

第2部 共通事項
第4章 気候変動×防災

自然公園等施設技術指針 令和4年3月



気候変動×防災に関する技術指針策定の経緯

「自然公園等施設技術指針」第2部 共通事項

第4章 気候変動×防災

目次

第4章 気候変動×防災	気候変動×防災 1
Ⅰ 基本的な考え方	気候変動×防災 1
Ⅰ-1 適用範囲	気候変動×防災 1
Ⅰ-2 施設整備の基本方針	気候変動×防災 1
Ⅰ-3 施設整備の考え方	気候変動×防災 9
Ⅱ 自然公園等施設における脱炭素化	気候変動×防災 1 2
Ⅱ-1 検討の手順	気候変動×防災 1 2
Ⅱ-2 施設の目標設定	気候変動×防災 1 6
Ⅱ-3 省エネ技術によるエネルギー消費量の削減	気候変動×防災 1 8
Ⅱ-4 創エネ技術の導入	気候変動×防災 2 4
Ⅱ-5 熱源の電化等	気候変動×防災 3 7
Ⅱ-6 維持管理・保守点検の留意事項	気候変動×防災 3 8
Ⅲ 自然公園等施設における防災	気候変動×防災 4 7
Ⅲ-1 自然公園等施設に求められる防災機能	気候変動×防災 4 7
Ⅲ-2 施設の防災機能の強化	気候変動×防災 4 9
Ⅲ-2-1 耐久性の向上	気候変動×防災 4 9
Ⅲ-2-2 孤立対策	気候変動×防災 5 3
Ⅲ-3 地域との連携	気候変動×防災 5 6
Ⅲ-4 施設の計画、運営と備蓄	気候変動×防災 5 7

第4章 気候変動×防災

I 基本的な考え方

I-1 適用範囲

本指針は、博物展示施設（ビジターセンター等）、野営場の管理施設（管理棟）などの建築物（以下、本章において「対象施設」という。）に適用する。

ただし、地域の特性、その他の事情により適用しがたい場合は、本指針によらないことができるが、その場合においても本指針の趣旨を最大限尊重するものとする。

（解説）

本章における対象施設は、自然公園等施設のうちビジターセンター等、野営場の管理棟など面積規模の大きい建築物とし、それ以外の施設については参考とする。

なお本章のうち「Ⅲ 自然公園等施設における防災」においては、耐震安全性等の建築物として必要不可欠な機能に加えて、追加的な対策を必要とする対象施設を想定して検討事項及び技術を示すこととする。

I-2 施設整備の基本方針

気候変動並びに気候変動に起因する洪水や土砂災害、台風被害等の激甚化への対策として、地球温暖化の防止を目的とした脱炭素化の推進や、災害による被害の低減や機能維持を目的とした国土強靱化等の観点から様々な施策が進められている。

対象施設の整備にあたっては、政府、環境省、あるいは自治体等が定めるこれらの施策や目標を踏まえ脱炭素化の推進並びに防災機能の強化に努める一方で、長寿命化計画に基づく総合的な観点から、ライフサイクルコストを考慮した効率的な整備計画が求められる。

（解説）

（i）気候変動×防災の背景

今般、気候変動並びに気候変動に起因すると考えられる洪水や土砂災害、台風等の災害による被害の激甚化が指摘されており、喫緊の対策が求められているところである。

温室効果ガスの排出を抑制することにより気候変動の抑制を図る「地球温暖化対策」と、災害による被害を最小限に抑え迅速な復旧を図る「国土強靱化」の観点から様々な対策が進められている。

詳しくは環境省、気象庁等が統計資料等を公開しているので参照されたい。

【参考資料】

■脱炭素ポータル

https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon_neutral/index.html

■気候変動の科学的知見

<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/knowledge.html>

（ii）組織としての目標

気候変動への対策として政府は令和2年10月に「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」目標を掲げ、翌年には「地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）」を改定し、

2050年までのカーボンニュートラルの達成及び2030年度の温室効果ガス排出46%削減の目標達成のための対策を明確化したところである。

さらに、政府自らが行う事業等については、「政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の削減等のため実行すべき措置について定める計画（令和3年10月22日閣議決定 以下「政府実行計画」という。）」の改定により、2030年度までの温室効果ガスの削減目標を50%（2013年度比）とし、目標達成に向けた具体的な取り組みを掲げている。

【参考】政府実行計画で定める施設整備に関する目標設定（抜粋）

太陽光発電の最大限の導入

設置可能な政府保有の建築物（敷地含む）の約50%以上に太陽光発電設備を設置することを目指す。

建築物における省エネルギー対策の徹底

今後予定する新築事業については原則 ZEB Oriented 相当以上とし、2030年度までに新築建築物の平均で ZEB Ready 相当となることを目指す。（ZEBについては P5 以降で解説）

LED 照明の導入

既存設備を含めた政府全体の LED 照明の導入割合を 2030 年度までに 100% とする。

蓄電池・再生可能エネルギー熱の活用

太陽光発電の更なる有効利用及び災害時のレジリエンス強化のため、蓄電池や燃料電池を積極的に導入する。また、地中熱、バイオマス熱、太陽熱等の再生可能エネルギー熱を使用する冷暖房設備や給湯設備等を可能な限り幅広く導入する。

（出典：政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の削減等のため実行すべき措置について定める計画）

このほか環境省では、自然公園等直轄施設について、環境省 RE100 行動計画により 2025 年までに再生可能エネルギー100%の電力調達を目指すこととして目標達成に向けた取り組みを開始しているところである。

防災の観点からは、国土強靱化基本計画に基づく「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策（令和2年12月11日閣議決定）」が策定され、令和3年度から令和7年度において、自然公園の施設等に関する対策を行うこととされている。

対象施設の整備にあたっては対象施設を所管する組織が掲げる目標に則り、施設ごとの目標や計画を策定し、脱炭素化及び防災機能の強化を推進していくという流れが基本となる。

(iii) 目標達成のため施設に求められる機能

前述の目標を達成するため、対象施設においても温室効果ガスの排出を抑制し、災害に対するレジリエンスを強化していくための整備が求められている。

そこで本章では、気候変動対策のため施設に必要とされる機能として「脱炭素化の推進」、防災のため必要とされる機能として「防災機能の向上」「災害時の機能維持」等を掲げ、対象施設の整備にあたっての指針を示すこととする。

(iv) 総合的な整備計画

前述のとおり気候変動及び防災に関する機能の強化は急務であるが、一方で建築のストック活用も近年の重要な課題とされており、自然公園等施設においても気候変動、防災のみを目的としてすべての対象施設を再整備することはあまりに非効率である。特に既存施設においては、建築設備ごとの更新時期がそれぞれ異なることも多く、既存建築物に対し一斉に建替えや全面改修を計画することは現実的とは

言い難い。

既存施設においては原則として更新時期を迎えるまでは既存の設備を活用しつつ、長寿命化計画を踏まえ、耐用年数やライフサイクルコスト等を考慮したうえで総合的な計画をさだめ、全体計画の中で脱炭素化及び防災機能の強化を段階的に達成していく計画が求められる。なお、脱炭素化は施設の消費エネルギー量削減の観点から維持管理費の縮減にも資することが期待されることから、脱炭素化改修にかかるコストだけでなく、その後の維持管理コストを踏まえた整備優先度の検討が必要となる。

また、新築または建替えを計画する場合においても、新築工事のみならず維持管理、修繕、改修、解体までを総括した長寿命化計画に基づき整備していくことが重要といえる。更に、整備した施設について適正な保守管理と併せて消費エネルギーの効率的な使用を目指す維持管理計画を策定することで、より効果的な脱炭素化及び防災機能の強化を図ることが可能となる。

【参考】気候変動×防災に関する基本的な用語の解説

- RE100** : 一般に RE100 とは「企業が自らの事業の使用電力を 100%再エネで賄うことを目指す国際的なイニシアティブ（出典：環境省 HP「環境省 RE100 の取組」）」とされているが、本指針においては「対象施設の使用電力を 100%再エネ電力で賄うこと」を指している。
- カーボンニュートラル** : 二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの「排出量」から、植林、森林管理などによる「吸収量」を差し引いて、合計を実質的にゼロにすることを言う。（出典：環境省 HP 脱炭素ポータル「カーボンニュートラルとは」）
- 創エネ技術** : エネルギーを作る技術をいう。本指針においては、再生可能エネルギー源から電力等のエネルギーを創出するための技術を指す。
- 省エネ** : 「省エネルギー」の略。一般には、石油や石炭、天然ガスなど、限りあるエネルギー資源がなくなってしまうことを防ぐため、エネルギーを効率よく使うことをいう（出典：資源エネルギー庁 HP「省エネって何？」）。
- 省エネ技術** : 建築物の消費エネルギーを削減するための技術のこと。本指針では次に示すアクティブ技術とパッシブ技術を総称している。
- アクティブ技術** : 建築物の消費エネルギーを削減する技術の一つで、高効率な建築設備を導入することにより空調、照明等のエネルギー消費量を低減するほか、未利用エネルギー（地下水、河川水の熱源等）を建築物のエネルギー源として活用するなど、設備的手法によってエネルギー消費量を最小限とする技術のこと。
- パッシブ技術** : 建築物の消費エネルギーを削減する技術の一つで、断熱、日射遮蔽、自然換気、昼光利用といった建築計画的な手法によりエネルギー消費量を削減する技術のこと。周辺環境や室内環境を適正に保ち、建物の負荷を抑制する。その上で、光、風等の自然エネルギーを積極的に活用したり、上手く制御するデザイン手法。エネルギー需要そのものを減らすことで、導入設備を小容量化し、運用時のコスト低減にもつながる。
- 再エネ電力** : 本指針においては創エネ技術により発電した電力をいう。
- 再生可能エネルギー源** : 太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、大気中の熱その他の自然界に存する熱（前二号に掲げるものを除く。）、バイオマス（動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの（化石燃料を除く。）をいう。）（出典：エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律施行令 第四条）
- COP** : Coefficient Of Performance（成績係数）の略で、空調設備や冷凍機のエネルギー消費効率の目安として使われる係数。消費電力1kwあたりの冷却・加熱能力（kw）を表した値のことで、COP=3 の場合、消費する電力に対して 3 倍の能力が発揮できることを示す。
- 国土強靱化** : 災害に対する事前の備えとして、予断を持たずに最悪の事態を念頭に置き、人命を最大限に守り、また経済社会が致命的な被害を受けず、被害を最小限にして迅速に回復する、「強さとしなやかさ」を備えた安全・安心な国土・地域・経済社会を構築する（出典：内閣官房パンフレット「国土強靱化進めよう」という取り組み）
- BCP** : Business Continuity Plan の略で、事業継続計画ともいう。官庁施設における BCP については「業務継続のための官庁施設の機能確保に関する指針（国土交通省大臣官房官庁営繕部）」において『「業務継続計画」とは、大規模な災害等が発生し、各省庁が相当な被害を受けた場合において、非常時優先業務を円滑かつ確実に行うために各省庁が策定する計画をいう。』と定められている。

【参考】温暖化対策に関する法令・評価・認証制度、指標

ここで、建築物における温暖化対策に関する法令、基準、指標等について解説する。

①建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（平成 27 年法律第 53 号）

建築物のエネルギー消費性能の向上に関する基本的な方針等を定めた法律。以下、本指針で「建築物省エネ法」と略す。一定規模以上の建築物における省エネ基準への適合義務などが定められている。

表 参考 1 建築物省エネ法 省エネ基準への適合義務

	非住宅建築物	住宅（参考）
大規模 (2,000 m ² 以上)	適合義務 新築 BEI 1.0 以下 既存 BEI 1.1 以下 (建築確認時に省エネ適合性判定 検査時に省エネ基準への適合性の検査)	届出義務
中規模 (300 m ² 以上)	*BEI については後述	
小規模 (300 m ² 未満)	努力義務 + 建築士から建築主への説明義務	努力義務 + 建築士から建築主への説明 義務

参考：国土交通省 HP「建築物省エネ法のページ」

https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku_house_tk4_000103.html

②官庁施設の環境保全性基準（平成 23 年 3 月 31 日 国営環第 5 号）

官庁営繕関係統一基準のひとつで、官庁施設に求められる環境保全性の水準を定めるもの。

建築環境総合性能評価システム（CASBEE）による建築物の環境効率（BEE 値）のほか、建物のエネルギー消費性能に関する適合基準が定められている。

③ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）

エネルギー消費実質ゼロを目指す建築物を言うが、ZEB の定義については国内外で様々な議論や検討がなされているので、定義の詳細については環境省 HP「ZEB PORTAL」や経済産業省資源エネルギー庁 HPなどを参照されたい。<https://www.env.go.jp/earth/zeb/index.html>

概要としては、基準となる建築物で消費されるエネルギー量に対して①省エネ技術により 50%以上消費を削減したうえで、②削減しきれないエネルギー消費量を創エネで賄うというものである。

ZEB はその達成段階によって『ZEB』のほかに Nearly ZEB、ZEB Ready、ZEB Oriented に分類される。それぞれの条件は図参考 1 のとおりである。

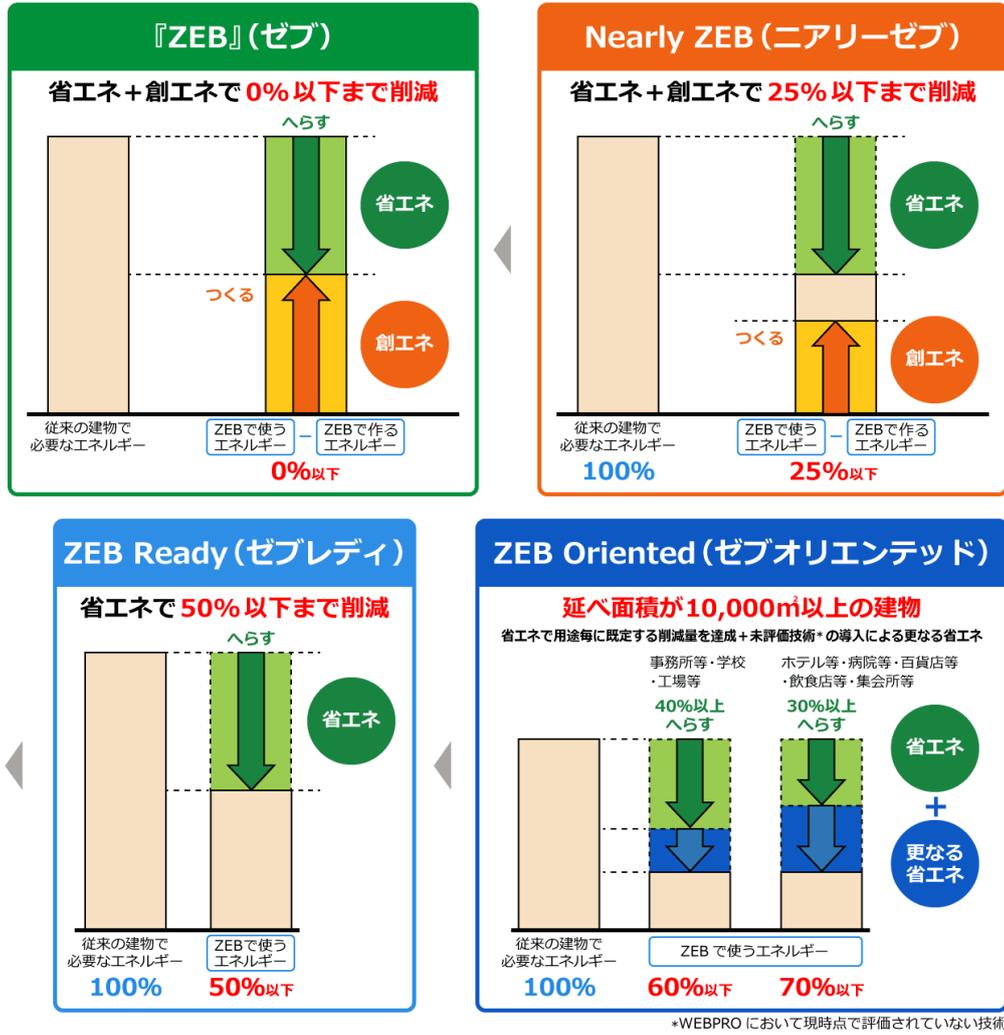


図 参考1 ゼブの定義 (出典: 環境省 HP 「ZEB PORTAL」)

④一次エネルギー消費量と BEI (Building Energy Index)

建築物における消費エネルギー量の削減率を客観的に比較し評価するため、ZEB や建築物省エネ法では「一次エネルギー消費量」という指標を用いて評価を行っている。

これは空調、換気、照明、給湯、昇降機設備が消費するエネルギーの合計から創エネ技術により創出したエネルギーを減ずる（注：ZEB Ready の判定を行う場合は、創エネによるエネルギーを考慮しない）ことにより算出され、一般的な建築物と対象建築物の一次消費エネルギー消費量を比較することによって、対象建築物の省エネ性能を判定するというものである。計算方法の概要を図参考2に示す。



図 参考2 一次エネルギー消費量の構成 (出典：環境省 HP「ZEB PORTAL ZEB の定義」)

このとき、設計一次エネルギー消費量を基準一次エネルギー消費量で除した値を BEI (Building Energy Index) といい、一次エネルギー消費量と併せて省エネの指標として用いられる。例として、 $BEI < 1.0$ で建築物省エネ法の省エネ基準（新築の場合）に適合し、創エネを除いて $BEI < 0.5$ を達成すれば ZEB Ready 相当の省エネが達成できたといえる。

一次エネルギー消費量や BEI は建築研究所のホームページで一般公開されている計算支援ツールを用いて計算することができる。非住宅建築における計算方法は「標準入力法」「モデル建物法」「小規模版モデル建物法」があり、計算を行う目的によってこれらの計算法を使い分ける必要がある。詳細については、建築物省エネ法の解説等を参照されたい。

表 参考2 設計一次エネルギー消費量の計算方法

	標準入力法	モデル建物法	小規模版モデル建物法
概要	建物の全ての情報を室毎に詳細に入力して計算する精緻な評価方法	建物の用途毎にモデル建物を用いて計算する簡易な評価方法	モデル建物の入力項目を大幅に削減して計算するより簡易な評価方法
対象	非住宅	非住宅	非住宅 300 m ² 未満
入力	室毎	建物用途毎 (項目数 約 90)	建物用途毎 (項目数 約 30)
計算方法	エネルギー消費性能計算プログラム	モデル建物法入力支援ツール	小規模版モデル建物法入力支援ツール
結果	外皮性能 ^{※1} ○ 一次エネ性能 ^{※2} ○	外皮性能 ○ 一次エネ性能 ○	外皮性能 – 一次エネ性能 ○

※1 外皮性能とは、屋内と屋外の温度差によるエネルギー損失量を計るもので、数値が小さいほど省エネの効果が大きい。小規模版モデル建物法では評価の対象外となる。

※2 一次エネルギー消費性能 (BEI) のこと。BEI=設計エネルギー消費量/基準一次エネルギー消費量

なお、一次エネルギー消費量は設計値を基に算定されるため実測値が反映されないこと、また空調、換気、照明、給湯、昇降機以外の設備が消費するエネルギーが計上されないことには留意が必要である。

例として、展示施設や事務機器等の省エネ、節水機器の採用や設備の運転制御、中間期における自然換気の活用といった取組みは ZEB などの一次エネルギー消費量を用いる指標においては評価されないが、重要な脱炭素化の手段であるので、積極的な活用が望まれる。

⑤その他の指標

このほか、一次エネルギー消費量や BEI を用いた認証制度である BELS(建築物省エネルギー性能表示制度)など様々な評価・認証・表示制度があるほか、地方自治体などでは、暖房負荷の目標値 (kwh/m²) を設計条件として指定した事例もある。

I-3 施設整備の考え方

前項で掲げた目標を達成するため、対象施設には脱炭素化の推進、防災機能の向上、災害時の機能維持などの機能が求められる。

一方で、自然環境や景観の保護の観点からは、自然環境との調和にも配慮しなければならない。対象施設の整備にあたってはこれらの機能を備えるために、様々な観点から検討を行う必要がある。

(解説)

施設の脱炭素化、防災強化の達成のために求められる検討事項を以下に示す。個々の技術や検討手順などの詳細については次節以降で詳しく解説するので併せて参照されたい。

(i) 脱炭素化の推進

「脱炭素」あるいは「脱炭素社会」とは「二酸化炭素の排出が実質ゼロである」という地球温暖化対策の目指すべき目標を表した用語であるが、その状態を目指して温室効果ガスの排出を抑制することを本指針において「脱炭素化」と称することとする。

建築物における脱炭素化は、建築物が直接排出する二酸化炭素ではなく消費エネルギーの削減量により評価されるが、消費エネルギーの削減手段としては「空調、照明などの建築設備が消費するエネルギーを削減する（省エネ技術）」が挙げられるほか、「再生可能エネルギー源を活用してエネルギーを創出する（創エネ技術）」ことによって消費エネルギーを削減できる。また「電力事業者から再エネ電力を購入する（再エネ電力の調達）」ことにより、化石燃料由来の電力を再生可能エネルギー由来の電力に置き換えることで RE100 を達成し、更なる施設の脱炭素化が図られる。省エネや創エネによる消費エネルギーの削減は、施設の経常的な経費である光熱費の削減効果が高く、コスト縮減の効果も期待される。

以上を踏まえ、脱炭素化のため必要となる検討事項を示す。

<省エネ技術>

建築物の脱炭素化を考えると、省エネ技術により空調、照明その他建築物の消費エネルギーを削減すること、つまり省エネ技術がもっとも直接的な脱炭素化の手段であるといえる。

省エネ技術は前述のとおりパッシブ技術とアクティブ技術に分類され、前者は断熱性能の向上など建築計画的な手法により空調・照明等の負荷や需要そのものを低減させる技術をいい、後者はエネルギー効率を向上させるなど設備的な手法により空調、照明等の消費エネルギーを抑制する技術をいう。

<創エネ技術>

省エネ技術をもってしても削減しきれない消費エネルギーについては、創エネ技術により創出した再エネ電力で賄うことにより、温室効果ガスの排出を低減することができる。

創エネ技術としては再生可能エネルギー源による発電が最も一般的であり、中でも太陽光発電設備を導入するケースが最も多いと想定されるが、その施設の立地特性等からより有効な創エネ技術（小水力発電等）が考えられる場合においては必ずしも太陽光発電設備の導入を必須とせず、有効な技術を採用するものとする。

<再エネ電力の調達>

創エネ技術でもなお賄うことができない化石燃料由来の電力を使用している場合については、再エネ電力の調達により、再生エネルギー由来の電力に置き換えることで、RE100の達成を図ることができる。本指針においては施設整備の技術指針を示すという趣旨から、電力調達の詳細については言及しないが、リバースオークションなどを活用し、再エネ電力を供給する電力事業者を募って電気を購入するなどの方法がある。

<熱源の電化>

施設の消費電力を創エネ技術または再エネ電力で賄い、RE100を達成したとしても、ガスや重油等を熱源とした機器を使用すれば二酸化炭素が発生してしまうため、対象施設に備える設備の熱源も脱炭素化しなければ施設全体のカーボンニュートラルを達成したとは言えない。熱源の脱炭素化にあたっては、ヒートポンプ等による電化や薪・ペレットなど木質燃料を用いた機器へ置き換えることが必要となるが、薪やペレットは燃料の確保や保管場所、供給方法においてかかるコストなども考慮しなければならない。

本指針においてはガス、重油、灯油、軽油等を熱源とする給湯設備、空調設備等については原則として電化を前提とするが、電力需給の状況や災害時の避難計画によってはすべての機器を電化することが困難な場合も考えられるため、条件に応じた慎重な検討が必要である。

<気象条件等の分析>

「省エネ技術」、「創エネ技術」にはいずれも自然のエネルギーを利用することにより温室効果ガスの排出を抑制するという技術が含まれている。例えば省エネ技術のうちパッシブ技術では自然光や風を利用して照明や空調の負荷を低減し、アクティブ技術では地中熱や大気中の熱等を活用して空調設備の効率を向上させ、創エネ技術は太陽光、風力、水力といった自然のエネルギーからエネルギーを創出する。

これらの技術を最大限効果的に活用するためには、設計に先立って方角、日照、気温、標高、卓越風の方角などの気象条件等を把握し、分析することが重要であるといえる。

また、既存施設においては、施設の特性を考慮せず一様に省エネ・創エネ技術を導入しても十分な効果が得られない場合も考えられることから、建物の断熱性能、設備のエネルギー効率、電力の使用状況や施設の利用状況などの分析により、条件に応じた最も適切な改修内容を選択することが重要となる。

<維持管理>

これまでに述べた一次エネルギー消費量等の指標は、あくまで設計時点の建築物の性能を示すものである。実際のエネルギー消費量を削減するためには、導入した施設や設備を正しく活用し、日常の維持管理を適切に行うという運用が不可欠である。

また、運用段階において消費エネルギーの推移を定期的に監視し、設備の点検、更新、システムの見直し等を適切かつ計画的に行うことにより設備の寿命が延び、よりエネルギー効率を向上させることが可能となる。

(ii)防災機能の向上

<災害リスクの検証>

自然公園の立地は沿岸、高地、山間部など多岐にわたり、発生する災害は立地によって様々である。想定される災害の種類によって施設に求められる機能は大きく異なることから、防災機能の強化のためには、まず立地を踏まえた被災リスクを丁寧に把握することが重要である。

<耐久性の向上>

建物の強度に関しては基本的に関連法令等に基づき必要とされる性能を満たすこととするが、立地上特に被害の拡大が予測される施設においては法に定める水準以上の機能が必要となる場合があり、個々のリスクに応じた検討が必要である。

(iii) 災害時の機能維持

<災害時の機能維持>

災害時のレジリエンス強化の観点から、災害時、停電時等においても施設の機能を一定程度維持できるよう、平常時から災害時に備えた業務継続計画を策定しておくことが必要である。ただし、停電時に供給可能な電力量は限られるため、災害時に維持すべき機能を必要最低限に絞って計画しておくことが重要である。

<災害時の対応>

基本的に災害発生時の対応、避難所の設置及び運営等は地方自治体が担うことになるため、本指針においては地域防災計画等に定めのない限り、対象施設に避難所としての機能を求めないものとする。

一方で、災害発生直後に施設利用者が一時待避してくる場合や災害により施設が孤立する場合が想定される施設においては、利用者等の生命保持のために、生命維持に必要な最低限のライフラインの確保を検討する。

(iv) 自然環境との共生

<自然環境及び景観への配慮>

脱炭素化の推進、防災機能の向上、災害時の機能維持のための太陽光発電設備をはじめとする再生可能エネルギー発電設備等の整備には、いずれも設置のために一定規模の用地を要し、かつ自然公園の風致景観や生物多様性の保全上の課題もあり、導入にあたっては自然環境との調和が図られる必要がある。さらには、自然公園等における気候条件によっては十分な性能を発揮できない場合もあることから、気候条件に応じた配慮も必要である。

II 自然公園等施設における脱炭素化

II-1 検討の手順

対象施設における脱炭素化を達成するためには、基本計画、設計、工事、維持管理、運営の全体を見据えた計画的な検討が必要である。

また、既存施設の改修による場合と新築または建替えを行う場合では検討内容や手順が異なることから、それぞれの工事内容、手順に応じた検討が必要である。

(解説)

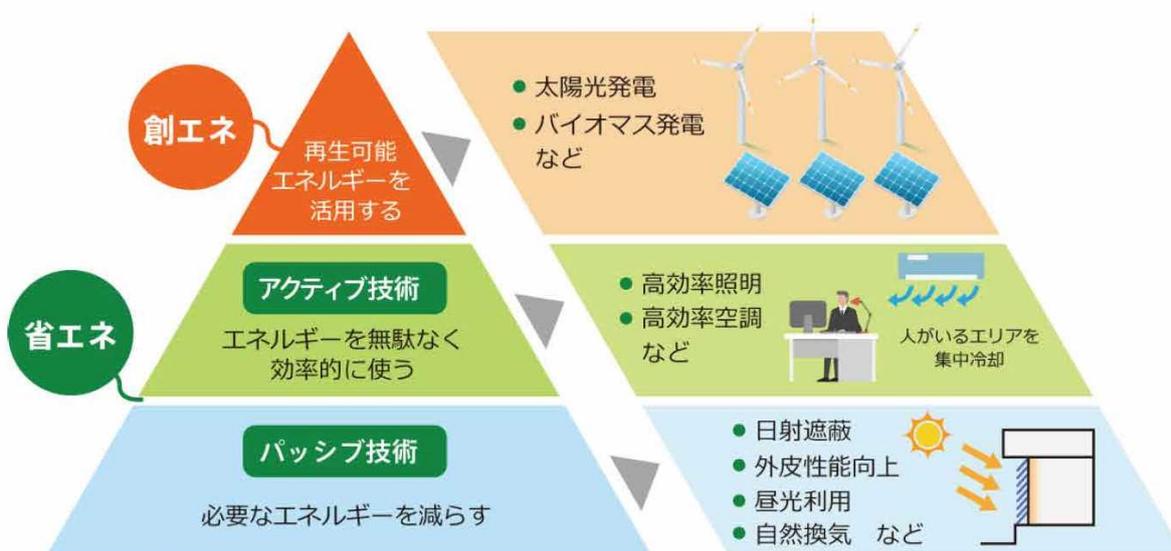
(i) 脱炭素化を目的とした整備における検討手順

前節で建物における脱炭素化の検討事項を示したところであるが、本節ではその検討手順について示すこととする。

各項目の検討手順としては、まず「省エネ技術」により建築物の消費エネルギーを削減したうえで、削減しきれない消費エネルギーを「創エネ技術」により賄い、創エネ技術で賄いきれない部分は「再エネ電力の調達」で再生可能エネルギーに置き換えるという位置づけとなるが、施設全体でのカーボンニュートラル達成のためには「熱源の電化等」が併せて重要となる旨もすべに述べたところである。

ここで、仮にこの手順と逆に太陽光発電設備などの創エネ技術を導入してから省エネ技術により消費エネルギーを削減した場合、電力の需給が逆転し発電量が過剰となってしまう可能性がある。また、熱源の電化においては逆に電力の需要量が多くなり、発電量が大幅に不足する可能性もある。そのため、あらかじめ売電を前提として計画する場合を除いて、創エネ技術の導入時、あるいはそれ以前に省エネ技術の導入や熱源の電化の検討を行うことを原則とする。

さらに、「省エネ技術」は「パッシブ技術」と「アクティブ技術」とに大別されることも前述のとおりである。



(出典：環境省 HP 「ZEB PORTAL」)

図1 省エネ技術と創エネ技術の概要

パッシブ技術とアクティブ技術の検討手順としては、一般にはパッシブ技術を先行して検討することが効果的とされており、パッシブ技術を導入することによって空調や照明の需要そのものが減るため、設備の定格能力を低く設定でき、そこにアクティブ技術を併用することでさらに消費エネルギーの削減が可能となる。コスト面でも有利となり、かつ総合的に見て高い省エネ効果が見込める場合が多い。

以上のことから、基本的には「パッシブ技術」→「熱源の電化」→「アクティブ技術」→「創エネ技術（再エネ電力の調達）」の順に仕様を定めていくことが最も標準的な検討の流れと言える。

しかし、これはあくまで原則であり、脱炭素化のためにどの技術を選択しどう組み合わせるか、立地条件や施設の状況等に応じた検討が重要となる。

例えばパッシブ技術や創エネ技術は気候の影響を大きく受けることから、立地や建物の特性によっては十分な効果を得ることができない場合がある。特に既存施設においては、例えば断熱性能が十分確保されている建築物に断熱強化を施しても大きな効果が得られないなど、費用対効果を考えると非効率となる場合もあり得るので留意が必要である。

さらには再エネ電力の需給状況次第で設備の完全な電化が難しい場合など、施設固有の条件に応じて最も効率的と考えられる技術を選択して導入していかなければならない。

そこで重要となるのが現況分析である。設計の着手に先立ち、敷地の立地条件、気候条件、施設のエネルギー使用状況等を把握し分析することで、負荷の大きい設備又は個所、負荷の大きい時期や時間帯、エネルギー需要の多い設備、あるいはエネルギー削減の余地がある設備などが明らかになり、効果的な省エネ計画が期待できる。

さらには、施設の稼働時間、利用者の動向（人数、時間帯分布）なども消費エネルギーに大きな影響を与える要素となることから、これらについても全体計画の段階で把握しておくことが重要である。

新築の場合はこれらの統計情報がないことが多く予測が難しいが、管理運営を担当する部署と情報共有するなどして総合的に計画を行うことが望ましい。

対象施設のうちビジターセンターに関しては、第3部 施設別技術指針第4章「博物展示施設（ビジターセンター等）」に整備計画の考え方が示されているので併せて参照されたい。

以上を踏まえて、検討の手順を次項以降に示す。

(ii) 検討手順（既存施設の改修による場合）

電力の調達（本指針の対象外）

脱炭素化の改修に時間を要する場合は施設の脱炭素化に先行して電力の受給契約を再エネ電力に切り替えることも考えられる。たとえば環境省では2030年までのRE100達成のため、施設によっては改修工事より再エネ電力の調達が先行する場合がある。

なお本指針は施設の脱炭素化を目的としているため電力調達の詳細については言及しない。

改修計画（基本計画）

○現況の把握、分析

既存建物のエネルギー消費量、外皮性能、設備のエネルギー効率、建物の利用状況等を把握し、省エネ性能の向上余地が見込める部分に対して効率的に改修を計画する。

計画に際しては運営状況や利用状況の予測も含め計画を行うことが重要である。ビジターセンターにおいては、施設の「施設計画」に加え「活動計画」「展示計画」「管理運営計画」についても検証を行い、例えば「管理運営計画」では開館時間の再検討など担当部署と調整し脱炭素化の視点から必要な改善をおこなうことが望ましい。

○目標設定

建築物や設備の大規模改修が難しい場合は、個別改修を繰り返すことにより段階的に脱炭素化を達成することになるが、その場合でも最終形を想定した目標を設定することが望ましい。

○全体計画の策定

長寿命化計画等との整合に留意し、維持管理や更新計画まで含めた全体計画を策定する。個別改修により段階的な脱炭素化を目指す場合は各工事の実施時期や実施順も含め検討する。

基本設計・実施設計

○設計方針の設定

設計委託に際しては仕様等を具体的に指定するよりも最終的な達成目標のみを指定し、個別の仕様は設計業務の中で検討することが望ましい。このとき、仕様の検討に通常より時間を要することもあるので設計工期の設定に際しては留意が必要である。

○設計の検討

基本計画で定めた目標に基づき、パッシブ技術、アクティブ技術、創エネ技術を活用して建築物や設備の仕様を決定する。検討の順序は(i)に示す原則によること。また、以下の検討、検証により設備の仕様変更が生じる場合があるので留意する。

○発電設備のシステム構成検討

現況の分析により得られた設計と条件をもとに、発電方法の選択、系統連系の選択、受電方式や逆流等に関する電力会社との協議、停電時における負荷の選択、蓄電池の活用方法と容量の検討等を行う。選定機器による運用モードの違いやシステム特性などにも留意する。

○発電量のシミュレーション

発電設備の発電量を月別、時間帯別にシミュレーションして発電量、蓄電量、電力使用量をそれぞれ比較することにより、発電電力が効率よく消費されるか検証を行う。単に発電量の積み重ねを比較するのではなく、実際の運用に沿ったシミュレーションをすることに留意する。

工事

電力の調達（本指針の対象外）

施設の消費電力をすべて創エネで賄うことができない場合は、再エネ電力の調達を検討する。すでに再エネ電力の調達契約を締結している施設では、契約電力等の変更が生じる場合がある。

維持管理

○計画に基づく維持管理の実施

全体計画に基づき、日常管理や定期管理、機器等の更新を行う。

○電力使用量、発電量等の把握と記録

常時の電力使用量を把握することで、エネルギーマネジメントに活用するほか、将来の改修において現況把握の材料として活用することができる。また、発電設備の異常や劣化は発電量に現れることが多いため定期的な確認を行うことが望ましい。

(iii) 検討手順（新築または建替えによる場合）

基本計画

○現況の把握、分析

建設予定地における気温、日照、方角、卓越風の方向その他の自然環境を把握し、自然エネルギーを最大限有効活用するような計画とすることが望ましいが、用地取得、周辺建物との位置関係、利用者動線などの関係から建物位置や向きを自由に決めることが難しい場合もあるため、総合的に検討する。

計画に際しては運営状況や利用状況の予測に基づき計画を行うことが重要である。ビジターセンターにおいては、例えば「管理運営計画」の検討において開館時間の設定など脱炭素化の視点も含め適切な運用を担当部署と調整することが望ましい。

○目標設定

パッシブ技術、アクティブ技術、創エネ技術を活用して可能な限り最大限の目標を設定する。

○全体計画の策定

長寿命化計画等との整合に留意し、維持管理や更新計画まで含めた全体計画を策定する。

基本設計・実施設計

○設計方針の検討

設計委託に際しては仕様等を具体的に指定するよりも最終的な達成目標のみを指定し、個別の仕様は設計業務の中で検討することが望ましい。このとき、仕様の検討に通常より時間を要することもあるので設計工期の設定に際しては留意が必要である。

○設計の検討

基本計画で定めた目標に基づき、パッシブ技術、アクティブ技術、創エネ技術を活用して建築物や設備の仕様を検討する。検討の順序は（i）に示す原則によること。また、以下の検討、検証により設備の仕様変更が生じる場合があるので留意する。

○発電設備のシステム構成検討

現況の分析により得られた設計と条件をもとに、発電方法の選択、系統連系の選択、受電方式や逆潮流等に関する電力会社との協議、停電時における負荷の選択、蓄電池の活用方法と容量の検討等を行う。選定機器による運用モードの違いやシステム特性などにも留意する。

○発電量のシミュレーション

発電設備の発電量を月別、時間帯別にシミュレーションして発電量、蓄電量、電力使用量をそれぞれ比較することにより、発電電力が効率よく消費されるか検証を行う。単に発電量の積み重ねを比較するのではなく、実際の運用に沿ったシミュレーションをすることに留意する。

工事

電力の調達（本指針の対象外）

施設の消費電力をすべて創エネで賄うことができない場合は、再エネ電力の調達を検討する。

維持管理

○計画に基づく維持管理の実施

全体計画に基づく日常管理や定期点検、機器等の更新を行う。

○電力消費量、発電量等の把握と記録

常時の電力使用量を記録することで、エネルギーマネジメントに活用するほか、将来の改修において現況把握の材料として活用することができる。また、発電設備の異常や劣化は発電量に現れることが多いため定期的な確認を行うことが望ましい。

II-2 施設の目標設定

施設ごとの目標は、組織における目標を踏まえ、かつ施設の立地や気候条件等を考慮し達成可能な範囲で設定する。

施設の脱炭素化を計画するにあたっては、施設ごとに具体的かつ客観的な目標を定め、たうえで設計に着手することが望ましい。

(解説)

脱炭素化の目標は、前節で述べた組織目標を達成するために各施設が達成しなければならない省エネ性能を逆算しつつ、かつ個々の施設の立地条件、気候条件等を踏まえて達成可能な範囲で設定することとなるが、このとき、建築の部分や設備における個々の仕様ではなく ZEB、BELS などの認証制度や BEI などの指標を用いて具体的な目標を設定することが望ましい。

脱炭素化を効果的、効率的に推進するためには、無計画に脱炭素化技術を取り込むのではなく、明確な目標を定め、たうえで設計に着手することが望ましい。省エネ性能を数値化して客観的に評価することにより、目標の達成が明確に確認できる。

指標や認証制度を用いた目標を設定することによって、設計者はパッシブ技術、アクティブ技術、創エネ技術の組み合わせを幅広く検討しながら総合的に目標の達成を目指すことになり、単に仕様のみを定めた場合よりも自由度が高く効率の良い設計につながるほか、発注者としても目標の達成が容易に確認できるという利点がある。なお、これは単に目標さえ達成すれば過程を問わないことを示すものではなく、検討は II-1 (i) で述べた手順により行うことに留意する。

一方で、発注者が自力で客観的目標を設定することが難しい場合もあるため、省エネ診断や ZEB 化の検討などの業務発注により、あらかじめ達成可能な目標を確認しておくことも重要である。

目標設定の例として、国の直轄施設では、政府実行計画を踏まえ、対象施設を新築する場合（建替えを含む）は基本的に ZEB Oriented 相当以上を目標としつつ可能な限り ZEB Ready の達成を目標として設定する。このとき、立地条件によっては Nearly ZEB あるいは『ZEB』の達成を目標に掲げることが望ましい。

一方で、立地条件、気候条件等によっては現状分析の結果 ZEB Ready の達成が困難あるいは不可能と判断されるケースも考えられる。その場合は BELS や BEI などの認証制度や指標を用いて達成可能な範囲で目標を設定することになるが、このときには、他の施設の目標を ZEB Ready 以上に設定することにより政府実行計画で掲げる「平均で ZEB Ready」の達成が可能である。

既存施設の大規模改修を行う場合には政府実行計画の実施要領に基づき、建築物省エネ法に定める省エネ基準の達成が目標となるが、この場合でも省エネ技術を最大限活用して一次エネルギー消費量を抑制する計画とし、可能であれば ZEB Ready 以上の達成を目指す。

さらに、大規模改修以外の改修工事における目標については定めがないが、これまで述べてきたように、現況分析に基づき将来的な目標を設定し、施設の全体計画を策定し、段階的に目標を達成する計画としておくことが望ましい。

なお、政府実行計画においては「政府が保有する建築物に太陽光発電設備の最大限の導入を図る」とも定められていることから、上記の目標にかかわらず太陽光発電設備の導入を検討することとなるが、太陽光発電設備等の再エネ発電設備を導入する際には、気候、季節、時間帯によって発電量が変動する特性を踏まえ、発電した電力を最大限有効利用できるよう蓄電池の併用を原則とする。

【関連法令】

- 政府実行計画の実施要領：政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の削減等のため実行すべき措置について定める計画（令和3年10月22日地球温暖化対策推進本部幹事会申合せ）
- 建築物省エネ法：建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（平成27年法律第53号）

II-3 省エネ技術によるエネルギー消費量の削減

対象施設のエネルギー消費量を削減するためには、断熱性能の向上や自然の力を受動的に利用するパッシブ技術によってエネルギーの損失を最小限に抑えたうえで、高効率の空調設備や照明の採用などのアクティブ技術によって省エネ性能の向上を図る。

パッシブ技術は気候条件の影響を大きく受けることから、既存施設の改修においては、断熱性能や建物および設備の耐用年数など既存の建物の現状を把握、分析したうえで、総合的な改修計画を立案しなければならない。

新築または建て替えの場合においても、パッシブ技術の効果が最大限発揮されるよう建物の立地条件を考慮して整備する。

(解説)

(i) 概要

省エネ技術は、対象施設の外壁・屋根・床など外気に面した部位（以下、総称して「外皮」という。）の断熱性能向上や、日射・通風・昼光のコントロールするなどの建築的手法によるパッシブ技術、消費電力が少なく効率の良い空調設備や照明などを選択するなどの設備的手法によるアクティブ技術により、エネルギーの消費を最小限に抑える技術である。

前述のとおり、消費エネルギーの削減を図るにはパッシブ技術によって設備の負荷を最小限に抑えたうえでアクティブ技術を導入する手法が効果的で、パッシブ技術を徹底することにより空調、照明等の機器の能力を低く設定することができ、アクティブ技術の効果を一層高めることができるほか、コスト面からも有利となる。

これは新築や全面改修の場合に限らず、例えば空調設備と外壁を個別に改修する場合であっても、空調設備の検討よりも外壁改修による外皮性能向上を先行させることにより、同様の効果を得ることが可能である。

たとえ維持管理計画の都合上、設備を先行して改修する場合でも、外皮改修後の負荷に合わせた能力の空調設備や照明設備を選定するなど最終形を見据えた計画的な設計を行うことが望ましいが、この例では設備の改修後、外皮改修完了までの間は空調機の能力が不足してしまうため臨機の措置を要することに留意が必要である。

(ii) パッシブ技術

①概要

パッシブ技術とは、建物の配置、間取り、壁・屋根・床・窓の作りなどを工夫して、太陽の光や熱、風通しを制御し、室内を快適に保つことで、間接的に冷暖房負荷及び照明器具のエネルギー消費等を低減する省エネを実現するための技術のことである。

②パッシブ技術の例

<外皮断熱>

外皮断熱とは、外皮の断熱性能を上げることにより、外皮負荷（室内外の温度差に比例して、壁を介して熱が移動することによる負荷）を抑制する技術である。例としては、断熱材の敷設または増設、高性能断熱材の採用、断熱サッシや複層ガラス（又はトリプルガラス）の採用等が代表的である。

外皮断熱の主たる目的は、外気からの熱の侵入あるいは熱の流出を防ぐことで空調負荷を低減することにあるが、もう一つの効果として、室内温度の均一化が挙げられる。

室内の気温が不均一になっていると、十分な空調を行っていても局所的な風や窓等からの放射による

不快感から体感的に室温よりも寒く（または暑く）感じてしまう場合がある。この場合も外皮の断熱性能を向上させることにより建築物の躯体の表面温度および室内温度の分布を均一に保ち、局所的な気流や放射による不快感を低減することができるため、適正な設定での運用を促す効果的な手段といえる。外皮断熱の検討にあたっては断熱部の数値のみならず、ヒートブリッジからの熱貫流及び施工精度による熱欠損の防止にも留意する。

<日射制御>

日射制御とは、屋根や外壁、窓への日射による熱取得を制御することで空調負荷を低減する技術である。

例えば、ルーバーや庇の設置、Low-E ガラスの採用、建物周辺への落葉樹の植樹などにより、夏季は窓からの日射を遮蔽し、逆に冬季は日射を取り入れることができる。また、窓だけでなく屋上や外壁からの熱取得も空調負荷の要因となるため、屋上や外壁の緑化、遮熱塗装も日射制御の有効な手段のひとつである。

日射制御の技術を導入するにあたっては、方角により庇やルーバーの向き調整が必要なこと、寒冷地においては日射遮蔽が必ずしもプラスになるとは限らないことなどに留意する必要がある。

<自然通風利用>

自然通風利用とは、気圧差を利用して室内に外気を導入することにより空調負荷を低減し換気設備の需要を減らすための技術である。外気の導入は冬季および夏季、または外気の湿度が高い場合には空調負荷を増大させる要因となるが、中間期においては外気のほうが適温に近い場合が多く、外気の導入により空調負荷を低減することができる。

自然通風のためには空気が流れる経路を確保する必要がある。例えば、風圧差による換気を行う場合は卓越風の方向に合わせて給気口及び排気口を計画し、温度差換気（重力換気）を行う場合は給気口より高い位置に排気口を設けることによって気圧差による気流が生じ、自然に換気が行われる。

<昼光利用>

昼光利用とは、建物の開口部から昼間の自然光（昼光）を取り入れることで人工照明（室内照明）の利用を減らしてエネルギー消費量を削減する技術である。

例としては、高い位置から昼光を直接取り入れるトップライトやハイサイドライト、窓面中段に庇を設置し、光を室内の天井部に取り入れる「ライトシェルフ」、内面に高反射率鏡面を用いたダクトを天井に設け、室内奥まで自然光を運ぶ「光ダクトシステム」と呼ばれる手法などがある。

なお、昼光には、「時間とともに変化する」、「必要以上の明るさをもたらすことがある」、「熱を伴う」「照度分布が均一にならない場合がある」といった特徴があるので、空間特性や使い方に適した手法を取り入れることが重要となる。均質な明るさを要求される事務室や展示内容に応じた照明制御が必要な展示室、シアタールームなどでは人工照明が適している一方、ある程度の明るさの変動が許容されるエントランスロビー等では、ゆらぎのある自然光を活用するほうが快適性が高まる場合がある。

<その他のパッシブ技術>

ここまで挙げたパッシブ技術のほか、卓越風の風上側に植樹や水場を配置する等、外構計画を適切に行うことで室内に流入する空気の温度を下げる技術がある。これらの技術は、省エネルギー性能の指標である BEI には直接反映されないものの、冷房負荷の低減効果が期待できるため、効果的に活用されたい。

(iii) アクティブ技術

①概要

アクティブ技術は、本章 I-2 において解説したとおり、空調設備や照明器具、昇降機など建築設備の効率化や未利用エネルギー（地下水、河川水の熱源等）の活用などの設備的手法によってエネルギー消費量を減らす技術である。

特に空調設備や照明のエネルギー消費量は建物全体のエネルギー消費量に占める割合が比較的大きいため、アクティブ技術により効果的な省エネが期待できる。

②アクティブ技術の例

<空調設備>

空調設備の効率化の例として、熱負荷の変動に合わせて風量等を調整する変風量制御（VAV）/変流量制御（VWV）などのほか、高効率なヒートポンプの採用が挙げられる。ヒートポンプとは冷媒を介して地中や大気中などから熱を集めて熱エネルギーとして活用する機構をいい、なかでも大気中の熱を利用する空冷ヒートポンプ方式は最も一般的で、家庭のエアコン等に幅広く活用されている。

対して、地中熱を利用するものは地中熱ヒートポンプといい、屋外に地中熱交換機を設置するための穴（ボアホール）を設けるスペースが必要であること、導入費用が高額となることなどがデメリットとして挙げられるものの、空冷方式よりもさらにエネルギー効率が高く、成績係数は空冷が COP=3 程度に対し、地中熱は COP=5 程度となることから、寒冷地でも効果的なアクティブ技術として注目されている。その他、自然公園における高効率空調設備の導入事例として、以下のようなものがある。

【事例】 雪氷冷熱を利用したヒートポンプ

ヒートポンプの一種に、冬季に雪室に貯蔵しておいた雪を冷媒の冷却に利用して冷房を行うシステムがある。

自然公園等においては、裏磐梯ビジターセンターで採用された事例があり、展示で積極的に紹介している。

雪や氷はエネルギー密度が低く、貯蔵スペースが大きくなることや雪が溶けた後にゴミなどが溜まり清掃に手間がかかる点などが課題である。

裏磐梯ビジターセンターの事例



↑雪室 展示→



空調設備には、床暖房に代表される輻射空調とエアコンなどの対流空調がある。輻射空調は空調効果が高いが負荷が大きくなる傾向があるので、エアコンの組み合わせなどにより、輻射空調を動かすヒートポンプの能力を最小限に抑えてコスト削減を図ることも合わせて検討する。更にヒーターを負荷（外部開口など）に近接して設ける、天井等に強制対流を生じさせる設備などを設けて室内空気を循環させるなどの手法によって室温の均一化を図ることも重要である。これは一次エネルギー消費量や BEI などの数値には反映されないが、設定温度と体感温度の乖離を低減し、効率よく空調設備を運用できるため重要な省エネ技術のひとつといえる。

<照明設備>

照明器具におけるアクティブ技術としては、LED など高効率照明器具の採用による効率化のほか、室用途に応じた照度の適正化、センサーや個別リモコンによる照度調整など、需要に応じた適切な制御を行うことによるエネルギー消費量の削減が挙げられる。

<換気設備>

換気設備においては、DC（直流）モーターの採用などによる機器の効率化、センサーと連動した換気制御などによる換気目的に応じた適切な制御などが効果的とされている。また、夏季及び冬季の換気による外気負荷は空調負荷増大の大きな要因となっており、建築基準法に則った利用者数による換気回数・換気量の見直しや外気負荷を低減する全熱交換器などの採用も有効な省エネ技術のひとつである。

<給湯設備>

給湯設備では、ヒートポンプ給湯器による効率化のほか、太陽熱を熱源とする給湯設備の採用などにより消費エネルギーの削減を図ることができる。

そのほか、給湯方式によってもエネルギー効率が異なり、例えばビジターセンター等の規模であれば局所給湯方式を採用したほうが熱損失が少なくエネルギー効率に優れるといえるが、野営場などシャワーや風呂等を備える施設においては必要な湯量を供給することができない場合があるため、貯湯槽を備えた中央給湯方式を検討するなど、需要に応じたシステムが必要となる。ただし、貯湯槽を計画するときはエネルギー効率の観点から貯湯槽の容量が過大にならないよう留意すること。

<昇降機設備>

対象施設における昇降機設備としては一般にエレベータが採用されることが多いと考えられるが、エレベータの効率化の手法としては‘可変電圧可変周波数制御（VVVF 制御）’や電力回生制御といった技術がある。電力回生制御とはかごの降下時に電力を回収して蓄電池に蓄え、上昇時にその電力を利用して電動機を稼働させる技術で、停電時でも蓄電池から電力供給することで低速運転が可能のため、防災面においても有効な技術といえる。

③安全側の空調設備設計からの脱却

気候条件や利用条件を安全側に設定することで、過度な空調機器を導入することになり、普段の運用においても過剰に電力を消費してしまうことになる。空調負荷の算定方法は、設備計画基準で定められているが、安全側（現状よりも厳しい条件）の条件設定により過度な整備にならないよう留意する。

(iv) 建築物のデザインと省エネ

自然公園等施設の脱炭素化を計画するにあたっては、省エネ技術、創エネ技術等を導入するだけでなく、総合的な観点から省エネ性能に配慮したデザインが求められる。

具体的には、表1に掲げるような検討により、建設時だけでなく運用、設備の更新、解体までを含めた総合的な観点からエネルギー効率の向上と意匠性の両立を図ることが望ましい。

表1 留意事項の例(1)

検討の視点	脱炭素化における課題	留意事項の例
適切な室面積の設定	室容積の増大による空調負荷の増	<p>室面積が過大にならないよう、室の利用目的や利用人数の推計などに応じて適切に計画する。</p> <p>例えば展示室など季節によって利用人数の変動が大きい室では、繁忙期の人数のみに基づいて設計するのではなく、閑散期におけるエネルギー効率も考慮することが望ましい。</p>
設備更新スペース等の確保	改修工事によるエネルギーの消費	<p>建築物のライフサイクルにおいて発生する改修工事を見越して、工事の作業スペース、予備配管や予備スリーブなどの配管・配線経路、資材や機器の搬入経路等をあらかじめ計画することで、改修にかかるコスト削減と同時に、工事で消費するエネルギーの削減も見込むことができる。</p> <p>そのほか、ペレットストーブ等を計画する際にはペレット置き場を併設するなど、実際の運用を想定した計画することにより、トータルの消費エネルギーを削減するという視点が必要といえる。</p>
適切な天井高の設定	室容積の増大による空調負荷の増	<p>ビジターセンター等の博物展示施設においては、意匠上の観点から吹き抜けや展示室などの天井を高く計画する事例が多いが、空調負荷や清掃等のメンテナンスの手間等を考慮すると、維持管理及び脱炭素化の観点からは不利となる。展示に必要な演出、意匠性、省エネ効率、施設運営その他の要素を総合的に考慮し、適切かつ効果的な天井高の設定に努めることが望ましい。</p>
適切な開口部の配置	開口部からの熱貫流による空調負荷の増	<p>窓などの外部に面する開口部は、自然光の導入、視覚的效果、自然換気など重要な役割を果たすが、一方で外皮断熱上は弱点となるだけでなく、展示や収納といった機能を計画する際には支障ともなることから、展示室などにおける大開口は、脱炭素化や展示計画の面から不利となる場合がある。視覚的效果だけではなく、採光、換気、断熱、展示計画等を総合的に考慮して、適切な位置に、必要な大きさの開口を計画することが求められる。</p>
局所的な空調のための間仕切り	室容積の増大による空調負荷の増	<p>ビジターセンター等においては、執務スペースが案内カウンター等を介してエントランスホールや展示室と一体となっている事例が多く、空調の計画にあたっては同一の室として負荷を計算する必要があるが、エントランスホールや展示室との境に間仕切りを設けて個別空調を併用するなどの手法により閑散期や閉館後などにおけるエネルギー消費量を抑えることが可能となる。</p>
効果的な断熱改修	床からの輻射による空調負荷	<p>外皮断熱を計画する際、床、壁、天井を全面的に改修することが難しい場合には、屋根よりも人と近い位置にある床の断熱性を優先して改修するほうが、床から人体に直接伝わる熱を低減できるとともに輻射による影響を低減できるため効果が高いとされている。</p>

表2 留意事項の例(2)

検討の視点	脱炭素化における課題	留意事項の例
気密性の向上	漏気による空調負荷の増	夏季、冬季および外気の湿度が高い場合においては、外気の流入による外気負荷が空調負荷を増大させる要因となる。風除室の設置や窓の気密性能を上げることで、漏気(すきま風)を効果的に防止することができる。
ルーバーによる日射制御	日射による空調負荷	開口部のルーバーは、前述のとおり日射遮蔽を目的として設置するものである。設置にあたっては省エネ効果を発揮できるよう適切な位置及び向きとし、視覚的效果のみを目的としてルーバーを設けることのないよう留意する。
展示設備の省エネ計画	デジタル展示による空調負荷	展示室における空調設備の熱負荷計算にあたっては、室内負荷としてデジタル展示機器の計上漏れがないよう留意する。また、事務室等におけるOA機器と同様、展示設備の消費エネルギーの削減はBEIには直接反映されないが、重要な省エネ技術であるため、展示計画と連動して消費エネルギーの削減に努めることが望ましい。
木材利用の促進	廃棄にかかるエネルギー消費・輸送にかかるエネルギー消費	木材は森林が吸収した炭素を貯蔵しており、木材の利用を促進することで、炭素の固定による脱炭素化に貢献できる。建築物における木材の利用の促進については、「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の基本方針により、国が整備する公共建築物は原則木造化することとしている。建築用木材であるCLT(直交集成材)は断熱効果と長時間周期での蓄放熱効果がある。炭素貯蔵量を表示するガイドラインがあり、計算方法や表示方法が定められている。また、国産材を利用することが、森林資源の循環利用を進めることから脱炭素化にも貢献、さらに地域産材を利用することにより、輸送のためのエネルギーも削減できる。 参考資料：建築物に利用した木材に係る炭素貯蔵量の表示に関するガイドライン https://www.rinva.maff.go.jp/mokusan/mieruka.html

【コラム】 太陽熱を直接利用する設備

パッシブソーラーシステムなどの太陽熱を利用する設備は、再生可能エネルギー源の一つである太陽熱を電力に変換するのではなく室内の暖房や給湯の熱源として直接利用する設備である。

主な設置個所は屋根であり太陽光発電設備と競合するので、基本的には太陽光発電設備を優先する。

屋根の面積にゆとりがある場合設置が可能となるが、導入にあたっては、特に暖房が必要となる冬季に効果が出るかどうか、太陽光に応じた適切な維持管理できるかどうかなどを十分に検討しておく必要がある。

II-4 創エネ技術の導入

省エネ技術によってもなお発生する電力需要に対しては創エネ技術による発電等で賄うことにより温室効果ガスの排出抑制に資することが可能である。

再生可能エネルギー発電設備は、自然環境及び景観へ影響に留意しつつ整備を行うことが望ましい。

(解説)

これまで述べてきたように、建築物における脱炭素化とは、エネルギー消費の低減という手段により温室効果ガスの排出抑制を達成しようというものであり、もっとも直接的な手段は前項で述べた省エネ技術となる。

しかし、当然ながら空調設備や照明器具を使用する限りエネルギー消費をゼロにすることは不可能であり、四阿などの例外を除いて、省エネ技術のみではエネルギー消費の削減には限界があるといえる。

そこで、削減しきれないエネルギー消費を再生可能エネルギーで賄うことにより温室効果ガスの排出をさらに低減させる、というのが創エネ技術の考え方である。

創エネ技術の例としては、太陽光発電設備、小水力発電設備、小形風力発電設備などがあり、それぞれ以下のような特徴を持つ。

表3 主な再生可能エネルギー発電と概要

	太陽光発電	小水力発電	小形風力発電
発電量の安定性	日照により変動する	安定	変動する
立地の制限	少ない 日照により制限があるが、おおそ全国的に設置できる。	厳しい 一定以上の水量、揚程が必要であり、水路の確保等を考えると、対象施設の規模に適した立地は少ない。	厳しい 一定以上の風力が必要となるほか、騒音、振動等の問題から施設近傍への設置は制限される。
蓄電池との併用	可能 一般的に併用されている	可能 事例は少ない	可能 一般的に併用されている
設置スペース	大 パネルの設置場所	小～大 発電機そのものは大きくないが、水源との位置関係によっては大規模な水路が必要	小～大 発電量により様々な規格がある。
システム	容易 一般に流通	難 システムの検討が必要	やや難 システムの検討が必要
手続き	容易 電気事業法の届出等	難 電気事業法の届出・河川管理者の許可等	容易 電気事業法の届出等
自然環境・景観への影響	場所により影響あり 反射光による光害 パネルと景観との調和	工法により影響あり 放流地点の生態系への影響 水路の掘削による土地の改変	場所により影響あり 風車と景観との調和 騒音・振動 バードストライク
維持管理	容易 消耗品はほとんどない	難 消耗品があり、定期的なメンテナンスが必要	比較的容易 消耗品は少ない

表3に示すように、水力や風力による発電は、対象施設の立地条件、規模等を考慮すると効果的に導入できるケースは限られてくるため、一般的には太陽光発電設備を選択するケースが最も多いと考えられる。

ただし、立地条件によっては太陽光発電設備が効果を発揮できない場合もあることから、必ずしも太陽光発電設備ありきではなく、それぞれの設備の特性、立地条件、利用特性を踏まえて最適なシステムを選択することが重要である。なお、表3は一般的な特徴をまとめたものであり、機器の選択やシステム構成により異なる場合も考えられるため、実際に導入を検討する際は設計者やメーカー等に確認されたい。

(i) 太陽光発電設備

①概要

<太陽光発電設備の構成>

太陽光発電設備は、太陽光パネル（モジュール・アレイ）、パワーコンディショナなどで構成される。

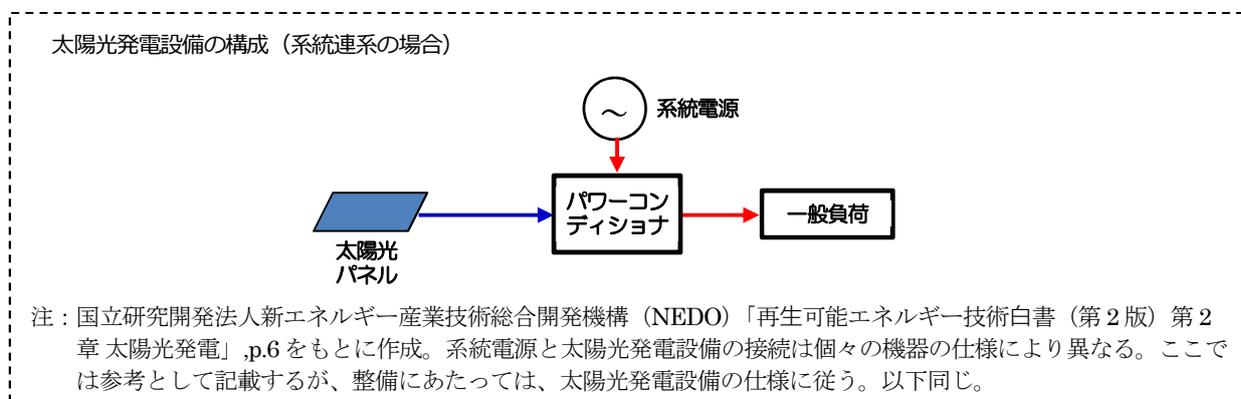


図2 太陽光発電設備の構成

モジュールは、太陽光を電気エネルギーに変換する装置である。素材の種類からシリコン系（単結晶、多結晶）、化合物系等に分類され、それぞれ特徴が異なる。各素材の比較を表4に示すが、市場の動向や技術の進歩による変動も大きいいため、設計にあたっては最新の情勢を基に費用対効果や施設の気候条件などに応じて最も適したモジュールを導入できるよう検討されたい。

表4 モジュールの素材の特性

	シリコン系（単結晶）	シリコン系（多結晶）	化合物系
変換効率	高い	単結晶に比べ劣る	低い
耐久性	高い	高い	暑さに強い
コスト	高い	安い	安い
実績	多い	多い	少ない

パワーコンディショナは、太陽光パネルで発電した直流電力を交流電力に変換する装置で、システム構成（後述）に応じて商用系統との連携運転や自動運転に必要な保護・制御などの機能も有する。

<設置位置等の検討>

太陽光パネルは太陽光発電設備の構成要素のうち最も設置スペースを要することから景観への影響も最も大きく、太陽光発電設備の設置可否を判断するにあたっては、パネルの設置スペースの有無に加えて景観との調和が判断基準の重要な要素となる。

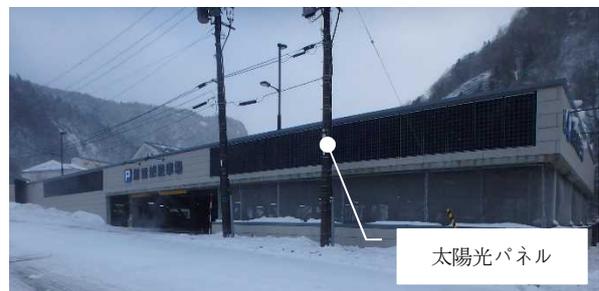
設置方法には屋根置き型、地上設置型、建物一体型などがあり、自然景観への影響を考慮すると基本的に屋根置き型が望ましいが、既存施設において耐震安全性の観点から屋根置き型が選択できない場合や発電量が不足する場合には、敷地内や施設に付帯する駐車場などを利用した地上設置型も検討する。その他、後述する気候条件や環境への配慮、維持管理や更新性などを総合的に考慮して設置位置の検討を行うことが望ましい。

また、景観配慮の観点からはパネルの色彩も影響が大きい。太陽光発電パネル自体への塗装は困難であるが、近年では多様な色彩の太陽光電池が開発されており、今後、技術開発が進むことによって、太陽光発電パネルについても様々な色彩の選択が可能となることが想定される。設置位置の検討とともに太陽光発電パネルの色彩についても可能な範囲で検討することが望ましい。

【事例】 大雪山国立公園 層雲峡立体駐車場の太陽光発電設備

層雲峡立体駐車場では、太陽発電設備の壁面設置により 41.2%の使用電力量の削減が図られた。

1. 整備前の使用電力量（令和元年度実績）40,313kwh
2. 削減電力量の試算（設計値）
 - ①太陽光発電設備 壁面パネル 34枚
出力 8.26kw 6,166kwh/年
 - ②照明のLED化 64W→35W 48台 -12,194kwh/年
 - ③削減率
(6,166+12,194) / 40,313 = 45.5%（設計値）
3. 整備後の使用電力量（令和3年実績）23,702kwh
23,702 / 40,313 = 41.2%



<蓄電池の併用>

蓄電池とは、充電をおこなうことで電気を蓄え、くり返し使用することができる電池（二次電池）をいい、発電を行う時間帯と電力を消費する時間帯が異なる場合に必要となる設備である。

位置付けとしては太陽光発電設備を構成する機器ではないが、パワーコンディショナに付属して設置することで発電により生じた再エネ電力の効率的運用ができるほか災害時の非常用電源として導入されることが多く、単独で設置するのではなく太陽光発電と合わせた設備として検討する必要がある。政府実行計画においても「積極的に導入する」とされていることから、本指針においても原則として蓄電池の併用を想定している。

②気候条件等に応じた設計

対象施設の立地によっては過酷な自然環境（豪雪地、海岸地域、寒冷地・標高の高い地域）により十分な発電量が見込めなかったり、機器の故障、腐食等を生じたりする可能性がある。対応した製品の採用や構造の検討により気候条件等に応じた対策を行う。

ただし、あまりにも条件が過酷で設置困難と判断される場合は太陽光発電設備の導入を断念し、他の発電方法や省エネ技術の徹底により脱炭素化を図るなどの検討も必要となる。

表5 気候条件等に応じた対策

条件等	懸案事項	対策の例
多雪地域	積雪荷重による損壊 積雪による発電量低下 機器内部への雪の吹込みによる動作不良 パネル下での結線外れ、配線不良	<ul style="list-style-type: none"> ・パネルおよび架台の設計にあたっては積雪荷重を見込んで検討する。 ・フレームレスのパネルを用いる、パネル角度を急勾配にするなどの手法により落雪を促す。このとき、落雪地点を立ち入り禁止にするなど事故防止に留意すること。 ・融雪装置を検討する。ただし、融雪装置の消費電力量が発電量を上回る場合があるため安易に導入することがないよう留意する。 ・幕板を設置するなどして装置内への雪の吹込みを防止する。 ・壁面パネルの設置を検討する。パネルを鉛直面に設置する場合は一般に傾斜面よりも発電効率が低下するが、積雪荷重や日射の遮蔽による影響は低減される。ただし、積雪量、除雪状況等を事前に把握し、雪に埋没されない設置位置を検討すること。
寒冷地	放熱不良 液漏れなどの故障	<ul style="list-style-type: none"> ・寒冷地対応の製品を導入する。
冬季閉鎖する施設	閉鎖期間中の需給バランス 蓄電池の放電	<ul style="list-style-type: none"> ・閉鎖期間中における発電量、放電量と電力消費量のバランスを考慮して発電設備及び蓄電池の設置可否及び仕様を検討する。
沿岸地域 火山地域	パネル等の腐食 チューブの腐食 制御装置の腐食	<ul style="list-style-type: none"> ・塩害に対応した製品を導入する。 ・火山性ガス対策についてはメーカー等に相談し、慎重に導入を検討する。
高地	放熱不良 液漏れなどの故障	<ul style="list-style-type: none"> ・高地対応の製品を導入する。
傾斜地	土砂・濁水の流出	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な排水計画を行う。 ・法面保護工を行うなど、土砂流出・濁水発生防止策を講ずる。
災害危険地域	浸水など	<ul style="list-style-type: none"> ・ハザードマップを確認し、予測される災害に応じて設備の嵩上げなど適切な対策を行う。詳細は防災の項を確認のこと。

【事例】 上信越国立公園 谷川岳インフォメーションセンター 壁面パネル

上信越高原国立公園 谷川岳インフォメーションセンターの太陽光発電設備

太陽光発電設備 壁面パネル 14枚 出力 3.4kw (243w×14枚)
パワーコンディショナ 5kw



太陽光パネル



③システム構成の検討

太陽光発電設備のシステム構成については、施設の受電方式、動力設備の有無、系統連系の方法、蓄電池の活用方法、災害時の対応などに応じて最適な方式を検討しなければならない。

太陽光以外の発電設備を導入する場合においても同様の検討は生じるが、ここでは最も事例の多い太陽光発電設備の場合を用いて説明することとする。

<受電方式>

電力需給契約において、一般に使用電力見込量が 50kw 以上の場合は高圧受電、50kw 以下の場合は低圧受電で電力需給契約を締結することとなる。

それぞれの受電方式の特徴については表 6 に概要を示す。脱炭素化技術と直接関連しないため詳細については割愛するが、基本的には対象施設の設備容量等を踏まえて電力業者と調整することになると考えられる。

表 6 受電方式とその特徴

		高圧	低圧
区分		自家用電気工作物	一般用電気工作物
受電電圧		6600V 以上	100～200V
使用電力量		一般に 50kW 以上	50KW 未満
必要な設備		変電設備	—
手続き		・保安規定に係る届出 ・電気主任技術者に係る届出	—
維持管理	法定点検	電気主任技術者による保安規定の作成、届出、法定点検等が必要	—
	通常時	日常点検	日常点検
電気料金		一般的に安い	一般的に高い

受電方式の選択にあたり、高圧受電の場合は太陽光発電設備で創出した再エネ電力を単相用もしくは三相用のパワーコンディショナから電灯設備と動力設備の両方に供給できるのに対して、低圧受電において再エネ電力を電灯設備と動力設備の両方に供給したい場合は、太陽光発電設備を 2 系統に別けて、単相用と三相用のパワーコンディショナをそれぞれ設置する必要がある点については留意が必要である。

平常時は再エネ電力の供給系統について意識することは少ないと思われるが、後述する自立運転機能を用いて、停電時の電源として活用する場合には、平常時及び停電時それぞれのシステム構成と再エネ電力の供給先について入念な計画が必要となる。

<系統連系>

発電設備のシステム構成は、系統接続の有無により‘系統連系型’と‘独立型’に分類される。系統連系型とは、太陽光などの再エネ発電設備を、電力会社から受電する電力系統（以下、「商用電力系統」という。）に並列に接続するものを言う。この場合、発電設備から供給する再エネ電力は商用電力系統と同様に施設全体に供給される。

一方、独立型とは、再エネ発電設備を商用電力系統と接続しない負荷に接続する方式を言い、商用電力が供給されない山間部等における採用が想定される。この場合、発電設備から供給する再エネ電力は特定の負荷に直接供給されるため発電量と需要の均衡を保つには、負荷に合わせて発電量を調整する装置を導入するか蓄電池を採用するなどして、余剰電力が生じないように計画する必要がある。

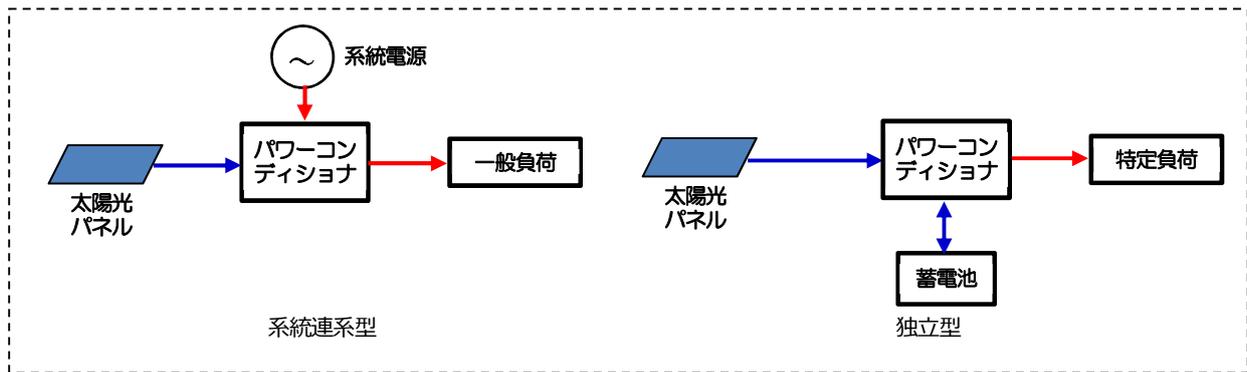


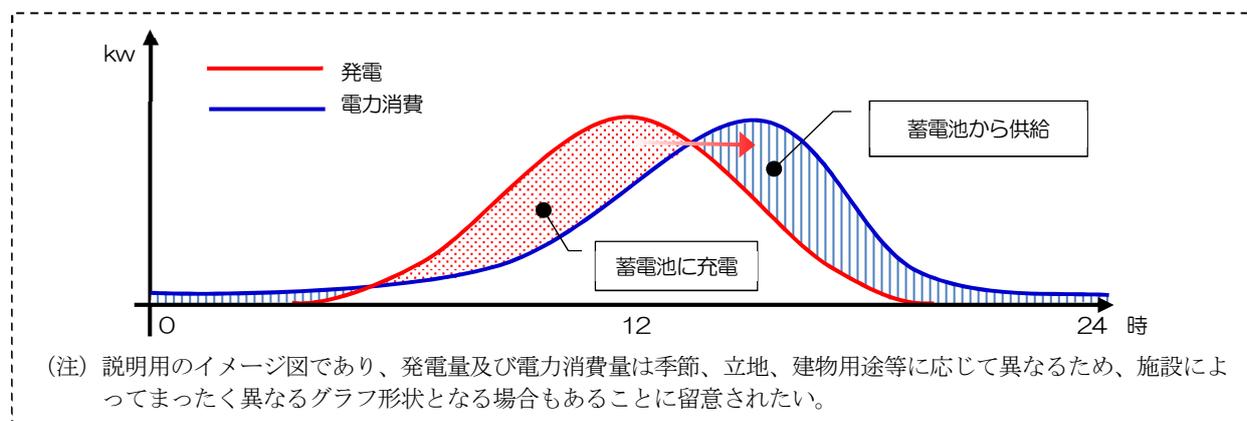
図3 系統連系と独立型

系統連系型には、逆潮流（需要家（施設）側から電力系統側への潮流をいう。以下同じ。）の生じる‘逆潮流ありの系統連系’と逆潮流の生じない‘逆潮流なしの系統連系’がある。系統連系にあたっては電力会社との協議が必要となり、条件によっては逆潮流が認められないケースもあるため、逆潮流ありで計画する場合には設計段階で入念な確認と検討が必要である。本指針においては自家消費を前提とした‘逆潮流なしの系統連系’を採用する場合について述べることとする。

逆潮流が起き供給側に悪影響が生じないようにパワーコンディショナの作動を強制的に停止させ発電をストップする機能をもつ「解列装置」の設置を求められる場合がある。逆潮流を生じさせないためには対象施設の設備容量を算出し余剰電力が生じないように計画する必要があるが、太陽光発電設備は日照条件によって発電量が変動するため、独立型の場合と同様に発電量の制御装置または蓄電池を活用するなどの対応が必要となる。特に春季は発電量が多く冷房負荷が少ないため逆潮流がおきやすいなど季節による変動が大きい場合、年間を通じた発電量の計画が求められる。

<蓄電池の活用方法>

太陽光発電設備の発電量が施設の電力消費量を超える時間帯がある場合、逆潮流を発生させないためには前述のとおり発電量を調整するか蓄電池を設けて余剰電力を蓄えるもしくは蓄電を優先させ蓄電余剰を一般負荷として使用する必要があるが、蓄電池を用いた場合には、発電した再エネ電力を夜間や電力消費のピーク時など発電量が消費量を下回る時間帯に利用することができるため、施設のエネルギー消費の低減にも効果を発揮する。



(注) 説明用のイメージ図であり、発電量及び電力消費量は季節、立地、建物用途等に応じて異なるため、施設によってまったく異なるグラフ形状となる場合もあることに留意されたい。

図4 時間帯別発電と電力消費のイメージ図

なお、余剰電力が生じない施設においても、後述する防災機能強化の目的から蓄電池を導入することとなるが、防災目的の蓄電池であっても設備メンテナンスの観点からは試運転も兼ねて日常的に利用することが望ましい。

停電時における蓄電池のシステム構成については次項によるほか、Ⅲ 自然公園等における防災 を併せて参照されたい。

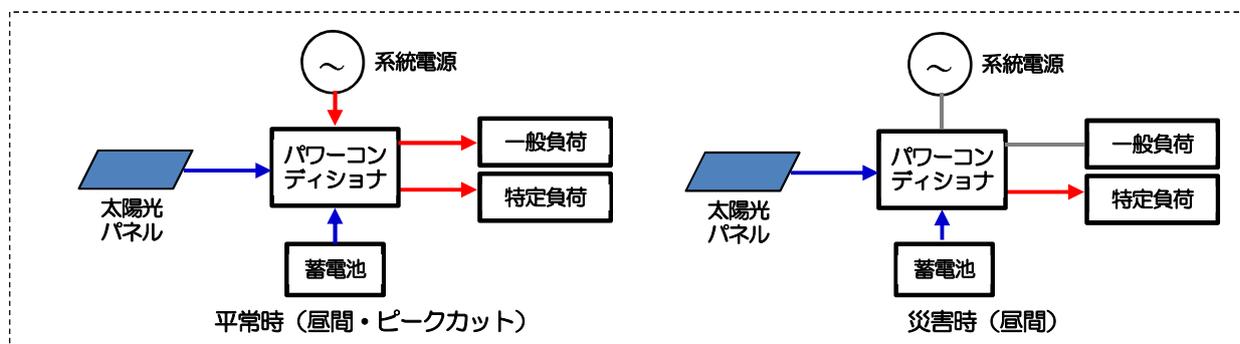


図5 蓄電池の活用例

<停電時のシステム構成>

太陽光発電設備および蓄電池は、停電時における非常用電源としても利用できる。ただし、停電時に太陽光発電設備を稼働させるためには、自立運転に対応した機器を選定する必要があるため設計時に検討しておくこと。

自立運転対応機器は一般に、パワーコンディショナに自立運転機能を備えており、停電時はパワーコンディショナに接続された非常用電源コンセントから電力を供給することになる。自立運転への切り替えには手動での操作が必要なシステムが主流であったが、自立運転のシステムを既存の分電盤に接続できるモデルも開発されつつあるため、維持管理や運用の利便性、費用対効果等を勘案してシステムを検討することが望ましい。

災害時の消費電力量は、災害時に確保しなければならない照明、コンセント、給排水衛生設備等に必要の負荷（以下、「特定負荷」という。）(kw)に孤立解消までの時間(h)をかけ合わせて算出する（詳細はⅢ 自然公園等施設における防災 を参照のこと。）ことになるが、太陽光発電設備は日射量によって発電量に変動があるため、停電中に安定して電力を供給するためには蓄電池を併用する必要がある。

ここで、停電中の発電見込量を上回る電力を必要とする場合は、平常時から一定以上の電力量を蓄電池に蓄えておく必要があり、災害時に備えて常時蓄えなければならない蓄電池容量は次式で概算できる。

$$\text{蓄電池容量 (kWh)} = \text{特定負荷(kW)} \times \text{孤立解消までの予測時間(h)} - \text{孤立期間中に見込まれる発電量 (kWh)}$$

これに加えて、前項で述べた夜間やピーク時に活用する電力量を上乗せすることになるが、空調設備など消費電力の大きい機器を特定負荷に計上すると膨大な蓄電池が必要になるため、特定負荷の検討に当たっては、災害時、生命維持に最低限必要な機器の見極めが重要となる。

ただし、空調設備（特に冬季の暖房）が生命維持に必要な不可欠な立地環境においては、再生可能エネルギーのみで電源を賄うことが難しい場合も考えられることから、ペレットや薪を活用するなどして脱炭素化技術を取り入れつつ、生命維持に必要な熱源または電源の確保を優先されたい。

災害に備えつつ再エネ電力を有効活用するためには、普段から「夜間やピーク時に活用する電力量」と「災害に備えて備蓄する電力量」の目安を定め、効率よく蓄電池を活用する運用を検討しておくことが重要である。なお、夜間に蓄電電力を使用する場合、蓄電池から逆潮流を生じさせないよう最低負荷

容量が指定されている機器が多く、負荷が小さいと蓄電池からの電力が供給されない場合があるので、蓄電池の諸元など留意されたい。

【コラム】 電気自動車の活用

政府実行計画に掲げる目標の一つに、「電動車（電気自動車（EV）、燃料電池自動車（FCV）、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）、ハイブリッド自動車（HV）をいう。）の導入」があり、今後は官用車として電動車が普及してくることが想定される。

電動車については建築設備とは言えないため本指針では詳しく触れないが、EV は少なくとも 30～40kwh 程度の蓄電容量を有していることから、蓄電池に代わる非常用電源として注目されており、対象施設においても有効な非常用電源として活用されることも考えられる。

ただし、EV から建築物へ電力を供給するためには、車種に応じた専用の機器（以下「V2H 機器」という。）を設置する必要があり、設計段階から V2H 機器の設置を想定して電力システムを検討しておくなければならないので留意されたい。

V2H 機器には、系統連系型と系統非連系型があり、停電時に電力供給が必要な場合は系統非連系型を選ぶ必要がある。いずれを採用するかにより電気系統の構成が異なるほか、前述のとおり機器ごとに対応車種が定められているため、設計段階で設計者と入念に検討するなどして V2H 機器の導入を想定しておく必要がある。

また、官用車は災害時における移動手段として重要な役割を担うので、災害時には基本的に蓄電池等で必要な電力量を賄い、あくまで緊急用の補助電源として EV を位置付けて検討しておくことが望ましい。

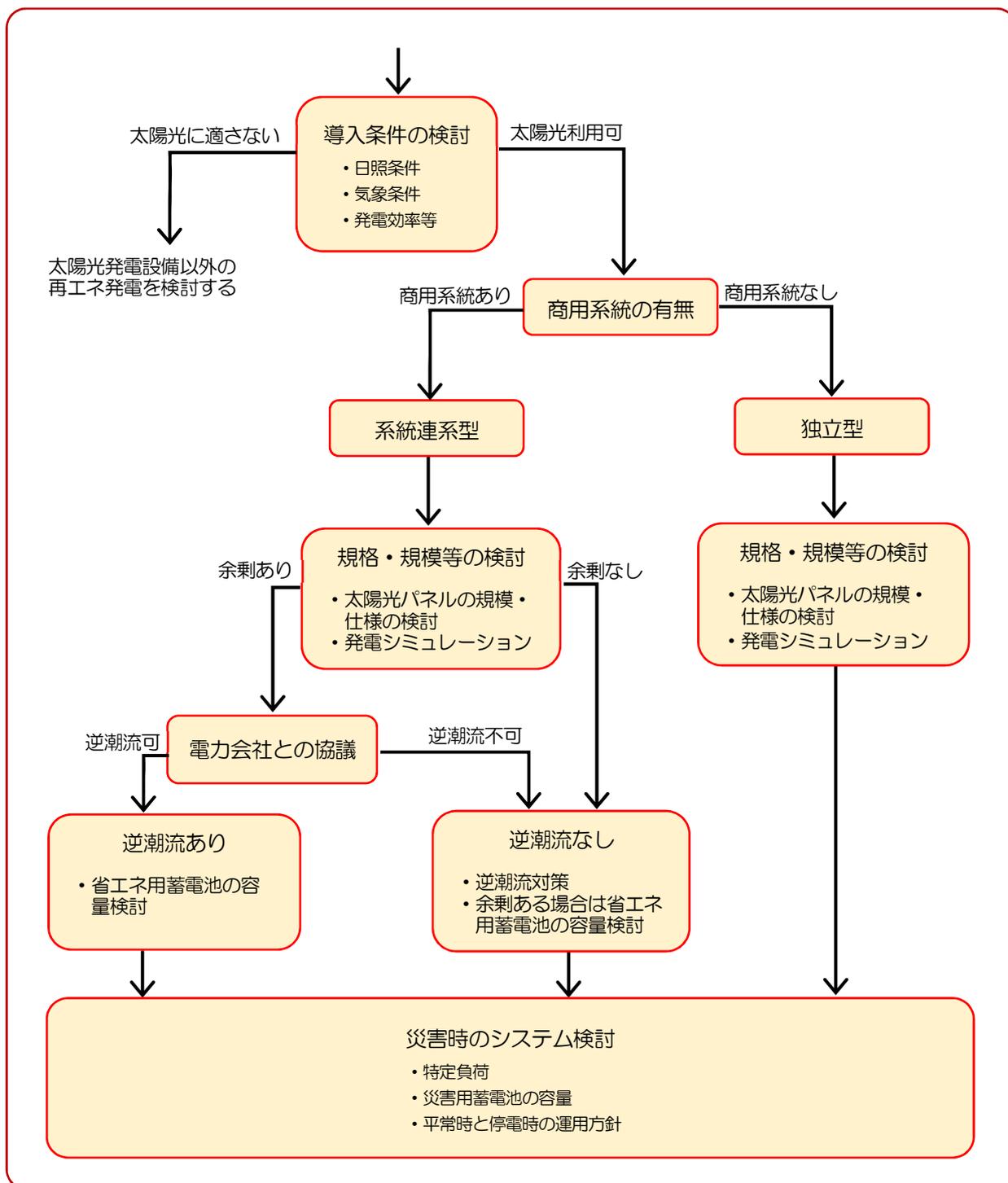


図6 再生可能エネルギー（太陽光）発電設備導入フロー

(ii) 小水力発電設備

①概要

小水力発電とは、全国小水力推進協議会（J-WatER）の定義によれば、1000kw 以下の発電設備を指すとされているが、ビジターセンター等の自然公園等施設の使用電力見込み量の数kw～50kw程度の事例は少ないので、導入施設に見合った設備の検討が必要である。

小水力発電の水源としては、農業用水、ダム維持放流水、砂防堰堤、水道用導水管、防火用水路などが利用されている。採用できる立地条件に制約があるものの、対象施設の敷地内に農業用水や防火用水路等、発電に利用できる水路等がある場合には有効な水源となる可能性がある。

<立地条件の分析及び導入の検討>

発電には安定した水量と最低限の有効落差のほか、水質についてもある程度の管理が必要となる。河川から取水する場合はポンプの故障を防ぐため沈砂池を設けてごみを取り除く必要があるが、農業用水など水管理されている水源では、沈砂池を設けずに設置できることがあるため効率的になる場合もある。

発電量は有効落差や流量により変動するため、流量の変動が小さい水源であれば安定した電力供給により効率の良い運用が期待できるが、河川などを水源とする場合は流量の変動が大きいため、1年から数年単位の流量データを踏まえて検討することが望ましい。

それ以外の場合でも、基本設計または基本計画の段階で水源の水質、流量、有効落差、その他のデータを収集・整理し法規制等の確認を行うなどして、小水力発電の導入可否を入念に検討したうえでシステムを検討する。

法規制等の例としては河川法等の関連法規に基づく手続きが必要となる場合があるほか、沼や河川であれば、水利権の他に漁業権が関係する場合もあるため、導入を検討する際には確認されたい。

■河川の水の利用にあたっての留意事項

河川を流れる水は公共のものであり、利用に当たっては、農業用水、水道用水、工業用水、水力発電などの目的ごとに河川管理者（国または都道府県等）の許可が必要となる。

■河川の土地の利用と工作物の新築等にあたっての留意事項

河川の土地を占有し工作物を設置する場合には、河川管理者の許可が必要になる。

私有地の場合であっても、河川区域や河川保全区域で工作物の設置を行う場合には工事の許可が必要になる。

出典：小水力発電を河川区域内に設置する場合のガイドブック（案）平成25年3月3～4ページ抜粋

<https://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/>

■関連法規

- (1) 河川法（国土交通省）
- (2) 電気事業法（経済産業省）
- (3) その他法令

自然公園法、自然環境保全法、鳥獣保護及び狩猟に関する法律、文化財保護法、土地収用法、農地法、農業振興地域の整備に関する法律、土地改良法、森林法、国有林野法、水産資源保護法、国土利用計画法、国有財産法、砂防法、地滑り防止法等

出典：小水力発電を行うための水利利用の登録申請ガイドブック 平成26年8月 国土交通省

<https://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/>

<設備>

小水力発電設備は、発電機（水車）、水路（導水管）、制御盤などで構成される。発電機（水車）及び制御盤の占有面積は、数 m^2 であるが、水源との位置関係によっては大規模な水路（導水管）の計画が必要となる。

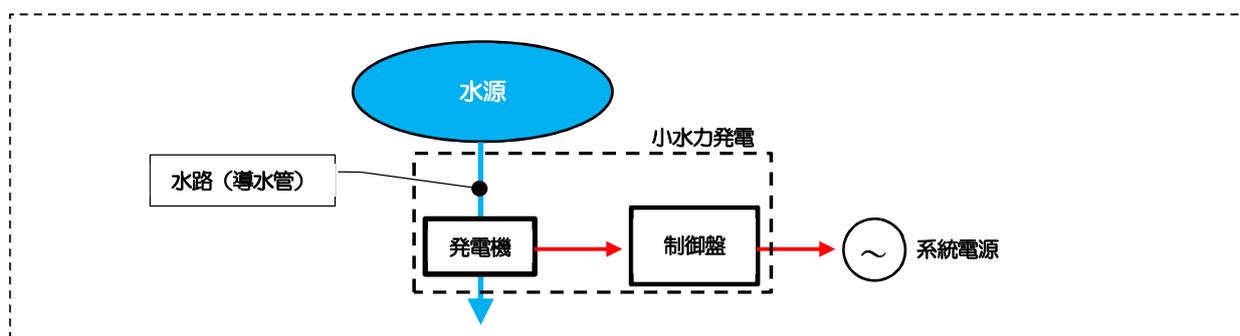


図7 小水力発電設備の構成例

②システム構成の検討

小水力発電は、水の流れを利用して発電するため安定した発電量を得られる一方、水源の流量調整によるこまめな発電量の調整は難しい。そのため、系統連系を行わない場合は設計者と入念な検討を行い、発電量とバランスの取れた負荷や余剰電力を蓄電するシステムを構築する必要がある。系統連系を行う場合は逆潮流の防止が難しいため、電力会社によって逆潮流を生じないように対策を求められた場合、導入することは難しい。

小水力発電設備を災害時の電源として運用することも可能であるが、河川などの自然の水源場合、災害による増水で設備が機能しなくなるリスクがあるなど、災害時に安定した電力を供給することは難しい。

小水力発電設備は、ビジターセンター等と同等の規模の事例、自立運転の事例、災害時の活用の事例が少ないこと、塩害地域や火山ガス地帯では設置が難しいこと、酸性度が強い水では設置できないこと、多雪地域ではメンテナンスに支障が出る可能性があることから、基本計画および基本設計においては立地条件を入念に調査し、運用、法規制、導入機器の選定について十分な検討が必要である。

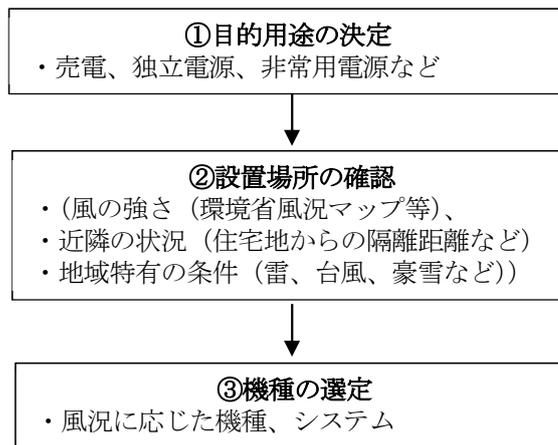
(iii) 小形風力発電設備

①概要

小形風力発電*設備は、ロータ、風車本体、支柱、基礎、ケーブル、制御盤、パワーコンディショナなどで構成される。国際電気標準会議（IEC）の分類によれば、出力1～50kw未満を小形風車と定義している。風車には、回転軸で垂直軸式と水平軸式に大きく型式が分けられる。垂直軸式は、風の向きに対して回転軸が垂直であり、風の向きに影響されることがないことがメリットである。水平軸式は効率がよく小さなトルクで起動できること、回転数をコントロールしやすいことがメリットである。季節や時間帯で風向きが変動する場所では垂直軸式、一定方向から風が吹く場所では水平軸式が向いている。

立地が開けた平地や丘陵地などで周辺に遮るものがなく安定して風が吹く場所で、周辺に住宅等がなく騒音に対する配慮が必要ない場合、有効な電源となる可能性がある。

小形風力発電設備の導入にあたっては、設置場所の風の強さ、住宅地からの隔離距離など近隣の状況、雷・台風・豪雪など地域特有の条件を考慮し、導入可否を入念に検討したうえで風況に応じたシステムを検討することが望ましい。



(参考：一般社団法人日本小形発電協会 HP)

※一般に「小形風力発電」及び「小型風力発電」の両方が使われており、明確な定義はない。ここでは、国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）などで使用している「小形風力発電」を用いる。

②システム構成の検討

自然公園においては、小形風力発電設備を系統連系してして活用している事例はほとんどなく、蓄電池と一体となった独立電源タイプの外灯や系統電源が確保できない民間の山小屋などで活用している例がある。ビジターセンター等と同等の規模、災害時の活用などの事例やデータが少ないため、立地条件、運用形体、法規制、導入機器の選定について十分な検討が必要である。

【コラム】 バイオマス燃料などの利用

建築物における木材の利用の促進に関する基本方針では、国が整備する建築物において、木質バイオマスを燃料の導入に努めることになっている。自然公園等施設においては、すでにペレットストーブ、薪ストーブ、温泉水を利用した暖房など、バイオマス燃料や温泉熱等の再生可能エネルギー源を直接熱源として利用した暖房設備が用いられている。これらの設備は温室効果ガスの排出を伴わず暖房の効果が得られるため、施設の脱炭素化を計画するにあたって非常に有効な技術の一つである。

ペレットストーブや薪ストーブ（これらに付随する燃料保管施設等を含む。）などの暖房器具はビジターセンターなどの施設規模に対して発熱量が小さいことから、事務室等の面積が小さい諸室や他の空調設備の補助暖房として用いるなど、活用の方法についてあらかじめ検討が必要である。また、燃料の調達に要するコストや持続可能性のみならず、燃焼灰の処分を含む維持管理に要するコスト及びその体制について考慮し、意義や効果を総合的に判断する必要がある。

温泉水を利用した暖房の導入には、温泉の温度（最低でも暖房送水温度以上は必要）、流量、使用権の問題などから有効利用できる地域が限られることや温泉水に含まれる成分により金属が腐食しやすいなどの特性に配慮する必要がある。

【コラム】 木質バイオマスとカーボンニュートラル

樹木等は、光合成によって大気中の二酸化炭素の吸収・固定を行っている。木材をエネルギーとして燃やすと二酸化炭素を発生するが、この二酸化炭素は、樹木の伐採後に森林が更新されれば、その成長の過程で再び樹木に吸収されることになる。このため、化石燃料の代わりに木材を利用することにより、二酸化炭素の排出の抑制が可能となり、地球温暖化防止に貢献できる。

(出典：林野庁 HP「なぜ木質バイオマスを使うのか」一部修正)

(iv) 自然環境との共生

①立地条件を踏まえた再生可能エネルギー発電設備の導入

II-1 (i) で述べたとおり、施設の脱炭素化にあたっては、設計に先立つ現状分析と立地条件に応じた効率的な検討、設計が重要となる。

再生可能エネルギー発電設備の導入を検討する場合においても、日射量、積雪量、利用可能な水資源の状況、風況などを踏まえ、十分な発電量が確保できるか、効率的な維持管理が可能かなど、長期的な視点で総合的に判断しなければならない。

例えば太陽光発電では、(i) ②で挙げた事項のほか、谷に立地している場合や日射面に崖や山地が近接している場合、周辺に高木が生育している場合などは、日射量データよりも日照時間が短いことに留意が必要である。

小形風力発電の場合は、谷に立地している場合、風が乱れたり、弱められたりして、風況データより算定される電力を得られない場合も想定される。

小水力発電では、季節による水量の変動や災害時に水が濁ることで、必要な時に十分な電力が得られない場合も想定されることに留意する。

②過酷な自然環境に応じた機器の選定

潮風、積雪、火山性ガス、高山など過酷な自然環境にある自然公園においては、日射、温度、湿度、雨や水、塩害、積雪、標高などの要因によって劣化や破損のリスクが高くなる。

自然再生エネルギー発電設備の導入にあたっては、敷地の特性を踏まえ、過酷な自然環境に対応した機器を選択する必要がある。

③自然環境への配慮

自然再生エネルギー発電設備の導入にあたり、自然環境への影響が懸念される事項と対策例は表7のとおりである。

表7 自然環境への影響が懸念される事項と対策の例

設備	懸念事項	対策例
太陽光発電設備	太陽光パネルの反射光	屋根や人の目につかない場所に設置する。 反射を抑えた防眩仕様のモジュールや反射防止コーティングを採用する。
	太陽光パネルの景観への影響	主要眺望地点から見て、自然景観に影響のない配置、規模を検討する。
蓄電池設備	景観への影響	屋外に設置する場合は、風致に著しい支障を与えないよう検討する。
小水力発電設備	放流地点の生態系への影響	既存の水路（導水管）を活用する。
	水路の掘削による土地の改変	〃
小形風力発電設備	ブレードなどからの騒音	人が利用する場所から離れて設置する。

また、事業の実施計画に‘工事における粉塵・騒音・振動対策’や‘更新時の廃棄物対策’を盛り込み、地域住民や関係者へ十分に説明し、理解を得たうえで、事業を実施することが重要である。なお、太陽光発電設備については、「太陽光発電の環境配慮ガイドライン 令和2年3月 環境省」に詳細な留意事項が示されているので、当該ガイドラインを参照されたい。

(v) 費用対効果の検証

創エネ技術の導入整備に当たっては、導入に伴うコストにとどまらず、維持管理及び解体・廃棄等のコストについても考慮する必要がある。このため、点検・補修・交換が容易な構造とするなどの設計上の工夫により維持管理コストの低減を図ることを含め、その計画・設計等の段階から、建設コストのみならず維持管理及び解体・廃棄等のコストを含むライフサイクルコストについて十分検討するとともに、これらを総合的に判断した上で、創エネに努めるものとする。また、検討に当たっては、減価償却資産の耐用年数等に関する省令（昭和40年大蔵省令第15号）等に定められている耐用年数についても考慮する。

II-5 熱源の電化等

温室効果ガス排出抑制の観点から、ガス、重油等の化石燃料を熱源として用いる設備についてはヒートポンプ等による電化や薪・ペレットなど木質燃料を用いた機器へ置き換えることが必要となるが、燃料の供給や管理コストを考慮すると原則として電化を検討することが望ましい。

電化の検討にあたっては、ライフサイクルコスト、停電時の電源確保、機器の設置スペースや搬入ルート確保など総合的に考慮し、電源の確保や施設運営、災害時の生命維持その他に支障を生じる場合は、従来の化石燃料からペレットストーブ・ペレットボイラー・薪ボイラーなどの木質燃料の採用や、より消費エネルギーの少ない化石燃料による熱源への変換を含めて検討する。

表8 熱源の電化の考え方

設備	電化の考え方
非常用発電設備	原則として、ガス、重油、灯油、軽油等を用いる非常用発電設備は新たに導入しない。ただし、再生可能エネルギーによる電力の安定供給（発電、蓄電を含む）が難しい場合など、災害時の電力確保に支障が生じるときはこの限りでない。
空調設備	原則として、ガス、重油等を熱源とする空調設備は新たに導入しない。ただし、空調設備を電化することにより高圧受電が必要になる場合や防災上の懸念がある場合は総合的に判断する。
給湯設備	原則として電気給湯器またはヒートポンプ給湯器を採用する。

II-6 維持管理・保守点検の留意事項

対象施設の脱炭素化にあたり、設備の導入のみでは消費エネルギー削減効果を最大限発揮することは不可能であり、日常の運用を適切に行うことにより初めて省エネの効果を発揮することができる。

また、創エネ技術についても発電設備の保守点検及び更新を適切に実施することにより発電効率を維持し長期安定的に電力を供給することが可能となるなど、温室効果ガスの排出抑制を推進するにあたって、施設の運営及び維持管理の果たす役割は大きいとされている。

(解説)

省エネ技術による消費エネルギー削減効果を最大限発揮するためには、適切な運用が必要不可欠である。施設の脱炭素化においては、脱炭素化技術を導入するのみではなく、施設又は設備の機能を正しく活用し、日常の維持管理を適切に行うという運用こそが重要とも言える。

また、創エネ技術についても発電設備の保守点検及び更新を確実に実施することで、性能低下や運転停止といった設備の不具合への迅速な対応が可能となり、発電設備の破損等に起因する第三者への被害を未然に防ぎ、長期にわたり安定的に電力を供給することが可能となる。

(i) エネルギーマネジメント

建築物におけるエネルギーマネジメントとは、建築物の運用段階において無駄なくエネルギーを使う技術のことを言い、後述する BEMS の活用等によるエネルギーの見える化や、各設備の最適なチューニング、効率的な運転等が求められ、それらを継続的に計画・実行・評価・改善する運用体制の構築が必要とされている。(出典：環境省 HP「ZEB PORTAL」)

例えば省エネ技術のうち昼光利用、自然通風利用、日射制御などの技術は、設備のみでは最大限の効果を発揮することはできず、日常の運用の中で、室の明るさに応じて照度を調整したり、中間期に窓を開放して外気を導入したり、ルーバーの調節またはブラインドの開閉で日射を調整したりと、適切に機器を制御することによって初めて消費エネルギーを削減することが可能となる。施設の運用については本指針の対象外ではあるものの、非常に重要な要素であることから、施設の完成時点において運用者に対して施設の持つ省エネ性能を伝達するなど、運用を見据えた整備を行うよう留意されたい。

表9 建築物におけるエネルギーマネジメント技術の例

種別	対象となる技術等	運用によるエネルギー削減手法の例
エネルギーの見える化	アクティブ技術 創エネ技術	エネルギー使用状況の把握による効率的な運転 発電状況の把握による迅速な修繕対応
各設備の最適な制御	アクティブ技術	室の利用状況や室内環境に応じた空調制御 必要照度に応じた照明制御 湿度管理の徹底による効率的な空調制御
効率的な運転	パッシブ技術 (自然通風(自然換気))	中間期等における自然通風の導入による換気需要並びに空調需要の低減
	パッシブ技術(昼光利用)	自然光の活用による照明器具の需要抑制
	パッシブ技術(日射制御)	日射に応じたルーバーの角度調整 ブラインド・カーテン等の活用
	アクティブ技術	外気との温度差に応じた全熱交換設備の制御 人感センサーなどを活用した効率的な運転
	創エネ技術 蓄電池	日常点検、清掃等による発電効率低下の防止 発電量及び電力需要に応じた蓄電並びに放電制御

<BEMS (ビル・エネルギー・マネージメント・システム) の導入>

前述のとおり、脱炭素化技術を機能させるためには日常の適切な運用が必要不可欠であるが、機器の制御等をすべて人力で行うには相当程度のマンパワーが必要となり、施設によっては効果的な運用が難しい場合も考えられる。

そこで、機器を効率よく運用し使用エネルギーを削減するための技術として導入されているのが BEMS (Building and Energy Management System、日本語では「ベムス」と読まれる) である。これは「ビル・エネルギー管理システム」と訳され、室内環境とエネルギー性能の最適化を図るためのビル管理システム (出典：(国研) 国立環境研究所 HP「環境技術解説」) を言う。

例としては、太陽光発電設備、蓄電池、照明器具、空調設備、外部建具などに制御装置と計測機器を設置して IoT (無線通信+クラウドサーバなど) で管理することにより、エネルギーの見える化を行うとともに、室温や室の利用状況を検知して機器の運転やブラインドの開閉などを自動で制御し、エネルギー効率を最適化するシステムなどが挙げられる。

一般的に BEMS による自動制御は導入並びに運用に費用が掛かることから、ある程度規模の大きい施設でなければ活用が難しい場合が多く、中規模以上のオフィスビル等で採用されることが多いが、エネルギーの見える化に特化した簡易 BEMS もあることから、脱炭素化改修の効果を検証するためには対象施設においても十分に導入検討の余地があると考えられる。また、BEMS 導入後に機器を更新した場合、機器メーカーの通信信号の違いから統合的運用ができない場合もあるので留意する。

(ii) 施設管理者が行う再生可能エネルギー発電設備の維持管理

再生可能エネルギー発電設備を効率よく運用し、温室効果ガスの削減効果を最大限得るためには、定期に保守点検を行い故障や発電効率低下等の不具合防止に努めるなど、適切に設備の維持管理を行い、発電効率を維持するよう努めなければならない。

①施設管理者が行う維持管理の留意事項

施設の管理者が行う維持管理の例を以下に示す。

設備導入時
再生可能エネルギー発電設備等を導入したときは、機器の説明会を行うなどして施工者又はメーカーから各機器の有する機能、制御盤の操作方法等について説明を受け、整備担当者のほか運営者、設備管理者等の関係者に幅広く周知することが望ましい。 その他、日常的に操作・点検が必要な事項については、操作方法を容易に理解できるよう、盤の近傍に図面や説明書、操作手順等を掲示するなどの配慮が効果的である。 特に、図面については日々の運用だけでなく不具合が発生した際の原因特定などに必要となるため、単線結線図のみではなく施工図や割付図、系統図など詳細な図を残し、各モジュールからパワーコンディショナまでの系統別の接続方法、配線ルート等が具体的に確認できるものを用意する。 さらに、廃棄時に必要になるため、メーカーが発行する化学物質のデータシートは確実に保管し、所在を明らかにしておくこと。

届出、法定点検等の委託等
再生可能エネルギー発電設備の性能が 50kw (水力発電設備・風力発電設備の場合は 20kw) を超える場合は電気事業法に基づく電気主任技術者の選任及び保安規定の届出、保守点検等の委託が必要。詳細は後述。新規に委託するか、従前の委託契約に含めるなどして対応を検討する。 また、一定規模以上の蓄電池を導入する際は消防法関連法令に基づく届出が必要。

電力使用量及び発電状況の確認

設計段階においてどれだけ綿密に発電量のシミュレーションを行ったとしても、自然現象である日照や流量、風況の正確な予測は不可能である。また、実際の来客者数やエネルギーの消費量についても、計画と実際の数値に乖離が生じることは十分考えられる。

施設の稼働後に実際の発電量を確認し、実際のエネルギー削減や光熱水費の削減にどの程度の効果があったのか検証して初めて、脱炭素化整備の成果を確認することが可能となる。

事前のシミュレーションと乖離がないか、乖離がある場合は余剰電力や蓄電池容量、施設運営の計画に修正の必要が生じていないか検証し、必要に応じて適切な措置を施すことが重要である。

日常点検、部品の交換等

法定点検以外にも定期的に簡易な点検を行い、外観の目視などにより破損、汚損等の不具合が生じていないか確認することが望ましい。異常がみられる場合には部品の交換やメーカー修理等の対応を検討する。

例えば太陽光発電設備ではモジュールの一部が故障や日照不足などの不具合により機能しなくなると、影響は同一系統のパネル全体に及び、全体の発電量の低下につながる。

発電状況の監視とともに目視などにより不具合を早期に発見し、迅速に対応を行うことが重要である。

点検結果や発電量の記録

法定点検または日常点検を行ったときは、その結果と措置について記録を残し、今後の効率的な修繕計画に活用することが望ましい。

また、発電効率の低下から故障の発見につながるケースも多いことから、点検だけでなく発電量の確認も定期的に行うことで不具合の早期発見につながり、効率的な維持管理が可能となる。

さらに、発電量及び電力需要の推移や設備ごとの消費電力の分布など、省エネ推進の検討に有用な情報が得られるため、発電状況等を記録し保管しておくことが望ましい。

緊急時の対応

災害等による停電時に太陽光発電設備を稼働させるには、自動で負荷の切り替えを行うシステムを導入していない限り、手動で自立運転に切り替え、自立運転用のコンセントから電力を供給するという作業が必要となる。

あるいは、特定負荷の絞り込みが計画されておらず、発電設備又は蓄電池からの非常用電力が施設全体に供給されてしまう場合、負荷の絞り込みを行わなければ災害用の電力が即座に枯渇してしまう可能性もあるため、停電時に不要な系統のブレーカーを遮断するなどして、負荷を必要最小限にコントロールする必要がある。

このように、災害時の対応として手動での操作が必要となる場合についても、操作盤等の近傍に切り替え作業の方法や停電時の負荷の優先順位などの説明を付すなどして、緊急時に必要となる制御、操作について施設運用者、管理者に共有しておくことが効果的である。

更新

発電設備等に深刻な故障が発見された場合や、年数経過等の理由により発電効率が低下した場合には機器の更新を検討する。機器ごとに耐用年数が異なることから、あらかじめ更新周期を予測し効率の良い更新計画を策定することが望ましい。

太陽光発電設備の場合、多くのメーカーで太陽光パネルの出力保証が 20～30 年、蓄電池の保証は約 10～15 年、パワーコンディショナ等のシステム保証は約 10～15 年とされていることから、パワーコンディショナや蓄電池を更新しつつ 20～30 年後の全面更新を想定して計画する。

ただし、耐用年数や保証期間のみを根拠に更新を行うことは却って非効率となる場合もあることから、実際に更新を検討するにあたっては発電効率等の稼働状況を入念に分析することが重要である。

また、発電効率低下の要因が気候条件によるものである場合などは設備の更新を行っても発電効率の改善が見込めないため、発電設備の廃止も視野に検討を行う必要がある。

表 10 太陽光発電設備の日常点検

	内 容
点検	<ul style="list-style-type: none"> ・導入されている再生可能エネルギー発電設備が安定的な発電を行うとともに事故を防止するために、自主的な巡視、点検を実施し、‘電気設備に関する技術基準を定める省令（電気設備技術基準の解釈 218 条に規定する日本工業規格又は国際電気標準会議規格を含む）に適合するよう、設備の保安を行わなければならない。 ・日常点検は、システムの異常及び不具合を早期に発見し、安全を確保するとともに故障などを未然に防止するためのものである。日常点検の周期は、一般用電気工作物の場合、毎月 1 回程度及び地震、台風、洪水、火災又は悪天候（大雨・強風・大雪・雹・落雷など）の後におこなう。 ・施設管理者（所有者）がおこなう日常点検は、工具、計測器などを用いない目視による施設の確認とする。
対応	<ul style="list-style-type: none"> a) 日常運転中に、警報又は停止が発生した場合の処置に関しては、機器の特性に応じて製造業者が必要事項を指示又は表示しているの、これに従う。 b) 高所に設置してあり容易に点検できない太陽電池アレイなどは、安全で目視可能な場所（地上など）からの目視点検とし、必要な場合は、専門技術者（太陽光発電設備に関する基礎知識を保持する者）に依頼して実施する。 c) 接続箱、集電箱、パワーコンディショナ及び太陽光発電設備用開閉器の内部は高電圧となっている部分があるため、外部からの目視、異音、異臭、振動などの点検に留める。 d) 日常巡視の結果、異常があると思われる場合は、専門技術者に相談し、詳細な点検を行う。

出典：太陽光発電システム保守点検ガイドライン第 2 版抜粋（2019 年改訂版）

<https://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/solar/20191227.html>

表 11 太陽光発電設備の日常点検要領

点検箇所・部位	点検項目	点検要領
太陽電池アレイ、架台	目視 太陽電池モジュール表面の汚れ及び破損	表面に著しい汚れ、きず及び破損がない。
	太陽電池モジュールのフレームの破損及び変形	フレームに破損及び著しい変形がない。
	架台の腐食及び破損	屋根葺材が破損していない、すき間又はズレがなく収まっている。
	ケーブルの破損	ケーブルに著しいきず、破損がない。
	屋根葺材の破損	屋根葺材が破損していない、すき間又はズレがなく収まっている。
	電線管の破損	配線ケーブルを納める配管に著しいきず、腐食などがない。
	周囲の状況	影の状態の確認、鳥の巣、雑草、樹木などの状態が安全、発電性能に著しい影響がない。
接続箱（PCS 内蔵型を含む）、集電箱	目視 外箱の腐食及び破損	外観に著しい腐食、さび、きず、及び機能を損なう可能性のある破損がない。
PCS	目視 外箱の腐食及び破損	外観に著しい腐食、さび、きず、及び機能を損なう可能性のある破損がない。（鍵付きの場合）扉の施錠がされている。
	外部配線（接続ケーブル）の損傷	PCS へ接続する配線に著しいきず、破損がない。
	電線管の破損	配線ケーブルを納める配管に著しいきず、腐食などがない。
	通気確認（通気孔、換気フィルタなど）	通気孔をふさいでいない。 換気フィルタ（ある場合）が目詰まりしていない。
	異常音など	運転時の異常音、異常な振動、異臭及び異常な過熱がない。
	表示部の異常表示	表示部に異常コード、異常を示すランプの点灯、点滅などがない。
その他（開閉器、ELB、WH など）	目視 外箱の腐食及び破損	外観に著しい腐食、さび、きず、及び機能を損なう可能性のある破損がない。

出典：太陽光発電システム保守点検ガイドライン第 2 版（2019 年改訂版）

(iii) 再生可能エネルギー発電設備に関する法定点検

①電気事業法

電気事業法では自家用電気工作物の保守に関する規定が定められている。

自家用電気工作物とは受変電設備や自家用発電設備などをいうが、再生可能エネルギー発電設備では50kw以上の太陽光発電設備、20kw以上の風力発電設備、20kw以上の水力発電設備などが該当するため、これらの規模の設備を導入する場合には他の自家用電気工作物と同様に電気主任技術者を定め、保安規定に基づく管理を行う必要がある。主任技術者の配置並びに自家用電気工作物の保安に関しては一般に専門業者に委託することが多いと思われるので、再生可能エネルギー発電設備の維持管理も併せて委託することになると考えられる。

②再生可能エネルギー特別措置法の一部を改正する法律（改正FIT法）

電気事業法の対象とならない50kw未満の固定価格買取制度（FIT制度）を利用した再生エネルギー発電設備については、改正FIT法により保守点検及び維持管理が義務化され（50kw未満の売電を目的としない太陽光発電を除く）、発電設備の管理者は保守点検及び維持管理計画を策定し、保守点検及び維持管理を実施しなければならないとされている（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施行規則第5条第1項第3号）。日常点検は施設管理者で行うが、保守点検及び維持管理計画の策定や専門技術者が行う点検は、民間事業者への委託を検討する。

‘保守点検及び維持管理計画’に定める事項の例は以下のとおりであり、具体的な内容については、民間団体が作成したガイドライン（太陽光発電システム保守点検ガイドライン（2019年改訂版）等）を参照することとされている。

- ・保守点検及び維持管理スケジュール
- ・保守点検及び維持管理の人員配置・体制計画
- ・保守点検及び維持管理の範囲
- ・保守点検及び維持管理の方法
- ・保守点検及び維持管理時の安全対策
- ・保守点検及び維持管理結果の記録方法等

出典：事業計画策定ガイドライン（太陽光発電）（2021.4改訂 資源エネルギー庁 24ページ）

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/dl/fit_2017/legal/guideline_sun.pdf

参考として表12に民間団体が作成したガイドラインの太陽光発電設備の点検項目の例を示す。

表 12 太陽光発電設備の点検種類と目的

点検種類と時期		推奨点検実施者	目的
1	設置 1 年目点検	専門技術者 (委託者)	発電開始後 1 年目を目途に、機器、部材及びシステムの初期的な不具合を見つけ、必要な補修作業を行う。特にこの時期に、施工上の不具合やシステムの初期不良を発見することが長期間の運転を維持するうえで重要である。
2	設置 5 年目点検	専門技術者 (委託者)	発電開始後 5 年目を目途に、機器又は部材の劣化、破損の状況を確認し、必要な補修作業を行う。また、機器メーカーによって精密点検が設定されている場合は別途実施すること。
3	設置 9 年目以降の点検 (4 年ごとに実施)	専門技術者 (委託者)	<ul style="list-style-type: none"> ・発電開始後 9 年目以降は 4 年毎を目途に、機器又は部材の劣化、破損の状況を確認し、必要な補修作業を行う。 ・機器又は部材の保証期間を確認し、機能の確認又は消耗部品（メーカーが指定する部品）の交換などを行う。 ・設備更新時期の検討を行う。
4	設置 20 年目以降の点検 (4 年ごとに実施)	専門技術者 (委託者)	<ul style="list-style-type: none"> ・発電開始後 20 年目以降は 4 年毎を目途に、機器又は部材の劣化、破損の状況を確認し、必要な補修作業を行う。 ・点検内容を確認し、設備更新時期の検討を行う。
5	日常点検 (毎月 1 回程度、及び地震、台風、悪天候並びに火災、落雷などの後)	システム所有者（施設管理者）又は専門技術者（委託者）など	<p>一般的なサイト目視検査を行う。</p> <p>※ 異常が認められた場合は定期点検要領例に記載の点検を点検専門業者に依頼する。</p>

出典：太陽光発電システム保守点検ガイドライン 一般用電気工作物の定期点検要領例

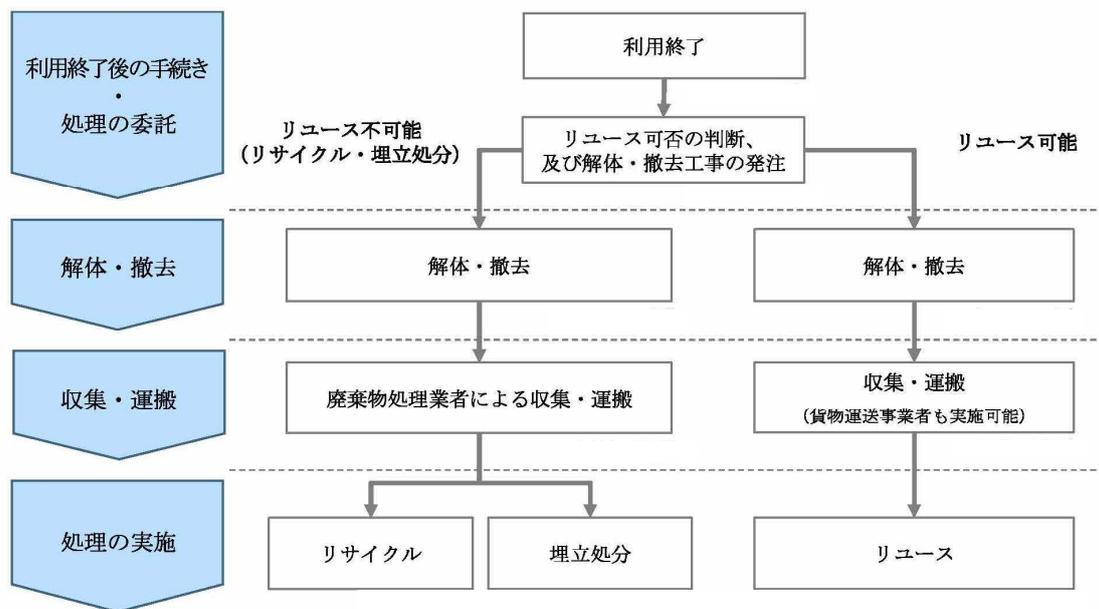
(iv) 更新

再生可能エネルギー発電設備は、他の電気設備と同様、老朽化を放置した場合、事故による火災、自然災害によるモジュールの飛散や土砂の流出など、施設並びに第三者に甚大な被害を及ぼす可能性があるため、定期の点検を確実に行うとともに計画的な更新が必要である。

再生可能エネルギー発電設備のリサイクルや廃棄に当たっては、排出事業者が責任をもって行う必要があるため、メーカーが発行する廃棄のための化学物質のデータシートを準備したうえで、許可を受けた専門の業者に依頼すること。

参考：太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン H30 環境省環境省 環境再生・資源循環局 総務課 リサイクル推進室

再生可能エネルギー発電設備の解体撤去は、①利用終了後の手続き・処理の委託、②解体・撤去、③収集・運搬、処理の実施の順で行う。設備を廃止する場合は、再生可能エネルギー特別措置法や電気事業法の届け出が必要となる。太陽光発電設備の場合、「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン（第二版）平成 30 年環境省」に詳細が示されているので、当該資料に基づき適切に撤去及び処分（ここでは、リサイクル、リユース及び廃棄をいう。）すること。



出典：太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン（第二版 環境省）

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/110514.pdf>

図8 太陽光発電設備の処理手順

※関連法令及び基準

自然公園等施設の脱炭素化に関連する主な法規及び基準を以下に示す。

【関連法令及び基準】

- 建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）
（平成 27 年法律第 53 号）
- 官庁施設の環境保全性基準
（平成 23 年 3 月 31 日 国営環第 5 号 最終改定 令和 3 年 3 月 25 日 国営環第 2 号）
- 建築物に係るエネルギーの使用の合理化の一層の促進その他の建築物の低炭素化の促進のために誘導すべき基準
（平成 24 年経済産業省・国土交通省・環境省告示第 119 号）
- 建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令
（平成 28 年経済産業省・国土交通省令第 1 号）
- 再生可能エネルギー特別措置法の一部を改正する法律（改正 FIT 法）
（平成 28 年法律第 59 号）
- 脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律
（平成 22 年法律第 36 号）
- 建築物における木材の利用の促進に関する基本方針
（令和 3 年 10 月 1 日木材利用促進本部決定）

【参考資料】

- 地球温暖化対策に寄与するための官庁施設の利用の手引き
（平成 17 年 3 月 29 日 国営保第 48 号）
https://www.mlit.go.jp/gobuild/kijun/ondanka_tebiki.pdf
- 政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の削減等のため実行すべき措置について定める計画（令和 3 年 10 月 22 日閣議決定）
https://www.env.go.jp/earth/report/02_SJkeikaku_honbun.pdf
- 事業計画策定ガイドライン（太陽光発電）（2021.4 改訂 資源エネルギー庁）
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/dl/fit_2017/legal/guideline_wind.pdf
- 木造官庁施設の施工管理・工事監理に関する留意事項（令和 3 年 6 月 国土交通省大臣官房官庁営繕部）
https://www.mlit.go.jp/gobuild/gutai_torikumi2.html
- 太陽光発電システム保守点検ガイドライン（2019 年改訂版 一般社団法人日本電機工業会／一般社団法人太陽光発電協会）
<https://pita.or.jp/wp-content/uploads/2020/01/f8d37a11f07c47aa7728200bc0e30b7e.pdf>
- 太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン（第二版 環境省）
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/110514.pdf>
- 太陽光発電の環境配慮ガイドライン（令和 2 年 3 月 環境省）
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/113712.pdf>
- 小水力発電を河川区域内に設置する場合のガイドブック（案）（平成 25 年 3 月）
https://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/pdf/130305_shousuiryoku_guide.pdf

- 小水力発電設置のための手引き Ver.3 (平成28年3月 国土交通省 水管理・国土保全局)
https://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/pdf/syousuiryoku_tebiki3.pdf
- 国立・国定公園内における風力発電施設の審査に関する技術ガイドライン (平成25年3月環境省)
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/21843.pdf>
- 小形風車導入手引書 第2版 (平成24年12月1日 発行一般社団法人 日本小形風力発電協会)
<http://www.jswta.jp/wp-content/themes/2014jswta/images/20140916.pdf>
- CLT活用促進のための政府一元窓口 (内閣府)
(<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/cltmadoguchi/index.html>)

Ⅲ 自然公園等施設における防災

Ⅲ-1 自然公園等施設に求められる防災機能

自然公園全体の防災のあり方については、それぞれの地域で想定される災害や地域防災計画等も含め地域全体での検討が必要である。それによって求められる防災施設も異なってくる。

本指針は、博物展示施設（ビジターセンター等）、野営場の管理施設（管理棟）などの対象施設の防災機能を強化するにあたり、「防災機能の向上」「災害時の機能維持」の観点から①耐久性の向上、②孤立化対策に着目して示すこととする。

（解説）

今般、気候変動により、我が国各地において洪水や土砂災害、雪害等が多発し、かつその災害が激甚化する傾向にある。加えて、我が国周辺の複数の地域では、大規模な災害をもたらす地震の発生も予測されている他、噴火の危険性のある活火山も多数分布する。このような背景を踏まえ、自然公園に対しても防災機能の強化が求められている。本指針では特に、対象施設における耐久性の向上や孤立化対策に着目し、主としてそのハード面に対してその対策を示すものとする。

（i）想定する災害

対象施設において想定すべき災害は、地震、津波、風水害、火山災害、雪害とし、個々の立地や気象条件等に応じて、想定される災害ごとに対策を検討する。以下に災害の種類と施設の対策について示した。

表 13 災害の種類と施設の防災対策（●：強化 ○：対応）

災害の種類	災害の対応	施設の耐久性の向上	
			対応の内容
地震		○	・耐震対策
	津波	○	・避難施設や避難場への誘導案内板の設置
	崖崩れ・地滑り	○	・電線の地中化
風水害		○	・浸水対策 ・電線の地中化
火山災害		●	・屋根の補強、待避壕の整備 ・電線の地中化
雪害		○	・雪留め ・雪囲い ・落雪場所の確保 ・電線の地中化

（ii）自然公園等施設が備えるべき防災機能

対象施設が備えるべき防災機能については、立地する自治体の地域防災計画、立地条件および想定される災害、避難先等の状況に応じて定める。特に被災の危険性が高い立地にある施設においては、施設の機能維持よりも避難を優先すべきと考えられる場合もあり、そういった施設に非常用電源等の機能を備える必要性については、慎重に検討する必要がある。

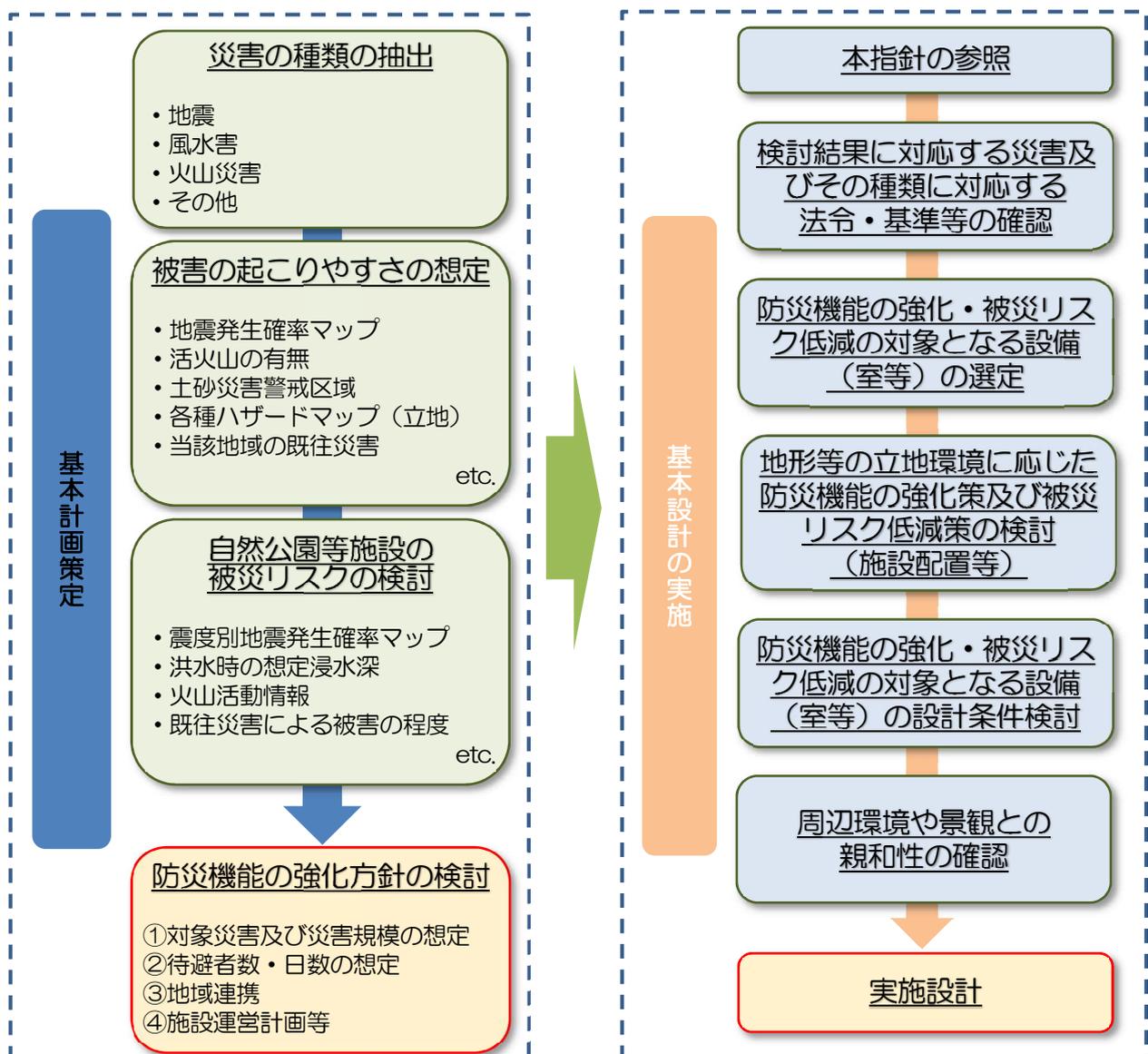
また、対象施設の新築（改築を含む）や大規模改修、個別改修において、基本計画の与条件の確認・整理の段階で、自然災害に対する性能等を確認し、準拠すべき項目及び範囲を明確にし、対応の概要に

について取りまとめる。この際、気候変動の進展に伴う洪水や土砂災害、雪害等が多発化、激甚化する傾向にあるという新たな観点も踏まえ、被災リスクが将来的に増大するおそれがある点についても、留意する必要がある。

(iii) 対象施設が備えるべき防災機能の検討

本項で取り扱う対象施設が備えるべき防災機能の選定にあたっては、以下のフローのとおり検討する。地震発生確率マップについては独立行政法人防災科学技術研究所ホームページ、水害等の各種ハザードマップ（想定浸水深、土砂災害警戒区域、火山災害等）については対象施設の立地する自治体のホームページや国交省のポータルサイト、既往災害については地域防災計画等に記載されているものを参照する。なお、災害については、例えば火山噴火の場合、火山噴出物や溶岩流、ガス等の災害を及ぼす直接的な原因等についても検討を行い、的確な防災機能の強化を図ることも必要である。

これらの情報を基に、災害の種類抽出、被害の起こりやすさの想定、施設の被災リスク、収容可能な待避者数等を検討し、実施すべき防災機能の基本計画を策定する。また、これらを踏まえ、必要な法令・基準等に準拠することを基本に、防災機能の強化や被災リスクの低減又はその両方を図る設備や室等を決定し、基本設計を行うことが望ましい。なお、防災機能の強化の検討にあたっては、対象施設が学習施設であることも踏まえ、防災機能と周辺環境との調和のとれた設計とすることも重要である。



自然公園等施設の整備計画を策定する場合、新築（改築を含む）又は大規模改修、個別改修の別により、以下のとおりとする。

<新築（建替えを含む）の場合>

建設地を選定する場合は、その土地における被災リスクを丁寧に把握することが重要である。例えば、地震害を想定する場合には、建築物の耐久性を確保することが重要となるが、同じ地震害でも津波害による被災リスクが存在する場合には、避難施設等の避難先の確保やそこへ至る通路などの整備が重要となる等の具体的な災害の想定も必要となる。この場合においては、基本計画策定時に、ハザードマップ、既往災害等を参照しながら、被災リスクの内容や程度について検討し、関連法規及び基準、本章に掲げる指針等に基づき策定する。

なお、対象施設と周辺環境及び景観との調和には十分に留意する。

<大規模改修や個別改修の場合>

設備の老朽化や大規模改修にあわせて、可能な範囲で、本章に示す機能を満たすことが望ましい。なお、その場合においても、対象施設と周辺環境及び景観との調和には十分に留意する。

III-2 施設の防災機能の強化

III-2-1 耐久性の向上

各種災害に対し、致命的な倒壊、損壊を生じないことを目的とし、基本的に関連法令に従い仕様を定める。建物用途に応じて、重点的に守るべき部分がある場合は特に耐久性を高める等、配慮することもある。

（解説）

各種災害に対し、致命的な倒壊、損壊を生じないことを目的とした対象施設の防災機能の強化にあたっては、対象災害及びその被災形態、規模の想定に係る検討結果を踏まえ、機能強化の方針を定める。加えて、対象災害や被災形態を踏まえた、対象施設の被災リスク低減についても検討を行う。

（i）地震

機能強化にあたっては、関連法令及び基準類に準拠して、対象施設の耐震安全性を確保する。また、整備するビジターセンター等の自然公園利用施設は基本的に「国家機関の建築物及びその附帯施設の位置・規模・構造の基準」別表において（十二）項に該当するものと解釈するが、その用途、目的、機能等に応じて個別に判断する。特に以下の場合（一）から（十一）のいずれかに該当する可能性があるため、用途を勘案して検討が必要である。

- ・ 研修施設等で、かつ地域防災計画において避難所と指定された施設・・・（七）に該当
- ・ 研修施設等・・・（八）に該当

なお、既存の施設において、同表の（一）～（十一）に該当すると解釈されたものについては従前のとおりで差し支えない。

上記を踏まえ、設備の耐震設計・施工にあたっては『建築設備耐震設計・施工指針』に基づき耐震安全性を確認することとし、特記仕様書等に条件を明記する。施設の重要度は「一般施設」（前述の別表にて（十二）に該当する場合）を原則として施設用途等を勘案して適宜定めることとし、太陽光発電設備、蓄電池その他、災害時に稼働しなければならない設備及び地震による滑動・転倒により二次災害が生じるおそれのある設備は重要施設として指定する。

この他、地盤の液状化の危険性については、一部の自治体ではハザードマップとして公開しているので、これを参照し、そのリスクを回避することが望ましい。

参照先：国土交通省ポータルサイト：ハザードマップポータルサイト

<https://disaportal.gsi.go.jp/index.html>

表 14 「国家機関の建築物及びその附帯施設の位置・規模・構造の基準」別表

<p>(一) 災害対策基本法（昭和三十六年法律第二百二十三号）第二条第三号に規定する指定行政機関が使用する官庁施設（災害応急対策を行う拠点となる室、これらの室の機能を確保するために必要な室及び通路等並びに危険物を貯蔵又は使用する室を有するものに限る。以下（二）から（十一）において同じ。）</p> <p>(二) 災害対策基本法第二条第四号に規定する指定地方行政機関（以下「指定地方行政機関」という。）であって、二以上の都府県又は道の区域を管轄区域とするものが使用する官庁施設及び管区海上保安本が使用する官庁施設</p> <p>(三) 東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、愛知県、大阪府、京都府及び兵庫県並びに大規模地震対策特別措置法（昭和三十三年法律第七十三号）第三条第一項に規定する地震防災対策強化地域内にある</p> <p>(二) に掲げるもの以外の指定地方行政機関が使用する官庁施設</p> <p>(四) (二) 及び (三) に掲げるもの以外の指定地方行政機関が使用する官庁施設並びに警察大学校等、機動隊、財務事務所等、河川国道事務所等、港湾事務所等、開発建設部、空港事務所等、航空交通管制部、地方气象台、測候所、海上保安監部等及び地方防衛支局が使用する官庁施設</p> <p>(五) 病院であって、災害時に拠点として機能すべき官庁施設</p> <p>(六) 病院であって、(五) に掲げるもの以外の官庁施設</p> <p>(七) 学校、研修施設等であって、災害対策基本法第二条第十号に規定する地域防災計画において避難所として位置づけられた官庁施設（(四) に掲げる警察大学校等を除く。）</p> <p>(八) 学校、研修施設等であって、(七) に掲げるもの以外の官庁施設（(四) に掲げる警察大学校等を除く。）</p> <p>(九) 社会教育施設、社会福祉施設として使用する官庁施設</p> <p>(十) 放射性物質若しくは病原菌類を貯蔵又は使用する施設及びこれらに関する試験研究施設として使用する官庁施設</p> <p>(十一) 石油類、高圧ガス、毒物、劇薬、火薬類等を貯蔵又は使用する官庁施設及びこれらに関する試験研究施設として使用する官庁施設</p> <p>(十二) (一) から (十一) に掲げる官庁施設以外のもの</p>
--

(ii) 津波

関連法令及び基準類に準拠して、対象施設の安全性を確保する。また、受変電設備のほか、発電設備、災害時に稼働を前提とする給水ポンプ等の設備を有する施設においては、「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」を参考に設備の浸水対策を行う。備蓄庫や待避を想定する室、動線についても留意する。

このほか、発災時の避難先の確保（避難施設又は避難先の安全性が担保されているかの確認含む）、避難路の確保及び避難時の安全の確保等（避難時に倒木その他により、移動経路としての利用が困難とされないか、要援護者の避難は可能か、等の確認を含む）についても留意する。

(iii) 土砂災害

関連法令及び基準類においては、構造の安全性に関する定めがない。土砂災害は、国交省が調査、公表している土砂災害危険箇所その他、造成地、急傾斜地等が発生しやすい場所とされており、施設を新築する場合は、これらの立地は努めて避けて整備することが望ましい。

既設の施設が、土砂災害の発生しやすい場所にある場合には、降雨時の警戒態勢、避難誘導手順書や避難路の整備、避難先の確保等により、人命確保に努める方策を検討することが望ましい。

(iv) 風水害

関連法令及び基準類に準拠して対象施設の安全性を確保する。また、津波と同様、受変電設備のほか、発電設備、災害時に稼働を前提とする給水ポンプ等の設備を有する施設においては、「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」を参考に設備の浸水対策を行う。備蓄庫や待避が想定される室、動線についても配慮が必要である。重要な設備についてはハザードマップ等を確認し想定される浸水範囲及び浸水深を確認し、それより高い位置に設置する等の対策を行う。

風害については、上記の他、被災する可能性ある災害形態（台風、季節風）等を踏まえ、建屋の向きや配置、植樹等を工夫する等により、対応策を講じる。

(v) 火山災害

関連法令及び基準類においては、構造の安全性に関する定めがない。ただし、降灰等の比較的小規模な噴火を想定する場合は、灰の侵入を防ぐ、積もりにくい屋根形状にする、凹凸の少ない屋根にする、雨どい等を補強する、灰を除去しやすくする、等の工夫を行う。

また、通気口には一般的な防塵フィルターを設置するとともに、灰が水を含むと目詰まりを起こしやすくなることから、空調の室外機、湯沸かし器など、施設の機能維持に必要で、外気の吸入を必要とする機器は、降灰と降雨による防塵フィルターが目詰まりを起こしにくい場所に設置する、又はその交換の容易な場所に設置する等の措置を講じる。

なお、活火山については、その活動度が低いものの一部を除き、ハザードマップが作成されているので、被害想定 の程度については、それを参照するとよい。

参照先：防災科学研究所・火山ハザードマップデータベース

<http://vivaweb2.bosai.go.jp/v-hazard/>

火山弾等の噴石対策として、退避壕等を整備する場合には、「退避壕等の充実に向けた手引き（内閣府(防災担当)）」を参照し、対策を講じる。ただし、これらの方策は、応急対策的なものであることに留意する。

【参考】「退避壕等の充実に向けた手引き（内閣府(防災担当)）」の概要

<「退避壕等の充実に向けた手引き（内閣府(防災担当)）」の概要>

○対象とする噴火

- ・比較的小規模な噴火（突発的な水蒸気噴火）が対象
- 大規模な噴火に比べて頻度が高い、前兆現象に乏しく、突発的に発生

例) 御嶽山 2014 年噴火、草津白根山 2018 年噴火など

○退避壕を整備する対象範囲・対象場所

- ・噴石が多数飛散する想定火口から 2km 以内(特に 1km 内)
- ・住民・利用者が滞留しやすい場所

○退避壕の効果

- ・万能ではない(火山ガスや火砕流は対応不可能)
- ・九死に一生を得るための最終手段

○アラミド繊維を用いた補強の状況

- ・屋根をこぼし大の噴石に耐えられるようにアラミド繊維で補強



浄土平ビジターセンターの事例

(vi) 雪害

関連法令及び基準類（積雪荷重）に準拠して、対象施設の安全性を確保する。積雪荷重の設定は当該地域の一般的な数値を基本とし、雪害が予測される場合には、既往最大の雪害時の積雪量を参考に設定する。

このほか、長期間の孤立が予想される場合には、建築物全体または待避場として確保する室、トイレ等の断熱性能向上や、暖房能力の強化、上層階から外部へ出入り可能な構造の採用等を検討することが望ましい。

<参考 二次災害としての火災>

関連法令及び基準類に準拠して、対象施設の安全性を確保する。このほか、周辺からの延焼等の二次災害が予想される場合には、避難先の確保（想定している避難施設の安全性が担保されているかの確認を含む）、避難路の確保及び避難時の安全の確保等（避難時に倒木その他により、移動経路としての利用が困難とならないか、要援護者の避難は可能か、等）が必要となる。

III-2-2 孤立対策

災害によりライフラインが遮断され、施設が孤立した場合等に備え、以下のとおり最低限の機能維持を検討する。なお、前述のとおり地域防災計画に定めがある場合はそれにしたがう。

(解説)

対象施設の整備にあたっては、災害時にはその機能を最低限維持することを基本とする。さらに、大規模停電発生時や市街地からアクセス手段（道路、鉄道等）の被災により当該施設とその周辺エリアが孤立することが想定される場合には、災害発生の初動段階において、自然公園の利用者が一時的に待避できる機能を備えることが望ましい。対象施設は待避施設（利用者の被災リスクが低下するのを待つ施設）であり、避難施設（利用者の被災リスクがなくなるまで滞在する施設）ではないことから、被災時には最低限のライフラインや通信環境を自律的に確保するとともに、被災リスクが低下した場合には、待避者を避難施設へ誘導することが求められる。また、次の避難段階（例えば避難先の避難所等）で被災するリスクについて、ハザードマップ等を参照し、確認しておくことも必要である。

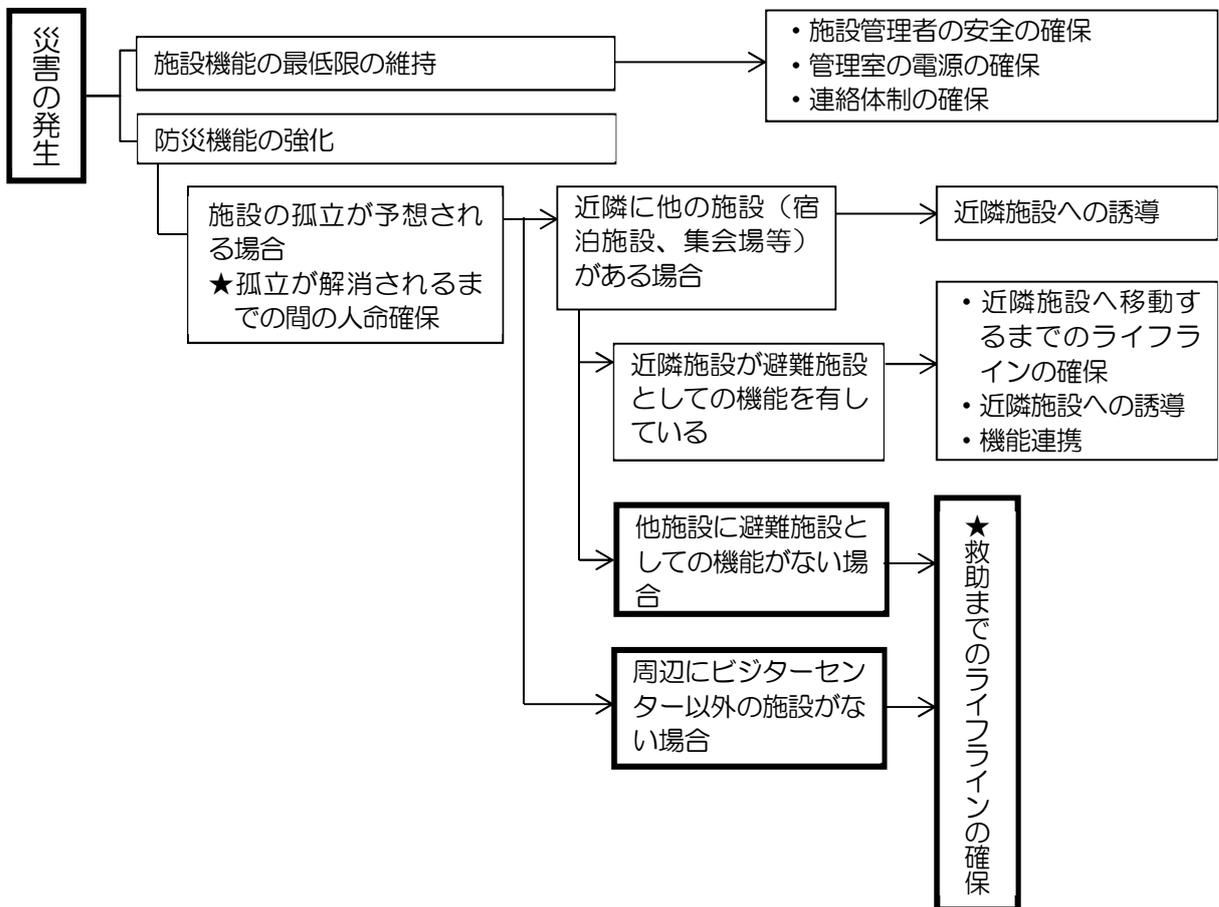


図9 自然公園等施設における防災への対応

(i) 孤立対策検討の方針

以下に、災害の種類と避難機能との関係を示した。これらの災害の種類については、当該施設の立地する自治体の地域防災計画や、ハザードマップ、立地・気象条件を勘案して発生する災害を想定し、対応する機能を備えるよう検討する。

表 15 災害の種類と避難機能 (●:強化 ○:対応)

災害の種類		機能		備考
		待避	避難誘導	
地震		●		施設の孤立
	津波	●	●	施設の孤立
	崖崩れ・地滑り	●		施設の孤立
風水害		○		施設の孤立
火山災害		●	●	
雪害		○		

また、大規模災害時に自然公園等施設が孤立した場合の検討対象施設と当該施設のライフライン確保の考え方は次のとおりである。

①対象者

- ・施設及び自然公園等の利用者

②災害発生時の初動段階の想定期間

- ・状況に応じた期間設定

③対象とするライフライン

- ・水（断水の場合の受水槽や井戸等の整備）
- ・トイレ
- ・通信（トイレ、通信については、蓄電による電気により確保することを基本とする）
- ・電気（蓄電による）
- ・暖をとる場（暖炉、薪ストーブ）

④周辺施設との関係、役割分担

- ・周辺に施設がない場合や、他の施設（宿泊施設、集会場等）があっても当該施設に避難機能がないかあるいは防災機能が脆弱な場合（立地がハザードマップで被災範囲に含まれる、古い建築基準による建屋等）は、当該施設等がライフライン確保の中心になることも考えられるため、対策案検討時には留意する。
- ・近隣に避難施設がある場合は、当該施設への避難が完了するまでライフラインを確保する。

一方、対象施設が市街地近傍に位置する場合は、地域住民も待避してくる場合が想定される。これらの事態に対応するため、地方自治体の防災担当者等との連絡は、平時より密に行っておくことが望ましい。

なお、活火山近傍にある施設の火山災害対策としては、地域防災計画において、活動火山対策特別措置法第6条に基づく「避難促進施設」に位置づけられた場合、同法第8条に基づき火山活動が活発化した場合の避難確保計画を定めていく必要がある。同様に、市町村の作成する津波防災地域づくりを総合的に推進するための計画に位置付けられた「指定避難施設」である場合には、津波防災地域づくりに関する法律の56条の指定避難施設に指定される条件を示した、津波浸水想定を設定する際に想定した津波に対して安全な構造方法等を定める件(告示第1318号)に準拠した構造方法とする必要がある。

(ii) 一時待避時等における想定待避日数（孤立する日数）の検討

想定滞在日数を検討する場合、立地条件から想定される災害、最寄りの避難施設等の位置を勘案し、孤立が想定される日数を検討する。加えて、地震や火山災害、雪害の場合には、余震や二次災害のおそれ等により、救出活動が遅延することがあり、雪害では待避の長期化を余儀なくされることも想定される。また、ハザードマップの利用や気象予報の活用により、発災を事前に予期できる場合もある。これらは、活火山や河川の有無、気象等の立地条件と深く関連することから、対象施設の立地する地域における既往災害例等を参考にしながら、想定待避日数について総合的な検討を行うことが重要である。

なお、発災後の3日程度（72時間）は、被災した地域住民の人命救助が優先されることから、対象施設が孤立することが予想される場合は、その日数を想定待避日数としておくことが望ましい。

(iii) 必要な機能の検討

待避者の生命維持に最も重要な水の確保を基本とし、そのうえで、救助要請や対象施設の現況等を連絡するための通信等に必要とされる電力等を中心に機能の検討を行う。また、待避者を滞在させる範囲（室）や電力を供給すべき施設等のある範囲を業務継続計画に基づき設定し、停電時、災害時等に当該範囲が独立して機能を維持できるよう、あらかじめ設計条件として検討することが望ましい。

○水…受水槽、給水ポンプ等。寒冷地では配管の凍結対策も必要な場合がある。

受水槽を備える施設においては、これに取水口を設けることでポンプが稼働しない場合でも水を利用できる。ポンプの電源を確保する場合は、三相電源が必要とする点に留意すること。飲用水としては災害用自販機、雑用水としては雨水利用設備も水源として期待できる。

必要水量の目安としては「災害時における避難所の飲料水・トイレのガイドライン（内閣府防災担当）」等を参考とするが、対象施設は避難施設として整備するものではないため、必ずしもガイドラインのとおりとする必要はない。

○電気…照明、コンセント等の給電設備に加え、多くのライフラインを確保する電力が必要である。

電源としては蓄電池を想定するが、災害時に切り替え可能なシステム（p30を参照のこと）であれば再エネ発電設備も利用する。

○トイレ…トイレそのものを作動させるための水栓センサーや給水ポンプ等の電源の確保が必要である。併せて室内照明や場合によっては浄化槽にも必要。

停電時の利用を考慮し、手動等でも稼働できる水栓を採用することが望ましい。立地条件や機器の仕様によっては電力負荷が大きくなるため、携帯用トイレの備蓄で対応することも検討する。

○通信…防災無線、携帯電話、Wi-Fi、充電用コンセント

Wi-Fi、充電用コンセントについては、利用者数を勘案して検討する。

○暖房…寒冷地等（待避者の保護に必要な場合）

熱源を電気とすると非常に負荷が大きいため、ペレットストーブ等ほかの熱源の併用も検討する。

(iv) 蓄電池容量の算定

近年は、携帯電話・端末、空調をはじめとする設備の制御、凍結防止用ヒーター等、電力を消費する携行品や設備が多くなっていることから、この点には利用者数等も勘案して検討する必要がある。

容量は避難計画等の実態に応じて定めるものとするが、次の方法により概算することもできる。

災害時における稼働範囲（避難者に供する室、又は暖房等の設備単位）を想定し、想定負荷モデルにより、算出し、参考とする。

○必要な容量（kWh）＝特定負荷（kW）×孤立解消までの時間（h）

ただし、気候変動の項で述べたとおり、平常時の電力削減及び蓄電池のメンテナンスの観点から、日常的に利用することも含めて検討する。

III-3 地域との連携

地域防災計画において、自然公園等施設が避難所と指定された場合や、地方自治体と独自に協定を結び、災害拠点としての活用を想定される施設においては、当該計画及び協定の内容に従い、必要な機能を満たすよう仕様を決定する。

（解説）

対象施設は市街地と離れている場合が多く、発災時の災害拠点として活用が想定されていない施設においても一時的に被災者が待避してくる場合が想定され、過去の災害では実際に一時的待避場所として利用された事例もある。対象施設は、避難施設として定められた場合を除き、短期間の滞在のみ想定とすることから、待避者を安全な場所へすみやかに誘導すべく、誘導先や自治体の防災担当との連絡体制（連絡先や担当者氏名が記載されたもの）を整備することも必要である。このほか、施設の防災に係る事項が記載された「建築物等の利用に関する説明書」*作成し、これを自治体と共有することで、防災機能を有していることを周知してもらうことも連携手段の1つである。なお、この説明書は、新築、大規模改修・個別改修等において、施設に防災に係る機能を付与した場合に作成することが望ましい。

また、周辺の避難施設ではない宿泊施設等へ誘導する場合にも、その施設が十分な防災機能を有していることを確認し、待避者が二次災害に合わないよう配慮することも重要である。特に、地震災害において余震により再度被災するおそれがある等、二次災害が想定される場合には、待避者の安全確保に配慮することが望ましい。これらの避難計画の作成には、

地域防災計画及びその他の防災時における協定等を締結している場合には、この限りではないが、これらの防災機能が有効に活用されるように、自治体等との連携は努めて緊密に図ることが求められる（次項参照）。

*国家機関の建築物及びその附帯施設では、その建設等に際し、建築物等の保全担当者及び施設入居者に、建築物等を利用する際の基本的な使用方法、注意点など必要な事項を示す「建築物等の利用に関する説明書」を作成し、建築物等の適正な使用及び保全に資することとしている。作成方法等の詳細な内容については、「建築物等の利用に関する説明書作成の手引き（防災編）」等を参照すること。

Ⅲ－４ 施設の計画、運営と備蓄

ハード面だけで災害に対応することは不可能である。

災害に対する備え、災害時の対応、適切な避難誘導等があって初めて機能を発揮する。施設の設計、施工にあたっては維持管理・運営の担当部署との情報共有が重要である。

(解説)

環境省では「環境省防災業務計画」を、各地方環境事務所では事業継続計画を定めており、基本的にはその示す内容に基づいて平時の備え、災害時の対応等を行う。

なお、本指針は整備の指針であるため運用について定めるものではないが、施設整備の観点から以下のような留意点が挙げられる。

- 計画段階：地域防災計画で定められた機能や、連携内容について確認したうえで設計を行う。
- 完成時：施設の持つ防災機能や災害時の想定について詳細に明記した「建築物の利用のための説明書」を作成のうえ施設管理者および運営者に周知し、関係者が施設の防災機能や非常用設備の稼働方法について内容を適切に理解しておくことが求められる。
- 運用：避難路を明確に掲示する、建築物の耐久性の限界を把握し、避難基準を明確化する、非常用の設備の操作法や備蓄庫の位置を明確にする等、その機能を十分に発揮させることに留意する。
- 備蓄：災害時に必要なライフライン（特に水、トイレ）について、防災機能の強化で確保するのか備蓄で対応するのか、運営担当者との協議が必要である。協議の結果に応じて電源、受水槽等のライフラインまたは備蓄庫等を整備する。
- 待避者や要援護者への対応：待避者や要援護者への対応方法を事前に決めておくことで、被災時の職員等の混乱を避ける。

※関連法令及び基準

対象施設の防災機能強化を目的とした整備の検討にあたり、関連する主な法規及び基準は以下のとおりである。検討にあたり、これらの法規及び基準を順守するとともに、関連する手引きや計画、ハザードマップ等を参考に検討を進める。

【関連法令及び基準】

■建築基準法

(昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号)

■消防法

(昭和 23 年法律第 186 号)

■災害対策基本法

(昭和 36 年法律第 223 号)

■活動火山対策特別措置法

(昭和 48 年 7 月 24 日法律第 61 号)

■雨水の利用の推進に関する法律

(平成 26 年法律第 17 号)

■国土強靱化基本計画

(平成 30 年 12 月 14 日閣議決定)

■官庁施設の基本的性能基準

(平成 25 年 3 月 29 日国営整第 197 号、国営設第 134 号)

最終改定 令和 2 年 3 月 31 日国営整第 165 号、国営設第 190 号)

■官庁施設の総合耐震・対津波計画基準

(平成 25 年 3 月 29 日国営計第 126 号、国営整第 198 号、国営設第 135 号)

■国家機関の建築物及びその附帯施設の位置・規模・構造の基準

(改正 平成 25 年 3 月 29 日 国土交通省告示第 309 号)

■建築設備耐震設計・施工指針

(2014 年度版 (一財) 日本建築センター)

■業務継続のための官庁施設の機能確保に関する指針

(平成 22 年 3 月 31 日 国営設第 136 号 最終改定 平成 28 年 10 月 14 日 国営設第 92 号)

■津波防災地域づくりに関する法律

(平成 23 年法律第 123 号)

<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/tsunamibousai.html>

■津波浸水想定を設定する際に想定した津波に対して安全な構造方法等を定める件(告示第 1318 号)

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/sosei_point_tk_000012.html

【参考資料】

■官庁施設における帰宅困難者対応マニュアル作成の留意事項

(平成 24 年 1 月 26 日 国営保第 38 号)

■建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン

(令和 2 年 6 月 国土交通省住宅局建築指導課 経済産業省産業保安グループ 電力安全課)

■環境省防災業務計画

(平成 13 年 1 月 環境省訓令第 20 号 最終改正 令和元年 6 月 24 日環境省訓令第 2 号)

■災害に強い官公庁施設づくりガイドライン

(令和2年6月 国土交通省大臣官房官庁営繕部)

■建築物等の利用に関する説明書作成の手引き (防災編)

(国土交通省大臣官房官庁営繕部 平成20年10月2日国営保第20号

最終改定 平成28年12月22日国営保第36号)

■ハザードマップデータベース (洪水、土砂災害、高潮、津波、地震関連)

(国土交通省ポータルサイト <https://disaportal.gsi.go.jp/>)

■火山ハザードマップデータベース

(防災科学研究所ホームページ <http://vivaweb2.bosai.go.jp/v-hazard/>)

■活火山における退避壕等の充実に向けた手引き

(平成27年12月 内閣府 (防災担当))

■降灰に備える

(鹿児島県ホームページ

<https://www.pref.kagoshima.jp/kurashi-kankyo/sumai/kankyo/hoshin3/theme9/index.html>)

■克雪住宅ガイドブック

(新潟県 土木部都市局 H25年9月)

■避難確保計画作成の手引き (解説編)

(令和2年6月 国土交通省水管理・国土保全局

<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/jouhou/jieisuibou/pdf/kaisetsu.pdf>)