的：その自然環境や生態系を保護するため

産業：自然環境破壊の恐れのあるもの



2007年第二回指定分科会
(国立・国定公園の指定及び管理運営に関する検討会)
“最近ではむしろ農業、林業、牧畜が景観保全に重要な役割を果たしている場合もある”

考えられる理由：

- ・日本の自然は原生自然だけでなく、人々が利用・管理してきた上で成り立っている二次的自然が多い
- ・日本の国立公園は集落や観光地、農林業などの産業で開発される土地利用が含まれる



人々と自然の関わりを把握することは、今後の生態系や景観のよりよい保全につながる



目的

本研究では、国立公園内で行われている産業に着目し、人が生活する土地という日本の国立公園の特徴を評価し、景観構造として示す方法を検討する。

大貫菜々穂(2011):国立公園における産業に着目した景観構造について, 東京農業大学造園科学科卒業論文

対象地選定

国立公園 全29ヶ所の配置

- | | | |
|------------|-----------|-----------|
| 1 利尻礼文サロベツ | 11 尾瀬 | 21 山陰海岸 |
| 2 知床 | 12 上信越高原 | 22 瀬戸内海 |
| 3 阿寒 | 13 秩父多摩甲斐 | 23 大山隠岐 |
| 4 釧路湿原 | 14 小笠原 | 24 足摺宇和海 |
| 5 大雪山 | 15 富士箱根伊豆 | 25 西海 |
| 6 支笏洞爺 | 16 中部山岳 | 26 雲仙天草 |
| 7 十和田八幡平 | 17 白山 | 27 阿蘇くじゅう |
| 8 陸中海岸 | 18 南アルプス | 28 霧島屋久 |
| 9 磐梯朝日 | 19 伊勢志摩 | 29 西表石垣 |
| 10 日光 | 20 吉野熊野 | |

対象地1: 阿蘇くじゅう
主要産業: 畜産、農業

対象地3: 日光
主要産業: 観光業

対象地2: 伊勢志摩
主要産業: 漁業



大貫菜々穂(2011):国立公園における産業に着目した景観構造について, 東京農業大学造園科学科卒業論文

1)阿蘇くじゅう国立公園における調査

①位置



②基礎情報

基礎情報	
面積	72,678ha(うち、阿蘇54,368ha)
地形の特徴	阿蘇:世界最大級のカルデラ、草原
関係都道府県	熊本県、大分県

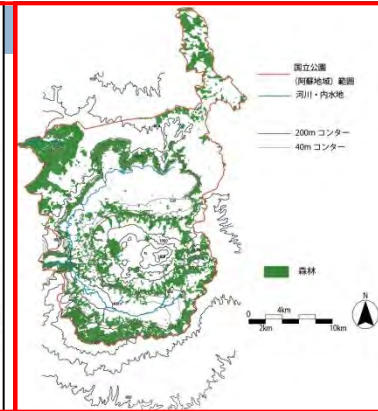
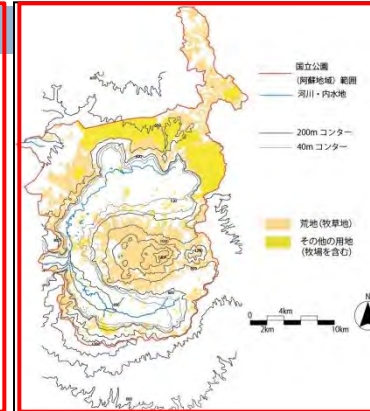
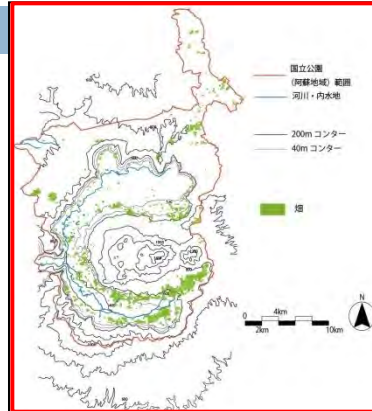
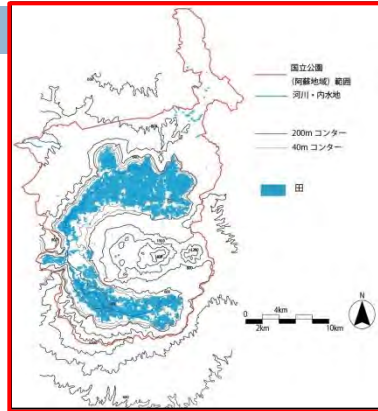
③保全対象の例



出典: 阿蘇町史巻頭より「草千里ヶ浜に放牧されているあか牛」

1)阿蘇くじゅう国立公園における調査

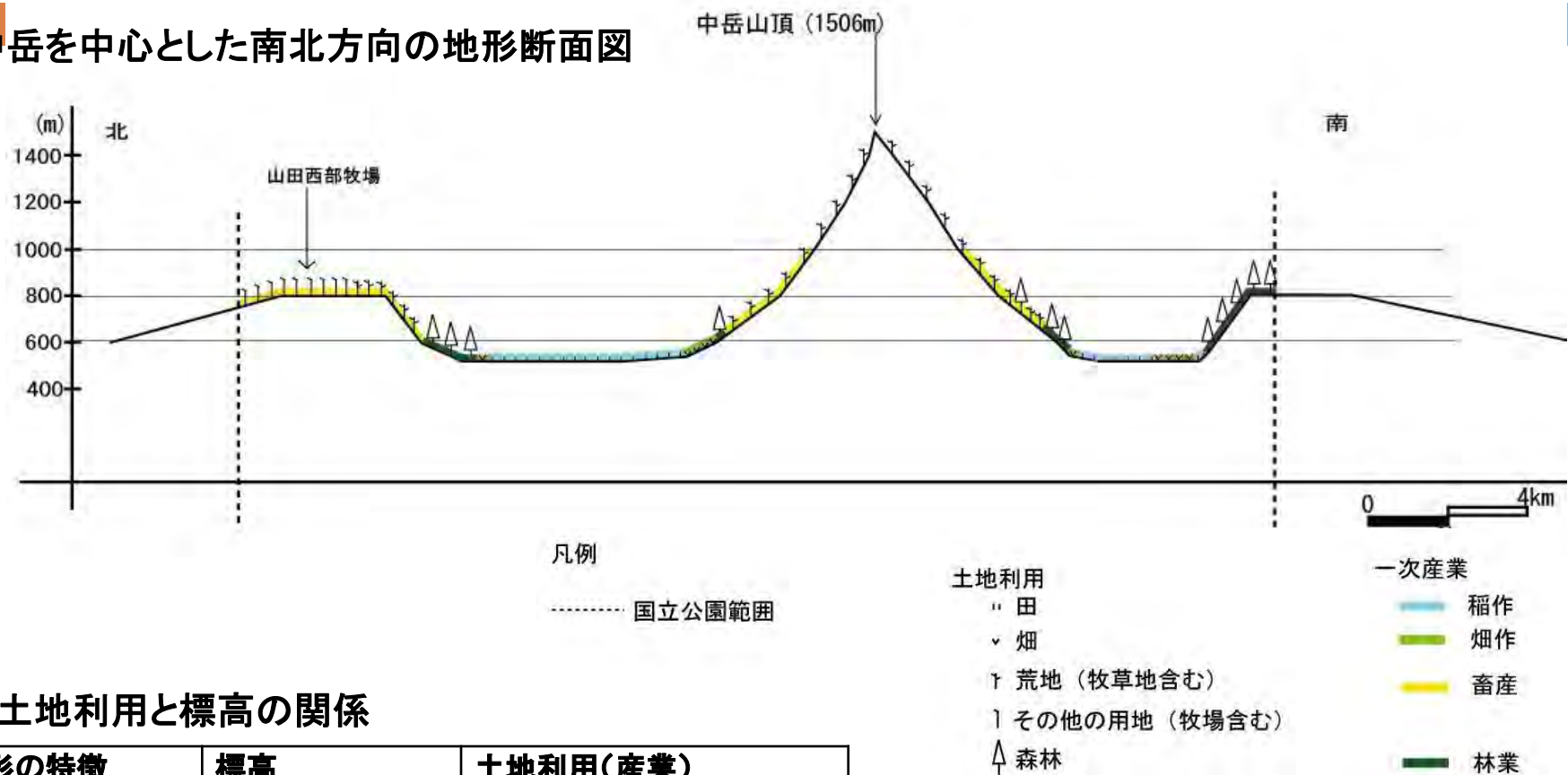
土地利用と 地形・気象条件



影響を及ぼす自然要因			一次産業への影響			
自然要因の起因するもの		自然要因	稲作	畑作	畜産	林業
地形条件(標高・傾斜)	中央火口丘	中央火口丘 (標高約800~1400m) 火口丘斜面(標高約600~800m)			○採草・放牧地	
	火口原	平坦なカルデラ盆地(標高約400~560m)	○大規模な稲作が発生	○平坦な低地を囲うように牧場が分布	○採草・放牧地	○森林が形成
	外輪山	絶壁に近い急斜面地(標高約600~800m) ゆるやかな斜面(標高約800m)			○採草・放牧地	○森林が形成
気象・土壌条件	中岳噴火口	火山灰土	※火山灰土の土壌は、酸性でリン酸分に乏しく生産性が低く抑えられる	※霜柱(霜害) ※泥水害 ※乾燥して土壌となる	○堆厩肥を投下する役割	○褐色森林土・黒色土となる
		降灰(ヨナ)	※局地的に収穫皆無になることも	※局地的に収穫皆無になることも	※ヨナの付着した草を食べることにより、家畜の体調不良をおこす	
	カルデラ湖底(火口原)	排水不良 湧水に恵まれる	※生産性が低く抑えられる ○水源・水量ともに豊富 ※自然湧水は水温が低い			
全体の気候	夏季	夏季冷涼 昼夜の気温格差が大きい		○高原作物の育成に適する ○高原作物の育成に適する		
		多雨(特に6~7月)	※生育時期の日照時間の不足	※泥水害	※ダニの発生 ※家畜の健康障害 ※改良草地で牧草の徒長を促す	○材木の生育に恵まれる
		風が強い	※風害			

1)阿蘇くじゅう国立公園における調査

①中岳を中心とした南北方向の地形断面図



②土地利用と標高の関係

地形の特徴	標高	土地利用(産業)
中央火口丘	約1000m以上	荒地(なし)
火口丘斜面	約600～1000m	牧草地として利用(牧畜)
火口原	約520～600m 約520m	畑(畑作) 田(稲作)
外輪山内側斜面	約600～800m	森林(林業)
外輪山外側斜面	約800m	放牧地(牧畜)

大貫菜々穂(2011):国立公園における産業に着目した景観構造について, 東京農業大学造園科学科卒業論文

2)伊勢志摩国立公園における調査

①位置



②基礎情報

基礎情報	
面積	陸域面積:55,544ha
地形の特徴	リアス式海岸、深い入り江、島々
関係都道府県	三重県



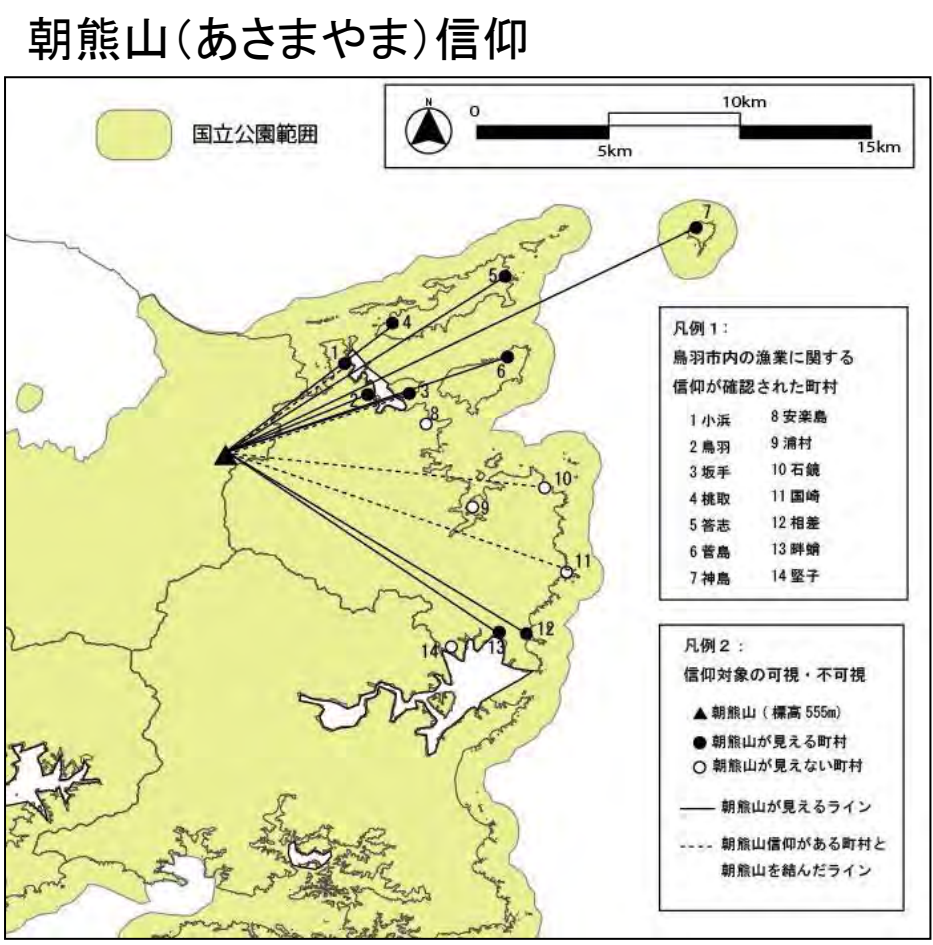
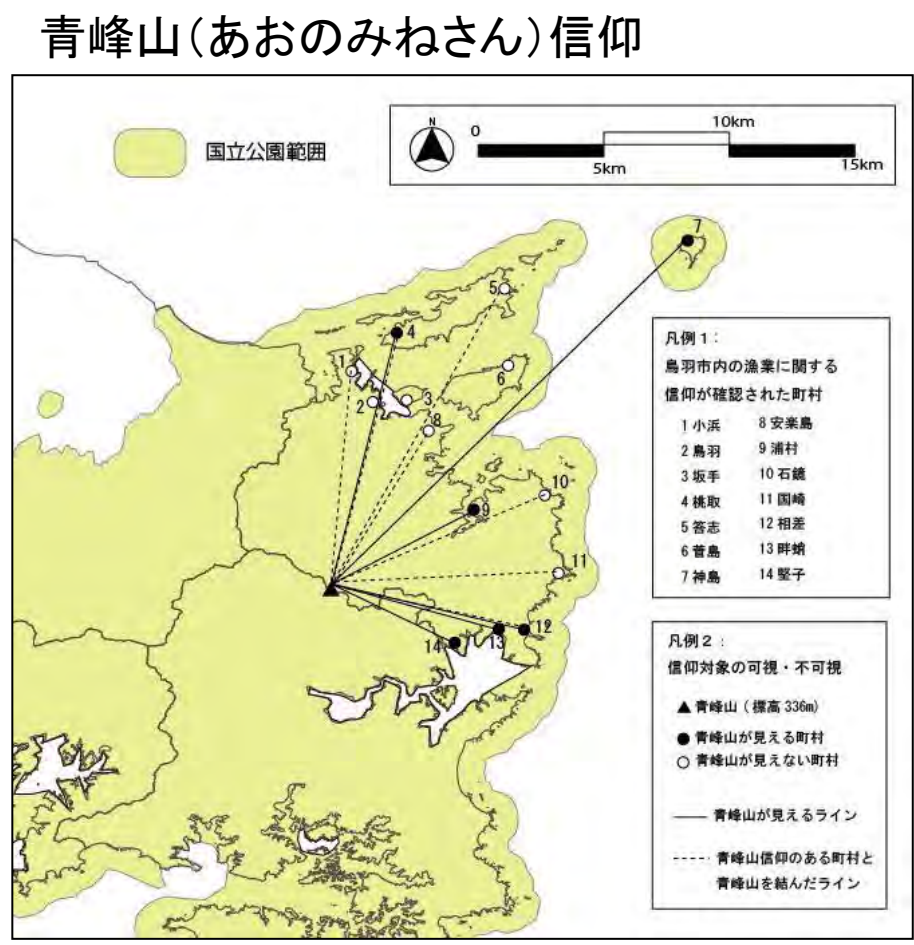
③保全対象の例



鳥羽の島々(2011年8月16日
自身で撮影)

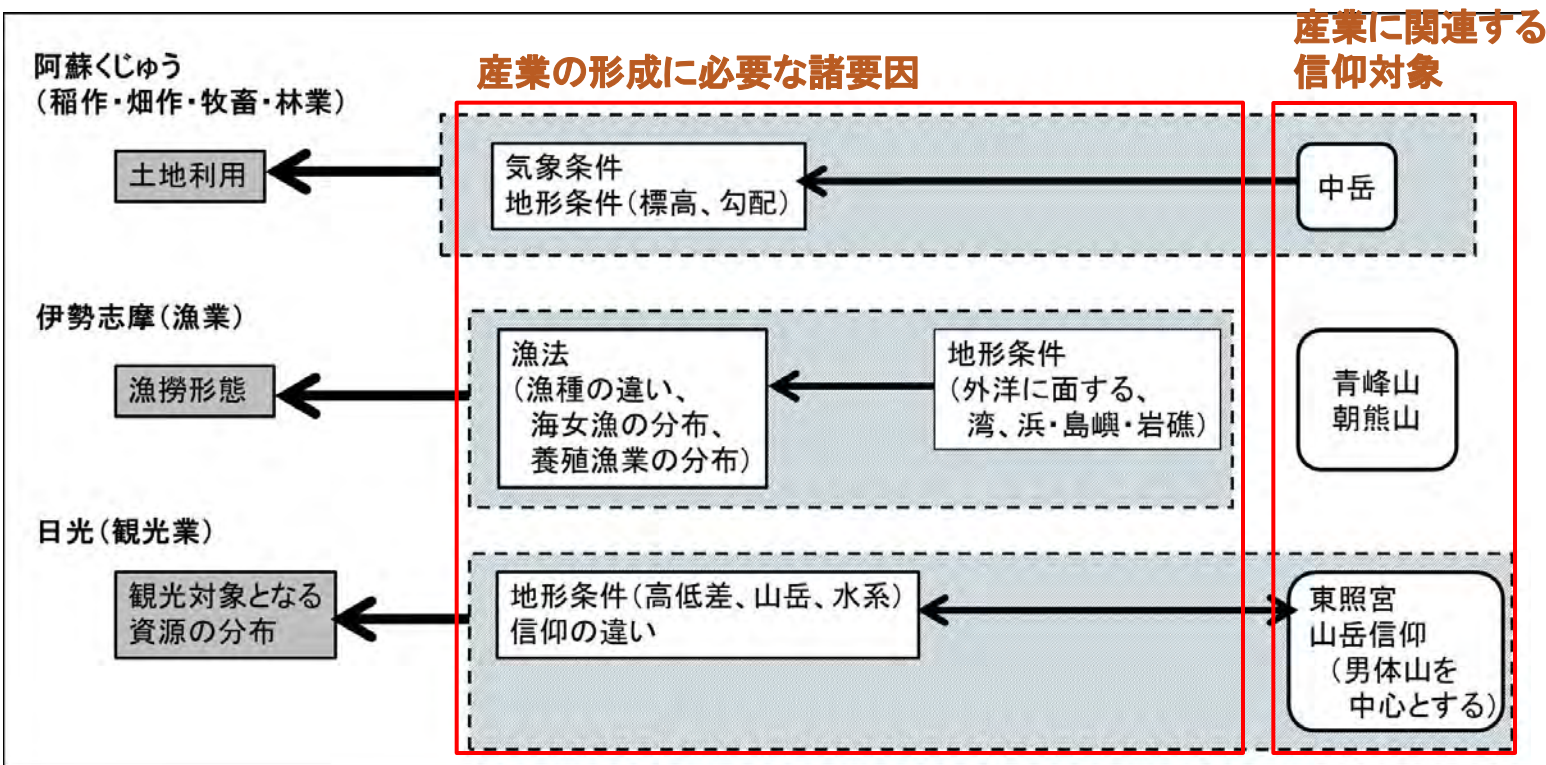
2)伊勢志摩国立公園における調査

③漁業に関する信仰対象



考察（景観構造として示す方法）

各対象地の産業の構造図



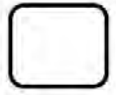
凡例



産業の形成に必要な諸要因



産業の景観構造を規定する要因



産業に関連する信仰対象

5. 風力発電施設の景観的課題

- 工事時期の重ならない隣接事業: スクリーニング判定において、工事時期の重ならない隣接する事業についても、「総体として」の規模を考慮するよう、適切な対応を検討すべき。

→ 複数事業によるランダム配置への懸念

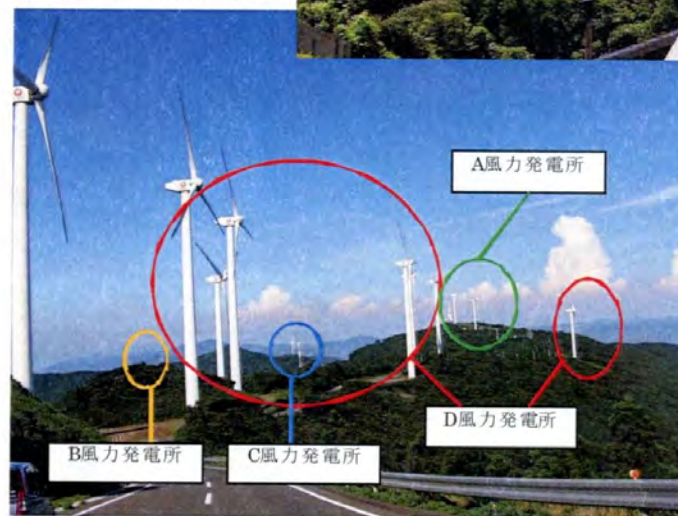
- 送電線の取扱い: 送電鉄塔や既存送電線は、条例において適切に措置されるべき。
- 視点の移動による「シーケンス景観」+「ブレードの動き」による見え方？

○ 景観

近隣の住宅から見た風力発電設備の例(右)



眺望景観の中で複数の風力発電所が視認される例(下)



出典 環境省

(いずれも愛媛県佐田岬)

4

出典 : 環境省(2011): 風力発電施設に係わる環境影響評価の基本的考え方に関する検討会報告書概要版