

再生可能エネルギーの推進 と生態系・生物多様性保全 に関するガイドライン

(第1版)

2022年3月14日
日本生態学会
再生可能エネルギータスクフォース

目次

I 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的情報

1. 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的考え方	1
2. 気候変動枠組条約とパリ協定, エネルギー基本計画	3
3. 再生可能エネルギーに関する環境影響評価の仕組み	5
4. 土地利用制度と再生可能エネルギーの立地	10
5. 改正温対法と促進地域・実行計画・協議会・合意形成	15

II 再生可能エネルギーのタイプごとの生態系・生物多様性への影響と対応

1. 風力発電（陸上・洋上）の立地と生態系・生物多様性への影響	19
2. 洋上風力発電の立地と再エネ海域利用法	24
3. 太陽光発電の立地と生態系・生物多様性（里地・里山）への影響	27
4. 地熱発電の立地と自然公園等の地種区分	31
5. 木質系バイオマスを用いた発電と持続的利用における課題	34

III 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する事例

1. 風力発電とバードストライク・バットストライクのモニタリング	38
2. 太陽光発電の自主簡易アセスメント, 試される地域の力	42
3. 太陽光発電と地方公共団体の条例	46

関連ウェブサイト一覧	48
------------	----

日本生態学会再生可能エネルギータスクフォース委員・執筆者	49
------------------------------	----

I 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的情報

1. 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的考え方

産業革命からの世界の平均気温上昇を2度未満に抑え、1.5度未満を目指すという、2015年のパリ協定の目標を達成するため、2020年10月には、2050年にカーボンニュートラルを実現することが宣言された。また2021年10月には、2030年に温室効果ガスの排出を46 %削減(2013年度比)するため、再生可能エネルギーの比率を、現在の約20%から、36~38 %に高めるという第6次エネルギー基本計画が発表された(p3-4)。

これに基づき、再生可能エネルギーの導入が促進され、たとえば北海道だけでも陸上風力発電が300基、洋上風力発電を含めると400~500基が建設・計画されている。今後、この動向はさらに加速するものと考えられる。そこで懸念される問題の一つが、自然環境への影響である。すでに稼働している風力発電施設でも、猛禽類や渡り鳥の衝突、海浜植物群落や尾根上の植物群落への影響、取り付け道路や送電線の建設による影響などが問題となっている。陸上風力発電は、景観、騒音等、住環境への影響が大きいことや立地可能なスペースに限界があることから、今後、洋上風力発電が増えていくことが予想される(p19-26)。

また、大規模な太陽光発電施設（メガソーラー）は、二次林、植林地、草地などの里地・里山の土地を改変して設置されることが多く、景観破壊や土砂崩れ等の災害を引き起こすばかりでなく、里地・里山の生物多様性への影響が問題となって

いる(p27-30)。

さらに、地熱発電の場合は、国立公園の特別地域等、自然保護上重要な地域に地熱エネルギーの賦存が集中していることから、保全上の価値が特に高い場所への影響が懸念されている(p31-33)。

気候変動と生物多様性は、1992年の環境と開発に関する国連会議（地球サミット）において議論され、国際条約が締結された。気候変動問題はグローバルかつ将来世代の問題であるのに対して、生物多様性の変化の影響はローカルで現世代の問題であるという捉え方をされ、将来の環境問題解決のためには、ローカルな環境問題には目をつぶるべきだという議論も聞かれる。しかし、気候変動対策と生物多様性保全は、ともに将来世代の利益につながる重要な問題であり、一方の問題解決のため、もう一方を犠牲にすることは望ましくない。気候変動対策と生物多様性保全のいずれもが両立するような解を見つけることが望ましい。

再生可能エネルギー施設による生態系・生物多様性への影響は、施設の規模だけではなくその立地によって影響の大小が大きく左右される。再生可能エネルギー施設による悪影響を回避するためには、生態学的に適正な立地選定が最も重要であり、計画の早い段階における自然環境への配慮が求められる。

そのためには、再生可能エネルギー施設を検討する段階において、生物多様性保全上重要な地域や猛禽類の生息地や渡り鳥の移動ルートなどをあらかじめ回避することにより、適正な立地を選定することが最も重要である。また、立地の適正化のためには野生生物に関する科学的知見だけではなく、

すでに供用中の再生可能エネルギー施設におけるモニタリング調査データが極めて重要であり、その蓄積と公開が望まれる。

「海洋再生可能エネルギー発電施設の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（以下、再エネ海域利用法）」や、「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律（以下、改正温対法）」においては、再生可能エネルギー施設の促進区域を指定するゾーニング計画の考え方が示されている(p15-18, 24-26)。

また環境省も、環境アセスメントデータベース（EADAS）などを通じて鳥類のセンシティブティマップを公開するなど科学的根拠に基づいたゾーニングの基礎となるデータを提供している(p22)。

これらの法律に基づき、再生可能エネルギー施設が、科学的な根拠に基づき、専門家や住民の合意のもとに、適正な立地が選定されることが重要である。

2022年4月より施行される改正温対法によって、地方公共団体による実行計画の策定が努力義務となるが、再生可能エネルギー施設建設による生態系・生物多様性への影響を防ぐためには、促進区域のみではなく、保全エリアの設定が必要である。保全エリアの設置にあたっては、自然公園等、法的な保護担保措置がとられている区域はもちろん、植物群落レッドデータブック、生態系レッドリスト、重要湿地等、国、地方公共団体、公益法人等によって選定された区域についても考慮に入れるべきである。

改正温対法では、促進地域に計画される再生可能エネルギー施設については、環境影響評価法の配慮書手続きを省略することとなるため、促進区域、保全エリアの設定には、地域住民に加えて、地域の自然環境に詳しい専門家が参加して区域の検討を行う体制づくりが求められる(p15-18)。

日本生態学会には、生物多様性保全上重要な生態系、重要な鳥類の移動ルートなど、立地適正化や自然環境へのインパクトが少ない計画立案に役立つ知見を有するメンバーが所属している。本ガイドラインは、日本生態学会の会員が、個々の再生可能エネルギー施設の計画に対する意見表明のみならず、地方公共団体が法律に基づいた実行計画の策定に際して助言を行う際に役立つ情報をとりまとめた。

本ガイドラインが、再生可能エネルギー施設の計画段階において、生態系・生物多様性の保全との衝突を回避するとともに、再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性の保全、生活環境の保全を含めた地域における合意形成の促進につながれば幸いである。

I 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的情報

2. 気候変動枠組条約とパリ協定、エネルギー基本計画

2021年8月に発表された、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)第6次評価報告書¹⁾は、「人間の影響が大气、海洋及び陸域を温暖化させてきたことは疑う余地がない。大气、海洋、雪氷圏及び生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている」と述べている。

「2011～2020年の世界平均気温は、1850～1900年の気温よりも1.09(0.95～1.20)℃高く、海氷面積の減少、氷河の後退、海洋の温暖化と表層海水の酸性化、平均海面の上昇などをもたらし、熱波、大雨、干ばつなどの極端な気象現象の頻度を高めている。向こう数十年の間に、温室効果ガスの排出が大幅に

減少しない限り、21世紀中に世界の年平均気温は1.5℃及び2℃を超える」との予測もなされている。気候変動は、人間生活に大きな影響を与えるばかりでなく、温暖化による気候帯・生息適地の移動、海洋の温暖化・酸性化による沿岸生態系への影響などを通じて、陸域・海域の生態系にも大きな影響が及ぶことは想像に難くない。

2015年に採択された気候変動枠組条約のパリ協定では、世界共通の目標として、「産業革命からの世界の平均気温上昇を2度未満に抑え、1.5度未満を目指すこと」が合意された。日本政府は、2019年6月には「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」を閣議決定したが、石炭火力発電などの化石燃料への依存率が高いことに対する国際的批判を

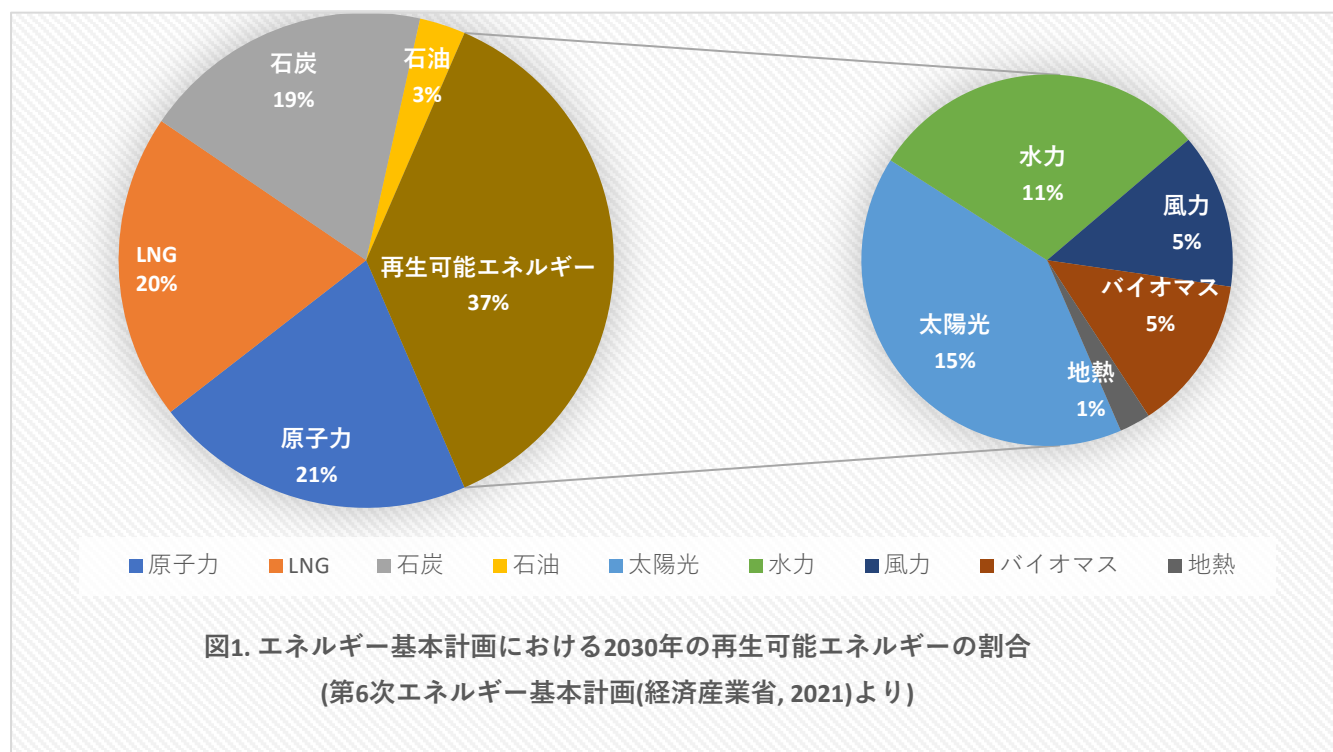


図1. エネルギー基本計画における2030年の再生可能エネルギーの割合
(第6次エネルギー基本計画(経済産業省, 2021)より)

受け、2020年10月には、菅総理大臣(当時)が「2050年カーボンニュートラル」を宣言するとともに、2021年4月には、「2030年度の新たな温室効果ガス削減目標として、2013年度から46 %削減することを目指し、さらに50 %の高みに向けて挑戦を続ける」との新たな方針を示した。2021年10月には日本政府は、第6次エネルギー基本計画²⁾を発表した。基本計画には、発電電力量に占める再生可能エネルギーの比率を、現在の約20%から36~38 %に増加させるため、改正温暖化対策法に基づく再エネ促進区域（ポジティブゾーニング）の導入、再エネ海域利用法に基づく洋上風力発電の増加、環境影響評価法の対象となる風力発電の規模を1万 kWから5万kWに引き上げること、地熱発電を推進するため自然公園法の運用緩和を求めることが盛り込まれている（図1）。

気候変動は、人間活動のみならず生態系や生物多様性にも大きな影響を与える問題であり、再生可能エネルギーの推進はその対策として避けては通れない課題である。しかし、再生可能エネルギー施設の建設が、日本を代表する生態系や生物多様性に取返しのつかない影響を与えることは避けなければならない。

生物多様性と気候変動の相互関係については、IPBES（生物多様性と生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム）とIPCCとの合同ワークショップ報告書³⁾の中でも、「これまでの政策は、気候変動と生物多様性を別問題として対応してきた。生物多様性の損失防止と気候変動の緩和の両方に効果を発揮し、その社会的影響も同時に考慮した政策」が求められるとし、「気候変動と生物

多様性の損失の相互依存性は、一方の問題解決にもう一方の問題との関係を考慮する必要があることを意味する」と述べ、自然を活かした解決策（Nature-based Solutions: NbS）の導入に期待を寄せている。

気候変動と生物多様性を別々の問題として捉え、再生可能エネルギーのために生物多様性を犠牲するような政策ではなく、気候変動対策と生物多様性保全を両立させる政策が今求められている。

参考文献

- 1) IPCC (2021) Summary for Policy Makers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- 2) 経済産業省(2021)第6次エネルギー基本計画。資源エネルギー庁。
https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/
- 3) 地球環境戦略機関(2021) 生物多様性と気候変動。IPBES-IPCC合同ワークショップ報告書.: IGESによる翻訳と解説。地球環境戦略機関。
<https://www.iges.or.jp/jp/pub/ipbes-ipcc-ws/ja>

I 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的情報

3. 再生可能エネルギーに関する環境影響評価の仕組み

再生可能エネルギーの計画は、環境影響評価の過程で明らかになることが多いが、準備書、評価書などの段階では、立地の見直しは手遅れとなることが多い。また、全ての再生可能エネルギー計画が環境影響評価法の対象となるわけではなく、地方自治体の条例の対象となる事例もある。また、許認可にあたっては、電気事業法による審査も必要となる。これらの環境影響評価の仕組みを簡単に紹介する。

（１）環境影響評価（環境アセスメント）の仕組み

① 環境影響評価法における環境影響評価とは

環境影響評価とは、事業者および行政が、環境に配慮することを目的とする制度で、「事業（略）の実施が環境に及ぼす影響（略）について環境の構成要素に係る項目ごとに調査、予測及び評価を行うとともに、これらを行う過程においてその事業に係る環境の保全のための措置を検討し、この措置が講じられた場合における環境影響を総合的に評価すること」をいう。

② さまざまな環境影響評価がある

「事業アセスメント（Environment Impact Assessment：EIA）」は、事業の実施を前提に事前に行う環境影響評価であるのに対して、「戦略的環境アセスメント（Strategic Environment Assessment：SEA）」は、計画、プログラム、政策

の決定段階における環境影響評価である。

日本においては、2011年の環境影響評価法改正により、位置規模計画段階において「計画段階配慮書」を作成する環境配慮制度が導入された。

環境影響評価法に基づく「法アセス」に対して、地方自治体の条例に基づく「条例アセス」があり、比較的小規模な環境調査予測評価（自主簡易アセス、p43参照）が実施される場合もある。

③ 環境影響評価と事業の許認可

環境影響評価法の特徴は、「環境影響評価書」に基づき免許等を行う者が対象事業が環境の保全について適正な配慮がなされるものかどうかを審査し、その結果を許認可などに反映させる点にある。環境影響評価を踏まえた事業の許認可は、個別法（「再エネ特措法（FIT法）」）によりなされる。

（２）環境影響評価の対象となる事業の種類と規模

発電所事業に関する環境影響評価法の事業規模および評価項目は表1,2の通りである。2021年10月には法アセスの対象とする風力発電所の規模が引き上げられた。なお、2022年9月30日まで、以下のような「円滑な制度以降」のための「経過措置」がある。これは、政令施行日以降、0.75万 kW から3.75万 kW が、法アセス対象外となることから地方自治体が必要に応じて条例を整備して環境影響評価を実施することが求められるからである。「経過措置」期間は、いわば条例策定および施行のための準備期間でもある（表3、図2）。

表 1. 発電所における環境影響評価法の対象事業

	第 1 種事業	第 2 種事業	備考
水力発電所	3万 kW以上	2.25万 kW以上3万 kW未満	
火力発電所	15万 kW以上	11.25万 kW以上15万 kW未満	
地熱発電所	1万 kW以上	0.75万 kW以上1万 kW未満	
原子力発電所	すべて	—	
風力発電所	5万 kW以上 (政令改正前は 1万 kW以上)	3.75万 kW以上5万 kW未満 (政令改正前は0.75万 kW以上 1万 kW未満)	2021年政令改正（2021 年10月31日施行）で規 模要件変更
太陽電池発電所	4万 kW 以上	3万 kW以上4万 kW未満	2019年政令改正で追加

表 2.環境影響評価対象となる環境要素（大塚・図表5-3を基に作成）

環境影響評価対象	環境要素
①環境の自然的構成要件要素の良好な状態の保持	大気環境（大気質, 騒音, 振動, 悪臭, その他, 水環境（水質, 底質, 地下水, その他）, 土壌環境（地盤, 土壌）, その他の環境
②生物の多様性の確保および自然環境の体系的保全	植物, 動物, 生態系
③人と自然との豊かなふれあい	自然景観, ふれあい活動の場(建築物により構成される純粋な都市景観や歴史的景観は含まれない)
④環境への負荷	廃棄物等, 温室効果ガス等
⑤一般環境中の放射性物質	放射線の量

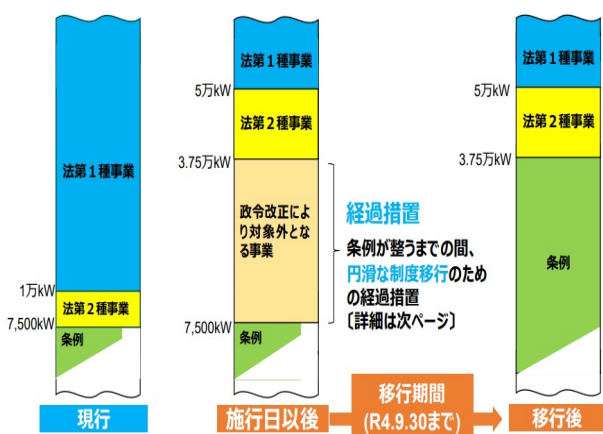


図2. 環境影響評価法施行令の一部を改正する政令
(出典 環境省¹⁾)

なお、第2種事業に該当しなければ環境配慮を勘案しなくともよいというわけではない。そうしたときに、事業者が主体的に法アセス（自主アセスメント）を行うことも可能である。

例として、山形・酒田市十里塚風力発電事業は、県営の風力発電事業である。6,900 kWと、改正前の環境影響評価法の第1種・第2種対象事業に満たない規模のものであったが、庄内海浜県立自然公園区域内であることを考慮し、法アセス手続（自主アセス）が取られることとなった（酒田市では、建設が可能な区域と困難な区域を市独自のガイドラインで定め公表している²⁾）。

表3. 「経過措置」（0.75万 kW以上、3.75万 kW未満）の内容について（環境省資料を基に作成）

施行日（2021年10月31日）以前に、法アセス手続を開始した事業	・ 施行日以降も、引き続き、改正前の法アセス手続を適用する。
施行日以前に、法アセス手続を開始していない事業であって、移行期間中（2022年9月30日まで）に着工しようとする事業	・ 事業者は、経済産業大臣による法アセス手続の要否の判定を受けなければならない（義務）
施行日以前に、法アセス手続を開始していない事業であって、移行期間後に着工しようとする事業	・ 事業者は、経済産業大臣による法アセス手続の要否の判定を受けることができる（任意）

(3) 事業許認可の手続における「環境保全適正配慮」

環境影響評価法第33条で、事業の免許権者（大臣）は、環境影響評価で検討した環境適正配慮がなされるかどうかを審査しなければならない。同条文は、事業内容に関する既存の仕組みに対して、横断的に環境影響評価の結果を反映させることを求めている（「環境の保全についての適正な配慮」という必要な条件を付す）ため、「横断条項」と言われている。

しかしながら、発電所事業の場合、第33条2項3号の対象（施行令別表第4に列記）に指定されるべき³⁾ところ、指定されていない。さらに、電気事業は第33条3項にも該当しない。

結論として、再エネ施設設置に関しては、電気事業法第46条の2から第46条の23に則り、環境の保全についての適正な配慮は、電気事業法に基づき行われ審査される。

環境影響評価法

第33条 対象事業に係る免許等を行う者は、当該免許等の審査に際し、評価書の記載事項及び第24条の書面に基づいて、当該対象事業につき、環境の保全についての適正な配慮がなされるものであるかどうかを審査しなければならない。

2 前項の場合においては、次の各号に掲げる当該免許等（次項に規定するものを除く）の区分に応じ、当該各号に定めるところによる。

一 一定の基準に該当している場合には免許等を行うものとする旨の法律の規定であって政令で定めるものに係る免許等（略）

二 一定の基準に該当している場合には免許等を行わないものとする旨の法律の規定であって政令で定めるものに係る免許等（略）

三 免許等を行い又は行わない基準を法律の規定で定めていない免許等（当該免許等に係る法律の規定で政令で定めるものに係るものに限る）（略）

3 対象事業に係る免許等であって対象事業の実施において環境の保全についての適正な配慮がなされるものでなければ当該免許等を行わないものとする旨の法律の規定があるものを行う者は、評価書の記載事項及び第24条の書面に基づいて、当該法律の規定による環境の保全に関する審査を行うものとする。

電気事業法

第46条の2 事業用電気工作物の設置又は変更の工事であつて環境影響評価法（略）第2条第2項に規定する第1種事業又は同条第3項に規定する第2種事業に該当するものに係る同条第1項に規定する環境影響評価（以下「環境影響評価」という。）その他の手続については、同法及びこの款の定めるところによる。

(4) 環境影響評価の手続と意見提出のタイミング

環境影響評価における意見提出の機会は、「計画段階配慮書」、「方法書」および「準備書」の3回ある。また、知事意見に環境配慮を加えてもらうためには、知事等にあてた意見書もこれらのタイミングに提出しておくのがより効果的である。

再生可能エネルギー施設の位置を変更しても
らうには、計画段階配慮書あるいはそれ以前の段
階に意見を言う必要がある。また環境影響評価に
あたって調査すべき評価項目は、方法書手続によ
り決定される（基本とされる項目は表2のとおり
である）。調査対象とすべき生物種や生態系
があれば、方法書あるいはそれ以前の段階で意見
を言う必要がある（図3）。

引用文献

- 1) 環境省「環境影響評価法施行令の一部を改正
する政令の概要」
https://www.env.go.jp/press/seirei_mat01_gaiyori.pdf
- 2) 酒田市風力発電施設建設ガイドライン 2004（平成16）年11月25日
<https://www.city.sakata.lg.jp/jyutaku/kankyouu/kankyohozen/fuuryokuhatsuden.files/furyoku.pdf>
- 3) 北村喜宣 2021年日本弁護士連合会環境サ
マースクール資料

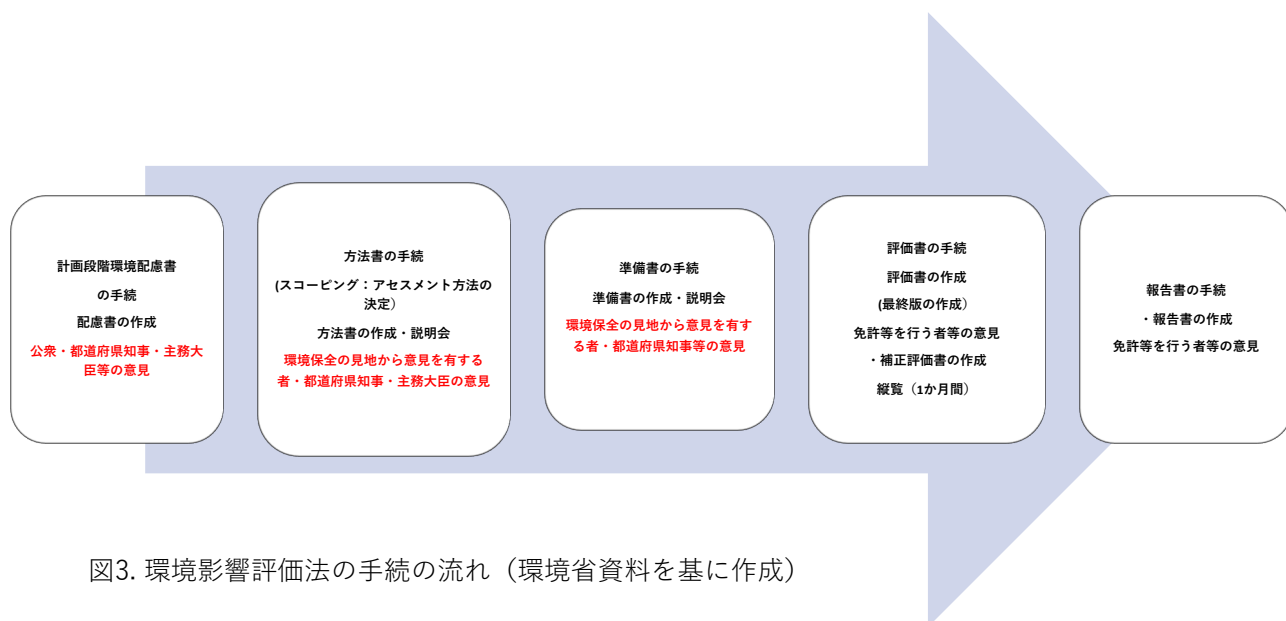


図3. 環境影響評価法の手続の流れ（環境省資料を基に作成）

I 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的情報

4. 土地利用制度と再生可能エネルギーの立地

再生可能エネルギーの立地にあたっては、日本の土地利用制度では土地所有者の権利が、欧米のように土地利用計画制度より強いため、適切な立地計画を困難にしていると言われる。ここでは、日本の土地利用制度について解説する。

(1) 土地所有権の制限（制約）

① 憲法および民法上の規定

土地法には、土地公法（憲法や行政法）と土地私法（民法や不動産登記法）がある。“日本の土地所有権は強い”，“日本は「開発自由原則」の国”などといわれるものの、その権利行使には一定の制限が伴うことが法条文に明記されている。日本

日本国憲法

第29条（財産権）

- 1 財産権は、これを侵してはならない。
- 2 財産権の内容は、公共の福祉に適合するやうに、法律でこれを定める。
- 3 私有財産は、正当な補償の下に、これを公共のために用ひることができる。

民法

第206条（所有権の内容）

所有者は、法令の制限内において、自由にその所有物の使用、収益及び処分をする権利を有する。

第207条（土地所有権の範囲）

土地の所有権は、法令の制限内において、その土地の上下に及ぶ。

国憲法29条2項における「公共の福祉」、民法206条および207条における「法令の制限内」が、この制限に該当する。

② 不動産所有権への2つの制限

不動産所有権の制限は大きくは2つに分けられる。1つ目は、所有権の「使用収益機能の制限」、2つ目は、所有権の「帰属への制限」である。誤解をおそれずに簡潔にいうとすれば、1つ目は、土地所有者に適正利用と管理を課すものであり、2つ目は、それができない所有者に当該不動産に係る権利を放棄させることに、それぞれつながる。

③ 「使用収益機能の制限」—「外在的制約」の登場

1つ目の「使用収益機能の制限」は、①で示したように「公共の福祉」や「法令の制限」ことである。つまり、財産権というものには、「コア(核)」とされる侵すことのできない部分と、「公共の福祉」または「法令の制限」に服するとされる「内在的制約」が存在している。ここでいう「内在的制約」とは、当該不動産の個別具体性等を踏まえたもので、かつ、「必要最小限の規制」であるべきとされている。この「必要最小限の規制」であるべきという原則が、“日本の土地所有権は強い” “、日本は「開発自由原則」の国”という言説を後押ししている。従来の「内在的制約」は、無秩序な開発を抑制することによる負の外部性回避のためであった。例えば、この土地を開発すると、災害のおそれがある等という理由に基づく。そのため、日本国憲法29条3項は、私有財産は、「正当な補償の下に、これを公共のために用ひることができる」と規定するが、こうした「内在的制約」に服しても

「補償」はない。しかし、近年の環境意識の高まりと環境保全のためには無秩序に「開発しない」だけではなく、環境保全のために継続的に人為を加え続けることの必要性が指摘され始めた。それは、荒れた人工林問題や耕作放棄地のように、不動産が「過少利用」されることで負の遺産化してきたことと深く関わる。つまり、積極的に関われという「外在的制約」が発生してきたのである¹⁾ (図4)。

しかし、この「外在的制約」は、ともすると、「環境公益性発揮のために間伐をせよ」、「社会のために農林業を継続せよ」とすることであり、こうした強制や強要は無制限に許されるわけではない。つまりこの新しく発生してきた「外在的制約」は、民主的に利害関係者のコンセンサスを得て（法令・条例等で）決定されねばならず、かつ、「正当な補償」を要する制約といえる。

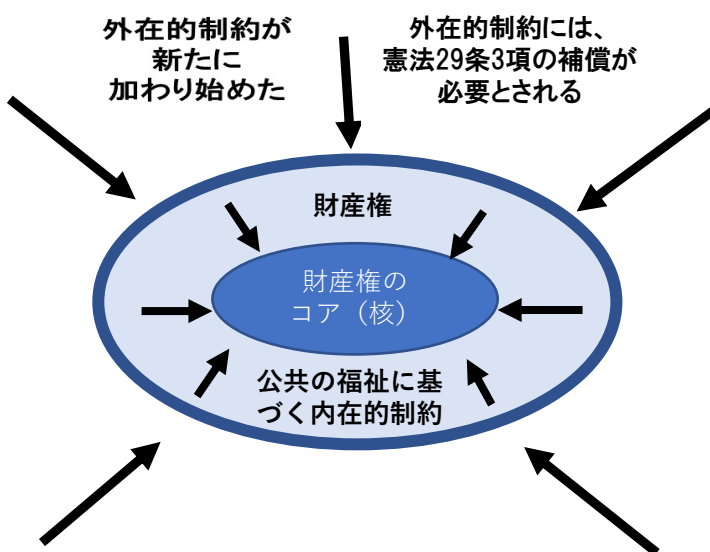


図4. 内在的制約と外在的制約²⁾

（２）都市計画、農村計画、景観計画等との関連で

① 2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明自治体

環境省ウェブサイトには、昨今、脱炭素社会に向けて、2050年二酸化炭素実質排出量ゼロに取り組むことを表明した地方公共団体が公表されている。2021年12月28日時点で、その数は514自治体（40都道府県、306市、14特別区、130町、24村）であり、表明自治体総人口約1億1,250万人となっている（都道府県と市区町村の重複を除外して計算）³⁾。

脱炭素化の推進には、これらの自治体をはじめ国を挙げての政策および行動変容が必須であり、2022年度の「地域脱炭素移行・再エネ推進交付金」は200億円（新規）計上されている。地域の創意工夫が求められており、継続的かつ包括的に支援するスキーム作りがなされている⁴⁾。

地域で脱炭素移行事業を進める際には、地域主導で地域共生型の再生可能エネルギー推進を進めるという視点が重視されている。また、限られた国土における再エネ促進であるため、適切なゾーニング等の土地利用規制を行うことにより、社会的な受容性が高められることも求められている。

② 土地利用計画

国土利用計画に基づく土地利用基本計画は、個別規制法に基づき策定される諸計画に対する上位計画として、また総合的かつ広域の見地に立って取引段階から利用区分に応じた規制と誘導を行うため、都道府県が定めるものである。

具体的には、都道府県の区域について、都市地域、農業地域、森林地域、自然公園地域および自

然環境保全地域の5地域区分がその対象である。土地利用の調整等に関する事項を内容とし、土地取引の規制、開発行為の規制および遊休土地に関する措置を実施するための基本となる。都市計画法、農業振興地域の整備に関する法律、森林法等に基づく諸計画に対する上位計画として行政部内の総合調整機能を果たす。加えて、土地取引に関しては直接的に、開発行為については個別規制法を通じて間接的に、規制の基準としての役割も果たす。

③ 都市計画

都市計画は、都市計画法に基づく計画である。都市計画法は、土地の無秩序な開発を抑制するための法律である。そのため、都市計画は、無秩序な土地の開発を防ぐための計画ということになる。

この都市計画の範囲は、「市街化区域」という市街化を促進する区域と、「市街化調整区域」という市街化を抑制すべき区域で、その区分および各区域の整備開発または保全の方針を都市計画で定めるものである。都市計画の範囲外には、「準都市計画区域」とそれ以外があり、準都市計画区域も乱開発を防止する場所として、用途地域を定めることが可能となっている。

④ 景観計画

景観計画とは、景観法に規定される、景観行政団体（都道府県や市町村）が景観行政を進める場として定める基本的な計画のことである。同計画は、都市計画、建築基準、屋外広告物、緑地関係、公共施設、文化的景観等の施策と一体的に検討して、総合的に推進されるのが望ましい。

景観法の活用の仕方には次の方法等がある。①自主条例を景観法委任条例に移行し、その実効性を高めるとともに、法に基づく諸制度を活用する、②景観法に基づく景観計画を策定し、同計画と連携する景観条例（法委任部分と自主的部分を含む）を策定する、および③景観地区の活用である。

⑤ 荒廃農地の積極的な活用の推進

農地法は、「農地」を農地以外のものにすることを規制してきた法律であり、農地は守られてきた存在であった。しかしながら、担い手不足と耕作放棄地の増加とともに、そのありようも変化してきている。

農地転用許可を受けて太陽光発電設備を農地に設置する場合には、農地全体を転用して設置する方式と、農地に支柱を立てて営農を継続しながら発電する方式（営農型発電設備、ソーラーシェアリング）とがある。農地に支柱を立てて、営農を継続しながら上部空間に太陽光発電設備等の発電設備を設置する場合には、当該支柱について農地転用許可が必要となる。

また、太陽光発電設備の設置者と営農者が異なる場合に、民法第269条の2第1項の地上権等を設定する場合には、農地法第3条第1項の許可が必要となる。

営農型発電（ソーラーシェアリング）の推進に関しては、農山漁村での再エネ導入促進のため2014年に農山漁村再生可能エネルギー法の施行が関係している。同法の趣旨は再エネ発電で地域の所得向上に結びつけていくことである。食料生産や国土保全に支障がないよう市町村が施設整備計画を立て国が認定する制度になっており、認定された場合は特例として第1種農地でも太陽光

発電設備などを設置できる。

ただし、太陽光パネルの下でも営農が適切に継続されるよう平均単収と比較して2割以上減少していないかといった要件（つまり8割以上の収穫量を保つことが要件となっている）を満たし、農地に建てた支柱の基礎部分については一時転用許可3年（条件整えば10年間）を受ける必要がある。つまり、あくまで営農との両立が目的で農地を使った単なる発電事業とならないための措置であった。

しかし、2021年に、規制緩和がなされた。8割以上の収穫量を保つという要件は、荒廃農地を再生する取組については、単収8割確保の要件は求めないこととし、発電設備の下部の農地が適正かつ効率的に利用されているか否かによって判断することとした。一時転用期間が10年以内であるため、金融機関からの資金調達が困難であったことから、一時転用許可が満了する際に、営農に支障がない

限り再許可による更新がなされることとした。

さらに、農業委員会が利用状況調査において再生利用困難な荒廃農地（非農地）と判断した場合にはその旨を所有者、市町村、法務局等の関係機関に対して通知し、通知を受けた市町村長が職権で一括して法務局に地目変更の申出を行うよう通知を発出した（つまり、自動的に非農地とされる）。加えて、農山漁村再エネ法による農地転用の特例の対象となる荒廃農地について、3要件のうち、生産条件が不利、相当期間不耕作の2要件を廃止し、耕作者を確保することができず、耕作の見込みがないことのみで対象となるよう緩和した⁵⁾。

現在、国内農地の6 %がすでに「荒廃農地」として農業委員会に認定されている⁶⁾。農業委員会の認定は、地元の顔が見える間柄でなされるものであるため慎重であることから、実際の荒廃農地はもっと多いことが推測される。こうした荒廃農地の再エネ用地化が見込まれている（表4、図5）。

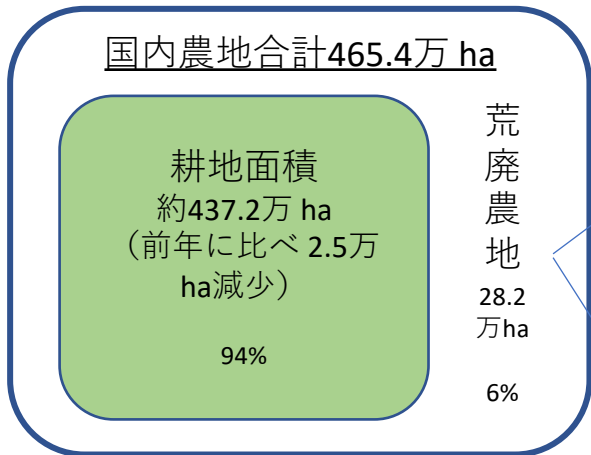


図5. 荒廃農地における再エネ規制緩和 (農水省資料から作成。数値は2020年)

表4. 荒廃農地の分類

再生利用が可能な荒廃農地 A分類 約9.0万 ha（農用地区域では約5.5万 ha）	抜根、整地、区画整理、客土等により再生することによって、通常の農作業による耕作が可能となると見込まれる荒廃農地
再生利用が困難と見込まれる荒廃農地 約19.2万 ha（農用地区域では約8.1万 ha）	農地に復元することが著しく困難、又は、その土地を農地として復元しても継続して利用することができないと見込まれる荒廃農地

なお、2022年国会に、農水省は、荒廃農地対策として、農地権利を一括移転できる農山漁村活性化法（農山漁村の活性化のための定住等及び地域間交流の促進に関する法律）の改正案を提出する⁷⁾。

かつて、農地法に基づく耕作放棄地対策は、耕作されていない土地を明確にし、それらに耕作を促すものであった。しかし、こうした土地に再エネ用地への転用または再エネとの共存（ソーラーシェアリング）という新しい可能性が見いだされるようになった。そのため、急激に相次ぐ規制緩和で自由度が高くなっており、「農地」が柔軟に転用され運用されるようになってきている。つまり耕作放棄地が「荒廃農地」という名称で市場に出され始めているため、どのような地域づくりをするのかということが改めて各自治体にも住民諸個人にも問われてきている。

- 5) 農林水産省「支柱を立てて営農を継続する太陽光発電設備等についての農地転用許可制度上の取扱いについて」（平成30年5月15日付け30農振第78号農林水産省農村振興局長通知）一発電をめぐる情勢」令和3年9月
<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/totiriyo/attach/pdf/einogata-42.pdf>
- 6) 農林水産省「令和2年度耕地面積（7月15日現在）」更新日：令和2年10月30日
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/menseki/r2/kouti/index.html
- 7) 日本農業新聞「農地権利を一括移転 荒廃防ぎ円滑活用へ 農山漁村活性化法改正案」2022年1月14日（金）朝刊

引用文献

- 1) 吉田克己「総論：不動産所有権の今日的課題」NBL No.1152（2019.8.15）4-12頁
- 2) 神山智美（2021）「土地所有制度、相次ぐ変化 難しい『放棄』や『寄付』」中日新聞（松阪・紀勢版）2021年9月18日（土）朝刊
- 3) 環境省「2050年 二酸化炭素排出実質ゼロ表明自治体 2022年2月28日時点」
https://www.env.go.jp/policy/zero_carbon_city/01_ponti_20220228.pdf
- 4) 環境省「地域脱炭素移行・再エネ推進交付金【エネ特】」
<http://www.env.go.jp/guide/budget/r04/yosan1-1-1.pdf>

I 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する基本的情報

5. 改正温対法と促進地域・実行計画・協議会・合意形成

(1) 環境影響をめぐる価値判断の領域とコミュニケーションの制度

再生可能エネルギー事業にかかわるトラブルの背景には価値の多様性がある。事業に対して人々が何にリスクを感じ、何を便益とするかは多様である。自然的にも社会的にも地域特性は多様であり個別性も強い。事業のあり方もさまざまであり、技術ごとに潜在的なリスクも異なる。

このため国レベルでの統一的な基準を設けることが困難であったり、その基準が十分に機能しないことがある。例えば風車音による不快感のような問題では風車からの距離との関係よりも受益の有無や計画決定の過程への評価が影響しているということが明らかにされている^{1), 2)}。

逆にいうと音だけを対象とした未然防止策は十分に機能しないということになる。強い予防原則を適用することは可能であるが、その場合はその是非も含めた価値判断が必要となる。環境影響の制御は科学と価値判断が複雑に関係する領域であり、既存の規制はある程度機能しているともいえる。

このような事情があるため当事者の価値判断による合意や、その基盤としての情報共有や意見交換などコミュニケーションの手続きでしか可否を決められない領域が存在する。

生態系や自然物への影響にも類似した構造がある。ある生態系を毀損する可能性が許容されるかどうかはステークホルダーの主観的価値判断やその背景に存在する文化的／社会的関係に依存する。対象となる生物や生態系の取捨選択も含めて絶対的な規範というよりは社会の合意によるコミュニケーションやガバナンスの問題なのである。

環境アセスメント制度はこうした課題にかかわる科学的評価とコミュニケーションの手続きを定めたものとしての意義がある。ただし個別の案件に対して行われる事業アセスメントだけでは限界もある。

この段階では「誰が」「なぜ」「どこに」といった基本的な要件は事業者側によって決定済みであり、そのうえで環境影響評価の対象は「どのように」実施するかという課題に限定されている。

このことは論点の拡散を防ぎ具体性のあるコミュニケーションの場とするために必要なことではある。調査結果や予測の科学的な妥当性について利害関心が異なる人々が共有した上で価値判断について議論する場としてアセス制度の持つ意義は大きい。

その一方で、地域住民をはじめとするステークホルダーの問題関心との齟齬は扱いにくい。また事業アセスメントはある程度具体的な事業計画に基づいて実施されるが、その段階では抜本的な見直しが難しいこともある。

これはステークホルダー側にとっても問題であるが、事業者側からみても想定外のリスクを抱えることになる。

(2) ゾーニングの可能性と課題

このように事業アセスメントだけではコミュニケーションに基づく合意形成が困難な場合がある。事業者の説明のあり方やステークホルダーのリスク認識といった問題に帰するとする考え方もあり得るが、事業の進捗と合意形成の手続きの手順の齟齬という構造的な問題も考慮する必要がある。この課題に応える可能性があるのがゾーニングをはじめとする地域単位での政策である。

ゾーニングは事業アセスメントに先行する戦略的環境アセスメントに相当する。多様な情報を集約し、環境配慮や経済性などを踏まえて適地についてある程度合意しておく方策である。土地利用制度に反映されている国もある。日本の環境影響評価制度の配慮書手続きや再エネ海域利用法における促進区域や有望区域の選定にもこの考え方が含まれているといえるだろう。

ゾーニングは環境省の施策として2017年度より風力を対象としたモデル事業や実証事業として実施されてきたが、2021年5月に改正された地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）では「地域の脱炭素化に貢献する事業を促進するための計画・認定制度の創設」が定められ、脱炭素の目標や促進区域を地域ごとに設定する取り組みが支援されるようになった。

このように事業アセスメントの課題に対して制度的な枠組みも整えられつつある。事業者にとっては既存の規制によって元々限られている適地がさらに限定されるという懸念もあるが、合意形成上の課題になりやすい情報が可視化されていることの意義は少なくない。

ただし、実際にゾーニングを進めようとした場合でも合意形成上の課題は存在する。一つは配慮すべき項目の選択である。環境省令や環境配慮基準のようなものは示されているものの、それだけが配慮すべき項目ではなく、潜在的には地域の実情に応じた多様な配慮事項が存在しうる。その要否の判断が課題となる。

もう一つはこれに対する重要度や線引きの判断である。明確な基準と法的根拠がある場合には合意形成上の問題が生じる余地はない。だが例えば植生自然度のようにそれ自体が規制の根拠とはなっていない事柄の扱いは容易ではない。

あるいは特定の要件を重み付けしようとする、その根拠や妥当性の裏付けが課題となる。前述した環境省のゾーニング事業では個々の環境情報項目間の優先順位や立地可否の線引きについて詳細

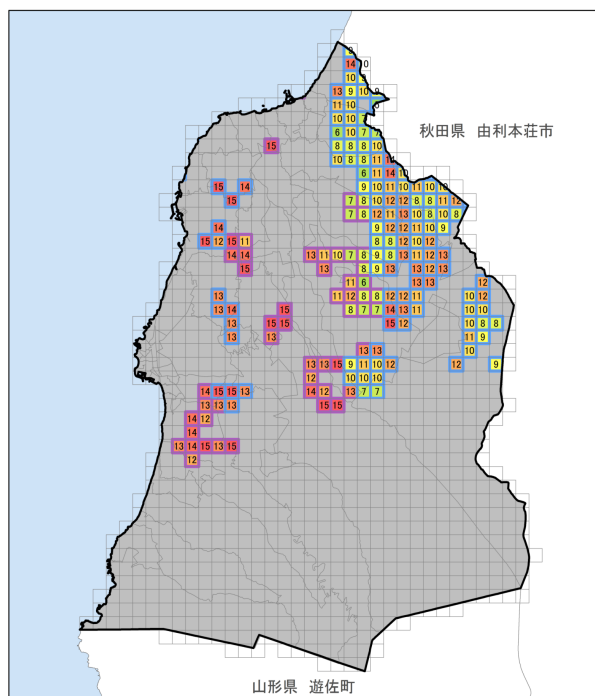


図6 秋田県にかほ市におけるゾーニングマップ (丸山, 2021⁴⁾)

に詰めている事例もあれば、単純に項目数を合計して難易度を示すに留めていることもある。

図6は後者の例であり、秋田県にかほ市のゾーニングの結果である。灰色の部分は何らかの要件によって不適とされているが、それ以外の場所については懸念事項の数を各メッシュの中の数字として表記している(図6)。

このように情報の扱いにはいくつかの考え方があり得るが、いずれにせよ何らかの形でステークホルダーによる情報共有や意見交換が必要となる。そこで協議会のような場を設けることとなっており、ゾーニングのマニュアルでも推奨されている³⁾。

(3) 協議会と合意形成

ゾーニングにおける貢献という意味では生態学会の会員は専門家あるいはステークホルダーとして協議会への参加やヒアリングを求められる可能性がある。専門的知見としては地域の生態系についての情報やその価値についてのアドバイスが可能であろう。その際は生態系サービスの持続的利用など将来的な便益も含めた知見が求められることも考えられる。

一方、専門的知見だけではなく意見照会を求められた際にはトレードオフに対する価値判断を求められるかもしれない。再エネの導入目標と適地の設定は相互に影響している。前者を大きくするためには対応する適地も広くとる必要があり、生態系保全上のリスクを含む場所も対象となってく

る。その一方で生態系への影響を回避するための予防原則を強くすると、利用可能な適地は少なくなる。

実際にゾーニングの作業を進める場合、制約の無い場所が抽出される可能性は極めて低く、何らかの形で価値判断が行われている。例えば農地は事業可能な場所に含めるか、含めるとしたらどのような農地かといった線引きにかかわる判断が必要となる。登記上は耕作放棄地だが現状は自然林となっているような場所など判断が分かれることもある。

ゾーニングの場合には地域の脱炭素戦略、自然環境の保全、そして地域づくりや産業ビジョンのような複数の論点が相互に関連してくる。このため価値判断が複雑になる地域もあるかもしれない。そこには様々な考え方がありうるが、地域での脱炭素は一つの目安になるのではないだろうか。脱炭素は都会だけの問題ではなく、現時点で脱炭素を達成した市町村はほぼ皆無であることに留意が必要である。もちろん極端な省エネなども含めて実現手段は多様であるが、トレードオフについての判断が必要な場合の議論の出発点にはなるであろう。自然環境の保全という観点での事前注意原則を強く働かせるのであれば、脱炭素や地域経済に及ぼす影響などへの配慮が必要になる。資源量に余裕があり地場産業となり得る地域もある一方で、許容しがたいトレードオフのため再エネ導入には賛成できない地域もあり得る。その意味で脱炭素が呪縛となるような事態は避けるべきであろうが、地域の将来の問題として論じる基盤は重要である。

温対法が提唱する実行計画は理念的なことも含むため、鳥類のサンクチュアリーや自然再生事業など自然環境と再生可能エネルギーの相乗効果（シナジー）を生み出す取り組みや、地域の持続的発展に寄与するような条件を盛り込むことも可能である。ゾーニングと併せて条例化すれば法的な効力にも期待できる。こうした多様な選択肢も含めながら地域全体での価値判断を行うことが実効性のある計画づくりに繋がるのではないだろうか。

ゾーニングの課題は法的な実効性である。再エネ事業における市町村の権限は限られているため、促進区域外の場所での事業を制限するためには、条例などの裏付けや都道府県における土地利用計画への組み込みが必要になる。ただし条例化には市町村の権限を強化する効果もあり、設備認定の条件である法令遵守の義務と関連づけることが可能である。自然再生を含む地域貢献や順応的管理なども含めて努力義務とすることによって合意を得やすい事業モデルへと誘導する効果にも期待できるのではないだろうか。

引用文献

- 1) Pedersen. E., van den Berg. F., Bakker. R. and Bouma. J.. 2009. "Response to noise from modern wind farms in The Netherlands" *The Journal of the Acoustical Society of America*. 126(2):634-43.
- 2) Pohl. J., Gabriel. J. and Hübner. G.. 2018. "Understanding stress effects of wind turbine noise: The integrated approach." *Energy Policy*. 112:119-28.
- 3) 環境省, 2020, 『風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル（第2版）』（http://assess.env.go.jp/files/0_db/seika/0006_02/02.pdf）.
- 4) 丸山康司. 2021. 「ゾーニング」『風力エネルギー』45(3). 399-402.

II 再生可能エネルギーのタイプごとの生態系・生物多様性への影響と対応

1. 風力発電（陸上・洋上）の立地と生態系・生物多様性への影響

（1）将来的な主要電源として期待される風力発電

気候変動に強い未来を実現するためには、エネルギー、土地利用、産業システムなどの社会資本を大きく変革する必要がある。これらの変革に欠かさないのが再生可能エネルギーの大幅な導入である。国際エネルギー機関（IEA）の中長期シナリオでは、エネルギー需要の継続的な増加により、2040年までに8.5テラワット（TW）の新規発電整備容量が必要となり、そのうち3分の2が太陽光と風力を中心とした再生可能エネルギーになると予想している¹⁾。特に、風力発電は太陽光発電に比べ発電効率が高く、陸地だけでなく洋上も導入可能域になるため、将来の主要電源として大きな期待が寄せられており、欧米や中国を中心にすでに大量導入が進む。一方、世界各地で風力発電の運

用が進むにつれ、生物多様性や生態系サービスに与える影響も顕在化してきた。大きな懸案事項として、生物多様性への影響については主に鳥類やコウモリ類など飛翔動物に対する深刻な影響が多数報告されており²⁾、生態系サービスに対する影響としては、家畜の放牧や農地、漁場など供給サービスの喪失や利用制限、あるいは重要な景観への視覚的影響など文化的価値の喪失があげられる。なお、風力発電はその立地により陸上風力と洋上風力に分けられ、両者の間で設置される環境特性や発電所規模などが大きく異なるため、環境影響を一括りに論じることは難しい。そこで(2)では、立地特性を鑑み、陸上風力と洋上風力ごとに風力発電の導入が生態系・生物多様性に及ぼす影響を紹介した上で、(3)において特に影響の大きい鳥類に焦点をあて、わが国の環境アセスメントで実施されている影響予測・評価の手法とその課題を、そして(4)では、その影響緩和策について概説する。

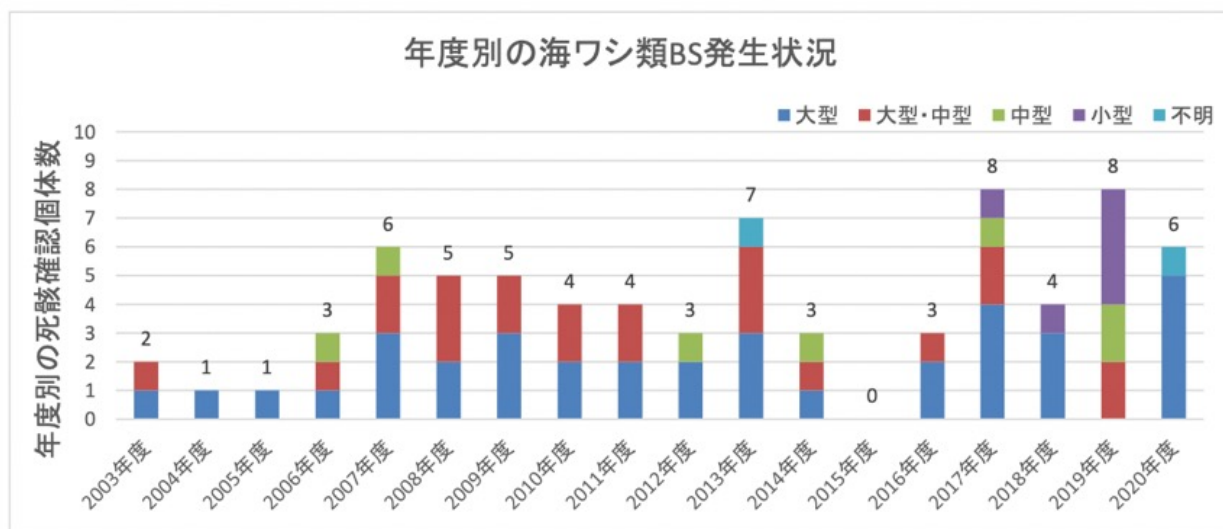


図7. 海ワシ類の風力発電施設への衝突確認数の推移（環境省野生生物課提供）

(2) 陸上風力発電の影響

陸上風力発電による開発が生物多様性に与える影響としてIUCN(2020)³⁾は、①タービンブレード等への飛翔動物の衝突、②発電機設置による生息地の喪失・劣化・変化、③送電線による感電死、④障壁効果、⑤トロフィックカスケード効果、⑥騒音・振動等の公害影響、⑦アクセス道路等の付帯設備の影響、⑧供給サービスへの影響、⑨侵略的外来種の侵入、を挙げている。その中でも、陸上風力発電所の建設・運用で特に問題視されている点について、以下で具体的に説明する。

・**タービンブレードへの衝突**；鳥類やコウモリ類などの飛翔動物がブレードに接触・衝突することにより、重傷を負ったり、死亡するケースが多数報告されている。衝突リスクの高い種として、鳥類では大型の猛禽類、渡り鳥など移動性の高い種、猛禽類・ガンやハクチョウ類・ツルやコウノトリ類など翼面荷重の大きい種が、コウモリ類では、開放地で採食し、エコロケーションを使う種があげられている。わが国では、国の天然記念物であり、かつ絶滅危惧Ⅱ類に指定されているオジロワシの衝突死事故がトビに続いて多発しており（図7）、風力発電に係る環境アセスメントの手続きにおいて問題となることが多い。小型鳥類やコウモリ類も数多く衝突死している可能性があるが、腐肉食者による持ち出しが多いことや死体の発見が容易でない等の理由により、実態は把握できていない。

・**生息地の喪失・劣化・変化**；風力発電所の建設に伴う物理的改変面積は通常小さいため、それによる改変の影響は小さいと推察されている。一方、

風車の運用後、鳥類、コウモリ類、一部の地上徘徊性哺乳類が風力発電所の周辺域を回避するようになり、結果として生息地の移動や消失が起きることが報告されている⁴⁾。

・**障壁効果**；渡り鳥は決まったルートを決めた大きな群れで移動するが、ルート上に複数の風力発電所が建設されると、それが障壁となり移動が妨げられる。結果として、風車群を迂回することにより、より多くのエネルギーを費やすことが必要となり、生存率や繁殖率の低下を通し種・個体群の存続に影響を及ぼす可能性が指摘されている。ただし、実証的な研究は少ない。

・**トロフィックカスケード効果**；風車が建設されることにより、特定の種が衝突死や生息地放棄の影響を受け個体数が少なくなった場合、「食うー食われる」の関係に少なからず影響を与え、生態系の機能を変化させる可能性がある。インドでは、トカゲの主要な捕食者である猛禽類が風力発電所周辺を避けたために、トカゲの生息数が増加し、食物網構造に影響を与えたことが報告されている⁵⁾。

(3) 洋上風力発電の影響

洋上風力発電による開発が生物多様性に与える影響としてIUCN(2020)は、①タービンブレード等への飛翔動物の衝突、②海底の生息環境の喪失・劣化・変化、③タービンの固定による水中の流体力学的変化、④新たなハビタットの形成、⑤トロフィックカスケード効果、⑥障壁効果、⑦陸上送電線による感電死、⑧建設・管理用船舶との衝突、⑨騒音による死亡、⑩電磁場の形成、⑪供給サービスへの影響、⑫侵略的外来種の侵入、等を挙げている。

ここでは、洋上風力発電所の建設・運用で発生し得る影響をいくつか取り上げ、具体的に説明する。

・**タービンプレードへの衝突**；陸上風力と同様、洋上風力でもブレードへの衝突死は大きな懸念事項となっている。風力発電所の海域を通過する渡り鳥や、餌を探すために発電所の海域を訪れる海鳥が高い衝突リスクを持つと考えられるが、夜行性の渡り鳥にいたっては、ナセルのライトに引き寄せられる効果もあり、衝突リスクがより高くなると推察されている。コウモリ類についても、海岸から2.2km～21.9kmの海域で採餌が確認されていることや、ナセルの照明により洋上風力タービンに引き寄せられる可能性も指摘されており⁶⁾、鳥類と同様、衝突死のリスクを孕んでいる。

・**障壁効果**；洋上における風車群の設置は、海鳥の繁殖コロニーや採餌場所への定期的な移動を妨げたり、海棲哺乳類、ウミガメ、魚類が風車群の海域を定期的に利用することを妨げる可能性があるが、これらに関する実証的な研究例は殆どない。

・**海底の生息環境の喪失・劣化・変化**；底生生物の生息地は、風力発電機の基礎工事により完全に消失もしくは劣化するが、消失する総面積は風力発電機の基礎部分に限定されるため、生物多様性に与える影響は比較的小さいと推察されている。

・**流体力学的な変化**；海域における風力発電機の設置は、水中の流体力学的条件を変化させ、タービン周辺の洗掘や濁りの増加などを通し、底

生生物群集や魚類に負の影響を与える可能性がある。

・**新たなハビタットの形成**；海域に風力発電機が設置されることにより、底生生物の新たな生息環境が形成されるとともに、タービン基部が魚類の避難場所になることにより、多くの魚介類を養う場所になるという正の生態系サービスが報告されている⁷⁾。タービン周辺における低次栄養レベルの種のコロニー化に続き、カニやエビなどの無脊椎動物や小型魚類の侵入定着、それによる大型の捕食性魚類および海棲哺乳類などが誘引されるトロフィックカスケード効果が期待される。一方、小型魚類などの誘引される生物を餌とする鳥類が風車群のある海域に誘引されることで、衝突死を引き起こす可能性もある。

(4) 評価・予測の手法と課題

わが国では、2012年に風力発電が法アセスの対象となり、陸上を中心に多数の事業評価が行われてきた。日本の発電所建設に係る環境アセスメントでは、はじめに、幅広い動物群に対し網羅的な調査を実施することで重要種を選定し、その上で風力発電所を建設した際の予測・評価を行うこととしている⁸⁾。特に風力発電建設の影響が大きいとされる鳥類に対しては、対象事業実施区域内を飛翔する各種鳥類のタービンプレード回転範囲内の飛翔軌跡延長を算出した上で、鳥類の飛行速度や風車回避率などの種特性に加え、ブレード回転速度や稼働率などの風車諸元に基づき、衝突確率モデルを用いることで発電機一基あたりの年間衝突数を算出する方法が採用されている⁹⁾。その数値の大きさにより風車配置の適否を判断し、供用年

数20年間に衝突する可能性が高い風車については、配置変更や廃止を検討する措置が取られる。上記手法は、現行アセスメントにおいて影響予測手法としてすでに確立した感があるが、一方で、算出された衝突確率の予測精度が十分検証されていないことなど課題も残る。また、影響予測が個体の衝突に重きが置かれるがあまり、生息地放棄や種・個体群に与える影響といった視点に配慮が行き届いていない。さらに、環境アセスメントでは個別の事業に対する影響予測・評価が行われるが、わが国では風力発電の導入適地に限られる中、対象事業地周辺に複数の事業が集中する現状を鑑みれば、すでに運用中の既設風車を含めた累積的影響の評価が必須であろう。

（５）影響をどのように緩和するか

風車建設にあたり最も効果的な影響緩和策は、事業計画の立案段階において環境負荷が大きいと思われるエリアへの導入を極力回避することであ

る。鳥類に関しては、現在、わが国をはじめ世界各国で風車建設に対し脆弱性を「見える化」したセンシティブティマップ（脆弱性マップ）の作成が進められている¹⁰⁾。

センシティブティマップとは、重要な鳥類種の飛行特性に加え、保護区等の情報に基づき、鳥類が風力発電の影響を受けやすい場所を示したマップのことを指し、事業の立地検討段階で脆弱性の高い場所を極力避けるなど、その情報に対する適切な配慮がなされれば、大きな影響低減を図ることが期待できる(図8)。

他にも、鳥類については、風車に対する視認性を高めるためのタービンブレードへの塗装、鳥類の接近に対する風車の可動制限等の対策等が、コウモリ類については、タービンが稼働する風速「カットイン速度」の引き上げ等の対策が図られている。いずれの影響緩和策も効果の不確実性が高いことから、それら影響低減策を保全措置として積極的に導入すると同時に、効果の検証を合わ

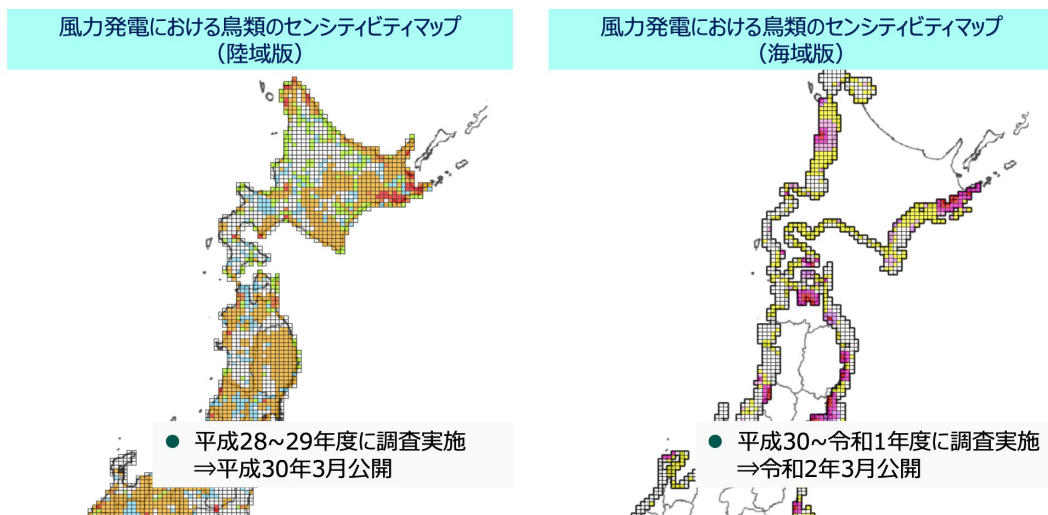


図8. 風力発電における鳥類のセンシティブティマップ^{11) 12)}

せた順応的管理が不可欠といえる。

引用文献

- 1) IEA(2021) Renewables 2021.
<https://www.iea.org/reports/renewables-2021>
- 2) Perold, V., Ralston-Paton, S. and Ryan, P. (2020) On a collision course? The large diversity of birds killed by wind turbines in South Africa. *Journal of African Ornithology*, 91(3): 228–239
- 3) IUCN(2021)Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development.
<https://portals.iucn.org/library/node/49283>
- 4) Marques, A.T., Santos, C.D., Hanssen, F., Muñoz, A., Onrubia, A., Wikelski, M., Moreira, F., Palmeirim, J.M. and Silva, J.P. (2019) Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. *Journal of Animal Ecology*, 89:93–103
- 5) Thaker, M., Zambre, A. and Bhosale, H. (2018) Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels. *Nature Ecology & Evolution* 2:1854–1858
- 6) Rydell, J. and Wickman, A. (2015) Bat Activity at a Small Wind Turbine in the Baltic Sea. *Acta Chiropterologica* 17(2): 359–364
- 7) Bergström, L., Sundqvist, F. and Bergström, U. (2013) Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series* 485: 199–210
- 8) 経済産業省 (2020) 発電所に係る環境影響評価の手引.
https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/tebiki.html
- 9) 由井正敏・島田泰夫 (2013) 球体モデルによる風車への鳥類衝突数の推定法.総合政策、第15巻第1号；1-17
- 10) 関島恒夫・浦達也・赤坂卓美・風間健太郎・河口洋一・綿貫豊（投稿中）鳥類に対する風力発電施設の影響を未然に防ぐセンシティブティマップとその活用方法.保全生態学研究
- 11) 環境省 (2018) 環境アセスメントデータベース 風力発電における鳥類のセンシティブティマップ（陸域版）.
<https://www2.env.go.jp/eiadb/ebidbs/>
- 12) 環境省 (2020) 環境アセスメントデータベース 風力発電における鳥類のセンシティブティマップ（海域版）
<https://www2.env.go.jp/eiadb/ebidbs/>

II 再生可能エネルギーのタイプごとの生態系・生物多様性への影響と対応

2. 洋上風力発電の立地と再エネ海域利用法

(1) カーボンニュートラル2050に向けて期待される洋上風力

地球温暖化が進行する中、CO₂削減に向けた取り組みが世界的に広がり、その一環としてわが国も2020年10月、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするという、カーボンニュートラルを目指すことを宣言した。その実現に向けて今大きく期待されているのが再生可能エネルギーの導入拡大、とりわけ四方を海に囲まれた日本の立地特性を活かした洋上風力発電の拡大である。洋上は陸上よりも安定した風が吹くため効率的な発電ができることに加え、陸地に比べて立地の制約が小さいため大規模な導入が可能となり、効率的な発電事業が実施できるというメリットにより安価なエネルギー供給に貢献できることが期待されている。2020年12月、洋上風力のより一層の導入拡大と関連産業の競争力強化に向けて官民が一体となって取り組むべき施策を取りまとめた

「洋上風力産業ビジョン（第1次）」が発表され、その中で洋上風力産業ビジョンとして、2030年までに10GW、2040年までに浮体式を含む30GW～45GWの導入目標が掲げられるとともに、北海道、九州、東北を主体とした地域別の導入イメージが示された(図9)。

(2) 一般海域で風力発電を推進するために

再生可能エネルギーの大幅な導入を図るために期待された洋上風力発電であるが、海域の占用に関する統一的なルールがないこと、先行利用者との調整の枠組みが存在しないという課題もあり、導入は容易に進まなかった。そこで、国はより一層の洋上風力発電の導入を図るため、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（以下、「再エネ海域利用法」）を定め、一般海域を風力発電事業者が利用できる仕組みを設けた。

再エネ海域利用法の具体的な手続きの流れは、まず、地方自治体から風力事業に適正な海域として申請された区域に対し、「自然条件が適切であること」、「漁業や海運業等の先行利用に支障を及ぼさないこと」、「系統連携が適切に確保されること」等の要件から判断し、経済産業大臣および国土交通大臣が風力発電事業の促進地域を指定する。

次に、指定された区域に対し事業者は公募占有計画を国に提出し、国は長期的・安定的・効率的な事業実施の観点から最も優れた事業者を選定した上で、その区域内で最大30年間の占用許可を与える仕組みである。

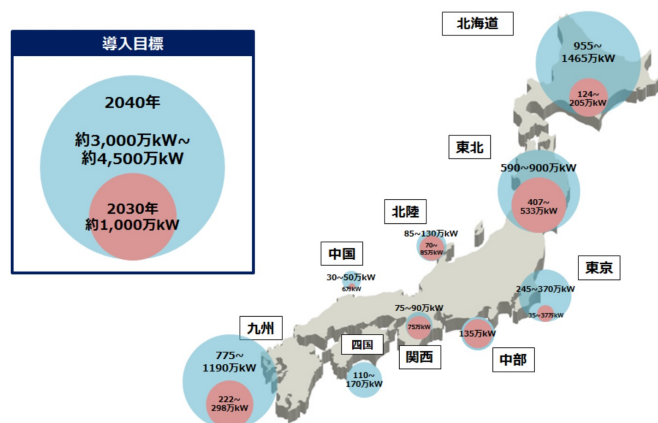


図9.地域別の洋上風力発電の導入イメージ

現在, 再エネ海域利用法のもと, 促進地域として秋田県八峰町および能代市沖, 秋田県由利本荘市沖, 千葉県銚子沖, 長崎県五島市沖など3県6海域が指定されており⁴⁾, さらに, 早期に促進地域に指定できる見込みがあり, より具体的な検討を進めるべき区域を「有望な区域」として, 青森県日本海側や長崎県西海市江島沖など6県7区域を選定している(図10). また, 将来的に有望な区域となり得ることが期待される区域を「一定の準備段階に進んでいる区域」として, 北海道石狩市沖, 青森県陸奥湾, 佐賀県唐津市沖など6県10区域を選定している.

(3) 促進地域の指定手続きにおける課題

再エネ海域利用法による促進地域の指定では, 「自然条件が適当であること」という選定要件が

組み込まれているため, 生物や生態系に関わる情報の適切なスクリーニングがなされていれば, 風力発電の建設・供用による負の環境影響を事業実施前に排除することができる. しかし, 上述したように促進地域の候補として多くの海域がリストアップされている北海道, 秋田県, 青森県などは, 一方で, 国内の希少な海鳥類が生息・繁殖するホットスポットとして知られる(図11). これらの海域が促進地域の候補として挙がっていることを踏まえると, 鳥類を含む生物・生態系情報は再エネ海域利用法の促進地域の選定手続きにおいて, スクリーニングするための重要項目として十分に反映されていない可能性もある. 実際, 地方自治体によっては, 風力事業に適正な候補海域を選定する条件の一つとして, 「事業者による事業化に向けた検討が一定程度進んでおり, 事業性が高いと考えられる海域であること」と定めているところ



図10.再エネ海域利用法に基づく促進地域および有望な区域等の指定・整理状況 (2021/9/13) ⁵⁾

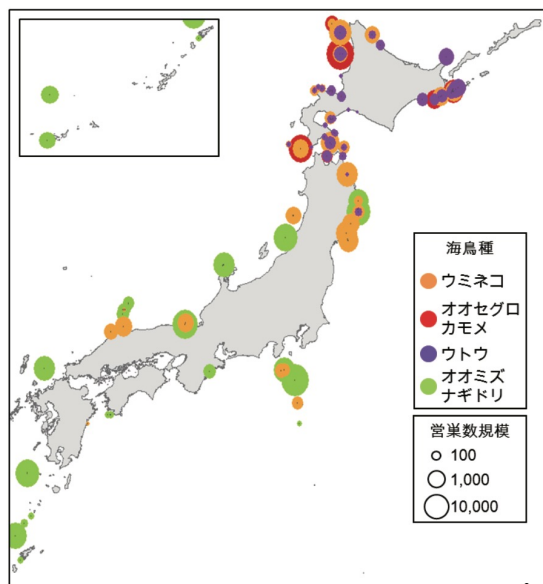


図11.国内における繁殖数上位4種の海鳥繁殖地の分布⁶⁾

もあり、自然環境に対する影響を最小限に留めるためのゾーニングという発想ではなく、事業見通しのある海域を促進地域として位置づけているケースも見られる。

風車ブレードに対する鳥衝突や生息地放棄が世界的に大きな懸案事項になる中、今後、促進地域での事業が環境アセスメント手続きに入った際、大きな環境影響が予想されることにより事業計画の大幅な見直しなどが余儀なくされる可能性も否めない。再エネ海域利用法による促進地域の指定手続きが、想定していなかった甚大な環境影響を招くことにならぬよう、供用後の事後モニタリングを徹底し、その結果に基づき適切な保全措置を適宜施していく順応的管理の体制づくりが強く求められる。

引用文献

- 1) 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会（2020）洋上風力産業ビジョン（第1次）（案）
<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001378123.pdf>
- 2) e-Govポータル（2019）海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律。
https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=430AC0000000089_20190401_0000000000000000
- 3) 経済産業省資源エネルギー庁（2019）再エネ海域利用法について。
https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/2/3/7/5/1/4/8/_/yojoshiryou1.pdf
- 4) 経済産業省資源エネルギー庁（2021）洋上風力関連制度。
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/index.html#pub
- 5) 経済産業省資源エネルギー庁（2021）再エネ海域利用法に基づく促進区域の指定と、有望な区域等について整理を行いました。
<https://www.meti.go.jp/press/2021/09/20210913004/20210913004.html>
- 6) 風間健太郎・綿貫豊（2021）洋上風力発電の海鳥への影響を軽減するためのセンシティブティマップ作成手法とその課題。保全生態学研究
<https://doi.org/10.18960/hozen.1916>

II 再生可能エネルギーのタイプごとの生態系・生物多様性への影響と対応

3. 太陽光発電の立地と生態系・生物多様性への影響

(1) 太陽光発電とその生態系影響に関する基本情報

現在、太陽光発電は世界の年間再生可能エネルギー市場の50%以上を占めている¹⁾。またIEAが作成した開発シナリオでは、2030年代には世界の太陽光発電の発電量は、約4.5倍に増加すると予想されている²⁾。これまで、太陽光発電の環境影響評価は大規模な太陽光発電施設、いわゆるメガソーラーが中心となっている。世界的には、発電容量が10MW 超が対象であることが多い³⁾。保護地域の中にも多くのメガソーラーが建設されており、10MWを超える大型の太陽光発電施設の約12%が、保護地域内に建設されている³⁾。この背景には、再生可能エネルギー政策と自然保護政策の整合性がとれていないということがある⁴⁾。

日本国内では、太陽光発電は、第6次エネルギー基本計画の2030年度におけるエネルギー需給において、再生可能エネルギーの中で総供給量が最も大きくなる見通しである⁵⁾。太陽光発電の供給量は、2019年度時点で国内の総供給量の6.7%であるが、2030年度の野心的な見通しでは、14～16%と2倍以上の供給率を目指すこととなっている。太陽光発電は、火力発電や原子力発電に比べ、単位発電量あたりより多くの土地面積を必要とする。太陽光発電は、国内の陸域における土地利用改変面積という観点で、最も影響が大きい発電方法の1つとなると考えられる。

太陽光発電施設の生物多様性・生態系サービス

に対する影響については、まだ研究の蓄積が不十分であるものの、太陽光発電パネルの設置や付属施設の建設に伴う土地利用・土地被覆の改変により起こる生息地喪失や分断化が主要な影響と考えられている^{4), 6), 7)}。

地表植生の除去により、生育環境を大きく改変するとともに、周辺部での土砂輸送や水文プロセスに影響を与え⁸⁾、光環境や気温、降水量など微気候条件を変化させる可能性がある^{9), 10), 11), 12)}。また、野生動物の移動を阻害し¹³⁾、土地被覆の改変を通じて外来生物の侵入を促進する可能性がある。これらを通じて生物多様性と生態系機能の持続可能性を低下させる¹¹⁾。また、太陽光発電装置の製造に必要な鉱物等の採掘等の資源利用が、国境を越えて、生物多様性の高い地域に影響を与える可能性がある^{14), 15)}。廃棄の際にも生物多様性に影響を与える⁷⁾。

(2) 日本国内における太陽光発電施設の状況

日本全体では、0.5MW以上の太陽光発電施設が占める面積は合計229,211 km²（日本の国土の0.079%）であり、その66.36%を0.5MW～10 MWの中規模施設が占めている¹⁶⁾。これは比較的小型の規模の施設が、累積的に自然環境を損なっていることを意味している。失われた生態系の面積としては、二次林・人工林、人工草原、畑、水田が多い。自然保護区に該当する場所でも、太陽光発電施設の建設が確認されており（合計1027施設、約35 km²）、鳥獣保護区内では605施設（合計約20

km²), 都道府県立自然公園内では245施設(合計約8 km²), 国立公園内では101施設(合計約5 km²)が確認された。これらのうち68.4%は中規模施設だった。統計モデルによって施設が設置されやすい場所の自然的・社会的特徴を解析した結果, 日本において大規模発電施設が建設されやすい場所に影響する要因としては, 土地被覆だけでなく, 地形の傾斜, 地形的な日当たりのよさ, 標高が低いこと, 人口密度が高いことなどの影響が強く認められたが, 保護区であることや土砂災害危険区域であることはほとんど影響していなかった。

(3) 対応のガイドライン

日本での太陽光発電施設の建設にかかる規制としては, 4万kW以上の施設が環境影響評価法の第1種事業の対象に, 3万kW以上~4万kW未満が第2種事業の対象になっている。より小規模な太陽光発電施設は, 地方自治体の条例で規制される場合もあるものの, 必ずしも生物多様性の保全を目的としていない。太陽光発電の導入拡大と生物多様性保全の両立のためには, 適切な規制やゾーニング, 影響緩和対策がなされるよう, 専門家が関与していくことが重要である。

IUCNの風力・太陽光発電施設の影響緩和のガイドライン¹⁷⁾では, 影響緩和の階層として, まず戦略的アセスメントやゾーニング等により影響の回避を行い, 回避できない場合は影響の最小化, 次いで代償措置を講ずることとしている。

ゾーニングの1つとして, 今後, 改正温対法に基づいて太陽光を含めた再エネ建設の促進区域が各

自治体により設定されていく見通しであり, 再エネ建設立地を適切にコントロールするための重要な手段の1つとなると考えられる。促進区域の設定では, 国立・国定公園の特別保護地区・特別地域や種の保存法で指定された生息地等保護区等の国レベルの保護区は除外されるものの, 県指定の保護区などは自治体の裁量となる見込みである。さらに, 太陽光発電施設の影響を特に強く受ける里地・里山の生態系は既存の保護区には含まれていないことが多い。また, 保全上重要な希少種の詳細な分布情報は, 一般には把握されていないことがほとんどである。発電施設を建設する側にとっても, 保全重要種の分布状況が把握できないことが, 適切な立地選択を速やかに行うことの障害となっている。従って, 生息地への影響回避のためにも, 発電施設を適切な立地に速やかに導入するためにも, 促進区域設定に際して開催される協議会等において, 専門家が適切に情報提供や発言を行っていくことが必要である。また, 国立公園等では十分にカバーしきれない範囲を保全するために, 今後国内でも制度化される, 民間取組等と連携した自然環境保全(OECM; Other Effective area-based Conservation Measures)も, 保全上重要な場所の“見える化”に有効な手段の1つと考えられる。太陽光発電施設の影響軽減のためにも, OECMを今後積極的に里地・里山の生態系において登録していくことも有効だろう。

太陽光発電施設による生物多様性への影響を検討する際には, 建設による直接的影響と間接的影響の両方について考える必要がある。直接的影

響の検討では、建設予定地における動植物相や個体群の状態（個体密度や遺伝的多様性）を把握し、ハビタットが失われた時の個体群の存続可能性を検討することが有効である。また、間接的な影響の検討では、建設に伴う地形、水循環、土砂動態の変化が生物にもたらす影響の検討が重要である¹⁸⁾、¹⁹⁾。たとえば、太陽光発電施設の建設により、もともと土壤に浸透していた雨水の浸透が妨げられる場合は多い。その場合、建設予定地を集水域とする湿地での湧水量が減少し、湧水に依存していた生物に影響が出る可能性がある。また樹林を伐採して建設する場合、風速や空中湿度も変化するため、両生類などへの影響に注意が必要である。さらに、直接的影響と間接的影響の双方について、単一の事業の影響だけでなく、複数の事業による累積的影響を考慮することも重要である。

太陽光発電施設の建設の影響を受ける要素は動植物だけではない。災害リスクや景観など、社会的側面への影響も大きい。2015年9月の関東・東北豪雨の際には、鬼怒川の河畔砂丘を掘削して太陽光発電施設が建設されていた場所から溢水が生じた²⁰⁾。水害や土砂災害のリスク、地形・地質等から検討し、建設の是非や構造の選択に役立てることが重要である。

自然環境や景観の保全、あるいは防災の観点から、太陽光発電施設の建設に対する規制を設けている自治体は少なくない。都道府県や市町村における関連した条例は一般社団法人地方自治研究機構のウェブサイト(p48)に整理されている。

建設の議論では、候補地の自治体は何らかの条

例を設置していないか確認するとともに、行政と綿密に連携しながら対応を検討することが望ましい。

生物多様性・自然環境への悪影響を最小化するためには、建設の可否の判断や場所の選択に加え、構造・工法での工夫を検討することも重要である。太陽光発電施設と農業の両立は、ソーラーシェアリング（営農型太陽光発電）としてすでに実用化され始めている。同様に、強い光を必要としない生物の生育・生息環境の維持との両立や、雨水浸透構造をもたせ地下水涵養機能を損なわない敷地の整備手法なども考えられるはずだ。植生管理によっては生態系サービスを向上できるという報告もある¹⁹⁾、²¹⁾。これらの開発・効果検証を進めることは、今後さらに重要になるだろう。

引用文献

- 1) REN21 (2020) Renewables 2020 Global Status Report. Paris. REN21 Secretariat.
- 2) IEA (2019) Tracking Power 2019. Paris. IEA.
- 3) Rehbein, J. A., et al. (2020) "Renewable energy development threatens many globally important biodiversity areas." *Glob Chang Biol* 26(5): 3040-3051.
- 4) Gasparatos, A., et al. (2021) "Facilitating Policy Responses for Renewable Energy and Biodiversity." *Trends Ecol Evol* 36(5): 377-380.
- 5) 経済産業省(2021)第6次エネルギー基本計画。
https://www.enecho.meti.go.jp/category/other/s/basic_plan/
- 6) Fthenakis, V. and H. C. Kim (2009). "Land use and electricity generation: A life-cycle analysis." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(6-7): 1465-1474.

-
- 7) Gasparatos. A.. et al. (2017). "Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **70**: 161-184.
 - 8) Turney. D. and V. Fthenakis (2011). "Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **15**(6): 3261-3270.
 - 9) Barron-Gafford. G. A.. et al. (2016). "The Photovoltaic Heat Island Effect: Larger solar power plants increase local temperatures." *Sci Rep* **6**: 35070.
 - 10) Suuronen. A.. et al. (2017). "The Influence of Solar Power Plants on Microclimatic Conditions and the Biotic Community in Chilean Desert Environments." *Environ Manage* **60**(4): 630-642.
 - 11) Murphy-Mariscal. M.. et al. (2018). *Solar Energy Development and the Biosphere*.
 - 12) Tanner. K. E.. et al. (2020). "Simulated solar panels create altered microhabitats in desert landforms." *Ecosphere* **11**(4).
 - 13) Walston. L. J.. et al. (2016). "A preliminary assessment of avian mortality at utility-scale solar energy facilities in the United States." *Renewable Energy* **92**: 405-414.
 - 14) Holland. R. A.. et al. (2019). "The influence of the global electric power system on terrestrial biodiversity." *Proc Natl Acad Sci U S A* **116**(51): 26078-26084.
 - 15) Sonter. L. J.. et al. (2020). "Renewable energy production will exacerbate mining threats to biodiversity." *Nat Commun* **11**(1): 4174.
 - 16) Kim, J. Y., et al. (2021). "Current site planning of medium to large solar power systems accelerates the loss of the remaining semi-natural and agricultural habitats." *Sci Total Environ* **779**: 146475.
 - 17) Bennun. L.. et al. (2021). Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development : guidelines for project developers. Gland. Switzerland. IUCN and Cambridge. UK: The Biodiversity Consultancy.
 - 18) Randle-Boggis. R. J.. et al. (2020). "Realising co-benefits for natural capital and ecosystem services from solar parks: A co-developed, evidence-based approach." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **125**.
 - 19) Uldrijan. D.. et al. (2021). "Ecological effects of preferential vegetation composition developed on sites with photovoltaic power plants." *Ecological Engineering* **168**.
 - 20) 応用生態工学会会長特命鬼怒川調査団 (2016). 平成27年9月関東・東北豪雨鬼怒川災害調査報告書.
 - 21) Walston. L. J.. et al. (2021). "Modeling the ecosystem services of native vegetation management practices at solar energy facilities in the Midwestern United States." *Ecosystem Services* **47**.

II 再生可能エネルギーのタイプごとの生態系・生物多様性への影響と対応

4. 地熱発電の立地と自然公園等の地種区分

(1) 地熱発電の生態系への影響

日本は有数の火山国であり、地熱資源量は米国とインドネシアに次いで世界第3位であり、150℃以上の地熱資源は、2,347万kWのポテンシャルがある。その81.9%に当たる1,922万kWが国立公園の特別保護地区・特別地域内に存在し、開発規制がかかっている¹⁾。

日本で最初に地熱発電が開始されたのは、1966年の松川(岩手県)に続き、大沼(秋田県)、鬼首(宮城県)、大岳・八丁原(大分県)、葛根田(岩手県)などである。しかし、国立公園の植生や景観への影響が懸念されたため、1972年3月の環境庁と通産省による「国立公園および国定公園における地熱発電の開発に係る了解事項」に基づき、国立国定公園内の地熱発電所は、上記の6箇所に限定された。

当時は、坑井掘削に伴う自然環境への影響のための技術も十分でなく、地熱発電所に対する環境影響評価制度もなかったため、周辺の自然環境に大きな影響がでた。例えば、十和田八幡平国立公園の大沼地熱発電所では、坑井から直接噴気が噴出していたため、その騒音、周囲への熱水飛散、水蒸気の樹木への氷着、硫黄水素ガスによる樹木の枯死などが見られ、坑井の風下100~150mのブナはほとんど枯死していた。その後の技術革新により、サイレンサーの装着による騒音の軽減と熱水飛散・氷着の防止、発電後の熱水の地下還元によ

る表層水汚染の防止などが図られるようになった²⁾。

1996年以前に操業開始した9つの発電所では通産省の省議決定に基づくアセスが実施されたが、その後の地熱発電所は環境影響評価法の対象となっている。環境影響評価法においては、地熱発電所は、1万kW以上が第1種事業、0.75~1万kW以上が第2種事業として、環境影響評価の対象となる。地熱発電所が、生態系・生物多様性に及ぼす影響項目を見ると、建設工事段階だけではなく、資源調査段階や操業段階の補充井掘削における生態系・生物多様性への影響が懸念されるのが地熱発電事業の特性であることがわかる(表5)。したがって、地熱発電所の環境影響評価は、なるべく早期から始め、操業後の補充井掘削に至る長期のモニタリングが必要になる。

表5. 地熱発電が生態系・生物多様性に与える影響項目（環境省 2011による）

		植生・植物相	動物相	重要な種・群落	生態系
資源調査段階	地表調査	△	△	△	△
	坑井調査	●	●	●	●
建設工事段階	建設工事	●	●	●	●
	掘削工事	●	●	●	●
操業段階	発電	△	●	●	●
	補充井掘削	●	●	●	●

(2)地熱発電と国立公園の地種区分

再生可能エネルギーと国立・国定公園等の自然公園の関係を論じる時、混同されやすい二つのゾーニングの違いを知っておく必要がある。再生可能エネルギーのゾーニングは、環境省の「風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル(以下、風力発電ゾーニングマニュアル)」や改正温対法における再エネ促進区域の設定のように、再生可能エネルギーに相応しい立地選定のためのゾーニングという意味で用いられている。これに対して、国立・国定公園等の地種区分は、自然公園における保護と利用を両立させるためのゾーニングである。しかし、再生可能エネルギーの種類によって、立地選定ゾーニングと自然公園の地種区分の関係が異なるため紛らわしい。

例えば、風力発電ゾーニングマニュアルでは、法規制などに基づき風力発電の立地として相応しいかどうかを判断し、保全エリア、調整エリア、促

進エリアに3区分することになっている。マニュアルでは、国立・国定公園は、自然環境保全地域、世界自然遺産とともに「保全エリアとすることが考えられる」としている。

2015年の「国立・国定公園における地熱発電の取り扱いについて(以下、地熱通知)」には、「地熱開発は、特別地域等の国立・国定公園の自然環境保全上重要な地域及び公園利用者への影響が大きな地域では原則として認めない。特に自然公園の核心部ともいえるべき特別保護地区及び第1種特別地域においては、その指定の趣旨を踏まえて現に認めないこととする」と書かれている。

この地熱通知は、内閣府の「再生可能エネルギー等に関する規制等の総点検タスクフォース」の取りまとめ結果を受け、2021年9月に改定された⁴⁾。改定により、地熱発電施設を原則として認めず、例外的に優良事例を認めるとしていたものから、自然環境保全と両立し、地域と共生した地熱開発の取組を積極的に認めるという姿勢に転換し

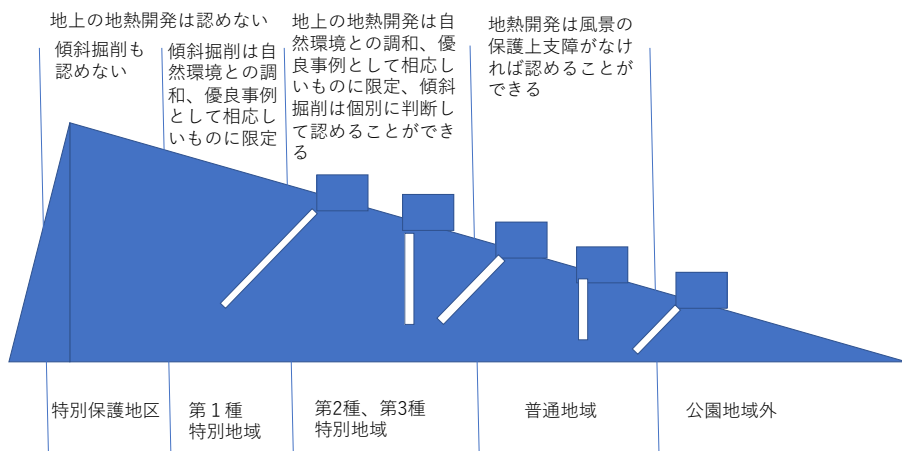


図12. 国立・国定公園の地種区分と地熱発電の立地可能性 (2021年9月地熱通知をもとに作成)

た。一方、特別保護地区及び第1種特別地域において、地熱開発を認めないという原則は変わらず、区域外からの傾斜掘削に関しても、これまで通り、「特別保護地区については(略)傾斜掘削も認めない。第1種特別地域においては公園区域外若しくは普通地域からの傾斜掘削、又は第2種特別地域若しくは第3種特別地域からの傾斜掘削であって(略)優良事例が形成されることを前提としたものについては(略)個別に判断して認めることができるものとする」としている。なお、第2種特別地域、第3種特別地域においては公園区域外又は普通地域からの傾斜掘削については個別に判断して認めることができる、普通地域においては風景の保護上支障等がない場合に限り、認めることができるとしている(図12)。

ここで優良事例とはどのようなものを指すのかという疑問が湧いてくる。「『国立・国定公園における地熱開発の取扱い(令和3年9月30日環境省自然環境局長通知)』の解説～優良事例形成の円滑化に向けて～(以下、地熱通知の解説)⁵⁾」によれば、優良事例とは「自然環境の保全と地熱開発の調和が十分に図られるもの」であり、具体的には「風致景観や自然環境への著しい影響を避けて立地」するため、「自然公園担当部局と事業者が案件形成段に協議を行い」、「自然公園法の階で早期許可の基準に適合する」ことが求められる。また、「動植物や生態系等への影響は不確実性があることから、予防原則の考え方を念頭に適切に事前調査、環境配慮、モニタリングを計画、実施すること」が重要であるとされている。

地熱発電に関しては、他の再生可能エネルギー

と比較して、国立・国定公園に立地されることが多く、地熱通知の改定によって国立・国定公園の自然環境に大きな影響が出ることが懸念されるが、「地熱通知の解説」をじっくり読めば、国立・国定公園における地熱開発は簡単なものではないことがわかる。実際、大雪山国立公園内に計画された地熱開発が、事業者と地域の自然に詳しい団体の間で、科学的な調査データに基づいて検討した結果、中止された事例もある。

日本生態学会の会員が、地熱開発に関して助言を求められた際には、ぜひ「地熱通知の解説」を参照していただきたい。

参考文献

- 1) 塩崎功(2019)日本の地熱発電開発. 応用地質 60(3):120-124.
- 2) 吉田正人(2013)地熱発電と国立公園. 環境アセスメント学会誌. 10(2):8-14.
- 3) 環境省(2011)地熱発電事業に係る自然環境への影響検討会第3回資料.
- 4) 環境省(2021)国立・国定公園における地熱発電の取り扱いについて.
https://www.env.go.jp/nature/210930kouen_tinetu.pdf
- 5) 環境省(2021)「国立・国定公園における地熱開発の取扱い(令和3年9月30日環境省自然環境局長通知)」の解説～優良事例形成の円滑化に向けて～.
https://www.env.go.jp/nature/210930kouen_tinatu_kaisetu.pdf

II 再生可能エネルギーのタイプごとの生態系・生物多様性への影響と対応

5. 木質系バイオマスを用いた発電と持続的利用における課題

(1) バイオマス発電

生態学において、バイオマス(Biomass)とは、ある空間内に生存する生物の総量あるいは特定の分類群の総量を質量あるいはエネルギー量で表すことが多い。一方、人間社会の生活に必要なエネルギー資源の一つとしてのバイオマスとは、生物体を構成する物質を起源とした枯渇しない産業用資源を指す。動植物に由来する資源のうち、化石燃料を除いたものであり、これらを用いたエネルギー利用は再生可能なエネルギーとして位置づけられている。廃棄物系資源、未利用系資源、生産系資源に大別され、さらに11項目に分類される(表6)。

バイオマス資源からエネルギーに変換する技術は、物理的変換(固体燃料製造:薪・チップ・ペ

レット等)、熱化学的変換(気体燃料製造:熱分解ガス化等、液体燃料製造:バイオディーゼル燃料製造等、固体燃料製造:炭化・半炭化)、生物化学的変換(気体燃料製造:メタン発酵等、液体燃料製造:エタノール発酵等)の3つがある。バイオマス発電技術は、直接燃焼による発電とガス化による発電に大別される。

直接燃焼による発電には、既設の石炭火力発電所における混焼方式と、小規模のバイオマス専焼ボイラを用いた方式があり、いずれもボイラで発生した蒸気でタービンを回して発電する。一方、ガス化による発電にはバイオマスを熱分解するガス化炉で可燃性ガスを発生させ、ボイラで燃焼させて蒸気タービンにより発電、あるいはガスエンジンやガスタービンなどで発電する方式と、バイオマスや廃棄物などの発酵によってメタンガスを作り、ガスエンジンなどで発電する方式がある。

(2) 木質系バイオマス

表6. バイオマス資源の種類(新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2014¹⁾)

バイオマス資源	廃棄物系資源	木質系バイオマス	製材工場残材・建設発生木材
		製紙系バイオマス	古紙・製紙汚泥・黒液
		家畜排泄物	牛糞尿・豚糞尿・鶏糞尿
		生活排水	下水汚泥・し尿・浄化槽汚泥
		食品廃棄物	食品加工廃棄物・食品販売廃棄物・厨芥類・廃食用油
		その他	埋立地ガス・紙屑・繊維屑
	未利用系資源	木質系バイオマス	林地残材・間伐材・未利用樹・剪定枝
		農業残さ系バイオマス	稲作残さ(稲わら・もみ殻)・麦わら・バガス・その他農業残さ
	生産系資源	木質系バイオマス	短周期栽培木材
		草本系バイオマス	牧草・水草・海草
		その他	藻類・糖・デンプン・植物油(パーム油・菜種油)

バイオマス資源のうち、未利用系資源の一つである木質系バイオマスは、日本の国土の約2/3を占める森林から供給可能であり、この広い範囲に分布している資源を活用したバイオマス発電は、自立・分散型社会のあるべき姿として考えられている地域循環共生圏の構築²⁾にも資する可能性がある。しかし、木質系バイオマスが有する代替エネルギーとしての能力や二酸化炭素排出削減効果は必ずしも高くはなく、地域の経済や生態系サービスの機能強化、あるいはランドスケープ再生といった視点をむしろ重視すべきであるという指摘がある³⁾。バイオマス発電は、発電だけではエネルギー利用効率が低いため、熱電併給の活用により効率的なエネルギー利用を図ることは、エネルギーの有効利用の観点からも重要であると考えられている。

経済産業省は、2030年度のエネルギー需給構造のあるべき姿として、長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）を策定しており、2030年度再生可能エネルギー比率を36～38 %とし、このうち、バイオマス発電比率は、5 %を目指すこととしている。こうした中で、固定価格買取制度(FIT制度)におけるバイオマス発電については、2016年度以降、一般木材等バイオマス発電・バイオマス液体燃料区分(いずれの区分も農産物の収穫に伴って生じるバイオマスを含む)に係る認定量、特に輸入材を燃料とするFIT認定案件が急増している。植林地・農園等から得られるバイオマス燃料は、栽培、運搬、加工、燃焼の各工程を通じて、温室効果ガス（GHG）を排出している。このため、バイオマス燃料の利用が地球環境に及ぼす影響を検証するためには、ライフサイクルを通じたアセス

表7. バイオマス資源の認証制度一覧（Control Union Japan. 2019 ⁴⁾；FoE Japan. 2021 ⁵⁾）

機関	対象	認証
森林管理協議会（FSC） Forest Stewardship Council	森林 木質系バイオマス	FSC認証 （FM認証・CoC認証）
PEFC森林認証プログラム（PEFC） Programme for the Endorsement of Forest Certification	森林 木質系バイオマス	PEFC認証 （FM認証・CoC認証）
持続可能なバイオ燃料に関する円卓会議（RSB） Roundtable on Sustainable Biomaterials	バイオ燃料	RSB認証
国際持続可能性カーボン認証（ISCC） International Sustainability and Carbon Certification	バイオ燃料	ISCC認証
持続可能なパーム油のための円卓会議（RSPO） Roundtable on Sustainable Palm Oil	パームオイル	RSPO認証 （P&C認証・SC認証）
持続可能なバイオマスプログラム（SBP） Sustainable Biomass Program	木質系バイオマス	SBP認証
グリーン・ゴールド・ラベル（GGL） Green Gold Label	木質系バイオマス 農業残さ	GGL認証

メント（LCA）が必要となる。特に、燃料となる植物資源の栽培時に、熱帯林開発・泥炭地開発等の土地利用変化が伴う場合、ライフサイクルGHG排出量は著しく増大する傾向にある。熱帯林等の保護価値の高い野生動植物の生息・生育地を土地利用転換する場合、生物多様性の減少・劣化にも大きな影響を与える懸念が生じている。

（３）第三者認証制度と運用課題

木質系バイオマス等の森林資源、パーム油・パーム椰子殻（PKS）等の植物資源について、その持続的利用を図る目的で、様々な団体・組織による第三者認証制度がある（表7）。

FIT制度では、バイオマス発電に対して、認定基準の一つとして燃料の安定調達を確保することを求めている。近年、多くの種類の新規燃料を活用するニーズが高まり、多様な燃料に対応することができる様々な基準・認証の検討が必要となり、さらにパーム油に関してもRSPO以外の基準・認証を活用する具体的なニーズが明らかとなった。経済産業省では、総合資源エネルギー調査会の中に、省エネルギー・新エネルギー分科会新エネルギー小委員会を置き、さらにその中にバイオマス持続可能性ワーキンググループを設置している。これまで、合法性・持続可能性の確保に有効と考えられる第三者認証のあり方や、食料競合、ライフサイクルGHG等について検討を重ねている。

海外から燃料を輸入してバイオマス発電を行う場合、表7に示されているような第三者認証制度を活用

し、土地利用変化への配慮や天然林・泥炭地の保全がなされているかを十分確認することが、バイオマス資源の持続的利用のために必要である。

しかしながら、これらの認証制度にも長所・短所があり、第三者認証制度の活用にも限界があるため、大規模な燃料輸入を伴うバイオマス発電はカーボンニュートラルの考えからはそもそも逸脱しており中止すべきである等と主張する環境団体も存在している⁵⁾。

2020年以降に稼働を開始する木質系バイオマス発電所⁶⁾ 15箇所を対象に、燃料の内訳を見たところ、海外燃料の利用率は53.3 %であった。重量ベースで全燃料に占める海外燃料の割合を計算したところ、その値は約80 %にも上った。国内の未利用材のみを燃料とする5つの発電所の平均発電容量は、2.7 MWであったのに対し、海外の燃料のみを用いる5つの発電所の平均発電容量は59.6 MWであった。小規模の発電所では地産地消の傾向が、大規模の発電所では海外のバイオマス燃料に依存する傾向が窺える。

以上のような状況の中、バイオマス発電所の建設増加について、私たちはどのような観点から評価を行えば良いのでしょうか？ FIT制度においても条件にしているように、バイオマス発電においては燃料の安定調達が重視されている。この安定調達される燃料を生み出している立地においては、生物多様性の保全が十分に担保されるべきであり、またそのような状況が半永続的に維持されることが望ましい。生態学的な考えに立ち戻れば、バイオマスとは、ある土地（空間内）に生存する生物の総量あるいは特定の分類群の総量を質量あるいはエネルギー量で表したものである。バイオマス資源を定期的に収穫して

人間活動に用いる場合、収穫後の立地における生物群集の変化（遷移）の中で、どれくらい目的とするバイオマス資源を得ることができるのかという生産力（面積⁻¹時間⁻¹）の評価が欠かせない。面積、すなわち生産地である土地と、時間、すなわち林地や農地の回復過程についての評価がなされていないような資源について、持続可能性の判断を行うことは難しい。

バイオマス資源をカーボンニュートラルで再生可能なエネルギーとして位置づけるのであれば、生産地における空間と時間の概念に基づいた資源評価が必要である。特に海外から輸入されるバイオマス燃料を発電に用いる事業においては、第三者認証制度が原産地における空間と時間の視点に沿った評価を十分に行えているどうか、監視を強めていく必要がある。

インドネシアとマレーシアは、食用植物油の他バイオマス燃料としても用いられているパーム油の一大生産国であるが、世界的な需要の拡大に伴いアブラヤシ農園は拡大し続け、森林面積の減少も続いている^{7), 8)}。

現在運用されている第三者認証制度だけでは、バイオマス資源の持続的利用が達成できない可能性も十分に考えられるため⁹⁾、新しい制度あるいはさらに強い規制の導入が必要な時期にきている¹⁰⁾。

引用文献

- 1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構. 2014. NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版：再生可能エネルギー普及拡大にむけて克服すべき課題と処方箋.
<https://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>
- 2) 環境省ローカルSDGs.地域循環共生圏づくりプラットフォーム.
<http://chiikijunkan.env.go.jp>
- 3) 原科幸爾・高野 涼. 2021. 国内における木質バイオマス利用の本質と意義. 環境情報科学. 50: 57-62.
- 4) Control Union Japan. 2019. バイオマス認証スキームのご紹介. バイオマス持続可能性ワーキンググループ資料3.
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/shin_energy/biomass_sus_wg/pdf/002_03_00.pdf
- 5) FoE Japan. 2021. バイオマス発電は環境にやさしいか？“カーボン・ニュートラルのまやかし”.
<https://www.foejapan.org/forest/biofuel/pdf/210514.pdf>
- 6) 日本木質バイオマスエネルギー協会. 2020. 木質バイオマスの動向に関する資料. 令和2年度林野庁第1回木材需給会議資料.
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/jyukyuu/attach/pdf/200629-4.pdf>
- 7) 根本昌彦. 2015. 熱帯林破壊を先導するアブラヤシ農園の拡大—マレーシア, サバ州における土地利用の展開を事例として—. 鳥取環境大学紀要. 13: 59-78.
- 8) Xin. Y., Sun. L., Hansen. M.C. 2021. Biophysical and socioeconomic drivers of oil palm expansion in Indonesia. Environ. Res. Lett. 16: 034048. doi.org/10.1088/1748-9326/abce83
- 9) Morgans. C.L., Meijaard. E., Santika. T., Law. E., Budiharta. S., Ancrenaz. M., Wilson. K.A. 2018. Evaluating the effectiveness of palm oil certification in delivering multiple sustainability objectives. Environ. Res. Lett. 13: 064032. doi.org/10.1088/1748-9326/aac6f4
- 10) Taheripoura. F., Hertela. T.W., Ramankutty. N. 2019. Market-mediated responses confound policies to limit deforestation from oil palm expansion in Malaysia and Indonesia. Proceedings of the National Academy of Science of the United State of America. 116: 19193-19199.
doi.org/10.1073/pnas.1903476116

Ⅲ 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する事例

1. 風力発電とバードストライク・バットストライクのモニタリング

(1) 風力発電による鳥類とコウモリ類への影響

風力発電事業に伴う環境影響のうち、鳥類やコウモリ類といった飛翔動物への影響は主要な論点となっている。飛翔動物に対する主な影響は、生息地の喪失、障壁効果、そして風車との衝突(バードストライクおよびバットストライク)の大きく分けて3つが挙げられる(p20-21参照)。3つの影響の中でも、特にバードストライクおよびバットストライクは個体群動態に大きな影響を及ぼすと考えられるため、衝突の実態を把握することが重要となる。

風力発電所の建設前には鳥類の影響評価が行われるものの、その予測や評価には不確実性が存在する。そのため、多くの風力発電施設では建設後に死骸探索調査などのモニタリングが行われている。ここでは、風力発電におけるバードストライクおよびバットストライクについて、主なモニタリング手法とこれまで把握された実態について概説する。

(2) モニタリング手法の概要

バードストライクやバットストライクを把握するため、風車周辺に落下している死骸の探索(死骸探索調査)が定期的に行われる。死骸探索調査は経験や知識に関係なく容易に実施できるというメリットがある一方、調査頻度や死骸の見落としなどが結果に影響するため注意が必要となる。

バードストライクやバットストライクが発生した後、その死骸がスカベンジャー(死肉・腐肉食性動物)によって持ち去られることがある。その場合、実際に衝突が起きていたとしても調査時には記録されないことになってしまう。一般に、サイズの小さな種ほどスカベンジャーによって持ち去られやすい傾向があるため¹⁾、小型の鳥類やコウモリ類の死骸は消失しやすい。また、スカベンジャーの餌が不足したり、雪の上に落下した死骸の視認性が高くなったりする冬は、夏・秋に比べて死骸の残存率が低くなる²⁾。

加えて、死骸探索調査において、風車周辺の小さな死骸は調査員に見落とされることもある。特に、風車周辺の植生のタイプや高さは季節によって異なり、死骸の見落としに影響する³⁾。

以上のような死骸の持ち去りや見落としは、バードストライクやバットストライクの過小評価につながる恐れがある。持ち去りの影響については、風力発電施設内に人為的に死骸を設置し、消失するまでの時間を計測することで把握できる。また、調査を高頻度に行うことで死骸が消失する前に発見できるため、海外では3~7日に1回程度の頻度での調査が推奨される^{4), 5)}。見落としに関しては、調査前に発電所内に死骸や模型をランダムに設置し、それらも他の死骸と同時に探索してもらうことで、調査員の見落とし率を計測することができる。このように、発電所ごとの影響を適切に見積もるためには、死骸の有無を確認するだけでなく、発見された死骸数を補正することが必要となる。

(3) 国内におけるバードストライクおよびバットストライクの実態

・バードストライク

バードストライクに関する国内の実態はこれまで不明な点が多かったものの、地道な取り組みにより徐々に明らかにされつつある。国内のバードストライクの発生事例を整理した研究⁶⁾では、2014年3月時点で341個体のバードストライクが確認されており、トビ、オジロワシ、カモメ類、カラス類が多いことが報告されている。これらの鳥類種で衝突リスクが高まる要因として、まず飛行高度が風車のブレード部分と重なることが挙げられる^{7), 8)}。また、飛行頻度の高い場所では衝突が生じやすい可能性がある⁹⁾。別の観点では、オジロワシは餌があると下を向いて飛ぶ頻度が増加するため、風車付近の食物の存在がバードストライクを誘発する可能性が考えられている¹⁰⁾。洋上でも、多くの鳥類は風車から離れて飛行する一方、人工的な環境も利用するウミネコなどは風車近傍も利用することが確認されている¹¹⁾。このように、鳥類種ごとの行動様式が風車への衝突リスクを高めている可能性が考えられる。

・バットストライク

バットストライクはバードストライクに比べて情報が限られるものの、これまでに死骸探索調査の結果が整理されている¹²⁾。2015年7月時点でコウモリ類に関する死骸探索調査が確認された10ヶ所の風力発電施設のうち、6ヶ所でコウモリ類の死骸が発見されている。発見された数は合計45個体で、そのうち6割はヒナコウモリが占めた¹²⁾。ま

た、ヒナコウモリのバットストライクは、上述の風力発電施設以外でも確認されている¹³⁾。

ヒナコウモリは数100kmに及ぶ長距離を移動することが示唆されていることから¹⁴⁾、移動途中にバットストライクに遭遇している可能性が考えられる。また死骸の発見が8月から10月に集中していることも興味深く^{12), 13)}、モニタリングを計画、実施するにあたって重要な情報となる。

上記のように国内では主にヒナコウモリのバットストライクが確認されているが、近年ではコヤマコウモリといった環境省のレッドリストに該当する種のバットストライクも発生している(北海道新聞2019年7月4日)。そのため、どのような種に影響が及ぶかについても今後注意を払っていく必要がある。

・広域的な実態調査

ここまで、個別地点で実施された死骸探索調査について概観してきた。バードストライクおよびバットストライクに関する大規模な調査として、2016年から2017年にかけて、建設後の風力発電施設(20か所)での調査が行われている^{15), 16)}。合計322基の風車において、1年間の死骸探索調査が実施された結果、計205個体の鳥類の死骸が発見されている。これらのうち環境省のレッドリストに該当する鳥類種として、オジロワシ3個体、ハヤブサ1個体、ハイタカ1個体が見つかった。また、トビが44個体、カモメ科が24個体と合わせて全体の3割を占めた。

コウモリ類については計20個体発見されており、13個体(65%)がヒナコウモリであった。また、

ヒナコウモリの死骸の発見時期が夏から秋にかけて集中していた(7月:1例, 8月:4例, 9月:7例及び10月:1例)。

以上のように, 個別地点での調査と広域的な実態調査の結果は概ね一致しており, バードストライクやバットストライクの影響を受けやすい種や注意すべき立地環境, 時期が得られつつある。今後, 風力発電施設の建設や運用, モニタリング計画などにおいてこれらの情報は活用できるだろう。

(4) 今後の課題

ここまで既存の死骸探索調査によるバードストライク及びバットストライクのモニタリングを概説してきたが, この調査手法は今後開発が進むと予想される洋上風力発電施設では適用が難しい。そのため, 衝突の実態を把握するためには衝突そのものを直接観測する取り組みが必要となるだろう。近年, 国内において風力発電に係る衝突監視システムの開発が進められており^{17), 18), 19)}, これらが風力発電施設に実装されることで, 洋上における衝突実態の解明が期待される。

また, 衝突防止につながる対策を確立し, 発電所建設時に導入しておくことも必要である。ノルウェーの事例では3枚のブレードのうち1枚を黒く塗ることにより, 衝突する鳥類が70%以上減少したことが報告されている²⁰⁾。また, アメリカでは超音波を利用した対策装置を風車に設置することでコウモリ類の衝突率が大幅に減少したことが確認されている²¹⁾。このような海外における衝突防止策が日本に生息する種に対して有効かどうか,

依然不明な点が多い。今後, 衝突監視システムや衝突防止対策を導入することにより, 効果的なモニタリングと影響の低減の両立が進められていくことを期待したい。

引用文献

- 1) Kitano M. and Shiraki S. (2013) Estimation of bird fatalities at wind farms with complex topography and vegetation in Hokkaido, Japan. *Wildl. Manage. Bull.* 37: 41–48.
- 2) Kitano, M., Ino, M., Smallwood, K. S., and Shiraki, S. (2020). Seasonal Difference in Carcass Persistence Rates at Wind Farms with Snow, Hokkaido, Japan. *Ornithol. Sci.*, 19: 63–71.
- 3) del Valle J.D., Peralta F.C. & Arjona M.I.J. (2020) Factors affecting carcass detection at wind farms using dogs and human searchers. *J.Appl. Ecol.* 57: 1926–1935.
- 4) Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.J., Karapandža B., Kovač D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., Micevski B., and Minderman J. (2015) Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. EUROBATS Publication Series UNEP/EUROBATS Secretariat; Bonn, Germany.
- 5) Farfán M.Á., Duarte J., Fa J.E., Real R., and Vargas J.M. (2017). Testing for errors in estimating bird mortality rates at wind farms and power lines. *Bird Conserv. Int.*, 27: 431–439.
- 6) 浦達也 (2015) 風力発電が鳥類に与える影響の国内事例. *Strix* 31: 3–30.
- 7) 植田睦之・福田佳弘・高田令子 (2010) オジロワシおよびオオワシの飛行行動の違い. *Bird Research* 5: A43–A52.
- 8) 植田睦之・馬田勝義・三田長久 (2011) 長崎県池島近海における鳥類の飛行高度. *Bird Research* 7: S9–S13.
- 9) 白木彩子 (2012) 北海道におけるオジロワシ *Haliaeetus albicilla* の風力発電用風車への衝突

- 事故の現状. 保全生態学研究 17: 97-106.
- 10) 植田睦之・福田佳弘・高田令子 (2016) 食物の存在はオジロワシとオオワシのバードストライクリスクを高くする? Bird Research 12: A41-A46.
- 11) 島田泰夫・植田睦之・前田修 (2015) 洋上風車に対する海鳥の反応. 風力エネルギー利用シンポジウム 37: 472-475.
- 12) 河合久仁子 (2017) 風力発電施設でのバットストライク問題. ワイルドライフ・フォーラム 22: 9-11.
- 13) 重昆達也・本多宜仁・佐藤顕義・三宅隆 (2018) 静岡県西部の風力発電所で見つかったコウモリ類2種の死骸について. 東海自然誌 11: 51-57.
- 14) 佐藤顕義・小林知也・本多宜仁・重昆達也・峰下耕・向山満 (2017a) 風力発電におけるバットストライクに関する基礎的研究 福島県布引高原風力発電所における調査結果 (2012年). 東北のコウモリ 2: 1-6.
- 15) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2018a) 平成 28 年度～平成 29 年度成果報告書「風力発電等導入支援事業／環境アセスメント調査早期実施実証事業／環境アセスメント迅速化研究開発事業 (既設風力発電施設等における環境影響実態把握 I)」
- 16) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2018b) 平成 28 年度～平成 29 年度成果報告書「風力発電等導入支援事業／環境アセスメント調査早期実施実証事業／環境アセスメント迅速化研究開発事業 (既設風力発電施設等における環境影響実態把握 II)」
- 17) 中島健三郎・中嶋慎吾・福井聡・小坂克己・魚崎耕平 (2015) バードストライク検知システムの開発・導入. 風力エネルギー利用シンポジウム, 37: 459.
- 18) 村井祐一・武田靖・糸野博行・田坂裕司・大石義彦 (2016) バードストライク防止のための鳥種識別機能をもつリアルタイム野鳥検知システム. 環境工学総合シンポジウム講演論文集 26: 431.
- 19) 竹内亨・白井正樹 (2017) 電力設備と野生動物. 電気学会誌 137: 300-303.
- 20) May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø., Stokke, B. G. (2020). Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. Ecology and Evolution, 10: 8927-8935.
- 21) Weaver, S. P., Hein, C. D., Simpson, T. R., Evans, J. W., Castro-Arellano, I. (2020). Ultrasonic acoustic deterrents significantly reduce bat fatalities at wind turbines. Global Ecology and Conservation, 24, e01099.

III 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する事例

2. 太陽光発電の自主簡易アセスメント～試される地域の力

(1) はじめに

再生可能エネルギー（以下、再エネと略す）は、自然現象を資源とするために短期間かつ大規模に利用することは環境破壊をもたらす。しかし、推進に偏った政策により、環境影響評価（以下、環境アセスと略す）など事前配慮を促す施策は遅れをとった。本稿では、山間地での太陽光発電開発をめぐる自主簡易アセスの取組みを通じて考えさせられてきたことを紹介させていただく。

(2) 山間地でのメガソーラーをめぐる問題の特徴

太陽光発電所は、他の再エネに比べて設置が容易なため、FIT（固定価格買取制度）を商機として様々な業種・業態が参入し、技術的な未熟さに加え、環境影響や地域社会への配慮に欠ける傾向がみられた。また、大きな発電量には広い面積を必要とし、寒冷である方が発電効率も高くなるため、土地の安い山間地がターゲットとなった。その上、系統接続には電力会社の電線が近くにあることが望ましいため、人里の近くに設置される傾向があり、自然環境と生活環境の両面から影響を与える事態が多く見られている（図13、図14）。

山間地では、山林や田畑が「お荷物」となっている土地所有者側の事情もある。かつては、地縁組織が財産区として管理し、スキー場やゴルフ場に

供されて地代収入をもたらしたこともあった。今は様変わりし、山林の維持管理が困難な状態になって、太陽光発電所による開発を引き込んでいく。

しかし、自然環境に価値を見出して移住してきた「新住民」には受け入れがたく、反対運動の担い手も新住民が多くを占めている傾向がある。「何もしないでそのままにしておいてほしい」「放置しておけば自然に戻る」といった類の新住民の主張は、旧住民との心理的な溝を深めている。

トラブルが多発する中で、独自に条例や要綱等を設けて、地元説明や同意の取付けを事業者に求めたり、地域特性に基づいて開発を抑制するガイドライン等を示したりする自治体が急速に増え

規模	土地 改変	生活環境への影響	自然環境への影響
大 小	大 小	（生活の場から離れる） ・土砂流出・崩壊の恐れ ・工事に伴う交通公害の増大 ・工事現場からの騒音や振動 ・反射光などによる影響	（生活の場に近くなる） ・森林の伐採 ・生き物の生息環境のかく乱 ・景観の変化 ・自然ふれあいの場の損失

図13. 開発規模と環境影響 作成：傘木宏夫

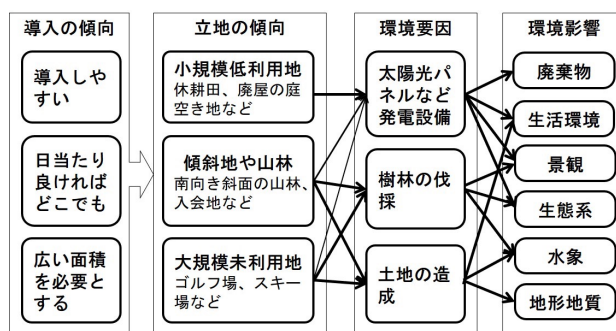


図14. 山間地の太陽光発電による環境影響 作成：傘木宏夫

ている。これは、事業者に「ここでの実施は難しい
そうだ」と判断させる上では有効であるが、強制
力があるわけではない。実効性の担保や土地所有
者の不利益をどのように考えるのか、課題は多い。
また、自治会に入らない（入れない）新住民や別
荘居住者はカヤの外に置かれていることが多い。

最近になって、近隣住民が一戸でも反対であ
れば自治体として認めない条例案（長野県富士見
町で審議中）など、他の開発行為に比べても高
いハードルを設ける自治体があらわれている。い
わば「アレルギー的な反応」が広がっているが、
こうした規制の妥当性については慎重な議論が
必要であろう。

（３）自主簡易アセスの取組みより

NPO地域づくり工房（以下、工房）では、国
や自治体の環境アセス制度の対象とならない規
模や種類の開発事業について、「自主簡易アセス」と

いう手法による事業者との協働事業を進めて
いる。これは、簡易な（わかりやすい）方法で環
境への影響を住民等に説明し、対話を通じて環
境保全対策の質を高めようとするものである（図
15）。工房では、県条例の対象規模の3分の1に
満たない土石採取事業について、事業者より住
民説明の客観性を高めるための取組みを相談さ
れたことをきっかけに（2012年）、今日まで事
例を蓄積してきた。最も多い案件が中山間地にお
ける太陽光発電事業である。

太陽光発電に関しては、2015年頃までは、地
域の側にも「再エネならいいじゃないか」という
反応があり、説明責任を丁寧に果たそうとする
事業者への好印象も見られた。元養鯉場の人工
ため池を利用した太陽光発電所（総出力904kW）
は、景観行政に力を入れる地元自治体が事前協
議により不可を裁定したが、3D-VRシミュレー
ションやWEBサイト（図16）を利用した住民説
明などの取組みにより、開発が許可となった。

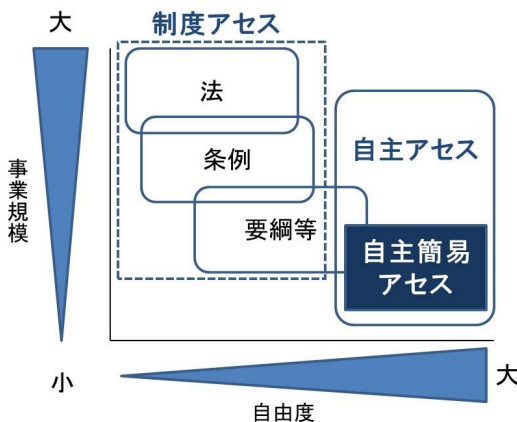


図15. 自主簡易アセスの位置づけ



図16. 自主簡易アセスのWEBサイト例

しかし、2016年頃からは、身近に太陽光発電所が急増して違和感が蓄積され、各地でのトラブルが報じられる中で、警戒感が高まってきた。住宅予定地だった空き地、テニスコート、ゴルフ場跡地、建設残土処分地などの既開発地における計画にも「私の家からパネルが見えないように」「不動産価値が下がったら責任をとれ」といった厳しい意見に直面させられた。

ゴルフ場跡地の案件では、新住民が中心となり、当地に拠点がある全国的な宗教団体の協力も得て、2000名を超える反対署名が集められた。自治体は事業者对环境調査の実施を求め、事業者は専門機関による自然環境調査を含めた自主簡易アセスを実施した。ところが首長は、評価書案の公表を待たずに、多数の反対意見を理由に不同意を決定し、事業者に通知した。これに対し、事業者は自主的な説明会を重ねつつ、新聞折込で事業計画と評価書案の概要を配布し、500軒以上を個別訪問して対話に努めた。評価書案に対する意見は1ヶ月の募集期間を設定したが0通であった。こうした対話活動の結果、自治体と事業者において協定を締結し、着工することとなった。

建設残土処分地の案件は、長年放置されていた藪地を、造成や切土を行わずに太陽光発電所を整備するものであるが、隣接する分譲住宅地の住民より強い反対を受けた。最終的には、規模を半減し、調整池を100年に1回の降雨強度に対応させて大きくして隣接住宅との緩衝帯に配置し、フェンス前後に低・中・高木の植栽を設けて、隣接住宅からほとんど見えない状態にした（図17）。



図17. 太陽光発電所を被覆する植栽

地元自治会は事業者の努力を評価して同意したが、隣接住民は自治会には加入しておらず最後まで同意は得られなかった。完成から半年後、工房は騒音・電磁波、緩衝緑地の状態などを事後調査し、報告書を公開した。緩衝緑地の効果は高く、住宅地側でのラジオAM波への影響も確認されなかった。

（４）虫食い状に開発される山間地

前述の事例はすべて既開発地での開発行為である。ところが、生態系に大きな影響を与えるのは、森林の伐採や草地などの造成が伴う開発であり、初期投資を回収する上からも規模は大きくなる。しかし、環境アセス制度の対象は大規模なもので、太陽光発電の大多数は対象外である。風力発電も規模要件が大幅に緩和された。カーボンニュートラルの国際公約を受けて山間地での再エネ開発の圧力はさらに高まるであろう。環境アセス制度の対象とならない規模の開発においてこそ自主アセスが必要となるが、その実施状況は

環境省も十分に把握できていない。適切な立地コントロールが働かないと、各地の山間地で虫食い状の開発が繰り返られることになりかねない。

地球温暖化対策推進法（温対法）の一部改正（2021年5月）により、自治体が策定する実行計画において、地域の脱炭素化や課題解決に貢献する事業を認定する制度が創設された。計画段階で環境配慮を促し、それに適合しないものを排除する力になりなりうるものと期待される。しかし、長野県内のある自治体の温対法に対応する委員会の構成員に自然環境の専門家がないことが委員より指摘されたように、同じ環境行政の枠組みの中でも、温暖化防止と生物多様性が一体的に捉えられていないこともある。

（５）ためされる地域の力

再エネ開発が、自然環境との調和を図りつつ、地域社会の利益につながるよう進められるためには、地域の側に主体的な力が育つ必要がある。改正温対法の新たな枠組みによりいっそう自治力が問われることとなろう。ここでは、SDGsを念頭に、以下の３つの取組みを提案したい。

第一に持続可能性アセスメントである。計画・事業化・運営・廃棄のあらゆる段階で、環境を柱にしつつ、社会・経済・文化・防災などへの影響を分析し、地域社会との対話によりより良い選択を導くことである。

第二に地域内再投資力である。地域社会が主体となって再エネ開発と活用を図り、住民生活の向

上に寄与するような資金の地域内循環を促しながら、産業振興・環境保全・福祉施策を一体的に展開していくことである。

第三に国際連帯である。それは、国の枠組みを超えて自立分散型の再エネによる事業連携を進めることと、先進国での再エネ利用が途上国などでの自然破壊や奴隷的労働の押し付けにならないようにすることである。

電力の大量生産・大量消費の構造をそのままにして、原子力や火力の不足を再エネに担わせるのであれば、自然破壊は必然である。地域社会に資源と仕事を取り戻す営みが求められている。

引用文献

- 1) 傘木宏夫『再生可能エネルギーと環境問題 ためされる地域の力』（自治体研究社, 2021年10月）
- 2) 環境省「自主的な環境配慮の取組事例集～環境配慮で三方一両得～」(2015年6月)
- 3) 日本学術会議総合工学委員会エネルギーと科学技術に関する分科会記録「分散型再生可能エネルギーのガバナンス」(2017年8月3日)

Ⅲ 再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全に関する事例

3. 太陽光発電と地方公共団体の条例

2020年から太陽光発電事業は環境影響評価法の対象となり、現在2件が完了、8件が審査中である。太陽光発電は、4万 kW以上の施設が環境影響評価法の第1種事業、3万 kW以上～4万 kW未満が第2種事業となっている。4万 kWの太陽光発電施設は、1 km四方にわたり太陽光パネルが設置される面積に相当する。国内には500k W以上の太陽光発電施設が8700箇所以上あるにもかかわらず、環境影響評価法に基づく環境アセスメントが行われているのは年数件に過ぎず、多くが地方公共団体の条例によって対処しているのが実情である。

環境省によれば、太陽光発電を環境影響評価の対象に位置づけているのは山形県など6自治体、電気工作物として対象としているのはさいたま市など3市、開発行為の一部としているのは青森県など40自治体となっている¹⁾。また環境省では、条例の対象ともならない規模の太陽光発電に対しても、環境配慮ガイドラインを発表している²⁾、

地方自治研究機構によれば、再生可能エネルギーの利用促進に関する条例³⁾を制定した自治体は40自治体、規制に関する条例⁴⁾を制定した自治体は184自治体に上り、2012年に固定価格買取制度（FIT）が施行されてから規制に関する条例の制定が急速に増加している。

環境エネルギー政策研究所によれば、再生可能エネルギーの調和・規制を求める条例が91件、既存の関連条例の活用が6件あり、その中には、抑制区域・禁止区域の設定を求める条例、届出と許可

・同意を求める条例、協定の締結を求める条例、廃棄費用の積立てを求める条例などがあった⁵⁾。一例として、2015年7月に施行された 静岡県富士宮市の「富士山景観と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例」は、面積1000 m²、高さ10 m以上の施設を対象とし、条例に基づいて設定した抑制区域内では市長の同意がない限り設置は許可されず、抑制区域外でも景観への影響が出ないよう事業者と現地に行って指導している。違反事例が出ないよう、毎月パトロールを実施するなど、市役所職員の不斷の努力によって条例の実効性が保たれている。

一方、高知県は2018年4月に「高知県四万十川の保全と流域の振興に関する基本条例」を改正し、重点地域において許可が必要な開発行為に太陽光発電施設を含めた。河川流域の回廊地区では面積100 m²以上、その周辺の保全・活用地区では面積1000 m²以上という比較的厳しい基準を設けている。条例の許認可を県から受託している四万十市は、四万十川の佐田沈下橋上流に計画されたメガソーラー計画の申請に対して、景観への影響や洪水時にパネルが流された場合の漁業被害の懸念を理由に4度に亘り不許可としてきたが、2021年11月には業者が市を訴えるという事案が発生した。

このように地方公共団体の条例による太陽光発電施設の適切な立地と抑制策は、違反行為や開発圧力に対して、強い強制力を持たない(自治体の条例という性格上、違反に対しては、氏名の公表までが限界であり、過料を課している場合でも1～5万円程度である)という課題もある。

しかし、2017年4月に施行された改正FIT法によって、再生可能エネルギー事業者は経済産業省からFIT認定を得るにあたって、「再生可能エネルギー発電事業を運営するにあたって、関連法令(条例を含む)の規定を遵守する」ことが求められるようになったため、地方公共団体が再生可能エネルギーに関する条例を作ることには一定の効果があると考えられる。

2013年4月に施行された「飯田市再生可能エネルギーの導入による持続可能な地域づくりに関する条例」は、再生可能エネルギーを利用して持続可能な利用づくりを行うという視点に立って設計されている。条例の中で、「飯田市民は、自然環境及び地域住民の暮らしと両立する方法により、再生可能エネルギー資源を再生可能エネルギーとして利用し、当該利用による調和的な生活環境の下に生存する権利(地域環境権)を有する」として、住民の地域環境権を規定している。その上で、「この地域環境権は、地方自治体法に基づく地縁団体、飯田市民が構成する団体の意思決定に基づいて行使される」として、再生可能エネルギーの導入にあたって、自治会や市民団体の合意を条件とするほか、再生可能エネルギー導入にあたって、市独自の審査会を設置している。

今後、改正温対法に基づく地方公共団体の実行計画の策定を進めるにあたって、地方公共団体が再生可能エネルギーの導入に対して、どのような立場を取るのかという点は非常に重要である。再生可能エネルギー導入に対して守勢に立つのではなく、飯田市のように、再生可能エネルギーを持続

可能な地域づくりの手段として位置づけ、市民の地域環境権を認めた上で、地域の合意を導入の条件とする方法は、参考になる事例と言えるだろう。

一方、太陽光発電施設の立地にあたっては、景観、住環境への配慮ばかりでなく、生態系・生物多様性への影響を回避し、土砂崩れなどの災害を防止する適正な立地の選定のため、地方公共団体による実行計画の策定、協議会における議論に基づく促進区域の設定などを推進することが重要である。

日本生態学会の会員が、実行計画への助言や協議会への参加を求められた際には、生態系・生物多様性への影響を回避するための情報提供のみならず、地域における合意形成に対しても、積極的に参加していただきたい。

引用文献

- 1) 環境省(2016)太陽光発電の環境保全対策に対する自治体の取組事例集
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/104005.pdf>
- 2) 環境省(2020) 太陽光発電の環境配慮ガイドライン
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/113712.pdf>
- 3) 地方自治研究機構(2022)再生可能エネルギーの利用促進に関する条例
http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/reiki/122_Renewable_energy.htm
- 4) 地方自治研究機構(2022)太陽光発電設備の規制に関する条例
http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/reiki/005_solar.htm
- 5) 環境エネルギー政策研究所(2020)太陽光発電の規制に関する条例の現状と特徴
<https://www.isep.or.jp/archives/library/13049>

関連ウェブサイト一覧

IPCC (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change.

<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

IUCN (2021) Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development – Guidelines for project developers

<https://portals.iucn.org/library/node/49283>

環境省 環境アセスメントデータベース(EADAS)

<https://www2.env.go.jp/eiadb/ebidbs/>

環境省(2020)風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル(第2版)

http://assess.env.go.jp/files/0_db/seika/0006_02/02.pdf

環境省(2020)太陽光発電の環境配慮ガイドライン

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/113712.pdf>

環境省(2021)国立・国定公園における地熱発電の取り扱いについて.

https://www.env.go.jp/nature/210930kouen_tinetu.pdf

環境省(2021)「国立・国定公園における地熱開発の取扱い(令和3年9月30日環境省自然環境局長通知)」の解説～優良事例形成の円滑化に向けて～.

https://www.env.go.jp/nature/210930kouen_tinatu_kaisetu.pdf

経済産業省 (2020) 発電所に係る環境影響評価の手引.

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/tebiki.html

経済産業省 (2021) 第6次エネルギー基本計画.

https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/

公益財団法人 地球環境戦略機関

- ・生物多様性と気候変動. IPBES-IPCC合同ワークショップ報告書.: IGESによる翻訳と解説.

<https://www.iges.or.jp/jp/pub/ipbes-ipcc-ws/ja>

一般社団法人 地方自治研究機構

- ・再生可能エネルギーの利用促進に関する条例

http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/reiki/122_Renewable_energy.htm

- ・太陽光発電設備の規制に関する条例

http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/reiki/005_solar.htm

特定非営利活動法人 環境エネルギー政策研究所

- ・太陽光発電の規制に関する条例の現状と特徴

<https://www.isep.or.jp/archives/library/13049>

日本生態学会再生可能エネルギータスクフォース 委員・執筆者

	氏名	所属	執筆分担
座長	吉田正人	筑波大学大学院	I-1, 2, II-4, III-3
委員	石濱史子	国立環境研究所	II-3
委員	傘木宏夫	NPO地域づくり工房 (環境アセスメント学会)	III-2
委員	鎌田磨人	徳島大学大学院	
委員	河口洋一	徳島大学大学院	
委員	神山智美	富山大学学術研究部	I-3,4
委員	白井正樹	電力中央研究所 (日本鳥学会)	III-1
委員	関島恒夫	新潟大学農学部	II-1,2
委員	西廣 淳	国立環境研究所	II-3
委員	露崎史朗	北海道大学大学院	
委員	丸山康司	名古屋大学大学院 (環境社会学会)	I-5
委員	和田直也	富山大学学術研究部	II-5
委員	綿貫 豊	北海道大学大学院	

再生可能エネルギーの推進と生態系・生物多様性保全
に関するガイドライン（第1版）

2022年3月14日
日本生態学会再生可能エネルギータスクフォース