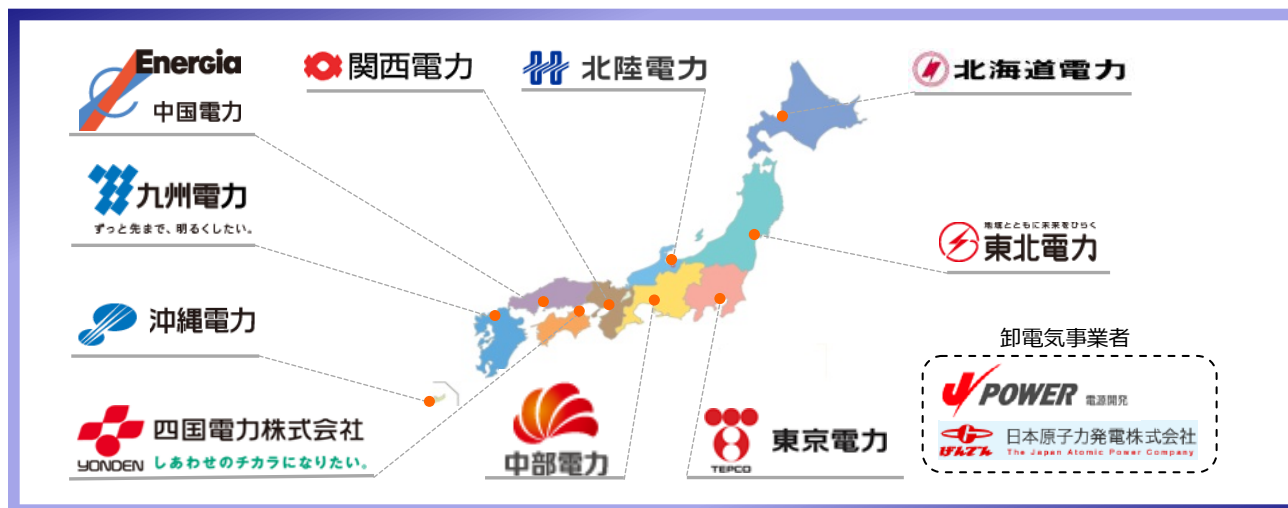
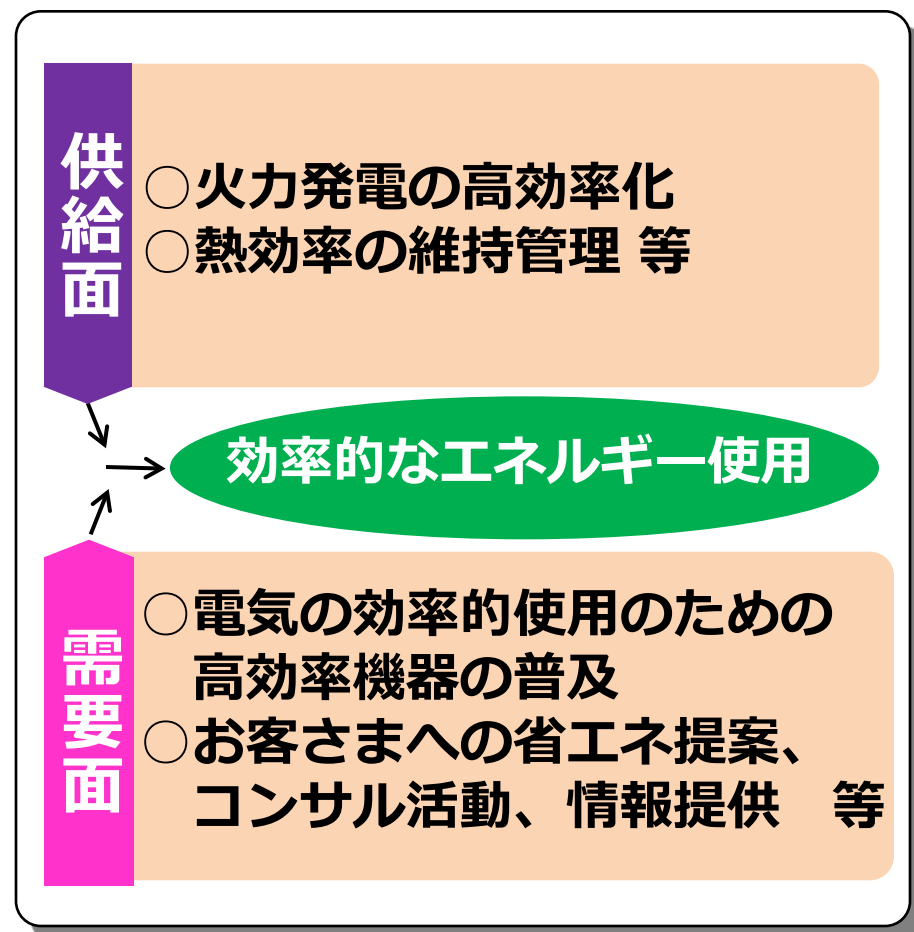


火力発電における 省エネルギー対策の取組み

平成27年9月3日
電気事業連合会



- S+3Eの観点から、最適なエネルギーミックスを追求
- 電気事業における省エネルギーに向けて需給両面の取組みを実施



- 電気事業連合会関係12社および特定規模電気事業者(新電力)有志23社は、2015年7月17日に低炭素社会の実現に向けた新たな自主的枠組みを構築するとともに、「電気事業における低炭素社会実行計画」を策定。

【参考】電気事業における低炭素社会実行計画(抜粋)

- ・2030年度に排出係数0.37kg-CO₂/kWh程度(使用端)を目指す。
- ・火力発電所の新設等に当たり、経済的に利用可能な最良の技術(BAT)を活用すること等により、最大削減ポテンシャルとして約1,100万t-CO₂の排出削減を見込む。

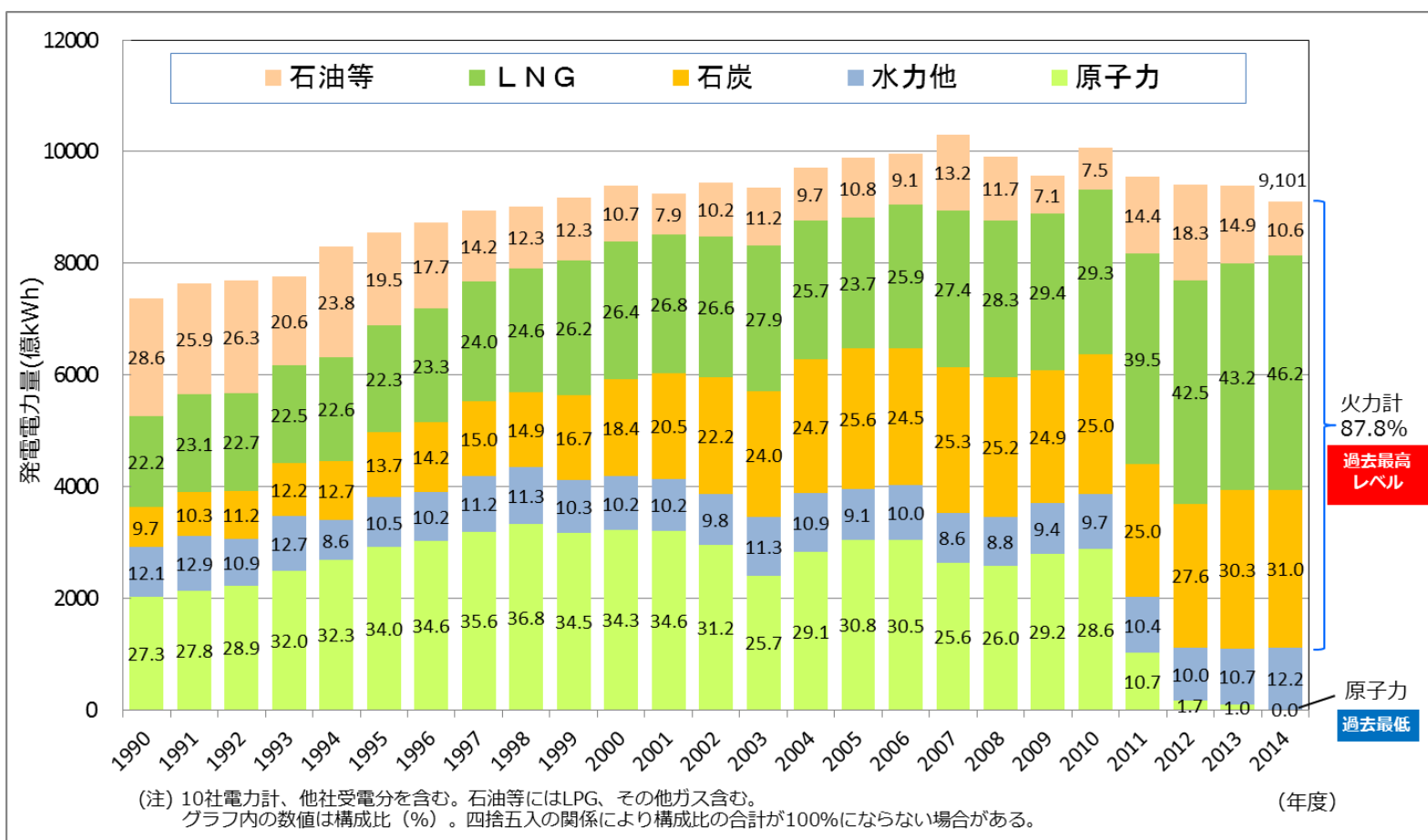
- 省エネ法の下、同計画に基づき火力発電の高効率化等に取り組むことで、引き続き積極的に省エネ対策を進めていく。

【低炭素社会実行計画(火力発電に関する取組みを抜粋)】

- 「1. 国内の企業活動における2030年の目標等」において以下のとおり記載。
 - 火力発電の高効率化等に努める。
 - ・火力発電の開発等にあたっては、プラント規模に応じて、経済的に利用可能な最良の技術(BAT)を用いる。
 - ・既設プラントの熱効率の適切な維持管理に努める。
- 「4. 革新的技術の開発(中長期の取組み)」において、継続的に取り組む技術開発として、以下のとおり記載。
 - 環境負荷を低減する火力技術(A-USC、IGCC、CCS等)

- エネルギー資源の大部分を輸入に頼る日本では、特定のエネルギー源に依存するのではなく、バランスの取れた電源構成を追求
- 東日本大震災を契機とした原子力の長期停止等により、震災以降、その電源構成は大きく変化

■ 電源別発電電力量の推移 ■



○高経年化火力のリプレイス・新規設備導入時の高効率設備導入

- 火力発電の開発等にあたっては、プラント規模に応じて、「経済的に利用可能な最良の技術(BAT)」の導入に努めている。
- 2014年度は、合計で約480万kWの最新鋭高効率火力機を導入。
⇒ 原油換算で約90万kLの燃料抑制効果と試算(従来型技術導入の場合との比較)

<BATの参考表(抜粋、環境省・経産省公表)>

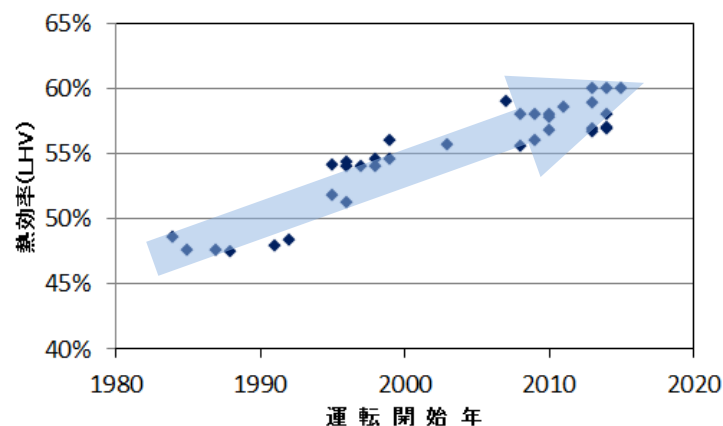
- 2013年4月、国は「東電火力入札に関する関係局長級会議とりまとめ」の中で、発電技術の進歩を促し環境貢献を行う観点から、事業者がBATを検討する際の参考となる発電技術を整理・公表。(のち2014年4月に更新)
- 同取りまとめは、事業者に対し、竣工に至るスケジュール等も勘案しながら「(B)着工済・アセス中」の実績がある技術についても採用の可能性を検討した上で、「(A)商用運転中」以上の技術を導入するよう要請。

フェーズ		燃料	発電方式	発電規模 (kW)	設計熱効率 (%、LHV)	
					発電端	送電端
(A) 商用 運転中	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	石炭	微粉炭火力(超々臨界圧(USC))	60万kW級	44	41
		LNG	ガスタービンコンバインドサイクル (GTCC、1500℃級、一軸型)	50万kW級	59	58
(B) 着工済・ アセス中	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 決定し環境アセス手続きに入っ ている発電技術	石炭	微粉炭火力(超々臨界圧(USC))	60万kW級	44.5	42.5
		LNG	ガスタービンコンバインドサイクル (GTCC、1600℃級、一軸型)	50万kW級	62	61
(C) 開発・実 証段階	上記以外の開発・実証段階の発 電技術	石炭	石炭ガス化複合発電 (IGCC、空気吹き、1,500℃級)	40～50万 kW級	—	48
		LNG	ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC、1700℃級)	60万kW級	—	63

- LNG火力については、導入されている最新鋭のLNGコンバインドサイクル発電として、世界最高水準の約60%（低位発熱量基準：LHV）という高い熱効率を実現（2014年度末時点）。
- 今後も熱効率が60%を超える世界最高水準のコンバインドサイクル発電の計画・建設に努め、さらなる高効率化を目指す。

＜新設のコンバインドサイクル発電所＞ （2013年4月～2015年7月運開分）

＜LNGコンバインドサイクル発電所熱効率推移＞



運開 年月		プラント	出力 (万kW)	運開 年月		プラント	出力 (万kW)
2013	5	吉の浦2(沖縄)	25.1	2014	6	千葉3-2(東京)	50
	7	上越2-1(中部)	59.5※1		6	鹿島7-3(東京)	42
	8	姫路第二新1(関西)	48.65※2		6	鹿島7-2(東京)	42
	11	姫路第二新2(関西)	48.65※2		7	千葉3-3(東京)	50※3
2014	3	姫路第二新3(関西)	48.65※2	2015	7	姫路第二新4(関西)	48.65※2
	4	千葉3-1(東京)	50		9	姫路第二新5(関西)	48.65※2
	5	上越2-2(中部)	59.5※1		3	姫路第二新6(関西)	48.65※2
	5	鹿島7-1(東京)	42		7	八戸5(東北)	41.6

※1: 2013年4月に発生した、1-1号の蒸気タービン軸受部の振動上昇を受け、圧力プレートを設置（各ユニット定格出力は、暫定的に575,680kW）

※2 2015年6月に発生した、3号の蒸気タービン軸受部の振動上昇を受け、圧力プレートを設置（各ユニット定格出力は、暫定的に460,000kW）

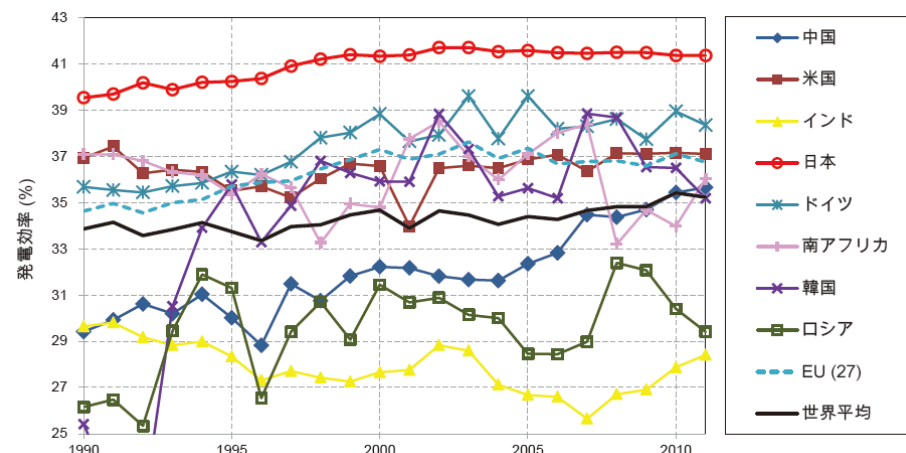
※3 他社に設置されている類似設計の蒸気タービンの振動上昇を受け、圧力プレートを設置（ユニット定格出力は、暫定的に476,000kW）。

- 石炭火力については、熱効率の向上のため蒸気条件(温度、圧力)の向上を図っており、現在、最新鋭である600℃級の超々臨界圧石炭火力発電(USC)が導入されている。
 - 加えて、1200℃級の石炭ガス化複合発電(IGCC)も開発導入されている※。
- ※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
- その結果、日本における石炭火力発電は、これまで安定的に世界最高水準の高効率を維持。

<近年運開した超々臨界圧石炭火力発電所(USC)>

運開年月		プラント	出力(万kW)	蒸気温度(℃) (主蒸気/再熱蒸気)
2009	7	磯子新2(電発)	60	600/620
2010	8	舞鶴2(関西)	90	595/595
2013	12	広野6(東京)	60	600/600
2013	12	常陸那珂2(東京)	100	600/600

<石炭火力発電熱効率の国際比較>

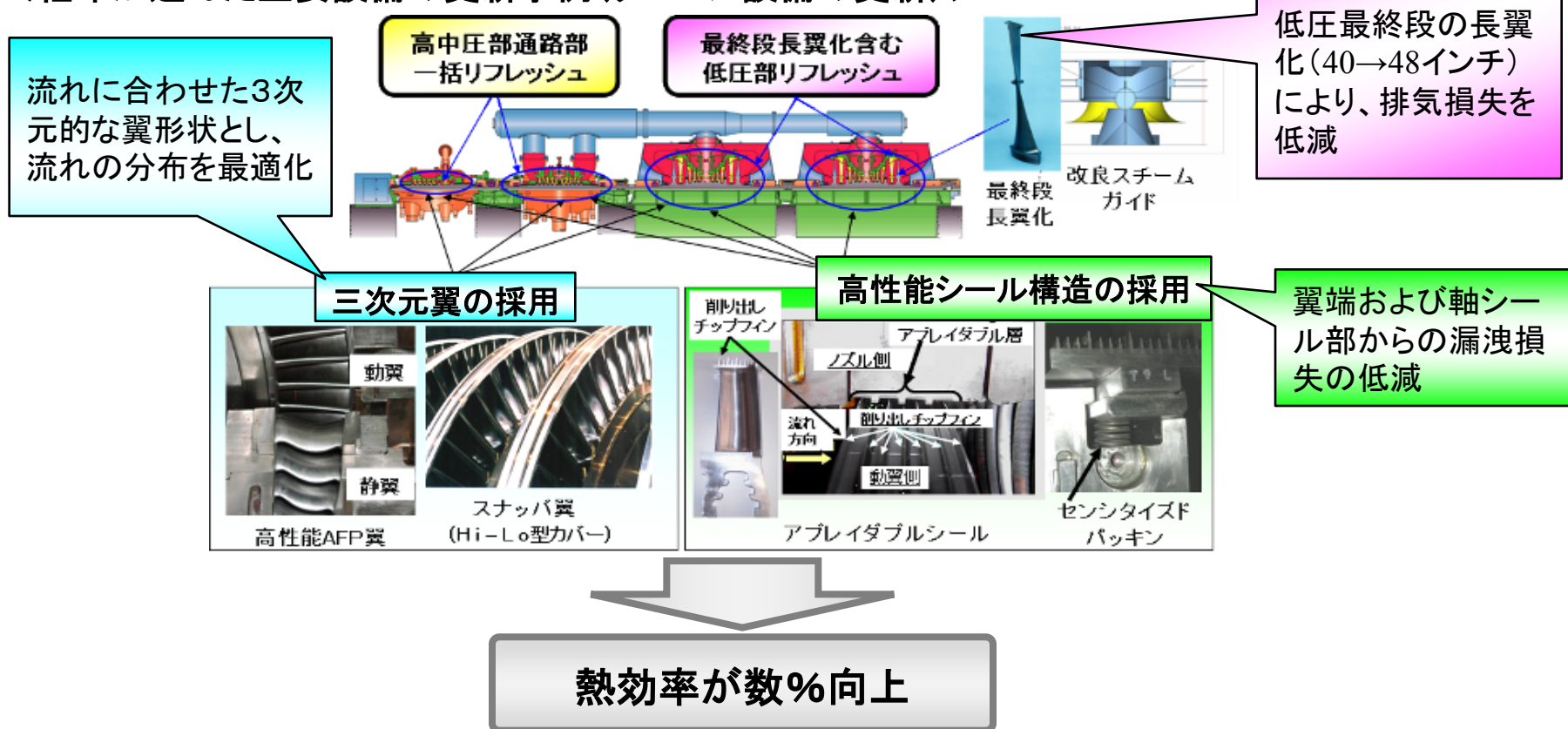


注：発電端熱効率(LHVベース)。自家発及びCHP(Combined Heat and Power：熱電供給システム)を全て含む。泥炭発電を除く。(IEA統計より推計)

出典：「自主行動計画の総括的な評価に係る検討会とりまとめ」報告書(平成26年4月)

- 既存の発電設備においても、設備を適切に保守管理するとともに、経年が進んだ主要設備（タービン等）を更新する等の取組みにより、熱効率の維持・向上に努めている。
⇒ **火力平均熱効率を1%相当維持することにより、原油換算で約290万kLの燃料抑制効果（一般電気事業者10社、受電分を除いた試算）**
- このうち、タービン設備の更新により、熱効率が数%向上した事例も存在。

＜経年が進んだ主要設備の更新事例（タービン設備の更新）＞

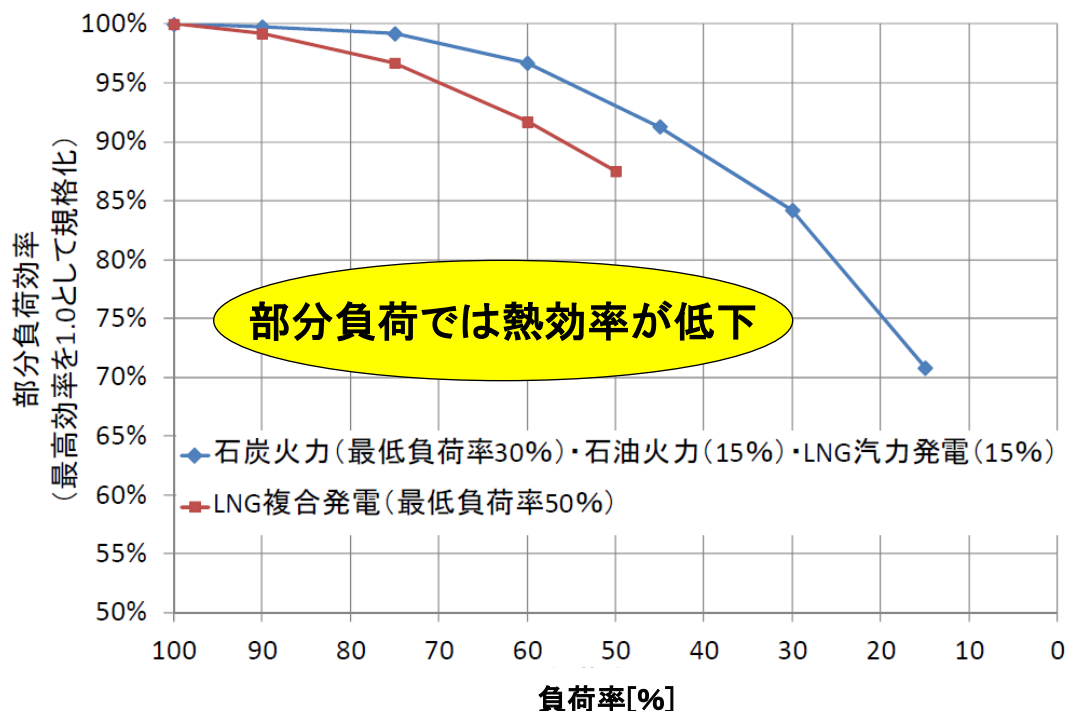


＜ガスタービン更新による熱効率の向上事例＞

対象発電所	実施時期	実施内容
横浜火力発電所 7,8号系列(東京)	2015～ 2018年	出力35万kW、1基分のガスタービン更新を実施 (高中圧蒸気タービンの取替も実施、残り7基も 今後実施予定) 熱効率:54.1%⇒55.8% 定格出力:35.0万kW⇒37.7万kW
川越火力発電所 3号系列(中部)	2014～ 2017年度	出力24.3万kW、4基分のガスタービン更新を実 施(残り3軸も今後更新予定) 熱効率:従来比で1.4%上昇
柳井発電所 1号系列(中国)	2010～ 2015年	出力12.5万kW、6基のガスタービン更新を実施 熱効率:43.3%⇒47.4%
新大分発電所 1号系列(九州)	2009～ 2017年度	出力11.5万kW、4基分のガスタービン更新を実 施(残り2基も今後更新予定) 熱効率:43.0%⇒46.3%

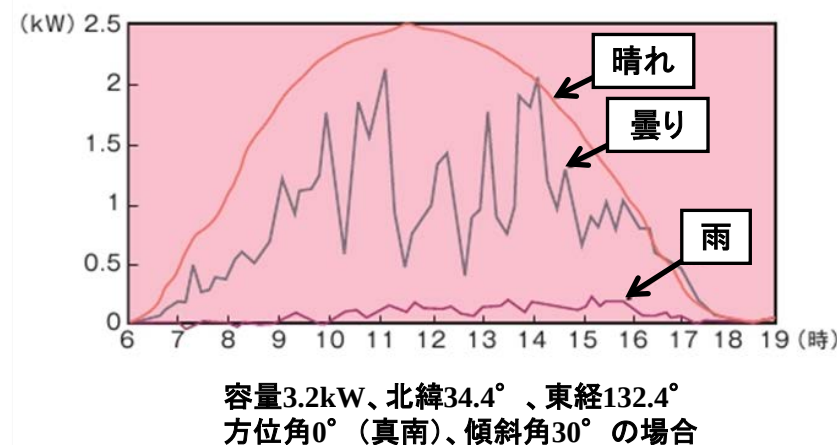
- 太陽光発電等の大量導入に伴う出力変動に対応するため、火力発電を常に一定量確保する必要があり、部分負荷運転および起動停止による熱効率低下が危惧される。
- 必要な火力発電の調整力を確保しつつ、最適な運用を行うことで、熱効率の維持に努めている。

＜火力発電の部分負荷効率＞



出典：電力中央研究所報告書

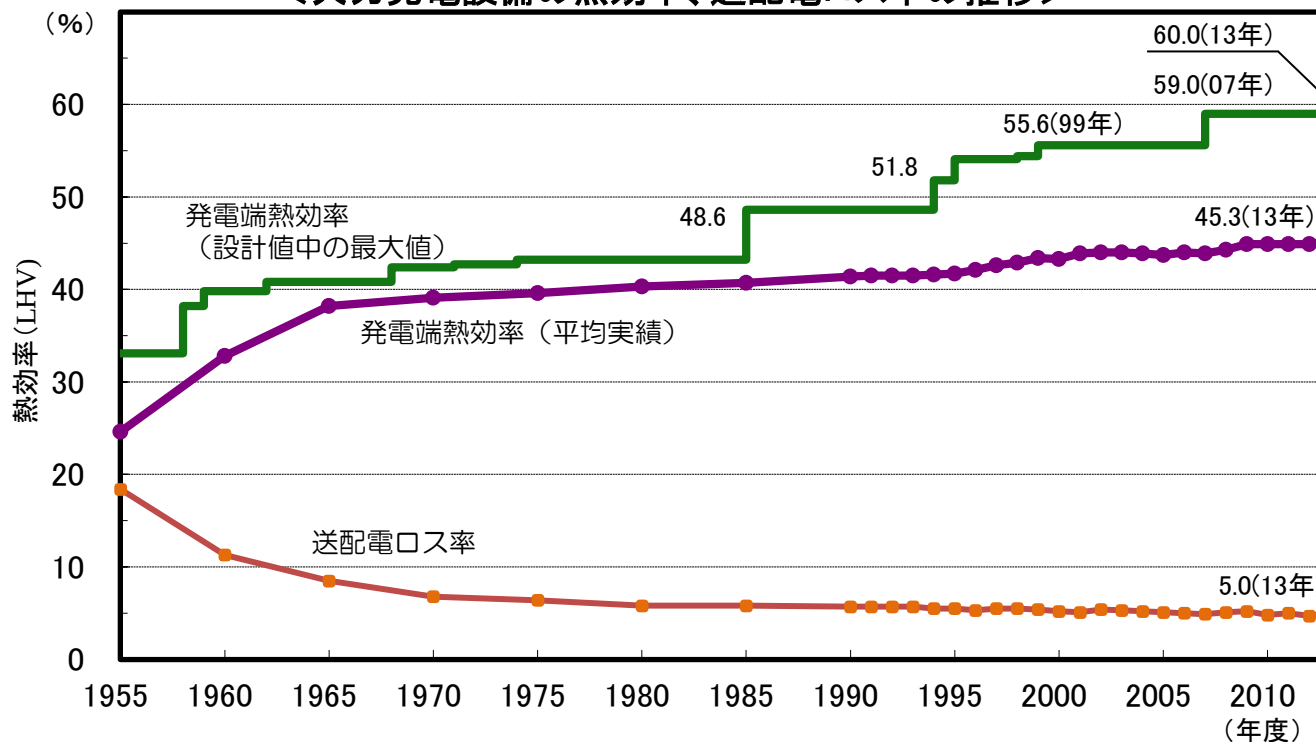
＜太陽光発電の出力変動(春季)＞



時間と天気で発電量が変わる

- 火力発電設備の熱効率は、これら新規設備・既存設備に関する最大限の取り組みを通じ、東日本大震災以降、火力増しのため経年火力が稼働する中においても維持。
(2013年度の熱効率は45.3%となり、前年度より0.4%上昇。)
- なお、火力発電設備のほか、送配電設備においても、ロス率の低減に向け、送電電圧の高電圧化や低損失型変電設備の採用などの取組みを実施。その結果、火力発電設備における燃料使用量の削減に寄与。

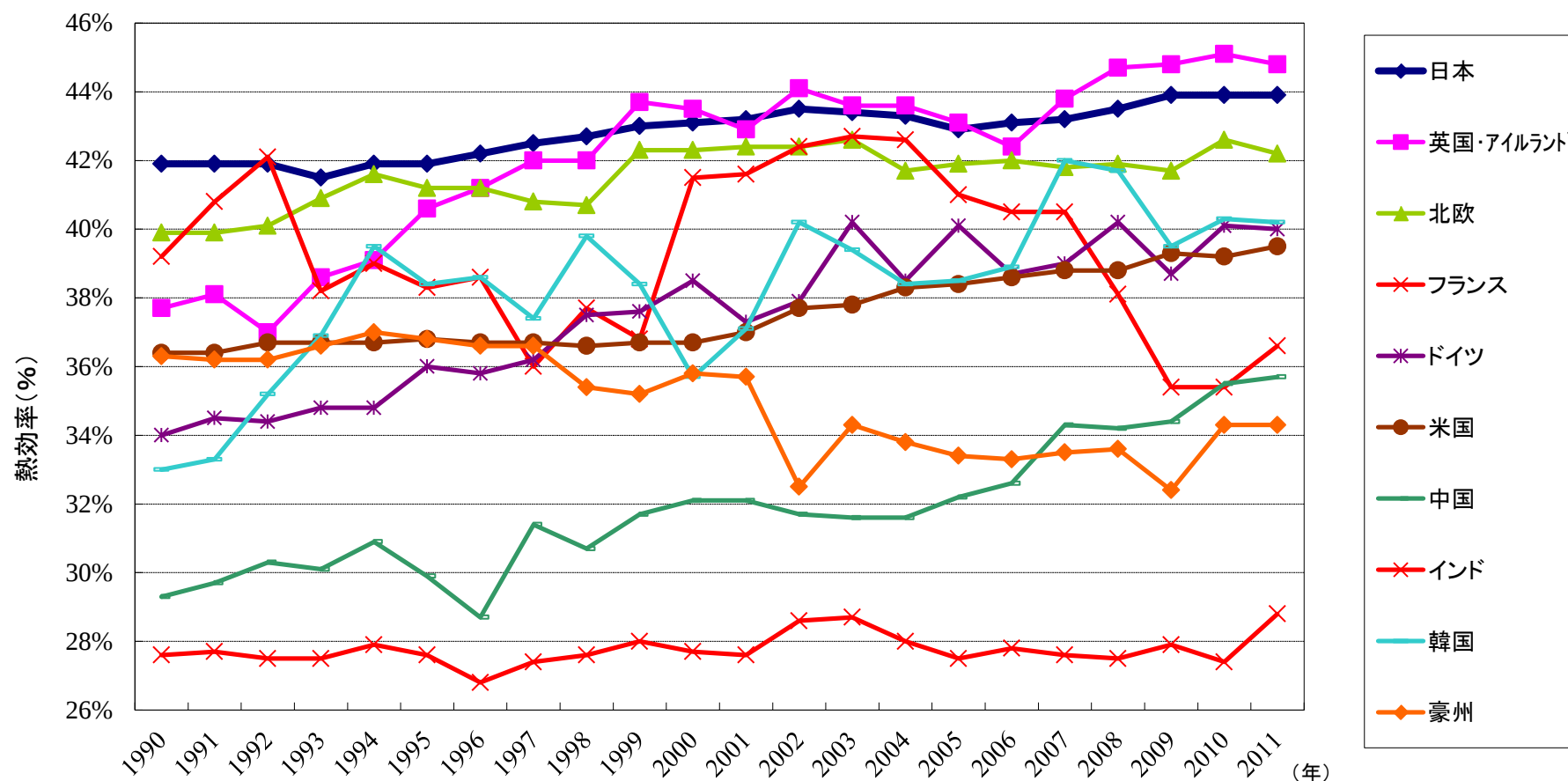
＜火力発電設備の熱効率、送配電ロス率の推移＞



出典: 電力需給の概要 他

* 低位発熱量は総合エネルギー統計の解説(2010年度改訂版)の換算係数を用いて高位発熱量より推定

➤ 日本の火力発電熱効率は、高効率設備の導入や適切な運転管理・メンテナンスに努めてきたことにより、継続かつ安定して世界トップレベルの水準を維持。



* 熱効率は石炭、石油、ガスの熱効率を加重平均した発電端熱効率(低位発熱量基準)

* 外国では低位発熱量基準が一般的であり、日本のデータ(高位発熱量基準)を低位発熱量基準に換算。

なお、低位発熱量基準は高位発熱量基準よりも5~10%程度高い値となる。

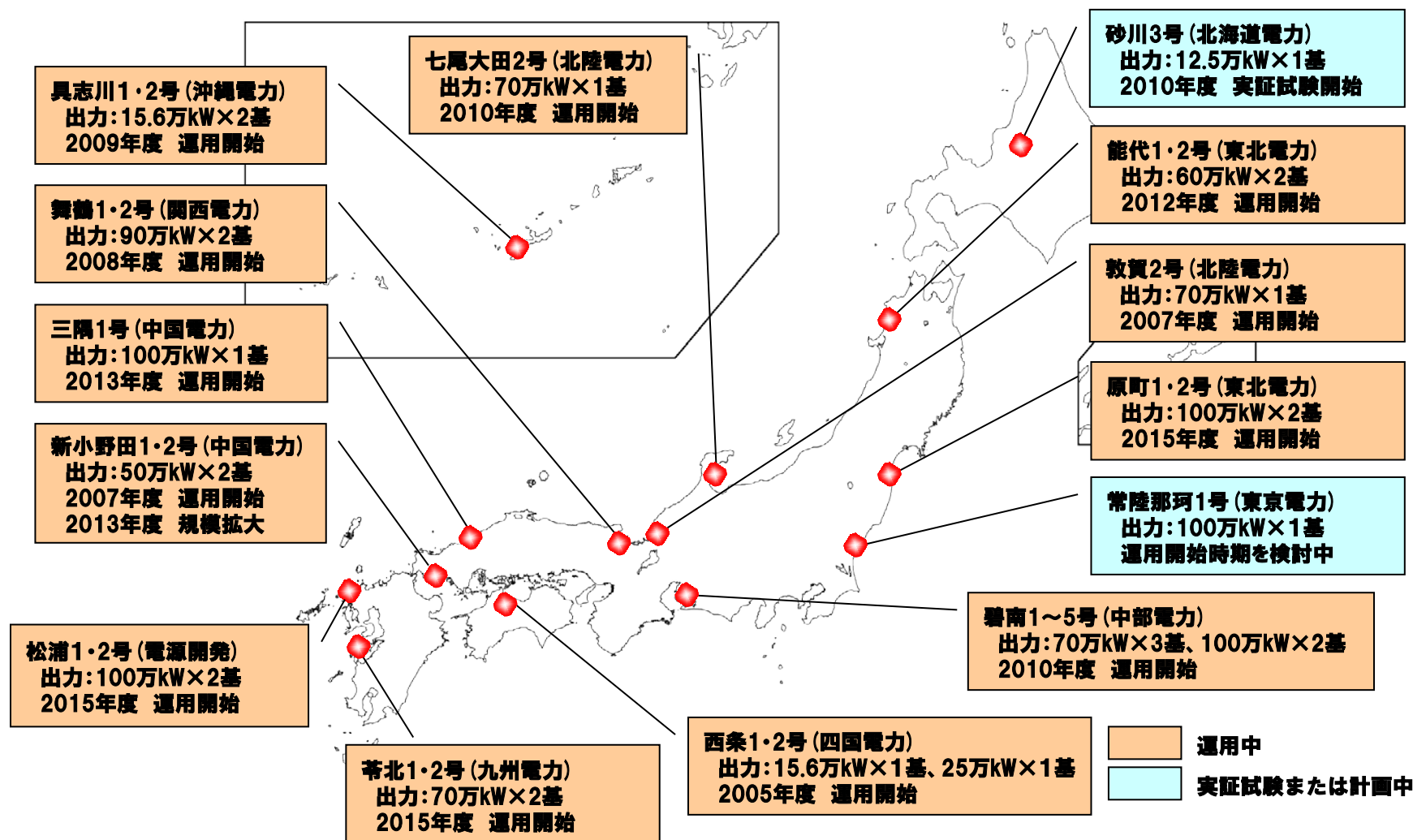
* 自家発電設備等は対象外

* 日本は年度の値

出典: INTERNATIONAL COMPARISON OF FOSSIL POWER EFFICIENCY AND CO₂ INTENSITY (2014年)(ECOFYS社)

➤ 石炭火力でのバイオマス混焼にも積極的に取組み、2014年度は、約27万2千トンのバイオマス燃料を混焼、約3億8千万kWhを発電。(原油換算で約10万kLの燃料抑制効果)

＜石炭火力発電所における木質バイオマス混焼状況・計画(主要地点)＞

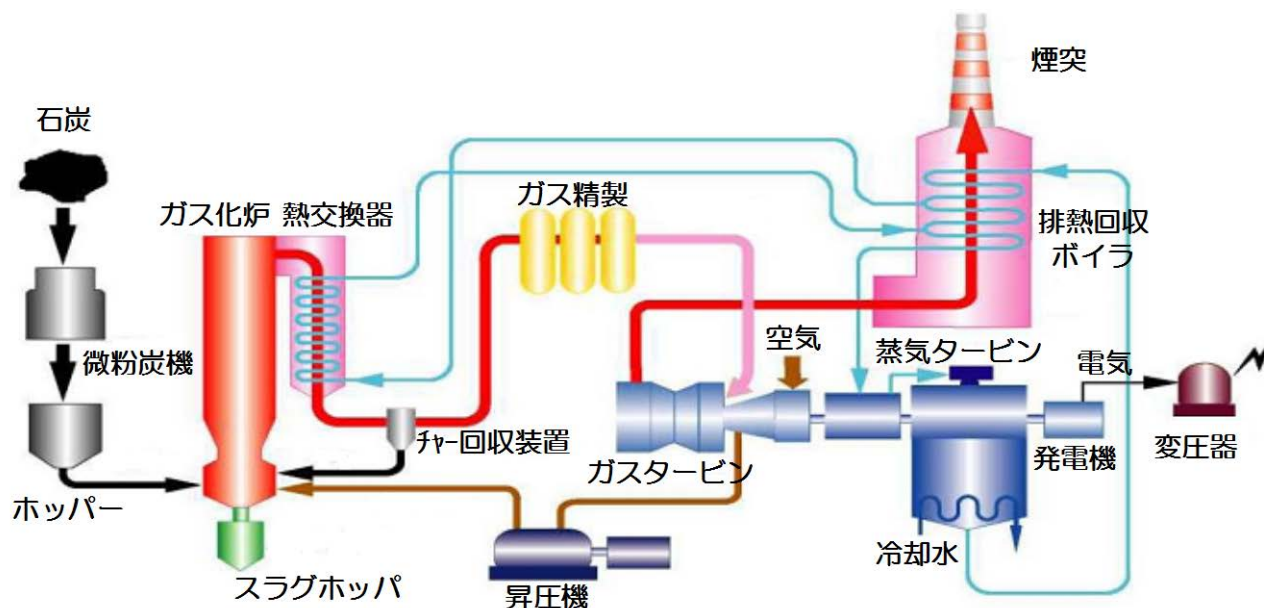


IV 火力発電の更なる高効率化に向けた技術開発

エネルギーセキュリティの確保および環境保全の観点から、供給安定性や経済性に優れた石炭を高効率に利用し、環境負荷を低減させる技術の開発が必要。

・石炭ガス化複合発電(IGCC)

次世代の石炭火力高効率化技術の一例である石炭ガス化複合発電(IGCC)は、石炭をガス化し、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて発電する方法で、最大で従来の石炭火力より高い48～50%程度(送電端・低位発熱量基準)の発電効率が見込まれる。加えて、従来の石炭火力では利用が困難な灰融点の低い石炭も利用できるため、利用炭種の拡大が可能である。そのため、これまでの技術開発で得た成果を踏まえ、今後も更なる高効率化などに向けて取り組んでいく。



＜大崎クールジェンプロジェクト＞

究極の高効率発電技術である石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)とCO₂分離・回収を組み合わせた革新的低炭素石炭火力発電の実現を目指す目的で経済産業省の補助事業として実施。

➤ 第1段階：酸素吹IGCC実証(2012～2018年度)

実証試験設備の建設、性能・運用性・経済性・信頼性に係る実証を(2016年度より実証試験運転開始を計画)

➤ 第2段階：CO₂分離・回収型IGCC実証(2016～2020年度)

➤ 第3段階：CO₂分離・回収型IGFC実証(2018～2021年度)

発電効率を向上させる技術として燃料電池を組み込み、石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性確認、最適なIGFCシステムの実証を実施

＜福島復興IGCC実証計画(勿来・広野)＞

石炭の更なる高度利用として、高出力・高効率化に向けた技術開発が進められている50万kW級の石炭ガス化複合発電(IGCC)設備を建設し、大型IGCC設備の実証を進めていく。

場 所：勿来発電所隣接地および広野火力発電所構内

出 力：いずれも約54万kW

運開時期：2020年(平成32年)代初頭(予定)