

第4回 空港建築施設の脱炭素化に関する検討WG

第3回WGにおけるご意見への回答

国土交通省 航空局
令和4年11月

目次

1. ZEBの取扱い	
1-1.マニュアル（案）におけるZEBの取扱い	・・・・・・・・P 3
2. モデルターミナルビルに関する検討結果	
2-1.建物のオリエンテーション（方角）による効果の検証	・・・・・・・・P 6
2-2.省エネ化手法の採用順番による効果検証	・・・・・・・・P 7
2-3.ZEB Ready上乗せコスト試算結果（新築・改修）【参考】	・・・・・・・・P 8
2-4.NET-ZEB達成に必要な太陽光発電システムの導入コスト試算【参考】	・・・・・・・・P10
3. サンプル空港の検証結果	
3-1.サンプル空港による省エネ効果検証<第3回WG資料より抜粋>	・・・・・・・・P12
3-2.サンプル空港施設省エネ計算結果	・・・・・・・・P13
3-3.サンプル施設のWEBPRO計算と計測値との比較・検証	・・・・・・・・P21
4. 個別技術（個票）の検討結果	
4-1.省エネ技術の優先順位の提示	・・・・・・・・P24
4-2.CO2削減施策の光熱経費の算出	・・・・・・・・P25
4-3.太陽電池パネル及び蓄電池の設置条件毎のコスト試算【参考】	・・・・・・・・P26
4-4.太陽光発電システムの外線引込みのコスト試算【参考】	・・・・・・・・P27
5. ターミナルビルの温度設定	
5-1.温度設定の考え方の整理・検証	・・・・・・・・P29
6. マニュアル（案）修正箇所一覧表	
6-1.マニュアル（案）修正箇所一覧表	・・・・・・・・P31

1. ZEBの取扱い

1-1.マニュアル（案）におけるZEBの取扱い

本マニュアル（案）においては、空港脱炭素化推進のための計画策定ガイドライン及びこれまでの建築物における省エネ関係の動きを踏まえ、次のとおり整理する。

- 空港建築施設の省エネ対応：**ZEB基準の水準**（表1）の省エネルギー性能が確保されていることを目指す。
- ZEB基準におけるより上位の省エネルギー性能を満たすことが可能な建築物においては、積極的に更なる高みを目指すことが望ましい。

表1：マニュアル（案）におけるZEB基準の水準

	新築（増改築）	改修
官公庁施設	原則 ZEB Oriented相当以上 とし、2030年度までに新築建築物の平均で ZEB Ready 相当となることを目指す。その実現に向け、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Readyの基準を満たすことが可能な建築物においては、積極的に、より上位のZEB基準を満たすものとする。	建築物省エネ法に定める省エネ基準に適合する省エネ性能向上のための措置を講ずるものとし、省エネ基準を超える ZEB等の省エネ性能（ZEB Oriented相当以上） を満たすことが可能な建築物においては、当該性能を積極的に満たすものとする。
民間施設	2030年に目指すべき建築物の姿としては、新築される建築物については ZEB基準の水準 の省エネルギー性能が確保（ ZEB Oriented相当以上 ）されていることを目指す。	省エネルギー改修や省エネルギー機器導入等を進めることで、 <u>2050年に建築物のストック平均でZEB基準の水準の省エネルギー性能が確保（ZEB Oriented相当以上）されていることを目指す。</u>

表2：建築物における省エネ関係の動き

施設区分	各種計画等	建築物における省エネ（ZEB）関係の目標
官公庁施設	政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の削減等のため実行すべき措置について定める計画/実施要領（令和3年10月22日閣議決定）	<ul style="list-style-type: none"> ○【新築する場合】：今後予定する新築事業については原則ZEB Oriented相当以上とし、2030年度までに新築建築物の平均でZEB Ready相当となることを目指す。その実現に向け、『ZEB』、Nearly ZEB、ZEB Readyの基準を満たすことが可能な建築物においては、積極的に、より上位のZEB基準を満たすものとする ○【改修する場合】：建具や設備の改修を含む大規模改修を実施する場合は、建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律に定める省エネ基準に適合する省エネ性能向上のための措置を講ずるものとし、省エネ基準を超えるZEB等の省エネ性能を満たすことが可能な建築物においては、当該性能を積極的に満たすものとする。
	官庁施設の環境保全性基準（令和4年改定）	<ul style="list-style-type: none"> ○【新築する場合】：BEIが建物用途に応じてそれぞれ次の値以下となること。 a：事務所等、学校等、工場等：BEI=0.6（ZEB Oriented） b：以外：BEI=0.7（ZEB Oriented） ○【新築以外】：省エネ性能向上のための措置を講ずること。
	全国知事会 脱炭素・地球温暖化対策本部「脱炭素・地球温暖化対策行動宣言」（令和4年7月5日）	<ul style="list-style-type: none"> ○【新築する場合】：都道府県が整備する新築建築物について、ZEB Ready相当(50%以上の省エネ)を目指す。 ・住宅やビルのZEH・ZEB化を進めるため、都道府県有施設からZEB化
建築物全般（民間含む）	第6次エネルギー基本計画（令和3年10月22日閣議決定）	<ul style="list-style-type: none"> ○【改修する場合】：既築住宅・建築物についても、省エネルギー改修や省エネルギー機器導入等を進めることで、2050年に住宅・建築物のストック平均でZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能が確保（※）されていることを目指す。
	地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）	<ul style="list-style-type: none"> ○【新築する場合】：2030年に目指すべき建築物の姿としては、現在、技術的かつ経済的に利用可能な技術を最大限活用し、新築される建築物についてはZEB基準の水準の省エネルギー性能が確保（※）されていることを目指す。
	脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方（令和3年8月）	<ul style="list-style-type: none"> ○【新築する場合】：2030年に目指すべき建築物の姿としては、新築される建築物についてはZEB基準の水準の省エネ性能が確保（※）されていることを目指す。 ○【改修する場合】：国民等による省エネ改修の取組を促していく観点からも、国や地方自治体等の率先した取組が重要であることから、その管理する建築物・住宅について、省エネ改修計画を立てるなど、計画的な省エネ改修の取組を進めること（官公庁施設）。

（※）：一次エネルギー消費量を省エネ基準から、用途に応じて30%又は40%削減されている状態 ⇒ ZEB Oriented相当

1-1.マニュアル（案）におけるZEBの取扱い

表3：建築物省エネ法基準の改正の動き

建築物エネルギー消費性能基準等小委員会 第26回（2022年7月11日） 配布資料 資料3 2省合同会議検討事項①～④

- 審議会答申（令和4年2月）において示された、2030年度以降新築される建築物にZEH・ZEB基準の水準の省エネ性能を確保するとの目標を踏まえ、適合義務化が先行している大規模非住宅建築物の省エネ基準について、**2024年度以降、各用途の適合状況を踏まえ、用途に応じてBEI=0.75～0.85に引き上げる**こととする※1。
 - ・「脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方」（令和3年8月）
2024年度 大規模建築物に係る省エネ基準の引き上げ BEI=0.8程度

【現行】			【改正案】			【（参考）あり方検討会】			
	用途・規模	一次エネ (BEI) の水準		用途・規模	一次エネ (BEI) の水準		用途・規模	一次エネ (BEI) の水準	
省エネ基準	—	1.0 ※1	省エネ基準	大規模 (2,000㎡以上)	工場等	0.75 ※2	省エネ基準	大規模 (2,000㎡以上)	0.8程度 ※2
					事務所等、学校等、ホテル等、百貨店等	0.8 ※2			
		病院等、飲食店等、集会所等			0.85 ※2				
		中・小規模 (2,000㎡未満)		1.0 ※2			中・小規模 (2,000㎡未満)	1.0 ※2	
誘導基準 ※4	事務所等、学校等、工場等	0.6 ※3	誘導基準 ※4	事務所等、学校等、工場等	0.6 ※3	誘導基準 ※4	事務所等、学校等、工場等	0.6 ※3	
	ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等	0.7 ※3		ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等	0.7 ※3		ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等	0.7 ※3	

※1 増改築時の取扱いは、現行の基準に準ずる。 ※2 太陽光発電設備及びコージェネレーション設備の発電量のうち自家消費分を含む。
 ※3 コージェネレーション設備の発電量のうち自家消費分を含む。 ※4 一次エネ (BEI) の水準の他、外皮 (BPI: PAL*の達成) の水準あり。

<用語の定義>

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）：

50%以上の省エネルギーを図ったうえで、再生可能エネルギー等の導入により、エネルギー消費量を更に削減した建築物について、その削減量に応じて、

- ①『ZEB』（100%以上削減）、
- ②Nearly ZEB（75%以上100%未満削減）、
- ③ZEB Ready（再生可能エネルギー導入なし）と定義しており、

また、30～40%以上の省エネルギーを図り、かつ、省エネルギー効果が期待されているものの、建築物省エネ法に基づく省エネルギー計算プログラムにおいて現時点で評価されていない技術を導入している建築物のうち1万㎡以上のものを

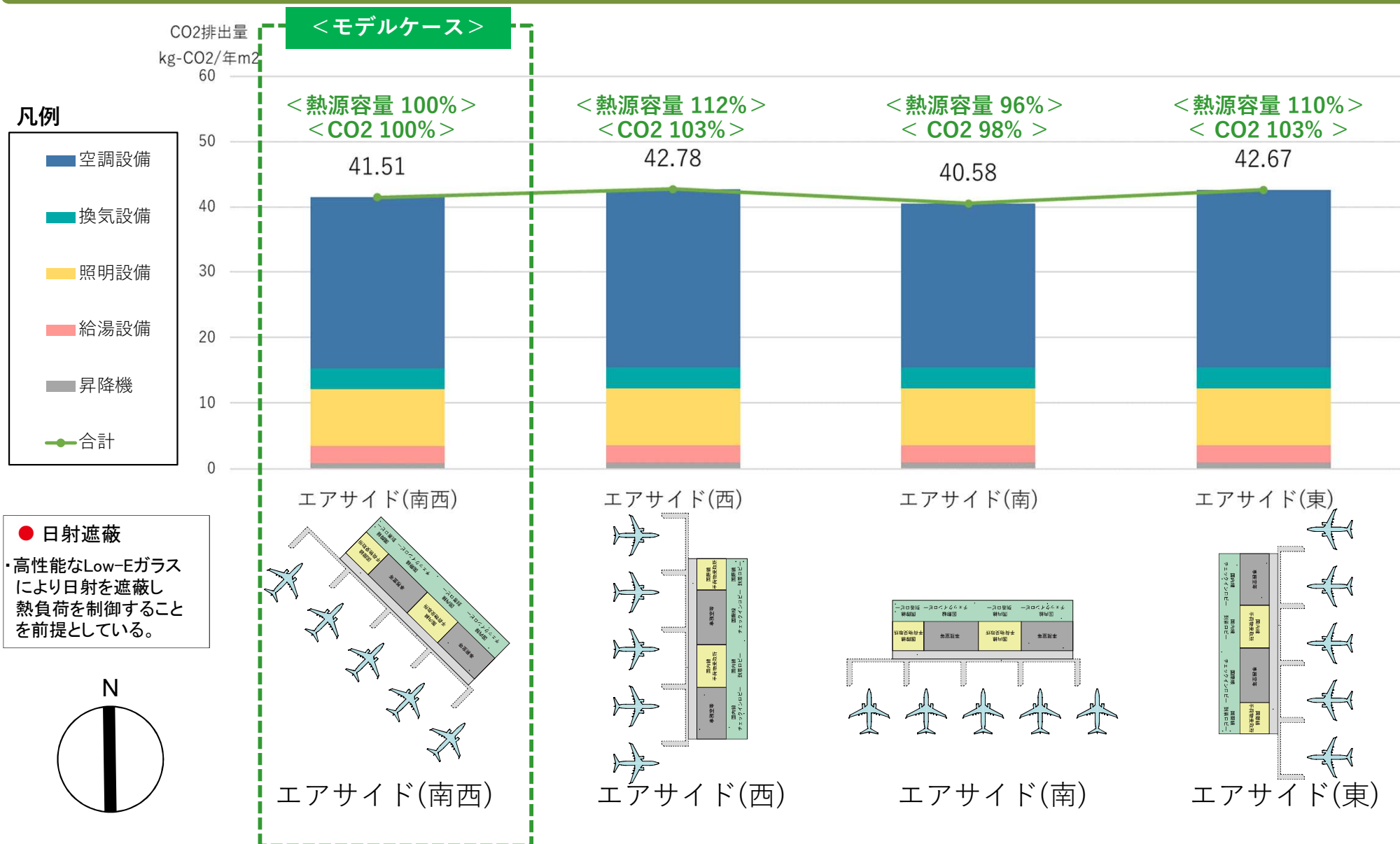
- ④ZEB Orientedと定義している。

⇒（事務所等）現行の省エネ基準値からエネルギー消費量40%削減（BEI=0.6） / （ホテル等）現行の省エネ基準値からエネルギー消費量30%削減（BEI=0.7）

2. モデルターミナルビルに関する検討結果

2-1.建物のオリエンテーション（方角）による効果の検証

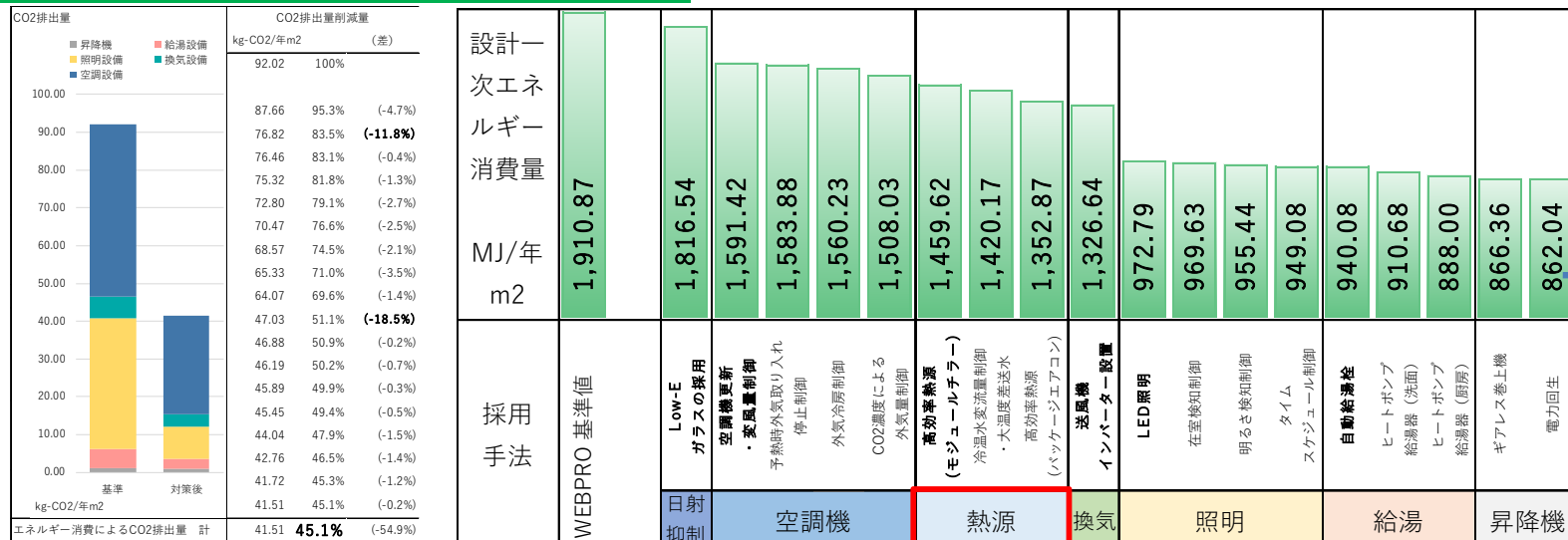
- モデルケース旅客ターミナルビル（ZEB Ready相当）はエアサイドを南西に向けた建物配置を想定し検証を実施している。
- エアサイドの方角を西、南及び東向きで検証した結果、空調設備を除く設備は建物方角による影響を受けない。
- 空調設備の熱源容量は、建物方角による日射の影響があり、西向きが最大となった。（約-4%～+12%）
- 一方で、省エネ計算によるCO2排出量は年間評価となるため、熱負荷計算に比べて建物方角による影響は小さい（約-2%～+3%）。



2-2.省エネ化手法の採用順番による効果検証

- 省エネ化採用手法の順番を変更した9パターンを検討した結果、**日射負荷抑制や空調機制御を先に実施し熱源容量を見直した後に、高効率の熱源を導入する方がその効果は大きい(約7%)。**
- 同様の省エネ化手法を採用しても、熱源容量の最適化がおこなえる順番とすることで、より高い省エネが可能となる。

モデルケース 熱源容量を見直せる順番の場合

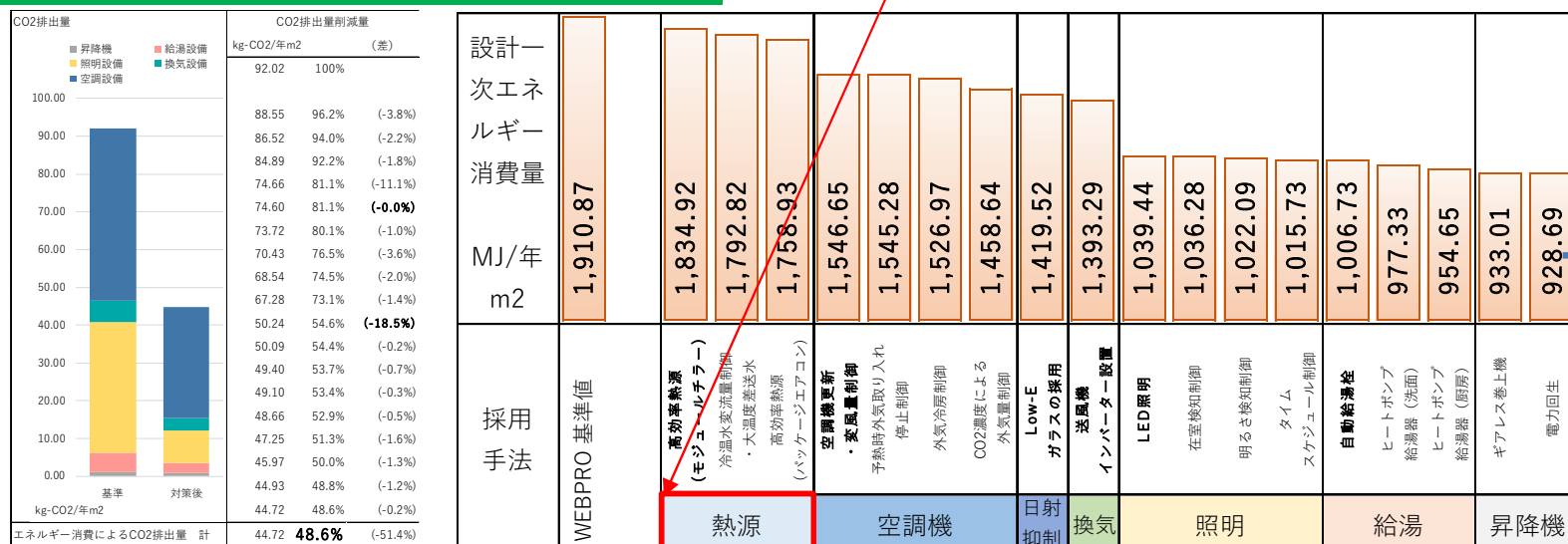


熱源容量の算定

- ①建物熱負荷抑制
 - ・Low-Eガラスの採用
 - ・CO2濃度による外気量制御
 - ②熱源の更新
 - ・高効率熱源 (モジュールチラー・パッケージエアコン)
- 熱源容量の最適化がされている

約7%の差

モデルケース 熱源容量を見直せない順番の場合



熱源容量の算定

- ①熱源の更新
 - ・高効率熱源 (モジュールチラー・パッケージエアコン)

※熱源容量(空調能力等)は既存のまま
 - ②建物熱負荷抑制
 - ・Low-Eガラスの採用
 - ・CO2濃度による外気量制御
- 熱源設備が要求(熱負荷)に対して過剰なまま運転がされている

※ほか7パターンの検証結果は「資料4」参考資料を参照

2-3.ZEB Ready上乗せコスト試算結果（新築）【参考】

➤ モデルケースを用いて、ZEB readyに達するための、**標準仕様に対する新築時の上乗せ工事費、維持管理費、光熱費削減額**を算出。

- ・新築工事費（上乗せコスト）：約 724,000千円（約 38.1千円/㎡）
- ・維持管理費（上乗せコスト）：約 12,000千円（約 0.6千円/㎡）
- ・光熱費削減額（年間）：約 ▲42,000千円（約 ▲2.2千円/㎡）

金額の表記は全て税抜、経費込み

➤ **工事全体の投資回収期間（金利含まない）は、約24年となる。**

表4：モデルターミナル 省エネ手法別コスト

工事費(新築)：新築時の標準仕様とZEB Ready仕様の工事費の**差額**

維持管理費：新築時の標準仕様とZEB Ready仕様の維持管理費の**差額**

（設備等の定期点検・部品交換等に要する費用）

- ・モデルターミナルの規模（約19,000㎡）で算出している。
- ・価格高騰の影響は含まない。

表3：モデルターミナル 工種別コスト

工事種別	上乗せ工事費(新築)		上乗せ維持管理費		光熱費削減額	
	(千円)	(円/㎡)	(千円/年)	(円/㎡)	(千円/年)	(円/㎡)
建築	107,100	5,560	120	10	-300	-20
空調	221,900	11,510	7,640	400	-20,900	-1,080
換気	14,900	770	580	30	-1,000	-50
照明	149,400	7,750	630	30	-15,900	-820
給湯	195,400	10,140	3,000	150	-2,700	-140
昇降機	35,000	1,820	200	10	-1,000	-50
	723,700	37,550	12,170	630	-41,800	-2,160

No.	採用手法	上乗せ工事費(新築)(千円)	上乗せ維持管理費(千円/年)	光熱費削減額(千円/年)
1	建築 Low-Eガラスの採用	107,100	120	-300
2	高効率熱源（モジュールチラー）	35,200	400	-2,500
3	冷温水変流量制御・大温度差送水	37,400	1,300	-1,200
4	高効率熱源（パッケージエアコン）	-5,900	-40	-1,300
5	空調 空調機更新・変風量制御	57,400	1,600	-6,200
6	予熱時外気取り入れ停止制御	9,200	130	-200
7	外気冷房制御	10,900	150	-800
8	CO2濃度による外気量制御	36,400	1,100	-4,900
9	換気 送風機インバーター設置	14,900	580	-1,000
10	LED照明	113,300	0	-15,000
11	在室検知制御	13,100	300	-100
12	明るさ検知制御	7,500	90	-500
13	タイムスケジュール制御	15,500	240	-300
14	自動給湯栓	3,000	60	-400
15	給湯 ヒートポンプ給湯器（洗面）	49,300	240	-1,700
16	給湯 ヒートポンプ給湯器（厨房）	143,100	2,700	-600
17	昇降機 ギアレス巻上機		0	-900
18	昇降機 電力回生	35,000	200	-100
19	空調 BEMS新設・中央監視更新	41,300	3,000	-3,800
	計	723,700	12,170	-41,800

（注）パッケージエアコンはLow-Eガラスを採用することにより、熱負荷が低減され、機器容量が小さくなるため、標準仕様よりコストが低くなる。

2-3.ZEB Ready上乗せコスト試算結果（改修）【参考】

- モデルケースを用いて、ZEB readyに達するための、**標準仕様に対する改修時の上乗せ工事費、維持管理費、光熱費削減額**を算出。
 - ・改修工事費（上乗せコスト）：約 1,018,000千円（約 53.6千円/㎡）
 - ・維持管理費（上乗せコスト）：約 12,000千円（約 0.6千円/㎡）
 - ・光熱費削減額（年間）：約 ▲42,000千円（約 ▲2.2千円/㎡）
- **工事全体の投資回収期間（金利含まない）は、約34年となる。**

金額の表記は全て税抜、経費込み

表6：モデルターミナル 省エネ手法別コスト

工事費(改修)：ZEB Ready仕様の省エネ化に伴う**工事費**

維持管理費：新築時の標準仕様とZEB Ready仕様の維持管理費の**差額**

（設備等の定期点検・部品交換等に要する費用）

- ・モデルターミナルの規模（約19,000㎡）で算出している。
- ・改修工事は夜間作業を想定（機械室・屋外を除く）
- ・空調設備は中間期を想定。
- ・工事エリアの仮間仕切り、居ながら工事に伴う什器の移設、工事期間中の代替え設備の設置等は含まない。
- ・価格高騰の影響は含まない。

表5：モデルターミナル 工種別コスト

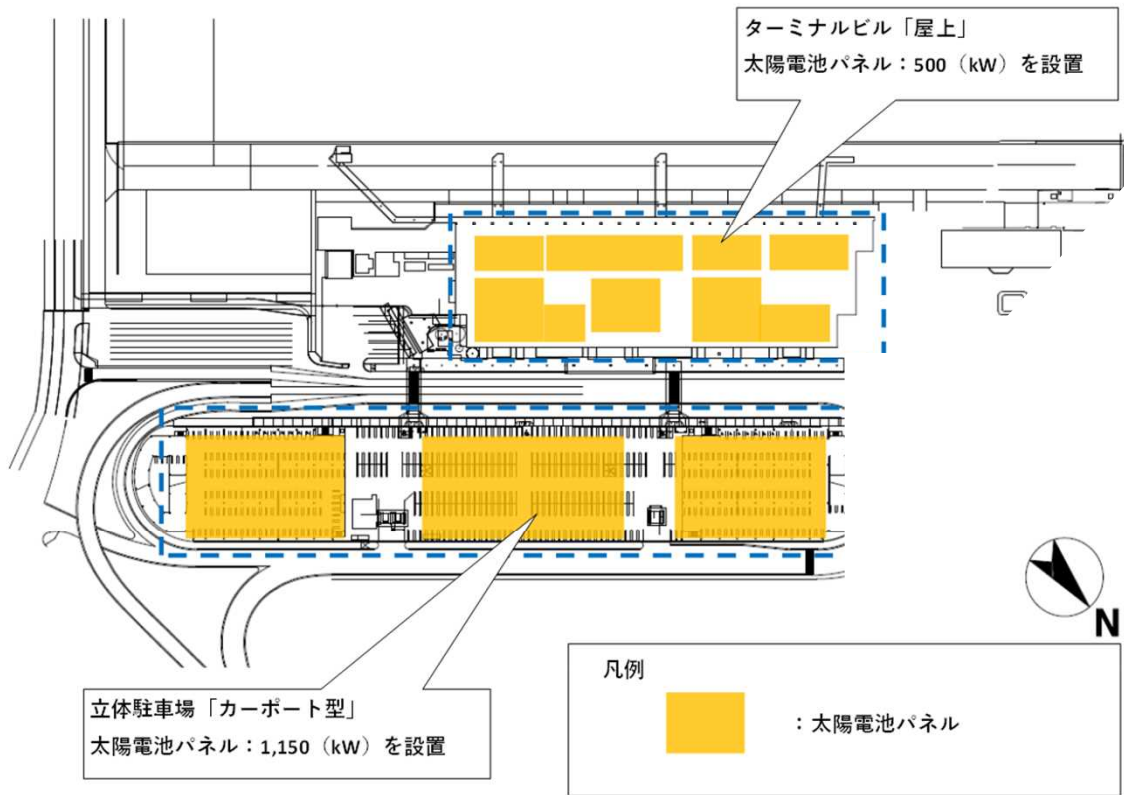
工事種別	上乗せ工事費(改修)		上乗せ維持管理費		光熱費削減額	
	(千円)	(円/㎡)	(千円/年)	(円/㎡)	(千円/年)	(円/㎡)
建築	245,700	12,750	120	10	-300	-20
空調	276,700	14,350	7,640	400	-20,900	-1,080
換気	18,100	940	580	30	-1,000	-50
照明	203,300	10,550	630	30	-15,900	-820
給湯	239,500	12,420	3,000	150	-2,700	-140
昇降機	35,000	1,820	200	10	-1,000	-50
	1,018,300	52,830	12,170	630	-41,800	-2,160

No.	採用手法	上乗せ工事費(改修)(千円)	上乗せ維持管理費(千円/年)	光熱費削減額(千円/年)
1	建築 Low-Eガラスの採用	245,700	120	-300
2	高効率熱源（モジュールチラー）	43,300	400	-2,500
3	冷温水変流量制御・大温度差送水	41,900	1,300	-1,200
4	高効率熱源（パッケージエアコン）	-4,900	-40	-1,300
5	空調 空調機更新・変風量制御	78,800	1,600	-6,200
6	予熱時外気取り入れ停止制御	12,600	130	-200
7	外気冷房制御	14,800	150	-800
8	CO2濃度による外気量制御	42,300	1,100	-4,900
9	換気 送風機インバーター設置	18,100	580	-1,000
10	LED照明	141,600	0	-15,000
11	照明 在室検知制御	20,200	300	-100
12	明るさ検知制御	23,200	90	-500
13	タイムスケジュール制御	18,300	240	-300
14	給湯 自動給湯栓	3,600	60	-400
15	ヒートポンプ給湯器（洗面）	79,500	240	-1,700
16	ヒートポンプ給湯器（厨房）	156,400	2,700	-600
17	昇降機 ギアレス巻上機		0	-900
18	電力回生	35,000	200	-100
19	空調 BEMS新設・中央監視更新	47,900	3,000	-3,800
	計	1,018,300	12,170	-41,800

（注）パッケージエアコンはLow-Eガラスを採用することにより、熱負荷が低減され、機器容量が小さくなるため、標準仕様よりコストが低くなる。

- モデルターミナルビルでNet ZEBを満足させるためには、太陽光発電等の再生可能エネルギーにより1,650kW程度の発電量が必要である。
- モデルターミナルビルの「屋上（陸屋根）」に、5,000㎡程度の設置面積を確保することを想定し、敷地内にある駐車場「屋外（カーポート型）」に、11,500㎡程度の設置面積を確保することを想定した。

Net ZEB相当太陽光発電システムコスト		想定配置図
設置場所	「建物屋上」+「屋外（カーポート型）」	
設置容量	「500 (kW)」+「1,150 (kW)」	
概念図		
概算コスト (経費込み・税抜き) (千円)	太陽光発電設備 「建物屋上」	500,000~550,000
	太陽光発電設備 「屋外（カーポート型）」	518,000~1,438,000
	受変電設備改修工事	1,300~1,900
	外構配線工事	56,000~62,000
	合計	1,075,000~2,052,000
光熱費削減額(税抜き)(千円/年) (電力従量料金単価×年間発電量より算出)		-29,000



- 太陽光発電システムは、導入には多大な費用を要することから、費用対効果が大きい省エネ化を徹底した上で、太陽光発電システムの導入を進めることが、設備投資面においても効果的に脱炭素化を図ることができる。

3. サンプル空港の検証結果

■ 既存建築施設の省エネに向けてのサンプル空港の抽出方針 < 既存建築施設の省エネ化検討 >

➤ 大規模空港（羽田、成田、関西、中部）の省エネ検討

・ 旅客ターミナルビル（大規模）	羽田空港	国際線旅客ターミナルビル(増築前)	約150,000㎡
・ 貨物ターミナルビル（大規模）	成田空港	貨物ターミナルビル	約 13,000㎡

➤ 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）	那覇空港	国際線旅客ターミナルビル(増築前)	約 23,000㎡
・ 旅客ターミナルビル（小規模）	花巻空港	旅客ターミナルビル	約 7,000㎡
・ 貨物ターミナルビル（中規模）	福岡空港	国内貨物ターミナルビル	約 10,000㎡

➤ その他空港施設の省エネ検討

・ 格納庫	中部空港	中部飛行検査	約 8,000㎡
・ 庁舎管制塔	神戸空港	庁舎管制塔	約 2,000㎡
・ 官庁施設	福岡空港	電源局舎	約 500㎡

■ サンプル空港による省エネ効果検証

- ① サンプル空港の建築施設の省エネ計算(WEBPRO)結果を基に、各施設に導入可能な省エネ手法を抽出し、CO₂排出量削減効果を検証する。(WEBPRO「現状」：現状の設備について計算した結果とWEBPRO「省エネ化」：省エネ化設備で計算した結果を比較し効果試算する。)
- ② 計測結果と省エネ計算(WEBPRO「現状」)との差異について運用形態を基に分析を行う。

(注) 本省エネ効果検証の結果は各空港建築施設をサンプルとして、想定による省エネ化検討を行ったものであり、実際の建築施設の省エネ化検討を示したものではない。

3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果①

羽田空港(国際線旅客ターミナルビル)

大規模空港

省エネ計算の建物諸元

構造	S造
階数	地上5階、地下0階
建物の高さ [m]	32.2
階高 [m]	6.0,5.0
建築面積 [m2]	50,606
延床面積 [m2]	153,672
竣工年	2010年
省エネ基準地域区分	6
日射区分	A3
部屋数	1,393
空調室の割合	60%

現状 (2010年時点) の設備

主な設備等の状況 *設計図書を基に判断
(下線は省エネ機器として導入済みのもの)

- 日射抑制
 - ・Low-Eガラス採用
- 熱源
 - ・電気式蓄熱システム+ガス熱源
 - ・インバーターターボ冷凍機一部導入済み
- 換気
 - ・電気室系統の温度制御導入済み
- 照明
 - ・HF型+ハロゲン球等(LED照明器具一部導入済み)
 - ・在室検知制御一部導入済み
- 給湯
 - ・ガス給湯器+貯湯式電気温水器

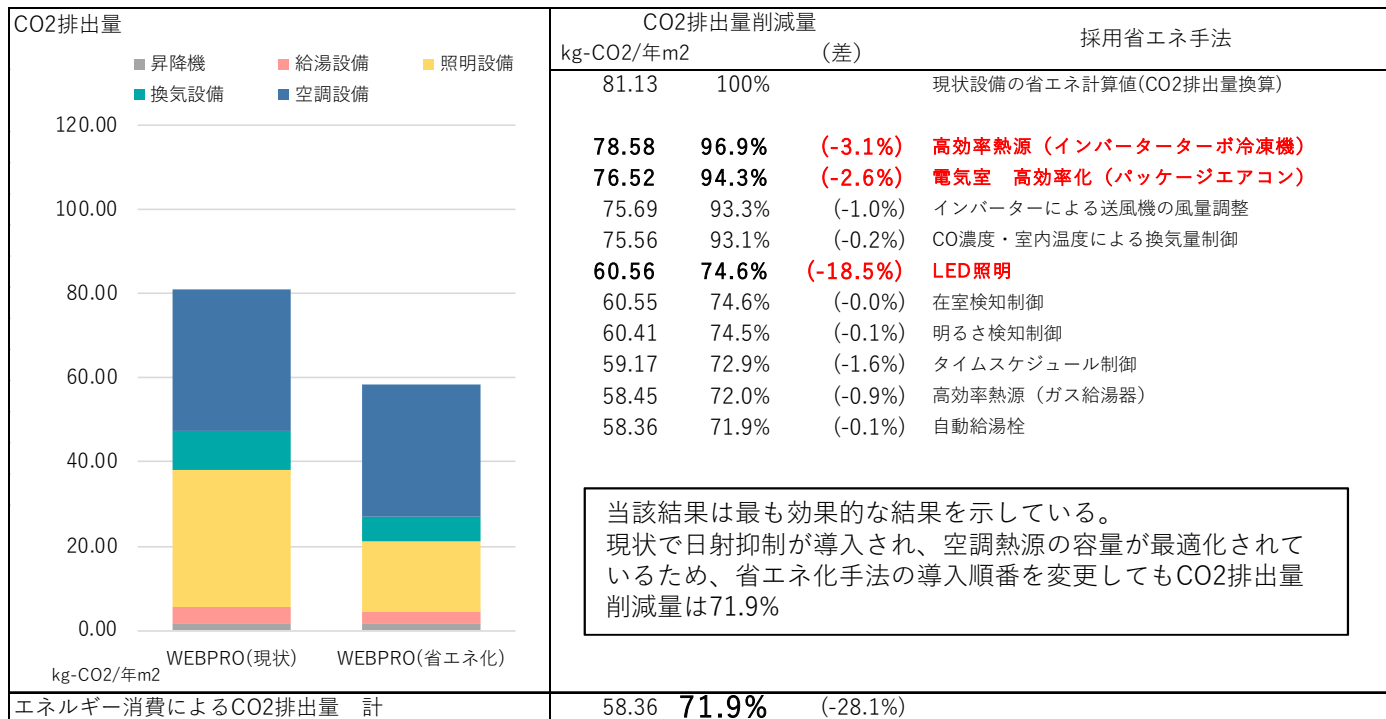
省エネ化の概要

- 熱源
 - ・ターボ冷凍機を全てインバーターターボ冷凍機へ
 - ・パッケージ型空調機を高効率型へ
- 換気
 - ・送風機のインバータ制御
 - ・室内センサによる制御
- 照明
 - ・全ての器具をLED照明器具に変更し、制御システムを導入
- 給湯
 - ・ガス給湯器を潜熱回収型へ
 - ・自動給湯栓

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量	1,682.46	1,629.50	1,586.84	1,569.56	1,566.90	1,255.26	1,255.06	1,252.17	1,226.43	1,211.94	1,210.03
採用手法	WEBPRO(現状)	高効率熱源 (インバーターターボ冷凍機)	電気室 高効率化 (パッケージエアコン)	インバーターによる送風機の風量調整	CO濃度・室内温度による換気量制御	LED照明	在室検知制御	明るさ検知制御	タイムスケジュール制御	高効率熱源 (ガス給湯器)	自動給湯栓
		熱源	換気	照明	給湯						

計算結果 WEBPRO (現状) →WEBPRO (省エネ化手法の採用)



3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果②

那覇空港(旅客ターミナルビル)

地域特性

省エネ計算の建物諸元

構造	RC造、PCPCa造、S造
階数	地上4階、地下0階
建物の高さ [m]	24.8
階高 [m]	6.0,4.0,8.6,5.3
建築面積 [m2]	9,240
延床面積 [m2]	23,452
竣工年	2013年
省エネ基準地域区分	8
日射区分	A5
部屋数	355
空調室の割合	67%

現状（2013年時点）の設備

現状の状況 *設計図書を基に判断
(下線は省エネ機器として導入済みのもの)

日射抑制

- ・フロートガラス

熱源

- ・電気式蓄熱システム+パッケージエアコン

空調機

- ・空調機+FCU+室内機+全熱交換器

換気

- ・送風機+排風機+電気室パッケージエアコン

照明

- ・LED照明導入済み
- ・在室検知制御一部導入済み

省エネ化の概要

日射抑制

- ・高断熱化
- ・Low-Eガラスの採用

熱源

- ・ターボ冷凍機をインバーターターボ冷凍機へ
- ・パッケージ型空調機を高効率型へ
- ・熱源の台数制御

空調機

- ・変風量制御
- ・CO2制御
- ・外気冷房制御

換気

- ・送風機のインバーター制御
- ・室内センサによる制御

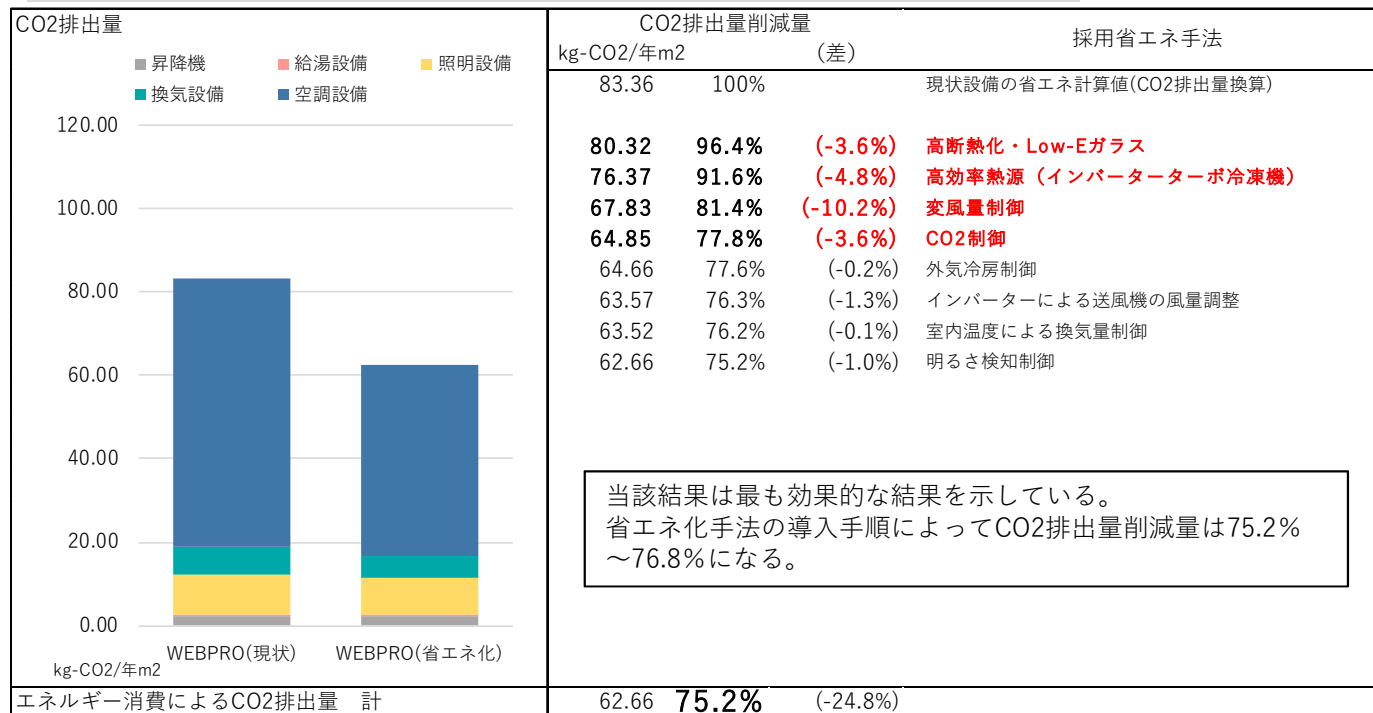
照明

- ・明るさ検知制御の導入

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量	1,731.11
MJ/年m2	1,667.97
	1,585.97
	1,408.59
	1,346.72
	1,342.68
	1,320.18
	1,319.08
	1,301.16
採用手法	WEBPRO(現状)
	高断熱化・Low-Eガラス
	高効率熱源(インバーターターボ冷凍機)
	変風量制御
	CO2制御
	外気冷房制御
	インバーターによる送風機の風量調整
	室内温度による換気量制御
	明るさ検知制御
	日射抑制
	熱源
	空調機
	換気
	照明

計算結果 WEBPRO (現状) →WEBPRO (省エネ化手法の採用)



当該結果は最も効果的な結果を示している。
省エネ化手法の導入手順によってCO2排出量削減率は75.2%~76.8%になる。

3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果③

花巻空港(旅客ターミナルビル)

地域特性

省エネ計算の建物諸元

構造	RC造
階数	地上3階、地下0階
建物の高さ [m]	14.4
階高 [m]	4.8,5.1,3.6
建築面積 [m2]	3,820
延床面積 [m2]	7,168
竣工年	2009年
省エネ基準地域区分	3
日射区分	A3
部屋数	137
空調室の割合	66%

現状（2009年時点）の設備

現状の状況 *設計図書を基に判断
 (下線は省エネ機器として導入済みのもの)
日射抑制・高断熱化
 ・Low-Eガラス、複層ガラス採用
熱源
 ・ボイラ+パッケージエアコン
空調機
 ・外調機+室内機+全熱交換器
換気
 ・高効率電動機、電気室系統の温度制御導入済み
照明
 ・HF型
 ・在室検知制御、明るさ検知制御一部導入済み
昇降機
 ・可変電圧可変周波数制御

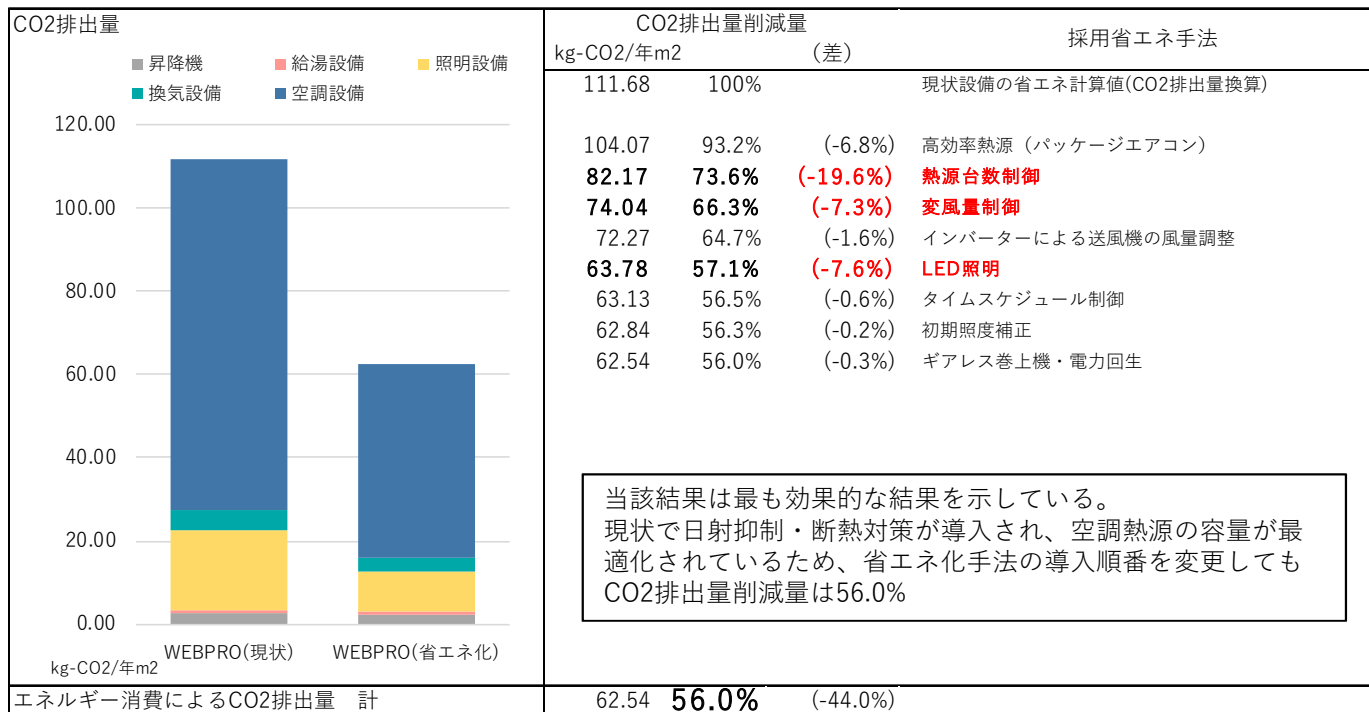
省エネ化の概要

熱源
 ・パッケージ型空調機を高効率型へ
 ・熱源の台数制御
空調機
 ・変風量制御
換気
 ・送風機のインバータ制御
照明
 ・全ての器具をLED照明器具に変更し、制御システムを導入
昇降機
 ・ギアレス巻上機
 ・電力回生あり

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量	2,268.02	2,109.98	1,655.24	1,479.08	1,442.19	1,265.83	1,252.45	1,246.43	1,240.16
採用手法	WEBPRO(現状)	高効率熱源(パッケージエアコン)	熱源台数制御	変風量制御	インバータによる送風機の風量調整	LED照明	タイムスケジュール制御	初期照度補正	ギアレス巻上機・電力回生
		熱源	空調機	換気		照明			昇降機

計算結果 WEBPRO (現状) → WEBPRO (省エネ化手法の採用)



当該結果は最も効果的な結果を示している。
 現状で日射抑制・断熱対策が導入され、空調熱源の容量が最適化されているため、省エネ化手法の導入順番を変更してもCO2排出量削減量は56.0%

3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果④

成田空港(貨物ターミナルビル)

大規模空港

省エネ計算の建物諸元

構造	S造
階数	地上1階、地下0階
建物の高さ [m]	10.5
階高 [m]	4.6,10.2,8.1,5.0
建築面積 [m2]	14,474
延床面積 [m2]	13,925
竣工年	2008年
省エネ基準地域区分	6
日射区分	A3
部屋数	14
空調室の割合	0.2%

現状（2008年時点）の設備

現状の状況 * 設計図書を基に判断
(下線は省エネ機器として導入済みのもの)
日射抑制
・フロートガラス
熱源
・パッケージエアコン
照明
・HF型+ハロゲン球
・在室検知制御一部導入済み

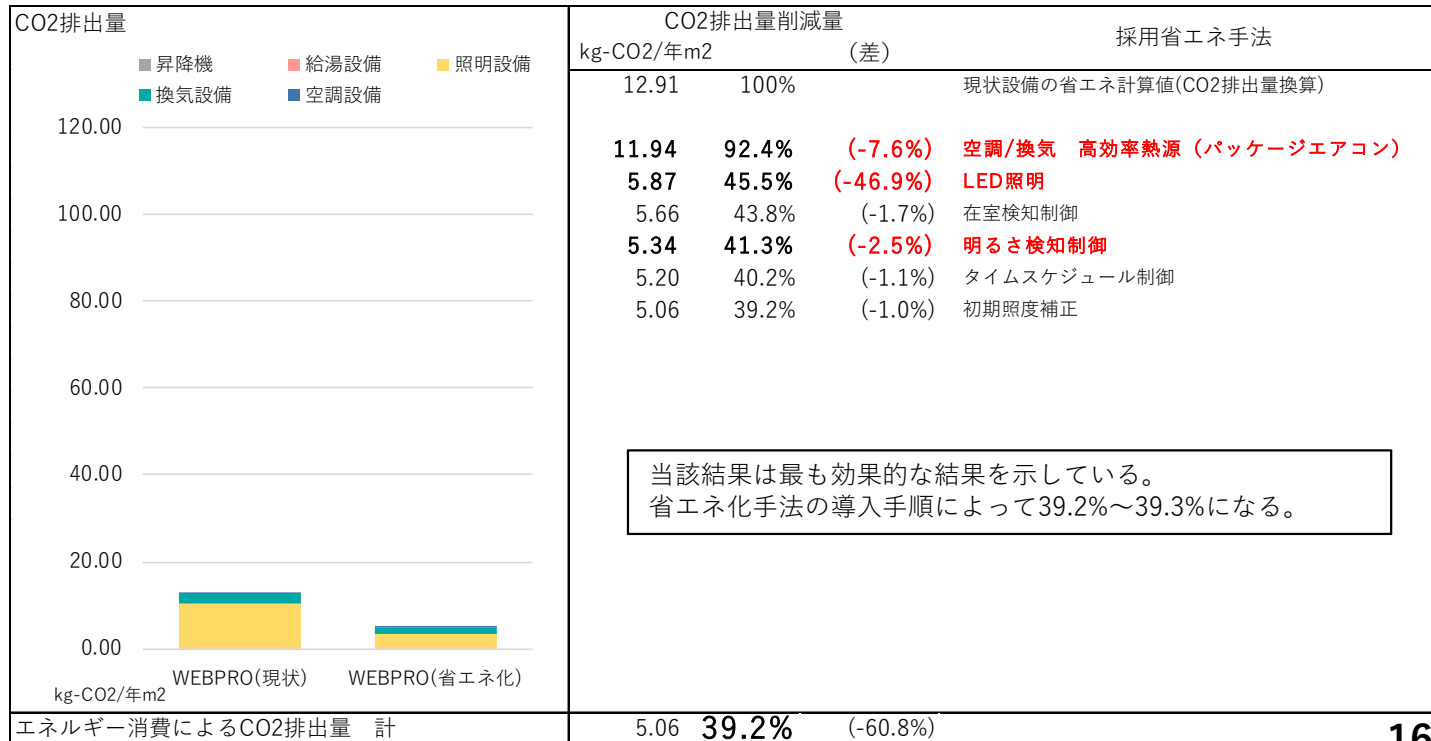
省エネ化の概要

日射抑制
・Low-Eガラスの採用
熱源
・パッケージ型空調機を高効率型へ
照明
・全ての器具をLED照明器具に変更し、制御システムを導入

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量	268.18	247.84	121.99	117.48	110.87	107.90	105.07
MJ/年 m2							
採用手法	WEBPRO(現状)	空調/換気 高効率熱源 (パッケージエアコン)	LED照明	在室検知制御	明るさ検知制御	タイムスケジュール制御	初期照度補正
		熱源	照明				

計算結果 WEBPRO (現状) → WEBPRO (省エネ化手法の採用)



3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果⑤

福岡空港国内貨物ターミナルビル

地域特性

省エネ計算の建物諸元

構造	S造
階数	地上2階、地下0階
建物の高さ [m]	11.6
階高 [m]	4.0, 7.0
建築面積 [m ²]	8,623
延床面積 [m ²]	9,735
竣工年	2018年
省エネ基準地域区分	7
日射区分	A4
部屋数	63
空調室の割合	12%

現状（2018年時点）の設備

現状の状況 * 設計図書を基に判断
(下線は省エネ機器として導入済みのもの)

- 熱源**
- パッケージエアコン
- 換気**
- 高効率電動機導入済み
- 照明**
- LED照明導入済み
 - 在室検知制御一部導入済み

省エネ化の概要

- 熱源**
- パッケージ型空調機を高効率型へ
- 換気**
- 送風機のインバータ制御
 - 室内センサによる制御
 - 電気室のパッケージエアコンを中止し、送風機を追加導入
- 照明**
- 制御システムを導入

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量 MJ/年m ²	193.18	190.66	187.65	182.19	155.11	151.85	146.89	142.71	140.84
採用手法	WEBPRO(現状)	高効率熱源(パッケージエアコン)	インバーターによる送風機の風量調整	室内温度による換気量制御	電気室 パッケージエアコン中止、送風機追加	在室検知制御	明るさ検知制御	タイムスケジュール制御	初期照度補正
		熱源	換気	換気	換気	換気	換気	照明	照明

計算結果 WEBPRO (現状) → WEBPRO (省エネ化手法の採用)



CO2排出量削減量 (差)	削減率 (%)	削減率 (%)	削減率 (%)	採用省エネ手法
9.30	100%			現状設備の省エネ計算値(CO2排出量換算)
9.18	98.7%	(-1.3%)		高効率熱源(パッケージエアコン)
9.04	97.1%	(-1.6%)		インバーターによる送風機の風量調整
8.77	94.3%	(-2.8%)		室内温度による換気量制御
7.47	80.3%	(-14.0%)		電気室 パッケージエアコン中止、送風機追加
7.31	78.6%	(-1.7%)		在室検知制御
7.07	76.0%	(-2.6%)		明るさ検知制御
6.87	73.9%	(-2.1%)		タイムスケジュール制御
6.78	72.9%	(-1.0%)		初期照度補正
6.78	72.9%	(-27.1%)		エネルギー消費によるCO2排出量 計

当該結果は最も効果的な結果を示している。
現状で日射抑制が導入され、空調熱源の容量が最適化されているため、省エネ化手法の導入順番を変更してもCO2排出量削減量は72.9%

3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果⑥

中部国際空港 (庁舎・格納庫)

ほか用途：格納庫

省エネ計算の建物諸元

構造	S造、RC造
階数	地上4階、地下0階
建物の高さ [m]	21.5
階高 [m]	4.2,4.85,21.5
建築面積 [m2]	5,986
延床面積 [m2]	7,784
竣工年	2015年
省エネ基準地域区分	6
日射区分	A4
部屋数	82
空調室の割合	21%

現状 (2015年時点) の設備

現状の状況 * 設計図書を基に判断
(下線は省エネ機器として導入済みのもの)

- 熱源**
 - パッケージエアコン
- 空調機**
 - 室内機 + 全熱交換器
- 換気**
 - 高効率電動機導入済み
- 照明**
 - HF型 (LED照明器具一部導入済み)
 - 在室検知制御一部導入済み
- 昇降機**
 - 可変電圧可変周波数制御

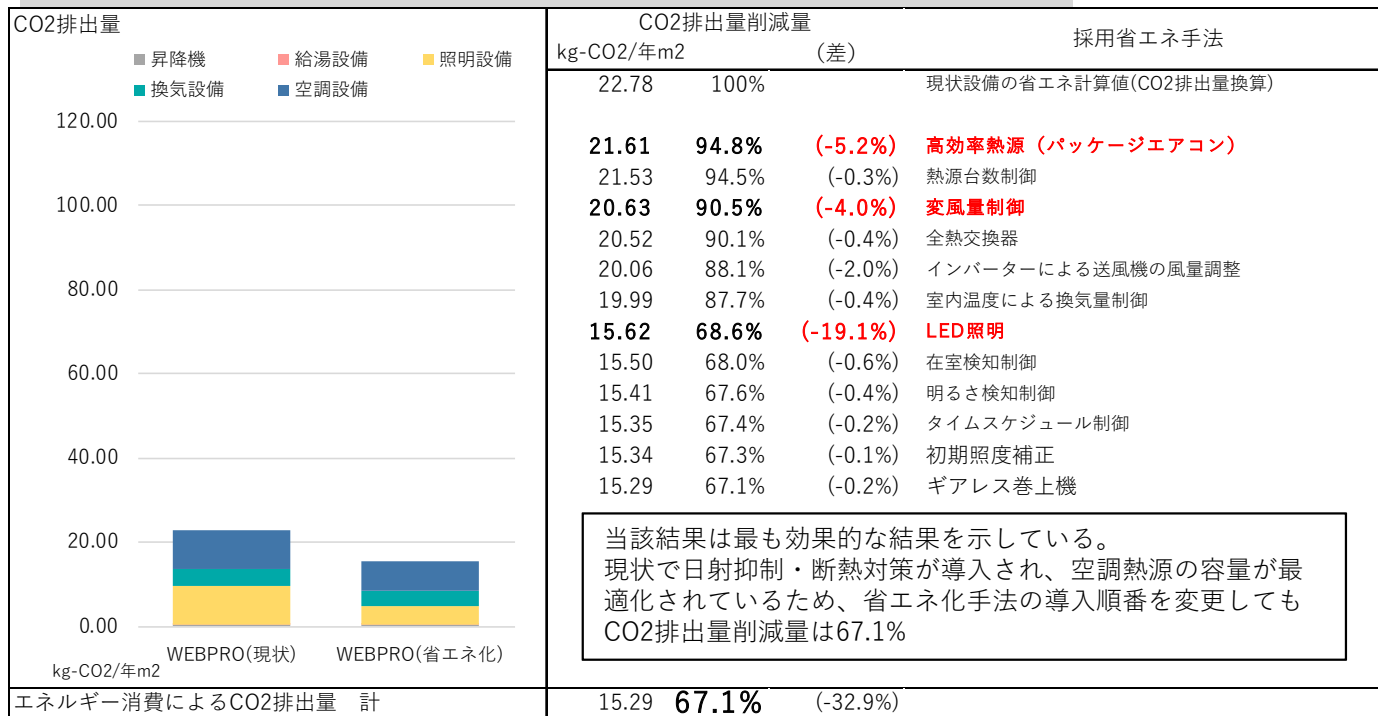
省エネ化の概要

- 熱源**
 - パッケージ型空調機を高効率型へ
 - 熱源の台数制御
- 空調機**
 - 変風量制御
 - 全熱交換効率の向上
- 換気**
 - 送風機のインバータ制御
 - 室内センサによる制御
- 照明**
 - 全ての器具をLED照明器具に変更し、制御システムを導入
- 昇降機**
 - ギアレス巻上機

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量	省エネ化手法																								
MJ/年m2	WEBPRO(現状)	熱源		空調機		換気		照明		昇降機															
	473.12	高効率熱源 (パッケージエアコン)	448.72	熱源台数制御	447.03	変風量制御	428.39	全熱交換器	426.07	インバータによる送風機の風量調整	416.65	室内温度による換気量制御	415.07	LED照明	324.42	在室検知制御	321.89	明るさ検知制御	319.93	タイムスケジュール制御	318.72	初期照度補正	318.46	ギアレス巻上機	317.60

計算結果 WEBPRO (現状) → WEBPRO (省エネ化手法の採用)



エネルギー消費によるCO2排出量 計

15.29 **67.1%** (-32.9%)

3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果⑦

神戸空港(管制塔庁舎)

ほか用途：庁舎

省エネ計算の建物諸元

構造	S造
階数	地上5階、地下0階
建物の高さ [m]	36.6
階高 [m]	5.0,4.3,4.2,3.5,3.7
建築面積 [m ²]	989
延床面積 [m ²]	1,996
竣工年	2005年
省エネ基準地域区分	6
日射区分	A4
部屋数	87
空調室の割合	47%

現状（2005年時点）の設備

現状の状況 * 設計図書を基に判断
(下線は省エネ機器として導入済みのもの)

- 日射抑制**
 - ・フロートガラス
- 熱源**
 - ・パッケージエアコン
- 空調機**
 - ・室内機 + 全熱交換器
- 換気**
 - ・送風機 + 排風機 + 電気室パッケージエアコン
- 照明**
 - ・HF型 + ハロゲン球
 - ・在室検知制御一部導入済み

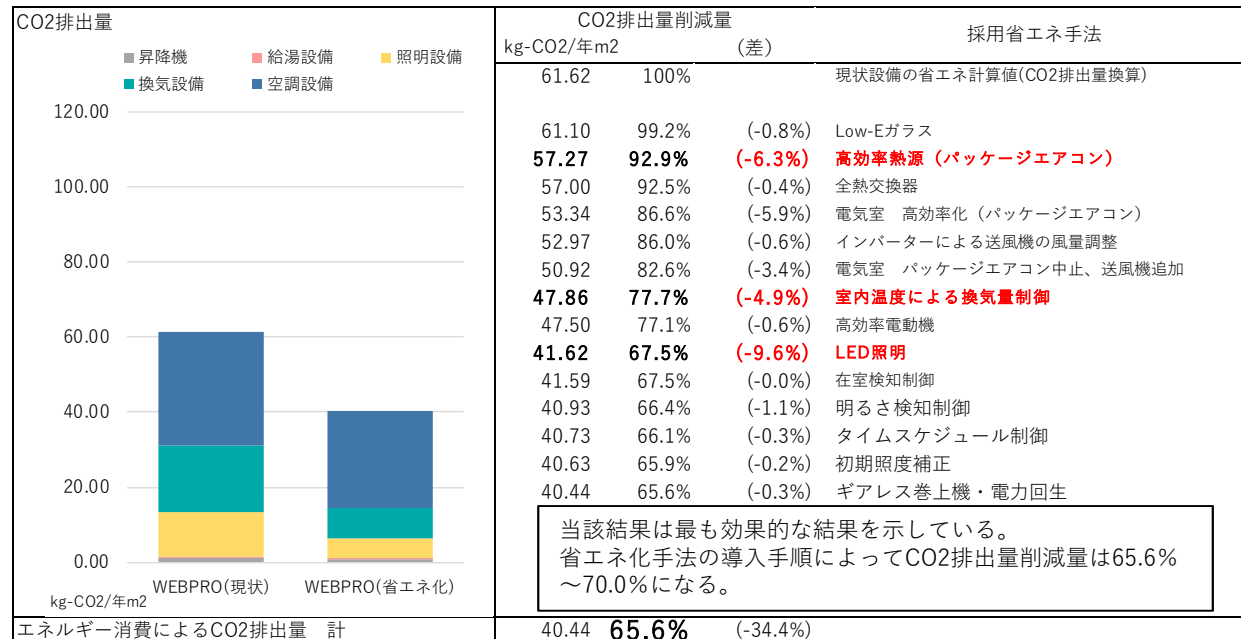
省エネ化の概要

- 日射抑制**
 - ・Low-Eガラスの採用
- 熱源**
 - ・パッケージ型空調機を高効率型へ
 - ・熱源の台数制御
- 空調機**
 - ・変风量制御
 - ・全熱交換効率の向上
- 換気**
 - ・送風機のインバータ制御
 - ・室内センサによる制御
 - ・電気室のパッケージエアコンを中止し、送風機を追加導入
- 照明**
 - ・全ての器具をLED照明器具に変更し、制御システムを導入

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量 MJ/年m ²	1,279.57	1,268.77	1,189.21	1,183.68	1,107.59	1,100.01	1,057.47	993.85	986.46	864.26	863.63	849.94	845.73	843.82	839.81
採用手法	WEBPRO(現状)	Low-Eガラス	高効率熱源(パッケージエアコン)	全熱交換器	電気室 高効率化(パッケージエアコン)	インバーターによる送風機の风量調整	電気室 パッケージエアコン中止、送風機追加	室内温度による換気量制御	高効率電動機	LED照明	在室検知制御	明るさ検知制御	タイムスケジュール制御	初期照度補正	ギアレス巻上機・電力回生
		日射抑制	熱源	空調機	換気	照明	昇降機								

計算結果 WEBPRO (現状) → WEBPRO (省エネ化手法の採用)



3-2. サンプル空港施設 省エネ計算結果⑧

福岡空港 西側電源局舎

ほか用途：電源局舎

省エネ計算の建物諸元

構造	RC造
階数	地上1階、地下0階
建物の高さ [m]	5.3
階高 [m]	4.0
建築面積 [m2]	556
延床面積 [m2]	553
竣工年	2017年
省エネ基準地域区分	7
日射区分	A4
部屋数	2
空調室の割合	0%

現状（2017年時点）の設備

現状の状況 * 設計図書を基に判断
(下線は省エネ機器として導入済みのもの)

換気

- ・ 送風機 + 排風機 + 電気室パッケージエアコン
- ・ 電気室系統の温度制御導入済み

省エネ化の概要

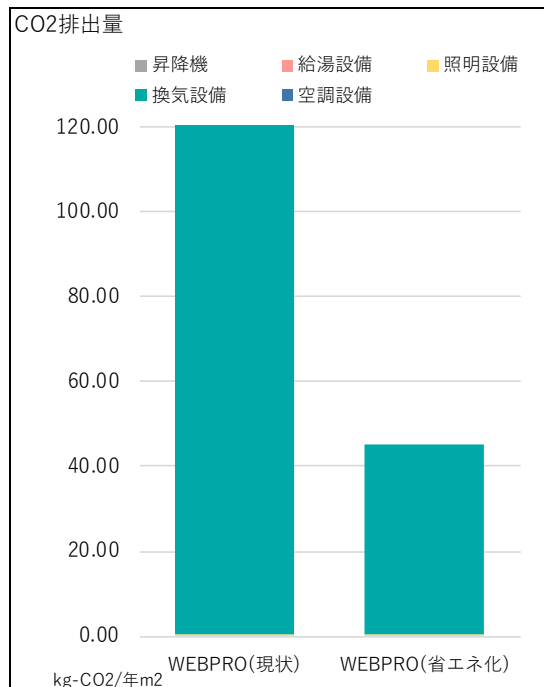
換気

- ・ 送風機のインバータ制御
- ・ 室内センサによる制御
- ・ 電気室の一部パッケージエアコンを中止し、送風機を追加導入

省エネ化手法の効果

設計一次エネルギー消費量 MJ/年m2	2,537.30	1,562.74	1,431.31	1,194.90	938.92
採用手法	WEBPRO(現状)	電気室 高効率化 (パッケージエアコン)	インバーターによる送風機の風量調整	室内温度による換気量制御	電気室 パッケージエアコン中止、送風機追加
		換気			

計算結果 WEBPRO (現状) → WEBPRO (省エネ化手法の採用)



CO2排出量削減量 (差)	採用省エネ手法
122.19 100%	現状設備の省エネ計算値(CO2排出量換算)
75.26 61.6% (-38.4%)	電気室 高効率化 (パッケージエアコン)
68.93 56.4% (-5.2%)	インバーターによる送風機の風量調整
57.54 47.1% (-9.3%)	室内温度による換気量制御
45.21 37.0% (-10.1%)	電気室 一部パッケージエアコン中止、送風機追加
エネルギー消費によるCO2排出量 計	45.21 37.0% (-63.0%)

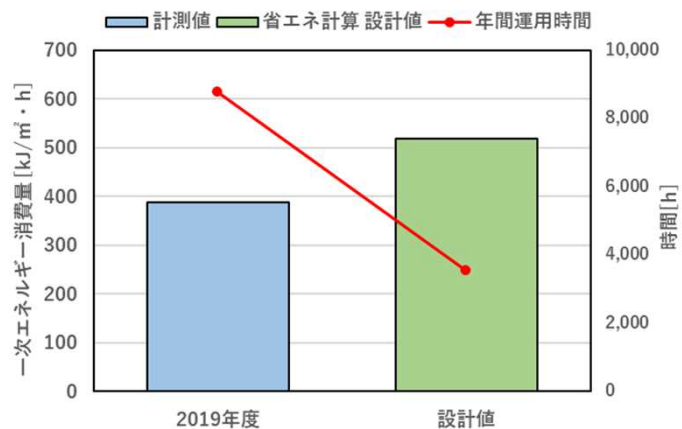
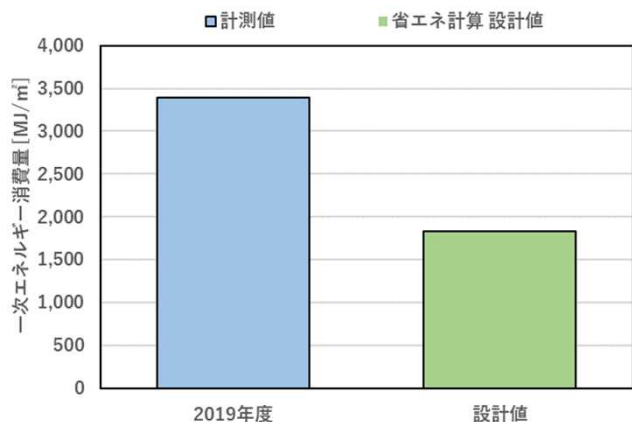
当該結果は最も効果的な結果を示している。
電気室空調機はWEBPRO計算上で外皮性能の影響がある空調設備でないため、省エネ化手法の順番に関わらず省エネ結果は37.0%

3-3. サンプル施設のWEBPRO計算と計測値との比較・検証①

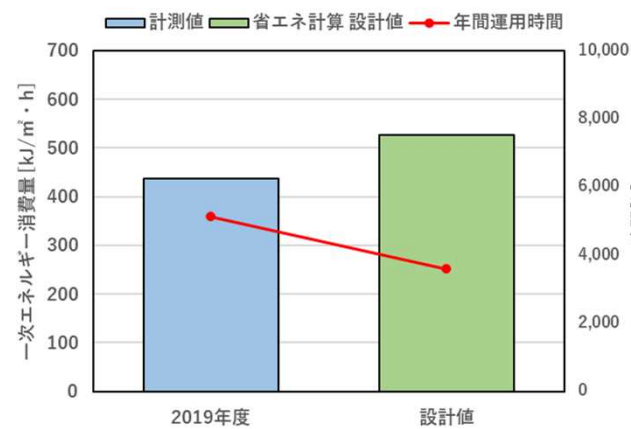
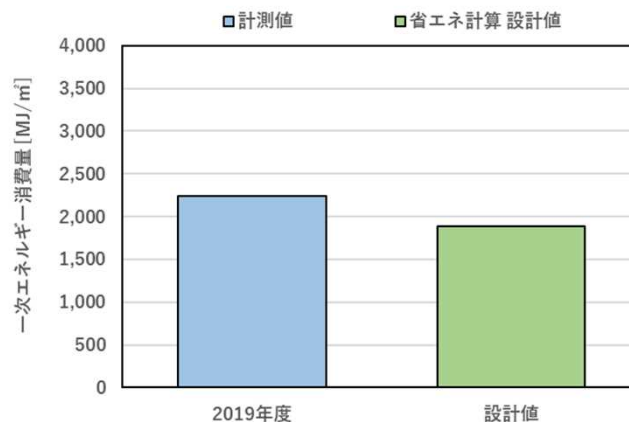
エネルギー消費量分析(一次エネルギー消費量, 上段: 年間当たり、下段: 時間当たり)

- WEBPRO計算では、建物用途および室用途によって運用時間と設備稼働率が計算プログラム上で決定されるが、運用時間の補正や任意の室用途を追加する等の変更を行うことができない。
- WEBPRO計算では、「その他電力」が計算プログラム上で決定されるが、空港建築施設特有のBHSや専用機器等の特殊設備の追加を行うことができない。
- WEBPRO計算による年間の一次エネルギー消費量は、空港建築施設においては実態の運用時間が計算プログラム上の運用時間より長い傾向にある(下段 赤折線)ため、実際の計測値がWEBPRO計算の設計値より大きくなる傾向にある。
- 年間の一次エネルギー消費量(2019年度)を実際の運用時間当たりのエネルギー消費量に換算すると設計値を下回っている。
- 省エネ行動、運用休止エリアなどの建物の運用状況により、実際のエネルギー消費量が設計値を下回っているものと想定される。
- ただし、特殊機器のエネルギー消費量がWEBPRO設計値に反映されないこと等、設計値を上回る要因も含んだ結果である。

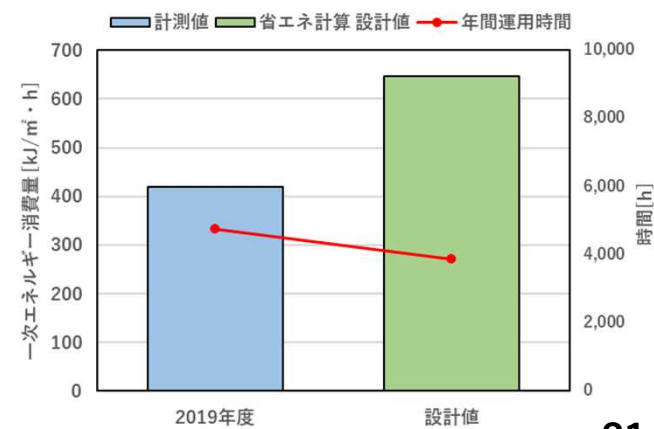
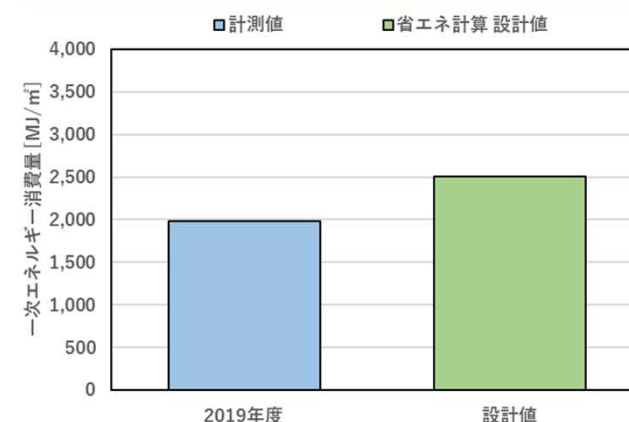
羽田空港(国際線旅客ターミナルビル)



那覇空港(旅客ターミナルビル)



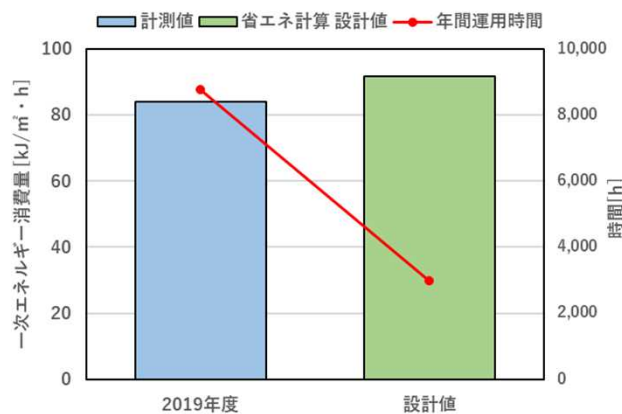
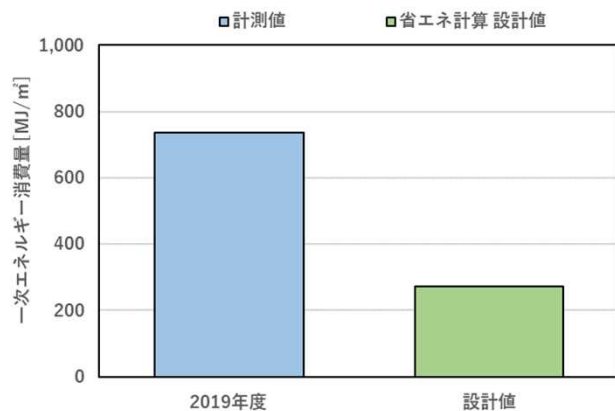
花巻空港(旅客ターミナルビル)



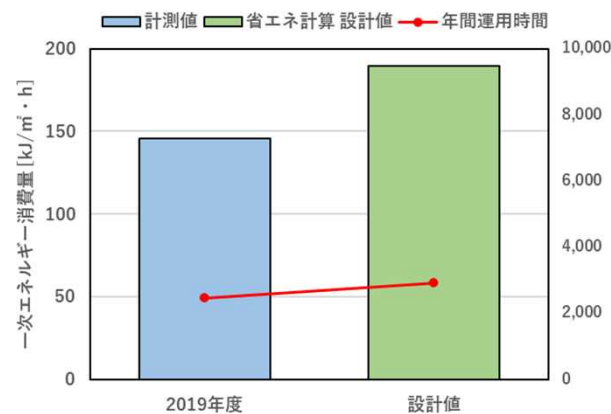
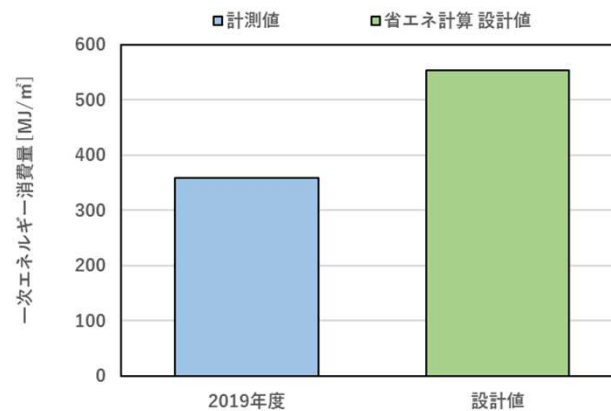
3-3. サンプル施設のWEBPRO計算と計測値との比較・検証②

エネルギー消費量分析(一次エネルギー消費量, 上段: 年間当たり、下段: 時間当たり)

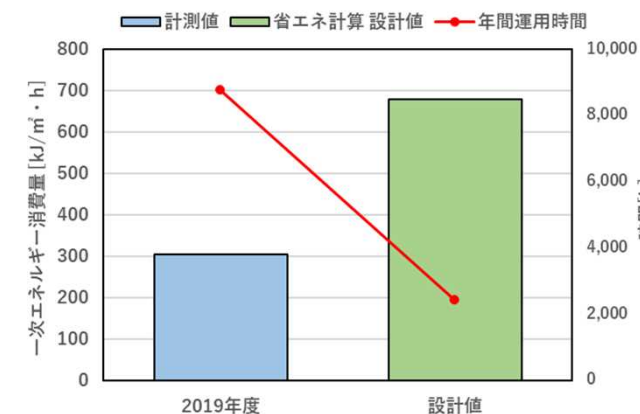
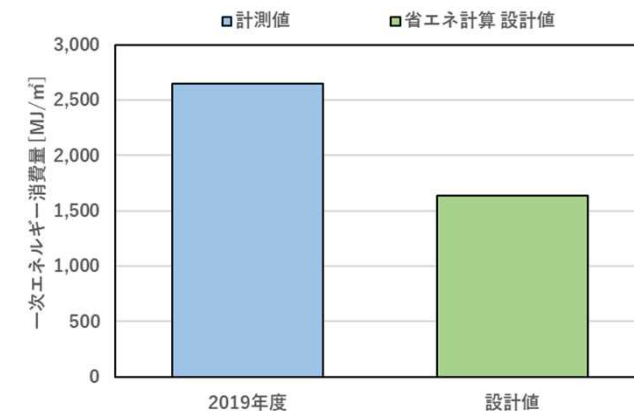
成田空港(貨物ターミナルビル)



中部国際空港 (庁舎・格納庫)



神戸空港(管制塔庁舎)



※サンプル空港施設の内、福岡空港貨物ターミナルビル、福岡空港 西側電源局舎は時刻別データ・運用時間が不明のため未検証

WEBPRO使用における空港特有の課題

- 空港建築施設はWEBPRO上での運用時間・特殊機器電力が実態と異なりシステム上変更することが出来ない。
- WEBPRO上、ターミナルビルなど特有の室用途を選択することが出来ない。
(例えば、
・24時間運用で照明やサイネージのある大空間(出発ロビーなど)
・特殊な運用条件(利用時間が航空機運用と連動する格納庫、全方位ガラス張りの管制塔、等))
- WEBPROで実態に合わせるには限界があるが、各省エネ対策の効果を推定するには有用である。
- 当検討では、WEBPRO計算において上記の課題を確認した。この知見を、省エネ検討の際に留意する必要がある。

4. 個別技術（個票）の検討結果

4-1.省エネ技術の優先順位の提示

- ZEB基準の水準を達成するための技術として、**優先度の高い省エネ技術**を以下の観点により選定した。（★印）
- ・CO2削減効果の高い技術
 - ・他技術との相乗効果が期待できる技術
 - ・比較的導入が容易な技術

優先度	NO	技術名称
建築物の構造等による省エネ手法		
	1	高断熱化（外壁）
	2	高断熱化（開口部）
★	3	日射抑制（Low-Eガラス・庇）
	4	日射抑制（自動制御ブラインド）
★	5	日射抑制（遮熱フィルム）
	6	自然通風・ナイトパーズ
	7	自然採光
	8	クール・ヒートトレンチシステム
建築設備の性能による省エネ手法		
★	1	高効率熱源（モジュールチラー）
★	2	高効率熱源（インバーターターボ冷凍機）
★	3	高効率熱源（吸収冷温水機）+冷却水変流量制御
	4	高効率熱源（地中熱利用）
★	5	高効率熱源（パッケージエアコン）
	6	コージェネレーションシステム
	7	フリークーリングシステム
	8	冷温水変流量制御
	9	大温度差送水システム
★	10	空調機の変風量制御
	11	予熱時外気取り入れ停止制御
★	12	CO2濃度による外気量制御
	13	外気冷房制御
	14	全熱交換器
	15	放射冷暖房空調システム

優先度	NO	技術名称
	16	床吹出空調システム
	17	居住域空調システム
	18	デシカント空調システム
	19	インバーターによる送風機の風量調整
	20	CO濃度・室内温度による換気量制御
	21	人感センサーによる換気量制御
★	22	LED照明
	23	在室検知制御
	24	明るさ検知制御
	25	タイムスケジュール制御
	26	タスク・アンビエント照明
	27	ヒートポンプ給湯器
	28	潜熱回収型給湯器
	29	自動給湯栓・小流量吐水機構付シャワー
	30	ギアレス巻上機・電力回生
	31	エスカレーター・動く歩道自動運転制御
建築施設の運用による省エネ手法		
★	1	BEMS
	2	室温緩和
	3	照度緩和

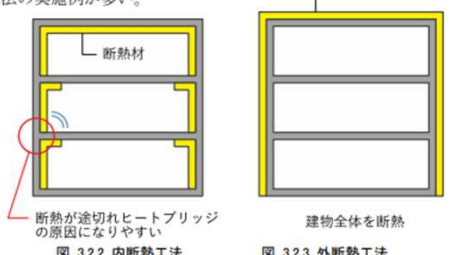
参考資料	発行元	改訂年
エコエアポート・ガイドライン	国土交通省	平成26年3月
省エネルギー建築のための設計ガイドライン	国立研究開発法人建築研究所	令和3年3月
ZEB設計ガイドライン	一般社団法人環境共創イニシアチブ	平成30年4月
ZEB事例集	文部科学省	令和4年5月

4-2.CO2削減施策の光熱経費の算出

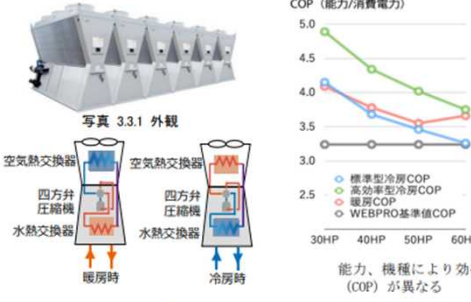
- 省エネ手法を採用することで、導入に関するイニシャルコストが必要となる。
- 一方、省エネ手法を採用することで、光熱費にかかるコストを削減することが可能となる。
- 省エネ手法を採用した場合の光熱費削減コストを算出。

■個別技術の光熱費削減コストの一例

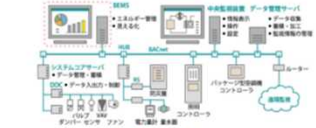
技術の名称：1. 高断熱化（外壁）

項目	内容
① 技術の概要	<p>外壁の高断熱化は、外壁や屋根に断熱を施し、外部からの熱の流入を抑制する技術。</p> <p>高断熱化は、熱負荷を削減するとともに、室内に面する壁の表面温度と室内温度の差が小さくなるため、下降冷気流（ドラフト）や壁面からの熱放射を抑制し、快適な居住環境の維持にも貢献する。</p> <p>断熱工法として、躯体の室内側を断熱する内断熱工法と、躯体の外側を断熱する外断熱工法があり、寒冷地では、確実な断熱が可能な外断熱工法の実施例が多い。</p>  <p>図 3.2.2 内断熱工法 図 3.2.3 外断熱工法</p>
② コスト (導入時・光熱費)	<p>※検討ケース：外壁断熱なし→外壁断熱ポリスチレンフォーム 50mm (アクリルシリコン樹脂仕仕上げ) / 外壁面積 3,800m²</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新築 5.9~7.2 千円/m² 改修 8~9 千円/m² (外壁面積当たり) ・削減コスト (光熱費) -1,200 千円/年
③ CO2 削減効果	<p>5.4~6.8 kg-CO₂/m²・年 (外壁面積当たり)</p> <p>※検討ケースは②と同様</p>
④ 導入にあたっての課題・留意事項	<ol style="list-style-type: none"> 1) 実施計画段階 <ul style="list-style-type: none"> ・断熱性能は暖房負荷に与える影響が大きいため、断熱性能の向上による効果は寒冷地 (地域区分 1~3) では大きく、蒸暑地 (地域区分 8) では効果が少ないことから、地域に応じて導入の要否を判断する必要がある。 2) 設計・施工段階 <ul style="list-style-type: none"> ・内断熱工法は、断熱材が施されていない外気が接する壁やスラブ等は熱橋 (ヒートブリッジ) となり結露の原因となるため、断熱範囲には留意する必要がある。 ・外断熱は、外壁の水密性の確保が必要になる。 3) 管理・運営段階 <ul style="list-style-type: none"> ・外断熱工法では、断熱材への水の侵入を防ぐために断熱材を覆う外装材の目地部分の点検、メンテナンスが必要となる。

技術の名称：1. ★高効率熱源 (モジュールチラー)

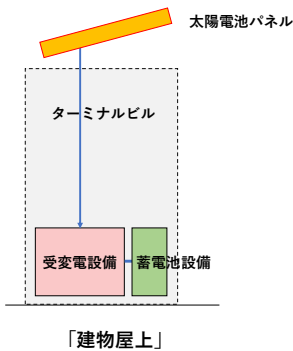
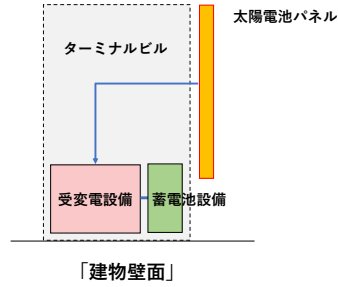
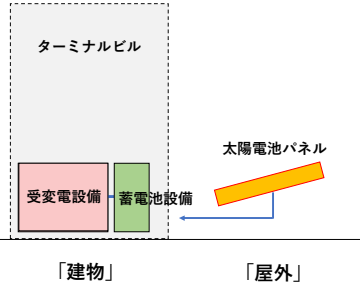
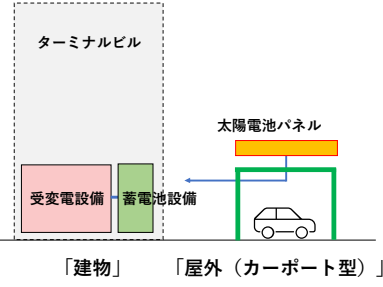
項目	内容
① 技術の概要	<p>モジュールチラーは、小容量の熱源モジュールを連結した構成とすることで、一般的に運転効率が落ちる低負荷時においても高効率な運転が可能な空気熱源の冷暖兼用の熱源システム。</p> <p>連結台数に応じて小規模施設から大規模施設まで対応でき、施設の拡張時においてもモジュールを増設することで対応が容易である。</p>  <p>図 3.3.2 システム図 図 3.3.3 能力による効率の違い</p>
② コスト (導入時・維持管理・光熱費)	<p>※検討ケース：標準モジュールチラー→高効率モジュールチラー 2,400kW の導入 / 空調対象面積 6,300m² 程度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新築 5.0~6.2 千円/m² 改修 6.2~7.6 千円/m² (空調対象面積当たり) ・維持管理費 (部品交換 (ファン、主軸受等)) 400 千円/年 ・削減コスト (光熱費) -2,800 千円/年
③ CO2 削減効果	<p>4.7~5.8 kg-CO₂/m²・年 (空調対象面積当たり)</p> <p>※検討ケースは②と同様</p>
④ 導入にあたっての課題・留意事項	<ol style="list-style-type: none"> 1) 実施計画段階 <ul style="list-style-type: none"> ・空気を熱源とするため、外気温の低下に伴い暖房効率、暖房能力が低下する。そのため、寒冷地 (特に地域区分 1~2) においては冬期はボイラ等の別熱源で対応する等の検討が必要である。 ・熱源本体が屋外に設置されるため、騒音対策、設置スペースの検討が必要になる。 2) 設計・施工段階 <ul style="list-style-type: none"> ・モジュール 1 台の能力は数種類あり、容量が小さいほど熱源効率が上がるがコストも高いため、省エネ効果とコストを考慮して機器を選定する必要がある。 3) 管理・運営段階 <ul style="list-style-type: none"> ・複数の熱源を組み合わせて使用する場合は、効率の良い機器を優先的に運転することでシステム全体の効率を上げることができる。

技術の名称：1. ★BEMS の活用

項目	内容
① 技術の概要	<p>BEMS (ビル・エネルギー・マネジメントシステム) は、室内環境や設備機器の使用状況、エネルギー消費量等のデータを一元的に管理できる監視システム。</p> <p>蓄積されるデータを基にエネルギー需要の見える化を行うことでエネルギー需給の時間的変動を把握し、機器の運転方法や運用の改善を行い、継続的な省エネルギー運用を実現する。</p> <p>BEMS の情報を基に中央監視装置より各機器・各室の設定値の変更や運転・停止等の制御を行うことにより各設備の運用を最適化することも可能となる。</p>  <p>図 3.4.1 BEMS と周辺設備</p>
② コスト (導入時・維持管理・光熱費)	<p>※検討ケース：BEMS 無し→BEMS の導入 (中央監視装置に接続可能な場合 (中央監視装置の管理点数追加コストを含む))</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新築 37,000~45,000 千円 改修 43,000~53,000 千円 ・維持管理費 3,000 千円/年 (動作確認、中央監視装置を含む) ・削減コスト (光熱費) -4,200 千円/年
③ CO2 削減効果	<p>4~8 kg-CO₂/m²・年 (延床面積当たり)</p> <p>(BEMS により 10% の CO₂ 排出量を削減した場合を想定)</p>
④ 導入にあたっての課題・留意事項	<ol style="list-style-type: none"> 1) 実施計画段階 <ul style="list-style-type: none"> ・BEMS の導入にあたり、省エネルギー運用のための分析・評価内容を明確にした上で、監視ポイントを抽出することが必要である。 ・BEMS の導入とともに、BEMS のエネルギー情報や施設の運用情報から機器の運転を最適化する AI の導入も望ましい。 ・既存施設への導入においては計量、計測のためのメーター類やセンサー類の追加設置が必要になるため、設置スペース、配線ルートを確認する必要がある。 2) 設計・施工段階 <ul style="list-style-type: none"> ・抽出した監視ポイントに基づき、必要となるセンサーや制御機器、既存設備の改修方法を検討する。 ・既存設備の中央監視設備に接続する場合は、BEMS へのデータの受け渡し方法の確認が必要になる。 3) 管理・運営段階 <ul style="list-style-type: none"> ・蓄積されたデータを基に問題点や改善の余地を抽出し、機器の運転方法や運用の改善につなげることが必要である。 ・エネルギー情報の見える化により、脱炭素化への意識を空建建築施設全体で共有できる枠組みの構築が重要である。

4-3.太陽電池パネル及び蓄電池の設置条件毎のコスト試算【参考】

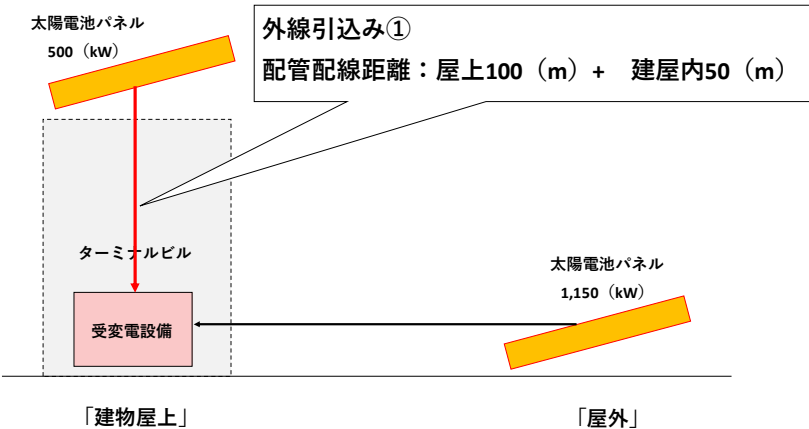
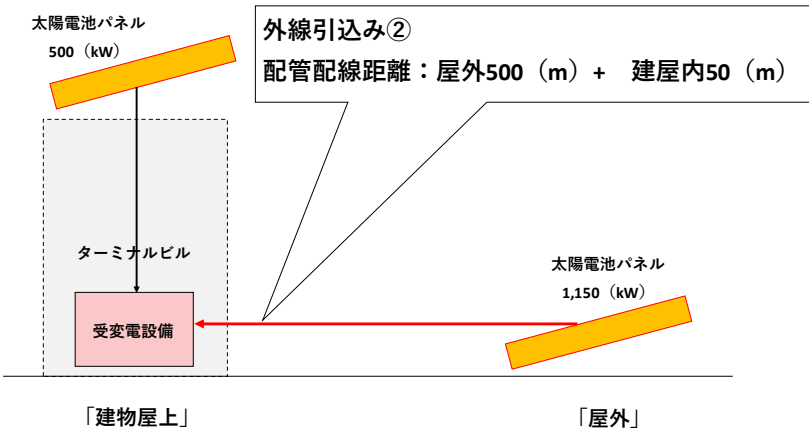
- 太陽電池パネルや蓄電池の設置場所によるコスト比較を行い、1kW当たり（設置面積は約10㎡）の概算コストを算出した。
- 設置場所は、面積の確保が期待できる、「建物屋上」「建物壁面」「屋外」「屋外（カーポート型）」に設置した場合を想定した。

設置場所	建物屋上		建物壁面		屋外（空地を利用）		屋外（カーポート型）	
設置容量	500 (kW)		500 (kW)		500 (kW)		500 (kW)	
設置面積	5,000 (㎡)		10,000 (㎡)		5,000 (㎡)		5,000 (㎡)	
条件 (共通)	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧連系システムを想定 ・構造補強に関する概算費用は含まれていない ・シート防水改修（撤去復旧）、独立基礎費用を含む ・蓄電池は、建屋内に設置可能なスペースが確保できるものとし、屋内型50kWhの蓄電池設備のコストを含む 							
条件 (設置場所別)	<ul style="list-style-type: none"> ・シート防水改修（撤去復旧）費用を含む ・独立基礎費用を含む 		<ul style="list-style-type: none"> ・日射量の多い、南面に設置する。 ・外壁面からのボルト等の支持材に関する概算費用は含まれていない 		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池パネルは屋外の空地に設置する ・独立基礎費用を含む 		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池パネルは、カーポートの上部に設置する。 ・カーポートの建設工事費を含む。 	
概念図	 <p>「建物屋上」</p>		 <p>「建物壁面」</p>		 <p>「建物」 「屋外」</p>		 <p>「建物」 「屋外（カーポート型）」</p>	
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光電池パネル及び附帯機器、蓄電池設備の設置については、構造上、建物に影響が無いことを確認する（要構造検討） 		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光電池パネル及び附帯機器、蓄電池設備の設置については、構造上、建物に影響が無いことを確認する（要構造検討） ・屋上設置に比べて45～50%程度発電効率が下がるため、建物屋上の設置枚数に対し、2倍のパネル枚数を想定 		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光電池パネル及び附帯機器、蓄電池設備の設置については、構造上、建物に影響が無いことを確認する（要構造検討） 		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光電池パネル及び附帯機器、蓄電池設備の設置については、構造上、建物に影響が無いことを確認する（要構造検討） 	
概算コスト (経費込み・税抜き)	1kWあたりの単価 (千円/kW)	1,000～1,100	1kWあたりの単価 (千円/kW)	1,200～1,300	1kWあたりの単価 (千円/kW)	800～900	1kWあたりの単価 (千円/kW)	450～1,250

(注) 上記条件を前提に算出した参考コストであり、既存埋設管等の移設など導入に伴い新たに必要となる整備に関するコストは含まれていないため、導入現場と条件が異なる場合は留意する必要がある。

4-4.太陽光発電システムの外線引込みのコスト試算【参考】

- 太陽電池パネルを建物屋上または屋外に設置した場合は、連携を行う受変電設備まで、配管配線を接続する必要がある。
- 「建物屋上」～「受変電設備」間と、「屋外」～「受変電設備」間の配管配線を行うために必要な費用を算出した。

パターン	外線引込みコスト①		外線引込みコスト②	
太陽電池パネル設置容量	500 (kW)		1,150 (kW)	
対象範囲	「建物屋上」～「受変電設備」間		「屋外」～「受変電設備」間	
想定距離	屋上 100 (m) + 建屋内 50 (m)		屋外 500 (m) + 建物内 50 (m)	
条件	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧連系システムとする。 ・配線距離：屋上100 (m) + 建屋内50 (m) ・建屋内の配管配線ルートは確保できるものとする。 ・「電力ケーブル」、「通信ケーブル」、「露出配管配線」「防火区画処理」を含む 		<ul style="list-style-type: none"> ・高圧連系システムとする。 ・配線距離：屋外500 (m) + 建物内50 (m) ・屋外の埋設配管配線ルートは確保できるものとする。 ・「電力ケーブル」、「通信ケーブル」、「地中埋設配管」、「ハンドホール」を含む ・土工事は、「掘削・埋め戻し」、「コンクリート舗装 (厚み200mm (想定))」を含む 	
概念図				
概算コスト (経費込み・税抜き)	mあたりの単価 (千円/m)	47 ~ 53	mあたりの単価 (千円/m)	65 ~ 72

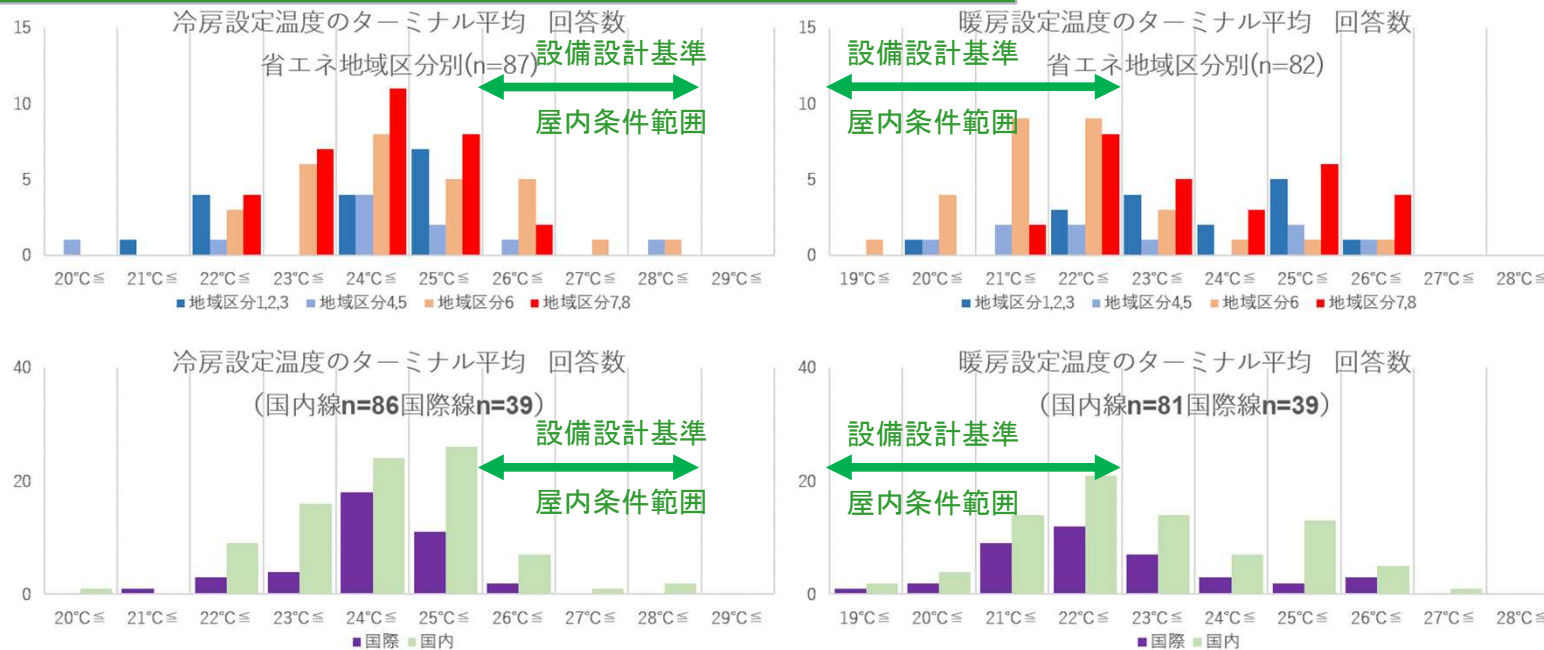
(注) 上記条件を前提に算出した参考コストであり、既存埋設管等の移設など導入に伴い新たに必要となる整備に関するコストは含まれていないため、導入現場と条件が異なる場合は留意する必要がある。

5. ターミナルビルの温度設定

5-1. 温度設定の考え方の整理・検証

- 全国の旅客ターミナルビルに設定温度アンケートを依頼し、旅客ターミナルのある90空港から回答を受領
- 設定温度の平均は、**冷房24°C/暖房22°C**が最頻（建築設備設計基準：設計用屋内条件 冷房26°C~28°C/暖房19°C~22°C）
- 国内線と国際線の比較では、国際線で冷房設定温度が低めになる傾向

ターミナルビルの温度設定のアンケート結果①



* ターミナル平均: 各エリアのアンケート回答を単純平均した値

エリアごとの温度設定のアンケート結果②



空調方式のアンケート結果③

エリアの空調方式	回答数	割合
天井吹出	1064	90.0%
壁・床吹出	57	4.8%
露出機器	32	2.7%
噴流	13	1.1%
放射	8	0.7%
特殊居住域	6	0.5%
自然換気	2	0.2%

アンケート方法

対象エリア	冷暖房設定温度集計		空調方式
	数	割合(%)	
国内線	チェックインロビー		
	保安検査場		
	商業施設エリア		
	エアライントラップ/乗務員ラウンジ		
	搭乗待合室		
	PBB		
	固定橋		
	到着コンコース		
	手荷物受取場		
	到着ロビー		
国際線	チェックインロビー		
	保安検査場		
	商業施設エリア		
	エアライントラップ/乗務員ラウンジ		
	搭乗待合室		
	PBB		
	固定橋		
	到着コンコース		
	手荷物受取場		
	到着ロビー		

- ①「ターミナル平均」を算出
- ②国内線エリア毎の平均設定温度を算出
- ③空調方式の回答を集計

- ・ アンケート収集数
ターミナルビル数： 国内86,国際39
- ・ アンケート内容
旅客ターミナルビルのエリア毎
①冷房設定温度
②冷房設定湿度
③暖房設定温度
④暖房設定湿度
⑥冷房運用時間（月、時）
⑦暖房運用時間（月、時）
⑧換気種別
⑨空調システム

6. マニュアル（案）修正箇所一覧表

6-1.マニュアル(案)修正箇所一覧表

No.	意見・指摘	対応	備考 マニュアル(案) 該当頁
1	脱炭素化を進めることで、建築物省エネ法における適合義務基準がより高見を目指す方向になると思われるが、本マニュアルと法との関係性や情報等について整理願いたい。	マニュアル(案)におけるZEB基準の水準と、建築物における省エネ関係の動きをマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.3~4参照	3章 p.15,p.89 参考資料編 p.137
2	建物のオリエンテーション(方角)は重要であるため、モデルケースで扱った建物の方角に関する情報、また角度によって想定される効果を示して欲しい	建物のオリエンテーション(方角)による効果の検証を実施し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.6参照	参考資料編 p.108
3	省エネ化の検討の順番を変えるなど、モデルケースのようにエネルギー量が減らないケースが、どういった場合におこるのか検証してみてはどうか。	省エネ化手法の採用順番による効果の検証を実施し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.7参照	3章 p.19 参考資料編 p.109~p.114
4	ZEB Ready相当となったモデルケースを目指す場合の、必要となる上乗せコストや維持管理費を示して欲しい。	工事費及び維持管理費の上乗せコストを試算し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.8~9参照	参考資料編 p.115~p.116
5	太陽光発電システム、蓄電池などの再生可能エネルギーについても、全てのメニューを導入した場合において、NET-ZEB相当にさせるために必要となるコストが加わると、施設全体としての予算措置の参考となるので、検討していただきたい。	NET-ZEB達成に必要な太陽光発電システム等の導入コストを試算し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.10参照	3章 p.16 参考資料編 p.117~p.118
6	WEBPROによる省エネ技術の評価について、どの手法を優先させることでより効果が高いか、優先順位などがあれば導入しやすいかもしれない。	ZEB基準の水準を達成するための技術として、特に効果の高い技術または施設の運用状況やエネルギーの使用状況を正確に把握することが可能な技術など、優先度の高い省エネ技術をマニュアルに記載(★印)した。 ※「資料1」p.24参照	3章 p.28,40,41,76,81

6-1.マニュアル(案)修正箇所一覧表

No.	意見・指摘	対応	備考 マニュアル(案) 該当頁
7	維持費に掛かるコストについて、CO2削減施策を進めることで光熱経費が節約できることも示した方が良い。	光熱費削減コストを算出し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.25参照	3章 個別技術事例共通 p.29～p.86
8	太陽電池パネルや蓄電池において、設置条件によるコストを比較するなど、パターン別により具体的な説明があるとマニュアルを利用しやすい。	太陽光電池パネル及び蓄電池の設置条件毎のコストを試算し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.26参照	参考資料編 p.119
9	太陽光発電システムにおいて、パネル側から建物までの外線引込みが関係のコスト情報があると良い。	太陽光発電システムの外線引込みのコストを試算し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.27参照	参考資料編 p.119
10	旅客ターミナルビルにおける温度設定の考え方を検証することで、省エネに貢献できる可能性があるのではないかと。	旅客ターミナルビルの温度設定等に関するアンケート調査を実施し、その結果をマニュアルに記載した。 ※「資料1」p.29参照	参考資料編 p.127～p.128
11	モデルケースの省エネ手法の効果検証の部分に「OA機器などの内部発熱を制御できれば、更なる熱負荷の削除も期待できる」ことを追記すること。	「OA機器などの内部発熱を制御できれば、更なる熱負荷の削除も期待できる」ことを追記した。	3章 p.21
12	①②③ともに空港やターミナル形態によっては、単独受電やターミナルビル受変電設備から高圧送電し、GPU近傍設置の受変電設備から400V配電しているケース（羽田・関空）があります。 受変電設備→受配電設備のケースと受変電設備→受変電設備+配電設備のケースも同じ流れ（イメージ）としていると理解し、図を細かく表現する必要はないと考えますが、概要版にも本文には記載されている低圧配電盤で系統連係することを示した方が良く考えます。	説明文は「受変電設備」と称しており、高圧連系や低圧連系を限定するものではないため、現状のままとした。	5章 p.99
13	GPU（空調）（緑図）へも再エネ電力が供給されるので、図下の説明文の修正が必要と考えます。	GPU（電力変換装置）をGPUに修正した。	5章 p.99

6-1.マニュアル(案)修正箇所一覧表

No.	意見・指摘	対応	備考 マニュアル(案) 該当頁
14	<p>「系統連系を行う受変電設備の改修・・・概算工事費：約1,000～1,500千円」とありますが、受変電設備の列盤に、資料に示す系統連系に必要な機器を設置できる予備スペースがあることを前提としていると推測します。羽田空港等のGPU近傍設置の受変電設備では、既存盤への設置は困難と考え、盤増設の検討が必要となりますので、概算コストを示すことの必要性は理解していますが、上記概算工事費の根拠となる前提条件の注意書きは必要と考えます。</p>	<p>系統連系に必要な条件として「系統連系に必要な機器の設置スペースは、確保されていることを想定」とマニュアルに記載した。</p>	5章 p.100
15	事務局内での修正	<p>「EV充電スタンド」を「EV充電設備」、「FCVスタンド」を「FCV設備」に修正した。</p>	共通 目次, p.101～p.103
16	事務局内での修正	<p>「マネージメント」、「マネジメント」の表記が混在していたため、「マネジメント」に統一して記載した。</p>	共通 目次,p.81
17	事務局内での修正	<p>太陽光発電に関する文言について、システムについての言及は「太陽光発電システム」、パネルについての言及は「太陽電池パネル」と整理して記載した。</p>	共通 p.6,16,19,25,81, 82,86,87,95,96, 98,99,100,103他
18	事務局内での修正	目次の参考資料編に追加した資料を記載した。	目次
19	事務局内での修正	用語の定義の「ZEB」に文章を追記した。	2章 p.5

6-1.マニュアル(案)修正箇所一覧表

No.	意見・指摘	対応	備考 マニュアル(案) 該当頁
20	事務局内での修正	制約条件の内容について書きぶりを修正した。	3章 p.22
21	事務局内での修正	一次エネルギー消費量(計測値)と省エネ計算設計値の比較のグラフ等を記載した。	3章 p.26
22	事務局内での修正	省エネ手法一覧の掲載ページを修正した。	3章 p.28,p.40~p.41, P.76
23	事務局内での修正	コスト、CO2削減効果の端数処理を修正した。	3章 個別技術事例共通 p.29他
24	事務局内での修正	居ながら工事を考慮し改修コストの見直しを行った。	3章 個別技術事例共通 p.42他
25	事務局内での修正	熱源、空調の新築コスト、改修コストに制御を追加した。	3章 個別技術事例共通 p.48他
26	事務局内での修正	コージェネレーションシステムの排熱回収率を80%から60%に変更した。	3章 p.47

6-1.マニュアル(案)修正箇所一覧表

No.	意見・指摘	対応	備考 マニュアル(案) 該当頁
27	事務局内での修正	<p>コージェネレーションシステム④導入にあたっての課題・留意事項 1)実施計画段階の下記文章を一部修正した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設の電力需要、熱需要を想定した上で、適切な機種選定をする必要がある。特に熱需要の少ない中間期に如何に排熱を利用するかが省エネ化には重要になる。 <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設の電力需要、熱需要を想定した上で、適切な機種選定をする必要がある。特に熱需要の少ない中間期に如何に排熱を利用するかが省エネ化には重要になり、排熱利用量によってはCO2排出量が増加する可能性がある。 	3章 p.47
28	事務局内での修正	<p>省エネ計算修正に伴い、下記技術のCO2削減効果修正した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 予熱時の外気取入れ停止制御 CO2濃度による外気量制御 外気冷房制御 	3章 p.52～p.54
29	事務局内での修正	ヒートポンプ給湯器(検討ケース1)の新築コスト、改修コストに配管工事費を追加、比較対象を追記した。	3章 p.68
30	事務局内での修正	ヒートポンプ給湯器(検討ケース2)を追加、比較対象を追記した。	3章 p.68
31	事務局内での修正	ヒートポンプ給湯機の「貯湯式電気温水器との比較」、「潜熱回収型給湯機との比較」の記載を「項目」欄から「内容」欄へ修正した。	3章 p.68

6-1.マニュアル(案)修正箇所一覧表

No.	意見・指摘	対応	備考 マニュアル(案) 該当頁
32	事務局内での修正	潜熱回収給湯器の新築コスト、改修コストに配管工事費を追加、比較対象を潜熱回収なしの給湯器に変更、追記した。	3章 p.69
33	事務局内での修正	エレベーターの維持管理費をメーカー提示金額に変更した。	3章 p.71
34	事務局内での修正	BEMSのの新築コスト、改修コストに中央監視装置の管理点数増分を追加した。	3章 p.77
35	事務局内での修正	太陽光発電システムの新築コスト、改修コストに付帯工事を追加した。	3章 p.82
36	事務局内での修正	「太陽光発電システム」④導入にあたっての課題・留意事項 2)設計施工段階に、「必要に応じて防水層の改修を検討する」という文章を追記した。	3章 p.82
37	事務局内での修正	風力発電、雪氷熱利用、水素発電の新築コストに幅を持たせた。	3章 p.86
38	事務局内での修正	水素発電に改修コストを追加した。	3章 p.86

6-1.マニュアル(案)修正箇所一覧表

No.	意見・指摘	対応	備考 マニュアル(案) 該当頁
39	事務局内での修正	概算工事費「1,000～1,500千円」に経費を加算し、「1,300～1,900千円」に修正した。	5章 p.100
40	事務局内での修正	メーカーの製品パッケージのリニューアルに伴い「自動車用鉛蓄電池」の写真を変更した。	5章 p.105
41	事務局内での修正	サンプル空港による省エネ効果検証結果を追加した。	参考資料編 p.120～p.126