「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
運用改善	変圧器の統合（既存設備利用）	C22011	変圧器の統合（既存設備利用）
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	長年稼働している変圧器は、各種機器の増減等で負荷が軽い状態で使用されている場合がある。軽負荷の変圧器を統合して負荷率を改善することにより変圧器損失を低減させ、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、4 台の変圧器を統合して 2 台を撤去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、更新にはまだ早い 2010 年製とする。 $W1=\Sigma_k[Wi1k+Wc1k]$ (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＝3.16[千 kWh/年]＋1.62[千 kWh/年]＋2.17[千 kWh/年]＋0.27[千 kWh/年]＋1.88[千 kWh/年]＋0.72[千 kWh/年]＋1.36[千 kWh/年]＋0.18[千 kWh/年] ＝11.36[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 3φ200kVA	210	550	361	2,428
2	50Hz 3φ100kVA	210	275	248	1,392
3	50Hz 3φ75kVA	210	206	215	1,087
4	50Hz 3φ50kVA	210	137	155	916

「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	40	10	10	12	12	24	323	323	42
2	22	5	5	12	12	24	323	323	42
3	40	10	10	12	12	24	323	323	42
4	22	5	5	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	3.16	1.62	220
2	2.17	0.27	60
3	1.88	0.72	82
4	1.36	0.18	30
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：392[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

＝11.36[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝98.2[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。

「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）

C1＝W1×α
＝11.36[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.00495[千 t-CO_2/年]
＝4.95[t-CO_2/年]

実施計画

活動種別：系統電力

年間活動量

対策実施前の No.2、No.4 変圧器は負荷率が低いので、それぞれ No.1、No.3 と統合して撤去した場合について算定する。対策実施前後で No.1、No.3 の変圧器特性に変化はなく、負荷電流の合計値もほぼ等しくなるように、負荷率を表 5 に示すように改善させた場合の算定例を示す。

$W2=\Sigma_k[Wi2k+Wc2k]$ (2)

ここで、W2　：年間変圧器損失 [kWh/年]
Wi2k ：機器 k の無負荷損失 [kWh/年]
Wc2k：機器 k の負荷損失 [kWh/年]

表 6 の数値を式(2)に代入して、実施計画の変圧器損失を求める。

W2＝3.16[千 kWh/年]＋2.65[千 kWh/年]＋1.88[千 kWh/年]＋1.32[千 kWh/年]
＝9.01[千 kWh/年]

表 5　実施計画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 rw2k	平日夜 rn2k	休日 rh2k	平日昼 tw2k	平日夜 tn2k	休日 th2k	平日昼 dw2k	平日夜 dn2k	休日 dh2k
1	51	13	13	12	12	24	323	323	42
3	54	13	13	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]					

表 6　実施計画の無負荷損失、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]
	Wi2k	Wc2k	Iw2k
1	3.16	2.65	281
3	1.88	1.32	111
備考	Pi2k[W]×ty2[h/年]	Pc2k[W]× {$(rw2k)^2$×tw2k[h/日]×dh2k[日/年] ＋$(rn2k)^2$×tn2k[h/日]×dn2k[日/年]＋ $(rh2k)^2$×th2k[h/日]×dh2k[日/年]} 補足説明②	I2g[A]×rw2k 合計：392[A] 補足説明③

「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）

	エネルギー使用量	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 ＝9.01[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝77.8[GJ/年]
	CO_2 排出量	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 ＝9.01[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.00393[千 t-CO_2/年] ＝3.93[t-CO_2/年]
実施計画のエネルギー削減量		対策前後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＝98.2[GJ/年]－77.8[GJ/年]＝20.4[GJ/年]
実施計画の CO_2 削減量		対策前後と実施計画の CO_2 排出量の差異より下記になる。 C1－C2＝4.95[t-CO_2/年]－3.93[t-CO_2/年]＝1.02[t-CO_2/年]
補足説明		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 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] ③ 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] ④ 負荷電流 実施計画の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、実施計画の負荷率を設定すること。 ⑤ 統廃合前の変圧器の製造年を、銘鈑、竣工図、ヒヤリング等で確認して、負荷損・無負荷損等を確認すること。
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。
備考		① 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。

「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）

	② 負荷率が 30%を下回る変圧器は、統合・撤去の検討対象となる。

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＝98.2[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。 C1＝4.95[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	系統電力
	年間活動量	① 対策実施前と同様な条件下で、精度管理された電流計により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。 算定された年間変圧器損失：9.00[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＝9.00[千 kWh/年]×8.64[GJ/千 kWh]＝77.8[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＝9.00[千 kWh/年]×0.000436[t-CO_2/kWh]＝0.00392[千 t-CO_2/年] ＝3.92[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＝98.2[GJ/年]－77.8[GJ/年]＝20.4[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＝4.95[t-CO_2/年]－3.92[t-CO_2/年]＝1.03[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。
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。