

個別論点の更なる検討について

2020年12月25日

資源エネルギー庁

1. 本日まで議論いただきたいこと

2. 詳細設計①目標の在り方

3. 詳細設計②高効率化に向けた取組の評価

4. 詳細設計③自家発自家消費の扱い

本日も議論いただきたいこと

- 第4回WG（10/16）では、これまでいただいた御意見や事業者ヒアリングの結果等を踏まえて、以下のような個別論点について、今後の検討に当たっての基本的方向性の整理をしたところ。
 - A. 対象電源**
 - ① 非効率の定義
 - ② 高効率化に向けた取組の評価（補正措置）
 - ③ 自家発自家消費の扱い
 - B. 目標の在り方**
 - ④ 目標の位置づけ・水準、執行の在り方
 - C. その他**
 - ⑤ フェードアウトに関する計画の策定 ※電力・ガス基本政策小委において議論。
 - ⑥ 容量市場等における誘導措置の検討 ※制度検討作業部会において議論。
- 各論点の詳細検討として、前回WG（11/16）では、②高効率化に向けた取組の評価（補正措置）、③自家発自家消費の扱い、④目標の位置づけ・水準、執行の在り方について、ご議論をいただいた。
- 今回は、「②高効率化に向けた取組の評価（補正措置）」として調整力補正の設計、「④目標の位置づけ・水準、執行の在り方について」として具体的な目標水準の設定について、御議論をいただきたい。

【参考】これまでの議論を踏まえた今後の検討事項

<基本的考え方>

- 省エネ法における規制的措置と容量市場等における誘導措置はパッケージとして一体で検討を進める。
- 競争環境を損なわないよう、同一の事業形態には同一の規制を適用する。
- 規制的措置全体として、事業形態や事業規模に応じて強度に差異を設ける。

A. 対象電源

- 政策目的を踏まえた「非効率」石炭火力の定義
- 発電効率の算定におけるバイオマス等混焼や熱利用、調整運転・新技術等の扱い
- 自家発自家消費の扱い

B. 目標の在り方

- 火力全体ではなく、石炭火力限定の新たな指標の策定
- 省エネ法の目標の位置づけと目標水準、目標達成に向けた執行の在り方

C. その他

- 一定の石炭火力発電事業者に対するフェードアウトに関する計画の策定
- 容量市場等における非効率石炭火力への誘導措置の検討

※諸外国の政策については、調査・整理でき次第提示し、議論の参考としていただくこととする。

【参考】規制措置の検討の基本的方向性

A. 対象電源

- 「非効率」石炭火力の定義：
⇒再エネ導入拡大に伴う石炭火力の出力抑制による発電効率の低下等の事情に配慮しつつ、**発電効率実績を指標とすることを基本として**検討。
- 発電効率の算定措置：
⇒**バイオマス混焼・副生物混焼や熱利用は現行の算定方法を維持**。また、新たに**アンモニア混焼・水素混焼の補正措置を創設**。調整力稼働による発電効率低下の扱いは**継続検討**。
- 自家発自家消費の扱い：
⇒**エネルギー多消費事業者として、現行の製造プロセス全体での省エネ目標達成の中で高効率化を進めつつ、更なる措置として定期報告書で自家発電設備の発電効率を報告**。

B. 目標の在り方

- 新たな指標の策定：
⇒火力全体の指標（A指標・B指標）だけでなく、**石炭火力のみを対象にした新たな指標を創設**。
- 目標の位置づけと目標水準、目標達成に向けた執行の在り方：
⇒新指標は**事業者単位のベンチマーク指標**とし、**目標達成者を毎年公表**。**誘導措置等の他の場での議論の進捗等を踏まえつつ**、効果的な目標水準等について継続検討。

C. その他

- 一定の石炭火力発電事業者に対するフェードアウトに関する計画の策定：
⇒**電力・ガス基本政策小委で議論しつつ、関係する他審議会に進捗を報告**。
- 容量市場等における非効率石炭火力への誘導措置の検討：
⇒**電力・ガス基本政策小委制度検討作業部会で議論しつつ、関係する他審議会に進捗を報告**。

1. 本日はご議論いただきたいこと

2. 詳細設計①目標の在り方

3. 詳細設計②高効率化に向けた取組の評価

4. 詳細設計③自家発自家消費の扱い

本日も議論いただきたいこと

- 新たな石炭火力指標について、これまでのWGにおいて、現行の火力発電効率のベンチマーク目標は火力発電設備全体（石炭、LNG、石油）の目標であり、石炭火力単体での目標達成の実効性が担保されているものではないため、石炭火力のみを対象に新たな指標を作成することを基本に検討してきた。
- また、省エネ法は、エネルギーを使用する者に対して、一定の自主性を与えて努力を促してきたことを踏まえ、これまでの火力発電効率に係る規制と同様、事業者単位のベンチマーク目標を設定することで、高効率化に向けた創意工夫や技術開発を促していくことを基本とすることについて整理したところ。
- 本日は新たな石炭火力指標の目標水準の考え方について御議論いただきたい。

【参考】第5回WGまでの御意見（目標の在り方）

＜目標水準＞

- 事業者単位で目標を設定する場合、高い水準を掲げることができ、事業者の創意工夫を促す制度とできるのではないか。
- 目標の位置付けについて、水準によって変わると思うが、事業者への裕度を見て、一定の柔軟性を与えることには賛成。事業者単位で目標を定める手段を取る場合は、現状から格段に発電効率を上げていくような水準の設定をお願いしたい。
- 省エネ法の火力発電効率のベンチマーク目標を引き上げたうえで、自主的な取組を実施していくという考え方を支持したい。目標については、高い方をベンチマーク目標に置き、新たに必達目標を置くという考え方もあるかと思ったが、省エネ法のトップランナーを評価するという根本原理にはなじまない。必達目標にすると、目標達成が目的化するため、発電効率を引き上げていくという点では課題がある。
- 目標水準の検討に当たっては、具体的なシミュレーションを通して実現可能なのかという絵姿をイメージできる形で進めていく必要がある。
- 省エネ法の火力発電効率のベンチマーク目標の設定について、既に5割弱が達成している状況では、目標を引き上げるべき。ベンチマーク目標を引き上げたうえで、新たに必達目標を入れることは出来ないのか。
- どのような水準で設定してくるかで手法の効果は変わってくるが、非常に発電効率が悪いものが残ることが懸念。少なくとも設備単位で最低水準を作ることも案の一つではないか。効率改善のインセンティブを働かせる効果が期待できる。

【参考】石炭火力のみをターゲットにした新たな指標作成について

- 現行の火力発電効率のベンチマーク目標は火力発電設備全体（石炭、LNG、石油）の目標であるため、石炭、LNG、石油それぞれの火力発電を所有する事業者は、石炭以外の燃料による火力発電が高効率であれば、ベンチマークを達成することができる。したがって、石炭火力のみによる目標達成の実効性が担保されているものではない。
- 今般の政策目的である「非効率石炭火力のフェードアウト」を目指すためには、石炭火力のみを対象に新たな指標を作成することを基本としつつ、具体的な目標の位置づけや水準、担保措置については、引き続き検討してはどうか。

石炭目標を達成せずとも、A・B指標を達成している例

	石炭	LNG	石油等
目標値	41%	48%	39%
発電効率実績	40.6%	49.1%	33.6%
火力発電量に占める発電量比率	28.1%	71.9%	0.1%

【A指標】

$$\frac{40.6}{41} \times 28.1\% + \frac{49.1}{48} \times 71.9\% + \frac{33.6}{39} \times 0.1\% = 1.01$$

【B指標】

$$40.6 \times 28.1\% + 49.1 \times 71.9\% + 33.6 \times 0.1\% = 46.75\%$$

A・B指標
共に達成

新たな火力指標（イメージ図）

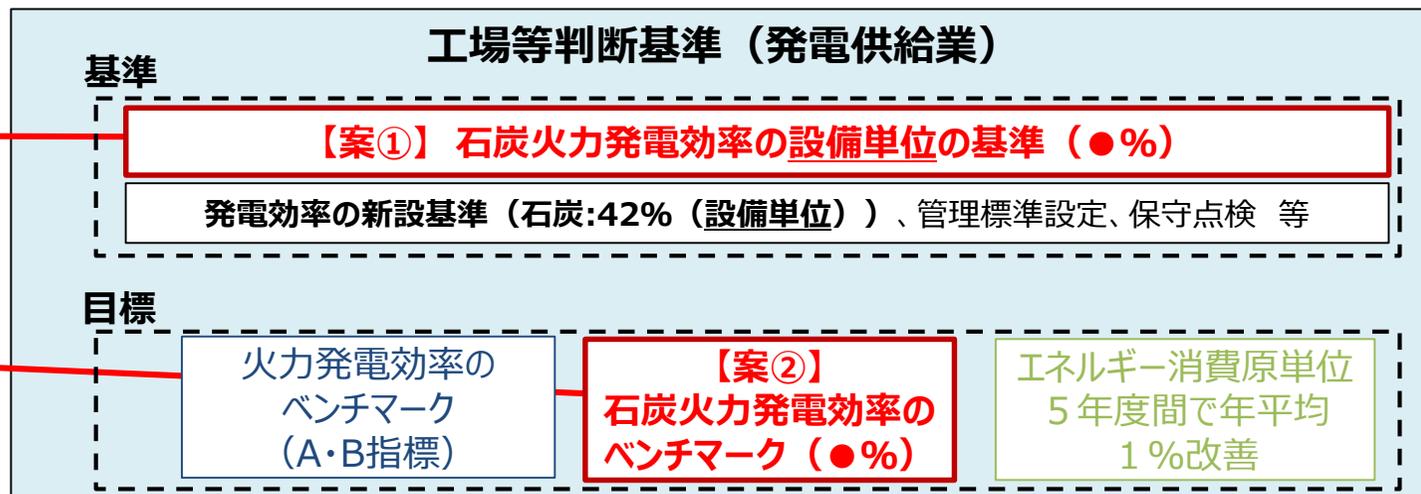


【参考】省エネ法における石炭火力発電に対する規制手法

- 省エネ法において新たに設ける石炭火力発電に対する規制手法としては、**各事業者に対して、設備単位で発電効率を定める手法【案①】**と**事業者単位で発電効率を定める手法【案②】**の2つがある。
- **発電効率の新設基準と同様、設備単位で基準**を設ける場合には、対象となる**各設備は一律で基準を満たす**必要がある。この場合、2030年に向けて非効率石炭火力のフェードアウトをしていく上では、地域の実情等を踏まえて、事業者は休廃止だけでなく稼働抑制等も選択肢として取り得る中で、**各設備一律の基準が設定**されることにより、**事業者の取り得る選択肢が限定的になる可能性がある**。
- 他方、省エネ法は、**エネルギーを使用する者に対して、一定の自主性を与えて努力を促してきたこと**を踏まえると、新たに設ける**石炭火力発電への規制的措置**としては、これまでの**火力発電効率に係る規制と同様、事業者単位で高効率化に向けた創意工夫や技術開発を促していくことを基本**として検討してはどうか。
- また、**達成事業者を公表**するとともに、**発電効率が目指すべき水準に照らして低い場合等**には、**指導・助言等**を行うことで**実効性を担保**することとしてはどうか。

石炭火力発電設備について、設備単位で発電効率の「基準」を設ける。
→**設備単位の基準**となるため、事業者の裕度が限定的になり、結果として低い基準になる可能性がある。

石炭火力保有事業者に対し、火力発電ベンチマーク **(A・B指標)** 効率のとは**別途**、石炭火力発電効率のベンチマークを設ける。
→**事業者単位の基準**で事業者の自主的努力を促す中で、高効率化を図る。



新たな石炭火力指標の目標水準の考え方

- 石炭火力保有事業者に対し、火力発電ベンチマーク（A・B指標）効率とは別途、**事業者単位の石炭火力発電効率基準（石炭ベンチマーク）**を設けることとした。
- ベンチマーク目標の水準の考え方については、**事業者が中長期的に目指すべき高い水準**であり、設定にあたっては以下のような観点を踏まえるべきと整理されている。
 - ① **最良かつ導入可能な技術を採用した際に得られる水準**
 - ② 国内事業者の分布において、**上位1～2割となる事業者が満たす水準**
 - ③ **国際的にみても高い水準**
- 今回、**新たに設定する目標水準についても、この考え方を基本として検討**する。

<令和2年 工場等判断基準WG中間とりまとめ（抜粋・一部加工）>

<ベンチマーク目標の水準について>

ベンチマーク目標は、事業者が中長期的に目指すべき高い水準であり、設定にあたっては以下のような観点を踏まえるべきである。

- **最良かつ導入可能な技術を採用した際に得られる水準**
- 国内事業者の分布において、**上位1～2割となる事業者が満たす水準**
- **国際的にみても高い水準**

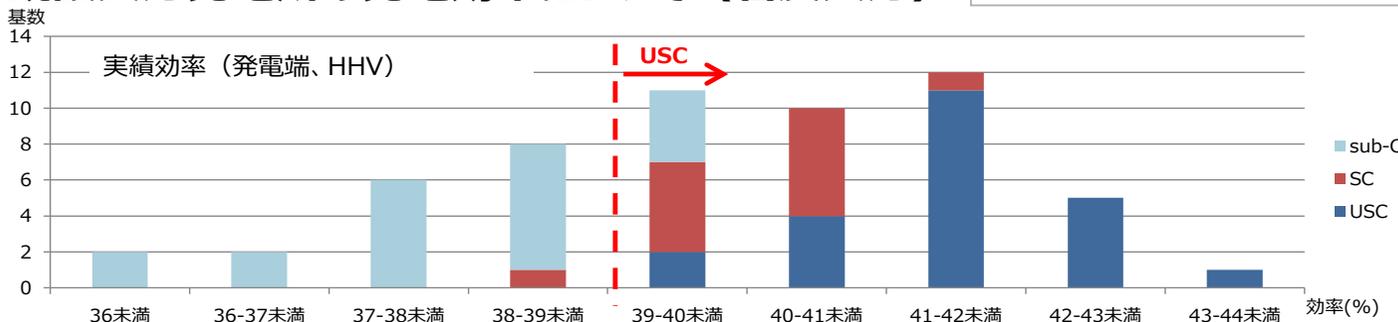
ベンチマーク目標はもともと**上位1～2割が達成できる水準として導入されたものであるが、目標年度までに多くの事業者が目標達成した場合などは、目標値が「事業者が目指すべき高い水準」とみなせない状況**だといえる。この場合の対応として、業種内で過半の事業者がベンチマーク目標を達成した場合や、目標年度が近づいた場合等には、**新たな目標値及び新たな目標年度を検討するべき**である。

【参考】現行のA,B指標における石炭火力の発電効率目標の考え方

- 平成27年度省エネ小委火力発電に係る判断基準WGにおいて、新設基準を、BATの参考表に準じ、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しているUSCの中で、全ての発電方式で達成可能性のある値として、42%以上に設定。
- また、現行の石炭目標は、新設基準42%に対し、既設火力発電所の設計効率と実績効率の差分が1%程度であることから41%以上に設定された。

既設火力発電所の発電効率について（石炭火力）

総合資源エネルギー調査会 省エネルギー小委
平成27年度 第3回火力発電に係る判断基準WG 資料 1



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%	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。
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%	

エネルギーミックスでは41%
(再エネ導入などの影響込)

①最良かつ導入可能な技術を採用した際に得られる水準

- BATの参考表は、現時点における最新鋭の発電技術の商用化及び開発状況を整理したものである。
- 商用プラントとして既に運転開始している最新鋭の発電技術としては、設備容量によって41%～46%と幅がある中で、USCでは42%～43%、IGCCでは46%の設計効率が最高水準。また、商用運転開始前の発電技術では、USCで43%～44%が最高水準。

BATの参考表※（石炭火力(A)(B)を抜粋）

※最新鋭の発電技術の商用化及び開発状況（BAT:Best Available Technologyの参考表）【令和2年1月時点】

(A)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最新鋭の発電技術

発電規模 【kW】	発電方式 【燃焼度等】	燃料		フェーズ	設計熱効率(発電端) 【%:HHV】 (カッコ内の値は%: LHV)	設計熱効率(送電端) 【%:HHV】 (カッコ内の値は%: LHV)
		燃料種	燃料仕様			
石炭火力						
90～110万kW級	微粉炭火力 【超々臨界圧(USC)】	石炭	○瀝青炭で灰融点の高い石炭(灰 溶解温度1400℃超)主体	商用運転中	43 (45)	40 (42)
70万kW級	微粉炭火力 【超々臨界圧(USC) ／超臨界圧(SC)】	石炭	○瀝青炭で灰融点の高い石炭(灰 溶解温度1400℃超)主体	商用運転中	42.5※ (44.5)	40 (42)
60万kW級	微粉炭火力 【超々臨界圧(USC)】	石炭	○瀝青炭で灰融点の高い石炭(灰 溶解温度1400℃超)主体	商用運転中	42 (44)	39 (41)
50万kW級	微粉炭火力 【超臨界圧(SC)】	石炭	○瀝青炭で灰融点の高い石炭(灰 溶解温度1400℃超)主体	商用運転中	42.5 (44.5)	39.5 (41.5)
20万kW級	微粉炭火力 【亜臨界圧(Sub-C)】	石炭	○瀝青炭で灰融点の高い石炭(灰 溶解温度1400℃超)主体	商用運転中 (主に自家消費や系統規模の小さい箇所に設置される電源に採用される)	41 (43)	38 (40)
	石炭ガス化複合発電 (IGCC)【空気吹き】【1200℃級】	石炭	○灰融点の低い石炭(灰溶解温度 1400℃以下)主体	実証機を商用化 (実証試験において一定の信頼性は確認されているが、実証機の建設 費に国が3割の補助をしたため、経済性については精査が必要である)	46 (48)	40.5 (42)

※ 70万kW級の石炭火力について、発電端熱効率(HHV)で44%を超えるものも存在するが、立地条件の特殊性に応じたプラント設計が要因であるため、表には記載していない。

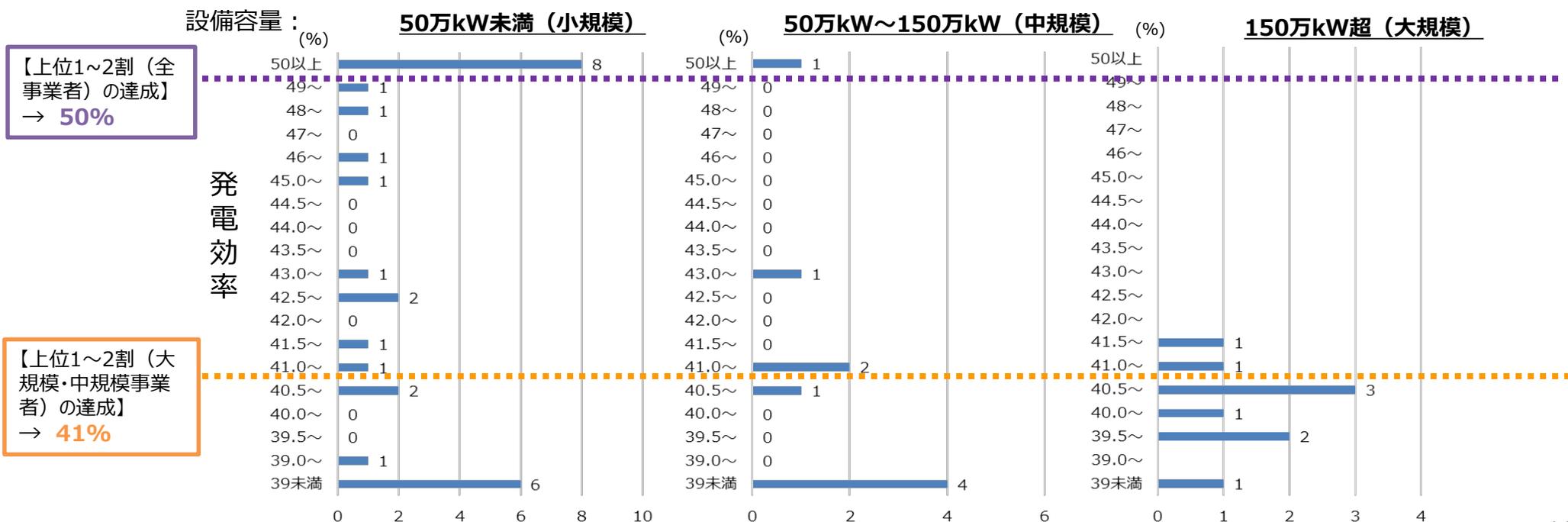
(B)商用プラントとして着工済み(試運転期間等を含む)の発電技術及び商用プラントとしての採用が決定し環境アセスメント手続に入っている発電技術

発電規模 【kW】	発電方式 【燃焼度等】	燃料		フェーズ	設計熱効率(発電端) 【%:HHV】 (カッコ内の値は%: LHV)	設計熱効率(送電端) 【%:HHV】 (カッコ内の値は%: LHV)
		燃料種	燃料仕様			
石炭火力						
100万kW級	微粉炭火力 【超々臨界圧(USC)】	石炭	○瀝青炭で灰融点の高い石炭(灰 溶解温度1400℃超)主体	2018年度着工 【2021年度商用運転開始予定】	44 (46)	41 (43)
60万kW級	微粉炭火力 【超々臨界圧(USC)】	石炭	○瀝青炭で灰融点の高い石炭(灰 溶解温度1400℃超)主体	2017年度着工 【2021年度商用運転開始予定】	43 (45)	40.5 (42.5)

②国内事業者の分布において、上位1～2割となる事業者が満たす水準

- 新たな水準を上位1～2割の事業者が達成する水準とした場合、石炭火力を保有する46事業者のうち達成は5～9者となり、発電効率水準はおおよそ50%。ただし、達成事業者のほぼ全てが熱利用等を前提とした小規模設備を保有する事業者となる。
- 一方で、大規模・中規模事業者（50万kW以上）の中で上位1～2割の事業者が達成する水準は、おおよそ41%。特に、大規模設備（150万kW以上）を保有する大手電力では、2019年度報告時点で発電効率42%以上の事業者はいない。また、規模を限定せずとも、発電効率42%は、製造業含む約6割（27事業者）が未達の水準。
- ベンチマーク目標は、業種ごとの事情を考慮の上、全ての者が達成を目指せる水準に設定する必要があるところ、電力供給業の規模や形態の幅を鑑みると、新たな発電効率水準は、41%～50%となるのではないか。

＜石炭火力の発電効率目標の達成状況（2019年度定期報告）＞

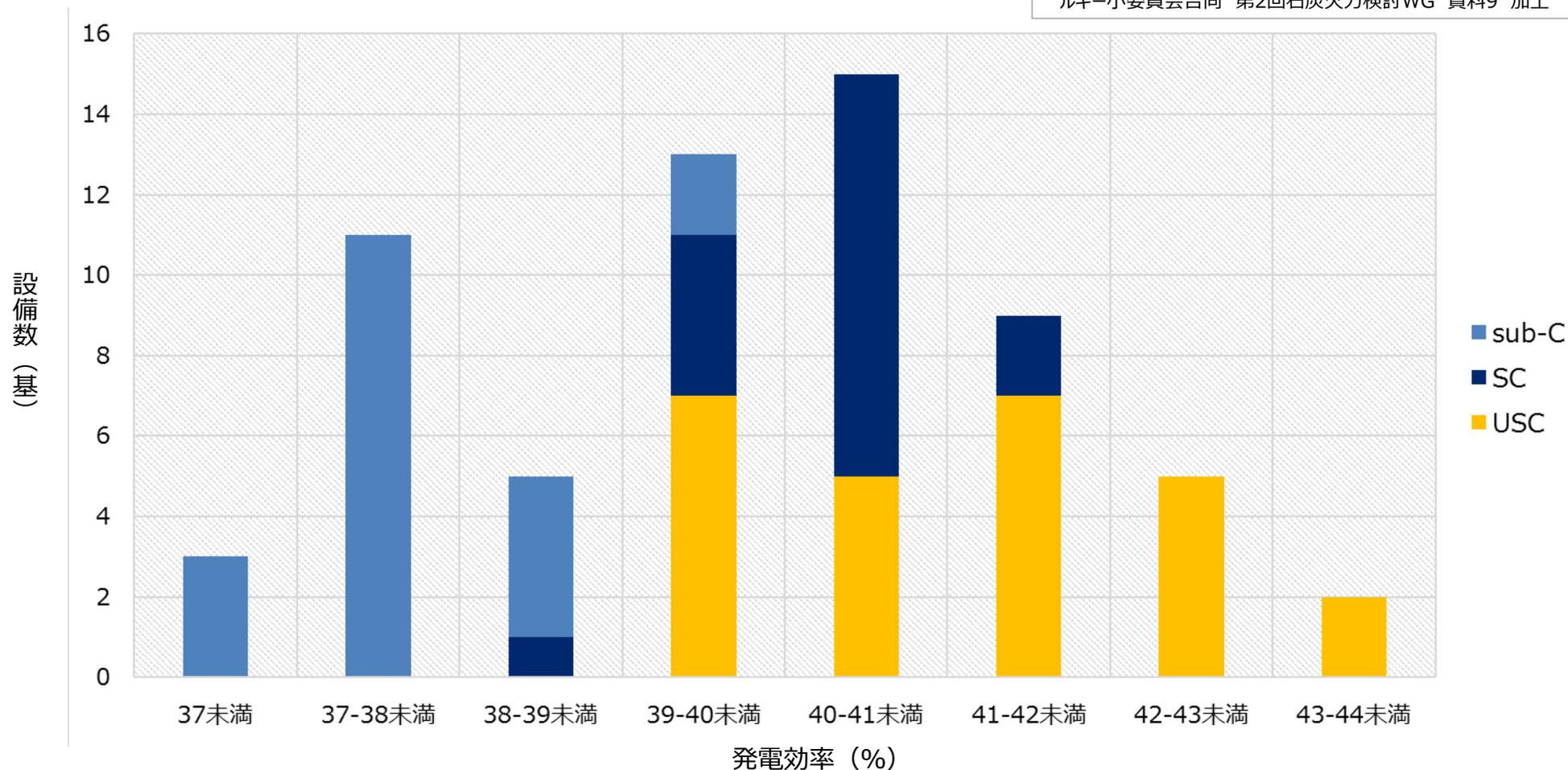


※2019年度省エネ法定期報告書データより資源エネルギー庁集計。発電効率は、熱利用や混焼等の省エネ法上の算定措置を含めた数字としている。

【参考】発電方式と発電効率について（2019年度実績）

- 大手電力の保有する既存設備の発電効率実績はUSCであっても39%以上44%未満。

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス基本政策小委及び省エネルギー小委員会合同 第2回石炭火力検討WG 資料9 加工



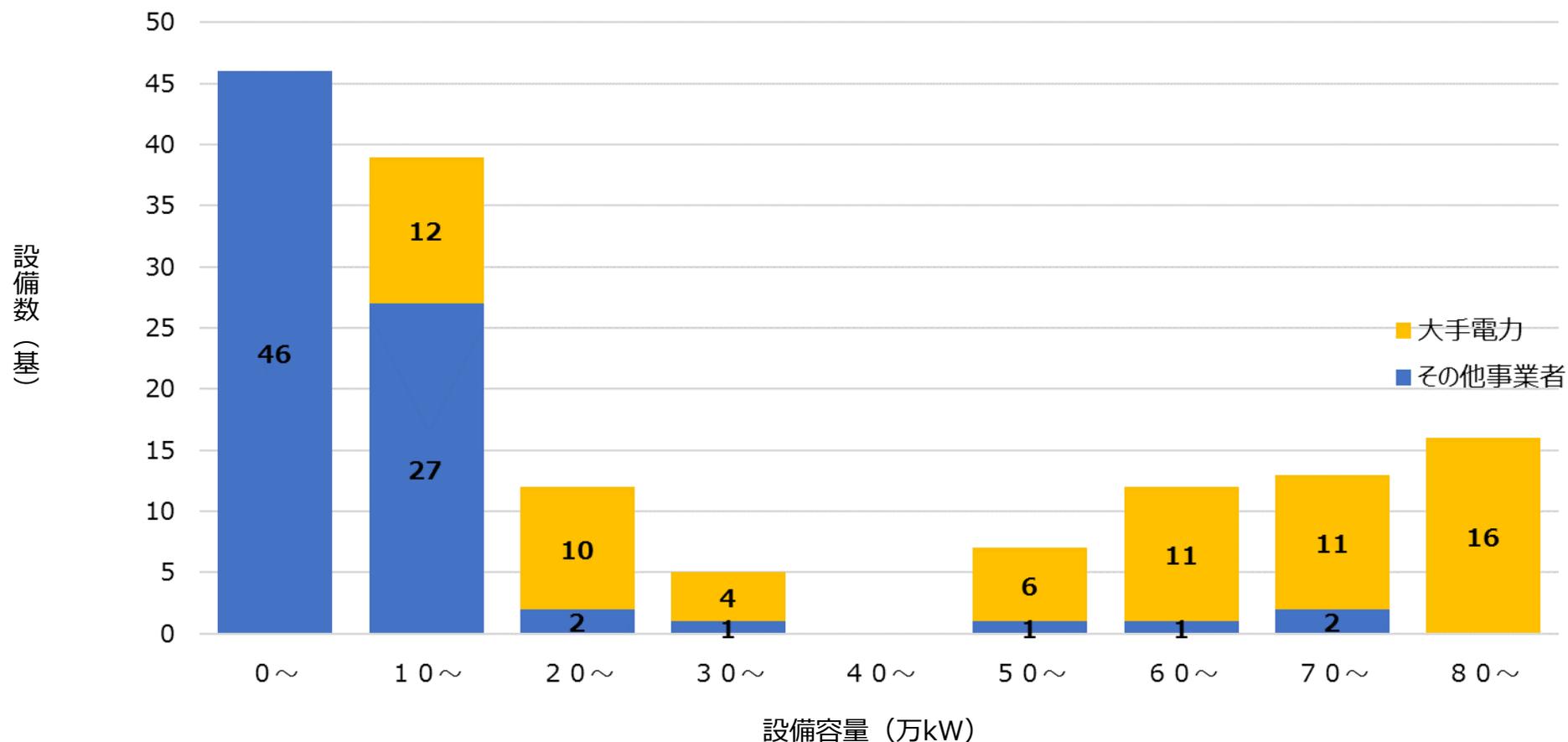
※事業者ヒアリングを基に資源エネルギー庁作成。

※発電効率は、大手電力における2019年度実績の実効率の集計データ。

【参考】業界間での設備容量の違い

- 大手電力の大半は50万kW以上の石炭火力を保有する一方、その他事業者の大半は20万kW以下の石炭火力を保有。

＜大手電力・その他事業者の石炭火力の容量規模の分布＞



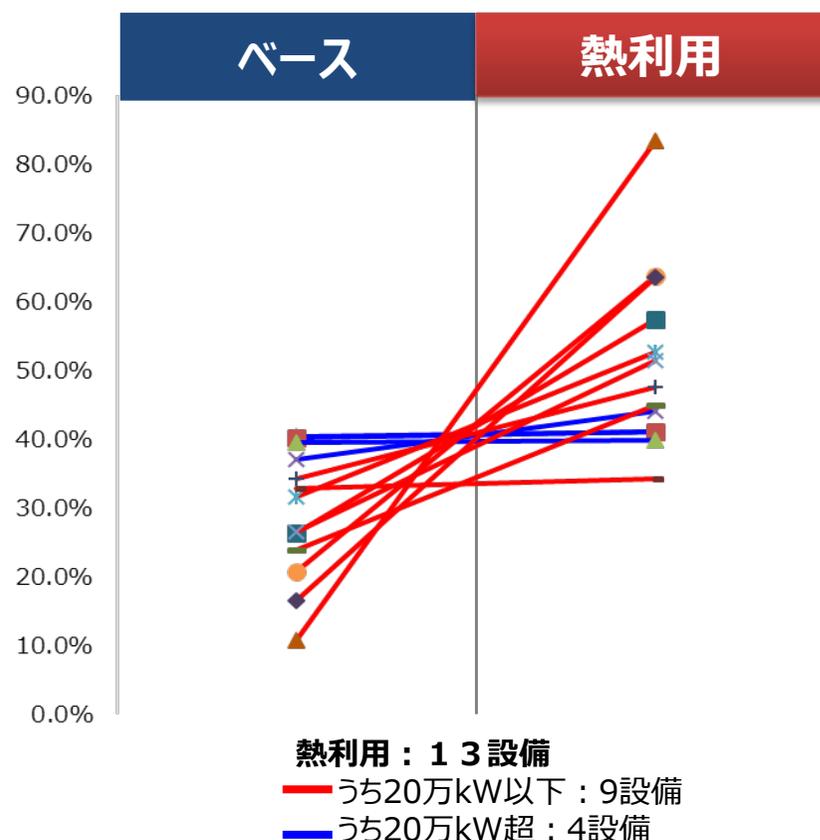
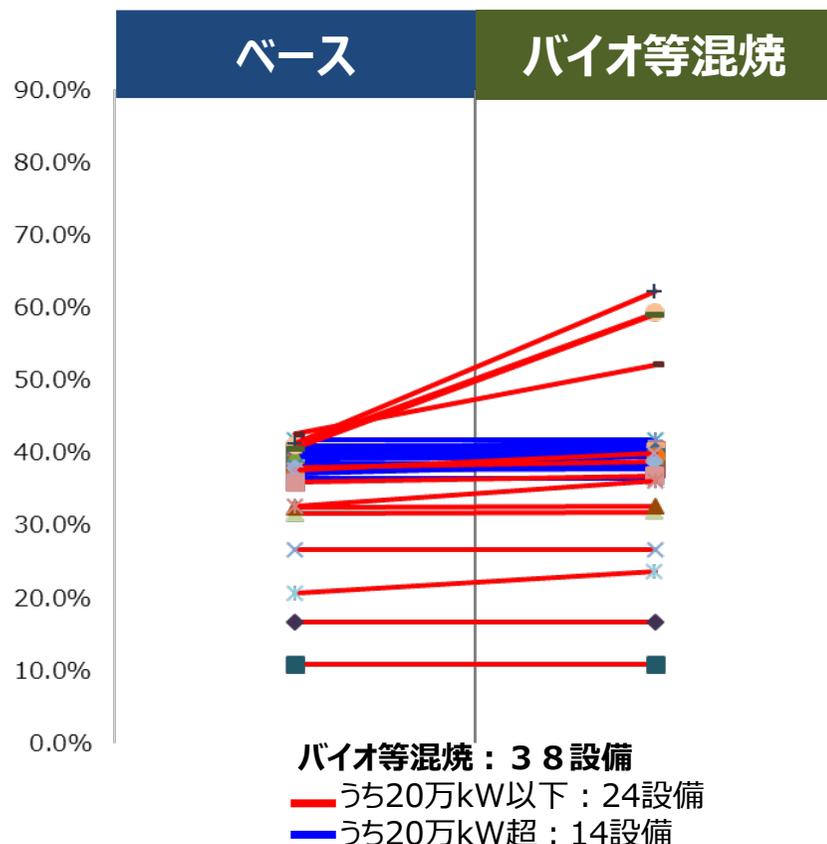
※2020年7月時点の集計データ

【参考】設備容量と補正措置の効果の関係

- 現行の配慮事項として、バイオマス等混焼と熱利用による発電効率の補正措置が採られているが、バイオマス等混焼による効率の上昇幅は、基本的に設備容量の大小によらず限定的。
- 一方で、熱利用による上昇値については、20万kW以下の小規模設備（赤線）と20万kW超（青線）の大規模設備では大きな差がある。これは、小規模設備は、製造工程と一体的である等、熱利用を前提としたものが多いことが要因である。

＜バイオ等混焼あるいは熱利用を行う発電所における発電効率の算定例＞

赤線：設備容量20万kW以下
青線：設備容量20万kW超

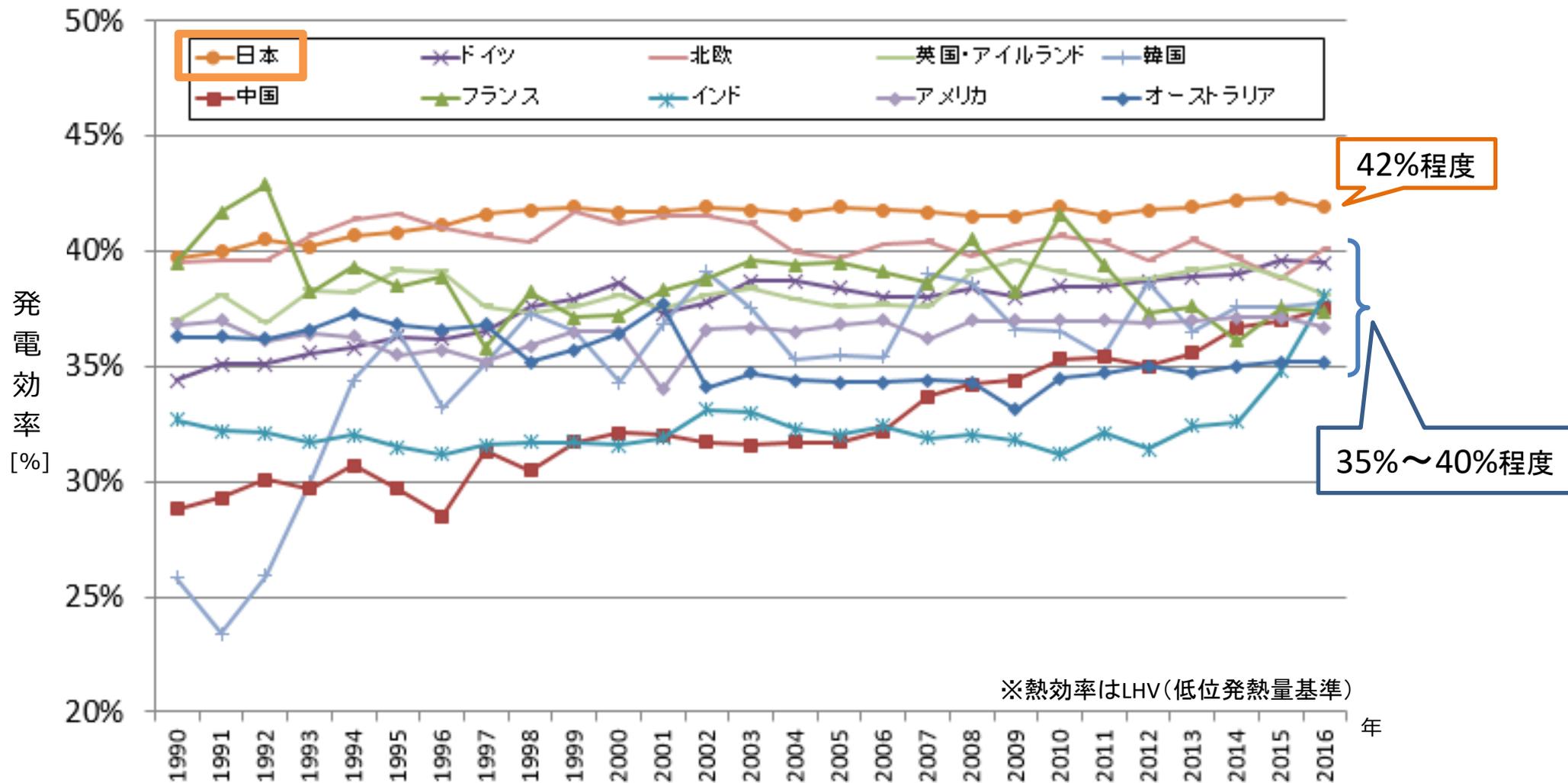


※2019年度省エネ法定期報告書データより資源エネルギー庁集計。

※バイオマス等混焼のグラフについては、バイオマス及び副生物混焼における発電効率の上限値（石炭：51%）を考慮する前の値。

③ 国際的にみても高い水準（石炭火力の発電効率の国際比較）

- 日本の石炭火力の発電効率は国際的に見てもトップクラスの水準を維持しており、BATの参考表に記載されている国内の発電技術水準は「国際的に見ても高い水準」と言えるのではないか。



出典) Ecofys "International comparison of fossil power efficiency and CO2 intensity - Update 2018" Figure 13 より作成

新たな石炭目標の水準について

- 新たな石炭目標の水準の設定について、ベンチマーク目標の水準の考え方に則り現況を整理すると、以下のとおり。
 - ① 最良かつ導入可能な技術を採用した際に得られる水準
→ BATの参考表に基づく最新鋭の発電技術（41%～46%）
 - ② 国内事業者の分布において、上位1～2割となる事業者が満たす水準
→ 事業規模や事業形態の幅を鑑みた上での水準（41%～50%）
 - ③ 国際的にみても高い水準
→ 日本の石炭火力の発電効率は他国と比較して高い水準を維持（①と同様）
- こうした状況を鑑みつつ、業界や地域特性によって設備容量（大きいほど混焼や熱利用による効率の伸びが少ない）や熱利用等の環境に違いがあること、事業者にとって実現可能性のある目標として達成に向けた取組を主体的に進められる水準であること等を踏まえ、新たな石炭火力目標水準についてどのように考えるか。

1. 本日まで議論いただきたいこと
2. 詳細設計①目標の在り方
- 3. 詳細設計②高効率化に向けた取組の評価**
4. 詳細設計③自家発自家消費の扱い

本日も議論いただきたいこと

- 石炭火力設備の高効率化に向けた事業者の取組の評価方法として、前回WGでは、以下のように論点を整理したところ。
 - ✓ **現行の配慮事項：**
 - ・バイオマス・副生物混焼、熱利用について、現行の算定の考え方を維持。
 - ✓ **更なる配慮事項：**
 - ・アンモニア混焼・水素混焼といった**新技術**に対する補正措置を新設。
 - ・再エネ導入拡大に伴う調整力運用に対する補正措置について今後検討。
- このうち、調整力運用に対する補正措置については、事業者間での公平性や補正としての合理性を保ちつつも、シンプルな制度設計を追求する、という基本的な考え方の下、設備利用率の低下具合に応じた補正值を設定する方向で検討することとした。
- こうした点を踏まえて、本日は、調整力運用に対する補正措置の具体的な補正值を含めた詳細について御議論いただきたい。

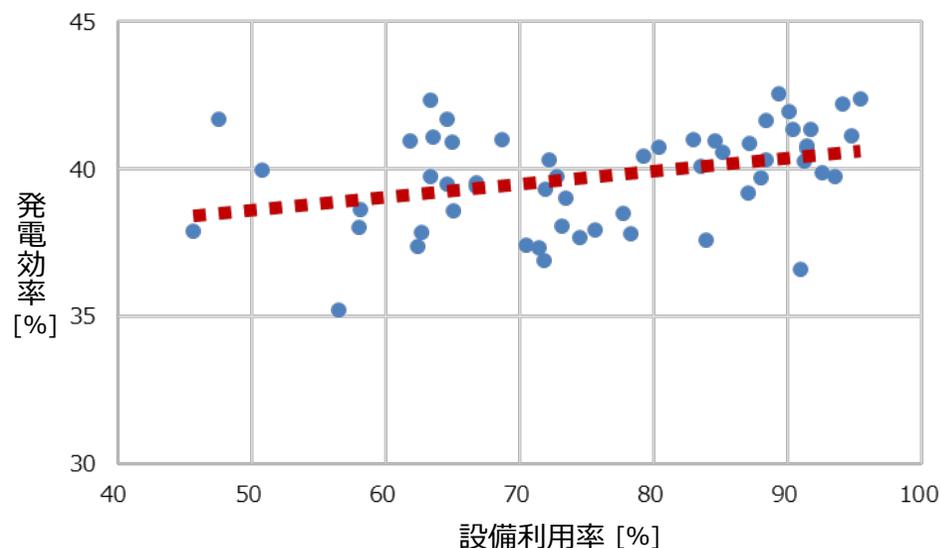
【参考】調整力補正について

- これまでの本WGの中では、事業者ヒアリング等を通して、再エネ導入拡大に伴う需給変動幅の拡大に対して石炭火力の設備利用率を一定程度下げて運用するなど、こうした需給変動に対する調整力としての運用によって発電効率が低下している実態に対する補正措置の必要性が挙がっていたところ。
- そこで、前回WGでは、こうした運用が再エネ導入拡大に貢献するものであることを鑑みて、**石炭火力の出力抑制による発電効率低下についての補正を検討**することとしたことを踏まえ、本日は、**どういった補正体系にすべきか**、という観点からご議論をいただきたい。
- その際、補正については、需給変動については複合的要因が絡み合う中で“再エネ導入拡大に資する”運用を詳細に定義することの困難性や実際の定期報告における事業者の作業負担の増加等も鑑みて、**事業者間での公平性や補正としての合理性を保ちつつも、シンプルな制度設計を追求**することとしたい。

【参考】調整力補正の補正体系について

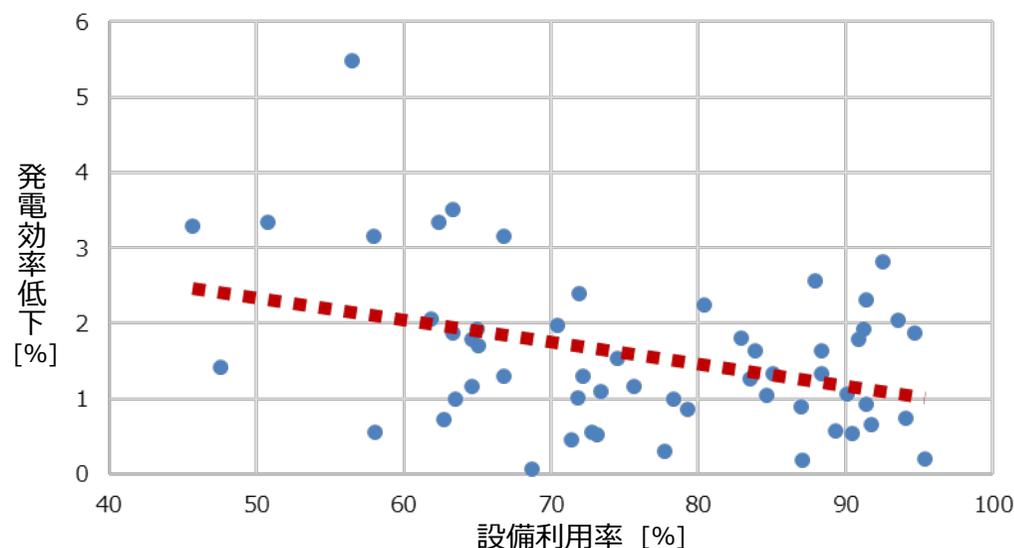
- 再エネ導入拡大に伴う需給変動に対する石炭火力の出力抑制への補正という趣旨を鑑みると、**本来であれば、再エネの発電量が時々刻々と変動する中での日々の調整運用から各断面での発電効率の低下率を積み重ねて考えていくべき**。しかしながら、**需給変動については複合的要因が絡み合う**ため、“再エネ導入拡大に資する”運用を**詳細に定義をしていくことは困難**。
- こうした中で、需給変動による石炭火力の**出力変動の結果として、本来の運用と比して設備利用率が低下**することは事実。また、実績値を見ると、設備ごとのばらつきはあるものの、**設備利用率が低下するにつれて、発電効率実績も低下し、設計効率と発電効率実績の差は大きくなる傾向**にあるものと推定される。
- こうした点を踏まえ、シンプルな制度設計を追求する観点からも、調整力補正については、**設備利用率の低下具合に応じた補正值を設定する方向で検討してはどうか**。

＜設備利用率と発電効率の関係＞



＜設備利用率と発電効率低下*の関係＞

*「発電効率低下 = 設計効率 - 発電効率実績」で算出



※発電効率、設備利用率は、資源エネルギー庁による事業者ヒアリング結果に基づく、大手電力の保有する石炭火力の2019年度実績値（ただし、長期停止や休止中等の石炭火力を除く）。

【参考】前回WGまでの御意見（調整力補正）

- 発電効率の低下度合いは、設備の運用の状況に強く依存するものであり、一定の公平性、合理性の下でシンプルな制度設計を追求せざるを得ない。
- シンプルに設備利用率をベースにしながら補正を考えるという方向の下、補正の不確実性といった、確実に補正しきれない部分に関しては、目標値を考える際に糊代のようなものを考えていくことが必要。
- 再エネ導入拡大に資する調整力稼働を配慮とする、ということについて、どの様に配慮するか難しいと思う。具体案を見てからの議論だが、他の電源の稼働状況によっても異なってくると思うので、どういった形で公平・公正に配慮できるか。
- 調整運転による効率低下を始め、なぜその効率になるかの要因を議論する必要がある。

調整力補正における設備利用率について

- 前回WGにおいて、再エネ導入拡大に伴う需給変動による石炭火力の出力調整に関して、シンプルな制度設計を追求する観点からも、調整力補正については、設備利用率の低下具合に応じた補正値を設定する方向で検討することとした。
- このとき、需給変動については複合的要因が絡み合うため、“再エネ導入拡大に伴う運用”を詳細に定義をしていくことは困難ではあるものの、設備のトラブルやメンテナンス等の自己都合による休止については、需給変動に伴う調整力運用とは別であるため、設備利用率を算出する際には一定の考慮が必要。
- 例えば、1年の大半をメンテナンスで休止していた場合、発電量が少ない分、そのまま計算すると設備利用率は低く算出され、調整力運用で大きく出力抑制をした場合と等しい調整力補正を得られることとなる。こうした事態を避けるため、設備利用率の計算に当たっては、トラブルやメンテナンス等の休止時間を除いて算出することが妥当と考えられる。

<設備利用率の考え方>

- トラブルやメンテナンス等の休止時間を除いて年間設備利用率を計算。

$$\text{年間設備利用率}[\%] = \frac{\text{年間発電量}[\text{kWh}]}{\text{出力}[\text{kW}] * (\text{8760}[\text{h}] - \text{トラブル・メンテナンス等による休止時間}[\text{h}])}$$

※算出例：60万kWの石炭火力で、メンテナンス4,000時間/年、発電量25億kWh/年の場合

■ **メンテナンス時間を控除する場合** ※メンテナンス時間 = 4,000時間と仮定。
設備利用率：25億kWh / {60万kW * (8,760h - 4,000h)} ≒ **88%**

■ **メンテナンス時間を控除しない場合**
設備利用率：25億kWh / (60万kW * 8,760h) ≒ **48%** ← **大幅な出力抑制と同等水準の調整力補正を得られる**

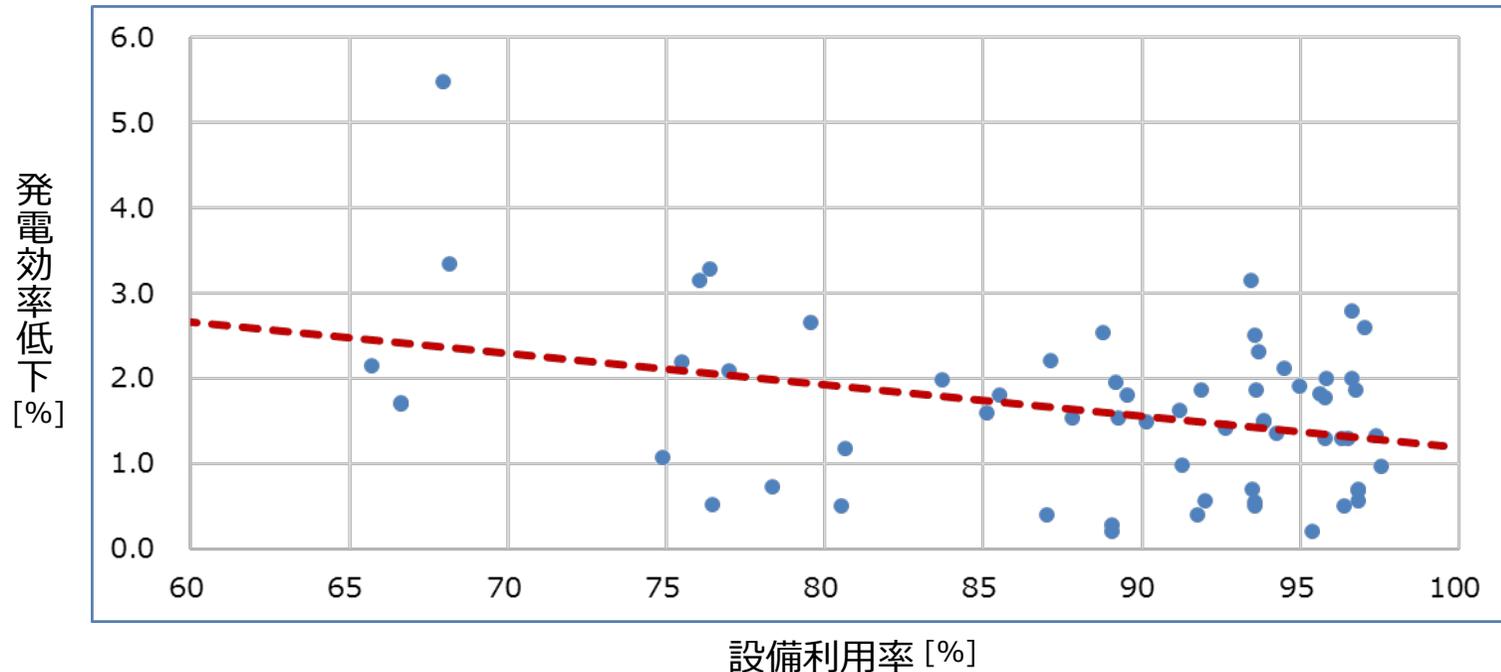
設備利用率と発電効率低下の関係性（トラブル・メンテナンス等控除後の設備利用率）

- 前回WGにおいて、調整力補正については、設備利用率が低下するにつれて、設計効率と発電効率実績の差（発電効率低下）が大きくなる傾向を踏まえて、**設備利用率の低下具合に応じた補正值を設定する方向で検討**することとした。
- したがって、**補正值の設定**に当たっては、**設備利用率と発電効率低下の関係性**から導かれることとなるが、機器性能や運用方法等が設備ごとに異なる中では、**発電効率低下には複合的要因**が絡み合う。こうした実情を踏まえ、設備ごとのばらつきを詳細に分析することの困難性や事業者間での公平性・透明性等を鑑みて、各設備データをアグリゲートすることで個体差をならし、**事業者間で同一の補正体系を設定**する。
- こうした前提の下、設備利用率と発電効率低下の関係性は下図のように表される。

<年間の設備利用率と発電効率低下の関係*>

※トラブル・メンテナンス等控除後の設備利用率を使用

※「発電効率低下 = 設計効率 - 発電効率実績」で算出



※発電効率低下、設備利用率は、資源エネルギー庁による事業者ヒアリング結果に基づく、大手電力の保有する石炭火力の2019年度実績値。各設備利用率帯の分布から大きく離れた外れ値等は除外。

調整力補正体系（案）

- 調整力補正の体系として、全事業者の中で調整力として活用した発電所に対する①調整力補正値の加算方法、②調整力補正値の考え方について、以下のとおり整理してはどうか。

① 調整力補正値の加算方法

- 混焼や熱利用等の他の補正措置を算定した後の発電効率に、調整力補正値を加算することで、最終的な省エネ法上の発電効率を算出。

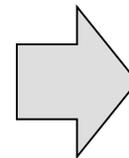
$$\text{省エネ法に基づき報告する発電効率}[\%] = \text{他補正込みの発電効率}[\%] + \text{調整力補正値}[\%]$$

② 調整力補正値の考え方

- 設備利用率に応じた発電効率低下の度合い = 調整力補正値と考え、前頁の「設備利用率と発電効率低下の関係図」における線形近似式を用いて、各設備利用率における調整力補正値を設定。
- 設備利用率100%時の発電効率低下が1.18%であるため、それぞれの値から1.18%を差し引いた値を調整力補正値として使用。
- なお、調整力補正値については、今後の再エネ導入拡大により、石炭火力の調整力運用の状況に変化が生じることが考えられるため、必要に応じて見直しを検討することとしてはどうか。

＜補正値バックデータ（案）＞

設備利用率 [%]	発電効率低下 [%] ^{※1}	実質発電効率低下 [%] ^{※2}	調整力補正値 [%]
40	3.40	2.21	2.4
50	3.03	1.84	2.0
60	2.66	1.47	1.6
70	2.29	1.11	1.2
80	1.92	0.74	0.8
90	1.55	0.37	0.4
100	1.18	0.00	0.0



＜補正値イメージ（案）＞

設備利用率	調整力補正値
40%以下	+2.4%
40%超 50%以下	+2.0%
50%超 60%以下	+1.6%
60%超 70%以下	+1.2%
70%超 80%以下	+0.8%
80%超 90%以下	+0.4%
90%超	0%

※1：「発電効率低下」については、前頁の図の線形近似式から算出した暫定値。

※2：「実質発電効率低下」は、それぞれの「発電効率低下」から1.18（設備利用率100%における値）を引いたもの。

1. 本日まで議論いただきたいこと
2. 詳細設計①目標の在り方
3. 詳細設計②高効率化に向けた取組の評価
4. **詳細設計③自家発自家消費の扱い**

本日も議論いただきたいこと

- 自家発自家消費の石炭火力発電設備への対応としては、第5回WGにおいて、事務局より、省エネ法に基づく工場等判断基準に熱利用やバイオマス混焼等の高効率化に向けた取組に努めることを規定するとともに、毎年度の定期報告で発電効率等の状況を報告していただく案を提示した。
- この方針に従い、事務局にて、工場等判断基準の改正案や、定期報告の対象となる設備の規模、様式のイメージを作成した。
- 本日は、事務局から提示する案について、御議論をいただきたい。

【参考】前回WGの御意見（定期報告での発電効率の報告）

- 定期報告書の中で、現行の簡単なチェックリストだけではなく、発電効率等もしっかりと記入いただくことは、社会への発信という点でも重要なことである。
- 個々の発電設備ごとのデータの把握という観点で見ると、今後、行政でPDCAを回していく上でも非常に大切な情報の蓄積となる。
- 大規模発電事業者にはフェードアウトに関する計画の作成・提出等の努力を要求しているところ、自家発自家消費発電設備を有する事業者についても、省エネ法の中長期計画書を活用して、今後の高効率化に向けた方向性について報告していただくことが良いのではないか。
- 省エネ法の中長期計画の中で、とりわけ石炭火力の発電設備についてどのような対応、計画で進めるのかを併せて提出いただき、確認していくような方法も良いのではないか。

【参考】第4回WGまでの御意見（自家発自家消費）

- 自家発自家消費の発電設備は、定格発電効率以上の効率性を発揮するものであり、そうしたことも考慮すべき。
- 長い目で見れば製造事業者もフェードアウトに取り組んでいくことが必要。少しでも売電している事業者には、努力目標等の設定を考えていただきたい。
- 電力供給業や一定以上の売電をしている事業者については、間違いなく規制強化がかかる中で、自家発自家消費について、何の措置も講じなくて良いのかは疑問。電力供給業は必達、自家発自家消費は努力目標とし、参考指標として省エネ法上の定期報告で効率を報告する等、工夫の余地はあると思う。
- 専ら自家消費分については、フェードアウトの検討の枠から外す方向には賛成だが、自家発であっても系統に流れてくる部分についてどう考えるかは引き続き検討が必要。
- 一定比率の売電をするかしないかで対象かどうか決まる場合、売電をしないということで規制から逃れる事業者が出てくるのではないか。また、できるだけ売電を止めるという方向になり、誘導措置で供給力不足が出ている中で、危ない措置を取っているのではないか。
- 専ら自家消費の線引きの点については、発電事業の公平性の確保の点からも、電力供給業部分については同じような規制を求める、といった事業者間の公平性が担保されるような配慮が必要。省エネ法に基づくものと低炭素社会行動計画の下で、設備更新のタイミングでのグリーン燃料への転換の促進を計画的に行っていくことを示すなど、補完的措置も可能ではないか。
- 自家発についてもエネルギーミックスで除外されるものではないため、公平性の観点から、フェードアウトに資する対応が必要だと思うが、どのような建付けであれば整合的に手当てできるか、検討が必要。

発電専用設備への対応方針（工場等判断基準への明記）

- 自家発自家消費を含めた全ての発電設備の更なる高効率化を促すため、工場等判断基準において、熱利用やバイオマス混焼等の取組に努めることを明記する。

■ 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（４－２） 発電専用設備 改正案

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管理標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標準を設定し、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標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標準を設定し、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 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標準を設定し、これに基づき定期的に保守及び点検を行うこと。

④ 発電専用設備の高効率化

発電専用設備を利用する場合には、熱利用やバイオマス混焼等により、総合的な効率の向上を図ること。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、総合的な効率の向上を図ること。

⑤ 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を採用すること。

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を採用すること。この際、別表第 5 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、別表第 2 の 2 に掲げる発電効率以上のものを採用すること。

【参考】コージェネレーション設備の基準の改正案

- コージェネレーション設備についても、発電専用設備と同様に規定。

■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 (4-3) コージェネレーション設備 改正案

① コージェネレーション設備の管理

- ア コージェネレーション設備に使用されるボイラー、ガスタービン、蒸気タービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジン等の運転の管理は、管理標準を設定して、発生する熱及び電気が十分に利用されるよう負荷の増減に応じた総合的な効率を高めるものとする。また、複数のコージェネレーション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標準を設定し、総合的な効率の向上を図ること。
- イ 抽気タービン又は背圧タービンをコージェネレーション設備に使用するときは、抽気タービンの抽気圧力又は背圧タービンの背圧の許容される最低値について、管理標準を設定して行うこと。

② コージェネレーション設備に関する計測及び記録

- ア コージェネレーション設備に使用するボイラー、ガスタービン、蒸気タービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジン等については、負荷の増減に応じた総合的な効率の改善に必要な計測及び記録に関する管理標準を設定し、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。
- イ 抽気タービン又は背圧タービンを許容される最低の抽気圧力又は背圧に近い圧力で運転する場合には、運転時間、入口圧力、抽気圧力又は背圧、出口圧力、蒸気量等の計測及び記録に関する管理標準を設定し、これに基づきこれらの事項を定期的に計測し、その結果を記録すること。

③ コージェネレーション設備の保守及び点検

- コージェネレーション設備は、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標準を設定し、これに基づき定期的に保守及び点検を行うこと。

④ 発電専用設備の高効率化

- コージェネレーション設備を利用する場合には、バイオマス混焼等により、総合的な効率の向上を図ること。また、複数のコージェネレーション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、総合的な効率の向上を図ること。

⑤ コージェネレーション設備の新設・更新に当たっての措置

- コージェネレーション設備を新設・更新する場合には、熱及び電力の需要実績と将来の動向について十分な検討を行い、年間を総合して廃熱及び電力の十分な利用が可能であることを確認し、適正な種類及び規模のコージェネレーション設備の設置を行うこと。

発電専用設備等に関する定期報告のイメージ

- 定期報告書に、**発電専用設備等の高効率化に向けた措置の確認欄を新設し、毎年度、取組状況を報告**していただくこととしたい。

■ 定期報告書 指定-第8表 2 改正イメージ

※発電専用設備・コージェネレーション設備を設置している工場等単位（合計値）で報告を行う。

(4-2) 発電専用設備	発電専用設備の管理	発電専用設備に関する計測及び記録	発電専用設備の保守及び点検	発電専用設備の高効率化に向けた措置	発電専用設備の新設に当たっての措置
	管理標準の設定の状況	計測及び記録に関する管理標準の設定の状況	保守及び点検に関する管理標準の設定の状況		
	<input type="checkbox"/> 設定済	<input type="checkbox"/> 設定済	<input type="checkbox"/> 設定済	熱利用 <input type="checkbox"/> 実施済（●GJ） <input type="checkbox"/> 実施していない	<input type="checkbox"/> 新設の際、判断基準どおり措置した <input type="checkbox"/> 新設の際、判断基準どおり措置していない <input type="checkbox"/> 当該年度に設備を新設していない
	<input type="checkbox"/> 一部設定済(%)	<input type="checkbox"/> 一部設定済(%)	<input type="checkbox"/> 一部設定済(%)		
	<input type="checkbox"/> 未設定	<input type="checkbox"/> 未設定	<input type="checkbox"/> 未設定	バイオマス・水素・アンモニア混焼 <input type="checkbox"/> 実施済（●GJ） <input type="checkbox"/> 実施していない	
	管理標準に定めている管理の状況	管理標準に定めている計測及び記録の実施状況	管理標準に定めている保守及び点検の実施状況		副生物混焼 <input type="checkbox"/> 実施済（●GJ） <input type="checkbox"/> 実施していない
	<input type="checkbox"/> 実施している	<input type="checkbox"/> 実施している	<input type="checkbox"/> 実施している		
	<input type="checkbox"/> 一部実施している	<input type="checkbox"/> 一部実施している	<input type="checkbox"/> 一部実施している		
	<input type="checkbox"/> 実施していない	<input type="checkbox"/> 実施していない	<input type="checkbox"/> 実施していない		

(4-3) コージェネレーション設備	コージェネレーション設備の管理	コージェネレーション設備に関する計測及び記録	コージェネレーション設備の保守及び点検	コージェネレーション設備の高効率化に向けた措置	コージェネレーション設備の新設に当たっての措置
	管理標準の設定の状況	計測及び記録に関する管理標準の設定の状況	保守及び点検に関する管理標準の設定の状況		
	<input type="checkbox"/> 設定済	<input type="checkbox"/> 設定済	<input type="checkbox"/> 設定済	バイオマス・水素・アンモニア混焼 <input type="checkbox"/> 実施済（●GJ） <input type="checkbox"/> 実施していない	<input type="checkbox"/> 新設の際、判断基準どおり措置した <input type="checkbox"/> 新設の際、判断基準どおり措置していない <input type="checkbox"/> 当該年度に設備を新設していない
	<input type="checkbox"/> 一部設定済(%)	<input type="checkbox"/> 一部設定済(%)	<input type="checkbox"/> 一部設定済(%)		
	<input type="checkbox"/> 未設定	<input type="checkbox"/> 未設定	<input type="checkbox"/> 未設定	副生物混焼 <input type="checkbox"/> 実施済（●GJ） <input type="checkbox"/> 実施していない	
	管理標準に定めている管理の状況	管理標準に定めている計測及び記録の実施状況	管理標準に定めている保守及び点検の実施状況		
	<input type="checkbox"/> 実施している	<input type="checkbox"/> 実施している	<input type="checkbox"/> 実施している		
	<input type="checkbox"/> 一部実施している	<input type="checkbox"/> 一部実施している	<input type="checkbox"/> 一部実施している		
	<input type="checkbox"/> 実施していない	<input type="checkbox"/> 実施していない	<input type="checkbox"/> 実施していない		

発電専用設備等に関する定期報告のイメージ

- 出力が1,000kW以上の発電設備については、毎年度、発電効率等を報告させることとする。
- なお、複数の発電専用設備を並列運転している場合には、総合効率を報告するものとする。その他、具体的な記載方法については、工場等における運用の実態を踏まえて引き続き検討する。

■ 定期報告書の記載事項（案）

概要

対象設備

- 出力が計1,000kW以上（※）の発電専用設備及びコージェネレーション設備
※電気事業法上の「発電事業」に用いる発電用の電気工作物（特定発電用電気工作物）の要件と同様の基準

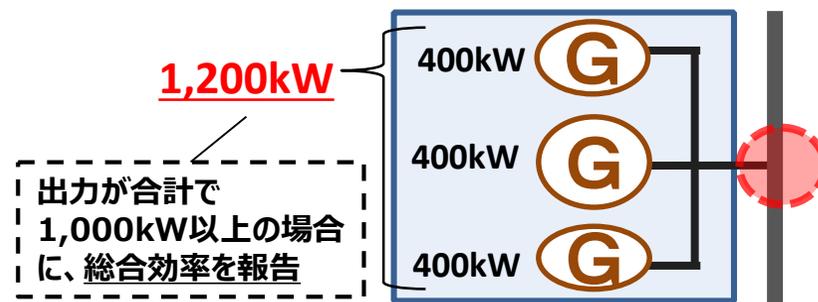
報告様式イメージ

- 発電専用設備・コージェネレーション設備を設置している工場等ごとに、以下の様式にしたがって、毎年度報告を行う。

発電設備の 主燃料	総合効率 【%】 (実績効率)	定格発電効率【%】 (熱利用・バイオマス 混焼前)	エネルギー 投入量 【GJ】	発電 電力量 【kWh】	高効率化に向けた取組					出力 【kW】
					熱利用量 【GJ】	バイオマス 混焼量 【GJ】	水素 混焼量 【GJ】	アンモニア 混焼量 【GJ】	副生物 混焼量【GJ】 種類	
石炭										
LNG										
石油										

並列運転 の場合

- 複数の発電設備を並列で運転している場合には、全体の総合効率を報告するものとする。



【参考】中長期計画書における発電効率の改善等に関する記載について

- 省エネ法に基づく中長期計画書において、エネルギーの使用の合理化に関する事項を記載する欄を設けている。今後、発電設備を保有する事業者については、当該設備の**高効率化に向けた中長期的な取組事項について、可能な範囲で記載する。**

■省エネ法 中長期計画書（抜粋）

II 計画内容及びエネルギー使用合理化期待効果

2. ベンチマーク指標の見込み

区分	ベンチマーク指標の見込み（単位）					目標年度 年度
	年度	年度	年度	年度	年度	

3. 計画内容及びエネルギー使用合理化期待効果

内容	中長期計画作成指針	該当する工場等	着手時期 完了時期	エネルギー使用 合理化期待効果 (原油換算kl/年)	ベンチマーク 対象	新規 追加
合計					kl	
	うちベンチマーク指標対象範囲の期待効果				kl	
原単位削減期待効果					%	
	うちベンチマーク指標対象範囲の期待効果				%	

III その他エネルギーの使用の合理化に関する事項

発電設備を保有する事業者については、当該設備の高効率化に向けた計画等を可能な範囲で記載する。