トップランナー変圧器 第二次判断基準 2014年スタート!!







「トップランナー変圧器2014」導入による省エネルギー

2013年5月

一般社団法人 日本電機工業会



はじめに

省エネルギー法特定機器変圧器は、2006年度に油入変圧器、2007年度にモールド変圧器が目標年度を迎え、旧製品に対しエネルギー消費効率で32.8%の改善を達成しました。

機器の機能性能を高める上で次世代に向けた新技術、新材料を掘り起こすために、2012年3月に第二次判断基準が告示され、新しい変圧器(呼称:トップランナー変圧器2014)の開発がスタートしました。

ここにトップランナー変圧器2014の背景、第二次判断基準の概要、省エネ効果について紹介し、関係各位の省エネに向けた変圧器の理解と普及への協力を要望します。

目次

- 1. 第二次判断基準 制定の理由・背景
- 2. 特定機器
- 3. 規格、法制化
- 4. 第二次判断基準の要旨
- 5. 変圧器の構造と消費エネルギー
- 6. 従来変圧器との比較
- 7. 導入における費用対効果
- 8. 普及促進
- 9. トップランナー変圧器2014への更新推奨
- 10. まとめ

1. 第二次判断基準 制定の理由・背景

第二次判断基準 制定の理由・背景

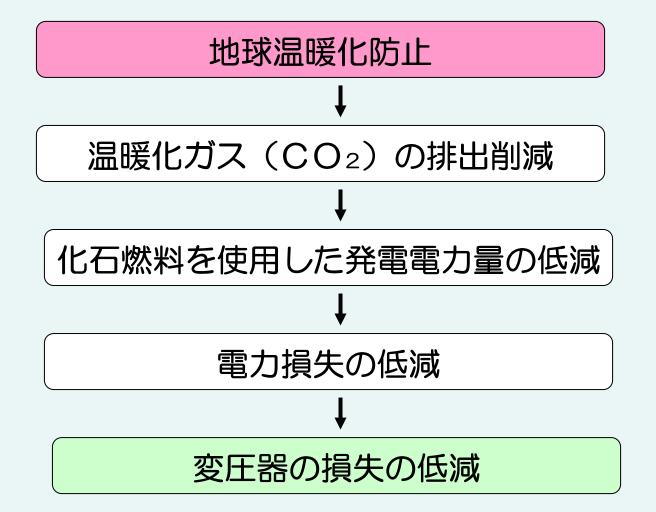
省エネ法とは(エネルギー使用の合理化に関する法律)

「省エネ法」は、石油危機を契機に1979年に制定され、燃料資源の有効利用と確保のため、工場、輸送、建築物、機械器具についてのエネルギー使用の合理化に関す所要の措置を講じ、国民経済の健全な発展に寄与することを目的としている。

トップランナー基準の導入

1997年地球温暖化防止京都会議を受け改正された省エネ法において、エネルギーを多く使用する機器ごとに省エネルギー性能向上を促す「トップランナー基準」が設けられ、現在23品目の対象機器が運用されている。配電用変圧器は2002年対象機器に指定され、2006年より「トップランナー基準」が施行されている。

変圧器が特定機器に指定された背景



2. 特定機器



「エネルギーの使用の合理化に関する法律」における定義

特定機器

「エネルギーの使用の合理化に関する法律」により、 省エネ化を推進することを義務付けられた機器 (2012年12月現在、全23機器)

トップランナー「方式」

既存の製品で最も省エネ性が高い製品(トップランナー)の性能を基準とする省エネ基準値の策定方式。



特定機器の3要件

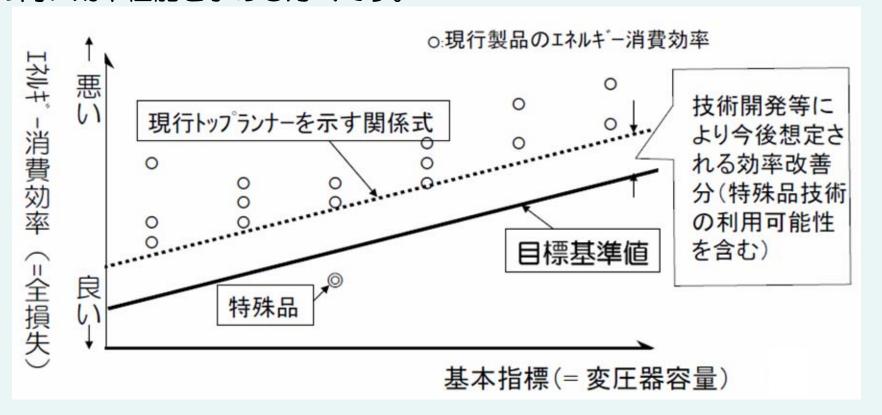
特定機器とは、以下の3要件を満たすと政令で定められたもの

- ・・・エネルギーの使用の合理化に関する法律(最終改正:平成二三年六月二四日法律第七四号)第六章機械器具に係る装置 第78条
 - 一大量に使用される機械器具
 - 一相当量のエネルギーを消費する機械器具
 - 工ネルギー消費効率の向上を図ることが特に必要な機械器具

変圧器はこの3要件を満たすことから特定機器に指定。

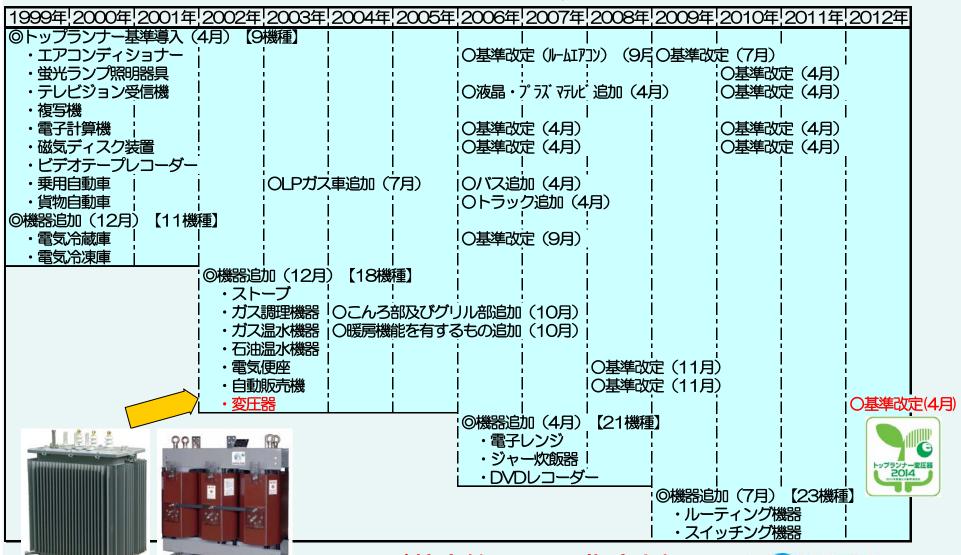
トップランナー方式とは

トップランナー方式は現在製品化されている製品の内、最もすぐれている 効率性能を基準とし、更に技術開発の将来の見通しを勘案するハードル の高い効率性能を求める方式です。



特定機器対象品目(2012年12月現在)

表 トップランナー基準の変遷



名称の説明

特定機器変圧器

告示「変圧器の性能の向上に関する製造事業者等の判断基準等」で目標基準値を達成すべき変圧器を示し、目標基準値未達の製品も含まれる。

トップランナー変圧器

特定機器変圧器の内、第一次判断基準に適合した変圧器を 一般社団法人日本電機工業会で呼称として定めた名称 。

トップランナー変圧器2014

特定機器変圧器の内、第二次判断基準(目標年度:2014年度)に適合した 変圧器を一般社団法人日本電機工業会で呼称として定めた名称。

変圧器の呼称及びロゴマーク



ロゴマーク

グリーンの省エネ性マーク

第二次判断基準(目標年度:2014年度) に適合した変圧器の業界共通呼称 「トップランナー変圧器2014」

ロゴマークは変圧器本体、カタログ等 に表示されます。

3. 規格、法制化

普及に向けて:規格化

- ❖ 特定機器変圧器関連規格の発行・改正状況と今後の予定
 - 1.2012年8月 第二次判断基準对応JEM規格発行
 - ・JEM1500「特定機器対応の油入変圧器における 基準エネルギー消費効率」
 - ・JEM1501「特定機器対応のモールド変圧器における 基準エネルギー消費効率 」
 - 2.2013年5月 特定機器対応JIS改正予定
 - ・ JIS C 4304 配電用6kV油入変圧器
 - ・ JIS C 4306 配電用6kVモールド変圧器

《主な変更点》

- ・ 第二次判断基準の反映
- IECとの整合

普及に向けて:法制化

- ❖ 特定機器変圧器関連法制化・制度化状況
 - 1.2012年(平成24年)3月省エネ法変圧器の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等(経済産業省告示第71号)
 - ・判断の基準
 - ・表示事項等
 - ・エネルギー消費効率の測定方法
 - 2.2013年(平成25年) 2月 グリーン購入法 環境物品等の調達の推進に関する基本方針(閣議決定)
 - ・平成25年度における特定調達品目及びその判断の基準 (エネルギー消費効率が省エネ法の第二次判断基準以下を満足 する変圧器が特定調達品目となります。裕度設定がないため 注意が必要となります)

特定機器運用

◆ 目標年度

2014年(平成26年)4月(油入変圧器・モールド変圧器とも)

- ❖ 基準達成の判定手続き
 - 1. 年間の製造量(輸入量)の台数、エネルギー消費効率、加重平均 値の報告
 - 2. 未達成の場合の改善措置報告
- **❖** 表 示
 - 1. カタログ等への表示
 - 2. 製品への表示

4. 第二次判断基準の概要

平成24年3月30日経済産業省告示第71号 「変圧器の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等」

適用の対象

より広範囲の高効率化を達成するため、JIS等で規定された標準仕様のみでなく 非標準仕様も対象にしています。

除外品は次の考え方により選定されます。

- 1)特殊用途に使用されている機種(独自の仕様、特殊負荷)
- 2) 市場での使用割合が極度に小さい機種
- 3)技術的な測定方法が確立していない機種

【対象の範囲】

電圧 一次;3.3kV,6.6kV等の高圧

二次; 低圧100V~600V

容量 単相 10kVA~500kVA

三相 20kVA~2000kVA

【除外品】

- 1. ガス絶縁変圧器
- 2. H種乾式変圧器
- 3. スコット結線変圧器
- 4. 3巻線以上の多巻線変圧器
- 5. 単相5kVA以下又は500kVA超過
- 6. 三相10kVA以下又は2000kVA超過
- 7. モールド灯動変圧器
- 8. 二次電圧100V未満のもの又は600V超過
- 9. 風冷式又は水冷式変圧器
- 10.柱上变圧器

配電用途の変圧器の98.6%が対象となります。

目標設定のための区分

区分はエネルギー消費効率(全損失)との関係が 深い

1)物理量、2)機能 を勘案して定めます。 変圧器では機種、周波数、 相数、容量を指標として います。

区分	種別	相数	定格周波数	定格容量
I		単相	50Hz	500kVA以下
п	油入変圧器		60Hz	500kVA以下
Ⅲ-1		三相	50Hz	500kVA以下
Ⅲ −2			50Hz	500kVA超
Ⅳ —1			60Hz	500kVA以下
№-2			60Hz	500kVA超
V	モールド変圧器	単相	50Hz	500kVA以下
VI			60Hz	500kVA以下
VII — 1		三相	50Hz	500kVA以下
₩-2			50Hz	500kVA超
₩-1			60Hz	500kVA以下
₩-2			60Hz	500kVA超

区分は第一次基準と同一です。



目標基準値における基準負荷率

基本的な考え方

◇基準負荷率の設定にあたっては、①使用実態に則した値であること、②実際 に使用される負荷率が変動した際にも十分な省エネ効果を発揮することについ て配慮する必要がある。

◇高圧受配電用設備の規格であるJISC4620「キュービクル式高圧受電設備」では変圧器 1台の容量500kVA以下を適用範囲としている。一方、500kVA超の変圧器は、特別高圧需要家の中規模・大規模工場の動力電源が主要な用途である。

◇2010年度負荷率調査

容量	昼間	夜間	平均	力率改善後
500kVA以下	36.4%	9.7%	26.6%	11%~42%
500kVA超	47.1%	29.6%	39.3%	34%~54%

◇実際の負荷率を踏まえつつも、全領域の負荷率で省エネルギー効果を発揮するよう配慮が必要であり、基準負荷率は中間的な値を選定することで実効性のある省エネ基準を設ける。

基準負荷率

各容量における基準負荷率を以下のように定める。

500kVA以下: 40% 500kVA超 : 50%

GJEMA

目標基準值

変圧器のエネルギー消費効率は 「全損失(W)」とし、基準負荷率に おける現存する最も優れた特性を 目標値とするトップランナー方式 により目標基準値を導いています。

E:変圧器の基準エネルギー消費率(W)

※基準負荷率

500kVA以下40%、

500kVA超過50%

k VA:変圧器の定格容量(k VA)

準標準仕様品

各区分毎の基準エネルギー消費効率の 目標基準値算定式に以下の数値を乗じた 式として取り扱う。

油入変圧器

1. 10

モールド変圧器

1.05

			は後てつまず 沙毒が変			
	区分	種別	相数	定格 周波数	定格 容量	基準エネルギー消費効率 の目標基準値算定式
	I		****	50Hz	500kVA以下	E=11.2 · (k VA) ^{0.732}
	I	油入変圧器	¥110	60Hz	500kVA以下	E=11.1 · (kVA) ^{0.725}
	Ⅲ −1		1	50Hz	500kVA以下	E=16.6 · (kVA) ^{0.696}
	Ⅲ −2			50Hz	500kVA超	E=11.1 · (k VA) ^{0.809}
	V −1	三相	60Hz	500kVA以下	E=17.3 · (k V A) ^{0.678}	
				60Hz	500kVA超	E=11.7 · (k VA) ^{0.790}
	V		単相	50Hz	500kVA以下	E=16.9 · (k V A) ^{0.674}
	VI		- 110	60Hz	500kVA以下	E=15.2 · (kVA) ^{0.691}
)	™ −1	エールド亦圧器	三相	50Hz	500kVA以下	E=23.9 · (kVA) ^{0.659}
-	₩-2	<u>—————————————————————————————————————</u>		50Hz	500kVA超	E=22.7 · (kVA) ^{0.718}
-	Ⅲ —1			60Hz	500kVA以下	E=22.3 · (kVA) ^{0.674}
	Ш −2			60Hz	500kVA超	E=19.4 · (k V A) ^{0.737}

目標年度における改善効果

目標年度における改善効果

目標年度におけるエネルギー消費効率(全損失(W))の改善率は、2009年度の出荷台数及び区分ごとの構成に変化がないとの前提で、現在の目標基準値に対して、12.5%になることが見込まれる。

<試算の概要>

- (1) 平成21年度(2009年度) に出荷された変圧器の目標基準値から出荷台数で加重平均した1台あたりのエネルギー消費効率(全損失(W)) 596.1 W/台
- (2)目標年度に出荷されると見込まれる変圧器の目標基準値から出荷台数で加重 平均した1台あたりのエネルギー消費効率(全損失(W))

521.8 W/台

- ※前提条件として、出荷台数及び出荷構成は2009年度と同じとした。
- (3) エネルギー消費効率の改善率

 $\frac{596.1 \text{W}/台}{596.1 \text{W}/台} = 12.5\%$

トップランナー変圧器は一次基準と合わせて43%のエネルギー消費効率の改善に寄与することになります。



目標年度

基本的な考え方

変圧器のモデルチェンジは、法令、規格、仕様書等の効率基準の変更の際に行われることが多く、一般的に7~8年程度の間隔で行われている。エネルギー消費効率を大幅に改善させるには、少なくとも変圧器に1~2回程度のエネルギー消費効率改善の機会を与える必要があると考えられる。

目標年度

変圧器の目標年度は、油入変圧器の現基準の目標年度である平成18年度(2006年度)から8年を経た時期として、

目標年度を平成26年度(2014年4月)とする。

現行のモールド変圧器については油入変圧器と別区分で目標年度が設定されているところであるが、早期にエネルギー消費効率の向上を図るため、油入変圧器と同様に

モールド変圧器の目標年度を 平成26年度(2014年4月)とする。

第一次基準は最終取り纏めより目標年度までの期間が4年(モールド5年)に対し、第二次基準は2年3ヶ月の短期間となります。

エネルギー消費効率の測定方法

変圧器のエネルギー消費効率は、「全損失(W)」とし、無負荷損(W)及び負荷損(W)をJISC4304及びJISC4306に定める方法により測定し、当該全損失は次の式により算出した数値とする。

全損失 (W) = 無負荷損 (W) +
$$\left(\frac{m}{100}\right)^2 \times$$
 負荷損 (W)

上の式において、mは、以下の数値を用いるものとする。

m:基準負荷率

容量が500kVA以下の変圧器 40 (%) 容量が500kVA超の変圧器 50 (%)

測定方法は第一次基準と同一です。

表示

表示事項

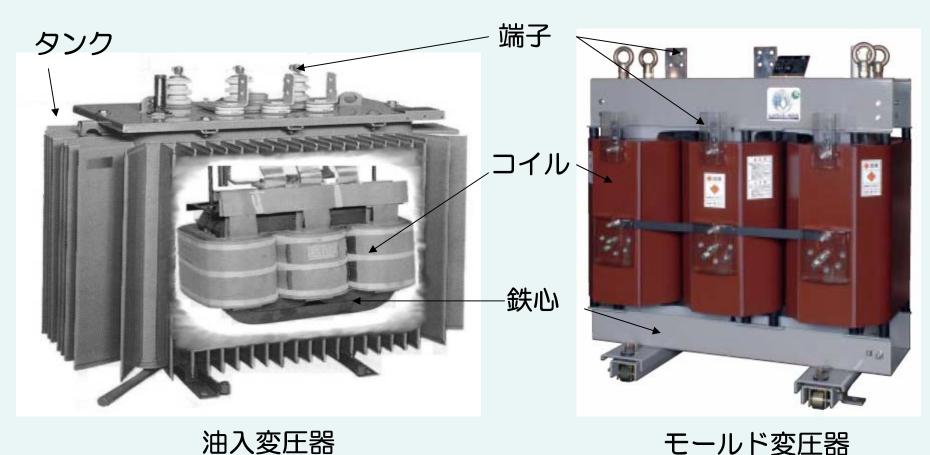
現行基準の変圧器のエネルギー消費効率の表示事項と同様に、性能に関する表示のあるカタログ及び機器の選定にあたり製造事業者等により提示される資料に以下のイ)~ヌ)の項目を表示事項とする。

- イ) 品名及び形名
- 口)変圧器の種別(構造) (油入又はモールド))
- ハ) 定格容量(kVA)
- 二)相数
- 木) 定格周波数(Hz)
- へ)定格一次電圧及び定格二次電圧(V)
- ト)エネルギー消費効率(全損失(W))
- チ) 基準負荷率(%)
- リ)規格名(標準(JIS又はJEM規格)若しくは準標準))
- ヌ) 製造事業者等の氏名又は名称

表示項目は第一次基準と同一です。表示は2014年4月施行が定められており、かり、等の全面更新(旧かり、の回収)が必要となります。

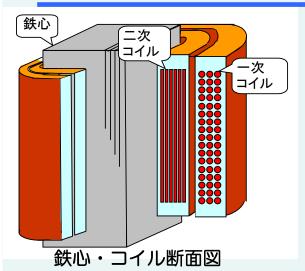
5. 変圧器の構造と消費エネルギー

変圧器の構造



モールド変圧器

変圧器の消費エネルギー損失低減



損失と低損失化技術

損失	発生部位	主たる発生原因	特徴	低損失化技術
無負荷損	鉄心	鉄心の磁気抵抗	負荷に関係なく 常時発生	素材の改良 鉄心構造の改良 鉄心の薄葉化
負荷損	コイル	コイルの電気抵抗	負荷電流の 2乗に比例	アルミ→銅 巻線長の短縮 絶縁物の薄葉化

鉄心素材の改良

高効率化のための無負荷損の低減は、結晶方位性を高めた高磁 束密度方向性電磁鋼板,表面溝加工により磁区を細分化した磁区 制御方向性電磁鋼板の採用と鉄心技術の改良により実現している。

鉄心材料の特性代表値

2712 1311 1211					
電磁鋼板の種類	板厚	鉄損(W/kg)			
(JISC2553分類番号)	(mm)	at1.7T 50Hz			
一般方向性電磁鋼板 (35G13O)	0. 35	1. 28(100%)			
高配向性電磁鋼板 (23P090)	0. 23	0.88(69%)			
磁区制御電磁鋼板 (23R085)	0. 23	0.83(65%)			

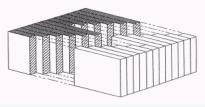
トップランナー変圧器2014

コイル(巻線技術)の改良

負荷損の低減は、巻線導体に従来のアルミニウムから 導電率の優れた銅の積極的な採用、絶縁物の薄手化等高 密度化した巻線技術の改良により達成されている。コイ ル形状は多重角筒形状により寸法縮小を図っている。

鉄心構造の改良

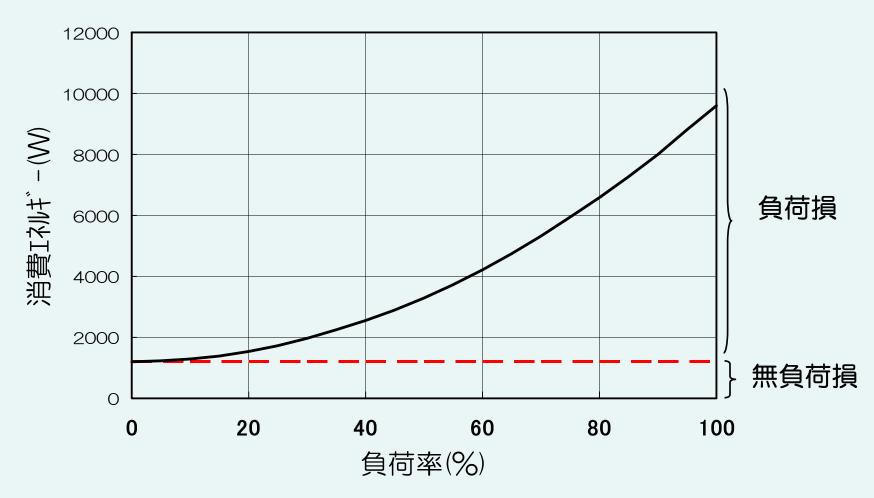






負荷による消費エネルギーの変化

消費エネルギー(全損失) = 無負荷損 + (負荷率/100)2× 負荷損



6. 従来変圧器との比較

従来変圧器との比較

【トップランナー変圧器2014】

現基準品に対し 損失低減



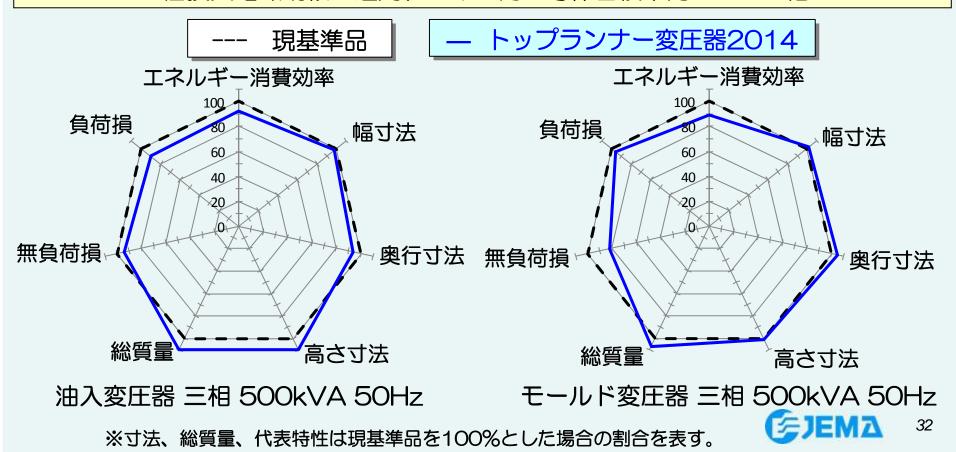
- ・鉄心断面積の増加
- ・コイル導体断面積の増加



変圧器寸法・重量の増加

【変圧器寸法・重量の増加を抑える技術】

低損失電磁鋼板の適用、コイル内の導体占積率向上・・・他



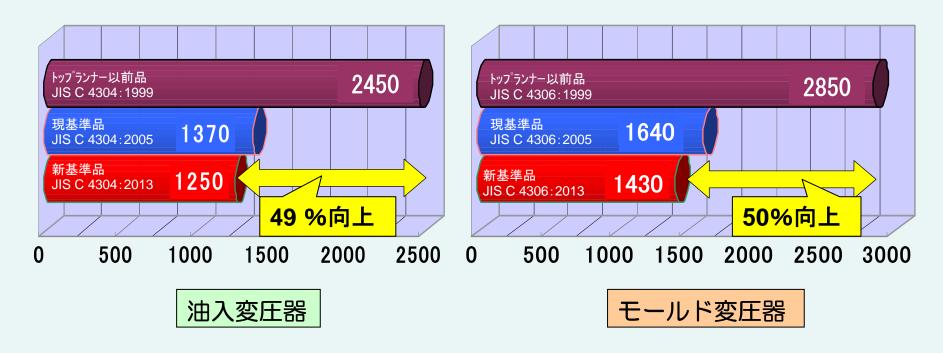
7. 導入における費用対効果

省エネ効果 その1

エネルギー消費効率の向上

基準負荷率40[%]

エネルギー消費効率の比較 三相 50Hz 500k VA



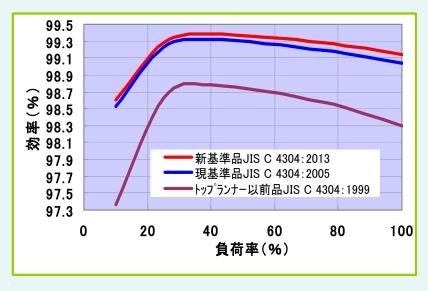
基準負荷時 エネルギー消費効率(W)

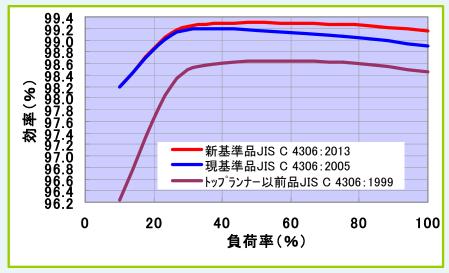


省エネ効果 その2

❖ すべての負荷率で効率の向上

負荷率-効率の比較 三相 50Hz 500kVA





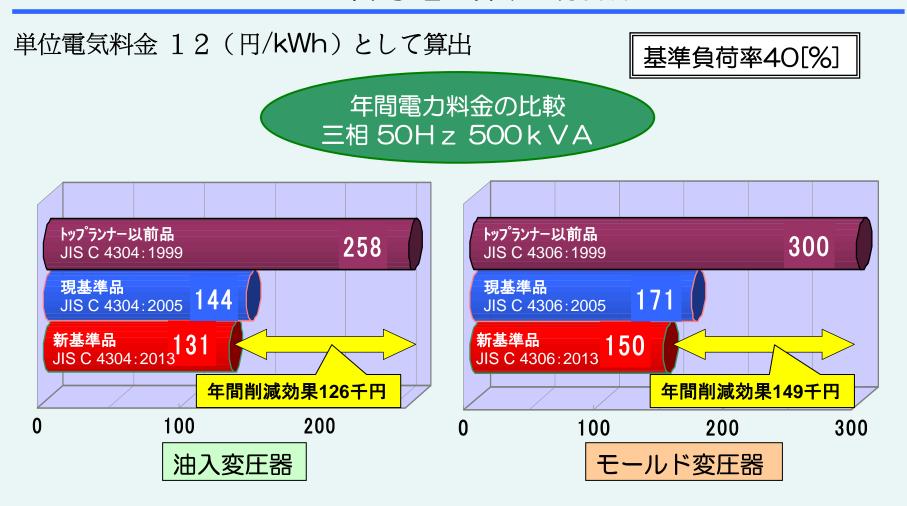
油入変圧器

モールド変圧器

基準負荷時 エネルギー消費効率 (W)



年間電気料金削減



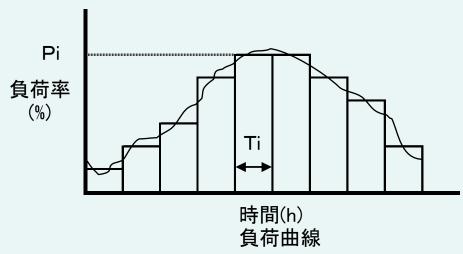
基準負荷時 電力料金(千円/年)

計算式:年間電力料金(円)=Iネルギー消費効率(kW)×24時間×365日×単位電気料金(円/kWh)



負荷率により変わる変圧器の省エネルギー効果

変圧器の全損失は平均等価負荷率により変化する。



平均等価負荷率
$$Pe(\%) = \sqrt{\frac{(P_1)^2 T_1 + (P_2)^2 T_2 + \dots + (Pi)^2 Ti + \dots + (Pk)^2 Tk}{T_1 + T_2 + \dots + Ti + \dots + Tk}}$$

事例 トップランナー以前品 三相500kVA JIS4304準拠品

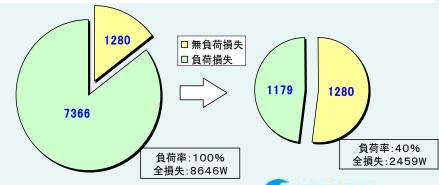
$$Wt = Wi + (Pe/100)^2 \times Wc$$

W t :全損失 (W)

Wi:無負荷損(W)

Wc:定格運転時の負荷損(W)

Pe:平均等価負荷率(W)



8. 普及促進



変圧器更新による改善効果

現基準適合以前の稼働台数

約260万台

√油入 …235万台 モールド…25万台



このうち20年超過台数 (更新推奨時期超過)

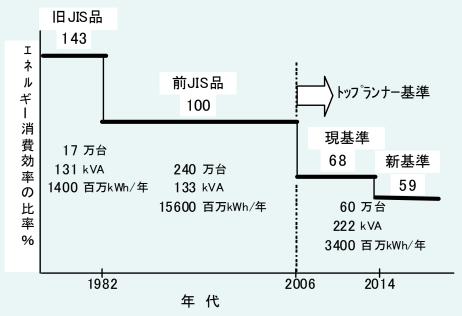
約100万台



新基準への更新時の省エネ効果

旧JIS品の改善率=約60% 前JIS品の改善率=約40%

※ 負荷の均等分担や適正容量の選択も必要



注1 エネルギー消費効率の比率(%)は三相200kVA油入変圧器の比較を示す。

注2 上段;総稼動台数(万台)

中段;平均容量(kVA)

下段;エネルキ゛ー消費量(百万kWh/年)

エネルギー消費効率の推移



普及に向けた基本方針

変圧器判断基準小委員会の中間取りまとめでは、省エネルギーに向けて以下を提言している。

(1) 政府の取組

政府は、エネルギー消費効率の優れた変圧器の普及を図る観点から、使用者及び製造事業者等の取組を促進すべく、普及啓発等の必要な措置を講ずるよう努めること。

(2) 製造事業者等の取組

- ①変圧器の省エネルギー化のための技術開発を促進し、エネルギー消費効率の優れた製品の開発に努めること。
- ②エネルギー消費効率の優れた変圧器の普及を図る観点から、対象機器のカタログや取扱説明書のほかにも、使用者の機器の選定にあたり製造事業者等が提示する資料の見やすい箇所にエネルギー消費効率を記載するなど、使用者が省エネ性能の優れた変圧器及び適切な容量を選択できるよう適切な情報の提供に努めること。

(3)使用者(ユーザー)の取組

変圧器の購入の際には、エネルギー消費効率の優れた変圧器及び適切な容量の選択に努めるとともに、変圧器の使用にあたっては、適切かつ効率的な使用により省エネルギーを図るよう努めること。



JEMAの取組

JEMAは前頁の提言に沿って、次期トップランナー変圧器の早期実現と 普及に向け、下記を推進する。



*** エネルギー消費効率向上以外の取組 ***

- ・耐震強度の考え方の提案
- ・付属品共通化(ダイヤル温度計)
- ・排油弁または排油栓の標準装備(75~2000kVA機種)
- ・二次端子の接続取合い共通化

9. トップランナー変圧器2014への更新推奨

変圧器の更新について

「省エネと電源の信頼性」 の柱は、古い変圧器の更新です。

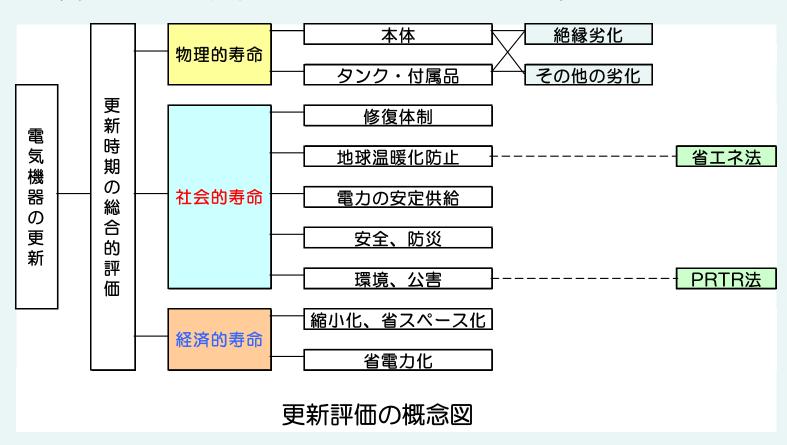
文献名	更新を考慮する 時期
電気学会技術報告 第159号 (昭和58年11月発行)	25年
建築電気設備の寿命アンケート結果 (電設工業 昭和60年12月)	15年
(社)日本電機工業会「汎用高圧機器の 更新推奨時期に関する調査」報告書 (平成元年9月)	20年

更新変圧器の特徴とメリット

- ①鉄心・巻線・放熱器などの材料、設計、製造技術の進歩により小形・軽量・低損失化が 図られている。
- ②運転費としての電気料金が低減できる。
- ③省エネ対策の一環となり、地球環境対策に貢献できる。
- ④更新により機器の品質が回復し、設備の信頼度が向上する。
- ⑤置き換えの互換性が確保できる。
- ⑥運転騒音が低くなる。

旧型変圧器の更新に向けて

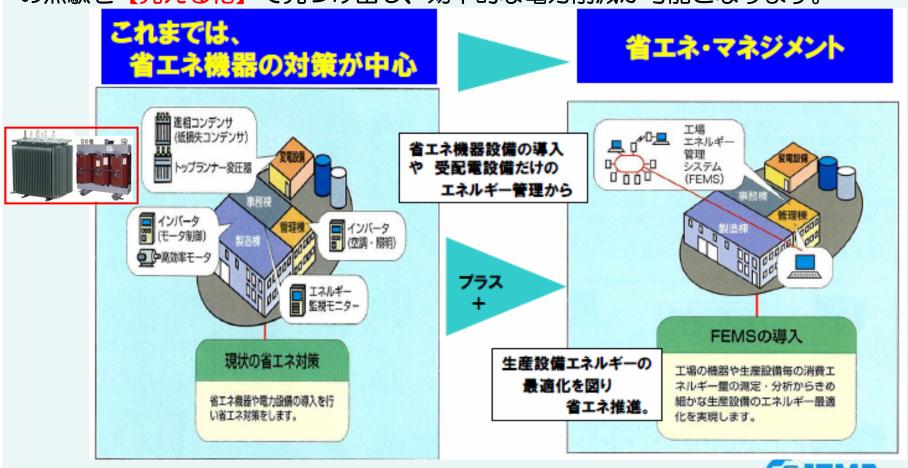
変圧器は長寿命製品から社会的寿命、経済的寿命製品への転換が求められています。



工場エネルギー管理システム(FEMS)導入の考え方

省エネルギーの推進には、設備改善による使用エネルギーの削減または、運用改善によるエネルギー使用の効率改善の2つの手法があります。

現状使用している機械、装置の使用エネルギーをビジアルに表示しエネルギー消費の無駄を【見える化】で見つけ出し、効率的な電力削減が可能となります。



トップランナー変圧器2014への更新推奨

IBJIS品 17万台 現基準品 60万台 (損失指数210%)

(損失指数100%) 前JIS品 240万台 (損失指数147%)

更新時の省エネ効果が高い IBJIS品、前JIS品の割合が 合計81%と大半を占める。

変圧器の稼働台数内訳

信頼性向上



老朽化更新



省工ネ推進



工場エネルギー管理システム (FEMS)の導入

エネルギー使用状況の「見える化」により…

- ・変圧器の適正配置
- ・変圧器の容量見直し





- ・古い変圧器は<mark>絶縁紙等の劣化</mark>も進んでいる ばかりでなく損失が大きい
- ・信頼性と省エネ 双方の見地から

「トップランナー変圧器2014」への更新を推奨



トップランナー変圧器2014への更新推奨

FEMSによる工場内の変圧器稼働状況調査、統廃合事例

更 新 前 50kVA 2台 500kVA 2台 500kVA 2台 更 新 後 750kVA 1台 500kVA 1台 75kVA 1台 現状負荷状況に応じた変圧器の適正配置、容量見直し、 「トップランナー変圧器2014」の導入による電力損失の最小限化

【更新後、基準負荷率における本事例の効果】

- ·電力量低減 28.9MWh/年
- ·電力料金低減 318千円/年、CO₂排出削減量15.9t/年



10. まとめ



普及に向けて:トップランナー変圧器の開発

トップランナー変圧器は、高効率の達成によるCO₂、及び電力料金の低減を目指す一方、低効率の旧品の更新、設置スペースの縮小に対応するコンパクト化も製品開発の課題となります。

この実現の上で高性能材料の採用、加工の高精度化が必要となるため、増加費用が生じますが、使用者の費用対効果は大きく、使用者の理解と共にニーズに合った変圧器の早期の開発が望まれます。

関係各位へのお願い

環境保全の一翼を担うことになるトップランナー変圧器 2014の早期普及は、変圧器が配電設備の一機器であることから、それを扱われる建築・電設・設計・配電盤事業者のご理解とご協力が重要です。変圧器業界は皆様のご意見を賜り、新しい変圧器の開発・製品化に努めます。既設、新規設備化されるユーザーへ環境保全の大切さ・省エネルギー効果を共に訴え、普及促進に協力をお願いします。







E. O. F

ご静聴ありがとうございました

一般社団法人 日本電機工業会

