

「改修工事における環境負荷低減技術の検証・有効性に関する調査研究」

国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課

課長補佐 関本 昌弘

機械技術係長 ○一戸 明

1、はじめに

官庁施設のストックは、5,000万㎡を超える膨大な床面積となっており、官庁施設による環境負荷を低減するには、新築時における対策だけでなく、既存官庁施設の性能について適切に診断し、必要な改修を計画的に進めるとともに、当該施設の運用管理を適切に行うことが必要となる。

官庁営繕部においては、「官庁施設の環境配慮診断・改修計画指針（グリーン診断・改修計画指針）」を策定し、効果的なグリーン化技術を採用したグリーン改修を計画的に実施して、官庁施設整備に取り組んでいる。

このような背景のもと、改修工事において採用した建築機械設備の環境負荷低減技術について検証を行い、地球温暖化対策の有効性の評価を行った。

2、研究方針と体制

本テーマの研究にあたり、次に示すサブテーマ及び各地方整備局等の個別テーマを設定し、グループ毎に調査研究を進めた。

- ① 個別技術の有効性に関する調査・研究
 - 1) 寒冷地における環境負荷低減技術の検証
 - 2) 冷温水二次ポンプのインバーター制御に関する調査・研究
 - 3) グリーン1次診断結果と改修工事後の消費エネルギーに関する比較検討
 - 4) グリーン改修を実施したN庁舎のグリーン化技術の効果・検証
- ② 最適運用に関する調査・研究
 - 1) グリーン庁舎におけるコミッションングに関する調査研究
- ③ 検証・評価手法に関する調査・研究
 - 1) グリーン改修による効果のマクロ的（簡易的）検証方法の調査研究

3、研究結果

3. 1、各個別テーマの研究結果を次に示す。

- ① 個別技術の有効性に関する調査・研究
 - 1) 寒冷地における環境負荷低減技術の検証
 - ・室内外温度差の大きい冬期の寒冷地での全熱交換器による環境負荷低減効果が検証された。
 - ・今後は、夏期の計測を含めて年間の環境負荷低減効果が必要と考える。
 - 2) 冷温水二次ポンプのインバーター制御に関する調査・研究

- ・VWV 制御による環境負荷低減効果が検証された。
 - ・VWV 制御の採用に当たっては、建物の負荷変動を予測して建物規模・用途と併せて検討する必要があると考える。
- 3) グリーン 1 次診断結果と改修工事後の消費エネルギーに関する比較検討
- ・高効率熱源及び VWV 制御の採用による環境負荷低減効果が検証された。
 - ・グリーン 1 次診断結果に対して実際の CO2 削減量が低くなったが、原因の検証が必要と考える。
- 4) グリーン改修を実施した N 庁舎のグリーン化技術の効果・検証
- ・VAV 制御, コイル面風速低下及び高効率熱源の採用による環境負荷低減効果が検証された。
 - ・機器更新等に併せてグリーン改修を実施することで, 少しの上乗せ予算で CO2 削減が図れると考える。
- ② 最適運用に関する調査・研究
- 1) グリーン庁舎におけるコミッショニングに関する調査研究
- ・モニタリング手法の提案とコミッショニング普及に対する課題の整理を行った。
 - ・今後のグリーン改修における効果検証のためにも, モニタリングレベルのアップとコミッショニングの普及が必要と考える。
- ③ 検証・評価手法に関する調査・研究
- 1) グリーン改修による効果のマクロ的 (簡易的) 検証方法の調査研究
- ・現状で測定している基礎的データを用いた簡易的検証手法の提案を行った。
 - ・今後もデータ収集を継続し, 検証方法を確立する必要があると考える。
3. 2、それぞれのグリーン改修技術による従来改修に対する CO2 削減量は、次のとおりとなった。
- ① 寒冷地における環境負荷低減技術の検証
- ・全熱交換器の採用 7.02 kg-CO2/m²・年
- ② 冷温水二次ポンプのインバーター制御に関する調査・研究
- ・冷温水 VWV 制御の採用 0.62 kg-CO2/m²・年
(3 施設の平均)
- ③ グリーン 1 次診断結果と改修工事後の消費エネルギーに関する比較検討
- ・冷温水 VWV 制御の採用 0.51 kg-CO2/m²・年
 - ・高効率熱源の採用 0.55 kg-CO2/m²・年
- ④ グリーン改修を実施した N 庁舎のグリーン化技術の効果・検証
- ・VAV 制御の採用 4.68 kg-CO2/m²・年
 - ・コイル面風速低下の採用 0.16 kg-CO2/m²・年
 - ・高効率熱源の採用 1.11 kg-CO2/m²・年
 - ・外気量制御の採用 2.39 kg-CO2/m²・年

3. 3、冷温水 VVW 制御について 3 地方整備局にて検証を行った結果から、次のような結論を推測する。

- ・CO2 削減量効果は、延べ面積当たりのポンプ電動機容量が大きいほど効果が高くなり、採用するメリットがあると考えられる。

- ・各施設とも夏季より冬季の方が CO2 削減量が多くなっている。

これは、夏季の最大負荷が日中であるため、外気温の上昇と共に負荷が増えてポンプが全台稼働する時間が長くなるが、冬季は最大負荷が朝の立ち上がり時なので、日中は外気温の上昇と共に負荷が減少してポンプの稼働台数が減るのと併せてインバーターにより流量が絞られるためと思われる。

このため、冬季の日中の外気温がある程度高くなる温暖な地域で、採用するメリットがあると考えられる。

建物名称		H 合同庁舎	O 合同庁舎	N 合同庁舎	彦根地方合同庁舎
2 次ポンプ合計電動機容量[kW]		11×5+5.5 ×3=71.5	3.7×2= 7.4	18.5+30 =48.5	2.2×2=4.4
延べ面積[m ²]		27,484	3,311	24,378	2,448
延べ面積当たり電動機容量[kW/m ²]		0.00260	0.00223	0.00199	0.00180
CO2 削減量	夏期平均[kg-CO2/m ² ・月]	0.039	0.046	0.088	0.049
	冬期平均[kg-CO2/m ² ・月]	0.146	0.085	0.090	0.092
	年間[kg-CO2/m ² ・年]	0.70	0.62	0.55	0.51

4、今後の課題

今回、本研究において改修工事に採用した建築機械設備における環境負荷低減技術の有効性を確認したわけであるが、設計時点で想定した CO2 削減効果に対して、実際の削減量は概ね少なくなる傾向にあることも確認された。

このことを踏まえつつ、設計時点での想定値を適切に設定できる診断手法や数値の算出方法を確立する必要があると考える。

また、改修後における削減効果を正確に判定するためには、モニタリングのレベルアップが必要となるが、コストをかけずに正確な判定が出来るような、適切なモニタリングレベルの設定や代替手法(現状レベルの計測での簡易検証法)の確立も急務であると考えられる。

今後も継続的な調査研究を行い、今回検証しなかった環境負荷低減技術の有効性を検証していき、有効性の確認された技術を積極的に官庁施設整備の中で採用していく必要があると考える。

目 次

「改修工事における環境負荷低減技術の検証・有効性に関する調査研究」

国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課 関本 昌弘 一戸 明

「寒冷地における環境負荷低減技術の検証」

北海道開発局営繕部設備課 千明 勝彦 好田 裕喜
東北地方整備局営繕部設備課 五十嵐 聡 加藤 政昭

「冷温水二次ポンプのインバーター制御に関する調査・研究」

中部地方整備局営繕部設備課 杉江 英治 北川 善文
中国地方整備局営繕部設備課 大西 昇 前田 真史

「グリーン1次診断結果と改修工事後の消費エネルギーに関する比較検討」

近畿地方整備局営繕部設備課 大音 裕一 北野 規城

「グリーン改修を実施したN庁舎のグリーン化技術の効果・検証」

九州地方整備局営繕部設備課 北原 良夫
沖縄総合事務局開発建設部営繕課 棚原 勇

「グリーン庁舎におけるコミッションングに関する調査研究」

四国地方整備局営繕部設計課 神原 治之

「グリーン改修による効果のマクロ的（簡易的）検証方法の調査研究」

関東地方整備局営繕部設備第一課 高宮 正能
北陸地方整備局営繕部設計課 宮田 健一

「寒冷地における環境負荷低減技術（全熱交換器）の検証」

1、はじめに

本研究ではグリーン改修工事をもとに、実測データより低減されたエネルギー量を算出し、空調設備におけるLCC・LCCO2の削減効果を検証する。

2、施設概要・工事内容

北海道釧路市にあるK合同庁舎は昭和46年竣工、RC-5-2、4,415 m²の建物である。平成14年にグリーン改修工事が実施された。主な工事内容は外断熱改修・サッシ改修、空調設備の更新、全熱交換器の採用である。

3、計測結果及びLCC・LCCO2の検証

温湿度状況を表-1に示す。日中の平均室温が約26°Cとなっており設計条件(22°C)より高い状態であった。外気温度は約-14°Cであり設計温度(-15°C)とほぼ同じである。

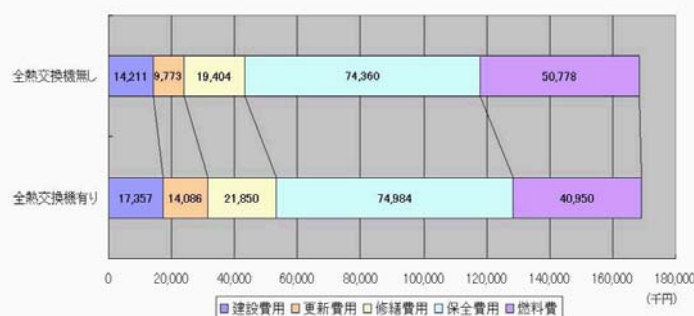
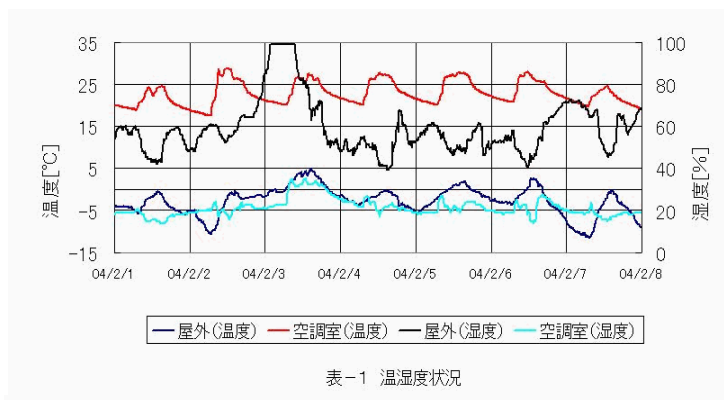
イニシャルコストは全熱交換器を設置した場合、約3,146千円UPとなり投資金額は約13~14年で回収することができる。

LCCを図-1に示す。全熱交換器に伴う費用が増額となるが燃料消費量は削減されほぼ同額となった。

LCCO2を図-2に示す。燃料消費量の減少に伴いCO2排出量の差は大きくなるのが伺える。年間約31,000kg-CO2の削減効果が得られる。燃料の消費によるCO2排出量が大半を占めており全熱交換器を採用したことにより約20%の削減となった。

4. まとめ

全熱交換器は室内・外の温度差が大きい寒冷地では環境負荷低減に効果が認められた。また、適切な室内温度にすることにより更に効果を得る事が可能である。冷房時期における有効性、イニシャルコストと設置スペースの確保を検討する必要がある。



「冷温水二次ポンプのインバーター制御に関する調査・研究」

1. 研究の方法

中部及び中国地方整備局管内の冷温水二次ポンプのインバーター制御を採用した施設において、運用状況及び電力消費量について調査を行い、設計時にグリーン診断・改修計画指針より想定した各数値とそれらに対応する実測によって得られた値と比較することで、同システムの有効性について評価を行う。

2. 施設概要

表-1 調査施設概要

施設名	0 合同庁舎	H 合同庁舎		N 合同庁舎
所在地	広島県尾道市	広島県広島市		愛知県名古屋市
構造-階数(地上-地下)	RC-4	2号館 SRC-1-11	3号館 RC-1-4	SRC-8-2
延べ床面積	3,311 m ²	2号館 19,843 m ²	3号館 7,641 m ²	24,378 m ²
改修完成年・月	1999年8月	2003年3月		2000年3月

3. システム概要

表-2 冷温水2次ポンプ仕様

		形式	口径[φ]	水量[L/min]	揚程[m]	電動機[kW]	台数
0 庁舎		片吸込渦巻形	65	565	16	3.7	2
H 庁舎	2号館用	片吸込渦巻形	125	1,500	24	11.0	5
	3号館用	片吸込渦巻形	80	810	20	5.5	3
N 庁舎	新館	片吸込渦巻形	125	1,830	35	18.5	1
	旧館	片吸込渦巻形	150	4,270	30	30.0	1

4. 調査・解析の結果

冷温水2次ポンプのVWV制御における過去1年間ごとの消費電力量を実測し、VWVを使用しなかった時の電力量を比較することにより、実際にどれだけ消費電力量が削減できたかを検証し、これをもとにLCCO2の削減量を延べ床面積当たりでの削減効果に換算してグリーン診断・改修計画指針の診断結果と比較した結果を表-3に示す。結果は、延べ床面積の大きいH庁舎はグリーン診断の想定値に近いことが分かるが、0庁舎はグリーン診断の値よりも低い値となった。

表-3 グリーン指針と実測値によるLCCO2削減効果の比較
LCCO2(kg-CO2/年・m²)

	②グリーン改修	①従来改修	②-①
グリーン指針	47.07	48.11	1.05
0庁舎実測値	1.14	1.76	0.62
H庁舎実測値	1.08	1.78	0.70
N庁舎実測値	0.40	0.95	0.55

5. 考察

グリーン診断・改修計画指針のVWVによる想定値は、15,000 m²クラスの庁舎で想定されており、0庁舎の場合は、3,000 m²クラスの庁舎であり、ポンプ自体の台数及び電動機出力の合計が少ないため、エネルギー原単位比較での削減効果は上記の結果になったといえる。また、15,000 m²クラスのH庁舎、N庁舎でも期待された効果が出ていなかった。しかし、削減効果はあり、エネルギーの削減に寄与していることがいえる。

「グリーン1次診断結果と改修工事後の消費エネルギーに関する比較検討」

1. 目的

彦根地方合同庁舎の改修時に採用した建築機械設備の環境負荷低減技術について、グリーン1次診断結果と改修工事後のエネルギー消費量のデータ収集及び分析を行う。

2. 検証方法と結果

2. 1 VWV 制御に対する効果の検証

冷温水2次ポンプの消費電力を把握し、定格運転で稼働させた場合との消費電力の削減率を確認する。

2. 2 熱源機器の運転効率の検証（設計値との比較による効果検証）

吸収式冷温水機の燃料消費量と供給熱量の比較をし、運転効率の確認を行う。

2. 3 年間エネルギー消費量と施設の負荷熱量との比較

改修前と改修後で熱源のエネルギー消費量の比較検討を行い、エネルギー消費量の低減が図れているか確認する。また、設計時の負荷熱量と実際の負荷熱量の比較検証を行う。

2. 4 改修前後とグリーン1次診断のCO2削減量の比較

改修前後の庁舎全体のCO2発生量、実際の冷温水ポンプのインバーター制御による効果、熱源の高効率化による効果とグリーン1次診断との比較を表1に示す。

表1 CO2削減量

	CO2削減量 (kg-CO2/年)	CO2削減量 (kg-CO2/m ² 年)
改修前後(冷温水ポンプ)	1,238.16	0.51
グリーン1次診断(冷温水ポンプ)	2,334.02	0.95
改修前後(熱源の高効率化)	1,346.77	0.55
グリーン1次診断(熱源の高効率化)	3,231.73	1.32
改修前後(庁舎全体)	2,585.18	1.06
グリーン1次診断(庁舎全体)	5,565.74	2.27

3. 考察

冷温水2次ポンプのCO2削減量は、グリーン1次診断の約1/2程度になっている。これは、グリーン1次診断のVWVシステムが1次ポンプシステムで常時70%まで削減出来るとして算出しているため、今回の彦根地方合同庁舎でいうと、冷温水1次・2次ポンプの容量を合計したものがインバーター制御の対象で、常時70%まで削減出来ることになる。また、グリーン1次診断の運転期間は10h/日×20日/月×8月/年=1,600時間/年として算出している事も影響していると考えられる。

熱源の高効率化によるCO2削減量は、グリーン1次診断の削減量と比較すると約1/2になっている。これは、冷房時の成績係数が悪いことから、供給熱量に比べてガスの使用量が増えCO2発生量が多くなったためと、冷房時に関して運転効率が悪い7月の測定結果から8~10月の想定値を出しているためと考えられる。

4. 今後の課題

運用時のCO2発生量はグリーン改修を行ったことにより改修前よりも削減されたことが確認できた。しかし、グリーン1次診断の結果と比較すると削減量は小さく、考察で述べた原因を検討し今後改善する必要がある。

「グリーン改修を実施したN庁舎のグリーン化技術の効果・検証」

1 はじめに

平成 14 年度にグリーン改修を実施した N 庁舎について、採用したグリーン化技術の効果を実測したデータを基に検証を行い、CO₂ 削減効果、費用対効果からグリーン改修技術の有効性を確認する。

2 調査施設概要及びグリーン改修項目

2. 1 調査施設概要

N 庁舎 (改修) 昭和 45 年竣工 RC 造 3 階、地下 1 階 延べ面積 2,245 m²

2. 2 グリーン改修項目

2. 2. 1 VAV 制御

- ・非常使用室の不使用時の空調送風カットを行う。

2. 2. 2 空調機コイル面風速の低速化

- ・空調機コイル通過面風速を 2.5m/s (標準) から 2.0m/s の機器を採用する。

2. 2. 3 熱源の高効率化

- ・高効率型小型吸収冷温水機ユニットを採用する。(成績係数 1.12 採用)

2. 2. 4 外気量制御

- ・非常使用室の不使用時の空調送風カット量に合わせ、外気量カットの制御を行う。 3

研究方法及び結果

3. 1 研究方法

改修計画時の CO₂ 削減効果予測と実測の CO₂ 削減効果を比較する。

3. 2 結果

- ・CO₂ 削減効果及び費用対効果

グリーン化技術	改修計画時の削減予測 (kg-CO ₂ /年)	実測の削減量 (kg-CO ₂ /年)	費用対効果 (kg-CO ₂ /年・千円)
VAV (実測値)	8,808	10,513	6.18
コイル面風速低下	3,046	351	0.59
熱源の高効率化	2,963	2,483	3.71
外気量制御	データ無し	5,368	6.71
計 (外気量制御除く)	14,817	13,347	
外気量制御含めた場合		18,715	4.97

- ・改修前後のエネルギー消費量から算出した CO₂ 発生量

改修前後の	改修前	改修後	CO ₂ 削減量
CO ₂ 発生量	158,742 kg-CO ₂ /年	142,991 kg-CO ₂ /年	15,751 kg-CO ₂ /年

5 まとめ

今回採用したグリーン化技術は、CO₂ 削減効果が大きく、費用対効果からみても、その有効性が確認できた。特に、VAV 制御と外気量制御が有効であった。

「グリーン庁舎におけるコミッショニングに関する調査研究」

1. 目的

本研究では、グリーン庁舎のコミッショニングに有効と考えられるモニタリングの手法を探り、コミッショニング普及に向けた課題の整理を行うことを目的とする。

2. モニタリングの管理項目と管理指標のレベル設定

(空衛学会論文：建築物におけるモニタリングシステムに関する検討 から引用)

表-1に管理項目、管理指標を示し、モニタリングレベルとして3段階（一般ビルをレベル1、先進ビルをレベル3、中間的位置づけをレベル2）設定した。

レベル2では、運転時間や往還温度差などの制御・監視情報や設備容量などの竣工図情報に補正係数を乗じたエネルギー消費予測値により管理することでインシヤルコストを抑えると同時に管理項目の対象範囲をレベル3に近づけている。

3. インシヤルコスト比較

高松地方合同庁舎 S-14-2 30,000 m²における検討結果。

レベルアップに必要なコストは設備工事費全体に対してそれぞれ1.1%、3.1%であり、内容は、計量器・制御盤の増設、計装工事、調整費、モニタリング用PCの新設である。

表-1

管理項目	管理指標	モニタリングのレベル		
		レベル1	レベル2	レベル3
1. 建物全体の一次エネルギー消費量				
1.1 実績	総消費量あたりの...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
1.2 予測	往還温度差などの...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
2. 運転時間	総消費量あたりの...	MJ/h	MJ/h	○ ○ ○
3. 設備容量	総消費量あたりの...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
4. 設備稼働率	総消費量あたりの...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
2. エネルギー管理システムに関する管理				
2.1 稼働	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
2.2 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
2.3 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
2.4 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3. 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.1 稼働	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.2 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.3 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.4 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.5 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.6 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.7 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.8 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.9 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.10 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.11 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.12 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.13 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.14 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.15 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.16 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.17 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.18 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.19 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.20 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.21 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.22 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.23 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.24 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.25 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.26 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.27 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.28 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.29 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.30 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.31 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.32 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.33 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.34 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.35 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.36 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.37 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.38 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.39 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.40 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.41 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.42 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.43 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.44 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.45 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.46 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.47 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.48 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.49 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.50 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.51 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.52 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.53 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.54 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.55 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.56 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.57 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.58 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.59 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.60 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.61 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.62 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.63 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.64 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.65 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.66 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.67 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.68 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.69 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.70 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.71 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.72 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.73 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.74 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.75 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.76 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.77 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.78 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.79 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.80 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.81 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.82 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.83 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.84 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.85 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.86 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.87 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.88 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.89 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.90 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.91 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.92 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.93 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.94 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.95 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.96 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.97 設備稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.98 往還	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	○ ○ ○
3.99 設備	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●
3.100 稼働率	...	MJ/m ² 年	MJ/m ² 年	● ● ●

表-2

	レベル1	レベル2	レベル3
エネルギー管理ポイント	4点	163点	497点
インシヤルコスト比較 (レベル1を100)	100	111	132
設備工事費全体に占める自動制御設備コスト(%)	9.6	10.7	12.7

4. コミッショニング普及への課題

- ①ピーク値も含めた実負荷で総合調整を実施する。
- ②性能の検証を行うため、モニタリングシステムを設計時に構築する。
- ③管理項目、管理指標及び計測値が妥当であることを確認するための評価基準値（又は目標値）を事前に定める。
- ④コミッショニングを効果的に実施するためには、標準業務仕様書の整備、費用負担、実施体制の構築などを含めた環境整備が重要。
- ⑤設計時における予測値と運用時における実績値の比較検証及びCS調査（顧客満足度調査）の結果を改修設計立案や類似施設の新築設計にフィードバックしていく。

「グリーン改修による効果のマクロ的（簡易的）検証手法の調査研究」

1. はじめに

現在、順次グリーン改修計画が立てられ、工事として執行されている。この改修工事による効果の検証が必要であるため、簡易的な検証手法の調査研究を行った。

2. 調査・研究方法等

グリーン一次診断結果等を活用し、改修前後のエネルギー消費量を調査し、この結果から、運用状況、気象条件等の影響などを考慮した改修効果の検証手法を検討する。

3. 調査結果及び考察

表-1 に今回調査した建物の改修概要、改修前後の CO2 排出量を示す。

A 合同庁舎は、灯油炊きの冷温水発生機の更新を行い COP が 0.9 から 1.1 に向上しており、空調シーズンにおいて CO2 排出量及び灯油使用量が削減されているため、熱源の高効率化による効果が検証できる。

B 合同庁舎は、夏期に CO2 排出量が増えているが、平均気温、真夏日等は過去とほぼ同じであることから、内部負荷増や運用状況に影響を受けていると思われる。冬期は、気温が過去 3 年の平均気温より 1.3℃ほど高いこと、冬日が過去より 20 日ほど少ないことから、効果を検証するためには、気温による影響を考慮する必要があると思われる。

C 気象台においても、過去 3 年と改修後の平均気温差の推移と CO2 排出量差の推移がほぼ同じ傾向を示していることから、B 合同庁舎の冬期同様に気温による影響を考慮する必要があると思われる。

D 気象台は、熱源の高効率化、変風量等の複合改修を行っており、気象条件の変化は改修前とほとんど同じにもかかわらず、夏期の CO2 排出量が増えている。24 時間系統を持つ気象台という特殊な運用に影響されている可能性が高いと考えられるため、運用状況のヒアリングが必要と考えられる。

4. 検証手法の提案

今回は空調改修の検証を行ったが、外気条件及び運用状況が大きく影響されることが解った。また、改修以外の要素がエネルギー使用量に新たに影響を与えている場合も考えられるため、あらかじめ省エネ計算を行い、当該庁舎の各エネルギー使用量の傾向を把握する必要があると考える。以上より、以下のように提案したい。

- (1) 予算要求時点（少なくとも設計時）に、改修前後の省エネ計算を行い各設備の運用時のエネルギー使用量、改修に該当する設備の削減エネルギー量及び CO2 削減量の目標値を設定する。
- (2) 一次診断結果をもとに改修前後のエネルギー使用量（できれば 3 カ年程度）及び運用状況のヒアリングを行う。
- (3) 各年度の気象条件として、平均気温、夏日、冬日等のデータ整理を行う。

表-1

建物名	延べ面	グリーン化	改修前	改修後	改修前後差	削減率
	積[m ²]	技術	CO2 排出量	CO2 排出量	[kg-CO2]	
A 合同庁	2,562	熱源高効率化	237,249	216,271	-20,978	9%
B 合同庁	3,451	熱源高効率化	192,930	183,483	-9,447	5%
C 気象台	1,092	熱源高効率化	68,278※	58,436※	-9,842	15%
D 気象台	2,245	熱源高効率化 VAV コイル面風速	142,066◆	142,024◆	-42	1%

注) 1. ※は、冬期（11月から3月まで）のデータ。

2. ◆は、3月を除く