

地球温暖化問題に対する東京電力の取り組み

～エネルギー・環境問題への対応の観点から～

平成21年12月
東京電力株式会社
西火力事業所
横須賀火力発電所

電気事業とそれを取り巻く状況

地球温暖化問題に関する科学的知見（IPCC第4次報告）

- 100年間で世界平均気温は0.74℃上昇
- 温暖化は既に起こっており、人為起源の温室効果ガス（CO₂等）の増加がその原因。

	環境・経済両立社会シナリオ	化石燃料・経済成長重視シナリオ
気温上昇	今世紀末までに約1.8℃（1.1～2.9℃）	今世紀末までに約4.0℃（2.4～6.4℃）
シナリオによらず、今後20数年で0.5℃近く気温が上昇		
海面上昇	約18～38cm	約26～59cm

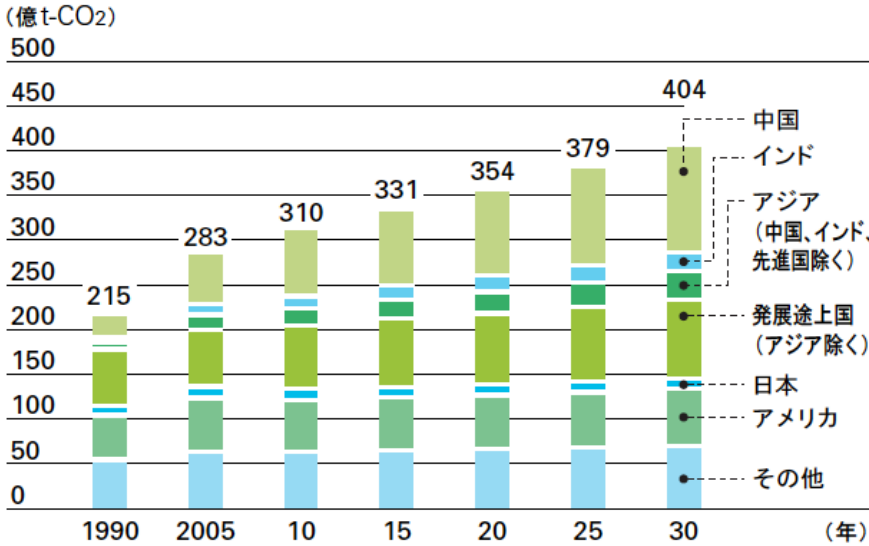


- 極端な高温や熱波、干ばつ地域の拡大
- 南極氷床の一部の流出速度が増加
- 大雨や洪水の増加
- 山岳氷河と雪氷域の後退 等

ただし、科学的に不確実性がまだ残っているのも事実であり、異議を唱える学者もいる。

CO2排出量と温暖化防止に向けた主な国際的取組の経緯

世界のCO2排出量の見通し



気候変動枠組条約 (92年5月採択、94年3月発効)

- ・ 地球サミット(92年6月、リオデジャネイロ)で150ヶ国以上が署名。
- ・ 先進国は1990年代末までに温室効果ガス排出量を1990年レベルまで戻すことを目指す(努力目標)

COP3 (97年12月、京都)「京都議定書」の採択

- ・ 先進各国について法的拘束力のある排出削減目標値に合意

COP11およびCOP/MOP1 (2005年11~12月、モントリオール)

- ・ 京都議定書の運用ルールの確立(マラケシュ合意の採択)
- ・ 全ての国の参加による、長期的協力の為の行動にかかる対話プロセスの開始
- ・ 適応に関する5カ年計画の策定

COP13およびCOP/MOP3 (2007年12月、パリ)「パリ行動計画」の採択

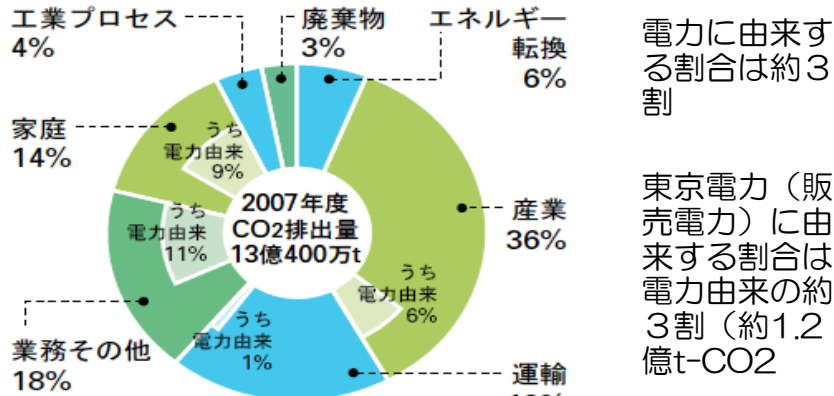
- ・ 2009年までに次期枠組みについての議論を終えることに合意

中期目標発表

COP15 およびCOP/MOP5 (2009年12月7日~18日、コペンハーゲン)

- ・ 先進国の中期目標合意?
- ・ 途上国向けのファンド
- ・ 目標のモニタリングシステム
- ・ 途上国による温暖化対策の行動計画

日本の温室効果ガス排出状況 (2007年度)



出典：環境省報道発表資料(2009年4月30日)より作成

<中期目標> 麻生内閣総理大臣（当時:2009/6）記者会見の概要

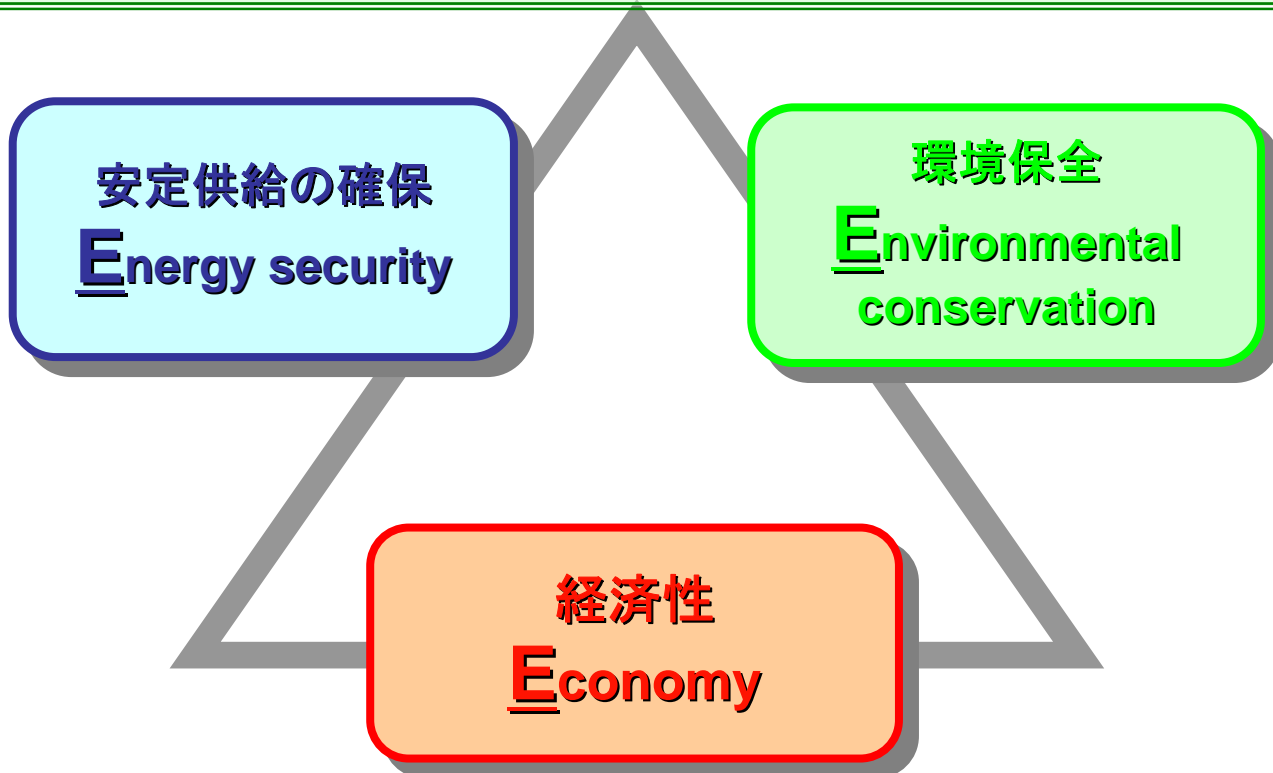
- 2020年時点の温室効果ガスの排出量を2005年比で15%削減
- 海外からのクレジット購入等を含まない、国内対策だけで達成させる「真水」の目標
- 「6つの選択肢」のうち、「ケース③ 最大導入ケース(05年比▲14%)」から1ポイントの上積み（現行10倍と規定していた太陽光発電の導入規模を20倍に引き上げたこと等に起因）
- 世界最高水準のエネルギー効率を実現してきた日本の産業界にとっては厳しい内容



※写真出典：首相官邸HPより

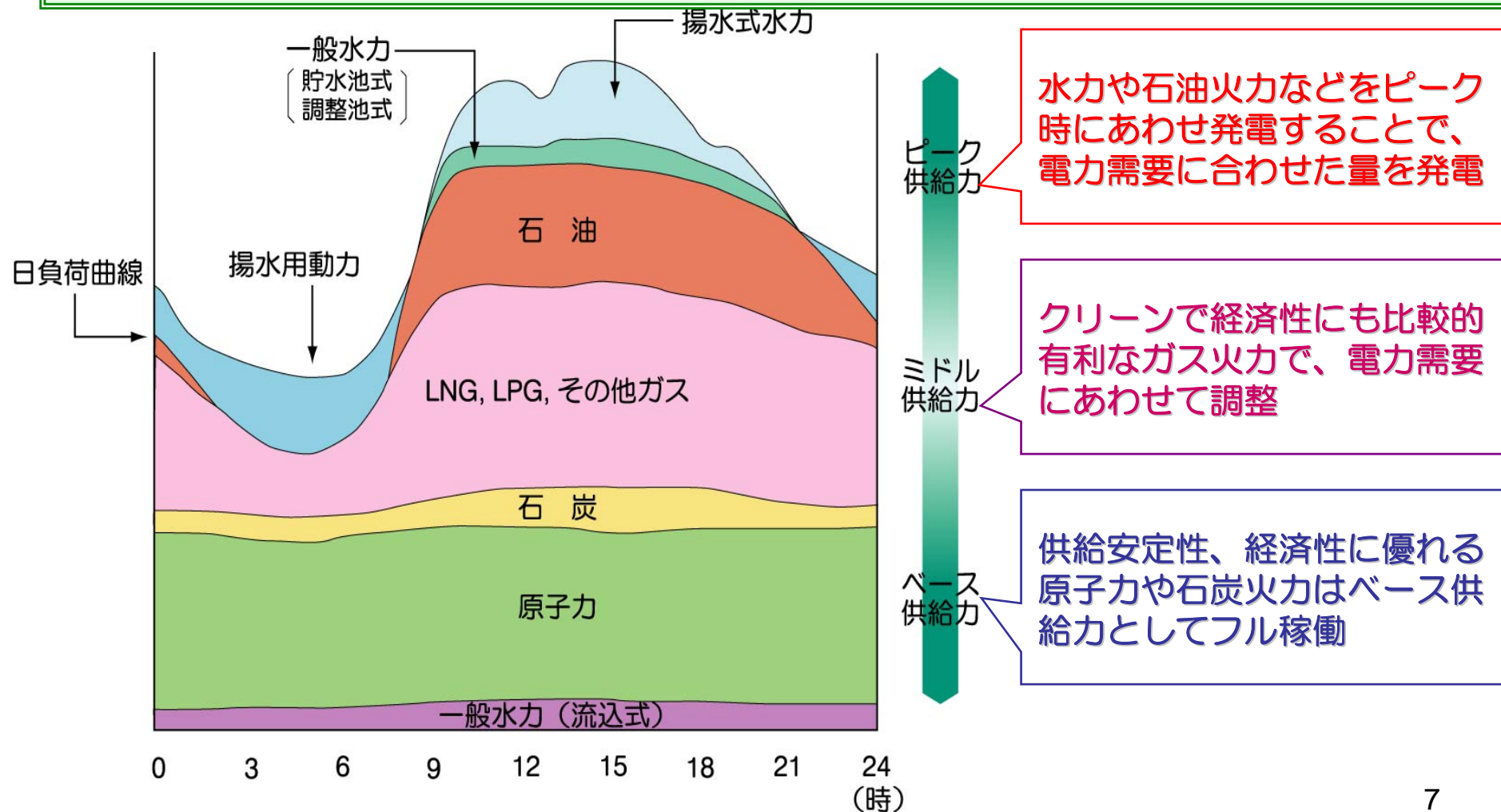
基本的な考え方

- CO₂の多くがエネルギー消費に伴い排出されるため、地球温暖化問題 = エネルギー問題
- 世界のエネルギー情勢に適切に対応し、中長期的な視点に立ち、「安定供給の確保」を最大の使命としさらに、「環境保全」を十分考慮した上で、「経済性」を追求し、同時達成を図る
- エネルギー資源に乏しいわが国は、温暖化防止のためにも、エネルギー源の多様化（原子力・自然エネルギーなど非化石エネルギーの推進等）とエネルギー利用効率の向上（省エネ）とを図ることが肝要



一日の電力需要カーブ

- 電気は貯められないので時々刻々変化する需要にあわせて発電（24時間体制）
- 火力発電の特長の一つは電力需要への柔軟な対応が可能なこと



各種電源の主な特徴

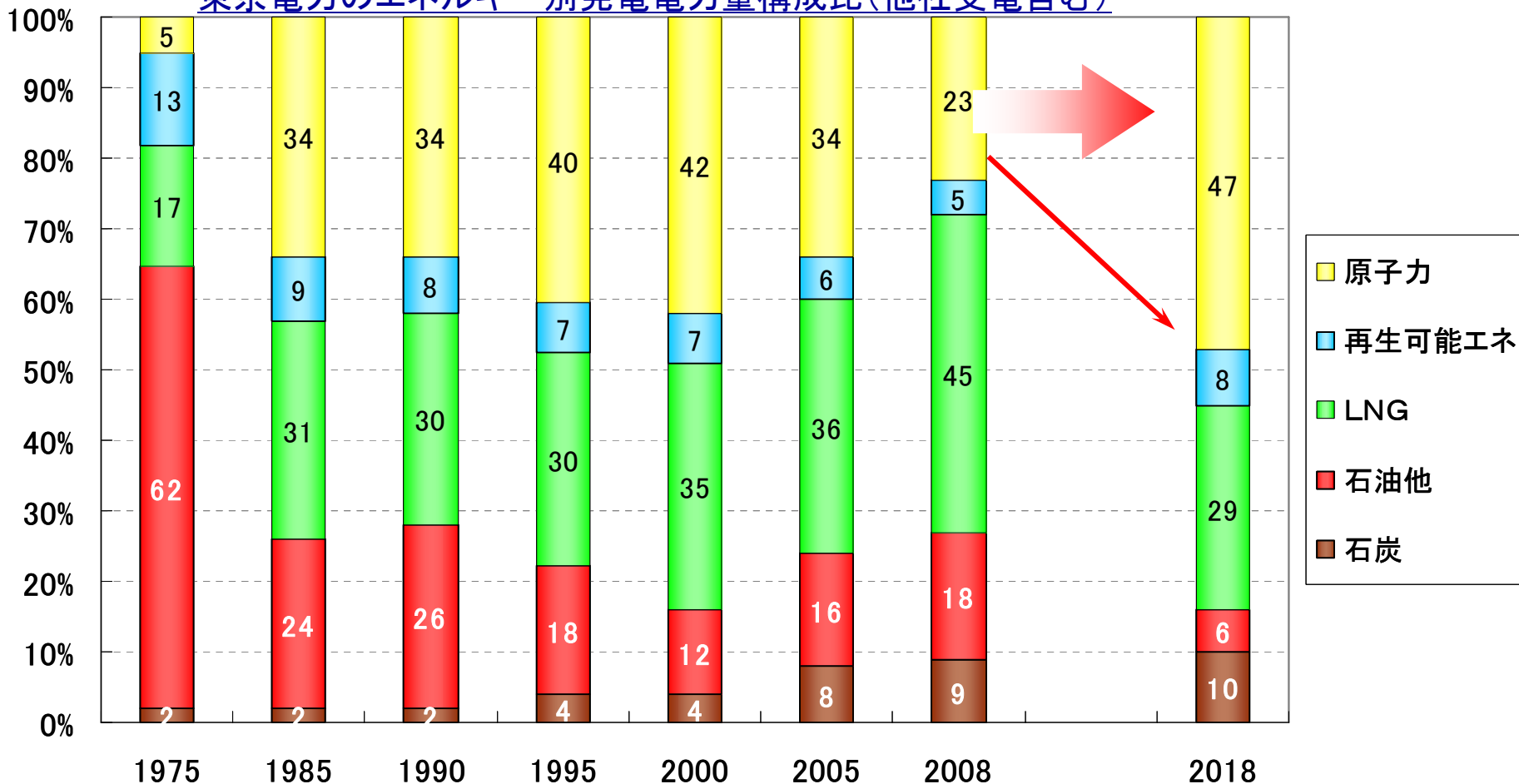
■ 各種電源についてメリット、デメリットが存在

電源種		メリット	デメリット
火力	石炭	<ul style="list-style-type: none"> 埋蔵量が豊富 燃料の調達先が分散、安定している 他の化石燃料と比べ低価格で安定 	<ul style="list-style-type: none"> 発電時にCO₂の排出量が多い
	石油	<ul style="list-style-type: none"> 発電用以外にも用途が広い I値 - 密度が高く、運搬・貯蔵が容易 	<ul style="list-style-type: none"> 政情の不安定な中東に偏在 価格が高めで、燃料価格の変動も大きい
	LNG	<ul style="list-style-type: none"> 燃料の調達先が分散している CO₂の排出量が比較的少ない 長期契約中心であり供給が安定 他の化石燃料に比べて需要の変動に柔軟に対応可能 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料輸送費が高く、インフラ整備が必要 燃料調達が硬直的 価格は高め
原子力 (ウラン)		<ul style="list-style-type: none"> ウラン資源が政情の安定した地域に賦存 核燃料サイクルにより準国産エネルギーとして利用可能 発電時にCO₂を排出しない 	<ul style="list-style-type: none"> 社会的受容性の問題など、将来の動向に不確実性がある 共通原因により運転が制約される可能性がある 嚴重な放射線、放射性廃棄物の管理が必要
再生可能	水力・地熱	<ul style="list-style-type: none"> 純国産の再生可能エネルギー 発電時にCO₂を排出しない 揚水式はエネルギーの貯蔵機能を保有 	<ul style="list-style-type: none"> 大幅な新規開発を見込むには限界 経済性は劣位
	太陽光・風力	<ul style="list-style-type: none"> 無尽蔵な純国産エネルギー 発電時にCO₂を排出しない 	<ul style="list-style-type: none"> 出力が不安定で、エネルギー密度も低い 発電設備導入コストが高い

電源のベストミックス（東京電力）

- 環境性、供給の安定性、経済性、運転特性に応じて電源ベストミックスを推進
- 中期的(2020)には、電気事業として非化石エネルギー50%以上を目指す。

東京電力のエネルギー別発電電力量構成比(他社受電含む)



言い換えれば今後も引き続き火力発電は欠かすことができない電源です。

東京電力のCO₂排出原単位の低減目標

経営ビジョン2010（2004年10月）

【地球環境貢献目標（2007年3月見直し※）】

CO₂排出原単位を
2008～2012年度の5年間平均で1990年度比
20%削減
(0.304kg-CO₂/kWh程度)

※京都議定書の第一約束期間(2008～12年度)にあわせ、5年間平均での評価に変更

CO₂排出量
(kg-CO₂)

=

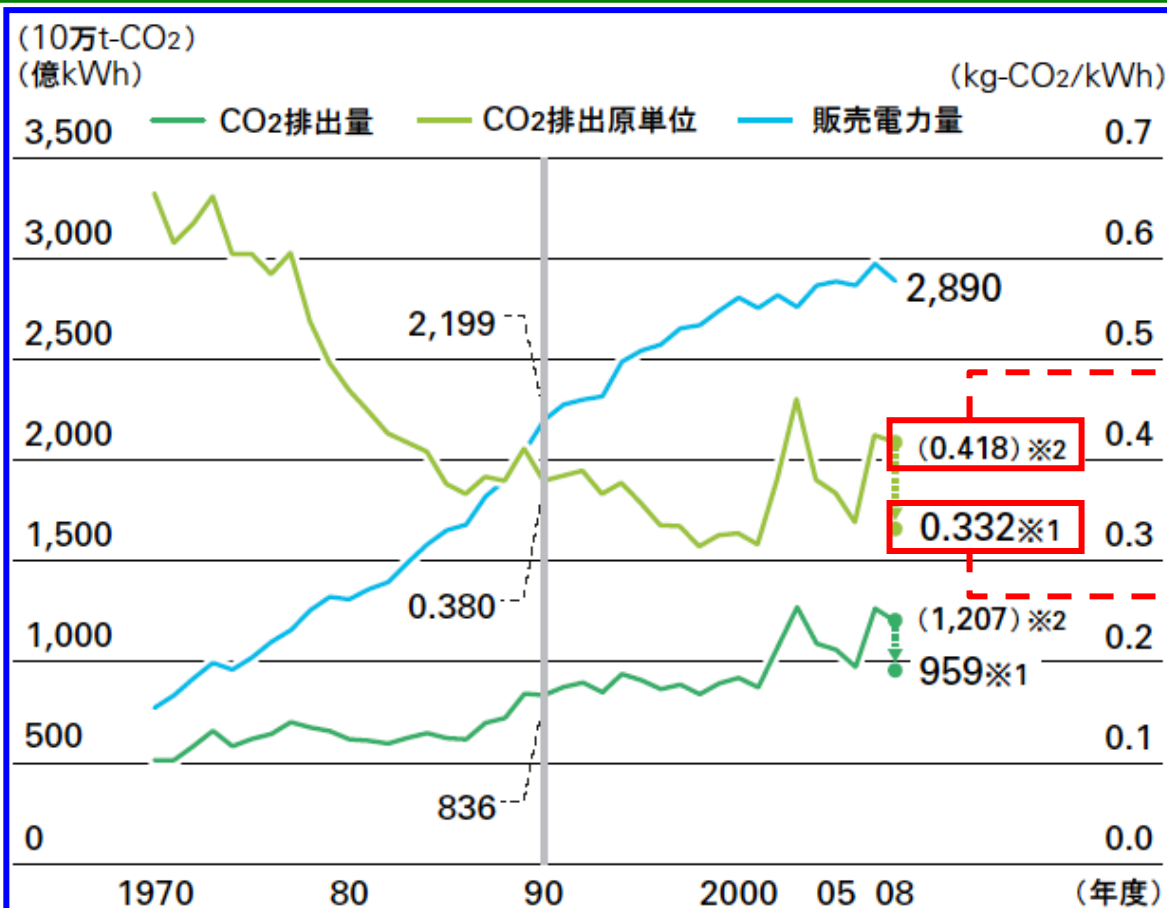
販売電力量
(kWh)

×

CO₂排出原単位
(kg-CO₂/kWh)

東京電力のCO2排出量とCO2排出原単位の推移

- CO2を排出しない原子力や再生可能エネルギーの利用、火力発電の熱効率向上などの取り組みすることで、CO2排出源単位の低減に努めています。



2008年度実績からCO2
排出源量・原単位に
「炭素クレジット」が反映

実CO2排出原単位 (kg-CO2/kWh) 0.418

$$= \frac{\text{実CO2排出量 (1億2,070万t)}}{\text{販売電力量 (2,890億kWh)}}$$

←目標：0.304

調整後CO2排出原単位 (kg-CO2/kWh) 0.332

$$= \frac{\text{実CO2排出量 (1億2,070万t)} - \text{炭素クレジット (2,490万t)}}{\text{販売電力量 (2,890億kWh)}}$$

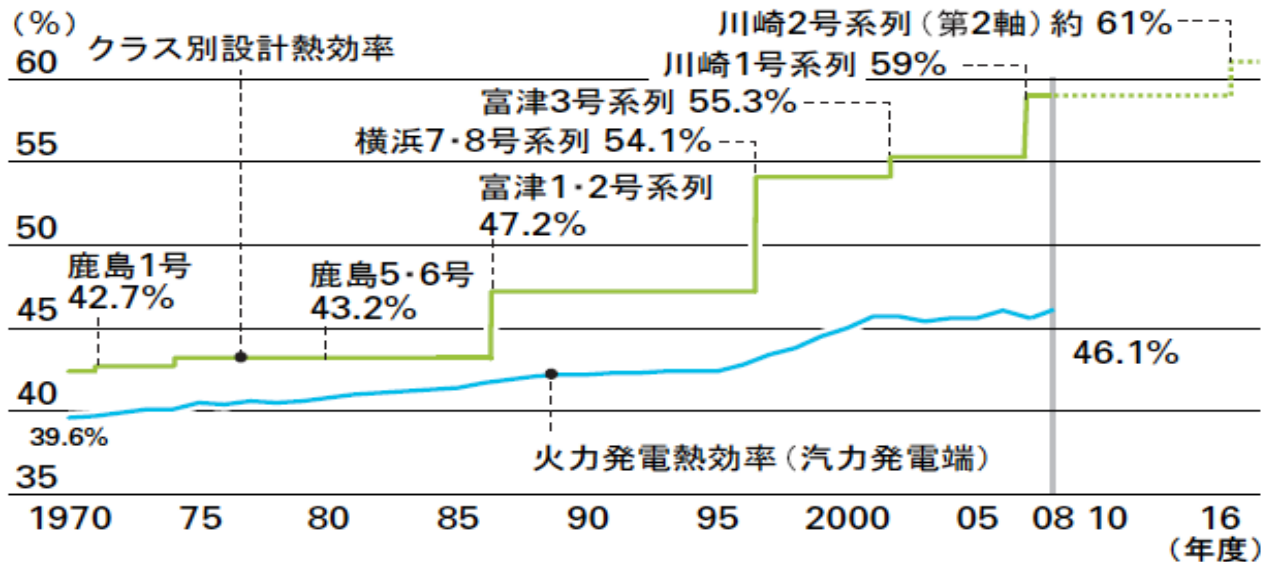
※1 炭素クレジットを反映した調整後の値。
 ※2 炭素クレジットを反映する前の値。

火力発電所の熱効率向上

- 世界最高水準の熱効率59%を達成する1,500°C級コンバインドサイクル発電 (MACC※)を、川崎火力発電所等(2007年~)に導入。従来型のLNG火力と比較して約4割熱効率が向上し、CO₂排出量を約25%抑制
- 2016年には熱効率約61%を実現する1,600°C級コンバインドサイクル発電 (MACC II)を川崎火力発電所に導入予定。MACC II (熱効率61%)を1軸(71万kW)導入(2016予定)すると従来型ガス火力に比べて年間約60万tのCO₂が削減可能
- 東京電力の火力発電の平均熱効率が1%向上すると、CO₂排出量は約180万トン削減

※More Advanced Combined Cycle

東京電力の火力発電熱効率(低位発熱量)



(注) 低位発熱量は総合エネルギー統計(2004年度版)の換算係数を用いて、高位発熱量実績より推定。

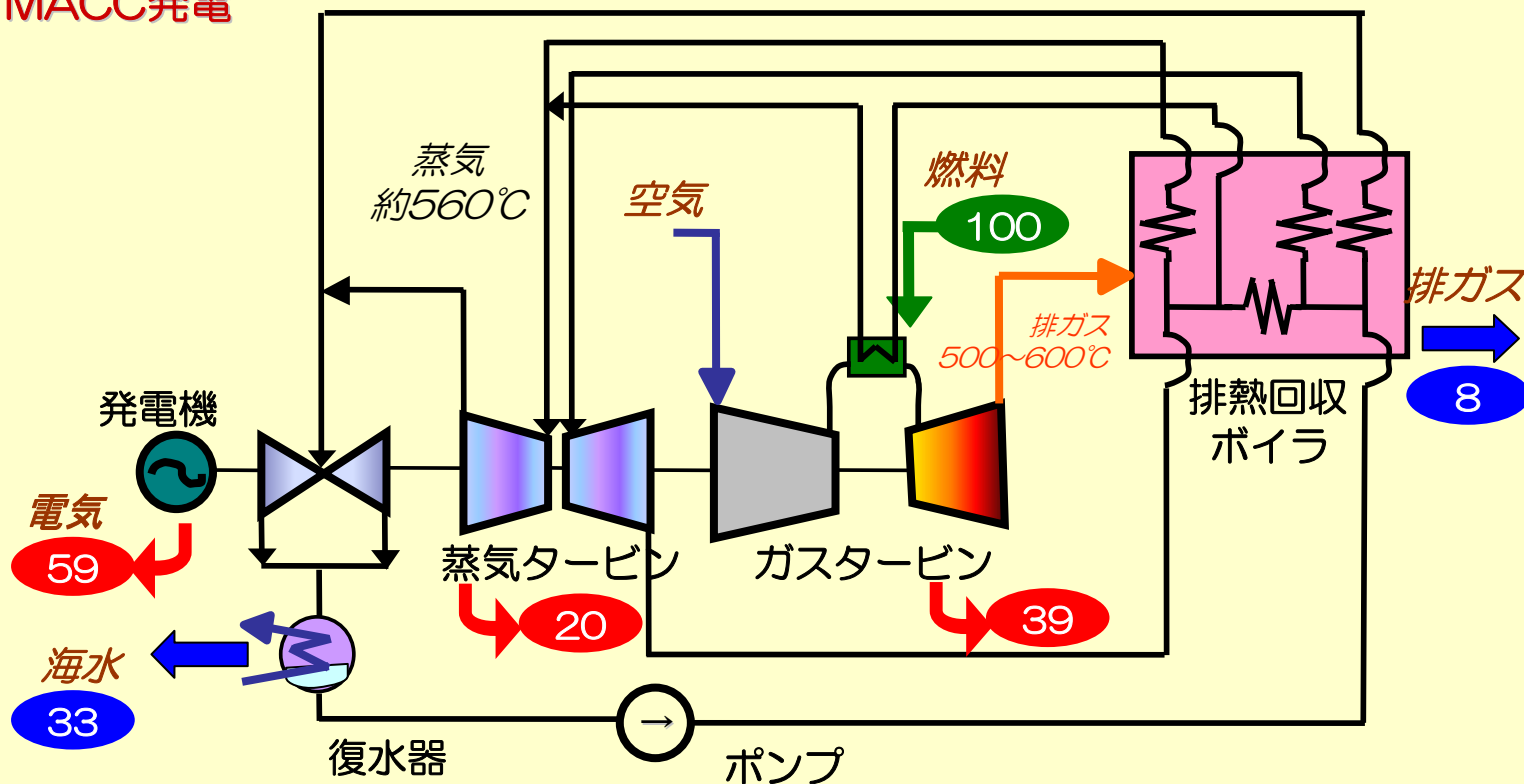


川崎火力発電所1号系列(MACC)

MACC (More Advanced Combined Cycle) 発電の仕組み

- ガスタービン耐熱材料の開発、ガスタービンの蒸気冷却などの技術革新により、1,500℃級まで高温化することで、59%の熱効率を実現（従来型のLNG火力と比較して約4割熱効率が向上し、燃料の使用量およびCO₂排出量を約25%抑制）
- 高効率化による燃料の節約やCO₂排出量の低減効果はもちろんのこと、大容量化によるスケールメリットを活かして建設コストの低減も可能となることから、これからの火力発電の中心となる技術

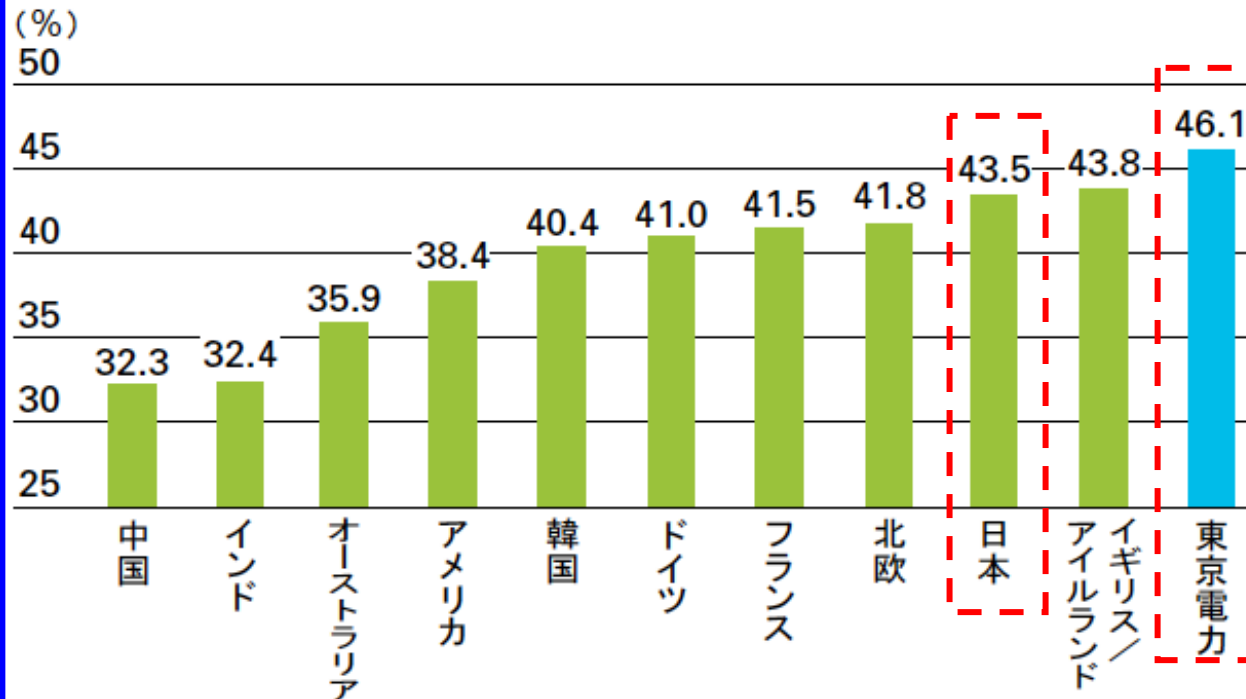
MACC発電



火力発電所熱効率の国際比較

- 日本の火力発電所熱効率は世界でも極めて高い。
- 東京電力の熱効率はさらに高い。その理由は高効率化ときめ細かな維持管理
- 運用改善等により諸外国の熱効率を上げることが温暖化対策として実効性が高い

火力発電熱効率の国際比較



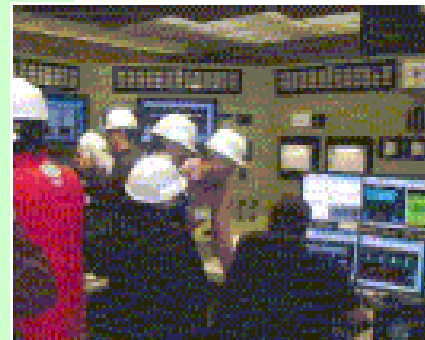
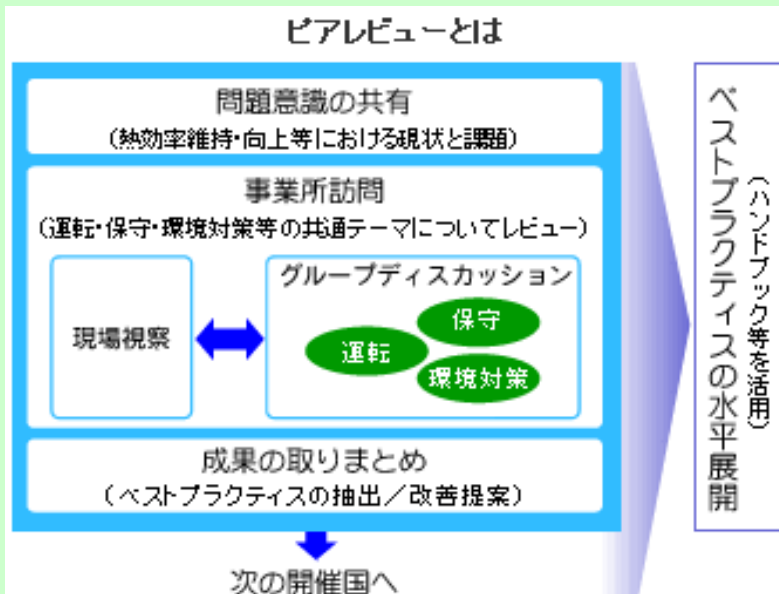
(注) 熱効率は石炭、石油、ガスの熱効率を加重平均した発電端熱効率(低位発熱量基準)。自家発電設備などは対象外。東京電力のみ2008年度の実績。その他は2005年の値。

出典：ECOFYS「INTERNATIONAL COMPARISON OF FOSSIL POWER EFFICIENCY AND CO2 INTENSITY」

実効性の高い取り組み（APP※）

- 既設石炭火力発電所の熱効率向上のためのピアレビュー（技術者間の交流を通じた好事例の共有）を実施
- 効率の悪い石炭火力を数多く抱える国に対して、日本のベストプラクティスを移転することができれば、新たな技術開発等を必要とせず、大変大きなCO₂削減効果
- **アメリカ・中国・インドの石炭火力の効率が日本並みになるだけで、日本の全CO₂排出量に相当する約13億トン（日本の排出量と同等）もの削減が可能との試算**

石炭火力でのピアレビューの展開



運転・性能管理状況を参加者で確認
(第3回ピアレビュー)

日本の火力発電の
維持管理手法

世界のCO₂削減に大きく
貢献することが可能

※APP(クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ)

地球温暖化防止に向けたクリーンで効率的な技術の開発・普及・移転を推進することを目的として、2006年に設立され、オーストラリア、カナダ、インド、日本、韓国、アメリカの7カ国の政府・民間企業などが参加。もちろん**東京電力(株)火力部門も積極的に参加。**

石炭ガス化複合発電 (IGCC)

- 石炭と空気を高温で反応させて可燃性ガスを作り、そのガスでコンバインドサイクル発電を行う「クリーンコール技術」
- 従来の石炭火力の発電効率 (約42%) に対して高効率化 (商用段階で46~50% (送電端効率)) が可能
- CO₂排出原単位を約2割低減し石油火力並に
- 世界的に埋蔵量が豊富な石炭を、徹底した環境対策の下、経済性を保ちながら有効利用するクリーンコール技術の実用化は、環境と経済の両立の面からも極めて重要
- 福島県の常磐共同火力(株)勿来発電所構内で実証機 (25万kW) を運転試験中

【CO₂排出原単位】

・IGCC (送電端効48%) :

0.6796 kg-O₂/kWh

・微粉炭力 :

0.8365 kg-CO₂/kWh

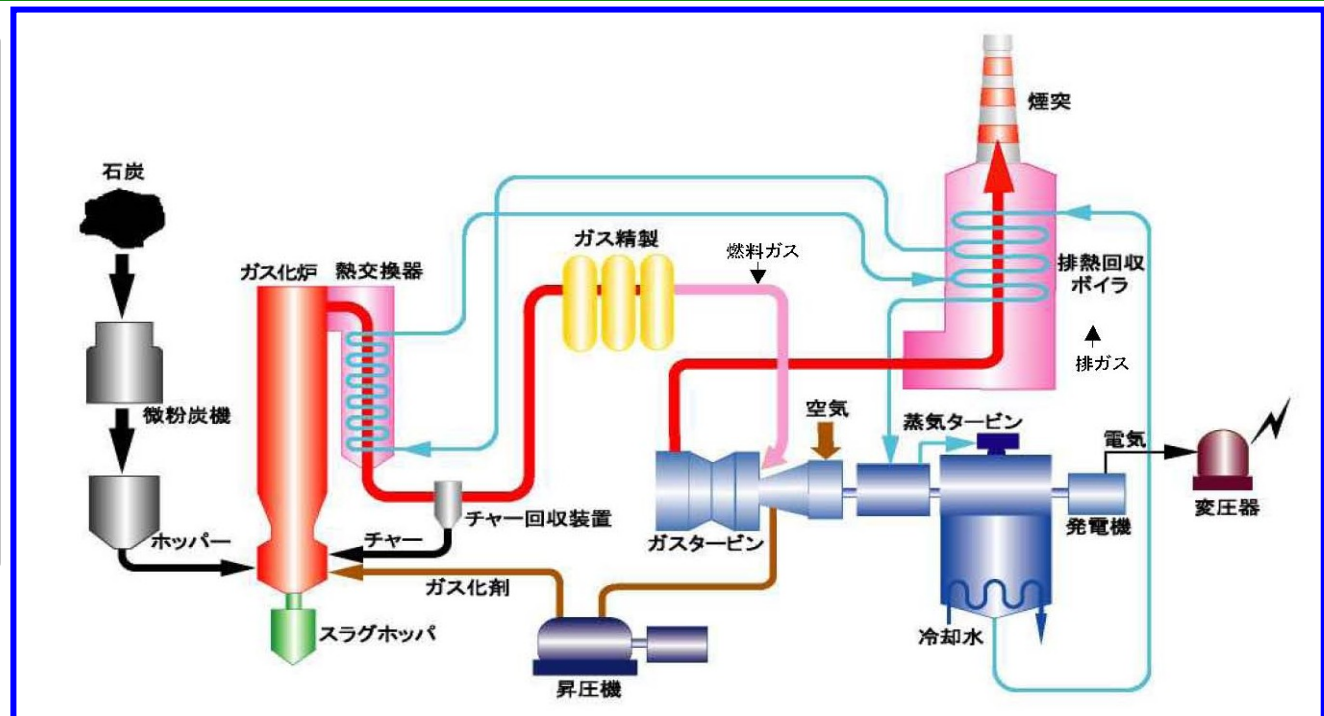
・石油火力 :

0.7091 kg-CO₂/kWh

・LNG火力 (複合電) :

0.4042 kg-CO₂/kWh

出典: 第5回総合資源エネルギー調査会
需給部会資料



CO₂回収・貯留 (CCS) 技術

- 発電所・製油所・その他工場から出るCO₂を分離・回収して、地下約1,000m以深の地中に閉じ込める技術で、CO₂回収・貯留ポテンシャルは、世界中で約2兆トン、日本では約1,500億トンとも試算
- コスト、国内の貯留適地、環境影響評価や長期的な貯留管理責任など、解決すべき課題は多く、経済性、実現性を踏まえた長期的な検討課題として研究開発を推進中。

◆ 2008年5月26日 CCS事業化調査の新会社「日本CCS調査(株)」を設立

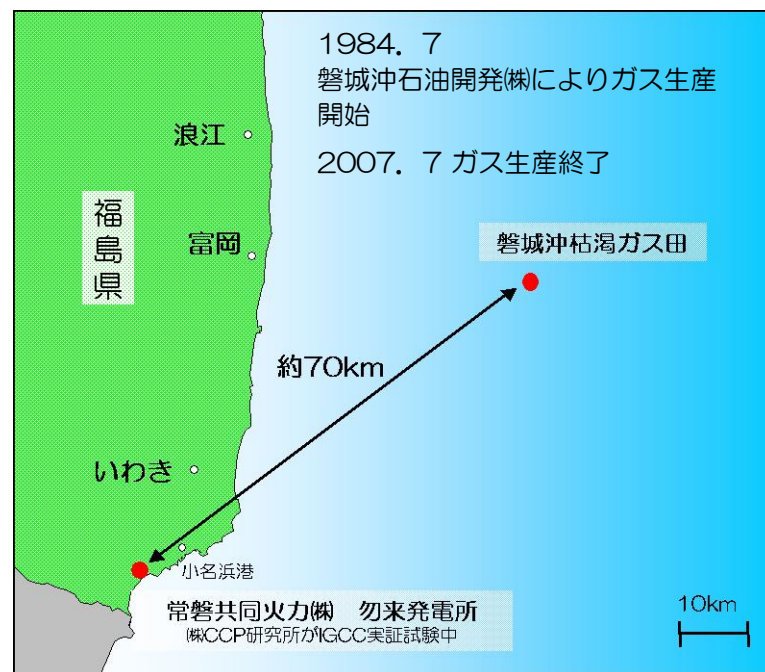
東京電力や新日本石油をはじめとする電力(11社)、石油元売り会社(5社)など32社が出資(2009年6月現在)

- ◇ 福島県の勿来発電所のIGCCから排出されるCO₂を、沖合にある枯渇した海洋ガス田構造に貯留するためのフィージビリティ・スタディーを今年度実施(NEDOの調査事業を受託)
- ◇ 2009年度以降できるだけ早い段階での大規模実証試験実施を目指す
将来的にはCCSを推進する産油・産炭国への展開も視野

【CCSのイメージ】



【フィージビリティ・スタディー実施予定地】



(参考) 大気汚染を防ぐ取り組み

1 クリーンな燃料の使用

LNG（液化天然ガス）を中心に、環境にやさしい燃料を使用しています

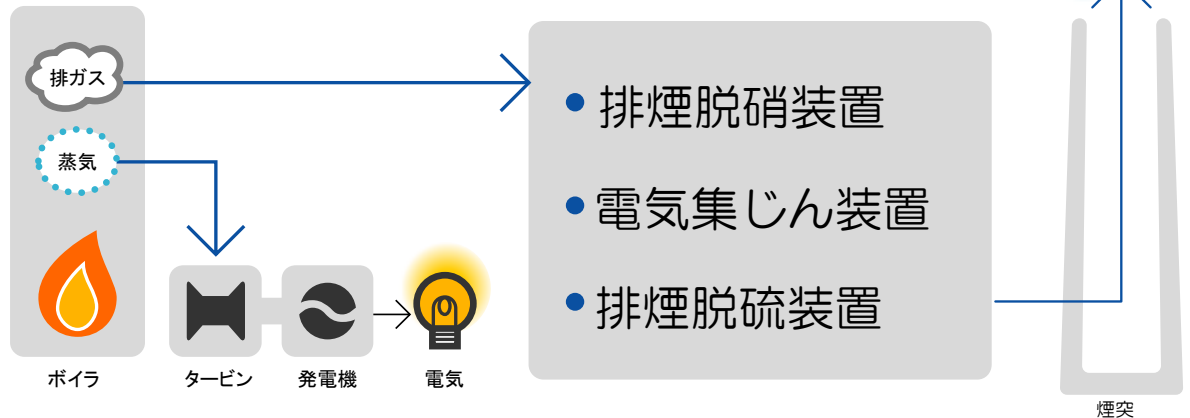
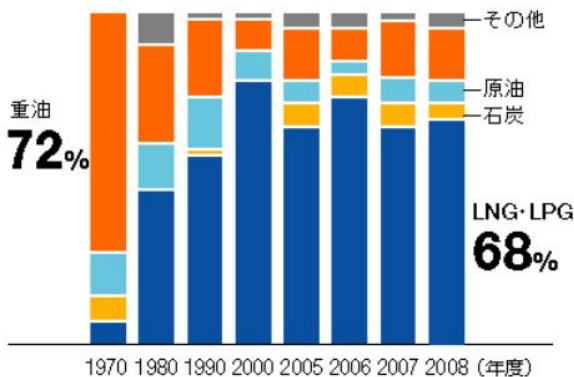
2 燃焼方法の改善

燃焼方法を工夫してNOxを減らしています

3 大気汚染物質の除去設備

大気汚染物質を取り除く装置を設置しています

火力発電用燃料構成比の推移



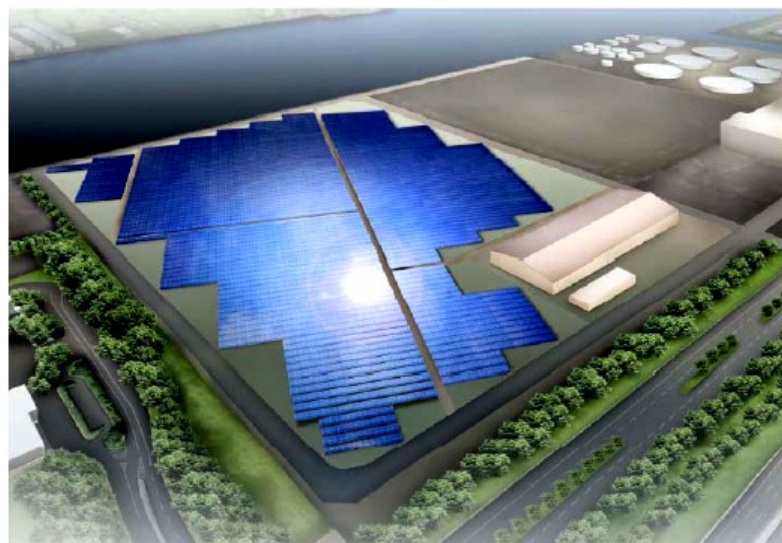
メガソーラー（大規模太陽光発電所）

- 川崎市と共同で国内最大級（2地点で計2万kW）の太陽光発電所を建設
- CO2排出量は、年間約8,900トン削減見込み



● 浮島太陽光発電所（神奈川県川崎市川崎区浮島町）

- ・ 太陽電池出力 約7,000kW
- ・ 発電電力量 約740万kWh
- ・ 敷地面積 約11ha(川崎市所有)
- ・ 太陽光パネル 約10ha(サッカー場 約14面分)
- ・ 着工予定 平成21年度
- ・ 運転開始予定 平成23年度



● 扇島太陽光発電所（神奈川県川崎市川崎区扇島）

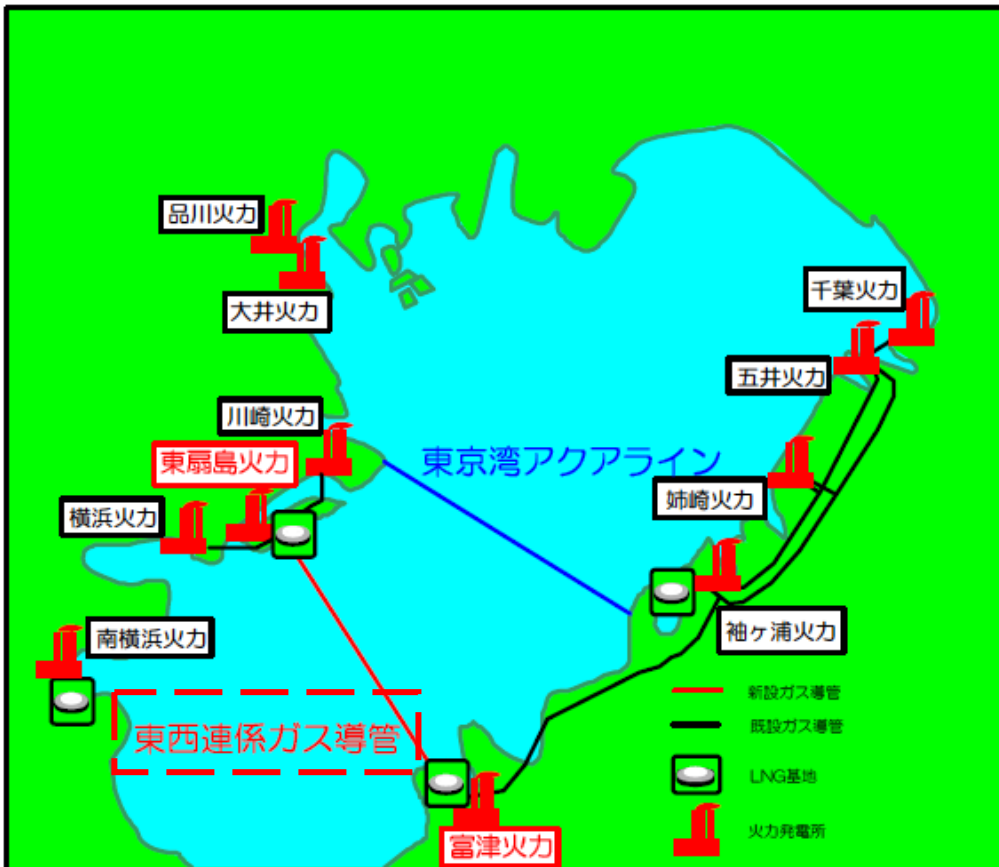
- ・ 太陽電池出力 約13,000kW
- ・ 発電電力量 約1,370万kWh
- ・ 敷地面積 約23ha(東京電力所有)
- ・ 太陽光パネル 約20ha(サッカー場 約28面分)
- ・ 着工予定 平成21年度
- ・ 運転開始予定 平成23年度

高コスト、天候に左右される、エネルギー密度が低い等の課題

エネルギー密度での例：【川崎メガソーラー】約30haで出力2万kW ↔ 【横浜火力】約45haで出力約330万kW

東西連係ガス導管

- 富津火力発電所（千葉県富津市）と東扇島火力発電所（神奈川県川崎市）に設置された2つのLNG基地をつなぐ、東京湾海底下を横断する延長約20kmのガス導管
- LNG火力発電所を結ぶガスネットワークの構築により、LNG供給の**安定性が一層向上**するとともに、発電所とLNG基地の弾力的かつ**効率的な運用が実現**



主な仕様

○シールドトンネル

形状：トンネル内径 3.0m

延長：約18km

○ガス導管

全長：約20km

口径：700mm

材質：鋼管



(参考) 電気自動車 (EV) の開発・普及

- 電気自動車は、ガソリン車と比較してCO₂排出量を大幅に削減(約1/4)
- 2009年度中に310台程度、将来的には3,000台程度を導入予定
- インフラである急速充電器を開発し実証試験を開始(10分充電で60km走行可能)

電気自動車によるCO₂排出抑制効果 (軽自動車1台が10,000km走行した場合)



試算条件

- ・ 軽ガソリン車燃費: 19.2km/リットル
「知れば知るほどいいね! 軽自動車(2008年版)」
(社)全国軽自動車協会連合会
- ・ EV燃費: 10km/kWh
東京電力と自動車メーカーによるEV共同開発の目標値)
- ・ CO₂排出原単位
- ・ ガソリン: 2.32kg-CO₂/リットル
「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」環境省
- ・ 電気: 0.33kg-CO₂/kWh
電気事業者による2020年度の排出原単位の見直し



	電気自動車	ガソリン車	燃料電池車	ハイブリッド車
総合効率*	29%	14%	19%	18%

* 燃料の原料採掘から消費までを一貫して評価した場合(well to wheel)の効率指標

以上