

# 第2回 空港建築施設の脱炭素化に関する検討WG

国土交通省 航空局  
令和4年6月

# 目次

1. 第1回WGご指摘事項等 [資料1] p3 ~ p9
  - ① 主な認証システム
  - ② エネルギー使用量分析（ピーク・オフピーク）
  
2. 空港における建築施設脱炭素化の取組事例紹介 [資料2]
  - ・ 成田国際空港株式会社
  - ・ 東京国際空港ターミナル株式会社
  - ・ 中部国際空港株式会社
  - ・ 関西エアポート株式会社
  
3. 空港建築施設における脱炭素化の取組の方向性 [資料1] p10~p22
  
4. 整備マニュアルの構成案イメージ [資料1] p23~p24
  
5. 今後のスケジュール [資料1] p25~p26

# 1. 第1回WGご指摘事項等

---

# 1-1-1. 主な認証システム

## 1. グリーンビルディング認証の投資効果※1

ザイマックス不動産総合研究所による調査研究

- CASBEE(77棟), CASBEE不動産(36棟), DBJ Green Building認証(90棟), SMBCサステイナブルビルディング (8棟)

- **新規成約賃料に対して4.4%プラス効果**

(一財) 日本不動産研究所による研究

- 貸付可能面積7500m2以下のグループ
- **DBJ Green Building認証のあることで11.9%賃料が高い**

早稲田大学田辺研究室による研究

- J-REIT所有オフィスを対象
- **築年数16~30年の認証取得物件あるいは中規模で認証取得している物件のNOIは9~27%程度高い**

中国における学術研究

- ヘドニック・アプローチによる価格推定
- **LEED認証物件のプレミアム：中国全土 (19.5%)、上海 (25.5%)、北京 (20.8%)**



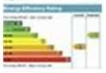






## 2. 認証空港の取組事例

**LEED認証 空港施設：**

- サンフランシスコ国際空港(SFO)
- ロサンゼルス国際空港(LAX)

**BREEAM認証 空港施設：**

- オスロ空港(OSL)
- ヘルシンキ・ヴァンター国際空港(HEL)

評価対象		日本	米国	英国	オーストラリア	シンガポール
個別の建築物	エネルギー性能※2	BELS eマーク 	ENERGY STAR 	EPC  (EU圏で各国が制定)	Green star 	-
	総合的な環境性能	CASBEE DBJ Green Building 認証 	LEED  (全世界で使用可能)	BREEAM  (全世界で使用可能)	NABERS 	BCA Green MASK 
	+健康・快適性等	CASBEE-ウェルネスオフィス	WELL 	-	-	-
不動産会社・ファンド		GRESB				

※1 出典元：東京工業大学 池田伸太郎研究室, WEB ARCHIVE - 池田研究室 東京工業大学MOT,

グリーンビルディングとウェルネス認証が新事業形成に与える影響と展望, 2021年5月作成 (東工大InfoSyEnergy第3回ワークショップ資料), <https://ikedalab.com/web-archive/>

※2 BELS：計画時、ENERGY STAR：運用時、EPC：計画時/運用時(各国が制定)、Green star：計画時

## LEED

LEED -Leadership in Energy & Environmental Design-

認証機関：第3者審査機関である GBCI※1

LEEDは、非営利団体 USGBC ※2 が開発、運用しGBCI が認証の審査を行っているビルト・エンバイロメント（建築や都市の環境）の環境性能評価システム

LEED 認証を受けるためには、グリーンビルディングとして備えるべきいくつかの必須条件（Prerequisite）を満たし、選択項目のポイントを選んで取得することが必要です。

取得したポイントによって認証のレベルが決められます。必須条件と選択項目のポイントは認証システムごとに設定されています。認証件数は93,612件（2022/3現在）、国内197件（2022/2現在）

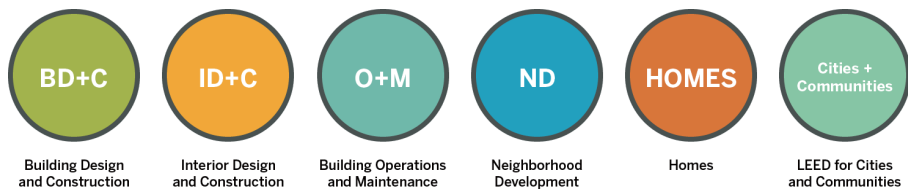
※1 Green Building Certification Inc.（米国）

※2 U.S. Green Building Council（米国）

### 認証システムの種類

評価対象の建物の用途に応じて認証システムを選択し評価を行います。

- BD+C** (Building Design and Construction) 建築設計・建設
  - ・新築または大規模改修を行う建物の設計及び施工を評価します。
- ID+C** (Interior Design and Construction) インテリア設計・建設
  - ・建物の内装（テナント部分）の設計及び施工を評価します。
- O+M** (Building Operation and Maintenance) 既存ビルの運用と管理
  - ・既存建物の管理・運用改善及び小規模改築を評価します。
- ND** (Neighborhood Development) 近隣開発
  - ・複合的なエリア開発の計画段階から設計・施工までを評価します。
- HOMES** (Homes) 戸建・低層住宅
  - ・戸建て及び集合住宅の設計及び施工の工程を評価します。



### 認証レベル

LEED 認証には4つのレベルがあり、取得したポイントによりレベルが決められます。



### 評価項目

各評価項目について、必須条件と選択項目によってポイントを加算して評価します。

v4ではライフサイクルの考えが基準に導入され、建材の環境情報の明示やエンボディド・カーボンの削減がポイントの加算対象になります。



立地と交通手段	16	材料と資源	13
持続可能な敷地	10	室内環境品質	16
水の効率的利用	11	革新性	6
エネルギーと大気	33	地域における重要項目	4

BD+Cの評価ポイント配分 (LEED BD+C) 110点満点

# 1-1-2. LEED認証ターミナルビルを取組事例

## サンフランシスコ国際空港(SFO)ターミナル1 ZNE 対策 LEED v4 スコア-プラチナ

### 2021年 ZNE(Zero Net Energy)報告書



目標

ゼロプログラム進展

全体的な進展

年次進展 (2021 vs 2020)



**ゼロ・ネット・エネルギー**  
2013年より25%削減  
単位: mmbtu



1% エネルギー削減



ZNE 対策	説明
既存建物のアップグレード	器機と制御のアップグレード及びコミッショニング
熱回収チラープラント	空港施設の排熱回収
新築建物のゼロ・ネット・エネルギーレディ化(ZNE)	ZNEコストの資本計画
エネルギーモニタリング	コントロール、メーター、ネットワークデータの更新
オンサイトの再生可能エネルギー	太陽光発電、バッテリーストレージの設置
継続的なコミッショニング	エネルギー管理、ZNE検証Cxチーム
オフサイトの再生可能エネルギー	非化石証書購入
CN 対策	説明
天然ガス使用の段階的廃止	高効率な電気システムや電気器具に交換
低GWP冷媒	新築低GWP冷媒のみ使用
手荷物運搬システムを見直し	手荷物のIDとトレイのIDを結び付けることで、複雑な作業を自動化
冷暖房システムの変更で快適性向上	輻射式冷暖房、天井に輻射パネルを設置



**既存建物のアップグレード**  
器機と制御のアップグレード及びコミッショニング  
初期費用: \$313M



**熱回収チラープラント**  
空港施設の排熱回収  
初期費用: \$670M



**新築建物のゼロ・ネット・エネルギーレディ化(ZNE)**  
ZNEコストの資本計画  
初期費用: \$232M



**エネルギーモニタリング**  
コントロール、メーター、ネットワークデータの更新  
初期費用: \$73M



**オンサイトの再生可能エネルギー**  
太陽光発電、バッテリーストレージの設置  
初期費用: \$194M



**継続的なコミッショニング**  
エネルギー管理、ZNE検証Cxチーム

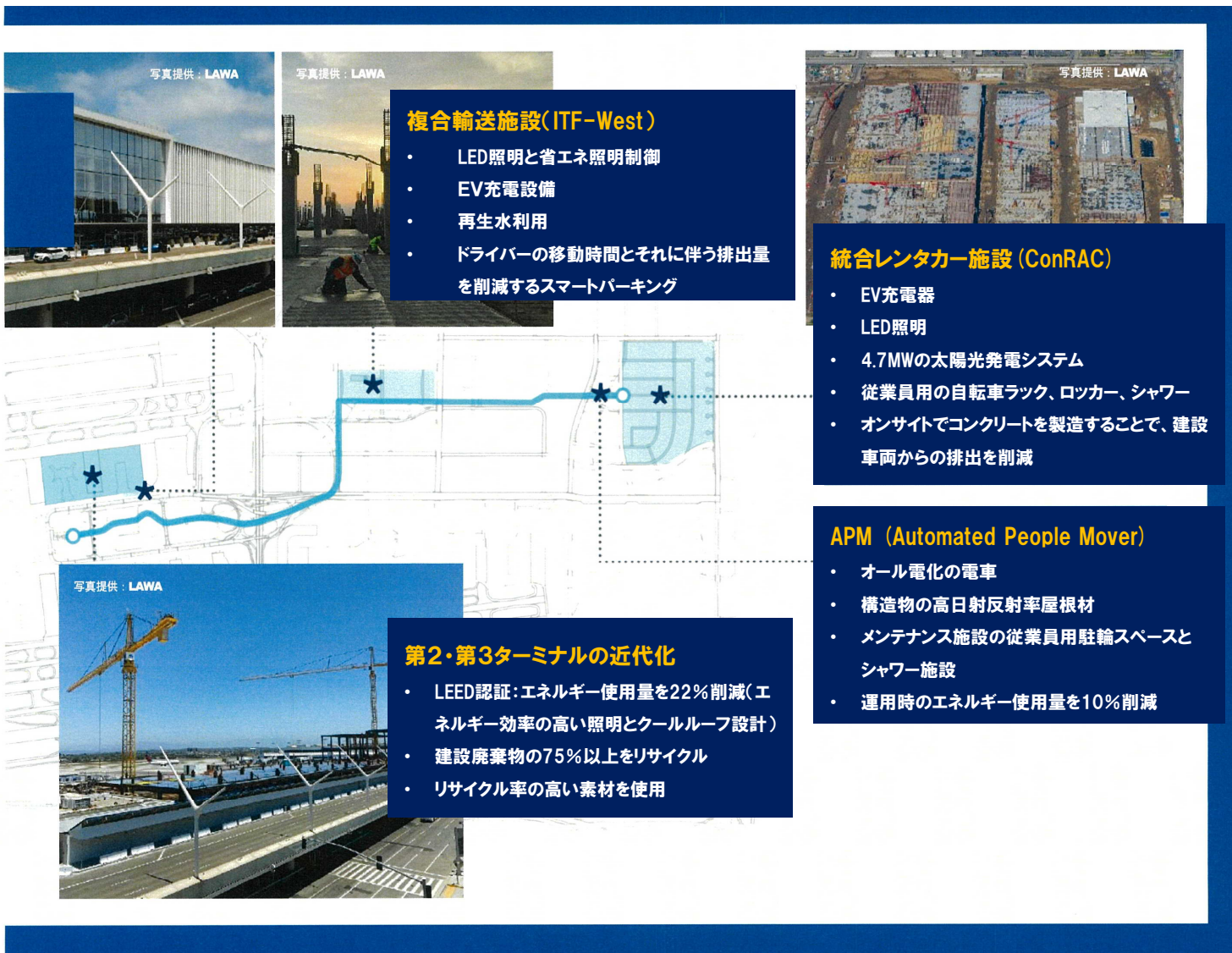


**オフサイトの再生可能エネルギー**  
非化石証書購入  
初期費用: \$139M






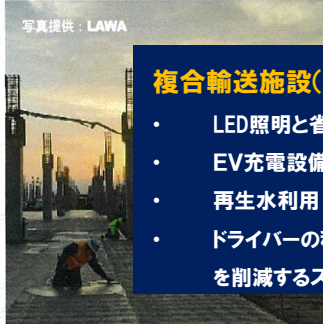
## ロサンゼルス国際空港(LAX)ターミナル1.5※ LEED v4 ゴールド認証



写真提供: LAWA




写真提供: LAWA



### 複合輸送施設(ITF-West)

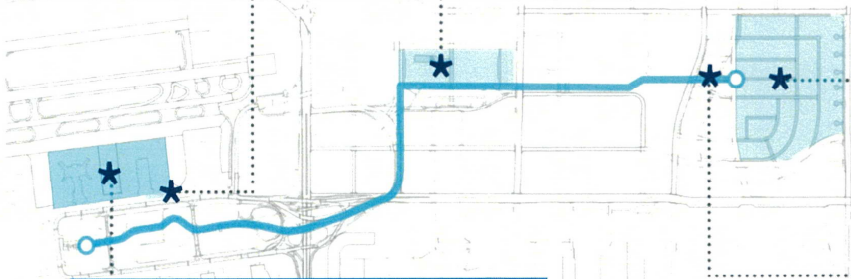
- LED照明と省エネ照明制御
- EV充電設備
- 再生水利用
- ドライバーの移動時間とそれに伴う排出量を削減するスマートパーキング

写真提供: LAWA




### 統合レンタカー施設 (ConRAC)

- EV充電器
- LED照明
- 4.7MWの太陽光発電システム
- 従業員用の自転車ラック、ロッカー、シャワー
- オンサイトでコンクリートを製造することで、建設車両からの排出を削減



写真提供: LAWA



### 第2・第3ターミナルの近代化

- LEED認証: エネルギー使用量を22%削減(エネルギー効率の高い照明とクールルーフ設計)
- 建設廃棄物の75%以上をリサイクル
- リサイクル率の高い素材を使用

### APM (Automated People Mover)

- オール電化の電車
- 構造物の高日射反射率屋根材
- メンテナンス施設の従業員用駐輪スペースとシャワー施設
- 運用時のエネルギー使用量を10%削減

 ※出典元: Los Angeles World Airports, LAWA 2020 Sustainability Report\_PB, <https://www.lawa.org/lawa-sustainability/resources> (LAWA公表資料を和訳)

※ターミナル1.5: ターミナル1とターミナル2の接続部

## BREEAM

-Building Research Establishment's Environmental Assessment Method-

認証機関：BRE：Building Research Establishment（英国）

BREEAMはBRE（英国建築研究所）によって開発された建築環境に関する世界初の**持続可能性評価システム**。

建築物に関連する特定の環境影響や問題に対してクレジットが割り当てられており、影響を緩和していること、問題に対応していることを証明することでクレジットが与えられる。各評価項目で取得したクレジットの割合に、対応する評価項目の加重を乗じ各評価項目のスコアを算出し、各評価項目の合計スコアで認証のレベルが決定される。

### 認証システムの種類

#### BREEAM Communities

大規模な建築物のマスタープランニングを対象とする。

#### CEEQUAL

土木、インフラ、造園、公共空間の工事等を対象とする。

#### BREEAM New Construction

新築の非住宅建築物を対象とする。

#### Home Quality Mark

新築住宅を対象とする。

#### BREEAM In-Use

運用中の既存建築物を対象とする。

#### BREEAM Refurbishment and Fit-out

建築物の改修・改装を対象とする。



Communities



CEEQUAL



New construction



HOME QUALITY MARK



In-use



Refurbishment and fit-out

### 認証レベル

BREEAM認証には5つのレベルがあり、取得したスコアによりレベルが決定される。スコアの合計は100%を上限とする。

BREEAM認証レベル		スコア(%)
OUTSTANDING	(極めて優れている)	≥ 85
EXCELLENT	(素晴らしい)	≥ 70
VERY GOOD	(とても良い)	≥ 55
GOOD	(良い)	≥ 45
PASS	(合格)	≥ 30

### 評価項目

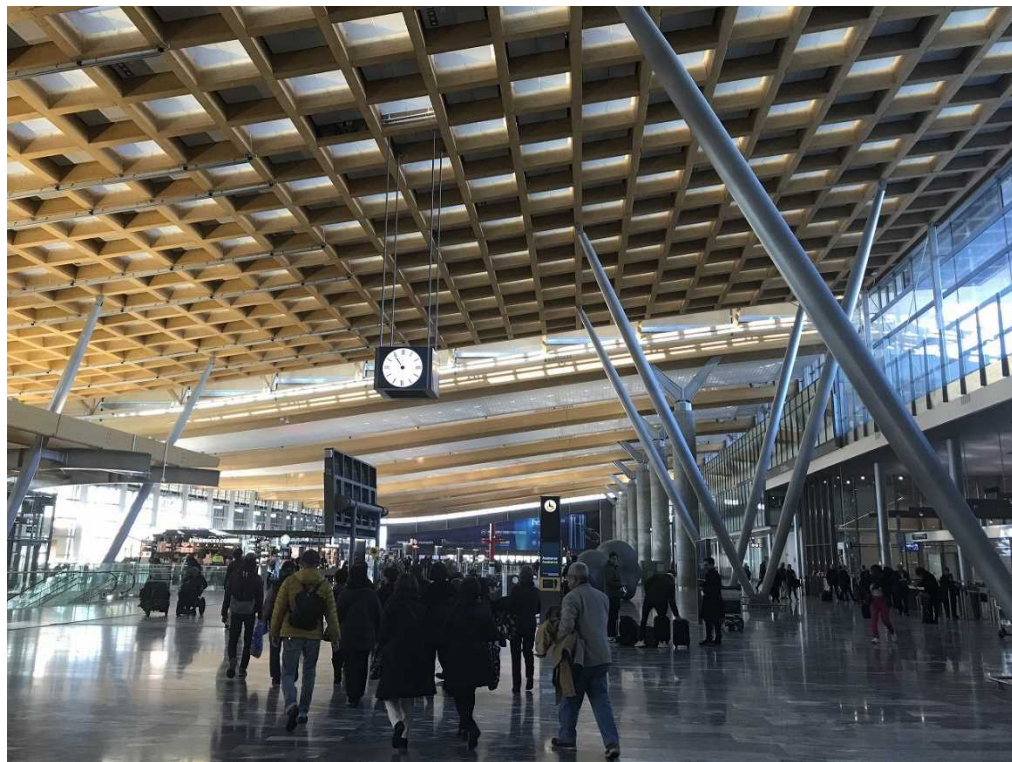
- ・10個の評価項目ごとに、該当する項目のクレジットを加算して評価する。(主要分野での最低基準あり)
- ・達成された各Innovationクレジットに対して最終的なスコアにさらに1%加算することができる。(最大10%)

評価項目			
①Management	管理	⑥Materials	材料
②Health and wellbeing	健康と快適性	⑦Waste	廃棄物
③Energy	エネルギー	⑧Land use and ecology	土地利用と生態系
④Transport	交通	⑨Pollution	汚染
⑤Water	水	⑩Innovation	革新

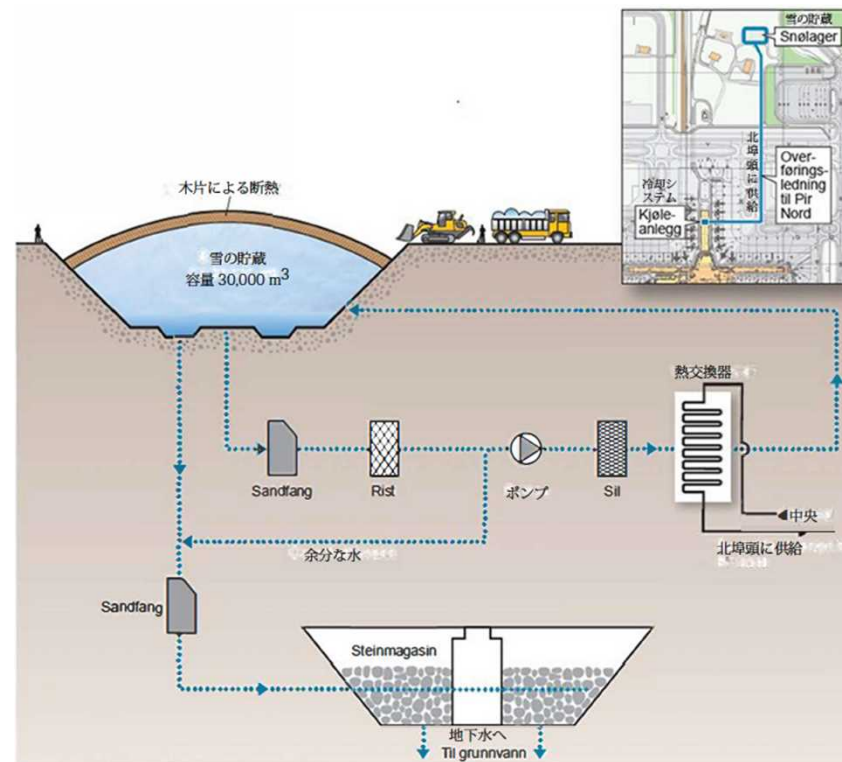


## オスロ空港(OSL) BREEAM Excellent 認証 (2017年増築部分)

- 木造屋根や構造材・内装の木質化、環境配慮の建材（リサイクル材利用のコンクリート等）を採用
- 空港施設から放流される下水より、下水熱を回収し暖房に利用
- 空港施設から離れた敷地に雪貯蔵を行い、雪解け水で冷水を製造し冷房に利用
- 2020年において、エネルギー消費量を38%(2012年度比)を削減



図：オスロ空港 出発ロビー



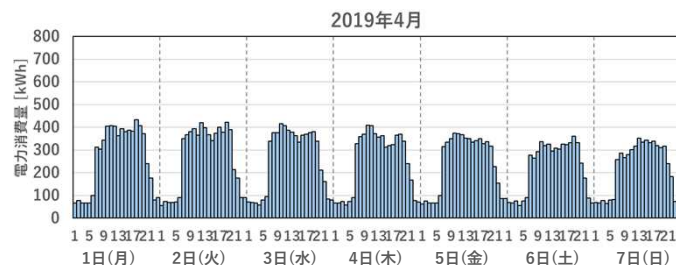
図：オスロ空港 雪冷房システム

# 1-2. エネルギー使用量分析 (ピーク・オフピーク)

## エネルギー使用量分析(ピーク・オフピーク:エネルギー消費量,高松空港旅客ターミナル※1)

- 中間期4月と冬期2月の昼間電力は400kWh程度、冬期2月の夜間電力は昼間電力と同程度
- 夏期8月の昼間電力は、正午と夕方※2にピーク電力が発生
- ミドルロード (ピークとベースの中間) が多く、4月の夜間のような低電力需要の発生頻度は少ない。
- 月別の電力消費量は外気条件と相関 (≒空調負荷)
- 月別のLPガス消費量は飲食テナントでの使用が多いことから、消費量の推移が概ね乗降客数と連動

### 電力消費量(時刻別・中間期)



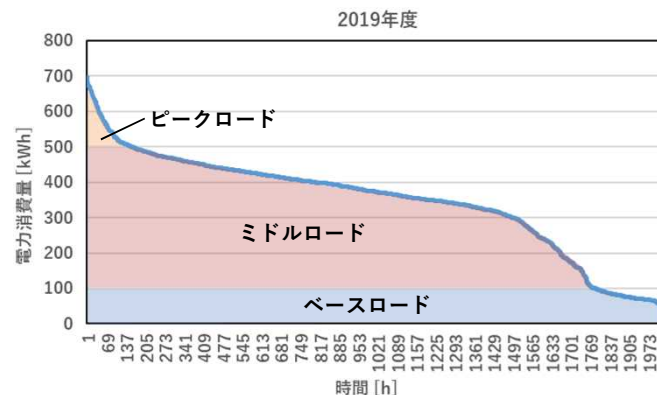
### 電力消費量(時刻別・夏期)



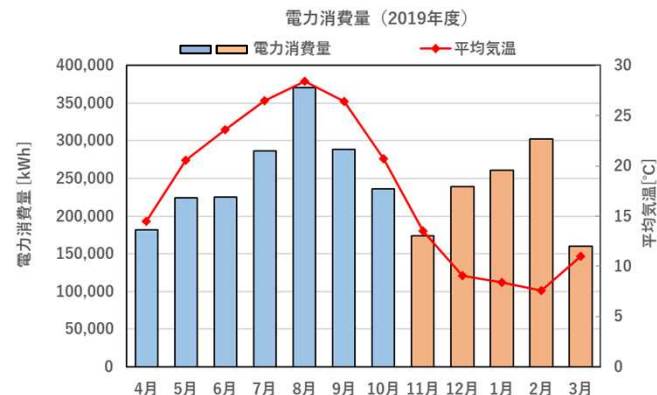
### 電力消費量(時刻別・冬期)



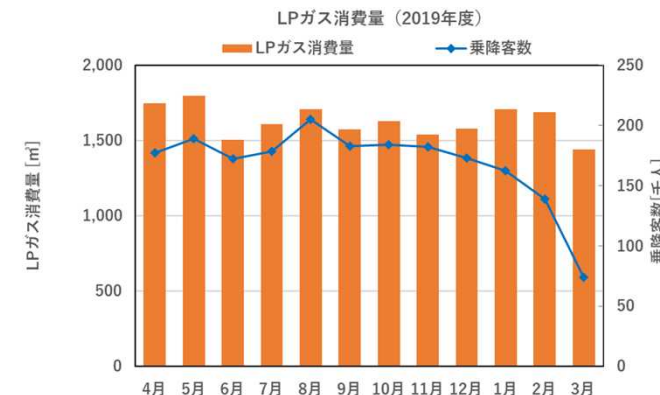
### デュレーションカーブ※3,4



### 電力消費量(月別)



### LPガス消費量(月別)



※1 SRC造・RC造・鉄骨造 地上3階、延べ面積 16,457.57㎡

※2 営業時間 7:00~22:00

※3 電力需要の大きさとその時間との関係を示すため、対象となる期間の負荷について、その発生した時間とは無関係に大きい順に並び替えた曲線 (負荷持続曲線)

※4 月代表の1週間168時間x12月=2016時間

### 3. 空港建築施設における脱炭素化の取組の方向性

## 3-1. 推進計画ガイドラインと整備マニュアルの目的・位置づけ

- 整備マニュアルでは、推進計画※1で示した取組の実施主体が各事業実施段階で検討する際に留意すべき事項を記載する。

### 推進計画ガイドライン ※2

#### 【目的・位置づけ】

- 空港管理者が、空港脱炭素化推進のための計画（推進計画）の作成に当たって、空港施設・空港車両等からCO<sub>2</sub>排出量を削減する方策及び空港の再生可能エネルギー拠点化に向けた方策等についての検討を適切かつ、迅速に行うための一助とする。
- 推進計画における記載項目・内容等を示すとともに、各項目について検討を行う際の考え方等を解説。

#### 【空港の特徴等】

- 地理的特性等・空港の利用状況
- 空港施設等の状況・関連する地域計画での位置付け

#### 【基本的な事項】

- 空港脱炭素化推進に向けた方針
- 温室効果ガス排出量・目標年次及び目標
- 空港脱炭素化を推進する区域
- 検討・実施体制及び進捗管理の方法

#### 【取組内容、実施時期及び実施主体】

- **空港施設に係る取組（空港建築施設の省エネ化、航空灯火のLED化）**
- 空港車両に係る取組（空港車両のEV・FCV化等）
- **再エネの導入促進に係る取組（太陽光、蓄電池・水素等）**
- 航空機に係る取組（駐機中、地上走行中等） など

### 空港建築施設整備マニュアル（案）

#### 【目的・位置づけ】

- 空港脱炭素化事業の実施主体が、推進計画を適切に実行していくために、必要な施設整備計画の検討段階、設計・施工段階、運用・管理段階において、遵守すべき関連法令や参照すべき関連ガイドライン等を記載。
- 空港運用の特性を踏まえ、再エネ・省エネ設備の導入・運用に際して、関連ガイドライン等には記載されない安全性等の確認や航空機・空港施設への影響などの考慮すべき事項を記載。

#### 【空港施設に係る取組】

- **空港建築施設への省エネ・再エネの対応策、その効果と費用及び留意事項について整理する。**

##### ① 空港建築施設の脱炭素化の手法

・省エネ手法、再エネ手法

##### ② その他空港建築施設の脱炭素化事例

##### ③ 空港脱炭素化技術への建物側での留意事項

##### ④ 参考資料（先進的な取組事例、関係法令・基準）

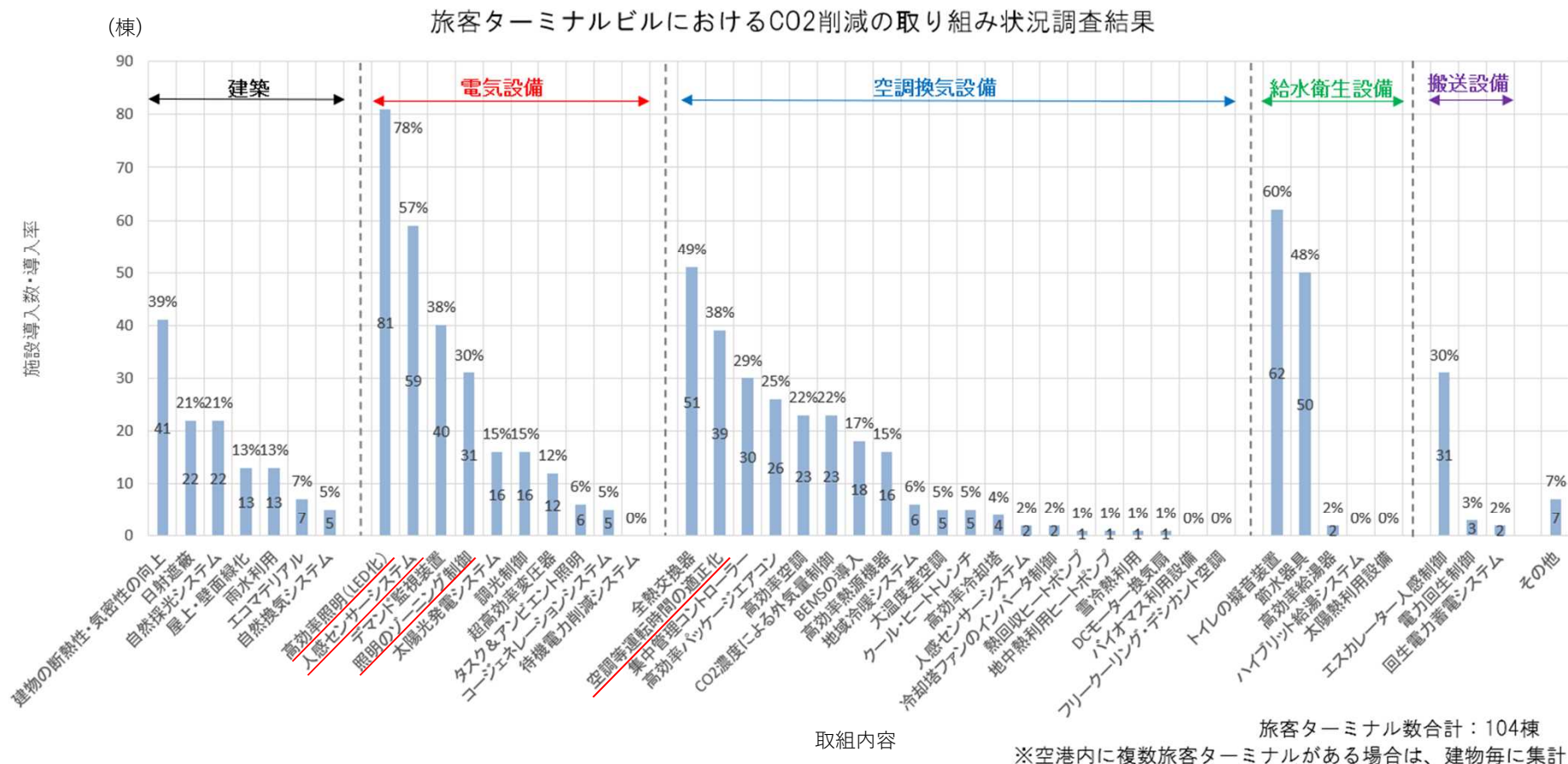
※1 空港脱炭素化推進のための計画

※2 空港脱炭素化推進のための計画策定ガイドライン（初版）令和4年3月



# 3-2-1. 建築施設の省エネ化（省エネ取組事例）

- ▶ 令和3年5月に国内空港における旅客ターミナル毎のCO<sub>2</sub>排出量削減の取組状況について、実施アンケート調査を実施
- ▶ 高効率照明（LED化）は殆ど全ての空港において実施されている(78%)
- ▶ 取組項目の中で導入率が高い取組として、照明の人感制御・ゾーニング制御や、空調の運転時間適正化等の「設備の高効率化」が挙げられるが、全体的には各分野において低い導入率となっている
- ▶ 現在、築後10～30年の建築物が過半数を占めており、設備機器更新時に比較的採用しやすい（コスト的にも）設備が優先的に採用されている傾向にある
- ▶ これらを踏まえ横展開に向けた省エネ取組の特性（コスト、効果、導入時の課題など）を整理し効果的な手法を検討





## 3-2-2. 建築施設の省エネ化（サンプル空港による省エネ効果検証）

### ■既存施設の省エネに向けてのサンプル空港の抽出方針

#### 既存建物施設の省エネ化検討

##### ▶ トップ3 空港の省エネ検討

- ・ 旅客ターミナルビル（大規模） 羽田T3(H22新築時)※建設後増築あり
- ・ 貨物ターミナルビル（大規模） 成田（H20）

##### ▶ 地域特性のある空港の省エネ検討

- ・ 旅客ターミナルビル（中規模） 那覇国際(H26新築時)※建設後増築あり
- ・ 旅客ターミナルビル（小規模） 花巻（H21）
- ・ 貨物ターミナルビル（中規模） 福岡国内(H29）

##### ▶ その他空港施設の省エネ検討

- ・ 格納庫 中部飛行検査(H26)
- ・ 官庁施設 庁舎管制塔 那覇(R2)、神戸（H17）

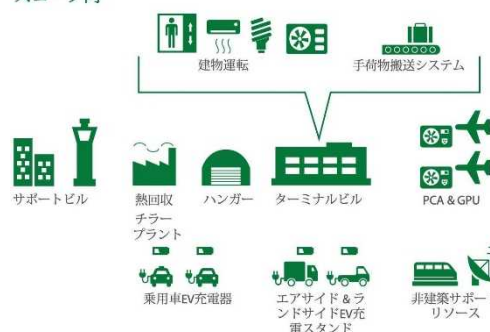
#### 再エネ導入検討

- ▶ 空港施設（車両除く）のエネルギーソースは電力が圧倒的に多い。≡再エネとの親和性が高い

### ■サンプル空港による省エネ効果検証

- ・ 既存建物の省エネ計算(WEBPRO)結果を基に、各施設に導入可能な省エネ手法を抽出し、CO<sub>2</sub>排出量削減効果を検証する。
- ・ 計測結果と省エネ計算(WEBPRO)との差異について、運用形態を基に分析を行う。
- ・ 建物用途、建物規模、地域特性ごとにエネルギー消費特性を分析し、導入効果の高い省エネ・再エネ技術を検討する。

スコープ内



スコープ外



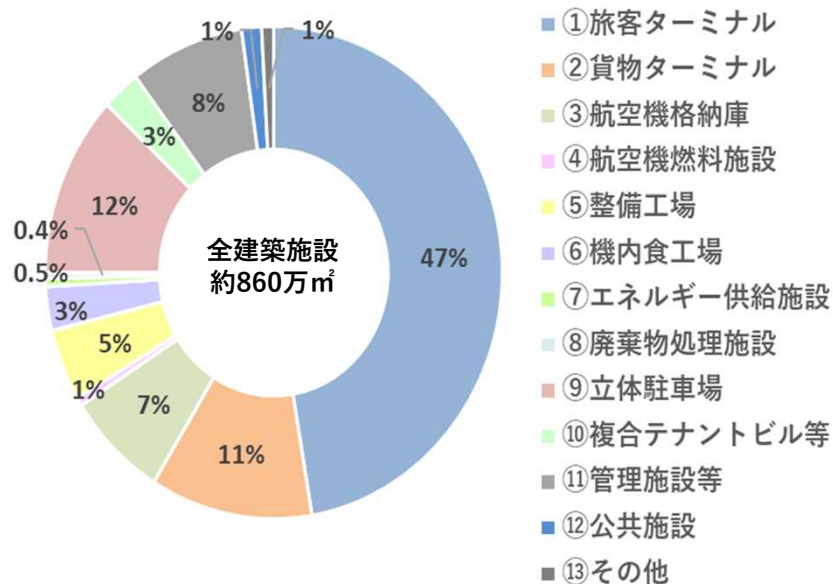
スコープは空港建築施設

## 3-2-2. 建築施設の省エネ化（サンプル空港による省エネ効果検証）

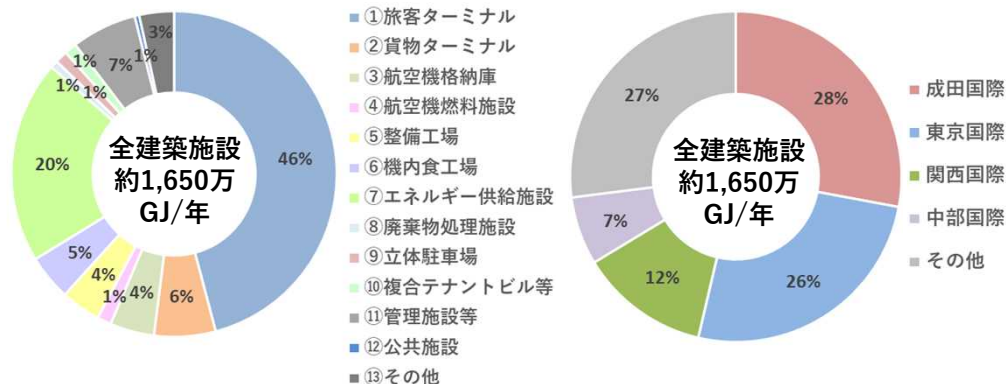
### ■ 既存施設の省エネに向けてのサンプル空港の抽出分析 1

- 空港建築施設の**総ストック量は延べ面積約860万㎡**ある。
- そのうちの**47%を旅客ターミナルが占めており**、次いで貨物ターミナルや立体駐車場、管理施設等の割合も高い。
- 空港建築施設における一次エネルギー消費量のうち、**46%を旅客ターミナルが占めており**、その他はエネルギー供給施設や管理施設、貨物ターミナルの割合も高い。
- 一次エネルギー消費量の多い上位4空港のエネルギー消費が全体の70%以上を占める。

### 用途別 建築施設ストック量(延べ面積)



### 一次エネルギー消費量※1,2(用途別・空港別)



※1 一次エネルギー消費量は2019年度のデータをもとに推計したもの。

※2 下表サプライチェーン排出量の算定範囲のうち、Scope1,2を含む。

サプライチェーン排出量：事業者自らのCO<sub>2</sub>排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆるCO<sub>2</sub>排出を合計した排出量。Scope1、Scope2、Scope3の合計。

表：空港におけるサプライチェーン排出量の算定範囲(例)

	定義	該当する活動(例)
Scope1	事業者自らによる温室効果ガスの直接排出	燃料(油・ガソリン等)の燃焼
Scope2	他社から供給された電気、熱・蒸気の仕様に伴う間接排出	電気の使用
Scope3	Scope1,2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)	航空機、作業用車両の使用等

## 3-2-2. 建築施設の省エネ化（サンプル空港による省エネ効果検証）

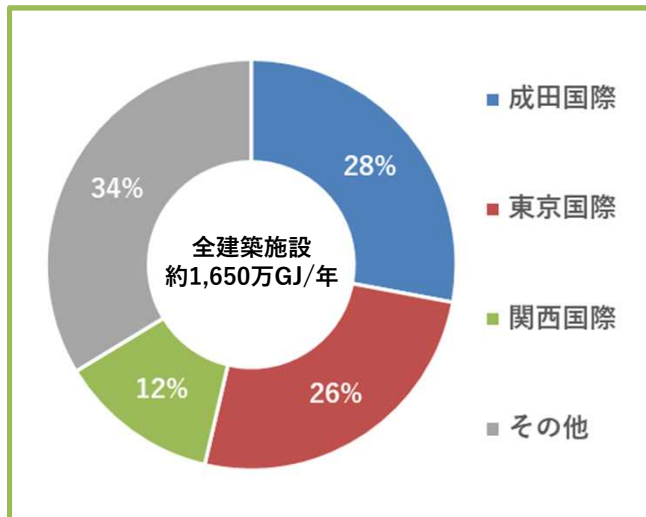
### ■ 既存施設の省エネに向けてのサンプル空港の抽出-分析2

- 一次エネルギー消費量の多い上位3空港を抽出した。
- 上位3空港のエネルギー消費が**全体の約70%を占める。**
- 旅客ターミナルにおいて、上位3空港のエネルギー消費が**全体の約50%を占める。**
- 貨物ターミナルにおいて、上位3空港のエネルギー消費が**全体の約75%を占める。**
- 空港建築施設は一般的なオフィスビルと比較して**施設の運用時間<sup>※1</sup>が長い**ため、**エネルギー消費量も多い。**

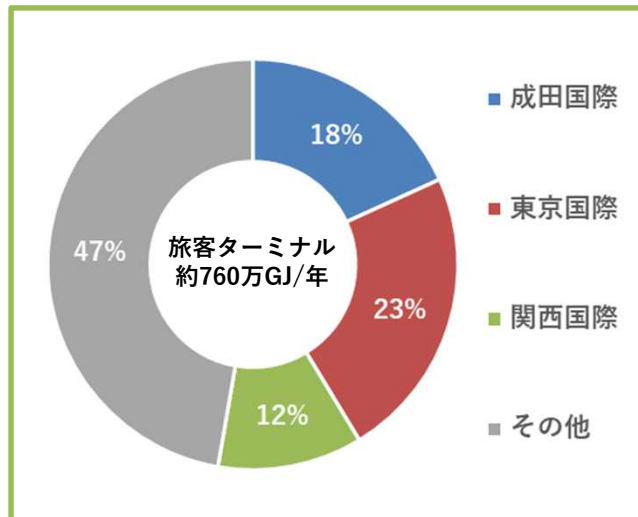
上位3空港の大規模空港の中からサンプル空港を抽出し、旅客ターミナルと貨物ターミナルの省エネ検討を行う。

### 一次エネルギー消費量<sup>※2</sup>(用途別・空港別)

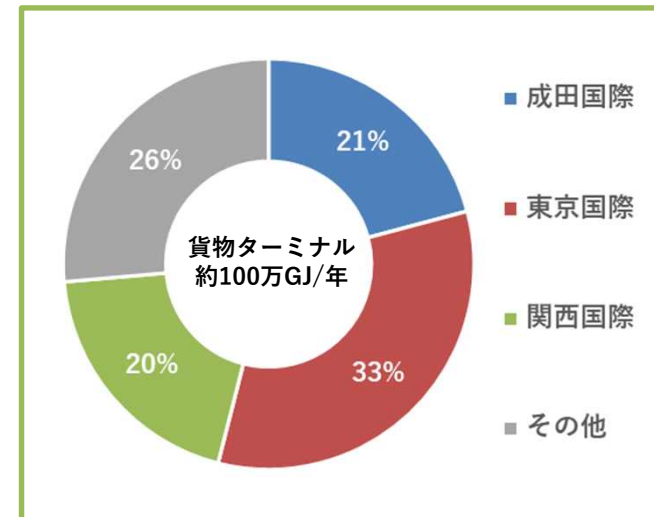
全用途合計（再掲）



旅客ターミナル



貨物ターミナル



※1 資料3（参考資料）P.13を参照

※2 一次エネルギー消費量は2019年度のデータをもとに推計したものの。

## 3-2-2. 建築施設の省エネ化（サンプル空港による省エネ効果検証）

### ■ 既存施設の省エネに向けてのサンプル空港の抽出-分析 3

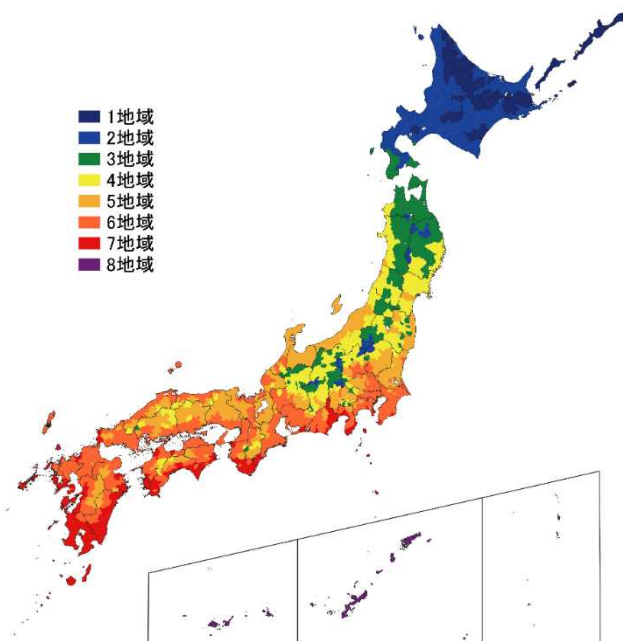
- ▶ 旅客ターミナルの一次エネルギー消費量のうち、**電力が大部分を占めている**。
- ▶ 旅客ターミナル毎にエネルギー構成が異なるが、**平均して約2,000MJ/m<sup>2</sup>・年程度**の一次エネルギー消費量がある。
- ▶ 6地域に比べ、1,2,3地域は燃料消費量が多く、7,8地域は電力消費量が多い。

地域特性のあるサンプル空港を抽出して、旅客ターミナルと貨物ターミナルの省エネ検討を行う。

### 省エネ基準 地域区分※1,2

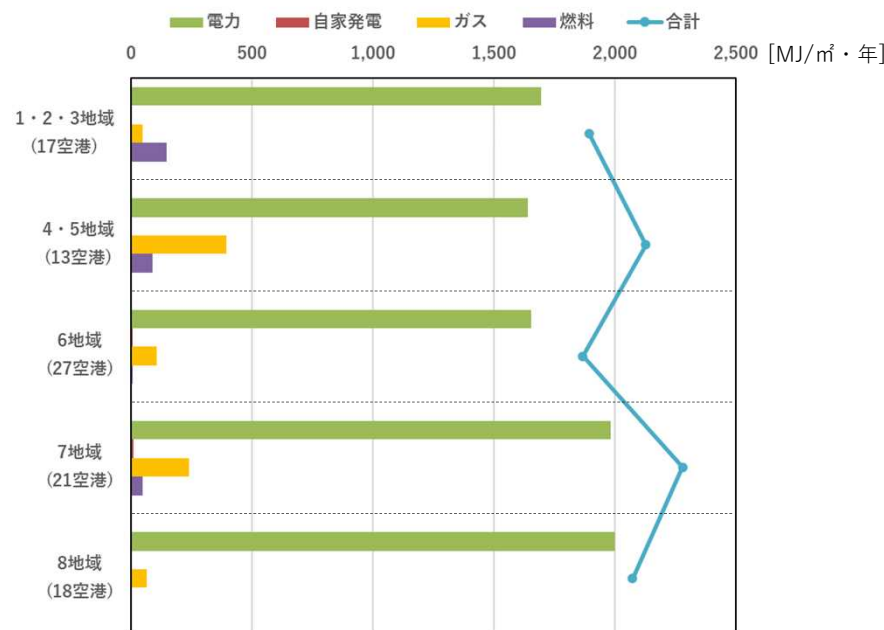
地域区分とは、全国を市町村単位別に主に外気条件を評価軸として8つの地域に分けた区分で、省エネルギー基準に準拠した建築物のエネルギー消費性能の評価に使用される。

1,2地域は北海道などの寒冷な地域、5,6地域は都市部、地域7,8は沖縄県などの温暖な地域。



### 地域区分別 一次エネルギー消費量

旅客ターミナルビルの一次エネルギー消費量(m<sup>2</sup>当たり)を地域区分別に分類し比較を行った。



※ 一次エネルギー消費量は2019年度のデータをもとに推計したものの。

※ 一次エネルギー消費量は旅客ターミナルのみを推計。

※ 自家発電は太陽光・風力等によるものを推計し、CGS等は除く。

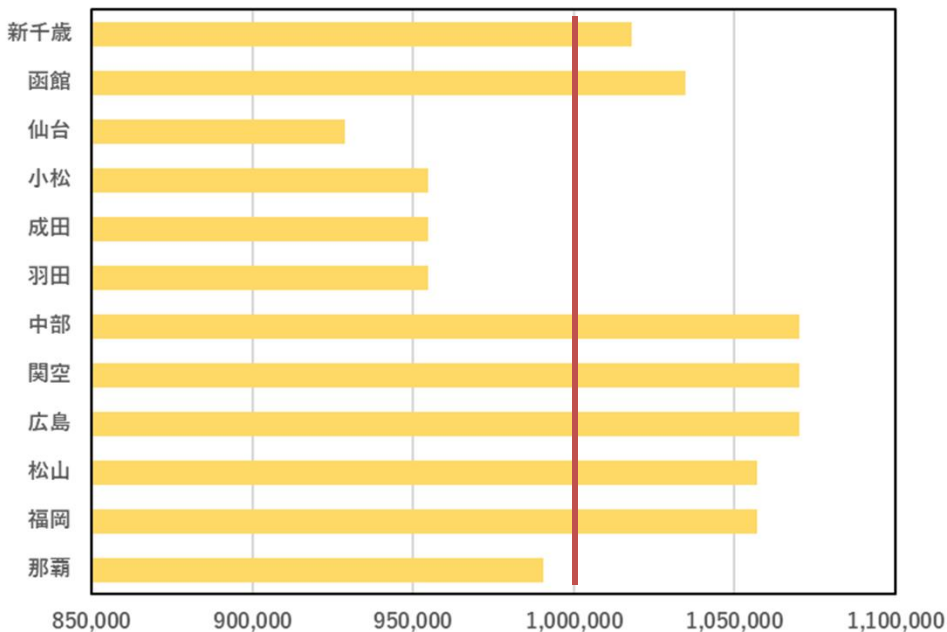
※1 全国を市町村単位別に主に外気条件を評価軸として8つの地域に分けた区分

※2 出典元：国立研究開発法人建築研究所,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#2-1>

## 空港別の太陽光発電による再エネルギー量 (WEBPRO試算)

太陽光発電の試算条件※1 (発電容量、方位角、設置角度) を「エネルギー消費性能計算プログラム (WEBPRO)」に入力することで、年間日射地域区分※2に応じた各空港の年間発電量が算出される。

下図の赤線は新千歳空港～那覇空港の試算発電量の平均値 (約1,000,000MJ/年)を示す。

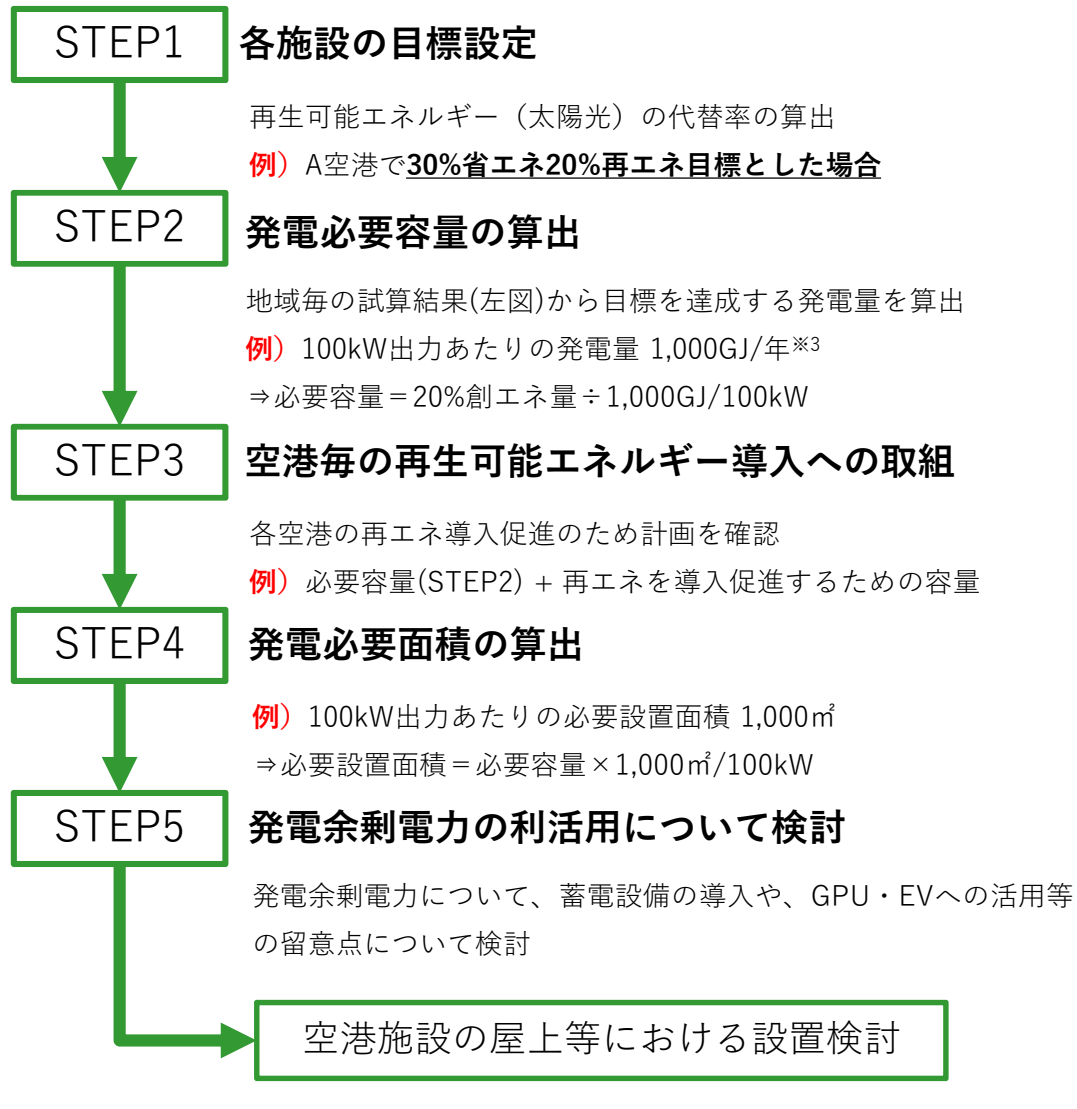


※1 試算条件：発電容量 100kW、方位角 真南、設置角度 45°

※2 省エネ基準の地域区分 (下表参照)

	新千歳	函館	仙台	小松	成田	羽田	中部	関空	広島	松山	福岡	那覇
省エネ基準	2	3	5	6				7		8		
地域区分	3			4				5				
年間日射	3			4				5				
地域区分	3			4				5				

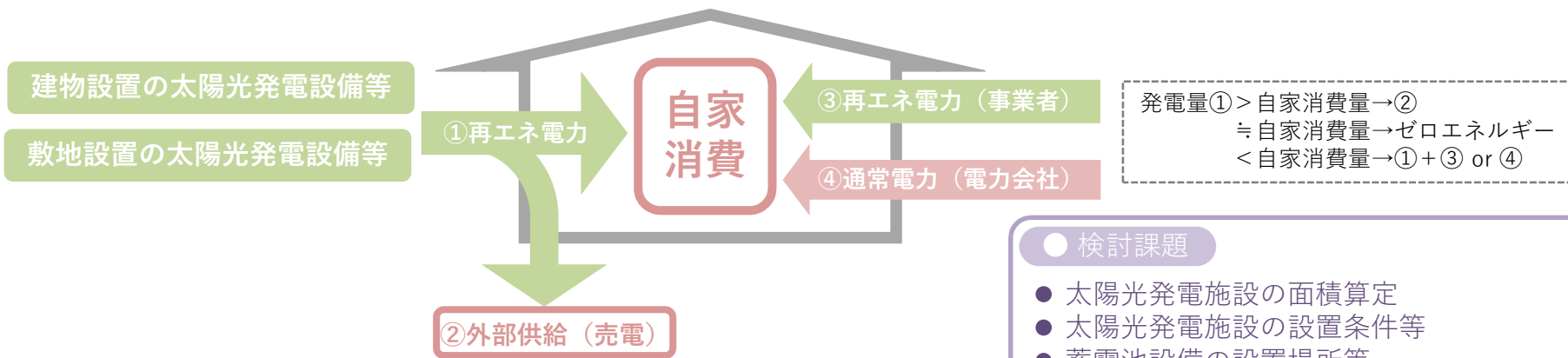
## 再生可能エネルギーの導入フロー(案)



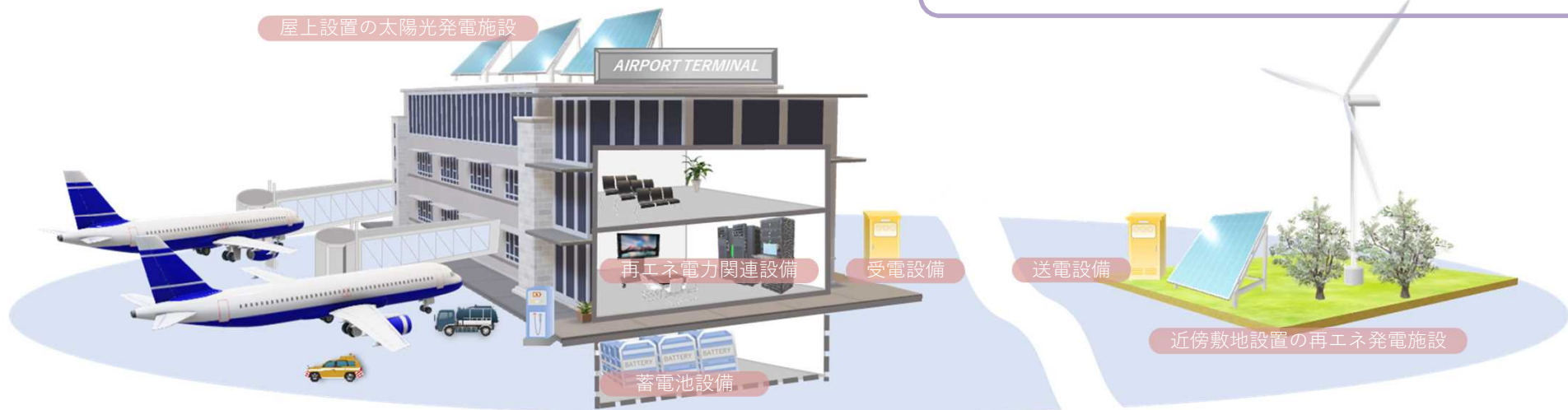
※3 地域・設置方法によって太陽光発電による創エネルギー量は異なる  
左図の新千歳空港～那覇空港の試算発電量の平均値より1,013,500MJ/年 ÷ 1,000GJ/年



- 空港建築施設の屋上面に設置されている太陽光発電のうち、80%以上の施設は自家消費している。
- 自家消費先は、当該施設内の照明・コンセント、空調設備への利用。
- 大規模空港で太陽光パネルを設置する上では、安全性の点から、反射による眩しさを考慮する必要がある。
- 日中に発電された余剰電力の活用（他施設への供給、車両等への蓄電）についても今後検討する必要がある。



- 検討課題
- 太陽光発電施設の面積算定
  - 太陽光発電施設の設置条件等
  - 蓄電池設備の設置場所等
  - 通常電力（電力会社）のCO<sub>2</sub>排出係数
  - 他の再エネ利用条件等
  - 外部供給（売電）の需要



## エンボディド・カーボン

- エンボディド・カーボンとは、建設時の製造・運搬・解体におけるCO<sub>2</sub>排出量
- オペレーショナル・カーボンとは、建設以降の運用時に発生するCO<sub>2</sub>排出量
- エンボディド・カーボンの算出方法については、国内では「建築物のLCAツール」があるが、データベースの再編や活動量算出の手法について議論が進行中となっている。
- 米国では、政府プロジェクト<sup>[1]</sup>にエンボディド・カーボンの削減要件（コンクリート排出量-20%）を掲げる。州発注<sup>[2]</sup>の使用建材にCO<sub>2</sub>排出量リミットを設ける。など、エンボディド・カーボン削減が推進されている。



### Embodied Carbon

製造・運搬・建設・解体・廃棄

### Operational Carbon

運用

出典元：[1] BuildingGreen, Feds Introduce Decarbonization Specs for Government Projects, <https://www.buildinggreen.com/newsbrief/feds-introduce-decarbonization-specs-government-projects>

出典元：[2] California Department of General Services, Buy Clean California Act (BCCA), <https://www.dgs.ca.gov/PD/Resources/Page-Content/Procurement-Division-Resources-List-Folder/Buy-Clean-California-Act>

## 脱炭素建材の採用

- CO<sub>2</sub>排出量の小さな建材の採用によりエンボディド・カーボンを削減
  - 排出量の算出：建材製造者
  - 排出量の確からしさ：認証制度（エコリーフ※など）
  - 排出量のオフセット：国連認証排出権（CER）など

表：建築資材毎のCO<sub>2</sub>排出量一覧表

部位	部材名称	単位	CO <sub>2</sub> 排出量 kg-CO <sub>2</sub> /☆
杭	現場打RC杭(ポルトランド) Fc24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	376.09
	現場打RC杭(B種高炉) Fc24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	325.88
	現場打RC杭(B種高炉-再生骨材) Fc24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	304.82
	鋼管杭	m <sup>3</sup>	304.82
	PCコンクリート杭	m <sup>3</sup>	1,160.94
コンクリート	ポルトランドセメント Fc24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	296.09
	ポルトランド+再生砕石 Fc24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	275.02
	B種高炉セメント Fc24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	245.88
	結晶化骨材 Fc24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	182.19
	PCコンクリート (Fc24N/mm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	363.61
鉄骨	鉄骨(高炉)	kg	1.53
	鉄骨(電炉)※	kg	0.66
防水	屋根 歩行防水 (断熱材を除く)	m <sup>2</sup>	50.57
	屋根 露出防水 (断熱材を除く)	m <sup>2</sup>	5.17
	シート防水 (断熱材を除く)	m <sup>2</sup>	9.25
床材	タイルカーペット	m <sup>2</sup>	16.13
	タイルカーペット(カーボンオフセット済)※	m <sup>2</sup>	8.10
	OAフロア(セメント)	m <sup>2</sup>	48.58
	OAフロア(金属)	m <sup>2</sup>	154.64



※エコリーフ：環境ラベルの国際標準規格に準拠した、製品の全ライフサイクルにおける環境情報を定量的に開示する国産の環境ラベル  
建材で登録されているものは鋼材、カーペット、塗料などに限られる

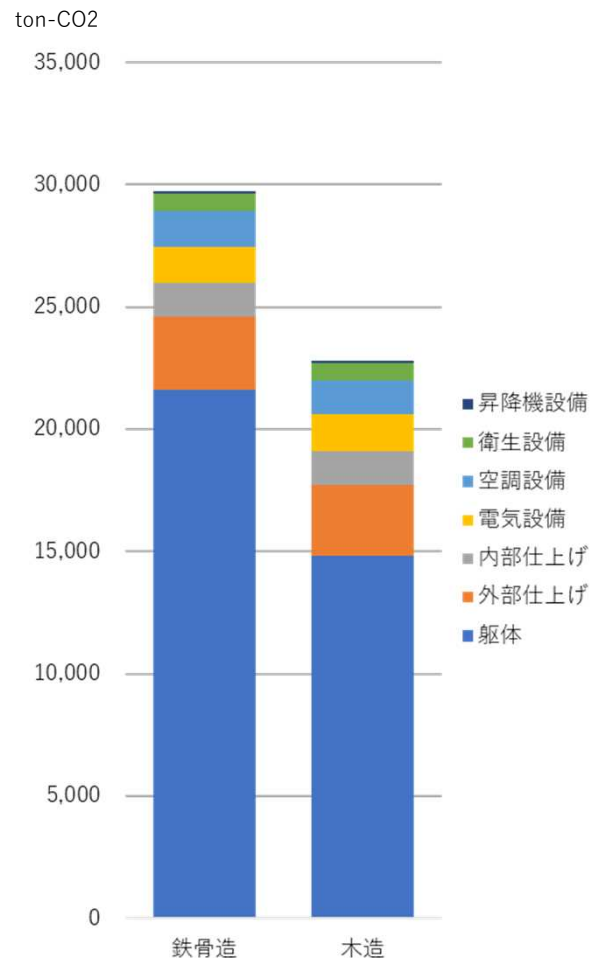


国内でも建築資材のCO<sub>2</sub>排出量データや建設時の排出量計算ツールが整備されることで、エンボディド・カーボンの表示がオペレーショナル・カーボン同様に重要視されることが想定される。

### 3-4-3. エンボディド・カーボンの紹介（試算事例）

- 建築物の躯体を木質化することでエンボディド・カーボン低減につながる。（「建築物のLCAツール」を基に算出）
- 日本は地震が多く、構造体が太いため海外に比べエンボディド・カーボンも多くなる。
- 今後、設備や内装木質化のエンボディド・カーボンについても検討が必要となる。

#### 構造部材(柱・梁)の木質化検討事例



＜試算例＞

格納庫

25,000m<sup>2</sup>

設備、内装は同程度

約7,000ton-CO<sub>2</sub>削減

※ 建築物のLCAツールによる試算[WG事務局での試算]

### 3-5. 検討方針の取りまとめ

- ▶ 空港建築施設の脱炭素化に向けた取組について、各空港建築施設における運用面や施設の特徴、使用実態を踏まえた検討を実施
- ▶ 空港建築施設の改修時、新築時の省エネ・再エネ等対応に向けた項目を整理

項目	検討方針
省エネ対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建築物省エネルギー法におけるBEI 値(WEBPRO)を指標として、ターミナルビル、貨物ビル、格納庫、庁舎等の省エネ技術の検討を行う。</li> <li>・ 一般的なターミナルビルの要件（建物規模、構造、立地、主要機能）を基にしたモデルケースプランについてを作成し、地域特性を考慮した省エネ技術の検討を行う。</li> </ul>
再エネ（太陽光発電）導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建築物省エネルギー法における効率化設備の一次エネルギー量(WEBPRO)を指標として、再エネ技術の検討を行う。</li> <li>・ 年間のエネルギー消費量からZEB 化及び炭素クレジットの創出に必要な発電容量を算出する。</li> <li>・ 各空港建築施設に適した太陽光発電パネルの設置位置、設置方法を検討する。</li> <li>・ 発電余剰電力について、蓄電設備の導入や、GPU・EVへの活用等の留意点について検討する。</li> </ul>
その他の脱炭素化に関する取組	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エンボディドカーボンの事例について調査する。</li> <li>・ 車両、GPU、太陽光発電等、その他空港施設との関係、導入にあたって建物側で留意すべき事項について整理する。</li> <li>・ 海外の先進的な省エネ関連事例を調査する。</li> <li>・ 再エネの導入においては、蓄電池の導入や災害時の周辺地域への電源供給などレジリエンスの強化について整理する。</li> </ul>



## 4. 整備マニュアルの構成案イメージ

---

1. はじめに
2. 本マニュアルについて
  - 2.1 本マニュアルの目的及び位置づけ
  - 2.2 用語の定義
3. 空港建築施設の脱炭素化の手法
  - 3.1 空港建築施設の種類
  - 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 再生可能エネルギーの導入手法
4. 建築資材等の脱炭素化について
  - 4.1 CO<sub>2</sub>排出削減資材の事例紹介
  - 4.2 エンボディド・カーボンへの取組事例紹介
5. その他の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 空港車両の脱炭素化への対応
  - 5.3 再エネルギー発電・蓄電池設備等への対応
6. 参考資料
  - 6.1 先進的な取組事例
  - 6.2 関係法令、関係基準

## 5. 今後のスケジュール

---

## 5. 今後のスケジュール(予定)

<p>2022年3月23日</p>	<p><b>第1回 WG &lt;WG立ち上げ&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○空港建築施設における特徴・現状の整理（施設諸元・エネルギー使用量・脱炭素化の取組状況）</li> <li>○特徴・現状を踏まえた留意点の整理</li> <li>○今後の検討事項</li> </ul>
<p>2022年6月13日</p>	<p><b>第2回 WG &lt;検討の方向性&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○空港建築施設における脱炭素化の取組の方向性</li> <li>○整備マニュアルの構成案イメージ</li> </ul>
<p>2022年8月頃</p>	<p><b>第3回 WG &lt;整備マニュアル（素案）の検討&gt;</b></p>
<p>2022年11月頃</p>	<p><b>第4回 WG &lt;整備マニュアル（案）まとめ&gt;</b></p>