

参考資料

火力発電の高効率化に向けた 発電効率の基準等について

平成28年2月9日
資源エネルギー庁

現行制度概要

- 省エネ法は、事業者が取り組むべき省エネ措置に関する告示（判断基準）を設定してその達成を求めている。
- 加えて、年間1,500kl以上のエネルギーを使用する事業者に対しては、毎年度、省エネ取組状況について定期報告を行う義務を課し、取組が不十分な場合には、指導、指示、公表、命令、罰則が措置される。
- 判断基準の中で、火力発電に関しては、一般・卸電気事業者に対して一段高い水準の省エネを求めるため、新設発電設備の発電効率基準（新設基準）、既設発電設備の稼働状況に関する基準（ベンチマーク制度※）を設定し、その達成を求めている。

※ベンチマーク制度

同一業種でベンチマーク指標を設定し、上位1～2割の事業者が達成できる水準に目標値を設けた上で、その業種に属する全ての事業者に対して中長期的に目標値の達成を求めていく制度。

	規制対象	規制水準
新設基準	一般・卸電気事業者の新設火力発電設備	汎用機の中で最高水準の発電効率
ベンチマーク制度	一般・卸電気事業者の有する全ての火力発電設備	適切に点検維持することで、性能試験において、当初設計通りの発電効率以上の水準（100.3%以上）を達成すること

今回の改正の全体像

規制対象の改正（全ての発電事業者を対象化）

- 電事法改正によって一般・卸電気事業の区別がなくなることに加え、今般の小売自由化に伴って、売電を主とした発電への新規参入が多く見込まれるため、一般・卸電気事業者に代わり、売電を主として発電を行う電事法上の「発電事業者」を規制対象として、新設基準やベンチマーク制度の目標値の達成を求めていく。

新設火力の高効率化（新設基準の見直し）

- 新設火力に対し、エネルギーミックスを達成するために必要な発電効率の水準（石炭火力はUSC相当など）以上の発電効率を求めていく。

既設火力の高効率化（ベンチマーク制度の見直し）

- 既設火力に対し、エネルギーミックスを達成するために必要な発電効率や電源構成（石炭26%、LNG27%、石油3%で火力合計56%）と整合する発電実績効率の目標値を設定し、老朽化火力の休廃止や稼働減による新陳代謝を促していく。



これらの仕組みにより、発電段階において、エネルギーミックスの達成を支えていく。

新設基準

- エネルギーミックスでは、石炭火力は全体としてUSC相当、LNG火力は全体としてコンバインドサイクル発電相当の水準を目指すとしており、新設発電設備の高効率化のため、燃料種別の新設基準を設定する。
- なお、小規模火力については、大規模火力に比べて発電効率で劣るものの、熱需要を確保しやすくコジェネによって総合効率向上の余地が大きいことなどから、小規模火力を一律に禁止とはせず、コジェネなどの手法によって効率を高めて新設基準をクリアすることで、新設を可能とする。
- 規制対象は、一般・卸電気事業者に代えて、電事法上の全ての発電事業者とする。

燃料種	新設基準 (発電端、HHV)	設定根拠
石炭	42.0%	経済性・信頼性において問題なく商用プラントとして既に運転開始をしているUSCの値を踏まえて設定
LNG	50.5%	経済性・信頼性において問題なく商用プラントとして既に運転開始をしているコンバインドサイクル発電の値を踏まえて設定
石油等	39.0%	最新鋭の石炭等火力発電設備の発電効率

発電効率の算出方法の特例（副生物活用、コジェネ、バイオマス混焼）

- 省エネ法の発電効率に関する各基準が、生産過程の副生物（副生ガス、廃棄物、廃熱等）の発電への活用やコジェネの導入を阻害することのないよう、これらの場合についての効率の算出方法を別途設定する。
- バイオマス混焼については、バイオマス燃料の安定的な使用を求めるため、バイオマス混焼時の発電効率を参考指標として提出し、毎年度の定期報告において、バイオマス燃料の投入比率・原産国、月別実績効率の報告を求める。
- この措置によって、バイオマス混焼を一律に扱うことはせず、高効率かつ安定的なバイオマス混焼を促す。

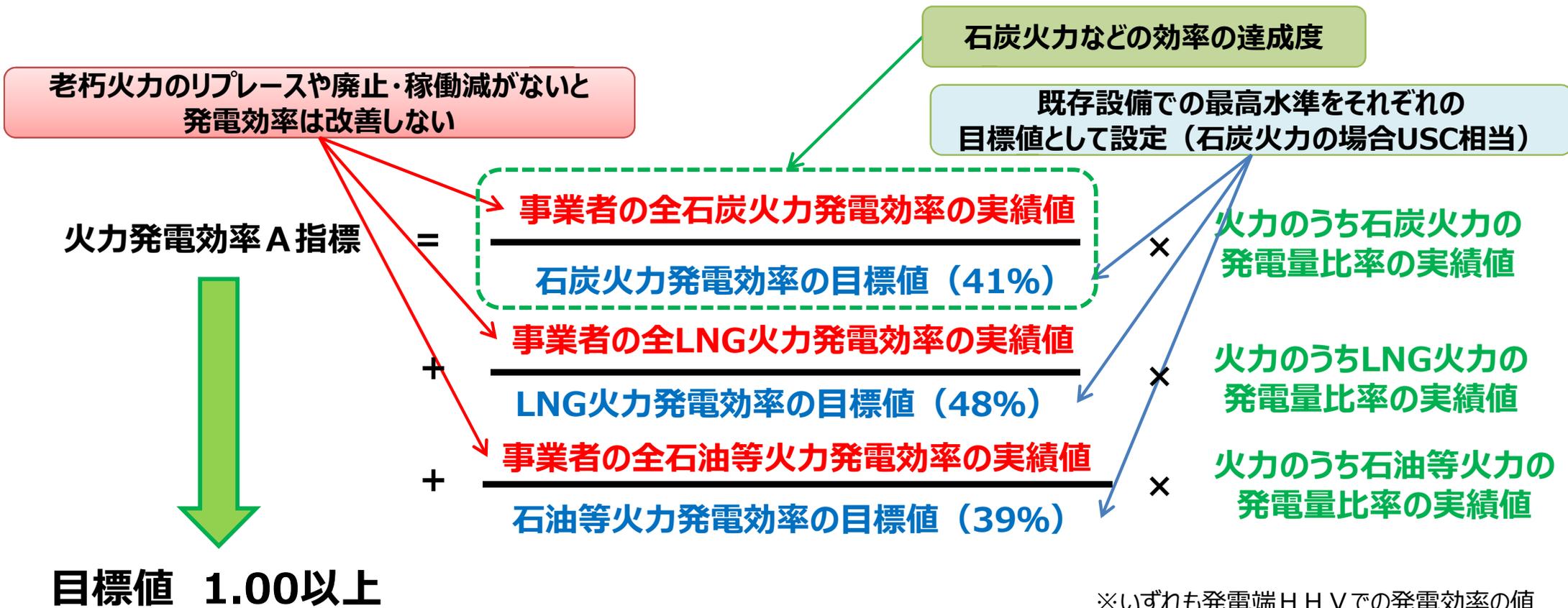
$$\text{副生物を発電に活用する場合の「省エネ法における」効率} = \frac{\text{発電専用設備から得られる電気エネルギー量}}{\text{発電専用設備に投入するエネルギー量} + \text{発電専用設備に投入する副生物のエネルギー量}}$$

$$\text{コジェネを活用する場合の「省エネ法における」効率} = \frac{\text{発電専用設備から得られる電気エネルギー量} + \text{発電専用設備から得られる熱エネルギー量のうち熱として活用されるもの}}{\text{発電専用設備に投入するエネルギー量}}$$

$$\text{バイオマス混焼の「省エネ法における」効率} = \frac{\text{発電専用設備から得られる電気エネルギー量}}{\text{発電専用設備に投入するエネルギー量} + \text{発電専用設備に投入するバイオマス燃料のエネルギー量}}$$

ベンチマーク制度（火力発電効率 A 指標）

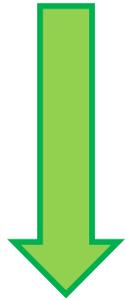
- 新設火力のみならず、既設火力の高効率化を促すため、燃料種毎の発電実績効率の目標値に対する達成度合いをベンチマーク指標とする。
- 事業者は、高効率火力の新設のほか、老朽火力の休廃止や稼働減による新陳代謝によって指標の改善を目指すこととなる。
- 規制対象は、一般・卸電気事業者に代えて、電事法上の全ての発電事業者とする。



ベンチマーク制度（火力発電効率 B 指標）

- 火力発電効率 A 指標は、燃料種毎の発電効率の実績値に関する目標値の「達成率」を指標としたもの。一方で、火力発電の総合的な発電効率そのものについてもベンチマーク指標とする。目標の達成に向けては、より高効率なLNGコンバインドサイクル発電設備、IGCC、コジェネ等の活用による発電効率の向上を行うことが考えられる。
- 目標値の設定にあたっては、以下の考え方に沿って設定する。
 - 燃料種毎の発電効率については、火力発電効率 A 指標と同様に、発電効率実績を踏まえて設定
 - 燃料種毎の発電量比率については、エネルギーミックスを勘案し、いずれの燃料種も過大／過小な比率を前提とした目標値とならないよう、エネルギーミックスにおいて実現を目指す望ましい電源構成（全体の電源構成において、石炭26%、LNG27%、石油3%で火力合計で56%）に沿って設定

$$\begin{aligned}
 \text{火力発電効率 B 指標} &= \text{事業者の全石炭火力発電効率の実績値} \times \text{火力のうち石炭火力の発電量比率の実績値} \\
 &+ \text{事業者の全LNG火力発電効率の実績値} \times \text{火力のうちLNG火力の発電量比率の実績値} \\
 &+ \text{事業者の全石油等火力発電効率の実績値} \times \text{火力のうち石油等火力の発電量比率の実績値}
 \end{aligned}$$



目標値 44.3%以上

算出根拠

$$\begin{aligned}
 &\text{石炭火力発電効率の目標値 (41\%)} \times \text{火力56\%のうち石炭火力26\%} \\
 &+ \text{LNG火力発電効率の目標値 (48\%)} \times \text{火力56\%のうちLNG火力27\%} \\
 &+ \text{石油等火力発電効率の目標値 (39\%)} \times \text{火力56\%のうち石油等火力3\%}
 \end{aligned}$$

エネルギーミックスと整合的な既存設備での最高水準の運転時効率をそれぞれの目標値として設定（石炭火力の場合USC相当）

エネルギーミックスにおいて実現を目指す望ましい電源構成（全体の電源構成において、石炭26%、LNG27%、石油3%で火力合計で56%）

高効率な火力発電の導入による発電効率の向上等について

- ① 火力発電については、高効率な火力発電設備の新增設が進まず、効率の悪い老朽火力の休廃止や稼働減が進まない場合、火力発電の全体的な発電効率の向上が進まない。この場合、エネルギーミックスと統合的な2030年度の原単位目標（0.37kg-CO₂/kWh）を達成出来ない。
- ② エネルギーミックスの設定の前提として、再エネの導入増により石炭火力についても稼働率の低下が見込まれており、石炭火力の利用率が現状より低下することによって、発電効率についても1%の低下を見込まれている。
- ③ 高効率な火力発電設備の新增設が進まないことにより、効率の悪い老朽火力の稼働が維持される場合には、石炭火力の発電効率の低下により、2030年度のCO₂排出係数は0.01kg-CO₂/kWh程度悪化することが想定される。

	石炭効率	CO ₂ 排出係数	エネルギーミックスにおける石炭の発電電力量（2,810億kWh）を焚くことで発生するCO ₂ 排出量
高効率な火力発電設備の新增設が進まないことにより、効率の悪い老朽火力の稼働が維持される場合	39.6% <small>(40.6%-1.0%) 現状</small>	0.814 kg-CO ₂ /kWh	2.29億t-CO ₂
エネルギーミックスの想定	41%	0.786 kg-CO ₂ /kWh	2.21 億t-CO ₂

} 800万t-CO₂の増加

$$\frac{800 \text{万 t} - \text{CO}_2}{2030 \text{年度の電力需要想定値 } 9,808 \text{億kWh}} = 0.01 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh}$$

高効率な火力発電設備の新增設が進まないことにより、効率の悪い老朽火力の稼働が維持される場合、電力業界全体のCO₂排出係数は0.01kg-CO₂/kWh程度の悪化し、0.38kg-CO₂/kWh程度となる。

參考資料

電気事業者の自主的な火力効率化の枠組と支える仕組み

①電力の自主的な枠組みの強化を、②省エネ法と③高度化法などによる措置で支え、「実効性」と「透明性」を確保。

排出係数0.37kg-CO₂/kWh(2030年度)の達成を実現

①【電気事業者の自主的な枠組】

0.37kg-CO₂/kWh(2030年度)というエネルギーミックスと統合的な目標を設定（販売電力の99%超をカバー）

新たなフォローアップの仕組みの創設

「電気事業低炭素社会協議会」を創設 → 個社の実施状況を毎年確認し、必要に応じ見直し。

②【支える仕組み】（発電段階）

○省エネ法によるルール整備

- ・発電事業者に火力発電の高効率化を求める
 - 新設時の設備単位での効率基準を設定（石炭:USC並, LNG:コンバインドサイクル並）
 - 既設含めた事業者単位の効率基準を設定（エネルギーミックスと統合的な発電効率）

③【支える仕組み】（小売段階）

○高度化法によるルール整備

- ・小売事業者に低炭素な電源の調達を求める
 - 全小売事業者
 - 2030年度に非化石電源44%（省エネ法とあわせて0.37kg-CO₂/kWh相当）
 - 非化石電源比率に加え、CO₂も報告対象に含める
 - 共同での目標達成

実績を踏まえ、経産大臣が、指導・助言、勧告・命令。[実効性と透明性を確保]

【支える仕組み】（市場設計）

自由化と統合的なエネルギー市場設計：小売営業ガイドライン等

火力発電所の新增設

○火力発電所の新設計画にはLNG火力も多数あり、石炭火力に偏ったものではない。

<参考：2013年度以降の新設火力（計画含む）>

高効率石炭火力（USC）：1,500万kW程度

次世代高効率火力（IGCC）：125万kW

小規模石炭火力15件程度と想定すると、150万kW程度

高効率LNG火力（GTCC）：2,900万kW程度

石炭
1,775万kW程度

LNG
2,900万kW程度

【2014年度 燃料種ごとの火力設備容量】

石炭火力：約4,100万kW LNG火力：約6,900万kW 石油等火力：約4,600万kW

石炭火力

技術方式	設備容量	導入本格化時期
Sub-C (亜臨界圧)	約900万kW	1960年代～
SC (超臨界圧)	約1,700万kW	1980年代～
USC (超々臨界圧)	約1,600万kW	1995年頃～

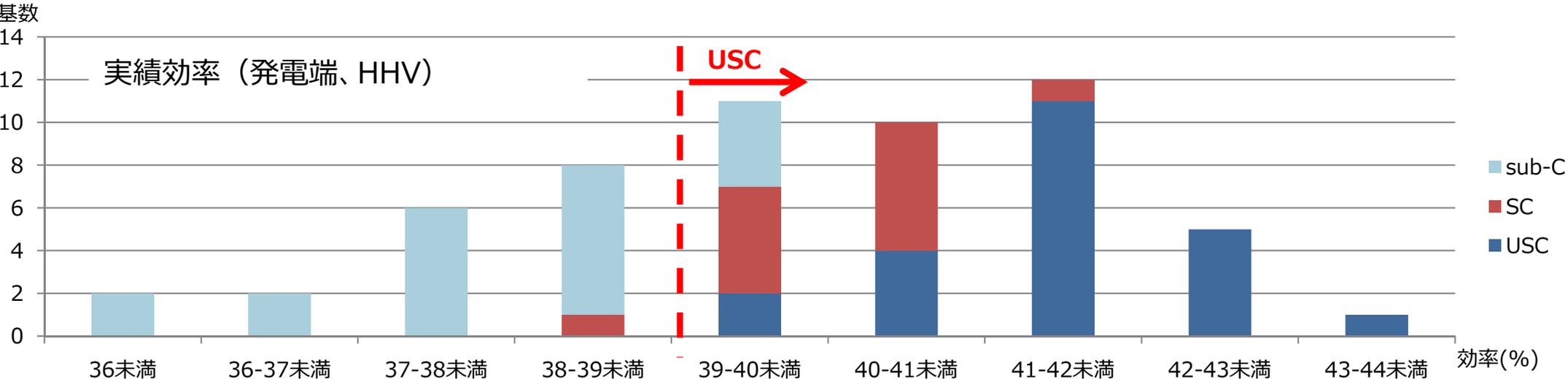
LNG火力

技術方式	設備容量	導入本格化時期
従来型	約2,500万kW	1970年代～
コンバインドサイクル (GTCC)	約4,500万kW	1980年代～

注 一般・卸電気事業者及び卸供給事業者の合計。設備容量は2015年3月時点。

出典：電源開発の概要等から作成

既設火力発電所の発電効率について（石炭火力）



発電方式	発電電力量	設計効率	実績効率	低下幅 (設計→実績)	設備利用率
USC	1,346億kWh	42.56%	41.52%	▲1.04%	84.31%
SC	623億kWh	41.27%	39.89%	▲1.38%	84.15%
Sub-C	270億kWh	39.14%	37.70%	▲1.44%	69.62%
全体	2,238億kWh	41.79%	40.60%	▲1.19%	78.43%

(注1) 発電効率は発電端、HHV (注2) 実績効率は2014年度実績
 (注3) 発電効率の計算は発電電力量による加重平均

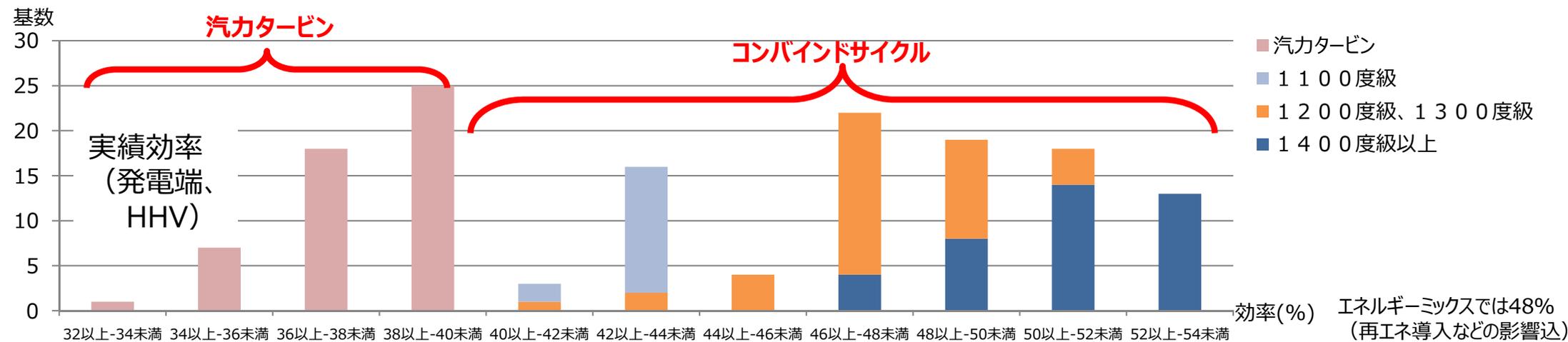
BATの参考表における設計効率に低下幅を考慮すると以下のとおり（例示：BATの(A)）

90～110万kW級	USC	43%	低下幅	41.8%
70万kW級	USC	42.5%	(▲1.19%)	41.3%
60万kW級	USC	42%	反映	40.8%
50万kW級	SC	42.5%		41.3%
20万kW級	Sub-C	41%		39.9%

火力発電効率のベンチマーク指標①②
 に用いる石炭火力発電効率の目標値は
 41%とすることが考えられる。

エネルギーミックスでは41%
 (再エネ導入などの影響込)

既設火力発電所の発電効率について (LNG火力)



発電方式	発電電力量	設計効率	実績効率	低下幅 (設計→実績)	設備利用率
コンバインド (1,400度級以上)	1,250億kWh	51.71%	50.97%	▲0.74%	79.77%
コンバインド (1,300度級)	764億kWh	49.14%	47.89%	▲1.25%	81.74%
コンバインド (1,200度級)	590億kWh	48.63%	47.46%	▲1.17%	62.78%
コンバインド (1,100度級)	166億kWh	42.74%	42.46%	▲0.28%	75.08%
シングルタービン (汽力)	1,243億kWh	39.77%	38.31%	▲1.46%	47.61%
全体平均	4,013億kWh	46.70%	45.60%	▲1.10%	67.39%

(注1) 発電効率は発電端、HHV (注2) 実績効率は2014年度実績 (注3) 発電効率の計算は発電電力量による加重平均

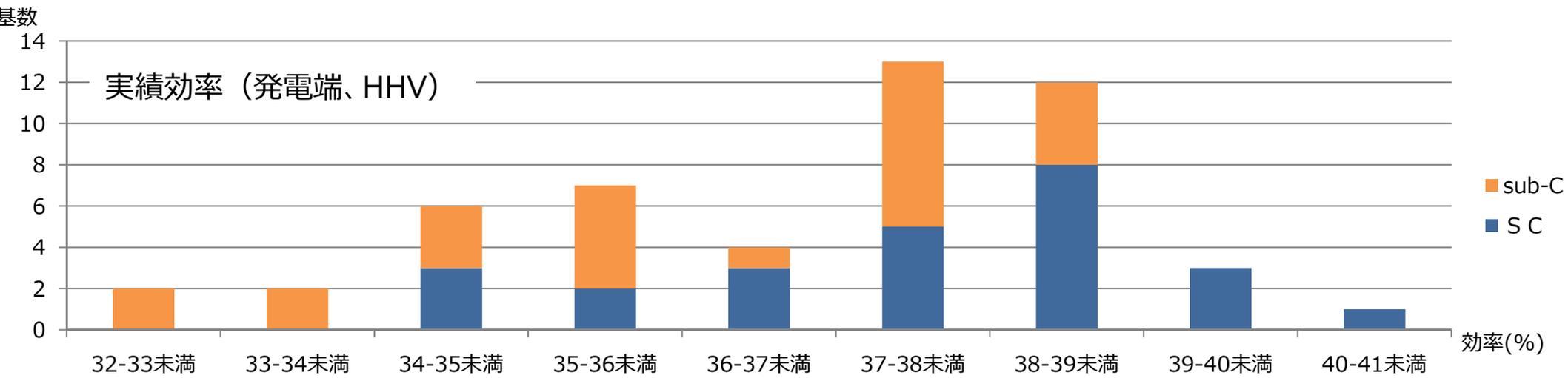
BATの参考表における設計効率に低下幅を考慮すると以下のとおり (例示：BATの(A)の東日本範囲)

発電容量	発電方式	設計効率	低下幅	実績効率
80万kW級	1,450度級多軸型	50.5%	(▲1.10%)	49.40%
50万kW級	1,500度級一軸型	53%	反映	51.90%
40万kW級	1,400度級一軸型	52%	反映	50.90%

火力発電効率のベンチマーク指標①②に用いるLNG火力発電効率の目標値は48%とすることが考えられる。

※震災後、LNG火力の設備利用率が上昇しており、結果として低下幅が小さくなっている可能性あり

既設火力発電所の発電効率について（石油等火力）



発電方式	発電電力量	設計効率	実績効率	低下幅 (設計→実績)	設備利用率
SC	513億kWh	40.26%	38.29%	▲1.97%	27.93%
Sub-C	177億kWh	39.60%	37.25%	▲2.35%	25.23%
全体 (発電電力量による 加重平均)	690億kWh	40.09%	38.02%	▲2.07%	26.84%

(注1) 発電効率は発電端、HHV (注2) 実績効率は2014年度実績
 (注3) 発電効率の計算は発電電力量による加重平均

火力発電効率のベンチマーク指標①②
 に用いる石油等火力発電効率の目標値は
 39%とすることが考えられる。

※BATの参考表には石油等火力に関する発電効率はない

エネルギーミックスにおける発電効率との比較

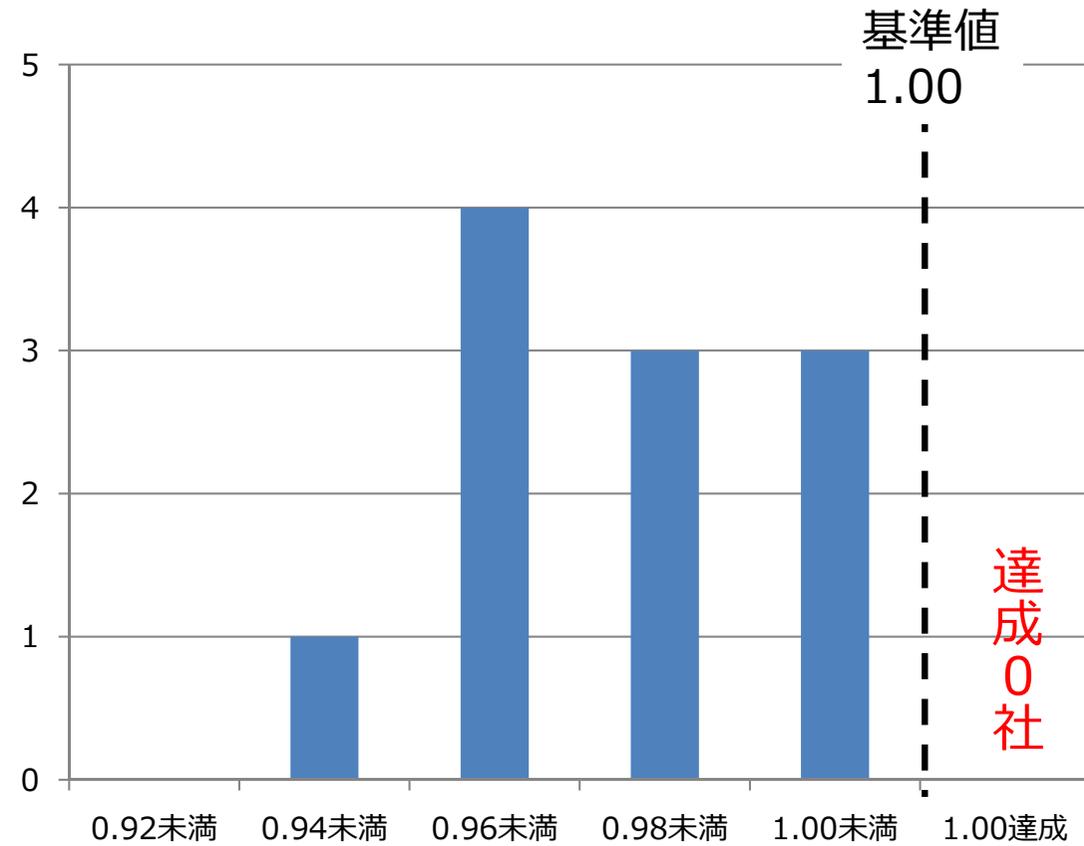
	エネルギーミックス	火力発電効率の ベンチマーク指標①②における 各電源の目標値
	発電効率 (運転時)	発電効率 (運転時)
石炭火力	41%	41%
LNG火力	48%	48%
石油等火力	39%※	39%

(いずれもHHV、発電端)

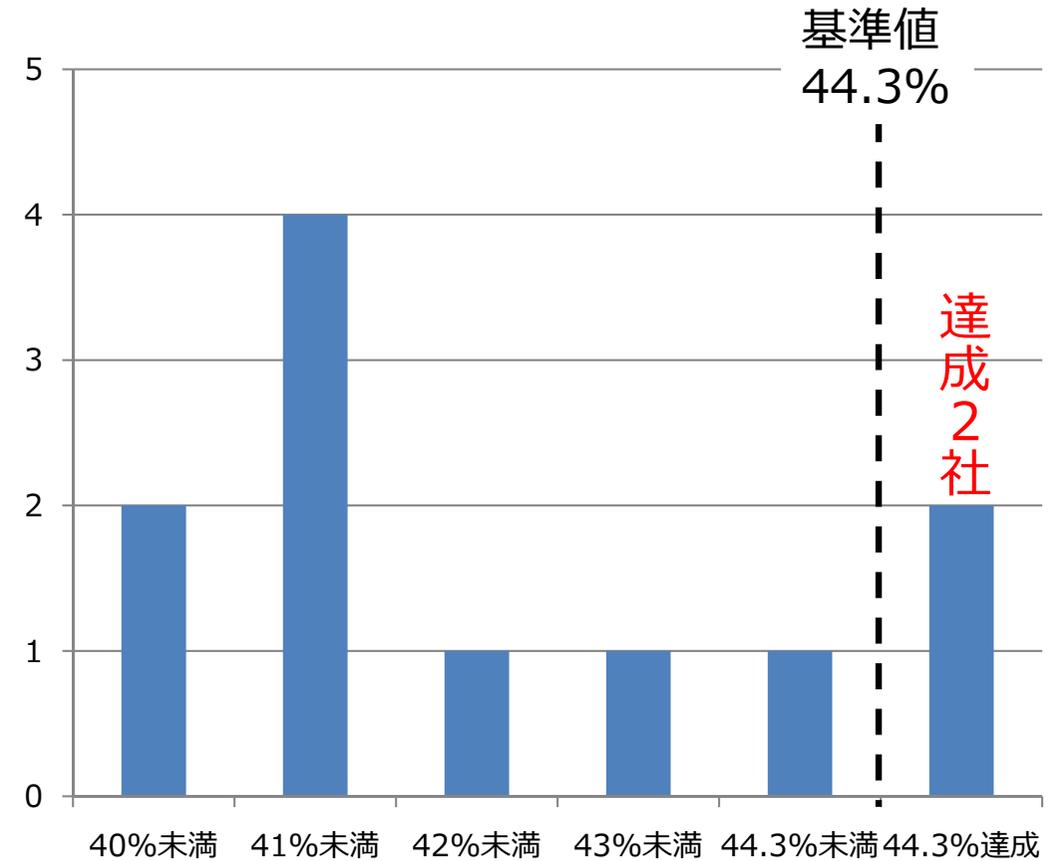
※石油等については緊急時の対応としての役割で運転時ではなく設計時

(参考) 事務局案を採用した場合の現状 (10電力+電発)

火力発電効率のベンチマーク指標①

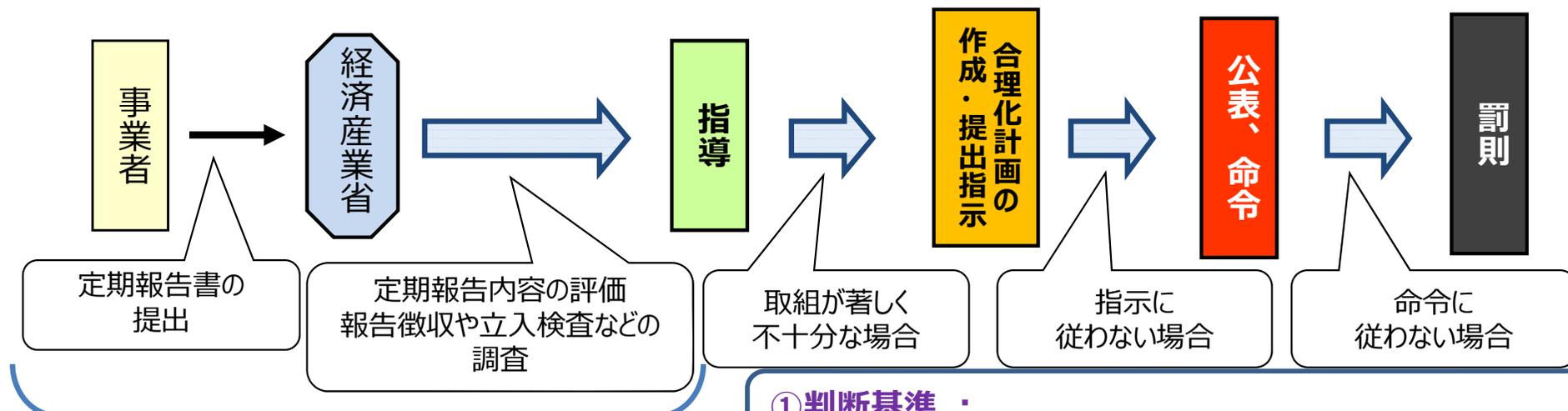


火力発電効率のベンチマーク指標②



(参考：現行制度) 省エネ取組の評価方法について

- 年間1,500kl以上のエネルギーを使用する事業者は、毎年定期報告書を提出する義務がある。
- 定期報告書の内容に基づき、エネルギーの使用の合理化の状況に問題のある事業者に対して、省エネの観点から指導等を実施。



<定期報告での評価項目>

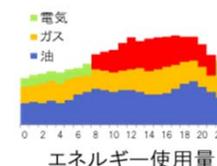
- 省エネ措置の取組状況
- エネルギー消費原単位の推移
- ベンチマーク指標の状況

①判断基準：

事業者の管理体制や個別機器の管理方法に関する遵守事項を、判断基準（告示）で規定。

②エネルギー消費原単位：年平均1%以上低減

エネルギー消費原単位 =



生産数量等
(エネルギーの使用量に
密接な関係のある値)

③ベンチマーク指標と目指すべき水準：

現在の設定業種：鉄鋼、電力、セメント、紙、石油精製、化学
目指すべき水準：各業界で最も優れた事業者（1～2割）が満たす水準

(参考：現行制度) 発電設備に関する判断基準

工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（抜粋）

① 発電専用設備の管理

ア. 発電専用設備にあつては、高効率の運転を維持できるような管理基準を設定して運転の管理をすること。また、複数の発電専用設備の並列運転に際しては、個々の機器の特性を考慮の上、負荷の増減に応じて適切な配分がなされるように管理基準を設定し、総合的な効率の向上を図ること。

イ. 火力発電所の運用に当たって蒸気タービンの部分負荷における減圧運転が可能な場合には、最適化について管理基準を設定して行うこと。

② 発電専用設備に関する計測及び記録

発電専用設備については、総合的な効率の計測及び記録に関する管理基準を設定し、これに基づき定期的に計測を行い、その結果を記録すること。

③ 発電専用設備の保守及び点検

発電専用設備を利用する場合には、総合的な効率を高い状態に維持するように保守及び点検に関する管理基準を設定し、これに基づき定期的に保守及び点検を行うこと。

④ 発電専用設備の新設に当たっての措置

ア. 発電専用設備を新設する場合には、電力の需要実績と将来の動向について十分検討を行い、適正規模の設備容量のものとすること。

イ. 発電専用設備を新設する場合には、国内の火力発電専用設備の平均的な受電端発電効率と比較し、年間で著しくこれを下回らないものとすること。

この際、別表6に掲げる電力供給業（※）に使用する発電専用設備を新設する場合には、汎用機の中で最高水準の発電端効率のものとすること。

事業者全体で、原油換算で年間1,500kl以上消費



特定事業者として指定

- 毎年度、判断基準の遵守状況について定期報告義務
- 判断基準に照らして著しく不十分な場合には、指示・命令措置

判断基準（工場関連）の概要

燃烧設備、発電専用設備など設備について、それぞれ以下の事項に関する事項を規定

- 管理
 - 計測及び記録
 - 保守及び点検
 - 新設にあつての措置
- 発電専用設備の新設に当たっては、国内火力発電設備の平均的な受電端効率と比較して、著しく下回らないことを求めている。



さらに、
一般・卸電気事業の場合

- 発電専用設備の新設に当たつての措置において、「汎用機の中で最高水準の発電端効率のものとする」が追加で求められる。

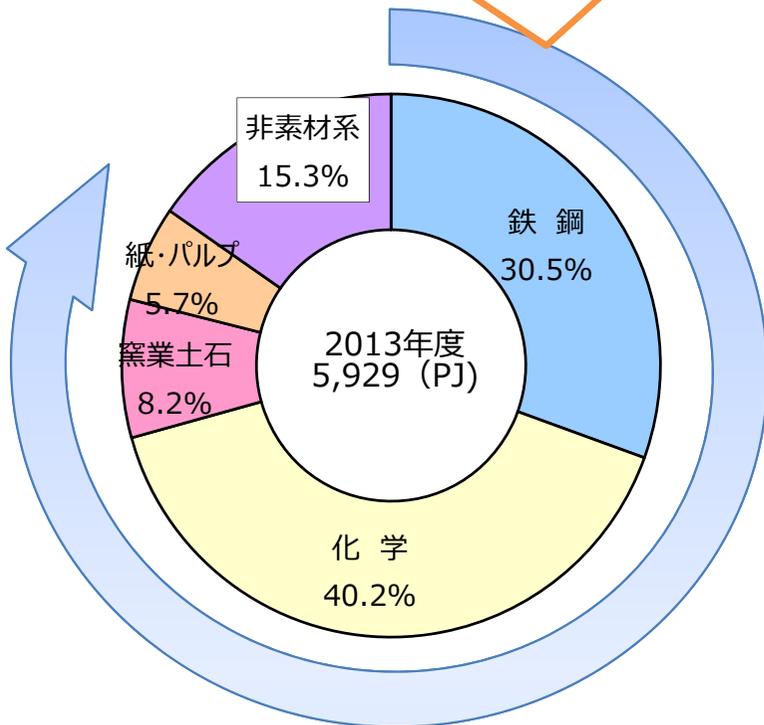
※電気事業法第2条第1項第一号に定める一般電気事業又は同項第三号に定める卸電気事業のうち、エネルギーの使用の合理化等に関する法律第2条第1項の電気を供給する事業

(参考：現行制度) ベンチマーク制度の概要

- ベンチマーク制度とは、事業者の省エネ状況を絶対値で評価する指標（ベンチマーク指標）を定めることで、事業者の省エネ取組をより公平に評価する制度であり、エネルギー消費原単位とは別の評価軸から事業者の評価を行うもの。
- 「目指すべき水準（各業界での上位事業者（1～2割）が満たす水準）」を設定し、これを満たす事業者は省エネ優良事業者として、定期報告上でプラス評価を行う。

産業部門のベンチマーク指標（2008～2009年に制定）

製造業の約8割をカバー



6業種10分野で設定

ベンチマーク指標		目指すべき水準
(1) 高炉による製鉄業	粗鋼量当たりのエネルギー使用量	0.531kℓ/t以下
(2) 電炉による普通鋼製造業	上工程の原単位(粗鋼量当たりのエネルギー使用量)と下工程の原単位(圧延量当たりのエネルギー使用量)の和	0.143kℓ/t以下
(3) 電炉による特殊鋼製造業	上工程の原単位(粗鋼量当たりのエネルギー使用量)と下工程の原単位(出荷量当たりのエネルギー使用量)の和	0.36kℓ/t以下
(4) 電力供給業	①定格出力における発電端熱効率を設計効率により標準化した値 ②火力発電熱効率	①100.3%以上 ②—
(5) セメント製造業	原料工程、焼成工程、仕上げ工程、出荷工程等それぞれの工程における生産量(出荷量)当たりのエネルギー使用量の和	3,891MJ/t以下
(6) 洋紙製造業	洋紙製造工程の洋紙生産量当たりのエネルギー使用量	8,532MJ/t以下
(7) 板紙製造業	板紙製造工程の板紙生産量当たりのエネルギー使用量	4,944MJ/t以下
(8) 石油精製業	石油精製工程の標準エネルギー使用量(当該工程に含まれる装置ごとの通油量に適切であると認められる係数を乗じた値の和)当たりのエネルギー使用量	0.876以下
(9) 石油化学系基礎製品製造業	エチレン等製造設備におけるエチレン等の生産量当たりのエネルギー使用量	11.9GJ/t以下
(10) ソーダ工業	電解工程の電解槽払出カセイソーダ重量当たりのエネルギー使用量と濃縮工程の液体カセイソーダ重量当たりの蒸気使用熱量の和	3.45GJ/t以下

(参考：現行制度) 電気供給業のベンチマーク制度

事業	ベンチマーク指標	目指すべき水準
電力供給業 (電気事業法第2条第1項第一号に定める 一般電気事業 又は同項第三号に定める 卸電気事業者 のうち、エネルギーの使用の合理化等に関する法律第2条第1項の電気を供する事業)	熱効率標準化指標 当該事業を行っている工場の火力発電設備(低稼働のもの等を除く。)における定格出力の性能試験により得られた発電端熱効率を定格出力の設計効率で除した値を各工場の定格出力によって加重平均した値	100.3%以上
	火力発電熱効率 当該事業を行っている工場の火力発電設備における発電端電力量の合計値を、その合計値を発生させるのに要した燃料の保有発熱量(高位発熱量)で除した値	未設定

目指すべき水準達成率の推移

		H21 FY	H22 FY	H23 FY	H24 FY
電力供給業	報告事業者数	11	11	11	11
	達成事業者数	3	3	2	2

補足説明

$$\text{熱効率標準化指標} = \frac{\text{定格出力の性能試験における発電端熱効率}}{\text{定格出力の設計効率}} \times 100 (\%)$$

- ※ 1 事業者全体の値は、各発電設備の定格出力で加重平均(ただし、離島における発電設備及び年間発電時間が1,000時間未満の発電設備を除く。)
- ※ 2 「定格出力の性能試験」とは、JIS等の規格を参考に実施した試験。
- ※ 3 「発電端熱効率」とは、発電設備での発電量を、その発電に要した燃料の保有発熱量(高位発熱量)で除した値。
- ※ 4 「設計効率」とは、発電設備設計時の発電端熱効率。

(参考)自動車燃費に例えると

	自動車燃費
定格出力での熱効率	60km/h定地燃費
火力熱効率	実走行燃費 (高速、都市内などの使用場所、運転の仕方他により燃費に違いあり)

出典：総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会
第3回工場等判断基準小委員会(平成20年度)

ベンチマーク指標(平均値)の推移

