

これからの火力発電の役割と価値

2021年10月28日

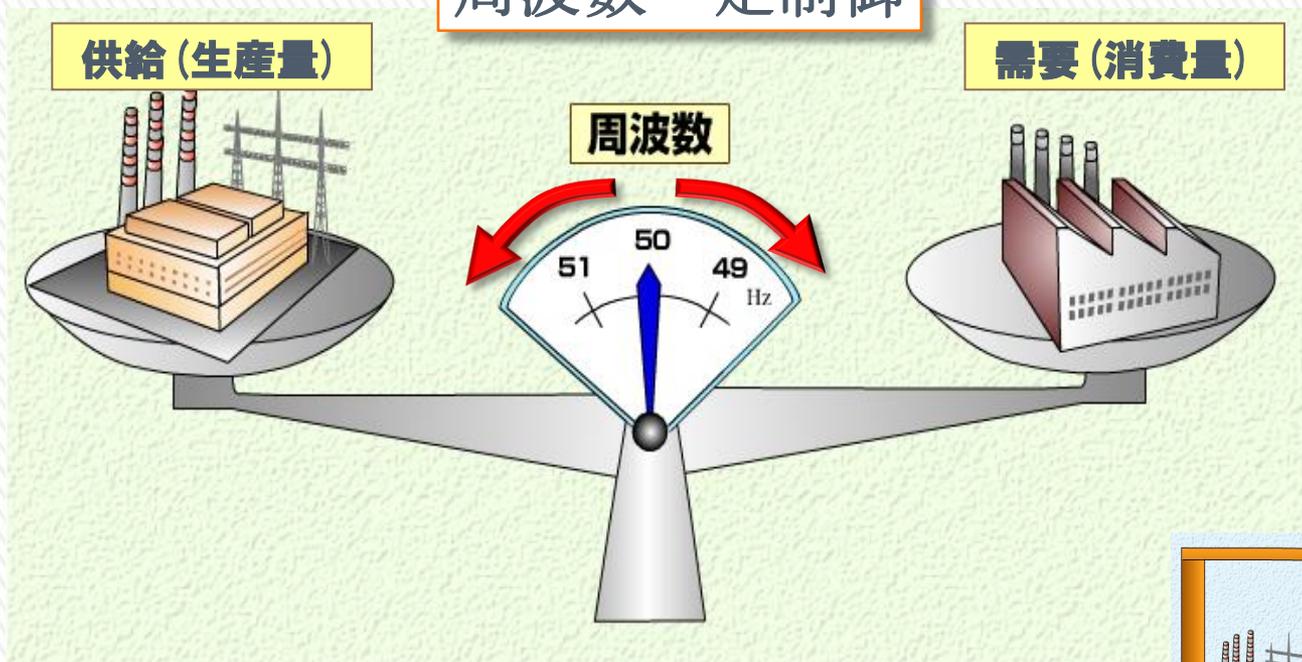


一般社団法人 火力原子力発電技術協会

電力系統の運用

☆ 瞬時の需要と供給を一致させる必要がある

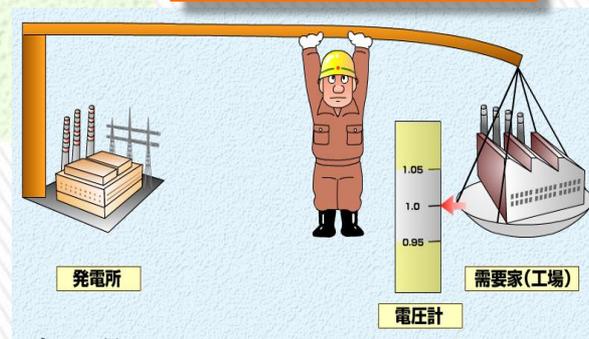
周波数一定制御



需要 = 供給力
→ 周波数一定

周波数が乱れると
最悪停電！

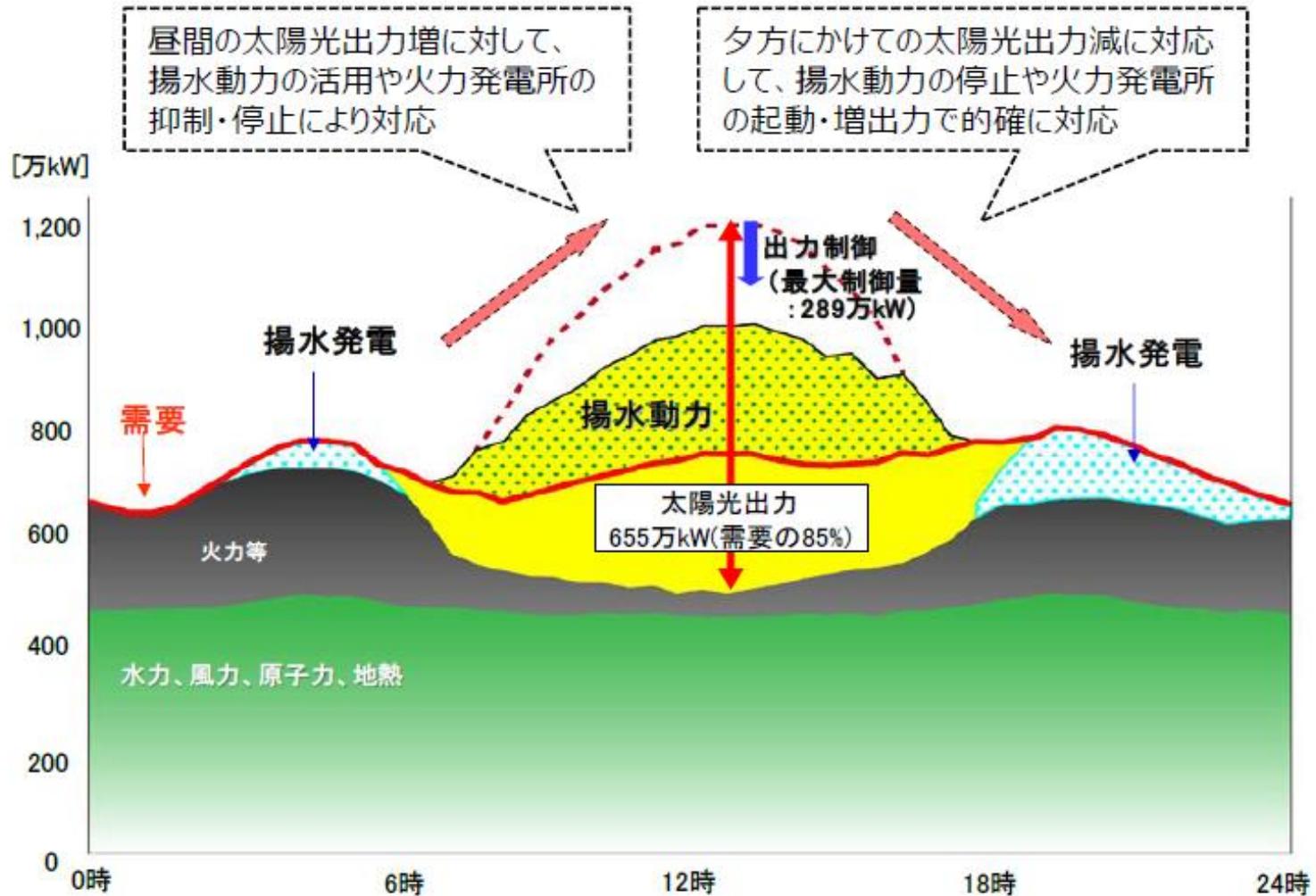
電圧維持制御



需要予測と周波数偏差を見ながら、必要な供給量となるよう発電設備(供給側)に給電指令を出す。

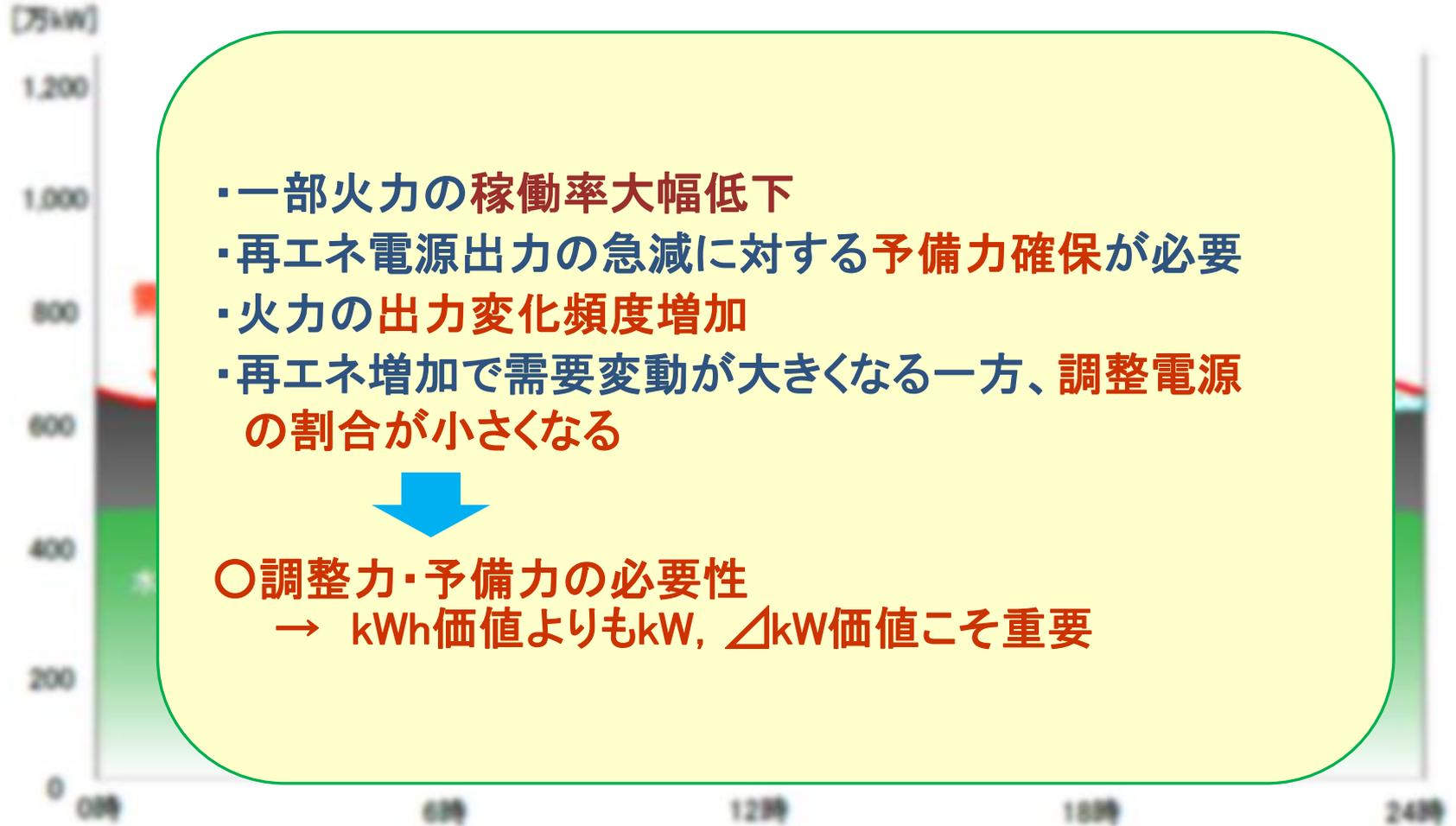
一日の電気の使われ方 (自然変動電源拡大の影響)

<2020年3月8日の九州の電力需給イメージ>



再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 (第18回) より抜粋

再エネ比率増大に伴う影響



再生可能エネルギーの電力系統への影響

Case1:再生可能エネルギーによる電力余剰

Case2:再生可能エネルギー出力減による供給力不足

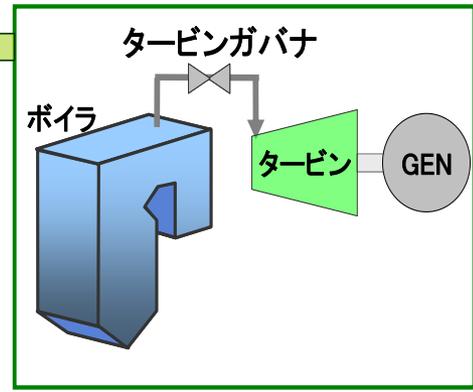
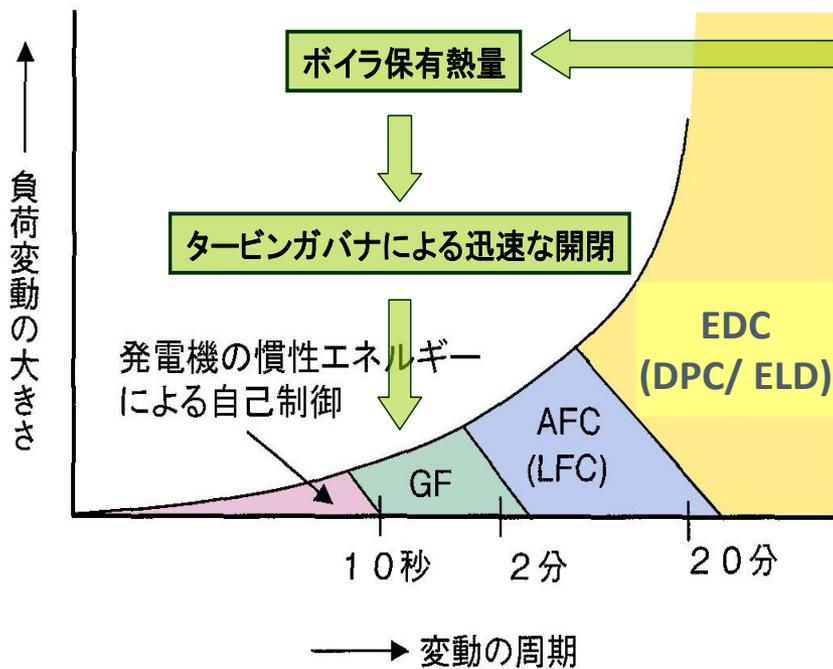
Case3: 不安定な出力変動に対応する系統周波数の調整力不足



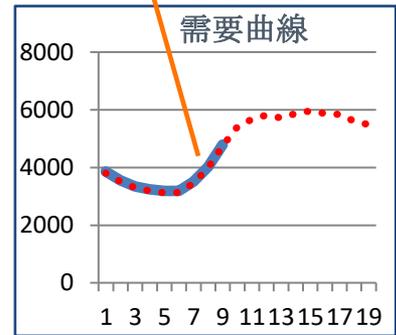
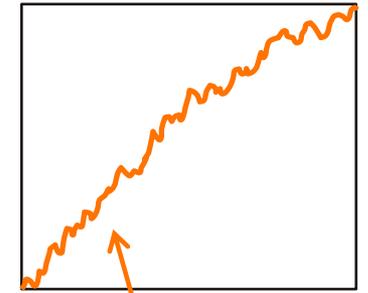
常に上げ代、下げ代を確保する必要がある
系統側の対策だけでは不十分

調整幅とスピードが重要

火力プラントの需給調整機能



火力プラントの需給調整機能は、系統需要の変動周期により4段階の機能がある



10秒以下	発電機の慣性エネルギーによる自己制御
～数分程度	火力プラント保有エネルギーによるTbガバナーフリー制御
～10数分	プラント制御による周波数制御 (LFC/AFC)
それ以上	出力指令に基づく出力制御 (EDC)

瞬動予備力

火力設備の調整力一覧

系統維持対応

出力変化率 : 1分間当たりの出力変化速度 (%/min)

Case1,2,3

L F C 幅 : LFC信号に基づき変化できる出力の幅 (%)

Case3

(Load Frequency Control:負荷周波数制御) (定格出力に対する割合)

最低出力 : 安定運転が可能な最低出力 (%)

Case1,2

(定格までの出力が調整力となる。停止した場合と異なり、需要の変化に即応できる)

起動時間 : ユニット起動から最大出力までの時間 (分)

Case2

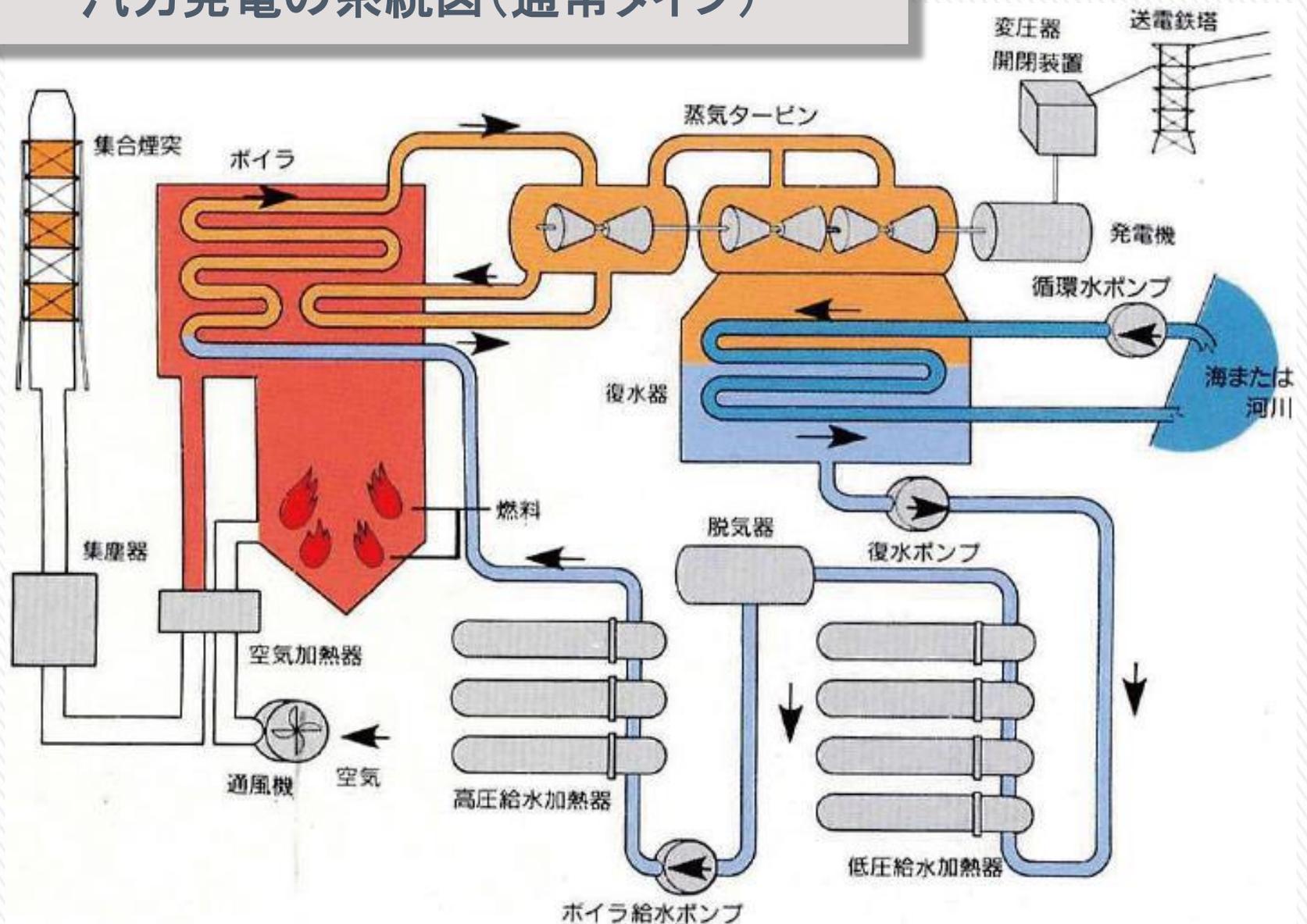
D S S : 日間起動停止(短時間での停止起動に対応)

Case1,2

(Daily Start Stop)

- ・ 既存の設備を活用
- ・ エネルギーを自ら生み出すのは火力発電のみ (Case2対応)

汽力発電の系統図(通常タイプ)





蒸気タービン

発電機



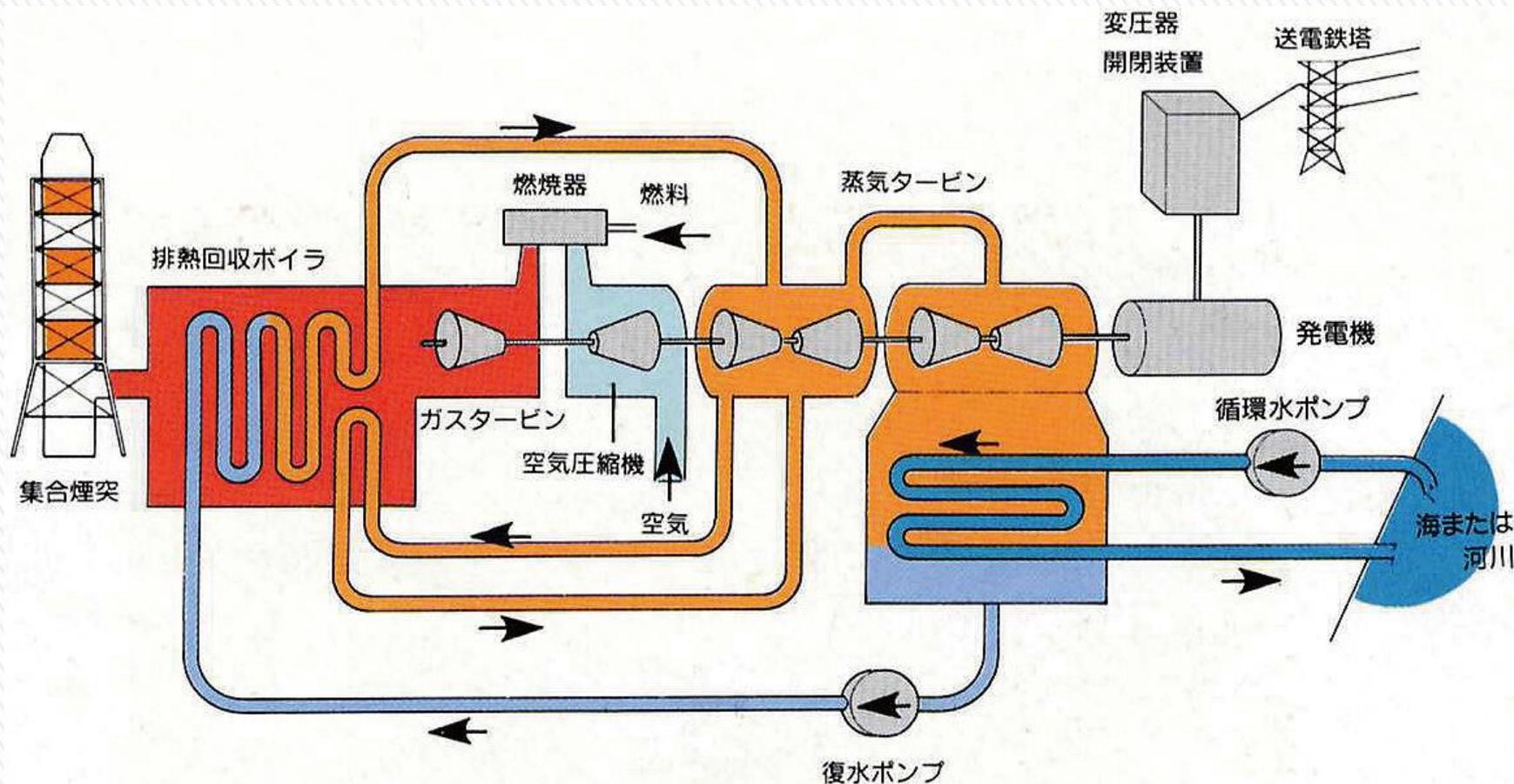
ばい煙処理設備



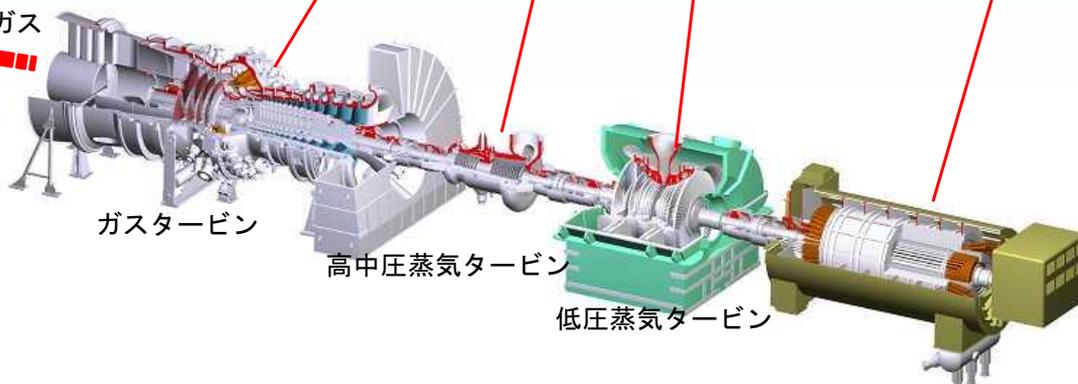
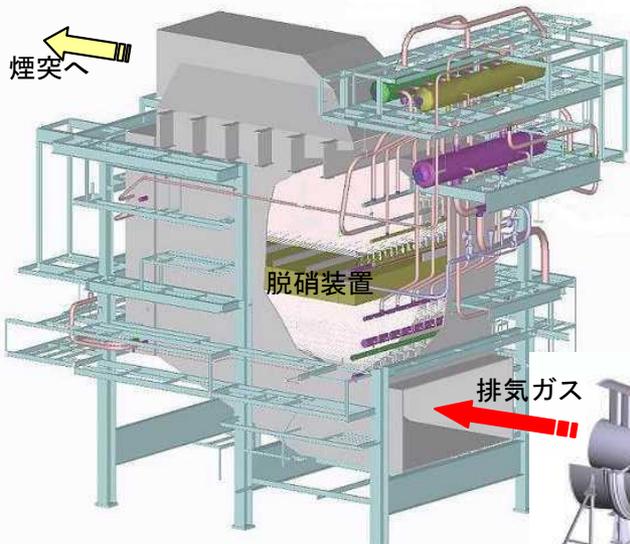
ボイラ

タービン建屋

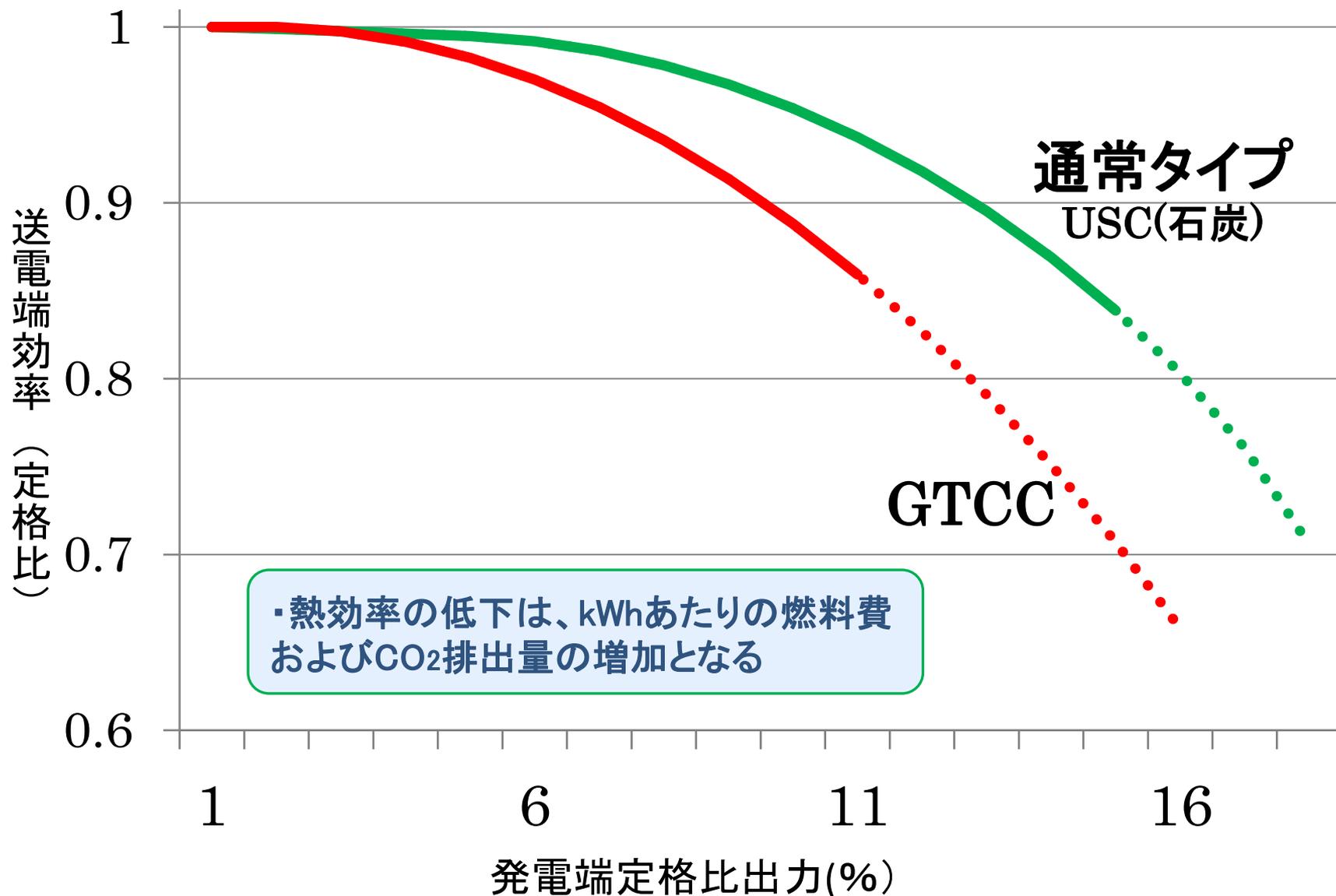
コンバインドサイクル(GTCC)の系統図



排熱回収ボイラ



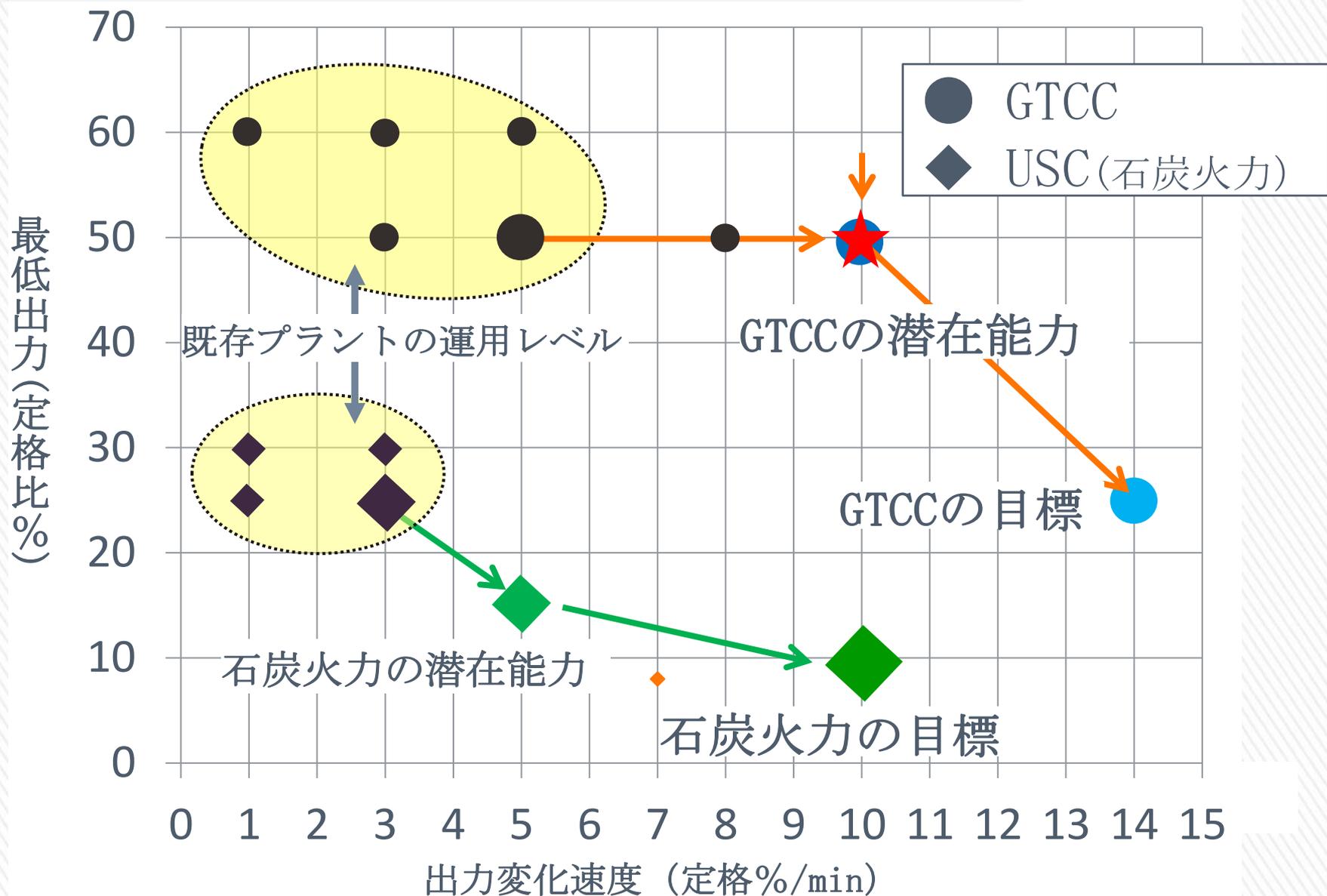
部分負荷における熱効率の低下



火力設備の調整力一覧

		貫流石炭火力(通常型) (600~1,000MW級)	GTCC(1軸、多軸) (1,100~1,600°C級)
変化速度	現 状	1~3%	1~5%
	潜在能力	3~5%	8%
	目 標	5%(低出力帯) 10%(高出力帯)	14% (中間負荷帯)
最低出力	現 状	30%程度	50%
	目 標	15%以下	25%
起動時間	現 状	4時間程度	60分程度
	目 標	より短く	30分

火力設備の調整力 現状と目標



火力機調整力拡大のための技術的課題

前提：高い熱効率と柔軟な調整力の同時達成



その1：負荷の変動に対応して、安定した運用の実現

その2：部分負荷運用による熱効率低下の抑制

- ※ 調整力の各機能をバランスよく実現
設備の型式や燃料種別に加え、電力系統の需給状況によって
最適解は異なる

需給調整機能の価値評価

- 【追加費用】 - 機能向上のための追加設備費用
過酷な出力変動、過度の起動停止による設備の疲労劣化によるメンテナンス費用の増加
- 【効率低下】 - 部分出力・起動停止といった非経済運用の増加
- 【機会の逸失】 - 需給調整(上げ代確保)による稼働率低下、売上減少

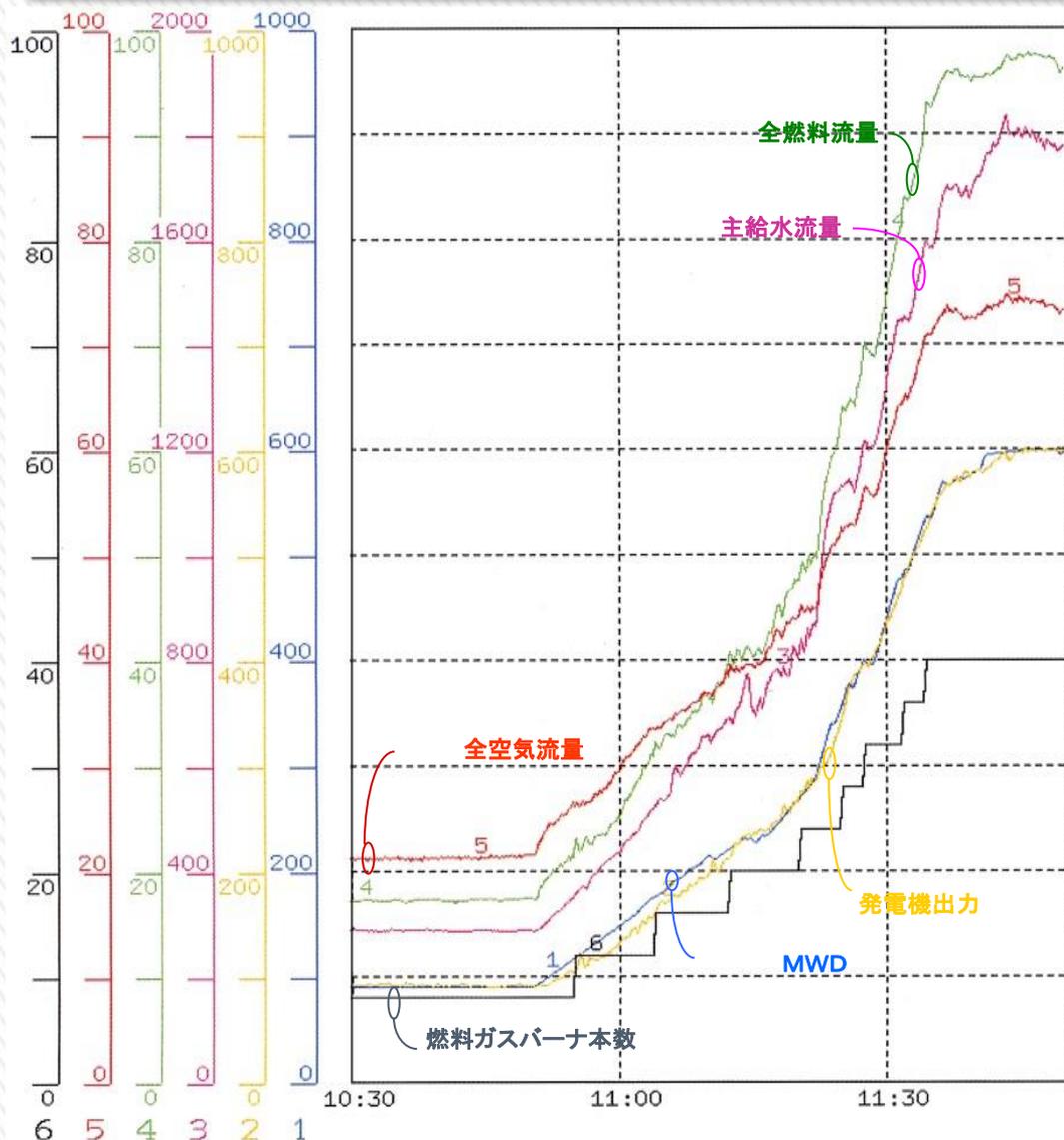
需給調整機能の強化なくして再エネの大量導入はできない



- ・再エネと火力は、対立関係ではなく**共生関係**
- ・需給調整の発揮に対し、適切な対価を得られる仕組みが必要

対価が得られなければ、需給調整を行えない

技術開発 例1 最低負荷⇒全負荷へ連続的負荷変化の例



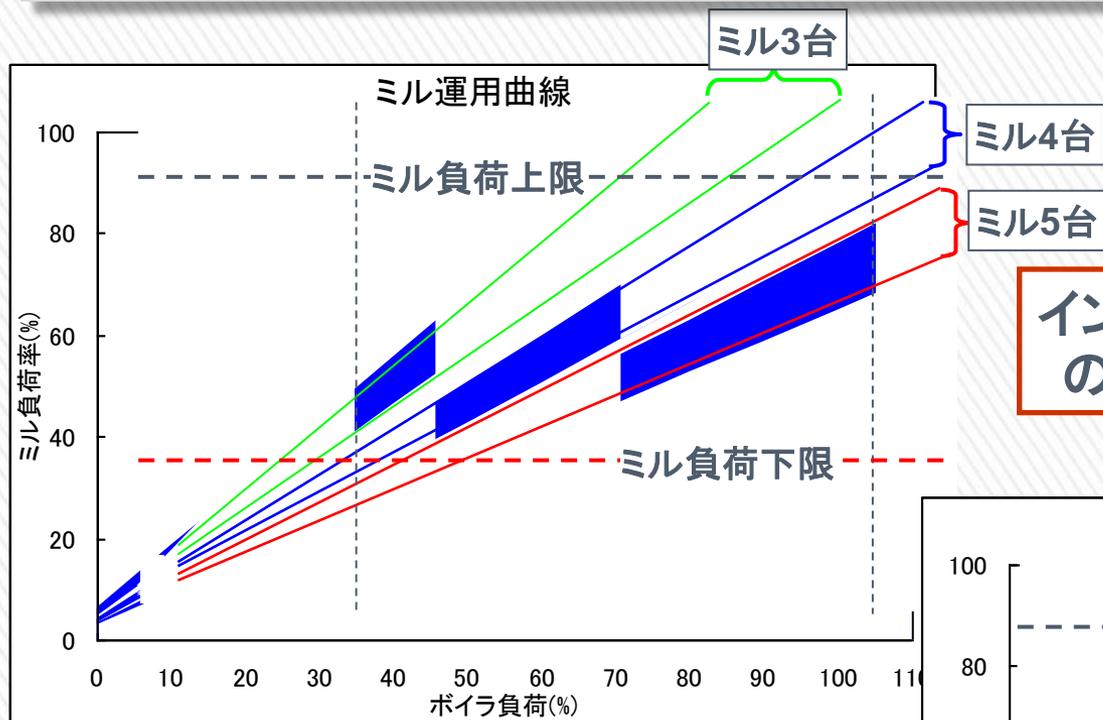
LNG 焚き定圧貫流プラントの
運用改善例

制御系改善のみで、
最低負荷(15%)⇒全負荷(100%)
連続負荷変化運用実現

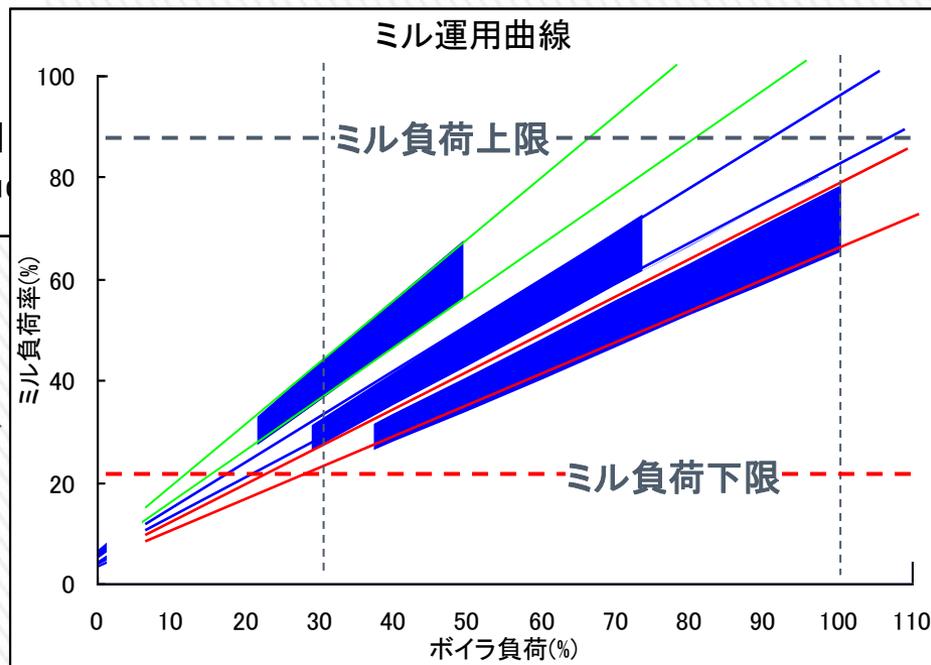
90MW⇒600MW:約45分で追従

※低負荷帯では、負荷変化率、
LFC幅などの性能に関し技術的に
難しくなる傾向がある

技術開発 例2 ミル(微粉炭機)の入切を無くして負荷変化幅の拡大

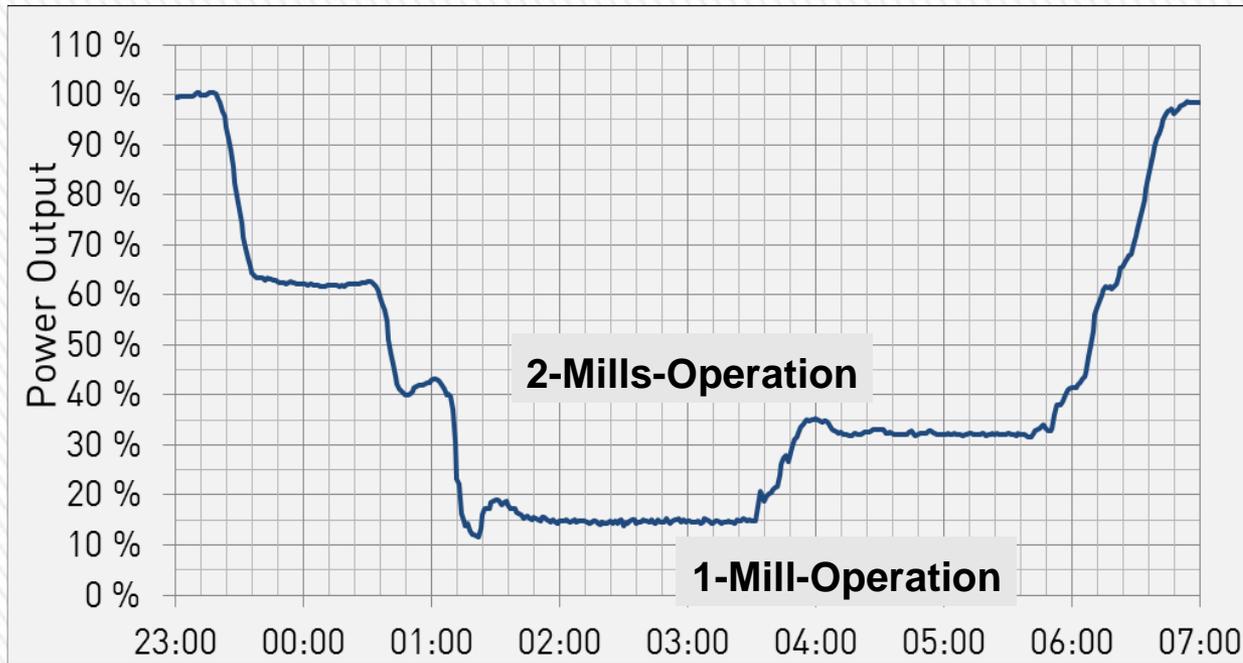


インバータ化により、各ミル台数での運用可能負荷バンドを広げる



各台数の負荷バンド下限については、
燃焼性に注意して決定する必要がある

技術開発 例3 最低出力の低減とLFC運用帯の拡大 1ミル運転の実施



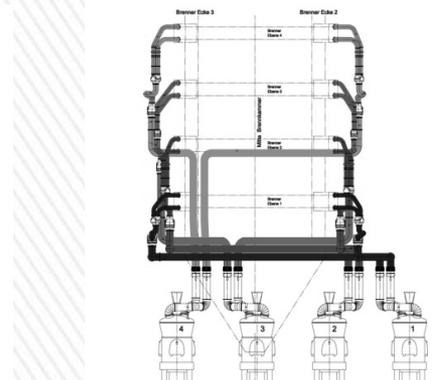
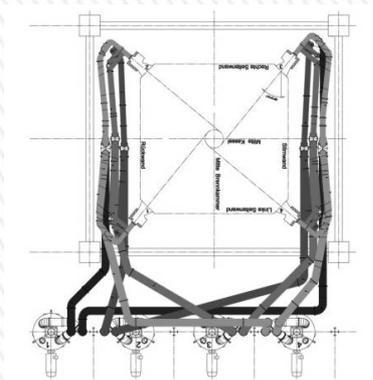
最低出力の低減はメリット大!



並列機増でシステムの慣性力増

LFC量増でRE導入増

電力貯蔵量減でロス低減



Source: EnBW_Mr Stamatelopoulos_10/2013

脱炭素化に向けた方策と課題

方 策

課 題

非化石電源
(自然変動電源の拡充)



調整力・予備力の確保

短期

カーボンリサイクル・CCS



CCS→適地・コスト
CCU→コスト・エネルギー

中長期

カーボンフリー燃料
(水素・アンモニア等)



カーボンフリー燃料の製造
(大量の脱炭素エネルギー)

段階ごとに火力発電を賢く活用することがゴールへの近道
調整力・予備力の確保が第一歩！





Thank you very much