

空港脱炭素化事業推進のためのマニュアル [空港建築施設編] (初版)

概要版

国土交通省 航空局
令和4年12月

空港脱炭素化事業推進のためのマニュアル [空港建築施設編] (初版) 目次

第1章 はじめに

- 1.1 マニュアル作成の背景

第2章 総則

- 2.1 本マニュアルの目的及び位置づけ
- 2.2 適用範囲
- 2.3 用語の定義
- 2.4 マニュアルの構成
- 2.5 マニュアルの使用方法

第3章 空港建築施設の脱炭素化の手法

- 3.1 空港建築施設の特徴と脱炭素化に向けた方向性
- 3.2 建築物の構造等による省エネ手法
- 3.3 建築設備の性能による省エネ手法
- 3.4 建築施設の運用による省エネ手法
- 3.5 建築施設への再生可能エネルギーの導入手法

第4章 建築資材等の脱炭素化について

- 4.1 CO₂排出削減資材等の事例
- 4.2 施工現場での取組事例

第5章 地上支援設備と空港脱炭素化技術との連携

- 5.1 地上動力設備 (GPU) 利用への対応
- 5.2 充電設備、水素ステーションへの対応
- 5.3 蓄電池設備導入への対応

参考資料編

- 1 モデルターミナルビルに関する検討結果
- 2 サンプル空港による省エネ効果検証結果
- 3 サンプル施設のWEBPRO計算と計測値との比較・検証
- 4 ターミナルビルの温度設定に関するアンケート
- 5 先進的な取組事例
- 6 その他参考となるガイドライン、関連情報等

第1章(はじめに)

1.1 マニュアル作成の背景

世界的な地球温暖化対策への機運の高まりから、我が国においてはパリ協定に定める目標等を踏まえ、2020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、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことが宣言された。

2021年10月には地球温暖化対策計画が改定され、我が国の中期目標として、2030年度に温室効果ガスを2013年度比で46%削減することを目指し、さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていくことが定められるとともに、この中期目標及び2050年カーボンニュートラルの実現に向けたエネルギー政策の道筋として、第6次エネルギー基本計画が策定され、需要サイドの取組や再生可能エネルギーの導入等の方向性が示された。これらの計画において、航空分野の脱炭素化に向けては、空港施設・空港車両、駐機中や地上走行中の航空機からのCO2排出削減等の取組を推進するとともに、空港を再生可能エネルギー拠点化する方策を検討・始動し、官民連携の取組を推進することが位置づけられた。

一方、空港の日常的な運用上での環境に関する取組は、それまで体系化されておらず、特に省エネルギー、リサイクルといった取組が不十分であったことから、平成15年8月に「エコエアポート・ガイドライン」を策定し、空港運営における環境負荷低減に向けた取り組みを促し、現在、全国32の空港で、空港管理者を中心として空港で活動を行う主要な事業者の参画による「エコエアポート協議会」が設置され、同協議会において空港の特性に応じた個別の目標を掲げた「空港環境計画」を策定し、これに基づき自主的な取り組みを推進してきたところである。

このような状況も踏まえ、国土交通省航空局においては、2021年3月に「空港におけるCO2削減に関する検討会」を設置し、空港における脱炭素化に向けた具体的な検討を行ってきた。検討会においては、空港施設・空港車両等からのCO2排出削減の取組や空港の再生可能エネルギー拠点化等について具体的な検討を進め、2022年2月には、空港脱炭素化に向けた目標・工程表・取組方針を策定し、2022年3月に「空港脱炭素化推進のための計画策定ガイドライン（初版）」を公表した。

また、2022年12月には、航空法等の一部を改正する法律案が施行され、航空分野全体における脱炭素化を計画的に推進するため、政府の施策、航空会社、空港関係者等の取組について定めた航空脱炭素化基本方針を公表した。これにより、各空港においては、空港関係者が一体となって脱炭素化の取組を進めるため、基本方針等を踏まえた具体的な目標や取組内容等を定めた空港脱炭素化推進のための計画を作成し、空港脱炭素化事業の実施主体が各事業を着実に実行していく必要がある。

空港建築施設の脱炭素化については、施設の用途や種類が多様でありCO2削減方法も広範で専門性が高いことから、建築関係の学識経験者として早稲田大学の田辺新一教授を委員長に、慶応義塾大学の伊香賀俊治教授、東京工業大学の花岡伸也教授を委員とした「空港建築施設の脱炭素化に関する検討WG」において、空港建築施設の脱炭素化を推進する際に参考となる本マニュアル（初版）のとりまとめを行った。

第2章(総則)

2.1本マニュアルの目的及び位置づけ

- 本マニュアルは、空港建築施設の脱炭素化の推進にあたり、空港管理者等の実施主体が具体的な取組を円滑に実行していくため、空港建築施設の省エネ化や再生可能エネルギーの導入等に向け参考となる、必要な施設整備等の導入効果やコスト、また、実施計画段階、設計・施工段階、管理・運営段階において留意すべき事項などについて記載し、今後の空港建築施設の脱炭素化の計画及び実施する際に活用できるよう取りまとめたものである。
- 本マニュアルの対象は、主に空港建築施設の新築（増築及び改築を含む。）または改修（修繕を含む。）の計画・整備時、並びに管理・運用時に参考すべき事項をまとめており、取組実施のスケジュールについては、推進計画で定めた数値目標を踏まえ、空港毎の事情に応じて検討されることが望ましい。
- また、これらの推進にあたっては、施設整備のみならず、エネルギー・マネジメント等の運用面の工夫による取組の効果も大きいいため、空港建築施設の利用者（テナント事業者等）による協力も不可欠であり、更に空港利用者に対する取組のPRや広報など、取組の見える化も重要である。

2.2適用範囲

- 本マニュアルは、空港建築施設の脱炭素化を推進するための検討や計画等を行う空港建築施設に適用し、これらを行う空港管理者、空港運営権者、空港機能施設事業者、航空運送事業者、その他空港建築施設からのCO2排出に関係する事業者等の実施主体が利用することを前提としている。
- 本マニュアルにおいて「空港建築施設の脱炭素化」とは、建築物で使用されるエネルギー消費を抑え、エネルギー由来のCO2排出量を低減することとする。その範囲は、既存建物の省エネ改修および運用改善による省エネ化や、新築建物の省エネ計画および建設中に排出されるCO2排出量の低減計画を対象とする。
- なお、空港建築施設の脱炭素化の推進に携わる設計事業者、施工事業者、保守点検及び維持管理等を行う事業者等についても、本マニュアルを参考として取り組むことが望ましい。

2.3用語の定義

本資料においては記載内容を省略する。※詳細は「マニュアル（初版）」を参照

2.4 マニュアルの構成

本マニュアルは、次の内容で構成している。

第1章では、本マニュアル作成の背景について記載している。

第2章では、本マニュアルの目的及び位置づけ、適用範囲等について記載している。

第3章では、空港建築施設の脱炭素化の手法について解説している。

1節では、空港建築施設の種類及び特徴等を踏まえ、これからの空港建築施設の脱炭素化に向けた基本的な考え方を示している。

2節から**5節**では、建築物の構造、建築設備の性能及び建築施設の運用による省エネ手法、並びに再生可能エネルギーの導入手法について解説している。

第4章では、建築資材等の脱炭素化（エンボディド・カーボン）について紹介している。

第5章では、GPU設備や充電設備、水素ステーションへの再生可能エネルギー導入時における空港建築施設の整備内容を示している。また、停電時や災害時の電力供給を想定し、蓄電池設備を整備する際に必要となる空港建築施設の改修内容を示している。

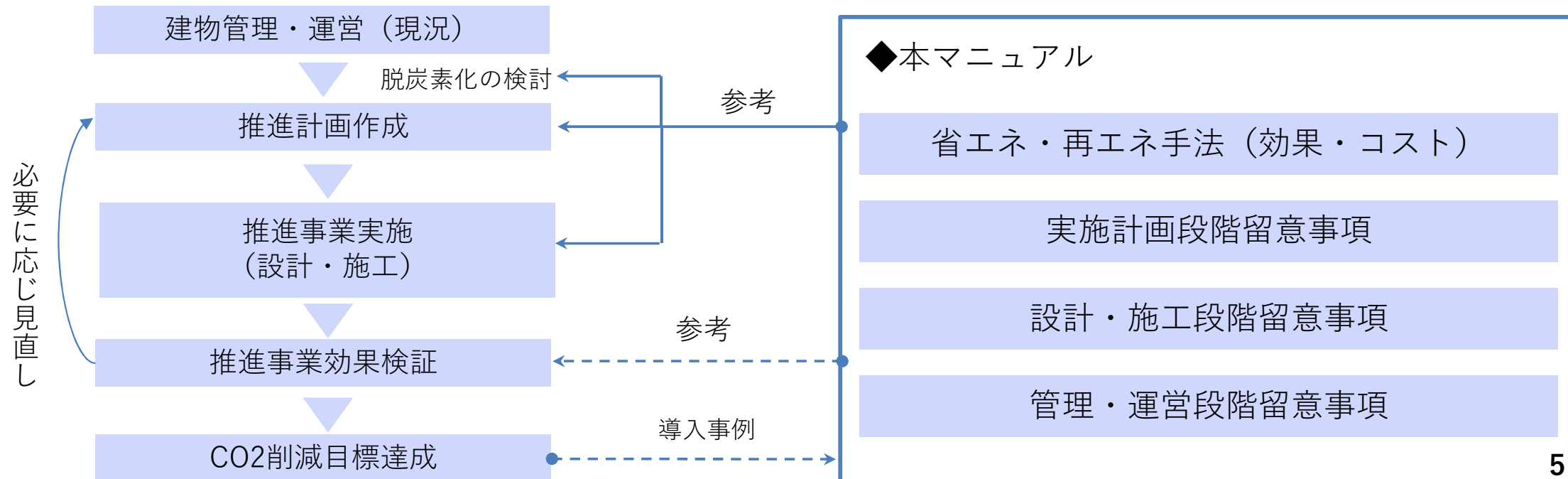
参考資料編では、モデルターミナルビルに関する検討結果、サンプル空港による省エネ効果検証結果、サンプル施設のWEBPRO計算と計測値との比較・検証、ターミナルビルの温度設定に関するアンケート、先進的な取組事例、その他参考となるガイドラインなどを紹介している。

第2章(総則)

2.5 本マニュアルの使用方法

- 本マニュアルは、空港建築施設の脱炭素化に資する手法やその効果、導入時の留意事項等を取りまとめている。
- 各空港において、脱炭素化を推進するための取組を行う場合は、空港の地域特性や施設用途・規模等を踏まえ、第3章以降に記載の省エネ化手法などを参考に、対応可能な手法を選択することにより、CO2排出量削減等の目安を立てることが出来るため、本マニュアルを十分に活用し検討することを期待している。
- また、既存空港建築施設の省エネ化等のための改修は、機器の更新のタイミングや、大規模なリニューアル工事等の計画のタイミングに合わせ実施することもあるため、これらの整備時期を考慮のうえ検討を行い、空港建築施設の脱炭素化を推進していくことが望ましい。
- 一方、運用面においては、旅客数や施設の利用状況に応じて、使用エネルギー量の見える化などによるエネルギーマネジメントや最適な運転・制御を行うことにより、CO2排出量の更なる削減の効果が期待できるため、整備のみならず、運用面における検討も重要である。

<本マニュアルの利用イメージ>



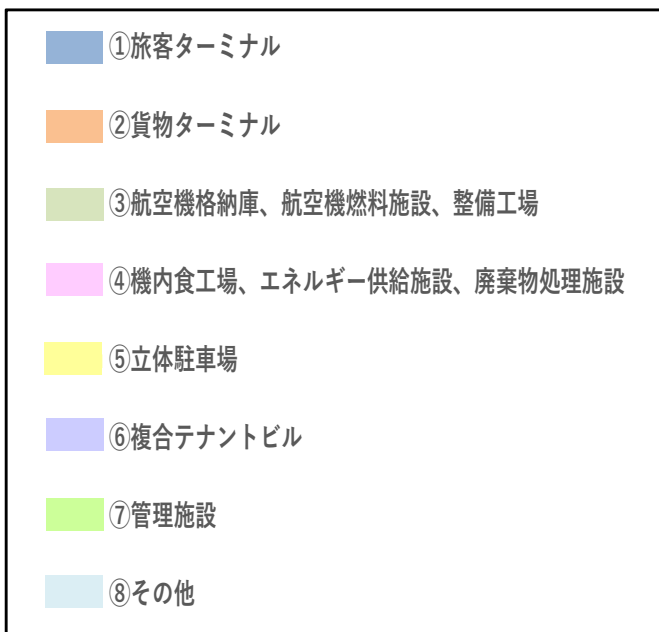
第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

3.1 空港建築施設の特徴と脱炭素化に向けた方向性

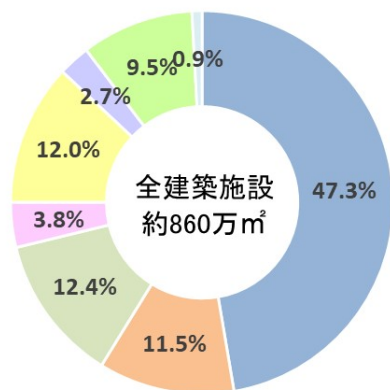
本節では、空港建築施設の種類や建物規模を整理し、脱炭素化を行う上での空港建築施設の特徴についてとりまとめ、それらの特徴を踏まえた上で、今後の脱炭素化を進めて行くための基本的な考え方、及び脱炭素化実現に向けた取組の方向性についてまとめる。

3.1.1 空港建築施設の用途、規模等

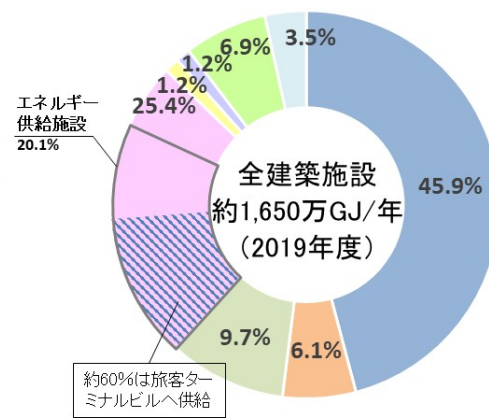
- ◆ 全国97空港にある空港建築施設の延床面積を全て合計すると、約860万m²のストックがあるが、その約半数を占める施設は旅客ターミナルである。エネルギー消費量についても旅客ターミナルは全空港建築施設の約半分を占めており、脱炭素化の観点からも重要な役割を担っている空港建築施設である。
- ◆ 多様な用途が存在する空港建築施設の脱炭素化手法の検討を行う上で、空港建築施設の用途により類型化し、本マニュアルにおける空港建築施設の基本類型とする。
- ◆ 空港建築施設の規模については、1棟当たりの延床面積が1,000m²未満の建物が全施設の過半数を占めている。建物規模による省エネ化手法への影響に関しては、空調方式の違いが最も大きい。



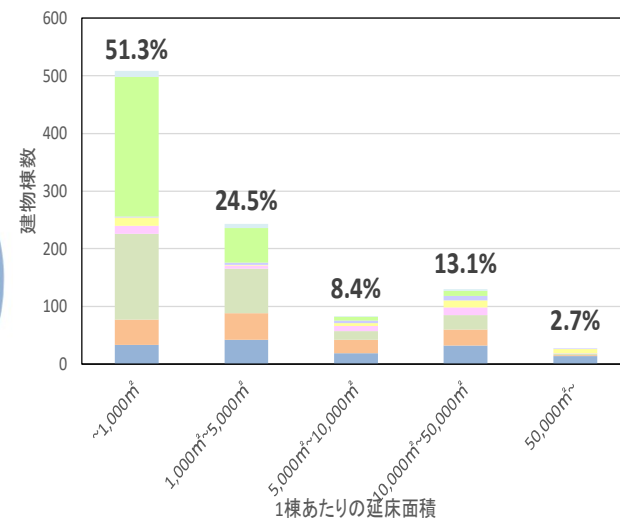
空港建築施設の基本類型



分類別建築施設
ストック量(延床面積)



分類別の
一次エネルギー消費量※



空港建築施設のストック量(棟数)の延床面積分布

※一次エネルギー消費量：エネルギー消費量である電気、燃料にエネルギー換算係数を乗じて算出した発熱量

出典データ：令和3年度アンケート調査より

第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

3.1.2 脱炭素化の視点からみた空港建築施設の特徴

【空港建築施設共通の特徴】

- ◆ 航空法による高さ制限により、低層で広い屋根面や屋上を持つ施設が多い。
- ◆ 旅客ターミナルビル以外の空港建築施設は、全体の50%程度の建物が1,000m²以下の建物である。
- ◆ 空港建築施設以外の一般的な建物の同用途の室と比べ、運用時間が長くエネルギー消費量が大きい傾向にある。
- ◆ 航空機運航に必要となる無線施設や空港運用に必要となる旅客手荷物用の搬送設備など、空港特有の設備がある。

<代表的な空港建築施設の特徴>

- ・ 空港建築施設は、意匠・景観面や機能面から、窓ガラスの面積が大きく、天井高の高い大規模空間を有する特徴があることから、Low-Eガラスや複層ガラスにより断熱性能や日射抑制効果を高めることで、熱負荷を大きく削減する効果が期待できる。
- ・ また、特に旅客ターミナルビルでは旅客滞在時間中の快適性等の環境を整えることがサービスレベルの維持に繋がることから、高効率機器や不要な空調・照明設備の稼働を低減する局所設備(タスク・アンビエント)の導入により得られる効果が高い。
- ・ 空港の運用状況に応じて各施設の使用状況も大きく変動し、また季節によっても使用状況が異なることから、インバーターによる空調機の変風量制御等、部屋の使用状況に合わせて各設備の運転制御を効率的に行うことが有効である。
- ・ 旅客、貨物ターミナルビルでは、エプロンスポットとの配置の関係から横長な形状になる特徴があり、空調設備の冷媒等の熱源エネルギー等の水平搬送距離が長くなりやすいため、搬送動力設備(ポンプ・ファン)の高効率化が有効である。

NO	空港建築施設の用途	主な建物の種類
①	旅客ターミナル	旅客ターミナルビル(国内・国際) 付属施設(ホテル、事務所ビル)、CIQ施設 等
②	貨物ターミナル	貨物ターミナルビル(国内・国際)、航空会社上屋、代理店上屋、生鮮上屋 付属施設(事務所ビル) 等
③	航空機格納庫	整備格納庫、警察・消防ヘリ格納庫 付属施設(事務所ビル) 等
	航空機燃料施設	燃料供給施設(燃料タンク、ポンプ等) 付属施設(管理事務所、車庫、整備場) 等
④	整備工場	原動機・部品工場、エンジンテスト場、GSE整備場、GSE車両給油所 等
	機内食工場	機内食製造工場、搭載室、保管庫 等
	エネルギー供給施設	地域冷暖房供給施設、上下水供給処理施設 等
⑤	廃棄物処理施設	SDプラント、廃棄物焼却施設 等
⑥	立体駐車場	空港利用者用駐車場、従業員用駐車場
⑦	複合テナントビル	複合テナントビル、ホテル、複合商業施設 等
⑧	管理施設	庁舎、管制塔、空港管理事務所、空港管理ビル、電源局舎、空港保安無線施設等の局舎(無線局舎)、消火救護施設、気象施設、海上保安庁施設 等
⑧	その他	空港アクセス施設(駅舎、ポートターミナル等) 等

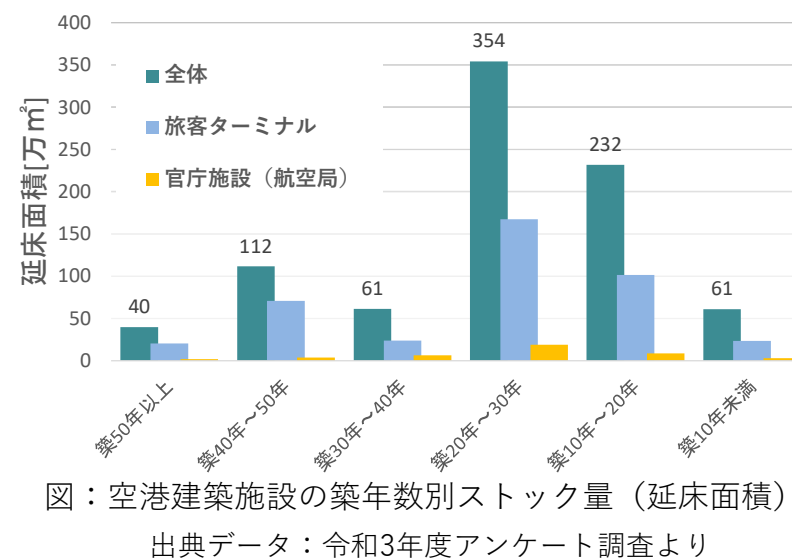
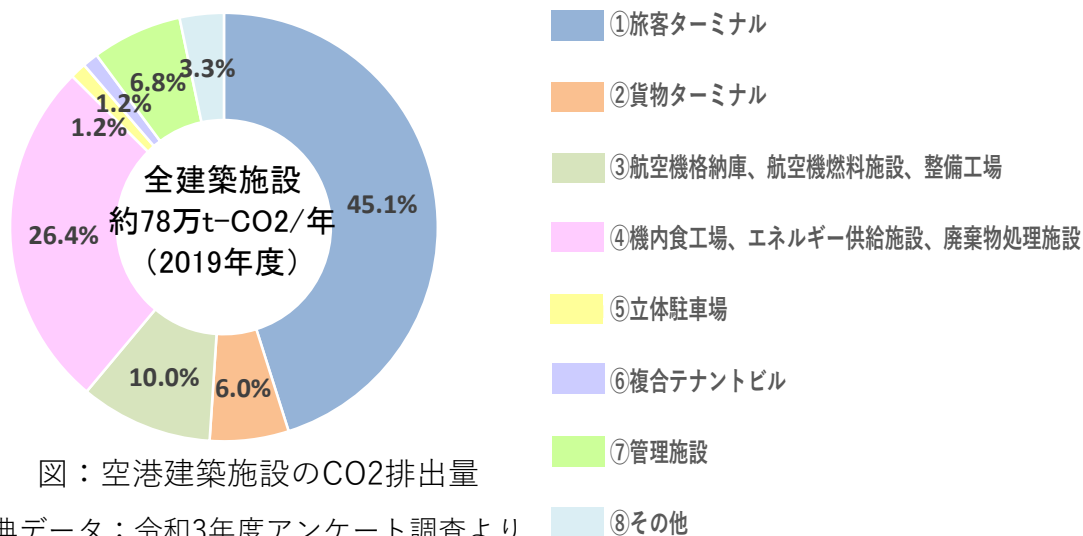
第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

3.1.3 これからの空港建築施設の脱炭素化に向けた基本的な考え方

(1) これからの空港建築施設が目指す方向

- 今後の空港建築施設の整備等は、新築（増築及び改築を含む）又は改修時の省エネ検討において、ZEB基準の水準（ZEB Oriented※ 相当以上）の省エネルギー性能の確保を目指す必要がある。
- なお、ZEB基準におけるより上位の省エネルギー性能を満たすことが可能な建築物においては、積極的に更なる高みを目指すことが望ましい。
- 旅客ターミナルビル等の空港建築施設は、建設後、相当年数が経過しており、築年数の状況を踏まえると、2050年に向けて既存施設の改修が増加していくことが想定されるため、さらなる省エネ化を促進し、空港建築施設の特徴を踏まえた最適な手法による省エネ化に取り組んでいく必要がある。
- 既存施設の改修による省エネ化は既存システムとの適合性や新規設備導入スペースの確保、また施設を運用しながらの改修工事が必要となる等の制約も多く、目標とするCO2排出削減量を達成できないことも想定されるため、太陽光発電設備を始めとする再生可能エネルギーの最大限の導入により、さらにカーボンニュートラルの達成に向けて検討していく必要がある。

※ZEB Oriented：建物の用途に応じて30～40%以上の省エネルギーを図り、かつ、省エネルギー効果が期待されているものの、建築物省エネ法に基づく省エネルギー計算プログラムにおいて現時点で評価されていない技術を導入している建築物



第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

(2) 空港建築施設における脱炭素化の実現に向けた取組の方向性

- 空港建築施設は、建物の用途や規模、利用状況はもとより、地域や立地条件等により使用されるエネルギー量やエネルギーの構成が異なっており、脱炭素化を進める上では、これら特性を踏まえた対応が求められる。
- また、検討を行う個々の施設の運用状況やエネルギーの使用状況を把握した上で、適切に省エネ化や再生可能エネルギー技術の導入検討を行うことが重要である。
- さらに、空港建築施設の脱炭素化の実現のためには、施設整備のみならず、施設を運用する上での対策も重要である。建物全体のエネルギー・マネジメントを行い、無駄の無い効率的な設備運転を行うことも脱炭素化を実現する上で有効的な取り組みである。

本節では、標準的な旅客ターミナルビルをモデルケースとし、現在の汎用的な技術を用いてZEB基準の水準の省エネ性能の確保に必要なとなる省エネ技術の導入方法の検討を行った。

- ① 設備（空調、換気、照明、給湯、昇降機）の省エネ化として採用した「技術」と「CO2排出削減効果」の試算例を示す。
- ② 試算方法は、ZEBの判断基準として用いられる「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」の「エネルギー消費性能計算プログラム（非住宅版）」（WEBPRO）の算出結果に基づき記述している。

また、サンプル空港において、既存建物設備の省エネ化を行った場合のCO2排出量削減効果について検討を行ったので、その結果を参考資料編に記載する。

■モデルケース空港

全国の旅客ターミナルビルの規模を考慮し、19,000m²程度の架空の旅客ターミナルビルを設定した。

（構造：鉄骨造、階数：地上3階・地下1階、建物の高さ15m、省エネ基準地域区分6）

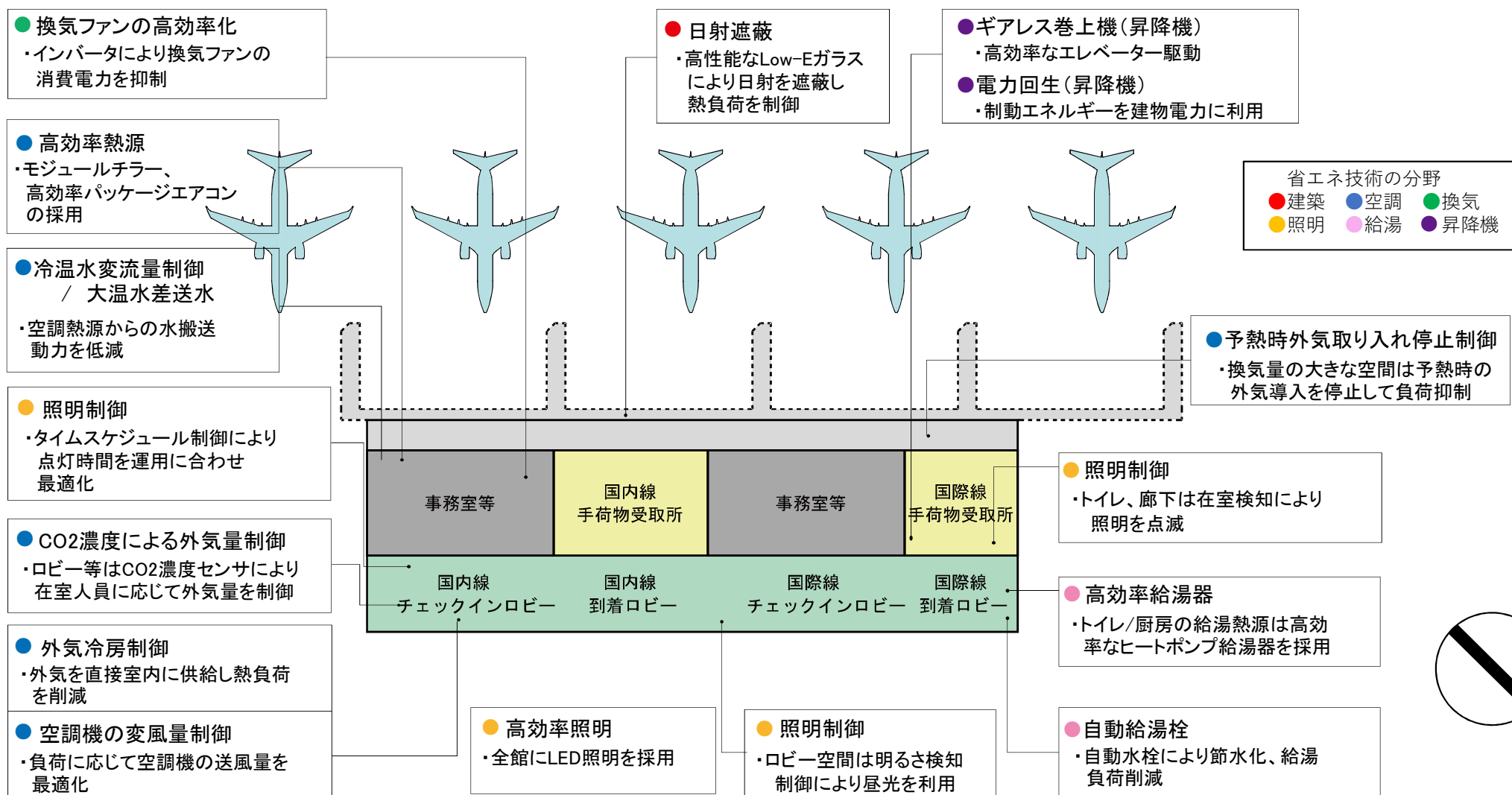
■脱炭素化実現のための検討方針

- ・脱炭素化のために空港建築施設で必要なことは、建物のエネルギー消費を抑えることである。
- ・建物のエネルギー消費は、空調、換気、照明、給湯、昇降機の設備およびその他（コンセントを使うエネルギー消費や特殊設備）に分けられる。
- ・エネルギー消費量の低減は、設備の効率化を行うことで実現される。空調では、高効率な熱源や熱負荷の変動に追従できる制御システムを導入する等、照明では高効率なLED照明や人感センサー、明かりセンサーによる制御システムの導入等があげられる。
- ・建築物の高断熱化や日射の遮蔽により熱負荷を削減させることで、空調のエネルギー消費量を低減させる。
- ・実際の検討においては、省エネ化だけでは必要とするCO2排出削減量を達成することが出来ないことも想定されるため、再生可能エネルギーの導入によるカーボンニュートラルの達成に向けた検討が必要である。

第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

モデルケースにおけるWEBPROによる省エネ技術の評価

- 架空の旅客ターミナルビル（延べ床面積19,000m²程度）について採用した省エネ技術を示す。
- 採用手法を導入した結果、54.9%のエネルギー消費量を削減。更に消費量を削減し、カーボンニュートラルを目指すためには、太陽光発電設備等の再生可能エネルギーの導入を検討する必要がある。

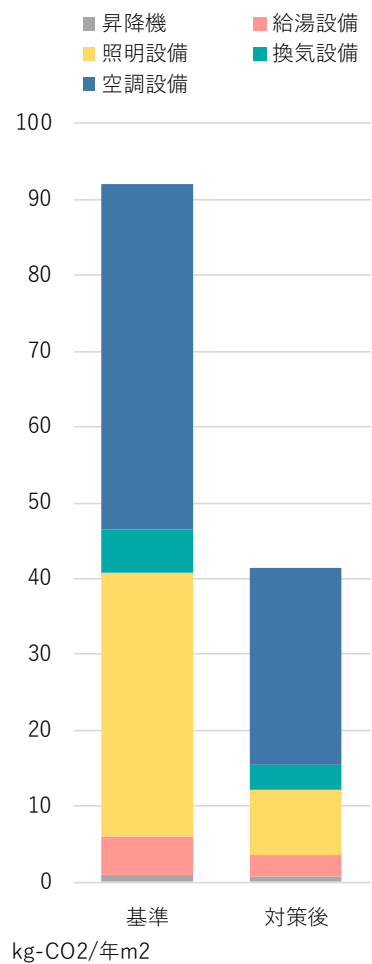


モデルケースの省エネ手法一覧

第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

モデルケースにおけるWEBPROによる省エネ技術の評価

採用手法	設計一次エネルギー消費量	CO2排出量	CO2排出量削減量		
	MJ/年m2		kg-CO2/年m2	削減率	(差)
WEBPRO 基準値	1,910.87	92.02	100%		
建築	1,718.35	82.74	89.9%	(-10.1%)	
空調	1,678.89	80.84	87.9%	(-2.0%)	
	1,650.26	79.47	86.4%	(-1.5%)	
換気	1,624.33	78.22	85.0%	(-1.4%)	
	1,453.54	70.00	76.1%	(-8.9%)	
照明	1,448.23	69.74	75.8%	(-0.3%)	
	1,425.43	68.64	74.6%	(-1.2%)	
給湯	1,352.87	65.15	70.8%	(-3.8%)	
	1,326.64	63.88	69.4%	(-1.4%)	
昇降機	972.79	46.84	50.9%	(-18.5%)	
	969.63	46.69	50.7%	(-0.2%)	
エネルギー消費によるCO2排出量 計	955.44	46.01	50.0%	(-0.7%)	
	949.08	45.70	49.7%	(-0.3%)	
昇降機	940.08	45.26	49.2%	(-0.5%)	
	910.68	43.85	47.7%	(-1.5%)	
昇降機	888.00	42.76	46.5%	(-1.2%)	
	866.36	41.72	45.3%	(-1.2%)	
電力回生	862.04	41.51	45.1%	(-0.2%)	
エネルギー消費によるCO2排出量 計		41.51	45.1%	(-54.9%)	



燃料	CO2排出量原単位
電力	0.47 kg-CO2/kWh
都市ガス	2.23 kg-CO2/Nm3
重油	2.71 kg-CO2/L
灯油	2.49 kg-CO2/L
軽油	2.58 kg-CO2/L
LPG	3.00 kg-CO2/kg

* 採用手法の導入によるCO2排出量の削減量に関して、検討の順番によっては、同様の技術でも削減効果が変わる場合がある。

本検討では、一般的な設計の手順として、①建物熱負荷の決定⇒②熱源容量の決定⇒③二次側システムの詳細決定で計算を行った結果を示す。

※OA機器などの内部発熱をコントロールできれば更なる熱負荷の削減も期待できる。

モデルケースの省エネ手法の効果一覧

①高断熱化・日射抑制は、建物内の熱負荷を低減させることから、空調機やポンプ・ファンの必要とする機器能力を低減させることが可能となり、その上で高効率な機器の選定を検討することで、最適な能力の機器を採用することができるため、より一層のCO2削減効果が得られる。また、LED照明についても熱負荷を低減させることから、同様の効果が期待できる。

②CO2濃度による外気量制御により、各室に供給される外気量が在室人員に応じた風量に制御できることから、外気負荷が低減されることとなり、熱源やポンプの機器能力を低減させることが可能となり、その上で高効率な機器の選定を検討することで、最適な能力で高効率な機器を採用することができるため、より一層のCO2削減効果が得られる。

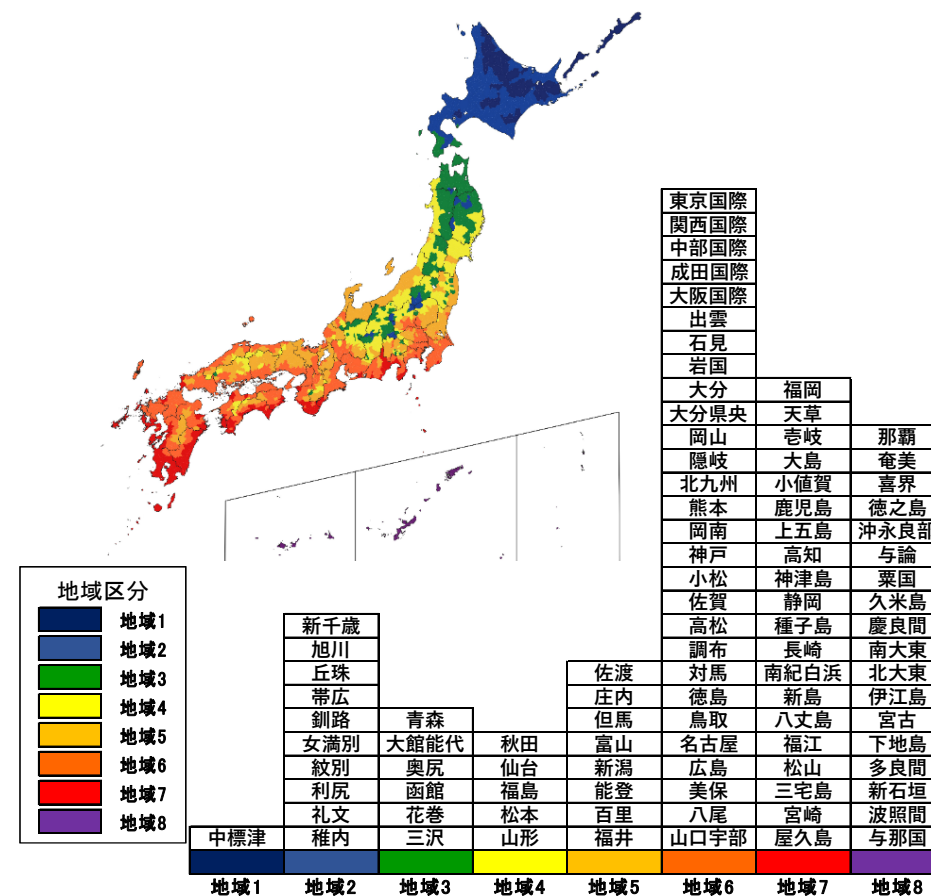
⇒ **建物内部及び外部からの熱負荷を抑制することにより相乗効果が得られる。**
 また、機器能力を低減することによるコストメリットにも期待できる。

第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

- 3.2以降に省エネ手法及び再生可能エネルギー導入手法一覧表及び個別技術（個票）を示す。
- 個別技術に示すコスト及びCO2削減効果はモデルケースとして想定した条件下における概算となっている。
- 個別技術で算出しているCO2排出量は、WEBPROで算出した年間エネルギー消費量にCO2排出量原単位を乗じて算出している。
- 各種手法一覧表に記載されている推奨施設区分及び推奨地域区分は下表及び下図のとおりとする。

NO	空港建築施設の用途	主な建物の種類
①	旅客ターミナル	旅客ターミナルビル（国内・国際） 付属施設（ホテル、事務所ビル）、CIQ施設 等
②	貨物ターミナル	貨物ターミナルビル（国内・国際）、航空会社上屋、代理店上屋、生鮮上屋 付属施設（事務所ビル）等
③	航空機格納庫	整備格納庫、警察・消防ヘリ格納庫 付属施設（事務所ビル）等
	航空機燃料施設	燃料供給施設（燃料タンク、ポンプ等） 付属施設（管理事務所、車庫、整備場）等
④	整備工場	原動機・部品工場、エンジンテスト場、GSE整備場、GSE車両給油所 等
	機内食工場	機内食製造工場、搭載室、保管庫 等
⑤	エネルギー供給施設	地域冷暖房供給施設、上下水供給処理施設 等
	廃棄物処理施設	SDプラント、廃棄物焼却施設 等
⑥	立体駐車場	空港利用者用駐車場、従業員用駐車場
⑦	複合テナントビル	複合テナントビル、ホテル、複合商業施設 等
⑧	管理施設	庁舎、管制塔、空港管理事務所、空港管理ビル、電源局舎、空港保安無線施設等の局舎（無線局舎）、消火救護施設、気象施設、海上保安庁施設 等
⑨	その他	空港アクセス施設（駅舎、ポートターミナル等） 等

空港建築施設の基本類型



地域区分※と全国97空港

※実際には市区町村レベルで詳細に区分されているため、平成28年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する技術情報（非住宅建築物）
<https://www.kenken.go.jp/becc/building.html> 「1.3 入力に関する参考情報・その他」に掲載されている「地域の区分および年間の日射地域区分（新区分）」を参照

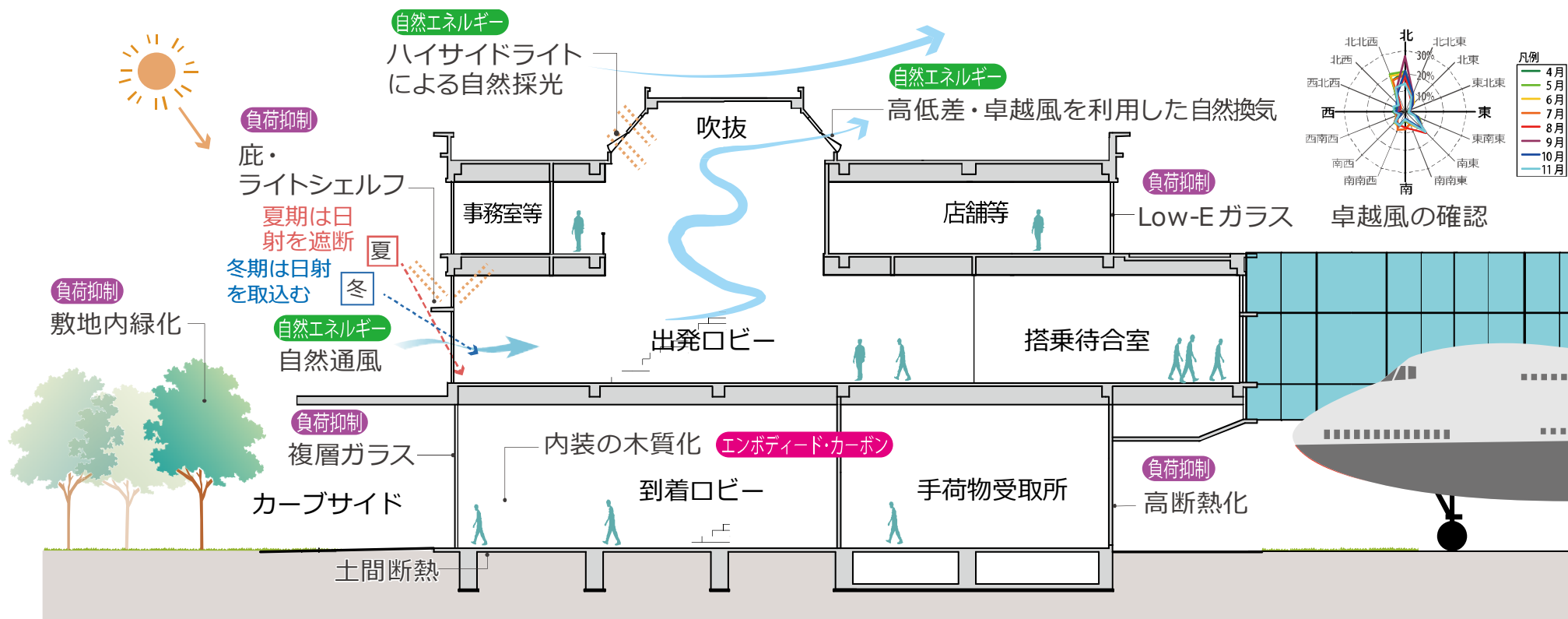
第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

3.2 建築物の構造等による省エネ手法

構造等による省エネとは主として**建物の負荷の低減と自然エネルギーの有効利用**を建物の意匠・構造面での工夫により可能にするものである。

建物における消費エネルギーの約半分を占める空調エネルギーについては、外部からの熱の侵入や外部への熱の流出によりエネルギーを大量に消費することになるため、如何に**熱負荷の流出入を抑制**するかが課題である。

自然エネルギーを有効利用し、空調設備や照明設備の役割を賄うことによりエネルギーの消費を抑制することが可能である。



建築物の構造等による省エネ手法一覧 (★は優先度の高い技術を示す)

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
1	高断熱化 (外壁)	○	新築時・改修時	①～⑧	1～7
2	高断熱化 (開口部)	○	新築時・改修時	①～⑧	1～7
3	★ 日射抑制 (Low-E ガラス・庇)	○	新築時・改修時	①～④,⑥～⑧	2～8
4	日射抑制 (自動制御ブラインド)	○	新築時・改修時	①～④,⑥～⑧	1～8
5	★ 日射抑制 (遮熱フィルム)	○	新築時・改修時	①～④,⑥～⑧	1～8
6	自然通風・ナイトパージ	-	新築時	①～⑧	1～8
7	自然採光	-	新築時	①～⑧	1～8
8	クール・ヒートトレンチシステム	-	新築時	①⑥⑦	1～8

WEBPRO評価凡例 ○：評価対象 △：間接的に評価対象 (他技術として評価) -：評価対象外

※推奨施設及び首相地域は、12頁の表または図を参照。

※★印は以下の観点から、優先度の高い省エネ技術であることを示す。

・CO2削減効果の高い技術 ・他技術との相乗効果が期待できる技術 ・比較的導入が容易な技術

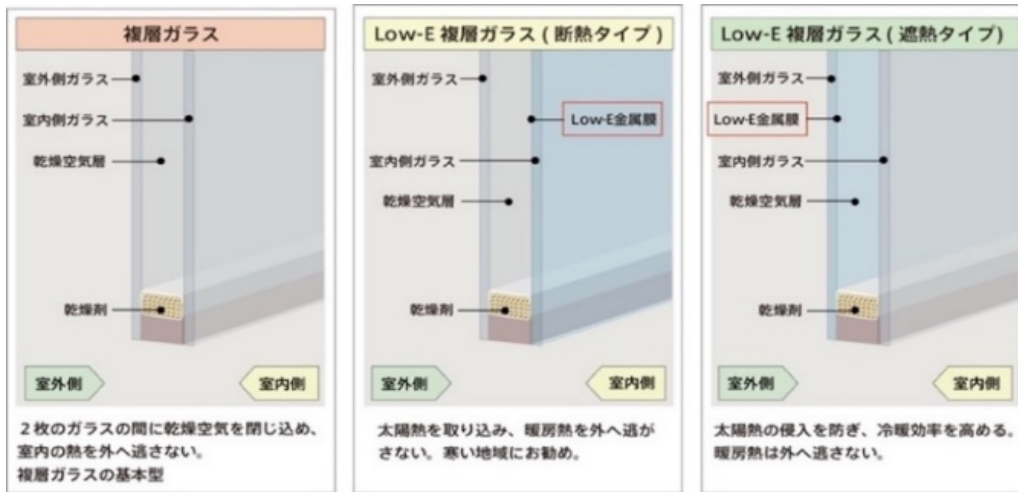
※各個表に示す導入時コストについては、検討ケースに記載した標準的な仕様の設備等を導入した場合と、省エネ技術を導入した場合の差額 (上乘せコスト) を示す。

建築物の構造等による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
2	高断熱化（開口部）	○	新築時・改修時	①～⑧	1～7

【技術の概要】

開口部の高断熱化は、断熱性の高いガラスや窓枠を使用し、開口部からの熱の流出入を抑制する技術。



図：代表的な複層ガラス

出典：三協立山株式会社 HP

【コスト】

※検討ケース：単板ガラス→Low-Eガラス／窓面積2,300m²／改修は窓枠を利用する後付工法

- ・新築42～51千円/m² 改修100～120千円/m²（窓面積当たり）
- ・維持管理費（部品交換（クレセント等））120千円/年
- ・削減コスト（光熱費） -9,300千円/年

【CO2削減効果】

55～69 kg-CO₂/m²・年（窓面積当たり）

【導入にあたっての課題・留意事項】

1) 実施計画段階

- ・開口部は一般的に外壁よりも断熱性が劣るため、開口部の断熱強化は、地域区分8を除く地域で効果が期待できる。
- ・寒冷地においては、ガラス面だけでなく窓枠を含めた高断熱化の検討が必要となる。

2) 設計・施工段階

- ・複層ガラスは、空気層の厚さや封入するガス（空気）の種類により断熱性能が異なるため外気の状態に応じて選択する必要がある。
- ・Low-Eガラスは、金属膜を外側のガラスにコーティングした遮熱タイプと、内側のガラスにコーティングした断熱タイプがあり、地域や開口部の方位を考慮して適切に使い分ける必要がある。

3) 管理・運営段階

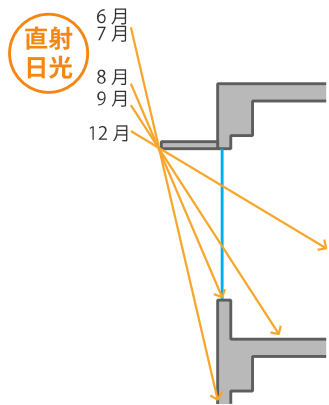
- ・複層ガラスはシール材が劣化すると空気層の密封が保てなくなり性能が落ちるため、空気層内に結露が発生した段階で交換が必要となる。（保証期間は10年、耐用年数は10～15年）

建築物の構造等による省エネ手法

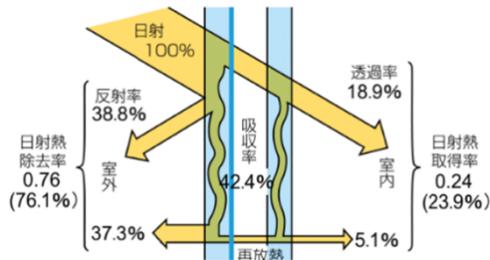
番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
3	★ 日射抑制 (Low-E ガラス・庇)	○	新築時・改修時	①～④, ⑥～⑧	2～8

【技術の概要】

日射抑制は、日射熱取得率の小さい高性能ガラスや庇・ルーバーにより、室内への日射を抑制し冷房負荷を削減する技術。



図：庇による日射抑制



代表的な高性能ガラスであるLow-Eガラスは日射熱取得率が低く、日射抑制効果が高い

図：Low-Eガラス日射熱取得率

【コスト】

- ※検討ケース：庇無し→コンコース窓面（660m²程度）に庇設置
- ・新築50～61千円/m² 改修65～80千円/m²（窓面積当たり）
- ・削減コスト（光熱費） -300千円/年

【CO2削減効果】

9～11 kg-CO₂/m²・年（窓面積当たり）

【導入にあたっての課題・留意事項】

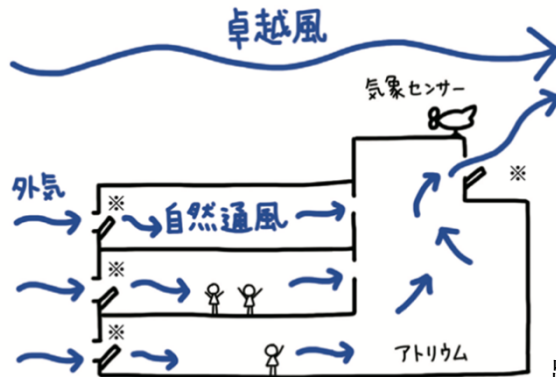
- 1) 実施計画段階
 - ・日射を受ける全ての部屋に有効な技術であるが、特に、眺望に配慮しブラインドを設置することが少ない旅客ターミナルビルの出発・到着ロビー等の空間に採用すると効果は大きい。
 - ・庇の出寸法や形状（水平・垂直・格子等）は季節により変化する太陽高度、方位等を考慮する必要がある。
- 2) 設計・施工段階
 - ・眺望や開放的な雰囲気を求められるロビー空間は、可視光透過率（値が大きいほどよく可視光を透過する）を考慮してガラスを選定する必要がある。
- 3) 管理・運営段階
 - ・複層ガラスはシール材が劣化すると空気層の密封が保てなくなり性能が低下するため、空気層内に結露が発生した段階で交換が必要になる。（保証期間は10年、耐用年数は10～15年程度）

建築物の構造等による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
6	自然通風・ナイトバージ	-	新築時	①~⑧	1~8

【技術の概要】

自然通風は、電力を使わずに外気を建物内に積極的に取り込み、冷房負荷とファンの消費電力を低減する技術。



※自然換気促進シグナル付き手動開閉窓など

図：吹抜けを利用した自然通風

出典：環境共創イニシアチブ
WEBPRO未評価技術15項目

【コスト】

- ※検討ケース：自然通風機構無し→吹抜けのハイサイドライトによる自然通風／対象床面積1,660m²／風速・降雨センサー連動の自然換気窓100m²を上下に設置
- ・新築51～63千円/m²（対象床面積当たり）
- ・維持管理費（駆動部分の交換・調整）210千円/年
- ・削減コスト（光熱費） -200千円/年

【CO2削減効果】

2.1～2.7 kg-CO₂/m²・年（対象床面積当たり）
（空調及び換気の年間エネルギー消費量が10%削減されると想定した場合）

【導入にあたっての課題・留意事項】

1) 実施計画段階

- ・空港においては外部の騒音を考慮し、開口部の騒音対策や、採用するエリアや時間帯を限定する等の配慮が必要である。

2) 設計・施工段階

- ・吹抜けを重力換気を利用する場合は、吹抜けに面して開口部を設け風のルートを確認することが必要である。
- ・風力換気は、自然通風に適した時期の卓越風向や風速を考慮して、開口部の位置や大きさを検討する必要がある。

3) 管理・運営段階

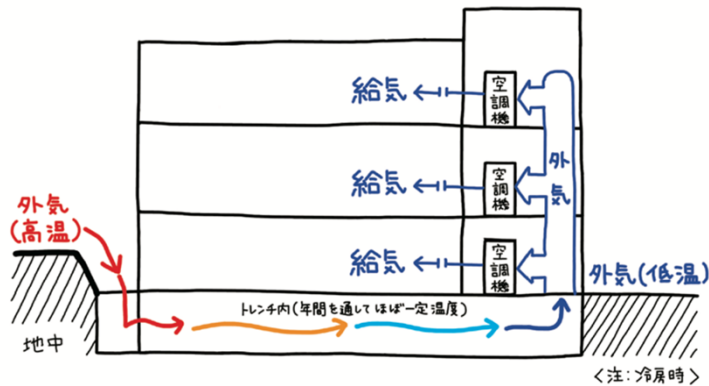
- ・建物全体で風の流れを作るため、設計段階で検討する自然換気計画の開口部の開閉設定と相違なく運用できるように配慮が必要となる。

建築物の構造等による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
8	クール・ヒートトレンチシステム	-	新築時	①⑥⑦	1~8

【技術の概要】

クール・ヒートトレンチは、地中熱により年間を通して温度が安定している地下ピット等から外気を取り入れることで、外気導入による空調負荷を低減する技術。



図：クール・ヒートトレンチ

出典：環境共創イニシアチブ
WEBPRO未評価技術15項目

【導入にあたっての課題・留意事項】

- 1) 実施計画段階
 - ・地下水の水位が高い場合は、地下ピット内に湧水が侵入する可能性があるため、地下水位の状況等の事前確認を行う必要がある。
- 2) 設計・施工段階
 - ・地下ピット内の空気を直接室内に取り込むため、地下ピット内の防水や結露水の排水対策、殺菌灯の設置等のカビ対策が必要である。
 - ・使用するトレンチが大きいほど維持管理の手間が増えるため適切な通風ルートと大きさの設定が必要である。
- 3) 管理・運営段階
 - ・定期的に地下ピット内の点検、衛生管理が必要である。

【コスト】

※検討ケース：配管ピット→外気取入ピット面積1,000m²／ロビー系統の外気量40,000m³/hをトレンチ経由で導入
／空調対象床面積3,000m²／トレンチ内塗布防水、自動制御工事含む

- ・新築11~13千円/m² (空調対象面積当たり) 36,000千円 (全体)
- ・維持管理費 (制御機器の点検) 130千円/年
- ・削減コスト (光熱費) -200千円/年

【CO2削減効果】

1.3~1.7 kg-CO₂/m²・年 (空調対象面積当たり)

第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

3.3 建築設備の性能による省エネ手法

- 設備計画の課題の一つは、求められる室内環境をできるだけ少ないエネルギーで実現することである。そのためには、機器の高効率化と、負荷や各室の使用状況に応じた適切な設備の運転制御が重要である。
- 旅客ターミナルビルの設備別の使用電力量内訳と地域冷暖房からのエネルギー消費量の内訳サンプルを確認すると、空調熱源設備で37%、空調電力（ポンプ・空調機・パッケージエアコン）が20%となり、1次エネルギーで見ると約57%となる。また、照明が主となる電気が約15%を占めていることから空調と照明の省エネ化が重要である。
- 事務室のOA機器、店舗等の冷蔵冷凍機器などのその他電力については、家電製品等の機器について計画的・重点的に省エネ型機器へ更新するなどし、省エネ性能を担保することが必要である。
また、機器の省エネモード設定の適用等により、待機電力の削減を含めて使用面での改善を図るとともに、機器の使用時間を短縮するなどによる節電を徹底する取組も重要である。
- 空港施設特有の機器や特殊設備（BHS等）などについても省エネ志向の機器導入が望まれる。

- 空調熱源** … 地域性や熱負荷の傾向を把握した上で、できるだけ高効率な機種を選定することが重要。
電気で駆動する熱源と、ガス・油で駆動する熱源があるが、電気で駆動する熱源の方が供給熱量あたりのCO2排出量が小さく、また、再生可能エネルギーを利用できる等、有意な点が多い。
季節や時間帯、室の使用状況により常に変動する熱負荷に対して、適切にポンプやファンを制御し、熱を効率よく搬送することが省エネ化に有効である。
水は空気よりも同じエネルギーで多くの熱を搬送できるため、空調機器を分散しダクトによる熱の搬送を少なくすることも省エネ化には重要。
- 換気設備** … 換気の目的に応じて適切にファンを制御し、効率よく換気を行うことが省エネ化に有効である。
- 照明設備** … 高効率なLED照明の採用が省エネ化には最も有効。
人感センサーや明るさセンサー、スケジュールタイマーにより照明を制御することで、さらに照明によるエネルギー消費を抑制できる。
- 給湯設備** … 高効率な熱源採用、節水型の器具の採用が省エネ化に有効。
- 昇降機** … エネルギー消費量は他の設備よりも小さいが、VVVF化など巻上用原動機の高効率化が省エネ化に有効。

建築設備の性能による省エネ手法一覧 (★は優先度の高い技術を示す)

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
空調設備					
1	★ 高効率熱源 (モジュールチラー)	○	新築時・改修時	①④⑥	3~8
2	★ 高効率熱源 (インバーターターボ冷凍機)	○	新築時・改修時	①④⑥	1~8
3	★ 高効率熱源 (吸収冷温水機) + 冷却水変流量制御	○	新築時・改修時	①④⑥	1~7
4	高効率熱源 (地中熱利用)	○	新築時	①	1~8
5	★ 高効率熱源 (パッケージエアコン)	○	新築時・改修時	①~⑧	2~8
6	コージェネレーションシステム	○	新築時・改修時	①④⑥	1~8
7	フリークーリングシステム	-	新築時・改修時	①④⑥	1~7
8	冷温水変流量制御	○	新築時・改修時	①④⑥	1~8
9	大温度差送水システム	○	新築時・改修時	①④⑥	1~8
10	★ 空調機の変風量制御	○	新築時・改修時	①③④⑥	1~8
11	予熱時外気取入れ停止制御	○	新築時・改修時	①③④⑥	1~8
12	★ CO2濃度による外気量制御	△	新築時・改修時	①③④⑥	1~8
13	外気冷房制御	○	新築時・改修時	①~⑧	1~7
14	全熱交換器	○	新築時・改修時	①⑥⑦	1~8
15	放射冷暖房空調システム	○	新築時	①⑥⑦	1~8
16	床吹出空調システム	-	新築時	①④⑥	1~8
17	居住域空調システム	-	新築時	①~⑧	1~8
18	デシカント空調システム	-	新築時・改修時	①④⑥	1~8

建築設備の性能による省エネ手法一覧 (★は優先度の高い技術を示す)

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
換気設備					
19	インバーターによる送風機の風量調整	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
20	CO濃度・室内温度による換気量制御	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
21	人感センサーによる換気量制御	-	新築時・改修時	①～⑧	1～8
照明設備					
22	★ LED照明	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
23	在室検知制御	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
24	明るさ検知制御	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
25	タイムスケジュール制御	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
26	タスク・アンビエント照明	△	新築時・改修時	①～⑧	1～8
給湯設備					
27	ヒートポンプ給湯器	○	新築時・改修時	①～⑧	3～8
28	潜熱回収型給湯器	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
29	自動給湯栓 小流量吐水機構付シャワー	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
昇降設備					
30	ギヤレス巻上機・電力回生	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
31	エスカレーター・動く歩道自動運転制御	-	新築時・改修時	①	1～8

WEBPRO評価凡例 ○：評価対象 △：間接的に評価対象（他技術として評価） -：評価対象外

※推奨施設及び首相地域は、12頁の表または図を参照。

※★印は以下の観点から、優先度の高い省エネ技術であることを示す。

・CO2削減効果の高い技術 ・他技術との相乗効果が期待できる技術 ・比較的導入が容易な技術

※各個表に示す導入時コストについては、検討ケースに記載した標準的な仕様の設備等を導入した場合と、省エネ技術を導入した場合の差額（上乗せコスト）を示す。

建築設備の性能による省エネ手法

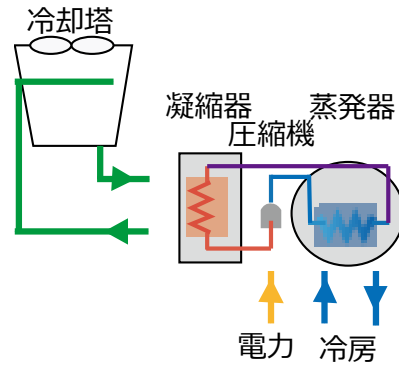
番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
2	★ 高効率熱源 (インバーターターボ冷凍機)	○	新築時・改修時	①④⑥	1~8

【技術の概要】

インバーターターボ冷凍機は、季節により変化する冷却水温度変化を利用して高効率化を実現した冷房専用の熱源システム。



写真：外観



図：システム図

【コスト】

- ※検討ケース：標準モジュールチラー→インバーターターボ冷凍機527kWの導入（高効率モジュールチラー1,950kW併用含む）／空調対象面積6,300m²程度／冷却塔含む
- ・新築12～14千円/m² 改修14～17千円/m²（空調対象面積当たり）
- ・維持管理費（部品交換、圧縮機分解整備等）2,200千円/年
- ・削減コスト（光熱費） -4,800千円/年

【CO2削減効果】

9.2～11.5 kg-CO₂/m²・年（空調対象面積当たり）

【導入にあたっての課題・留意事項】

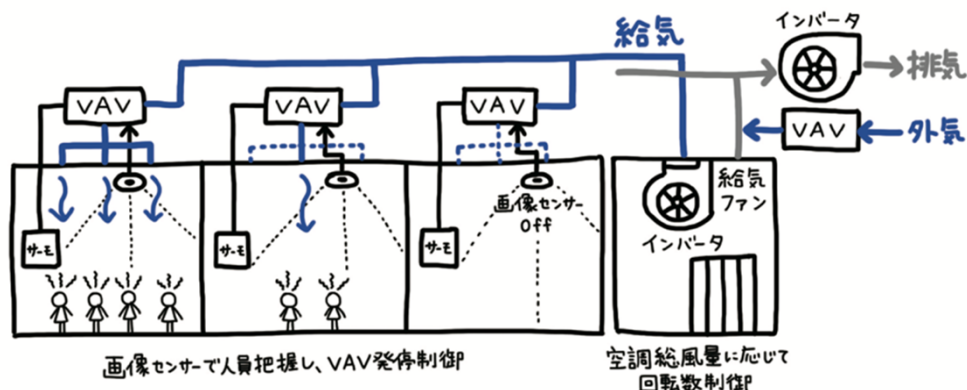
- 1) 実施計画段階
 - ・冷房専用であるため、冷温熱源（モジュールチラー等）、若しくは温熱源(ボイラー等)との併用が必要である。
 - ・併設される冷却塔の騒音対策、設置スペースの検討が必要になる。
- 2) 設計・施工段階
 - ・熱源容量は熱負荷計算を基に決定されるが、施設の同時使用率等を考慮し適正な容量設定とすることが必要である。
 - ・冷却水温度が低いほど効率が高くなるため、下限値（12℃）を下回らない範囲で冷却水温度を下げる制御の組み込みが有効である。
- 3) 管理・運営段階
 - ・冷却塔は薬液注入等による冷却水の水質管理が必要になる。
 - ・複数の熱源を組み合わせて使用する場合は、効率の良い機器を優先的に運転することでシステム全体の効率を上げることができる。
 - ・冷凍能力によって、高圧ガス保安法による届出および冷凍保安責任者の選任が必要である。（冷凍保安規則第36条2項に除外規定あり）

建築設備の性能による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
10	★ 空調機の変風量制御	○	新築時・改修時	①③④⑥	1~8

【技術の概要】

空調機の変風量制御は、インバーターにより空調機のファンの回転数を制御し、空調機のファンの消費電力を低減する制御システム。



出典：環境共創イニシアチブ WEBPRO 未評価技術15項目

図：空調機の変風量制御の例

【導入にあたっての課題・留意事項】

- 1) 実施計画段階
 - ・空調機等の風量が大きく、インバーターにより風量を可変できる機器での採用となる。
- 2) 設計・施工段階
 - ・小風量時においても、各室に必要な外気量を供給できる空調システムにする必要がある。
 - ・小風量時は吹出口からの吹出し風速が落ち、空調空気の到達距離が短くなるため、大空間で採用する場合は、気流の分布を考慮して吹出口の位置や形状、送風量の下限值を検討する必要がある。
- 3) 管理・運営段階
 - ・空調機のインバーター、VAV（可変風量装置）、制御系の追加に伴いメンテナンスが増える。

【コスト】

※検討ケース：変風量制御無し→空調機を30～100%の範囲で変風量制御（可変風量装置、制御機器、インバーター等の設置）／空調機17系統（合計風量213,300m³/h）／空調対象面積6,300m²程度

- ・新築8～10千円/m² 改修11～14千円/m²（空調対象面積当たり）
- ・維持管理（部品交換（インバーター部品）、制御機器の点検・動作確認）1,600千円/年
- ・削減コスト（光熱費） -6,800千円/年

【CO2削減効果】

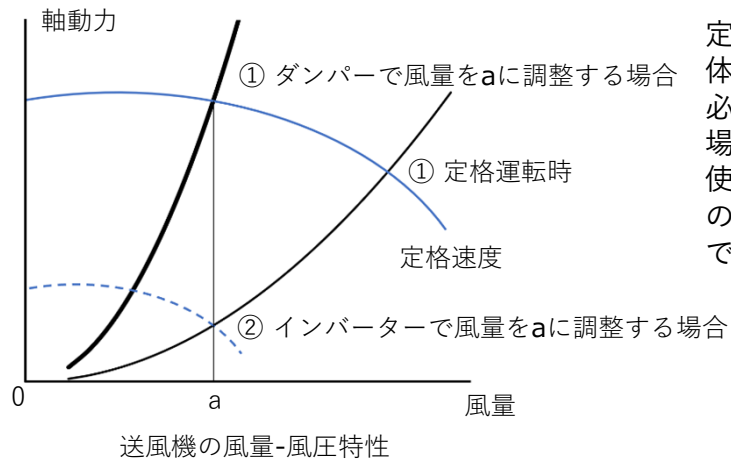
20～25 kg-CO₂/m²・年（空調対象面積当たり）

建築設備の性能による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
19	インバーターによる送風機の風量調整	○	新築時・改修時	①~⑧	1~8

【技術の概要】

送風機の風量調整を、ダンパーの開度調整により行うのではなく、インバーターによる電動機の回転数を制御することで行う技術。



定格運転時（ファン自体の能力）の風量から必要風量aに調整する場合、インバーターを使用することで送風機の軸動力が①から②まで低減される

図：インバーターによる送風機の風量調整

【コスト】

- ※検討ケース：ダンパーによる風量調整→インバーターによる風量調整／合計電気容量36 kW／換気対象面積650m²
- ・新築21~25千円/m² 改修25~31千円/m²（換気対象面積当たり）
 - ・維持管理費（部品交換（インバーター部品））580千円/年
 - ・削減コスト（光熱費） -1,100千円/年

【CO2削減効果】

30~38 kg-CO₂/m²・年（換気対象面積当たり）

【導入にあたっての課題・留意事項】

- 1) 実施計画段階
 - ・三相モーターの送風機を計画対象とする。単相モーターの送風機は専用設計インバーターを利用する必要があり、使用送風機が限られる。
- 2) 設計・施工段階
 - ・インバーターの設置に伴い、高周波対策の検討が必要になる。
 - ・既存施設への導入の場合は、インバーターの設置スペースを確保する必要がある。
- 3) 管理・運営段階
 - ・インバーターの設置に伴うメンテナンスが増える。

建築設備の性能による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
22	★ LED照明	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8

【技術の概要】

LED照明は、従来の蛍光灯に比べ高効率で長寿命な照明器具。消費電力や発熱が少ないことにより、照明の消費電力の削減だけでなく、空調負荷の削減も可能である。



ダウンライト



高天井用照明



ベース照明

出典：パナソニック株式会社
岩崎電気株式会社 カタログ

写真：LED照明

【導入にあたっての課題・留意事項】

- 1) 実施計画段階
 - ・ランプ周囲の推奨使用温度は5～40℃であることから、設置場所の室内温度に留意する。
- 2) 設計・施工段階
 - ・調光するためには別途調光器が必要になる。
- 3) 管理・運営段階
 - ・長寿命化によりメンテナンスは簡略化する。

【コスト】

※検討ケース：Hf照明器具→LED照明の導入

- ・新築5.3～6.5千円/m² 改修6.6～8.1千円/m² (延床面積当たり)
- ・削減コスト (光熱費) -16,500千円/年

【CO2削減効果】

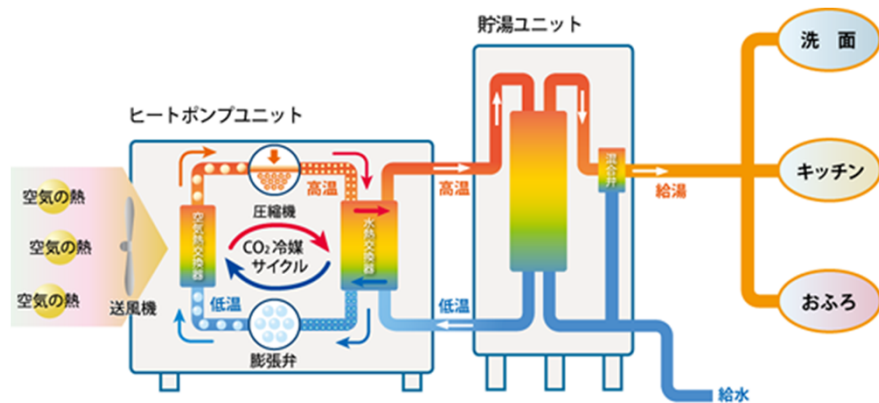
14～17 kg-CO₂/m²・年 (延床面積当たり)

建築設備の性能による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
27	ヒートポンプ給湯器	○	新築時・改修時	①～⑧	3～8

【技術の概要】

ヒートポンプ給湯器は、ガス等の燃焼ではなく、エアコンと同様に、電気を利用してヒートポンプにより外気の熱を集め、熱源として利用することでお湯を沸かす給湯器。



出典：一般社団法人 日本冷凍空調工業会 HP

図：ヒートポンプ給湯器

【コスト】

※検討ケース1：貯湯式電気温水器→洗面用給湯熱源にヒートポンプ給湯器(35kW(貯湯槽4m3付)×2台、給湯配管含む)の導入/WC面積580m2程度

- ・新築80～90千円/m2 改修120～150千円/m2 (WC面積当たり)
- ・維持管理費(部品交換(圧縮機部品等)) 240千円/年
- ・削減コスト(光熱費) -1,900千円/年

※検討ケース2：潜熱回収型給湯器→厨房用給湯熱源にヒートポンプ給湯器(35kW(貯湯槽4m3付)×14台、給湯配管含まず(※改修は既存配管利用))の導入/厨房面積270m2程度

- ・新築480～580千円/m2 改修520～640千円/m2 (厨房面積当たり)
- ・維持管理費(部品交換(圧縮機部品等)) 2,700千円/年
- ・削減コスト(光熱費) -700千円/年

【導入にあたっての課題・留意事項】

1) 実施計画段階

- ・空気熱源であるため、寒冷地においては効率さが下がる。
- ・熱源本体と貯湯槽が屋外に設置されるため、騒音対策、設置スペースの検討が必要になる。

2) 設計・施工段階

- ・ヒートポンプ給湯器(エコキュート)は、夜間に水を昇温し貯湯槽に貯め、昼間使用する構造になっているため、昼間の追い焚きや加熱が必要な施設用途には代替フロン冷媒を利用するヒートポンプ給湯器か追い焚き機能付きの機種を使用する必要がある。

3) 管理・運営段階

- ・ガス給湯器やボイラに比べメンテナンスは容易である。
- ・貯湯槽は年に2～3回水を抜いてタンクの底の湯垢や沈殿物を押し流す必要がある。

【CO2削減効果】

※ケース1は貯湯式電気温水器、ケース2は潜熱回収型給湯器との比較

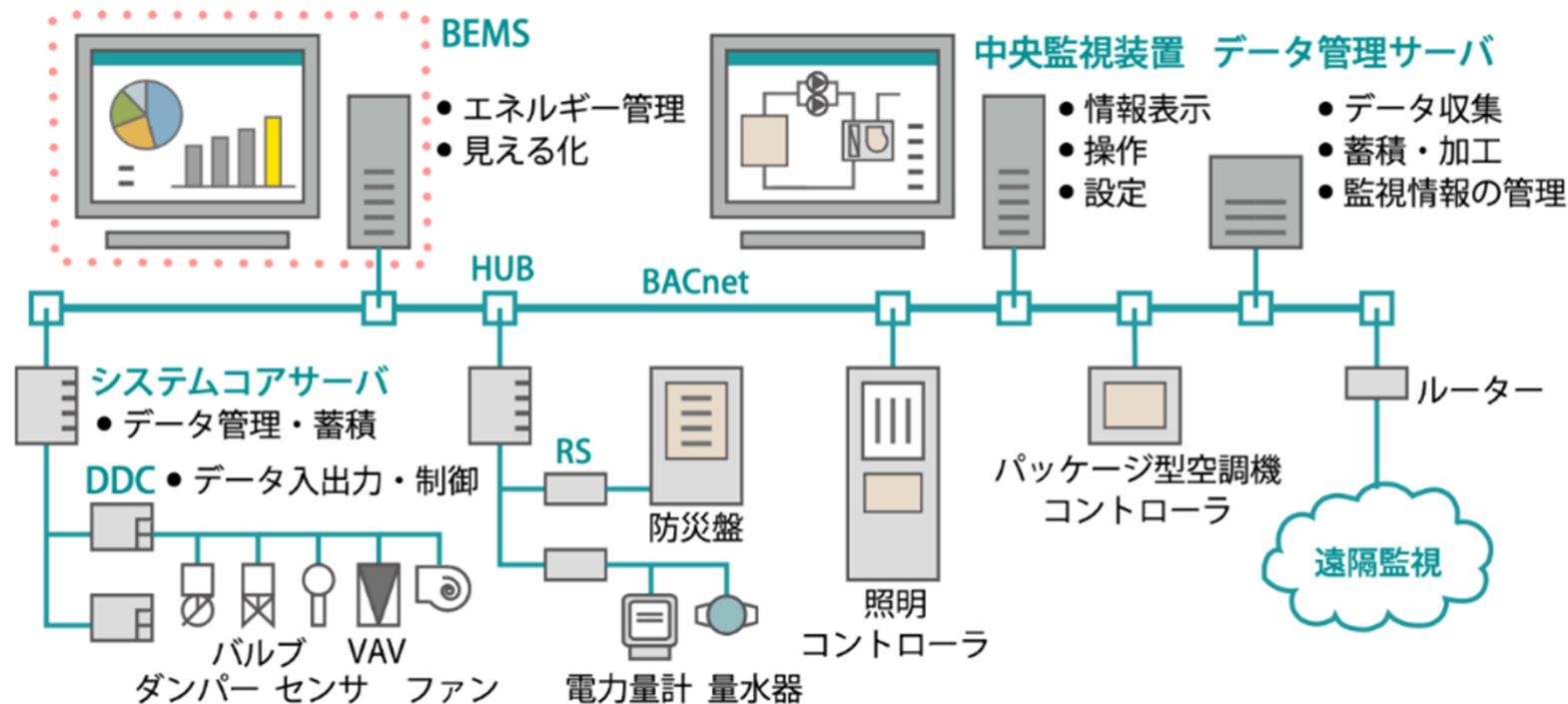
※検討ケース1：38～47 kg-CO2/m2・年(WC面積当たり)

※検討ケース2：68～85 kg-CO2/m2・年(厨房面積当たり)

第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

3.4 建築施設の運用による省エネ手法

設備の適切な運転を実現するためには、建物のエネルギー・マネジメントが必要になる。そのためには、室内環境や設備機器の使用状況等、建物のエネルギーに関するデータを一元的に管理できるBEMS(ビル・エネルギー・マネジメントシステム)の活用が有効である。エネルギーの使用状況を見える化することで、**省エネルギー化の余地の発見**や**適切な省エネルギー施策の実施**に繋げることができる。同時に、様々な管理者、事業者等により運営されている空港建築施設では、**エネルギー消費状況の見える化によりエネルギー情報を共有することで、空港建築施設全体の脱炭素化への取り組みの促進**が期待できることから、施設の使用者による協力が必要である。



建築施設の運用による省エネ手法一覧 (★は優先度の高い技術を示す)

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨 導入時期	推奨施設	推奨地域
1	★ BEMSの活用	-	新築時・改修時	①～⑧	1～8
2	室温設定緩和	-	新築時・改修時	①～⑧	1～8
3	照度設定緩和	-	新築時・改修時	①～⑧	1～8

WEBPRO評価凡例 ○：評価対象 △：間接的に評価対象（他技術として評価） -：評価対象外

※推奨施設及び首相地域は、12頁の表または図を参照。

※★印は以下の観点から、優先度の高い省エネ技術であることを示す。

・CO2削減効果の高い技術 ・他技術との相乗効果が期待できる技術 ・比較的導入が容易な技術

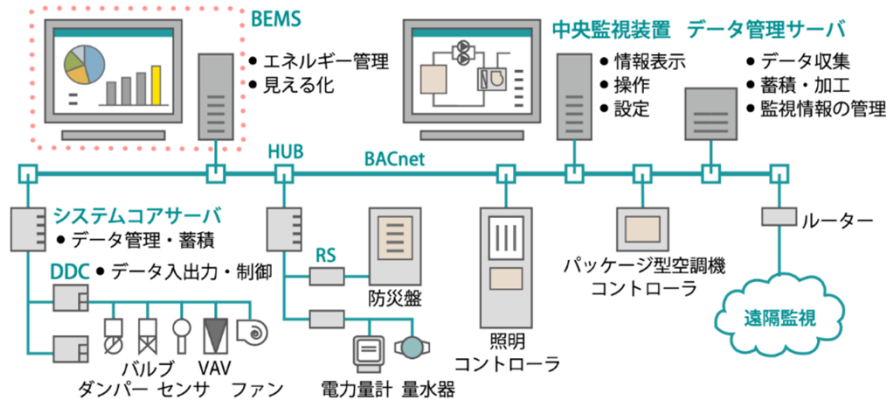
※各個表に示す導入時コストについては、検討ケースに記載した標準的な仕様の設備等を導入した場合と、省エネ技術を導入した場合の差額（上乗せコスト）を示す。

建築施設の運用による省エネ手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
1	★ BEMSの活用	-	新築時・改修時	①～⑧	1～8

【技術の概要】

BEMSは、室内環境や設備機器の使用状況、エネルギー消費量等のデータを一元的に管理できる監視システム。BEMSの情報を基に中央監視装置より各機器・各室の設定値の変更や運転・停止等の制御を行うことにより各設備の運用を最適化することも可能となる。



図：BEMSと周辺設備

【コスト】

※検討ケース：BEMS無し→BEMSの導入（中央監視装置に接続可能な場合（中央監視装置の管理点数追加コストを含む））

- ・新築37,000～45,000千円 改修43,000～53,000千円
- ・維持管理費 3,000千円/年（動作確認、中央監視装置を含む）
- ・削減コスト（光熱費） -4,200千円/年

【CO2削減効果】

4～8 kg-CO2/m2・年（延床面積当たり）
 (BEMSにより10%のCO2排出量を削減した場合を想定)

【導入にあたっての課題・留意事項】

1) 実施計画段階

- ・ BEMSの導入にあたり、省エネルギー運用のための分析・評価内容を明確にした上で、監視ポイントを抽出することが必要である。
- ・ BEMSの導入とともに、BEMSのエネルギー情報や施設の運用情報から機器の運転を最適化するAIの導入も望ましい。
- ・ 既存施設への導入においては計量、計測のためのメーター類やセンサー類の追加設置が必要になるため、設置スペース、配線ルートを確認する必要がある。

2) 設計・施工段階

- ・ 抽出した監視ポイントに基づき、必要となるセンサーや制御機器、既存設備の改修方法を検討する。
- ・ 既存設備の中央監視設備に接続する場合は、BEMSへのデータの受け渡し方法の確認が必要になる。

3) 管理・運営段階

- ・ 蓄積されたデータを基に問題点や改善の余地を抽出し、機器の運転方法や運用の改善につなげることが必要である。
- ・ エネルギー情報の見える化により、脱炭素化への意識を空港建築施設全体で共有できる枠組みの構築が重要である。

第3章(空港建築施設の脱炭素化の手法)

3.5 建築施設への再生可能エネルギーの導入手法

- 空港建築施設において**最も期待できる再生可能エネルギーは太陽光発電設備**である。
天候に左右される欠点はあるが、空港建築施設の特徴である広い屋根面や屋上を持つ施設が多く、太陽光発電設備の導入ポテンシャルは高い。また、エネルギー消費のウエイトが大きい空調設備は日射の強い時間帯に電力使用量が増えることから、太陽光発電設備との親和性が高い。

季節や時間帯により発電量や電力消費量が一定でないことから、余剰電力を有効活用する方策として、蓄電設備の設置や周辺その他施設への供給、車両への蓄電等の活用方法を検討する必要がある。

他の再生可能エネルギーとしては、風力発電、バイオマス燃料を熱源として利用するバイオマス発電やその排熱利用、雪氷熱利用等がある。
- 空港建築施設における再生可能エネルギーの導入検討にあたっては、空港内に設置されている他の再生可能エネルギー設備の導入状況や、今後の設置計画などを確認の上、**空港全体としてのエネルギーマネジメントに取り組む必要がある。**
- 空港建築施設における電力受電については、オフサイトの発電電力を使用することも選択肢の一つとなるため、オフサイト電源の有効活用についても検討を行っていく必要がある。

建築施設への再生可能エネルギーの導入手法一覧 (★は優先度の高い技術を示す)

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨 導入時期	推奨施設	推奨地域
1	★ 太陽光発電設備	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8
2	風力発電	-	新築時・改修時	①～⑧	1～8
3	バイオマス熱利用	-	新築時・改修時	①④⑥	1～8
4	雪氷熱利用	-	新築時・改修時	①④⑥	1～3
5	水素発電	-	新築時・改修時	①④⑥	1～8

WEBPRO評価凡例 ○：評価対象 △：間接的に評価対象（他技術として評価） -：評価対象外

※推奨施設及び首相地域は、12頁の表または図を参照。

※★印は以下の観点から、優先度の高い再生可能エネルギーの導入手法であることを示す。

・CO2削減効果の高い技術

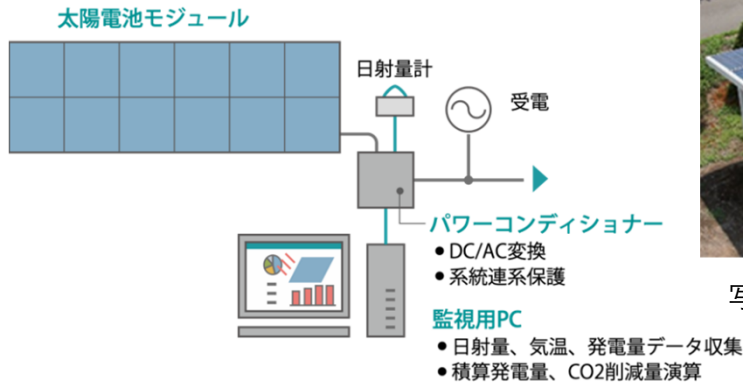
※各個表に示す導入時コストについては、検討ケースに記載した標準的な仕様の設備等を導入した場合と、省エネ技術を導入した場合の差額（上乗せコスト）を示す。

建築施設への 再生可能エネルギーの導入手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨導入時期	推奨施設	推奨地域
1	★太陽光発電設備	○	新築時・改修時	①～⑧	1～8

【技術の概要】

太陽光発電設備は、太陽電池パネルを利用して太陽光のエネルギーを電気に変換することで発電する再生可能エネルギーの技術



写真：カーポート型パネル

図：太陽光発電設備構成図

【コスト】

- ※検討ケース：太陽光発電設備無し→屋上に500kW (5,000m²)の太陽電池パネルを導入
- ・新築85～100千円/m² 改修100～120千円/m² (太陽電池パネル設置面積当たり、付帯設備、既設改修を含む)
- ※設置条件毎の導入コスト及びケーブル引込コストは参考資料を参照
- ・維持管理費2,500千円/年
- ・削減コスト(光熱費) -9,800千円/年

【CO2削減効果】

40～45 kg-CO₂/m²・年 (太陽電池パネル設置面積当たり)

【導入にあたっての課題・留意事項】

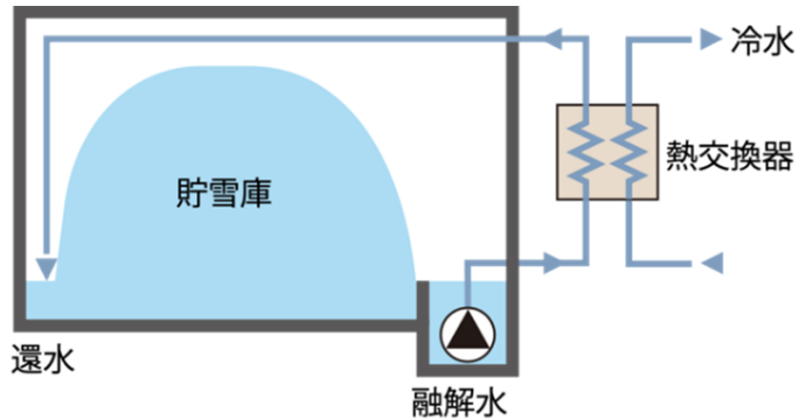
- 1) 実施計画段階
 - ・必要な発電量から太陽電池パネルの設置に必要な概略の面積を算出し、屋上や屋根・外壁面等、設置スペースを検討する。
 - ・太陽電池パネルを設置する屋根面の荷重の検証を行い、必要に応じて、柱や梁上部に鉄骨を渡し荷重を分散させる等の対応が必要である。
 - ・外壁面への設置は、発電効率の低下を考慮し検討する必要がある。
 - ・必要な設置スペースを屋根面等で確保できない場合は、外構部分にカーポート型太陽電池パネルを導入することも有効である。
 - ・東京消防庁等の指導基準を参照し計画すること。
- 2) 設計・施工段階
 - ・建物の屋上に設置する場合は、太陽電池パネル架台を取付けるための独立基礎を設置するため、屋上の防水層を一旦撤去するなど、必要に応じて防水層の改修を検討する。
 - ・重ね式の折半屋根に設置する場合は、折半に穴を空け架台を固定することから、防水仕様の専用固定金物もあるため、採用について検討が必要である。
 - ・太陽電池パネルを設置する架台は、太陽電池パネル支持の標準設計を定めたJIS C 8955に則り、荷重検討(風圧・積雪・地震等)が必要になる。壁面設置では、垂直面設置の規定がないため、構造要件を設置者で定める必要がある。
 - ・航空機や管制塔へのグレア対策として、防眩型の太陽電池パネルの採用や設置角度の検討を行う必要がある。
 - ・既存電気系統との連携を行うため、受変電設備改修に係る検討が必要である。
- 3) 管理・運営段階
 - ・太陽光受光面は定期的な清掃が必要である。

建築施設への 再生可能エネルギーの導入手法

番号	技術名称	WEBPRO評価	推奨 導入時期	推奨施設	推奨地域
4	雪氷熱利用	-	新築時・ 改修時	①④⑥	1~3

【技術の概要】

雪氷熱利用は、冬の間降った雪を貯蔵し、冷房に利用する技術。積雪の深さ合計値が概ね200cm以上の地域で導入が可能。



図：融解水利用の雪冷房フロー

【導入にあたっての課題・留意事項】

- 1) 実施計画段階
 - ・雪を集めるための集雪スペースと、保管するための貯雪庫又は雪山のスペースを確保する必要がある。
- 2) 設計・施工段階
 - ・積雪量、集雪面積、貯雪量より、利用可能な冷熱量を算出し、雪冷房システムを構築する必要がある。
 - ・貯雪庫は十分な断熱を行うとともに、周囲はロータリー除雪車等の重機の作業スペースを確保する必要がある。
- 3) 管理・運営段階
 - ・融雪剤が混入している雪の貯雪は避ける。
 - ・雪山を貯雪に利用する場合は、集雪後雪山上部に断熱シートや木片チップ等により十分な断熱を施す必要がある。

【コスト】

※検討ケース：雪冷房無し→10,000tonの雪を貯雪し冷房に利用
／貯雪は雪山を利用

- ・新築300,000～400,000千円（雪山路盤、機械設備）
- ・維持管理費 36,000千円/年（集雪、貯雪（雪山形成）、断熱の敷設・取外し等）
- ・削減コスト（光熱費） -3,800千円/年

【CO2削減効果】

71,000～88,000 kg-CO2/年

第4章(建築資材等の脱炭素化について)

- 空港の脱炭素化推進の目標については、2030年度までに、各空港において温室効果ガス排出量を2013年度比で46%以上の削減、さらに再エネ等導入ポテンシャルの最大限活用により我が国の空港全体においてカーボンニュートラルの高みを目指すこととしており、また、2050年度に向けて、新たな技術の活用促進及び更なる炭素クレジットの創出・利用拡大を図ることとしている。
- 今後の空港建築施設の整備等は、新築（増築及び改築を含む）又は改修時の省エネ検討において、ZEB基準の水準（ZEB Oriented相当以上）の省エネルギー性能の確保を目指す必要があるが、エンボディド・カーボン（建築材料の製造、輸送、設置、補修、廃棄で排出される温室効果ガス）の削減については、2030年度までの温室効果ガス排出量の削減目標には含まれていない。
- しかしながら、CASBEEやLEEDなどの建物の環境認証制度でもエンボディド・カーボンが評価されていること、世界的なESG投資の関心が温室効果ガス排出量に向かっていることから、空港建築施設においても可能な限りエンボディド・カーボンの削減に取り組んでいくことが望ましい。
- 本章では、取組がはじまりつつあるエンボディド・カーボンの削減に寄与する各種対策を整理し、各事業の実施主体が今後の空港建築施設の整備の検討時に参考となるよう取組事例を紹介する。

<概要版参考図>



Embodied Carbon

製造・運搬・建設・解体・廃棄

Operational Carbon

運用

第4章(建築資材等の脱炭素化について)

4.1 CO2排出削減資材等の事例

同種の資材でもより低炭素な資材を選択するなど、資材調達の工夫でエンボディド・カーボンの削減が可能である。

■低炭素型コンクリート

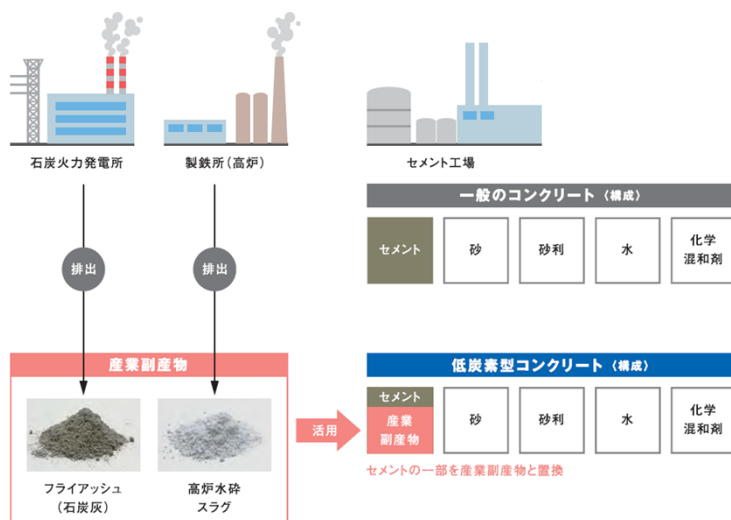
- ・コンクリートの材料であるセメントは製造時に多くのCO2が排出される。セメントの代わりに高炉水砕スラグなどの産業副産物を用いることでコンクリート製造時のCO2排出量を削減。
- ・セメントの70%を産業副産物に置き換えた場合、約60%のCO2排出量を削減可能。

■電炉鋼材

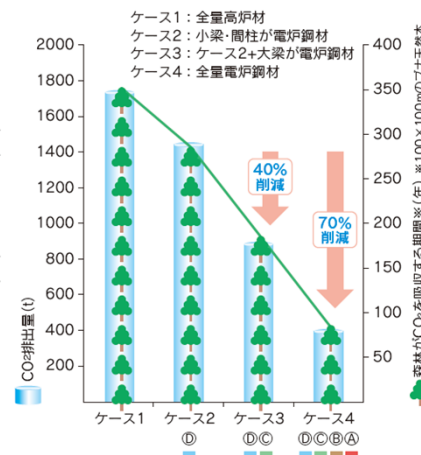
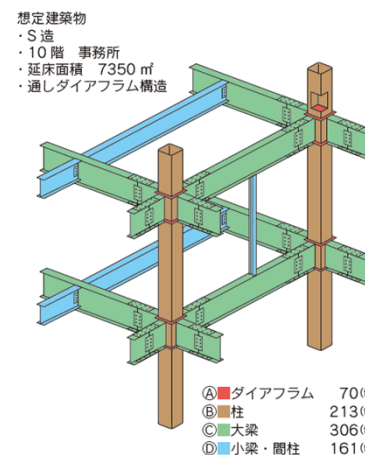
- ・建築施設に用いられる鋼材の製法には電炉法と高炉法があり、鉄スクラップを主原料とし鉄を製造する電炉法は、鉄鉱石を還元し鉄を製造する高炉法に比べて、製造時のCO2排出量が1/4となる。
- ・鉄鋼メーカーの試算によると、電炉鋼材適用の範囲を「小梁・間柱のみ」から「鉄骨全量」にすることにより、建築鉄骨製造におけるCO2排出量を70%削減することが可能。(下図ケース2⇒ケース4)

■建築物の木材利用 (CLTなど)

- ・CLT (ひき板を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した材料) が注目されており、パネル状のため再利用しやすいという点でもエンボディド・カーボンの削減に寄与する。
- ・CLT工法を用いた木造建築物 (2階建て・延床面積407.2m²) の資材製造から施工までの建設プロセスから排出されるCO2排出量は、同規模のRC造に対して30.6%削減、S造に対して18.5%削減が可能。



図：低炭素型コンクリート



図：建築鉄骨構造例と電炉鋼材適用によるCO2排出量削減効果



図：CLT (直交集成板)

第4章(建築資材等の脱炭素化について)

4.2 施工現場での取組事例

4.2.1 施工時における直接的排出の削減取組事例

ICT等の導入による生産性向上とCO2排出量の削減 (東急建設株式会社)

- ・ BIMデータを活用した建材のプレカット施工により、従来施工に比べ、BIMプレカット施工は現場作業の生産性向上、廃材やCO2排出量の削減を実現した。
- ・ 壁下地となるLGS (軽量鉄骨) の組み込みや石膏 (せっこう) ボードの貼り作業時間が従来施工に比べ30~50%減少し、プレカットBIMモデルで事前に建材数量を正確に把握することが可能なため、適切な数量の建材発注により、従来施工との比較で発注数量に対する現場廃材量 (CO2重量%) が4.6%削減された。

工事車両の電動化

- ・ 2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、メーカーによる建設機械の電動化の開発や施工現場での一部導入が進んでいる。

4.2.2 施工時における間接的排出の削減取組事例

仮設現場事務所のZEB化 (五洋建設)

- ・ 北海道の仮設現場事務所において、ユニットハウスの断熱強化に加え、寒冷地であることを考慮して、樹脂サッシ (Low-Eガラス仕様) の採用による更なる断熱性の向上、LEDや人感センサーの設置による照明負荷の低減、寒冷地用の高効率空調機器導入などを組み合わせて、省エネ化によるエネルギー削減率58%を達成。
- ・ 再生エネルギーとして太陽電池パネル (12kW) を設置し、現場事務所の使用電力の22%をまかなうことで、省エネと再エネをあわせて80%のエネルギー削減率を達成。



図：施工後の現場廃材量の比較
左：従来施工階、右：プレカット施工階



図：工事車両の電動化



図：仮設現場事務所・太陽電池パネル

5.1 地上動力設備(GPU)利用への対応

空港全体の更なる脱炭素化に向けて、GPU設備への電力供給においても再エネ化が考えられることから、GPU設備の再エネ導入に向けて空港建築施設における整備内容を整理した。

【技術の概要】

現在多くの空港施設に導入されているGPUであるが、空港全体の更なる脱炭素化に向けて、GPU設備への電力供給においても再エネ化が考えられる。

GPU設備へ供給する電力へ再エネを導入する際に、太陽光エネルギーを利用(太陽光発電設備)し、再エネ電力として利用する。GPU設備へ電力を供給している受配電設備に、太陽電池パネルの系統連系を行う。

系統連系を行う受変電設備に以下設備を設置する。

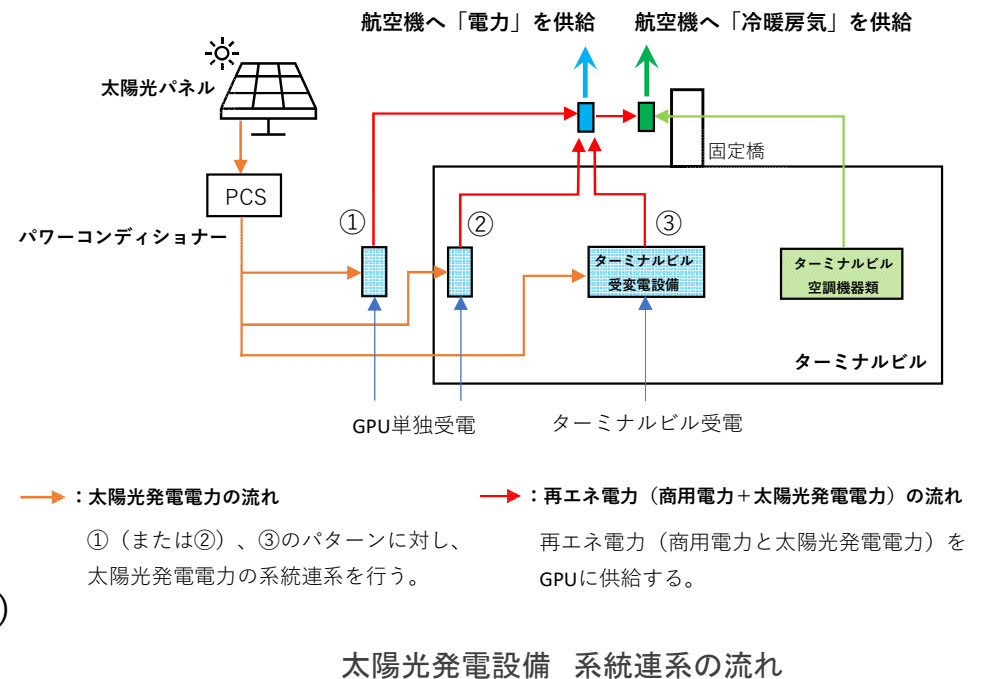
1. 逆潮流接続用の漏電遮断機 (ELCB)
2. 地絡過電圧継電器 (OVGR)、逆電力継電器 (RPR)
3. AC/DC変換器 (バックアップ用電源)
4. 零相電圧継電器 (ZPD)

【コスト】

- ・ 系統連系を行う受変電設備の改修・・・概算工事費：約1,300～1,900千円
- ・ 整備工期：1～2日程度
- ・ 系統連系に必要な機器の設置スペースは確保されていることを想定

【留意点、運用への影響】

- ・ 商用電力に加えて一定の電力を確保するためには、蓄電池を搭載した発電設備の構築が必要
- ・ 太陽光発電電力量に伴う、逆潮流の防止対策等の電力会社との系統連系に関する協議が必要
- ・ 系統連系を行う受変電設備の改修は停電作業となるため、適宜、仮設電源を対応する

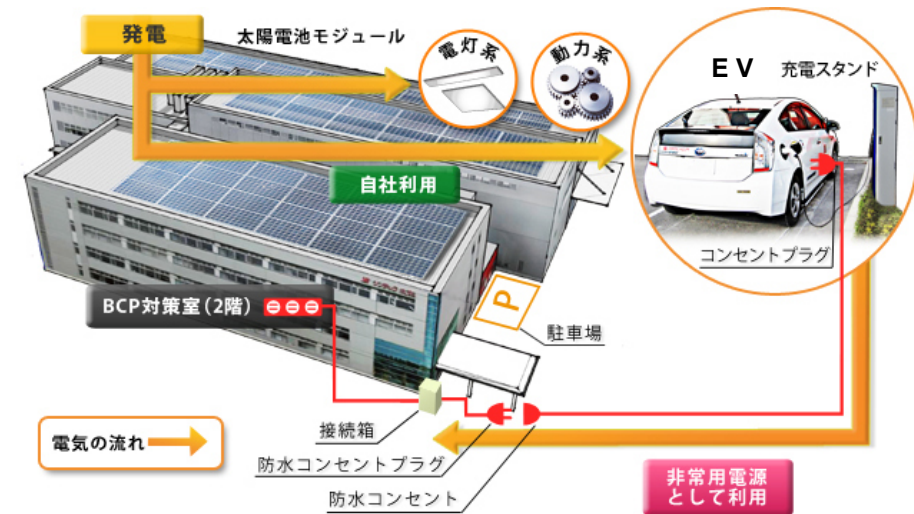


5.2 充電設備、水素ステーションへの対応

充電設備、水素ステーションへの電力供給について、再エネ導入時の空港建築施設における整備内容を整理した。

【技術の概要】

EV化、FCV化されている空港車両の普及は少ないが、将来的には再生エネルギーを利用した空港車両の普及に伴い、充電設備の整備も増えてくると想定される。現状、導入しやすい設備として、EV設備（車両充電設備）が考えられるが、急速充電装置を利用する場合は高容量な電力が必要となる。太陽光エネルギーを利用した電力は、天候の変化によって発電量が異なるため、太陽光発電設備から供給される電力は不安定となる。蓄電池を搭載した発電設備を構築することによって、天候の変化で断続的に発電された電力であっても、一定量の電力を確保することが可能である。



太陽光エネルギーを利用した、EV車向け充電システム

【コスト】

- ・ 系統連系を行う受変電設備の改修 ・ 概算工事費：約1,300～1,900千円
- ・ 整備工期：1～2日程度
 - ※機器の製作期間、仮設・養生期間を含まず
 - ※停電作業のため、年次点検時に実施するなど、計画的に行う必要がある

【留意点、運用への影響】

- ・ 太陽光発電設備による再エネの導入計画においては、太陽光発電電力量に伴い、逆潮流の防止対策等の電力会社との系統連系に関する協議を行う
- ・ 系統連系を行う受変電設備の改修は停電作業となるため、適宜、仮設電源を対応する

5.3 蓄電池設備導入への対応

停電時や災害時に電力を供給可能なように、電力を備蓄する蓄電池設備を、空港建築施設に整備する際に必要となる改修内容について整理する。

【技術の概要】

空港施設建屋内に整備する蓄電池は、設置スペースの確保や搬出入での取り扱いやすさを考慮し、鉛蓄電池（長寿命型）又はリチウムイオン蓄電池を採用することが多い。再エネ計画に必要な蓄電池容量を計画し、蓄電池システムを構成する。特に、リチウムイオン蓄電池は、単位容量当たりの費用が高価ではあるが、耐用年数が鉛蓄電池に比べて長いので、交換労務が削減できる。



蓄電池設備
(開放式の設置例)



蓄電池設備
(キュービクル式の設置例)

【コスト】

- ・鉛蓄電池（屋内型キュービクル式）50kWhを導入した場合：約25,000～30,000千円
- ・リチウムイオン蓄電池（屋内型キュービクル式）66.9kWhを導入した場合：約30,000～35,000千円
- ※設置面積や荷重・発熱量を確認し、建築・構造工事および空調・換気設備の改修費を見込むこと

- ・整備工期：1～2週間程度（機器の製作期間、仮設・養生期間を別途見込むこと）
- ※停電作業となるため、年に一度の受変電設備の年次点検時に実施するなど、計画的に行うこと

【留意点、運用への影響】

- ・夜間利用や災害時のバックアップ電源等、利用する負荷用途をあらかじめ計画しておく
- ・配置場所は、浸水対策だけでなく地震や火災等に対する総合的な安全性を考慮して選定すること
- ・蓄電池設備の設置に伴い所轄消防との協議を行い、消防法の規定に関する協議を行う
- ・系統連系を行う受変電設備の改修は停電作業となるため、適宜仮設電源を対応する