

# 重点調査

---

令和4年2月4日

	本編資料	参考資料
太陽光発電の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>○太陽光発電に係る重点調査               <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力需給シミュレーションの流れ</li> <li>・蓄電池の導入検討</li> <li>・設置場所毎の特徴</li> <li>・設置可能容量や再エネ化率の検討結果まとめ</li> <li>・空港間連携の可能性</li> <li>・太陽光発電の導入イメージ</li> <li>・事業スキーム例</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○個別空港における検討結果               <ul style="list-style-type: none"> <li>・成田国際空港</li> <li>・関西国際空港</li> <li>・中部国際空港</li> <li>・北海道エアポート（新千歳、帯広、旭川）</li> <li>・広島空港</li> <li>・高松空港</li> <li>・静岡空港</li> <li>・松山空港</li> </ul> </li> </ul>
空港施設・空港車両からのCO <sub>2</sub> 削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>○空港施設に関する重点調査               <ul style="list-style-type: none"> <li>・AIスマート空調システム</li> <li>・BEMS+AI</li> </ul> </li> <li>○空港車両に関する重点調査               <ul style="list-style-type: none"> <li>・EV・FCV化のために検討すべき事項</li> <li>・共有化の考え方</li> <li>・CO<sub>2</sub>削減効果</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○空港施設に関する重点調査               <ul style="list-style-type: none"> <li>・地中熱ヒートポンプ</li> <li>・コージェネの水素混焼</li> </ul> </li> </ul>
上記以外の取組	<ul style="list-style-type: none"> <li>・駐機中の航空機</li> <li>・地上走行中の航空機（概要）</li> <li>・太陽光以外の再エネ（バイオマス）</li> <li>・水素の利活用</li> <li>・吸収源対策（早生桐）</li> <li>・地域連携・レジリエンス強化</li> <li>・離島空港における地域連携・レジリエンス強化</li> <li>・空港アクセス（概要、高松空港）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地上走行中の航空機（補足資料）</li> <li>・太陽光以外の再エネ（風力、地熱、雪冷熱）</li> <li>・エアサイドの空港車両への水素供給</li> <li>・吸収源対策（ブルーカーボン）</li> <li>・災害時のEV・FCV活用</li> <li>・個別空港における地域連携・レジリエンス強化</li> <li>・空港アクセス（成田国際空港）</li> <li>・その他提案（エネルギーマネジメントシステム、見える化（情報共有ツール））</li> </ul>

- 太陽光発電の導入検討に当たっては、電力需要と発電出力それぞれのパターンを把握する必要がある。
- 本調査においては、以下の手順により、年間・30分毎の電力需給シミュレーションを行った。
  - ① 30分毎の電力需要データ等に基づき、年間の電力需要パターンを確認。
  - ② 日射量データベース等を踏まえ、年間・30分毎の太陽光発電出力パターンを想定。
  - ③ 需要・出力パターンの重ね合わせにより、電力の需給バランスをシミュレーション。

- 30分毎の電力需要データ等に基づき、年間の電力需要パターンを確認

※30分間隔の電力需要データが一部不足する場合、月毎の電力需要量等によりデータを補完

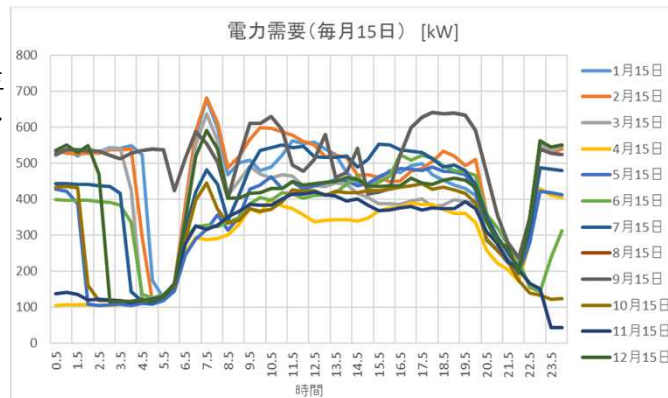


図 電力需要パターン(30分毎)の想定例 (毎月15日を抽出)

- NEDOの日射量データベース(METPV-11)のうち、空港最寄り地点のデータと各月の地点平均気温から、年間の太陽光発電データを想定

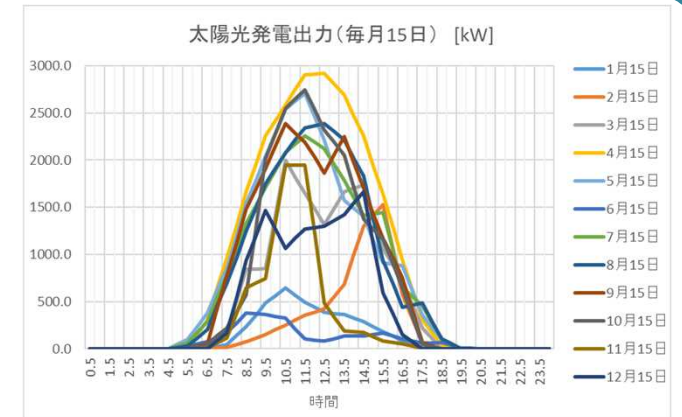


図 太陽光発電出力パターン(30分毎)の想定例 (毎月15日を抽出)

## ①電力需要パターンの確認

## ②太陽光発電出力パターンの想定

## ③電力需給計算

### 太陽光発電出力 < 電力需要の場合

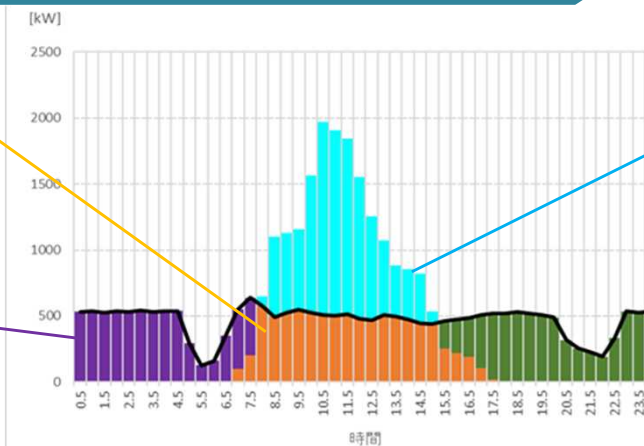
蓄電池からの受電により不足する需要を賄い(蓄電量が上限)、更に不足する場合は系統から受電

自家消費分(蓄電池からの受電で賄った分も含む)

### 太陽光発電出力 > 電力需要の場合

余剰分は蓄電池へ充電し、蓄電池容量を超える場合は系統へ送電(逆潮流)

蓄電池からの受電で不足する場合は系統から受電(蓄電池がない場合、系統から受電)



余剰分を蓄電池へ充電(蓄電池がない場合、系統へ送電(逆潮流))

蓄電池からの受電で賄う(蓄電池がない場合、系統から受電)

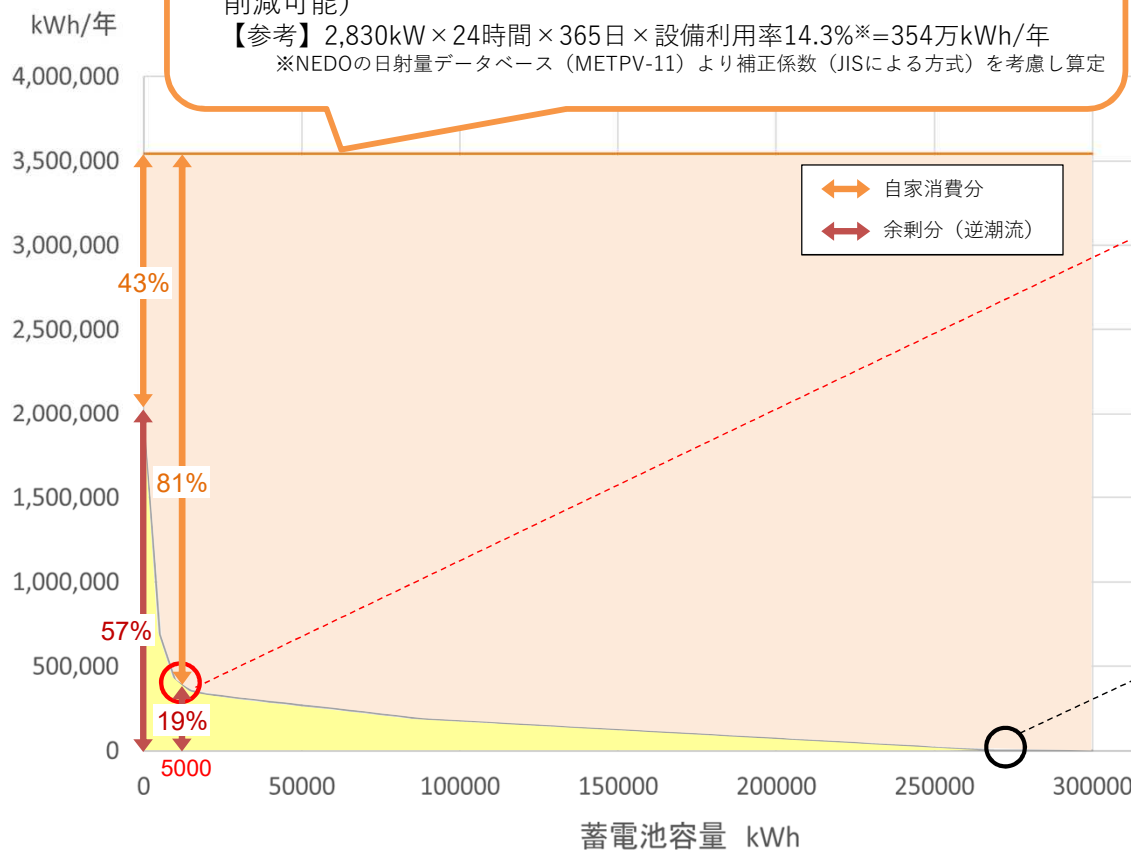
※蓄電池からの受電で賄った分は自家消費分としてカウント

# 太陽光発電に係る重点調査(蓄電池の導入検討例)

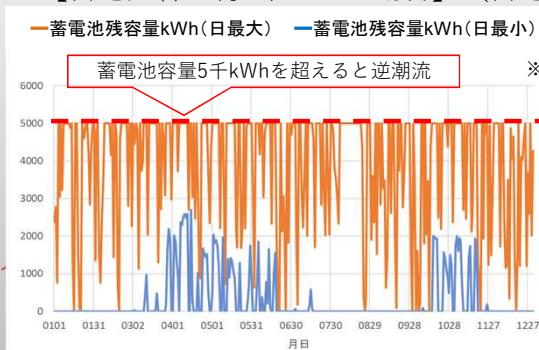
- ▶ 空港施設の電力消費によるCO<sub>2</sub>排出量を太陽光発電によって全て削減（カーボンニュートラルを達成）するためには、年間電力需要量以上の太陽光発電を行う必要がある。本調査で検討した例として、年間発電電力量が年間電力需要量と同じとなる太陽光パネル容量（2,830kW）を設置する場合の蓄電池の導入について、以下に示す。
- ▶ 蓄電池を導入しない場合、太陽光発電で賄うことが可能な年間電力需要量の割合（再エネ化率）は約43%に留まる。空港は夜間も電力が必要となるため、最適な蓄電池容量の設定方法について検討を行った。
- ▶ 蓄電池容量を約27万kWhとした場合、再エネ化率は100%となるが蓄電池システム費用が非常に大きいため非効率であり、蓄電池容量を約5万kWhとした場合、再エネ化率は約81%となり効率的な蓄電池の導入が可能となることが確認された。

年間発電電力量 = 年間電力需要量 = 354万kWhの場合を想定  
 (太陽光発電により、空港施設の電力消費によるCO<sub>2</sub>排出量を0まで削減可能)

【参考】 2,830kW × 24時間 × 365日 × 設備利用率14.3%※ = 354万kWh/年  
 ※NEDOの日射量データベース (METPV-11) より補正係数 (JISによる方式) を考慮し算定

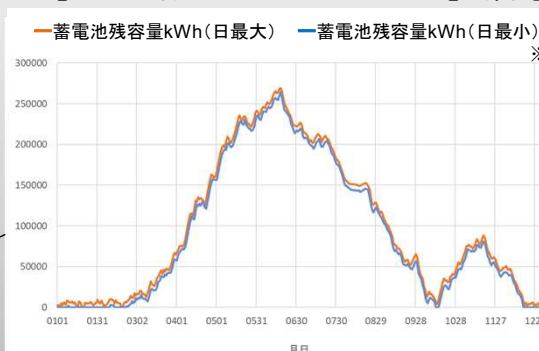


【蓄電池容量約5千kWhの場合】（蓄電池システム費用 12.1億円※1）



- 昼間の蓄電分がその日の夜間に消費され、蓄電池の**充放電サイクルが概ね1日間**となるため、蓄電池容量の低減が可能。
- 悪天候が継続した場合、蓄電できるほど発電されず、システムからの受電が必要。
- 発電量が蓄電池容量を超えた場合、逆潮流が発生。

【蓄電池容量約27万kWhの場合】（蓄電池システム費用 653.4億円※1）



- 全ての発電電力を蓄電できるが、夏期に蓄電し続け、冬期に消費するため、蓄電池の**充放電サイクルが1年間**となる。
- 逆潮流は発生しないが、蓄電池容量が非常に大きくなる。

蓄電池容量と自家消費電力量の関係 (太陽光パネル容量 = 2,830kWのとき)

※1 定置用蓄電システム普及拡大検討会第4回 定置用蓄電システム普及拡大検討会の結果とりまとめ 2019年度システム価格の平均値で設定

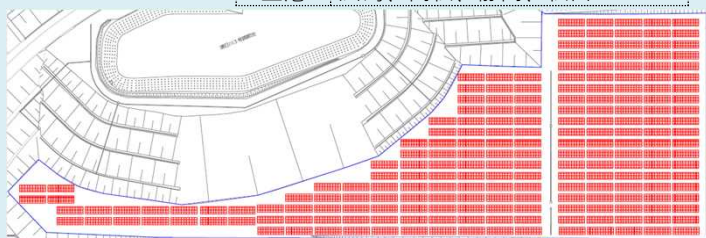
※2 余剰分（逆潮流）の曲線が急であるほど、「昼間の余剰分(kWh)」「夜間の電力需要量(kWh)」となっており、蓄電池を導入した場合は充放電サイクルが概ね1日で完結する。

# 太陽光発電に係る重点調査(設置場所毎の特徴)

- 空港における太陽光パネルの設置場所として、地上、屋根、駐車場、法面、調整池及び壁面が想定されるが、設置場所毎に想定される設置可能パネル容量等が異なるため、それぞれの特徴を整理した。
- 具体的には、本調査対象空港の中から代表的な設置候補場所を抽出し、一般的に最も効率が良い南向きに設置した場合の想定設置可能パネル容量を算出するとともに、設置場所毎の留意点を整理した。なお、全ての設置場所について、空港の運用上問題となる箇所を避けるとともに、太陽光パネルによる反射光の管制塔や航空機への影響を検討する必要がある。

## 地上設置

検討 成田、関西、中部、帯広、旭川、  
空港 広島、高松、静岡、松山



➤ 想定設置可能パネル容量※1：0.10kW/m<sup>2</sup>

### 【留意点】

- ・誘導路帯、RESA、無線用地等、基準上課題がある箇所を避ける
- ・既存の工作物（地上・地下）や将来利用計画のある箇所を避ける 等

## 屋根設置

検討 関西、中部、新千歳、高松、  
空港 静岡、松山



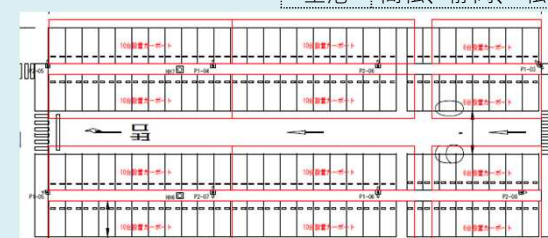
➤ 想定設置可能パネル容量※1：0.09kW/m<sup>2</sup>

### 【留意点】

- ・屋根空間の効率的な配置となるよう、太陽光以外の機器や構造物との輻輳を避ける
- ・屋根が北向きの箇所は不向き 等

## 駐車場(カーポート型)

検討 関西、中部、広島、  
空港 高松、静岡、松山



➤ 想定設置可能パネル容量※1：0.08kW/m<sup>2</sup>

### 【留意点】

- ・架台等の重量が大きいため立体駐車場への設置は構造上の検討が必要
- ・架台の柱や基礎の配置により駐車スペースが減少する可能性がある 等

## 法面

検討 静岡  
空港



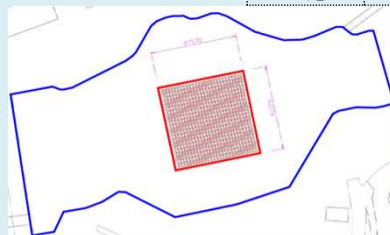
➤ 想定設置可能パネル容量※1：0.07kW/m<sup>2</sup>

### 【留意点】

- ・急傾斜地※2においては、法面崩壊のリスクに対して法面保護等の安全確保策について検討が必要
- ・法面が北向きの箇所は不向き 等

## 調整池

検討 高松、静岡  
空港



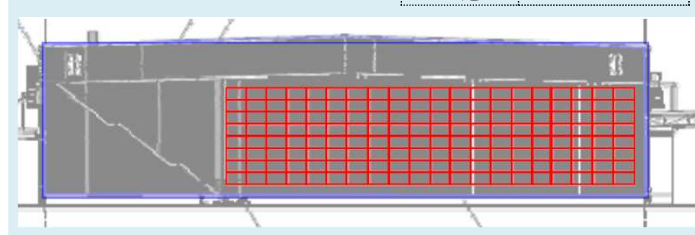
➤ 想定設置可能パネル容量※1：0.01~0.03kW/m<sup>2</sup>※3

### 【留意点】

- ・水位の変化が大きい場合や池底が平らでない場合、フロート架台が堤体や池底に接触し破損する恐れがあるため、予め既存資料等での水位変化や水底地形の調査等が必要
- ・日陰による水質悪化等の環境対策 等

## 壁面

検討 中部  
空港



➤ 想定設置可能パネル容量※1：0.08kW/m<sup>2</sup>

### 【留意点】

- ・既存の太陽光パネルや架台の場合、重量があるため、適切な構造計算を実施し、建築物本体に悪影響が出ないよう考慮が必要
- ・技術革新により設置可能場所の拡大の可能性あり
- ・垂直に設置するため発電効率が限定的 等

※1 本調査において対象空港の中で代表的な設置候補場所を抽出し、太陽光パネルの配置検討を行い算出した面積当たり想定される設置可能な太陽光パネルの容量

※2 「傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021年版」において、30度以上とされている。

※3 池の形状により値が異なる（浅い池底部へのフロート架台の接触の回避や池のメンテナンス等を考慮し、岸からの離隔について個別に検討が必要であるため）。

# 太陽光発電に係る重点調査(設置可能容量や再エネ化率の検討結果まとめ)

- 各空港について、空港施設の年間電力需要量と同程度の年間発電電力量を確保するのに必要なパネル容量を算出するとともに、図面や航空写真等を基に太陽光パネルの設置可能性のある場所を検討した。
- これを基に、太陽光発電導入時の再エネ化率を検討したところ、蓄電池なしでは再エネ化率は40%程度に留まった。前述のとおり効率的に蓄電池を導入する場合を検討したところ、多くの空港で再エネ化率が向上し、80%以上が確保される可能性があることが確認された。なお、導入における事業採算性についても、一定の条件下では確保されることを確認した。

	必要 パネル容量※1 (CO <sub>2</sub> 削減量= 施設のCO <sub>2</sub> 排出量)	設置可能性のある パネル容量※2 (CO <sub>2</sub> 削減量)	設置可能性のある場所の面積			蓄電池なしで 必要パネル容量※5を導入	効率的に蓄電池を導入しつつ 必要パネル容量※5を導入	
			空港内	近隣 未利用地※3	周辺国公有 未利用地※4	再エネ化率 (空港内で消費する 太陽光発電電力量÷年間電力需要量)	蓄電池容量	再エネ化率 (空港内で消費する 太陽光発電電力量÷年間電力需要量)
成田	203.9MW (11.2万トン/年)	<b>127.7MW</b> (7.1万トン/年)	124.9ha	-	2.8ha	(36%)	(310MWh)	(60%)
関西	<b>127.4MW</b> (7.5万トン/年)	190.9MW (10.8万トン/年)	192.8ha	-	-	49%	330MWh	81%
中部	47.5MW (3.0万トン/年)	<b>19.9MW</b> (1.2万トン/年)	22.4ha	-	-	(33%)	(28MWh)	(41%)
新千歳	65.5MW (3.4万トン/年)	<b>58.2MW</b> (3.0万トン/年)	1.9ha	-	57.6ha	(44%)	(90MWh)	(71%)
帯広	<b>0.9MW</b> (0.1万トン/年)	23.6MW (1.1万トン/年)	-	39.3ha	1.4ha	50%	2MWh	82%
旭川	<b>2.3MW</b> (0.1万トン/年)	23.3MW (1.1万トン/年)	-	39.1ha	1.2ha	49%	5MWh	80%
広島	<b>6.6MW</b> (0.4万トン/年)	8.3MW (0.5万トン/年)	8.9ha	-	-	49%	20MWh	85%
高松	<b>2.8MW</b> (0.2万トン/年)	16.4MW (0.9万トン/年)	7.9ha	8.2ha	-	43%	5MWh	81%
静岡	<b>2.8MW</b> (0.2万トン/年)	14.2MW (0.9万トン/年)	15.0ha	0.5ha	-	46%	5MWh	86%
松山	<b>4.4MW</b> (0.2万トン/年)	15.8MW (0.9万トン/年)	3.0ha	13.4ha	-	44%	5MWh	86%

※1 本調査にて提供を受けた空港施設(航空灯火は含まない)の年間電力需要量と同程度発電するために必要な太陽光パネル容量

(参考)既に空港施設に電力供給している既設パネル容量の成田0.1MW、関西1.3MW、中部0.2MWは上記に含まない

※2 空港内、空港近隣未利用地、空港周辺の国公有未利用地において設置可能性のあるパネル容量の合計

※3 活用の可能性が見込まれる空港近隣の未利用地(旭川、帯広は現在農地として利用) ※4 本調査において太陽光発電設備を設置できる可能性があるとして評価した国公有未利用地

※5 成田、中部、新千歳については、本調査では必要パネル容量>設置可能パネル容量となったため、設置可能パネル容量を導入することを想定して算出

# 太陽光発電に係る重点調査(空港間連携の可能性)

- 各空港で自家消費できない余剰な電気を空港間で電力融通（例えば、天候の影響により発電電力量の大きい空港から余剰となった電気を自家消費が不足する空港に自己託送）することで再エネ化率の向上が期待される。また、余剰となった電気を非FIT売電するよりも、自己託送料金等を考慮し自家消費する方が収入面において優位である場合は事業採算性の向上が見込まれる。
- 自己託送による電力融通は、供給の相手方に「密接な関係」※が認められた場合に活用可能となる。自己託送を行う際には、計画値同時同量の制度に基づき、発電計画又は需要計画と発電実績又は需要実績とを30分単位で一致させる必要があり、小売電気事業者等と連携するなどの体制構築が必要である。（計画値と実績値の差分に応じた料金を一般送配電事業者に支払う）※電気事業法施行規則第2条、第3条において規定

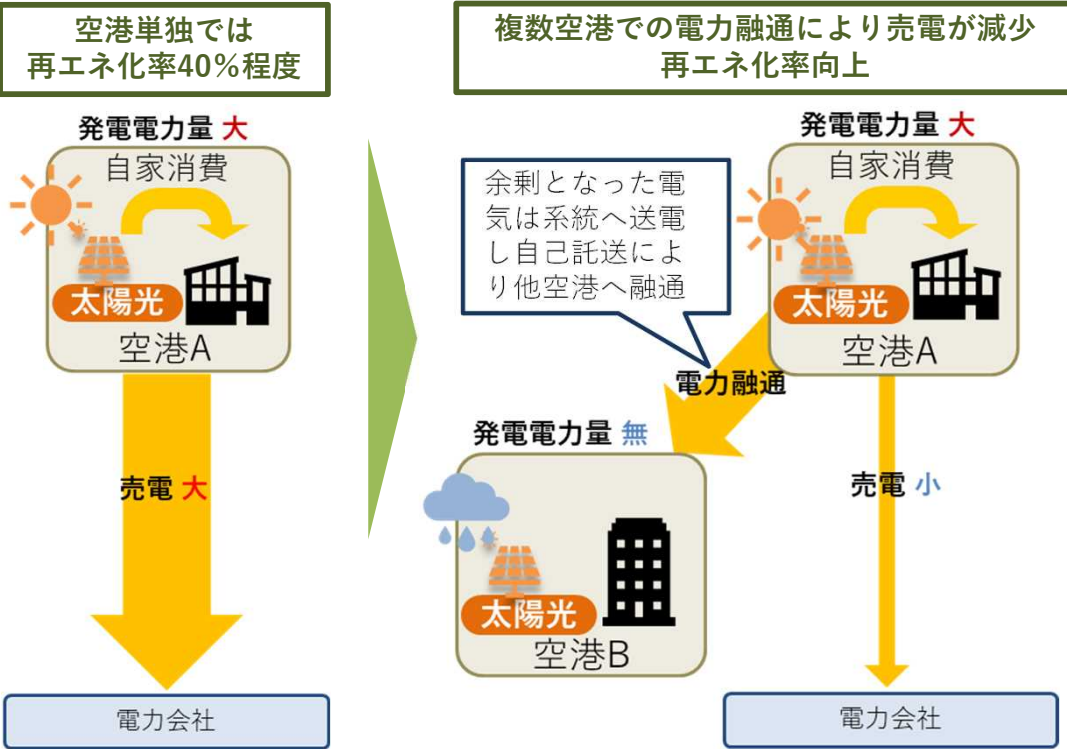


図 空港間での電力融通イメージ

**【参考】自己託送について**  
 「密接な関係を有する者※」の需要に応ずるための送電を行うことが可能となっている。令和3年11月に電気事業法施行規則及び「自己託送に係る指針」が改正されたことにより、社内及びグループ会社内のオフィス等だけでなく、供給者と自己託送の相手方が共同して組合を設立する場合であって当該組合が長期にわたり存続すること並びに電気料金の決定方法及び送配電設備の工事費用の負担方法が明らかになっていること等の要件に全て該当する場合は、当該相手方を自己託送先とすることが可能となった。  
 ※「自己託送に係る指針（令和3年11月18日経済産業省）」の「2. 自己託送を利用することができる者の範囲について」参照。

## 北海道7空港での電力融通の試算

太陽光発電による余剰な電気が発生した場合、自家消費が不足している別の空港へ電力融通（自己託送）し、できるだけ売電しないものとして、エネルギー需給シミュレーションを実施

表 空港単独で太陽光発電を導入した場合の再エネ化率の試算結果

項目	パネル容量	再エネ化率
新千歳空港	58.2 MW	44%
帯広空港	0.9 MW	50%
旭川空港	2.3 MW	49%
稚内空港	0.3 MW	47%
釧路空港	1.9 MW	50%
函館空港	2.9 MW	50%
女満別空港	1.3 MW	49%

**7空港平均 44%**  
 (各空港の年間電力需要量に応じて加重平均) {17,254t-CO<sub>2</sub>}

※新千歳空港は本調査では必要なパネル容量を設置する面積が確保できない可能性があるため「設置可能性のあるパネル容量」を設定し、その他の空港は「必要パネル容量」を設置できた場合を仮定し推計  
 ※稚内、釧路、函館、女満別空港の電力需要パターンは、帯広、旭川空港の内、契約電力の値に近い方の空港のデータを用いて、該当空港の年間電力需要量より按分して想定  
 ※蓄電池なしの場合において試算

表 7空港連携して自己託送を行った場合の全体の再エネ化率試算

7空港で電力融通した場合の再エネ化率
<b>46% (+2%) {17,979t-CO<sub>2</sub> (+724t-CO<sub>2</sub>) }</b>

【参考】新千歳を除く6空港連携での全体の再エネ化率試算

6空港で電力融通した場合の再エネ化率
<b>53% (+4%※1) {2,730t-CO<sub>2</sub> (+203t-CO<sub>2</sub>) }</b>

※1 新千歳を除く6空港間で自己託送しない場合の再エネ化率は6空港全体で49%

- 前述の事業採算性の試算等の検討を踏まえ、空港においては、以下の**3ステップ**での太陽光発電の導入が想定される。
  - ✓ **ステップ①**：主に空港内において、既存技術で設置可能な範囲に随時設置を行う。蓄電池の導入も検討する。
  - ✓ **ステップ②**：2030年までに、空港周辺未利用地について土地制約条件等の調査が終わり設置可能になった箇所から随時設置を行う。加えて、空港内の優先度の低かった場所（法面、調整池等）への導入も検討する。併せて蓄電池の導入拡大も行う。
  - ✓ **ステップ③**：2050年までに、次世代型太陽光発電技術の開発状況を踏まえ、設置の可能性が低かった箇所（建築物の壁面やガラス他、制限区域内平地等）へも随時設置を行い、更なる導入拡大を行う。

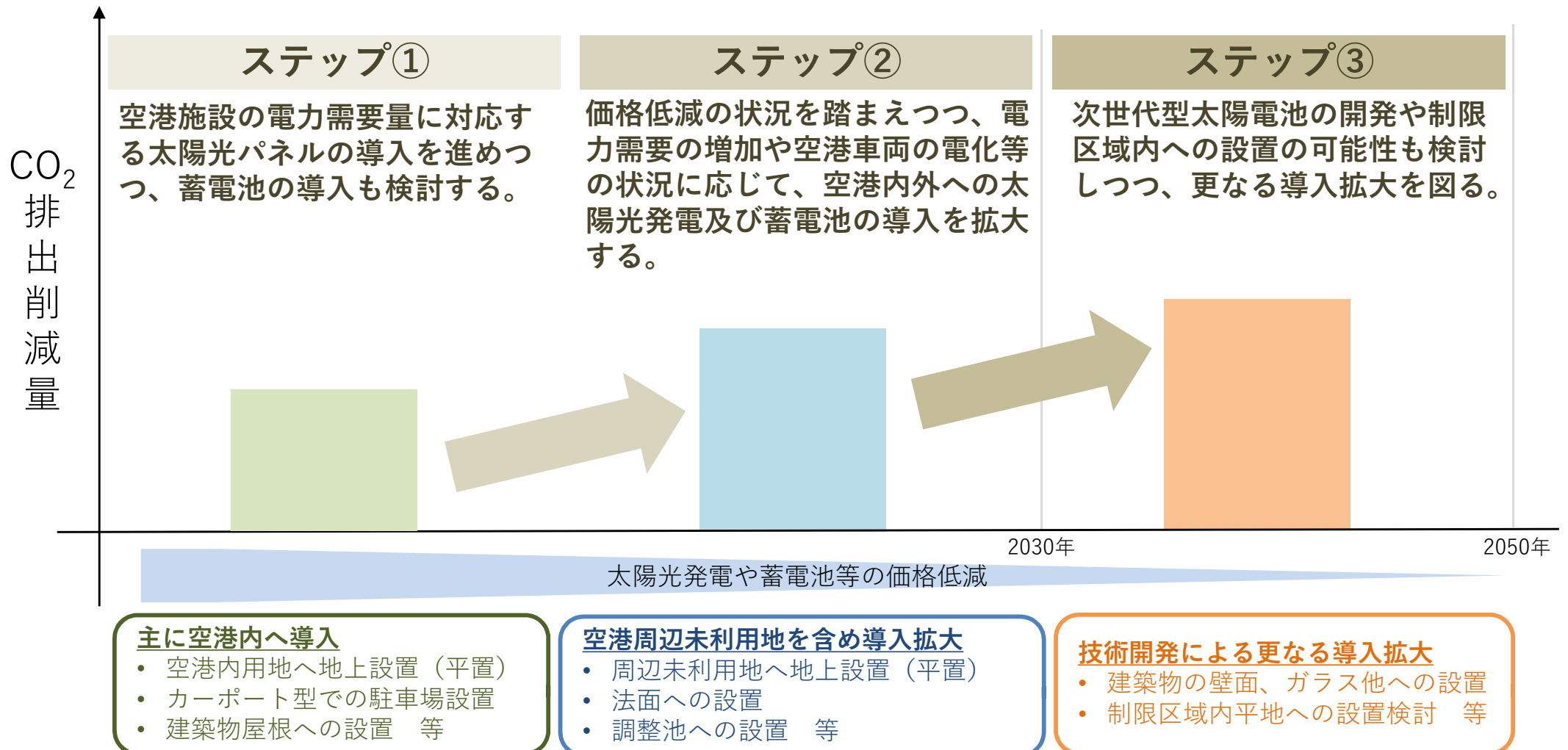


図 事業採算性の検討を踏まえた太陽光発電の導入拡大イメージ



# 太陽光発電に係る重点調査(事業スキーム例)

- ▶ 空港の運用に影響が無いよう太陽光発電設備の設置することを前提に、安定的かつ効率的に運用ができる事業スキームを検討する。
- ▶ 空港内及び空港周辺未利用地に太陽光発電設備を導入する場合の事業スキームとしては、空港関係者が自ら導入するスキームとPPAモデルを活用してPPA事業者が導入するスキームが考えられる。
- ▶ また、太陽光発電は複数施設の電力需要の変動の他に昼夜及び季節変動があり、日々、不足電力と余剰電力が発生することが想定されるため、それぞれのスキームにおいて、需給調整が必要となる。そのため、運用スキームとしては需給調整を自ら行うスキームと他者に委託するスキームが考えられる。以下に導入スキームと運用スキームの特徴を整理した。

表 太陽光発電設備の導入・運用に係る事業スキームの例

事業スキームの検討にあたっての整理	
導入スキーム	<p>太陽光発電の導入スキームとしては、主に以下の2つが考えられる。</p> <p>(1) <b>空港関係者が設置管理</b>：初期投資、維持管理費等を全て空港関係者自らが負担し、自家消費による電気料金の削減や売電による収益を得る。空港関係者が設備の所有者となるので設備の導入検討・設計・設置・管理を自ら(外注・委託作業含む)行う必要がある。</p> <p>(2) <b>PPA事業者が設置管理</b>：初期投資、維持管理費等を全てPPA事業者が一括して負担し、空港関係者はPPA事業者から長期間電気を購入する。PPA事業者が設備の所有者となるため、設備の設計・設置・管理はPPA事業者が行う(導入検討は空港関係者が実施)。PPAにすることで空港関係者の費用負担が短期間に集中することを軽減し、スムーズに導入を図れる点でメリットはあるが、空港関係者は初期投資、維持管理費等を電気料金等により支払うため、当該費用を負担しない訳ではないことに留意が必要。</p>
運用スキーム	<p>太陽光発電の運用スキームとしては、主に以下の2つが考えられる。</p> <p>(A) <b>自らが需給調整</b>：昼間の余剰電力の売電や夜間・悪天候時の不足電力の調達等(複数施設の変動調整や導入した蓄電池等の運用も含む)の需給調整を、常に空港関係者自らが行う。空港関係者が電気事業に関する知見を有していれば実施可能。</p> <p>(B) <b>需給調整を他者に委託</b>：余剰電力の売電や不足電力の調達等(複数施設の変動調整や蓄電池等の運用も含む)の需給調整を、小売電気事業者等に委託する。需給調整費は発生するものの、安定的かつ効率的な余剰電力の売電や不足電力の調達等が期待できる。</p>
(1) 空港関係者が所有 × (A) 自らが需給調整	
(2) PPA事業者が設置 × (A) 自らが需給調整	
(1) 空港関係者が所有 × (B) 需給調整を他者に委託	
(2) PPA事業者が設置 × (B) 需給調整を他者に委託	

図 事業スキームの組合せ例(イメージ)

# 空港施設に関する重点調査(AIスマート空調システム)

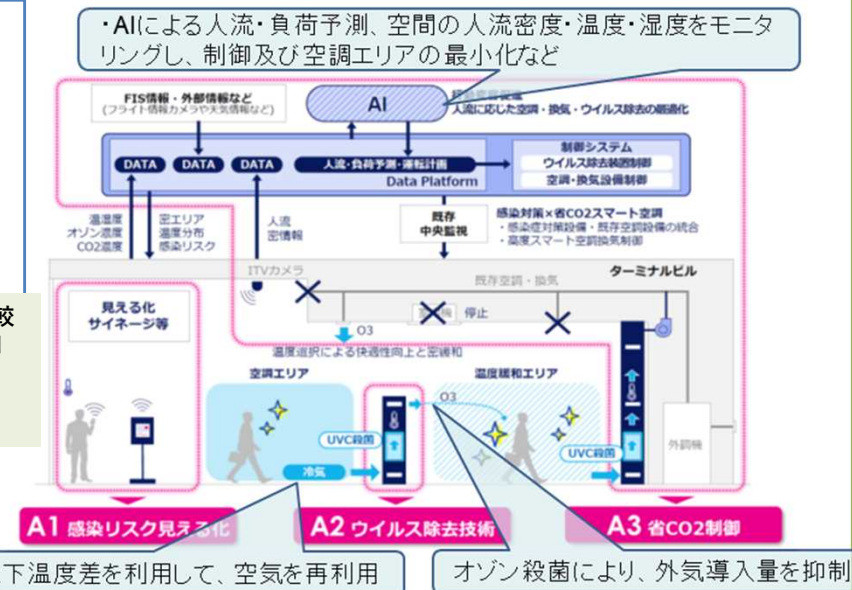
- ▶ AIスマート空調システムは、既存の空調・換気設備の入れ替えを必要とせず、AI制御システムを追加して空調を最適化することで換気・空調によるエネルギー使用量を削減することが可能となる。  
※主な必要機器等：カメラ、温湿度計等の各種計測装置、マルチダクトの既存ダクトへの追加接続、AI搭載のPC・サーバ
- ▶ AIスマート空調システムの導入により、空調のCO<sub>2</sub>排出量を約50%削減することができる。（関西国際空港第2ターミナルビルでは約1,600トン/年のCO<sub>2</sub>排出量を削減できると試算）

## AIスマート空調システムの概要「神戸大学との共同研究」

- ▶ フライト情報や人流、季節や時間、場所毎の利用特性等に基づいた空調・換気量の最適化を行うとともに、紫外線照射および人体には安全な低濃度オゾン化した空気の循環により、効率的にウイルス除去をすることが可能となる。
- ▶ 関西国際空港では、**空調のCO<sub>2</sub>排出量の約50%削減（関空T2では約1,600トン/年）**とウイルス感染リスクの約95%以上低減が可能と試算。  
（削減効果の内訳は、外気導入量抑制：約25%、人流に応じた空調：約15%、上下温度差利用空調：約10%）
- ▶ 利用実態と比べ過大に空調を稼働させている時間の短縮や冷暖気の再利用等により、上記の削減効果が得られる見込み。

■導入コストあたりのCO<sub>2</sub>削減量比較  
 太陽光パネル：37トン-CO<sub>2</sub>/千万円  
 スマート空調：123トン-CO<sub>2</sub>/千万円  
 ■エネルギー使用量減による便益等  
 約1,900万円の電力使用量の削減効果

実証期間：2021年度～2022年度（環境省実証事業）  
 実証場所：関西国際空港 第2ターミナルビル全域（約7万㎡）  
 導入コスト：約2億円（うち省エネ対策費用：約1.3億円）※開発・実証費用除く  
 導入条件：大規模なターミナルビルに加え、中規模建築物でも導入効果が見込める（現状実績の最小は約1,500㎡）。  
 大空間のある建物の方が、上下温度差利用空調等によるCO<sub>2</sub>削減効果が大きくなると想定される。



## AIスマート空調システムの実証例

### ○東京国際空港における実証

実証期間：2021年7月18日～2022年3月  
 実証場所：東京国際空港第一旅客ターミナルビル 南側手荷物受取場

- AIスマート空調システムを設置していない北側手荷物受取場と比較することで、導入による効果を検証中。（実証目標：ウイルス感染リスクの約95%低減、空調にかかるエネルギー消費50%削減）



出典：神戸大学

### ○三宮地下街「さんちか」における実証

実証期間：2017年度～2019年度（環境省実証事業）  
 実証場所：三宮地下街「さんちか」南北公共通路

- 全設備のトップランナー機器への入れ替えによる高効率化により空調のエネルギー消費を約23%削減した後、AIスマート空調を導入することで空調のエネルギー消費をさらに約50%削減。（合わせて約6割のエネルギー消費削減効果）

- BEMS+AIは、AIを用いたBEMSデータの自動監視・分析技術であり、自動的かつタイムリーなデータ分析により、従来の人の手によるデータ分析と比べ迅速な運用改善に繋げることが可能となる。
- BEMS+AIの導入により、導入施設のCO<sub>2</sub>排出量を約2%削減できると試算されている。

## BEMSの概要

- 中央監視装置などで収集したエネルギーデータを、BEMSを用いて様々なグラフで可視化することで、エネルギー使用効率化の余地や、機器の不具合によるエネルギー使用のムダ等を発見できる。
- BEMS導入によりエネルギー消費の実態把握が可能となり、省エネ設備導入の最適化（ダウンサイジング等）およびそれに伴う導入コスト削減が見込める場合がある。

### 【BEMSを用いた最適制御】

- BEMS導入により、設備運用バランスの最適化や、設備に不具合が生じた場合の迅速な発見・対応が可能となる。
- BEMSはデータの可視化のみを基本としており、手動でデータ分析および運用改善等を実施して初めてCO<sub>2</sub>削減効果が得られる。

### 【関西国際空港におけるBEMS導入による費用対効果】

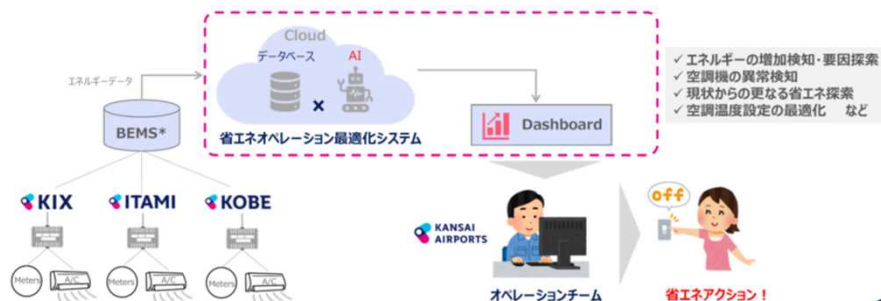
- 2017～18年度に既存のBMSをBEMSへ改修。
  - BEMS導入後の分析結果から、5年程度で投資回収が可能と考えられる。
- ※関西国際空港のBEMS整備コストには関西3空港のプラットフォーム構築のための設備費用も含む。

## BEMS+AIの実証内容「東京大学との共同研究」

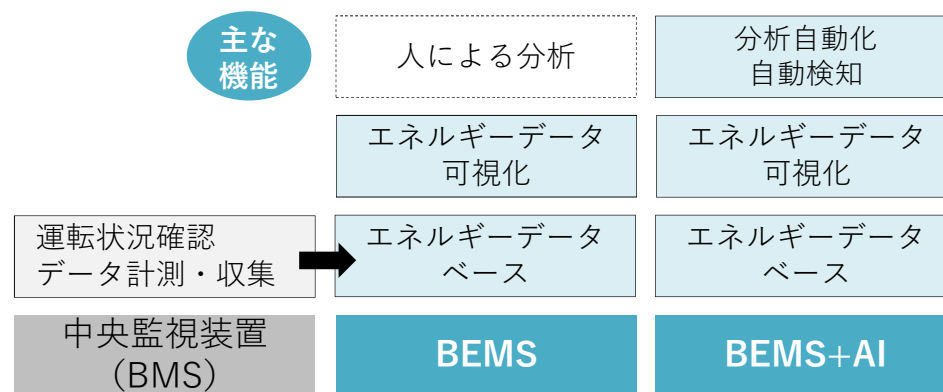
- BEMS+AI導入施設のCO<sub>2</sub>排出量を約2%削減できると試算。
- AI導入により、従来人の手で行っていたデータ分析作業（6～8人工/月程度）の大半が削減できると想定されている。

### 【BEMS+AIの導入効果】

- AI導入により、自動的かつタイムリーなデータ分析を行うことで、従来の手作業によるデータ分析と比べて迅速な対応が可能となり、BEMSによる削減効果の積み増しが見込める。
- AI導入により24時間365日データ分析・監視が可能となる。
- 脱炭素化に資する機器オペレーションの最適化等も想定。



## BMS、BEMS、BEMS+AIの違い



# 空港車両に関する重点調査(EV・FCV化のために検討すべき事項)

- GSE車両のEV・FCV化の状況については、出力不足等の課題により車種毎にばらつきがあるため、まずは市販済かつ全GSE台数に占める割合の大きいフォークリフト、トーイングトラクター、連絡車等のEV・FCVの導入を進めることで、EV・FCV化率向上によるCO<sub>2</sub>削減効果の早期発現が可能となる。
- EV・FCVの導入にあたり充電設備や水素充填設備の設置を同時に進める必要がある。特に、EV用の充電設備設置箇所を検討・選定する際には、必要な電気容量を確保できるかどうかポイントのひとつとなる。

## GSE車両のEV・FCV化の考え方

- GSE車両(13,494台)のEV化率は約5.3%、FCV化率は約0.3%。
- EV・FCVは、フォークリフト・トーイングトラクター・連絡車等で開発が進んでおり、かつ当該車両は全体の台数に占める割合も多い。

<車種別台数割合及びEV・FCV化率(国内)>

車種	EV	FCV	その他	総計	EV・FCV率
フォークリフト	483	34	822	1,339	38.6%
トーイングトラクター	153	0	2,979	3,132	4.9%
連絡車等	36	5	3,136	3,177	1.3%
カーゴトラック	6	0	403	409	1.5%
航空機牽引車	8	0	464	472	1.7%
その他GSE	23	0	4,942	4,965	0.5%
総計	709	39	12,746	13,494	5.5%

<車種別のEV・FCV販売状況>

	EV・FCV販売状況
フォークリフト	<ul style="list-style-type: none"> <li>EVは3車種ともに市販済み。なお、3車種のうち連絡車等については現在のEV化率は低いものの、公道側の車両でEV化が進んでいることから今後の増加が見込まれる。</li> <li>FCVはフォークリフトと連絡車等で市販済み(全体の約0.2%)で、トーイングトラクターについては実証段階。</li> </ul>
トーイングトラクター	
連絡車等	
カーゴトラック	<ul style="list-style-type: none"> <li>車種によっては一部EV導入済(カーゴトラック・航空機牽引車など)ではあるものの、全体的にEV化率は低い。FCVについては国内空港へは未導入。</li> </ul>
航空機牽引車	
その他GSE	<ul style="list-style-type: none"> <li>海外では、日本で導入されていないEV・FCV車種が導入されている場合もある(例:ハイリフトローダ(EV)、ベルトローダー(FCV)など)。</li> </ul>

## 充電・水素充填施設

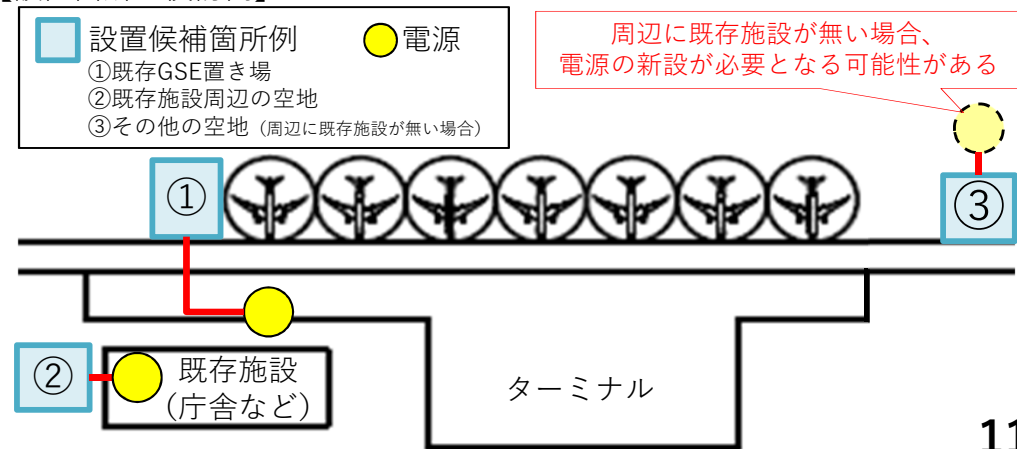
- 充電・水素充填設備設置にあたっての主な検討事項は以下のとおり。
  - ・運用上問題のない車両動線の確保について
  - ・将来利用計画への影響について
  - ・設置候補箇所の舗装材料について(改修設置工事のコスト大小)
  - ・必要な電気容量の確保について
- また、充電設備は水素充填設備より小面積での設置が可能であり、分散配置によりスポット-充電設備間の車両移動距離を最小限に留められる可能性がある。

### <充電設備の設置箇所検討の際の留意点>

- 充電設備は水素充填設備に比べ小面積で設置可能であり、必要面積が確保できる箇所は比較的多いと考えられる。そのため設置箇所の検討・選定にあたっては、運用面の観点に加えて電気容量の確保も重要なポイントとなる。
- ターミナルビルや庁舎等の既存施設からの電源供給が考えられる。

※エプロン灯柱は必要電気容量を満たさない恐れがある

### 【設置箇所の検討例】



# 空港車両に関する重点調査(共有化の考え方)

- GSE車両の共有化には車両仕様の統一が必要であり、併せて低公害化を推進するため更新時にEV・FCV化を行うことが望ましい。
- 複数のグラハン事業者により運用されているスポットでは、**各社のピーク時便数の合計よりも共有エリア全体でのピーク時便数の方が少なくなる場合があり、共有化によりその差分の便数に対応する分のGSE保有台数を削減**できる可能性がある。また、台数削減による車両更新コスト圧縮分をEV・FCV導入への投資に充てることも期待される。
- また、**複数事業者の入れ替わりに伴う車両の入れ替わりが無くなることで車両の移動距離が削減**される。さらに、共有化されたGSE車両の置き場がスポット付近に確保できれば更なる移動距離削減となり、CO<sub>2</sub>排出量削減に繋がる。

## GSE車両共有化によるCO<sub>2</sub>削減の考え方

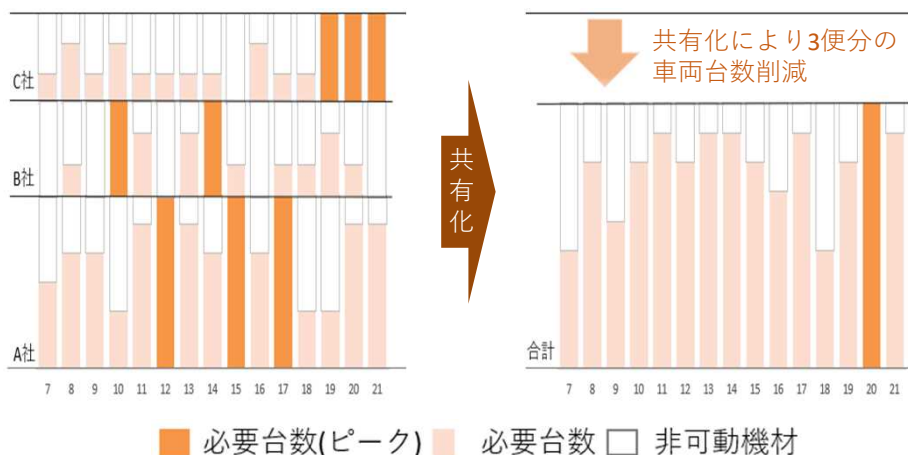
	共有化の主な効果	
	①台数削減	②移動距離削減
効果発現のための条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 車両仕様統一</li> <li>➤ 共有化グループのピーク時に必要以上の台数を有する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 車両仕様統一</li> <li>➤ スポット付近での置場確保</li> </ul>

各事業者が所有する車両の仕様に差異がある場合、共有化のための仕様統一のタイミングでEV・FCV化することにより、稼働時のCO<sub>2</sub>排出量の削減が見込まれる。

共有化車両のGSE置き場をスポット付近に確保することで、共有化前と比較して移動距離が削減され、CO<sub>2</sub>排出量の削減が見込まれる。

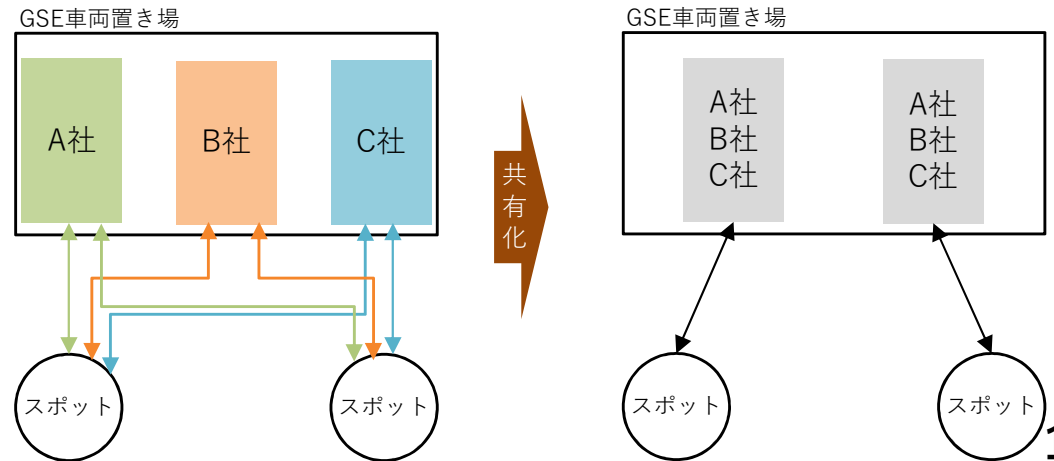
### 【①共有化による台数削減のイメージ】

共有化前：A,B,C社のピーク時便数はそれぞれ6便、3便、3便なので、GSE車両は計12便分に対応できる台数を保有  
 共有化後：A~C社をまとめてみた場合、ピーク時便数は9便なので、GSE車両は9便分に対応できる台数を保有



### 【②共有化による移動距離削減のイメージ】

共有化前：複数社が入れ替わり運用するスポットでは、入れ替わりの都度置き場からスポットまで車両移動。  
 共有化後：共有化により入れ替わり毎の車両移動削減が期待される。

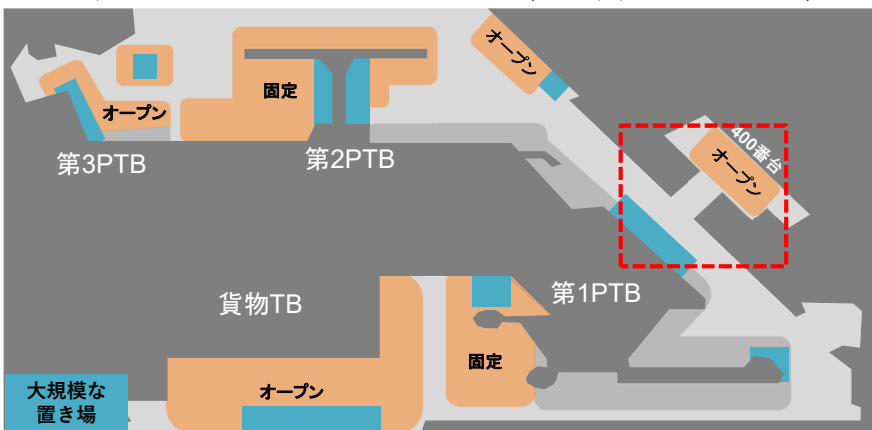


# 空港車両に関する重点調査(CO<sub>2</sub>削減効果)

➤ 車両の共有化効果が見込まれるのは**1スポットで複数のグラハン事業者が入れ替わり運用するスポット**である。

## 共有化効果が見込まれる範囲

< 複数事業者が運用するスポット (成田国際空港での例)>



複数事業者が運用するエリアのうち、就航機材の違いを考慮してPTB・スポット形態別の共有グループを想定<sup>※1</sup>。

## 【台数削減効果】

- 各社のピーク時便数の合計と、共有エリア全体のピーク時便数のずれは最大で9便であり、これに対応するためのGSE車両台数を削減できる可能性がある。
- 台数削減による運用コストの圧縮に併せた電化促進が期待される。

ターミナル	第1PTB		第2PTB		第3PTB	貨物TB
スポット形態	固定	オープン	固定	オープン	オープン	オープン
各社と共有エリア全体でのピーク時のズレ便数/日 <sup>※2</sup>	4便	2便	9便	3便	4便	5便

## 【CO<sub>2</sub>削減効果】

### ■各エリアにおけるEV・FCV化によるCO<sub>2</sub>削減効果

- 2030年までに車齢20年を超過する車両を電化する<sup>※3</sup>と想定した場合、**エリア全体で約0.24万トン削減**の見込み<sup>※4※6</sup>。
- 各スポットの運航機材により車両の稼働傾向は異なる。**貨物TBではCO<sub>2</sub>排出係数が高いトイングトクターなどの稼働量が多いためCO<sub>2</sub>削減率が高い。**

	総計	第1PTB		第2PTB		第3PTB	貨物TB
		固定	オープン	固定	オープン	オープン	オープン
年間便数(便)	17.4万	3.9万	0.9万	5.7万	0.5万	4.4万	1.9万
年間CO <sub>2</sub> 削減量(トン)	0.24万	0.03万	0.01万	0.04万	0.01万	0.03万	0.12万
現状からの削減効果	17%	10%	16%	10%	18%	9%	49%

### ■移動距離削減によるCO<sub>2</sub>削減効果

- 第1PTBオープンスポットでは複数事業者が入れ替わり運用しており、かつ大規模置き場まで動線距離が940mと他のスポットと比較して長いため、大幅な移動距離削減に伴うCO<sub>2</sub>削減効果が期待される。(ページ左上図の赤点線箇所を対象として試算。なお、各エリアの中心スポットから大規模なGSE置き場までの距離は平均約200m程度)
- 一部車両<sup>※5</sup>の共有化により、**現状の排出量(約4.8トン/年)から約37%(約1.7トン/年)のCO<sub>2</sub>排出量削減**が見込まれる<sup>※6</sup>。

今後の課題：関係各社の協議により充電・水素充填設備を含めた具体的な共有範囲・実施主体を検討し各共有範囲での共有化効果の検証が求められる。

運用形態	①台数削減効果の見込み	②移動距離削減効果の見込み
一社の固定的な運用	基本的には台数削減効果は見込まれない	車両共有化されても運用形態には変わらないため、移動距離削減効果は見込まれない
複数社の入れ替わり運用	エリア全体のピーク時の必要台数以上の車両が配備されている場合があるため、 <b>台数削減効果が見込まれる</b> ※整備地区等の常用でないスポットを除く	現状、事業者の入れ替わりに伴い車両も入れ替えているため、共有化により車両入れ替えが無くなることで <b>移動距離削減効果が見込まれる</b>

※1：グラハン会社はアライアンス毎に稼働と想定。第1PTB南側は複数事業者が運用するスポットが少なく、かつ点在しているため共有化形態が複雑となることが想定されることから検討対象外

※2：2019年度航空管制運航記録データでの調査結果

※3：フォークリフト、トイングトクター、連絡車等は車齢20年以上の車両全てがEV・FCV化、それ以外の車両は車両台数の5%がEV・FCV化するものと仮定

※4：再エネ電力の使用を想定しない試算。また今後の車両増加分も考慮しない。

※5：スポットへの固定的な配備が運用上可能な車両(航空機牽引車、ローダー類、ステップ車)

※6：CO<sub>2</sub>排出量は、各車種の機材サイズ別1便あたり稼働量×CO<sub>2</sub>排出係数×機材サイズ別年間便数により試算。なお、試算車種統一のため旅客PTBで稼働しないフォークリフトは試算対象外。

(1便あたり稼働量や排出係数は成田国際空港並行滑走路北伸整備事業に伴う環境とりまとめより引用) 移動によるCO<sub>2</sub>排出量は車種毎の平均的な排気量により試算。

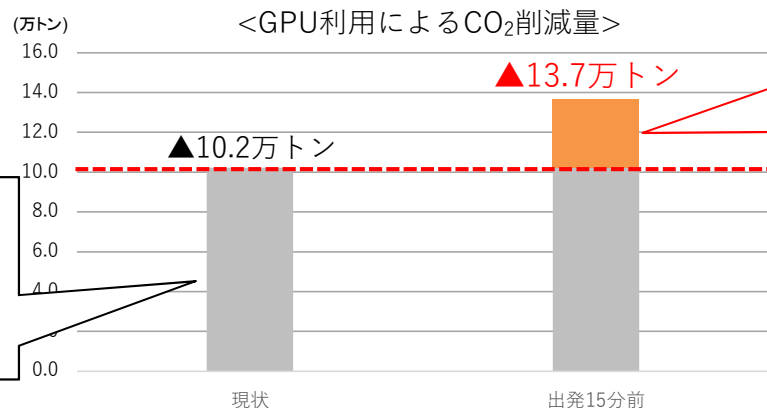
# 駐機中の航空機に関する重点調査

- 重点調査を行った東京国際空港、中部国際空港では、多くのスポットで固定式GPUが導入されており、AIPの中でAPU使用制限（出発予定時刻の30分前からに限りAPU使用可）について記載している。
- 東京国際空港での調査から、APU使用を現状の出発30分前から出発15分前からに短縮した場合、約3.5万トンのCO<sub>2</sub>削減効果が得られると試算された。
- 海外では、出発前だけでなく到着後もAPU使用時間の制限について定量的に規定している空港や、機体のサイズや外気温等によりAPU使用時間を変えたり免除規定を設けている空港が存在する。

## APU使用時間短縮による効果（東京国際空港での検討結果）

○羽田空港におけるGPU利用により、GPU未利用時（想定）と比較し、現状で約10.2万トンのCO<sub>2</sub>排出削減を達成している。

○APU使用時間を出発15分前からに短縮することで、現状からさらに約3.5万トンのCO<sub>2</sub>削減効果が得られると試算。 ※(株)エージーピー試算



APUからGPUに切り替えることにより、現状得られている削減効果 **約10.2万トン**

### 国内空港におけるAIPによるAPU使用制限

- 固定式GPU導入済9空港のうち、8空港にてAIPにAPU使用制限についての記載あり。
- 記載内容（下記の場合にのみAPU使用可※）
  - ①出発予定時刻の30分前から（関空のみ15分前から）
  - ②到着後、GPU使用可能となるまでの最小限度の時間
  - ③点検整備のために必要な最小限度の時間
- なお上記8空港の全てで、注書き等で固定式GPU導入済スポットの情報を併せて記載している。  
※8空港とも「管理者が特に認める場合は除く」旨記載あり

## APU使用制限の海外事例

空港名	ロンドン・ヒースロー空港		パリ・シャルル・ド・ゴール空港		香港国際空港	
適用範囲	GPUが使用できる場合に適用		システム障害・技術的に非対応な場合を除き全て適用		固定式GPU整備済スポットにおいて、GPUが使用できる場合に適用	
	(AIPに記載)		(AIPに記載)		(パイロット向けにチャートの形で周知)	
主な記載内容	出発前	到着後	出発前	到着後	出発前	到着後
	Narrow機：15分（30分） Wide機：30分（60分） A380：60分（90分） 電力が不十分な場合：60分 ※（）は5°C未満または25°C超の場合 (Wide機:B747,B767,B777,B787,MD11,A300,A310,A330,A340)	Narrow機：10分 Wide機：10分 A380：15分	10分 固定式GPUなしスポットの場合、80分 (最大積載重量140トン未満の場合は60分)	5分+GPU接続に必要な時間 固定式GPUなしスポットの場合、30分又は乗客・貨物の降機および到着に関する操作に必要な時間	コードC：15分 コードD以上：25分 A380：60分	5分
					33°C以上や悪天候の場合、キャビン温度が26°C超の場合、ターンアラウンドが50分以内の場合などは <b>免除</b>	

# 地上走行中の航空機に関する重点調査

- 鹿児島空港において地上走行距離短縮を目的とした誘導路を整備した場合のCO<sub>2</sub>排出量削減効果を試算。  
 取付誘導路：北側離陸時の利用を想定した取付誘導路（下図新T7）の地上走行距離短縮効果と待機時間解消効果を試算  
 ⇒ **走行距離短縮：65トン/年、待機時間解消：105トン/年**
- 高速離脱誘導路：北側着陸時の利用を想定した高速離脱誘導路（下図新T3）の地上走行距離短縮等の効果を試算  
 ⇒ **走行距離短縮：50トン/年、逆噴射抑制：17トン/年**
- CO<sub>2</sub>削減効果が大きい誘導路整備の考え方を整理。  
 年間発着回数が多い滑走路運用方向と機材に着目し、必要離着陸長に対し現誘導路位置が遠いほど効果が大きい。



※地上走行速度15ktとし、国際空港評議会（ACI）の空港カーボン認証プログラム（ACA）における機材別地上走行時間あたりの燃料消費量（kg/秒）とCO<sub>2</sub>排出係数3.15（kg CO<sub>2</sub>/kg）を用いて試算

## CO<sub>2</sub>削減のための誘導路整備の検討

### ◆誘導路利用状況の把握

誘導路の利用実績サンプルから各誘導路利用状況を整理。

### ◆機材毎の必要離着陸距離の試算

- 空港固有の条件：機材構成・路線構成（離着陸時重量）  
 空港立地（標高、勾配）

- 季節変動の条件：路面状態、気温

などにより離陸滑走距離及び着陸制動距離は異なるため、航空機メーカー公表資料等を基に、主要な就航機材毎の離着陸時の滑走及び制動距離を試算。

### ◆誘導路配置案の検討・CO<sub>2</sub>削減効果試算

- 取付誘導路(新T7)のCO<sub>2</sub>削減効果を試算。
- 高速離脱誘導路(新T3)については、機材毎の必要離着陸距離や誘導路利用状況を踏まえてCO<sub>2</sub>削減効果が大きいと考えられる整備位置を推定したうえで、CO<sub>2</sub>削減効果を試算。

### 【他空港で検討する場合の主な留意点】

- 機材構成や路線構成、空港立地は各空港で異なるので、それぞれの空港で適切な値を設定する必要がある。
- 路面状態や気温は同一空港でも季節等によって異なるため、通年で最も運航割合の多い状態を設定することが望ましい。
- 誘導路配置の検討にあたっては機材毎の必要離着陸距離に加え、**運用の効率化の観点からの検討も重要であり、関係者の意見を踏まえることが必要**である。
- 逆噴射抑制によるCO<sub>2</sub>削減効果についても把握することが望ましい。
- 地上走行距離短縮のみならず、**待機時間解消によるCO<sub>2</sub>削減効果**なども考慮することが望ましい。

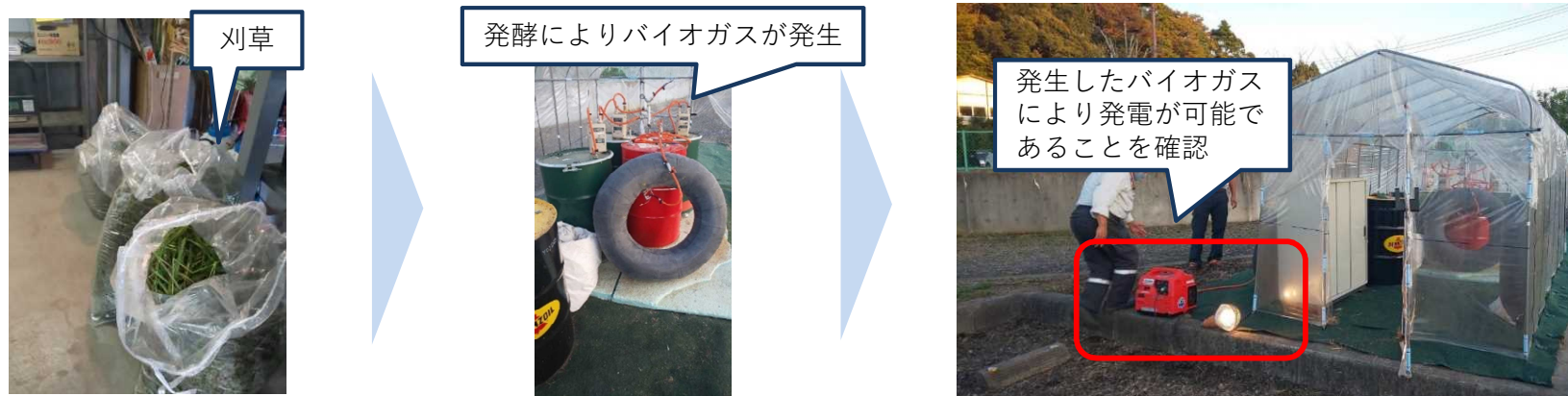
※誘導路の配置検討および効果の試算にあたっては、現状のみならず誘導路供用後の将来の機材構成や需要を踏まえて検討する必要がある。



- 成田国際空港において、刈草を用いてバイオマス発電する研究が行われている。 ※刈草は、全ての空港で発生。
- 成田国際空港で発生する刈草のうち約1,500tを用いたバイオガスにより発電した場合、68MWh/年の電力供給、約30t/年のCO<sub>2</sub>排出量削減が見込まれる。周辺施設からの廃熱を活用して発酵時の加温（30～50℃程度と想定）が可能な場合、維持費用を削減可能と考えられる。

## 成田国際空港における実証内容「(株)ナリコー、沼津高専との共同研究」

- 空港内で発生する年間約3,000tの刈草のうち、焼却処分している約1,500tを発酵させることにより生じるバイオガスを用いる発電に関する実証。
- 今後、発酵時の最適温度等について実証するとともに、実証結果を踏まえ、実用化に向けた大規模実験を検討予定。



(2021年5月の確認結果)

バイオガス成分	
メタン	71.9%
窒素	9.4%
酸素	2.3%
二酸化炭素	12.9%
他（水蒸気等）	3.5%

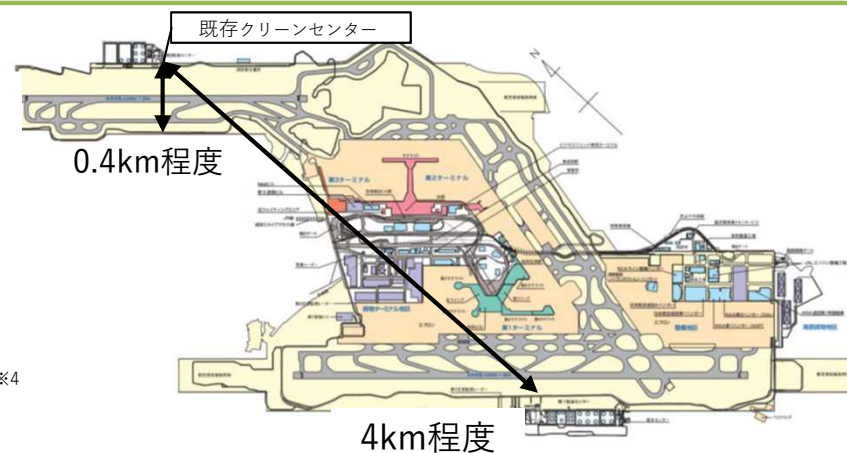
## 成田国際空港におけるバイオマスプラントの設置・導入効果の検討

- クリーンセンターで焼却処分している一般廃棄物23.6千t/年（2016年時点）の内、バイオマス発電に用いる刈草分の約1,500t（6.4%）の削減が可能  
※今後の滑走路等整備計画を踏まえるとバイオマス発電に活用可能な刈草は増加する見込み
- バイオマスプラントをクリーンセンターに隣接して設置可能な場合、同センターで生じる廃熱を冬期の発酵に活用できれば、維持費用を削減可能
- バイオマスプラントとストックヤードで、約7,000m<sup>2</sup>以上※3の設置面積が必要

	年間CO <sub>2</sub> 排出量
刈草運搬（推計）※1	0.6 t-CO <sub>2</sub>
バイオガスによる発電※2	▲31.4 t-CO <sub>2</sub>
計	▲30.8 t-CO <sub>2</sub>

【参考1】一般的なバイオガスによる発電の費用感  
 ・発電設備（+発酵槽）(定格10kW想定)：30百万円※4  
 ・運転維持費：138万円/年※4  
 【参考2】焼却処分費用：約30百万円/年※5

※1 営業用普通トラック178g-CO<sub>2</sub>/t・kmより178g-CO<sub>2</sub>/t・km × 750t × 0.4km + 178g-CO<sub>2</sub>/t・km × 750t × 4km = 0.587t-CO<sub>2</sub>より算定  
 ※2 年間発電電力量の見込み68MWh × 排出係数0.462kg-CO<sub>2</sub>/kWh = 31.4t-CO<sub>2</sub>より算定  
 ※3 刈草1ロール450kg・直径1.5m + 発電設備、発酵槽、ガスバルクでそれぞれ40ftコンテナサイズと仮定し算定  
 ※4 調達価格等算定委員会「令和3年度以降の調達価格等に関する意見」（R3年1月）メタン発酵バイオガス発電（食品残渣）の資本費・運転維持費（中央値）を参考とし算定  
 ※5 信濃川下流河川事務所「堤防除草に関する新たな取り組み(試行)について」より焼却処分費用の事例の2万円/t × バイオマス発電に活用想定刈草1,500tより算定



## 【水素サプライチェーンの検討】

- 神戸空港のカーボンニュートラル化に向けては、まずは太陽光発電の導入検討を行うと想定されるが、将来的には地域特性に合わせた水素活用の可能性も想定されるため、ここでは水素を活用する場合を仮定し、水素供給方法（輸送方法）を検討した。
- 試算結果より、液化水素荷役基地にて受け入れたCO<sub>2</sub>フリーの輸入水素を神戸空港にて使用する場合、FCVのみの利用であれば液化水素ローリーが、空港内または空港隣接地にて水素発電も行う場合にはパイプラインによる水素供給が有利になると考えられる。



図 神戸空港と液化水素荷揚基地の位置関係

出典：GEOSPACE CDS プラス（NTTインフラネット）をもとに作成



図 液化水素荷揚基地の構成  
出典：技術研究組合HySTRA「事業概要のご説明」

- 神戸空港島では、NEDO助成事業としてHySTRAによる液化水素荷役技術の開発に伴う実証試験が行われている。
- 本調査では当該基地にて商業的な運用が行われたと仮定して検討を実施した。

表 神戸空港での将来的な水素需要のシナリオ例と適切な水素供給方法のパターン検討

	パターン①	パターン②
水素使用シナリオ例	<b>モビリティのみで水素を活用</b> GSE車両半数程度をFCV化 (空港内の車両半数をFCV化と仮定) (水素消費想定※：1.6千Nm <sup>3</sup> /月) ※ 現在のGSEの消費燃料等から按分して想定	<b>モビリティ利用拡大+発電で水素を活用</b> GSE車両全数をFCV化 (水素消費想定：3.4千Nm <sup>3</sup> /月) + 水素発電400kW程度導入した場合 (水素消費想定：96千Nm <sup>3</sup> /月)
CO <sub>2</sub> 削減効果	17 t-CO <sub>2</sub> /年	1,223 t-CO <sub>2</sub> /年

圧縮水素トローラーによる水素輸送	<ul style="list-style-type: none"> <li>月1回程度の輸送で合理的</li> <li>1台当たりの輸送量が小さく水素輸送等コストが大きくなる恐れ</li> <li>水素輸送等コスト：50.3円/Nm<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>月50回程度の頻繁な輸送が必要で非合理的</li> <li>1台当たりの輸送量が小さく水素輸送等コストが大きくなる恐れ</li> </ul>
液化水素ローリーによる水素輸送	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>1台当たりの輸送量が大きいため水素輸送等コストが相対的に小さい</b></li> <li><b>水素輸送等コスト：6.2円/Nm<sup>3</sup>~</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>月5回程度の輸送が必要</li> <li>水素消費量が大きくなりパイプラインとの水素輸送等コスト差が小さくなる</li> </ul>
パイプラインによる水素輸送	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素消費量が少ないためパイプラインコストが相対的に大きくなる</li> <li>水素輸送等コスト：378円/Nm<sup>3</sup>~</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>水素消費量が大きくなることでパイプラインコストが相対的に小さくなる</b></li> <li><b>水素輸送等コスト：6.2円/Nm<sup>3</sup>~</b></li> </ul>

※「水素・燃料電池戦略ロードマップ」「神戸・関西圏水素利活用協議会 協議会レポート（2020年度）」より水素輸送等コストを試算  
※水素輸送等コストにはFCVへの水素充填や水素発電で活用するためのコンプレッサや蓄圧器等は含まれない  
※圧縮水素トローラー輸送等コストには輸送と需要家受入設備を含む、液化水素ローリー輸送等コストには荷役基地とローリーによる輸送と需要家受入設備コストを含む、パイプラインによる水素輸送では荷役基地による輸送と2.5インチの配管工事・維持費を含む

表 水素輸送方法と輸送量の目安

	圧縮水素トローラー	液化水素ローリー	水素パイプライン
水素輸送量	約2,000Nm <sup>3</sup> /台 (FCV32台程度) ※1	約20,000Nm <sup>3</sup> /台 (FCV320台程度) ※1	大規模供給可能

※1 FCV1台あたり水素ガス5.6kg(62.3Nm<sup>3</sup>)と想定し試算  
写真出典：岩谷産業株式会社『水素エネルギーハンドブック』

表 関西3空港（関空・伊丹・神戸）の水素活用に関する連携例（イメージ）

	陸上輸送による連携	海上二次輸送による連携
連携方法（水素輸送等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>神戸から関空・伊丹への液化水素ローリーによる陸上輸送を想定</li> <li>FCV、FCバスの導入推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関空への液化水素水上輸送（内航船による液化水素二次基地整備を想定）</li> <li>伊丹へは液化水素ローリーによる陸上輸送</li> <li>関空・神戸への水素発電の導入（荷役基地からのパイプライン整備を想定）</li> </ul>

- 「早生桐」は5～6年で成木化し、面積当たりのCO<sub>2</sub>吸収量は杉の約5倍程度の早生樹であり、空港外の未利用地等で太陽光発電の利用に適さない土地に植栽することが考えられる。発電と異なり系統への接続や利用施設との近接性を考慮せず取り組むことができる。
- 課題として、早生桐の成長後の伐採・販売を見越した事業体制の構築、成木した早生桐の販売先の開拓が挙げられる。

## 成田国際空港 早生桐の実証状況「株ナリコー、成蹊大学との共同研究」

- 早生桐は5～6年程度で樹高15mの成木へ成長（通常の桐は20年程度必要）
- 研究結果として早生桐1本（樹齢7.5年）のCO<sub>2</sub>吸収量の総量は0.319トン/本（年平均0.0425トン/年を吸収）
- 1haあたりに換算すると46.8トン/年（3m×3mの列植林を行い1,100本/haの植樹を行うことを想定して試算）  
※同じ面積で太陽光発電を行った場合、約444トン/年のCO<sub>2</sub>削減効果が得られる。
- 2020年5月に成田市内5箇所計約300本、2021年5月に富里市で約1,000本の苗を植え、CO<sub>2</sub>吸収効果を実証中

（参考）スギの単位面積あたりのCO<sub>2</sub>吸収量：8.8トン/ha・年（林野庁資料2014年）



図 早生桐の圃場（2020年5月植付、2021年9月撮影）  
（出典：プラットフォーム第4回セミナー(株)ナリコー発表資料）

論文名	論文著者	学会名
早生桐による大気中CO <sub>2</sub> 固定促進のための土壌中元素濃度とバイオマス間の関係性の検討	大宮 一真、菅原 一輝、加藤 茂、鈴木 誠一（成蹊大学）	資源・素材学会 2021年度春季大会

（他、国際会議※でも発表済）※DT XIV International Conference of Arid Land Studies Sep. 2021

植樹から1年4か月で平均樹高4.8m、直径が8.7cmまで成長

早生桐のCO<sub>2</sub>吸収量については、資源・素材学会等でも研究発表済

## 成田国際空港における早生桐の導入検討例

- 早生桐は環境保全、土地利用状況、系統制約等から太陽光発電に不適な土地への植栽や景観対策としての活用を想定
- 成田国際空港周辺10km圏内の未利用公有地9.9haの内、太陽光発電に適さず、森林でない土地5.1haへ早生桐を植樹した場合、237.7t-CO<sub>2</sub>/年のCO<sub>2</sub>吸収効果が得られると試算
- 今後、早期の事業開始に向けて、事業スキーム・事業体制の確立、成木した早生桐の販売先の開拓等について詳細検討が必要（5～6年後に伐採・材木としての販売により植付、管理等の費用の回収を想定※）

※ 周囲長77.6cm、高さ15mの桐の丸木として算定、桐の販売額はヒアリングより6～7万円/m<sup>3</sup>と想定

事業スキーム例	環境価値の取り扱い等
①空港管理者は早生桐を所有するが、植え付けから管理・伐採販売までを一括して委託	環境価値は空港管理者が所有
②空港管理者は土地を貸す（無償又は有償）のみで、第三者が早生桐を所有し植え付けから管理・伐採販売まで実施	環境価値の帰属先は明確ではないが第三者が所有する場合、空港管理者が環境価値を得る方法を検討することが必要（環境価値の取扱いに関する契約を結ぶ等）

設置検討箇所	合計面積
国公有未利用地	5.1ha※ （太陽光発電の設置可能性あり以外で森林でない土地）
自治体公有未利用地	

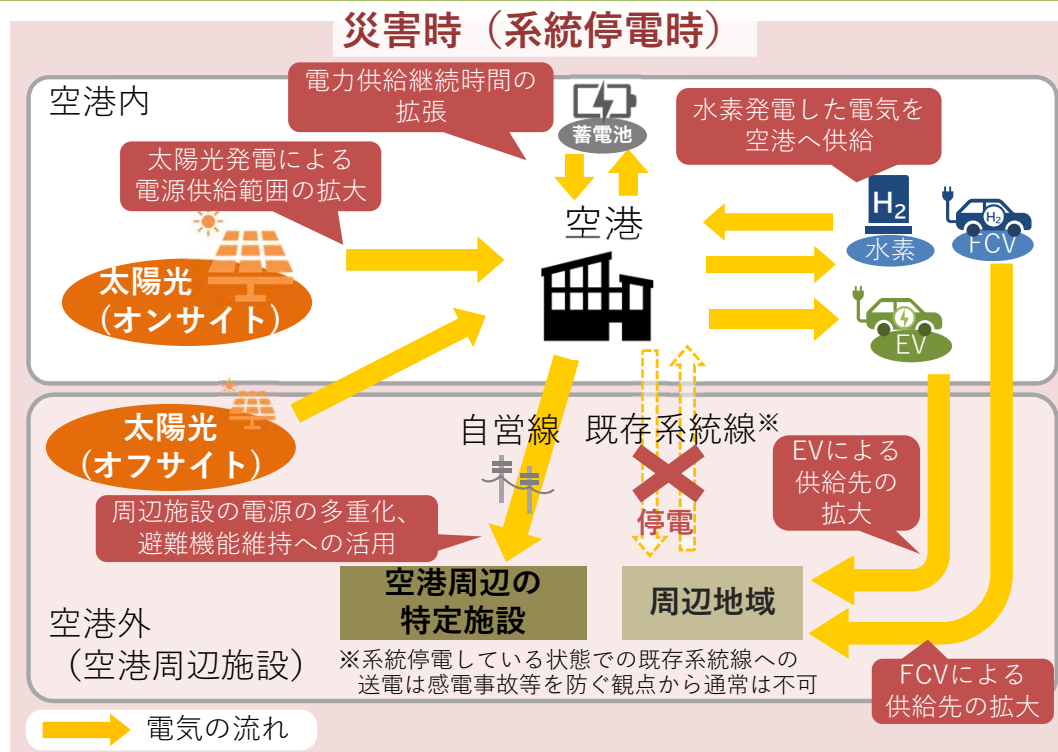
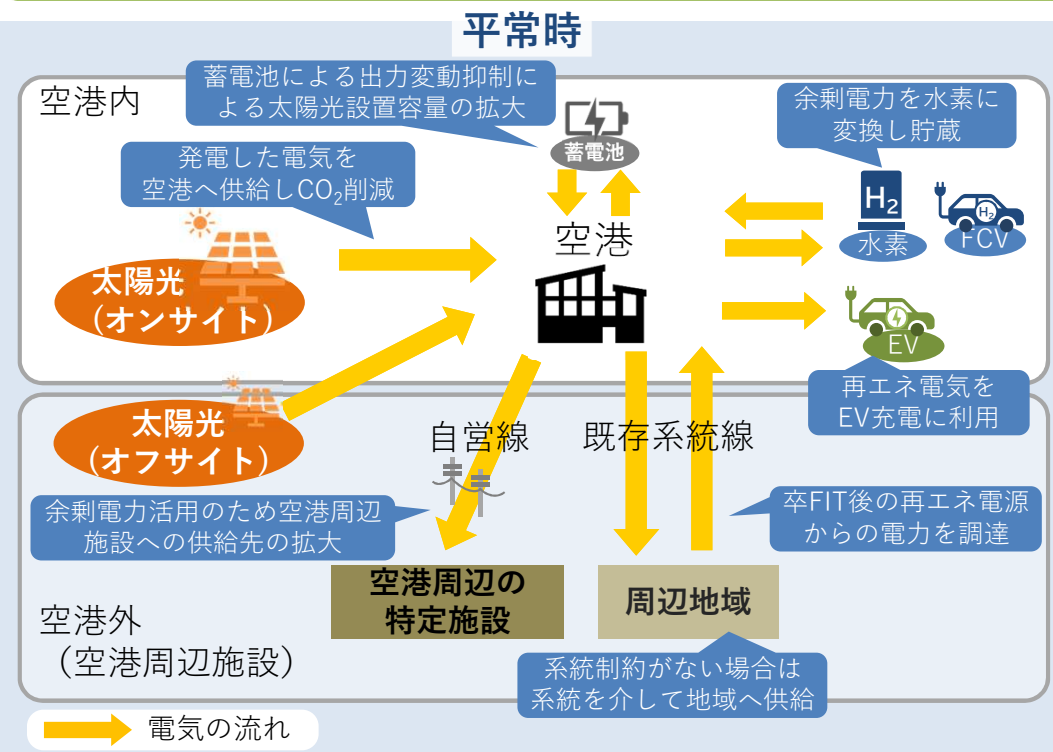
$$46.8\text{t-CO}_2/\text{年} \cdot \text{ha} \times 5.1\text{ha} = 237.7\text{t-CO}_2/\text{年} \quad (5,588\text{本を植林と想定})$$

※国公有未利用地、自治体公有未利用地全体で9.9ha、そのうち太陽光発電2.8ha（29%）、早生桐5.1ha（51%）、森林のため太陽光発電・早生桐の導入不可2.0ha（20%）

# 地域連携・レジリエンス強化に係る重点調査

- ▶ 地域連携・レジリエンス強化のために、平常時・災害時の両方の運用を考慮した供給体制を構築することが有効である。
- ▶ 平常時には、太陽光発電の電力を空港内外の施設に自営線や既存システムを介して供給しCO<sub>2</sub>を削減し、更には蓄電池、電気自動車（EV）及び水素関連設備等の蓄エネ設備を導入することで余剰電力によるCO<sub>2</sub>削減を進める。
- ▶ 災害時（系統停電時）には、自営線やEV・燃料電池自動車（FCV）等により空港周辺施設に電力供給し、地域のレジリエンス強化に貢献する。
- ▶ 災害時の課題として、空港周辺施設内において需給体制の構築調整（電気設備の操作含む）が必要であること、蓄電池・水素関連設備のコストが大きいこと、さらに既存系統線を利用した地域マイクログリッド※により、空港周辺施設への電力供給を行う場合は関係者調整に時間を有することが考えられる。

※「地域マイクログリッド構築のてびき（令和3年4月 資源エネルギー庁）」参照。



取組	取組が有効なケース（平常時）	取組が有効なケース（災害時）
自営線による電力供給	・ 系統制約下で空港周辺の特定施設に安定的に電力供給したい場合	・ 系統停電時に空港周辺の特定施設に安定的に電力供給したい場合
EV活用・FCV活用	・ 系統制約下で余剰電力を有効活用したい場合 ・ 空港関係車両の脱炭素化も併せて進める場合	・ 系統停電時に遠隔の周辺地域に電力供給したい場合 ※FCVの方が水素製造・貯蔵施設を含め高価だが供給容量は大きい
余剰電力の蓄電、水素貯蔵	・ 系統制約下で余剰電力を有効活用したい場合 ・ 空港内の再生エネルギー率を高めたい場合	・ 系統停電時に空港内外に安定的に電力供給を行いたい場合 ※水素貯蔵の方が高価だが長期間の保存やより安定的な供給が可能

# 離島空港における地域連携・レジリエンス強化

## 【離島空港における再エネ導入・拡大イメージ】

- 離島は、主に火力発電による電力供給が行われており、CO<sub>2</sub>排出量や化石燃料の輸送費が大きいため、化石燃料の代替となる太陽光発電の導入拡大により、島全体の脱炭素化だけでなく離島特有の電力供給の高コスト構造の改善や、エネルギー地産地消に伴うレジリエンス向上に繋がる可能性がある。一方で、太陽光発電は気象等により発電出力が大きく変動することから、島全体の電力の需要と供給のバランスを調整（需給調整）している火力発電の運用等にも配慮しつつ、導入を進める必要がある。
- 離島空港への大規模な太陽光発電の導入に向けては、関係者による調整（電力会社、自治体等）や大容量の蓄電池設備の設置も検討することで、島全体で一体的に需給調整を行う等により、効率的な導入を目指すことが考えられる。

空港への太陽光発電設備等の導入  
（空港内への設置可能性のあるパネル容量：3,000kW※）

※与那国空港の企画書から設置可能性のある面積：3haと想定し、想定設置可能パネル容量：0.1kW/m<sup>2</sup>と設定し推計

- 太陽光発電の出力変動や余剰電力対策が必要（蓄電池導入を検討）
- 蓄電池のコストが高額

離島全体での電力の需給調整と一体的な運用による効率的な太陽光発電の導入

- 空港のカーボンニュートラル化の達成
- 島全体の再エネ化率の向上
- 空港や島全体のレジリエンス強化
- 火力発電設備の化石燃料コストの削減

### 【検討案】

- 太陽光発電により日中に消費しきれず余剰となった電気を蓄電池やEV等に充電し、夜間に放電を行う等により最大活用する。
- 太陽光発電や蓄電池、EV、火力発電等を含んだ島全体での需給調整により、火力発電の発電規模を抑えることで、最終的には離島の脱炭素化や電力供給に係るコスト削減、レジリエンス向上に繋げる。

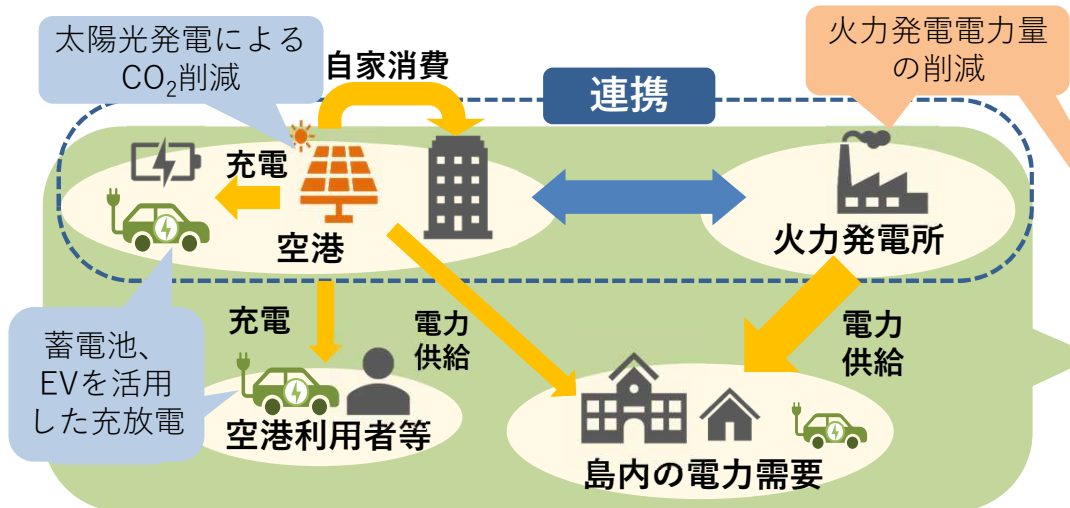


図 離島における再エネ運用イメージ

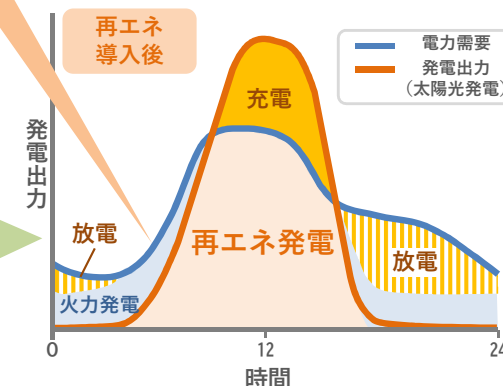


図 離島全体で一体的に需給調整を行うイメージ

表 与那国島の発電設備の構成

項目	認可最大出力	内訳	燃料
火力発電※	4,410kW	5基	重油
風力発電	600kW	1基	-

※運用下限値を1,040kWとして需要に応じて2～5基を運用

出典：電力設備詳細 沖縄電力株式会社（2019年3月31日時点）

<https://www.okiden.co.jp/company/guide/power-equipment/>

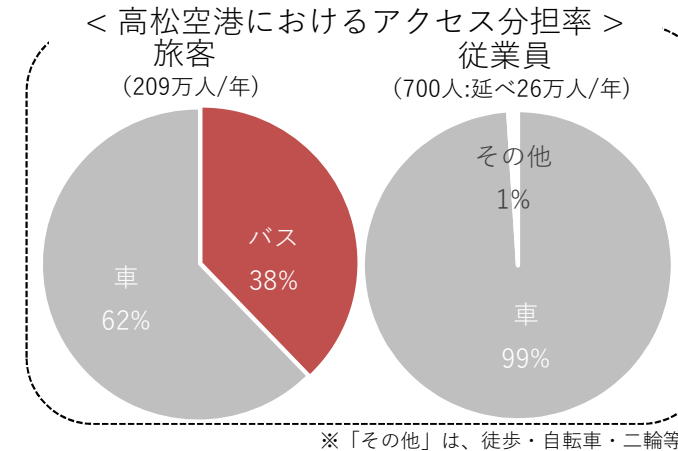
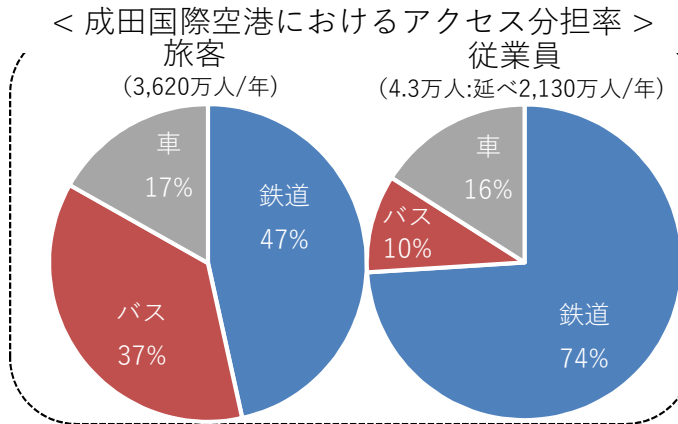
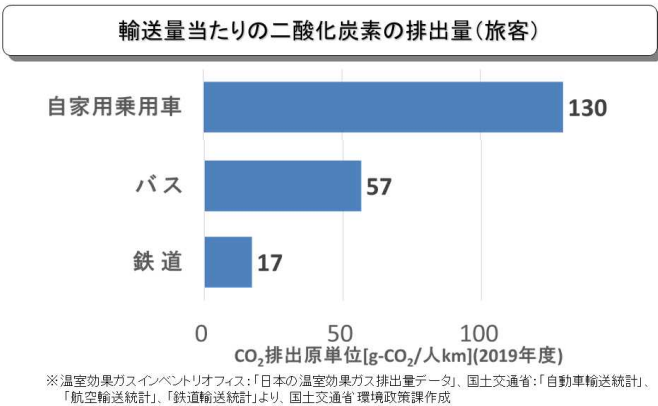
### 【参考】宮古島における島嶼型スマートコミュニティ実証事業の例

- 太陽光発電等の導入拡大に向け、住宅等に設置された電気温水器、蓄電池、EV等を遠隔制御により需給調整に活用する。将来的には火力発電所を含んだ島全体での一体的な需給調整を目指す。
- 太陽光発電の導入により、火力発電への依存度を下げ、2050年までに島内のエネルギー自給率を高め、再エネ化率48.9%の達成と、火力発電設備の規模縮小による電力供給に係る費用削減を目指す。

出典：宮古島市「宮古島市島嶼型スマートコミュニティ実証事業」（令和2年3月）より作成

# 空港アクセスに関する重点調査(概要)

- 空港アクセスの手段としては、環境負荷の小さい順に鉄道、バス、自動車（自家用車およびレンタカー）等がある。
- CO<sub>2</sub>排出量削減のためには、鉄道、バス等の公共交通への転換や自動車のEV・FCV化の促進が有効である。



## 空港アクセスのCO<sub>2</sub>削減に向けた課題・解決策(案)

- 鉄道、バス等の公共交通への転換や自動車のEV・FCV化の促進については、空港側の取組のみでも一定の効果が見込まれる取組も想定されるが、抜本的な対策のためには空港関係者のみならず、交通事業者、地方公共団体（県、市等）等の多様な関係機関の協力が必要となる。
- 旅客のアクセス・従業員の通勤共に利便性（時間・費用・乗換回数）との両立も踏まえた施策検討が重要。

課題・目的	施策例	参考事例等
旅客・従業員の公共交通利用促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>脱炭素車両によるカーシェア、シェアサイクルを促すポイント付与制度</li> <li>従業員の出勤時間に併せたバスの運行又はバス運行に併せた時差出勤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境省グリーンライフ・ポイント推進事業（令和4年度～）</li> <li>豊田市TDMでの「エコ通勤」、シダックス社FC通勤バス運行等</li> </ul>
旅客・従業員のEV/FCV化促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>EV充電/FCV充填インフラの整備と無料充電・充填サービスの提供</li> <li>駐車料金の低減</li> <li>利便性の高い駐車位置への優先駐車</li> <li>夜間時等放電による空港店舗利用の割引・ポイント制度の導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ACRP（100）にて旅客のオフセット購入による間接投資（アトランタ国際空港）、空港使用料低減等を紹介</li> <li>ACRP（100）にて低炭素車両優遇施策として紹介</li> <li>堺市（イオン等）、三菱商事（コンビニ等）</li> </ul>
二次交通事業者のEV/FCV化促進（タクシー、レンタカー、アクセス・連絡バス等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素車両に対するターミナル前の優先停車権の付与</li> <li>低炭素交通（タクシー、レンタカー）による空港起点の地域観光検討</li> <li>空港周辺の回遊、ターミナル間移動における次世代モビリティの導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンディエゴ空港タクシーにてCO<sub>2</sub>排出量86%削減</li> <li>京都ECO観光等にて充電ポイントと連携</li> <li>仙台空港観光型MaaS「エアポートCOMS」</li> </ul>
送迎車のアイドリングストップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>構内道路の幅員・接車帯、駐車場の動線・ゲート改良等での滞留緩和</li> <li>アイドリング禁止のルール化と冷暖房がある簡易待合施設の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ACRP（89）にて米FAA管内11空港を対象に検討事例の紹介と効果分析を実施</li> </ul>

※ACRP：Airport Cooperative Research Programの略。米国連邦航空局（FAA）における空港共同研究プログラム

# 空港アクセスに関する重点調査(高松空港)

- ▶ 高松空港の重点調査では、従業員のアクセスによるCO2排出削減方策として、従業員の勤務シフトおよび居住地分布に着目し、空港アクセスからのCO2排出削減方策について検討を行った。
- ▶ 空港従事者各社の主要な出勤・退勤時間は特定時間帯に集中しているが、現状は航空機のダイヤに沿った時刻でバスが運行されているため、バスダイヤの調整やバス時刻に合わせた始業・終業時刻の変更によりバス利用の促進効果が期待できる。
- ▶ 居住地分布からバス停付近に住んでいる従業員は多くないことから、公共交通利用促進策としては、従業員の居住集中エリアへの通勤バス導入および既存公共交通の活用（パークアンドライド等）等が考えられる。
- ▶ 施策の推進にあたっては、地域全体の交通政策（バスネットワーク、脱炭素化等）との整合を図る必要があり、地元行政やバス事業者等の多様な関係機関との協力・連携が不可欠である。

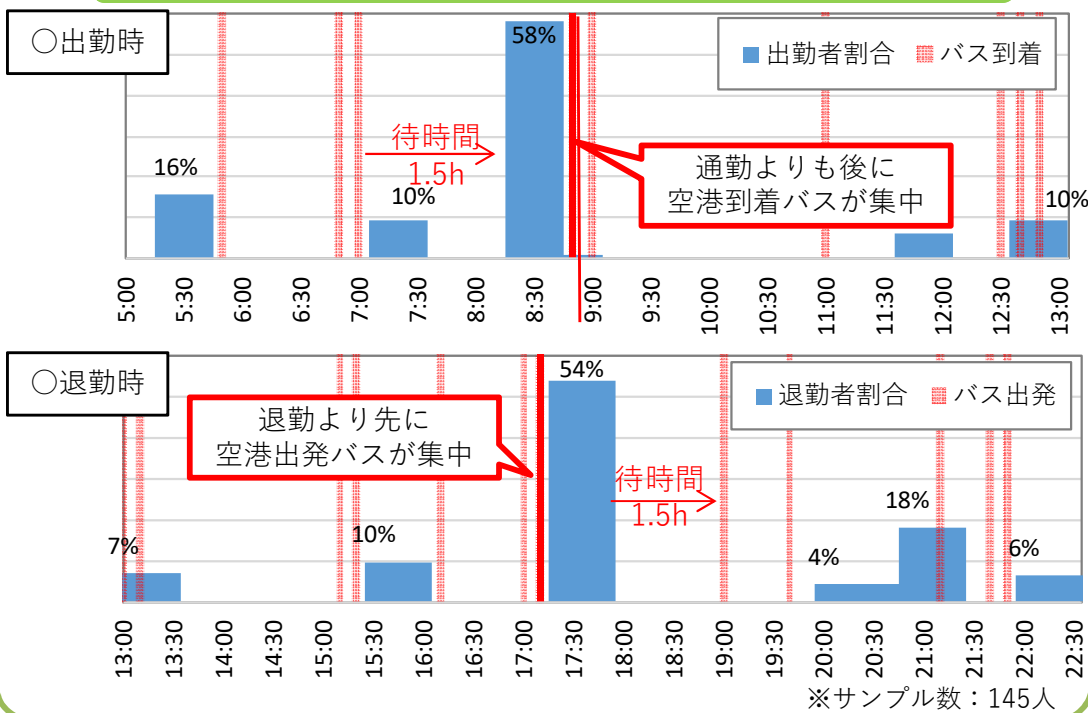
高松空港の従業員(約700人)のアクセスによるCO2排出量 (2018年度)

項目	現状	バス転換の場合	削減量
対象交通量 (延べ人/年)	259,270	259,270	
距離 (km)	15.8	15.8	
CO <sub>2</sub> 排出量 (トン/年)	811	342	▲469

高松空港からのCO2排出量内訳 (2018年度)

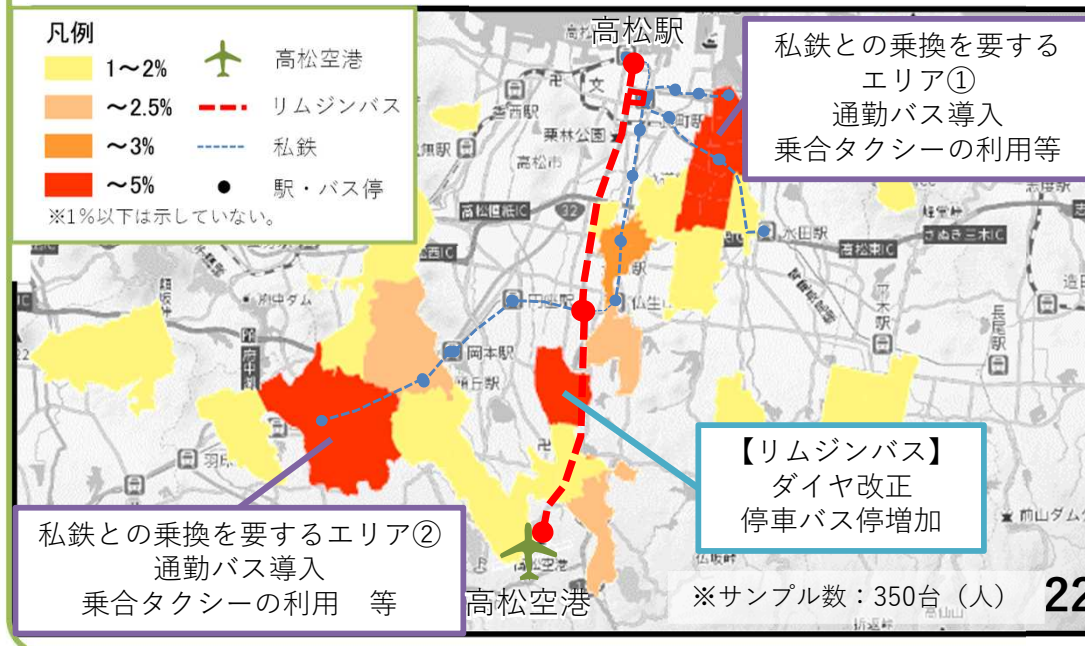
項目	排出量	項目	排出量
空港施設	2,726トン	旅客アクセス	7,821トン
空港車両	260トン	従業員アクセス	811トン
<b>空港施設・空港車両</b>	<b>2,986トン</b>	<b>アクセス</b>	<b>8,632トン</b>

## 勤務シフトから見た従業員アクセスからのCO2削減方策



## 居住地分布から見た従業員アクセスからのCO2削減方策

高松空港の従業員居住地分布図



**以下、参考資料**



# 太陽光発電に係る重点調査(成田国際空港)

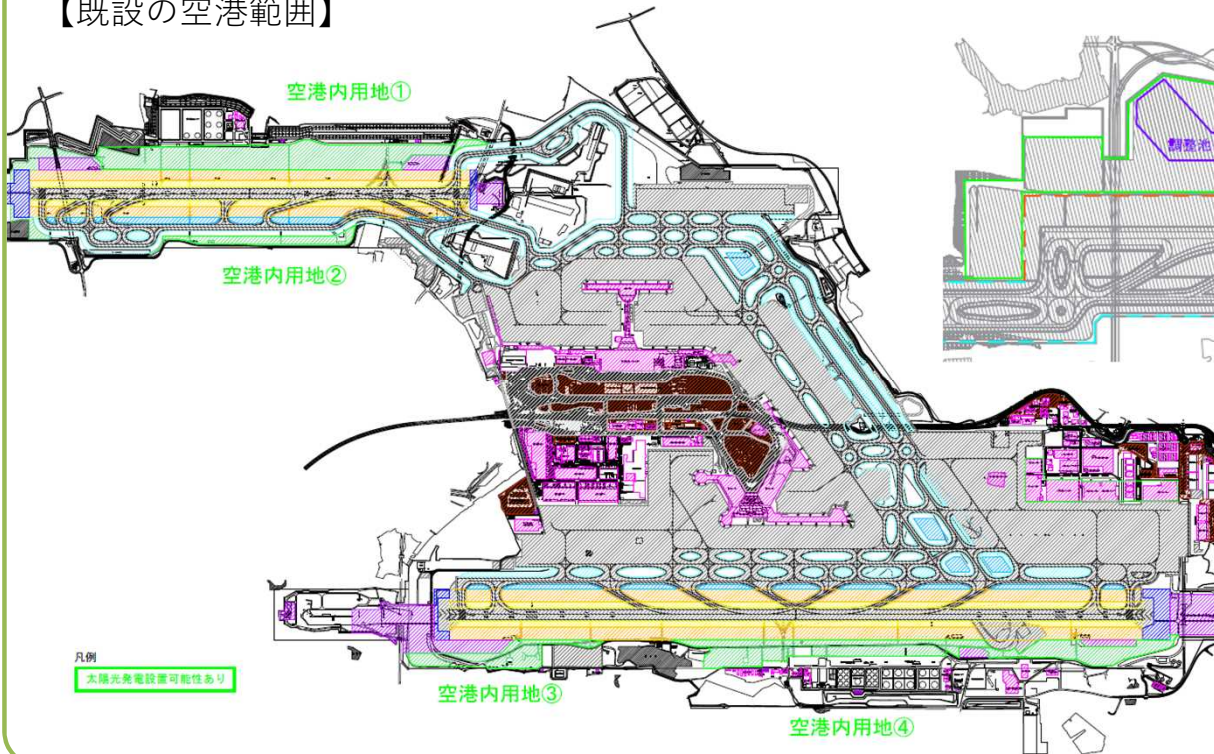
## 【太陽光発電の導入】

- 空港内用地124.9ha並びに空港周辺の国公有未利用地2.8haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約203.9MWに対し、約127.7MW（約63%）のポテンシャルがあると推計される。 ※1

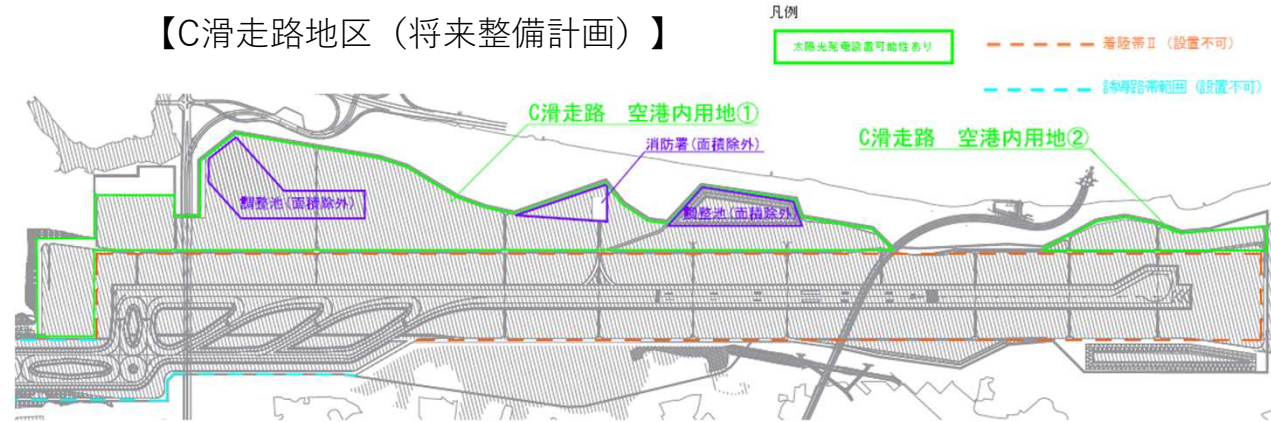
※1 本調査では地盤の状況や建物の構造について未確認であり、あくまで既存の図面、資料、航空写真等から設置可能性ありと想定される場所を抽出しており、実際の導入にあたっては事業採算性も考慮し個別検討が必要。

## 空港内の設置可能容量の検討

### 【既設の空港範囲】



### 【C滑走路地区（将来整備計画）】



設置検討箇所	設置条件	面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり 想定容量 (kW/m <sup>2</sup> )	太陽光パネル 容量(MW)
空港内用地①	地上設置	280,000	0.10	28.0
空港内用地②	地上設置	54,000	0.10	5.4
空港内用地③	地上設置	90,000	0.10	9.0
空港内用地④	地上設置	275,000	0.10	27.5
C滑走路 空港内用地①	地上設置	493,000	0.10	49.3
C滑走路 空港内用地②	地上設置	57,000	0.10	5.7
合計		1,249,000	-	124.9

## 空港周辺の設置可能容量の検討

設置検討箇所	設置条件	合計面積 (m <sup>2</sup> )	面積当たり 想定容量(kW/m <sup>2</sup> )	太陽光パネル 容量(MW)
国公有未利用地※2	地上	28,400	0.10	2.8
自治体公有未利用地※3	設置	0		0
合計		28,400	-	2.8

※2 本調査において空港周辺10km程度以内で太陽光発電設備を設置できる可能性があると評価した国公有未利用地  
 ※3 本調査において提供を受けた空港周辺の自治体の未利用地リストのうち、太陽光発電設備を設置できる可能性があると評価した周辺自治体の公有未利用地

## エネルギー需給シミュレーション

	業務用電力	特別高圧電力
施設の年間電力需要量（2019年）	218,200MWh/年	35,100MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	175.7MW	28.3MW

合計 203.9MW

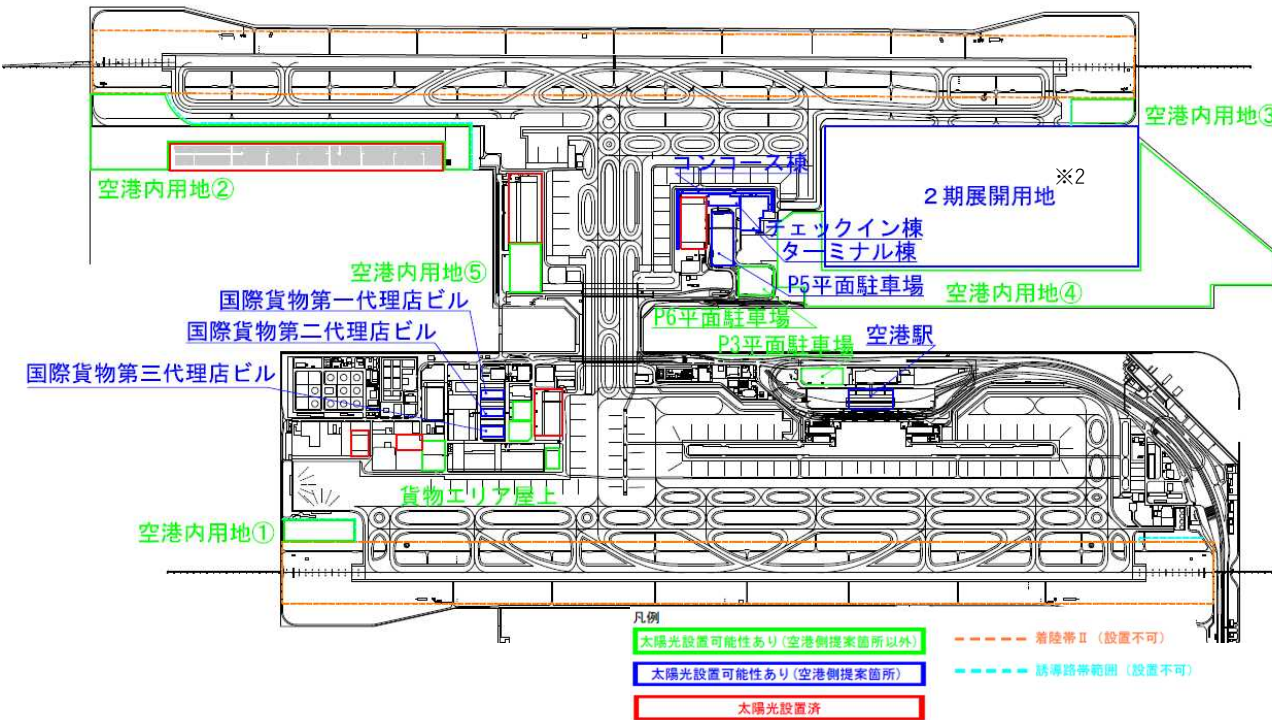
# 太陽光発電に係る重点調査(関西国際空港)

## 【太陽光発電の導入】

- 建物の屋根、駐車場及び空港内用地の約192.8haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約127.4MWに対し、約190.9MW (約149%) のポテンシャルがあると推計される。\*1

\*1 本調査では地盤の状況や建物の構造について未確認であり、あくまで既存の図面、資料、航空写真等から設置可能性ありと想定される場所を抽出しており、実際の導入にあたっては事業採算性も考慮し個別検討が必要  
 \*2 2期展開用地については、ターミナルビル増築等の将来計画もあるため、太陽光パネルを設置できない可能性がある。

## 空港内の設置可能容量の検討



設置検討箇所	設置条件	面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり 想定容量 (kW/m <sup>2</sup> )	太陽光 パネル 容量 (MW)	
国際貨物第一代理店ビル	屋根	3,646	0.09	0.3	
国際貨物第二代理店ビル	屋根	3,800	0.09	0.3	
国際貨物第三代理店ビル	屋根	3,664	0.09	0.3	
空港駅	屋根	13,795	0.09	1.2	
P5平面駐車場	駐車場(カーポート)	21,000	0.08	1.7	
コンコース棟	屋根	8,850	0.09	0.8	
ターミナル棟	屋根	5,173	0.09	0.5	
チェックイン棟	屋根	6,917	0.09	0.6	
2期展開用地*2	地上設置	905,700	0.10	90.6	
貨物エリア屋上	屋根	35,000	0.09	3.2	
P6平面駐車場	駐車場(カーポート)	20,000	0.08	1.6	
P3平面駐車場	駐車場(カーポート)	13,000	0.08	1.0	
空港内用地①	地上設置	31,500	0.10	3.2	
空港内用地②	地上設置	217,000	0.10	21.7	
空港内用地③	地上設置	28,000	0.10	2.8	
空港内用地④	地上設置	580,000	0.10	58.0	
空港内用地⑤	地上設置	31,000	0.10	3.1	
<b>合計</b>				<b>1,928,045</b>	<b>-</b>
					<b>190.9</b>

\*本調査の中で提供を受けた国公有未利用地リストにおいて  
 関西国際空港の周辺10km程度以内で太陽光発電設備の設置に適していると評価した土地はなし

## エネルギー需給シミュレーション

	第1TB	熱供給	第2TB	国際貨物ターミナル施設	...	合計* 100% (161,400MWh)
全施設の年間電力需要量の合計に対する割合 (2019年)	46%	16%	7%	4%	...	
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	59.2MW	20.1MW	8.7MW	5.2MW	...	<b>127.4MW</b>

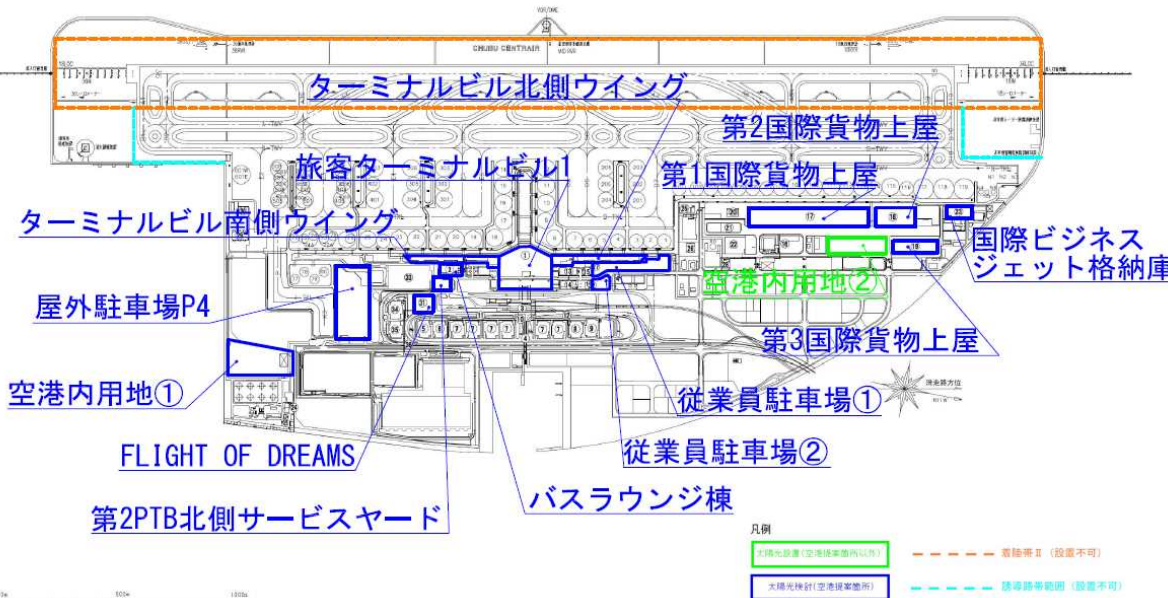
※ 関西エアポート (株) が管理する施設の合計

## 【太陽光発電の導入】

- 建物の屋根、駐車場及び空港内用地の約22.4haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約47.5MWに対し、約19.9MW（約42%）のポテンシャルがあると推計される。 ※1

※1 本調査では地盤の状況や建物の構造について未確認であり、あくまで既存の図面、資料、航空写真等から設置可能性ありと想定される場所を抽出しており、実際の導入にあたっては事業採算性も考慮し個別検討が必要

## 空港内の設置可能容量の検討



※本調査の中で提供を受けた国公有未利用地リストにおいて中部国際空港の周辺10km程度以内で太陽光発電設備の設置に適していると評価した土地はなし

設置検討箇所	設置条件	面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり 想定容量 (kW/m <sup>2</sup> )	太陽光パネル 容量 (MW)
旅客ターミナルビル1	屋根	27,700	0.09	2.5
ターミナルビル北側ウイング	屋根	11,000	0.09	1.0
ターミナルビル南側ウイング	屋根	10,000	0.09	0.9
第1国際貨物上屋	屋根	34,586	0.09	3.1
第2国際貨物上屋	屋根	11,938	0.09	1.1
第3国際貨物上屋	屋根	12,148	0.09	1.1
FLIGHT OF DREAMS	屋根	4,987	0.09	0.4
空港内用地①	地上設置	25,700	0.10	2.6
第2PTB北側サービスヤード	駐車場(カーポート)	3,400	0.08	0.3
バスラウンジ棟	屋根	2,480	0.09	0.2
従業員駐車場①	駐車場(カーポート)	15,400	0.08	1.2
従業員駐車場②	駐車場(カーポート)	4,200	0.08	0.3
国際ビジネスジェット格納庫	屋根	5,300	0.09	0.5
屋外駐車場P4	駐車場(カーポート)	40,000	0.08	3.2
第1国際貨物上屋	外壁(南面)	635	0.08	0.1
空港内用地②	地上設置	15,000	0.10	1.5
<b>合計</b>		<b>224,474</b>		<b>19.9</b>

## エネルギー需給シミュレーション

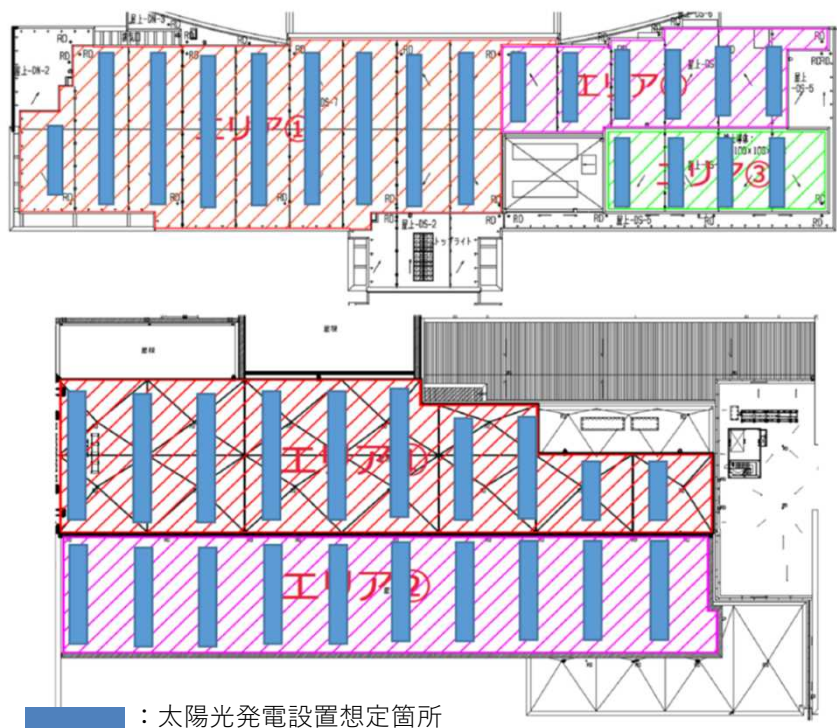
	PTB地区	貨物地区	給油地区
施設の年間電力需要量(2019年)	57,164MWh/年	6,897MWh/年	772MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	41.9MW	5.1MW	0.6kW

合計47.5MW

## 【太陽光発電の導入（新千歳空港）】

- 建物の屋根2.0ha並びに空港周辺の国有未利用地57.6haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約65.5MWに対し、空港内で約0.6MW（約1%）、空港外で約57.6MW（約88%）のポテンシャルがあると推計される。

### 空港内の設置可能容量の検討



### ■国内線旅客ターミナル及び国際線旅客ターミナルの屋上に設置

設置想定箇所※1	設置可能面積(m <sup>2</sup> )	太陽光パネル容量※2 (MW)
国内線旅客ターミナル(屋上)	6,156	0.3
国際線旅客ターミナル(屋上)	9,943	0.2
ケータリング施設(屋上)	3,755	0.1
計	19,854	0.6

- ※1 空港外の緑地管理地、遊休地等に設置可能な場所はないため、設置可能な屋上設置の数値のみ記載
- ※2 提供を受けた図面から日陰の影響も考慮して8m間隔で設置した場合における太陽光パネルの枚数を検討し算出

### 空港周辺の設置可能容量の検討

設置検討箇所	設置条件	合計面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり想定容量(kW/m <sup>2</sup> )	太陽光パネル容量(MW)
国有未利用地※1	地上設置	576,000	0.10	57.6

※1 本調査において空港周辺10km程度以内で太陽光発電設備を設置できる可能性があると評価した国有未利用地

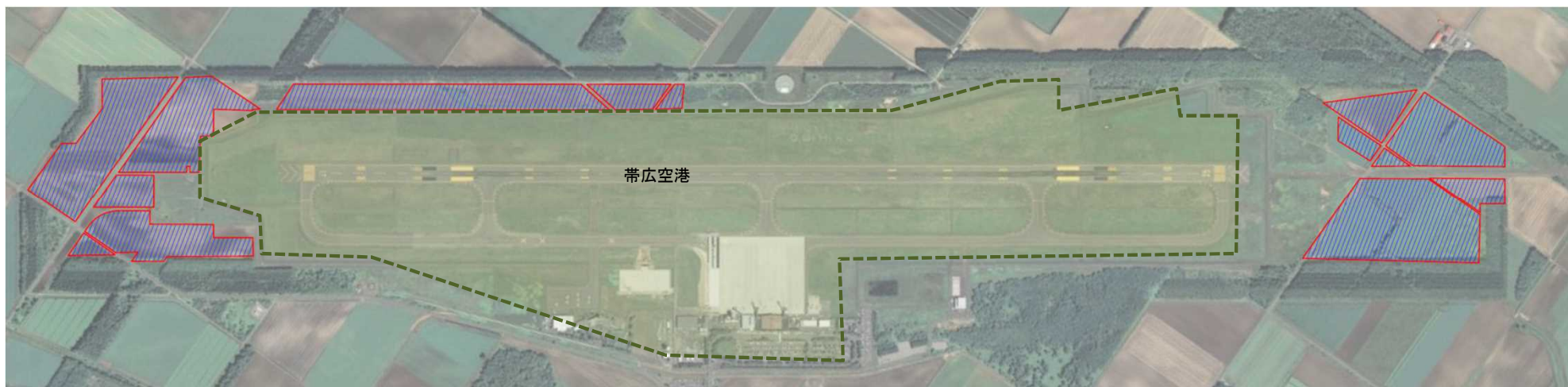
### エネルギー需給シミュレーション

	新千歳空港
施設の年間電力需要量（2020年）	75,974MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	65.5MW

## 【太陽光発電の導入（帯広空港）】

- ▶ 空港に近接する緑地管理地39.3ha並びに空港周辺の国公有未利用地1.4haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約0.9MWに対し、約23.6MW（約2,622%）のポテンシャルがあると推計される。

### 近隣未利用地の設置可能容量の検討



：太陽光発電設置可能性のある箇所

■ 空港に近接する緑地管理地※1に設置した場合を想定

※1 現在農地として利用

エリア名	設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	太陽光パネル容量(MW)
①緑地管理地に最大限設置	393,290	22.2
②自家消費の範囲で最大限設置	5,722	0.3

### 空港周辺の設置可能容量の検討

設置検討箇所	設置条件	合計面積 (m <sup>2</sup> )	面積当たり想定容量 (kW/m <sup>2</sup> )	太陽光パネル容量(MW)
国公有未利用地※2	地上設置	13,936	0.10	1.4

※2 本調査において空港周辺10km程度以内で太陽光発電設備を設置できる可能性があると評価した国公有未利用地

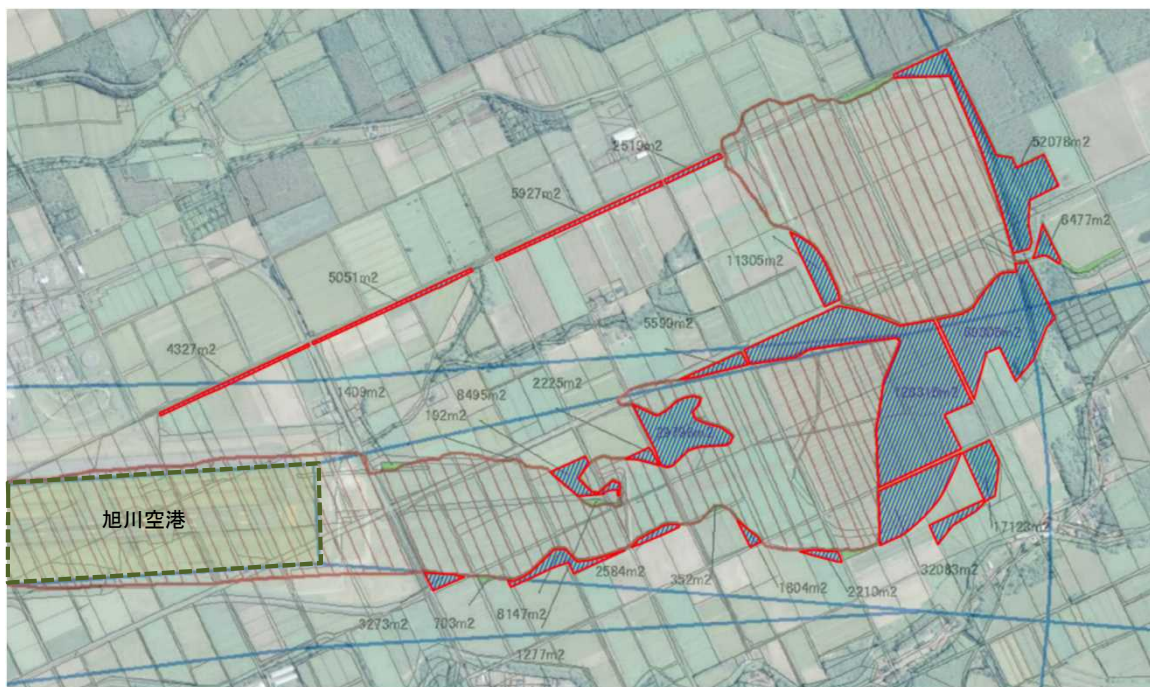
### エネルギー需給シミュレーション

	帯広空港
施設の年間電力需要量 (2020年)	1,167MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	0.9MW

## 【太陽光発電の導入（旭川空港）】

- 空港近隣の遊休地39.1ha並びに空港周辺の国公有未利用地1.3haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約2.3MWに対し、約23.3MW（約1,013%）のポテンシャルがあると推計される。

### 近隣未利用地の設置可能容量の検討



☐：太陽光発電設置可能性のある箇所

### ■ 空港近隣の遊休地※1に設置

エリア名	設置可能面積(m <sup>2</sup> )	太陽光パネル容量(MW)
①遊休地に最大限設置	391,017	22.0
②自家消費の範囲で最大限設置	10,682	0.6

※1 現在農地として利用。  
高度が高い場所もあるため、制限表面の確認が必要。

### 空港周辺の設置可能容量の検討

設置検討箇所	設置条件	合計面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり想定容量(kW/m <sup>2</sup> )	太陽光パネル容量(MW)
国公有未利用地※2	地上設置	12,870	0.10	1.3

※2 本調査において空港周辺10km程度以内で太陽光発電設備を設置できる可能性があると評価した国公有未利用地

### エネルギー需給シミュレーション

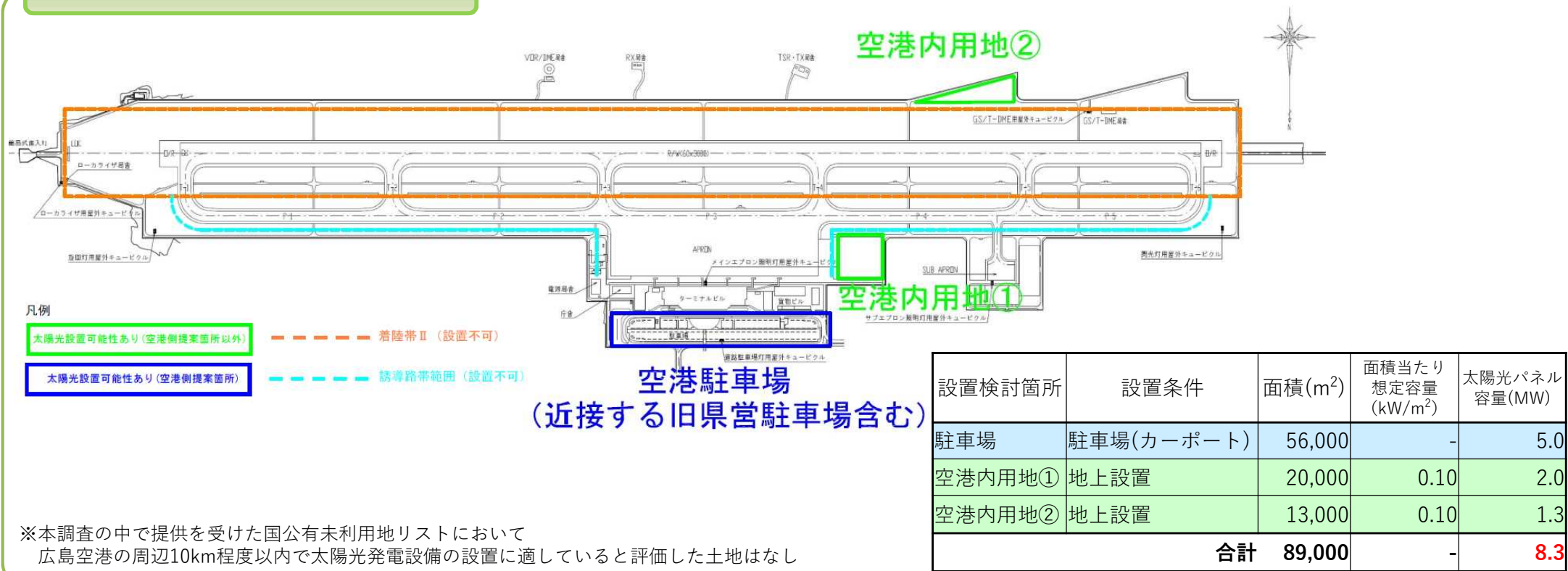
	旭川空港
施設の年間電力需要量（2020年）	2,538MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	2.3MW

## 【太陽光発電の導入】

- 駐車場及び空港内用地の約8.9haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約6.6MWに対し、約8.3MW（約126%）のポテンシャルがあると推計される。 ※1

※1 本調査では地盤の状況等について未確認であり、あくまで既存図面や航空写真から設置可能性ありと想定される場所を抽出しており、実際の導入にあたっては事業採算性も考慮し個別検討が必要

## 空港内の設置可能容量の検討



## エネルギー需給シミュレーション

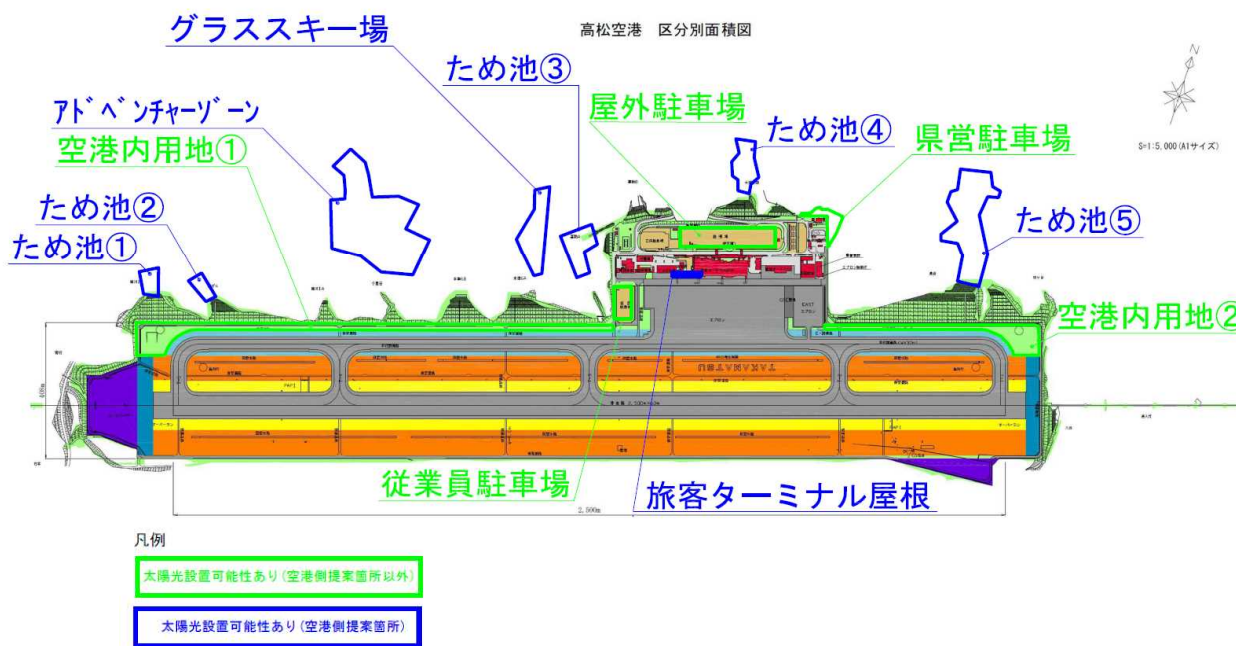
	広島空港
施設の年間電力需要量 (2019年)	8,638MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	6.6MW

## 【太陽光発電の導入】

▶ 建物の屋根、空港内用地および駐車場等の約16.1ha並びに周辺の調整池に太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約2.8MWに対し、約16.4MW (約580%) のポテンシャルがあると推計される。 ※1

※1 本調査では地盤の状況や建物の構造について未確認であり、あくまで既存の図面、資料、航空写真等から設置可能性ありと想定される場所を抽出しており、実際の導入にあたっては事業採算性も考慮し個別検討が必要。

## 空港内の設置可能容量の検討



設置検討箇所	設置条件	面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり 想定容量 (kW/m <sup>2</sup> )	太陽光 パネル 容量(MW)
旅客ターミナルビル	屋根	215	0.09	0.02
アドベンチャーゾーン※2	地上設置	67,000	0.10	6.7
グラススキー場※2	地上設置	15,000	0.10	1.5
ため池①※2	水上設置	-	-	0.04
ため池②※2	水上設置	-	-	0.01
ため池③※2	水上設置	-	-	0.2
ため池④※2	水上設置	-	-	0.2
ため池⑤※2	水上設置	-	-	0.5
空港内用地①	地上設置	34,000	0.10	3.4
空港内用地②	地上設置	18,000	0.10	1.8
屋外駐車場	駐車場(カーポート)	18,000	0.08	1.4
従業員駐車場	駐車場(カーポート)	4,180	0.08	0.3
県営駐車場	駐車場(カーポート)	4,500	0.08	0.4
合計		160,895	-	16.4

※本調査の中で提供を受けた国公有未利用地リストにおいて高松空港の周辺10km程度以内で太陽光発電設備の設置に適していると評価した土地はなし

※2 現時点での面積としてのポテンシャルであり、設置にあたっては関係者との調整が必要。

## エネルギー需給シミュレーション

	高松空港
施設の年間電力需要量 (2019年)	3,540MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	2.8MW



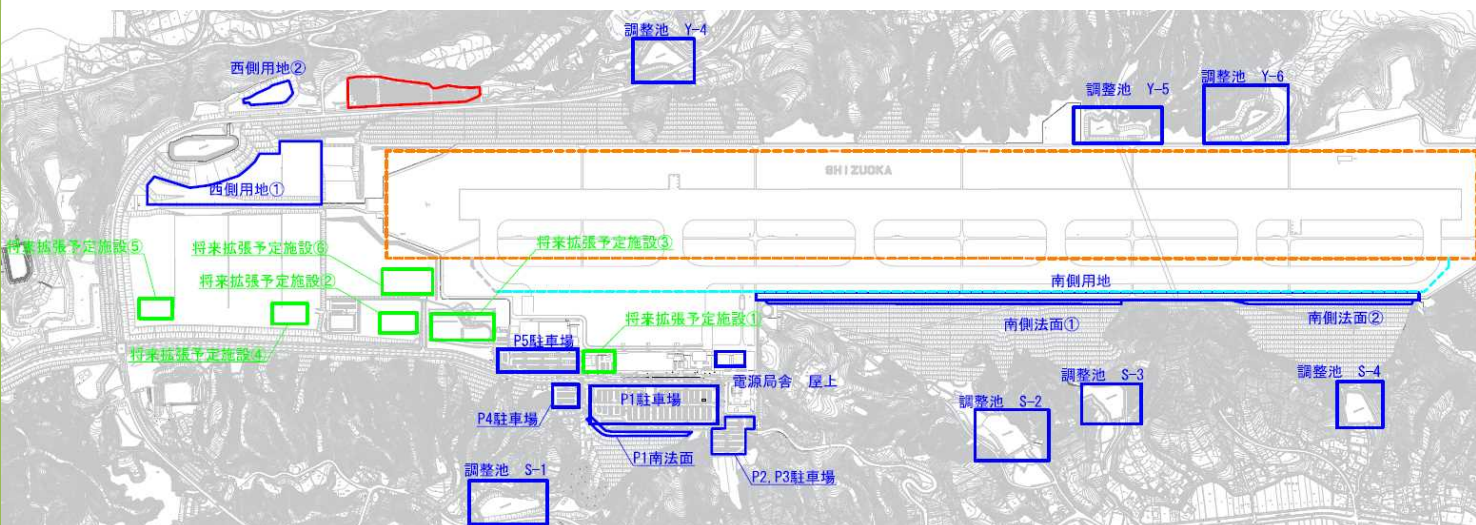
# 太陽光発電に係る重点調査(静岡空港)

## 【太陽光発電の導入】

- ▶ 建物の屋根、空港内用地、法面及び駐車場等の約15.5ha並びに周辺の調整池に太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要量と同程度の発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約2.8MWに対し、約14.2MW（約507%）のポテンシャルがあると推計される。※1

※1 本調査では地盤の状況や建物の構造について未確認であり、あくまで既存の図面、資料、航空写真等から設置可能性ありと想定される場所を抽出しており、実際の導入にあたっては事業採算性も考慮し個別検討が必要。

## 空港内の設置可能容量の検討



設置検討箇所	設置条件	面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり 想定容量 (kW/m <sup>2</sup> )	太陽光 パネル 容量 (MW)
電源局舎 屋上	屋根	800	0.09	0.1
屋外駐車場 P1	駐車場(カーポート)	25,000	0.08	2.0
屋外駐車場 P5	駐車場(カーポート)	10,000	0.08	0.8
南側用地	地上設置	15,000	0.10	1.5
南側法面①	法面設置	8,800	0.06	0.5
南側法面②	法面設置	4,500	0.06	0.3
西側用地①	地上設置	33,000	0.10	3.3
西側用地②	地上設置	4,500	0.10	0.5
P1南法面	法面設置	3,000	0.06	0.2
調整池(S-1)	水上設置			0.1
調整池(S-2)	水上設置			0.2
調整池(S-3)	水上設置			0.1
調整池(S-4)	水上設置			0.1
調整池(Y-4)	水上設置			0.1
調整池(Y-5)	水上設置			0.04
調整池(Y-6)	水上設置			0.04
P2,P3駐車場	駐車場(カーポート)	8,300	0.08	0.7
P4駐車場	駐車場(カーポート)	4,100	0.08	0.3
将来拡張予定施設①	屋根	4,500	0.09	0.4
将来拡張予定施設②	屋根	5,000	0.09	0.5
将来拡張予定施設③	屋根	11,000	0.09	1.0
将来拡張予定施設④	屋根	4,800	0.09	0.4
将来拡張予定施設⑤	屋根	4,500	0.09	0.4
将来拡張予定施設⑥	屋根	8,400	0.09	0.8
合計		155,200	-	14.2

※本調査の中で提供を受けた国公有未利用地リストにおいて静岡空港の周辺10km程度以内で太陽光発電設備の設置に適していると評価した土地はなし

## エネルギー需給シミュレーション

	ターミナルビル	電源局舎
施設の年間電力需要量 (2019年)	3,251MWh/年	570MWh/年
年間電力需要量分の発電量の確保に必要な太陽光発電設備容量	2.4MW	0.4MW

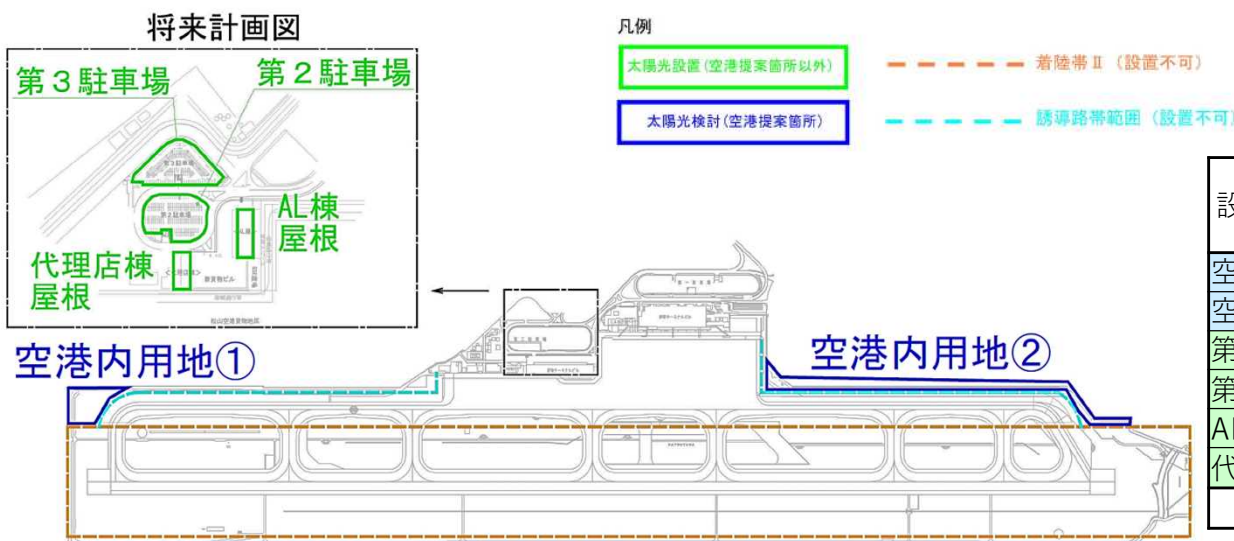
合計 2.8MW

## 【太陽光の設置検討】

- ▶ 空港内用地、屋上、駐車場の約3.0haに太陽光パネル設置の可能性が想定され、空港施設の年間電力需要と同程度の年間発電電力量の確保に必要な太陽光パネル容量が約4.4MWに対し、空港内で約2.8MW（約64％）のポテンシャルがあると推計される。※1
- ▶ 松山空港は空港内の設置ポテンシャルが低いため、空港の年間電力需要量に対して不足する分の太陽光パネルについては、次頁に示すように空港周辺の移転補償跡地（管理跡地）への設置を検討した。

※1 本調査では地盤の状況や建物の構造について未確認であり、あくまで既存の図面、資料、航空写真等から設置可能性ありと想定される場所を抽出しており、実際の導入にあたっては事業採算性も考慮し個別検討が必要。

## 空港内の設置可能容量の検討



設置検討箇所	設置条件	面積(m <sup>2</sup> )	面積当たり 想定容量 (kW/m <sup>2</sup> )	太陽光パネル 容量(MW)
空港内用地①	地上設置	8,500	0.10	0.9
空港内用地②	地上設置	10,900	0.10	1.1
第2駐車場	駐車場(カーポート)	4,000	0.08	0.3
第3駐車場	駐車場(カーポート)	4,300	0.08	0.3
AL棟屋根	屋根	1,220	0.09	0.1
代理店棟屋根	屋根	1,020	0.09	0.1
<b>合計</b>		<b>29,940</b>	-	<b>2.8</b>

※本調査の中で提供を受けた国公有未利用地リストにおいて松山空港の周辺10km程度以内で太陽光発電設備の設置に適していると評価した土地はなし

## エネルギー需給シミュレーション

	空港ビル	空港事務所
施設の年間電力需要量 (2019年)	4,420MWh/年	1,055MWh/年
必要な太陽光発電設備	3.5MW	0.9kW

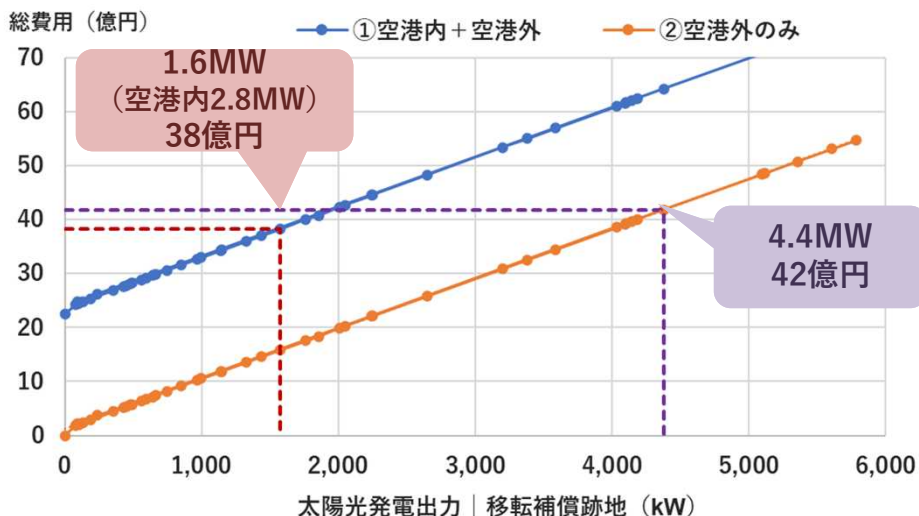
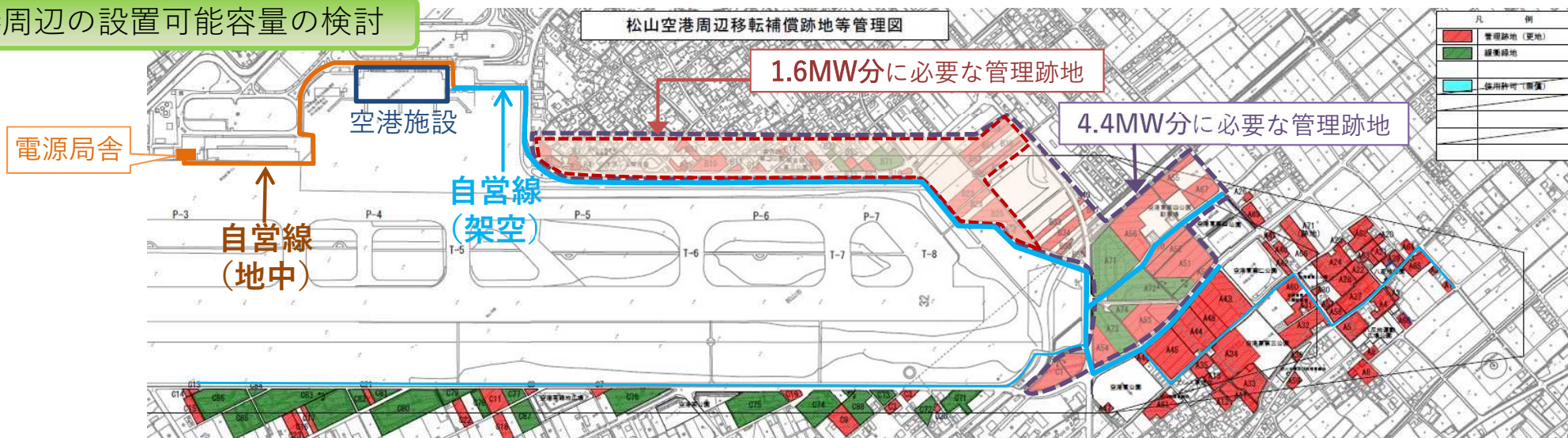
合計4.4MW

不足分(1.6MW程度)の太陽光発電は  
空港周辺の移転補償跡地に設置を検討

## 【太陽光の設置検討】

- ▶ 空港内だけで2.8MW程度の設置が可能のため、空港周辺管理跡地等に追加で1.6MWの配置を行う場合に必要なエリアの検討を行った。また、空港周辺の管理跡地のみで4.4kWを設置する場合に必要なエリアについても追加的に検討を行った。
- ▶ 空港内と空港周辺の管理用跡地に電力需要量分を発電する太陽光を設置した場合には、2,437t-CO<sub>2</sub>削減効果がある結果となった。
- ▶ 太陽光パネルの設置検討については、空港ビルと空港事務所の電力需要量を発電する太陽光パネル(4.4MW)を設置した場合、空港内+空港外、空港外のみを比較すると、約4億円の差が生じており、空港内へ優先的に設置することが望ましいと考えられる。

### 空港周辺の設置可能容量の検討



※事業期間を30年で想定  
 ※自営線を設置し、空港に近い管理跡地(更地)から順に接続を行う想定で算定(構内は地中線)  
 ※自営線費用は文献値を用い、架空線2.04万円/m、地中線13.1万円/m、エリアごとに開閉器33.5万円/台を設置したケースを想定  
 ※受電盤の改造費用は除いた場合を想定  
 ※土地の借料は1,600円/m<sup>2</sup>の場合を想定  
 ※空港内の太陽光発電設備設置の概算費用は約22億円

表. 空港ビルと空港事務所の電力需要量を満たす分を太陽光で発電した場合のCO<sub>2</sub>削減効果

項目	空港ビル+空港事務所
CO <sub>2</sub> 削減効果	2,437 t-CO <sub>2</sub> /年 2019年度の排出係数: 0.445kg-CO <sub>2</sub> /kWhを用いて、空港ビルと空港事務所の電力需要量を太陽光で発電した場合の試算

図. 空港周辺への太陽光設置コスト※イニシャル+ランニング

## 【大阪国際空港における重点調査】

- ▶ 地中熱ヒートポンプは、外気に比べ年間の温度変化が少ない地中熱を空調の熱源として利用する方策で、空調で使用する電力・ガス等のエネルギー消費量を削減することができる。
- ▶ 地下水が豊富な場所ではオープンループ方式、無い場所ではクローズドループ方式が有望となる。大阪国際空港では利用可能な深さ（深度0～100m程度）に地下水が存在すると考えられたためオープンループ方式により検討を行い、揚水井2本、還元井2本の井戸を設置し、地中熱ヒートポンプを導入した場合、約400トン/年のCO<sub>2</sub>削減効果が得られると試算された。
- ▶ クローズドループ方式ではオープンループ方式に比べ井戸の数が多くなることから工事費用が大きくなるため、新築時等に基礎杭の掘削作業と地中熱交換機の掘削作業を併用する等の工事費削減が必要と考えられた。

### 地中熱ヒートポンプによる効果

既存の冷暖房設備に地中熱ヒートポンプを導入することで、空調で使用する電力等が削減でき、CO<sub>2</sub>削減効果と電気代・燃料代削減効果が得られる。

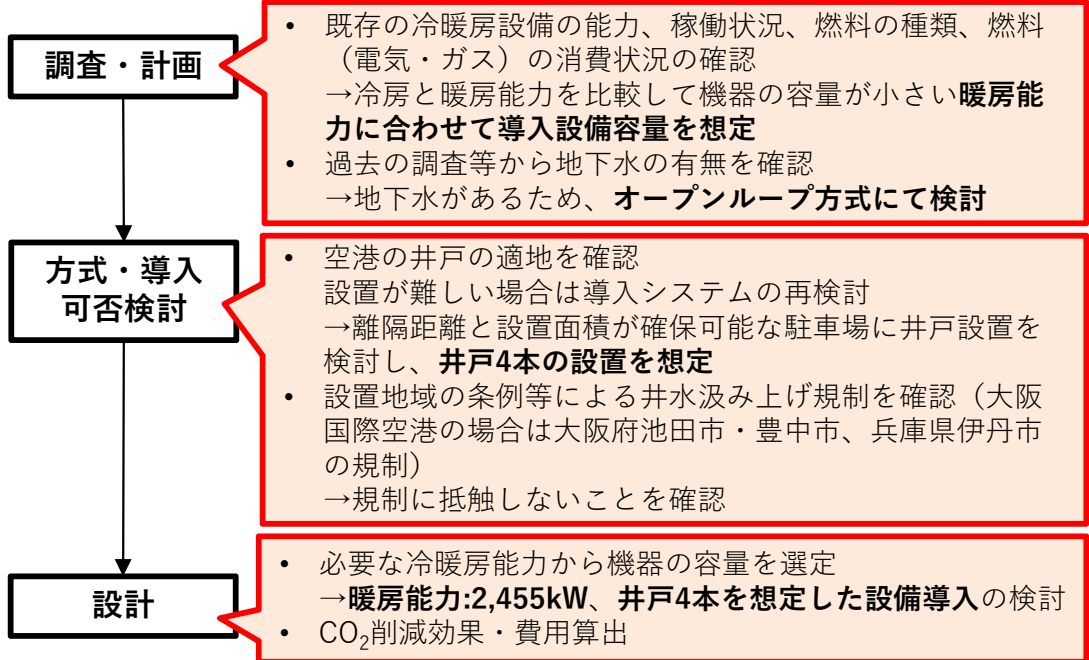
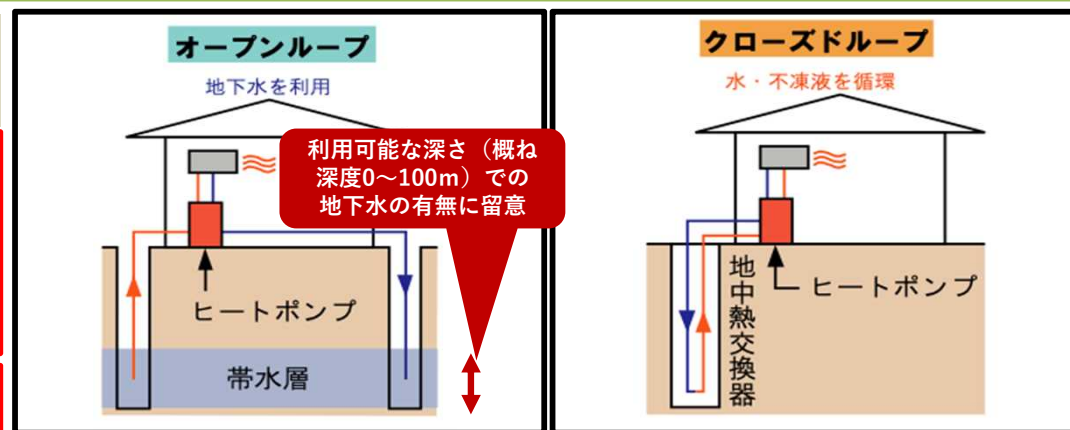


図. 地中熱ヒートポンプ導入検討フロー  
(吹き出しは大阪国際空港における検討内容)

表. CO<sub>2</sub>削減効果

	暖房	冷房	合計
削減量	320 t-CO <sub>2</sub>	72 t-CO <sub>2</sub>	<b>392 t-CO<sub>2</sub></b>



**【主な条件】**  
利用可能な深さ（概ね100m以浅）に地下水が存在すること。  
地下水の水質が良いこと。  
地下水障害の恐れがないこと。

**【説明】**  
井戸から揚水した地下水を汲み上げ、熱源利用後に地中へ戻す。

**【特徴】**  
既設の井戸を転用できる場合がある。  
出典：環境省 地中熱利用にあたってのガイドライン

**【主な条件】**  
任意の箇所に設置可能

**【説明】**  
地中に埋設したパイプに水や不凍液等を循環させ、地中の熱を利用する。

**【特徴】**  
オープンループに比べ、掘削本数や延長が増える場合がある。  
新築時等に基礎杭と併用することにより、コスト低減を図ることができる。

表. 地中熱ヒートポンプ整備費用比較（大阪国際空港の場合）

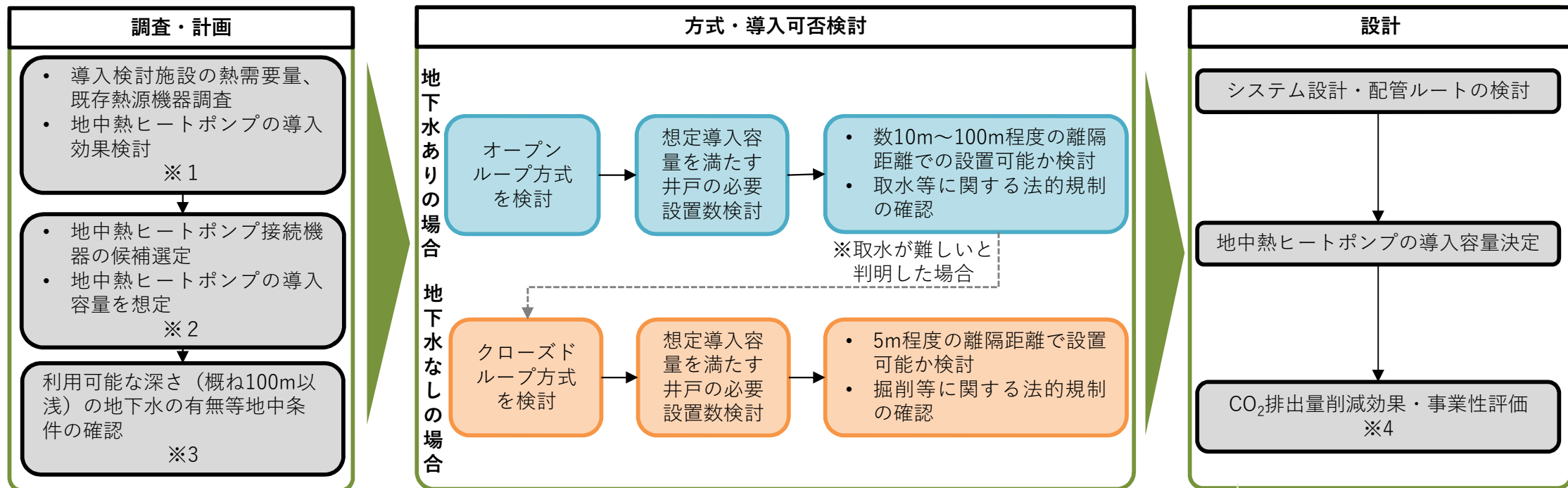
	オープンループ	クローズドループ
工事費概算	<b>4.5 億円程度</b>	<b>7.3 億円程度</b>

電気料金等の削減効果  
約 1千万円/年

■活用の可能性がある補助事業例（R3年度の例）※要件等については、補助事業の公募要領で確認が必要  
・地域の再エネ自給率向上やレジリエンス強化を図る自立・分散型地域エネルギーシステム構築支援事業  
：補助率：2/3（上限10億円）（環境省 一部 総務省・経済産業省・国土交通省 連携事業）

## 【地中熱ヒートポンプ導入プロセス】

- 既設建築物への地中熱ヒートポンプ導入プロセスについて、重点調査の結果をもとに地中熱ヒートポンプの導入プロセスをフロー図で表した。
- なお検討フローは一例であり、現地や建物の条件等で検討順序等が変わる可能性がある。



### ※1

- 地中熱ヒートポンプの導入効果を確認するため、導入対象施設の熱源機器に使用されるガスなどの燃料から、月あたり、日あたり、時間あたりの機器別の熱需要量を推算する(実測データがある場合にはそちらを使用)
- 既存熱源設備の効率(COP値)と温水温度、年間地下水温度から地中熱ヒートポンプの温度条件を算出し、地中熱ヒートポンプの導入効果の有無について検討

### ※2

- 熱需要量調査から地中熱ヒートポンプの利用機器を選定する(空調・給湯・融雪等)
- 既存熱源機器を置き換えられる導入容量もしくは、主たる熱源機器を補助する導入容量を想定する

### ※3

- 地下水を利用するオープンループ方式の方が井戸あたりの採熱量が優れているため、地下水の有無を確認する
- その他、地中埋設物・地質・工事中における敷地周辺への影響等も確認する

### ※4

- イニシャルコストやランニングコストから事業性を評価する
- 地中熱ヒートポンプを導入することによる効率(COP値)の向上からCO<sub>2</sub>排出量削減効果を評価

- コージェネレーションシステムの活用については、将来的な水素混焼の可能性も考慮することが重要と考えられる。
- コージェネレーションシステムが既設の空港においては、ガスタービン式、ガスエンジン式に関わらず、多少の改造等により水素混焼への対応が期待されるため、水素混焼技術の開発状況を確認した上で、適切なタイミングでの導入を検討することが有効である。
- コージェネレーションシステムの設備更新を行う際には、現時点での発電効率や熱効率の向上だけでなく、将来的な水素混焼による更なるCO<sub>2</sub>排出削減を目指すことも考慮し、機種を選定や、設置箇所の検討を行うことも必要と考えられる。
- 一般的な水素混焼の課題として、燃焼速度の上昇等による燃焼器の損傷、温度上昇によるNO<sub>x</sub>の発生量増加などが挙げられるが、システムや燃焼方式に沿った対策が進められており、実用化済みや実証済みの技術も存在する。一方、コージェネレーションシステムにおける水素利用には、大量かつ安定した水素の供給が重要となる。

## 【中部国際空港における検討】

- ・ 中部国際空港では、開港時に導入したガスコージェネレーションシステムを更新することで発電効率や熱効率を上げ、CO<sub>2</sub>排出量を約14%削減できる機器に2022年度中に置き換える予定である。
- ・ 空港のCO<sub>2</sub>排出削減目標を踏まえ、コジェネにおけるCO<sub>2</sub>排出量をさらに削減するため、今後の技術開発やコスト、支援制度等を考慮しながら、再更新の機会等を捉えて水素混焼や専焼も含めた水素を燃料とするコジェネの導入可能性を検討する。
- ・ コージェネにおける水素利用には、大量かつ安定したカーボンフリー水素の供給や活用方法等の技術革新が必要となるため、中部圏水素利用協議会に参加しながら、需要拡大及び安定利用に向けた取組状況を把握していく。

## 【コジェネの水素混焼についての技術開発状況調査】

- ・ ガスタービン式、ガスエンジン式のそれぞれについて水素混焼技術が開発されており、実証事業では既存の商品機の改造等により水素混焼を実現している事例もある。
- ・ コージェネが既設の空港であれば、多少の改造等により水素混焼を実現することが期待される。

発電方式別の水素混焼技術の開発状況

発電方式	水素混焼技術の開発状況※1、※2
ガスタービン式	燃焼器を交換し水素混焼に対応する。水素混合比率60%~100%(専焼)まで実証事例あり(ウェット式の燃焼器において)。※1
ガスエンジン式	空気と燃料の投入比率の調整等により水素混焼に対応する。既設の商品機だと混合比率35%の実証事例あり。さらに水素混焼率を高めるための技術開発が進められている。※2

## ガスタービンにおける水素混焼の例※3

水素混焼 30%~100%(専焼) ガスタービン本体の一部改修で対応可能\*

燃焼器のみを交換

改修コストは、ガスタービンの全体コストの10%程度

水素専焼によるカーボンフリー電力

\* 燃焼器の交換のみで混焼を実現(圧縮機とタービンは変更なし)

図の出典：下記※3

## ガスエンジンにおける水素混焼の例※2

既存の商品機について空気と燃料の投入比率の調整等により異常燃焼によるエンジン内部の損傷等の課題を解決

ガスエンジン混焼方式例

予混合方式 筒内直接噴射方式

図の出典：下記※2

## 【参考】国内空港におけるコジェネ導入状況

ガスタービン：中部国際空港、成田国際空港  
 ガスエンジン：東京国際空港、新千歳空港、福岡空港、神戸空港

※1 経済産業省 資源エネルギー庁「水素発電について」水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ資料(2014年3月)

※2 「コージェネレーションシステム用ガスエンジン商品機で都市ガス・水素混焼の試験運転に成功～水素混焼率35%での定格運転は国内初～」 東邦ガス株式会社、三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社(2021年8月26日)

※3 川崎重工グループビジョン2030・進捗報告会 川崎重工業株式会社、発表資料(2021年12月9日)

※4 「再生可能エネルギーの大量導入に向けた水素利用発電技術」 再生可能エネルギーの大量導入に向けた水素利用発電技術調査専門委員会編 電気学会技術報告 第1509号(2021年2月)

# 地上走行中の航空機に関する重点調査(補足資料)

## 【取付誘導路(新T7)の整備によるCO<sub>2</sub>削減効果の試算】

※鹿児島空港における地上走行中の航空機からの排出量は1.4万トン(2018年)

【効果①】 地上走行距離の短縮によるCO<sub>2</sub>削減効果：**65トン/年 (▲0.5%)**

北側(16側)から離陸する航空機が使用する誘導路をT7⇒新T7に変更することで**地上走行距離が短縮**される。

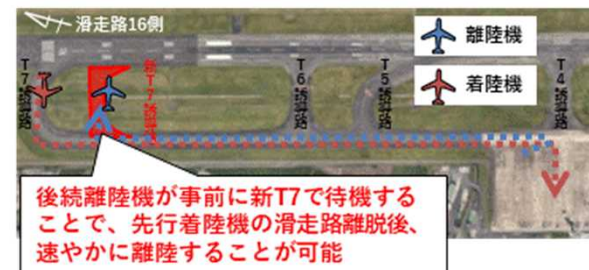
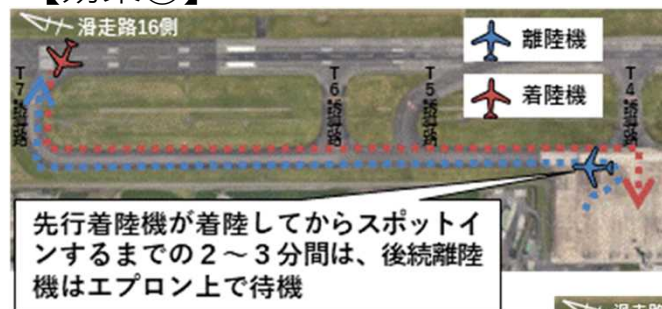
【効果②】 離陸機のエプロン駐機時間の短縮によるCO<sub>2</sub>削減効果：**105トン/年 (▲0.7%)**

現在、南風時且つ視程不良時は対面交通※を回避するため、着陸機が駐機スポットに入るまでの間、離陸機はエプロン上で待機する必要があるが、取付誘導路(新T7)整備により、離陸機は新T7で待機を行うことで、着陸機の滑走路離脱後速やかに滑走路に進入することが可能となる。これにより、エプロン上で待機する場合と比較して**離陸までの待機時間が短縮**される。  
 ※南風時は北側(16側)からの離着陸が基本であるが、着陸機については、視程不良時の精密進入(ILS進入)が可能なのは南側(34側)着陸時のみである。これにより、離陸機と着陸機の滑走路運用が逆となる※ため、離陸機と着陸機が同じ時間帯に離着陸する場合は対面交通が発生する。

### 【効果①】



### 【効果②】



### 地上走行距離短縮によるCO<sub>2</sub>削減効果の試算結果

機材区分	離陸回数 (回/年) ※16側	新T7 利用率 ※T7転換分	新T7走行回数 (回/年)	燃料消費量 (kg/秒)	CO <sub>2</sub> 削減量 (トン/年)
LJ	49	88%	43	0.600	2.1
MJ	590	59%	348	0.402	11.5
SJ	2,535	75%	1,901	0.218	33.9
RJ	1,244	83%	1,033	0.168	14.2
Pr	1,467	42%	616	0.069	3.5
計	6,528	-	3,941	-	65.2

※北側(16側)からの年間離陸回数は空港管理状況調書の着陸回数を示す。

※航空燃料のCO<sub>2</sub>排出係数3.15 (kg CO<sub>2</sub>/kg) 出典：ACA

※LJ：大型ジェット (B777等)、MJ：中型ジェット (B767)、SJ：小型ジェット (B737等)

RJ：リージョナルジェット (ERJ等)、Pr：ターボプロップ (ATR、DHC8、SAAB等)

※現T7誘導路を使用して離陸する全ての航空機が新T7誘導路使用へ転換するものと仮定。ただし、

実際に新T7誘導路を使用するかどうかはその時の各種条件に基づきパイロットにより判断される。

※回転翼機等のその他航空機については、当該誘導路を使用しないため試算から除外

### 待機時間短縮によるCO<sub>2</sub>削減効果の試算結果

機材区分	待機発生機数 (機/年)	燃料消費量 (kg/秒)	CO <sub>2</sub> 削減量 (トン/年)
LJ	3	0.600	1.7
MJ	67	0.402	25.5
SJ	267	0.218	55.0
RJ	128	0.168	20.3
Pr	33	0.069	2.1
総計	498	-	105

※待機発生機数は管制データより、34側着陸と16側離陸が20分以内に連続する場合は対面交通発生とし、8分以上の地上走行時間(走行時間3分+プッシュバック5分)が発生している便のみを計上

※短縮可能時間はヒアリングにより300秒と設定

※ヘリ等については想定利用率の設定が困難であるため試算から除外

※航空燃料のCO<sub>2</sub>排出係数3.15 (kg CO<sub>2</sub>/kg)

# 地上走行中の航空機に関する重点調査(補足資料)

## 【高速離脱誘導路の整備位置検討】

- 鹿児島空港において、ジェット機 (SJ~LJ) の着陸に必要な滑走路長は1,500m~2,000m程度と試算。
- 一方で、実態としては北側(16側)着陸時にはT2誘導路 (滑走路端から2,510m) から離脱する場合が一定程度ある。(南側(34側)着陸ではT6誘導路 (滑走路端から2,370m) の利用が少なくT5誘導路の利用が多いことから、北側(16側)着陸時は必要以上に長距離を走行しているものと想定)
- T5誘導路の位置を参考に、北側(16側)着陸時の高速離脱誘導路 (新T3誘導路) は滑走路端から約2,000mの位置に整備した場合の効果を試算。

※上記は、常時の離着陸に要する範囲として、2019年に鹿児島空港に就航している主要な機材 (B738~B772) の滑走路長の理論値を示したものである。臨時便や機材繰りによる大型機対応や機体の故障・不具合による不測の事態を考慮した上で必要な滑走路長を示したものではない。

### ○北側(16側)着陸時の機材毎の必要離着陸距離の試算と高速離脱誘導路の整備位置検討

着陸滑走路長(DRY時燃料減~WET時最大着陸重量) : 1,500m (B772,B763,A320等) ~ 2,000m (B788,B738等)



### ○誘導路利用割合 (過去の利用実績より)

機材区分	データ取得 サンプル数	(←) 34側着陸時				
		T7 3,000m	T6 2,370m	T5 2,050m	T4 1,750m	T3 1,120m
LJ	41機		2%	61%	37%	
MJ	68機		4%	78%	18%	
SJ	1708機	0.1%	3%	55%	42%	
RJ	25機			20%	80%	
Pr	100機				76%	24%

機材区分	データ取得 サンプル数	(→) 16側着陸時		
		T3 1,870m	T2 2,510m	T1 3,000m
LJ	5機	60%	40%	
MJ	16機	56%	44%	
SJ	290機	77%	20%	3%
RJ	9機	89%		11%
Pr	24機	96%		4%

高速離脱誘導路 (新T3) の整備により、T2⇒新T3へ転換されることによる距離削減効果などが見込まれる。



# 地上走行中の航空機に関する重点調査(補足資料)

## 【高速離脱誘導路のCO<sub>2</sub>削減効果の試算】

### ■ 高速離脱誘導路の整備によるCO<sub>2</sub>削減効果の試算

※鹿児島空港における地上走行中の航空機からの排出量は1.4万トン(2018年)

【効果①】 地上走行距離の短縮によるCO<sub>2</sub>削減効果 (T2⇒新T3への転換) : **50トン/年 (▲0.4%)**

北側(16側)から着陸する航空機が使用する誘導路をT2⇒新T3に変更することで**地上走行距離が短縮**される。

【効果②】 逆噴射抑制によるCO<sub>2</sub>削減効果 (T3⇒新T3への転換) : **17トン/年 (▲0.1%)**

北側(16側)から着陸する航空機が使用する誘導路をT3⇒新T3に変更することで**逆噴射が抑制**される。

新T3：現T5と同等の滑走路末端～2000m位置に設置を想定



#### 地上走行距離短縮によるCO<sub>2</sub>削減効果の試算結果 (T2⇒新T3)

地上走行時間75秒 (短縮距離580m,速度15kt) の短縮

##### 地上走行距離削減効果

機材区分	着陸回数 (回/年) ※16側	新T3 利用率 ※T2転換分	新T3 走行回数 (回/年)	燃料 消費量 (kg/秒)	CO <sub>2</sub> 排出 削減量 (トン/年)
LJ	46	⇒40%	18	0.600	2.6
MJ	551	⇒44%	243	0.402	23.1
SJ	2,368	⇒20%	474	0.218	24.4
RJ	1,162	-	-	0.168	-
Pr	1,370	-	-	0.069	-
その他	600	-	-	0.000	-
計	6,097	-	735	-	50.0

#### 逆噴射抑制によるCO<sub>2</sub>削減効果 (T3⇒新T3)

逆噴射の削減と26秒 (距離200m,速度15kt) の増加

##### 逆噴抑制効果

現T3 利用率	新T3 利用率 ※T3転換分	逆噴射 実施率	新T3 走行回数 (回/年)	燃料 消費量 (kg/回)	CO <sub>2</sub> 排出 削減量 (トン/年)
60%	⇒30.0%	50%	7	45.36	1.0
56%	⇒28.0%	50%	77	45.36	11.0
77%	⇒38.5%	50%	456	11.34	16.3
89%	-	-	-	-	-
96%	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	540	-	28.3

##### 距離増加分

燃料 消費量 (kg/秒)	CO <sub>2</sub> 排出 増加量 (トン/年)
0.600	-0.4
0.402	-2.5
0.218	-8.1
-	-
-	-
-	-
-	-11.0

合計：28.3 - 11.0 = 17.3t

※航空燃料のCO<sub>2</sub>排出係数3.15 (kg CO<sub>2</sub>/kg) 出典：ACA

※既存誘導路からの「転換率」と「逆噴射実施率」については、想定値

※LJ：大型ジェット (B777等)、MJ：中型ジェット (B767)、SJ：小型ジェット (B737、A320等)、

RJ：リージョナルジェット (ERJ等)、Pr：ターボプロップ (ATR、DHC8等)、その他：回転翼機、プライベート機であり、当該誘導路使用対象外と想定

## 【風力発電の導入（稚内空港）】

- 風力発電は夜間における空港の電力需要にも対応可能であるといったメリットがある。導入に際しては、航空法に基づく制限表面による高さ制限や風況などの条件に応じて設置箇所、出力規模及び設置基数を検討する必要がある。また無線施設等への影響や複数基設置する場合においては各基間の離隔の確保についても留意する必要がある。
- 空港内や周辺に設置する場合には、制限表面の制約から出力規模は1基あたり数kW～20kW程度となることが想定される。空港設備から離れた場所に設置する場合には、離隔に応じ高さ制限が緩和されることから設置設備の規模拡大が可能となるが、空港への送電が必要になるため自己託送等に係る費用も含めた事業性について検討する必要がある。環境保全の観点からは、騒音・低周波音及び景観等の影響についても配慮のうえ設置や運用を計画する必要があり、自治体の条例やガイドラインに準拠することが求められる。

風力発電規模別の価格の目安と発電単価の試算結果

風力発電出力	システム価格 (万円/kW)	運転維持費 (万円/kW/年)	設備 利用率 (中央値)	発電単価 試算例 (円/kWh)
20kW未満*	136	2.60	11.1%	96.9
20kW以上	34.4	1.24	25.6%	13.3
7500kW以上	31.2	1.04		11.7
30,000kW以上	27.5	0.99		10.6
(参考) 太陽光発電	14.0	0.44	16.9%	9.5

※調達価格算定委員会「調達価格等に関する報告」（令和3年4月）の2019年度の数値より算定、20kW未満の風力発電のコスト状況については2017年度のものまでしか公表されていないため2017年度の中央値を記載、また、接続費は風力発電は0.4万円/kW、太陽光発電は1.05万円/kWと想定



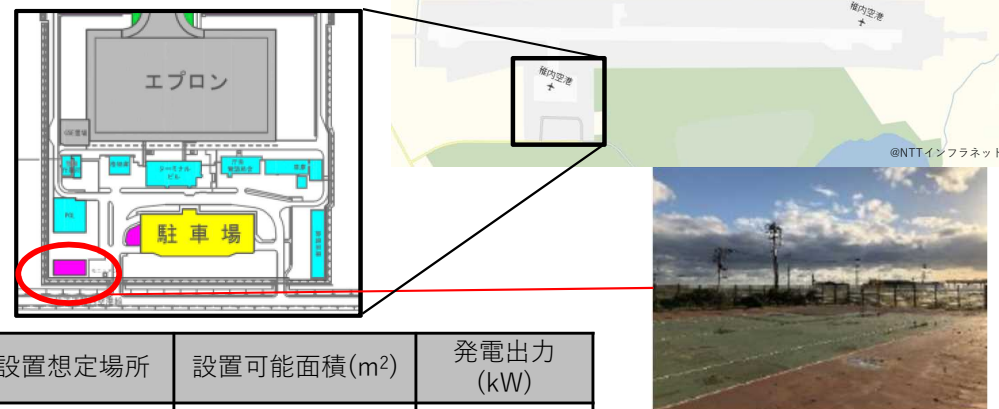
出典：『新エネルギー大辞典』（工業調査会）及びメーカーカタログを基に作成

- 大出力での導入になるほどCO<sub>2</sub>削減のための費用対効果の向上が可能
- 空港内や近傍への設置の場合、高さ制限を考慮し大きな風車を選定することは困難となるため、20kW未満の小規模な導入が有望

空港内への風力発電導入検討

項目	検討結果
導入目的	災害時（系統停電時）の防災電源としての活用、系統制約がある条件下での平常時の再生可能エネルギー活用によるCO <sub>2</sub> 排出量の削減⇒ <b>空港内設置を検討</b>
設置場所	障害物等は少なく風況に悪影響を与える要素は少ない場所、住居との近接した地域ではない場所を選定 ⇒ <b>空港駐車場付近の敷地約713㎡（テニスコートとして利用中）に風力発電設備の設置を想定</b>
風況	空港周辺の年平均風速6.0m/s程度(高さ8m地点) ⇒ <b>設備利用率20%程度を想定*</b>
高さ制限	当該地の高さ制限は19.6m ⇒ <b>高さ14mの風車（発電出力定格3kW、6基）の設置を検討</b>

※メーカーカタログより推計



設置想定場所	設置可能面積(m <sup>2</sup> )	発電出力(kW)
テニスコート	713	18

テニスコートの現況

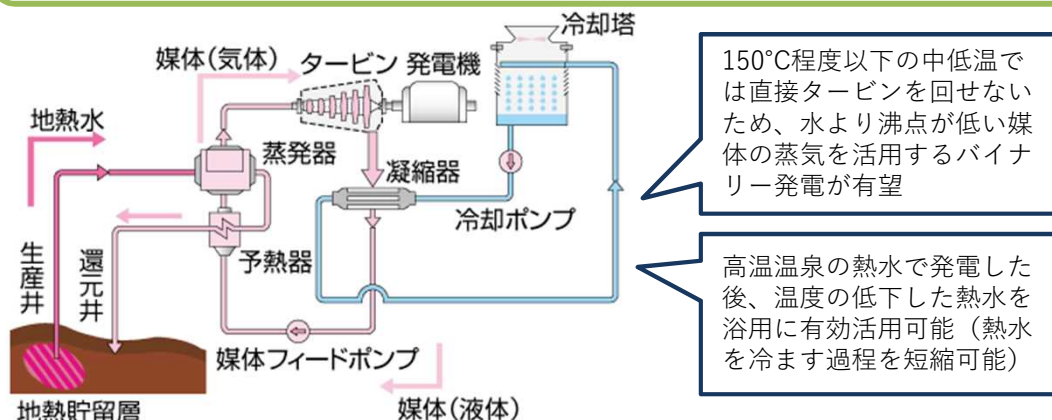
- 工事費概算0.22億円程度\*、CO<sub>2</sub>の削減効果は18 t-CO<sub>2</sub>/年程度
- 年間で32千kWh程度（施設の電力需要量のうち約10%）の発電が可能と想定

※工事費は調達価格算定委員会資料を元に算定

※時々刻々の風速の変化による発電量の変化については、風況を実測する等により詳細検討が必要

## 【地熱発電の導入（函館空港）】

- 地熱発電は、天候や昼夜等の影響を受けず一定の電力を供給できるといったメリットがある。一方で、活用可能な地熱ポテンシャルが偏在していることから、空港周辺地域の地形や地質、周囲の井戸情報、過去の調査データ等により地熱資源量や源泉の水質等の調査を行い、導入可能性を検討する必要がある。
- 浅い深度（数百m程度）において温水を確保できる場合、掘削費用の低減に期待できる。また、発電には発電機を循環する熱媒体を冷却するための冷却水や冷却塔が必要となるため、地下水や沢水等を利用する等の可能性を事前に確認することが有効である。また、運用時には源泉等の湧出量や温度、水位等を継続的にモニタリングし、周辺影響について把握する必要がある。
- 温水井戸の新規掘削には環境審議会温泉部会による許可や、自治体が設けている指針等の準拠、周辺の温泉宿泊施設等の先行利用者への配慮などが求められる場合もあるため留意が必要である。



150°C程度以下の中低温では直接タービンを回せないため、水より沸点が低い媒体の蒸気を活用するバイナリー発電が有望

高温温泉の熱水で発電した後、温度の低下した熱水を浴用に有効活用可能（熱水を冷ます過程を短縮可能）

地熱発電（バイナリー発電）のシステム構成例

出典：（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）地熱資源情報サイトからの引用  
バイナリー発電 <<https://geothermal.jogmec.go.jp/information/geothermal/mechanism/type2.html>>



地熱発電事業の一般的な開発プロセス

出典：資源エネルギー庁「事業計画策定ガイドライン（地熱発電）」

- 中～大規模の地熱発電（2,000kW以上）の導入に向けては事業化に向けて10年程度の期間（7,500kW以上の場合は環境アセスが必要）が必要
- 小規模の地熱発電（100kW級～）は標準期間2～3年程度で事業化が可能※

※（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構「2020年度小規模地熱発電プラント設計ガイドライン」より

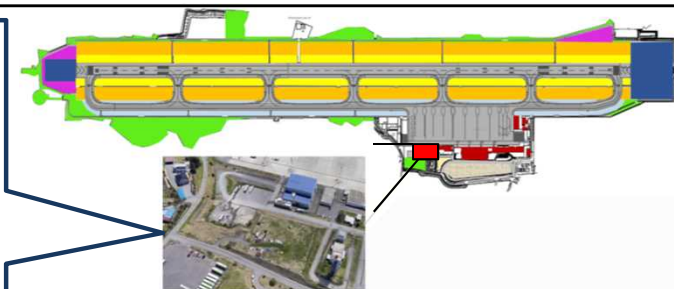
### 空港近傍への地熱発電導入検討

項目	検討結果
初期調査（ポテンシャル調査）	空港近傍未利用地の地熱ポテンシャルを公表資料より確認⇒ <b>1,000m程度の掘削により90°C弱の温水が得られる可能性があることを確認</b>
設備容量検討	ポンプで熱水を組み合わせることを想定し、温水流量を仮定し試算⇒ <b>90°C程度のためバイナリー発電による発電を想定しメーカー資料より発電電力を算定</b>

### 近傍の地熱ポテンシャル

深度	温水温度
1000m	89°C
1500m	106°C
2000m	122°C

出典：環境省 再生可能エネルギー情報提供システム [REPOS(リーボス)]



出典：北海道エアポート資料

	温水流量の設定		
	5L/s	8.8L/s	12.6L/s
発電出力 (kW)	18	25	28
発電電力量 (千kWh/年)	13	90	70

掘削深度1,000m程度において89°Cの温水が得られる場合において試算

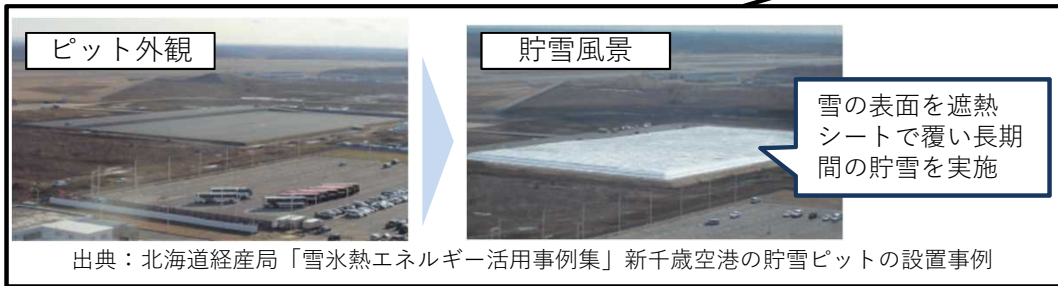
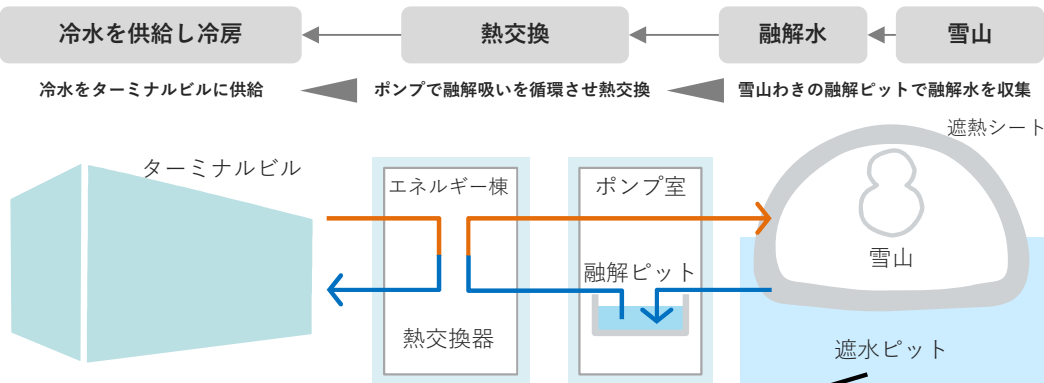
- 工事費概算 2.4億円程度（内、掘削費用1.5億円程度）※
- CO<sub>2</sub>削減効果 1,194t-CO<sub>2</sub>/年程度、施設の電力需要量のうち約14%を賄うことが可能（12.6L/s程度の温水流量が得られる場合）
- 工事費用に占める掘削費用が大きいことから、浅い深度において温水（80°C以上）が活用可能な場所での導入検討が有望

※メーカーヒアリングによる諸元より算定

## 【雪冷熱の導入（旭川空港）】

- 雪冷熱は、冬季にコストをかけて処分せざるを得ない雪を、夏季に冷房の熱源に利用することで、冷房のコストを抑えると共に二酸化炭素排出量を削減できるメリットがある。
- 導入には、イニシャルコストの中で大きな割合を占める貯雪施設（貯雪庫、貯雪ピット等）の位置や大きさを適切に検討する必要がある。年間の冷房負荷や冷房方式に応じて、適切な雪山の規模を検討し、除雪作業を円滑に行える位置に配置することが必要である。また、ターミナル建屋等の冷熱の需要場所の近傍に貯雪施設を設置できる場合、冷熱の搬送動力や熱損失を低減することができる。
- 従来から雪捨て場として使っていた場所に貯雪ピットを設置することでエネルギー貯蔵に活用し、除雪作業のコストをエネルギー収集のコストに置き換え有効活用することが考えられる。

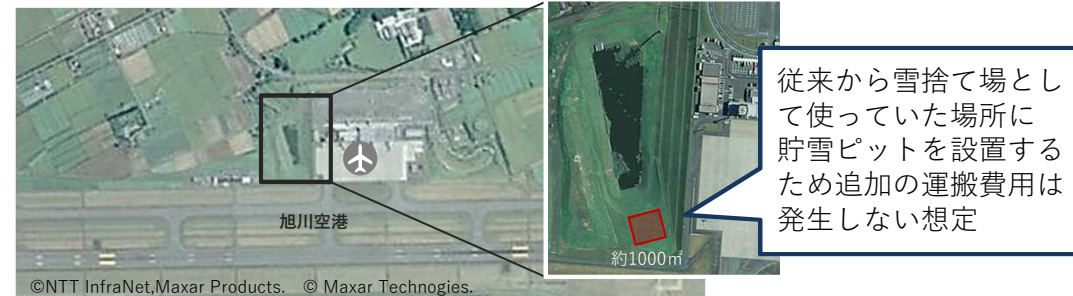
### 空港施設の冷房に雪冷熱を活用するシステム構成例（熱交換冷水循環方式）



- 除雪した雪を長期間保存し、融解水から熱交換器を通して冷熱を取得（融解水には泥やゴミ等が混入しているため直接利用は困難、融解水を集めることで空港で使用した防除雪氷剤等の河川への流入を防ぎ水質汚染抑制が可能）
- 貯雪庫（建屋）ではなく、貯雪ピットを整備し遮熱シートにより貯雪を実施することで工事費を縮減することが可能（融解による損失が発生するため、貯雪施設の性質ごとに留意が必要）
- 運用時には貯雪施設の修繕・清掃、熱交換器の清掃に費用が必要

### 空港内への雪冷熱の導入検討

項目	検討結果
導入目的	空港ターミナルの冷房設備が消費するエネルギーの削減⇒雪冷熱の空港ターミナルの冷房への活用を検討（冷房負荷全体の1/3を賄うことを想定）
設置場所	現在は除雪した雪は空港ターミナルに隣接した調整池の浅瀬箇所に堆積 ⇒調整池の浅瀬箇所（約1,000m <sup>2</sup> ）に貯雪ピットの設置を想定



出典：GEOSPACE CDS プラス（NTTインフラネット）をもとに作成

#### 空港ターミナルの冷房負荷・設備の設定

項目	設備諸元
冷房負荷	722千kWh/年 (最大833kW)
冷房設備容量（既設）	1,055kW

※新千歳空港の諸元より按分して想定

#### 想定した雪冷熱利用冷房設備の設定

項目	設備諸元
雪冷熱利用供給熱量	247千kWh/年 (容量176 kW)
貯雪量	6,000 m <sup>3</sup>
貯雪ピット	1,000 m <sup>2</sup>
年間供給量	247千kWh/年

- 工事費概算1.05億円程度、CO<sub>2</sub>の削減効果は110t-CO<sub>2</sub>/年程度
- 保守修繕費用や電気料金等により2.7百万/年の運転維持費用が必要
- 費用削減効果1.6百万円/年程度※が得られると試算

※冷房設備が電気を消費していたと仮定した場合の消費電力削減効果と運転維持費用の差から試算

# エアサイドの空港車両への水素供給

- ▶ エアサイドで活動するGSE車両(FCV)への水素供給方法としては、定置式の水素ステーション (ST) から供給する方法と、トラックやトレーラーなど移動式水素ステーションから供給する方法の2通りが考えられる。
- ▶ 本調査では、既にランドサイド (一般車用) に定置式水素STがあり、当該STの供給能力の余剰を活用する場合を想定する。ランドサイドの水素STからエアサイドで活動する車両に水素を供給するためには、①ランドサイドの水素STで充填、②ランドサイドの定置式水素STから移動式水素STに充填し、移動式水素STがエアサイドへ移動して充填、③ランドサイド定置式水素STからパイプラインでエアサイド定置式水素ST(新設)に水素を供給し、エアサイド定置式水素STから充填、の3パターンが考えられ、それぞれメリット、デメリットがある。

※一部、中部国際空港に設置された水素ステーションをベースに検討

	パターン①	パターン②	パターン③
供給方法概要	<p>既存水素STでの充填 (ランドサイド側のSTでGSEが充填)</p> <p>水素ST (既存)</p> <p>水素製造装置 → 圧縮機 (高圧化) → 蓄圧機 (一時貯留) → 35Mpa 一般車用 ディスペンサ (水素充填) → GSE用 ディスペンサ (水素充填) → GSE</p> <p>(制限区域外) ランドサイド</p> <p>(制限区域内) エアサイド</p> <p>GSEに対応するディスペンサの整備</p> <p>エアサイドからのアクセス道路確保</p> <p>移動</p>	<p>移動式水素STによる充填 (トラック搭載型水素STの搬入)</p> <p>水素ST (既存)</p> <p>水素製造装置 → 圧縮機 (高圧化) → 蓄圧機 (一時貯留) → ディスペンサ (水素充填) → 移動式水素ST (トラック)</p> <p>移動</p> <p>移動式水素STによる搬入</p> <p>移動式水素ST (トラック)</p>	<p>エアサイドへの定置式水素STの設置 (パイプラインによる水素供給)</p> <p>水素ST (既存)</p> <p>水素製造装置 → 圧縮機 (高圧化) → 蓄圧機 (一時貯留) → ディスペンサ (水素充填)</p> <p>ガスパイプライン</p> <p>水素ST (新規)</p> <p>バッファタンク (一時貯留) → 圧縮機 (高圧化) → 蓄圧機 (一時貯留) → ディスペンサ (水素充填) → GSE</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GSE対応の設備 (ディスペンサ) を要するが、大規模な施設整備が不要。</li> <li>※ただし、周辺状況によっては制限区域となるアクセス道路整備のため既存施設の移設・撤去が必要となる場合もある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• エアサイド側での水素充填スペースは、移動式STとGSE車両が停車できる範囲で済む。</li> <li>• 移動式STの調達は定置式水素STの整備と比べて期間が短いため、FCVの導入が急速に早まった場合での対応に有力である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一度に多くの水素を供給できるため、短時間に複数のGSEが水素を充填する状況に対応できる。</li> </ul>
デメリット (留意点)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新たに水素STを整備する場合は、エアサイドとランドサイドそれぞれで利便性・安全性を考慮した動線を確認する必要がある。</li> <li>• 空港運用上必要な既存施設の撤去・移設を要する場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 搭載可能な水素はFCV3~10台分程度と少ないため、対応車両増加時に複数の移動式STを導入する場合は定置式よりも高額となりうる。</li> <li>• 高圧ガス保安法により水素STから車両以外への充填に制約がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• まとまった用地が必要且つ費用が高額である。</li> <li>• 用地選定にあたっては将来構想も踏まえて選定することが望ましい。</li> <li>• 水素配管にあたっての適用法規・基準の検討や既存施設との干渉回避等に詳細な検討を要する。</li> </ul>

# (参考)定置式水素STの設置条件

- 定置式水素STの設置にあたっては、以下に留意する必要がある。
  - 高圧ガス保安法（一般高圧ガス保安規則：第7条の3圧縮水素スタンドに係る技術上の基準）に基づき離隔距離や障壁・防火壁の設置を要するため、まとまった用地（各辺約20～30m）を要する。
  - 現状の施設への影響だけでなく、将来の施設配置も踏まえて選定することが望ましい。

## ○定置式水素ステーション設置における制約

高圧ガス保安法に基づく規則対象	規制内容
・公道⇔ディスペンサー	距離8m以上の離隔の確保
・その他火気⇔高圧ガス設備	距離8m以上の離隔の確保
・敷地境界面⇔高圧ガス設備	距離8m以上の離隔の確保 (障壁設置による緩和あり) 高さ2m以上の防火壁の設置
・圧縮機・蓄圧機⇔ディスペンサー	12cm厚以上の障壁の設置

出典：一般高圧ガス保安規則を基に作成

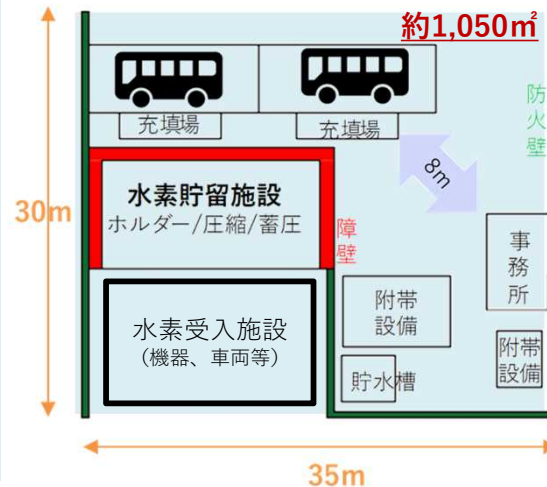
## ○定置式水素ステーションの配置・規模案

### <算定規模>

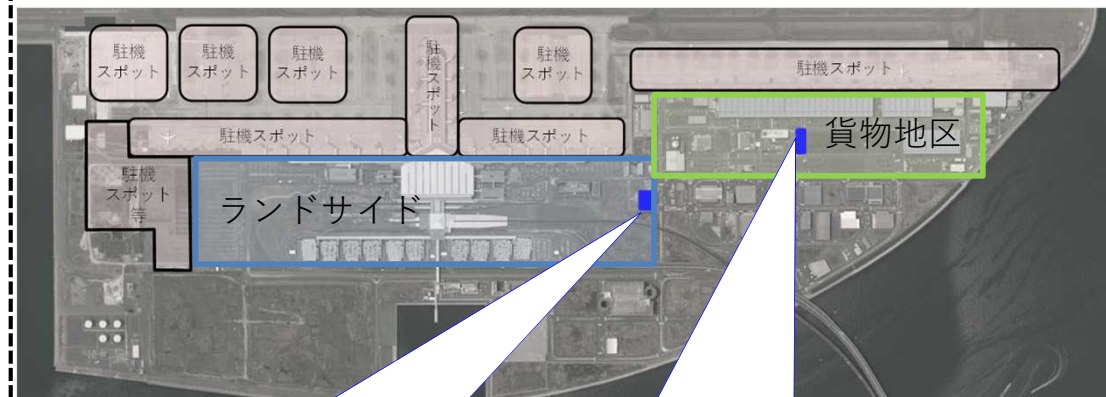
- ・現状のGSE車両への給油はディーゼル車（軽油）とレギュラー車が多くを占め、一般的なガソリンスタンドと同様である。
- ・FCVの充填時間は従来のディーゼル車と同程度であることから、ディスペンサーの基数は現状の軽油充填台数（2台）を想定

### <算定結果>

- ・1,050m<sup>2</sup>であり、既存の水素ステーションと同等である。



## (参考) 中部国際空港における現状の定置式水素ステーション



### 水素ST①ランドサイド（一般車用）



設置管理者：東邦ガス(株)  
 敷地面積：2,000 m<sup>2</sup>  
 供給能力：300 N m<sup>3</sup>/h  
 (FCバスで20～30台/日)  
 供給方式：都市ガス改質方式

### 水素ST②貨物地区（産業車両用）



設置管理者：(株)鈴木商館  
 敷地面積：1,100 m<sup>2</sup>  
 供給能力：5 N m<sup>3</sup>/h × 2基  
 (2.5tFCVフォークリフトで12台/日)  
 供給方式：水電解方式※

※水素ST②は、敷地（1,100m<sup>2</sup>）の半分に太陽光パネル50kwを設置し、再生可能エネルギーを用いて水道水の電気分解により水素を製造している。

画像出典：セントレアグループHP セントレアの水素活用

# 吸収源対策に係る重点調査(ブルーカーボン)

## 【関西国際空港における重点調査】

➤ 関西空港は建設当初から「緩傾斜石積護岸」を採用し藻場の育成・維持に取り組み、現在 59haにまで藻場環境が広がっている。

### 関西国際空港での取り組み

#### ◆建設前からの計画的な藻場の育成

- ・ 建設時から海域環境へ配慮した護岸形状と藻場造成計画を検討・実施
- ・ 空港周辺の水環境に適合した種を選定し、護岸概成直後から速やかに種苗供給を行った
- ・ 種苗の拡散に効果的な場所に移植を行い、モニタリングを継続して行った

※おおむね1期島7年、2期島3年で藻場を拡大

※CO<sub>2</sub>吸収量は数十～数百 t-CO<sub>2</sub>/年が見込まれる。

【関西空港における藻場面積の推移】

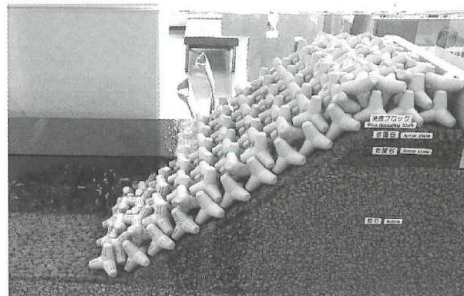


【参考】藻場育成護岸の整備（港湾ガイドライン、他事例より）

#### ○施工方法

- ・ 護岸の構造物本体の形状変化は、経済的合理性から老朽化や耐震・高潮外力見直しによる護岸全体の改修時に行うことが望ましい。
- ・ 既存護岸の一部改変・付加にあたっては、主に護岸の傾斜部又は水平部且つ浅瀬での藻場の生息しやすい範囲へのブロックの投入、地形に起伏を設ける、海藻類を人為的に移植する等の対策が考えられる。
- ・ 設置にあたっては、水深・波浪・透明度・水温等により生息可能な生態系が異なるため、対象とする藻類を選定するにあたっての調査を要する。

【藻場の育成を考慮した護岸形状例】



#### ○施工期間（ブロック付替の場合）

- ・ ブロック制作（0～1年）
- ・ 既設撤去・据付（0.5～1年）

#### ○概算費用

- ・ ブロック制作、既設撤去・据付（1.5～2.5万円/m<sup>2</sup>）

#### ○藻場整備事業スキーム例、環境価値の取扱

事業スキーム例	環境価値の取扱
①空港管理者または運営権者が護岸を所有・管理し、第三者に藻場の整備（種苗植付等）、拡大・維持管理を一括して委託	環境価値は空港管理者または運営権者が所有
②空港管理者または運営権者が土地（護岸）を貸す（無償又は有償）のみで、第三者が護岸の維持管理と併せて藻場の整備、拡大・維持管理を実施	第三者が所有する可能性もあり、空港管理者または運営権者が環境価値を得る方法を検討することが必要（環境価値の取扱に関する契約を結ぶ等）

➤ 藻場の造成・拡大にあたっては、護岸改修時に藻場育成の観点を取りいれて計画することが特に有効である。

※生物共生型港湾構造物の整備・維持管理に関するガイドライン参照

➤ 環境価値の創出にあたって、CO<sub>2</sub>吸収量算定に必要なデータ基盤を一から調査する場合は経年的な調査を要する。

※環境価値の創出については、国土交通省港湾局において検討をしているところであり、オフセット制度の施行段階である。

## 【大阪国際空港における重点調査】

- ▶ 大阪国際空港が立地する豊中市、池田市及び伊丹市の地域防災計画では、グラウンド・公園、小中学校、その他公共施設等が避難所として位置づけられており、災害時（系統停電時）にはこのような**空港外の公共の施設・場所等へEV・FCVを派遣し、電力供給を行う**ことが想定される。
  - ▶ 大阪国際空港においては17台のEV車両（GSE車両）が導入されており、それらすべてを災害時に活用できると仮定した場合、空港や電力供給先として想定される避難所に**最大680kWh程度（40kWh×17台）の電力供給が可能※**と想定される。また、太陽光発電設備を活用することで、災害時でもEVの充電が可能であると思われる。
- ※ただし、空港と派遣先との間の走行による電力消費は考慮していない。また、空港外で利用する場合は車両の自動車登録等の対応が必要である。

<想定される電力供給先> ※括弧内の電力は一例

災害時のEV・FCV派遣先例	想定される利用形態
グラウンド・公園等の避難所【屋外広場】	投光器などの臨時照明（約100W/台）、携帯電話充電器（約10W/台）等
小中学校や高校、福祉施設等の避難所【屋内施設】	給水ポンプ（約5.5kW）や空調（暖房）（約1.9kW※1）等の施設内特定負荷 等

※1 事務所（標準型）100m<sup>2</sup>、COP：3の場合を想定した際に必要な容量  
天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル2008より、事務所（標準型）暖房：58.1W/m<sup>2</sup>から推計

<供給システムイメージ>

	パターンA 電化製品等へ直接供給	パターンB V2H(充放電設備)を介して供給	パターンC V2X(充放電設備)を介し、蓄電池を組合せて供給
供給システムイメージ			
供給先	単相100V：家庭用エアコン、臨時照明、テレビ、携帯電話充電器等	単相100V：施設内の特定負荷（家庭にある照明、空調等の機器類）	単相100V：施設内の特定負荷（家庭にある照明、空調等の機器類） 三相210V：エレベーター、給水ポンプ等
供給方法・特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>車本体のみもしくは給電器を介して電気を供給（可搬型給電器は車載可能）</li> <li>任意の場所で給電が可能</li> <li><b>供給先施設の改造は不要</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>V2H設備を介して施設内の特定負荷へ電気を供給</li> <li>建物への直接給電が可能</li> <li>特定負荷のみに電気を流すには<b>分電盤内の操作が必要</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数のEV・FCV、V2X設備と定置型蓄電池を組合せて大容量の設備（エレベーター、給水ポンプ、空調等）の活用も可能</li> <li>特定負荷のみに電気を流すには<b>分電盤内の操作が必要</b></li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>供給可能な容量が限定的</b></li> <li>EV・FCVの駐車地点近傍以外は使用不可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>供給可能な容量が限定的</b></li> <li><b>供給先施設の改造が必要</b>（分電盤(接続端子)新設や配線等）</li> <li>停電・復電時<b>分電盤内の操作が必要</b>（低圧の場合、資格者は不要）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>供給先施設の改造が必要</b>（分電盤(接続端子)新設や配線等）</li> <li>停電・復電時に<b>分電盤内の操作が必要</b>（高圧の場合は資格者が必要）</li> </ul>

（主な課題への対応策）

■供給施設に分電盤の新設や配線等の改修が必要

⇒供給対象を事前に整理したうえで、それに必要な台数の車両確保や、供給を受ける施設側に必要な設備の整備を実施。



## 【地域連携・レジリエンス強化】

- ▶ 高松空港においては、災害時（系統停電時）に地域と連携し、空港の再エネ設備や蓄電池を活用して、空港に来た周辺住民に電気を供給することで、地域のレジリエンス強化に資することができるものと考えられる。
- ▶ 地域のレジリエンス強化のために蓄電池に平常時から電気をためておくと、平常時に活用可能な蓄電池容量が減少し、事業採算性が悪化する可能性があるため、災害時に電気の供給が必要となる特定負荷の想定に応じて運用条件を設定する必要がある。

### <平常時>

経済性、環境性を優先させる運転形態（順序・方法など）について整理が必要

### <災害時>

系統停電時に、“どの施設”の“どの設備”を、“どの程度”稼働させる必要があるのかといった観点から、稼働対象設備（特定負荷）及びその運転形態について整理が必要

運用方法	各施設の需要に応じたエネルギー供給
電気	昼間：太陽光による発電電力を空港全体で活用 夜間：蓄電池に貯めた電力を空港全体で活用

運用方法	防災機能確保に必要な需要にエネルギー供給
電気	昼間：太陽光による発電電力を特定負荷設備で活用 夜間：蓄電池に貯めた電力を特定負荷設備で活用

### <運用条件検討>

- ・平常時から蓄電池に災害時用の充電量を確保

(検討例)

平常時の運用に必要な電力量は蓄電池容量の 70%

災害時の運用に必要な電力量は蓄電池容量の 30%

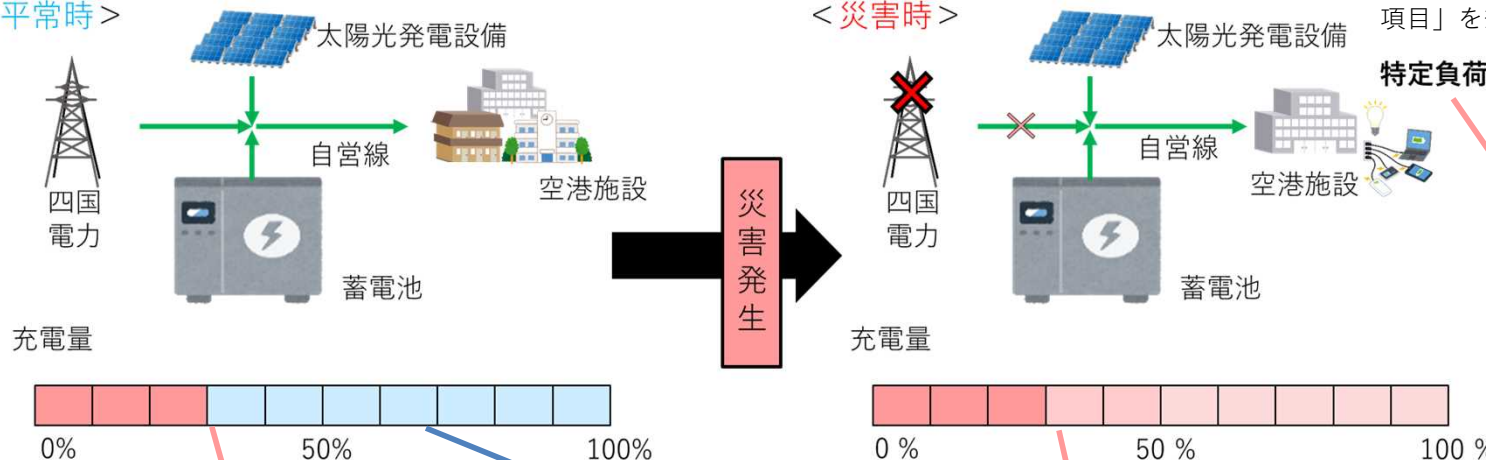
(太陽光が発電しない夜間分を蓄電池で賄う場合を想定し電力量を設定)

災害時に空港内の照明、コンセント負荷等への供給に必要な電力量を高松空港の年間電力需要量の27%※と想定した場合に95万kWh/年となる。蓄電池5,000kWhを設置し、30%程度を災害時に活用すると想定すると約14時間の電力供給が可能と思われる。

※エネルギーイノベティブタウン調査報告書（2014年6月）より、最大負荷比率（電力負荷）での事務所の「機能維持が必須の項目」を想定

### <平常時>

### <災害時>



特定負荷

72 時間は、外部からの供給なしで非常用発電機※を稼働可能とする措置が望ましい。

出典：「大規模災害時における地方公共団体の業務継続の手引き」（平成 28 年 2 月内閣府（防災担当））

※非常用発電機と太陽光発電設備を連携することで、非常用発電機の燃料消費を抑え運用可能時間を延長できる可能性がある。ただし、連携できる太陽光発電設備の容量に制限があることや改造が必要となる場合があり、発電機メーカーに確認が必要である。

災害時のために30%は確保

平常時は30~100%の範囲で運用

災害時のために確保した30%を活用しつつ、太陽光発電設備の発電量も最大限活用し、特定負荷へ供給

## 【地域連携（地産地消モデルの確立）】

- 逆流ができない系統制約のある地域の南紀白浜空港と空港周辺施設の再エネ導入拡大の段階的な事業パターンを3つのパターンで整理した。
- パターン1で空港内への太陽光を設置し空港内で消費することが想定されるが、事業の拡大に応じてパターン2やパターン3の取組も考えられる。
- 自営線を用いて空港以外の複数の施設に電力供給を行う場合は、事業体を組成し登録特定送配電事業者を設けることで電力供給する方法が考えられる。また、系統制約が緩和されれば余剰電力を地域に供給することも考えられる。



### 実施内容

空港の脱炭素化を進めるために、太陽光発電による電気を空港内で消費する形での事業を実施する。また、発電した電気をEVの充電に活用する。

太陽光発電設備の規模を拡大し、CO<sub>2</sub>削減量を増加する。規模拡大に伴い生じる余剰電力は、系統を介さず自営線により空港周辺の公共施設等へ電気の供給を行う。

将来的に空港周辺の再エネ発電事業者からの電気を空港で活用することも考えられるため、小売電気事業及び特定送配電事業者を介して地域（紀州エリア）から電気を調達する。また、系統制約が緩和された場合は太陽光発電設備をさらに導入し余剰電力を地域へ供給することも考えられる。

### 関係事業者の役割

- ・【南紀白浜エアポート】電気の供給
- ・【空港連携企業（JAG国際エネルギー(株)、(株)オリエンタルコンサルタンツ、京セラ(株)）】空港の太陽光発電設備の導入支援（計画・設計、費用負担等）

- ・【南紀白浜エアポート】電気の供給
- ・【空港連携企業（JAG国際エネルギー(株)、(株)オリエンタルコンサルタンツ、京セラ(株)）】空港の太陽光発電設備の導入支援（計画・設計、費用負担等）
- ・【白浜町関係施設】設備の操作・管理の体制構築
- ・【登録特定送配電事業者】自営線による空港以外の複数の施設への電力供給、自営線の維持・管理

- ・【南紀白浜エアポート】電気の供給
- ・【空港連携企業（JAG国際エネルギー(株)、(株)オリエンタルコンサルタンツ、京セラ(株)）】空港の太陽光発電設備の導入支援（計画・設計、費用負担等）
- ・【白浜町関係施設】設備の操作・管理の体制構築
- ・【登録特定送配電事業者】自営線による空港以外の複数の施設への電力供給、自営線の維持・管理
- ・【卒FIT電源の所有者、地域住民 等】卒FIT後の再エネ電気の供給、電気の供給先の提供

### 留意事項

- ・供給先が空港内だけの場合、逆流を生じないようにするため設置容量が小規模になる可能性があり、EV充電への活用も行う。

- ・複数の空港周辺施設の需要施設に自営線で電力供給する場合は登録特定送配電事業によって電力供給が可能である。

- ・太陽光だけでは空港や空港周辺施設の電力需要を満たすことが難しい可能性があり、その場合は登録特定送配電事業者を介して、地域の卒FIT後の再エネ設備から再エネ電気を調達することも考えられる。

## 【レジリエンス強化】

- 前項のパターン2における災害時の電力供給先や災害時の運用・実施体制イメージを整理した。太陽光発電による災害対応としては、平常時から自営線により電気を供給している施設には災害時においても同様の電気を供給することが想定される。
- 南紀白浜空港から遠距離の施設は電圧降下や自営線の設置コストの問題から自営線ではなく、電気自動車（EV）によって災害時に電力供給を行うことが有望であると思われる。

＜パターン2における災害時対応（太陽光発電設備、自営線・EVの活用）＞

表. 再エネ電源を活用した災害時の電力供給先（案）

表. 災害時電気の供給に関する運用・実施体制イメージ（案）

項目	白浜町消防本部	保育園（建設中）	宿泊施設（民間ホテル）
距離※	1km圏内	1km圏内	3km圏内
施設区分	町の公共施設	町の公共施設	民間施設
電力供給方法	自営線	自営線	<ul style="list-style-type: none"> <li>自営線</li> <li>EV</li> </ul>

項目	供給側	需要側	電気の輸送
	南紀白浜エアポート	公共施設・民間施設	空港連携企業 JAG国際エナジー(株) (株)オリエンタルコンサルタンツ 京セラ(株)
災害時対応	設備例	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害時切替盤</li> <li>EV充放電器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自営線</li> <li>EV</li> </ul>
	運用内容例	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害時の電気の供給開始の判断・連絡</li> <li>災害時の電気の供給に関する設備側の操作</li> <li>蓄電池、太陽光が適切に稼働しているか監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害時の電気の供給に関する自立運転時の需要施設側の操作</li> <li>災害時の電気の供給に伴う保安・監視</li> <li>EVの放電による充電残量の確認と再充電</li> </ul>
	体制例	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気設備の保安管理を行う電気主任技術者</li> <li>災害時電気の供給に関する指揮責任者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害時の電気の供給に関する需要施設側の指揮担当者</li> </ul>

※南紀白浜空港ターミナルビルを中心とした場合の直線距離



©NTTインフラネット  
NTTインフラネット「GEOSPACE 電子地図」をもとに加工・作成

図. 空港周辺の電力供給先プロット図

# 地域連携・レジリエンス強化(与那国空港)

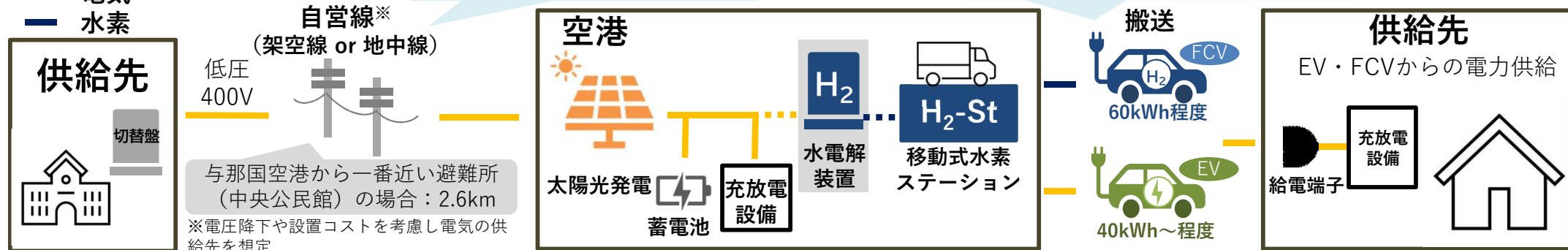
- 災害時の電力供給方法として、自営線を介した供給、車両（EV・FCV）を利用した搬送方法が想定されるが以下では具体的な空港を基にコストを算定した場合を例として示す。
- 自営線については、安定的な電力供給が可能であるが、電圧降下や設置コストの関係で低圧の場合は短距離で送電する際に有効な方法と考えられる。
- 車両については供給先を柔軟に選択できるが、空港車両の場合は自動車登録をしていない車両が多いことや供給先に受電する設備が必要等、条件整理、設備面及びコスト面において課題が考えられる。
- 災害時の地域への電力供給方法について、空港毎の課題を整理した上で導入を検討する必要がある。

【災害時の与那国空港を想定した場合】

安定的な電力供給が可能であるが、送電距離に制限があるため距離に伴うコストの把握が必要

供給先を柔軟に選択できるが、1回の供給可能な容量が限定的

電気  
水素



電力供給方法

算定条件・結果

- 算定条件 (赤字はレジリエンス強化のための追加条件)
- 太陽光：286kW (カーボンニュートラルを目指し、与那国空港の年間電力需要量を満たす場合を想定)
  - 蓄電池：19.5MWh (余剰電力=0となる場合)
  - EV車両台数：6台 (与那国空港で空港外で使用できるGSE車両 (連絡車等) がEVになった場合を想定)
  - 自営線：2.6km** (空港から避難所までの距離を想定)
  - 切替盤：1台** (供給先の災害時利用の切替盤を想定)
  - 充電設備：6台** (各EVに1台ずつ設置した場合を想定)

- 算定結果 (想定コスト) (赤字はレジリエンス強化のための追加費用)
- 太陽光：0.72億円
  - 蓄電池：47億円
  - 自営線 (架空線)：0.53億円**
  - 自営線 (地中線)：3.4億円**
  - 切替盤：69万円**
  - 充電設備：600万円**

- 参考：水素関連費用
- 水電解装置：0.6億円 (太陽光と同等の286kWの場合を想定)
  - 燃料電池：1.4億円 (太陽光と同等の286kWの場合を想定)
  - 移動式水素ステーション：3億円

- 活用の可能性がある補助事業例\* (R3年度の例)
- 地域の再エネ自給率向上やレジリエンス強化を図る自立・分散型地域エネルギーシステム構築支援事業 (環境省)
  - 地域レジリエンス・脱炭素化自立分散型エネルギー設備等導入推進事業 (環境省)
- ※要件等については、各補助事業の公募要領で確認が必要

単価の設定

- 自営線 (架空線) の場合：2.04万円/m<sup>※1</sup>
- 高圧線・高圧引き込み線の中央値とコンクリート柱の中央値 (2.5mおきに設置) を用いた場合の想定
- 自営線 (地中線) の場合：13.1万円/m<sup>※1</sup>
- 高圧ケーブルの中央値、管路の中央値、マンホールを50mおきに設置した場合を想定
- 切替盤：69万円/台<sup>※1</sup>
- 開閉器と変圧器の価格の合計を切替盤の価格として想定し設定

- 太陽光：25.3万円/kW<sup>※2</sup>
- 蓄電池：24.2万円/kWh<sup>※3</sup>
- 水電解装置：20万円/kW<sup>※4</sup>
- 業務・産業用燃料電池：50万円/kW<sup>※4</sup>
- 移動式水素ステーション：3億円/台<sup>※5</sup>

- EV・FCV：空港外を走行可能なGSE車両がEV・FCVになった場合を想定のため費用を考慮しない
- 充電設備 (V2X)：100万円/台<sup>※6</sup>
- EV・FCVと同様に想定し空港内設置分の費用は考慮しない

※1 送電設備の標準的な単価の公表について (電力広域的運営推進機関、2016.3) ※4 水素・燃料電池戦略ロードマップ (水素・燃料電池戦略協議会、2019.3) より設定  
 ※2 調達価格等算定委員会資料 (経済産業省、2021.1) より、10kW以上の平均値として設定 ※5 2021年版 水素利用市場の将来展望 (富士経済、2021.7) より、定置型水素ステーションの価格より設定  
 ※3 定置用蓄電システム普及拡大検討会資料 (経済産業省、2021.2) より、平均値を設定 ※6 空港分野におけるCO<sub>2</sub>削減に関する検討会資料 (第3回) (国土交通省、2021.7) より設定

## 【太陽光発電設備等の運用イメージ】

- ▶ エネルギー需給シミュレーションの結果より、空港の年間電力需要量と同程度の年間発電電力量を確保するために必要な太陽光パネル（286kW）を設置した場合、空港で自家消費できずに約14.5万kWh/年（シミュレーション結果より推計）の逆潮流（余剰電力）が生じると思われる。本検討では、逆潮流しない場合を想定し、仮に逆潮流する分をすべて吸収するために必要な蓄電池容量は1.9万kWh（シミュレーション結果より推計）、水素に変換した場合は2.2万Nm<sup>3</sup>～3.2万Nm<sup>3</sup>（シミュレーション結果より推計）の水素が製造できる結果※となった。
- ▶ 災害時（系統停電時）は、空港外の公共施設や避難所等への電力供給についてEVやFCVを活用する場合は供給先を柔軟に選択できるが、供給可能な容量が車両台数に依存するため供給先の電力需要を把握し必要台数を整備しておくことが必要である。

## 【平常時の運用】

※電気⇄水素の変換時の損失が大きいため、水素利用を検討する場合は太陽光を286kW以上設置する必要がある

### 再エネ導入 に関して

- ✓ 系統の空容量（220kW程度）は小さく、それ以上の系統への逆潮流は難しい
- ✓ 太陽光発電設備を設置する場合は、系統への影響を考慮し出力変動を2%/min以内に収める必要がある

空港に太陽光を設置する場合に、蓄エネ設備が必要であり、蓄電池や水素による蓄エネの方法が考えられる

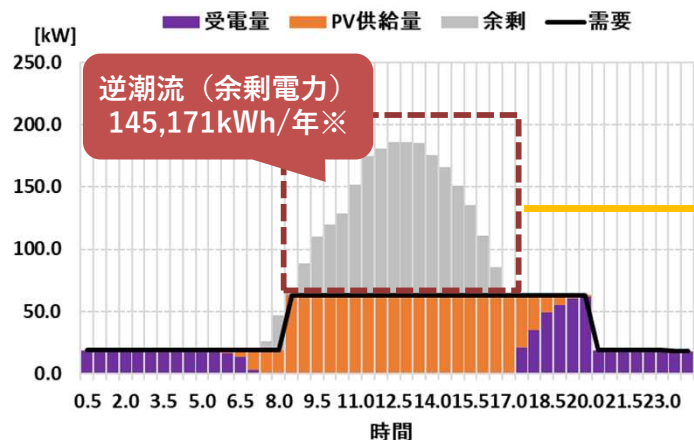
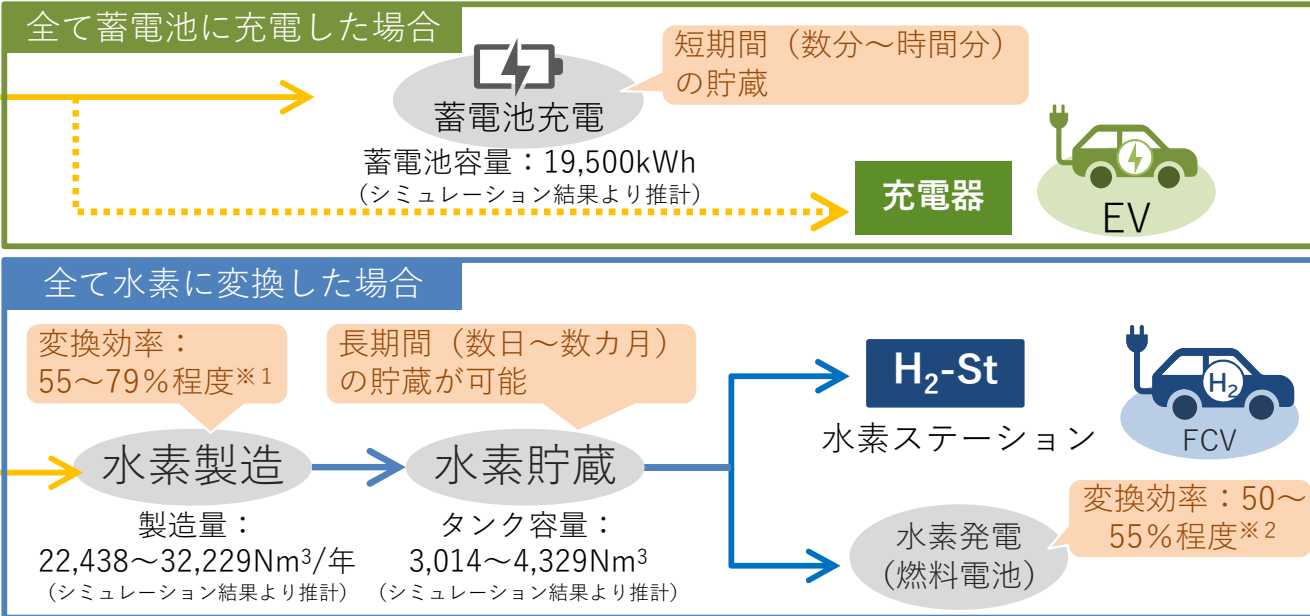


図. 空港の電力需要量を満たす分の太陽光発電（286kW）を設置した場合の2019年7月某日のシミュレーション結果

※月別の電力需要量から、8時～20時を空港営業時間として一定、営業時間外は営業時間の3割で一定の需要パターンを作成し、エネルギー需給シミュレーションにより推定した結果



※1 空港分野におけるCO<sub>2</sub>削減に関する検討会資料（第3回）（国土交通省、2021.7）

※2 水素・燃料電池戦略協議会資料（経済産業省、2021.3）

表. 災害時の電力供給方法（案）

項目	概要	留意事項と対策案
蓄電池輸送（EV等）による電力供給	充電したEVや蓄電池を避難所に移動させ、電力供給を行う	• 供給可能な容量が車両台数に依存するため、供給先の需要を把握し必要台数を整備することが望ましい
水素（FCV等）を活用した電力供給	貯蓄した水素を充填したFCVを避難所等に移動させ発電し、電力供給を行う	• 停電時に水素ステーションを使用できない可能性があるが、移動式水素ステーションがあればFCVへの充填が可能である • 供給可能な容量が車両台数に依存するため、供給先の需要を把握し必要台数を整備することが望ましい

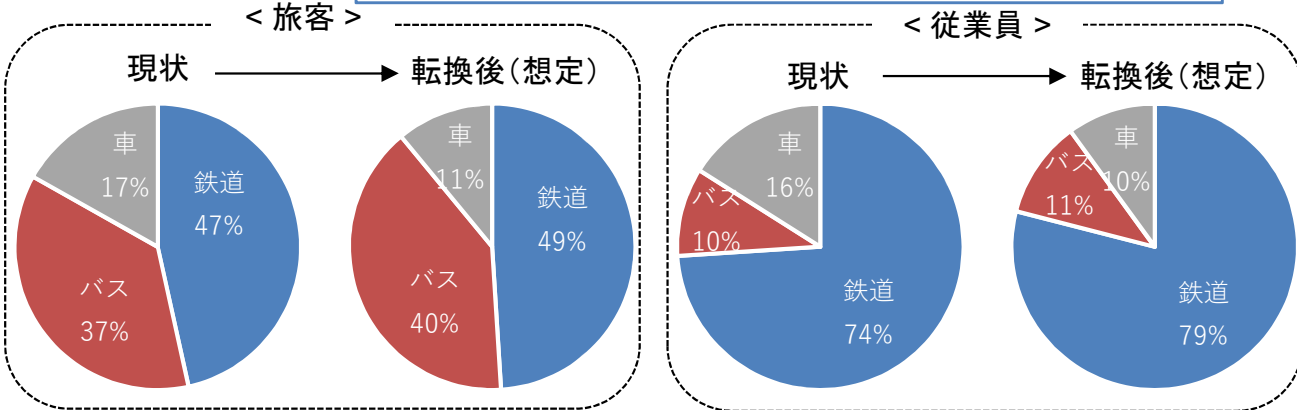
- 成田国際空港(株)の掲げた空港アクセスからの2030年度排出目標\*について、旅客・従業員のうちそれぞれ約6%が自動車から鉄道・バス等の公共交通へ転換することによって達成されるとの試算となった。 ※2030年度目標：2019年度比約120%
- 空港全体の従業員（約4.3万人）によるCO<sub>2</sub>排出量は空港アクセスからのCO<sub>2</sub>排出量の約4割を占めている。そのため旅客のみならず、従業員の居住地特性を考慮した交通転換施策の推進による従業員アクセスからの排出削減方策も一定の効果が見込まれる。

## アクセス転換によるCO2削減効果

- 空港東側地区に居住する従業員は、鉄道網の状況から乗用車を選択する傾向にあり、乗用車利用が高い地域の低炭素交通の推進が重要。 ※空港ヒアリングより
- 旅客によるアクセスでは、東北・中部圏からの乗用車利用は20%を超え、以降遠距離地域での乗用車利用は5%程度である。

### ◆交通機関分担率

前提：2019年:旅客のべ約3620万人、従業員のべ約2130万人  
 2030年:旅客のべ約5070万人、従業員のべ約2950万人のアクセス

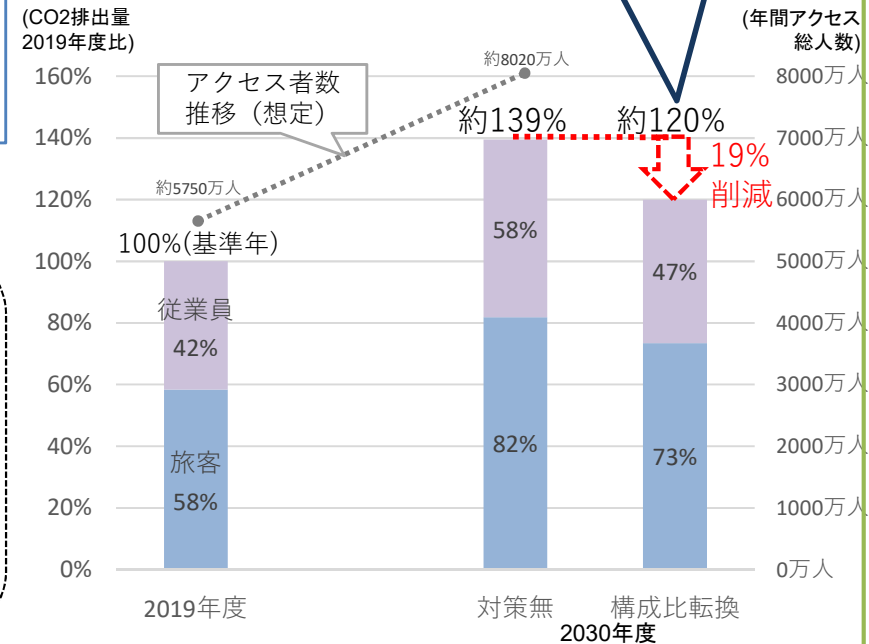


※旅客の交通機関分担率：成田国際空港アクセス交通量実態調査報告書(2018年度)から試算  
 ※従業員の交通機関分担率：同資料からホテルバス等の旅客向け交通機関を除外した値から試算

※旅客の居住地分布：航空旅客動態調査(2019年度)を集計  
 ※従業員の居住地分布：成田空港内従業員実態調査(2017年度)を集計

※将来の電力によるCO<sub>2</sub>排出係数：資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」  
 ※EVバスのCO<sub>2</sub>排出係数：将来の電力排出係数を考慮した試算値 ※EVバス導入率：一部国内事業者提案値

系統電源の再エネ率向上やバスのEV化等の外的要因を考慮した場合、更に2019年度比約20%分の削減



## アクセス転換へのインセンティブ事例

### 米・サンディエゴ空港での事例

- EV車で運行するタクシー事業者に対し、優先的に旅客ターミナル前の停車スペースを提供する施策を実施し、タクシーのEV化を後押し。  
 →タクシーのEV化により、空港アクセスのうちタクシーからのCO<sub>2</sub>排出量を約86%削減 ※Transportation Network Companyの温室効果ガス排出削減プログラム 2017年

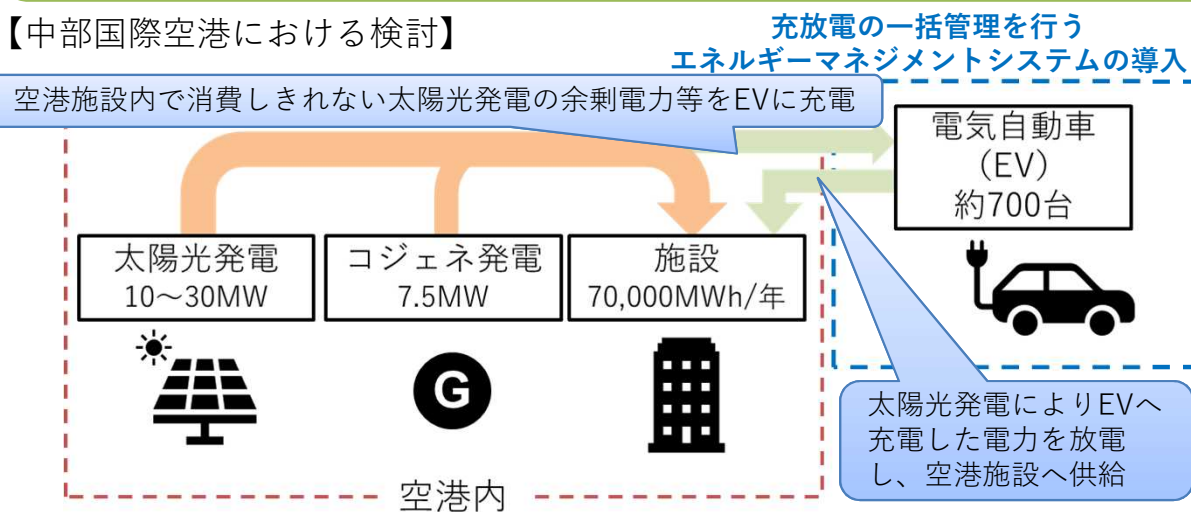
### その他のインセンティブ事例

- 低炭素交通車両の無料充電：(2空港という集計で実名無し)  
 参考：旅客のオフセット購入による、CO<sub>2</sub>削減プロジェクトへの間接投資(アトランタ国際空港等)

## 【エネルギーマネジメントシステム (VPP)】

- 将来的なEVの普及を見据え、EVを活用したVPP (Virtual Power Plant: 仮想発電所) 導入可能性について調査を行った。  
 ※中部国際空港においては、空港駐車場を利用する一般利用客のEVの充放電を一括管理することで仮想の蓄電池とみなし、太陽光発電の余剰電力等を充電し、必要なタイミングで放電することにより、空港施設の電力需要を賄う検討をしている。
- 取組を具体化するための課題としては、社会全体でのEVの普及拡大、駐車しているEVの蓄電可能容量の実態把握、EV所有者へのインセンティブの設計等を含めた事業スキームの構築が挙げられる。
- 他空港での展開にあたり、空港施設の電力需要に比して太陽光発電の導入可能容量が大きい空港や系統制約等により逆潮流が不可能な空港など、EV蓄電池の活用の可能性がより高い空港において検討を行うことが有効と考えられる。

## 【中部国際空港における検討】



## 【想定される効果】 (約700台の場合による試算)

- ・太陽光発電の余剰電力等を活用して空港全体の電力需要の約12% (23MWh/日) の電力をEVの蓄電池に充電し、必要なタイミングで放電して空港施設に供給 (余剰電力等活用により年間2,200t-CO<sub>2</sub>削減)

## 【取組具体化に向けた課題】

- ・社会全体でのEVの普及拡大が必要
- ・駐車しているEVの蓄電可能容量の実態把握
- ・EV所有者へのインセンティブ
- ・短期間駐車の場合は充放電に活用困難 (数日以上停車しているEVが多数あることが望ましい)
- ・蓄電可能容量の向上方策の検討が必要
- ・定置用の蓄電池設置の初期費用に比べ、コストメリットが出る可能性もあるが、詳細な検討が必要

検討条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・駐車台数5,000台/日の18%※がEVと想定</li> <li>・EV台数と同数のEV充放電器を設置するものと想定</li> <li>・充放電器への接続割合は80%と想定</li> <li>・EV蓄電池の容量を40KWh、利用可能率 (空き容量) は80%と想定</li> </ul> ※出典: BCGレポート (2020.1.20) 2030年の世界新車販売台数に占めるEVの割合
------	--

## 【参考】EV-VPPによる蓄電池部分等の初期費用低減に関する試算

(既存文献によるケーススタディ)

- ・23MWhの定置用蓄電池の初期費用は2019年水準で55億円程度 (価格低減が進んだ2030年水準では14億円程度)※
- ・EVの車載蓄電池を活用できた場合、初期費用の43%程度を占める蓄電池部分と流通コストの低減が可能と仮定すると、23億円程度削減が可能 (2030年水準で6億円程度)
- ・一方で、EVによるVPPを導入した場合、EV充放電器やエネルギーマネジメントシステムの費用が必要となるため、EV-VPPのコストについては今後詳細な検討が必要

※ 定置用蓄電システム普及拡大検討会資料 (経済産業省、2021.2) より初期費用を想定

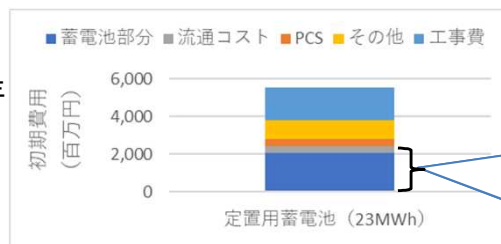


図 定置用蓄電池の初期費用内訳 (2019年水準)※

- ・蓄電池部分の割合は37%程度 (20億円程度)
- ・流通コスト (蓄電池の輸送等に係る費用) の割合は6%程度 (3億円程度)

# 見える化(情報共有ツール)

## 【関西国際空港・大阪国際空港・神戸空港における重点調査】

- ▶ 情報共有ツールを用いて、空港関連事業者からの環境データ収集・分析・見える化等をクラウド上で実施する。
- ▶ 環境データや取組事例を適時に共有することで、空港全体としてのCO<sub>2</sub>排出量削減への取組みを推進する。

### 見える化(情報共有ツール)の検討例

- ▶ 情報共有がクラウド化されることで、円滑で正確なデータ収集、エネルギー使用量や目標の見える化が可能となる。
- ▶ 環境データの見える化や取組事例を共有することにより環境意識の向上が期待される。
- ▶ 会社の環境レポート作成やACA取得作業においても活用が可能であり、データ収集・集計・分析作業に係る作業の削減も期待される。

#### ○現状

##### 【エコエアポート環境推進協議会 会員数】

関西：46社、伊丹：30社、神戸：20社（2021年12月時点）

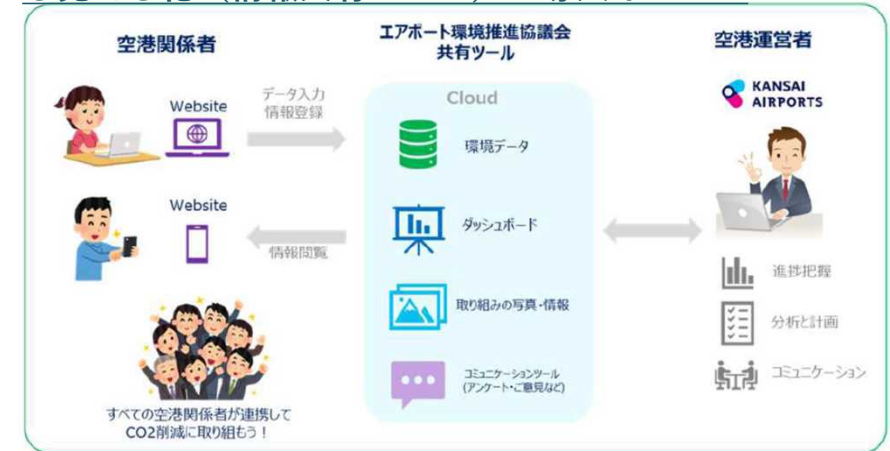
##### 【収集環境データ】

空港運営者で把握できていない事業者及び施設ごとの電力、ガス、燃料、上水・再生水、デアイシング使用量、廃棄物量など

##### 【現在の情報共有方法】

- ✓ メールベースでのやり取り
- ✓ Excelでのデータの収集・集計・分析、PDFでの成果物の配布  
⇒事業者ごとにアンケート項目が異なり、データの収集・集計・分析が手作業で労力がかかる

#### ○見える化(情報共有ツール)の導入イメージ



### 更なる意識醸成に向けた情報共有ツールへの付加機能案

従業員及び空港関連事業者の意識醸成を行いながら、行動変容を促す必要がある。

#### 中長期計画と短期目標共有

- ACAのLevel 3以上の取得には、空港関連事業者の排出量の把握が必要
- ツール上で目標管理を実施することで取組を促進

#### 空港アクセス転換の促進

- 公共交通やEVへの転換に係るメリットやインセンティブ紹介など

#### 脱炭素コンテンツの配信

- 情報共有ツール上で脱炭素に係る記事、コンテンツを定期的に配信
- e-learning等の受講による環境意識向上



## 重点調査結果の取扱・位置づけ

- ✓ 本調査は、脱炭素化に意欲的な空港を公募し、各空港の特性に応じた取組内容の検証や事業スキーム構築等について事例的な調査を行い、全国の空港においてCO<sub>2</sub>排出削減の取組を考える上で参考となるよう検討を行ったものである。
- ✓ 本調査における対象空港の調査結果は、一定の条件下でケーススタディとして検討したものであり、本調査結果をもって各空港の事業方針を決定するものではなく、今後、各空港は脱炭素化に係る事業を計画する際には、それぞれの状況に応じた詳細検討を行う必要がある。