「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

【対策効果算定シート】

対策の種類	対策名称	シート番号	対策メニュー名
設備導入	高効率変圧器への更新	C22031	高効率変圧器の導入
工程名	受変電・配電	対象設備	変圧器
システム／設備区分名	受変電・配電設備		
対策内容	変圧器は常に運転（通電）状態にあるため、その損失低減は重要である。従来品に比べて大幅な低損失化を図った高効率変圧器に更新することにより変圧器損失を低減し、CO_2 の削減を図る。		

1．計画時の効果算定

効果算定のポイント		① 稼働時間帯と夜間・休日の変圧器損失を、別々に設定する。 ② 対策実施前の負荷率は、負荷電流を計測し、定格電流で除して得る。 ③ 実施計画の負荷率は、負荷電流の合計値が対策実施前とほぼ等しくなるように設定する。 ④ 本シートは、変圧器 3 台を定格電流が同等の高効率変圧器に更新する対策の効果算定手順例を示す。
対策実施前	活動種別	系統電力
	年間活動量	対策実施前の変圧器の台数、特性、稼働条件を調べ、年間変圧器損失を算定する。 以下に、対策実施前の変圧器特性が表 1、稼働条件が表 2 の場合の算定例を示す。 対策実施前の変圧器は 1980 年製で、更新時期を迎えているとする。 $W1=\Sigma_k[Wi1k+Wc1k]$ (1) ここで、W1　：年間変圧器損失 [kWh/年] Wi1k ：機器 k の無負荷損失 [kWh/年] Wc1k ：機器 k の負荷損失 [kWh/年] 表 3 の数値を式(1)に代入して、対策実施前の変圧器損失を求める。 W1＝7.01[千 kWh/年]＋6.23[千 kWh/年] ＋5.26[千 kWh/年]＋2.95[千 kWh/年]＋2.28[千 kWh/年]＋0.95[千 kWh/年] ＝24.68[千 kWh/年]

表 1　対策実施前の変圧器特性

No. (k)	変圧器	電圧 V1k[V]	定格電流 I1k[A]	無負荷損 Pi1k[W]	負荷損 Pc1k[W]
1	50Hz 3φ300kVA	210	825	800	4,250
2	50Hz 3φ200kVA	210	550	600	2,900
3	50Hz 1φ100kVA	210	476	260	1,450

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

対策実施前

年間活動量

表 2　対策実施前の変圧器の稼働条件

No. (k)	負荷率[%]			稼働時間[h/日]			稼働日数[日/年]		
	平日昼 rw1k	平日夜 rn1k	休日 rh1k	平日昼 tw1k	平日夜 tn1k	休日 th1k	平日昼 dw1k	平日夜 dn1k	休日 dh1k
1	60	12	12	12	12	24	323	323	42
2	50	10	10	12	12	24	323	323	42
3	40	9	9	12	12	24	323	323	42
備考	負荷電流/定格電流			年間通電時間 ty1：24×365＝8,760[h/年]					

表 3　対策実施前の無負荷損失、負荷損失、平日昼の負荷電流

No. (k)	無負荷損失 [千 kWh/年]	負荷損失 [千 kWh/年]	平日昼の負荷電流[A]
	Wi1k	Wc1k	Iw1k
1	7.01	6.23	495
2	5.26	2.95	275
3	2.28	0.95	190
備考	Pi1k[W]×ty1[h/年]	Pc1k[W]×{(rw1k)^2×tw1k[h/日]×dw1k[日/年]+(rn1k)^2×tn1k[h/日]×dn1k[日/年]+(rh1k)^2×th1k[h/日]×dh1k[日/年]} 補足説明①	計測による合計：960[A] 補足説明③

表 4　エネルギー使用量と CO_2 排出量の算定に使用する数値とその根拠

記号	項目	数値	根拠
H	電力の一次エネルギー換算係数	8.64[GJ/千 kWh]	省エネ法施行規則（経産省 2024.4.1 施行）
α	電力の CO_2 排出係数	0.000436[t-CO_2/kWh]	SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン Ver.4.1

エネルギー使用量

対策実施前のエネルギー使用量 PE1 は、対策実施前の変圧器の年間変圧器損失 W1 に電力の一次エネルギー換算係数 H を乗じて下記になる。

PE1＝W1×H

＝24.68[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝213[GJ/年]

CO_2 排出量

対策実施前の CO_2 排出量 C1 は、対策実施前の変圧器の年間変圧器損失 W1 に電力の CO_2 排出係数αを乗じて下記になる。

C1＝W1×α

＝24.68[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.0108[千 t-CO_2/年]

＝10.8[t-CO_2/年]

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

実施計画	活動種別	系統電力
	年間活動量	以下に、実施計画の変圧器特性が表 5、稼働条件が表 6 の場合の算定例を示す。実施計画の変圧器はトップランナーⅡとする。

$W2=\Sigma_g[Wi2g+Wc2g]$ (2)

ここで、W2　：年間変圧器損失 [kWh/年]
Wi2g ：機器 g の無負荷損失 [kWh/年]
Wc2g ：機器 g の負荷損失 [kWh/年]

表 7 の数値を(2)に代入して、実施計画の変圧器損失を求める。
W2＝3.68[千 kWh/年]＋4.17[千 kWh/年]
＋2.76[千 kWh/年]＋2.18[千 kWh/年]＋1.18[千 kWh/年]＋0.76[千 kWh/年]
＝14.73[千 kWh/年]

表 5　実施計画の変圧器特性

No.(g)	変圧器	電圧 V2g[V]	定格電流 I2g[A]	無負荷損 Pi2g[W]	負荷損 Pc2g[W]
1	50Hz 3φ300kVA	210	825	420	2,845
2	50Hz 3φ200kVA	210	550	315	2,140
3	50Hz 1φ100kVA	210	476	135	1,160

実施計画	年間活動量	

表 6　実施計画の変圧器の稼働条件

No.(g)	負荷率[%]			稼働時間[h/日]			稼働日数[日/年]		
	平日昼 rw2g	平日夜 rn2g	休日 rh2g	平日昼 tw2g	平日夜 tn2g	休日 th2g	平日昼 dw2g	平日夜 dn2g	休日 dh2g
1	60	12	12	12	12	24	323	323	42
2	50	10	10	12	12	24	323	323	42
3	40	9	9	12	12	24	323	323	42
備考	負荷電流/定格電流 補足説明①			年間通電時間 ty2：24×365＝8,760[h/年]					

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td>

表 7　実施計画の無負荷損失、負荷損失、平日昼の負荷電流

<table>
<tr><th rowspan="2">No.
(g)</th><th>無負荷損失
[千 kWh/年]</th><th>負荷損失
[千 kWh/年]</th><th>平日昼の
負荷電流[A]</th></tr>
<tr><th>Wi2g</th><th>Wc2g</th><th>Iw2g</th></tr>
<tr><td>1</td><td>3.68</td><td>4.17</td><td>495</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2.76</td><td>2.18</td><td>275</td></tr>
<tr><td>3</td><td>1.18</td><td>0.76</td><td>190</td></tr>
<tr><td>備考</td><td>Pi2g[W]×ty2[h/年]</td><td>Pc2g[W]×
{(rw2g)^2×tw2g[h/日]×dw2g[日/年]
+(rn2g)^2×tn2g[h/日]×dn2g[日/年]+
(rh2g)^2×th2g[h/日]×dh2g[日/年]}
補足説明②</td><td>I2g[A]×rw2g
合計：
960[A]
補足説明③</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td rowspan="2">実施計画</td><td>エネルギー
使用量</td><td>実施計画のエネルギー使用量 PE2 は、実施計画の年間変圧器損失 W2 に電力の一次エネルギー換算係数 H を乗じて下記になる。
PE2＝W2×H
＝14.73[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝127[GJ/年]</td></tr>
<tr><td>CO_2
排出量</td><td>実施計画の CO_2 排出量 C2 は、実施計画の年間変圧器損失 W2 に電力の CO_2 排出係数αを乗じて下記になる。
C2＝W2×α
＝14.73[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.00642[千 t-CO_2/年]
＝6.42[t-CO_2/年]</td></tr>
<tr><td colspan="2">実施計画の
エネルギー削減量</td><td>対策実施前と実施計画のエネルギー使用量の差異より下記になる。
PE1－PE2＝213[GJ/年]－127[GJ/年]＝86[GJ/年]</td></tr>
<tr><td colspan="2">実施計画の
CO_2 削減量</td><td>対策実施前と実施計画の CO_2 排出量の差異より下記になる。
C1－C2＝10.8[t-CO_2/年]－6.42[t-CO_2/年]＝4.38[t-CO_2/年]</td></tr>
<tr><td colspan="2">補足説明</td><td>① 負荷率
稼働時間帯と夜間･休日の電力使用量の差が大きい場合には、年間の平均値とせずに、別々に設定すること。

② 負荷損失
負荷損失は下記式で計算する。
【負荷損失】[kWh/年]＝【負荷損】[W]/1000×【負荷率】^{2}×【稼働時間】[h/日]×【稼働日数】[日/年]
③ 無負荷損失
無負荷損失は下記式で計算する。
【無負荷損失】[kWh/年]＝【無負荷損】[W]/1000×【稼働時間】[h/日]×【稼働日数】[日/年]</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

	④ 負荷電流 本計算例では対策実施前と実施計画で変圧器の定格電流と稼働条件が等しいので、負荷電流の合計値も等しくなるが、実施計画の変圧器の仕様や稼働条件が異なる場合でも、負荷電流の合計値は対策実施前と実施計画で等しくする。
留意事項	① 推定による数値を用いる場合には、必ず根拠を明確にすること。 ② 数値は参考値なので、実際に即して適宜変更すること。 ③ CO_2 排出係数など係数の値は、最新のものを確認して使用すること。 ④ 対策実施前の変圧器について、製造年により性能が大きく改善され JIS 規格も変わっているため、製造当時の仕様などを注意して確認すること。 ⑤ 負荷電流のように実測データを使用する際は、実測に使用した計測機器の名称・型式及び精度等を示し、精度管理されていることを説明する必要がある。
備考	① 一般に変圧器は、概ね 50%程度の負荷率で最高効率になるように設計されている。

2．対策実施後の効果算定

対策実施前	活動種別	系統電力
	エネルギー使用量	計画時の効果算定で得た対策実施前のエネルギー使用量 PE1。 PE1＝213[GJ/年]
	CO_2 排出量	計画時の効果算定で得た対策実施前の CO_2 排出量 C1。 10.8[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	系統電力
	年間活動量	① 負荷電流を計測して対策後の負荷率を求め、実施計画と同様な方法で算定する。 年間変圧器損失：14.7[千 kWh/年]
	エネルギー使用量	対策実施後の年間変圧器損失に電力の一次エネルギー換算係数 H を乗じて対策実施後のエネルギー使用量の実績値 PE3 を求める。 PE3＝14.7[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝127[GJ/年]
	CO_2 排出量	対策実施後の年間変圧器損失に電力の CO_2 排出係数αを乗じて対策実施後の CO_2 排出量の実績値 C3 を求める。 C3＝14.7[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.00641[千 t-CO_2/年] ＝6.41[t-CO_2/年]
対策実施後のエネルギー削減量		対策実施前と対策実施後のエネルギー使用量の差異より下記になる。 PE1－PE3＝213[GJ/年]－127[GJ/年]＝86[GJ/年]
対策実施後の CO_2 削減量		対策実施前と対策実施後の CO_2 排出量の差異より下記になる。 C1－C3＝10.8[t-CO_2/年]－6.41[t-CO_2/年]＝4.39[t-CO_2/年]
留意事項		① 変圧器の導入時に想定した負荷率の記録があれば、確認する。 ② 変圧器の導入後の負荷率の推移の記録があれば、確認する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

備考	① 今後も電力使用量の削減対策が変圧器の負荷低減につながるので、負荷率の推移を観察すること。

３．対策効果の検証・有効性評価

効果検証と有効性評価の手順	① 対策実施前（診断・計画時）に算定した CO_2 削減量と対策実施後（報告時）に算定した CO_2 削減量を比較する。 ② 対策によって、他のシステムの CO_2 排出量に与える影響があれば調査する。 ③ ①、②を総合的に判断して、対策の有効性を評価する。