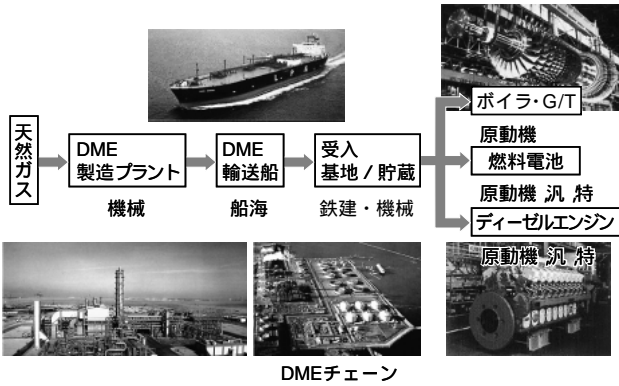


エネルギー及び地球温暖化問題の動向と当社の取組み

World Trend of Energy Resources and Prevention of Global Warming, and Related Development of Technologies in Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

大木良典



1. はじめに

当社はエネルギー・地球温暖化問題を、21世紀において直面する地球規模での最重要課題と認識し、その動向を的確にとらえた事業を通じて社会貢献を果たすべく取り組んでいる。本稿では、この動向を概観し、当社の取組みについて紹介する。

2. エネルギー及び地球環境問題への認識

2.1 昨日の認識

エネルギー問題については産官学連携し、第二次石油危機以後の石油依存の軽減を目指す国の政策に対応して、石油代替エネルギーの開発と省エネルギー機器の開発を推進した。この取組みは休むことなく明日に向かって継続すべき課題である。

地球環境問題については、戦後の高度成長期に発生した大気汚染問題に対応して、SO_x、NO_x、ばいじんの防止技術を開発し、大気汚染防止の克服に寄与。また近くでは、ダイオキシン対策に対応した。今後とも、汚染物質の規制の動向に対応した取組みを続ける。

2.2 今日の認識

最近の一次エネルギー、地球温暖化問題及びエネルギー規制緩和・自由化の新たな動向は、相互にかかわり合いながら、経済社会を支えるエネルギーと環境にかかわる事業のあらゆる分野に変化をもたらしている。この動向と変化に対応した技術開発と実用化が重要である（図1）。

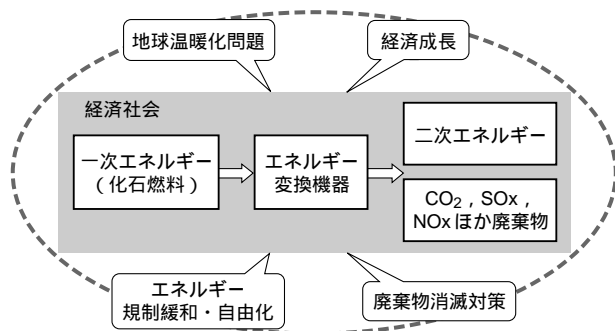


図1 エネルギーと地球環境問題の概観

3. 一次エネルギー（化石燃料）動向

3.1 一次エネルギー需要予測

米国エネルギー省エネルギー情報局の“世界の長期一次エネルギー需給見通し”（2001年発行）では、1990年から2020年までのエネルギー事情を以下のように推定している。

- ① 一次エネルギー需給は55%増加する。
- ② 石油需給は引き続き一次エネルギーの大半を占め、2020年に50%程度増加（特にアジア地区では100%増加）し、中東依存度は現在の28%から、44%まで増加する。

（注）我が国（99年度）の一次エネルギーにおける石油依存度は52%、石油の中東依存度は86%

- ③ 化石燃料の中ではCO₂排出の少ない天然ガスの需給が、石炭を抜いて拡大し続け、石炭は高い供給安定性から石油、天然ガスに次いで引き続き利用されていく（図2）。

3.2 十分な供給量の有る天然ガス

3.2.1 一次エネルギーの資源量

エネルギー総合工学研究所の調査によると、確認可採埋蔵量を年生産量で割った可採年数は石油が45年、天然ガスが65年、石炭が231年と見積もられ、石油の確認可採埋蔵量は中東地域に世界全体の3分の2が偏在し、天然ガスは旧ソ連地域に40%、中東に32%が埋蔵されている（表1）。

また、米国地質調査所の見積り（2000年）によると、人

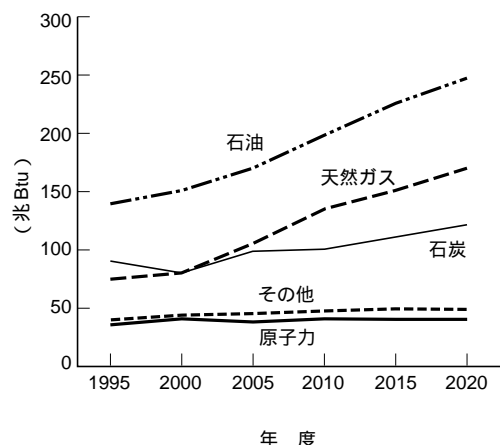


図2 世界の長期一次エネルギー需給見通し⁽¹⁾

表1 エネルギー資源量と埋蔵状況⁽²⁾

	石油	天然ガス	石炭	
確認可採埋蔵量 (R)	1兆75億バレル	141兆m ³	1兆316億トン	
地域別状況	北米	2.7%	4.9%	24.2%
	中南米	12.8%	5.2%	1.1%
	西欧	1.5%	3.8%	7.3%
	中東	65.5%	32.0%	
	アジア・オーストラリア	4.4%	7.0%	30.9%
	アフリカ	7.3%	6.9%	6.0%
	旧ソ連・東欧	5.9%	40.2%	30.6%
年生産量 (P)	6144万バレル/日	2.18兆m ³	44.7億トン	
可採年数 (R/P)	45年	65年	231年	

■ : 埋蔵量1位の地域

(出所); 季報エネルギー総合工学38年10月

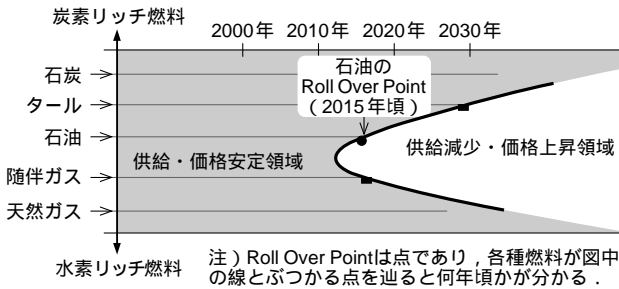


図3 各種化石燃料のRoll Over Point

類が技術的・経済的に掘り出せる石油の究極可採埋蔵量は3兆バレル（1バレル＝約160リットル）で、2030年までには半分近くを使用する。一方で、天然ガスの究極可採埋蔵量は石油換算2兆6000億バレルと見積もり、いまだ十数%しか使用していないため、今後十分な供給量があるとしている。

3.2.2 一次エネルギーの供給状況予測

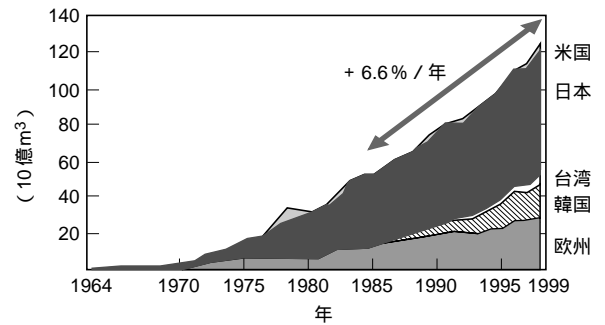
石油の可採年数は45年とされているものの、国際エネルギー機関、経済協力開発機構、オイルメジャー等の予測では、2015年前後に石油の供給が需要を下回り始めこの時点から石油の価格が大きく上昇する。このように供給が需要を下回り始める時点 Roll Over Point（図3）と称している。各種化石燃料のRoll Over Pointを迎えるたびに、その化石燃料と価格的に競合できる代替エネルギーが出現し、各種燃料の需給をさらに変化させる。

3.2.3 天然ガスの需要拡大

天然ガスは、十分な供給余力に加え、硫黄、窒素、灰分を含まず水素が多いクリーン燃料のため、公害対策及び地球温暖化対策に向け、今後需要が大きく伸びてくると予想される。

この天然ガスは現在、世界貿易量の80%がパイプラインで、20%が液化天然ガス（LNG）として、生産地から各国の需要先へ運ばれている。世界のLNG輸入量は、1985年からの年平均伸び率が6.6%と需要が拡大しており、1999年時点で1200億m³に達している。海に囲まれた我が国はLNGによる輸入を積極的に進め、世界のLNG輸入量の約3分の2を担っている（図4）。

天然ガスをLNGのような液体に変えてタンカで輸送する方法は、多様な地域から供給可能なためエネルギーセキュリティも高く、競争原理による価格低下をもたらす利点がある。



(出所) 季報エネルギー総合工学他を参考に作成

図4 LNG輸入量の推移（国別）⁽³⁾

表2 天然ガス改質液体燃料の概要と特徴

天然ガス改質液体燃料例	長所	短所	ハンドリング	沸点
合成灯油	既存利用機器の改造が少ない	石油価格に連動の可能性有り	灯油・軽油と同等の扱い	約70～180
ディメチルエーテル（DME）	着火・燃焼性良 環境特性良	利用機器の改造必要、低潤滑性	加圧液化し輸送・貯蔵	-24.8
メタノール（MeOH）	常温・常圧で液体	毒性 低カロリー	既存灯油軽油と同等扱い	64.5
LNG	発電用、都市ガス用として定着	極低温機器必要 内陸輸送難	極低温で液化輸送・貯蔵	-161.5

(注) LNGは気体に戻すが、天然ガス改質液体燃料は液体のまま使用

一方で、我が国における天然ガスの利用を促進していくためには、次のような課題がある。

- 天然ガス利用価格の引下げと安定化（LNG輸入コスト、国内配給コストの引下げ）
- パイプライン、LNGサテライトシステム等の国内インフラ整備（日本のLNG受入れターミナルは21か所あるが、ターミナルからの配給インフラ整備が今後の課題）
- 新たな利用形態の推進（天然ガスを一次エネルギーとして利用するのではなく、ガソリンなどに変わる液体燃料として利用）

3.3 天然ガスの改質による液体燃料

石油のRoll Over Point（2015年前後）以降、不足してくる石油供給を補うべく、いまだ十分に供給力がある天然ガスを改質して造る液体燃料（合成灯油、ディメチルエーテル〔DME〕、メタノール〔MeOH〕等）（表2）が普及拡大し始めるであろう。やがて天然ガスも不足してくるが、天然ガスのRoll Over Point（2030年前後）以降は、石炭を原料とした液体燃料が普及すると推測される。

天然ガスを液体燃料にするためには、まず天然ガスに水蒸気と酸素を加えて主に水素と一酸化炭素の混合ガスを造り、次にこのガスを触媒等により合成して灯油等とほぼ同性状の液体燃料を造る。この液体燃料は製造の過程で硫黄・窒素・灰分等が除去されるのでクリーンな燃料となる。

なお、LNGを製造するには、大規模ガス田のCO₂を余り含まない多量の天然ガスが必要になるなどの制約が多いが、改質液体燃料の製造にはこれら制約が少ないため、LNG製造に不向きな中小ガス田からの安価な天然ガスの利用が可能である。

4. 地球温暖化対策の動向

4.1 温室効果ガス排出抑制目標

地球温暖化防止に向けた気候変動枠組条約の動向によって、国内外の一次エネルギー需給は大きく変化する。

2001年10月29日～11月9日、モロッコのマラケシュで開催された気候変動枠組条約第7回締約国会合（COP7）で、京都議定書の実施に係る国際法的文書が採択（運用ルールが合意）された。

この採択により、京都議定書を基本とした国際枠組条約の発効がほぼ確実となり、同条約に批准した我が国は、温室効果ガスを2008年から2012年の平均値で、1990年に比べ6%削減する義務を負うことになる。このうち一次・二次エネルギー起源のCO₂の排出は1990年レベルにすることを目標としている（表3）。しかし1999年における一次・二次エネルギー起源のCO₂排出量は既に1990年から8.9%増加しており、この増加分を削減するとともに、今後の経済成長に伴うエネルギーの需要増加にも対応していく必要がある。

この±0.0%排出削減目標に向け、資源エネルギー庁は2010年度の一次エネルギー供給見通しを策定し、政策目標として発表した（表4）。見通し策定のポイントは次のとおり。

- CO₂削減に効果のある原子力、天然ガス、再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電、地熱発電など）及び新エネルギーの大幅な増加
 - 石油の中東依存度を下げるべく石油利用を減少
 - 供給安定性が高い石炭を引き続き活用
- * なお、政府は温室効果ガス6%削減のための具体的行動指針として、2002年3月19日に新しい“地球温暖化対

策推進大綱”を決定した。

4.2 CO₂削減に必要な技術や製品

一次・二次エネルギー起源のCO₂排出量を1990年レベルに戻すための、また今後の経済成長に伴うエネルギー増加に対応する、CO₂削減技術と製品による新市場が創出される（図5）。

図5のCO₂削減市場と記載している面積相当分が、新市場と見込める。

この新市場にかかわるCO₂削減効果の大きい主な対策技術を以下に示す。

- CO₂排出の少ない燃料の製造・導入・利用拡大（原子力、天然ガス、天然ガス改質燃料、再生可能エネルギー利用ほか）
- エネルギーの使用削減、高効率利用（高効率発電、コージェネ（分散電源）、資源循環ほか）
- 排出CO₂の回収・貯留・活用、排出権取引

4.3 政府のCO₂排出削減施策

今後、我が国政府は経済成長を維持しながら、CO₂排出削減とエネルギーの需要増加に対応するために、以下の施策を強力に推進するとしている。

- 省エネ等トップランナ機器・技術の強化・拡大
- 原子力発電増設の積極的支援、推進
- 新エネルギー及び再生可能エネルギーの新たな利用拡大措置（導入枠設定、導入に伴う利用証書の発行と同証書の取引など）
- 燃料転換のための支援措置（助成、規制、税制等）
- CO₂排出税の導入とCO₂削減に向けた同税収入の活用
- 京都メカニズム活用によるCO₂排出権取引促進

5. エネルギー規制緩和・自由化

エネルギー事業にかかわる種々の規制は、我が国のエネルギー需給にかかわるセキュリティの確保と事業育成に大きく役立ってきた。

しかし我が国政府は、昨今のエネルギー価格低減の要求及び市場経済・金融等グローバル化の要求を受け、エネルギー事業の規制緩和と自由化を進め、電力会社によるガスの販売またガス会社による電力の販売等、エネルギー業界間の相互進出と競争が進んだ（表5）。

また、コージェネレーション等分散電源の普及が電力・ガス会社への価格引下げの動機となり、各種エネルギー価格の

表3 我が国の温室効果ガス“6%削減”の内訳⁽⁴⁾

施策	石油		効果
	エネルギー起源のCO ₂ の排出抑制		
温暖化ガスの排出抑制	革新的技術開発によるCO ₂ の排出削減		2.0%
	メタン・酸化窒素の削減		0.5%
	代替フロン排出抑制		+2.0%
森林吸収	森林の育成と管理によるCO ₂ 吸収		3.9%
海外での削減	排出量取引などの京都メカニズム活用		1.6%
計			6.0%

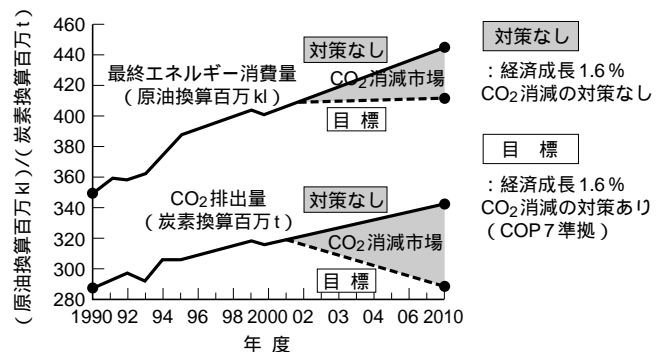
（出所）：地球温暖化対策推進大綱（2002年3月）

表4 一次エネルギー及びエネルギー起源のCO₂排出量の推移と見直し⁽⁵⁾

（単位：原油換算百万kl）

項目	1990年度		1999年度		2010年度（目標）	
	実数	%	実数	%	実数	%
一次エネルギー供給	526		593		602	程度
エネルギー別区分						
石油	307	58.3	308	52.0	271	45
石炭	87	16.6	103	17.4	114	19
天然ガス	53	10.1	75	12.7	83	14
原子力	49	9.4	77	13.0	93	15
水力	22	4.2	21	3.6	20	3
地熱	1	0.2	1	0.2	1	0.2
新エネルギー等	7	1.3	7	1.1	20	3
エネルギー起源のCO ₂ 排出量（カーボン重量百万トン）						

（出所）：総合資源エネルギー調査会 長期エネルギー需給見直し（2001年7月）



“地球温暖化対策推進大綱”に基づき作成

図5 日本の最終エネルギー消費とCO₂排出の実績と見直し⁽⁶⁾

表5 エネルギー規制緩和・自由化の概要

業界	規制緩和・自由化の状況	期待される効果
電力	<ul style="list-style-type: none"> 卸供給事業の自由化 特定電力事業の創設 特定供給の規制緩和 	<ul style="list-style-type: none"> 一般事業者の卸供給事業への参入による電力価格低下 コージェネレーションの導入促進
	<ul style="list-style-type: none"> 小売り部分自由化 事業規制の撤廃 	<ul style="list-style-type: none"> 大口電力小売り新規参入，更なる価格低下 電力託送の活性化
都市ガス	<ul style="list-style-type: none"> 大口ガス料金の自由化 大口ガス事業への参入自由化 	<ul style="list-style-type: none"> 大口ガス需要家へ新規参入の拡大 ガス託送の活性化
	<ul style="list-style-type: none"> 大口自由化枠の拡大 託送約款の届出，公表 	
LPG	<ul style="list-style-type: none"> LPG販売事業の許可制から登録制への移行 	<ul style="list-style-type: none"> LPG販売事業への新規参入の拡大
石油	<ul style="list-style-type: none"> ガソリン，灯油，軽油等の製品輸入自由化 	<ul style="list-style-type: none"> 輸入品と国産品との競争による価格水準，価格体系の国産化

低下の一因となっている。平成15年にはさらなる電力規制緩和が行われる予定であり，電力会社はその対応とコスト削減に努力している。

また，エネルギー事業会社は新しい事業形態に合わせた異業種との共同事業会社を新設し始めた。一方で，エネルギーユーザの方も自己の資源（土地，資金，エネルギー設備等）を基に，新たな事業展開を模索し始めている。

6. 当社の取組み概況

以上のとおり，一次エネルギー，地球温暖化問題及びエネルギー規制緩和・自由化の動向は互いに影響し合いながら大きく変化し始めている。これら変化に対応し当社が先導・推進している取組みの一例を表6にまとめたが，この表中に示す取組みの一部を以下に紹介する。

6.1 一次エネルギー変化に対応した例

一次エネルギー変化に対応した当社の実施例では，DMEの製造から輸送・貯蔵・有効利用までを図った総合プロジェクト（DMEチェーン）がある。現在進めているDMEチェーンは，海外で大型DME製造プラントを建設し，製造したDMEを我が国へ輸送し，ボイラ・ガスタービン・ディーゼルエンジン等で低公害燃料として利用するプロジェクトを国の支援を受けながら鋭意進めている。

6.2 地球温暖化に対応した例

排出CO₂回収・地中貯留は，石炭だき発電所等から出るCO₂を低コストで回収し，岩層でシーリングされている地下深部の帯水層などに永久貯留させるものである。また，この貯留で得たCO₂排出権を国際売買するなどの新事業を生み出そうとしている。

また当社では，温暖化対策に不可欠な原子力活用の一つとして，原子力熱利用水素製造及び水素の輸送・貯蔵・利用の研究開発を国と共に進め，将来に想定される水素社会に向けての取組みも行っている。

6.3 規制緩和・自由化に対応した例

自社の発電設備（エンジン，風力発電等）による電力の供給に取組み中である。電力会社も燃料会社ほかと共同で新たなエネルギー事業会社を設立し，エネルギーソリューション事業を積極的に進出し始めているが，当社もエンジン等の分散電源機器や冷熱機器を組み合わせたシステム等の提供で，

表6 エネルギー&環境事業強化・拡大取組み例

分野	拡大しつつあるニーズ	当社の取組み例
一次エネルギー変化に対応	・天然ガス，LNG利用拡大	ガスヒートポンプ，ガスエンジン，ガスタービン等の対応機種拡大，効率向上・排ガスクリーン化
	・クリーン液体燃料の製造・利用 ・GTL（合成灯油） ・DME（デメチルエーテル）	技術開発動向調査・推進，新設プラントに対応中 製造・導入・利用に係わる技術・製品開発中
	・再生可能エネルギー利用（石油の消費削減）	風力・地熱発電技術強化，拡販中 バイオマスガス化&燃料合成システム実用化推進中 太陽電池産産・拡販中
地球温暖化に対応	・排出CO ₂ 回収，貯留	発電所等排出のCO ₂ 回収，地中及び海洋貯留の実証実験準備中
	・CO ₂ 排出権取引等活用	CO ₂ 排出削減/取得排出権取引の模擬実験等実施中
	・原子力の活用	多目的炉（原子力熱利用による水素製造）を含む革新的将来炉，高速増殖炉燃料サイクルの研究開発推進中
規制緩和と自由化に対応	・森林等CO ₂ 吸収源拡大	産官学連携で砂漠の環境改善及び水資源確保プロジェクト推進中（文科省，大学，サウジアラビア等と連携）
	・分散電源の拡大	各種分散電源開発強化 コージェネレーション強化・拡販中
	・電力小売りの事業拡大	電力小売り事業者向け電力卸売り事業に参入
	・エネルギーソリューション事業	当社のエネルギーと環境関連機器・システムで，多種多様なニーズ，顧客に向けた総合的サービスを推進中

これらの会社との共同展開を進めている。

7. おわりに

エネルギー問題は我が国の安全保障上の重要な課題として従来から各種の研究開発が進められてきたが昨今，このエネルギー問題に規制緩和・自由化が加わり，また地球環境対策上のさまざまな制約が課せられ，幾多の対策が錯綜している。今後これら対策が如何に実質的にプログラムされていくかを洞察した上での取組みが必要となる。これら推移を見極め総合的に対応し得る技術力の涵養に努めていくことが，当社に課せられた使命と認識している。

参考文献

- (1) "Annual Energy Outlook 2001" U.S. DOE/Energy Intelligence Agency
- (2) "特集：創立20周年記念シンポジウム" 季報エネルギー総合工学 Vol.21 No.3 (1998.10)
- (3) "特集：第18回エネルギー総合工学シンポジウム" 季報エネルギー総合工学 Vol.21 No.3 (2001.10)
- (4) "地球温暖化対策推進大綱" 地球温暖化対策推進本部 (2002.3)
- (5) "長期エネルギー需給見通し" 総合資源エネルギー調査会 (2001.7)
- (6) "地球温暖化対策推進大綱（別紙）エネルギー起源のCO₂排出抑制対策" 地球温暖化対策推進本部 (2002.3)



大木良典
技術本部
技術企画部主幹