

# 2030年のエネルギー需給展望

平成17年 3月

総合資源エネルギー調査会  
需給部会

## 目次

<b>序章 2030年エネルギー需給展望の検討の視座</b> .....	1
--------------------------------------	---

### **第1部 2030年のエネルギー需給見通し**

<b>はじめに</b> .....	6
-------------------	---

#### **第1章 2030年の経済社会とエネルギー需給構造**

<b>第1節 国際経済社会とエネルギー需給構造の将来像</b> .....	9
---------------------------------------	---

1. 国際経済の将来像 .....	11
-------------------	----

2. エネルギー需給構造 .....	13
--------------------	----

3. 環境制約の増大 .....	30
------------------	----

4. 技術の胎動（21世紀の新潮流） .....	32
--------------------------	----

<b>第2節 我が国の2030年における姿とエネルギー需給構造</b> ..	38
--	----

1. 人口構造の変化 .....	39
------------------	----

2. 経済・産業構造の変化 .....	40
---------------------	----

3. ライフスタイルと社会構造の変化 .....	50
--------------------------	----

<b>第3節 2030年に向けた複数の将来像と道筋</b> .....	59
-------------------------------------	----

1. 将来像と道筋を考えるに当たって .....	61
--------------------------	----

2. 2030年に向けて我が国の歩む道筋 .....	66
----------------------------	----

#### **第2章 長期エネルギー需給見通し**

<b>第1節 2030年エネルギー需給見通し</b> .....	82
----------------------------------	----

1. 2030年見通しの基本的考え方 .....	84
--------------------------	----

2. 各ケースの設定と試算結果 .....	87
-----------------------	----

<b>第2節 2010年エネルギー需給見通し</b> .....	131
----------------------------------	-----

1 . 2010 年見通しの基本的考え方	132
2 . 各ケースの考え方	133
3 . マクロフレームの見通し	135
4 . 部門別の動向と各種対策効果の評価	136
5 . エネルギー需給構成及び CO2 排出量の見通し	157

## **第 2 部 2030 年に向けた中長期的なエネルギー戦略の在り方**

### **第 1 章 エネルギー需給見通しを踏まえた 4 つの戦略** 164

1 . アジアのエネルギー需要増加をにらんだ国際エネルギー戦略の確立	165
2 . 国民や産業界の省エネルギー・環境対応努力の好循環の実現	169
3 . エネルギー供給の分散と多様化による変化への対応力強化	173
4 . これまでのエネルギー産業の業態の垣根を超えた柔軟で強靱なエネルギー供給システムの実現	182

### **第 2 章 中長期的エネルギー戦略実現に当たっての留意事項**

1 . 技術開発の戦略展開	186
2 . エネルギー関係特別会計の活用	187
3 . エネルギーベストミックスに係る今後の課題	188
4 . 統計の整備	190

### **第 3 章 京都議定書目標達成計画の策定に向けて** 192

1 . 2010 年エネルギー需給見通しの評価	195
2 . 京都議定書目標達成計画策定に向けた基本的考え方	196
3 . 対策強化の内容	200
4 . 追加対策の評価	209

参考資料1 各ケースのエネルギー需給構成一覧

参考資料2 エネルギー需給モデルの基本構造

<主要参考文献>

# **序章 2030年エネルギー需給展望の検討の視座**

## **（国民生活及び経済活動とエネルギー）**

私たちの生活や経済活動は、エネルギー無しには語れない。人類は、薪を燃やして暖を取り、煮炊きを行った太古の昔からエネルギーを使ってきたが、18世紀の産業革命以後、私たちのエネルギー利用は急速に拡大してきた。

一方で、国際的な政治経済社会情勢等がエネルギー情勢、ひいては国民の生活・経済活動にもたらす影響は極めて大きい。1973年に我が国が経験した第一次石油危機時には、エネルギー供給の主役を既に石炭から石油へと転換していた我が国経済は、原油価格の高騰と供給削減に直面、高度経済成長期の終焉を迎えた。国民生活においても、生活必需品の価格高騰と品不足感のため、パニック的状况を現出した。こうした第一次石油危機の経験は、国際的な政治情勢が我が国のエネルギー構造や国民生活・経済活動に大きな影響を与えるものであることを改めて認識させた。

国際化や情報化、モータリゼーションの進展等とも相まって、私たちの生活・経済活動が量的にも質的にもエネルギーへの依存を更に高めており、内外の経済社会構造とエネルギーとはより密接に関連するようになってきている。

## **（エネルギー政策に関する3つの課題）**

国民生活及び国民経済の基盤であるエネルギーをめぐっては、「エネルギー政策基本法」及びこれを受けて策定された「エネルギー基本計画」において、「安定供給の確保」、「環境との適合」、及びこれらを十分に考慮した上での「市場原理の活用」、という3つの基本的な課題が掲げられている。

これら3つの基本的な課題には、相互にトレードオフ関係となる部分があることは否定できず、我が国の置かれた状況に即して、3つの基本的な課題について、いかにバランスをとるかが今日のエネルギー政策の要諦である。そのためには、将来のエネルギー需給構造がどうなるかを想定したうえで政策展開を図る必要があり、「エネルギー基本計画」の中でも、「将来のエネルギー需給構成についての情報提供を国民に対して行

うとともに、施策の検討と評価の基礎とするため、「定量的な見通しを示すこととする」とされている。

以上を踏まえ、今般、定量的に将来のエネルギー需給構造を見通すとともに、当該見通しを踏まえて、中長期的なエネルギー戦略の在り方を検討する。

### **（エネルギー需給展望の検討に必要な時間軸）**

エネルギーの歴史を振り返ると、薪などのバイオマスが石炭に取って変わられたのが20世紀初頭、その石炭が原油に取って変わられたのが20世紀後半であり、本来エネルギーの主役は長期的に変遷する。一方で、エネルギーの変遷に対応するにはやはり長い準備期間を要する。

例えば、原油や天然ガスの可採埋蔵年数は数十年と言われているが、現在進められている様々な省エネルギー・新エネルギーの技術開発も、それが実用化され普及に至るまでに数十年以上の時間を要するものも多い。インフラ整備の側面を見ても、エネルギー関連では大規模な投資と長い懐妊期間を伴うものが多く、例えば、原子力発電所の新規建設では、事業者の意思決定、地元との調整、建設期間等リードタイムが相当長期にわたるケースがある。エネルギーと密接に関連する地球温暖化問題は2100年における温暖化の程度を念頭に置きつつ現在の枠組みの議論がなされているところである。

エネルギー政策を的確に検討し実施していくためには、長期的な視点を持って目前の課題に対応する、いわば「視線は高く、地に足をつける」戦略が必要である。

もっとも、政策立案・展開の基礎となるエネルギー需給構造の将来像については、ある程度確からしいものが求められる。見通す期間が長期になれば不確実性が高まることを勘案すると、現時点においては概ね四半世紀後、2030年前頃までを見通すことが妥当であろう。

### **（国際環境の将来像を巨視的に捉える必要性）**

我が国のエネルギー構造は国際経済社会と密接に関連しているが、それでは、2030年頃の世界は一体どうなっているだろうか。

中長期的には、中国やインドを始めとするアジア諸国の経済成長など

に伴い、世界の経済的、政治的、軍事的パワーバランスは大きく変化するだろう。こうした中、エネルギー需要はアジア地域を中心として世界全体で大幅に増大すると思われる。こうした増大するエネルギー需要を満たすエネルギー源は一体何になるのだろうか。

政治情勢を見ると、米国とソ連とを中心とする東西対立の構図によって一種の安定が図られてきた冷戦時代が終結した後、新たな安定に向けた模索が続く中、様々な地域的紛争が生じている。特に、中東地域においては、近時、情勢が複雑化・緊迫化してきているが、こうした傾向は安定化していくのだろうか。中国やインドなどの超大国化は世界の政治情勢にどういった変化をもたらすのだろうか。

国際商品であり、かつ、国際政治の格好の対象であるエネルギーについて 2030 年を見通す際には、こういった不確実性のある世界の将来を巨視的な視点で捉える必要がある。

### **（見直される諸外国のエネルギー政策）**

エネルギーは国際政治と密接に結び付いているという意味で、まさに国家戦略そのものであり、将来に向けた国際環境の変化を見越して、21 世紀に入ってから諸外国においてもエネルギー環境政策の大幅な見直しが行われつつある。

米国においては、経済成長や人口増加などを背景としてエネルギー需要の拡大が予想されるが、それを賄う域内での供給は十分ではなく、今後エネルギー自給率の低下が予想されている。そうした中、9・11 テロ、ベネズエラから原油供給途絶などの経験も踏まえ、エネルギー・セキュリティに軸足を置いた「国家エネルギー政策」(2001 年)や 2025 年までの具体的なアクション・プランである「戦略計画」(2003 年)が策定されている。

欧州委員会は、今後 20～30 年の EU のエネルギー政策に関する抜本的見直しの基礎とするため、2000 年に「グリーンペーパー」を発表し、EU 域内でのエネルギー需要が拡大する中、域内でのエネルギー資源減少や、原子力の伸びが大きく見込めない情勢にかんがみて、需要面での省エネルギー対策と供給面での再生可能エネルギー拡大を重視した政策を打ち出している。

急速な経済成長を続けている中国は、既に国内の原油生産の頭打ちと

石油輸入依存度の上昇や電力需要の拡大に直面する中、エネルギー需要の更なる拡大を見通して、2001年にエネルギー安定供給の重要性を強く意識したエネルギーの中期戦略を含む第10次五カ年計画を公表している。

ロシアは、エネルギー資源を武器に国際社会での地位向上を図るため、エネルギー輸出拠点化を指向し、2003年に「2020年までのエネルギー戦略」を採択した。

### **（我が国の経済社会構造とエネルギー需給構造の変化）**

1970年代の石油危機は我が国の経済社会構造及びエネルギー需給構造に大きな変化をもたらした。

エネルギー供給面では、技術進歩に裏打ちされて新しい革新的なエネルギーとしての原子力や液化天然ガス(LNG)の導入が大きく進展した。

他方、需要面では、各分野で省エネルギーが大きく進み、GDP当たりの一次エネルギー供給量で評価すると、先進工業国の中で最も高いエネルギー効率を達成した。

エネルギー分野における制度改革や技術開発等を背景として、需要家ニーズに対応した市場競争も進展しつつある。

それでは、今後の我が国の経済社会構造はどのようになるのだろうか。

日本の総人口は2006年頃をピークに減少に転じ、高齢化は大幅に進展する見込みである。産業構造については、経済の成熟化や少子高齢化の影響もあり、経済のサービス化や高付加価値化経済が2030年に向けて更に進むことが予想される。また、都市化やIT化の進展、循環型社会の形成といった社会構造の変化が継続することも見込まれる。さらに、国民意識やライフスタイルも大きな変化を遂げ、快適性・利便性を追求する反面、環境意識の高まりやスロー・ライフ意識の広がりなども見られるだろう。こうした経済社会構造の変化は、エネルギー需給構造にも大きな変化をもたらすものと思われる。

### **（幅広い視点に立ったエネルギー需給展望の必要性）**

以上のような認識に立ち、内外の経済社会動向の変化や将来の不確実性を十分に踏まえ、2030年頃を念頭に我が国のエネルギー需給構造を見通すとともに、エネルギー戦略の検討を行うことが、今求められている。

なお、その際、我が国の温室効果ガスの約9割がエネルギー起源であることにかんがみ、2030年に向けた通過点としての京都議定書の削減約束についても視野に入れて検討する必要がある。

以下では、第1部において2030年に向けたエネルギー需給構造の見通しについて検討し、第2部において当該見通しを踏まえた中長期的なエネルギー戦略の在り方について検討する。

# **第 1 部 2030 年のエネルギー需給見通し**

## **はじめに**

### **（エネルギー需給構造と内外の経済社会）**

我が国のエネルギー需給構造は、内外の経済社会構造や国際エネルギー取引と密接に関連するため、2030年のエネルギー需給構造を見通すに当たっては、2030年の国際経済社会構造とエネルギー需給構造、それに国内の経済社会構造の変化を想定しておく必要がある。

特に2030年という長期を見通すに当たっては、石油や天然ガスなどの各種のエネルギー源の供給可能性や環境制約の見通しと技術進歩の可能性について念頭に置いておく必要がある。

### **（不確実な将来）**

一方、将来の想定には不確実性が大きく、2030年に至る唯一の道筋を前提にする場合には、今日のエネルギー需給構造の評価、現時点で採るべき政策の洗い出しなどが困難となるばかりでなく、実際、想定された道から外れた場合に必要以上に様々なコストを要することになる。

したがって、政策形成の基礎としてエネルギー需給構造を見通す場合には、何が不確実性のファクターとなるかを拾い出した上で、考えられるシナリオ（将来像）をいくつか想定し、その上で、我が国のエネルギー需給構造について一定の感応度分析を行うことが有用である。

### **（需給見通しの構成）**

以上を踏まえ、本報告書第 1 部においては、まず第 1 章において、自然体として実現可能性が高いと考えられる経済社会像とエネルギー需給構造について、国際・国内双方の視点から定性的に検討する。そしてその後、将来を見通すに当たって、不確実性の高い事項であるがエネルギー需給構造に大きな影響を与え得るファクター（未来を分かつ分水嶺）を抽出し、想定され得る道筋を複数の「シナリオ」として定性的に提示することとする。

その上で第 2 章においては、これらを念頭に、エネルギー需給構造に影響を及ぼす重要なファクターについて、いくつかの感応度分析を行い

つつ、2030年の我が国のエネルギー需給構造を示すこととする<sup>1</sup>。

なお、エネルギー起源CO<sub>2</sub>は人類の排出する温室効果ガスの大半を占めることにかんがみ、エネルギー政策も地球温暖化への対応、京都議定書の削減約束を視野に入れて検討する必要がある。そのため、第2章においては、地球温暖化対策推進大綱に掲げられたエネルギー需給両面の対策の効果を評価しつつ、京都議定書に定められた第一約束期間の中間点である2010年におけるエネルギー需給構造についても併せて見通すこととする。

---

<sup>1</sup> 感応度分析は第一章の複数シナリオを念頭に置いたものであるが、シナリオで想定される事態の発生時期や程度は明確にすることが困難であることから感応度分析とシナリオは厳密にはリンクしていない。

## 第1章 2030年の経済社会とエネルギー需給構造

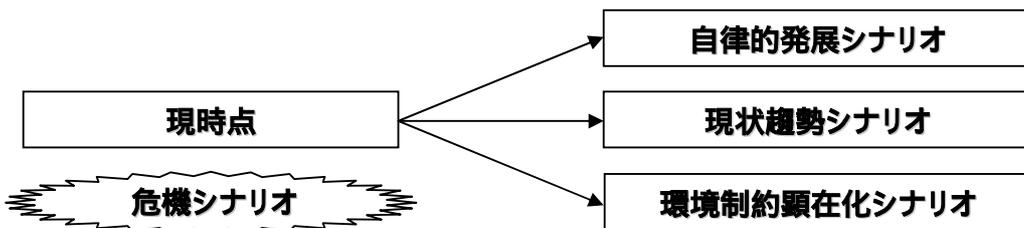
自然体として実現可能性が高いと考えられる経済社会像とエネルギー需給構造について、国内外双方の視点から定性的に検討。

第1節  
国際経済社会とエネルギー  
需給構造の将来像

第2節  
我が国の2030年における姿と  
エネルギー需給構造

### 第3節 2030年に向けた複数の将来像と道筋

不確実性の高い事項であって将来のエネルギー需給構造に大きな影響を与えるファクター(未来を分かつ分水嶺)を抽出し、想定されうる道筋を複数の「シナリオ」として、定性的に提示。



## 第2章 長期エネルギー需給見通し

第1節  
2030年エネルギー需給見通し

**感応度分析の実施**  
第1章の自然体での定性的将来像を定量的に提示。第3節のシナリオを踏まえ、感応度分析を実施。  
レファレンスケース  
エネルギー技術進展ケース  
- 省エネ、新エネ  
原子力ケース  
外的マクロ要因ケース  
- 経済成長、原油価格

第2節  
2010年エネルギー需給見通し

**京都議定書達成の見通し**  
2030年のエネルギー需給像に向けた途中の姿として、京都議定書の削減約束を視野に入れて実施。  
レファレンスケース  
現行対策推進ケース  
- 現行対策の評価  
追加対策ケース  
- 追加対策の考慮

## 第 1 章 2030年の経済社会とエネルギー需給構造

### 第 1 節 国際経済社会とエネルギー需給構造の将来像

#### ポイント

##### 引き続き成長する世界経済

- ・ 世界経済はここ 30 年間で年率平均 3.3%の成長を遂げてきたが、今後も引き続き成長することが予想され、その水準は概ね 3 ~ 4 %程度と見込まれる。
- ・ こうした世界経済の成長はアジア地域によって牽引されていくものと予想されている。東アジア経済は今後 30 年間で 3.8%程度の成長を遂げ、中国については経済が成熟化するものの年率 5.0%程度で成長し、30 年後には GDP が約 4 倍となると見込まれる。

##### 世界のエネルギー需要は増加

- ・ 人口が増大し、経済成長が続くことに伴い、世界のエネルギー需要もまた増大することが予想される。各専門機関による最近の世界エネルギー需要見通しによれば、2030 年のエネルギー需要量は、2002 年時点と比較して約 60%も増大するものと予想されている。
- ・ エネルギー需要を部門別に見ると、開発途上国におけるモータリゼーションなどに伴い運輸部門が大幅に増加する。他方、都市化の進展や様々な電化製品が導入されることなどから民生部門の需要も伸びることが予想されるが、産業部門と同程度の伸びであると見込まれる。

##### 化石エネルギーを中心とした供給サイドの見通し

- ・ 大幅に増大するエネルギー需要を賄うのは今後とも化石エネルギーが中心となることが予想されるが、その位置付けは、地球温暖化の状況や炭素隔離技術の実現性などにより左右される。
- ・ 世界における原子力の役割、位置付けについては、欧州における脱原子力の動きがある一方、米国の政策転換やアジアにおける積極的な原子力開発などを考えれば、単純に見通すことはできな

い。

- ・ 再生可能エネルギーについても、技術開発のブレークスルーの予測が困難であることから、簡単に見通すことはできない。

### **エネルギー需要増に伴って増大する CO2 排出量**

- ・ エネルギー需要の増大に伴い、エネルギー起源 CO2 排出量も、2030 年には 2002 年比で約 62% 増大する (IEA)。その増分の約 2/3 は途上国において発生し、特に中国は単独で世界の CO2 増加分の約 1/4 を占める。
- ・ ただし、将来の地球温暖化の影響を正確に予測することは困難であり、その程度と対応の在り方によって、エネルギー需給構造が大幅に変わる可能性は否定できない。

## 1. 国際経済の将来像

### (1) 引き続き成長する世界経済

2030年の世界経済を見通すことは困難であるが、1970年当時と今日が大きく異なっているのと同様、今日の世界とは相当様相が異なっている可能性が大きい。

エネルギーの需要量は経済活動や人口の伸びに大きく左右されるが、人口を見通すことは比較的確実性が高く、それは経済成長率とも密接に関連する。1830年には10億人だった世界の人口は2001年には60億人となり、21世紀半ばには世界全体で90億人以上に達すると言われている。そのパスとしての2030年においては、概ね80億人以上になろう<sup>2</sup>。この人口増加のほとんどは非OECD諸国で生じ、とりわけアフリカ、中国<sup>3</sup>、インドの伸びは大きく、それぞれ15億人程度の人口を抱えることになる。OECD諸国においては、出生率の低下と長寿命化が影響し、人口はあまり増加しないが、大幅な高齢化が進展する。市場経済移行国では人口減少と高齢化が相まって進展する可能性がある。

経済活動の国際化やITの進歩などに伴い、世界経済の統合は確実に強まり、人的資本の質が向上するとともに、技術も相当程度進歩し、グローバルな情報社会が実現する可能性が高い。一方で、環境、都市、社会、貧富の格差の拡大などの分野で様々な問題がより拡大された形で登場する可能性がある。

世界経済はここ30年間で年率平均3.3%の成長を遂げてきたが、今後、世界経済の統合や技術開発が進むとともに、環境制約などがさほど顕在化せず、非OECD諸国への資本や技術移転、人的物的投資等が円滑に進む場合には世界経済は比較的高い成長を享受する可能性がある。一方で、OECD諸国において産業構造や人口構造の調整が上手く行かず、非OECD諸国において十分な改革が進展しないような場合には成長率は低くなる。その幅は概ね3～4%台と見られている<sup>4</sup>。

仮に年平均3.0%程度で成長するとした場合、過去30年間よりも若干低い水準となるが、30年後に世界の経済規模は現在の2倍以上と大きく拡

<sup>2</sup> 人口は過去30年間に年率1.7%で成長してきたが、今後30年間は、少子高齢化等の影響から、これまでより低い1.0%程度で増加するものと考えられる。この結果、世界の人口は2000年の60億人から83億人に増加することが予測される。国連人口統計局見通し参照。

<sup>3</sup> 中国は現在13億人の人口を抱えるが、出生率低下政策の影響もあり、2030年でも15億人程度に留まる見込み。

<sup>4</sup> OECD、世銀、IEA等参照。

大することが見込まれる<sup>5</sup>。

## **(2) 急成長が予想されるアジア経済**

こうした世界経済の成長は、とりわけアジア地域によって牽引されていくものと予想される。ASEAN諸国などの東アジア地域（中国、台湾、日本を除く）の経済は、この30年の間に年率5.3%の成長を記録してきた。中国の成長は目覚ましく、この30年間に、年率8.4%、1990年代は年率9.9%と高い成長を続けてきた。中国のGDPは、現在約1兆2千億ドル程度であるが、購買力平価で評価すれば、2000年には4兆9千億ドル（購買力平価ベースで世界の12%。米国に次いで世界第2位）となっており、既に日本を大幅に超える水準に達している<sup>6</sup>。

こうした成長軌道は今後とも維持されると予想され、東アジア経済は今後30年間で年率3.8%程度の成長を遂げ、中国については経済が成熟化するものの年率5.0%程度で成長し、30年後にはGDPが約4倍となると見込まれる<sup>7</sup>。

インドも中国と同じ程度の人口を抱えるようになり、30年後にはGDPが4倍程度と大きく増大し、購買力平価ベースで日本のGDPを大きく上回る可能性<sup>8</sup>がある。

なお、インド、中国以外にも、ロシアやブラジルも大きな成長が見込まれ、これらの国々のGDPの合計は、2025年までには、日本、米国、ドイツ、イギリス、フランス、イタリアの6カ国のGDPの合計の約半分、2050年までには約4倍にまで成長するとの予想もある<sup>9</sup>。

その他の非OECD諸国においても、人口の増加と1人当たり所得の向上などにより、OECD諸国を大幅に上回る経済成長が見込まれる。

こうしたアジアの成長を受け、2030年には膨大な人口を抱えるとともに非常に大きな経済力を有する中国とインドという大国が新たに登場し、さらに開発途上国の経済が成長することで、エネルギーをめぐる地域的な需給構造も大きく変わっていくことが予想される。併せて、地球温暖化問題や水資源問題などの環境問題も大きくクローズアップされてくる

<sup>5</sup> 世銀、OECD、IEA 見通しなどを参照。

<sup>6</sup> 日本は3兆1千億ドル（2000年）。

<sup>7</sup> OECD、IEA 見通し他。

<sup>8</sup> インドのGDPは購買力平価ベースで2000年時点で約2兆3千億ドル。

<sup>9</sup> Goldman Sachs「Dreaming With BRICs: The Path to 2050」（2003）。なお、この期間、これら諸国の実質為替レートは年率2.5%で増加するが、USドルベースで見たこの期間のGDP成長の約1/3は、こうした為替要因によるものとされている。

ことになろう。

## 2. エネルギー需給構造

### (1) 増大するエネルギー需要

世界のエネルギー需要は、経済成長率との相関関係が極めて高い。これまでの傾向を見ると、エネルギー需要は年率 2.0%で増大する一方で、経済成長率は 3.3%程度であり、その弾性値は 0.61 程度となっている。

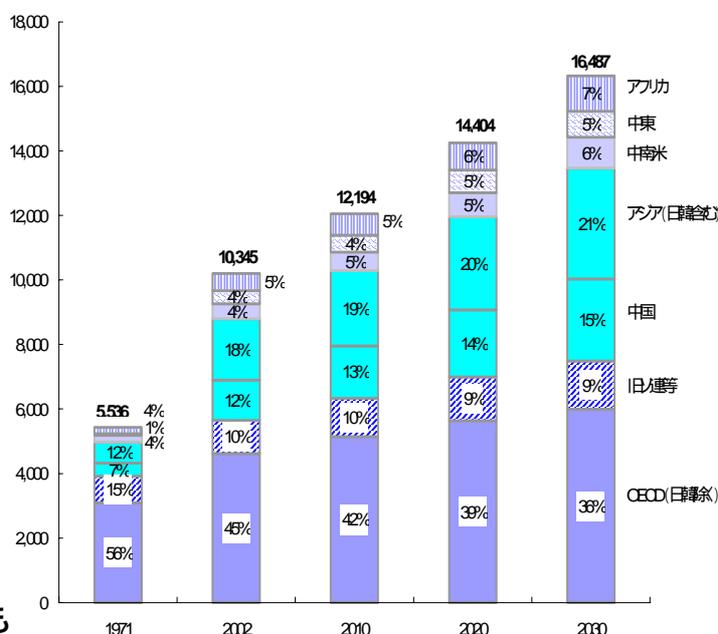
人口が増大し、経済成長が続くことに伴い、エネルギー需要もまた増大することが予想される<sup>10</sup>。各専門機関<sup>11</sup>による最近の世界エネルギー需要見通しによれば、2030年のエネルギー需要量は、2002年時点と比較して約 60%も増大するものと予想されている。この結果、2002年には石油換算約 100 億トン/年であった一次エネルギー総需要量( = 総供給量 )は、2030年には約 140 ~ 170 億トン/年程度になる。そのうち、開発途上国が需要増加量の 60%強を占めるとされており、特に中国を始めとするアジア地域のエネルギー市場における位置付けが高まるものと予想される。

部門別に最終エネルギー消費を見ると、運輸部門は、開発途上国におけるモータリゼーションの進

< 世界のエネルギー需要の見通し (IEA) >

展などに伴い大幅に増大し、年率 2.1%で増大するものと予想されている。民生部門においても、都市化の進展や様々な電化製品が導入されることなどに伴い、年率 1.5%で増大し、産業部門についても、省エネ努力や産業構造の高度化などに伴い、年率 1.5%程度の伸びとなる。

電力部門は、開発途上国において、電気にアクセスすることができる人数が増加するととも



<sup>10</sup> 世界のエネルギー需要は、経済成長率との相関関係が極めて高い。これまでの傾向を見ると、エネルギー需要は 1971年から 2002年にかけて年率 2.0%で増大する一方で、経済成長率は 3.3%程度であり、その弾性値は 0.61 程度となっている。

<sup>11</sup> DOE、EU(European Commission)、IEA の見通し参照。

に、OECD 諸国においても電力化率の向上が図られることから、年率 2.5% (途上国で 4.1%、OECD 諸国で 1.4%) で増大することが見込まれる<sup>12</sup>。

## (2) 供給構造とエネルギー価格の見通し

### 総論

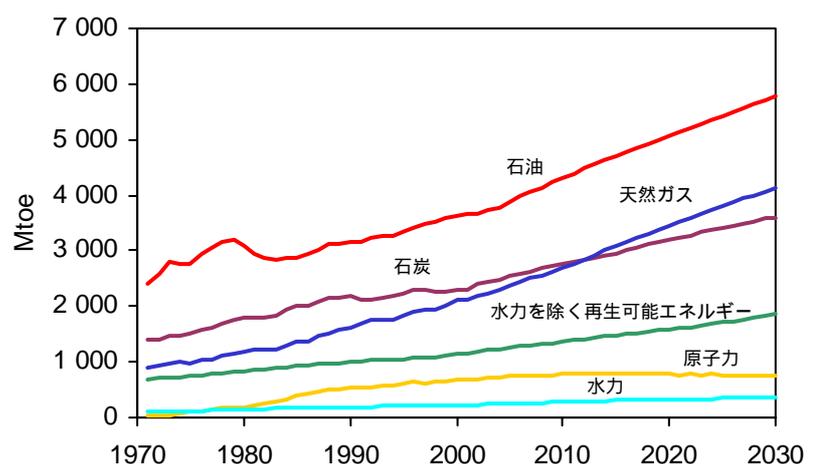
大幅に増大するエネルギー需要を賄うのは今後とも化石エネルギーが中心<sup>13</sup>となることが予想されるが、CO<sub>2</sub> を排出する化石エネルギーの位置付けは、必然的に、地球温暖化問題がどの程度顕在化するか、あるいは炭素隔離技術がどの程度実現化されるかなどに大きく左右される。

一方で、原子力の役割、位置付けについては単純に見通すことができない。原子力発電設備容量の伸びが低くなっていることや欧州における脱原子力の動きを見る限り、原子力の役割が縮小する可能性があるが、米国の政策転換やアジアにおける積極的な原子力開発、地球温暖化問題に対する解を見い出せないでいる欧州の苦悩を念頭に置けば、むしろ役割が増大する可能性もある点に留意する必要がある。

また、再生可能エネルギーについても将来を見通すことは簡単ではない。その普及に当たっては技術開発とコスト低減が鍵であるが、技術開発のブレークスルーがいつ起きるかは予測困難だからである。なお、IEA の見通しでは、再生可能エネルギーは 2030 年に向けて導入は進むが主要なエネルギー源にはなりえないと予想されている<sup>14</sup>。

化石エネルギーやウランなどの資源供給の可能性について見ると、原油の可採埋蔵量等に

< 世界のエネルギー需要の見通し(IEA) >



<sup>12</sup> IEA (2004)

<sup>13</sup> 2030 年に至る世界のエネルギー増加量の約 85% 強を占める見通しである(IEA)。

<sup>14</sup> もっとも本見通しは、原油価格が緩やかに上昇する一方、原子力発電量が 2030 年には減少し、再生可能エネルギーは一定の導入は進むが大きな役割を果たすには至らないといった一定の前提の下であり、前提が異なる場合には見通しも異なってくる点に留意する必要がある。

関する様々なデータを基に分析する限り、今後 30 年間の増加する需要を賄うに足るエネルギー資源が存在していると考えられるが、中東の不安定化などの政治情勢、エネルギーインフラに対する投資の可能性、エネルギー生産及び消費に起因する環境破壊などの観点から一定の供給制約がかかる可能性がある点について、常に留意する必要がある。

## 石油

### （途上国と運輸部門における石油需要の増大）

石油需要について見ると、今後中国やインドなどを中心に需要が大幅に増大することが見込まれる。特に途上国のモータリゼーションは石油需要を大幅に押し上げるであろう。一方、先進国において見ると発電部門においては石炭や天然ガス等の石油以外のエネルギーの活用が可能であり、次第に石油の占める割合は低下するが、運輸部門においては、GTL<sup>15</sup> や水素などを利用した自動車が本格的に導入されるには時間を要することが見込まれ、引き続き石油に依存し続けることになる。IEA によれば、石油の需要量は、2003 年の 7,980 万 b/d から 2030 年には 1 億 2,100 万 b/d へと大幅に増大することが予想されている。

### （埋蔵量の上方修正と中東依存度の増大）

供給サイドから見れば、原油の供給可能性について見ると、可採年数については約 40 年と評価されることが多く<sup>16</sup>、今後の石油需要の増大<sup>17</sup>を見込むと、単純計算では可採年数は更に短期化することになる。もっとも可採年数については、これまでも新たな油田の発見などを背景とした埋蔵量の成長によりここ 20 年間ほとんど変化していないこと、USGS2000<sup>18</sup>によれば石油の究極可採埋蔵量は 3 兆バレルを超えるとされていることなどから、実際に 40 年後に石油が枯渇する可能性は低いという認識が一般的になっている<sup>19</sup>。

---

<sup>15</sup> Gas to Liquid (ガス・トゥー・リキッド) の略。天然ガス等から合成ガスを経て製造される軽油等代替の新燃料。

<sup>16</sup> 例えば BP 統計 2004 では確認埋蔵量 1 兆バレル強を現在の生産量 (概ね 280 億バレル) で除して可採年数を 41 年程度と計算している。

<sup>17</sup> 2003 年には 291 億バレルであった年間生産量は 2030 年には約 440 億バレルになることが見込まれる (IEA2004)。

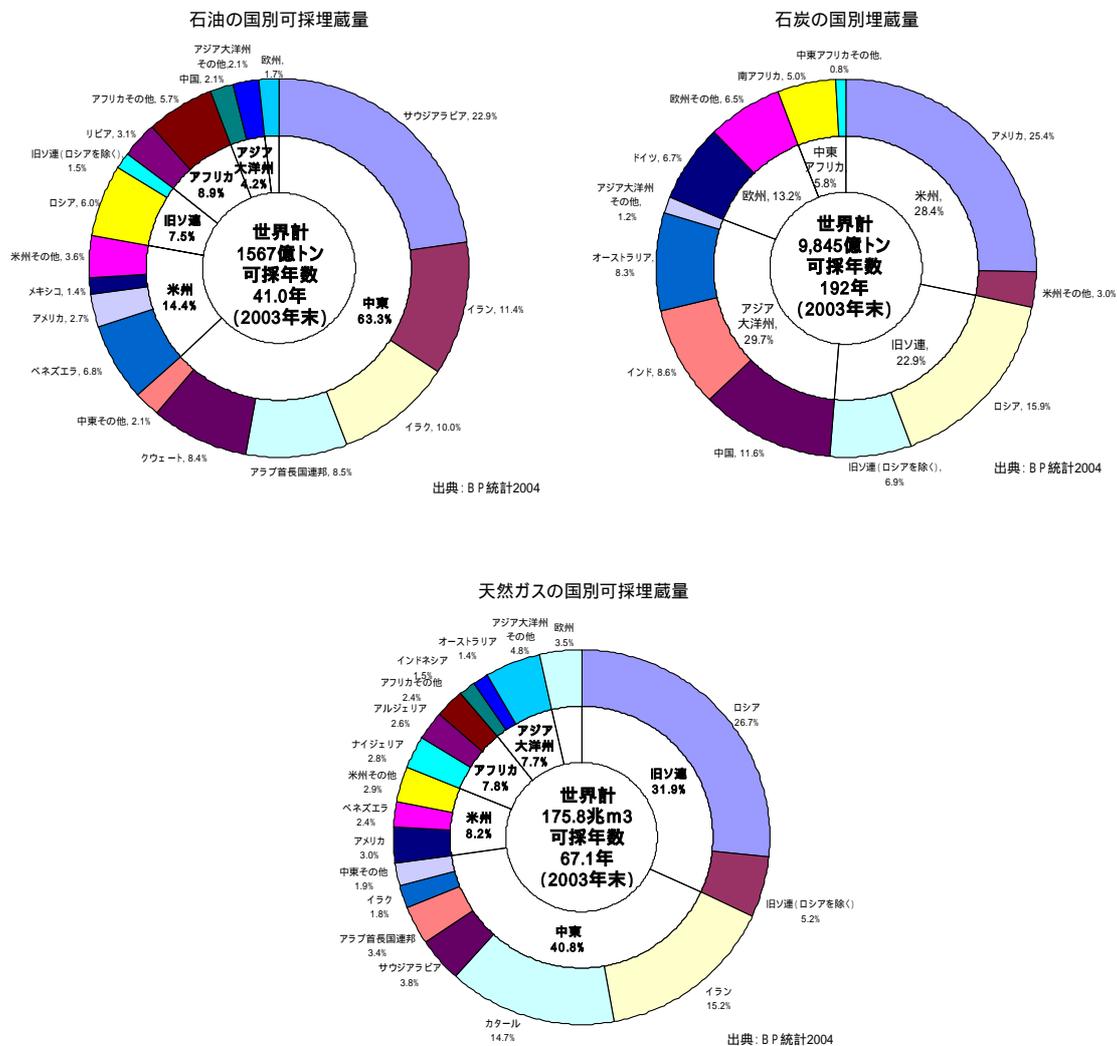
<sup>18</sup> 米国地質調査所 (USGS) は今後 30 年間 (1996 年 ~ 2025 年) の期間に新たに埋蔵量として加えられるべきポテンシャルを考慮した資源量を推定。累計生産量や残存埋蔵量及び未発見資源量に加え、埋蔵量成長の資源量についても推定、究極可採埋蔵量を 3 兆 3450 億バレルと推計した。

<sup>19</sup> 原油の確認埋蔵量については OPEC が生産枠設定の基準に用いていることや石油企業の株価などに関係することから高めに表示される可能性がある点に留意する必要がある。

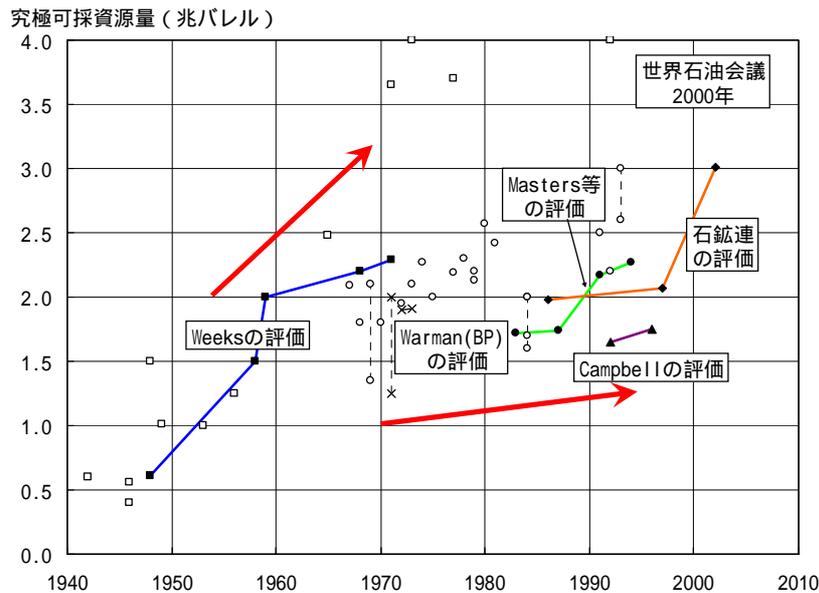
一方、賦存地域について見ると、可採埋蔵量の約2/3が中東に集中し、他の化石燃料と比較して中東への集中度が高いことが特徴となっている。さらに、北米や北海からの産出量が減少するにつれて、世界の石油供給に占める中東の割合は、2003年の29.6%から2030年の43.5%へと大きく増加し、世界的に中東依存度が上昇するものと見込まれる。多くの国々、特にアジアにおいては、これまで石油を供給していた国々において、伸びゆく石油需要に対して国内生産が追いつかず、輸入への依存度が高まることが予想される。

### <化石燃料の国別埋蔵量と可採年数>

石油、石炭、天然ガスの可採埋蔵量を見ると、石油は可採埋蔵量の約3分の2が中東地域に集中している。石炭は埋蔵量が分散しており、可採年数も192年と多い。天然ガスは、旧ソ連と中東に埋蔵量がそれぞれ全体の約3分の1を占めている。



## < 石油の究極可採埋蔵量の評価 >



(出典) 日本エネルギー経済研究所

## ( 緩やかに上昇する原油価格 )

原油価格については、現在世界の原油産出量のほぼ半分を供給する巨大油田による原油生産は減少するものと予想され、一方で、生産単価が比較的高い中小油田から原油を得る必要が増大すること、北米や北海のように比較的少ない埋蔵資源しか有せず生産コストの高い地域では限界コストが上昇していることなどから、2030年に向けて緩やかに上昇する可能性がある。もっとも、原油価格が上昇する場合には、カナダのオイルサンドを始めとする非在来型のプロジェクトも動き出し<sup>20</sup>、GTLなどの新燃料も導入が進むことになる<sup>21</sup>。シェルが行った石油埋蔵量のコスト分

<sup>20</sup> カナダのオイルサンドについては、アルバータ州に多く賦存し、原始埋蔵量で1.6~2.5兆バレル、可採埋蔵量が1,750~3,100億バレル存在すると言われている。1980年代後半にSAGD法(二本の上下水平坑井を用いたスチームとビチューメンの比重差を利用したビチューメン回収法)の利用可能性が示唆され、同技術を適用した商業開発事業が次々と計画されている。性状はWTI原油に匹敵すると評価される。ベネズエラのオリノコ川北部流域に賦存するヘビーオイルの原始埋蔵量は1.2兆バレル、可採埋蔵量は2,700億バレルで、回収技術の向上により生産能力が増大した。1999年からの油値高騰に伴い新たな10カ年計画が進行している。その生産計画は原油の価格に敏感に反応する。オイルシェール(埋没震度が浅く地熱による熱分解を十分に受けなかったため原油やガスになる前のケロジェンを多量に含む堆積岩)については、原始埋蔵量は2.6兆バレルと言われ、製品の品質がよいのが特徴だが、残渣の処理問題や開発コストの面から多くのプロジェクトが中止に追い込まれている。エストニア、ブラジル、中国などで採掘されている。以上、石油鉱業連盟「石油埋蔵量のコスト分」(2002年12月)を参照。

<sup>21</sup> LNGの相対価格などをベースにGTLが台頭する可能性がある。現在運用計画中のGTLはフィッシャー・トロプシュ法で、これは天然ガスを合成ガスに転換し、その後触媒改質等により液化するもの。近年コストが低下しており、IEAは2030年までには240万b/d程度の供給を予想している。原油価格

布の評価によると、非在来型の石油資源も含め 4 兆バレル前後の石油資源が、20 ドル/バレル前後までのコストで供給できるようになったとされることなども勘案すると、原油価格の上昇自体は緩やかなものとなろう。

### （ボラティリティの増大とドルの評価）

最近の原油価格の動向を見ると、ボラティリティの高まりが顕著となっていることに留意する必要がある。1987 年から 1996 年までの変動幅については、1991 年の湾岸戦争に至る短期間を除き、名目ベースで 1 バレル当たり概ね 13 ドルから 22 ドル（NYMEX における WTI 原油価格・名目・月平均）という狭い範囲に収まっていた。しかし 1996 年以降、原油価格はこれよりはるかに広い範囲で変動し、1999 年 2 月の 10 ドル未満という低値から 2000 年秋には 40 ドル近い水準（NYMEX における WTI 原油価格・名目・日平均）にまで振れている。その後、2001 年 9 月の米国における同時多発テロによる景気の後退を受け、一時原油価格は下落したが、2004 年に入ってから再び高い水準で推移している<sup>22</sup>。こうした大きな価格変動の背景としては、産油国の余剰生産能力の縮小、消費国の需給変動に対する対応力の縮小などが挙げられ、さらに投機的資金の流入が価格変動の幅を大きくしているとも指摘される。

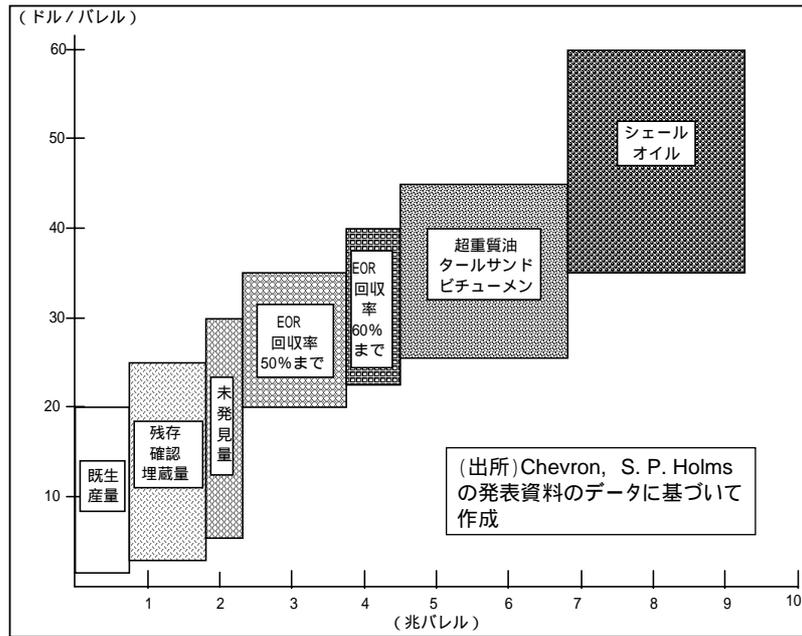
なお、原油価格はドルで表示されているが、世界的にインフレーションが進展していること、円の為替レートは石油危機時等と比較すれば大幅に上昇していること、近年ドルの実効為替レートが減少傾向にあること等には十分留意した上で原油価格を客観的に評価する必要がある。

---

が上昇すれば、大きく伸びる可能性がある。

<sup>22</sup> 2004 年の原油価格は、中国等を始めとする世界の石油需要の増加、OPEC の余剰生産能力の低下、供給面のリスク（中東情勢、ナイジェリアの生産減少懸念、ユーコス社（ロシア）の生産停止懸念、国際テロ懸念等）等が背景となり、投機的な動きも加わって高水準で推移した。NY 市場の WTI 原油は 10 月末に 55 ドルを超え、史上最高値を記録した。もっとも、石油の供給能力や非在来型石油のコストなどを勘案するところの高値が中長期的には継続しないという見方も多い。新たな資源開発プロジェクトが稼働するためには数年程度のタームが必要であると考えられるため、2010 年頃にかけて価格は次第に落ち着きを取り戻す可能性もある。

### < 在来・非在来資源と原油価格の関係 >



出典：第 1 回需給部会配付資料（日本エネルギー経済研究所）

### （原油価格の高止まりの可能性）

需給のファンダメンタル等を勘案して予想すれば、昨今の原油価格の高騰がそのまま長期的に継続する可能性は低いですが、一方で、現時点で原油価格は 40 ドル/バレル以上（NYMEX における WTI 原油価格）をつけていること、中東情勢の不安定化が収まる兆しが見られない一方で 2010 年以降は中東 OPEC を中心に価格支配力が強まること、テロが原油の安定的な供給に支障を来す可能性も否定できないこと、中国を始め旺盛な原油需要が今後生ずる可能性があることなど<sup>23</sup>を勘案すると、原油価格が現在の水準で高止まることも想定しておく必要がある。

これまでの長期的原油価格の推移や諸機関による原油価格見通し等<sup>24</sup>を踏まえると、高止まりするケースでは、原油価格が 2030 年に向けて概ね 35 ドル/バレルを中心に推移することが想定されよう。

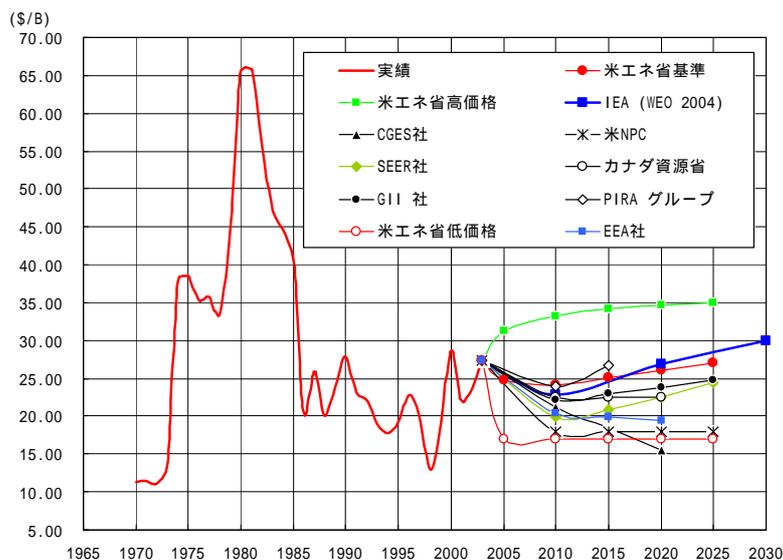
<sup>23</sup> Campbell(1996)は、究極可採埋蔵量は USGS2000 の評価の約半分、1 兆 7500 億バレルと評価している。

<sup>24</sup> BP 統計（2004 年・実質・年平均）によれば、中東の原油価格は第一次及び第二次オイルショック周辺時期を除いて 35 ドル/バレルを超えることはなかった。また、米国エネルギー省（DOE）は、原油価格高止まりケースとして、2025 年において約 35 ドル/バレル（米国輸入原油価格・実質価格）としている。

## （原油価格が低迷する場合）

逆に、非 OPEC 原油や非在来型の液体燃料が増加し、イラクの増産などによって OPEC の結束力が弱まり OPEC 加盟国間での競争が激化する場合には、原油価格が想定以上に低迷する可能性がある。実際、1980 年代後半～90 年代後半にかけて、湾岸戦争期を除くと原油価格は概ね 13～22 ドル程度（NYMEX における WTI 原油価格・名目・月平均）で推移したこと等を勘案すると、原油価格が低迷する場合には、概ね 15 ドル程度になるものと予想される。

< 諸機関による原油価格の見通し > <sup>25</sup>



[ 出所 ] 米国エネ省 「International Energy Outlook 2004」

## 天然ガス

### （石油以上に急速に増大する天然ガス需要）

天然ガスは、炭素含有量が少なく環境面の利点を持ち、また国際的な価格競争力があることから<sup>26</sup>、今後需要が大幅に増加することが見込まれる<sup>27</sup>。IEA によれば、2002 年から 2030 年まで年率平均 2.3% で成長する

<sup>25</sup> 本図は実質価格。1970 年～2003 年の原油価格の推移については、米国輸入原油 CIF 価格（2002 年実質価格）。

<sup>26</sup> IEA においても、ヨーロッパ及び米国の天然ガス価格はこれまで石油価格（発熱量換算ベース）を下回って推移しており、今後ともこのようなトレンドが続くと予想している。また、OECD 太平洋（日本を含む）についても、石油価格を若干上回る現状水準から、今後、石油価格との差が接近していくものとされている。

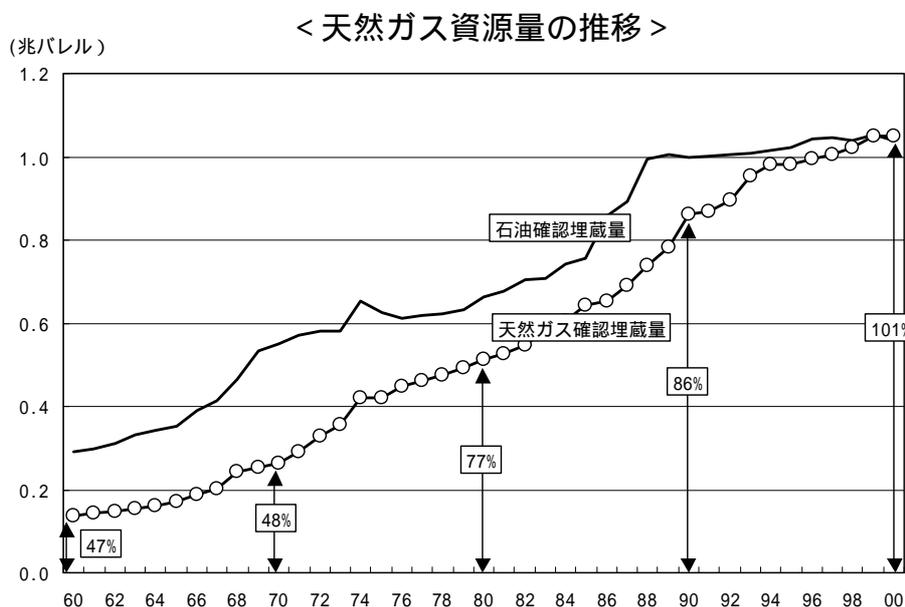
<sup>27</sup> 天然ガスについては、今後も大きな発見は間違いなくあり得るが、既に開発が進んでいる地域で新たな巨大ガス田が発見される可能性は低いこと、世界全体のガス埋蔵量の 3 分の 1 に相当する量が手つかずになっているが、これらは、アクセス困難な場所や非常に小規模な限界的ガス田のように、市場から離れた場所にあること（IEA）、天然ガスも、石炭や石油に比べると相対的に少ない水準ではあるものの、燃焼に伴い地球温暖化ガスを排出すること、などを考慮しておく必要がある。

結果、需要量は2,622(10億m<sup>3</sup>、2002年)から4,900(10億m<sup>3</sup>、2030年)に、世界の一次エネルギー供給に占める天然ガスの比率は2002年の21%から2030年の25%に増大する。特に発電分野での需要が伸びるものと予想されており、年率3.2%で成長するものと見込まれている<sup>28</sup>。

### (需要増を上回る天然ガスの供給可能性)

天然ガスの確認埋蔵量は、BP統計によれば176兆m<sup>3</sup>であり、現在の生産量2.62兆m<sup>3</sup>を前提とすると、67年の可採埋蔵量があることになる<sup>29</sup>。世界の埋蔵量に占める中東の比率については、約1/3と、約2/3の石油と比較して相対的に分散して賦存しているのが特徴である。

天然ガス需要が大幅に増大し、生産量が倍増するため、現在の確認埋蔵量が増大しない場合には、可採年数は逆に大幅に低下することとなるが、USGS2000によれば、米国を除く世界の128地質を対象として今後30年間(1996年～2025年)に発見されると思われる在来型の未発見資源量を予測したところ、440兆m<sup>3</sup>となり、生産量が倍になるとしても可採年数は相当程度伸びることから、当面枯渇する可能性はないとの見方も有力である。



出典：第1回需給部会配布資料(日本エネルギー経済研究所)

<sup>28</sup> IEA(2004)。

<sup>29</sup> BP統計の可採埋蔵量は商業生産量で測ったもの。なお、商業化率は81.3%であり、井戸元ガス生産量は商業生産量を約2割上回る。

## （天然ガス価格の見通しと相対的に低下する LNG 価格）

天然ガスは、パイプラインによる供給と LNG による供給によってコスト構造が全く異なること等から、市場が地域毎に細分化<sup>30</sup>されている。日本向け LNG 価格は原則日本向け原油平均価格（JCC）に連動しているが、JCC 価格の急激な変動に備え、これまで S 字カーブの価格フォーミュラを採用してきた。近年、中国や米国などが LNG 需要家として市場に大幅に参入し、様々な価格フォーミュラが登場してきていること等から天然ガス価格の見通しは必ずしも単純に JCC リンクで考えることができなくなりつつある<sup>31</sup>。むしろ、次第に既存の価格フォーミュラとは異なるフォーミュラ<sup>32</sup>が取り入れられ、天然ガスの需給状況を反映して、原油との相対価格は次第に低下し、2030 年頃には 0.8（対原油価格比率：発熱量換算ベース）程度になることが見込まれよう。原油価格が高騰する場合には相対価格は更に低くなるが見込まれる<sup>33</sup>。

## （供給コストから見た LNG 価格の低減可能性）

一方で、コスト面を見てみると、LNG プロジェクトコストは生産、液化、輸送といったすべてのフェーズにおいて近年大幅に低下<sup>34</sup>している。800 万 t 規模の LNG の相対価格プロジェクトのコストは概ね 1.8～3.2 ドル/mmBtu（10.5～18.7 ドル/bbl）で、LNG 価格はコストベースで見れば、長期的に 3 ドル強/mmBtu（18 ドル/bbl 程度）になることも十分に想定しうる。供給コストがそのまま価格に反映するものでないことは原油価格についても LNG 価格についても当てはまることであるが、資源賦存地域の分散等を背景に OPEC のような組織を形成しにくい LNG については、供給サイドのコストが LNG 価格に反映される可能性は相対的に高いと考えられる。

特に原油価格が上昇する場合には LNG にコミットする企業が増大し、

<sup>30</sup> 米国の価格指標は主に NYMEX 天然ガス先物（ヘンリーハブ）。欧州では競合燃料価格を価格指標とする価格フォーミュラを主に採用。

<sup>31</sup> 2015 年くらいまでに現在の長期契約の約 1 / 3 が改訂される見込み。現在既に交渉に着手しているものもあるが、この原油高の現状において、S 字カーブを根本的に見直すフォーミュラ（石炭リンク等）は議論にはなっていないが S 字カーブの切片や傾きについては交渉材料となっている。

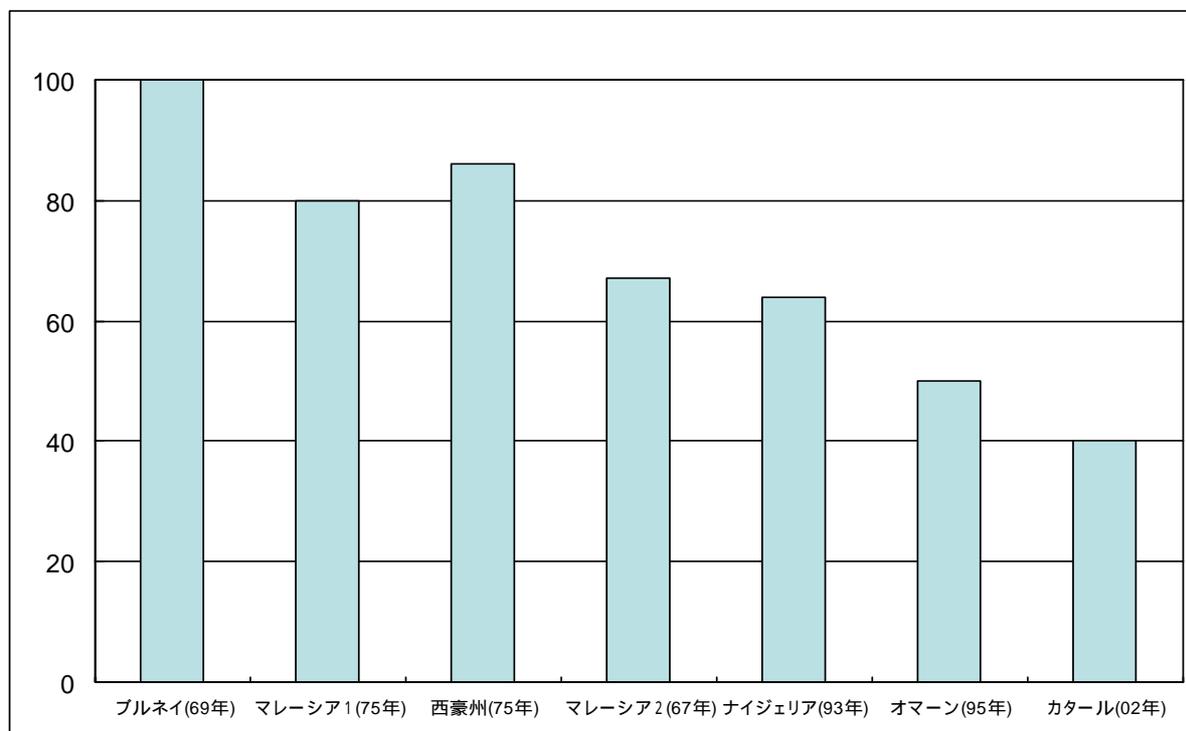
<sup>32</sup> シーリングやフロアを取り入れたフォーミュラ、固定価格、エネルギーのバスケット価格連動等。

<sup>33</sup> なお、IEA は、天然ガス価格の対原油価格比率について、OECD 太平洋（日本を含む）では発熱量換算ベースで 2030 年頃にほぼ等値になると予想しており、相対価格がここまで低下しないという見方を示している。

<sup>34</sup> LNG のコスト構造は生産 3 割、液化 4 割、輸送 3 割程度となっているが、液化プラントコストはここ 20 年間の間に 1/3 程度に低下、LNG 建造船コストもここ十数年間の間に半分程度に低下したと言われている。

あわせて投資が進展すること、価格フォーミュラの改訂が早まること等からLNGの相対価格は一層低減していくものと考えられる。

< 主要な液化プラントコスト >



(注) ブルネイを100とした指数。  
出典：Shell(1999)

## LP ガス

### (LP ガス需給の見通し)

LP ガスは主に家庭・業務用に使用されているが近年自動車用市場も増大しつつあり、今後需要が増大することが見込まれる。

パービンアンドガーツ社<sup>35</sup>の見通しによると、世界のLP ガス需要は年率平均 2.4%で成長する結果、需要量は約 2 億トン (2000 年) から約 3 億トン (2020 年) に達すると見込まれている。北米地域 (27%) はシェアを低下させる一方、アジア地域 (33%) はシェアを伸ばすものと予想されている。また、世界のLP ガス供給も 2020 年には約 3 億トンに増加すると見込まれているが、引き続き、北米地域 (26%)、中東地域 (20%)、アジア地域 (19%) からの供給が中心になると予想されている。な

<sup>35</sup> 原油、石油製品、天然ガス、LP ガス等のエネルギー国際市場全般にわたる調査を行うコンサルタント会社。

お、その結果、アジア地域においては中東地域からの輸入が増加することが予想されている。

### （分離・随伴ガスとしての特質）

LP ガスは原油随伴ガス 25%、天然ガス随伴ガス 35%、石油精製からの分離ガス 40%として生産されることから、その供給可能性は原油・天然ガスの供給可能性に左右されることになる。

### （原油価格に影響を受ける LP ガス価格）

世界の LP ガス価格は、おおよそ原油、天然ガスの価格動向に大きく影響を受けて形成されている。

主要な価格を形成する市場としては、米州、欧州、スエズ以東（中東、アジア大洋州等）の 3 つに大別される。これまでスエズ以東の価格は中東の影響力が大きかったが、今後はオーストラリアやインドネシア等の天然ガス田からの新規 LP ガスの生産が見込まれることから、その影響力は低下していくことも考えられる。

したがって、LP ガス価格の今後の見通しについては、石油製品との競合や石油精製からの分離ガスが 40%を占めていることなどから、引き続き原油価格の影響が大きいと考えられるが、天然ガス田からの新規生産が見込まれることから、天然ガス価格の影響も排除し得ない。

## 石炭

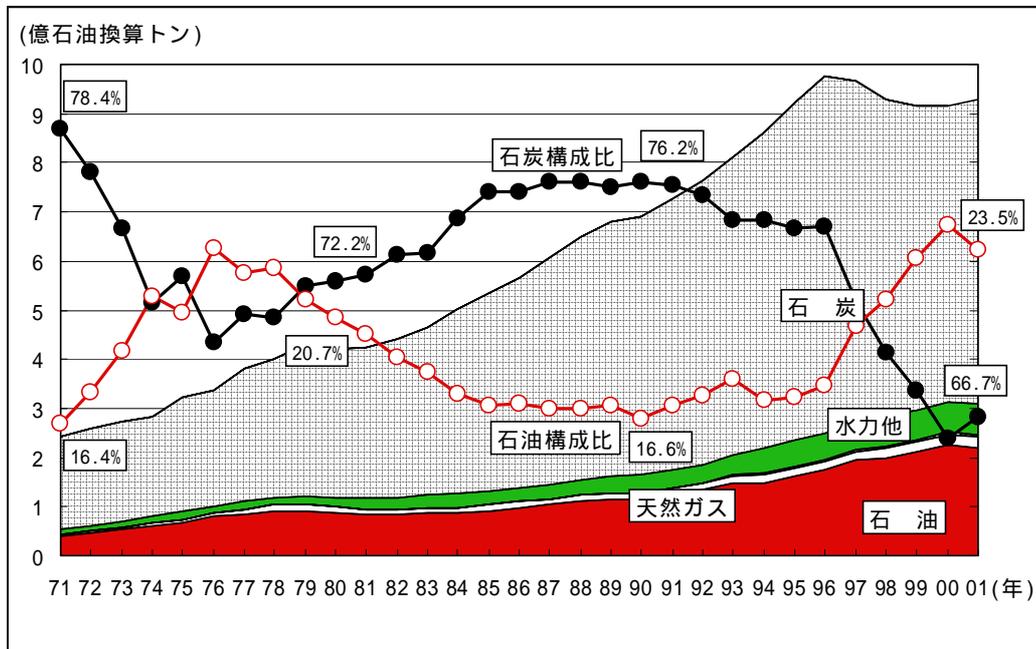
### （石炭需要の増大とシェアの低下）

石炭について見ると、今後のエネルギー需要増大のうち枢要な部分を占める運輸部門においては活用することが困難であること、原油との比較において取扱いが困難であること、CO<sub>2</sub> 排出量や SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 排出量が相対的に多い<sup>36</sup>こと等の課題を抱えていることから、需要は増大するがそのシェアは低下することとなろう。IEA によれば、石炭需要については年率 1.4%（石油換算トンで年率 1.5%）で増大し、2030 年には全世界で石油換算約 36 億トン（2002 年は同 24 億トン）となり、エネルギー総消費量に占める割合は、2002 年の 23%から 22%に低下すると見通している。今後の石炭需要はアジアにおける伸びが大きく、特に中国とインドの需要

<sup>36</sup> 石炭と石油、天然ガスとの CO<sub>2</sub> 排出量を比較すると、10 : 8 : 6、窒素酸化物の排出量を比較すると、10 : 7 : 4、硫黄酸化物の排出量を比較すると、10 : 7 : 0となる。

増加は、2002 年から 2030 年までの世界の石炭利用の増加量の約 2 / 3 を占めるとされている。APERC<sup>37</sup>や中国エネルギー研究所<sup>38</sup>の見通しにおいても、2020 年に向けて大幅に石炭需要が増大する見込みとなっている<sup>39</sup>。

< 中国における石炭需要の増加 >



出典：第 1 回需給部会配布資料（日本エネルギー経済研究所）

**（豊富な埋蔵量と偏りの少ない地域分布）**

石炭については、需要が大幅に増大することが予想されるものの、可採埋蔵量は 9,845 億トンと豊富で、可採年数は 192 年と相対的に長期である<sup>40</sup>。環太平洋地域にも多く賦存するなど産炭国の地域的な偏りも少ない。

**（安定的な石炭価格の見通し）**

従来、世界最大の石炭貿易市場であるアジアにおける一般炭の取引は

<sup>37</sup> APERC 「APEC Energy Demand and Supply Outlook」(2002)。APERC は、APEC のエネルギー分野における国際共同研究機関であり、APEC 域内のエネルギー需給見通しの策定等各種研究事業を実施。

<sup>38</sup> 中国エネルギー研究所、世界銀行「Northeast Asia Gas Trade Study」(2003)。中国エネルギー研究所は、国務院国家発展改革委員会に属する研究機関。

<sup>39</sup> 中国の石炭需要は 1990 年から低下傾向にあった。その要因としては、産業部門のリストラ、石炭品質の向上や環境規制の強化、石油や天然ガスへの転換などが挙げられる。しかしながら近年の経済活動の活発化等を受け中国の石炭需要は再び大幅に増大してきている。

<sup>40</sup> BP 統計 2004。

1年以上の契約に基づくものが大半であり、価格設定に際しては、豪州石炭会社と我が国電力会社の間で毎年協議される年間協定価格がベンチマークとなってきた。しかしながら、近年、我が国等の電力の自由化等を背景に、ベンチマーク価格を基準とする画一的な価格設定が姿を消す一方、スポット（当用買い）取引が増加するなど、価格設定の時期・方法が多様化しつつある。

一般炭の価格はこれまで比較的安定的に推移し、1990年代以降、どちらかと言えば下降トレンドをたどってきた（\$30～40/トン程度（豪州FOB価格））。将来的には、中国を始めとするアジア諸国の需要増大等により上昇圧力が強まるものの、炭鉱開発の進捗による供給量の増大が期待できることなどから、価格が大幅に上昇する可能性は低い。趨勢的に上昇するとしても、2030年段階ではトン当たり概ね45ドル程度の水準（原油との相対価格で概ね1/3程度）にとどまると見込まれる。<sup>41</sup>

なお、原油価格が高騰する場合、あるいは低迷する場合であっても、これまで石炭価格はそれほど大きく変動しておらず、この傾向は将来的にも維持されることが想定される。

### （石炭の需給構造を見通す際の留意点）

IEAの見通しについては、一定の環境上の制約があることが前提となっている。このため、代替政策シナリオにあるように環境制約がより強まる場合には、化石燃料の中でも石炭の消費量は最も大幅に減少することになる。

他方、高効率石炭火力発電技術等のクリーン・コール・テクノロジーや炭素隔離<sup>42</sup>のような革新的な技術の開発が進んだ場合には、地球温暖化問題上の制約は他の化石燃料との比較において問題とならなくなり、石炭需要量が逆に大幅に増加する可能性があることに留意する必要がある。

## 原子力の利用

### （設備容量の頭打ちと発電電力量の増大）

<sup>41</sup> 2003年秋以降、豪州等産炭国における事故の続発や中国等の石炭需要の増大により石炭価格が上昇傾向で推移し、2004年7月、豪州出一般炭スポット価格はトン当たり63ドル超まで高騰。その後、スポット価格は徐々に下がり、現在（2005年3月）の価格はトン当たり約52ドル。今後、豪州等埋蔵量が豊富な産炭国においては、新規炭鉱開発等供給能力の拡大も見込まれ、中長期的に見れば、トン当たり45ドル程度の水準で安定するものと考えられる。

<sup>42</sup> 炭素隔離・固定化技術については、「4. 技術の胎動」を参照。

原子力については、世界全体としては、1980年代後半から、原子力発電の設備容量の伸びが低下しているが、アジアでの原子力発電設備容量の増加が着実に進んでいること、欧米諸国においても既存の原子力発電所の出力増強が積極的に行われていることなどから、発電電力量の観点から見ると増加傾向にある。

IEA は、2030年に向けて世界の原子力の発電量はほとんど増大せず、電源構成に占めるシェアはほぼ半減することを予想<sup>43</sup>しているが、その内訳を見ると欧州地域で約4割減少することを見込んでおり、北米地域は増減の変動がほとんど無く、アジア地域の日本、中国、韓国、インドでの原子力発電の増加が見込まれている。しかし、今後の政策動向をどう折り込むかによって見通しは大きく変わり得る点に留意する必要がある。

一方、IAEA と OECD/NEA が出版している「Uranium 2003: Resources, Production and Demand(「ウラン 2003:資源、生産及び需要」(通称「レッドブック」))の見通しでは、世界の原子力発電所の設備容量は、2002年末の364GWから、2020年には低成長ケースで418GW、高成長ケースでは483GWまで伸びるものと予想されている。

### (原子力をめぐる最近の動向)

エネルギー供給における原子力の位置付けや役割については、今後、相当の変化が生ずる可能性がある。

まず、米国は、そもそも現在、原子力発電所の導入規模が104基と、世界一となっており、1979年のスリーマイル島事故以来、原子力発電所の新設はないが、近年では設備利用率が90%を超え、2004年現在、総発電量の約20%を原子力が占めている。米国のブッシュ政権は、2001年5月に「国家エネルギー戦略」を発表し、原子力を地球環境保全とエネルギー安定供給に重要な役割を果たすエネルギー源として位置付け、その利用を促進する方針を明確に打ち出し、さらに2002年2月には、2010年までの新規原発建設・運転開始を目指す「原子力2010」プログラムを策定している。DOEの見通しによれば、米国の原子力発電設備容量は99GW(2002年)から103GW(2025年)となっているが<sup>44</sup>、「国家エネルギー戦略」においては原子力政策を大幅に転換することとされており、今後

<sup>43</sup> 原子力発電量は今後10年間にわたり増加を続けるが、その後原子炉が閉鎖するに従い緩やかに減少し始め、2030年には既存の原子力発電能力の40%弱が廃炉となる見込みであり、原子力発電量は、若干増加するものの総発電量に占める割合は9%程度(2002年時点では約17%)に低下すると想定されている。IEA(2004)。

<sup>44</sup> DOE/EIA「Annual Energy Outlook 2004 with Projections to 2025」(2004)。

ついて予断を許さない点に留意する必要がある<sup>45</sup>。

ヨーロッパ諸国では、チェルノブイリ原子力発電所の事故の影響や、緑の党などの環境政党の躍進のため、原子力発電所の段階的廃止を選択した国<sup>46</sup>もあるが、国内電力の約8割を原子力で賄っているフランスを中心とした電力の売買が行われていることなどに留意する必要がある。また、欧州全体としては、2000年に欧州委員会が取りまとめた報告書「エネルギー供給の安全保障のための欧州戦略に向けて」(通称「グリーンペーパー」)において、安定供給や地球温暖化対策の観点から、原子力が再評価されている。さらに、個別の国の動向を見ると、フィンランドでは、2002年5月に、同国では5基目となる原子力発電所新設計画が国会で承認されるといった新たな動きも見られることが注目される。また、イギリスでは現在のところ原子力発電所を新設する予定はないが、2003年に、今後50年程度を展望して公表された「エネルギー白書」では、原子力発電所の新設の可能性を排除しないとしている。

エネルギー需要の高い伸びが予想されているアジアにおいても、原子力発電所の新設の動きが見られる。例えば、中国では、国家発展改革委員会が、2020年の中国の原子力発電設備容量を3,600万kWに拡大するとその原子力発電長期計画を発表している。また、韓国でも原子力発電所を2015年までに新たに10基建設する予定となっている。

### (技術によって大きく変わるウラン資源の利用可能年数)

原子力の利用可能年数は、利用・回収技術によって大きく変動する。前述した「レッドブック2003年版」によれば、既知ウラン資源量は約459万トンであり、通常の軽水炉でのワンスルーを想定すれば、可採年数は、85年程度と、石油や天然ガスを若干上回る水準である。しかし、使用済燃料の再処理を実施すると100年に伸び、高速増殖炉が実現すれば2550年と飛躍的に増加するものとされている。

また、海水ウラン等の回収技術が実現すれば、これによっても可採年数が延びると予想される。

ウランの価格動向については、石油危機に伴い40ドル/ポンド $U_3O_8$ 前後まで上昇したものの、その後、1980年代初めには低落した。1990年代以降、概ね10ドル/ポンド $U_3O_8$ 前後で安定的に推移してきたが、近年、

<sup>45</sup> 米国DOEは、2004年4月23日に、新たに2基のABWRの建設可能性についてTVAと共同で調査を開始することを発表している。

<sup>46</sup> ドイツ、スウェーデン、ベルギーのように、段階的な原子力発電所の廃止を目指す国もあり、例えばドイツでは、2003年にはシュターデ原子力発電所が運転終了となった。

再び上昇しつつあり、将来的には、アジアにおける原子力発電設備容量の増加の影響などに注意が必要である。

## 再生可能エネルギーの可能性

水力、地熱、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーは、エネルギー自給率の向上や地球温暖化対策の観点から優れた特性を有する。他方で、水力発電については立地地点の奥地化、小規模化によるコストの上昇、自然環境保護といった問題、地熱発電については、リスクを伴う坑井掘削の実施、自然環境保護といった問題、それ以外の再生可能エネルギーについては、現時点では、出力の不安定性や高コストといった課題を抱えている<sup>47</sup>。

近年、技術開発などを背景に、再生可能エネルギーの導入量が拡大している。欧米の主要国の中には、再生可能エネルギーについて、野心的な長期目標・見通しを示す国も見られる。他方、再生可能エネルギーの導入に当たっては、技術開発が大きな影響を与えるが、技術開発の実現の可能性を予測することは極めて困難である。このため、再生可能エネルギーの将来を見通すことは難しい。

もっともこれまでの導入トレンドを勘案すると、再生可能エネルギーの導入は今後とも進むものと考えられ、IEAによればその導入量は、2030年でも一次エネルギー供給に対する比率で14%、総発電量に占める割合でも19%に上ると見通している。

うち、水力以外の再生可能エネルギーについては、年率平均1.7%(発電電力量で年率平均6.5%)で成長することが見込まれるが、元々の発電量が小さいことから、総発電量に占めるシェアは2002年の2.0%から2030年の5.9%にとどまることが予想される。

再生可能エネルギーのうち、水力発電は現在非常に大きな役割を担っているが、ポテンシャルのある開発が一段落していること、自然環境保護意識が高まっていることなどを背景に、特に先進諸国においては新規の大規模な発電所の開発が困難になりつつある。こうしたこともあり、IEAは、発展途上国を中心に今後とも水力発電の発電量は年率平均1.8%で伸びるものの、その伸びはエネルギー総供給、発電電力量を下回り、この結果、総発電電力量に占める割合は、2002年の16%から2030年には13%にまで減少するものと予想している。地熱発電についても年率

---

<sup>47</sup> また、例えば、風力発電についても、騒音・景観問題や野生動物への影響などの自然環境保護の観点からの問題が指摘されている。

3.9%で増加すると予想されているが、総発電量に占めるその割合は0.5%である。

< 主要国の再生可能エネルギー等に関する目標・見通し等 >

国	出典	温室効果ガスまたはCO2削減	再生可能エネルギーの割合	2001	2010	2020	2025	2030	備考
米	エネルギー省「Annual Energy Outlook 2003」	1 温室効果ガスGDP原単位 183: /百万ドル 151: /百万ドル (2002年) (2012年) 2012年に温室効果ガスを約100Mt -C削減することに相当するが、90年 比では約30%増となる。	一次供給	5.3%	6.4%	6.3%	6.3%	-	2 全エネルギー需要のバイオマス発電及び熱利用比率 4% 5% 5% (2010) (2020) (2030)
			電力	7.3%	9.2%	8.2%	7.8%	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料	0.5%	4.0%	10.0%	-	20.0%	
英	貿易産業省「エネルギー白書」	CO2排出量を2050年までに 90年比60%削減	一次需要 <sup>3</sup>	1.3%	5.4%	7.7~8.7%	-	-	
			電力	1.5%	10.0%	20.0%	-	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料	現在はほとんどゼロ	-	5.0%	-	-	
独	政府「Perspectives for Germany - Our Strategy for Sustainable Development」	2020年までに温室効果ガス 排出量を40%削減 (ただしEU全体で30%削減 することが前提となっている) 4	一次消費	2.1%	4.2%	-	-	-	
			電力 <sup>5</sup>	6.3%	12.5%	20.0%	-	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料	-	-	-	-	-	
仏	経済・財政・産業省「エネルギー白書」	2050年を目標に温室効果 ガス排出量を1/4から1/5 に削減する方向で努力を継 続	一次供給	6.6%	-	-	-	-	・2015年までに再生可能エ ネルギー源による熱生産を5 0%増やす (1,189万kl 1,729万kl)
			電力	13.2%	21.0%	-	-	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料 <sup>6</sup>	-	5.75%	-	-	-	
豪	ABARE(オーストラリア農業資源経済局)エネルギー長期見通し	現時点で京都議定書を批准して おらず、今後の連邦政府の環境 問題に対する動向も不透明なた め、環境改善(特に温暖化問題) が進められるかどうかは予測が難 しい。	一次消費	4.7%	6.4%	5.4%	-	-	
			電力	-	-	-	-	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料	-	-	-	-	-	
カナダ	IEA対カナダ詳細審査報告書	2012年までに1990年比- 6%	一次供給	15.8%	16.6%	15.4%	-	-	
			電力	-	-	-	-	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料	-	-	-	-	-	
ブラジル	IEA世界のエネルギー展望2002	京都議定書に2002年に批 准。	一次供給	38.5%	33.5%	30.8%	-	27.4%	
			電力	-	-	-	-	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料	-	-	-	-	-	
日	総合資源エネルギー調査会長期需給見通し(2001年)	2008年から2012年の間に 90年比6%削減	一次供給	4.6%	7%程度	-	-	-	
			電力	-	-	-	-	-	
			熱	-	-	-	-	-	
			燃料	-	-	-	-	-	

1 クリアスカイ・地球気候変動イニシアティブより(2002年2月)

2 「Vision for Bioenergy & Biobased Products」における目標

3 2010年はClimate Change Programme効果を算入したケース、2020年はCO2削減目標を達成するケース

4 トリッティン環境・自然保護・原子力安全連邦大臣が発表(2003年7月)

5 再生可能エネルギー法より

6 EU指令に基づいて設定(基準値は「グリーン燃料に占めるシェアを2005年までに2%、2010年までに5.75%」とされている。)

注1 : 再生可能エネルギーには、新エネルギーの他に水力、地熱を含む。

注2 : 英の2001年電力は2002年のデータ。独、仏は2001年ではなく2000年のデータ。

注3 : 英・独・豪の一次供給の表記は出典の表記を尊重しているが、計算上の定義は同一のもの。

### **3 . 環境制約の増大**

#### **(エネルギー需要増に伴って増大する CO2 排出量)**

人類が排出する温室効果ガスの多くはエネルギー起源 CO2 であり、エネルギー需給構造と地球温暖化問題は密接に関連する。将来的なエネルギーの需給構造は、環境制約がどの程度顕在化するかにも大きく左右されるといえる。

エネルギー需要が増大し、その大半を化石エネルギーによって賄うことを前提とすれば、エネルギー起源 CO2 排出量は当然 2030 年に向けて大幅に増大することになる。IEA の将来見通しによれば、既に実施されている施策のみを前提とすれば、世界のエネルギー起源の CO2 排出量は年率 1.7% 増加し、2030 年には 2002 年レベルを 62% 上回る 382 億トンに到達する見込みとなっている。

地域別に見ると、この CO2 増加分の約 2/3 は途上国において発生し、特に中国は単独で世界の CO2 増加分の約 1/4 を占める。また、米加の排出量は 2030 年時点でも中国を上回ると予想されている。なお、今後のエネルギー起源 CO2 排出量を見通す場合、米国は京都議定書を批准していないこと、中国は削減義務が課されていないことに留意する必要がある。

#### **(政策要因の重要性)**

一方、現在我が国も含めた OECD 諸国においては CO2 排出量を抑えるための政策に取り組んでいるところである。例えば、欧州各国は CO2 排出の削減について、野心的な長期目標を掲げている。具体的には、イギリスは「エネルギー白書」において CO2 排出量を 2050 年までに 1990 年比で 60% 削減すること、フランスは 2050 年を目処に温室効果ガス排出量を 1/4 から 1/5 に削減する方向を掲げており、ドイツも 2020 年までに温室効果ガス排出量を 40% 削減するシナリオを示している。これらの目標の実現如何によって、将来の CO2 排出量は大きく変わりうる点に留意する必要がある<sup>48</sup>。

#### **(地球温暖化問題の不確実性)**

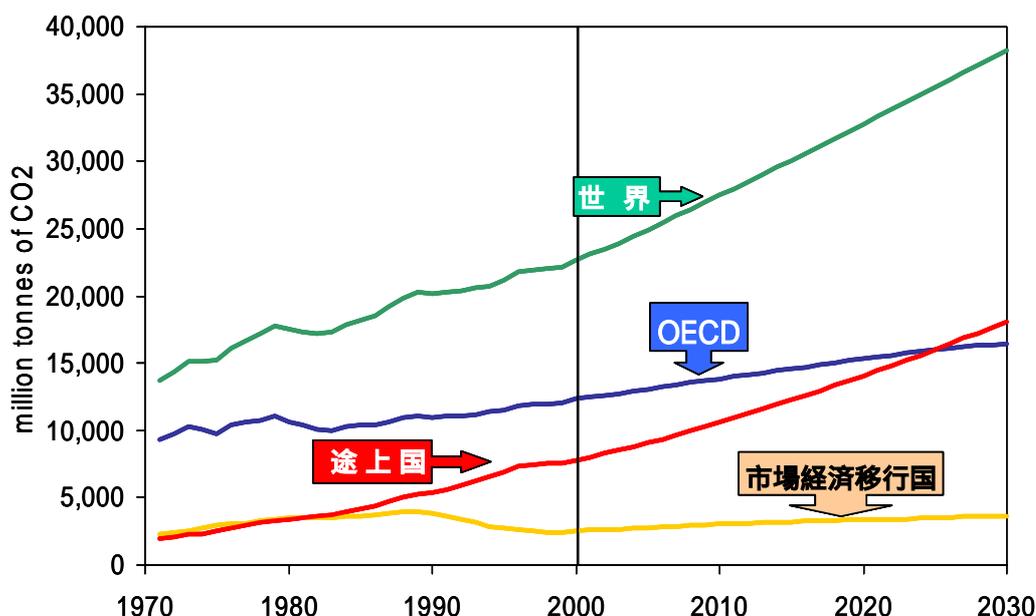
また、IPCC 第 3 次評価報告書によれば、温室効果ガスを安定化させる

---

<sup>48</sup> 各国で現在検討されている省エネ政策や環境政策が実現すれば、2030 年の CO2 排出量の姿は大きく変わる。IEA の試算の代替政策シナリオによれば、2030 年の予測値は 17% 削減される可能性がある。この場合のエネルギー市場の見通しとしては、再生可能エネルギーが急成長し電力需要が抑制されるため、CO2 排出量の削減が最大になるのは電力部門となる。

ためには現在の排出量の 50% 以下への削減が必要とされるが、科学的には不確実性があり、また、将来に何が起きるかを正確に予測することは困難である<sup>49</sup>。このため、地球温暖化の進展の動向と、それへの対応の在り方によって、エネルギー需給構造が大幅に変わる可能性を否定できない。

< エネルギー起源 CO2 排出量の見通し (IEA) >



## 4 . 技術の胎動 ( 21 世紀の新潮流 )

### (1) 技術の胎動

近年、IT や革新的な材料・システム技術の進展等を受け、以下に見られるようにエネルギー需給構造に大きな影響を与えうる技術が次第に花開きつつある。

### (2) 各種のエネルギー技術

#### ( 部門横断的な省エネルギー技術 )

産業・民生・運輸のすべての部門で幅広く用いられるパワーエレクト

<sup>49</sup> IPCC 第三次評価報告書( 2002 )においても、2100 年に予想される温暖化の程度は、1.4 から 5.8 、海面上昇の程度は 9cm から 88cm と、想定されるシナリオとモデルの違いにより予想の範囲にかなり大きな幅があり、どのような人為的活動がどのような影響をもたらし、将来の地球の状態がどのようなかは、なお解明が進められている状況にある。

ロニクス技術<sup>50</sup>においては、数年内の実用化を目指して、電力損失の大幅な低減を可能とする新たな材料や素子の実装及び制御等の技術開発<sup>51</sup>が進められている。

### （民生部門の省エネルギー技術）

民生部門においては、給湯・厨房、冷暖房、動力・照明が主なエネルギー消費分野であるが、いずれの分野においても大きな技術進歩が見られる。

まず、ITの進展を受け、業務用ビルのエネルギー消費量を数%以上削減する可能性を有する BEMS<sup>52</sup>の導入は既に相当程度の実績を積んでおり、HEMS<sup>53</sup>についても性能向上や性能確認を目的とした実証を積み重ねている段階にある。

発光ダイオード（LED）を用いた省エネ型照明装置は信号や部分照明などの分野では既に実用化されている。今後、更なる高出力化等により、室内照明にも応用されていくことが見込まれる<sup>54</sup>。

液晶ディスプレイ等の省エネ型ディスプレイについても大型のディスプレイの製造が可能となり、既に相当量が市場に投入されてきている。

給湯や冷暖房の分野においては、コージェネレーションシステムが、小型化や発電効率の向上等の技術進歩により、従来普及してこなかった家庭や小規模の業務施設にも普及しつつある。また、投入エネルギー以上のエネルギーを生み出すヒートポンプの COP<sup>55</sup>が格段に向上しており、給湯や冷暖房に要するエネルギー量の大幅な削減が期待されている。

さらに、我が国では、冷蔵庫の容量あたりエネルギー消費は20年間で1/4、エアコンの時間あたり消費電力は4割減少、住宅断熱効率は20年間で倍程度に向上するなど、民生部門の省エネルギー技術は格段に進歩してきている。

---

<sup>50</sup> 半導体素子を用いた電力の変換・制御技術。直流を交流に変換するインバータや交流を直流に変換するコンバータが代表的。

<sup>51</sup> 代表例としてシリコンカーバイド（SiC）が挙げられる。SiCを用いた電力素子は通常利用されるシリコン素子と比較して電力損失が1/10となることが期待されている。

<sup>52</sup> Building Energy Management System の略。ITの活用により、建築物の室内状況に対応した照明・空調等の最適な運転を可能とするシステム。

<sup>53</sup> Home Energy Management System の略。ITの活用により、住宅の室内状況に対応した家電機器等の最適な運転を可能とするシステム。

<sup>54</sup> エネルギー消費量が、従来の白熱電球の1/8、蛍光灯の1/2となる可能性を有している。

<sup>55</sup> Co-efficient of Performance。投入されたエネルギーに対し、得られたエネルギーの比率。ヒートポンプ給湯器が実用化された2000年におけるCOPは約3であったが、現在既に4程度まで向上している。

## （運輸部門の省エネルギー技術）

通常のカソリン自動車に比べて燃料消費量が約半分となるハイブリッド自動車は既に実用化されており、近年、世界的に市場を拡大している。また、アイドリングストップ車についても我が国において導入段階に入っており、今後、こうした技術が普及し、標準装備となれば、大幅な省エネが期待される<sup>56</sup>。併せて、現在、アルミニウム合金や炭素繊維強化複合材料等の軽量素材の開発が進められており、これが将来的に量産車に採用されれば大幅な省エネが期待できる。

## （産業部門の省エネルギー技術）

複数事業所間のエネルギーの相互融通を最適化するための解析技術(ピンチテクノロジー)が既に開発されており、我が国においてもコンビナート地区で実証試験が行われている<sup>57</sup>。こうしたエネルギーの面的管理の進展により、エネルギーを大量に消費するコンビナートにおけるエネルギー消費が大幅に削減されることが期待される。

## （新エネルギー技術）

燃料電池については、主要先進国の間で熾烈な開発競争が行われる一方で IEA<sup>58</sup>や「水素経済のための国際パートナーシップ (IPHE)」<sup>59</sup>といった国際協力の枠組みが整うなど、世界レベルでの競争と協調の時代に突入している。我が国では、定置用燃料電池については、民間事業者が2005年の試験的販売開始を表明するなど実用化が視野に入っているほか、自動車用燃料電池についても、異なる燃料種の水素ステーションを活用した公道走行実証試験を実施するなど、実用化に向けた努力が集中的に行われている。

また、太陽光発電や風力発電については、近年コスト低減が進展してお

---

<sup>56</sup> 我が国におけるアイドリングストップ車の走行実験（半自動式）によれば平均5.8%（都市部で13.4%）の省エネ効果が証明されており、全自動式では平均10%程度の省エネ効果があると推計される。

<sup>57</sup> 現在、千葉地区コンビナートで実施している2企業間の実証事業では、石油精製の際に蒸留塔で発生した60～150の排熱を、隣接する工場の化学製品（エチレン等）製造プラントのボイラー給水の予熱に使うとともに、アンモニアを使用した低温排熱発電に利用することにより、約1万kl/年の省エネを見込んでいる。

<sup>58</sup> 2003年、IEA内に「水素調整グループ」が設置され活動を開始。

<sup>59</sup> 2003年、米国の呼びかけにより、我が国を含む15か国及び欧州委員会が参加した「水素経済のための国際パートナーシップ (IPHE)」の枠組みが構築された。

り、太陽光発電については世界全体で既に 131.2 万 kW が、風力発電についてはすでに 2,914 万 kW が導入されている（いずれも 2002 年）。今後もコスト低減技術や系統連系技術の進展により、導入が拡大していくことが見込まれる。

## （化石燃料技術）

FT 合成技術<sup>60</sup>等の進展により、GTL を始めとして化石燃料起源の新たな液体燃料が既に開発されている。こうした新たな液体燃料が我が国で実用化されれば、現在エネルギー選択が非弾力的な運輸部門も含めて、将来的に一次エネルギー間の垣根が低下することが期待される。このうち、GTL については、既に海外で商業ベースの供給が実現している<sup>61</sup>。DME<sup>62</sup>については、製造コスト低減や、発電用途、工業用途を含めた利用機器開発等の技術開発が進められている。

また、石炭等のガス化技術を活用した高効率複合発電技術については、石油残渣を活用した IGCC<sup>63</sup>が既に商業運転を開始しており、石炭を利用した IGCC についても間もなく実証の最終段階に入る。また、次世代コークス炉（SCOPE21）についてもパイロット規模での実証を終了している。さらに、2030 年を見通すと、高温型燃料電池を組み込んだ複合発電 IGFC<sup>64</sup>の導入も視野に入ってくる。

## （電力技術）

多数の分散型電源が系統に連系された場合でも電圧等の電力品質に影響が及ばないように、系統制御機器や IT を用いた分散型電源の統合制御技術<sup>65</sup>の開発が各国で進められている。我が国においても、シミュレーションレベルで有効性が確認されており、今後、2007 年度までに模擬系統や実系統を用いた実証試験が行われる予定となっている。

---

<sup>60</sup> フィッシャー・トロプシュ合成。水素と一酸化炭素からなる合成ガスから直鎖な炭化水素と水を合成する技術。

<sup>61</sup> マレーシアのシェルのプラントからタイに輸出（軽油に比べて 1 リットル当たり 1 パーツ（約 3 円）割高）。また、南アフリカでは、過去補助金を受けたサソールとモスガスが、現在、商業ベースの供給を実現。

<sup>62</sup> ジ・メチル・エーテル。天然ガス等から合成ガスを経て製造される燃料ガス。LPG に性状が類似しており、液化が容易。広義には GTL 製品の一つ。

<sup>63</sup> Integrated Gasification Combined Cycle の略。石炭や残渣油をガス化し、ガスタービンと蒸気タービンによる複合発電を行うことで、発電効率を向上させる。

<sup>64</sup> Integrated Gasification Fuel Cell combined cycle の略。石炭や残渣油をガス化し、燃料電池、ガスタービン及び蒸気タービンによる複合発電を行うことで、発電効率を向上させる。

<sup>65</sup> 米国等においても、「マイクログリッド」等として同様のコンセプトの開発が進められている。

## （原子力技術）

原子力分野では、2030年以降の実用化を念頭に、高度の経済性、安全性、核拡散抵抗性等の特徴を有する次世代の原子力技術の開発が我が国を含む国際協力により進められている。また、耐久性に優れた材料技術<sup>66</sup>や原子炉の寿命評価の信頼性向上に資する計測技術<sup>67</sup>等、既設軽水炉を有効活用するための技術の開発も進められている。また、フランス<sup>68</sup>、ロシア、中国のように高速増殖炉の開発を進めている国や、米国<sup>69</sup>のように核燃料サイクルに再び着目している国もある<sup>70</sup>。

## （炭素隔離・固定化技術の可能性とエネルギー需給構造への影響）

炭素隔離・固定化技術は、CO<sub>2</sub>の分離回収（化学吸収法、膜分離法等）分離回収されたCO<sub>2</sub>の輸送（パイプライン、液化）地中又は海洋への隔離・固定化技術をそのコンポーネントとする。第一約束期間（2008年～2012年）での実用化は難しいが、アメリカ、カナダ等では、実用化に向けた取組が進んでおり、できるだけ早い時期に実用化されることが期待される。ただし、CO<sub>2</sub>の隔離・固定化を大規模に進めるためには、全体コストの約60～70%を占めるCO<sub>2</sub>の分離回収コストを低減するための技術の確立が必要であり、また、環境影響評価技術の確立や国際的・社会的合意形成が必要といった課題がある。

炭素隔離技術は、化石燃料が主要なエネルギー供給源である状況が当面は続くため、地球温暖化問題の究極的な解決のために鍵となる技術であり、本技術の開発・実用化がいつの段階でどのように可能になるかによって、エネルギー需給構造は大きく変わる可能性がある。これが実用化される場合には、石炭を始めとする化石エネルギーに対する環境制約は大幅に低減することとなり、諸外国で進められている天然ガス導入政策、あるいは石炭抑制政策が見直される可能性もある。また、環境政策の枠組みも大きく異なるようになり、省エネルギーの進め方などにも影響を与える可能性がある。

---

<sup>66</sup> 我が国では、2004年度までに、環境助長割れ発生メカニズムのナノレベルでの解明、超環境耐久性材料の製作等を行うことを目標に、研究開発を実施中。

<sup>67</sup> 我が国では、2004年度までに、3次元溶接構造物を対象に、高効率・高精度に板厚内残留応力分布を計測する方法を開発すること等を目標に、研究開発を実施中。

<sup>68</sup> フランスは「スーパーフェニックス」を廃炉にしたが、原型炉である「フェニックス」による研究開発は継続している。

<sup>69</sup> 第4世代の原子力システムの研究開発に関する国際的な枠組み（GIF）を提唱しているが、6つの原子炉型のうち3つが高速炉となっている。GIFについては後述。

<sup>70</sup> なお、原子力関連技術については、その他にも、核融合や革新的原子力システムの開発（GIF）、核種変換に役立つ加速器など、多様な展開を示している。

### **(3) 技術開発についての留意点**

新たなエネルギー技術の導入普及の範囲・速度はエネルギー需給構造に大きな影響を及ぼすが、それが進展するためには、一定のブレークスルーや資本コストの低減、インフラの整備などが必要であり、これらについては不確実性が高い。また、政府の政策的措置による要因も大きいことからこれまでの導入トレンドを延長するだけでは将来の姿と異なってくる可能性もある。

#### **(参考：海外の技術開発戦略)**

米国は、「国家エネルギー戦略」(2001年5月)に基づき、供給サイドの技術に重点を置きエネルギー技術開発を進めている。石炭分野では極めてクリーンな火力発電所の開発計画である FuturGen を発表し、石炭から水素を製造するとともに CO<sub>2</sub> を固定化する技術を開発することとしている。また、原子力分野では第4世代原子力エネルギーシステムイニシアティブを発表し、2001年7月には米国の呼びかけにより第4世代国際フォーラム(GIF)が結成され、6つのシステムを候補に挙げて国際協力を進めている<sup>71</sup>。水素・燃料電池分野においては、国家水素エネルギーロードマップ、FreedomCAR イニシアティブ及び Hydrogen FUEL イニシアティブを発表し、関連技術の開発を一体的に進めている。さらに、電力システム分野では、カリフォルニアの電力危機や北東部の停電等により、電力供給の信頼性向上の要求が高まったことを踏まえ、送電技術ロードマップを作成し、関連技術の開発に取り組んでいる。

EUにおいては、現在第六次フレームワーク計画(FP6)(2002~2006年)に基づきエネルギー技術開発が進められているが、ここでは、長期的目標として、水素・燃料電池技術の開発による新たなエネルギー輸送・利用システムの確立を掲げるとともに、短期的目標として、エネルギー効率の改善(省エネ)と再生可能エネルギーの基幹エネルギーシステムへの統合を掲げ、具体的な開発戦略を定めている。このうち、再生可能エネルギーを含む分散型電源については、FP5の下で始まった既存の7つのプロジェクトをクラスタープログラムという形で集約し、分散型電源を大規模電力システムに統合することによりエネルギーの安定供給と電力の信頼性確保を進めるための研究開発を一体的に進めている。

---

<sup>71</sup> 第4世代とは、第1世代(初期の原型炉的な炉)、第2世代(PWR、BWR、CANDU炉など)、第3世代(ABWR、AAP600など)に続くものであり、具体的には、ナトリウム冷却高速炉、超高温ガス炉、ガス冷却高速炉、炉臨界圧冷却炉、鉛冷却高速炉、炉融塩炉の6つの炉型を対象として研究開発を進めることとされている。

## 第2節 我が国の2030年における姿とエネルギー需給構造

### ポイント

#### 総人口は減少

- ・ 我が国の総人口は、2006年をピーク（1億2,774万人）に、2030年には1億1,800万人程度になる。これに伴い高齢者比率は、2000年度の17%から2030年度の約30%まで増加。
- ・ 人口減少や少子高齢化は、世帯数の減少、旅客需要の減少などを通じて、エネルギー需要の減少要因となる。

#### 人口減少下においても経済成長は可能

- ・ 人口減少は、労働力人口の減少などを通じて経済成長の制約要因となる可能性があるが、労働の希少性が労働生産性の向上を促すことができれば、今後とも経済成長は可能。
- ・ 我が国の2030年におけるエネルギー需給構造を見通すに当たり、経済成長率は、2010年度に至るまで年率2.0%、その後2010～2020年度に1.7%、2020～2030年度に1.2%程度と伸び率は減少していくものの、安定的な成長が実現するものと想定。また、このとき1人当たりGDPは増大し、国民の経済的な豊かさが向上する。
- ・ また、産業構造の観点から見ると、引き続き経済のサービス化と高付加価値化が進展する。

#### ライフスタイルや社会構造の変動がエネルギー需要に影響

- ・ 中長期的に見れば、余暇時間の増加に伴う働く場所から家庭・サービス施設などへのエネルギー需要の重心のシフト、ITの利用によるエネルギー利用の効率化、都市化に伴う交通負荷の低減など、社会構造の変動がエネルギー需要に影響を及ぼしていくことが予想される。

## 1. 人口構造の変化

### (1) 人口構造の変化

我が国の将来の経済社会構造を展望する上で、最大の変化の一つは、少子高齢化による人口の減少及び人口構成の変化である。これまで、我が国の総人口は増加の一途をたどってきた。しかしながら、我が国における人口の増減を測る指標である合計特殊出生率を見ると、1947年には4.54であったものが、2003年には1.29となり、人口水準を維持するために必要とされる2.07を大きく下回る水準となっている。こうしたことから、国立社会保障・人口問題研究所の中位推計（2002年1月）は、人口は2006年の1億2,774万人をピークに減少に転じ、2030年には1980年頃の水準である1億1,800万人程度になるものと予想している。また、これに伴い少子高齢化が進み、高齢者人口比率は、2000年度の約17%から、2030年度には約30%まで高まるものと予想される。

### (2) 人口構造の変化が、エネルギー需給にもたらす影響

このような人口減少がエネルギー需要に与える影響について考察すると、まず、経済的な需要の減少や生産年齢人口の減少などを通じて経済成長の制約要因となり、エネルギー需要全体の押し下げ要因となる。ただし、労働者1人当たり資本装備率の向上や、生産プロセスの改善、技術革新、教育的投資等による人的資本の向上などに伴い経済全体の生産性が高まり、これらにより人口減少下においても人口以外の要因によって経済成長を実現することは可能であり、ただちに人口減少が経済のマイナス成長につながるとは断定できない（詳しくは、「2. 経済・産業構造の変化」において後述する）。

次に、人口構造の変化がエネルギー需要に与える影響を部門別に予想すると、産業部門や運輸・貨物部門については、前述した経済成長の変化を通じた影響によるところが大きいと思われる。

民生部門については、人口減少や少子高齢化は、世帯数や世帯当たり人口の減少をもたらすことが予想されるが、これは活動単位の減少を意味するため、その分の家庭部門におけるエネルギー需要の低減に寄与するものと推察される。また、業務部門では、就学者人口の減少により、学校でのエネルギー消費が減少することが予想される。しかしながら他方で、「3. ライフスタイルと社会構造の変化」で詳述するように、高齢化の進展により、家庭部門における光熱費が増加し、業務部門においては医療・福祉向けのエネルギー需要が増加するものと予想される。女

性の社会進出に伴い、家庭の給湯需要が減少する一方で、外食産業の成長による業務部門でのエネルギー需要が増加することが予想される。

運輸・旅客部門については、人口減少により旅客人口が減少していくことが見込まれるが、これはエネルギー需要の抑制要因となる。

## **2 . 経済・産業構造の変化**

### **(1) これまでの我が国の人口の推移と経済成長**

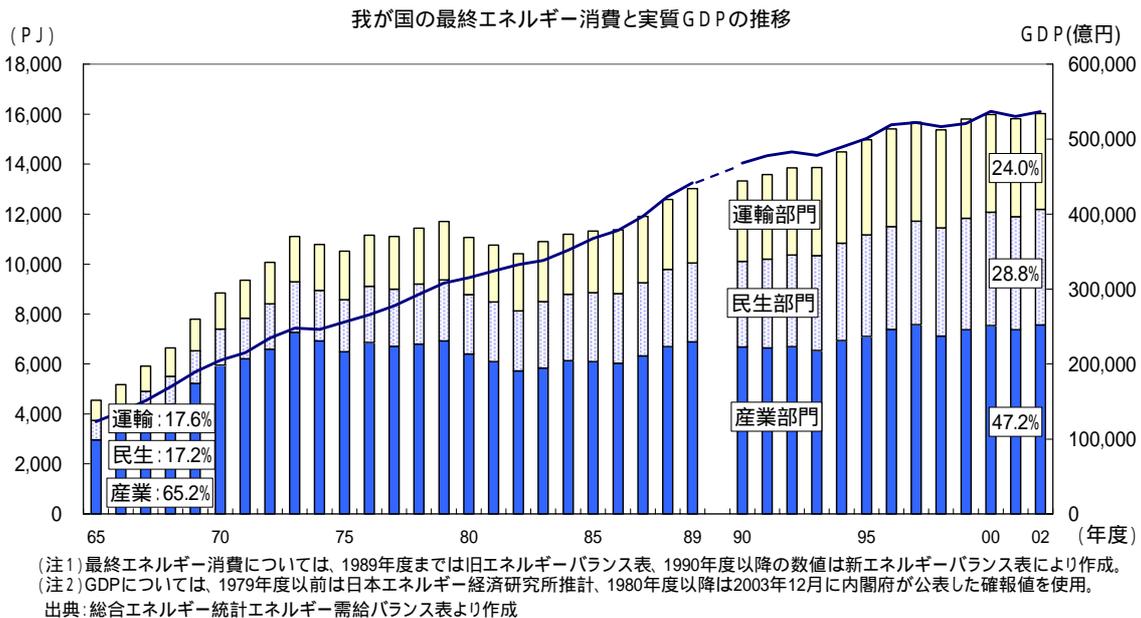
構造的にエネルギーの需給に影響を及ぼす要因としては、まず経済構造を挙げることができる。経済は、全体のパイの拡大・縮小を通じてエネルギー需給全体に影響を与えるとともに、その構造変化を通じてミクロレベルでのエネルギー需給の構造にも影響を及ぼす。また、平成15年版「経済財政白書」<sup>1</sup>の分析によれば、人口増加率と経済成長率の間には緩やかな正の相関関係が見られるとしており、人口の変化は、直接的、及び経済成長を通じて間接的にエネルギー需給に影響を及ぼすものである。

こうした観点から我が国の歴史を振り返ると、これまで我が国は戦後一貫して人口増加を続けており、労働力の投入や需要の拡大などを通じて、高い経済成長を実現してきた。そして、人口増加、経済成長に支えられ、一時的な例外を除き、エネルギー需要もまた増加の一途をたどってきた。

とりわけ、高度成長期に我が国経済は飛躍的な発展を遂げたが、この時期には、人口の増加や産業の重工業化等を背景に、エネルギー需要もまた年率12.5%（1960～1970年）と極めて高い伸びで推移した。安価で低廉なエネルギーの供給が、このような旺盛な需要の伸びを支えた。その後、1970年代以降、二度のオイルショックを経験した我が国においては、エネルギー利用の効率化が進み、産業構造が変化したこともあり、エネルギー需要の伸びは鈍化する。しかし、それでも人口の増加や経済の安定的成長に支えられ、エネルギー需要は、1970年代には2.3%、1980年代には2.0%、1990年代には1.8%の伸びを記録した。

---

<sup>1</sup> 内閣府「平成15年版経済財政白書」、192頁



## (2) 経済成長と経済 / 産業構造の見通し

### 経済成長率

これまでの我が国の経済成長は、人口の増加を一つの要因としていたといえる。そして、エネルギー需要の伸びは、このような人口増加・経済成長によって支えられてきたものであった。

これに対して、今後の人口減少は、経済成長の制約要因となる可能性がある。例えば、「平成15年版 経済財政白書」は、高齢化・人口減少による経済成長への影響として、総人口が減少に転じれば、一国経済も規模が縮小し、規模の経済による経済効果が失われる、労働人口の減少が経済成長に対する労働投入の寄与を減少させる、高齢化に伴う国全体としての貯蓄率の低下が資本ストックの蓄積を阻害し、資本投入による経済成長への寄与を減少させる、といった懸念があることを指摘している<sup>2</sup>。こうした制約要因が強く働けば、人口構造の変化は、これまでの我が国を支えてきた「人口増加・経済成長・エネルギー需要の増加」という三位一体のパラダイムに大きな変化をもたらす可能性がある。

しかしながら、一方で、歴史を振り返ると、少子高齢化・人口減の社会においても、経済成長が実現した例がある。将来的にも、人口以外の要因がプラスに働くことによって、経済成長を実現することが可能であ

<sup>2</sup> 「平成15年版経済財政白書」第3章「高齢化・人口減少への挑戦」参照。

ると予想する見通しも少なくない<sup>3</sup>。こうした見通しにおいては、具体的には、労働の希少性が労働生産性の向上を促すことができれば、経済成長は可能であると分析されている。

一般に労働生産性の変化は、就業者 1 人当たりの資本ストックの変動による寄与分と、技術革新や人的資本の向上等による経済全体の生産性（全要素生産性：Total Factor Productivity）の寄与分に要因分解される。このうち前者に関連しては、資本装備率上昇率と就業者数上昇率との間には負の相関関係が見られる<sup>4</sup>。ここから、仮に将来的に労働人口が減少しても、省力化投資が進み、労働者 1 人当たりの資本装備率が高まることが予想される。他方、全要素生産性と就業者数の増加率の関係についても、負の相関関係が見られる<sup>5</sup>。ここからは、仮に労働人口が減少しても、生産プロセスの改善や技術革新、教育的投資等による人的資本の向上などを通して、全要素生産性が高まる可能性があることが予想される。

したがって、人口減少下においても、人口以外の要因によって経済成長を実現することは十分可能であり、経済成長率は、2010年度に至るまで年率2.0%<sup>6</sup>、その後2010～2020年度に1.7%、2020～2030年度に1.2%程度と伸び率は漸減していくものの、安定的な成長が実現するものと想定する。

これを、国民 1 人当たりの平均的な生活水準という観点から見れば、人口が減少する一方で経済成長が実現することから、1 人当たりGDPは約400万円（2000年度、実質）から約700万円（2030年度、同）へと増大し、国民の経済的な豊かさが向上するものと予想される。

なお、将来の労働力人口を左右する高齢者や女性の労働力率は、ある程度の上昇を見込んでいる。

また、今後、労働力人口の減少を補うために外国人労働者を更に受け入れることにより、経済成長率を押し上げることができるとの見解もあるが、そのためには相当数の受入れが必要である点に留意する必要がある。

---

<sup>3</sup> 内閣府「平成 15 年版経済財政白書」の「経済活性化ケース」、日本経済研究センター「新世紀の日本経済」（2002 年 3 月）、国民経済研究協会「人口減少下の日本経済」（2003 年 3 月）、「人口減少下の経済に関する研究会」中間報告書（2000 年 6 月）。

<sup>4</sup> 内閣府「平成 15 年版経済財政白書」、193 頁。

<sup>5</sup> 内閣府「平成 15 年版経済財政白書」、193 頁～195 頁。

<sup>6</sup> 「構造改革と経済財政の中期展望」（2004 年 1 月 19 日閣議決定）では同様の見通しが示されている。なお、平成 17 年 1 月に示された同展望においては、国民経済計算における実質化手法が変更（固定基準年方式から連鎖方式）された結果、見通しが若干低くなっている。

る<sup>7</sup>。

< 人口減少と経済成長 >

時代区分	国・地域		人口減少			実質経済成長率		人口減少の影響を緩和する作用
			期間	変化率	主たる原因	1人当たり	社会全体	
中世	ヨーロッパ	英国 フランス ドイツ イタリア	1348～1500年頃	-0.2%	黒死病による死亡率の上昇	0.4%	-0.3%	イングランドの場合1人当たりは実質賃金
				-0.1%				
				-0.3%				
				-0.3%				
近世	日本		1730～1800年頃	-0.1%	天明飢饉等による死亡率の上昇	0.3%	0.2%	農作技術の向上
近代	アイルランド		1846～1910年頃	-0.9%	じゃがいも飢饉後の海外移民	1.6%	0.7%	比較優位産業へのシフト
現代	ハンガリー		1980年～現在	-0.3%	出生率の低下による自然減	0.9%	0.6%	資本ストックの増大
現代	日本の県 四国		1980～1985年	-0.1% (就業者)	大都市圏への人口移出	1.7%	1.6%	資本ストックの増大

(注)人口変化率、経済成長率は年率換算

出典：経済企画庁総合計画局「人口減少下の経済に関する研究会」中間報告書

### 最終需要項目（マクロコンポーネント）

既に述べたように今後とも経済成長の実現は可能であると考えられるが、このような成長は、個人消費、民間設備投資といった民需主導型になると見込まれる。具体的には、サービス需要の増大、余暇の拡大、高齢化の進展などにより、消費性向が上昇し、個人消費が経済を牽引することが想定される。また、投資の分野では、IT関連投資の増加や、労働人口減少に対応するための省力化投資が進むので、民間設備投資の堅調な推移が見込まれ、経済成長に寄与する。ただし、住宅投資については、当面は建替需要に支えられるが、中長期的には世帯数の減少や集合住宅の増加などにより頭打ちとなることが予想される。

また、輸出入については、特にアジア経済が需要・供給両面で堅調な成長を遂げることから、我が国との間で、輸出・輸入の両面で相互依存関係が深まるものと考えられる。この結果、輸出・輸入ともに、1980年代、1990年代ほどの伸びには達しないものの、引き続き増加するものと予想される（輸出入が産業構造に与える影響については後述する）。

他方、公共部門においては、現在、財政赤字の拡大が経済成長の活力ある経済・社会の実現に対して足かせとなるのではないかという指摘がある。「構造改革と経済財政の中期展望」（2005年1月閣議決定）においては、「国・地方が歩調を合わせて歳出改革路線を堅持・強化する」、「2007年度（平成19年度）以降も、それ以前と同程度の財政収支改善努

<sup>7</sup> 経済産業省「平成15年版 通商白書」の試算によれば、2020年におけるGDPを、基準となるGDPと比較して2.8%押し上げるためには、外国人労働者の割合が米国並みの11.7%まで高める必要がある。経済産業省「平成15年版 通商白書」、135頁-136頁、及び213-214頁。

力を行うと同時に民間需要主導の持続的成長を実現することにより、2010年代初頭における国・地方を合わせた基礎的財政趣旨の黒字化を目指す」とされており、これに従って財政再建と公的部門の支出の抑制が進むものと予想される。

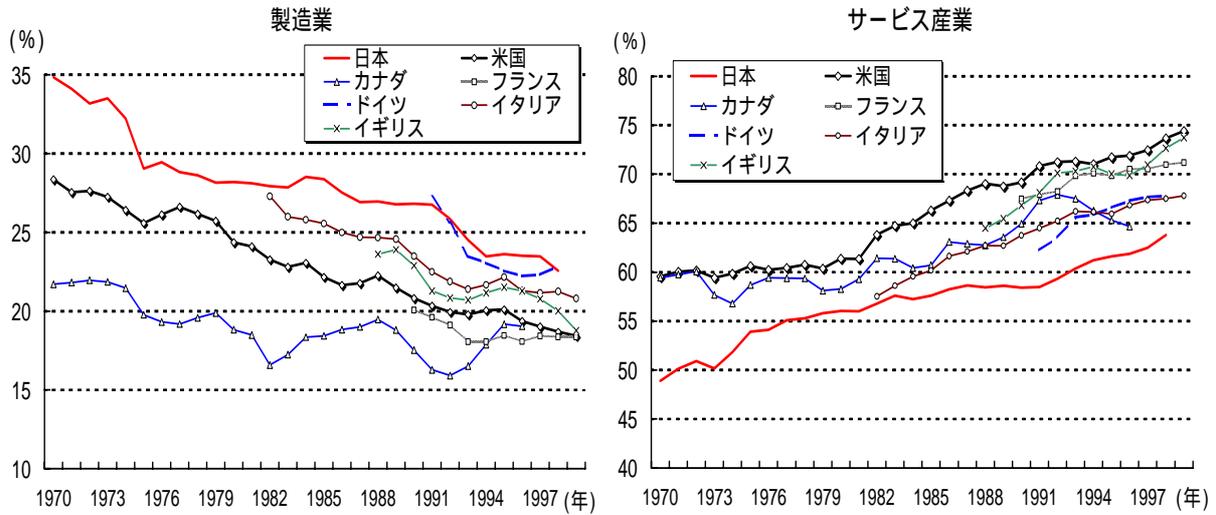
経済が持続的成長を遂げれば、経済のパイの拡大によるエネルギー需要の増加は続くが、一方、個人消費や民間設備投資が拡大することにより、ストックベースで見た省エネ投資や省エネ機器の買い換えが促進され、これはエネルギー需要を抑制する作用をもたらす。また、公共部門の支出抑制は、産業構造の変化をもたらし、エネルギー需要にも影響を与えることが予想される。

### **産業構造の見通し**

戦後の我が国産業構造を振り返れば、それは大きな変化を遂げてきたということが出来る。日本の名目 GDP 及び就業者数に占める産業別のシェアを見ると、日本経済に占める農林水産業・鉱業の割合が一貫して低下する中で、1970年代半ば頃までは製造業がその割合を高めてきたが、その後はサービス産業が大きな存在となってきた。さらに製造業については、その中心が、繊維産業からいわゆる重厚長大型産業、軽薄短小型産業へとシフトしてきた。

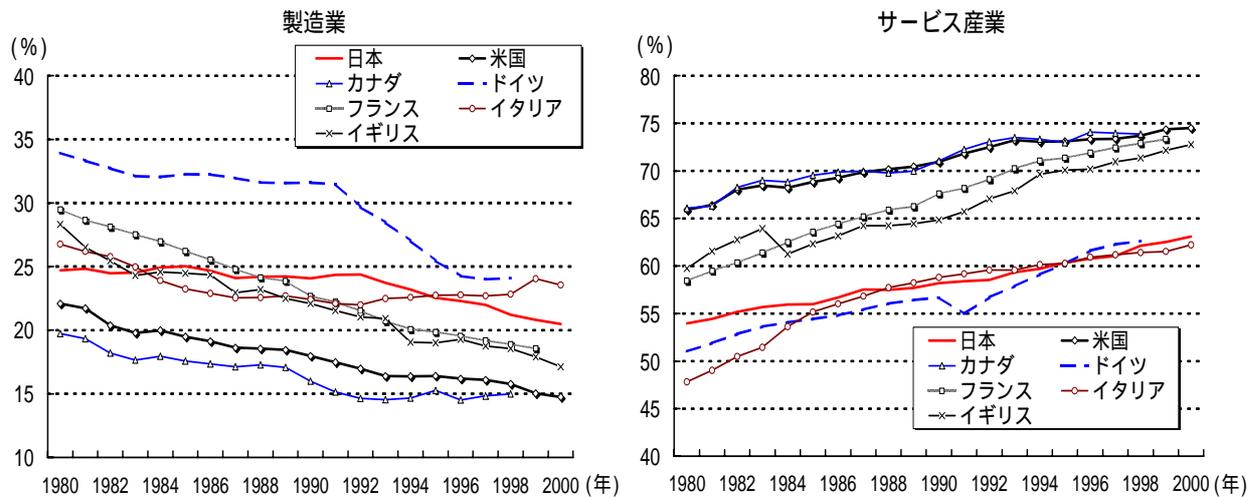
ここで2030年という長期を展望すれば、我が国産業構造が、更に大きな変化を遂げるであろうことは十分予想される。

## 先進諸国の産業に占める製造業及びサービス産業の割合の推移



(出典)OECD, *National Accounts*; Council of the Economic Advisers, *Economic Report of the President*.

## 先進諸国の雇用における製造業及びサービス産業の割合の推移



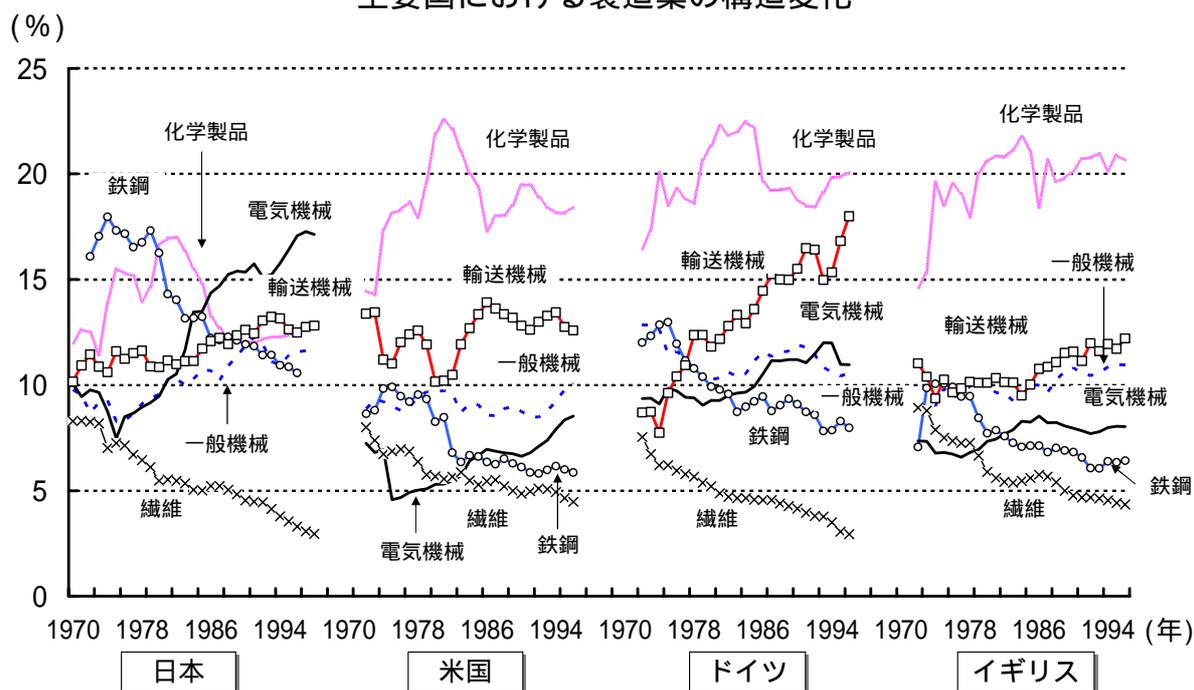
(備考)1. ドイツは、1990年までは旧西ドイツのデータ。

2. フランスについては、雇用者 (employee) のデータを使用。

3. 「サービス産業」は、「卸売・小売(レストラン、ホテルを含む)」、「運輸・通信」、「金融・保険・不動産」、「地域・社会・個人サービス」の合計。

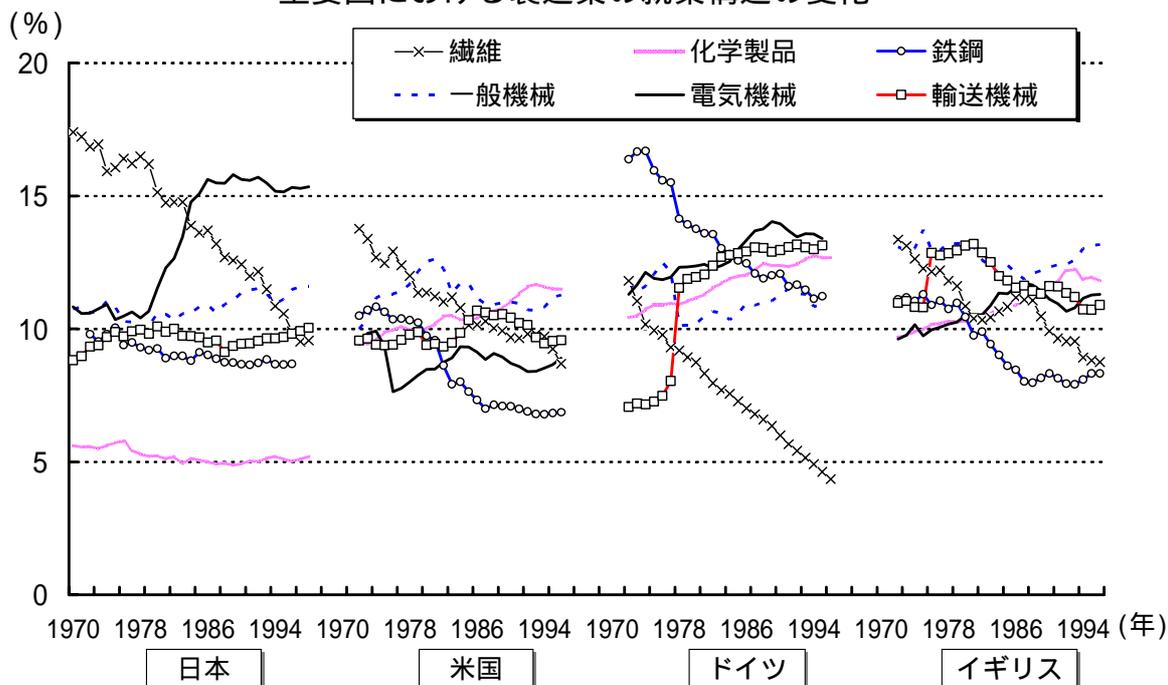
(出典)OECD, *Labour Force Statistics*.

### 主要国における製造業の構造変化



(備考)ドイツは旧西ドイツ側のデータ。  
 (出典)OECD, THE OECD STAN DATABASE FOR INDUSTRIAL ANALYSIS.

### 主要国における製造業の就業構造の変化



(備考)ドイツは旧西ドイツ側のデータ。  
 (出典)OECD, THE OECD STAN DATABASE FOR INDUSTRIAL ANALYSIS.

## （経済のサービス化の進展）

第一に予想される変化の方向性は、サービス経済化の進展である。先進諸国の産業構造を見ると、経済活動あるいは雇用に占める製造業の割合が低下し、サービス産業の割合が上昇する、いわゆる「サービス経済化」が進展している。前掲図から伺えるように、我が国でもサービス経済化の傾向が見られるが、この背景としては、国民の所得水準の上昇や高齢化の進展がサービスに対する需要を高めること、規制改革の結果、新たなサービス需要が生まれていること、企業部門のコスト削減努力の一環として、アウトソーシングが増加していること、女性の社会進出に並行して、これまで家計の中で行われてきたサービスを外部で調達する動きが強まっていることなどが挙げられ<sup>8</sup>、このような動きは今後も続くものと予想される。

製造業からサービス業へのシフトは、全体として経済成長に伴うエネルギー需要の増加圧力を弱めていくが、他方で業務床面積の増加をもたらす、民生・業務部門におけるエネルギー需要の増加をもたらすものと考えられる。

## （製造業における高付加価値化の進展）

第二に予想される変化の方向性は、製造業の変化である。前掲図から伺えるように、我が国製造業はこれまで大きな変化を遂げており、今後も大きな変化が生じることが予想される。具体的には、IT化や技術革新の進展、アジアにおける製造業の台頭などを背景に、全体として素材型産業から加工組立型産業、先端産業へのシフトが生じるものと考えられる。素材型産業は、一般にエネルギー多消費型の性格を有するので、こうした製造業の構造変化は、エネルギー消費を抑制する方向で作用するものと考えられる。

エネルギー多消費産業である素材型産業、特に鉄鋼や窯業・土石については、今後高付加価値化が進むものの、公共投資に需要が左右されることから、公的支出の抑制とともに生産量の減少が考えられ、これはエネルギー需要の抑制要因となるといえる。ただし、生産「量」が減少することが、ただちに生産「額」で見た産業の規模の減少につながり、経済的に見た産業の規模そのものが縮小することを意味するわけではなく、高付加価値化を通じた産業の成長や事業展開が期待されていることに留意する必要がある。例えば、鉄鋼産業については、鉄鋼需要が拡大す

<sup>8</sup> 内閣府「平成15年版経済財政白書」、185頁。

る東アジア地域でも、インフラを含めて1兆円近くの膨大な初期投資を要する高炉一貫製鉄所の新設は容易ではないため、世界でも最高規模の高炉を臨海地区に数多く保有している我が国鉄鋼業は、その優位性を今後も維持していくこと、我が国鉄鋼業は、国内ユーザー産業からの厳しい品質要求に対応する中で、製品・技術の国際競争力を向上させてきており、特に高張力鋼板、継目無鋼管、電磁鋼板などの高級鋼では高い競争力を有していることなどから、こうした競争優位と高付加価値分野を活かした事業展開が期待される。また、化学産業については、生産に当たってエネルギー消費原単位が高い汎用品から、原単位が相対的に低い機能性化学品分野などの高付加価値製品に産業の重心がシフトしていくと思われ、産業の経済的規模の拡大ほどにはエネルギー需要は伸びないものと予想される<sup>9</sup>。

### （中国の経済成長の影響とその評価）

製造業の見通しに関連して、中国の経済成長が著しいことから、一時期、我が国の「産業空洞化」を懸念する主張があったが、他方で最近では、中国経済の成長を我が国国内の製造業の成長要因として指摘する主張もある。中国経済の成長は、我が国と中国との棲み分けを進展させ、製造業の高付加価値化など、我が国産業構造の高度化を進めていくものと予想される。

なお、特にエネルギー需要に与える影響が大きい素材型産業については、個別の産業毎に相違はあるものの、中国経済の成長に不透明性があること、中国国内では供給能力の大幅な増強が行われていること<sup>10</sup>、北京五輪や上海万博が近づけば中国の国内需要が落ち着き日本からの輸出の減少が想定されること、日系企業の現地への進出や地場産業の技術進歩により、質的にも中国製造業の我が国製造業へのキャッチアップが進むことが考えられること、既に日本国内の製造業の中にはほぼフル稼働に近く輸出余力に限界がある産業もあることなどから、全体として輸出は引き続き高い水準で推移するが、中長期を展望すると、これまでのような高い伸びは持続しない可能性がある。

<sup>9</sup> 国内製造業の現状については、経済産業省「平成16年版 ものづくり白書」などを参照。

<sup>10</sup> 例えば、中国における石油化学産業の動向を見ると、中国石油化工総公司傘下の中国最大の石油・化学メーカーである上海石油化工は、大幅な生産能力増強を続け、同社のエチレン生産量は2003年に90万トンを超えている。さらに、上海化学工業パーク（エチレンセンター）に進出するBPやBASFなどの外資系企業と合弁プラントを建設する計画がある。同パークは2004年に既に第2期開発が着手されており、100万トンの新規エチレンプロジェクトの建設が計画されている。これらに加え、中国では、合計すれば年間330万トンの生産能力を有するエチレン生産増強計画が相次いで国務院から認可されており、今後数年のうちに中国のエチレン生産力は大幅に増強されると見込まれている。経済産業省「平成16年版 ものづくり白書」などを参照。

## （貨物輸送需要の見通し）

こうした経済成長の見通し、産業構造の変化は、流通構造にも影響を及ぼし、運輸部門のエネルギー需要にも影響を及ぼすものと考えられる。

これまでの貨物輸送の推移を見ると、1970年代以降、全体として伸びが見られるが、とりわけ貨物自動車の伸びが顕著である。自動車輸送が増加している背景としては、機動性に優れているため多頻度小口輸送が可能なこと、道路網の整備・延長により輸送エリアが拡大したことなどがあげられる。

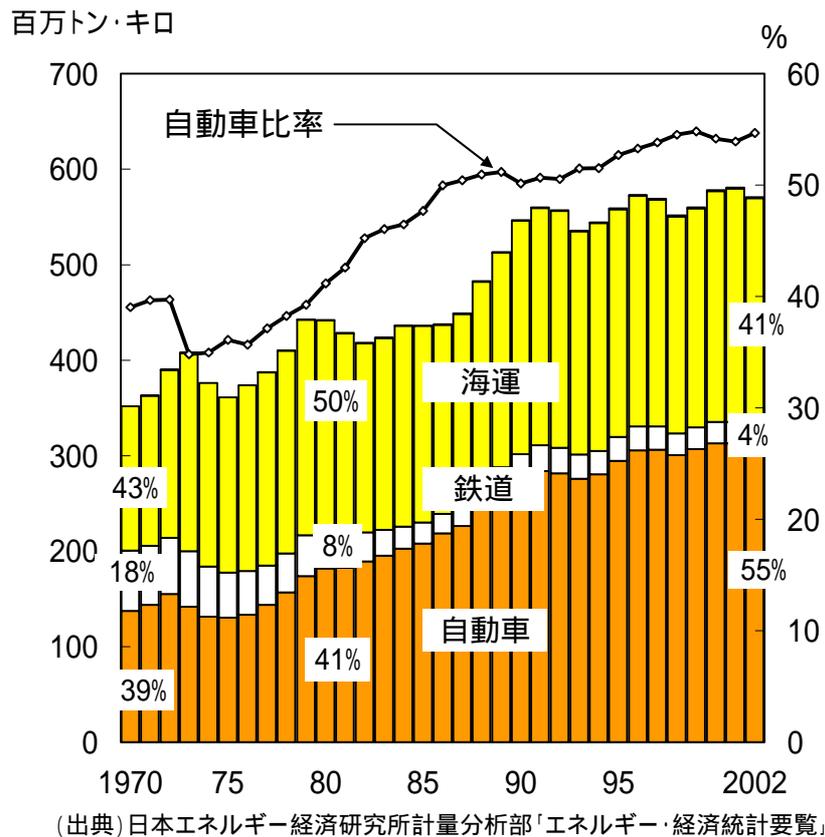
ただし、貨物輸送については、1990年代後半以降は需要の伸張に一服感が見られる。この要因の一つとして、荷主企業が、コスト削減への取組を強化しており、物流コスト削減の意識が高まっていることがあげられ、実際に主要製造業の売上高に対する物流コストの比率を見ると低下傾向が伺える<sup>11</sup>。荷主企業・物流事業者へのアンケート調査によれば、多くの事業者が、今後の流通構造においては、競争が激化し、流通経路の短縮化が進むと回答している<sup>12</sup>。これに加えて、政策的な措置も後押しし、物流の効率化への要請が更に高まり、貨物輸送が減少することが予想され、運輸・貨物部門のエネルギー需要が抑制されることが想定される。

---

<sup>11</sup> 日本ロジスティクスシステム協会「物流コスト調査報告書 2003年度」(2002年度実績)。

<sup>12</sup> 経済産業省中小企業庁「流通業務効率化を巡る環境変化に関する調査」(2002年)のアンケート調査では、今後、「流通企業間競争の激化」が進んでいくと見るものが82.8%と非常に高い割合を示しており、「流通経路の短縮化」も64.4%が進んでいくと回答している。

## 貨物輸送量の推移



### 3. ライフスタイルと社会構造の変化

#### (1) 世帯構造の変化

##### (世帯構造とエネルギー需給との関係)

衣・食・住を始めとする我々の日々の活動の多くは、主として世帯単位で営まれている。したがって、我が国の世帯構成（世帯数、世帯人員、年齢構成世帯所得など）の傾向を把握できれば、暮らしの在り方やライフスタイルをある程度は推察することができる。

他方で、1人1人のエネルギーの使い方は、このような暮らしの在り方やライフスタイルを直に反映するいわば写し鏡であることから、将来における我が国の世帯構造を見通すことができれば、それによってもたらされる我が国の家庭部門のエネルギー需給構造の将来像についてもある程度推察することができる。

##### (世帯構造の見通し)

我が国の世帯数は、2000年時点で4,742万世帯であるが、2015年の5,142万世帯をピークに、2030年に向けて緩やかに減少し、2030年には

4,967万世帯になることが見込まれる。また、世帯当たり人数は人口減少とともに低減し、現在一世帯当たり2.68人であるところ、2030年には一世帯当たり2.37人程度になると見込まれる。

他方、世帯構成について見ると、「単独世帯」、「夫婦のみの世帯」、「ひとり親と子から成る世帯」が増加し、「夫婦と子から成る世帯」、「その他の一般世帯」が減少し、すなわち小人数の世帯が増加する。具体的には、2000年の単独世帯数は1,291万世帯(27.6%)、夫婦のみの世帯数は884万世帯(18.9%)であるが、2025年にはそれぞれ1,716万世帯(34.6%)、1,029万世帯(20.7%)へと増加が見込まれる。また、少子高齢化を反映して、世帯における高齢化は、一層進展すると見込まれる<sup>13</sup>。

### **(エネルギー需給にもたらす変化)**

世帯の減少は、活動単位の減少を意味するため、その分エネルギー需要の低減に寄与すると推察される。他方、世帯における高齢化の進展については、一般に高齢者の消費支出に占める光熱費の割合が相対的に高いことから、エネルギー需要の増加に寄与すると推察される。さらに、シルバービジネスの成長により、業務部門の一部である医療・福祉向けのエネルギー消費が増加するものと予想される。

また最近では、サービス経済化、家庭電化製品等の普及等の要因により「共働き世帯」が増加してきており、このことは家庭の給湯需要を低減させる一方で、外食産業の拡大により業務部門のエネルギー需要を増大させるといったことも起き得ると推察される。

## **(2) 働き方・生活パターン・ライフスタイルの変化**

### **(働き方・生活パターン・ライフスタイル変化とエネルギー需給との関係)**

先に述べた人口減少や少子高齢化は、雇用の流動化や多様化の流れを一層加速化させるとともに、人々の働き方、生活パターン、ライフスタイルの変化を促すものと考えられる。これらの変化は、多岐に渡るとともに、個人により千差万別であることから、エネルギーの使い方と与える変化も、一概には断定できない。したがって、エネルギー需要が、我が国全体として増加と減少のどちらに向かうのかについては、必ずしも断定できないが、主体別、世代別、時間帯別などの観点から見た場合、

<sup>13</sup> 国立社会保障・人口問題研究所「日本の世帯数の将来推計」。

エネルギー需要分布にどのような変化をもたらすのかについては、ある程度想像することができる。

### （労働時間の減少と働き方の多様化）

ライフスタイルの変化に大きな影響を与える要因として、労働時間の減少と働き方の多様化が挙げられる。我が国における雇用者の年間総労働時間は年間減少してきており、余暇時間は増加傾向にある。実際、1980年代後半以降、我が国の総労働時間は減少しており、1991年度と2001年度を比較してみても、年間総労働時間は1991年度の2,008時間から2001年度には1,843時間へと約1割減少しており、こうした傾向は今後とも続くものと想定される。

また、企業の求める人材ニーズや労働者の意識の変化、昇進機会の減少等を背景に、新たな人事制度の導入が進み、就業形態の多様化や柔軟な働き方が広がりつつある。例えば、非正社員型の雇用形態の拡大や（1987年に16.0%であったのが1999年には27.5%に増加）長期休暇制度やフレックスタイム制などの導入の進展は、個々人の価値観や就業意識の多様化とも相まって、会社に強く拘束され依存しない働き方の志向、自らの能力開発の機会の拡大、育児・介護やボランティアなどへの取組など労働者の活動範囲の拡大や多様化を促すとともに、高齢者や女性に多様な就労機会をもたらすことが想定される。

### （エネルギー需給にもたらす変化）

労働時間の減少<sup>14</sup>によって余暇時間が増加すれば、エネルギー需要の重心も事務所・工場・貨物といった働く場所や媒体から、家庭・サービス施設・旅客など余暇を過ごす場所や媒体へとシフトが進むと推察される。余暇時間の拡大は、娯楽や外食、更には観光需要などを新たに創出する可能性があり<sup>15</sup>、飲食業、ホテル・旅館、商業サービス分野の活動の拡大（業務床面積の増加、稼働率の上昇など）とそのためのエネルギー需要を拡大させるほか、旅行機会の増加等により人口減少にもかかわらず、旅客交通需要とそのためのエネルギー需要の増加をもたらす可能性がある。

就業形態の多様化と柔軟な働き方の進展については、例えば、フレッ

<sup>14</sup> 労働時間の減少に伴い、余暇時間は以前よりも増加傾向（厚生労働省「毎月勤労統計調査」）であり、また、60歳以上の高齢者の余暇時間割合は年代別で最も高い。

<sup>15</sup> 2004年版レジャー白書によれば、将来行いたい余暇活動（将来の参加意向を尋ねた参加希望率）の上位は国内観光旅行、外食、ドライブ、海外旅行、パソコンとなっている。

クスタム制が導入・普及した場合、エネルギー需要の時間的な平準化が進むことが期待される。テレワークの進展は、自宅で仕事を行うスタイルを促すことから、産業や業務部門でのエネルギー需要の減少をもたらす一方、家庭部門でのエネルギー需要の増加に繋がる可能性がある。また、女性の社会進出の進展は、家庭部門でのエネルギー需要を減少させる一方で、外食産業や子育てサービスなど家事のアウトソーシングを通じて、業務部門のエネルギー需要を増加させる可能性がある。さらに、最近見られるような生活時間の24時間化、特に国民生活の夜型化は照明時間の増加を通じて電力需要等に寄与する可能性がある。

### **(3) 国民意識の変化**

我が国の1人当たりGDPは世界でも最高水準にあり、1人当たり自動車保有台数や家電製品などの普及率の高まりが示すように、これまで物質的な豊かさを享受してきた<sup>16</sup>。より利便性の高い製品の志向など、豊かさを追求する傾向は、今後とも続いていくだろう。かかる傾向は、概してエネルギー需要を増加させる方向に作用すると考えられる。

他方、元々潜在的に高い環境意識を有する国民が、近年の環境問題への世界的関心の高まりを背景に、環境問題を自分自身の問題と捉え具体的な行動に移すケースが増えている。こうした国民レベルでの環境意識の高まりは、環境保全に関する取組によって企業価値を高める土壌を生みつつあり、企業サイドでも、環境と両立した経営を実践する枠組みとして、企業の社会的責任（CSR）や、社会的責任投資（SRI）といった考え方が台頭しつつある<sup>17</sup>。

このような環境に対する国民意識の高まりは、省エネルギーやクリーンエネルギーの一層の導入の原動力となり得る。例えば、同じ利便性の高い製品であれば、より環境適合性の高い製品を志向したり、新たに家

---

<sup>16</sup> この十年間(93年～02年)で世帯当たりの家電保有率は、例えば、ルームエアコンは1.5台→2.5台、テレビは2.1台→2.4台、パソコン0.2台→0.9台、温水便座0.2台→0.7台、自動車保有率は、0.97台→1.11台などと増加している。また、家電機器では高付加価値化が、自動車の購入では大型化が進んでいる。

<sup>17</sup> 潜在的に高い環境意識を有する国民の行動の変化：「ゴミの分別」「新聞・雑誌の古紙回収」等への取組が進展し、また、環境ボランティア活動に対する意欲も高まってきている。内閣府の平成12年度国民生活選好度調査によれば、自然・環境保護に関する活動に参加したいとする者が41%と最も高くなっている。

企業行動の変化：SRIは企業の利益、収益性といった財務的指標に加え、長期的な安定性や成長性をCSRの観点から評価して投資をする動きである。一般にSRIと呼ばれるこの投資スタイルは、米国では2001年時点で約280兆円の規模があると言われている（出典：US Social Investment Forum）。なお、我が国においても17種類のエコファンドが770億円の資金を運用している（2004年2月）

を建築する場合に断熱性能の高い住宅を選好したり、ITを活用した省エネシステム（BEMS、HEMS）を導入するなど、消費者の行動が省エネ型・環境調和型なものへと徐々に移行していくことが想定され、我が国のエネルギー需要を抑制する方向に作用することが期待される。

#### **(4) IT化の進展**

##### **(IT化の進展の見通し)**

我が国は、2001年1月に策定したe-Japan戦略において、2005年までに「世界最先端のIT国家となることをめざす」という目標の下、官民双方で積極的な取組を行ってきた。その結果、我が国のブロードバンドネットワークは世界で最も低廉かつ高速な世界最高水準のものとなり、ブロードバンドの契約数も増加している。携帯電話のインターネット対応率は世界第1位となったほか、PCの急速な普及によりインターネット利用人口（人口普及率）は、1997年1,155万人（9.2%）であったものが、2003年には7,730万人（60.6%）と着実に増加している。こうした状況を背景に、情報通信産業の市場規模は、2002年には116.0兆円となり、全産業の市場規模総額に占める割合は、2002年には12.0%にまで達している<sup>18</sup>。

また、平成16年版「情報通信白書」によれば、ユビキタスネットワーク関連の市場規模は2007年には59.3兆円に、2010年には87.6兆円に達すると予想されており、2003年と比較すると2010年には3.1倍になると予測される。引き続きIT化が進展していくことで、我が国情報通信産業は今後大きく成長し、低迷する我が国経済の活性化に寄与するものと期待され、ユビキタスネットワーク関連市場規模の拡大が全産業に及ぼす経済波及効果（生産誘発効果）は2010年に120.5兆円と推計されている<sup>19</sup>。

##### **(エネルギー需給にもたらす変化)**

IT化の進展は、生産活動から日常生活に至るまで、これまでのシステム、ライフスタイルに様々な変革をもたらす可能性があることから、エネルギー需給に与える影響も多岐にわたることが想定される。

情報ネットワーク型社会システムの進展は、テレワークなどを通じて、

---

<sup>18</sup> 総務省「平成16年版 情報通信白書」122頁

<sup>19</sup> 総務省「ITの経済分析に関する調査」

総務省「平成16年版 情報通信白書」83頁～84頁、300頁 2003年から2010年までの8年間の経済波及効果の累計は、611.1兆円と推計されている。

これまでの就業形態を抜本的に変革する可能性がある<sup>20</sup>。こうした就業スタイルの変化は、人やモノの移動をある程度情報媒体に代替していくことで、物理的な移動負荷の低減をもたらす可能性があり、将来的にはエネルギー需要を大幅に低減させる可能性がある。

ITを用いたシステム管理の合理化・効率化は、エネルギー需要の低減に大きくつながる可能性がある。例えば、企画開発・生産部門におけるCADの利用による生産管理の効率化や食品部門や衣服部門におけるICタグの活用による配送効率化などが期待される。また、業務ビルや家庭においては、ITを活用したエネルギー需要管理が進めば、需要家の効用を落とすことなくエネルギー利用の効率化を進めることができる<sup>21</sup>。交通分野では、交通需要マネジメント（TDM）や高度道路交通システム（ITS）の普及により自動車交通流の改善が期待される。

また、IT化の進展自体がもたらす産業構造の転換が、エネルギー需要の抑制要因となることも予想される。エネルギー多消費の素材型産業からサービス経済への構造転換が加速化されれば、全体としてエネルギー需要を抑制する方向に働くものと想定されよう。一方、情報通信産業や関連産業の拡大は、それ自体はエネルギー需要増の要因となりうる。実際、IT化の進展自体がもたらし得る新たなサービスの創出は、ITに関連する端末やサーバーなどのIT関連機器の普及や、インターネット利用の大幅な増加が見込まれることから、エネルギー需要を増加させる方向にも寄与する可能性がある。

## **(5) 都市化の進展**

### **(都市化の進展)**

高齢化の急速な進展、通勤時間の短縮、子育てのしやすい居住環境への望み等を背景として「誰もが暮らしやすい街づくり」の整備が求められており、多様な世帯において都市、特に東京都心への居住ニーズが高まってきている。首都圏を見ると、東京都の近隣3県の就業者の東京都等への県外通勤者が減少する一方で、すべての拠点都市で県域内通勤者数が増大するなど、広域連携拠点都市人口の増加や諸機能の集積が進み

---

<sup>20</sup> 2002年における我が国のテレワーク人口は、(社)日本テレワーク協会によると、285.7万人、2007年には563.1万人に拡大の予想であり、総務省「通信利用動向調査」(2003年)によるとテレワークを実施している企業は9.4%(対前年比1.0ポイント増)とされている。総務省「平成16年版 情報通信白書」193頁

<sup>21</sup> 例えば、省エネモニタリングシステムは全国の家電電力の消費量を約5%削減すると推計される。総務省「平成15年版 情報通信白書」参照。

つつある。今後、人口が減少局面に入っていく中で、当分の間、地方ブロックの中核都市以上の大都市圏域で人口の緩やかな集中が続く一方、その他の中小都市圏域では人口が減少過程に入っていく、また、非都市圏域では従来に引き続き急速な人口減少を続けていく可能性がある<sup>22</sup>。

我が国の都市は、高度な土地利用がなされていない都心部が残ったまま、その周辺から郊外にかけて住宅を中心とする低密度の市街地が薄く広がる拡散型の都市構造となっており、都市交通問題や長距離通勤、地方都市における中心市街地の空洞化を引き起こす原因とされてきた。これらに加えて今後、行政コストの節減と効率的な都市経営、少子高齢化への対応、環境負荷の低減などのニーズへの対応といった観点から、目指すべき将来の都市像として、コンパクトで多様な機能を有する都市形成が志向されていく可能性がある。

### （エネルギー需給にもたらす変化）

このような都市形成の方向は、エネルギー需給にも極めて大きな影響を与える可能性がある。

1つは、都市における各経済主体（産業、業務、住宅）の構成変化によるエネルギー需要分布の変化である。例えば、都市のコンパクト化に伴い、職住の近接化<sup>23</sup>が進展すれば、熱電負荷の平準化が進み、電力と熱を効率的に利用するコージェネレーションを始めとした効率的なエネルギー供給体制の整備が可能となる可能性がある<sup>24</sup>。

もう1つは、交通負荷の低減である。都市がコンパクト化することで、人やモノの移動距離の減少が図られる可能性があり、これにより、都市全体として交通需要が減少することが見込まれる。また、公共交通機関

<sup>22</sup> 国土交通省「平成14年版 国土交通白書」参照。また、2000年時点で我が国における「人口集中地区」(DID)の人口は8,281万人と、1995年に比べて156万人、1.9%増加しているが、5年毎の増加率で見ると過去最低の増加率となっており、都市への人口集中は沈静化している(DID比率:70年53.5% 80年59.7% 90年63.2% 00年65.2%と徐々に高まりを見せてはいるものの、伸び率は低下しつつある)。また、DIDの面積は過去最低の1.6%程度の増加にとどまり、都市の面積的な拡大も収束しつつある。一方、人口が減少する都道府県数は2005年から2010年で36、2015年から2020年では滋賀県沖縄県を除く45都道府県となり、人口の減少は急速に全国に広がっていくものと見込まれる(国立社会保障・人口問題研究所の将来推計による)。

<sup>23</sup> 今後、都市地域全体としての人口が減少していくことが予測されるが、このような状況は既存の都市空間の再編を進めることになり、職住が近接し、高齢者を含めたすべての人にとって暮らしやすく、また、環境への負荷の小さい都市構造をつくりあげる絶好のチャンスである点が指摘されている(国土交通白書)。

<sup>24</sup> 都市のコンパクト化と省エネルギーとの関係については複数の研究が行われているが、多核分散都市をコンパクト化することによって、一次エネルギー消費量が熱エネルギーで約14%、電気エネルギーで約7%、社会基盤維持エネルギーで約50%減少させることができるとの試算もある(「エネルギー低消費型まちづくりに関する考察 札幌を例として 空気調和・衛生工学会論文集(1999年3月)」)。

の活用や、自転車や徒歩など環境に優しい移動手段の活用が促進されることも期待される<sup>25</sup>。

## **(6) 循環型経済社会形成に向けた動き**

現在、我が国では年間約444百万トンの廃棄物を排出しており、最終処分場のひっ迫や環境への影響が大きな問題となっている。こうした問題を解決し、環境保全と経済成長が両立する、循環型経済社会を形成していくことが急務となっている。

こうしたことから、政府においては、循環型社会形成推進基本法の制定を始めとして、資源有効利用促進法、容器包装リサイクル法、家電リサイクル法及び自動車リサイクル法（2005年1月完全施行）等を制定・施行し、循環型経済社会形成に向け積極的に取り組んでいる。

産業界においては、ゼロ・エミッション活動等、産業廃棄物排出量削減に向けた自主的な取組が広がっているところであり、産業廃棄物の最終処分量も1990年度の89百万トンから、2002年度には40百万トンとほぼ半減している。

2030年に向けて、国民、事業者、自治体、国の取組が進むことにより、3R（リデュース・リユース・リサイクル）は引き続き進展することが見込まれる<sup>26</sup>。

循環型経済社会については、それが適切に構築された場合にはエネルギー需要を大きく減少する可能性があることが指摘されるが、実際のエネルギー需給構造への影響は一義的ではなく、様々な要因をきめ細かく勘案することが必要である<sup>27</sup>。

<sup>25</sup> 国土交通政策研究第12号「環境負荷の少ない都市・国土構造に関する研究」（国土交通政策研究所）によれば、都市構造施策については、コンパクトな都市形成を図る「都心居住型」が、自動車交通量を抑制し、趨勢型及び副都心型に比べ環境負荷を抑える。交通による環境負荷の観点からは、住宅の外延化を抑え、住宅供給を都心部周辺に重点的に展開することが望まれる、としている。

<sup>26</sup> 循環型社会形成推進基本計画（2003年3月制定）においては、2010年度には循環利用率（循環利用量 / (循環利用量 + 天然資源等投入量)）を14%（1990年度：約8%）、最終処分量を28百万トン（1990年度：約110百万トン）とする目標を示している。なお、2001年度のマテリアルバランスは総資源投入量2,060百万トン（うち1,270百万トンの生産物のために350百万トンのエネルギーを消費、400百万トンの廃棄物を排出。最終処分量は52百万トン）。循環して使用される再生資源は280百万トンと総資源投入量の約1割強にすぎない。リサイクル率の例として下記参照。

例1）一般廃棄物（家庭から排出される廃棄物）の排出量は約52百万トンあるが、そのリサイクル率は年々上昇。1988年に4.1%が2002年には15.9%に上昇。

例2）産業廃棄物は約393百万トンあるが、リサイクル率は約46%（182百万トン）

例3）板紙・紙の古紙利用率は1975年には各々63%、15%であったが、2003年には92%、37%へ増大。

<sup>27</sup> 具体的には、以下のような例をあげることができる。

## **(7) 地域システムの変化**

地方分権推進会議の意見にもあるように、国と地方の明確な役割分担に基づいた自主・自立の地域社会からなる分権型システムの構築についての取組が進められている。こういった一連の取組みは今後とも継続すると考えられ、地域住民の環境意識の高まりの中で地方公共団体がエネルギーや環境問題に一層取り組むようになることが見込まれる。さらに、地域の特性に見合った省エネルギー努力や新エネルギーの導入が進展することが予測される。

---

例1) 鉄鋼スクラップは従来より製鉄原料として再利用が行われてきた。回収・利用システムが完成しているスチール缶の回収量は約90万トン/年、リサイクル率は85%を超える(2001年度実績)。このリサイクルによる省資源効果は鉄鉱石約120万トン、石炭約70万トンに相当し、省エネルギー効果は原油換算で約35万klに上る。

例2) 廃棄物排出量が減少することによって廃棄物発電(新エネルギーと見なされる)の立地は抑制される可能性がある。なお、廃プラスチックの場合、廃棄物発電による回収効率よりも、高炉やコークス炉で原料として再利用する場合の転換効率(ほぼ100%)の方が高いことにも留意が必要。

例3) 一方で最終廃棄物埋立処理量を減少させるためにはセメント産業などの静脈産業の存在は不可欠である。

例4) 古紙の利用が増大すると黒液が減少するため、その分の新エネルギー量が減少する可能性がある。

## 第3節 2030年に向けた複数の将来像と道筋

### ポイント

#### 複数の性格の異なる将来像を提示

- ・ 長期的な将来は不確実性が高いものの、現時点で将来を知るための手がかりは存在する。本節では、将来を分析するに当たって「ある程度確からしいもの」を見通すとともに、エネルギーの「未来を分かつ分水嶺」であって不確実性の高い要素（国際経済社会の政治的安定性、資源枯渇の可能性、技術進展の可能性、環境制約の度合い、国民意識の変化等）を「将来への道筋の岐路」ととらえ、4つの未来の姿とエネルギー需給構造に与える影響を定性的に描く。

#### 自然体ではどのような道を歩むのか（現状趨勢シナリオ）

- ・ 過去のトレンドから見て、国際情勢、経済社会構造、人口動態、国内経済情勢、国民行動が今後も趨勢的に変化することを想定した自然体での道筋。
- ・ 国際経済社会構造は極端には悪化せず、我が国の経済社会は緩やかに成熟化し、エネルギー需要はいずれ頭打ちになる。一次エネルギー供給は引き続き化石燃料に依存した状況が継続する。

#### イノベーションと環境意識は高まるか（自律的發展シナリオ）

- ・ 人々の環境意識が大幅に高まり、あるいは、エネルギー環境関連技術が飛躍的に進歩する可能性とそれが実現する場合の道筋。
- ・ 国民が潜在的に有する高い環境意識が顕在化した場合、国民の行動は省エネ型・環境調和型となり、企業活動においても関連技術の開発・実用化が促進され、それが国民の環境意識を更に高めるという好循環が実現する。
- ・ 環境意識の高まりや省エネポテンシャルの顕在化、現行の省エネ施策の着実な実施、新たな技術の実用化等と相まって、エネルギー需要は大幅に減少する可能性がある。

#### 環境制約は顕在化するか（環境制約顕在化シナリオ）

- ・ 国民が豊かさを追求し環境意識が顕在化しないことから、エネルギー

需要が増大し続ける道筋。

- ・ エネルギー多消費型となった社会において、地球温暖化問題が急激に現実化し、深刻化する場合には、国際的な環境対応圧力とともに、国内的には政府によるエネルギー消費に対するディスインセンティブ効果を有する規制措置等の導入が不可避となる。
- ・ 規制措置等が導入された場合には、エネルギー需要は「屈折」的に抑制され、日本経済全体は縮小に向かうが、このようなショックを乗り越えるためには、イノベーションこそが鍵を握る。

### **資源をめぐる国際的緊張が生ずることはあるか（危機シナリオ）**

- ・ エネルギーの安定供給を脅かすような事態が何らかの要因により起こり、国際的な政治的不安定性・緊張が生ずることにより、我が国のエネルギー需給構造に一定のショックが与えられた場合の道筋。
- ・ ひとたび供給不足、原油価格暴騰等が起こり、それが長期に及ぶ場合には、日本経済は相当程度の打撃を受けることになる。各国の備蓄体制や IEA を中心とした国際協調体制がどの程度機能するかが重要。
- ・ 一方、国内のエネルギー需給構造への影響は、エネルギー供給問題の継続する期間と価格高騰の程度によるものの、長期間に渡り石油供給の不安が続く場合には、天然ガスや石炭の導入、原子力施設の建設の促進が進み、再生可能エネルギーへの投資も積極的に行われることとなる。

## 1. 将来像と道筋を考えるに当たって

### (1) どのように将来像を見通すのか

長期的な将来像は不確実性が高いが、現時点で将来を知るための手がかりは存在している。

そこで、第2節で見通された2030年の国内外の経済社会動向を踏まえ、「ある程度確からしいもの」を見通すとともに、エネルギーの「未来を分かつ分水嶺」であって不確実性の高い事項を抽出し、次に、こうした不確実性の高い要素については、一定の前提の下にこれを変化させてみることにより、複数の性格の異なる我が国エネルギー需給の将来像を定性的に描いてみることにする。

これは、後述する2030年の自然体の長期エネルギー需給見通しと感応度分析の意義について理解を助けるとともに、エネルギー戦略を考える上で参考になるものとする。

### (2) 比較的確度の高い道筋は何か

2030年に向けて世界の人口が大幅に増大すること、併せて世界経済は相当な発展を遂げ、そのプロセスで中国やインドの相対的地位は大幅に上昇すること、欧米や日本では1人当たりの豊かさが増大するものの、世界に占める経済的地位が低下し、米国が引き続き大国の立場を維持することになることについては、あまり異論はない。米国以外の超大国の出現によって世界のパワー・バランスは大きく変わることになるだろう。アジアにおいては、中国の存在感が圧倒的に大きくなり、日本の役割は大きく変化すると想定される。我が国を見ると、少子高齢化、経済の成熟、産業構造の高度化が確実に進展することとなるだろう。

現在、我が国を始めアジアの一次エネルギー供給において重要な原油供給については、その多くを中東に依存しており、供給ルートはペルシャ湾からホルムズ海峡を経て、インド洋から東南アジア（マラッカ海峡等）、南シナ海から東シナ海の近辺を経由して我が国に至る。今後20～30年間は、この海路は我が国などアジア諸国にとって、引き続き中東原油シーレーンとして重要な航路<sup>1</sup>であり続けるであろう。その海域には、現在は米軍がプレゼンスを持ち、米国防省のQDR<sup>2</sup>においても中東・南西アジア、東アジア沿岸部、北東

<sup>1</sup> 中東～日本の原油のシーレーンについては一般に中東地域そのものの政治的安定性の他にマラッカ・シンガポール海峡問題、台湾沖問題が挙げられる。前者はとも狭隘で水深が浅いにもかかわらず、航行する船舶も多く（日本の船舶の1/3、原油消費量の80%が通過）、海賊が出没、海賊事件は増加傾向にある。後者は中国と台湾の関係によって大きく影響を受ける。

<sup>2</sup> 「4年毎の国防計画の見直し(Quadrennial Defense Review)」最新のもの2001年10月に公表。

アジアにおける前方抑止体制の強化を重視<sup>3</sup>している。長期的には、米国のインド洋や太平洋における軍事的プレゼンスは相当程度低下<sup>4</sup>する一方で、中国の軍事力が近代化し、インドの軍事力も増強されることが予想<sup>5</sup>され、インド洋や南シナ海や東シナ海における制海権の様相は、かなり変わることが予想されている。

そういった中でアジアのエネルギー需要は経済成長に伴って大幅に増大するものと見込まれる。そのエネルギー需要を賄うのは主に化石燃料と予想されるが、物理的に考えれば2030年までは資源が枯渇することはなさそうである。なお、今後のエネルギー需要量の増大を考えれば、21世紀の半ば以降の需要に足るだけのエネルギー供給を既存のエネルギー資源が賄うことができるかは、不透明な部分がある。

エネルギー消費量の増大に伴ってCO<sub>2</sub>排出量が増大するものと見込まれる。なお、それが地球温暖化問題を現実にとどの程度引き起こすかは科学的に不透明な部分があるが、それ以外の水資源問題や廃棄物問題、大気汚染問題等も含め地球環境問題が一層深刻になることが懸念される。

### **(3) 未来を分かつ分水嶺**

それでは今後我が国の長期的なエネルギー需給構造に大きな影響を及ぼす事柄であって、将来の道筋を分ける岐路（未来を分かつ分水嶺）となるものは一体何であろうか。

#### **(国際経済社会の政治的安定性)**

中東のみならずインド洋や南シナ海近隣諸国における国際経済社会情勢の変化は、エネルギー供給リスク、ひいてはエネルギー価格や供給安定性に大きな影響を及ぼし、エネルギー需給構造を根本的に変える可能性がある。

仮に資源産出国である中東の政治的安定性が確保されるとともに、ロシアへの投資が円滑に進み、新たに出現する中国やインドなどの大国が国際経済社会と調和すること等によって、資源供給地域や輸送ルートにおける緊張が増大しない場合には、エネルギー供給は途絶えることがなく、価格は緩やか

<sup>3</sup> 中東から北東アジアにかけての不安定の弧に沿う地域（特にベンガル湾から日本海）にかけては、その重要性にもかかわらず米軍基地の密度は他の重要地域よりも少ない等のため米軍によるアクセスを強化する必要があるとしている。なかでもアジア太平洋地域においては空母戦闘群の増強や北東アジアにおける重要な基地の維持が謳われている。

<sup>4</sup> QDR や 2002 年度国防報告においては、現地の最小限の支援で作戦が継続できるようなシステム構築が重要として遠距離からの作戦維持システム構築に重点を置いている。

<sup>5</sup> QDR においても、不安定な弧に沿う地域において強大な資源基盤を有する軍事的競争相手が出現する可能性が指摘されている。

に上昇する程度にとどまるであろう。

一方で、継続的なテロの拡散や、大国の地域への不穏当な介入等の何らかの要因により中東情勢が不安定化したり、資源輸送ルートにおける米国のプレゼンスが低下する中で緊張が高まる場合には、一時的に供給不安が生ずる可能性は排除できず、その場合、価格面でも急騰が生じたり、リスクプレミアムが計上されることなどの影響が出ることとなろう。

また、アジア地域の安定と協調は我が国のエネルギー需給構造に大きな影響を与えることとなろう。仮に、アジア地域が、現在同様、比較的安定的な状況を維持する場合には、経済連携やエネルギー面での協力等が進み、日本、中国、東南アジアの3極を中心とした発展に寄与するであろう。一方で、仮に、アジア域内で連携がさほど円滑に進展しない場合には、地域における透明な市場の形成が進まず、リスクへの対応能力が低くなるなどの影響が出る可能性がある。

### **（資源枯渇の可能性）**

資源の供給可能性について見ると、化石エネルギーは、今後の需要増大量を念頭に置くと、石炭を除き、2030年になれば21世紀半ば以降の供給可能性が問題となってくる可能性がある。21世紀後半の供給可能性の如何によっては、世界のエネルギー選択やエネルギー技術開発への取り組み、原子力エネルギーの位置付けは大きく変わってくる。

一般に原油の可採年数は約40年、天然ガスの可採年数は約70年と言われているが、それは現在の生産量を基準とした年数であり将来大幅に増大する世界のエネルギー需要を勘案すると、可採年数は大幅に短縮され、今後確認埋蔵量がさほど増大しないとすれば、2030年には将来の原油や天然ガスの埋蔵量が不足する姿が次第に現実味を帯びてくる可能性がある。

仮に、新たな油田・ガス田の発見や、技術開発により採掘コストが低減し、資源開発部門への投資も円滑に行われる場合には、可採年数が延びることから、一般的に言われているように2030年時点では化石燃料の枯渇の問題は深刻にならないであろう。

一方、埋蔵量の成長が期待するほどでなく実際に資源枯渇の可能性が視野に入ってくる場合には、いずれの国も国家戦略として資源確保の動きを急速に強め、エネルギー価格が高騰する一方で、新エネルギー・省エネルギー技術や原子力技術の開発が加速することになるだろう。

### **（技術の進展可能性）**

太陽光や風力発電などの新エネルギー技術、燃料電池やガス液化技術、ITによるエネルギー管理や素材技術、ナノテクノロジー、次世代原子力技術など技術が、今後どの程度進展し、どの程度の研究開発コストや投資コストを要するかは、現段階では不透明であるが、技術の動向如何によっては、エネルギー供給構成のみならずエネルギー需要量に大きな影響を与えることとなる。

イノベーションは経済社会システムを根本的に変換する可能性がある。例えば、太陽光の変換効率を大幅に向上させる画期的な技術等の新エネルギー技術、バイオ触媒等の省エネルギー技術、あるいは炭素隔離技術などが実際に開発導入される場合には、エネルギー需給構造は根本的に変化する。他方、特段のブレークスルーが生じない場合には、2030年段階においてもエネルギー供給構成はさほど変化しないであろう。

### （環境制約の顕在化）

環境制約が2030年を見通して将来どのように顕在化するかは不確実である。京都議定書は2005年発効したが、米国や中国などの主要排出国に温暖化ガス削減義務が課されておらず、地球規模での枠組みとなっていない。地球環境問題に対応するための国際的枠組は、今後30年間の間にどのように構築されるだろうか<sup>6</sup>。国際的枠組が実効性のある形で構築されるか、あるいは抜け穴だらけで限定された参加者の中で構築されるか。国際的枠組の態様や実効性は、将来のエネルギー需給構造に大きな影響を与える。

主要国がすべて参加して厳しい強制枠組みを構築する場合には、世界の経済成長は大きく抑制される可能性があるが、地球温暖化ガスの排出は実際に抑制されるだろう。もっとも、多様な利害関係や立場を有する国々がすべて参加して画一的で強制的な枠組みが構築される可能性はあまりない。仮に、一部の国しか枠組に参加せず、参加した国にのみに厳しい削減義務が課される場合には、参加した国々の経済成長は抑制される一方で、効率性が劣る地域に経済活動が移動することにより、世界全体としての排出量は、結果的には強制力ある枠組が構築されない場合と比べてかえって増大<sup>7</sup>してしまう可能性もある。

企業の自主的努力や個人々の努力が評価され、報われるような仕組みを構築することができれば、強制的な枠組がなくても企業や個人々が経済的あるいは社会的メリットを求めて率先してエネルギー使用の効率化に取り組む可能性があり、その場合は、参加者が限定されていても相当の実効性が期待

<sup>6</sup> 2030年という長期を見通す場合、京都議定書の次期枠組がどうなるかが重要となる。

<sup>7</sup> 国際的枠組に参加すると考えられるOECD諸国の環境規制は一般的に厳しく、一方で、枠組に参加しない発展途上国や市場経済移行国における環境規制は緩やかであると考えられるからである。

される<sup>8</sup>。このような仕組みは広い意味での国際的なマルチのガバナンスに適切に組み込むことにより、更に有効に機能することになる。

人為的な枠組以外に、2030年に至るまでの間に地球温暖化による自然現象等による被害が実際に生じる場合、海洋面上昇や地球温暖化とCO2排出量との間に因果関係があると実際に根拠をもって示される場合には、国際的な取組が大幅に加速される可能性がある。その場合、国際的に石炭等の化石エネルギー消費のシェアが大幅に減少する一方で、原子力利用が飛躍的に増大し、再生可能エネルギーの開発や普及が抜本的に進む可能性がある。

### （各国の国民意識の変化）

人々の意識が今後どのように変化するかは極めて不透明である。しかしながら、人々の意識は消費行動や投資活動を通じてエネルギー需給構造に大きな影響を与え得る。

過度な冷暖房や照明の下での生活が当たり前となり、大量消費に優越感を感じるような社会においては、いくら省エネ機器が開発されても普及は進まず、エネルギー消費量は増大し続けるであろう。逆に、人々の環境意識が高まり、自然と調和して「持続可能」な形で生きていくことがスマートであると考えられるような社会においては、エネルギー消費削減に向けた様々な工夫が行われ、消費量は減少傾向になり、長期的にエネルギー供給構造に大きな影響を与える可能性がある。

---

<sup>8</sup> 例えば、国際投資活動についてはWTO・TRIM協定のような緩やかな枠組が存在しているが、アジアの投資の自由化の進展は、義務を伴う国際的枠組が構築されたから進んだというよりはむしろ、自由化を進めることにより外資系企業を呼び込み、それが自国経済の発展につながる等の内生的な理由により進んだことに留意すべきである。

## 2. 2030年に向けて我が国の歩む道筋

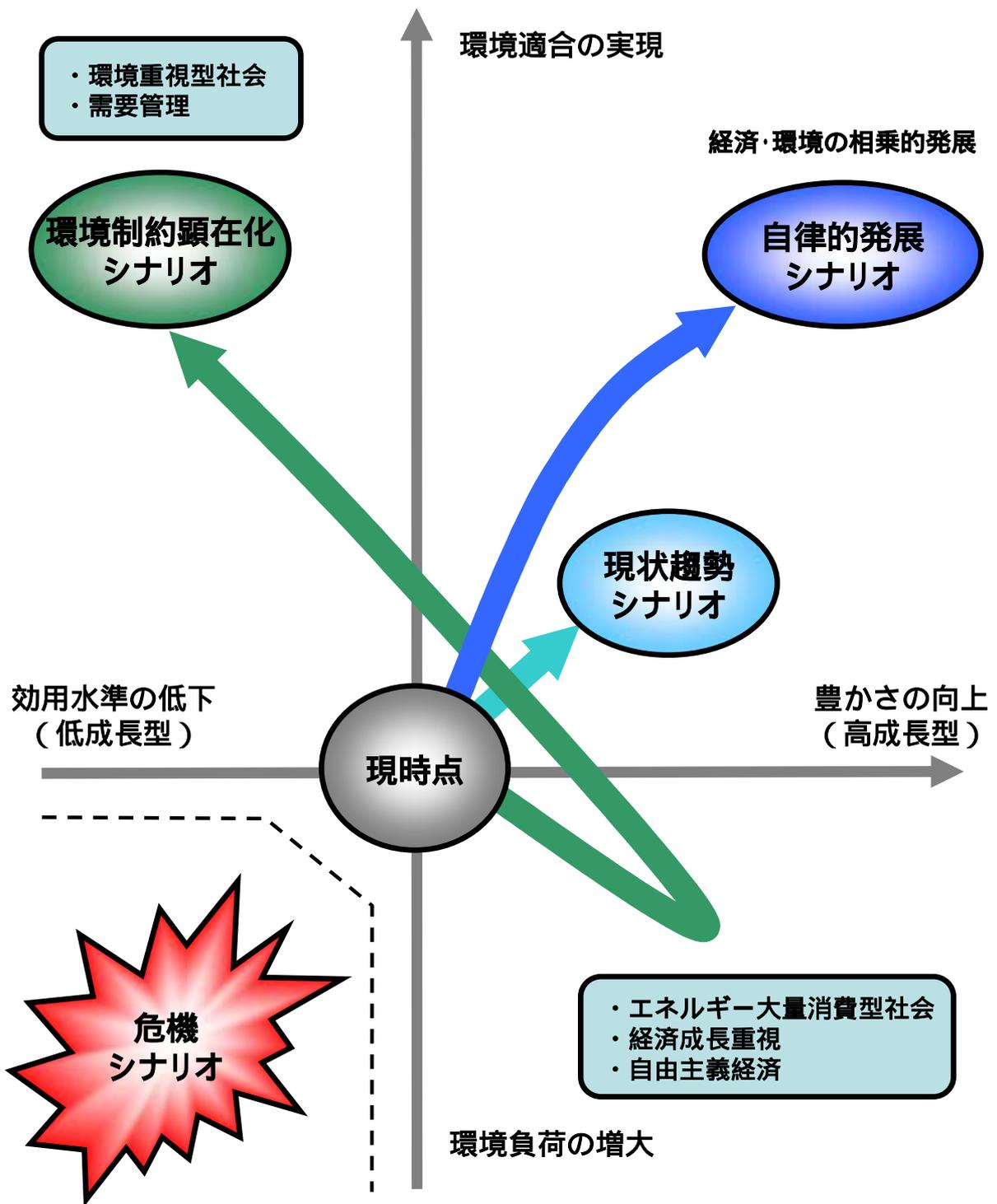
以上のような認識を踏まえ、我が国が2030年に向けてどのような道を歩むことになるのかについて、ここでは、まずは、(1)自然体ではどのような道を歩むのか(現状趨勢シナリオ)を描いた上で、未来を分かつ分水嶺として、(2)「技術の進展可能性と国民意識の変化」(イノベーションと環境意識は高まるか)(3)「環境制約の顕在化」(エネルギー消費が増大するなかで環境制約は顕在化するか)(4)「国際経済社会の政治的安定性と資源枯渇の可能性」(資源を巡る国際的緊張が生ずることはあるか)を取り上げ、それぞれ、現状趨勢シナリオ、自律的発展シナリオ、環境制約顕在化シナリオ、危機シナリオ4つの道筋(シナリオ)を提示<sup>9</sup>してみる。

なお、ここで描かれる道筋は、現段階で想定され得るものに過ぎないことから、今後、国際政治情勢や技術開発の進展、環境制約の顕在化の程度などの現実がどうなっていくかという観点から、絶えず検証(リアリティ・チェック)をしていく必要がある点に留意する必要がある。

---

<sup>9</sup> なお、この4つの筋道以外にも、例えば経済が想定以上に低迷するケースや逆に想定以上に上向くケース等様々なケースが考えられるが、ここではすべては取り上げていない。なお、経済成長についてはハイケースとローケースで感度分析を行っている。

# 2030年に向けた複数の将来像と道筋の概念図



## **(1) 自然体ではどのような道を歩むのか（現状趨勢シナリオ）**

最初に、過去のトレンドから見て自然体で推移した場合に実現すると思われる将来の経済社会構造をベースに自然体での2030年までの道筋（レファレンスケース）を描いてみる。

### **（極端に悪化はしない国際経済社会状況）**

世界の経済社会状況を眺めると、中国やインドの成長等により、アジア太平洋地域やインド洋における軍事バランスや世界の経済社会バランスが大幅に変化することになる。地域的不安定もある程度継続しよう。

もっとも、強大化する中国やインドが国際経済社会と適切に調和する場合には、テロリズムも含め国際情勢がこれまで以上には不安定化せず、日本に直接深刻な影響を及ぼすような大規模な紛争等が生ずる可能性は低い。資源を見ると予想どおり埋蔵量が成長し、技術開発について見ると特段のブレークスルーは生じないことから、化石燃料が引き続き主要な地位を占める。新たな技術の導入・普及はこれまで通りのペースで徐々に進展し、環境制約については人為的・自然的に顕在化してくるが経済活動を抑えるほどに深刻にはならない。

### **（緩やかに成熟化する我が国の経済社会）**

平穏な国際経済社会状況を前提とした場合、我が国の経済社会状況においても過去の趨勢的变化が継続する。すなわち、マクロ経済環境については、人口動態の変化を受けて労働力人口が減少する一方で、技術の進歩や世界経済の成長の恩恵等により一定程度の経済成長を維持することとなる。

国際エネルギー価格は緩やかな上昇にとどまり、エネルギー需給の逼迫を考える機会は乏しく、省エネ機器の普及、省エネストックの蓄積が徐々に進むものの、人々が有する環境意識は現状とさほど変わらない。

産業構造についてはこれまでの趨勢的变化が継続する。引き続きサービス化や産業構造の高度化が進展し、エネルギー多消費型産業は相対的に低い伸びにとどまる一方で、日本経団連環境自主行動計画を始めとする自主的な取組がそれなりに進められることになる。

交通分野においては、モータリゼーションは進展するが、産業界の連携や政府の政策の効果等により、経済活動の鈍化や物流効率化を背景として貨物輸送が減少に転じ、自家用自動車の輸送も人口減少等を背景として2020年代後半には減少に転じる。

また、都市化の進展が進む一方で職住近接の動きも加速化し、地域におい

ては過疎化が相当進展することになる。

世帯動向を見ると、家庭の世帯数も世帯人員も減少し、家庭の高齢化が進展する。集合住宅の割合が増大し、サービス化の進展によりビルの床面積は当面増大する。ライフスタイルについては24時間化が進み、人々の就職形態もより流動的になるだろう。

### **（伸びが鈍化し、いずれ頭打ちとなるエネルギー需要）**

以上のような経済社会の状況の下では、過去 30 年間にわたり伸び続けてきた最終エネルギー需要は、人口動態や産業構造の変化等を受けて構造的に伸びが鈍化し、2020 年頃には頭打ちとなり減少に転じる。電力需要は、引き続き増加するが、伸び率は低減していく。部門別に最終エネルギー需要をみると、民生部門、旅客部門で引き続き増加するが、長期的には頭打ちとなる。なお、家庭用の機器の効率性や自動車の燃費については、現時点での最高水準に収斂していくと想定される。

CO2 排出量については、これまで一貫して増大してきたが、この場合には、今後は頭打ちから減少に転じていくことが見込まれる。

### **（緩やかに変化するエネルギー供給構造）**

国際政治情勢が安定していること、資源埋蔵量の成長が見られることなどから、一次エネルギー供給は引き続き化石燃料に依存した状況が継続する。原子力は引き続き一次エネルギー供給において、一定割合を担うことを維持する。新エネルギーは、政府・地方自治体による積極的な取組等によりある程度の進展が見込まれ、燃料電池（定置用）の導入が緩やかに進んでいく。燃料電池自動車は試験的導入以外にはほとんど導入が進まない。分散型電源は系統制御技術の進展や発電効率と排熱の効率的な利用技術の向上と相まって、今よりも普及が進展するものと見込まれる。天然ガスも緩やかにシェアを拡大、省エネの進展と原子力・新エネルギーの導入により自給率は現在よりは高くなる。

## **(2)イノベーションと環境意識は高まるか（自律的發展シナリオ）**

ここでは人々の環境意識が大幅に高まり、あるいは、エネルギー環境関連技術が飛躍的に進歩する可能性とそれが実現する場合の道筋を探ってみる。

### **（イノベーションと環境意識の高まり）**

過去 30 年間に振り返ると当時からは予想もつかないような技術の進展が

生じている。20世紀初頭にはモータリゼーションが進展し、20世紀半ばには航空技術が飛躍的に進歩した。20世紀の後半においてはコンピューターを始めとするITが予想を上回るブレイクスルーを経験した。エネルギー技術は裾野が広く、素材技術やナノテクノロジー、触媒技術や膜技術、バイオテクノロジーなど多くの分野の技術の進展がエネルギー関連システムの飛躍的発展をもたらす可能性がある。

一方で、企業の社会的責任（CSR<sup>10</sup>）や社会責任投資（SRI<sup>11</sup>）の飛躍的な発展に見られるように、様々な環境問題が明らかになることにより、人々と企業の環境意識は急速かつ大幅に高まりつつある。こうしたうねりが、世界の市場を通じて多くの企業に経済と環境の両立に向けた好ましい取組を促す場合には、技術開発の進展は相当程度早まることになろう。

我が国を見ると、近年のブラウン管テレビに比べてエネルギー効率の高い液晶テレビの普及、燃費性能の向上による自動車の省エネルギー、排出ガスの清浄化等、環境に優しいハイブリッド車の着実な普及、自動車の大型化の頭打ち、断熱住宅の普及等を踏まえると、国民の環境意識は既に相当程度高く、当該意識を顕在化・具体化させる道筋を確固たるものにするための政策的取組や社会人、あるいは学校における教育等が功を奏し、一人一人の環境意識が今よりさらに顕在化する可能性は十分に存在する。

高い環境意識が顕在化した場合には、国民の行動は省エネ型・環境調和型となり、これを受けて企業活動においても関連技術の開発・実用化が促進され、それが更に国民の環境意識を高めていくといった好循環が実現すると考えられる。

### （国民意識の変化に伴う好循環の展開）

国際経済社会の変化がエネルギー関連技術にどのような影響を与えるかは必ずしも明らかではない。しかしながら、資源枯渇の可能性の顕在化、国際的緊張の高まりなどによる需給逼迫感と価格の高騰は、技術の進展を促す原動力となる可能性がある。

一方、このような緊張等がなくても、国際的な環境問題への取組の目に見える進展などにより、人々の環境意識が高まる場合には、省エネ技術や炭素隔離技術は大きく進展することになろう。企業のCSRが世界的な標準となり、世界の巨大な投資主体（年金ファンド等）の多くが、SRIを重視し、投資のステークホルダーの権利が重視された金融市場において企業行動を監視する役割を果たすことになろう。

<sup>10</sup> Corporate Social Responsibility の略。

<sup>11</sup> Social Responsibility Investment の略。

## （高い経済成長を比較的長期に続ける可能性）

国民の意識に大きな変化が生じた場合には、国民の高い環境志向を踏まえた顧客のニーズに応えるために、企業が省エネ型・環境調和型の製品の開発・提供に注力することで、新たな投資と収益の機会が拡大していくこととなろう。国民がこうした環境に優しい製品を選択することを通じて、様々な機器・製品が開発され、普及していく。

上記のような国民の意識の高まりを踏まえると、環境調和型の企業に対して投資を行うエコ・ファンド等の SRI 活動が活発化し、投資面においても省エネ型・環境調和型の企業への支持が高まることが見込まれる。そして、政府や地方公共団体は、多くの政策的資金を再生可能エネルギーの導入や省エネルギー、環境対策に振り向けることになろう。

さらに、IT 化の進展は、様々な投資と消費を生み出し、過去相当期間にわたって経済成長を押し上げてきたのみならず、将来においても IT 化の進展した国の潜在成長力を高めると言われている。また、エネルギー関連投資は、そのインフラ整備が本格的に行われる過程を通じて、IT 化投資以上の経済活動へのインパクトをもつ可能性がある。

技術開発投資の活発化や新製品の創出による市場拡大、需要家による積極的な省エネ型の製品・サービスの選択、更なる研究開発という好ましい循環により、経済成長は加速することとなろう。

## （エネルギー需要の大幅減少の可能性）

国民の環境意識や省エネポテンシャルの顕在化、現行の省エネ施策の着実な実施、新たな技術の実用化等と相まって、エネルギー消費は現在よりも抑制されると考えられる。

家庭部門においては高い断熱構造を有する建築物が普及し、発光ダイオード(LED)による照明分野での幅広い利用やヒートポンプやコージェネレーションの利用、IT を活用したエネルギー管理システムの導入などが期待される。業務部門においても IT を利用したエネルギー管理や世界最高水準の高効率機器の普及、ESCO 事業の導入等がエネルギー需要を相乗的に抑制・削減させる効果を発揮する。小型で高効率の燃料電池やヒートポンプの開発が進めば、業務部門や家庭部門を中心にエネルギー使用の合理化が大きく進展しよう。運輸部門においては、クリーンエネルギー自動車の導入が環境志向の高まりとともに着実に進むとともに、自動車の軽量化技術が進展し、これら双方が燃費向上に資することとなろう。

## （留意事項すべき事項としてのリバウンド効果）

もっとも、こうした技術開発の導入・普及により実際にどこまでエネルギー需要が減少するかは、リバウンド効果をどのように見込むかによって大きく変化する。自動車の燃費が向上すれば車体の大型化やエンジンの高出力化が、冷暖房効率が上昇すれば更に快適さを追求した使用形態が、電力消費効率が向上すれば更に大型のテレビや複数の機器の使用が嗜好されるようになる。こういったリバウンド効果は、高成長によって所得が向上することによって、一層大きくなる可能性がある。

リバウンド効果を抑制する大きな要因は、人々の環境意識である。抑制された照明や環境に優しい自動車の運転、自然の風や静かな環境を好むような国民意識が醸成される場合には、リバウンド効果は大きく抑制されることになろう。

### **（脱化石燃料の進展と炭素隔離技術による影響）**

一次エネルギーの供給構成を見ると、省エネの進展に伴い化石燃料消費量のシェアが減少する中で、原子力が相対的にシェアを上げる。技術の進展と国民の意識の高まりが相まって再生可能エネルギー・新エネルギーの一次エネルギー供給に占める比率は上昇し、特に世界一の導入量を誇る太陽光発電・バイオマス発電の比率が上昇していく。国民の環境意識が高まり、政府や地方公共団体が率先して再生可能エネルギーの導入に努める場合には、地域振興や環境意識への働きかけという外部経済も手伝って、いささかコストが割高であっても更に導入が進展する可能性がある。分散型エネルギーに関しても、系統制御技術の進展や発電効率と排熱の効率的利用技術の向上と相まって、環境面でメリットのある分散型エネルギーの導入が加速し、電力・熱の効率的な供給体制の樹立にも資することとなろう。

一方、炭素隔離・貯蔵技術の実用化は、化石燃料の環境制約をある程度緩和する。エネルギー供給サイドでは、石炭ガス化技術やフィッシャー・トロプシュ法<sup>12</sup>、あるいは水素利用技術などの石炭利用技術が進展し、石炭に関する環境制約の低下と相まってエネルギー選択の幅が相当程度広まることになり、温暖化への対応は、それが実用化されていない場合よりも円滑に進むことが可能となろう。

### **（3）環境制約は顕在化するか（環境制約顕在化シナリオ）**

ここでは、エネルギー消費量が減少しないまま環境制約が顕在化する可能性とその道筋を探ってみる。

<sup>12</sup> 天然ガスや石炭あるいはバイオ原料を活用して得られた合成ガス（水素と一酸化炭素を含有）から炭化水素と水を製造する反応。これにより GTL 等の合成炭化水素ベースの燃料を得ることができる。

## **（顕在化しない環境制約と増大するエネルギー消費）**

世界のエネルギー消費の増大は経済成長と極めて密接に関連している。我が国においても経済成長とエネルギー消費との相関関係は高い。これまでの家庭部門や旅客部門のエネルギー消費量の増大にかんがみると、国民の環境意識は必ずしも高まらない可能性もある。仮に高まったとしても国民が潜在的に有する環境意識の顕在化が上手くいかない場合、あるいは技術開発が進展せず、コスト低減が進まず、所得の低下や経済の低迷によりインフラや機器の入れ替えも進展しない場合が考えられる。

実際、地球温暖化の影響は IPCC 第三次報告書においても相当な幅があることから分かるように、国民生活に支障を来すような深刻な環境悪化は直ちには生じず、地球環境問題についての実感も高まらない可能性がある。また、中東情勢の不安定化が局地的なものにとどまり、非在来型石油資源の市場投入や中東以外の資源国におけるエネルギー開発投資の進展、OPEC 諸国の足並みの乱れ等により、エネルギー価格が低迷して推移する場合には、国民や産業の環境意識・省エネ意識は薄らぐが、一方で、ライフスタイルの 24 時間化や富裕層におけるロボットなど新たなエネルギー消費機器の導入によりエネルギー消費量が高い水準で推移する可能性がある。

その場合、我が国のエネルギー消費量は増大し続けることとなる。

## **（強制的措置等と国民経済への影響）**

上記のような局面において、仮に地球温暖化問題が何らかの事情で急激に現実化、深刻化した場合には、地球環境問題への対応の必要性が強く認識されるに至り、国際的には、これに対応するためにより強固な枠組みが活用され、国内的には政府による強い規制といったエネルギー消費に対するディスインセンティブ効果を有する措置等の導入が不可避となる可能性がある。

このような変化が、仮に性急に国民経済的なコスト等を顧みずに行われる場合には、国民生活上の不便や産業活動のコスト増を招き、経済は縮小均衡に向かう。エネルギー需給構造を大きく変革する程度の規制等が導入される場合には、生産拠点の海外移転が起きるだけでなく、機器製品の国際競争力の低下により、代替輸入品が増大し、国内の産業活動が縮小することになる。

## **（エネルギー需要の急激な減少と高コストの省エネ新エネの進展）**

所要の規制等が導入されるまでの過程は、環境制約の深刻化が認識されず、エネルギー価格が低迷して推移することから、最終エネルギー消費は自然体を上回るペースで増大することとなる。その後、仮に強い規制等が導入さ

れる場合には、「屈折」的に需要が抑制されることとなる。

強い規制等の導入後、インフラ整備や技術開発・導入、機器の入れ替え等にはそれなりに時間を要することから、エネルギー利用の効率化を通じてではなく、鉱工業生産指数の低下や床面積の減少、国民の効用の低下、ひいては日本経済全体が縮小していくことによってエネルギー需要は減少する。

規制の導入等に伴って、省エネ機器の普及や再生可能エネルギーの導入は大きく進展するであろう。しかしながら、技術開発の進展が十分でない段階で規制を原動力として導入推進を図ることは、相当高いコストと時間を要するものとなる可能性がある。

### **（エネルギー供給構造の高コスト化）**

十分な準備期間を置くことなく、政府が急激にエネルギー供給構造を転換する必要に迫られることから、エネルギーインフラの整備や天然ガス等 CO2 原単位の低いエネルギーへの急激な転換のため、高いコストを伴うこととなる。国内エネルギー価格は全体として上昇し、その分経済活動には悪影響が生ずる。

原子力の新設については、意思決定から運転開始まで長期間かかるため、状況が急変する場面では十分な代替策とはならない。

石炭の利用に関しては環境負荷が大きいため、クリーン・コール・テクノロジー（CCT）等の技術が実用化されていなければ新設は凍結され、稼働率は急速に低下することになる。

一方で、環境負荷が相対的に小さな天然ガスの需要が高まり、天然ガスシフトが進展すると考えられるが、天然ガス需要が国際的に急激に増大すれば、供給が短期的に追いつかない結果を招き、天然ガス価格（LNG 価格を含む）は相対的に石油価格を大きく上回る可能性がある。

省エネルギーや新エネルギーのため、高コストの機器・システムを導入することになるため、公的支援の面でも相当程度のコスト負担が必要になる可能性がある。

### **（外生的ショックを乗り越える可能性）**

規制等の導入に伴う経済社会政治的ショックを乗り越えるためには、やはりイノベーションが鍵となる。石油危機後に採用されたサンシャイン計画と類似の公的研究プロジェクトが必要となることもあり得る。高コスト構造から脱却するためにイノベーションに対する民間の主体的な投資が行われ、様々な技術開発やシステム開発、工夫がなされることが必要になる。イノ

ベーションの好循環が上手くいけば新たな成長過程に入る可能性があるが、時間的余裕がないため、官民を挙げた努力によっても十分に対応できない可能性がある。

#### **(4)資源をめぐる国際的緊張が生ずることはあるか(危機シナリオ)**

エネルギーの安定供給に関するリスクとしては、戦争や軍事紛争、テロなどの海外からのエネルギー輸入に関するリスクと、国内エネルギー施設でのシステム障害や事故、テロなどの攻撃、地震などの天災や政治的社会的要因による稼働停止などの国内リスクが存在する。ここでは、何らかの要因により国際的な政治的不安定・緊張が生じ、それが長期にわたることにより、我が国のエネルギー需給構造に一定のショックが与えられる可能性を探ってみる。なお、国内のエネルギー供給・利用システムに潜むリスクについても不断の検証が必要である点について留意すべきである<sup>13</sup>。

#### **(変化を続けるリスクに関する認識)**

天然ガスについては、中東以外のアジア、豪州にも広く分散していること、石炭については中東にはほとんどなく、むしろアジア太平洋、旧ソ連、北米等に幅広く分散していること、ウランを原料とする原子力発電は、国際情勢の変化による影響を受けることが少なく国際的な安定供給性には相対的に優れている<sup>14</sup>ことから、これらのエネルギーについては、供給等にかかる深刻な危機が生ずる可能性は石油より低いと一般的には考えられている<sup>15</sup>。

一方、石油について見ると、1970年代は禁輸やマーケットパワーを利用した産油国の行動<sup>16</sup>は最も深刻なリスクとして認識されていたが、80年以降、

---

<sup>13</sup> 例えば、国内の原子力防災については緊急事態発生の場合に対応体制等を定める原子力災害対策特別措置法が制定されており、また、原子力防護体制については、警察や海上保安庁による24時間体制での警備等が実施されている等現時点でも様々な対応が図られているが、北米北東部の大規模停電などにも見られるようにリスクは様々な場面に存在しており、今後引き続き国内リスクの所在を探りつつ然るべき対応を検討していく必要がある。

<sup>14</sup> 燃料のエネルギー密度が高く備蓄が容易、燃料を一度装填すると1年程度は交換不要、ウラン資源は政情の安定した国々に分散、使用済燃料を再処理することができれば資源燃料として再利用可能などの理由による。

<sup>15</sup> なお、天然ガスを始めとする石油以外の一次エネルギー資源についても、供給国の政情等にかんがみ、そのリスクを改めて検討していく必要がある。

<sup>16</sup> 80年代前半までは生産・輸出・価格が産油国の政治的意図やOPECのカルテル的な行動によって左右され、一般に石油はいわゆる「戦略商品」と見なされてきた。

市場環境の変化<sup>17</sup>によってこれらは後退し、1990年代には深刻なリスクは緊急事態、あるいは偶発的なもののみという議論が主流となった。それに伴い、石油の物理的不足はほとんど問題とならず<sup>18</sup>、石油は一般商品（コモディティ）化したとの見方が支配的になってきた<sup>19</sup>。

しかしながら、21世紀に入り、再び国際石油供給システムに伴う構造的なリスク要因に関する関心が高まりつつある。

中国を始めとする世界のエネルギー需要の急激な増大、中東依存度の再上昇、環境規制の強化や市場自由化の下でのエネルギー選択の偏りや投資の不足などもリスクの増大に寄与する要因であり、こういった構造的な問題を抱えるなかで、1990年代に言われていたように国際的な市場の整備と備蓄の維持に取り組んでおけばエネルギー安定供給は大きな問題にならないという見解とは異なる認識が次第に出始めている。

### （いかなる地域の国際的緊張が問題となるか）

我が国は一次エネルギーの約半分を石油の輸入に頼っており、中東依存度は既に9割近くに達している。今後とも中東依存度は高水準で推移するとの見方が一般的である。原油は、中東地域からホルムズ海峡を経て、インド洋をわたり、マラッカ海峡のチョークポイント<sup>20</sup>を通り、南シナ海、東シナ海近辺を経て日本に到達する（中東原油シーレーン）。

そこで、このルート上にある中東、インド、東南アジア、中国に関連して、我が国への供給に影響を及ぼすような政治的緊張が生ずるか、生じた場合どのような影響を及ぼすかが問題となる。

うち、インド洋は非常に広く、チョークポイントがないことからインド洋の通行が困難になることはあまり想定し得ないこと、同様に南シナ海から東シナ海にかけても全面的な海上封鎖を行うことは困難であることから、ホルムズ海峡を抱える中東地域と東南アジア地域（マラッカ海峡、スンダ海峡、ロンボク海峡等）を念頭に置いて検討を加えることとする<sup>21</sup>。

<sup>17</sup> 石油危機後の非 OPEC 諸国の生産増大、先進国の省エネ代エネの進展、OPEC の市場シェアの低下、先物及びスポット市場の発達、石油備蓄体制の整備などが進展した。

<sup>18</sup> 第1次、第2次石油危機の際にも物理的不足は実際は発生しなかったと言われる。

<sup>19</sup> 中東依存度はしばしば問題とされてきたが、石油価格の高騰が主要な問題である限り、輸入元がどこであろうと供給支障発生の際には世界市場で同一の高価格による影響を被るという意味で、供給支障と中東依存度は関連性が低いという見解も現れた。

<sup>20</sup> 一部はロンボク海峡やスンダ海峡を経由するが、スンダ海峡は浅く潮流が悪いこと、ロンボク海峡はマラッカ海峡から迂回した場合約3日、3,000kmの遠回りとなること等からその通行船舶量はマラッカ海峡と比較すると格段に少ない（約1/10という説もある）。

<sup>21</sup> なお、我が国経済のアジア太平洋諸国との相互依存度の深まりを考えると、我が国のエネルギー安全保障はアジアの周辺諸国のエネルギー安全保障と密接な関連を有しており、核開発の疑惑がもたれている北朝鮮や、台湾の兩岸関係、南沙諸島の領有問題等の政治的な問題のみならず、アジア諸国の様々な経済社会的状況が我

## （いかなる脅威が問題となるか）

冷戦時代は大国の対立により大量破壊兵器（核・生物・化学兵器）や弾道ミサイルなどが用いられることが懸念されていたが、今日はこういった大量破壊兵器の移転拡散の危険性が拡大し、さらに、従来の国家ばかりでなく、テロ組織などの特定が困難な非国家主体が脅威の主体となっている。

また、従来の軍事的対立などの問題だけでなく、海賊行為や麻薬密輸などの不法行動等も国際的な脅威となっている。特に国際テロ組織は世界中に拠点を維持しており、その危険性は増大している。そういった中で、情報化や経済活動の国際化に伴い、経済活動などの相互依存は進化・複雑化し、国家が問題を察知し適切に対応することが困難になってきている。

エネルギー供給上の安全保障問題においても、かつてのような大国間の争いだけではなく、非国家組織や民間組織が、兵器以外の様々なツールを用いて安全を脅かす場合を想定<sup>22</sup>しておくことに十分留意する必要がある。

## （中東におけるリスク要因）

まず中東情勢について見ると、中東地域は様々な民族と多様な宗教が存在し、ヨーロッパとアジア、アフリカの結節点にあって、文化的にも東西の融合地点としての役割を果たしてきており、長い歴史の間に様々な政治的社会的緊張を経験してきた。

例えば、イスラエル・パレスチナ問題は、国際社会と関係者による種々の努力にもかかわらず、容易に解決する様相を見せておらず、アラブ・イスラム社会・民衆の歴史に根ざした反発が継続する要因となっている<sup>23</sup>。

中東産油国においては、近年の高油価も追い風となって、エネルギー・プロジェクト、経済開発プロジェクトが進み、新興のビジネスの成長などが見られる一方で、人口急増、若者の失業問題などが深刻化<sup>24</sup>している。最近のサウジアラビアのテロ<sup>25</sup>に象徴されるように、政治・社会・経済の矛盾が暴

---

が国エネルギー安全保障に大きな影響を与える点に留意する必要がある。

<sup>22</sup> 特に船舶を標的としたテロの可能性は高まっており、例えばイエメンにおいては2000年10月に米駆逐艦に対する爆弾テロが、2002年10月には仏石油タンカーに対する爆弾テロ事件が生じている。

<sup>23</sup> 最近の中東和平をみると、2000年9月の衝突発生以来、数千人を超える死者が発生、国連の安保理による働きかけや米国の介入も効を奏していない。

<sup>24</sup> 人口増加率は3%を越え、国民の過半数は15歳以下と言われている中で、職が十分に追いつかず失業率は10%以上（APS News Serviceによれば95年末で14%）、若年労働者は4人に1人が失業状態と言われる。若年者の失業増大は犯罪発生件数の増加にもつながり、犯罪発生総件数は72,512件（前年比10%増。サウジ企画省中央統計局発表）となっている。

<sup>25</sup> サウジアラビア国内においては1996年の米軍施設爆破テロ以降、大規模なテロ事件は見られなかったが、2003年5月に、リヤドにおいて主に外国人が居住する3カ所のコンパウンドに対する自爆テロが発生、その

力的な形で顕在化する事例も発生している。テロ等に対して厳しく対処しつつ、社会システムや教育制度などを改革していくことが、今後の社会的安定、ひいては体制の安定を左右しかねない喫緊の課題となっている。

一般に、中東情勢の悪化がエネルギー安全保障を脅かした過去の危機としては、第四次中東戦争とアラブの禁輸（第一次石油危機）、イラン革命、イラン・イラク戦争（第二次石油危機）、イラクのクウェート侵攻（湾岸危機）あるいは最近のイラクにおける戦闘などが挙げられるが、その際には、サウジアラビアを始め、供給余力のある産油国がスイングプロデューサーとしての機能を発揮した。今後、中東情勢の悪化がエネルギー需給構造にいかなる影響を及ぼすか、スイングプロデューサーとしての機能が維持されるかどうか重要になる。

### （中東のスイングプロデューサー機能が発揮されない場合）

仮に何らかの理由により中東地域のスイングプロデューサー機能が発揮されないような事態が生じた場合、石油価格が大幅に高騰することになり、物理的な供給不足が一時的に生ずることになる。今後世界の石油供給の中東諸国への依存度が上昇していくことからその影響は次第に大きくなっていく。

供給支障が生じた場合、数ヶ月程度でスイングプロデューサー機能が回復する場合には我が国は備蓄で対応<sup>26</sup>することができるが、それが更に長期化する場合には中東以外からの原油の手当が必要となってくる可能性がある。その際に、メキシコ等の中南米、あるいはアルジェリア等のアフリカ諸国は増産することになるが、前者は北米市場、後者は欧州市場に向かう可能性が高く、我が国にどれだけ供給されるかは不明である。

世界第二位の原油埋蔵量<sup>27</sup>を有するロシアがアジア地域の需要に対応できるかは、その時点でどれだけの新規油田が開発されているか、それらの新規プロジェクトにロシアが投資を誘致できるか、パイプラインなどアジア向けの輸出能力がどこまで整備されているか等に依存することになる。

原油価格の高騰と供給不足に応じて、膨大な埋蔵量がある非在来型石油（カナダのオイルサンド等）が市場に投入されることとなると考えられるが、非

---

後、リヤド及び近郊ではテロ組織と治安当局の銃撃戦が頻発するようになり、2004年4月には警察ビルに対する自爆テロも発生した。さらに、5月には、西部メディナ州ヤンブーにおいて米国系石油関連企業を、東部州アル・コバルにおいて外資系石油企業及びコンパウンドをねらった襲撃等のテロ事件が発生し、テロが地域的に拡大する傾向が見られる。

<sup>26</sup> 我が国の石油備蓄量は、2004年12月末現在で、171日分（民間81日、国91日、四捨五入のため内数と計は一致しない。）あるが、これは前年輸入量をベースとしたものであり、全面供給途絶ではなく、例えば供給不足が輸入量の1/3である場合にはここに挙げられた期間の3倍程度の期間石油の不足を補うことが可能である点に注意。

<sup>27</sup> 約1,400億バレルで世界全体の埋蔵量の14%相当を有する。

在来型石油へのインフラ整備や製油所の対応能力がその時点でどれだけ確保されているかが問題であり、アジアについては、すぐには非在来型石油の市場への投入は進まない可能性がある。

中東諸国、あるいはOPECの政策的意思決定として、原油の生産・供給が制約され、中東のスイングプロデューサー機能が停止する場合であっても、原油生産・輸送・積み出し等の関連施設が維持され、国家体制が維持されている限り、資金獲得目的の原油輸出は何らかの形で復活する可能性が高い。逆に、テロの広範囲による攻撃等によって原油関連施設そのものが操業不能に陥り、それがスイングプロデューサー機能の低下につながった場合は、事態が長期間に及ぶ可能性があり、その場合は、物理的に供給不足が生ずる怖れがある。

### （マラッカ海峡封鎖と船舶攻撃に関するリスク）

次に、東南アジア、特にマラッカ海峡に注目してみる。マラッカ海峡は全長800km、最狭幅2.4km<sup>28</sup>で水深も非常に浅く、海流も早い海の難所という典型的なチョークポイントであり、日本の原油消費量の80%、世界の船舶の1/3が通過すると言われている。仮に1隻のタンカーが座礁すれば他のタンカーはすれ違いもできない状況にある。このようなマラッカ海峡の迂回ルートとしてはスダまたはロンボク海峡<sup>29</sup>があるが、迂回に伴う日数は3～5日かかると言われる。スダ・ロンボク両海峡が、一日あたり石油だけでも1千万バレルと言われるマラッカ海峡の通行量を円滑に代替できるだけの通行能力があるかは定かではない。

スダ・ロンボク両海峡も閉鎖される場合<sup>30</sup>には豪州南ルートに迂回することになり、航行日数とコストは大幅に増大するであろう。もっとも、迂回日数の増大に対応するだけの備蓄を備えていれば、物理的な供給については問題とならない。運賃分のコスト増が日本経済に及ぼす影響はさほど大きくないが、リスクプレミアムが積み増されることとなり、価格は大幅に高騰するおそれがある。豪州南ルートにも支障が出た場合には、原油や天然ガスの物理的供給支障が生ずることになるが、そのような事態はあまり想定し得ない。

<sup>28</sup> マラッカ海峡に通ずるシンガポール海峡は最狭幅500mしかない。

<sup>29</sup> 両海峡については混雑率テストがなされていないほか、最新型の航行支援システムも整備されていない点に留意する必要がある。

<sup>30</sup> 例えば、東南アジア近辺においては、ジュマイスラミーヤ（JI）、マレーシア・ムジャヒディン組織（KMM）、モロ・イスラム解放戦線（MILF）、アブ・サヤフ・グループ（ASG）、インドネシア・ムジャヒディン協議会（MMI）など多数のテロ組織がネットワーク関係にあり同時に幅広い地域においてテロが起きる可能性は排除できない。また、世界的なテロ・ネットワークであるアル・カイダは世界各地のイスラム過激派組織等に資金提供を行っており、東南アジアのテロ組織であるJI、MILF、ASGとも連携をしている。

この地域においては、南沙諸島などの領有権をめぐる対立や少数民族問題、分離独立運動、イスラム過激派などの存在が不安定要素として存在している他、船舶の安全航行を妨害する海賊行為も発生している。なかでも海賊問題は深刻で、2002年に3,705件と事件は増加傾向にあり、日本船舶も165件が被害に遭っている。

### （供給不足、原油暴騰によって相当な打撃を受ける日本経済）

中東地域のスイングプロデューサー機能喪失やマラッカ海峡封鎖等により、我が国にどう影響が及ぼされるかは、その期間と価格高騰の程度、各国の備蓄体制とIEAを中心とする国際協調体制がどう機能するかに依存する。

国際協調体制について見ると、現在のIEAの緊急時融通スキームにおいては、IEA加盟国全体で基準期間最終消費の一日当たりの平均消費量の7%以上の石油供給の削減を受ける場合又は受けるものと予想する理由がある場合で、かつ理事会が決議した場合に発動されることとなっており、備蓄の取り崩しは、12%以上の石油供給の削減がある場合であって所要の要件を満たす場合<sup>31</sup>とされている。アジア地域だけの緊急事態においては、この要件に該当するかが問題となる。

半年程度の供給不足が続く場合、我が国は備蓄による対応が考えられるが、中国を始めとする大消費国において備えがなされていない場合、それらの国々における経済的な打撃は大きく、日本経済にも深刻な影響を及ぼす可能性がある。

仮に、中東のスイングプロデューサー機能が低下したり、あるいは原油の相当量が東南アジアを通行することができなくなる場合には、価格高騰の程度は35ドル/バレル程度では止まらなくなる可能性を十分考慮すべき<sup>32</sup>である。物理的供給不足が実際に生じなかったとされる第二次石油危機においても、当時の約38ドル/バレル(WTIスポット価格・名目・年平均)は、2004年11月時点の実質価格で約106ドル/バレルであった<sup>33</sup>。実際の物理的供給不足が生ずる場合には、投機的な購入も相まって、これを更に上回る高騰となることも想定しておく必要がある。

我が国の産業はエネルギー効率が高く多少の価格高騰では大きな影響を受けず、むしろ省エネ性能が優れた機器の輸出やプラント協力などの案件が増大し、相対的に我が国産業の発展につながる可能性すらある。しかしながら、

<sup>31</sup> なお、最近の原油の需給状況はこの要件を満たしていない。

<sup>32</sup> 原油価格は産油国の供給余力、消費動向、季節、供給問題の生じた地域等様々な要因によって影響を受けることから、一概にどの程度高騰するかは見通しを立てることは困難である。

<sup>33</sup> 米国CPIにより実質価格へ換算

第二次石油危機並のインパクトが我が国にもたらされる場合には、我が国の経常収支の悪化だけでなく、諸外国の経済の縮小も相まって我が国経済に深刻な打撃が生ずる可能性を否定できない。

なお、最近の原油価格は相当高い水準にあるが、物理的な供給不足の状態にはなく、未だ市場システムの機能の範囲内に止まっていることに留意すべきである。

### **（国内のエネルギー需給構造への影響）**

エネルギー需給構造への影響もエネルギー供給問題の継続する期間と価格高騰の程度による。原油の供給途絶が生じた場合、あるいは相当程度の価格上昇が生じた場合であっても、現在の電源構成を前提とする限り、電力供給がただちに滞るということはあまり考えられない。もっとも、東南アジアにおける広範囲な船舶攻撃が天然ガスの供給にも影響を及ぼすような事態に至った場合は、電力供給についても影響がでる可能性がある。一方、石油に依存する輸送部門への影響が大きい。

長期間にわたり石油供給が不安定になり、価格が高騰する場合には、天然ガスや石炭の導入、原子力施設の建設の促進などが進み、再生可能エネルギーへの投資も行われることになる。また、バイオマス由来燃料等既存のエネルギー源以外の代替エネルギーの模索は真剣に検討され、例えばバイオマスエタノールの導入などが進む可能性がある。<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> なお、危機が長期化し、省エネが進展する場合には、環境負荷の低減に資する可能性があることについても留意する必要がある。

## 第2章 長期エネルギー需給見通し

### 第1節 2030年エネルギー需給見通し

#### ポイント

##### エネルギー需要は低減

- ・ エネルギー需要は、自然体で2030年に向けて、人口・経済・社会構造の変化を踏まえて、構造的に伸びは鈍化し、2021年度には頭打ちとなり減少に転じる。

(注)人口減少は世帯数の減少、旅客需要の減少、学校等の床面積の減少等を通じてエネルギー消費を減少させる大きな要因。また、産業構造の高度化や経済の成熟化はいずれもエネルギー消費量の減少に作用する。

- ・ 部門別に見ると、産業部門は横這い、貨物部門は漸減で推移。家庭部門、業務部門、旅客部門は、活動水準（世帯数、床面積、交通需要）の増加に伴い、引き続き増加するが、長期的には、省エネ機器・技術の浸透と活動水準の伸び率の鈍化の相乗効果により減少に転じる。
- ・ 省エネ技術の実用化・普及による省エネポテンシャルは極めて大きい。新技術やヒートポンプの導入などが進展すれば、エネルギー需要は合わせて5千万kl程度減少する。
- ・ 経済成長率が高成長であっても、需要は2030年までには頭打ちとなる。高成長と低成長では、需要量で10%以上（6千万kl程度）の差が生じる。

##### エネルギー供給構造は緩やかに変化

- ・ 分散型電源は、総発電電力量の約2割程度まで拡大する可能性がある。
- ・ 天然ガスは、分散型電源の普及によって需要が拡大する。他方、系統電力需要の低下は天然ガス火力発電の減少をもたらすが、一次エネルギー供給ベースでは、シェアは現在よりも増加する見通し。
- ・ 原子力は、ベースロードに対応した電源として引き続き安定的なシェアが維持される。
- ・ 石油はシェアが減少するが、依然として約4割程度を占める重要なエネルギー源。石炭は横這いで推移。新エネの導入が進展すれば、一次供給ベースで再生可能エネルギー・新エネルギーは約10%に達成する

可能性もある。

**技術の活用によって「経済と環境の両立」を実現できる可能性がある**

- ・ エネルギー技術が進展・普及すれば、これによる省エネポテンシャルは極めて大きいことから、経済成長が比較的高めで推移した場合であっても、CO2 排出量は 1990 年レベルを下回る可能性がある（エネルギー技術の進展・普及が「経済と環境の両立」のためのキーファクター）

## 1. 2030年見通しの基本的考え方

### (1) 長期見通しの特徴と感応度分析の必要性

エネルギー需給構造は国内外の経済社会動向や技術開発の進展度合い等様々な要因によって大きく変化するものであり、特に2030年という長期を考察する場合、前提条件が大きく変わる可能性がある。このため、第1章において自然体での2030年の国際経済社会や我が国の姿を見通しつつ、「複数の将来像とその道筋」の可能性について探ってみたところである。

ここでは、それらを踏まえ、現状趨勢シナリオを念頭に、比較対象基準としてのレファレンスケースを描くとともに、環境意識と技術進展シナリオを念頭に、エネルギー技術進展ケースを、危機シナリオや経済社会構造の変化の可能性を念頭に外的マクロ要因が変化するケースを設定、併せて不確定要素の存在する原子力について複数のケースを設定し、感応度分析(センシティブティ・アナリシス)を行うこととする。

なお、感応度分析は、1つの外生変数を変化した場合の試算結果の変化度合いを図るものであり、本試算においても、要因と結果の対応やインプリケーションをはっきりさせるため、変化させるファクター以外の変数は原則として「レファレンスケース」の値で固定している。したがって、感応度分析の結果が直ちに将来の我が国のエネルギー需給を指し示すものではないことに留意する必要がある。

**エネルギー技術進展**

**原子力**

**外的マクロ要因**

(注) 試算に当たっては、子細な需給構造の変化を追うよりはむしろ、ダイナミックな需給構造変化の明確化に重点を置いた。したがって、需給の水準については幅を持って見る必要がある。

## **(2) ケース設定と考え方**

### **レファレンスケース**

各種ケーススタディを実施する際の比較基準となるケース。

本ケースは、現行の技術体系と既に実施済の施策を前提とした上で、経済社会や人口構造、マーケットや需要家の嗜好、民間ベースの取組が、今後とも、これまでの趨勢的变化で推移した場合を想定して試算を行った。

### **エネルギー技術進展ケース**

レファレンスケースよりも省エネルギー・新エネルギー等が大きく進展し、そのポテンシャルが最大限に発揮されるケース。

エネルギー分野での新たな技術やビジネスモデルの動向は、エネルギー利用効率の大幅な向上を可能とすることで、エネルギーの自給率向上や CO2 排出量の低減、安定供給の確保や地球温暖化防止の達成等に対して極めて大きな影響を与える。

他方、技術開発が成功するか、あるいは、新技術やビジネスモデルが如何なる程度まで実用化され、かつ、如何なる程度まで需要家に受け入れられ、普及浸透するかは不確定要因が大きい。

本ケースでは、省エネルギーや新エネルギーに関連して、こうした効果が最大限発揮された場合のいわば「ポテンシャル」を見通すこととした。

#### **【実施したケース分析】**

- 省エネルギー進展ケース  
(省エネルギー機器、新技術、ヒートポンプや分散型エネルギーが進展)
- 新エネルギー進展ケース  
(2030年に再生可能・新エネルギーのシェアが約10%に)

### **原子力ケース**

レファレンスケースとの比較において原子力の導入量が増減するケース。

原子力エネルギーの導入量は電力需給構造や我が国のエネルギー自給率、CO2 排出量等に大きな影響を与える。

他方、原子力発電所の立地及び運用は、国民・立地地域の住民の理解と協力を大前提に進められるものであり、事業者にとって長期にわたる準備期間と多額の投資を要するものである。また、電力需要量や負荷パターン等にも左右されることから、不確定な要素も存在する。

したがって、将来における原子力によるエネルギー供給量について、複数のケースを想定する。

### 【実施したケース分析】

- 原子力 High & Low ケース（今後 16 基新設 vs 7 基新設）

### 外的マクロ要因ケース

経済成長率や国際エネルギー価格などのマクロ要因の動向は、我が国のエネルギー需給構造に大きな影響を及ぼしうるが、これらは、国際政治経済情勢や国内マクロ経済運営など各種ファクターが複雑に絡み合った結果として現れるものであり、その予見は非常に困難である。

したがって、これらマクロ要因動向による不確実性に対しては、いくつかのケースを想定する。

### 【実施したケース分析】

- 経済成長 High & Low ケース（2030 年で年率 1.6% vs 0.4%）
- 原油価格 High & Low ケース（\$35/b vs \$15/b）

### 留意点（その他想定されるケースと試算上の留意点）

将来見通しにおいては、本来検討すべきケースであっても、モデルの制約上、困難であったり、必ずしもモデルによる試算が適切でない場合があり得る。ここではこれらについて、モデルによる試算とは切り離して、各々について、将来の可能性を定量的に提示する。

## 2. 各ケースの設定と試算結果

### (1) レファレンスケース（比較基準となるケース）

#### ケースの考え方と設定概要

現行の技術体系と既に実施済の施策を前提とした上で、経済社会や人口構造、マーケットや需要家の嗜好、民間ベースの取組が、今後ともこれまでの趨勢的变化で推移した場合の見通し。

設定の概要は、以下のとおり。

#### 《主な前提条件とマクロフレーム》

- ・ 労働力人口など供給側の制約を参考に、今後の経済成長率、最終需要項目を推計し、将来の産業構造の変化を予測。
- ・ 経済成長率は、年率1%台で漸減。産業構造は、これまでの趨勢的な変化を想定するとともに、経済のサービス化と高付加価値化を見込む。
- ・ 社会構造の変化については、これまでの趨勢から将来が予測できるものに限定して、試算に反映。
- ・ 国際エネルギー価格については、代表的な見方を前提として設定。

#### 《需要サイド》

- ・ 省エネルギー対策の効果については、既に実施済みの施策のみを前提とし、今後は、マーケットや需要家の嗜好、民間ベースの取組によって、自律的に普及していくものと想定。

#### 《供給サイド》

- ・ 原子力は、2010年度から2030年度までの新規運開容量は、当該期間の電力需要増分に比例すると想定。
- ・ 新エネルギーは、固めに見積もり、2010年度で約900万kl、2030年度で約1,900万klと想定。
- ・ 上記以外のエネルギー供給については、エネルギーモデルによって経済合理的に決定されるものとして試算。

## 見通しに当たっての各種設定

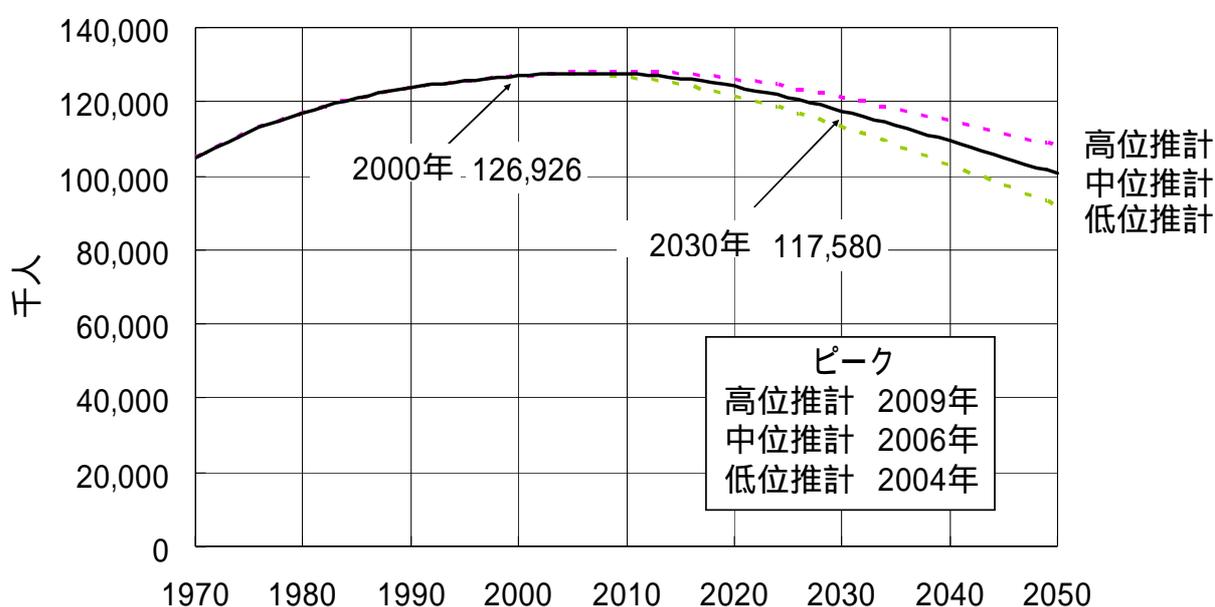
### ・主な前提条件

#### 《人口構造》

人口、高齢者人口比率は、国立社会保障人口問題研究所の「中位推計」(2002年1月)を用いた。

人口は、2006年にピーク(1億2,774万人)に達した後、減少に転じ、2030年度には1980年頃の水準まで低下する。

#### 【人口の推移】



#### 【人口構造】

年度	1990	2000	2010	2020	2030
人口(千人)	123,311	126,926	127,473	124,107	117,580
高齢者人口比率(%)	12.1	17.3	22.5	27.8	29.6

#### 《為替水準》

為替水準は、過去5年程度の実績を踏まえ、今後120円/\$で推移する。

## 《国際エネルギー価格》

国際的なエネルギー価格については、IEA、米国エネルギー省の見通しを参考に、以下のとおり代表的な見方を前提としておいた。

原油価格は、2010年度までは緩やかに推移するが、それ以降は徐々に上昇に転じ、2030年度には\$29/バレルまで上昇（実質価格）。

LNG価格は原油価格に連動するが、足下の動向を踏まえ、原油に対する相対価格は低下。

石炭価格は、近年の実績を踏まえ、引き続き原油価格より低めで推移。

### 【国際エネルギー価格の設定】

年度	2000	2010	2020	2030
原油価格（\$/b、実質）	28	21	25	29
LNG（\$/t、実質）	252	179	202	208
一般炭（\$/t、実質）	35	39	41	44

（注）2000年米ドル換算。なお、米ドルの実効為替レートは2002年頃から低下しているが、2000～2002年にかけては上昇局面にあり、現在の実効為替レートは2000年のレートとさほど差はない点に留意。

## . マクロフレーム

### 《経済成長率》

短期的（2010年度頃まで）には、1.2%程度で推移。

中長期的（2030年度まで）には、供給サイドが経済規模を決定するとの考え方に立ち、労働、資本などの生産要素と技術進歩の見通しから成長率を決定。具体的には、労働力人口の減少と、技術進歩（全要素生産性が年率1%程度増）を想定、経済成長率は年率1%台で推移しつつも伸び率は漸減。

	2010/2003	2020/2010	2030/2020
実質 GDP 成長率（%）	2.0%	1.7%	1.2%

<sup>1</sup> 「構造改革と経済財政の中期展望」（2004年1月19日閣議決定）では同様の見通しが示されている。なお、平成17年1月に示された同展望においては、国民経済計算における実質化手法が変更（固定基準年方式から連鎖方式）された結果、見通しが若干低くなっている。

具体的には、以下のとおり設定した。

## 1. 基本的考え方

- ・中長期的には、供給サイドが経済規模を決定するという考え方に立ち、本試算では、労働、資本といった生産要素と技術進歩の見通しから成長率を決定。
- ・また、消費・投資等の各需要項目についても内生的に解き、これら需要の伸びが資本蓄積や稼働率の上昇を通じて成長率に寄与。

## 2. 経済成長を決定する要因の設定

### 【労働力人口】

- ・女性や高齢者の社会進出に下支えされつつも、1997年度(6,793万人)をピークに2030年に向けて労働力人口は減少する。
- ・なお、失業率については足下より若干改善し、4%程度で推移する。

年度	1990	2000	2010	2020	2030
労働力人口(万人)	6,414	6,772	6,709	6,431	6,082

### 【経済全体の生産性】

- ・レファレンスケースでは、技術進歩や人的資本の向上等により、経済全体の生産性(全要素生産性：TFP (Total Factor Productivity)) が、年率1%程度で伸びる。
- ・これは、平成15年版「経済財政白書」の試算「経済活性化ケース&現状維持ケース」で想定されたTFP伸び年率1.4%程度と0.8%程度の間程度程度の値である。
- ・また、こうしたTFP下において見込まれる労働生産性の伸び率は、過去の景気循環である1980~2000年における年率1.8%とほぼ同レベルとなる。

## 《最終需要項目》

今後の経済は、個人消費、民間設備投資によって支えられる民需主導型の成長を遂げることが見込まれる。一方、財政再建の必要性から公的部門の支出は抑制される。

コンポーネント	変化の方向性	関連指標(レファレンスケース)
消費	サービス需要の増大、余暇の増大、高齢化の進展等に伴う消費性向の上昇に支えられ、個人消費が経済を牽引する。	【消費性向】 約90%(2000) 約100%(2030)
投資	【設備投資】 IT関連投資の増加、労働力減少に対応するための省力化投資により、堅調に推移。 【住宅投資】 世帯数の減少や集合住宅の増加等により、長期的には頭打ちの傾向。	【資本係数(資本ストックの対GDP比)】 1.2(2000) 1.7(2030)。 【世帯数】 約50百万世帯(2010) 約49百万世帯(2030) (2015年度をピークに減少に転じる) 【戸建比率(ストックベース)】 61%(2000) 54%(2030)
貿易	世界経済は堅調に成長。特にアジア経済が需要・供給両面で台頭し、我が国と輸出・輸入両面で経済的相互依存が深まる。この結果、80年代、90年代ほどの伸びには達しないものの、引き続き輸出・輸入ともに増加する。	【輸出の伸び率(年率)】 4.3%(1990年代) 2.3%(2020年代) 【輸入の伸び率(年率)】 3.8%(1990年代) 2.7%(2020年代) 【経常収支】 1,094億ドル(2000) 727億ドル(2030)
公的部門	財政再建の必要性から公的部門の支出は抑制され、2010年以降は公的支出全体で欧米先進国並の水準へ。	【対名目GDP比公的部門支出の比率】 23%(2000) 20%以下(2030年代) 【プライマリーバランス】 2010年代初頭に黒字化

## 《経済活動指標》

産業部門の活動指標である鉱工業生産指数は2030年に向けて堅調に増加するが、エネルギー多消費業種(鉄鋼・化学・窯業土石・紙パルプ)は、それ以外の業種と比較して相対的に低い伸びにとどまる。

年度	1990	2000	2010	2020	2030
鉱工業生産指数(全業種)	101	100	110	123	130

( )数値は2000年=100としたときの指数。

家庭部門の活動水準を示す指標である世帯数は、人口減少を背景に、2015年度にピークを迎え減少に転じる。

年度	1990	2000	2010	2020	2030
世帯数（万世帯）	4,116	4,742	5,108	5,121	4,967

( )2015年度の世帯数は5,142万世帯。

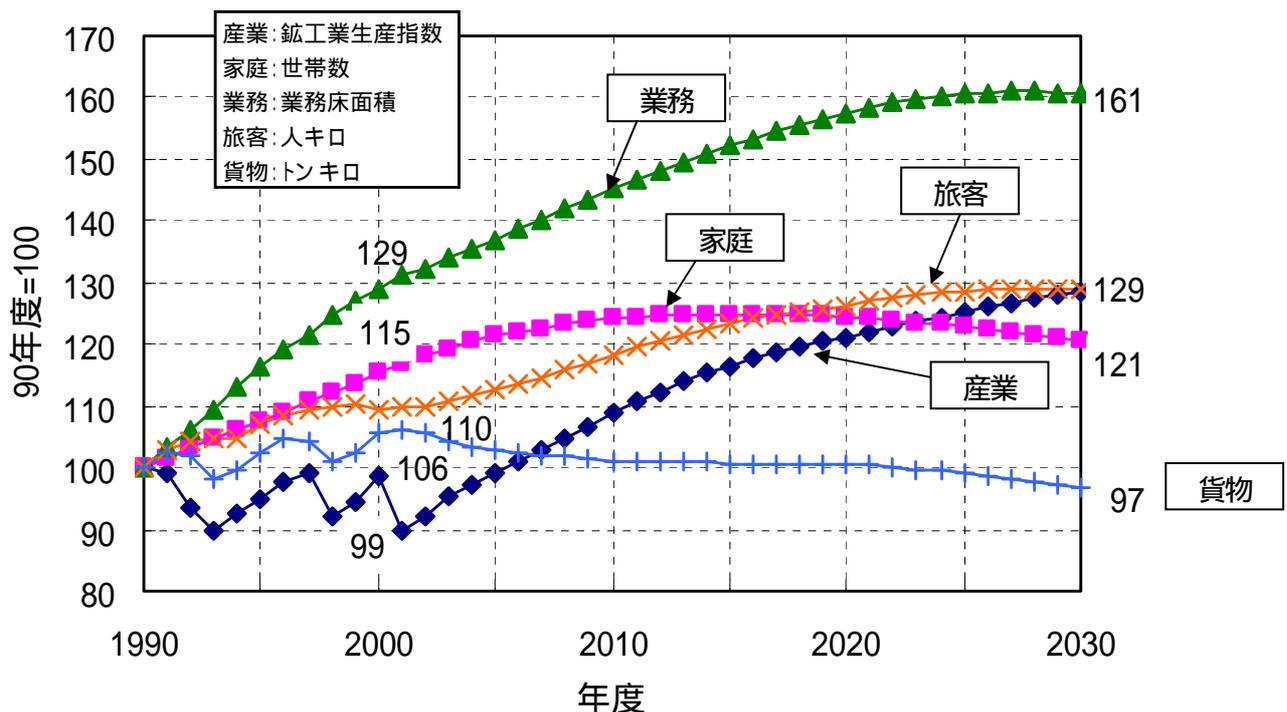
業務部門の活動指標である床面積は、経済のサービス化や高齢化によって増加するものの、学校を始めとして減少に転じる業種も見られることから全体として2020年代後半には減少に転じる。

年度	1990	2000	2010	2020	2030
床面積計（百万㎡）	1,285	1,656	1,865	2,026	2,063

運輸部門の活動指標である輸送需要は、貨物輸送が経済活動の伸びの鈍化や物流の効率化等を背景に減少し、旅客輸送も人口の減少等を背景に2020年代後半には減少に転じる。

年度	1990	2000	2010	2020	2030
旅客輸送需要（10億人-km）	1,296	1,420	1,532	1,638	1,670
貨物輸送需要（10億ト-km）	547	578	553	550	530

【部門別活動指標の推移（指数）】



## ．需要サイド

省エネルギーの取組やエネルギー原単位について、現行の技術体系と既に実施済みの施策を前提とし、経済社会や人口構造、マーケットや需要家の嗜好、民間ベースの取組が、今後ともこれまでの趨勢的变化で推移したと想定した場合に発現しうる効果を織り込んだ。具体的には、以下のとおり。

### 【部門別の設定】

		2010 年度の想定	2030 年度の想定
産業	原単位改善	日本経団連環境自主行動計画の個別団体の目標をエネルギー消費原単位改善で織り込む(電機・電子4団体を除く)	2011 年度以降は原単位一定
	省エネ機器導入	高性能工業炉は、今後、現行対策下での増加傾向が続かないものとして推計。 高性能ボイラーは、最近の導入の加速化傾向が今後は続かないとの前提の上に、将来の導入量を推計。 高性能レーザーは考慮せず。	
民生	機器効率改善 [トップランナー]	効率改善目標を達成	現時点での最高の機器効率水準に収斂
	省エネ性能向上 (住宅・建築物)	省エネ性能が高い住宅・建築物の導入割合等が足元のまま一定で推移するものと想定。	
	省エネ機器導入	高効率給湯器は、現行対策による導入の加速化傾向が今後は続かないものと想定し、新技術導入評価モデルにより導入見込みを推計。待機時消費電力は業界団体の自主的取組の 2003 年度末達成を反映。高効率照明は考慮せず。	
	エネルギー・ マネジメント	BEMS は、現行対策による導入の加速化傾向が今後は続かないものと想定し、新技術導入評価モデルにより導入見込みを推計。(HEMS は考慮せず)	
運輸	燃費改善 [トップランナー]	現行の燃費改善目標を達成 (前倒し達成成分を含む)	現時点での最高の燃費水準に収斂
	カーシェア・ 自動車	直近数年間の増減率で、今後とも推移するものと想定 約 67 万台	同左 約 391 万台
	交通対策	既に進捗した分のみ考慮	

## ・供給サイド

### 《電源構成》

平成 16 年度電力供給計画及び建設進捗状況等を踏まえて、電源構成モデルにより経済合理的に決定されるものとして発電設備構成を試算（但し、非化石エネルギー（原子力、新エネルギー等）については、外生的に設定）

総発電電力量中、分散型電源（モノジェネレーション、コージェネレーション、燃料電池）については、過去の趨勢を踏まえ試算。

### 《原子力》

平成 16 年度電力供給計画、建設進捗状況等に基づき、以下のとおり設定。

#### 新規設備容量

##### （2010 年度まで）

- 原子力開発計画、建設進捗状況等を鑑み、2000 年度から 2010 年度までに、運開済の女川 3 号(82.5 万 kW)、浜岡 5 号(138.0 万 kW)を除き、現在建設工事中の東通 1 号(110.0 万 kW)、志賀 2 号(135.8 万 kW)、泊 3 号(91.2 万 kW)の計 3 基が運開すると想定。

##### （2030 年度まで）

- 2010 年度から 2030 年度までの新規運開容量は、当該期間の電力需要増分に比例すると想定  
更に 6 基程度運開、合計 9 基相当

#### 廃 炉

- 日本原子力発電（株） 敦賀 1 号(35.7 万 kW)の廃炉を考慮に入れ、当該炉の廃炉予定年月は 2010 年度とする。

#### 設備利用率

- 2010 年以降、2030 年まで 85%で一定とした。

#### 【原子力の具体的設定】

万 kW / 利用率 (%)	2000 年度[実績]		2010 年度		2030 年度	
レファレンス [約 9 基運開]	4,492	82%	5,014 [+3 基]	85%	5,798 [+約 6 基]	85%

\* 1 基 136 万 kW として基数換算

（注）原子力発電施設の廃止措置については、原子炉等規制法及び電気事業法により安全性を担保しつつ、電気事業者たる原子炉設置者が経営判断により廃止時期を決定した上で実際の廃止措置を行うこととされており、原子力発電施設の廃止については現段階で量的に見通すことが困難である。したがって、本報告書においては、廃炉については日本原子力発電（株） 敦賀 1 号のみを明示的に考慮するとともに、それ以外の原子力発電施設は最大限活用することとし、プラントの健全性が確保されるとの前提で 2030 年までの運転継続を想定しており、廃炉は考慮していない。なお、アメリカでは、原子力エネルギー法に基づき商業用原子炉には 40 年間の運転免許が与えられ、これは更に 20 年間延長することができるものとされている。また、実際にプラントを何年運転するかについては、技術上の観点や経済的な観点から総合的に判断されることとなると考えられ、今回の想定は 60 年の運転を前提とするものではない。

2030 年までを見通した場合、安全確保を大前提とした原子力発電の負荷追従運転の可能性を排除するもので

はないが、原子力発電は高稼働率下で優れた経済性を示すとともに、燃料供給安定性及び地球温暖化対策に資するという特性を有すること等から、今後とも、原子力発電はベース電源としての運用が適しているものと考えられること、また、2030年までを見通した電源構成においては、原子力発電の負荷追従運転を考慮しなくても想定される電力負荷変動への対応は可能であると考えられるため、今回の想定は原子力発電の負荷追従運転を前提としていない。

## 《新エネルギー、分散型エネルギー》

これまでの趨勢を踏まえて、以下のとおり設定した。

### 新エネルギー

- ・ 現行から新規施策を追加しないケース。太陽熱利用は減少するものの、2010 年度以降、RPS 法が継続され、太陽光発電が増加することにより、新エネルギー全体では、2030 年度までに前回の 2010 年度新エネルギー導入目標量程度(1,902 万 kl)までは導入が進むと想定。

### 分散型エネルギー

- ・ コージェネレーションについては、既に市場化されており、自家発電施設の更新時に一定割合で導入が進んでいることから、今後とも現在の趨勢で普及していくものと想定。また原動機別・燃料別の導入量は、現在までの導入実績から使用燃料の価格競争を考慮して各原動機・各燃料ごとに推計。
- ・ 燃料電池に関しては、これまでほとんど導入の実績がないことをかんがみ、試験的な導入に留まると想定。

### 【新エネルギー及び分散型エネルギーの具体的設定】

	2010 年度	2030 年度
新エネルギー	899 万 kl	1,902 万 kl
天然ガスコージェネレーション (燃料電池によるものを含む)	303 万 kW	626 万 kW
燃料電池(定置用)	4 万 kW	12 万 kW

注：天然ガスコージェネレーションと燃料電池は需要サイドの新エネルギーであるが、ここでは電力供給システムの視点から、供給サイドの一部として取り扱った。

### 《それ以外のエネルギー源》

上記以外のエネルギーについては、原則として、所与のエネルギー需要を満たすよう、経済合理的に決定されるものとして、エネルギー需給モデルによって試算。

## 試算結果

### ・最終エネルギー消費

エネルギー需要は、過去 30 年間堅調に伸び続けてきたが、今後 30 年間では人口・経済・社会構造の変化を踏まえ、伸びは構造的に鈍化し、2021 年度には頭打ちとなり、減少に転ずる。

#### 【ポイント】

##### (人口構造の変化)

- ・ 人口構造の変化は、世帯数の減少(2015 年に頭打ち)、旅客需要の減少、家計支出の減少や労働供給量の減少による成長率低下を通じてエネルギー需要に影響を与える。

##### (経済の成熟化)

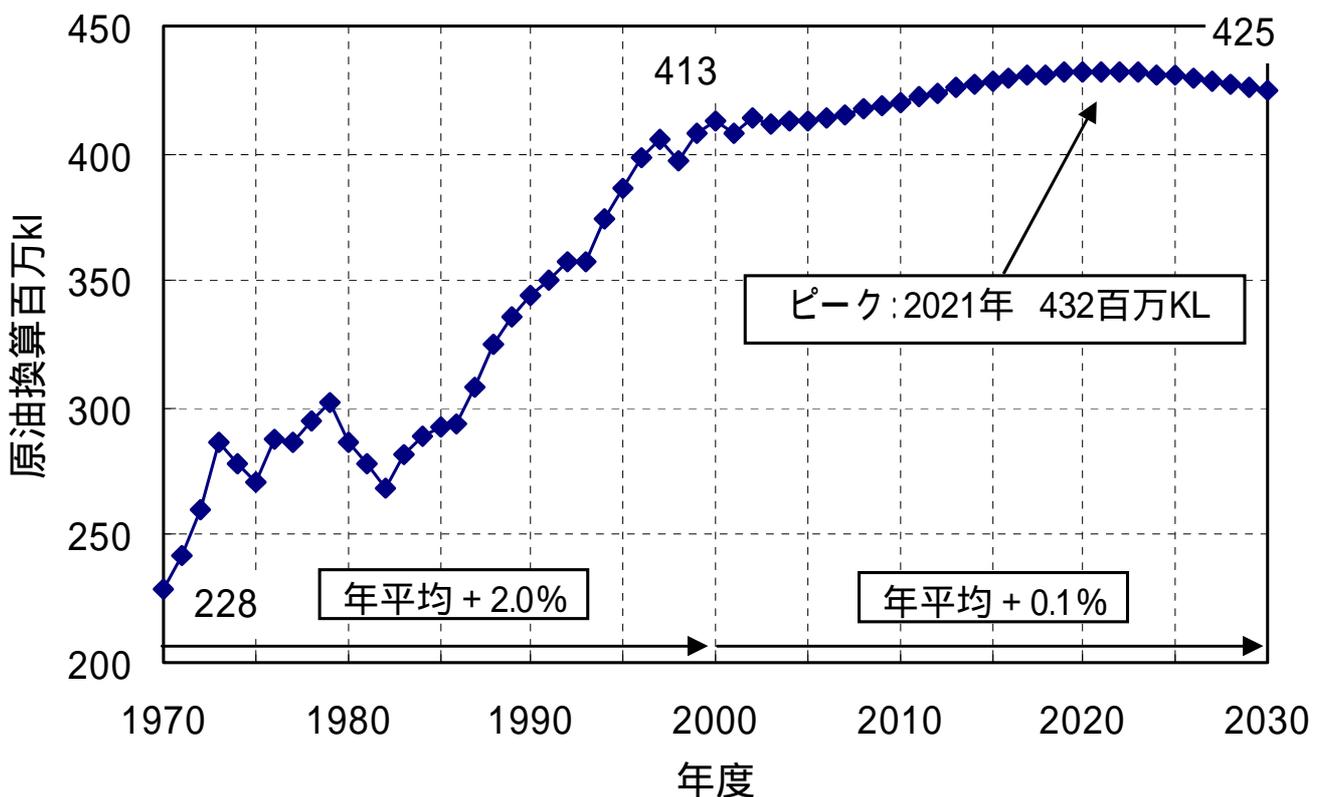
- ・ 日本経済の成熟化は経済成長率の低下として現れ、産業の活動水準の伸び、業務床面積の伸びの鈍化、貨物輸送量の低減等を通じてエネルギー需要に影響を与える。

##### (産業構造の高度化)

- ・ さらに、産業構造の高度化はサービス産業化の進展、二次産業における機械工業等エネルギー消費量の相対的に少ない産業のシェアの増加、エネルギー多消費型産業における高付加価値化の進展などを通じてエネルギー消費量を低減させる。

##### (省エネの進展)

- ・ 2030 年の長期を見通した場合、民生部門を中心とする省エネ型機器 / システムの普及や燃費効率の高い自動車の普及等により相当程度の省エネルギー効果が見込める。



## ．電力需要

電力需要は引き続き増加するが、伸び率は低減していく。

### 【ポイント】

(当面の電力需要)

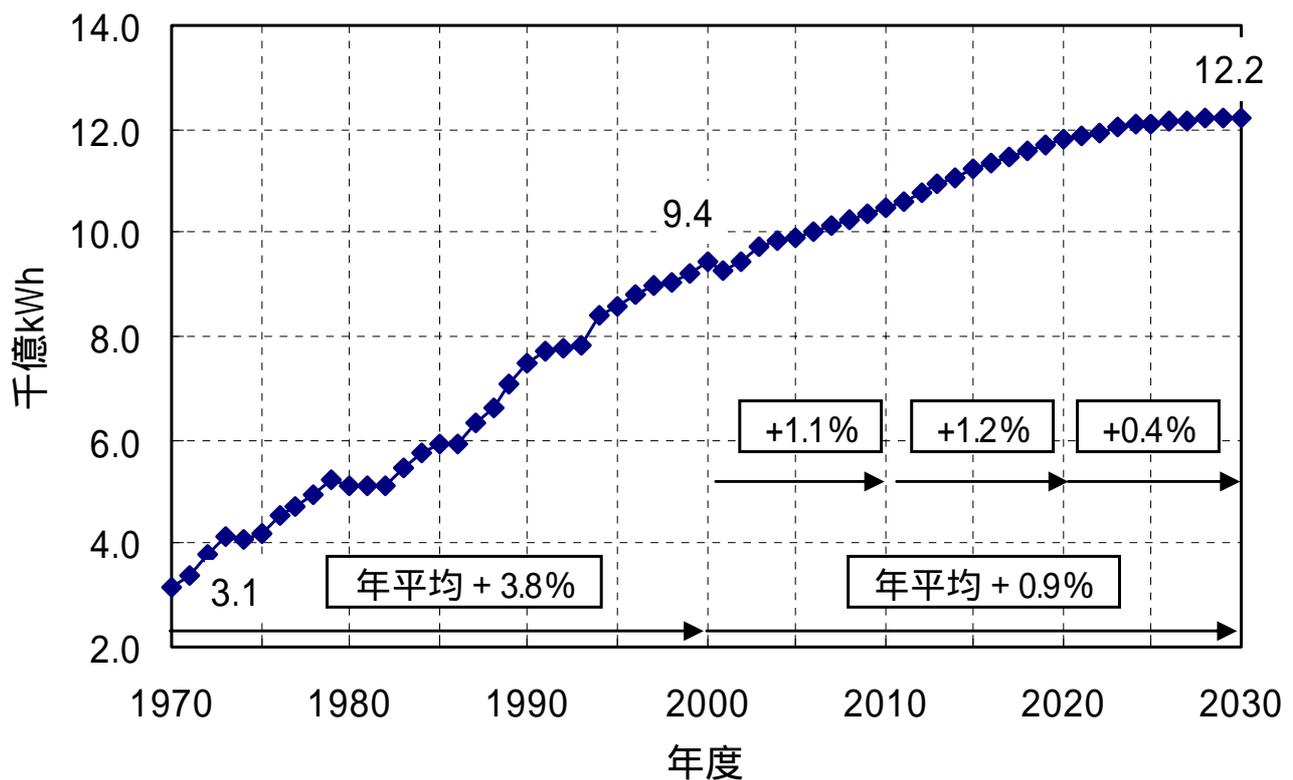
- ・ 加工組立型/サービス産業など電力原単位の大きい産業への産業構造の転換、世帯数や業務床面積の増加、デジタル化の進展等による家庭や業務ビルにおける電化製品の普及などにより電力需要は当面増大する。

(長期的な電力需要)

- ・ 一方、2020年代には、世帯数減少や業務床面積の頭打ち、民生部門の省エネ型機器/システムの一層の普及蓄積により伸び率は大幅に鈍化する。

(電力化率の向上)

- ・ 当面の電力需要増大に伴い、電力化率も引き続き増加、2030年には26.7%に達する。



## ・部門別最終需要

家庭部門、業務部門、旅客部門では需要増が見込まれる。他方、産業部門、貨物部門は横這い又は漸減の方向で推移。

家庭、業務、旅客部門についても 2020 年代半ばまでは増加傾向にあるが、それ以降は減少傾向に転ずる。

### 【ポイント】

(産業部門)

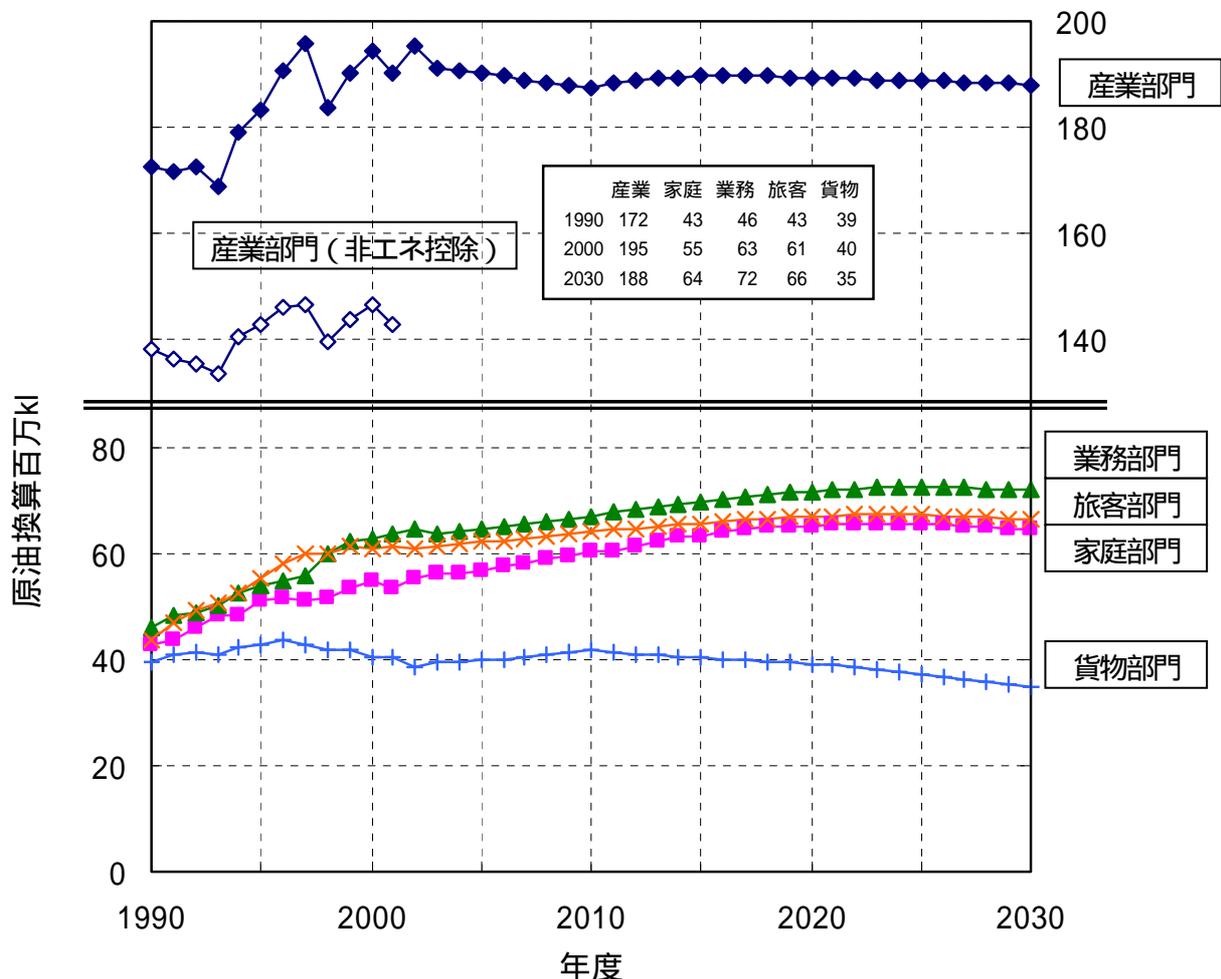
- 産業構造の転換（高付加価値化、サービス化）、生産活動の伸び率鈍化を背景に漸減

(民生部門)

- 2020 年頃までは世帯及び床面積の増加を背景に増加傾向で推移するが、それ以降は世帯及び床面積は減少、省エネ型機器 / システムの普及・蓄積等により、家庭部門・業務部門とも、各々2020 年代半ばをピークに減少の見通し

(運輸部門)

- 交通需要の頭打ち（旅客では頭打ち、貨物では漸減傾向）に加え、燃費改善の進展により、旅客部門は2020 年代半ばをピークに減少、貨物部門は引き続き漸減で推移の見通し

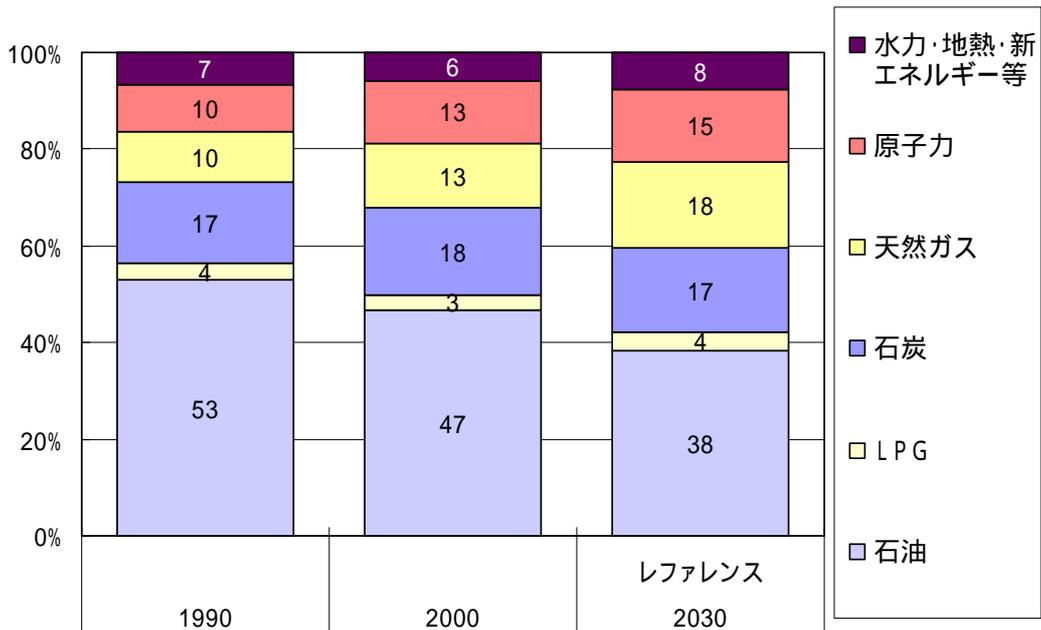


## ・一次エネルギー供給構成、発電電力構成（電気事業者）

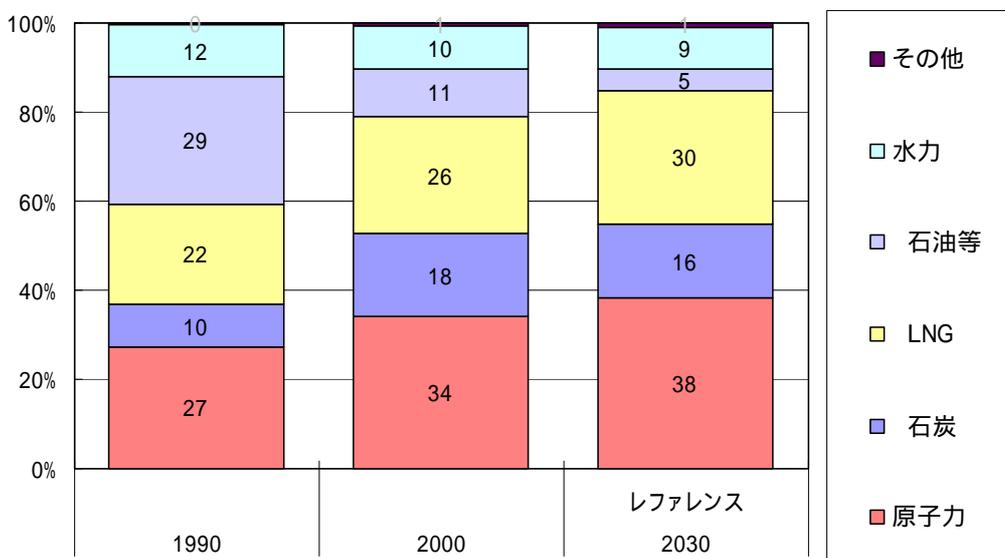
一次エネルギー供給構成では、石油のシェアは下がるものの、依然として約4割を占めるエネルギー源。

また、発電電力構成においては、原子力、LNG のシェアが大幅に増加する一方、石油等と石炭についてはシェアが低下。

【一次エネルギー供給構成】



【発電電力構成（電気事業者）】

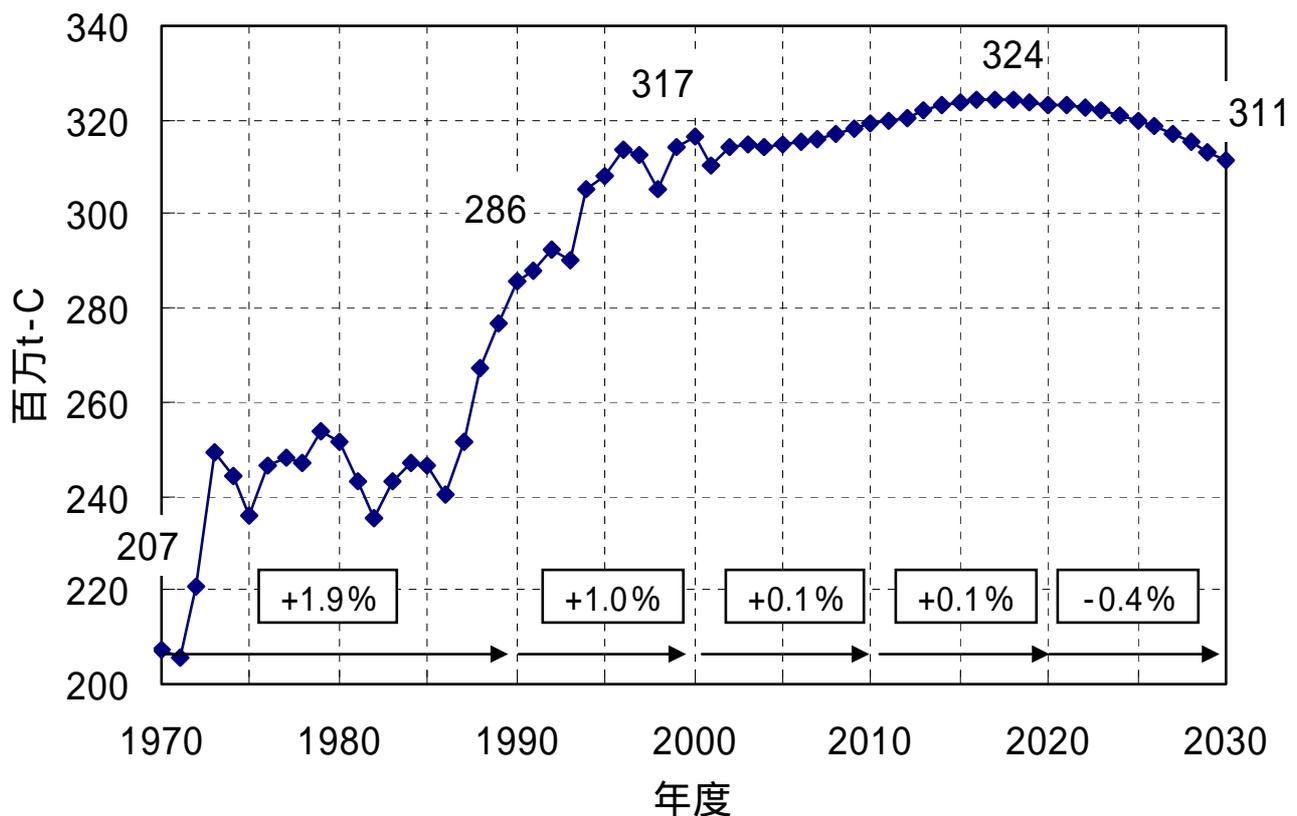


## . CO2 排出量

エネルギー起源 CO2 排出量は、70 年代、80 年代半ばにかけては、国際エネルギー情勢、国内経済情勢を受けて大きく乱高下。80 年代後半以降、急速に増加したが、90 年代以降は安定的に推移してきており、今後は頭打ちとなり減少に転じることが見込まれる。

### 【ポイント】

- ・ エネルギー需要が減少することに加え、エネルギー供給構造が変化することがその要因。エネルギー供給サイドを見ると、電源構成に占める原子力比率は2000年度で34%であったものが38%に増大。
- ・ 新エネルギーやこれまで廃棄されていたエネルギーの利用は2000年度で2.4%であったものが2030年度には4.4%に増大（2000年度14百万kl 27百万kl）。また、石炭の消費量は若干減少（2000年度107百万kl 2030年度106百万kl）する一方、天然ガスは増大（79百万kl 108百万kl）



(注) 1970～1989年度は、(財)日本エネルギー経済研究所の試算値である。

## **(2)エネルギー技術進展ケース**

本ケースにおいては、(1) 省エネルギーが進展するケース、及び(2) 新エネルギーが進展するケース、の2ケースを設定した。

### **省エネルギー進展ケース**

現在開発中の省エネ技術 ビジネスモデルが、実用化・開拓されるとともに、導入促進に向けた官民の取組、需要家の選好等によって円滑かつ広範に普及浸透し、大幅な省エネルギー進展が実現するケース。

本ケースでは、以下の4つのカテゴリーを考慮することとした。

- ・ **現行の省エネルギー取組（従来型の省エネルギー技術）の普及・進展**
- ・ **新規の省エネルギー技術の普及・進展**
- ・ **ヒートポンプを利用した省エネルギー技術の普及・進展**
- ・ **燃料電池&分散型エネルギーの普及・進展**

(注) 需要が大幅低減した場合、その供給源にも大きな影響を及ぼすことが想定されるが、本ケースにおける原子力は、レファレンスケースとした。また、別途原子力 Low ケース等との組合せを試算した（「(6)各ケースを組み合わせた試算」参照）。

## ・ 現行の省エネルギー取組（従来型の省エネルギー技術）の普及・進展

本カテゴリでは、需要サイドの省エネルギーに資する機器/システムのうち、「既に市場化段階又は実用化・導入普及段階にあるもの」の導入が一層進展した場合の効果を織り込んだ。

対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>既に導入実績があり、官民の取組により一層の普及進展が期待できるもの <ul style="list-style-type: none"> <li>産業分野：高性能工業炉・ボイラー</li> <li>民生分野：高効率給湯器、省エネ性能向上（住宅・建築物）、BEMS</li> <li>運輸分野：交通対策</li> </ul> </li> <li>現時点で導入実績はないが実用化段階にあり、官民の取組で普及が期待できるもの <ul style="list-style-type: none"> <li>民生分野：高効率照明[LED]、HEMS</li> </ul> </li> <li>需要家の選好によって、加速的な導入促進が期待できるもの <ul style="list-style-type: none"> <li>運輸分野：クリーンエネルギー自動車</li> </ul> </li> </ul>		
試算方法	上記に掲げた省エネ機器/システムについて、今後とも現在の取組が着実に進められることを前提とし、需要家の嗜好による市場規模やコストの変化を考慮しつつ算定。		
	具体的内容	導入見通し	
	省エネ機器導入	高性能工業炉	今後も現行対策下での着実な導入が実現するものとして推計。2030年度に約2,200台が中小企業に導入されるとした。
		高性能ボイラー	現行対策の進捗により、最近の導入の加速化傾向が今後も続くとの想定の下、2030年度には約1万1千台が中小企業に導入されるとした。
		高効率給湯器	現行対策による導入の加速化傾向が今後も続くものと想定し、現行の技術動向等を踏まえ、導入量を見通した。2030年度には家庭部門で約2,700万台の導入が見込まれるとした。
		高効率照明	2005年度以降民生部門で本格的普及が進むと想定。2030年度に民生部門の照明に占める高効率照明シェアが31%に達するとした。
		クリーンエネルギー自動車	保有台数に占めるクリーンエネルギー自動車のシェアを重量区分に応じて想定。2030年度には全保有台数に占めるクリーンエネルギー自動車のシェアが約5割に達するとした。
	省エネ性能向上（住宅・建築物）	住宅建築物	新築住宅・建築物の平成11年基準適合率が今後とも向上することを想定。省エネ性能が高い住宅・建築物の普及、老朽化した省エネ性能が低い住宅・建築物の滅失及び老朽化した設備の更新による建築物の省エネ性能の向上を考慮。
エネルギー・マネジメント	BEMS	現行対策による導入の加速化傾向が今後も続くものと想定し、新技術導入評価モデルにより、床面積ベースの導入見通しを算出。2030年度に普及率が床面積ベースで56%に達するとした。	
	HEMS	新技術導入評価モデルにより、世帯数ベースの導入見通しを算出。2030年度には全世界帯に普及するとした。	
交通対策	2010年度までの省エネルギー対策による効果を考慮した。		
効果	2030年度時点で、約3,300万kl程度の省エネ効果が期待できる。		

## 新規の省エネルギー技術の普及・進展

本カテゴリーでは、需要サイドの省エネルギーに資する機器/システムのうち「現在開発中であり、今後実用化が見込まれるもの」の導入が進展した場合の効果を織り込んだ。

対象	現在、開発・実証段階にある画期的省エネ要素技術が対象 産業・民生部門では、家電製品、パソコン、動力装置など広範囲に機器/システムに適用される省エネ関連の基盤技術（パワー・エレクトロニクス、LSI関連技術など） 運輸分野では自動車軽量化の技術等の開発、が進むことが見込まれる。
試算	上記に掲げた省エネ技術について、その実用化時期及び可能性、その活用分野の潜在市場規模や導入コストについて検証し、投資回収年数と導入率の関係から将来の普及率と期待される省エネ効果を算出した。
効果	2030年度時点で、約1,600万kl程度の省エネ効果が期待できる。

				省エネ量 [万kl]	
部門	技術分野	技術カテゴリー	要素技術	2030年	
産業部門	熱の有効利用	食品工場冷凍プロセス省エネ化	排熱平準型蓄熱・高密度冷熱供給システムの研究開発	5.0	
		高炉・電炉プロセス廃熱回収	廃蒸気改質型ガス燃料製造技術の研究開発	15.2	
		地中熱融雪	技術融合による地中熱融雪システムのコスト縮減と省エネ化の研究開発	0.3	
	断熱・摩擦低減	熱利用プロセス断熱化	ナノ複合構造制御による省エネルギー対応型高機能・超低熱伝導断熱材料の開発	173.0	
		加工機（NC旋盤等）	超精密工作機器用超高速回転アクチュエータの開発	12.2	
	製造・加工プロセス	印刷・塗装技術の省エネ化	無溶剤塗工システムの開発	6.8	
		パソコン用ケーブル製造技術	超極細同軸ケーブルの実用化技術	22.3	
		LSIの省エネ化	極端紫外線（EUV）露光システムプロジェクト		173.6
			最先端システムLSI設計プロジェクト		
			次世代半導体・プロセス基盤プロジェクト（MIRAIプロジェクト）		
ジョベルのハイブリッド化	ハイブリッドジョベルの研究開発	1.8			
工作機械クランプ制御	工作機械クランプ制御用省エネシステムの研究開発	20.8			
民生部門 家庭・業務共通	機器効率化	LSIの省エネ化	極端紫外線（EUV）露光システムプロジェクト 最先端システムLSI設計プロジェクト 次世代半導体・プロセス基盤プロジェクト（MIRAIプロジェクト）	215.6	
		テレビ効率化	ディスプレイ用蛍光材料のナノ粒子化に関する材料最適化技術と量産技術の開発		
			ダイアモンド極限機能プロジェクト 高分子有機EL発光材料プロジェクト 高効率有機デバイス開発 省エネ型次世代PDPプロジェクト カーボンナノチューブFEDプロジェクト		
	粉末冶金による三次元構造の小型・薄型モーターコアの実用化技術開発 大容量光ストレージ技術の開発 高効率有機デバイスの開発 バックアップ用高出力有機ラジカル電池の研究開発・実証 高性能・高信頼サーバ用半導体チップ 不揮発性メモリ(MRAM)		51.8		
	パソコン、サーバー等の省エネ化	ナノカーボン応用製品製造プロジェクト 高効率照明技術による低消費電力液晶ディスプレイの実用化 高分子有機EL発光材料プロジェクト 省エネルギー電力変換器の高パワー・密度・汎用化研究開発 低消費電力SiCパワーモジュールの開発			
		住宅の構造	高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発 外断熱工法の研究開発 薄板軽量形鋼造に断熱・遮熱・通気機能を効果的に配置した住宅省エネルギーシステムの研究		
		熱の有効利用	廃熱利用熱電素子	2.5	
		機器効率化	冷蔵庫の省エネ化 冷暖房の高効率化	3.3 7.5	
	民生部門 業務用	建築物の構造	電気温水器の高効率化	高性能・高機能真空断熱材の研究開発	
			業務用ビル断熱化（建物構造）	高性能・高機能真空断熱材の研究開発	
空調制御		業務用ビル空調省エネ化	自然換気併用オフィスにおける過機型パーソナル空調の研究開発	108.3	
		冷房効率向上（吸収式冷凍機）	三重効用吸収式冷水器の開発効果		
		小型吸収式冷凍機	分散電源排熱を利用したオフィスビル対応型小型吸収冷凍機の研究開発		
熱の有効利用		廃熱利用熱電素子	高性能・高機能真空断熱材の研究開発	1.3	
機器効率化		複写機・プリンター	高性能・高機能真空断熱材の研究開発	0.8	
情報通信、その他		光通信省エネ技術	温度制御装置を必要としない光通信用半導体レーザーの研究開発		
			フォトニックネットワーク技術の開発 次世代高速通信機器技術開発プロジェクト 超短パルス光エレクトロニクス技術開発（フェムト秒テクノロジー） 次世代光通信用増幅器励起レーザーの研究開発 光通信用合波回路機能光源モジュールの研究開発	30.4	
		基地局省エネ技術	窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発		
	ダイヤモンド極限機能プロジェクト		2.5		
運輸部門	軽量化	自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発 カーボンナノファイバー複合材料プロジェクト 自動車軽量化アルミニウム合金高度加工・形成技術 高機能ファイバー創成ナノ加工技術開発 コアドビームによるキーホール内三次元エネルギー投入の最適化 SF6フリー高機能発現マグネシウム合金組織制御技術開発プロジェクト			
		動カシステムの効率化	ノッキング回避高圧縮比ガソリン燃焼方式の研究開発 軽及びコンパクト自動車用2サイクルディーゼルエンジンの研究開発 低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発		
	鉄道・航空・船舶軽量化による省エネ	次世代航空機用構造部材創製・加工技術開発	74.5		

注) 上記省エネ量は参考値。「」は省エネ率を推計し試算しているため個別の参考値は示していない。

## ・ヒートポンプを利用した省エネルギー技術の普及・進展

ヒートポンプは、冷媒の圧縮・膨張のサイクルによって、大気等の熱を冷媒に吸熱し、冷媒から水に熱交換（加熱）することにより、冷媒圧縮に投入するエネルギーよりも大きい熱エネルギーを外部の大気等から汲み出すことが可能な技術である。その際、ポンプを駆動させるための電力のみで、より大きな熱エネルギーを得ることができるため、大きな省エネ効果が期待できる。

ここでは、高効率のヒートポンプの普及が見込まれる民生部門の空調及び給湯分野を対象とした。

対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭用ヒートポンプ給湯器は新技術導入評価モデルで考慮。</li> <li>・家庭用空調については、要素積み上げモデルで考慮（レファレンスに同じ）。</li> <li>・業務用空調及びヒートポンプ給湯器については外生的に導入量を設定。</li> </ul>
想定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭用及び業務用給湯については、貯湯槽型ヒートポンプ式給湯器の導入を想定した。同型式は、瞬間給湯が困難という性能面での課題を、夜間など給湯需要のない時間に貯湯槽に貯湯し必要時に貯湯槽から温水を使うという方式で補うものである。本方式は、夜間の電力を用いることから電力負荷平準化にも資する可能性がある一方で、貯湯槽の併設による設置スペースの増大が導入の制約条件となる。</li> <li>・業務用空調については、大型建物空調用熱源機のうち、現行の効率を大幅に上回る高効率の電動空冷式熱源機及び電動水冷式熱源機の導入を想定した。</li> </ul>
試算	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭用ヒートポンプ給湯器については、2030年度までの戸建・集合別、新築・既築別戸数を踏まえ、ヒートポンプを始めとする家庭における給湯機器別の特性を考慮の上、今後の導入台数を算出した。また、ヒートポンプ給湯器の効率については、2030年度にはストックベースでCOP[Coefficient of Performance]=5.2に達すると想定した。</li> <li>・給湯器の新技術導入評価モデルは、従来型給湯器及び高効率給湯器を対象に、イニシャルコストとランニングコストをベースに導入コストを試算し、コスト最小化により導入される給湯器を決定する構造になっている。量産効果によるイニシャルコストの低減や高効率化によるランニングコストの低減は、普及の加速化に繋がる。</li> <li>・家庭用空調については、2030年度に向けて、現時点で最高の機器効率水準に収斂するものとした（レファレンスに同じ）。</li> <li>・業務用ヒートポンプ給湯器（電動式熱源機）については、温水需要が見込まれる飲食店、ホテル、病院・診療所、福祉施設を中心に一定量の導入が見込まれるとした。効率については、2030年度にはストックベースでCOP=5.5に達すると想定した。</li> <li>・業務用空調については、高効率熱源機のコスト低減が図られ、2030年度には燃焼式と電動式がそれぞれ同程度のシェアを確保するものと想定した。</li> </ul>
効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭用ヒートポンプ給湯器は、2030年度時点において約1,150万台の普及、レファレンスと比較すると260万kl程度の省エネ効果が期待できる（この効果は現行の省エネルギー取組の普及・進展の内数）。</li> <li>・なお将来、技術的ブレークスルーによりヒートポンプの熱交換器、冷媒圧縮機の小型化・効率化・静音化が実現した場合には、燃焼式並みの瞬間給湯が可能となり貯湯槽が不要となることから、大幅な小型化が図れる可能性がある。この場合には、設置スペース面での導入制約が無くなるため（流し台の下や壁掛設置などが可能になる）貯湯槽式では困難であった世帯への導入可能性が生まれ、低コスト化が実現すれば、燃焼式給湯器とも競合しうる可能性がある。この場合には、2030年度において2,000万台程度普及する可能性もありうる。</li> </ul>

## ・燃料電池&分散型エネルギーの普及・進展

ここでは、産業・民生部門において、電力と熱の両方の利用によって、省エネや化石燃料消費の削減に資する可能性がある「燃料電池とコージェネレーション」と、運輸部門における「燃料電池自動車」を対象とした。

分散型エネルギーは、需要地においてエネルギーを生成することにより、エネルギーの移動によるロスをなくすることができる。

なお、分散型エネルギーのタイプによっては、省エネルギーや環境負荷低減につながらない場合もあることに留意する必要がある。

		分散型エネルギー
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コージェネレーション（ガスタービン、ディーゼルエンジン、ガスエンジン）</li> <li>・定置用燃料電池（高温型 [ SOFC、MCFC ] 低温型 [ PEFC、PAFC ]）</li> </ul> 発電専用モノジェネレーション、自家発電設備に含まれる蒸気タービンは含まず。	
試算方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・部門（産業、業務、家庭）ごとに、これまでに導入が進んでいる分野を原動機効率（発電効率及び熱回収率の比も含めて）を考慮して検討し、導入が見込まれる分野の熱需要量（産業にあつてはボイラーによる熱。業務にあつては、業種に応じて暖房・冷房に限らず給湯を考慮。家庭にあつては、給湯。）を算出。各分野の熱需要量からロジスティック曲線を用いて、部門別の総導入量 [ kW ] を推計。</li> <li>・原動機別・燃料別の導入量は、現在までの導入実績から使用燃料の価格競争を考慮して各原動機・各燃料のシェアを推計。</li> <li>・燃料電池に関しては、過去の導入実績が少ないため、業務用にあつては、ガスタービンの燃料価格競争（除く A 重油）を参考に、燃料別シェア関数を想定し、家庭用にあつては、燃料のインフラ動向を踏まえつつ試算。</li> </ul>	
前提条件	<p>【効率】従来コージェネ：総合効率 80%（発電効率 30%） 燃料電池：総合効率 80%（発電効率 35%）</p> <p>【運転パターン】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コージェネレーションの運転パターンは、導入される需要家によって様々であるため、本試算では、熱の需要量に応じた運転時間を想定し、コージェネレーションによる年間総発電量を試算した。</li> </ul> <p>【年間稼働時間】 産業：6,000 時間、業務：3,500 時間、家庭：3,500 時間</p> <p>【定置用燃料電池のI初* -供給源】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・業務用は、天然ガス、LPG、灯油を需要地にて改質で水素を生成すると想定。</li> <li>・家庭用は、既存の天然ガス、LPG、灯油の燃料インフラに依存すると想定。</li> </ul>	
見通し	コージェネレーション	2030 年度時点で、約 2,950 万 kW (稼働時間と効率から推計すると、レファレンスとの差分約 1,700 万 kW で、一次エネルギーベースで 570 万 kl 程度削減する効果が見込まれる)
	定置用燃料電池 (コージェネの内数)	2030 年度時点で、約 1,250 万 kW

	燃料電池自動車
試算方法	燃料電池自動車については、燃料電池実用化戦略研究会(2004年3月)の2030年度において期待される導入台数を採用した。
前提条件	<p>本ケースは、ハイブリッド自動車等のクリーンエネルギー自動車を導入した際のケースと比較し、燃料電池自動車の導入が進展した際の効果を試算するものである。</p> <p>なお、燃料電池自動車をカウントする際には、「現行の省エネルギー取組(従来型の省エネルギー技術)の普及・進展のケース」で想定したクリーンエネルギー自動車の導入量の一部が、これに置き換わるとの想定をしているため、燃料電池自動車による省エネ効果は、既に織り込まれていることに留意する必要がある。</p> <p>【燃費効率】ガソリン自動車に対して、水素の改質を含めて45%の省エネ効果があるものと想定。(参考:ハイブリッド自動車の省エネ効果は45%(対ガソリン自動車比)と想定。)</p> <p>【導入分野】燃料電池自動車は、比較的重量があり高価格の車種を中心に導入が進むものと想定。また、路線バスにおいても導入が進むものと想定。</p> <p>【水素関連技術の想定】水素の製造・輸送・貯蔵技術や、燃料電池自体の効率性・耐久性向上等の技術が進展し、水素供給インフラも整備され、性能・コスト的にも需要家に選択されると想定。また、定置用燃料電池と水素供給技術も含めて共通技術が多くあることから、定置用燃料電池の導入と相まって導入が進むものと想定。</p> <p>【水素供給源】水素の直接充填を想定。水素の供給源は、副生ガス、化石燃料改質、水の電気分解により等分ずつ生成されると想定。</p>
見直し	2030年度時点で、約1,500万台

## 新エネルギー進展ケース

新エネルギーについて、コストダウンや技術進歩の加速化が実現するとともに、その導入に対して社会全体が積極的に取り組むことで、大幅な新エネルギーの進展が実現するケース。

2010年度の「レファレンスケース」については、新エネルギー部会報告書（2001年6月）において「現状対策維持ケース」として推計された878万klを基本に見通した。「新エネルギー進展ケース」については、同報告書の「目標ケース」の1,910万klを参考として設定した。

2030年度については、各ケースとも以下のとおり設定を行った。新エネルギー進展ケースでは、2030年度には一次供給に占める再生可能エネルギー・新エネルギーのシェアが約10%となると想定した。

原油換算万kl	2010年度	2030年度	考え方
レファレンスケース	899	1,902	現行から新規施策を追加しないケース。太陽熱利用は減少するものの、2010年度以降、RPS法が継続され、太陽光発電が増加することにより、新エネルギー全体では、2030年度までに前回の2010年度新エネルギー導入目標量程度までは導入が進むと想定。
新エネ進展ケース	1,910	3,946	「新エネルギー部会報告書」（2001年6月）で決定された「目標ケース」において合意されている新規施策を追加するとともに、2010年度以降も太陽光発電のコストダウンと急速な普及が継続し、RPS法の効果と相まって2030年度には、現在の2010年度の導入目標量の約2倍程度の新エネルギーが導入され、一次供給に占める再生可能エネルギー・新エネルギーのシェアが約10%となると想定。

新エネ進展ケースにおける2030年度の試算値の内訳は以下のとおり（単位は原油換算万kl）

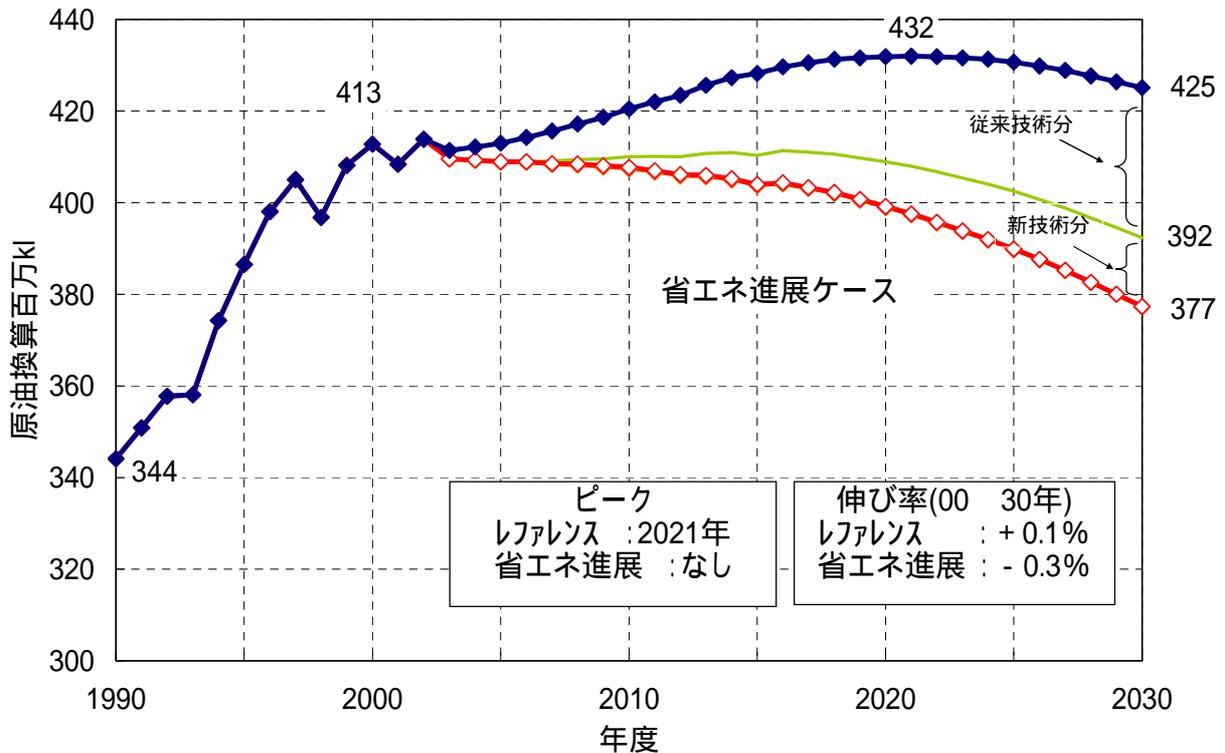
太陽光発電	風力発電	廃棄物発電	バイオマス発電	太陽熱利用	未利用エネルギー（雪氷冷熱を含む）及び廃棄物熱利用	バイオマス熱利用	黒液・廃材等	合計
2,024	269	374	120	112	87	423	537	3,946

注：各項目毎の導入可能量については、一定の前提の下に試算したもの。黒液・廃材の導入量については、エネルギーモデルにおける紙パの生産水準にかんがみ、設定を行った。

## 省エネルギー進展ケースの試算結果

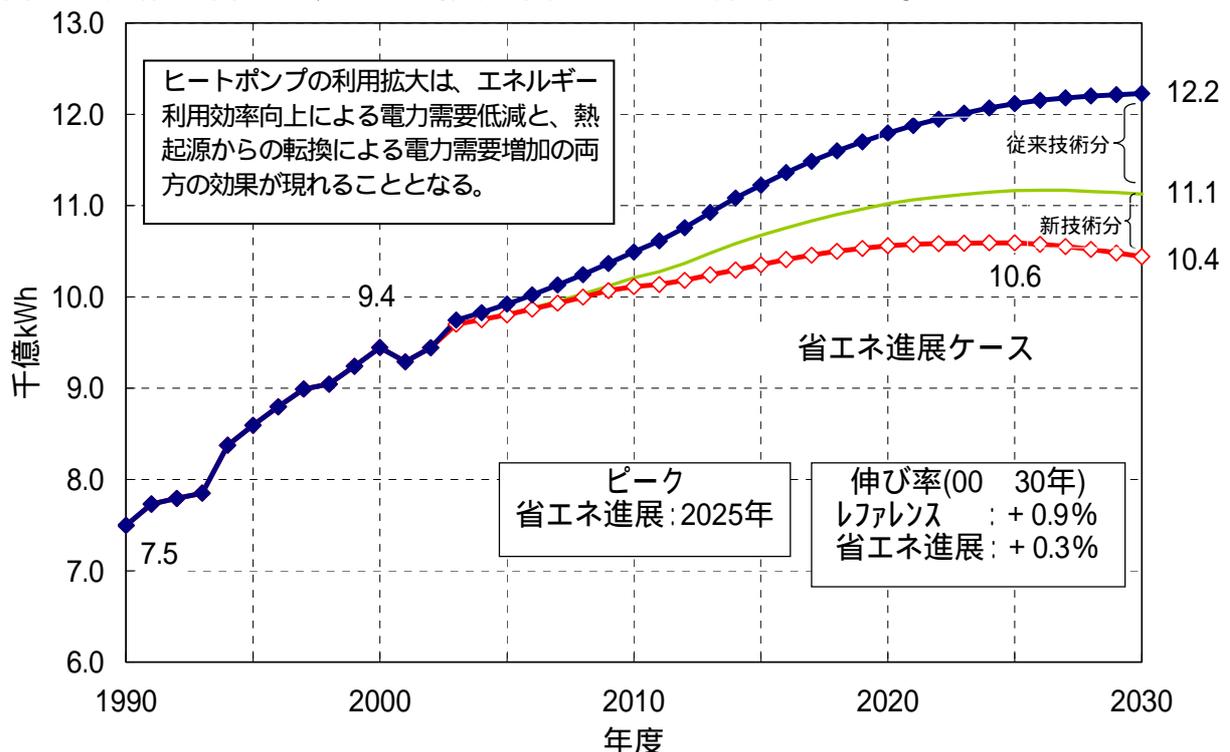
### ・最終エネルギー消費

省エネ技術の実用化・普及による省エネポテンシャルは極めて大きい。すべての省エネ効果を合わせると約5千万kl程度に相当する。



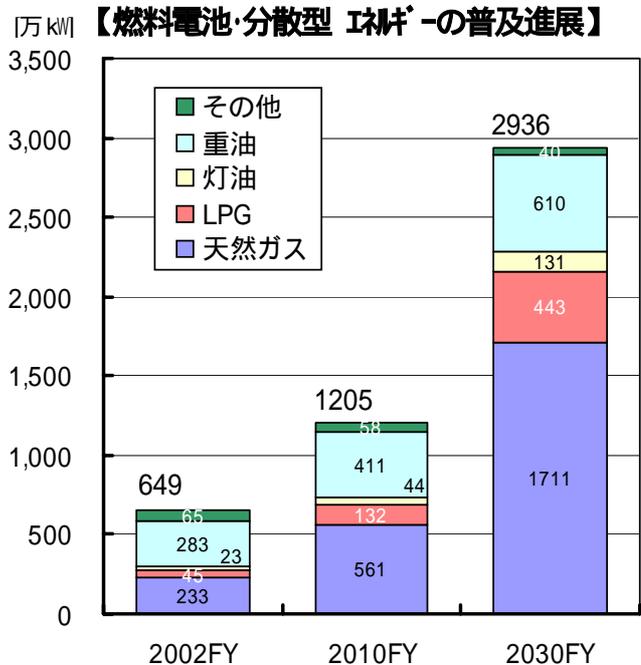
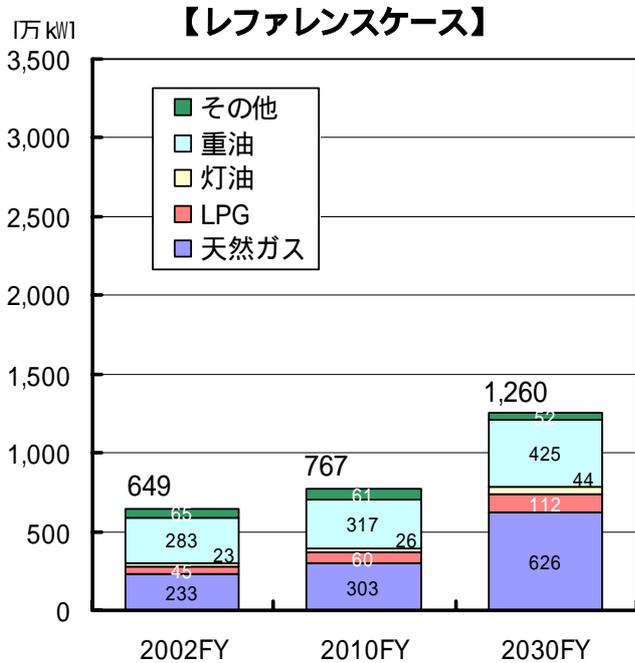
### ・電力需要

BEMS / HEMS 等の IT を活用した省エネシステムや、現在開発中の多数の省電力技術の普及が、電力需要を低減させる可能性がある。



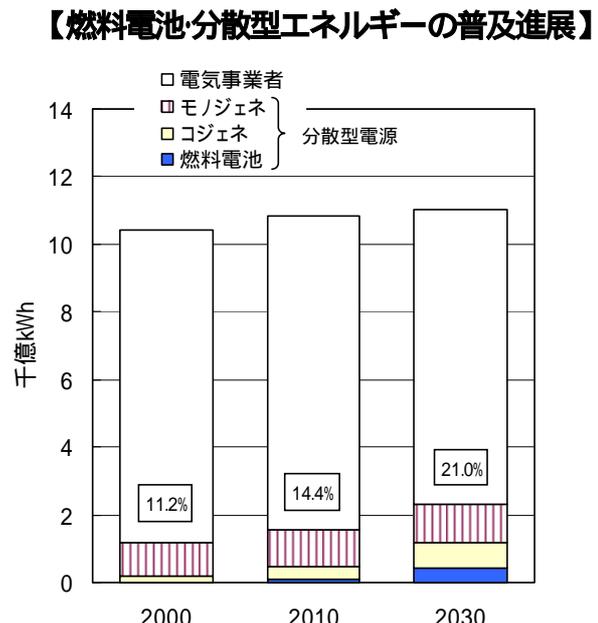
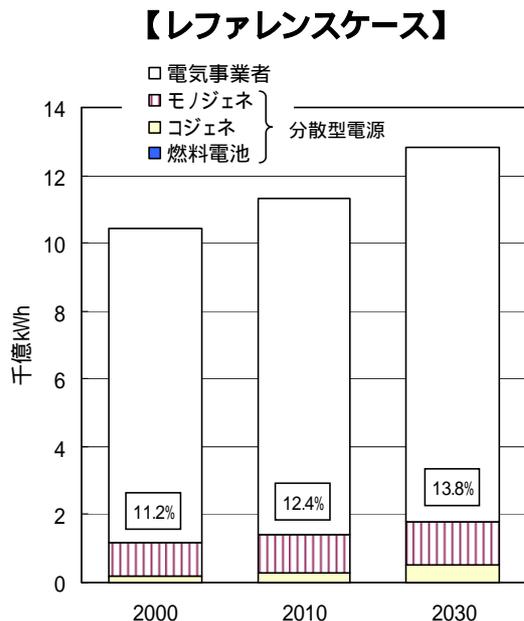
## ・分散型エネルギー導入量（コージェネレーション&燃料電池、燃料別）

分散型エネルギーは、技術進展や量産効果によりコスト低減が実現すれば、現在の5倍近くまで導入が進む可能性がある。なかでもインフラ面で優位性のある天然ガスを燃料源とする燃料電池の導入ポテンシャルが大きい。



## ・総発電力量に占める分散型電源比率

小型で高効率な燃料電池の開発等が進めば、業務部門、家庭部門を中心に燃料電池で電力を賄うような需要家が増加し、その結果、分散型電源が総発電力量の約2割程度まで拡大する可能性もある。



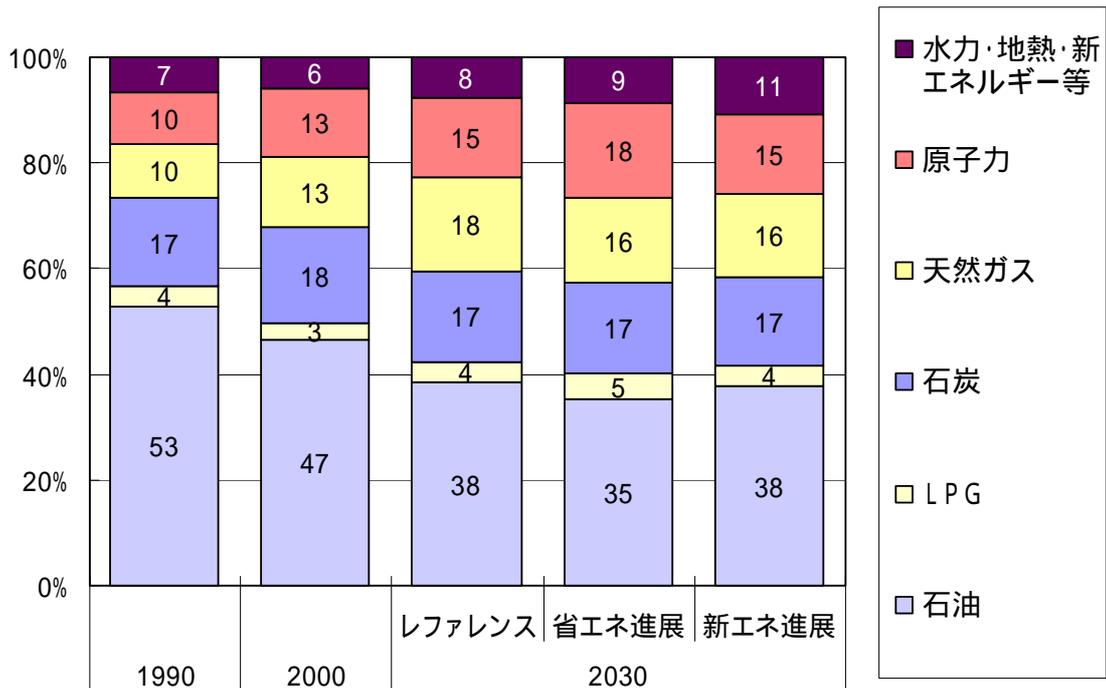
注：系統電力に悪影響を与えない分散型電源のシェアについては、系統制御技術の進展が前提となっている点に留意する必要がある。

## ・一次エネルギー供給構成 / 発電電力構成（電気事業者）

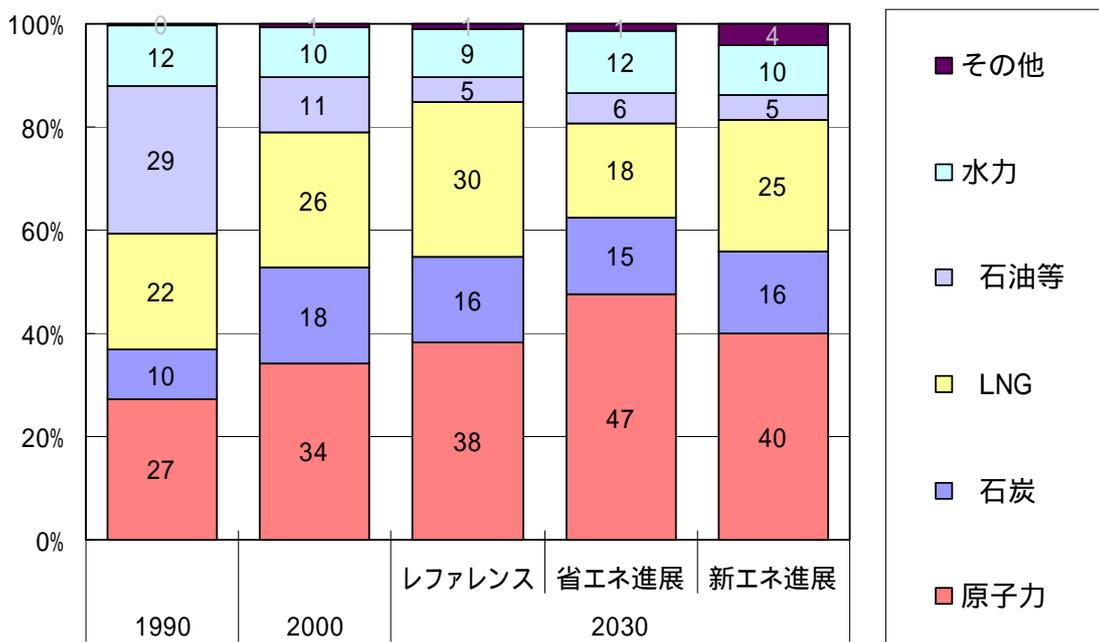
省エネの進展に伴い、化石燃料消費量が減少することから、結果として非化石エネルギーである原子力等のシェアが拡大する。

天然ガスは、系統電力需要の低下が天然ガス火力発電の減少をもたらすが、分散型電源の普及によって需要が増加し、全体ではシェアは増加。

【一次エネルギー供給構成】



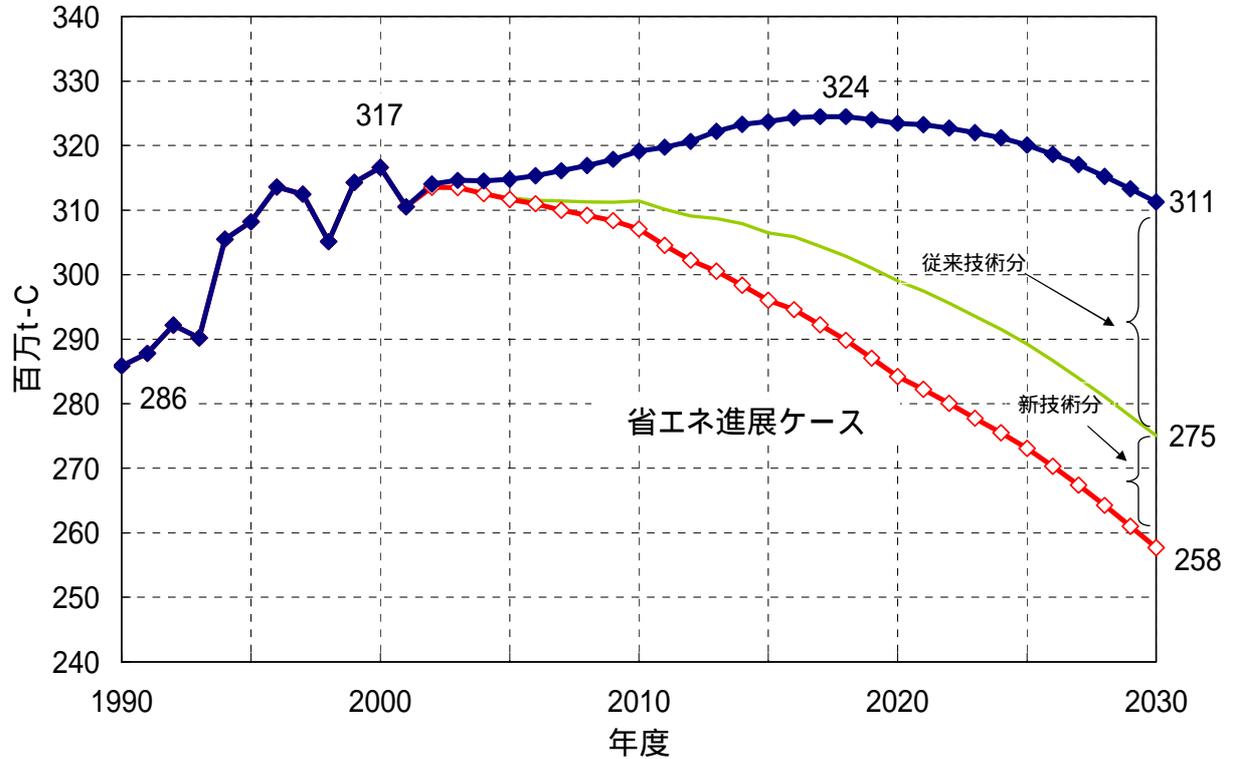
【発電電力構成】



## . CO2 排出量

省エネ進展により、約 50Mt-C 相当 CO2 排出量が削減される可能性がある。

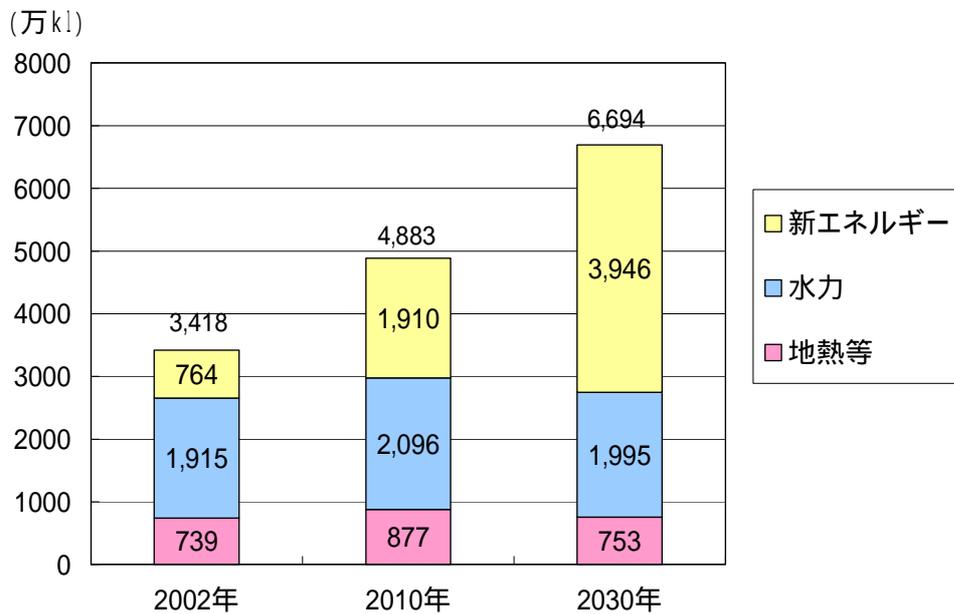
燃料電池&分散型エネルギーが進展した場合、原子力発電の水準が維持されれば、総合エネルギー効率向上を通じて、CO2 排出量の削減をもたらす可能性がある。



注：従来技術分にはヒートポンプの効果を、新技術分には燃料電池&分散型の効果をそれぞれ含む（レファレンスで反映している分の効果は除く。）

## 新エネルギー進展ケースの試算結果

### ・再生可能エネルギー（新エネルギー、水力、地熱等）の導入見通し



### <参考：一次供給に占める再生可能エネルギーのシェアの各国比較>

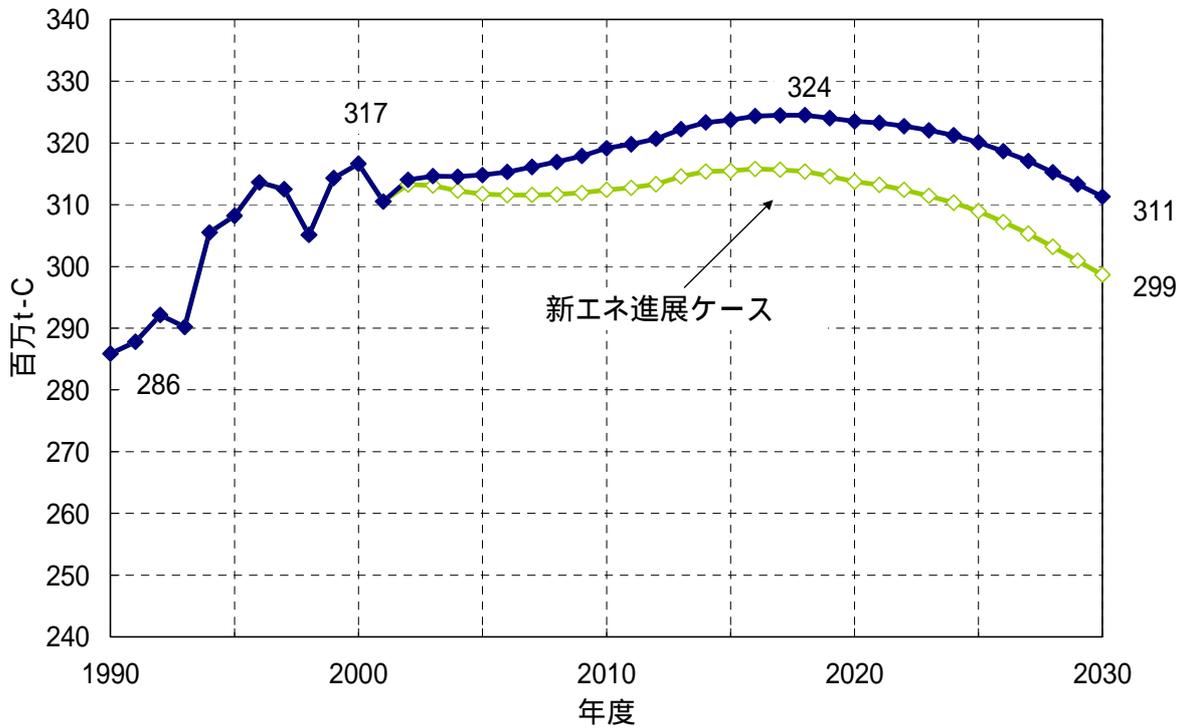
国	実績	目標・見通し		
	2001	2010	2020	2030
日本	4.6%	7.0%	-	約10%
アメリカ	5.3%	6.4%	6.3%	-
イギリス	1.3%	5.4%	7.7~8.7%	-
ドイツ	2.1%	4.2%	-	-
オーストラリア	4.7%	6.4%	5.4%	-
カナダ	15.8%	16.6%	15.4%	-
ブラジル	38.5%	33.5%	30.8%	27.4%

日本については、今回の2010年及び2030年エネルギー需給見通しより。  
 アメリカについてはDOE作成の見通しを抜粋。  
 カナダ、ブラジルについては、IEAの報告書より見通しを抜粋。  
 それ以外の国については各国政府作成の目標値または見通しを抜粋。

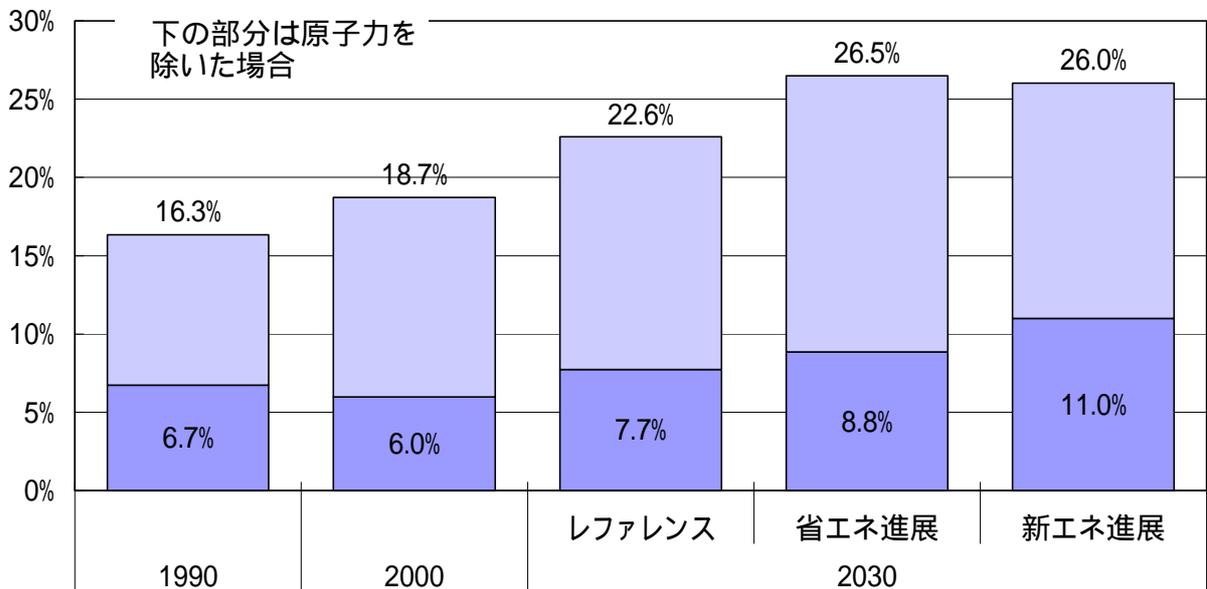
注1：カナダの再生可能エネルギーの比率のうち、2001年実績では水力が7.5%を占めている。  
 また、2010年以降についても6%強を占めるとされている。  
 注2：ブラジルの再生可能エネルギーの比率のうち、2001年実績では水力が14.5%、木材直接  
 利用が12%を占めている。  
 また、2010年以降は一次エネルギーの増加に併せて水力は増加するものの、バイオマスは  
 ほぼ横ばいとなるとされている。

## . CO2 排出量

新エネ進展により、約 10Mt-C の CO2 排出量が削減される可能性がある。



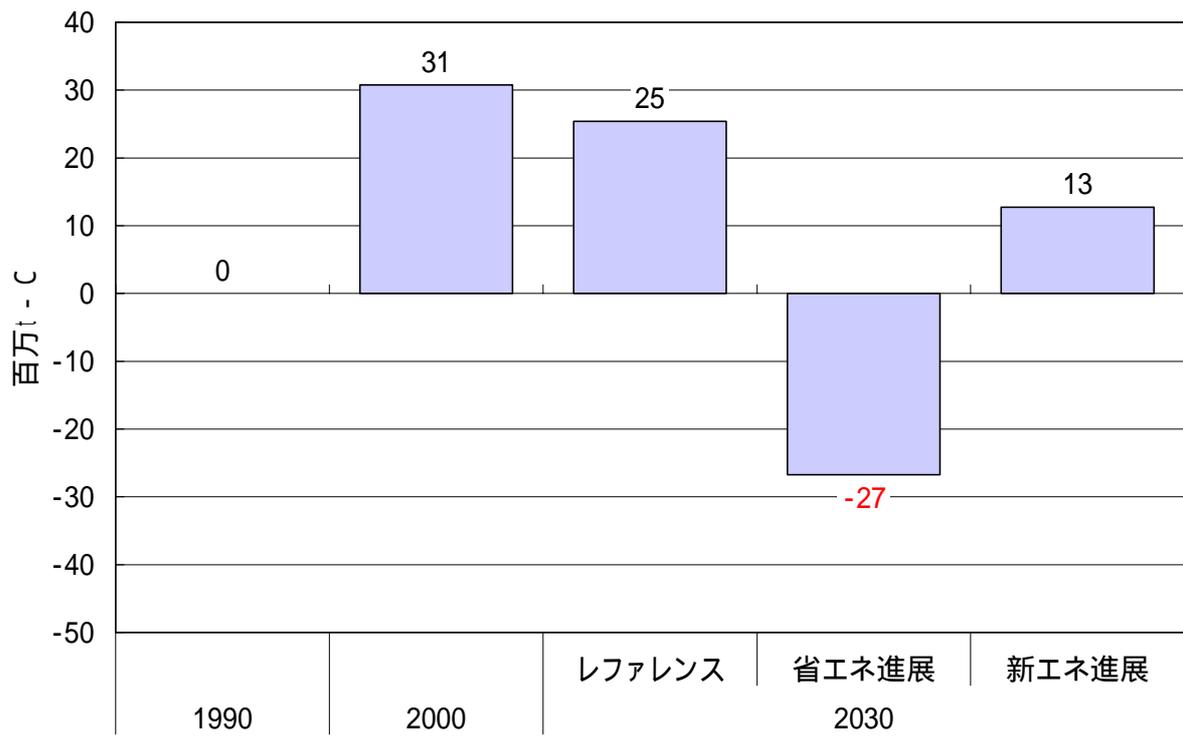
## 自給率の比較



注1：ここでは、自給率は(原子力+再生可能エネルギー) ÷ 一次エネルギー国内供給 で算出しているため、国内で生産される化石燃料は含まれていない。

注2：一次エネルギー国内供給を算出する際、原子力や水力等の換算は統計によって異なる。ここでは火力発電の平均熱効率を用いて換算しているため、例えば IEA の統計と比較した場合、自給率の数字が異なっている点に留意する必要がある。

### CO2 排出量の変化の比較（1990 年度との比較）



### (3)原子力ケース

以下のとおり High ケース、Low ケースを設定した。

#### 前提条件

##### ・設備利用率

- ・ レファレンスケース : 2010 年度以降、2030 年度まで 85%で一定
- ・ Low ケース : 2010 年度以降、2030 年度まで 85%で一定
- ・ High ケース : 2010 年度 85%、2030 年度に 90%まで向上

##### ・廃炉（各ケース共通）

- ・ 日本原子力発電（株） 敦賀 1 号(35.7 万 kW)の廃炉を考慮に入れ、当該炉の廃炉予定年は 2010 年度とする（詳細については、「2 . (1) の「供給サイド」のうち《原子力》部分を参照）。

##### ・新規設備容量

#### 《2010 年度まで》（各ケース共通）

- ・ 原子力開発計画、建設進捗状況等を鑑み、2000～2010 年度に、運開済の女川 3 号(82.5 万 kW)、浜岡 5 号(138.0 万 kW)を除き、現在建設工事中の東通 1 号(110.0 万 kW)、志賀 2 号(135.8 万 kW)、泊 3 号(91.2 万 kW)の計 3 基が運開すると想定。

#### 《2030 年度まで》

- ・ レファレンス : 2010 年度から 2030 年度までの新規運開容量は、当該期間の電力需要増分に比例すると想定 更に 6 基程度運開、合計 9 基相当
- ・ High ケース : 2030 年度までに現在具体的立地準備が行われている地点分の新増設を想定 更に 13 基運開、合計 16 基相当
- ・ Low ケース : 2030 年度までに、原子炉設置変更許可申請された地点分の新増設を想定 更に 4 基運開、合計 7 基相当

#### 【原子力設備容量・設備利用率の見通し】

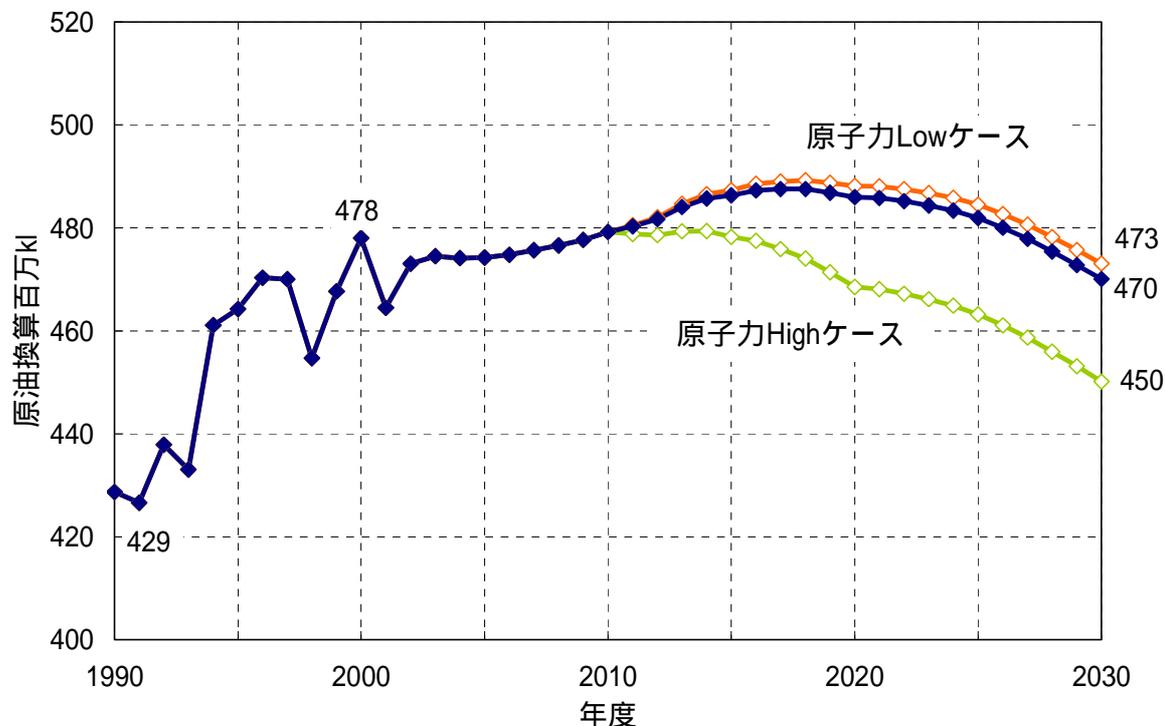
万 kW / 利用率(%)	2000 年度[実績]		2010 年度		2030 年度	
High ケース [16 基運開]					6,795 [ +13 基]	90%
レファレンスケース [約 9 基運開]	4,492	82%	5,014 [ +3 基]	85%	5,798 [+約 6 基]	85%
Low ケース [7 基運開]					5,597 [ +4 基]	

\* 1 基 136 万 kW として基数換算

## 試算結果

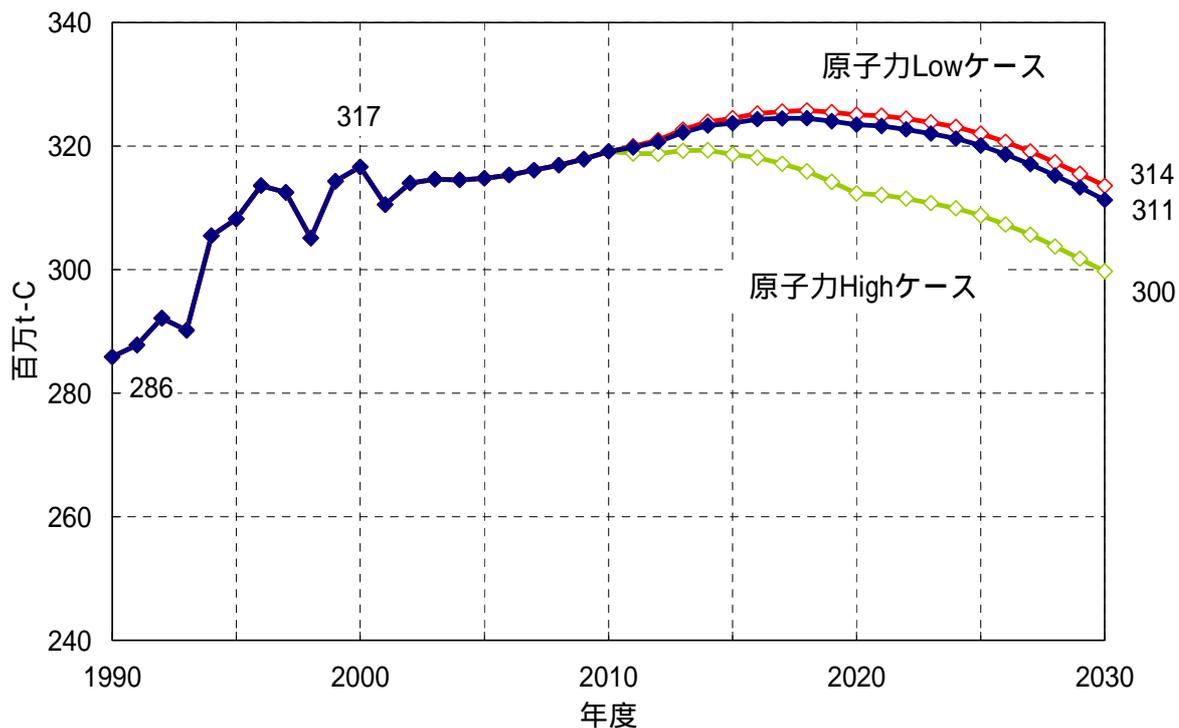
### ・化石エネルギー国内供給

原子力の進展は、化石燃料消費量の大幅な削減に寄与する。



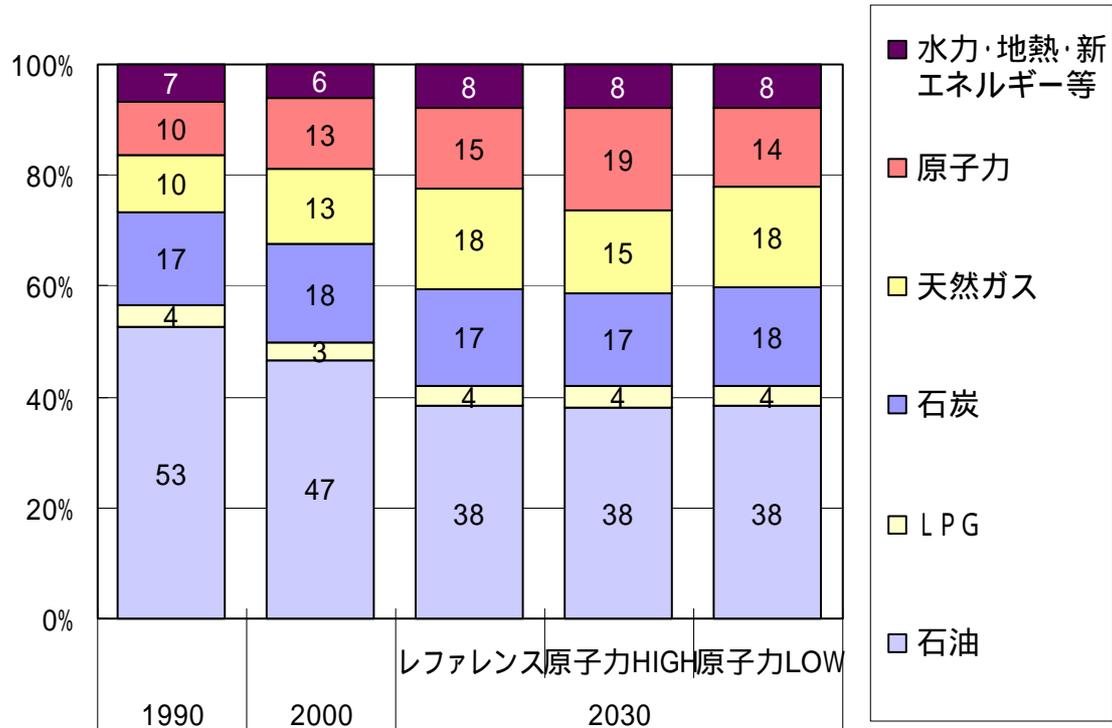
### ・CO2 排出量

原子力の進展によってCO2 排出量は減少する。なお、Low ケースにおいてもCO2 排出量は頭打ちの後減少に転じる。



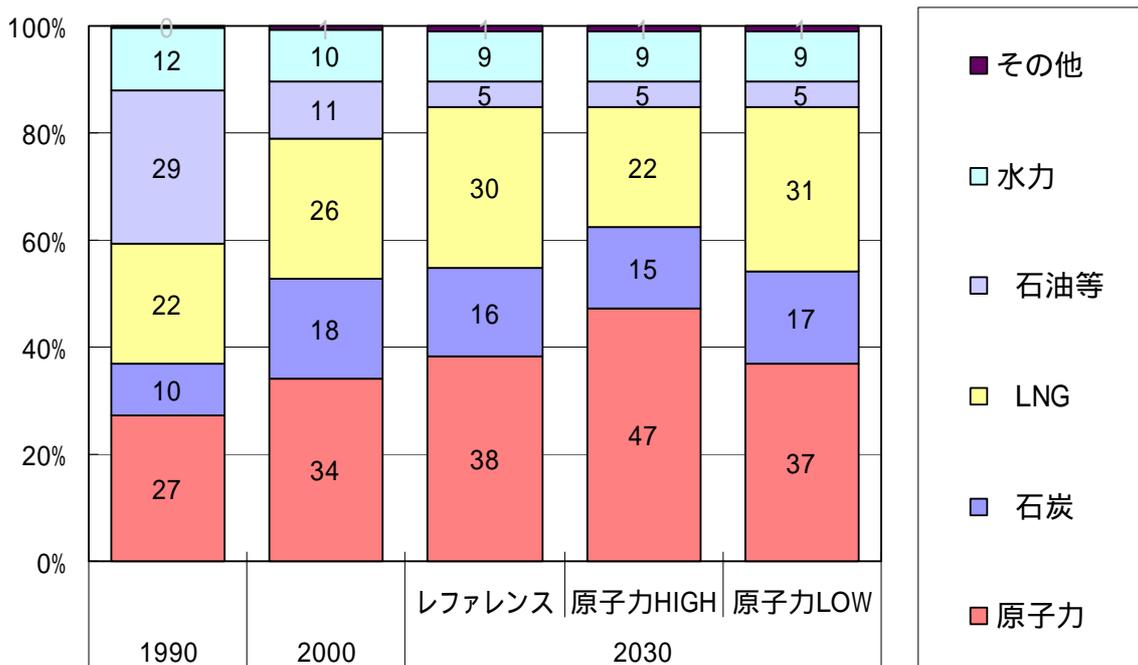
## ．一次エネルギー供給構成

原子力のシェアは、High ケースでは 19%に達する。他方 Low ケースでも、2000 年度時点よりもシェアが若干上昇する。

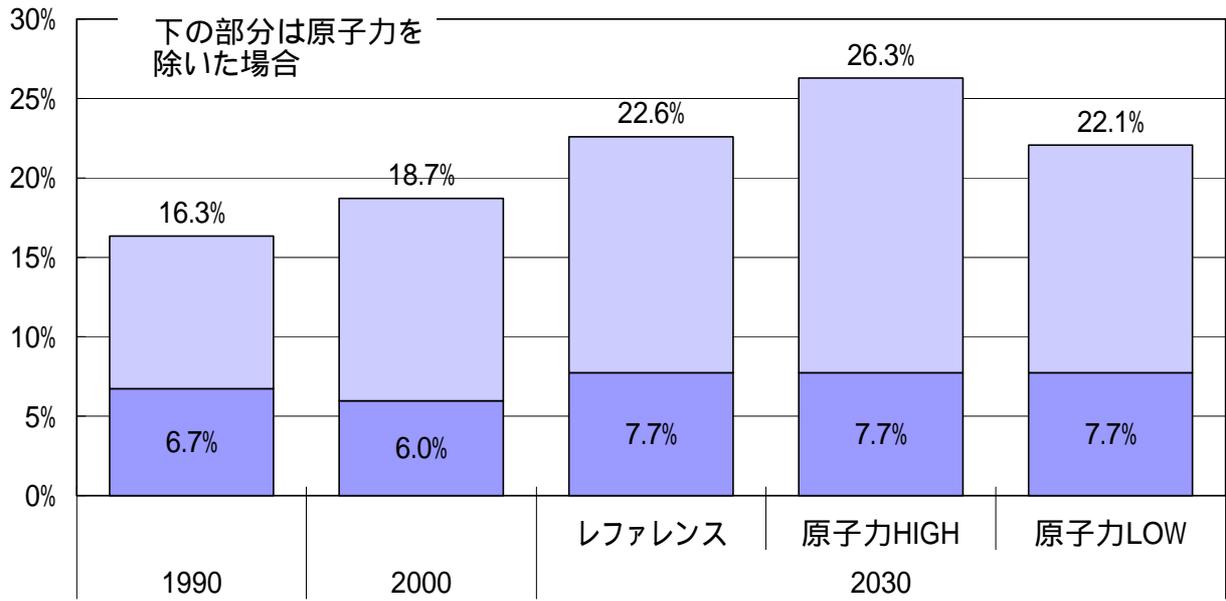


## ．発電電力構成（電気事業者）

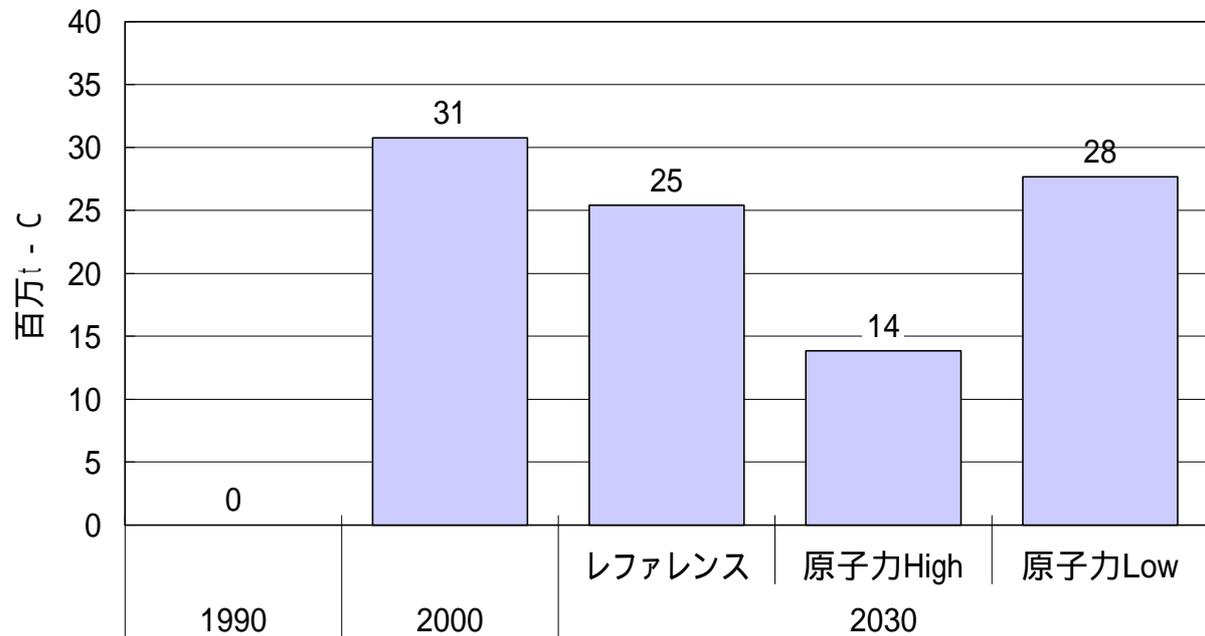
原子力のシェアは、High ケースでは 47%に達する。他方 Low ケースでも、2000 年度時点よりもシェアが上昇する。



## . 自給率



## . CO2 排出量変化の比較 (1990 年度との比較)



## (4)外的マクロ要因ケース

### ケース設定

#### 経済成長 High & Low ケース

経済成長率の動向は、生産活動やライフスタイルの変化（豊かさの追求）などを通じて潜在的エネルギー需要や、省エネ機器・システムの導入によるエネルギー効率の動向に大きな影響を与えうる。

今回の試算に当たっては、内閣府平成 15 年版「経済財政白書」における「高齢化・人口減少下での経済成長の展望」における、2010 年代以降の経済成長率の試算値（経済活性化ケース、現状維持ケース）を参考とし、経済成長の High ケース及び Low ケースの試算を行った。

具体的には、2020-30 年度の年平均成長率：「経済活性化ケース 1.6%」<sub>1</sub>、「現状維持ケース 0.4%」<sub>2</sub>を、当ケースの同期間における「High ケース」<sub>3</sub>、「Low ケース」<sub>4</sub>に各々使い、それ以外の期間は、「レファレンスケース」<sub>5</sub>との成長率の差として「High ケース： +0.4%ポイント」<sub>6</sub>、「Low ケース： 0.8%ポイント」<sub>7</sub>を適用した。

#### 【各ケースの設定】

年度	2010/2003	2020/2010	2030/2020
高成長ケース	2.4%	2.1%	1.6%
( +0.4% )			
レファレンスケース	2.0%	1.7%	1.2%
( 0.8% )			
低成長ケース	1.2%	0.9%	0.4%

## 原油価格 High & Low ケース

原油価格の動向は、我が国のエネルギー需要のみならず、エネルギー供給構造に大きな影響を及ぼしうる。なかでも原油価格の動向は、特に民生・産業用の燃料選択に大きな影響を及ぼす可能性がある。

また、原油価格の動向に対して、LNG、石炭といった競合燃料の価格動向がどのように推移するかについても想定も不可欠である。

ここでは、原油価格について、「高止まりケース」、「低迷ケース」を想定するとともに、その際の原油と LNG、石炭間の相対価格の動向についても考慮しつつ、以下の4 ケースを設定した（なお、設定に関する具体的な考え方については、「1 . 2030 年見通しの基本的考え方」を参照）。

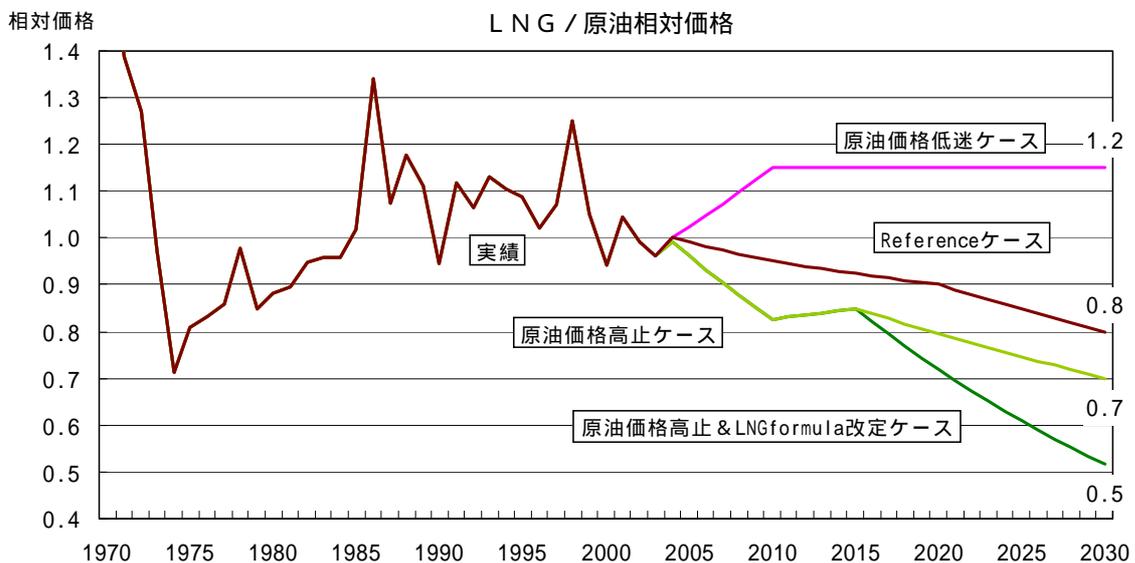
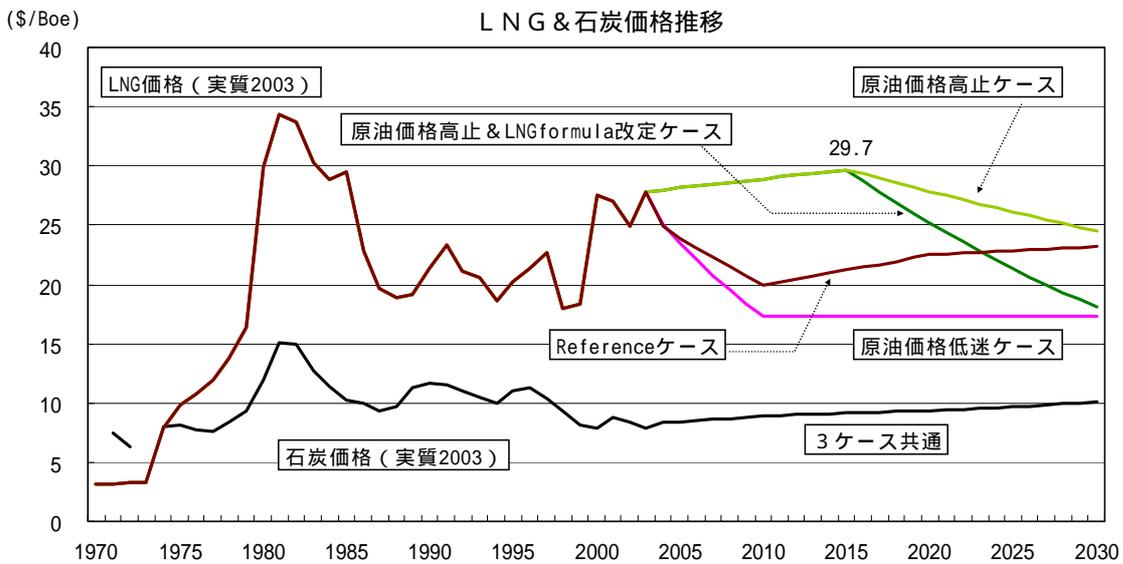
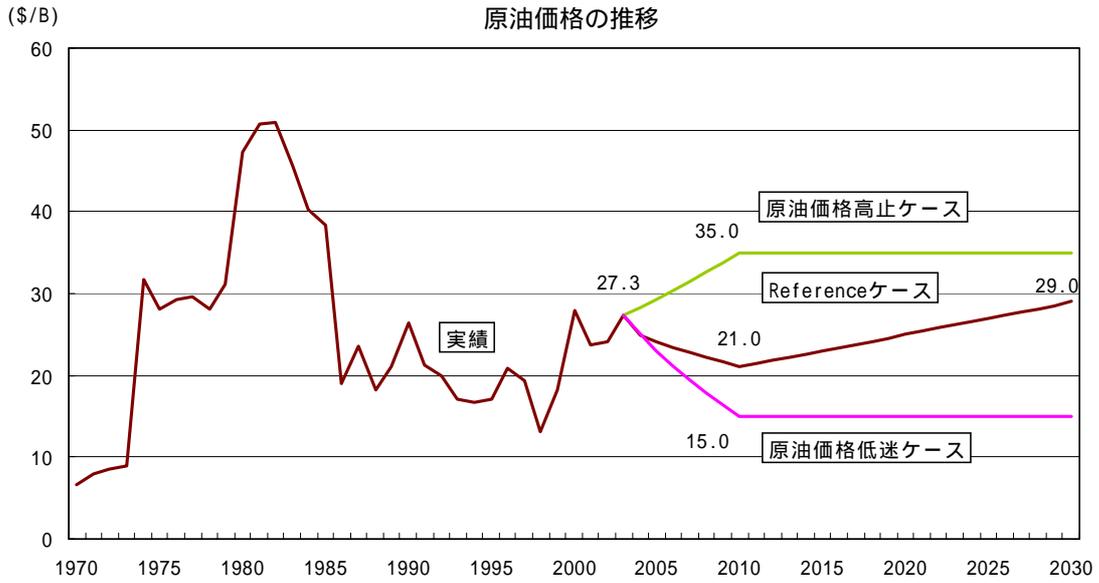
- ・ レファレンスケース
- ・ 原油価格低迷ケース
- ・ 原油価格高止まりケース
- ・ 原油価格高止まり & LNG フォーミュラ改定進展ケース

### 【国際エネルギー価格の想定】

年度	原油価格 [\$/B]		LNG 価格 [\$/BOE]		石炭価格 [\$/BOE]	
	2003 年度	27.25		27.83		7.83
ケース名	2010 年度	2030 年度	2010 年度	2030 年度	2010 年度	2030 年度
レファレンス	21.00	29.00	19.95	23.20	8.91	10.05
原油価格低迷	15.00	15.00	17.25	17.25	レファレンス	
原油価格高止まり	35.00	35.00	29.06	24.50	レファレンス	
原油価格高止まり & LNG formula 改定	35.00	35.00	28.91	18.09	レファレンス	

（注）上記エネルギー価格は 2000 年米ドル換算値であり、2004 年 8 月までの米国における物価上昇を考慮すれば、1 割近く上昇することになる。

## 【各ケースにおける価格設定とエネルギー間関係】

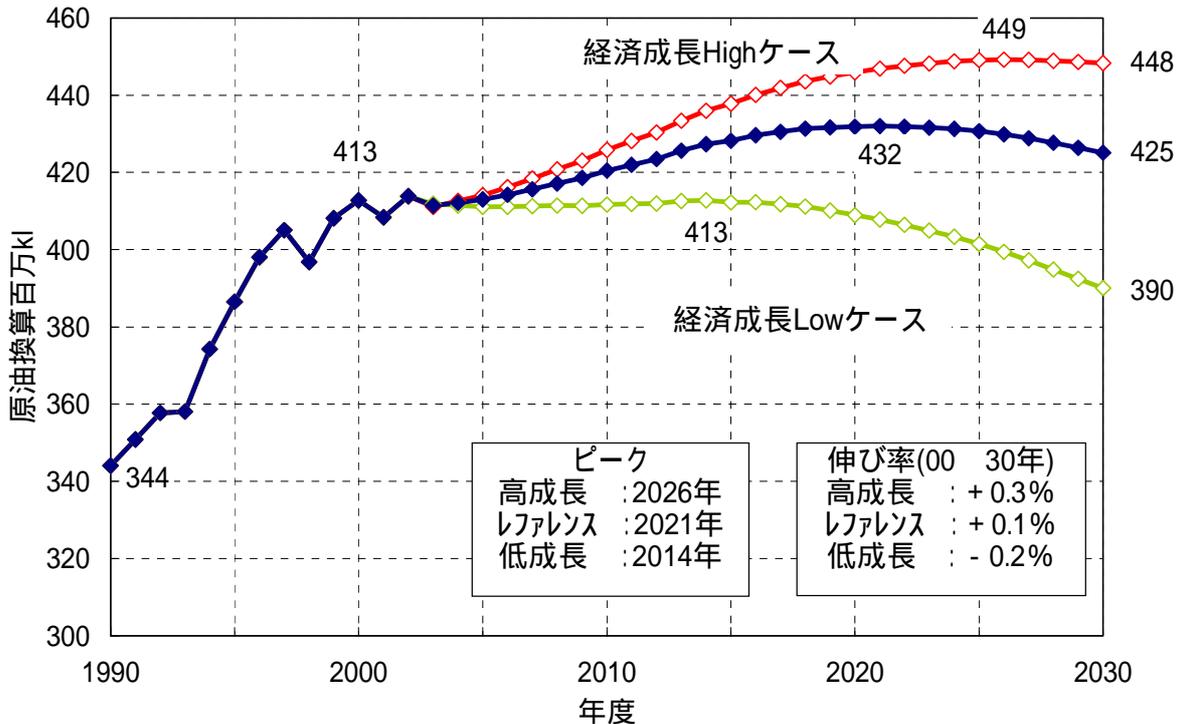


## 試算結果

### 経済成長 High & Low ケース

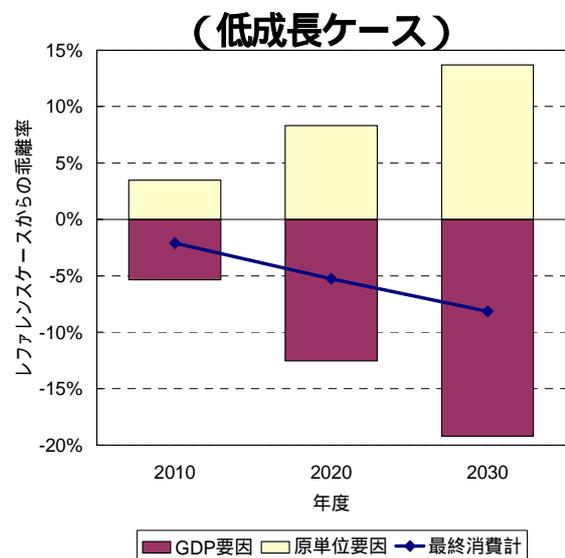
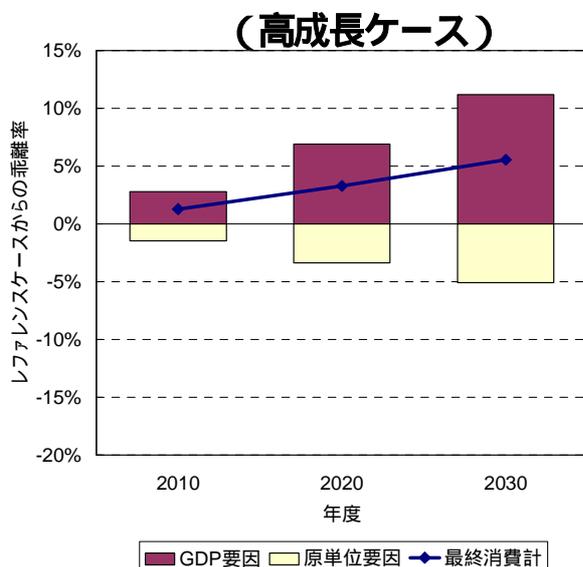
#### ・最終エネルギー消費

高成長ケース、低成長ケースとも 2030 年度までに頭打ちとなる。また、両ケースでは、需要量で 10%以上（6 千万kl 程度）の差が生じる。



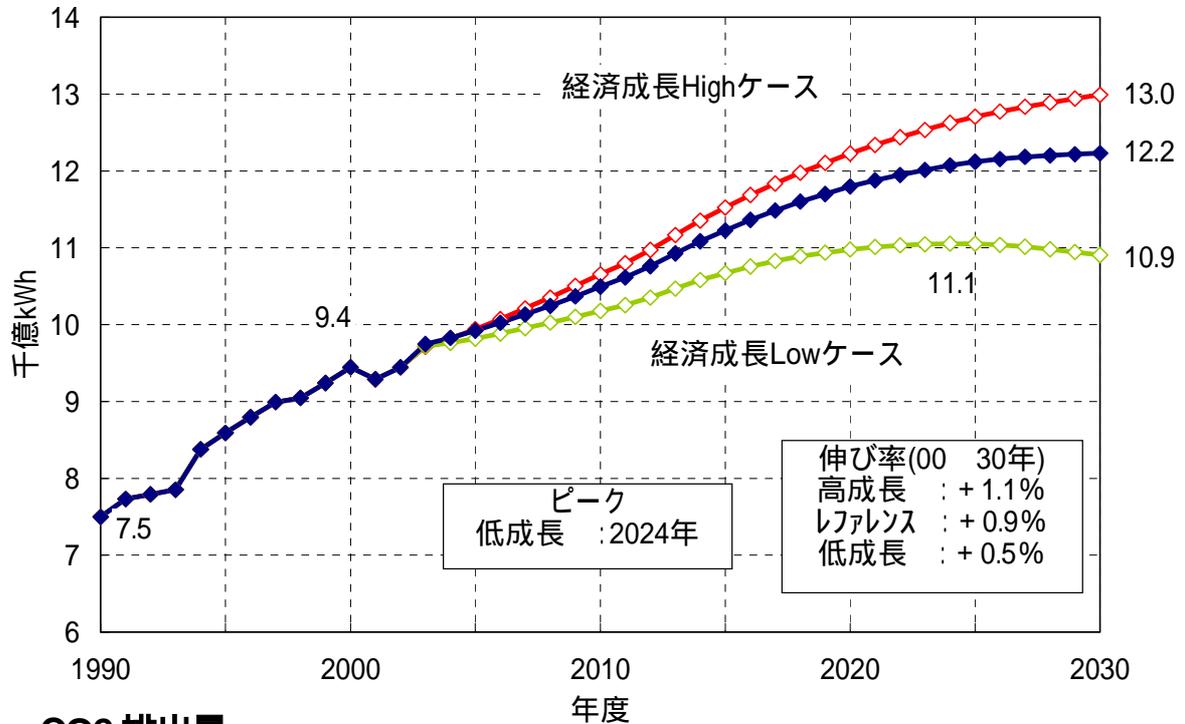
#### ・最終エネルギー消費の要因分解

高成長ケースでは、生産水準の上昇等によってエネルギー消費量が増大するが、省エネ投資促進によって原単位は改善し、需要増加は抑制される。低成長ケースでは、投資の遅滞により原単位は悪化するが、生産水準の低迷等により全体では減少方向に働く。



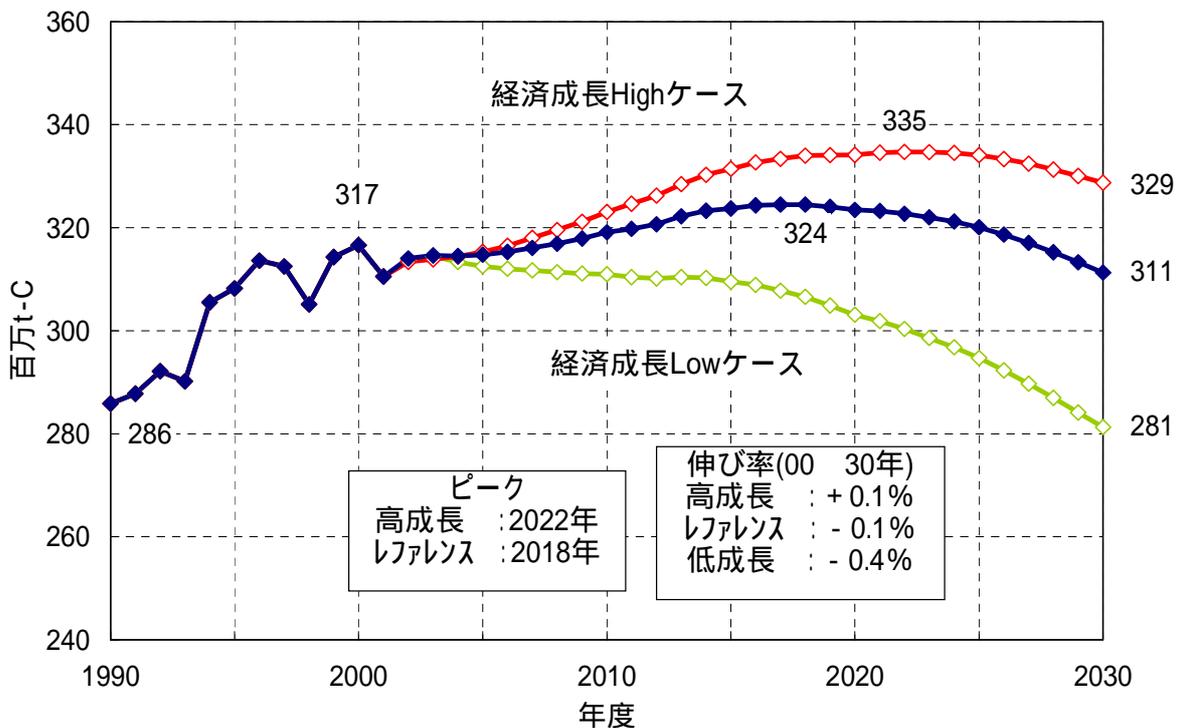
## . 電力需要

高成長ケースでは、省エネ投資促進による原単位改善効果があるものの、全体として需要は増加する。低成長ケースでは、投資の遅滞によって原単位は悪化するが、生産水準の低迷等によって全体では減少方向に働く。



## . CO2 排出量

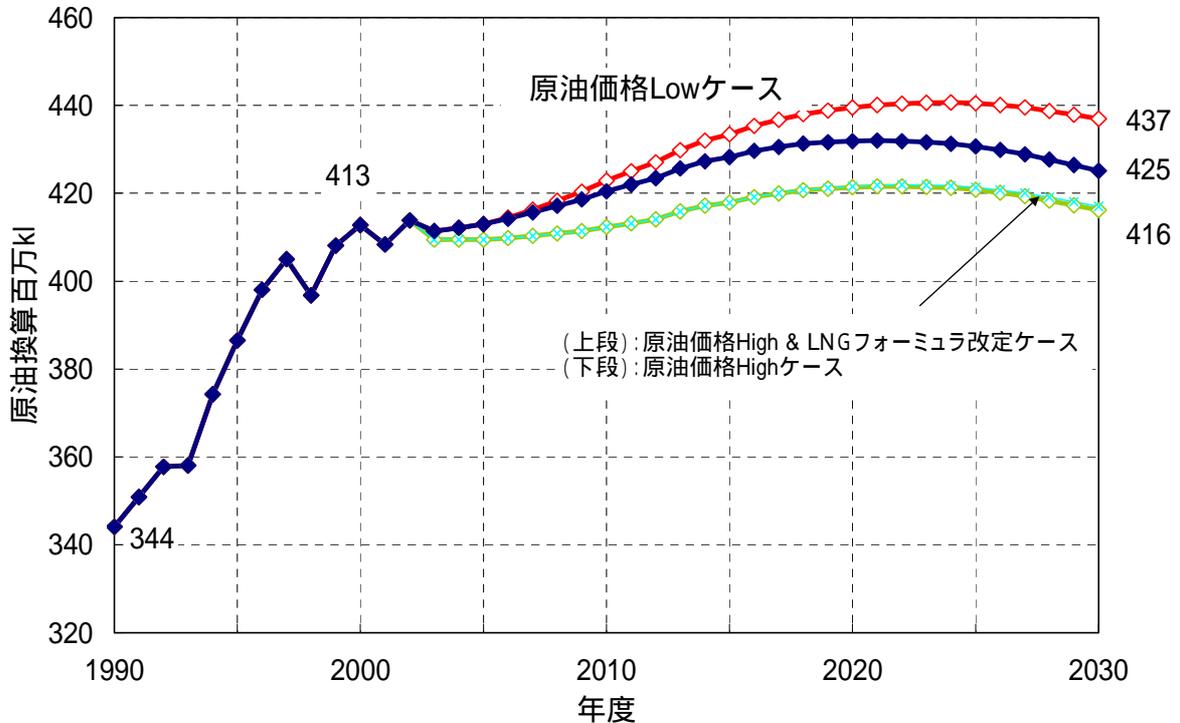
両ケースとも CO2 排出量は 2030 年度までに頭打ち後、減少に転じる。



## 原油価格 High & Low ケース

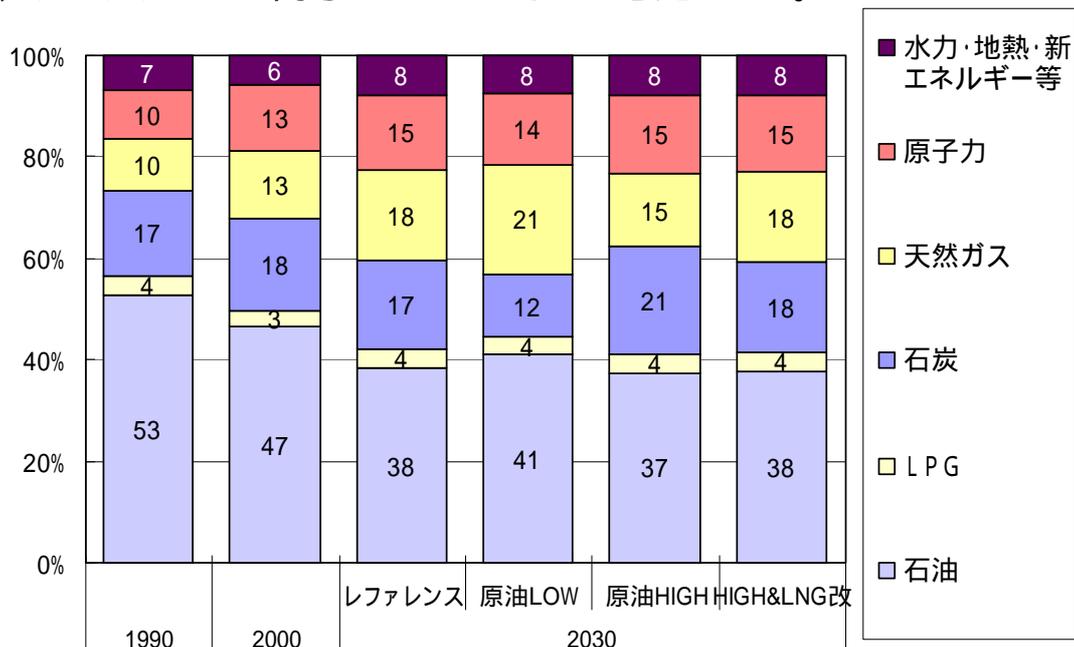
### ・最終エネルギー消費

原油価格の水準は、エネルギー需要に影響を与え得るが、想定した価格変化の範囲では、その程度はさほど大きなものではない。



### ・一次エネルギー供給構成

原油価格 Low では、石油シェアが増加。原油価格 High では、原油・天然ガスシェアが低下し、石炭シェアが拡大、原油価格 High & LNG 価格改定ケースでは、レファレンスを同等のシェアになると想定される。



## (5)留意点(その他想定されるケースと試算上の留意点)

ここでは、前述の各ケース以外について、モデルの制約上、困難であったり、必ずしもモデルによる試算が適切でないケースについて、モデルによる試算とは切り離して、各々について、将来見通しを定量的に提示する。

### ・転換部門における効率向上に寄与する技術

ここでは、省エネ進展ケースで扱わなかった転換部門における効率向上技術を取り上げた。これらについては、レファレンスケースで示されたエネルギー需要を前提とした場合に、2030年度において考えられ得る導入量のポテンシャルを想定し、その際に期待できる省エネ量を示した。

#### 【対象技術の概要】

石炭 IGCC	石炭をガス化し、ガスタービン及びその排熱利用による蒸気タービンによって複合発電を行うもの。
石炭 IGFC	石炭をガス化し、燃料電池、ガスタービン、蒸気タービンによるトリプルサイクル発電を行うもの。
天然ガス MACC	現行の改良型コンバインドサイクル(ACC)より更に高温高圧の条件に耐えうる材質・構造とすることで熱効率を向上させるもの。
次世代コークス炉 (SCOPE21)	コークス製造プロセスにおいて、事前処理を導入することによりコークス製造に係るエネルギー消費量を削減するもの。

#### 【導入イメージと導入による効果】

	2030年度における導入イメージ	期待できる省エネ量
石炭 IGCC	運開後 40 年を経過した既存の石炭火力発電設備は順次同規模の石炭 IGCC にリプレースされるものとし、2015 年度から先運開する石炭火力の 40%と想定	約 370 万 kW 導入により、約 105 万 kl 削減
石炭 IGFC	運開後 40 年を経過した既存の石炭火力発電設備は順次同規模の石炭 IGFC にリプレースされるものとし、2020 年度から先運開する石炭火力の 20%と想定	約 170 万 kW 導入により、約 70 万 kl 削減
天然ガス MACC	運開後 40 年を経過した既存の天然ガス火力発電設備は順次同規模の天然ガス MACC にリプレースされるものとし、2020 年度から先運開する天然ガス火力の 50%と想定	約 875 万 kW 導入により、約 110 万 kl 削減

次世代コークス炉 (SCOPE21)	既存のコークス炉の寿命を 50 年として、順次 SCOPE21 炉が導入されるものと想定	コークス炉のほぼすべてが リプレイスされ、約 35 万 kl 削減
-----------------------	--	---

注：石炭 IGCC 及び IGFC と、天然ガス MACC では想定稼働率が異なるため、kW 当たりの省エネ効果は単純に比較するべきものではない点に留意が必要である。

## ．石油残渣 IGCC

石油は 2030 年度においても、一次エネルギー供給の約 4 割を占める重要なエネルギー源である。しかし、石油は、特定の石油製品のみを生産できない連産品であり、自動車燃料等軽質油の供給に伴い、重質油や石油残渣（アスファルト）も生産されることに留意する必要がある。

こうした観点から、石油残渣を利用した「石油残渣ガス化発電（石油残渣 IGCC）」は重要な役割を担う。また、石油残渣 IGCC は、ガス化の過程で生成される合成ガス（CO、H<sub>2</sub>）から水素を供給することができることから、燃料電池の水素供給源となる。

こうした機能に加え、既に商業化段階に入りつつあることから、今後、石油残渣 IGCC の導入が進むものと想定。

### 【石油残渣 IGCC の概要と導入イメージ】

技術の概要	石油残渣をガス化し、ガスタービン及びその廃熱利用による蒸気タービンによって複合発電を行うもの。
導入の現状	神奈川県製の製油所内において、40 万 kW 級の石油残渣 IGCC が 2003 年より運転開始。
2030 年度における石油残渣 IGCC による電力供給量のポテンシャル	レファレンスケースにおける原油処理量から、燃料となる石油残渣の発生量を予測して設定した場合、500 万 kW 程度の電力供給量のポテンシャルが想定される <sup>注</sup> 。

注：原油処理量を増大させなくても、製油所の高度化によって、C 重油の生産減、石油残渣生成増とすることで、電力供給量のポテンシャルは上方修正になる可能性がある。

## ．炭素回収隔離技術

2030 年を見通した場合、炭素回収隔離技術が大きく進展する可能性がある。この場合、化石エネルギー源における CO<sub>2</sub> 排出面での制約を緩和しうするため、エネルギー需給構造に大きな影響を与える可能性があることに留意する必要がある。

## (6)各ケースを組み合わせた試算

### 《省エネルギー進展 + 経済成長 High + 原子力 Low ケース》

一つの外生変数が変化する場合、実際にはその他の変数も変化することから、感応度分析を組み合わせることが望ましい場合がある。

特に、「省エネルギー進展ケース」については、技術開発が相当程度進展することを前提としているが、その場合は経済活動が活発化している可能性があること、一方で、最終エネルギー消費量が大幅に低減することからエネルギー供給構造、特に原子力発電所の立地基数に大きな影響を与える可能性があることから、「省エネルギー進展ケース」と「経済成長 High ケース」及び「原子力 Low ケース」とを組み合わせる感応度分析を行った。

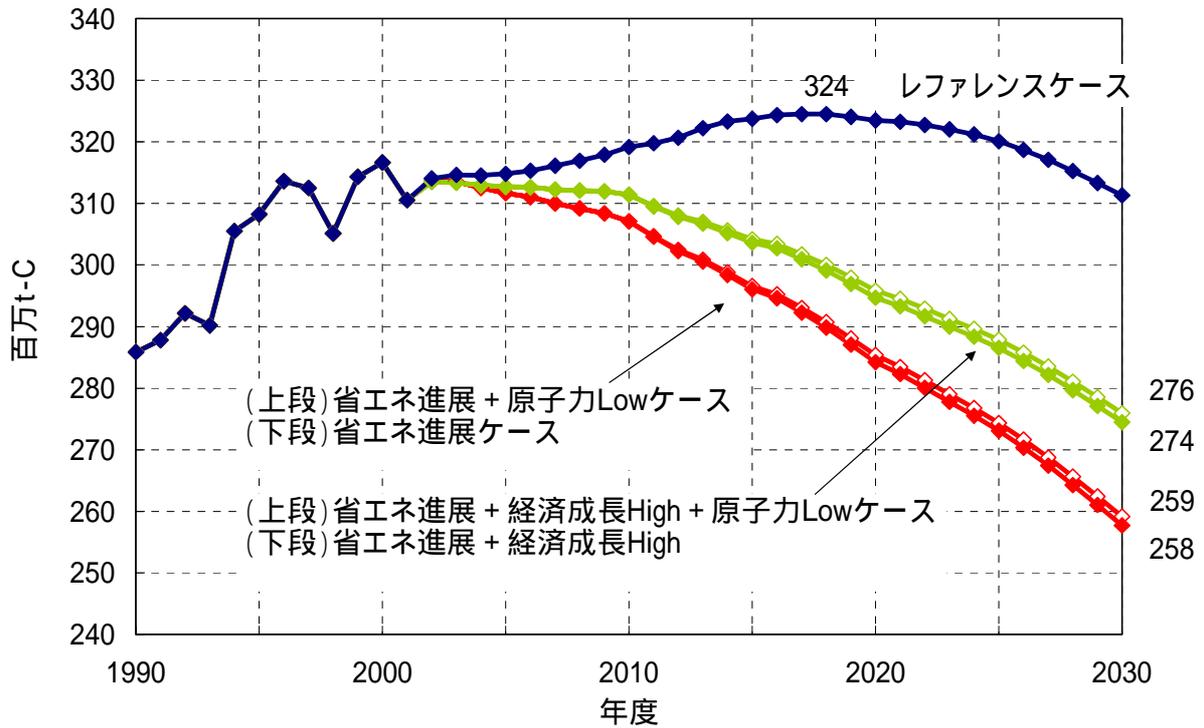
### ・ ケースの設定

以下の網掛け部分のとおり、「省エネルギー進展ケース」において、「原子力 Low ケース」の分析、及び「経済成長 High ケース」並びに「経済成長 High + 原子力 Low ケース」についても分析を行った3つの組合せのケースを設定した。

#### 【ケース設定の一覧】

2030 年度での設定	原子力立地	経済成長
レファレンスケース	+9 基 レファレンスケース	1.2%
省エネ進展ケース	+9 基 レファレンスケース	1.2%
省エネ進展 + 高成長ケース	+9 基 レファレンスケース	1.6%
省エネ進展 + 原子力 Low ケース	+ 7 基 Low ケース	1.2%
省エネ進展 + 高成長 + 原子力 Low ケース	+ 7 基 Low ケース	1.6%

## . CO2 排出量

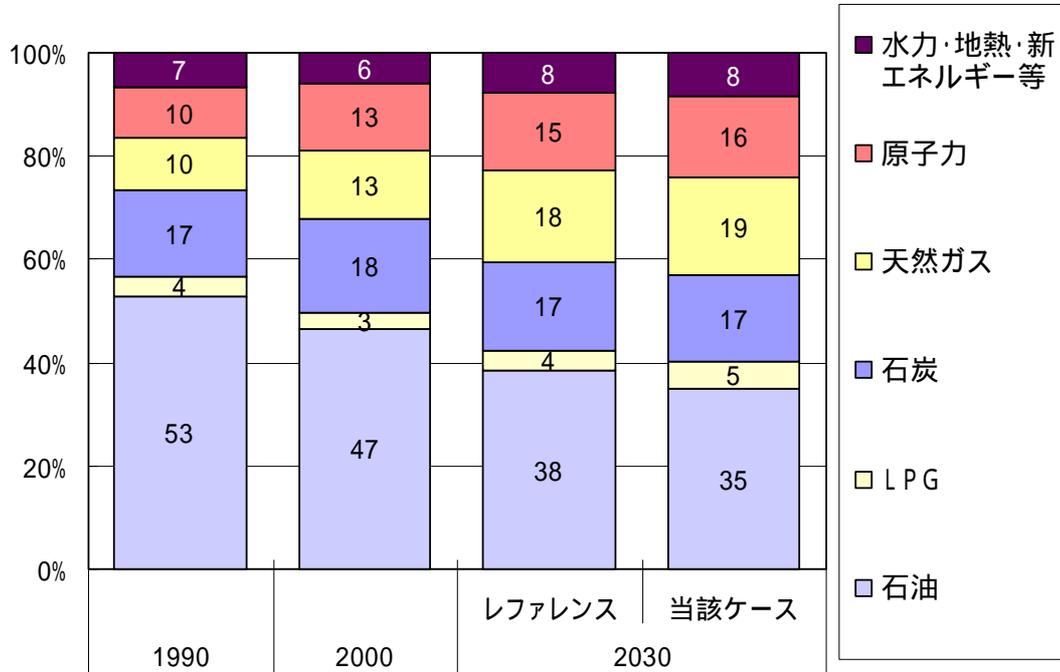


省エネ進展 + 経済成長 High + 原子力 Low ケースでは、レファレンスケースよりも CO2 排出量が相当低水準で推移する。感応度分析なので実際にこのとおりの姿が実現するかどうかは検証が必要ではあるものの、エネルギー技術進展を実現すれば、経済と環境の両立が可能となり得ることを示唆している。

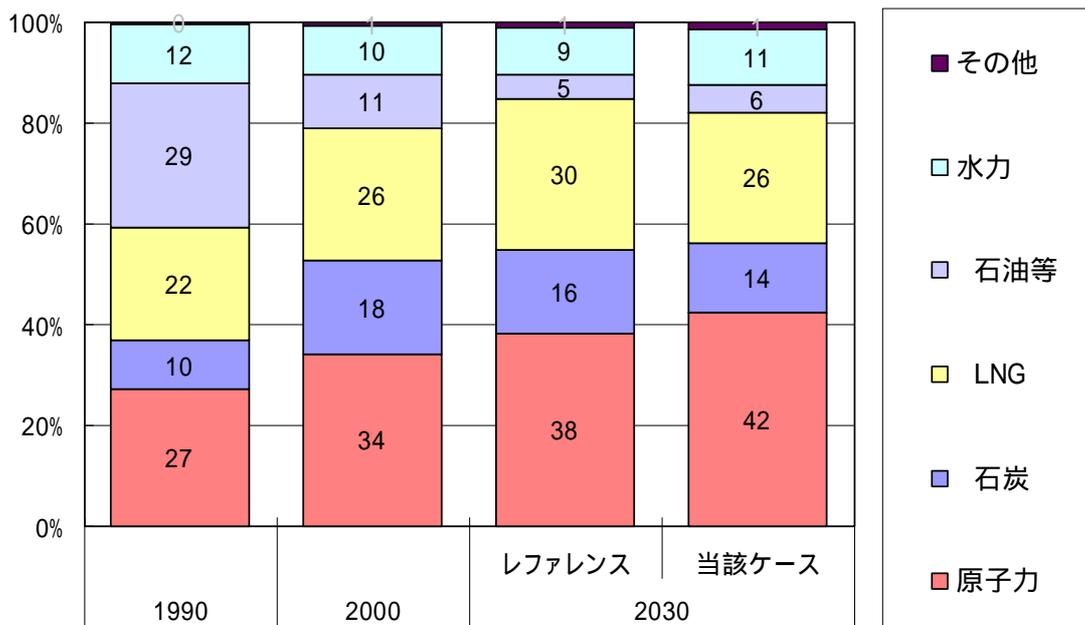
## ・一次エネルギー供給構成、発電電力構成（電気事業者）

ここでは「省エネ進展 + 高成長 + 原子力 Low ケース」の需給構成を示す。

### 【一次エネルギー供給構成】



### 【発電電力構成（電気事業者）】



## 第 2 節 2010 年エネルギー需給見通し

### ポイント

#### エネルギー需要は、民生・旅客部門で大きく増加する見通し

- ・ 現行対策推進ケースにおけるエネルギー需要は、産業部門においては、京都議定書の基準年である 1990 年度に比して 9 % の増加にとどまる一方、家庭部門、業務部門、運輸部門においては、各々 34%、39%、21% と大きく増加する見通し。

#### エネルギー供給構成の一層の多様化が進展する見通し

- ・ エネルギー供給構成は、天然ガスの増加、原子力の増加等を踏まえ、一層の多様化が進展する見通し。
- ・ 石油は消費量は減少するが、依然として国内供給の 4 割以上を占める重要なエネルギー源。天然ガスのシェアは増加、石炭のシェアは横這い。
- ・ 原子力は、2010 年度までの新規増設分として既建設中 3 基が見込まれ、3,753 億 kWh となる。また、新エネルギーは、シェアの若干の増加が見込まれる。

#### エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量の増加抑制のためには追加対策が必要

- ・ 2010 年度におけるエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量は、自然体で見通した「レファレンスケース」では 1,181 百万 t-CO<sub>2</sub>、現行対策の推進により期待される効果を織り込んだ「現行対策推進ケース」では 1,115 百万 t-CO<sub>2</sub> の見通し。
- ・ 現行対策推進ケースでは、1990 年度の排出量 (1,048 百万 t-CO<sub>2</sub>) と比較して 67 百万 t-CO<sub>2</sub> 増加する見込みであり、排出抑制のためには更なる追加対策が必要。

エネルギー起源 CO<sub>2</sub> については 59 百万 t-CO<sub>2</sub> の追加対策を講じることで 2010 年度の排出量を基準年総排出量比 +0.6% まで抑制し、引き続き温室効果ガス全体で同 0.5% の削減を達成し得る可能性が示された (第 3 章参照)

## 1 . 2010 年見通しの基本的考え方

エネルギー需給構造は経済社会構造全般と密接に関連し、また、エネルギー供給上のインフラ整備や資源開発、需要構造の変革は時間を要するものであることから、本来エネルギー政策も長期的な視点から検討をしていく必要がある。

一方で、我が国の温室効果ガス排出量の約 9 割がエネルギー起源であることから、エネルギー政策も地球温暖化問題への対応、京都議定書の削減約束の実現に向けて取り組んでいく必要がある。

そのため、内外の社会情勢の変化を踏まえるとともに、現行の地球温暖化対策推進大綱に掲げられたエネルギー需給両面の対策の効果を評価しつつ、第一約束期間の中間点である 2010 年におけるエネルギー需給構造を見通すこととする。

2010 年の需給見通しの策定においては、これまでの対策の効果の評価と、今後の更に講じられるべき追加対策の効果との関係を明確化する観点から、以下の 3 つのケースについて提示することとする。

**レファレンスケース**

**現行対策推進ケース**

**追加対策ケース**

なお、提示される見通しは、ある一定の前提の下に推計されたものであり、ある程度の幅をもって理解すべきものである。

## 2. 各ケースの考え方

### (1) レファレンスケース

現行の技術体系と既に実施済の施策を前提とした上で、経済社会や人口構造、マーケットや需要家の嗜好、民間ベースの取組が、今後ともこれまでの**趨勢的变化で推移した場合の見通し**。

(注) 本来、2010年のレファレンスケースは2030年のレファレンスケースに至る途中段階として位置づけられるべきものであるが、今次試算においては2010年までの経済成長の見通しを最新のものに改めた結果、両者は一致していないことに注意を要する。

### (2) 現行対策推進ケース

経済成長率等のマクロフレーム、生産水準、床面積等はレファレンスケースと同様に設定。

現行の地球温暖化対策推進大綱に提示された**対策（今回の現行対策）を今後着実に講じた場合に実現が期待される見通し**。

本見通しに当たっては、これまでの対策効果の再評価を実施し、達成が期待される効果量のみを反映する。

### (3) 追加対策ケース

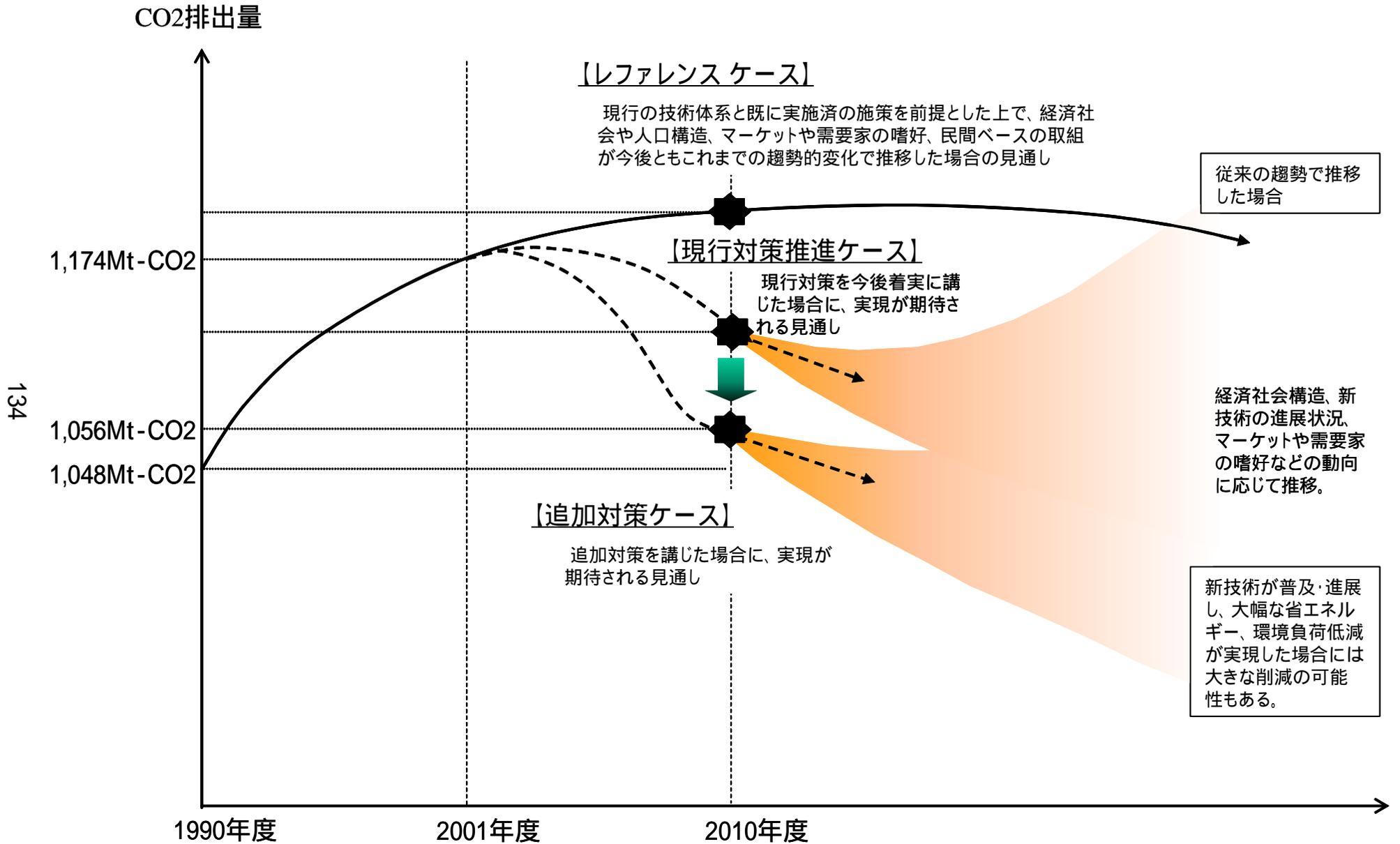
2010年度時点において、**追加対策を講じた場合に実現が期待されるエネルギー起源CO2排出量見通し**（1990年度比+0.6%程度）。

現行対策推進ケースが長期的に実現するCO2排出量低減パスを加速化・前倒しさせた場合の見通しと位置付ける。

(注) 「2030年見通し」と2010年「現行対策推進ケース」、「追加対策ケース」との関係

2030年という長期においては、内外の経済社会状況、エネルギー価格や新技術やビジネスモデルの導入状況など不確定要素が大きいことから、2010年の各ケースと2030年の各ケースとを厳密に対応させることにあまり意味はない。もっとも「2010年現行対策推進ケース」や「2010年追加対策ケース」が実現される場合には、例えば2030年に向けて省エネルギーの進展及び新エネルギーの進展が実現される可能性が高まると考えられる。

# 【2010年見通しにおける需給見通し（CO2排出量）の関係図】



### 3. マクロフレームの見通し

2010 年見通しにおけるマクロフレームの設定は、以下のとおりとした。なお、この設定は、各ケースにおいて共通である。

#### (1) 人口と労働力人口

人口は国立社会保障・人口問題研究所「中位推計」（2002 年 1 月）に基づき、2006 年度をピークに減少と想定。

なお、失業率については足下の水準（5 % 程度）から改善して推移。

年度	1990	1995	2000	2005	2010
総人口(万人)	12,361	12,557	12,693	12,771	12,747
労働力人口(万人)	6,414	6,672	6,772	6,759	6,709

(注1) 総人口は2006年度にピークに達する(1億2774万人)。

(注2) 労働力人口は1997年度(6793万人)がピーク。

#### (2) 為替水準

過去 5 年程度の実績を踏まえ、今後 120 円/ \$ で推移すると想定。

#### (3) エネルギー価格

IEA、米国エネルギー省の見通しを参考に、2000 年度 2010 年度までは安定的に推移するものとした。

( 実質ベース )	石油	: \$ 28/b	\$ 21/b
	LNG	: \$ 252/t	\$ 179/t
	石炭	: \$ 35/t	\$ 39/t

( 2010 年度の価格は 2000 年ドル換算値 )

#### (4) 経済成長率

2010 年度までの実質 GDP 成長率は、「構造改革と経済財政の中期展望」(2005 年 1 月 21 日閣議決定) 及び同参考資料(内閣府作成)で示された見通しをもとに、以下のとおり推移するものとした。

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
実質 GDP 成長率(%)	0.8	1.9	2.1	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6

#### (5) 最終需要項目(マクロコンポーネント)

今後の経済は、個人消費、民間設備投資など民需主導型の成長を遂げ

ると想定。一方、公的部門は、「構造改革と経済財政の中期展望」を踏まえ、支出が抑制されるものと想定。

#### **4 . 部門別の動向と各種対策効果の評価**

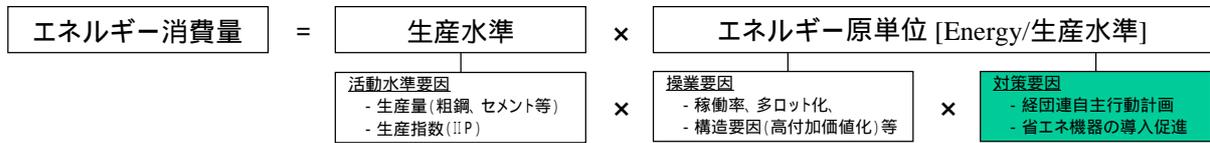
ここでは、前述の3ケース（レファレンスケース、現行対策推進ケース、追加対策ケース）における見通しを策定するにあたって、特に重要な要因について、需要サイド（産業部門、民生部門、運輸部門）及び供給サイド毎に、その設定と考え方を示す。

具体的には、以下のとおり。

- ・ エネルギーの潜在需要の動向に関連する各種見通し
  - 各種経済活動指標（生産量、世帯数、業務床面積、交通需要等）
  - エネルギーの使い方に関する情報（機器保有率、自動車保有率等）
- ・ エネルギーに関する各種対策効果の見通し
  - 現行対策効果の見通しについて、「レファレンスケース」、「現行対策推進ケース」における設定を示す。
  - 「追加対策ケース」で考慮される追加対策効果の見通しを示す。なお、追加対策の考え方、進め方等については、別途「第2部第3章」を参照されたい。

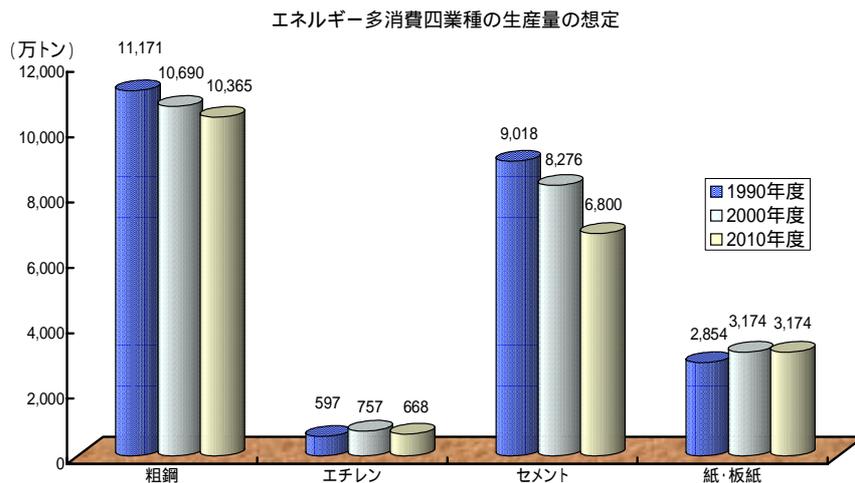
# (1) 産業部門

## 基本構造

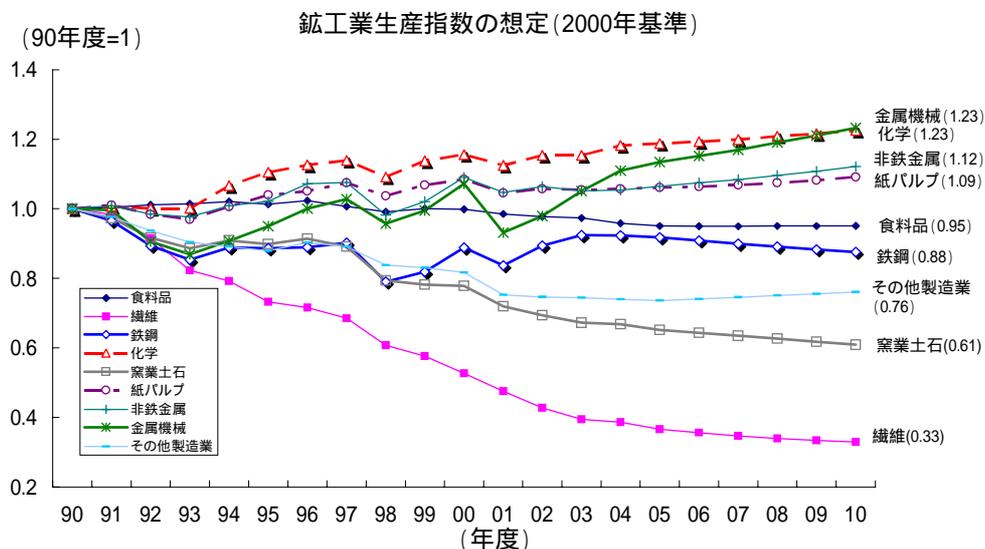


## 活動水準要因(生産水準)及び操業要因

- 製造業全般では、素材型産業から加工組立型産業へのシフトが進展し、金属機械工業等の活動が拡大。他方、エネルギー多消費産業は、中国を始めとする外需が下支えするものの、中国における生産能力の増強や公共投資の落ち込みによる内需の伸び悩みから2010年に向けて全体的に生産水準は低下する傾向。一方で高付加価値化が進展し全般的に鉱工業生産指数(IIP)は上昇。



(1)セメント生産量は「構造用セメント」の生産量に輸出用クリンカを加えたもの。  
 (2)2010年度の数値は、ある一定の前提の下に推計されたものであり、ある程度の幅を持って理解すべきものである。



(注)本想定は、ある一定の前提の下に推計されたものであり、ある程度の幅をもって理解すべきものである。

## 対策要因

### 日本経団連環境自主行動計画

#### 《日本経団連自主行動計画の着実な実施とフォローアップ》

現行地球温暖化対策推進大綱の目標（以下「現行大綱目標」） 約2,010万kl

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約1,190万kl		
<p>産業部門においては、日本経済団体連合会環境自主行動計画（以下「自主行動計画」という。）が中心的役割を占めている。同計画は、毎年度、フォローアップがなされており、排出量・排出削減に向けた取組の進展状況が公表されている。また、第三者評価委員会を設けて透明性・信頼性の向上に努めており、産業構造審議会・総合資源エネルギー調査会の合同小委員会においてもフォローアップが実施されている。</p> <p>2004年度フォローアップ結果によれば、下表のとおり目標達成に向けて総じて順調に進捗しており、「2010年度の目標達成は可能な範囲にある」との評価がなされた。</p> <p>これを受け本試算では、レファレンス/現行対策推進ケースとも、産業部門のカテゴリーに相当する業界団体を抽出し、各団体の目標値をエネルギー原単位に換算し、反映させた（但し「電機・電子4団体」は「目標」ではなく「見通し」を使用。「電気事業連合会」は後述の（5）供給サイドにて別途設定）。</p> <p>2010年度における省エネ効果は、マクロフレームの状況に依存するが、約1,190万klと見込まれる。</p>		

### 【日本経団連自主行動計画のフォローアップ結果】

#### 1. エネルギー原単位の目標を設定している業種

No	業種名	単位	基準年	2000 実績値	2003 実績値	2010 見通	2010 削減目標	目標	目標達成 可能性
1	石油連盟	原油換算/換算通油量KL	10.19	8.89	8.87	8.87	9.17	90年度比10%削減	
2	日本鋁業協会(全体)	KL/生産量(T)	0.883	0.802	0.796	0.756	0.7964	90年度比10%削減(今年度より全体目標に変更)	
	日本鋁業協会(非鉄)	KL/生産量(T)	0.703	0.568	0.580	0.556	0.6186	90年度比12%削減(昨年度までの目標)	-
	日本鋁業協会(フィロソフェル)	KL/生産量(T)	2.015	2.224	2.154	2.144	1.9143	90年度比5%削減(昨年度までの目標)	-
3	石灰石鋁業協会	KL/生産量(T)	1.14	1.13	1.06	1.04	1.04	90年度比6%削減	
4	(社)日本化学工業協会	総合指数	100	91	89	86	90	90年度比10%削減	
5	日本ゴム工業会	KL/生産量(千t)	740.3	706.5	721.1	588.1	740.3	90年度比±0%	
6	(社)日本アルミニウム協会	GJ/圧延量(T)	21.5	19.2	18.6	19.2	19.4	95年度比10%削減	
7	(社)日本電線工業会(光ファイバ)	KL/生産長(千kmc)	8.25	3.81	3.62	3.50	5.36	90年度比35%削減	
8	日本伸銅協会	KL/生産量(T)	0.413	0.382	0.386	0.382	0.382	95年度比7.5%削減	
		MJ/生産量(T)	14479	13561	13361	12512	12597	90年度比13%削減(新たな目標)	
9	日本製紙連合会	MJ/生産量(T)	14479	13561	13361	12512	13031	90年度比10%削減(従来目標)	-
		MJ/t-セメント	3586	3504	3438	-	3451	90年度比3%削減	
10	(社)セメント協会	MJ/t-セメント	3586	3504	3438	-	3451	90年度比3%削減	
11	(社)日本工作機械工業会	L/百万円	139.8	148.6	153.8	131.4	131.4	97年度比6%削減	
12	(社)日本建設機械工業会	KL/億円	14.09	15.38	14.71	13.45	12.68	90年度比10%削減	
		総合指数	100	91	-	81	90	90年度比10%削減	-
13	日本百貨店協会	KWh/m <sup>2</sup> ・h	0.144	0.135	0.140	-	0.144	90年度比±0%	
14	日本チェーンストア協会	KWh/m <sup>2</sup> ・h	0.118	0.120	0.112	-	0.118	1996年度比±0%	
15	(社)日本ファシリティチェーン協会	KWh/m <sup>2</sup> ・h	0.161	0.160	0.132	-	0.161	90年度比±0%	

#### 2. エネルギー消費量の目標を設定している業種(原油換算 万kl)

No	業種名	基準年	2000 実績値	2003 実績値	2010 見通	2010 削減目標	目標	目標達成 可能性
16	(社)日本鉄鋼連盟	6396	6003	6029	5756	5756	90年度比10%削減	
17	日本石灰協会	98.6	78.7	76.5	88.0	92.7	90年度比6%削減	
18	(社)日本電線工業会(銅・アルミ)	57.5	48.9	42.8	41.4	57.5	90年度比±0%	
19	板硝子協会	71.4	53.8	53.3	54.8	60.9	90年度比15%削減	
20	(社)日本工作機械工業会	14.5	14.1	12.5	13.6	13.6	97年度比6%削減(新規追加)	
21	(社)日本染色協会	164.3	130.3	104.3	107.2	111.6	90年度比32%削減	
22	日本ガラスびん協会	66.4	48.3	42.2	43.5	58.04	90年度比10%削減	

### 3. CO2原単位の目標を設定している業種

No	業種名	単位	基準年	2000 実績値	2003 実績値	2010 見通	2010 削減目標	目標	目標達成 可能性
23	電気事業連合会	kg-CO2/kWh	0.421	0.378	0.436	0.36	0.34程度	90年度比20%削減	
24	日本製紙連合会	kg-co2/t	1008	975	980	899	907	90年度比10%削減(新規追加)	
25	電機・電子4団体	t-co2/百万円	0.324	0.229	0.239	0.252	0.243	90年度比25%削減(今年度より実質生産高に変更)	
		t-co2/百万円	0.324	0.334	0.442	0.446	0.243	90年度比25%削減(昨年度まで各自生産高を使用)	
26	(社)日本産業機械工業会	t-co2/億円	22.1	23.7	27.3	27.3	19.4	97年度比11.4%削減	
27	(社)日本ベアリング工業会	t-co2/億円	186.5	174.4	167.3	155.9	162.3	97年度比13%削減(今年度より生産高を原価ベースに変更、購入電力の炭素排出係数を一定として評価)	
		t-co2/億円	168.7	160.7	169.7	132.3	146.8	97年度比13%削減(昨年度まで生産高は工業会統計を使用)	

### 4. CO2排出量の目標を設定している業種(万t-CO2)

No	業種名	基準年	2000 実績値	2003 実績値	2010 見通	2010 削減目標	目標	目標達成 可能性
28	(社)日本ガス協会	116.0	84.0	76.0	73.0	73.0	90年度比37%削減	
29	日本ゴム工業会	195.1	189.9	217.8	191.3	195.1	90年度比±0%	
30	日本衛生設備機器工業会	47.9	36.5	36.4	35.0	35.0	90年度比20%削減	
31	(社)日本自動車部品工業会	717.6	640.5	670.6	670.6	667.4	90年度比7%削減	
32	(社)日本自動車車体工業会	92.6	90.0	96.6	78.1	83.3	90年度比10%削減	
33	(社)日本自動車工業会	759.0	625.0	579.0	693.0	683.0	90年度比10%削減	
34	(社)日本産業車両協会	6.1	6.1	6.0	5.5	5.5	90年度比10%削減	
35	(社)日本染色協会	391.4	298.2	220.7	228.5	246.7	90年度比37%削減	
36	日本ガラスびん協会	179.2	120.3	107.1	106.3	140.6	90年度比10%削減	

目標を既に達成しており、十分に達成可能と判断される業種

目標は未達だが、順調に改善傾向にあり十分に達成可能と判断される業種

目標未達だが、今後業界が予定している対策を十分に成し遂げることにより目標達成が可能範囲にあると判断される業種

(注) 自主行動計画をエネルギー消費原単位に換算する際、自主行動計画上の目標が必ずしもエネルギー消費原単位ではないこと、自主行動計画と当該見通しの間でバウンダリーが異なること等から必ずしも厳密に反映できない場合があることに留意。

## 省エネ機器の導入促進等(中小企業分)

### 《高性能工業炉の導入促進》

現行大綱目標 約 40 万 kl

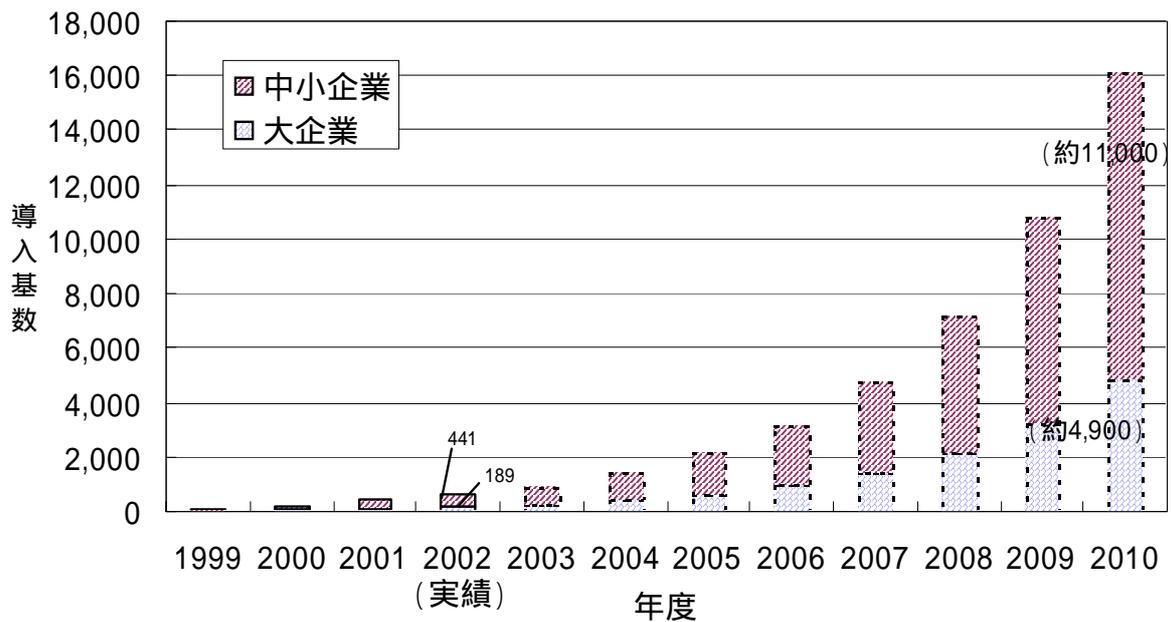
レファレンス 約 30 万 kl	現行対策推進ケース 約 40 万 kl	追加対策ケース 約 80 万 kl
排熱回収によりエネルギー効率を高めた高性能工業炉の導入に対し、現在、重点的な支援を実施しているところ。		
今後、増加傾向が続かないものとして推計し、2010年度には累計で約 750 基(中小企業分)の導入を見込む。	今後も現行対策下での着実な導入が実現するものとして推計し、2010年度には累計で約 960 基(中小企業分)の導入を見込む。	追加的に約 1,000 基(中小企業分)程度の導入を推進するための支援の重点化を図る。

## 《高性能ボイラーの普及》

現行大綱目標 約 40 万 kl

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 10 万 kl	約 50 万 kl	同左
<p>現在、導入初期段階にあり、普及率は約 1 % 程度だが、直近の数年間では、対前年度比約 1.5～2 倍程度のペースで導入が進んでいる。</p>		
<p>最近の導入の加速化傾向が今後は続かないとの前提の上に、将来導入量を推計し、中小企業への累計導入台数約 1,600 台を見込む。</p>	<p>現行対策の進捗により、最近の導入の加速化傾向が今後も続くとの想定の下、2010 年度で約 16,000 台(普及率約 3 割)の導入を見込む。うち中小企業導入台数は約 11,000 台と推計される。</p>	<p>追加対策なし。</p>

### 高性能ボイラーの普及予測



## 《高性能レーザーの普及》

現行大綱目標 約 10 万 kl
------------------

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 0 万 kl	約 0 万 kl	約 0 万 kl
高性能レーザーの製造事業者からのヒアリング調査により、2010 年度における高性能レーザーの市場規模は約 1,300 台。しかし、これら需要は自主行動計画に参加する大企業が中心であるため、自主行動計画に追加しての省エネ効果は見込まない。		

## 《次世代コークス炉の導入促進（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 10 万 kl
	従来コークス炉よりも高い省エネ性能（約 20% の省エネ）が見込まれる次世代コークス炉の導入を促進する。

## 《複数事業者の連携による省エネルギー（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 100 万 kl
	コンビナートを中心に、工場廃熱等を複数主体間で融通するなどにより、工場単体を超えた省エネルギーを実現。 主要コンビナートにおける複数連携事業を支援する。

## 《省エネルギー法によるエネルギー管理の徹底（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 40 万 kl
	省エネ法に基づく中小工場のエネルギー管理の徹底を図るとともに、2005 年通常国会に提出予定の改正省エネ法により、2006 年度から規制対象工場をさらに拡大する予定。 省エネセンターによる省エネ診断も併せて実施。

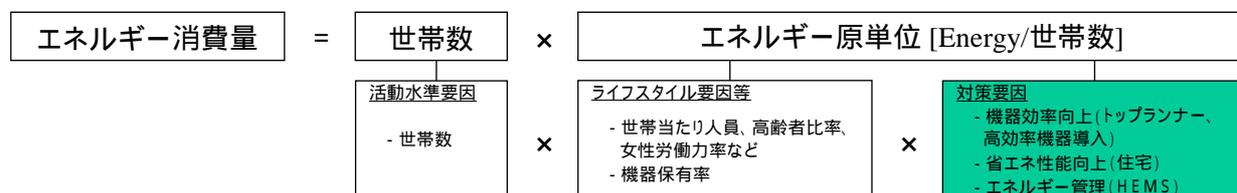
## 《建設施工分野における低燃費型建設機械の普及（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 10 万 kl
	低燃費型建設機械の使用を奨励し、公共工事において積極的に活用することにより、低燃費型建設機械の普及を促進

## (2) 民生（家庭、業務）部門

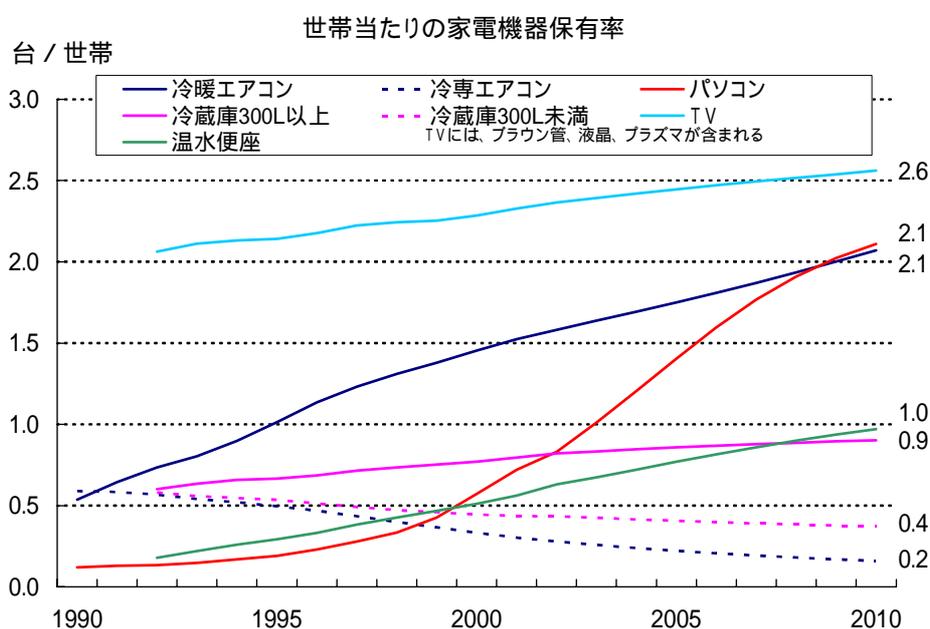
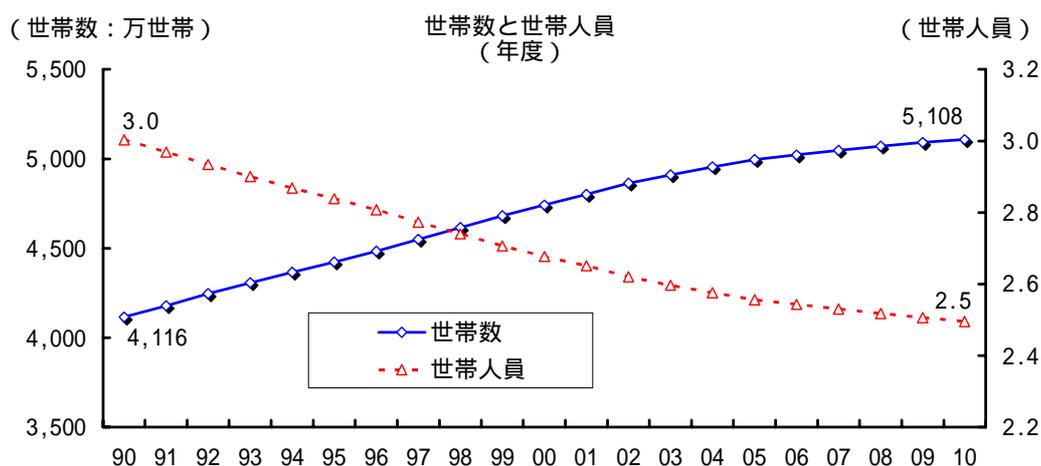
### 家庭部門

#### 基本構造



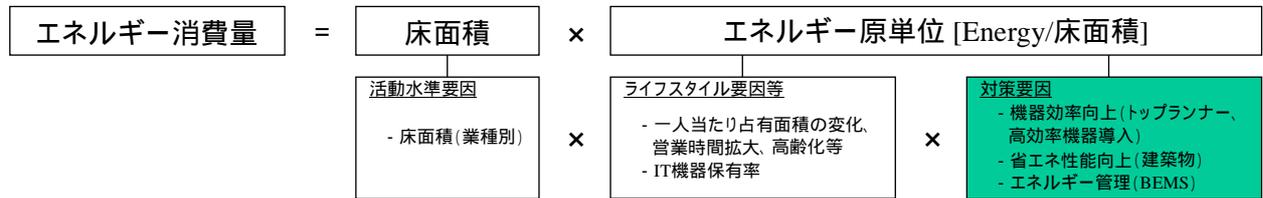
#### 世帯数、ライフスタイル要因

- ・ 世帯数は、人口減少を背景に伸びが鈍化傾向。
- ・ 機器保有率(世帯当たり機器保有台数)は、増加傾向にあるとともに大型化・高付加価値化も進展。



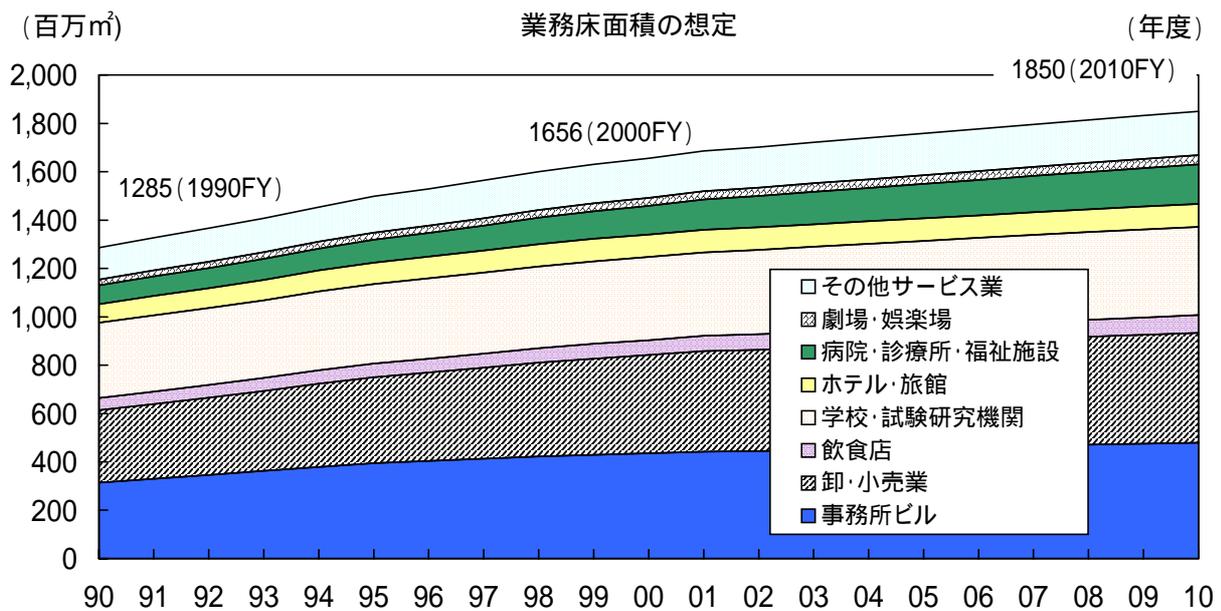
# 業務部門

## 基本構造



## 床面積、ライフスタイル要因

床面積は、サービス化を背景に事務所ビル向けを中心に増加、高齢化を踏まえ、医療・福祉関連も堅調に増加。



## 家庭部門 / 業務部門共通

### 対策要因

### 機器効率の改善

### 〈トップランナー基準による機器の効率改善〉

現行大綱目標 約 660 万 kI

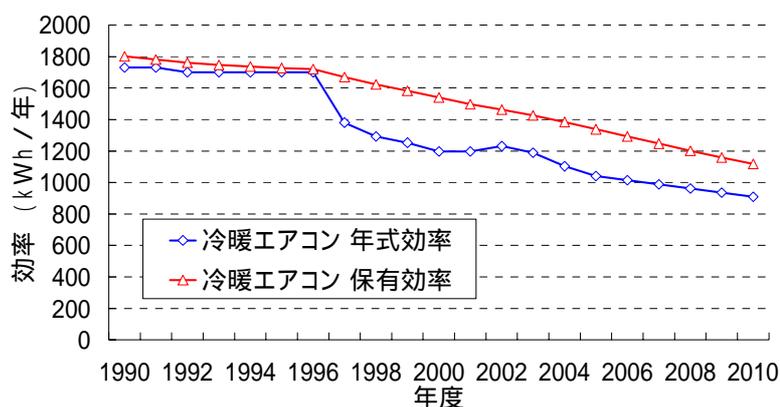
レファレンス / 現行対策推進ケース 約 430 万 kI	追加対策ケース 約 540 万 kI
<p>現在 16 種類の機器について策定されているトップランナー基準については、規制による裏付けのある対策であることから、当初の見込みどおり、機器の効率改善が図られると考えられる。なお、当初の推計に比べ、新規対象機器の効率等の変更があったことから、2010 年度での省エネ効果は、約 430 万 kI を見込む。推計にあたっては、要素積上モデルを使用。</p>	<p>2005 年度までに目標年度を迎える 9 品目について基準の見直しを行うことによる追加対策量（約 50 万 kI）を見込む。この中で、テレビについては、液晶テレビ及びプラズマテレビを追加。ビデオについては、DVD レコーダーを追加する。</p> <p>&lt;対象となる 9 品目&gt;                      エアコン、蛍光灯器具、電子計算機、テレビ、ビデオ、磁気ディスク、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、自動販売機                      加えて、電子レンジ、電気炊飯器、ルーター等を新たにトップランナー基準の対象品目に追加（約 60 万 kI）する。</p>

### 〈待機時消費電力の削減〉

現行大綱目標 約 40 万 kI

レファレンスケース	現行対策推進ケース 約 40 万 kI	追加対策ケース
<p>(社)電子情報産業協会 (JEITA)、(社)日本電機工業会 (JEMA) 及び (社)日本冷凍空調工業会の 3 団体による待機時消費電力削減に向けた自主的取組 (待機時消費電力: 1W 以下) が 2003 年度末に達成 (エアコンについては、2004 年冷凍年度末に達成)。</p>		

家庭用エアコンの効率改善



主な家電製品 1 台当たりの平均待機時消費電力 (2010 年保有ベース)

	消費電力 [W]
オーディオ	0.58
ビデオ内蔵テレビ	0.79
電子レンジ	0.43
洗濯機	0.03

## 省エネルギー性能の向上（住宅・建築物）

### 《住宅の省エネ性能の向上》

現行大綱目標 約 300 万 kI（建築物と合わせて約 860 万 kI）

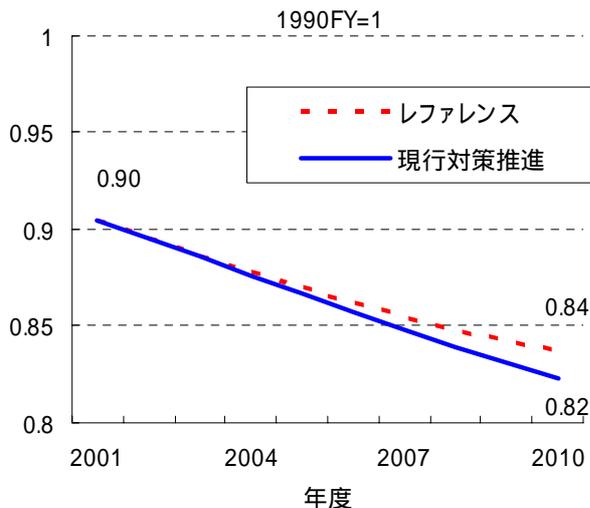
レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 240 万 kI	約 280 万 kI	約 300 万 kI
省エネ性能が高い住宅の普及と老朽化した省エネ性能が低い住宅の滅失によって、ストックでの住宅の省エネ性能が向上していくことを想定。		
新築住宅の平成 11 年省エネ基準適合率が、2003 年度以降一定で推移すると想定。	新築住宅の平成 11 年省エネ基準適合率が、今後とも向上すると想定。	2005 年通常国会に提出予定の改正省エネ法等による効果を見込み、新築住宅の平成 11 年省エネ基準適合率がより一層向上するとともに、既存住宅の省エネ性能が向上すると想定。

### 《建築物の省エネ性能の向上》

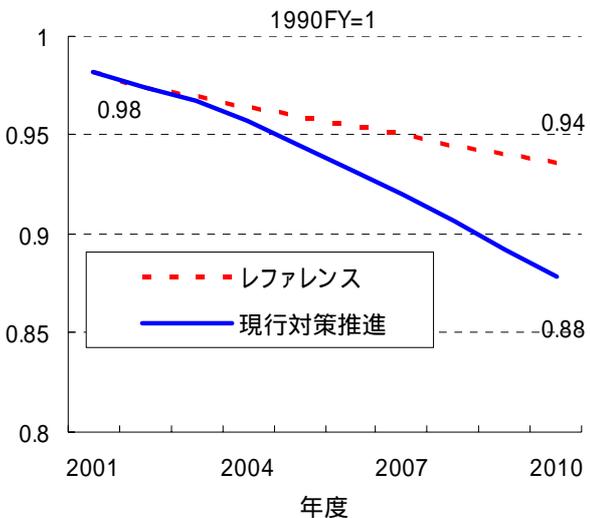
現行大綱目標 約 560 万 kI（住宅と合わせて約 860 万 kI）

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 250 万 kI	約 530 万 kI	約 560 万 kI
省エネ性能が高い建築物の普及、老朽化した省エネ性能が低い建築物の滅失及び老朽化した設備の更新によって、ストックでの建築物の省エネ性能が向上していくことを想定。		
新築建築物の平成 11 年省エネ基準適合率や既存建築物の設備の更新度合いが、2003 年度以降一定で推移すると想定。	新築建築物の平成 11 年省エネ基準適合率の向上や既存建築物の設備の更新による省エネ性能の向上が、今後とも進むと想定。	2005 年通常国会に提出予定の改正省エネ法等による効果を見込み、既存建築物の省エネ性能の向上がさらに進むと想定。

住宅の省エネ性能係数の推移



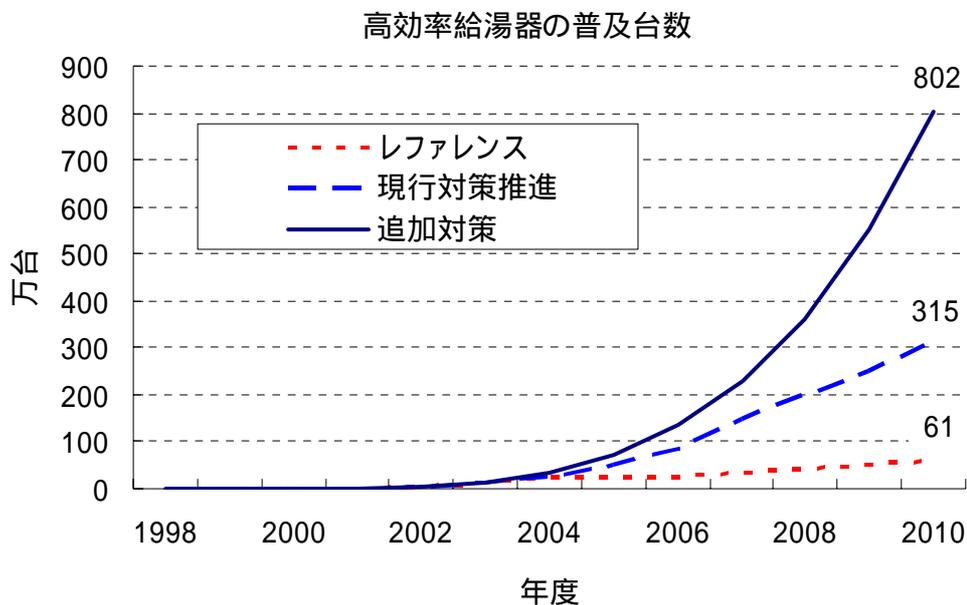
建築物の省エネ性能係数の推移



## 省エネ機器の導入促進

### 《高効率給湯器の普及》

現行大綱目標 約 50 万 kI		
レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 20 万 kI	約 110 万 kI	約 260 万 kI
ヒートポンプや潜熱回収を活用したエネルギー効率の高い給湯器（省エネ効果約 15～30％）の導入を促進するため、2002 年度から支援措置を実施。 新技術導入評価モデルにより 2010 年度の普及台数を推計。		
導入の加速化傾向が今後は続かないものと想定し、2010 年度の普及台数は約 61 万台を見込む。	現行対策による導入の加速化傾向が今後も続くものと想定し、2010 年度の普及台数として約 315 万台を見込む。	支援制度の改革やコスト低減のための技術開発、事業者による更なる取組強化等により、加速的普及が見込まれ、2010 年度までに CO2 冷媒ヒートポンプ給湯器を約 520 万台、潜熱回収型給湯器を約 280 万台普及することを想定。 ガスエンジン給湯器の導入量については、モデルでの取扱い上、コージェネレーションの一部として計上。



## 《高効率照明の普及》

現行大綱目標 約 50 万 kl		
レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 0 万 kl	約 50 万 kl	同左
現在、高効率照明（白色 LED）は信号機や間接照明の分野に急速に普及しつつあるものの、現在のところ民生用照明器具への本格的な普及が進んでいないことから、本ケースについては効果を見込まない。	白色 LED の民生用照明器具への本格的な普及は 2005 年度以降と推測され、2010 年度においては約 10% の普及率を想定。	追加対策なし。

## 《業務用高効率空調機の普及（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 30 万 kl
	ヒートポンプ技術を活用した高効率空調機の円滑な普及に向けた支援を 2004 年度から実施。導入の加速的な伸びにより、2010 年度までにストックで約 12,000 台を普及することを想定。

## 《業務用省エネ型冷蔵・冷凍機の普及（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 10 万 kl
	冷凍倉庫等への省エネ効果の高くフロンを使用しない冷凍装置の導入や、コンビニエンスストア等エネルギー多消費型の中小規模の小売店舗への業態特性を応じた省エネ型冷蔵・冷凍機・空調一体システムの導入を促進する。 2010 年度までに、コンビニエンスストア 16,000 店舗、冷凍倉庫等 275 事業所への導入を想定。

## 《エネルギー情報提供の仕組作り（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 100 万 kl
	2005 年通常国会に提出予定の改正省エネ法により、消費者との接点を有する家電製品や自動車等の小売事業者や、エネルギー供給事業者が、機器の省エネ性能やエネルギー使用状況等に関する情報提供を中心として消費者に省エネの働きかけを行うことにより、消費者が省エネ型製品を選択し、より効率的にエネルギーを利用するような仕組みを構築する等の措置を講ずる。

## 《省エネ機器の買換え促進（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 170 万 kl
	省エネ法で定められた特定機器以外の機器に関し、よりエネルギー消費量の小さい製品への積極的な買換え及び利用を促進。 電気ポット（1,000 万台） 食器洗い機（1,700 万台） 電球型蛍光灯（5,100 万個） 節水シャワーヘッド（1,500 万個） 空調用圧縮機省エネ制御装置（14 千台）の買換えを想定。

## エネルギーマネジメントシステム等

### 《HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）, BEMS（ビルエネルギーマネジメントシステム）の普及》

現行大綱目標 約 250 万 kl (HEMS:約 90 万 kl、BEMS:約 160 万 kl)
--

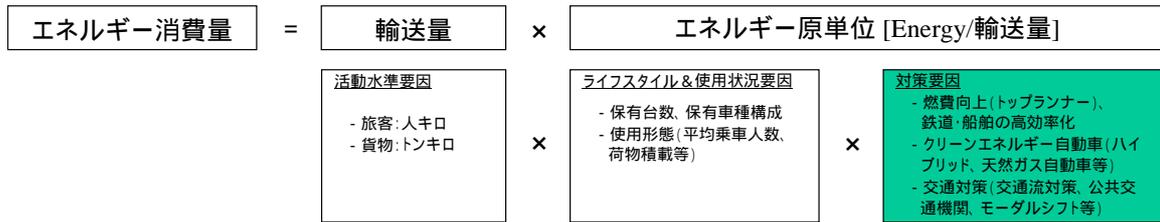
レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 120 万 kl	約 220 万 kl	同左
2001 年度から実証実験を実施しているところ。 新技術導入評価モデルにより将来普及率を推計。また、導入による省エネ効果は約 10%。		
HEMS については、現在のところ本格的普及が進んでいないため、本ケースでは省エネ効果を見込まず。BEMS については現行の傾向が続くものと想定。	HEMS、BEMS については現行対策による導入が今後も進展するものと想定。	追加対策なし。

## 《省エネルギー法によるエネルギー管理の徹底（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 70 万 kl
	省エネ法に基づくオフィスビル等のエネルギー管理の徹底を図るとともに、更に現地調査による総点検を実施。また、2005 年通常国会に提出予定の改正省エネ法により、2006 年度から規制対象工場をさらに拡大する予定。 省エネセンターによる省エネ診断も併せて実施。

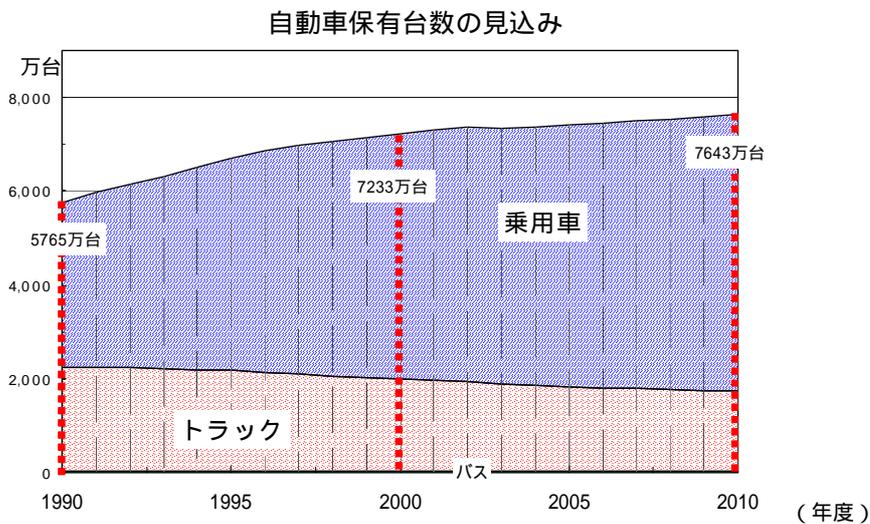
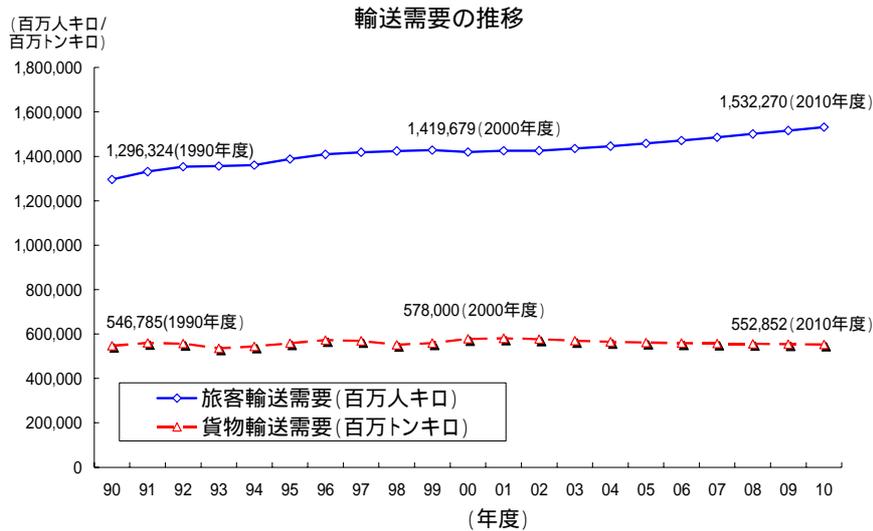
### (3) 運輸（旅客、貨物）部門

#### 運輸部門の基本構造



#### 輸送量と自動車保有台数

- ・ 旅客輸送は増加。貨物輸送は経済活動の伸び鈍化や物流効率化等を背景に減少の傾向。
- ・ 自動車保有台数は、乗用車は堅調に増加、トラックは経済活動の伸び鈍化や物流効率化等を背景に減少の見込み。



## 対策要因

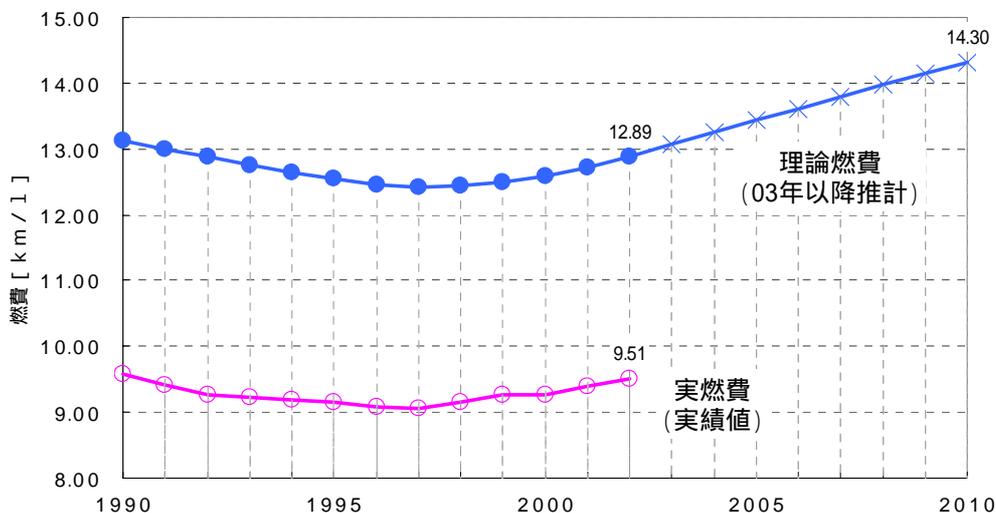
### 燃費改善等

#### 〈トップランナー基準による自動車の燃費改善〉

現行大綱目標 約 590 万 kl

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 800 万 kl	約 810 万 kl
要素積み上げモデルにより将来の燃費を推計。規制による裏付けのある対策であることから、当初の見込みどおり、燃費改善が図られるものと考えられる（トップランナー基準の前倒し達成の効果を含む）。	LP ガス乗用自動車の追加分を見込む。

ガソリン乗用車平均保有燃費（実燃費と理論燃費）



#### 〈クリーンエネルギー自動車の普及促進〉

現行大綱目標 約 130 万 kl (348 万台)

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 20 万 kl 約 61 万台	約 50 万 kl 約 161 万台	約 90 万 kl 約 233 万台
過去数年間の導入実績の推移より推計（保有台数の増減を一次回帰することにより試算）	クリーンエネルギー自動車の内訳である電気自動車、ハイブリッド自動車、天然ガス自動車について、それぞれのこれまでの普及台数実績の増減等を基に、現行の補助制度税制等の各種導入促進施策を今後着実に講じることにより、合計約 161 万台の普及台数を見込む。	現行の地球温暖化対策推進大綱に掲げる施策の政策効果が最大限発揮できるよう、補助制度・税制等の各種導入促進施策の更なる充実・強化等の追加対策を図ることにより、約 73 万台の追加導入（合計約 233 万台の普及台数）を見込む。

## 《サルファフリー燃料の導入（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 40 万 kl
	ガソリン及び軽油中の硫黄分 10ppm 以下まで低減させることにより、環境基準にも対応しつつ、燃費効率が高い直噴エンジン等を導入することが可能となる。サルファフリー燃料に対応した直噴リーンバーン車をガソリン車において出荷台数比率を 8%、燃費効率を 10%、ディーゼル車において、出荷台数比率を 100%、燃費効率を 4%と想定。

## 《アイドリングストップ車導入支援（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	約 20 万 kl
	エンジンの作動の停止及び始動を簡便に行う機能を有した装置を搭載した自動車（アイドリングストップ車）について、普及に向けた支援措置等を通じた加速的普及が見込まれる。

## 交通対策

### 《交通システムに係る省エネルギー対策》

現行大綱目標 約 980 万 kl
-------------------

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
約 400 万 kl	約 920 万 kl	約 1,100 万 kl
国土交通省の交通政策審議会交通体系分科会環境部会等のフォローアップにより、2002年度まで実現した省エネ対策による効果についてのみ考慮。	国土交通省の交通政策審議会交通体系分科会環境部会等のフォローアップにより、現行施策を講じていくことで実現がほぼ見込まれる省エネ効果。	国土交通省の交通政策審議会交通体系分科会環境部会等で提言されている施策が実施されることにより期待される。

「グリーン物流総合プログラム」に含まれているクリーンエネルギー自動車の導入による効果については、「クリーンエネルギー自動車の普及」には含まれていない事に留意する必要がある。

#### (4) 部門横断

##### 《省エネルギー技術開発（新規）》

レファレンス / 現行対策推進ケース	追加対策ケース
	<p>現在実施中の技術開発のうち、既に実用化に近い段階にあり、2010年には実用化が期待される省エネ技術開発（ナノ複合構造制御による断熱技術、LSIの微小・微細化技術、熱電素子技術、光通信省エネ技術等）を抽出。</p> <p>本対策については、実際にはトップランナー基準や自主行動計画等、他の対策の確実な実現を技術的に支援するものであり、その効果は他の対策の効果に含まれて現れるもの。</p> <p>したがって、他の対策に追加しての省エネ効果を見込むことは行わない。</p>

## (5) 供給サイド

### 新エネルギー

現行大綱目標 1910 万 kl

レファレンスケース 1,051 万 kl	現行対策推進ケース 1,653 万 kl	追加対策ケース 1,910 万 kl
新エネルギー部会報告書 (2001年6月)において「現状対策維持ケース」として推計された 878 万 kl を基本に見通した。	発電分野については、2003年4月から本格施行された RPS 法の円滑な実施、太陽光発電を始めとする技術開発の加速化、風力発電の系統連系対策・立地規制調整等の補強・拡充により、目標達成の確実性を高めることが可能と見込む。一方、熱分野については、その導入が必ずしも順調に進んでいない分野もあり、導入加速のための追加対策が採られない場合は、250 万 kl 程度目標を下回る可能性が高く、発電・熱を含めた総計は、1,653 万 kl にとどまると見込む。	現行の地球温暖化対策推進大綱に掲げる施策の政策効果が最大限発揮できるよう、その着実な実施と熱分野を中心とする追加対策を図ることにより、現行の新エネルギー導入目標(1,910 万 kl)の達成可能性が高まるものと見込む。

### 【新エネルギー導入量の見通し】

	2002年度	2010年度 レファレンスケース	2010年度 現行対策推進ケース	2010年度 追加対策ケース	2010年度 現行大綱目標
	太陽光発電	15.6万kl 63.7万kW	62万kl 254万kW	118万kl 482万kW	118万kl 482万kW
風力発電	18.9万kl 46.3万kW	32万kl 78万kW	134万kl 300万kW	134万kl 300万kW	134万kl 300万kW
廃棄物発電+ バイオマス発電	174.6万kl 161.8万kW	230.6万kl 196.8万kW	586万kl 450万kW	586万kl 450万kW	586万kl 450万kW
太陽熱利用	74万kl	74万kl	74万kl	90万kl	439万kl
廃棄物熱利用	164万kl	164万kl	186万kl	186万kl	14万kl
バイオマス熱利用	-	-	67万kl	308万kl <sup>1</sup>	67万kl
未利用エネルギー <sup>2</sup>	4.6万kl	5万kl	5万kl	5万kl	58万kl
黒液・廃材等 <sup>3</sup>	471万kl	483万kl	483万kl	483万kl	494万kl
総合計 (第一次エネルギー総供給比)	923万kl (1.6%)	1,051万kl (1.7%)	1,653万kl (2.7%)	1,910万kl (3%程度)	1,910万kl (3%程度)

上記発電分野及び熱分野の各内訳は、目標達成にあたっての目安である。

1 輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料(50万kl)を含む。

2 未利用エネルギーには雪氷冷熱を含む。

3 黒液・廃材等はバイオマスの1つであり、発電として利用される分を一部含む。

黒液・廃材等の導入量は、エネルギーモデルにおける紙パの生産水準に依存するため、モデルで内生的に試算する。

## 分散型エネルギー

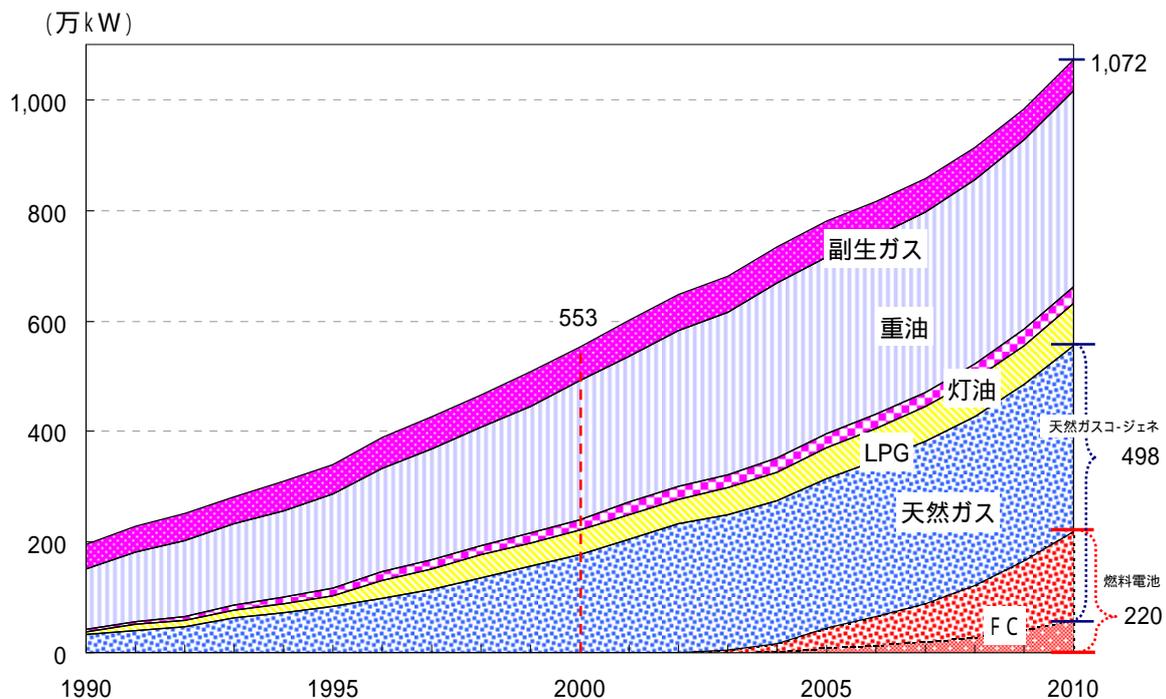
### 〈コージェネレーション、定置用燃料電池の導入〉

現行大綱目標 天然ガスコージェネ：464万kW、燃料電池：220万kW

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
コージェネ約 864 万 kW	約 1,055 万 kW	約 1,072 万 kW
コージェネのうち天然ガス約 339 万 kW	約 480 万 kW	約 498 万 kW
コージェネのうち燃料電池約 4 万 kW	約 220 万 kW	同左
近年、エネルギーの需要地に隣接して、電力と熱の利用が可能な自家発エネルギー設備（コージェネレーション）の導入が進んでおり、今後も、その導入は堅調に進むことが見込まれる。		
<p>これまでの導入実績から回帰計算により約 864 万 kW の導入を見込む。但し、燃料電池は過去の導入は試験的なものであることに鑑み、約 4 万 kW と想定。</p> <p>天然ガスコージェネレーション（定置用燃料電池のうち天然ガスを水素の供給源とするものを含む）は、現在の導入加速化傾向が続かないものとして約 339 万 kW の導入を想定。</p>	<p>現在、中小規模の燃料電池の導入が、業務、家庭を中心として始まりつつあることに鑑み、燃料電池の導入を約 220 万 kW と見込む。</p> <p>天然ガスコージェネレーションは、現在、中小規模の燃料電池の導入が、業務、家庭を中心として始まりつつあることから導入加速化を見込み、約 480 万 kW を想定。</p>	<p>天然ガス又は LP ガスを燃料とするガスエンジン給湯器の円滑な普及に向けた支援を 2003 年度から実施しているところ。2010 年度末までの導入量として、家庭用・業務用合わせて約 34 万 kW を見込む。</p> <p>その他のコージェネレーションの導入見込みについては、現行対策ケースと同じ。</p>

注：天然ガスコージェネレーションと燃料電池は需要サイドの新エネルギーであるが、ここでは電力供給システムの視点から、供給サイドの一部として取り扱った。

#### 【コージェネレーションの導入見通し（追加対策ケース）】



## 電力・原子力

「電気事業者における環境行動計画」(電気事業連合会)  
2010年度における使用端 CO2 排出原単位を 1990 年度比 20%程度まで改善

レファレンスケース	現行対策推進ケース	追加対策ケース
90 年度比 15%程度の改善	90 年度比 20%程度まで改善	
電力分野の CO2 排出原単位については、「電気事業者における環境行動計画」(電気事業連合会)において、2010 年度における使用端 CO2 排出原単位を 1990 年度実績から 20%程度低減(0.34kg-CO2 / kWh 程度にまで低減)することが目標とされている。 2010 年度に向けた電気事業者の設備の設置や運転の計画も踏まえつつ、原子力発電所については建設中の 3 基が追加的に稼働することを見込むことなどにより、2010 年度の CO2 排出原単位を固めに試算すると、0.36kg-CO2 / kWh と 90 年度比 15%程度の改善となる。	電気事業者において、以下の方策を組み合わせることで、目標達成に向けて最大限の努力を行うことが求められる。 (1) 事業者努力による定期検査期間の短縮など、科学的・合理的な運転管理の実現による原子力設備利用率の向上により、排出原単位を 2 ~ 3 %程度改善。 (2) 火力発電の熱効率の更なる向上と環境特性に配慮した火力電源の運用方法の調整等により、CO2 の排出を抑え、排出原単位を 1 %程度改善。 (3) 京都メカニズムの事業者による活用により、京都議定書上のクレジット(排出削減量)を獲得し、排出原単位を 1 %程度改善。	

### 【「電気事業者における環境行動計画」2004年9月21日電気事業連合会】

	1990 年度 (実績)	2001 年度 (実績)	2002 年度 (実績)	2003 年度 (実績)	2005 年度 (見通し)	2010 年度
使用電力量 (億 kWh)	6,590	8,240	8,410	8,340	8,460	【見通し】 9,050
CO2 排出量 (億 t-CO2)	2.77 [0.02]	3.12 [0.13]	3.42 [0.17]	3.63 [0.20]	3.1	【見通し】 3.2
使用端 CO2 排出原単位 (kg-CO2/kWh)	0.421	0.379	0.407	0.436	0.37	【目標】 90 年度比 20%程度低減 (0.34 程度)

使用端 CO2 排出原単位 = CO2 排出量 ÷ 使用電力量

2005 年度、2010 年度の見通しは、平成 16 年度供給計画をベースに試算したものである。共同火力、IPP(独立系発電事業者)等から購入して販売した電力量、購入した電力の発電時に排出された CO2 を含む。[ ]内の値は、IPP、自家発などからの購入電力分に相当する CO2 排出量を再掲。

燃料種別 CO2 排出係数は環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果総括報告書」(平成 14 年 8 月)の記載値を使用した。

# 総括表（前頁までのまとめ）

		現行地球温暖化対策推進大綱		レファレンスケース		現行対策推進ケース		追加対策ケース		<参考>CO2排出削減量見込み (事務局試算)
産 業	自主行動計画	約2,010万kI		約1,190万kI	エネルギー消費原単位改善効果を反映	レファレンスと同じ		レファレンス/現行対策推進と同じ		約4,240万t-CO2
	省エネ機器導入促進	約90万kI	高性能工業炉 40万kI 高性能ボイラー 40万kI 高性能レーザー 10万kI	約40万kI	高性能工業炉 約30万kI 高性能ボイラー 約10万kI 高性能レーザー 0万kI	約90万kI	高性能工業炉 約40万kI 高性能ボイラー 約50万kI 高性能レーザー 0万kI	約140万kI	高性能工業炉 約80万kI 高性能ボイラー 約50万kI 高性能レーザー 0万kI 次世代コークス炉 約10万kI	約370万t-CO2 (うち追加対策分: 約130万t-CO2)
	複数事業者連携	-	-	-	-	-	-	約100万kI	工場廃熱等の複数主体間融通等による工場単体を超えた省エネの実現(主要コンピュータにおける複数連携事業を支援)	約320万t-CO2 (追加対策)
	省エネ法によるエネルギー管理の徹底	-	-	-	-	-	-	約40万kI	省エネ法に基づく中小工場のエネルギー管理の徹底、2005年通常国会に提出予定の改正省エネ法による規制対象工場の拡大等	約170万t-CO2 (追加対策)
	建設施工分野における低燃費型建設機械の普及	-	-	-	-	-	-	約10万kI	低燃費型建設機械の使用を奨励し、公共工事において積極的に活用することにより、低燃費型建設機械の普及を促進	約20万t-CO2 (追加対策)
民 生	トップランナー	約860万kI		約430万kI	現行トップランナー基準の達成を反映	レファレンスと同じ		約540万kI	現行トップランナー基準の見直し(9品目)(約50万kI) ガス石油、電子レンジ、電気炊飯器、ルーター等について対象品目に追加(約80万kI)	約2,900万t-CO2 (うち追加対策分: 約710万t-CO2)
	待機時消費電力	約40万kI		約40万kI		レファレンスと同じ		レファレンス/現行対策推進と同じ		約150万t-CO2
	省エネ性能の向上 (住宅・建築物)	約860万kI		約490万kI	平成11年基準等の住宅・建築物が、現在の導入割合で今後も普及すると想定。 (住宅: 約240万kI、 建築物: 約250万kI)	約810万kI	新築住宅・建築物の平成11年基準適合率の向上、既存建築物の設備の更新による省エネ性能の向上を想定。 (住宅: 約280万kI、 建築物: 約530万kI)	約860万kI	2005年通常国会に提出予定の改正省エネ法等による効果を見込み、新築住宅、既存住宅・建築物の省エネ性能がさらに進むことを想定。 (住宅: 約300万kI、 建築物: 約560万kI)	約3,390万t-CO2 (うち追加対策分: 約240万t-CO2)
	省エネ機器導入促進	約100万kI	高効率給湯器 50万kI 高効率照明LED 50万kI	約20万kI	高効率給湯器 20万kI 高効率照明LED 0万kI	約160万kI	高効率給湯器 110万kI 高効率照明LED 50万kI	約350万kI	高効率給湯器 260万kI 高効率照明LED 50万kI 業務用高効率空調機 30万kI 省エネ型冷蔵庫・冷凍機 10万kI	約810万t-CO2 (うち追加対策分: 約310万t-CO2)
	HEMS、BEMSの普及	約250万kI	BEMS160万kI HEMS 90万kI	約120万kI		約220万kI	現行対策による導入が今後も進展すると想定。	現行対策推進と同じ		約1,120万t-CO2
	省エネ法によるエネルギー管理の徹底	-	-	-	-	-	-	約70万kI	省エネ法に基づくオフィスビル等のエネルギー管理の徹底、現地調査による総点検、2005年通常国会に提出予定の改正省エネ法による規制対象工場の拡大等	約300万t-CO2 (追加対策)
	情報提供	-	-	-	-	-	-	約100万kI	情報提供を中心とした消費者への省エネの働きかけにより、消費者が省エネ型製品を選択し、より効率的にエネルギーを利用することを想定。	約420万t-CO2 (追加対策)
	機器の買換	-	-	-	-	-	-	約170万kI	民生部門における電気ポット、食器洗い機、電球型蛍光灯、節水シャワーヘッド、空調用圧縮機省エネ制御装置の買換による効果を想定。	約560万t-CO2 (追加対策)
運 輸	トップランナー	約590万kI		約800万kI	現行トップランナー基準の達成を反映 (トップランナー基準の前倒し達成を含む)	レファレンスと同じ		約810万kI	L P ガス乗用自動車を追加	約2,100万t-CO2 (うち追加対策分: 約20万t-CO2)
	クリーンエネルギー自動車 (うち燃料電池車)	約130万kI	約348万台 (5万台)	約20万kI	約60万台 (40台)	約50万kI	約160万台 (400台)	約90万kI	約230万台 (5万台)	約300万t-CO2 (うち追加対策分: 約120万t-CO2)
	サルファーフリー燃料	-	-	-	-	-	-	約40万kI	直噴リーンバーン車をガソリン車を出荷台数比率8%、燃費効率10%、ディーゼル車を出荷台数比率100%、燃費効率4%と想定。	約120万t-CO2 (追加対策)
	アイドリングストップ車	-	-	-	-	-	-	約20万kI	普及に向けた支援措置等を通じた加速的な普及を見込む	約60万t-CO2 (追加対策)
	交通システムに係る省エネルギー対策	約980万kI		約400万kI	今後の効果は考慮せず、2002年度までに達成した実績で織り込み	約920万kI	2003年度より約520万kI	約1,100万kI	現行対策から+約180万kI	約2,900万t-CO2 (うち追加対策分: 約480万t-CO2)
供 給	原子力	10-13基	利用率83-77%	3基	3基については既に運開済の女川3号、浜岡5号を除く 利用率85%	レファレンスと同じ		3基	3基については運開済の女川3号、浜岡5号を除く 利用率87-88%	約1,700万t-CO2 (追加対策)
	新エネルギー	1,910万kI		1,051万kI	新エネルギー部報告書(2001年6月)の「現状対策維持ケース」を基本に見直し	1,653万kI	現行大綱目標より熟分野の導入を低く見込む	1,910万kI	追加対策を図ることにより、現行大綱目標の達成可能性が高まる	約4,690万t-CO2 (追加対策860万t-CO2)
	天ガスコジェネ	464万kI	燃料電池によるものを含む	約339万kI	再評価値	約480万kI	再評価値(レファレンス+天ガスFC)	約498万kI	ガスエンジン給湯器の対策効果を追加	約1,140万t-CO2 (うち追加対策分: 約30万t-CO2)
	燃料電池	220万kI		約4万kI	現行大綱基準ケース値	約220万kI	現行大綱目標を達成	現行対策推進と同じ		約300万t-CO2

(注1) 自主行動計画、住宅・建築物の省エネ性能の向上、トップランナー、クリーンエネルギー自動車、交通対策の一部など効率改善によってモデルに織り込んでいる省エネ対策については、その省エネ量を推計するに当たっては、これら対策がなかった場合(BAU)との比較で算定しなければならぬため、当該BAUの考え方如何によって省エネ評価量が変りうるものであることに留意が必要である。

(注2) 原子力の欄のCO2排出削減量見込みについては、電力の環境行動計画達成のための追加的取り組みの効果を見計上している。

## 5. エネルギー需給構成及びCO2排出量の見通し

### (1) 見通しの概要

#### エネルギー起源CO2排出量の見通し

##### ( 現行の2010年の見通し )

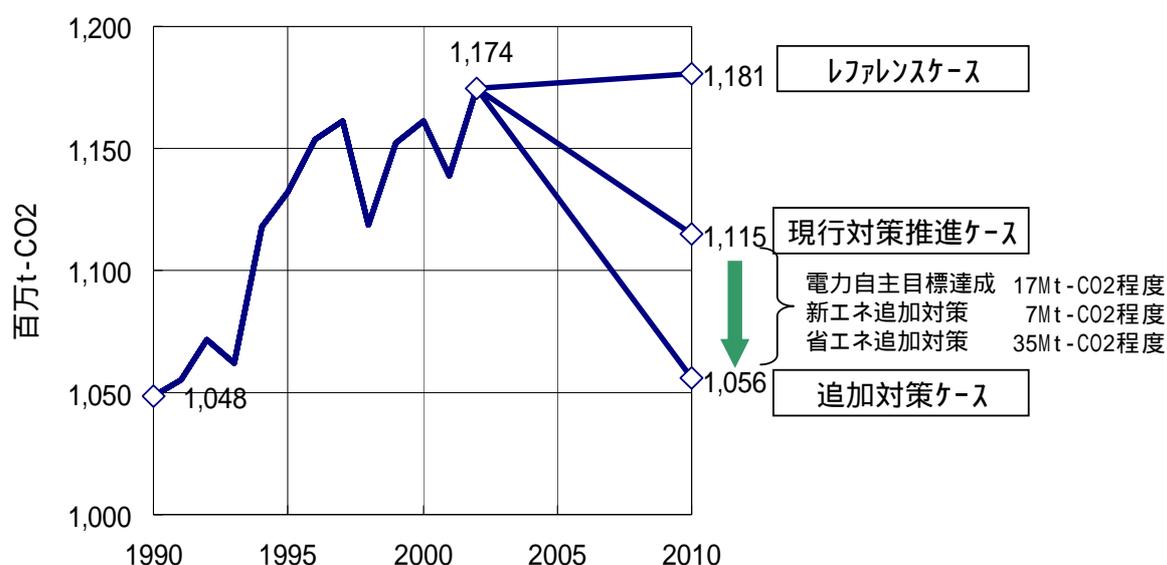
2010年度エネルギー起源CO2排出量は、レファレンスケースで1,181百万t-CO2、現行対策推進ケースで1,115百万t-CO2の見通し。

したがって、レファレンスケースで+13% (132百万t-CO2)、現行対策推進ケースで+6% (67百万t-CO2)の超過の見通しとなり、京都議定書の目標達成には、所要の対策を講じて更なる排出の抑制を図る必要がある。

##### ( 追加対策ケース )

追加対策 ( 具体的な考え方は「第2部第3章」参照 ) の実施により、試算によれば、電力分野のCO2排出原単位改善に向けた取組で約17百万t-CO2、新エネルギー追加対策で約7百万t-CO2、省エネルギー追加対策で約37百万t-CO2の削減がなされることとなる。これにより、2010年度におけるエネルギー起源CO2排出量を概ね+0.6%程度に抑制できる可能性があるが、その可能性を実現するためには、追加対策の着実な実施とそれに伴い産業界、国・自治体、国民等各層の行動が求められることに留意する必要がある。

【エネルギー起源CO2排出量の見通し】



注：CO2排出量や削減量等の関係については、四捨五入の関係で一致しない場合がある。

## エネルギー需要の見通し

### ( 現行の 2010 年の見通し )

産業部門は、エネルギー多消費産業の生産水準の安定化や日本経団連環境自主行動計画の着実な進捗により、エネルギー消費量の抑制が図られ、レファレンスケースで 1990 年度比 10% ( 現行対策推進ケースも同じ ) の増加にとどまる見通し。

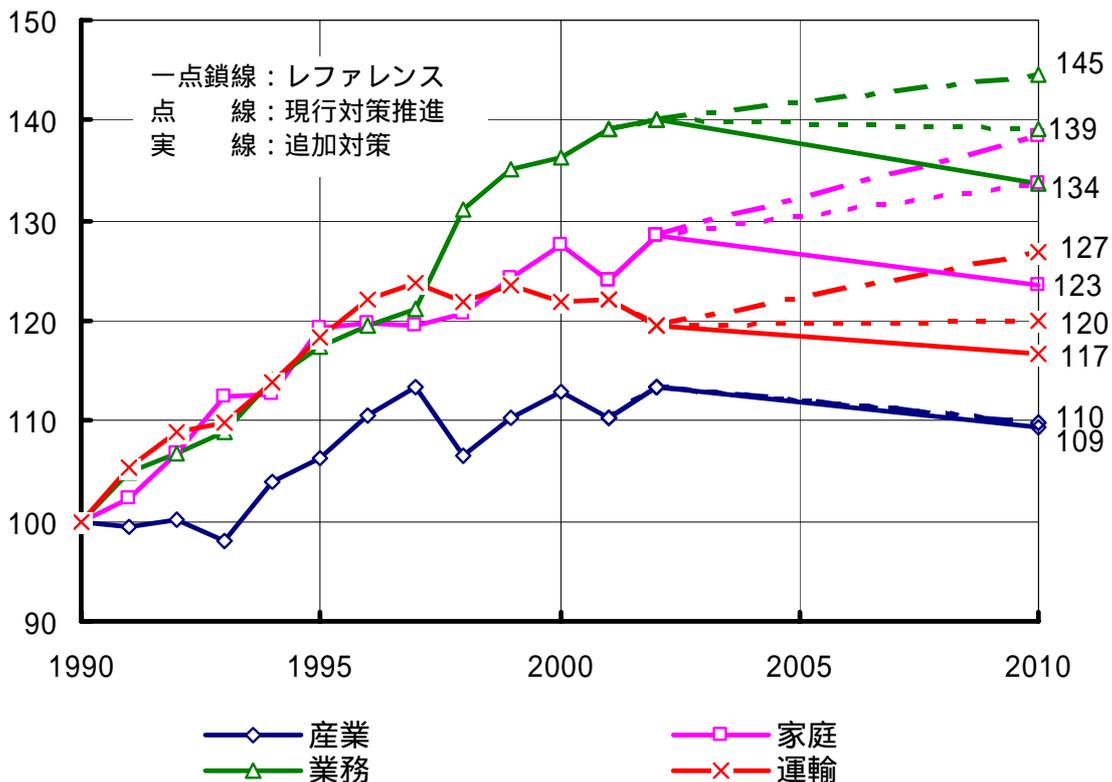
民生部門は、省エネ対策の効果が見込まれるものの、世帯数や床面積の増加や生活水準の向上 ( 豊かさの追求 ) を主因とした潜在的エネルギー需要の増加によって相殺され、レファレンスケースで 1990 年度比 42%、現行対策推進ケースで同 37% と大きく増加する見通し。

運輸部門は、貨物部門では輸送量の安定化・効率化等を背景に安定的に推移するが、旅客部門では省エネ対策の効果が見込まれる一方、輸送量の増加等も想定されるため、レファレンスケースで 1990 年度比 27%、現行対策推進ケースで同 20% 増と相当程度増加する見通し。

### ( 追加対策ケース )

追加対策ケースでは、民生及び運輸部門を中心に追加的な対策が実施される前提である。この結果、民生部門では 1990 年度比 29% の増加に抑制され、運輸部門では同 17% の増加に抑制される見通し。

【部門別エネルギー需要の見通し ( 90 年度 = 100 )】



## 一次エネルギー供給の見通し

### ( 現行の 2010 年の見通し )

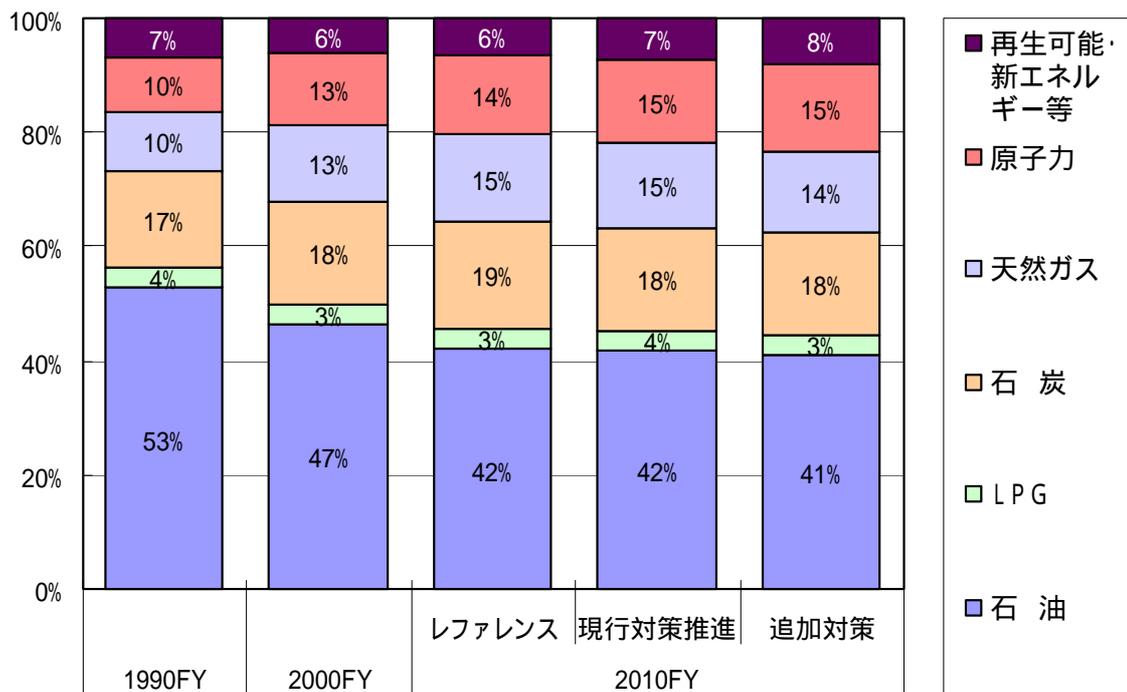
エネルギー供給構成は、現時点(2000年度)で、石油等のシェアが5割まで低減するなど、供給源の多様化は、この30年間でかなりの進展が見られた。2010年には、天然ガス、原子力、再生可能・新エネルギー等のシェアの増加に伴い、供給源の多様化に一層の進展が見込まれる。

エネルギー源別動向を見ると、石油は、消費量は減少するが、依然として一次エネルギー供給で4割以上を占める重要なエネルギー源としての位置を占める。天然ガスはシェアが若干増加。石炭は消費量・シェア共に横這い。また原子力は、2010年度時点までの新規増設分として既建設中の3基が見込まれ、3,753億kWhとなり、シェアは14%程度に達する見通し。再生可能・新エネルギー等は、現行対策の着実な実施により、若干のシェア増加が見込まれる。

### ( 追加対策ケース )

現行対策推進ケースと比較すると、供給サイドの追加対策により、原子力と再生可能・新エネルギー等のシェアは若干増加する。他方、化石エネルギーのシェアは、需要サイドの追加対策により若干減少する。

【一次エネルギー国内供給シェアの見通し】



## 発電電力構成の見通し（電気事業者）

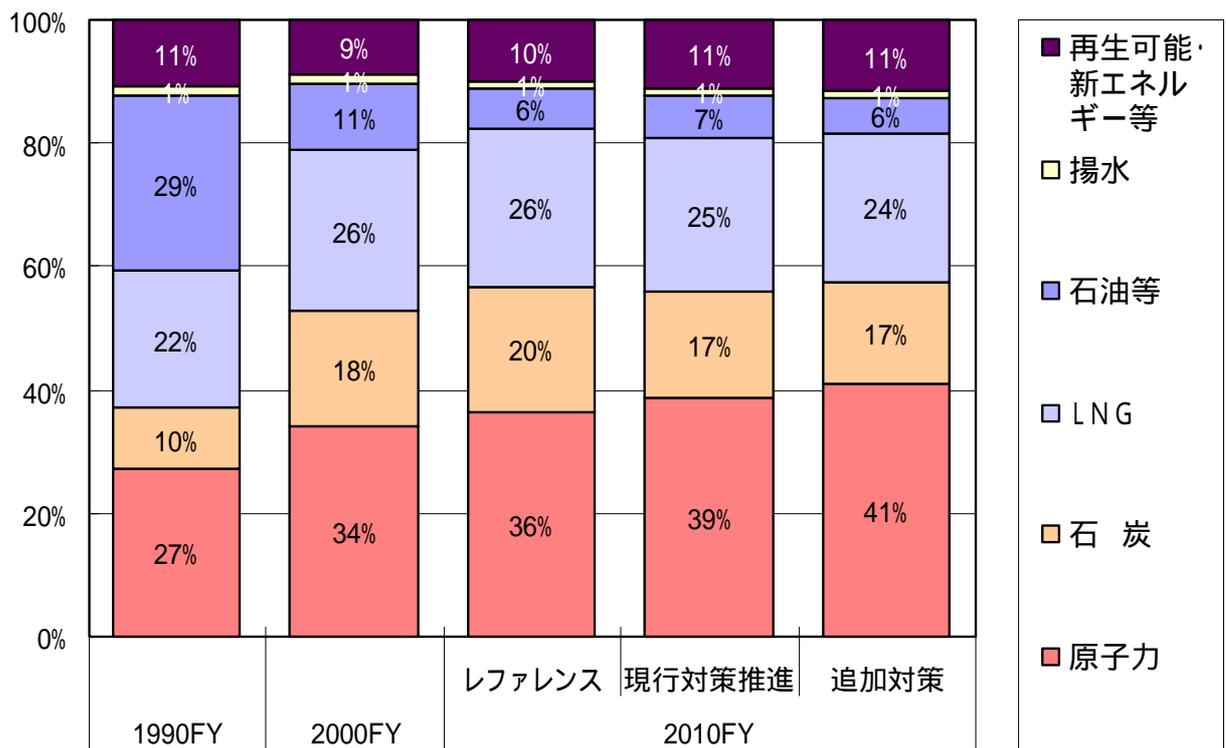
### （現行の2010年の見通し）

発電電力量構成は、現時点（2000年度）で、特定の電源の量の確保や価格変動に対する対応力という点で、かなりバランスの取れたものとなっていると評価できる。レファレンスケース及び現行対策推進ケースにおいても、同様の傾向が続くものとなっている。

### （追加対策ケース）

現行対策推進ケースと比較すると、電気事業者による追加的な対策及び省エネルギー対策の効果により、原子力発電のシェアが増加する一方、火力発電のシェアが低下する。

【発電電力量シェアの見通し】



## (2) 最終エネルギー消費

(原油換算百万kl)

	1990年度		2000年度		2010年度					
					レファレンス		現行対策		追加対策	
		構成比		構成比		構成比		構成比		構成比
最終消費計	344	100%	413	100%	420	100%	410	100%	399	100%
産業	172	50%	195	47%	190	45%	189	46%	188	47%
民生	89	26%	117	28%	126	30%	121	30%	114	29%
家庭	43	12%	55	13%	59	14%	57	14%	53	13%
業務	46	13%	63	15%	66	16%	64	16%	61	15%
運輸	83	24%	101	24%	105	25%	99	24%	97	24%

## (3) 一次エネルギー供給

(原油換算百万kl)

	1990年度		2000年度		2010年度					
					レファレンス		現行対策		追加対策	
		構成比		構成比		構成比		構成比		構成比
一次エネルギー-国内供給	512		588		605		584		566	
エネルギー-別区分	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比
石油	271	53%	274	47%	254	42%	244	42%	233	41%
LPG	19	4%	19	3%	21	3%	21	4%	19	3%
石炭	86	17%	107	18%	114	19%	105	18%	101	18%
天然ガス	53	10%	79	13%	92	15%	87	15%	81	14%
原子力	49	10%	75	13%	85	14%	85	15%	87	15%
水力	22	4%	20	3%	21	4%	21	4%	21	4%
地熱	0	0%	1	0%	1	0%	1	0%	1	0%
新エネルギー等	12	2%	14	2%	16	3%	21	4%	24	4%

注1) 2003年度において、各種統計の統廃合等を踏まえ、1990年度以降のエネルギーバランス表を改定したため、最終エネルギー消費及び一次エネルギー供給の実績値は、前回(2001年)の長期エネルギー需給見通しとは異なっている点に留意する必要がある。

注2) 前回(2001年)の長期エネルギー需給見通しにおける「一次エネルギー供給の推移と見通し」のエネルギー別区分のうち、「石油」にはLPGも含まれているが、今回は含まれていない。

注3) 「新エネルギー等」には、新エネルギーの他に炉頂圧発電等の廃棄エネルギー活用が含まれる。

#### (4) 年度末設備容量（電気事業者）

（万kW）

	1990年度		2000年度		2010年度					
					レファレンス		現行対策		追加対策	
設備容量	17,212		22,913		24,408		24,408		24,408	
発電区分別	実数	構成比								
火力	10,408	60%	13,891	61%	14,552	60%	14,552	60%	14,552	60%
石炭	1,223	7%	2,922	13%	3,546	15%	3,546	15%	3,546	15%
LNG	3,839	22%	5,722	25%	5,898	24%	5,898	24%	5,898	24%
石油等	5,347	31%	5,249	23%	5,108	21%	5,108	21%	5,108	21%
原子力	3,148	18%	4,492	20%	5,014	21%	5,014	21%	5,014	21%
水力	3,632	21%	4,478	20%	4,790	20%	4,790	20%	4,790	20%
一般	1,931	11%	2,008	9%	2,070	8%	2,070	8%	2,070	8%
揚水	1,701	10%	2,471	11%	2,720	11%	2,720	11%	2,720	11%
地熱	24	0%	52	0%	52	0%	52	0%	52	0%

注) 設備量については、将来の需要動向や電源の開発期間等を考慮し、計画されるものであるが、本見通しでの試算においては、至近の開発量等を勘案しつつ設備量を想定しており、追加対策ケースにおける省エネ対策によって電力需要が抑制された場合においても、2010年以降に需要が増加に転じるなど将来の不確実性を考慮し、短期間で設備状況が変化するものとは想定していない。

#### (5) 発電電力量（電気事業者）

（億kWh）

	1990年度		2000年度		2010年度					
					レファレンス		現行対策		追加対策	
発電電力量	7,376		9,396		10,287		9,744		9,454	
発電区分別	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比	実数	構成比
火力	4,466	61%	5,215	56%	5,373	52%	4,782	49%	4,373	46%
石炭	719	10%	1,732	18%	2,090	20%	1,690	17%	1,570	17%
LNG	1,639	22%	2,479	26%	2,625	26%	2,436	25%	2,282	24%
石油等	2,108	29%	1,004	11%	658	6%	656	7%	521	6%
原子力	2,014	27%	3,219	34%	3,753	36%	3,753	39%	3,872	41%
水力	881	12%	904	10%	1,062	10%	1,062	11%	1,062	11%
一般	788	11%	779	8%	927	9%	927	10%	927	10%
揚水	93	1%	125	1%	135	1%	135	1%	135	1%
地熱	15	0%	33	0%	32	0%	32	0%	32	0%
新工機*	-	-	23	0%	67	1%	115	1%	115	1%

注) 将来（2010年度）の設備容量及び発電電力量については、卸供給事業者等が含まれていない点に留意する必要がある。仮にこれらを考慮した発電電力量とした場合、石油等をはじめとする火力が上方修正となる可能性がある。

## (6) エネルギー起源 CO2 排出量

(百万t-C)

	1990年度	2000年度		2010年度					
		対90年度 伸び率	レファレンス	レファレンス		現行対策推進		追加対策	
				対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	
CO2排出量合計	286	317	+ 10.7%	322	+ 12.7%	304	+ 6.4%	288	+ 0.8%
対90年度増減	-	31	-	36	-	18	-	2	-
産業	130	128	1.3%	127	2.1%	123	5.6%	119	8.6%
民生	74	94	+ 26.0%	99	+ 32.8%	91	+ 22.1%	82	+ 10.7%
家庭	35	43	+ 22.5%	47	+ 32.2%	42	+ 20.0%	37	+ 6.0%
業務	39	51	+ 29.2%	52	+ 33.3%	49	+ 24.0%	45	+ 15.0%
運輸	59	72	+ 21.7%	75	+ 26.6%	71	+ 19.3%	68	+ 15.1%
エネルギー転換	22	23	+ 0.7%	21	5.7%	20	11.5%	19	16.1%
対基準年総排出量	-	+ 9.1%		+ 10.7%		+ 5.4%		+ 0.6%	

(百万t-CO2)

	1990年度	2000年度		2010年度					
		対90年度 伸び率	レファレンス	レファレンス		現行対策推進		追加対策	
				対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	対90年度 伸び率	
CO2排出量合計	1,048	1,161	+ 10.7%	1,181	+ 12.7%	1,115	+ 6.4%	1,056	+ 0.8%
対90年度増減	-	113	-	133	-	67	-	8	-
産業	476	470	1.3%	466	2.1%	450	5.6%	435	8.6%
民生	273	344	+ 26.0%	363	+ 32.8%	333	+ 22.1%	302	+ 10.7%
家庭	129	158	+ 22.5%	171	+ 32.2%	155	+ 20.0%	137	+ 6.0%
業務	144	186	+ 29.2%	192	+ 33.3%	178	+ 24.0%	165	+ 15.0%
運輸	217	264	+ 21.7%	275	+ 26.6%	259	+ 19.3%	250	+ 15.1%
エネルギー転換	82	83	+ 0.7%	78	5.7%	73	11.8%	69	16.4%
対基準年総排出量	-	+ 9.1%		+ 10.7%		+ 5.4%		+ 0.6%	

上記試算値は、日本国政府が気候変動枠組条約事務局に報告しているインベントリ（排出目録）のエネルギー起源 CO2 排出量の算出方法に準拠して算定した。統計の見直し等によって、1990 年度の実績値（＝地球温暖化対策推進大綱における目標値）が前回（2001 年）とは異なっている点に留意する必要がある（前回は 287 百万 t-C）。各部門の CO2 排出量は、各々の部門自体において実施される需要面の対策だけでなく、他部門で行われる需要面の対策や供給面での対策、さらには経済の動向等の状況によっても変動することに留意が必要である。なお、現行地球温暖化対策推進大綱においては、部門毎の CO2 排出量は、試算の「目安」として位置付けられている。2010 年度「追加対策ケース」におけるエネルギー起源 CO2 排出量については、電気事業連合会環境行動計画の目標（使用端 CO2 排出原単位 90 年度比 20%程度、詳細は第 2 部第 3 章を参照）達成を前提としている。

## 第2部 2030年に向けた中長期的なエネルギー戦略の在り方

### 第1章 エネルギー需給見通しを踏まえた4つの戦略

前述のシナリオ及びエネルギー需給見通しでは、人口の減少、産業構造の変化などにより需要が低減に転ずる見通しの下で、技術革新や国民・企業の意識の変革により省エネルギーが進展し、また、燃料電池を始めとする新しい供給手段が現実化する可能性を見込んでいる。これが実現すれば、エネルギー供給をめぐる課題や様々な変化に対して柔軟に対応できることとなり、高効率のエネルギー需給構造の実現により、地球温暖化問題等の環境面への問題に中長期的に無理なく対応していくことができる。また、エネルギー効率の向上による競争力の強化、新技術による経済の活性化にもつながる可能性がある。このように、「経済と環境の両立」が図られる可能性が示されている。

しかしながら、シナリオ分析でも明らかにしたとおり、このようなエネルギー需給構造の実現には、新しい技術の開発・普及とそれを可能とする国民や産業界の意識の高まりによる好循環の実現が必要であり、その実現については不確実性がある。我が国がこうした需給構造を中長期的に目指すのであれば、それに向けて、産業政策、社会システム、外交、教育など各種の政策資源を総合的に投入する必要がある。

また、エネルギー需給構造は、基本的には民間部門の投資を始めとする経済合理的な活動の結果、時間をかけて実現されるものである。しかしながら、自然体では望ましい姿の実現が図られない可能性があることから、長期的な戦略に立った政策的な誘導とその効果についてのレビューを続けていくことが必要である。また、以上の前提として、アジアを中心に世界的にエネルギー需要が増大する中で、我が国として必要な資源の安定的な確保と国際エネルギー市場の整備等のための国際的なエネルギー戦略が必要である。

以上のとおり、望ましいエネルギー需給構造を実現するには、中長期的な戦略の下、関係する各種政策資源を総合的に投入することが不可欠である。このため、政府においては、エネルギー担当部局に止まらず広く関係省庁が、中長期的な戦略を持って、省庁横断的に対策に取り組むことが重要である。

以下では、エネルギー基本法及びエネルギー基本計画、並びに2030年に向けた中長期的なエネルギー需給見通しを踏まえ、4つの中長期的な

エネルギー戦略の提案を行う。これらの基本的戦略については、今後更に具体的内容について掘り下げた検討を行うべきものである。

なお、京都議定書の第一約束期間の約束の達成については、政府の地球温暖化対策推進大綱の評価及び見直し、京都議定書発効を踏まえ「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律」が全面施行されることに伴う「京都議定書目標達成計画」の策定に向けての考え方について第3章において取り扱うこととする。

## **1. アジアのエネルギー需要増加をにらんだ国際エネルギー戦略の確立**

世界のエネルギー需要は、2030年までに約1.6倍に拡大すると見込まれているが、なかでも中国を始めとするアジア地域の需要が急増し、世界エネルギー市場で大きな地位を占めると予測されている。また、アジア地域を含め、今後も石油、天然ガス、石炭が主要なエネルギー源であり続けると考えられる。我が国においても、省エネルギーなどの対応が進んだ場合においても、依然として石油が約4割を占めると予想されるなど、これらのエネルギーは依然として重要なエネルギーであり続ける。

エネルギー供給面で見ると、石油については、世界の需要が拡大する中で、埋蔵量が集中する中東諸国への世界的な供給依存度が更に高まることが予想され、安定供給への取組を強化することが必要である。一方、天然ガスの供給源は中東だけでなく、ロシアなどにも分散されており、環境面でも優れていることから、アジア地域でも一層の利用拡大を図ることが課題となる。石炭は、供給安定性からアジア地域において引き続き大量に使用される見通しであり、環境面での対応を強化することが必要である。また、将来の供給力を確保するためには、2030年までに世界全体で約16兆ドルの投資が必要となる（うち約半分はアジア等の発展途上国向けの投資）と見通されている中、エネルギー生産国と消費国がエネルギー市場の安定の必要性についての共通理解に立って、生産・供給能力の確保に向け、投資環境整備に取り組むことが重要である。その中でエネルギー需要の大きな伸びが予想されるアジア諸国も大きな役割を果たすことが求められる。

こうした状況の下、各国は上流分野への投資に取り組んでいる。我が国としても、ロシアのシベリア・極東の石油資源開発及び輸送インフラとしての「太平洋石油パイプライン」建設の促進など中東以外への供給源の分散化、中東域内での調達先の多様化、主要産油国との石油の上流開発以外の分野を含めた多面的な関係強化を図るとともに、我

が国の有する石油・天然ガス権益を適切に確保・保全するなど、総合的な資源戦略を展開していくことが極めて重要である。

一方で、我が国のエネルギー安全保障（安定供給・環境対応・経済性）を確保していく上では我が国一国による対応だけでは十分ではない。エネルギー生産国や他の消費国と連携して、需給の変動（短期・中長期双方）に柔軟に対処し、安定供給、環境との調和を実現しつつ、持続的に発展可能な「国際エネルギーシステム」の実現を図らなければならない。そして、我が国はこのシステムを有効に機能させるため、IEF や IEA などグローバルな場、アジア等の地域単位の協力の場に加え、消費国間、生産国と消費国間の二国間協力など、重層的・多角的なフレームワークにより、進んだ技術や豊富な経験を持つ国として主導していくべきである。なかでも今後は、エネルギーに関し多くの課題を共有するアジア諸国（日・中・韓・ASEAN等）との協力のフレームワークを強化すべきである。

折しも、2004年5月22日から開催された第9回IEFでは、アジア地域のエネルギー協力及びアジアと中東との対話の強化等が議論された。その議論も受けて2005年1月6日には、第1回アジア石油天然ガス産消国ラウンドテーブル会合（ニューデリー）が開催され、日本、中国、韓国等の消費国及びサウジアラビア、イラン、クウェート等の産油国、計12カ国のエネルギー関係閣僚等が一堂に会し、地域のエネルギー安全保障に向け取り組むことに合意した。また、2004年6月9日に、我が国のリーダーシップの下、ASEAN・日中韓エネルギー大臣会合（マニラ）の閣僚共同宣言「より緊密なアセアン+3エネルギー・パートナーシップに向けて」が採択され、アジアの石油備蓄の強化、透明で競争的な石油市場の整備、天然ガスや再生可能エネルギーの開発・利用の拡大、省エネルギーの推進、クリーン・コール・テクノロジーの普及、の重要性が改めて確認されるとともに、同会合が今後のアジア協力の公式枠組みとして確立されたところである。

今後、我が国は、この共同宣言を重要な第一歩として、将来的な石油備蓄の協調運用を含めエネルギー政策面で協力を行うアジア版IEAとも言うべき機能を有する枠組みを構築・強化するなど、以下のような取組を通じて、アジアのエネルギー諸国との間で連携・責任分担・マーケット志向を基本理念とする「アジア・エネルギー・パートナーシップ」を構築していくことが重要である。これにより、アジア大で安定的で効率的なエネルギー供給基盤と外的な状況変化に対する対応能力が強化され

ることになるであろう。

## **(1) アジア諸国における石油備蓄制度の導入・強化**

近年、アジア諸国においてもエネルギー安全保障に対する意識が徐々に高まり、石油の輸入が大きく増加している中国やインドも石油備蓄制度導入に係る計画を具体化させつつある。IEAにおいても、アジアの石油需要の拡大を踏まえ、備蓄制度の構築についてのノウハウ提供などの取組がなされている。アジアにおいて、IEA加盟国として長い経験を持つ我が国としても、各国の取組への資金面・技術面での協力等を通じ、こうした動きを加速化させつつ、アジア諸国の石油備蓄制度の導入・強化を図ることが喫緊の課題である。

2004年6月に開催されたASEAN・日中韓エネルギー大臣会合（前述）では、中川経済産業大臣が石油備蓄制度の導入・強化に向けたフィージビリティスタディの実施に係る協力を行う旨表明しており、参加国からも歓迎された。これを受けて、タイ及びフィリピンとの協力が既に開始されているところであり、このような協力が今後更に発展していくことが期待される。

中長期的には、IEA緊急時協調対応措置（参加国共同による備蓄放出）を補完するアジアでの主要国の協調の下での緊急時対応スキームの構築をも指向すべきである。

## **(2) アジア太平洋地域における原油・石油製品・天然ガス市場の整備と機能強化**

アジア向けの原油価格については、供給国が中東に限られていること等から十分に競争的な価格形成がなされていない（アジア向けのFOB価格が欧米向けに比べて高い、いわゆる「アジアプレミアムの存在等」と指摘されており、また、価格の指標となるスポット・先物市場が発達している欧米に比し市場が未発達であることから、価格形成の透明性も不十分である。

また、石油製品についても、アジア・太平洋地域では、欧米に比べ域内の取引が活発とは言えず、十分に発達した製品スポット・先物市場が存在しないことから、域内における市場メカニズムを通じた効率的なりソースの配分がなされているとは言い難い。

天然ガスについても、これまでは限られた需要家が長期契約を主体と

した取引を行ってきたが、需要側、供給側とも多様化してきており、より短期の取引も行われるようになってきている。

相互に密接な関連性を持った原油市場・石油製品市場の存在は、消費国サイドの需給条件にも反映した、透明で競争的な価格形成・需給調整機能を実現する上で効果があり、その整備が課題となる。そのためには、製品のスペックなどの市場のルールを整備するとともに、アジア・太平洋地域において、原油・石油製品や天然ガスの貿易や投資に係る制約を最大限除去することにより、市場への参加が容易になるよう環境整備を行うことが重要である。

こうした取組は、我が国のエネルギー企業にとっても、調達方法の多様化やリスクヘッジの選択肢を提供するものであり、経営基盤の強化にも資するものと言える。

### (3) 省エネ・環境対策等に向けたアジアでの取組の強化

アジア諸国では、石炭火力発電所などの環境対応が十分でない。このため、硫黄酸化物等の排出増加が見込まれるなど大気汚染等の環境問題の深刻化が懸念されるとともに、石炭などの化石燃料の消費増大によるCO<sub>2</sub>排出量の大幅増加も見込まれている。このため、エネルギー効率の改善、省エネルギーの推進、クリーン・コール・テクノロジーの普及などについて、各国の取組が必要な状況にある。また、中国では、エネルギー需要の著しい伸びに対応するため、原子力発電の導入を更に進める動きもある。さらに、太陽光、風力、地熱、水力、バイオマス等の再生可能エネルギーの利用を促進することも重要な課題である。

我が国は、このような環境・省エネルギー分野、新エネルギー分野、原子力などの優れた技術やノウハウを有しており、これらのアジア諸国等での活用がなされれば、地球温暖化対策への貢献という観点からも大きな効果を上げることが期待できる。このため、地球温暖化に関する将来の実効的な国際ルールの構築も視野に入れつつ、アジア諸国との関係では、省エネルギー・環境に係る制度構築の慫慂、省エネルギー・環境・新エネルギー推進の面における我が国エネルギー企業の国際競争力の強化や、その高度な技術・ノウハウに基づく国際的な事業展開の側面支援、安全の確保を大前提とする原子力の利用についての積極的支援などを各国の状況に応じて重点的に進めることが不可欠である<sup>1</sup>。

---

<sup>1</sup>なお、これらへの取組の一環として、2004年10月、資源エネルギー庁では「エネルギー産業のアジ

## **2. 国民や産業界の省エネルギー・環境対応努力の好循環の実現**

「第1部 2030年のエネルギー需給見通し」においては、省エネルギーが新しい機器や技術の導入などにより大きく進展した場合、原子力と相まって自給率の向上、エネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出削減の両面で大きな効果が上がることが示されており、省エネルギーは、エネルギー安定供給と環境対応を通じて極めて効果的な手段であることが確認された。

我が国は過去二度にわたる石油ショックを経験し、産業分野においては省エネルギーが大きく進展しており、産業分野でのエネルギー消費は2002年度と1973年度がほぼ同じ量となっている。ところが同じ期間で、民生部門は2.3倍、運輸部門は2.1倍にエネルギー消費量が増大しており、生活水準の向上や自動車の増加などが近年のエネルギー消費の大幅な増加に寄与していることが伺われ、この分野での省エネルギー対策を徹底して進めることが必要である。

我が国は、これまでもエネルギー消費機器のエネルギー効率を計画的に引き上げるトップランナー基準などにより、世界最高水準の省エネ機器を提供してきたが、こうした取組に加え、国民の省エネルギーの必要性に関する意識を更に高めることにより、省エネ機器やサービスの市場を拡大することができれば、省エネ技術開発が一層進み、新たな製品の開発などが促進される好循環が形成され、「経済と環境の両立」に資することが期待される。

このような姿は、産業界や消費者が省エネルギーを意識し、省エネルギー努力が企業活動や生活に「ビルトイン」され、経済合理性やビジネスの観点でも無理なくかつ自動的に省エネルギーが進展することであり、政府の役割はその実現のための仕組みを構築することである。

このため、以下のような方向で省エネルギー政策を再構成し、施策の重点化を図る必要がある。

### **(1) 技術革新及びその成果の普及**

2030年までを見通した省エネルギー政策の中核は技術革新であり、そ

---

ア展開に関する研究会」を設置した。本研究会では、我が国が有する優れた技術・ノウハウが市場を通じてアジア諸国等で活用されれば、環境対策等としても大きな効果が期待できるとの観点から、省エネルギー、環境対策、及び新エネルギーの推進等に資するエネルギー関連産業のアジアにおける国際的な事業展開の在り方を官民双方の関係者で検討を行っている。

れを可能な限り広く普及させ、省エネルギー効果を上げていくことが極めて重要である。2030年の時点で効果を上げることが期待できる技術として、例えば自動車軽量化のための素材開発、SiC(シリコンカーバイド：半導体素子の電力損失を従来の1/10とする)、LED(発光ダイオード)の用途拡大による照明の高効率化などがある。ヒートポンプは、近年の革新的なCO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプ給湯器の登場等、今後も効率改善が見込まれ、民生部門の給湯・空調分野で大きな省エネ効果が期待できる。燃料電池は、SOFC(固体酸化物形燃料電池)のような最新型の大規模火力発電に匹敵する発電効率の高い燃料電池の技術開発が進んでおり、オンサイトにおける熱の有効利用と合わせて更なる省エネルギー効果が期待できる。また、現時点では未知数の技術が実用化する可能性もある。

このような観点からは、技術開発テーマの選定に当たっては、目的と効果を明確化し、技術の波及効果が大きく投資効果の高い分野を厳選し、政策的にも促進していく必要がある。また特に民生部門で活用される技術など、技術開発の成果を国民が活用できる環境を整えることについても政策が一定の役割を果たす余地がある。

## **(2) 需要家に対する情報提供と需要家の省エネルギー意識の喚起**

エネルギー消費の伸びが著しい民生・運輸部門の対策の強化を図るためには、これらの分野の需要家の努力が不可欠である。民生・運輸部門においては、一般家庭など国民レベルでのエネルギー消費が大きなシェアを占める。しかし、多くの国民は、省エネルギー意識は高く、省エネルギーを図る潜在的な意志と能力はあるものの、十分な情報を持たず、こうした意志が十分に実現されていないというのが現状と考えられる。

こうした需要家に対して、直接的な強制措置等を講ずることは現実的ではなく、むしろ、需要家への省エネルギーの手法や需要家自身のエネルギー使用状況に関する正しい情報の提供が行われる仕組みを確立すべきである。このような情報があれば、需要家自身の省エネルギーや環境についての意識が一層高まり、自発的に省エネルギーに向けた取組が更に強化されていくと考えられる。したがって、これら需要家が自発的に省エネ型の消費行動を取るための仕組み作り、環境整備を行うことが求められる。

現実にこれら需要家の省エネルギーに向けた取組を促進する際には、エネルギー供給やエネルギー消費機器の販売で接点を持つ事業者の役

割が大きい。このため、まずは事業者によるこうした取組を促進するため、以下のような仕組みを作り、需要家による省エネルギーのポテンシャルを最大限顕在化させることが必要と考えられる。<sup>2</sup>

- (i) エネルギー供給事業者が、例えば、複数需要家を対象とする総合的な省エネルギー事業の推進や、省エネルギー事業の推進に資する関連情報の提供など、民生部門における省エネルギーを促進する仕組み
- (ii) 家電機器や自動車等の販売事業者が消費者に対して機器の省エネルギー性能などについて販売時に適切に情報提供する仕組み

また、民生部門の省エネルギーを進める上で、膨大な住宅、業務用ビル等のストックについて、エネルギー効率の向上を図ることは極めて有効である。特に、通常の維持管理における省エネ努力に加え、大規模修繕・改修等の機会を捉えて、省エネルギー機器の導入等を行えば、維持管理上の工夫を越えた大きな効果が期待できる。このため、このような大規模修繕・改修時の取組を促す仕組み作りが求められる。

国としても、民生、運輸部門の機器についてトップランナー基準の拡大によりエネルギー効率を一層高めるための取組を進めるとともに、省エネルギーに関する積極的な情報提供等により、供給サイドと需要サイドのこのような動きを促進することが必要である。また、国や地方公共団体は自らもエネルギーの需要家であり、優れた省エネルギー機器や省エネルギーサービスを行う ESCO（エネルギーサービスカンパニー）を率先して導入することにより、これらの機器サービスの市場を創出し、民間の取組を牽引する役割が期待される。

こうした取組に加えて、大口需要家のエネルギー利用の効率化を図っていくためには、例えば、物流分野において、異なる荷主の荷物の混載の促進など、荷主と物流業者の連携による取組が重要である。現在、グリーン物流パートナーシップ等の取組みが進められつつあるが、こうした動きも踏まえつつ、荷主・物流事業者が現在のエネルギーの

---

<sup>2</sup> このほか、そもそも住宅、ビルディング、工場等の建設物を設計・建設する段階で、省エネルギーに資する構造、部材を採用すれば、より効果的に省エネルギーを実現することが可能である。このような省エネルギー情報の提供等を促す仕組みについても、今後、検討を進めることが必要である。

使用実態を把握し、両者連携してエネルギー消費の効率化を進めていく仕組み作りを行うことが必要である。

以上のような取組を通じ、供給側と需要家側双方による取組が効果を発揮すれば、民生部門・運輸部門において、我が国全体としての省エネルギー機器、サービスの市場が拡大し、それに向けた供給側の努力によって更に省エネルギーのレベルが上がるという好循環が実現されることが期待できる。しかしながら、こうした対策では省エネポテンシャルを十分に顕在化させるまでに至らない場合には、京都メカニズムや国際情勢等を勘案した上で、更なる需給両面での追加対策の検討が必要となる。

### **(3) 都市政策等との連携**

産業部門に加え、民生・運輸部門における取組が行われることで、需要家レベルで取り得る対策は、ほぼすべて講じられることとなる。しかし、より高い省エネルギーの実現を目指すためには、これら需要家の取組に加え、その前提となる都市の在り方についても検討を加える必要がある。

例えば、鉄道・バス等の公共交通機関の活用等を通じた多様な機能が集まるコンパクトな都市づくりや、エネルギー効率が高いタイプの地域冷暖房システムの導入を図るなど、エネルギー利用効率の高い都市形成が図られることは、我が国全体の省エネルギーの推進にとって、極めて大きな効果が期待し得る。都市計画の策定や市街地再開発事業の実施に当たっての配慮など、今後は、省エネルギー政策を始めとしたエネルギー政策と都市政策等との有機的な連携を図ることも重要な課題である。

### **(4) 省エネルギー広報・省エネルギー教育・学習の充実等**

上記のとおり、高い省エネルギー意識・環境意識を有する我が国国民一人一人に、適切な省エネルギーに関する情報が提供されれば、国民は自らの自主的な責務として省エネルギーに積極的に取り組むものと考えられる。

そのためには、特に需要家と供給者との連携を強化するために、積極的に省エネルギーに関する広聴・広報を展開していくべきである。

また、次世代を担う子供たちが省エネルギー問題を自らの問題として考えるよう、早い時期から情報を提供していくため、省エネルギー教育・学習の充実を図ることが適当である。

### **3．エネルギー供給の分散と多様化による変化への対応力強化**

我が国は、エネルギーの輸入依存度が高く、また、中東からの石油に対する依存度が諸外国に比べても相対的に高いなど、脆弱なエネルギー需給構造となっている。2030年に向け、アジア諸国のエネルギー需要は増大を続けると考えられることから、我が国としては、エネルギー需給構造が外的な環境変化に円滑に対応できる、柔軟性を持ったものとなるよう、エネルギー供給の最大限の分散と多様化を図っていくことが重要である。

エネルギー需給見通しでは、高効率のエネルギー社会を目指して、省エネルギーを進め、エネルギー需要を抑制する一方、原子力を推進することにより、エネルギー自給率を改善することができることが示されており、エネルギー供給面では原子力が引き続き重要な役割を果たすと見込まれる。また、国産エネルギーである新エネルギーの導入もエネルギー自給率の改善に大きく寄与することが示された。

一方で、2030年においても、化石燃料は引き続き我が国の一次エネルギー総供給の相当部分を占めると見通されている。こうした中で、エネルギー供給の多様性は、リスクの分散による情勢変化への対応力向上、供給国に対する交渉ポジションの強化にもつながるものとして、引き続き重要である。殊に水素社会への橋渡しとしても重要な天然ガスの利用拡大などが課題である。

中長期的には、燃料電池など技術を活用して需要側でエネルギーの互換性を高めることにより、情勢変化への対応力を更に向上することが可能になると予想されている。炭素隔離も石炭の利用などに当たって環境面の問題を克服し、エネルギー選択の幅を大きく広げる技術として重要であり、エネルギー供給面でもこうした技術による対応を思い切って進める必要がある。

#### **(1) ガス体エネルギーの開発・導入及び利用**

## 天然ガス利用の拡大とインフラの整備

- a) 環境特性に優れた天然ガスについては、発電用及び熱用の双方について利用を拡大していくことが望まれる。また、燃料電池に用いられる水素の有力な供給源としても期待されている。我が国は欧米先進諸国に比べて民生や産業部門における天然ガスの利用が進んでおらず、更なる利用拡大が期待される。こうした分野での利用を拡大するに当たっては、より根本的な対応として、産出国からのより低コストでの調達、国内外の供給インフラの整備などに向けた中長期的な取組が必要である。また、環境面でメリットを持つ天然ガスの利用はアジア・太平洋諸国でも進むものと考えられることから、国際的な上流開発・供給インフラの投資が円滑に行われるよう、我が国としても戦略的に上流開発に取り組むことが必要である。
- b) 我が国は島国であり供給元からのパイプラインが広範な需要地に張り巡らされるという要因が欠けており、国内での面的な利用が進まない一因にもなっていると考えられる。インフラの整備は天然ガス利用拡大の鍵となるものであり、さらに将来的には水素インフラの土台となることも期待される。また、海外の天然ガスプロジェクトと接続すれば、内外を結んだネットワークの展望も拓ける。

近年では国内の天然ガス事業者などの国内のパイプライン網は徐々に拡大してきており、2003年のガス事業法の改正においては、公共的なインフラであるパイプライン網の有効利用や効率的な整備促進を図ることを目的として、ガス導管事業を新たに法的に位置付け、一定の公益特権の付与等の環境整備がなされたところである。実際のビジネスにおいても、比較的長距離のパイプライン敷設が具体化しつつある。

これまで我が国のパイプラインは、一定規模の初期需要を前提として少しずつ敷設されてきた。整備を更に促進するためには、「民で出来ることは民」との考え方を基本に、経済性を十分に考慮の上、民間の様々な主体が潜在需要を開発するための投資を行うことができるよう、政策面でも更なる環境整備を行うことが必要と考えられる。このため、規制の見直しを始めとする建設コスト引下げ等に向けて早急に検討を開始することが必要である。

- c) 我が国は LNG の開発に先鞭をつけ、多くのプロジェクトを実現し、長期契約により量、価格両面で安定的な供給を確保してきたが、プロジェクトの増加や中国などの新規の需要家の参入により弾力的な条件での調達が行われるようになってきている。こうした機会を利用し、

供給コストの引下げを図ることがエネルギー間競争の中で天然ガスの導入を進めていく上で不可欠である。こうした観点から、我が国の天然ガス事業者は、( )契約の在り方の見直し(長期/スポット等の多様化、価格フォーミュラ・仕向地条項等の契約条件の弾力化)、( )上流生産事業や取引事業への継続的な関与、( )供給源の多様化、等を進めていくことが望まれ、上流開発などを戦略的に支援することが必要である。

- d) また、我が国の近隣のサハリンの天然ガスについては、供給の選択肢を拡大し、安定供給や環境対応等に貢献することが期待されることから、我が国への輸送方法として検討されている国際パイプライン構想を含め、経済性、供給信頼度、取引の信頼性等の確保を前提に国としてもその実現・促進のための環境整備を積極的に推進していくことが必要と考えられる。

#### LP ガスの効率的かつ環境調和的利用

- a) LP ガスは、PM(粒子状物質)の排出がない等、環境負荷が相対的に小さく、天然ガスとともにクリーンなエネルギーであり、また、災害時における安定供給の確保に資する等、国民生活に密着した分散型エネルギーの1つである。LP ガスのより効率的かつ環境調和的な利用を促すため、LP ガスのコージェネレーションや燃料電池等における幅広い利用拡大を促進すべきである。

## (2) 水素社会への取組

燃料電池は効率が高く<sup>3</sup>、環境面でも優れたエネルギー技術として、現在、主要先進国で競って開発が進められている。また、燃料電池技術は裾野が広く、新たな産業分野としても注目されている。燃料電池は、大きく分けて、自動車用と一般家庭や業務用の電源、熱源である定置用コージェネレーションの二つの用途が想定されている。水素は天然ガス、LPG、石油など化石燃料、製鉄や石油精製などのプロセスで生じる副生ガス、電力による水の電気分解など様々なエネルギー源から製造することができ、燃料電池の実用化・普及により、電気に次ぐエネルギーの媒体として水素が活用され、柔軟なエネルギー選択と効率化が可能な新たなエネルギー社会の展望が開けることになる。特に需要地の付近に豊富

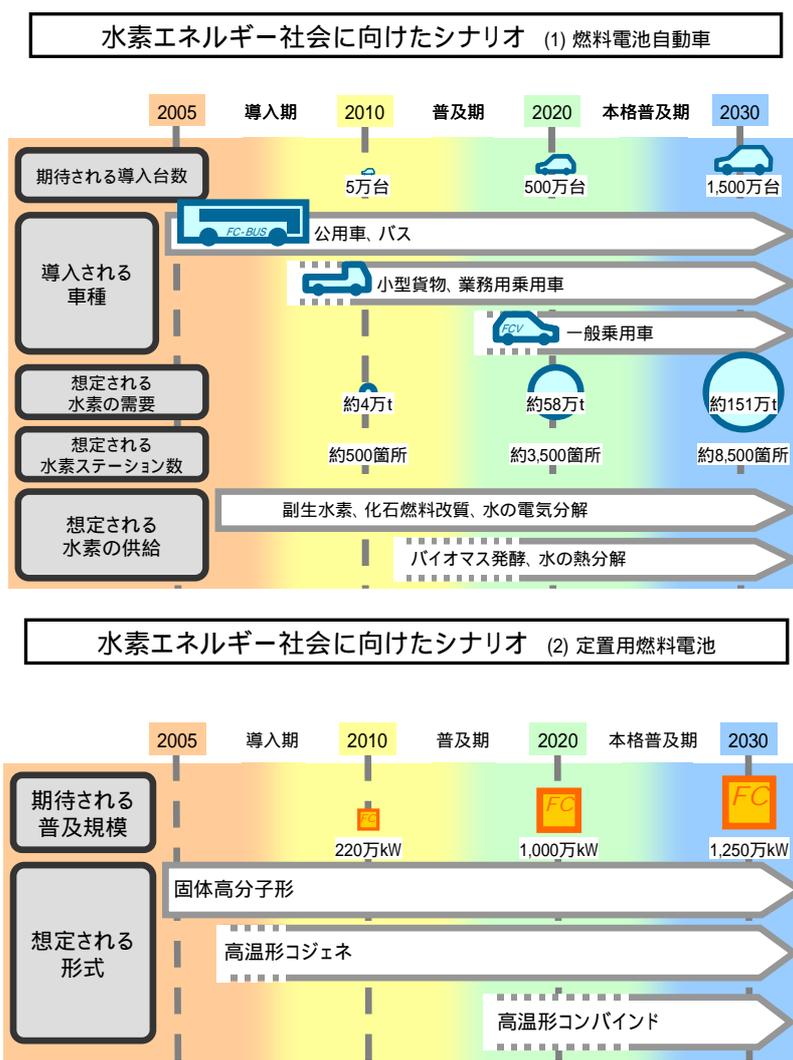
<sup>3</sup> 理論効率を現実的なものにするために、運用の仕方という課題もある。

に存在する副生水素は最大限に活用することが重要である。

しかしながら、燃料電池については、現状では耐久性などの技術的な課題、水素供給源の確保や水素ステーションの整備、更には共通の基準や規格の整備などの課題が残されているが、これらに精力的に取り組んでいくことが必要である。

こうしたことを念頭に置き、2030年における燃料電池の普及の見通しとしては、これまでの政府における検討結果を踏まえ、燃料電池自動車1,500万台(2030年度末時点推計保有台数)、水素ステーション数8,500カ所、定置用1,250万kWの実現を目指して、民間と政府が協調して努力していく。

(参考)



上記を実現するために、民間と政府が適切な役割分担の下で、以下のような分野に関する具体的な取組を進める必要がある。なお、これらの取組を戦略的に進めていくためには、国内外の英知を結集して技術的なブレークスルーと人材育成を図る仕組み作りを早急に検討するべきである。

- ( ) 燃料電池の耐久性など基本性能の向上、コスト面の改善
- ( ) 水素の製造・輸送・貯蔵技術の開発、実用化、水素ステーションの実証試験等
- ( ) 燃料電池、水素に関する基準・標準、規制の再点検（試験方法・評価方法等）
- ( ) 人材育成、燃料電池・水素に関する理解増進

### (3) 原子力の推進

原子力はエネルギー資源が乏しい我が国にとって重要なエネルギー源であり、省エネルギーの進展の中で着実に推進を図ることは、エネルギー自給率の向上、CO<sub>2</sub> 排出の抑制の面で大きな効果を持つなど、我が国にとって、エネルギーの安定供給の確保と環境への適合の両立に欠かすことのできないエネルギーである。さらに、原子力は、ベースロードの需要に対応した重要な供給源であるのみならず、化石燃料取引におけるバーゲニング・パワーとしての役割、関連技術による国際貢献上の意義等を有している。

このような原子力は、現在、我が国の総発電電力量の約 1 / 3 を占める存在であり、2030 年のエネルギー需給見通しにおいても、その割合を維持・拡大することが想定される。このことから明らかなとおり、原子力は、今後とも、我が国の基幹電源としての役割を果たし続けるものと考えられ、安全・安心を大前提に、官民相協力して推進していく必要がある。なお、2004 年 8 月、美浜原子力発電所において 11 名の死傷者を出す痛ましい事故が発生した。政府・事業者とも、この事故について徹底的な原因究明と再発防止対策を行い、改めて、原子力発電の安全の確保に全力を挙げて取り組むことが強く望まれる。

原子力発電推進のための具体的取組としては、原子炉の新規増設を地元の理解を得つつ着実に進めていくとともに、既に運転している原子炉をできるだけ有効に活用していくとのアプローチが適当と考えられる。特に、2030 年には、我が国の原子炉の多くは設置後 30 年を超えることとなる。このため、原子炉の高経年化も十分念頭においてこれらの対応を進める必要がある。

原子炉の新増設に当たっては、立地地域住民の理解と協力を得るため、地元住民の声を丁寧に聴き、かつ、説明するといった取組を今後とも続けるとともに、運転開始後においても、迅速で分かり易い情報の公開及び提供により、住民の不安の解消に努めることが重要である。また、国は、引き続き原子力立地地域の振興を図るとともに、原子力発電等と地域社会との共生を目指し、国、地方公共団体、事業者が適切な役割分担を図りつつ、相互に連携、協力することが重要である。

また、既に運転している原子炉の有効活用については、特に、我が国の原子力発電所の利用率は米国などに比べて低く、安全確保を大前提に、科学的・合理的な運転管理の実現により利用率を改善するため、関係者が更に努力を重ねていくことが必要と考えられる。

一方、原子力の有効利用とともに安定的運転を確保するためには、広域的な電力融通の円滑化を図るとともに、原子力関連の技術開発や人材育成を図ること等、技術的な基盤を維持していく必要がある。折しも、2005年10月からは、核燃料サイクル開発機構と日本原子力研究所が統合され、新たに、独立行政法人・日本原子力研究開発機構が設立される。これらの取組に当たっては、新法人による貢献が大いに期待されるところである。

上記のような原子力の電源としての重要性に加え、近年では、原子力による水素製造の可能性についての研究も行われている。こうした状況も踏まえつつ、革新的な新型炉の開発も含め次世代の原子力利用技術の研究開発に積極的に取り組んでいくことが不可欠である。

核燃料サイクルは、原子力発電所から出る使用済燃料を再処理し、有用資源を回収して再び燃料として利用するものであり、供給安定性等に優れているという原子力発電の特性を一層改善するものである。折しも、青森県六ヶ所村に建設中の日本原燃(株)六ヶ所再処理工場において2004年末からウラン試験が開始され、また、2005年2月には、核燃料サイクルの根幹をなす再処理等を適正に実施するための積立制度を講ずる法律案（原子力発電における使用済燃料の再処理等のための積立金の積立て及び管理に関する法律案）が閣議決定された。今後とも、使用済燃料の再処理、プルトニウムの確実な利用、核燃料サイクル全体の運営の柔軟性を高める使用済燃料の中間貯蔵施設の確保などのプロセス一つ一つについて、安全の確保を前提に、国民の理解を得て、エネルギー基本計画に従い着実に取り組んでいくことが重要である。

#### **(4) 再生可能エネルギーなどの更なる導入促進**

再生可能エネルギーのうち新エネルギーについては、中長期的に見て太陽光発電やバイオマスエネルギー利用技術などが更に発達し、大幅なコストダウンが実現できる可能性があり、その場合、国産エネルギーとしてエネルギー自給率の向上に大きな効果を持つことが示されている。新エネルギーについては、従来から石油代替/国産エネルギー及び環境対策の切り札として、最も重点的なエネルギー政策の一つに位置づけ、技術開発や導入促進などの支援を実施してきたところである。また2002年には、国民の環境意識の向上などをも背景として、「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」(いわゆる RPS 法)が制定され、新エネルギーの一層の普及が図られている。今後、普及促進に向

けた取組を更に積極的に推進するとともに、一層の低コスト化・高効率化、電力系統への接続に伴う技術的課題を解決する等、研究開発を進めることが必要である。

2030年までの中長期のスパンを展望すれば、こうした技術開発の進展と普及促進に伴う市場の拡大によって、新エネルギーが、従来の国による助成等からより自立し、例えばバイオマスのように、地域資源の循環により地域のエネルギーの地産地消を実現する「地域創発型エネルギービジネス」等、新しいエネルギービジネスとして自立的に拡大していくことが期待される。そのためには、新エネルギー利用を組み込んだマイクログリッド（分散型電力ネットワーク事業）等の新しいビジネスモデルの確立が重要であり、これに関連する分散型電源の接続に関するルールの整備や人材の育成など、環境整備も必要となる<sup>4</sup>。

さらに、水力及び地熱も、純国産のクリーン・エネルギーとして、地域環境への影響に配慮しつつ、経済性の向上・開発リスクの低減を図りつつ、その開発・導入を促進する。

これらの再生可能エネルギーなどについては、2030年エネルギー需給見通しにおいて、一次エネルギー供給の約一割を占めるものと期待されているところであり、今後、更なる導入促進を図ることが必要である。

## **(5) 自動車燃料を始めとした燃料の多様化**

自動車燃料については、現時点でほぼ100%石油系燃料が使用されており、この分野での大幅な省エネルギーや燃料の多様化はエネルギー供給全体を通じた多様化に大きく寄与する。省エネルギーという観点では、ハイブリッド自動車が普及段階に入っており、また、アイドリングストップ車も導入されつつあるなど、大幅な効率改善が達成されている。

省エネルギーの観点からは、2005年1月からの石油業界の自主的な取組により全面供給が開始されたサルファーフリー（硫黄分10ppm以下）燃料は、自動車技術との組合せにより、環境基準に適應しつつ、燃費効率を高める効果を持つものである。また、効率面で優れた特性を持つディーゼル乗用車についても、環境規制への適合を前提に普及が期待される。

新たな自動車用燃料としては、既に導入されているCNGのほか、GTL、

---

<sup>4</sup> 省エネルギー同様、新エネルギーについても、そもそも建設物の設計・建築段階で適切な情報提供が行われれば、より積極的に導入が進められる可能性があり、こうした取組についても検討が必要と考えられる。

DME、バイオマス由来燃料等について、現在、フィービリティ等の検討や実証実験が行われている。これらは技術的課題が多いものもあり、経済面でも課題があることから、直ちに自動車燃料の多くの部分を置き換えるものとはならないが、例えばバイオマス由来燃料の導入は既に海外でも実績がある。これらの新たな自動車用燃料は、我が国においても、経済性及び安定供給上の課題が克服されれば、エネルギー間の互換性を向上し、エネルギー供給をめぐる情勢変化への対応力を向上する上で大きな意義を持つものである。

燃料電池自動車も既に試験的な導入が行われており、技術開発や規制の見直しを進めるとともに、インフラ整備を促進することにより、2030年には路線バスや大型乗用車を中心に相当程度の導入が進むことが期待される。

また、DMEについては、自動車燃料以外に発電用、産業用・民生用 LPG 代替、燃料電池用の水素原料等として用いることも可能で、そのための実証実験等が行われている。天然ガス、石炭、バイオマス等、多様な一次エネルギーから製造可能なことに加えて、石油系燃料と異なり単独での生産が可能なこと、我が国独自の技術であることといった観点から、その利用を進めることには意義がある。

今後、環境適合性や経済性にも留意しつつ、これらの技術開発を進め、自動車燃料を始めとした燃料の多様化を図っていくことが求められる。

## **(6) 石炭・石油の効率的かつ環境調和的利用**

石炭は、埋蔵量が豊富で産出国も政情の安定した先進国を含め広く分散していることから、輸入エネルギーの中では安定供給面で最も優れたエネルギーであり、石油危機以降発電分野を中心に利用が進められてきた。また、中国ではエネルギー供給の8割を占めており、エネルギー需要が拡大する中で、今後もエネルギー供給の相当部分を石炭によることとなると見込まれている。石炭は、エネルギー源の多様化、他のエネルギー調達上の交渉力確保の観点から今後とも重要なエネルギー源であり、アジアの石炭需要が増加する中で産炭国との関係を強化しつつ、安定供給を確保することが必要である。

一方石炭は発熱量当たりのCO<sub>2</sub>発生量が化石燃料の中で最も多く、環境面では課題がある。このため、我が国では石炭による発電効率を大幅に引き上げる技術など、高効率で石炭を利用するクリーン・コール・テ

クノロジーの技術開発を進めている。また、将来的には炭素隔離、固定技術も期待され、我が国を含め各国で研究開発が進められている。こうした技術による対応は、石炭をエネルギーの重要な選択肢として維持するとともに、中国などアジアにおけるエネルギー安定供給と環境対応にも役立つと考えられる。こうした国際的な視野を持ちつつ、技術開発とともに、京都メカニズムの活用や政策対話を通じ、ビジネスベースでの技術普及を進めることが必要であり、特に、安定供給確保と一体的な対応が今後求められる。

石油についても、前述の需給見通しによれば、2030年においても、一次エネルギー供給の約4割を占める重要なエネルギー源であり、引き続き、効率的かつ環境調和的に利用していくことが重要である。

石油は特定の石油製品のみを生産することができないいわゆる『連産品』であるため、今後エネルギー需要が頭打ちとなる中で見込まれるC重油の需要減に対応して、C重油から更にガソリン等の軽質油を抽出する二次設備の増強により製油所を高度化していくことが求められる。

これにより増加する石油残渣の処理については、例えば石油残渣 IGCC などを選択肢の1つとなる。

#### **4．これまでのエネルギー産業の業態の垣根を超えた柔軟で強靱なエネルギー供給システムの実現**

従来より、エネルギー需要は中長期的に増加を続けてきており、各供給事業者が需要の伸びに対して供給能力を拡大し、安定供給確保を行ってきた。また、エネルギー供給事業の形態は、電力会社が電力を、ガス会社がガスを、また石油会社が石油を供給するというように、確立された業態により供給が行われてきた。エネルギー政策もエネルギー需給のこのような姿を前提として実施されてきたものといえる。

しかしながら、近年では天然ガスなどによるコージェネレーションなどの技術革新の進展や自由化の段階的な進展の中で、様々なエネルギーを併せて供給する地域エネルギー供給者（地域冷暖房事業）等比較的小規模の新規の供給主体が登場している。また、電力会社や石油会社によるガスの供給、他方でガス会社や石油会社による電力の供給等の例に見られるように、従来の業態の垣根を超えた多様なエネルギー供給も始まっている。

今後は、2030年の見通しで示されたとおり、エネルギー需要が減少に

向かう可能性がある中で、小規模でも効率的なエネルギー供給を可能とする燃料電池など分散型エネルギー分野の新技术の発達も見込まれることから、こうした技術を活用することにより業種業態を超えた相互参入や総合的なエネルギー供給事業が、国内のエネルギー市場の中で更に拡大していく可能性がある。

このような状況変化は、需要家にとっては、選択肢の拡大と競争を通じたエネルギー価格の低下やエネルギー利用効率化に役立つサービス提供の拡大などの効果を持つと考えられる。一方、エネルギー供給面では、引き続き原子力を始めとする大規模集中型のエネルギー供給システムが重要な役割を果たすと考えられるものの、これと、分散型エネルギーの適切な組合せを行うことにより、需要の先行きが不透明な中で、環境変化に対応した機動的な設備投資が可能となる等の効果が見込まれる。この結果、全体としての効率化が図られ、また、環境負荷の低いエネルギー源が導入されれば環境上の効果も期待し得る。

いずれにしても、今後のエネルギー政策としては、エネルギー需要の減少と新しい技術の進展という状況変化の中で、エネルギー産業においてこのような変化が生ずるであろうことを前提として、そのメリットを生かしつつ、安定供給や環境面に生ずるおそれがある問題点を克服していくため、以下のような戦略を持つことが必要である。

なお、上記のとおり、分散型エネルギーのみで安定供給や環境対応というエネルギー政策上の課題への対応が図られるわけではないことはいうまでもない。原子力を始めとする大規模集中型のエネルギー供給システムが引き続き必要であり、両者の共存と適切なバランスの確保が図られることが不可欠である。

### **(1) 大規模集中型と分散型の適切な組合せによるエネルギー供給システムの最適化**

エネルギーの需要地で電気や熱エネルギーを作り、供給する分散型エネルギーについては、近年、技術革新により高効率で電気と熱を供給する小規模のコージェネレーションが発達してきており、その利用が拡大している。また、将来的には燃料電池によるコージェネレーションも市場に導入される見通しである。用途としても従来の自家用中心から、比較的大規模の地域電気熱供給事業にまで拡大しつつある。また複数事業者間のエネルギーの有効利用を図るために、面的エネルギー管理を進める必要がある。

これらの分散型エネルギー供給システムは、設備が小規模で、需要

地に近接して立地することが可能なことから、主力の大規模集中型のエネルギー供給システムと適切に組み合わせることができれば、大規模エネルギー供給システムが有するエネルギー輸送の際のロスやインフラ整備のための巨額な投資にかかるコストとリスク、送電線事故や地震等の災害時の安定供給リスクなど、大規模集中型のエネルギー供給システムのリスクを軽減できる可能性がある。これに加えて、今回の見通しにあるように需要の伸びが不透明になる中で投資の小回りが利き機動的に能力を拡大できるというメリットを有する。いわば、外的な情勢の変化に対して様々な意味で対応しやすく、全体としての柔軟かつ強靱な需給構造に資するものと期待される。また、エネルギー供給主体やエネルギー間の競争が促進され、全体としての効率化に寄与することも期待される。他方、大規模集中型のエネルギー供給システムと比較して、種類によっては、環境負荷の増加や電力品質に対し影響を与える可能性もある。

以上のメリットを生かし、問題点を解決しつつエネルギー政策の観点から適切な導入促進を図ることが必要であり、以下のような二段階の階層の組合せで、対応することが必要と考えられる。

第一段階：すべての分散型エネルギーを対象とした環境整備を行う。具体的には、電源間の公正な競争を確保するとともに、分散型エネルギーを組み込んだ場合の系統運用に係る課題の解決など、既存の電力系統と調和を図りつつ、その特徴を活かして活用しうる環境を整備する。このため、「系統連系ガイドライン」の改訂などのルール整備を早急に行う。

第二段階：分散型エネルギーの中で、安定供給・環境対応の面でメリットを有するもの（コージェネレーションの中でエネルギー効率が高いもの、風力発電、燃料電池等）については、その普及を促進するための政策的措置を講ずる。

また、分散型エネルギーと既存の電力系統との共存を図り、導入を円滑化する手法として、分散型エネルギーのネットワークを構成するマイクログリッドと言われる手法についても特区制度の活用などにより研究が行われており、将来の地域のエネルギー供給サービスの1つの在り方を示唆するものとして取組が進められることが適当である。

## (2) 分散型エネルギーの推進や自由化の進展と環境の両立

エネルギー基本計画で示されているとおり、エネルギーをめぐる様々な課題は整合性をとりながら達成する必要があり、その一環として、自由化や分散型エネルギーも環境と両立する形で推進されることが必要である。

そのための方策として、例えば、エネルギー需要家が環境面での優位性も評価した上でエネルギー選択を行い、そのことが社会的に推奨されていく仕組みを作ることが一案と考えられる。京都議定書に係る 2013 年度以降の国際的な対応の枠組みは未だ決められていないものの、企業や国民の環境意識は今後とも高まっていくものと見込まれ、各企業の CO2 排出量など、事業活動に伴う環境負荷という観点も次第に注目を集めるようになるものと考えられる。企業がそのような観点から自己評価を行う際には、外部から購入するエネルギーについても適切に評価できるような仕組みが必要になると考える。

このような仕組みを具体的にどのように取り入れていくかについて、早急な検討が行われるべきである。

## 第2章 中長期的エネルギー戦略実現に当たっての留意事項

### 1. 技術開発の戦略展開

多様な選択肢と情勢変化への対応力を併せ持つ柔軟で強靱なエネルギー需給構造を実現するとともに、環境に調和した高効率なエネルギー社会を実現する上で、技術の果たす役割は極めて大きい。経済成長やエネルギー需要の増大が見込まれる中、世界が抱える化石資源制約や環境制約を緩和・解決し、経済成長等との両立を図るためには、優れたエネルギー環境技術を世界に伝播するとともに、更なるエネルギー利用効率の向上や環境負荷の低減のための技術を飛躍的に発展させていかなければならない。

一方、エネルギー技術開発が実際にエネルギー需給面で効果を上げ、エネルギー政策上の意味を持つようになるまでには、技術開発だけでなく、技術が新しい設備や機器として広く普及していくことが必要であり、それにはかなりの時間を要するものである。また、エネルギーが広く国民生活や経済活動の中で用いられることから、エネルギー技術は信頼性が高く、また、多くの需要家にとって使いやすい価格であることが必要である。

したがって、特にエネルギー関連技術の開発に当たっては、短中期的な視点とともに、その普及に要する期間を念頭に置いて、長期的な視野を併せ持った取組を、エネルギー、経済、環境の同時解決策を実現するための現実的アプローチとして着実に進めていくことが必要である。

また、エネルギー分野は、現行の科学技術基本計画（平成13年3月30日閣議決定）においても既に環境分野とともに掲げられているところである。エネルギー分野については、国が取り組むべき重要な分野として適切に位置付けられ、エネルギー政策の観点から重要な技術については、国が戦略的に関与することにより開発、普及を加速し、開発に伴うリスクの軽減について支援を行うことが重要である。このような技術開発を効率的、効果的に行っていくことは、エネルギー政策実現の観点から極めて重要であり、長期的、分野統合的な技術戦略を持ちつつ、省エネルギー、新エネルギー、電力、原子力及び化石燃料といった分野毎に具体的なプログラムを作ることにより、技術開発の目標や克服すべき課題、実用化に向けた道筋等を明示し、また、その過程を外部の専門家も活用して評価し、意義の薄くなった技術開発は思い切って中止することも含め、戦略的かつ重点的に技術開発の取組を進めていくことが重要である。

## 2. エネルギー関係特別会計の活用

エネルギー政策の推進に当たっては、石油等の安定供給確保、我が国のエネルギー需給構造の高度化、電力の安定供給確保といった重要政策課題への対応を図るため、「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」を始めとするエネルギー需給に係る一定の義務付け、電気事業法・ガス事業法のようなエネルギー関係事業の枠組み構築に加え、石油及びエネルギー需給構造高度化対策特別会計（石特会計）、電源開発促進対策特別会計（電特会計）等を活用しつつ総合的な施策の実施に努めてきている。また、エネルギー政策基本法やエネルギー基本計画で示されている方向性の中で施策の一層効果的・効率的な実施を図っていくことが重要であり、こうした観点から、石特会計・電特会計についても、石油石炭税など、財源となる税制の改正を含め、2003年10月から制度改正を実施し、これまで地球環境対策の充実強化（いわゆるグリーン化）とこれに伴う石油特会の環境省との一部共管化などを進めてきているところである。

同年11月、財政制度審議会の「特別会計の見直しについて」において、すべての特別会計を対象に見直しの基本的考え方と具体的方策が提示され、その中で石特会計・電特会計についても、歳出面で多額の不用、剰余金が発生している、両特別会計の区分が曖昧になっている、等が指摘された。こうした中、2003年の法律改正により同年10月から実施した制度改正も含め、次の対応が行われている。

石特会計においては、地球環境対策の充実強化の必要性も踏まえつつ、剰余金の多く発生している石油備蓄予算などの思い切った合理化を実施する一方、新エネルギー・省エネルギー対策等の予算に重点化。

電特会計において、電源立地の状況等を踏まえ、電源立地地域対策交付金等の予算を大幅に合理化する一方、今後の電源立地の進展に伴う将来的な財政需要に備えるため、新たに創設された「周辺地域整備資金」への積み立てを実施。

両特別会計の歳出区分について、電特会計の歳出対象を、安定的な電力供給源として立地対策等の施策を引き続き講じていく必要性が高い原子力、水力、地熱といった長期固定電源に重点化。これに伴い、従来電特会計で実施してきた発電用途の新エネルギー対策を石特会計に移管し、石特会計において新エネルギー対策を一元的に実施。(平成19年度までかけて段階的に実施。)

上記の新エネルギー対策の移管等を進めることを通じ、両特別会計の区分は、一層明確になるものと考えられる。しかし、両特別会計の在り方については、今後とも、その性格を踏まえつつ、エネルギー基本計画に沿い、さらには今般の長期エネルギー需給見通しで示されたエネルギー需給構造上の問題も念頭に置いて、エネルギー政策の在り方全体の議論に即して検討していくことが重要である。

### **3. エネルギーベストミックスに係る今後の課題**

我が国のエネルギー政策において、エネルギーベストミックスについての考え方は、1970年代における第一次石油危機、第二次石油危機を通じて形成され、省エネルギーを推進しつつ、供給面で、石油の安定供給の確保、石油依存度の低減と石油代替エネルギーによるエネルギー源の多様化、新エネルギーの開発・普及を図ることをその主軸としてきた。

しかしながら、石油危機以来、今日までエネルギーについてはかなりの情勢の変化があり、さらに、将来について多様なシナリオが想定されることを踏まえれば、長期的に見てエネルギーベストミックスに影響する大きな環境変化が生ずることも予想される。

そういった中で、2003年秋に閣議決定されたエネルギー基本計画においては、エネルギーベストミックスについても、「安定供給の確保」、「環境への適合」といった観点から見た優位性や課題が各々のエネルギー源ごとに異なることを踏まえ、エネルギー源の最適な組合せを確保するとともに、エネルギー源ごとに、その課題を克服し、優位性を強化していくような対策を講ずる必要があるとの基本的な枠組が示されている。この理念に沿って、上記のような環境変化を施策に適切に反映させていくための努力を続ける必要があると考えられる。

例えば、これまでエネルギー供給の主要な部分を占めてきた石油につ

いて見ると、我が国の石油依存度の低下、緊急時のための備蓄の充実、石油探鉱開発技術の発達や非在来型石油資源の利用技術発達などを背景とする石油の推定埋蔵量増大などの変化がある。また、OPEC等の産油国とIEA等の消費国が石油市場の安定を共通利益として認識するなど石油市場の状況も変化している。将来を展望した場合、非在来型石油資源の活用や我が国の石油調達先の多様化が進展するなど、情勢は更に変化する可能性がある。しかし一方で、中東等のエネルギー産出国をめぐる情勢が緊迫化の度合いを強め、石油その他エネルギーの国際市場が急激に不安定化するリスクが完全に払拭されているものではない。こうした中、石油についても、他のエネルギーと同様に効率的な利用の促進等に積極的に取り組むことが求められる。

こういった状況を踏まえ、石油の位置付けや、エネルギー源を単純に石油と石油代替とに二分する現在の石油代替政策の在り方についても、引き続き検討を加えることが必要<sup>5</sup>であり、石油代替エネルギー供給目標の在り方についても、安定供給、環境対応、市場原理の活用を基本方針として掲げるエネルギー政策基本法が制定されていること、エネルギー分野でも自由化が進展し、政策的に関与できる余地が限られてきたことなどを踏まえた検討が必要である。

また、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」により、「石油代替エネルギー」であって「経済性の面における制約から普及が十分でないもの」として位置付けられている「新エネルギー」については、需要側の新エネルギーが位置付けられる等、我が国特有の定義であり、諸外国で使用されている「再生可能エネルギー」という分類とは必ずしも一致しない。新エネルギーの範囲について、統計上の分類と政策上の取扱いは、諸外国においても、必ずしも一致するものではないが、新エネルギーのエネルギー安定供給面や環境面での意義、技術開発・普及の動向、将来見通しなどを踏まえ、今後、統計上の扱いや、我が国としてどのエネルギーを新エネルギーとして政策的に支援すべきか等、検討することが必要である。

エネルギーベストミックスを考える場合、2003年夏の関東圏の電力需給逼迫問題も省りみれば、エネルギー選択や供給システムについて多様性を持つことの利点も考える必要がある。環境問題への対応という観点

---

<sup>5</sup> これまで、石油代替エネルギー供給目標が閣議決定により定められており、長期エネルギー需給見通しの改定と併せて累次改定されてきているところ。

も当然考慮に入れなければならない。

石炭などの化石燃料について、環境面では、将来炭素隔離技術などが実現されれば、少なくとも CO2 排出量に係る制約は大きく緩和され、例えば、石炭の評価は全く異なるものとなる可能性もある。将来のエネルギー構成を考える場合、このような解決の可能性も視野に入れておく必要がある。

このように、エネルギーベストミックスを実現するためには、複数のシナリオを念頭において将来を見通すとともに、関連する施策について不断の検証と見直しを行っていく必要がある。

#### **4 . 統計の整備**

我が国が世界最先端のエネルギー効率型社会を目指すとともに柔軟なエネルギー供給構成を実現するためには、我が国のエネルギーの供給・利用実態を正確に把握することが最初の一步である。

現在のエネルギー関連統計は産業部門について見ると、非製造業部門や中小企業についての統計が不十分であること、民生家庭部門及び運輸部門についてはサンプル数が少ないこと、民生業務部門については残差を計上するという間接的な手法に頼る部分があること等の様々な課題がある。

2007 年 1 月 1 日には、国際連合気候変動枠組条約事務局（UNFCCC）において、締約国の基準年の排出量が確定され、2008 年には我が国の温室効果ガス排出量の正確な把握が求められること、また第一約束期間が始まる 2008 年から京都メカニズムを活用する資格を得るためには 2006 年夏までに京都議定書の規定及び所定のガイドラインに基づき直近のインベントリーが報告されている必要があること等も勘案し、今後信頼できるエネルギー関連統計を早急に整備していく必要がある。

## 第3章 京都議定書目標達成計画の策定に向けて<sup>1,2</sup>

### ポイント

#### 2010年エネルギー需給見通しの評価

- ・ 今回の見通しによると、CO<sub>2</sub> 排出量は、目標年度と比較して、レファレンスケース現行対策推進ケースともに目標値を相当程度上回る見通し。特に民生部門及び運輸部門は目標を相当程度超過するため、民生・運輸対策における温暖化対策の取組を強化していく必要がある。

#### 京都議定書目標達成計画策定に向けた基本的考え方

- ・ エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量については概ね +0.6%程度を目標とすることが妥当である。
- ・ 地球温暖化問題は地球規模で長期的に取り組む課題であり、短期的局地的視野からのみで検討・対応するのではなく、長期的地球的視点に立って考え、行動する必要がある。
- ・ 持続可能性のある対策を講ずるためには国民生活や経済活動の水準を切り下げるのではなく、むしろ国民生活を向上、経済を発展させることを通じて地球温暖化問題に寄与することが重要である。
- ・ 省エネルギー等各種技術及びシステムが諸外国においても活用されれば、我が国だけでなく諸外国にも実質的に地球温暖化の解決に貢献するため、技術開発や効率的システムの導入等を対策の基本に据えるべきである。
- ・ エネルギー使用実態が十分に明らかになっていない民生業務 民生家庭部門や運輸旅客部門等のエネルギー使用実態を明らかにし、きめ細かい対策を講ずることが効果的である。
- ・ 機器単体や事業者毎の対策に加え、今後は主体間連携や経済社会システムの変革といった視点を重視していく必要がある。

<sup>1</sup> 京都議定書目標達成計画のうちエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量部分。

<sup>2</sup> 本章は2010年に向けた対策であるが2030年に向けた中長期的なエネルギー戦略の通過点としてここに位置づけた。

## 対策の内容について

- ・ 高い省エネ環境意識を有する国民の積極的な取組によって、我が国の省エネルギーの可能性を最大限顕在化させていくため、関係各者が一体となって情報や手段の提供などの環境整備及びそれに向けた責任と役割を果たすことが必要。
- ・ エネルギーの面的な利用や、交通事業者、産業界、行政等の連携による地域における効率的な交通システムの構築等により、地域構造や経済社会構造の変革をもたらすような対策を講じていく。
- ・ エネルギー関連主体間の連携等、各主体毎の取組を超える「垣根を越えた取組」を活発化することとする。
- ・ エネルギー事業者がエネルギー利用の実態把握に努めるとともに、エネルギー管理を自らのビジネスチャンスとして捉え、積極的に事業展開に乗り出すことが期待される。そういったエネルギー供給事業者の取組を促進するような仕組みを作っていくこととする。
- ・ 不特定多数の消費者に対して確実性の下で省エネルギーを進めるため、個別機器の効率向上を最大限図る機器対策を進めていく。
- ・ 世界最先端のエネルギー効率型社会を目指し、京都議定書の削減約束の実現に向けて対策を推進していくため、我が国のエネルギー利用の実態把握に不可欠なエネルギー関連統計の充実が必要。
- ・ 各種政策を担当する関係行政機関、地方公共団体、エネルギー関係者、環境関連団体等が、現状と課題に関する認識を共有し、連携して地域における対策に取り組む場を整備すべき。
- ・ 政府は、京都議定書の目標を達成する観点から、早急に、京都メカニズムの本格的な活用に向けた取組を計画的に進めることが重要。

### **追加対策の評価について**

- ・ 試算結果により、所要の対策を講ずることで、2010 年度におけるエネルギー起源 CO2 排出量を概ね +0.6%程度に抑制できる可能性があることが示されたが、実際に目標を達成するためには相当の努力と連携を要することを十分に認識する必要があり、関係政府機関、地方公共団体、産業界、NPO 等と連携しつつ削減ポテンシャルの現実化を図る必要がある。

## 1. 2010年エネルギー需給見通しの評価

### (1) 地球温暖化対策推進大綱（平成14年3月）の目標と目安

現行の「地球温暖化対策推進大綱」においては、エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量については、1990年度と同水準に抑制することが目標とされ、うち、産業部門は1990年度比 7%、民生部門は 2%、運輸部門は+17%が、様々な条件や前提の下に達成することが出来ると試算される目安として、設定されている。

### (2) 2010年エネルギー需給見通しの評価

今回の2010年エネルギー需給見通しの作成の結果、現行対策推進ケースにおけるエネルギー需要は、産業部門においては、1990年度比10%の増加にとどまる一方、家庭部門、業務部門、運輸部門においては、各々34%、39%、20%と大きく増加する見通しである。

エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量については、現行大綱の目標である1990年度のCO<sub>2</sub>排出量との比較において、自然体で見通した「レファレンスケース」では目標値より約+13%、現行対策の推進により期待される効果を織り込んだ「現行対策推進ケース」では約+6%（約67百万t-CO<sub>2</sub>相当）と当該目標値を相当程度上回る見通しが示された。

部門毎にみると産業部門はレファレンスケースで約 2%、現行対策推進ケースで約 6%となっており、デジタル景気の影響等を受け、目安（ 7%）を若干上回る見通しとなっている。一方、民生部門はレファレンスケースで約+33%、現行対策推進ケースで約+22%と大幅に超過（目安は 2%）する見通しであり、運輸部門はレファレンスケースで約+27%、現行対策推進ケースで約+19%と目安（+17%）を相当程度超過する見通しである。

したがって、京都議定書の約束を達成するためには、今後は産業部門における取組を引き続き着実に推進していくとともに、特に民生・運輸対策における温暖化対策の取組を強化していく必要があり、そのためには、国民の理解と行動を前提に、政府、産業界、国民、地方公共団体や地域などが一体となって、また主体的に取り組む必要があると考えられる。

（注）「国民各界各層の努力」と「革新的温暖化対策技術」については、政府の地球温暖化対策推進大綱における、「エネルギー起源CO<sub>2</sub>の±0%」の外の扱いであることが

らここでは評価の対象としない。

「国民各界各層の努力」の部分（約 1.4%）については、中央環境審議会地球環境部会において対策の評価はなされていない。

（現行大綱上、国民各界各層の努力に関する取組が達成できる場合には、最大で、民生業務部門：約53.7万t-C、民生家庭部門：約391万t-C、運輸部門：約52.6万t-C、地方公共団体：約75万t-C、サマータイム：約33.5万t-Cの削減が、各部門に見込まれることとなっている。）

「革新的温暖化対策技術」の部分（約 0.6%）については、産業構造審議会産業技術分科会研究開発小委員会革新的温暖化対策技術フォローアップWGにおいて革新的温暖化対策技術の進捗状況について評価が行われ、一部には2010年にCO2削減効果を見込むことが厳しいものがあるものの、各技術開発は概ね順調に進展する見通しであることが示されている。

## **2 . 京都議定書目標達成計画策定に向けた基本的考え方**

### **(1) 対策の枠組み**

#### **京都議定書の発効と京都議定書目標達成計画**

京都議定書については、2004年11月のロシアの批准を受け、2005年2月16日に発効したところである。これにより、既に公布されている「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律」が施行され、2005年度に予定されていた現行の「地球温暖化対策推進大綱」（平成14年3月19日地球温暖化対策推進本部）の評価・見直しは、「京都議定書目標達成計画」の策定に移行することになる。

#### **エネルギー起源CO2排出目標について**

現行の地球温暖化対策推進大綱においては、温室効果ガスの排出抑制・削減について、森林吸収源対策で対基準年総排出量比 3.9%、京都メカニズム同 1.6%、国内温室効果ガス（6ガス）の排出抑制で同 0.5%を目標としている。国内温室効果ガスの排出抑制の同 0.5%目標については、その内訳として、エネルギー起源CO2については1990年度と同水準に抑制すること、加えて革新的技術と国民各界各層の更なる努力で同 2%の削減を図ることとされ、その他、代替フロン等3ガスについては同 +2%まで抑制し、非エネルギー起源CO2・メタン・亜酸化窒素については同 0.5%の削減が目標とされていた。

2004年11月の産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員

会における評価によると、代替フロン等3ガスは同+2.0%目標のところ、産業界の計画的自主的な取組の促進等これまでの取組が着実に成果をあげており、現状の対策に更なる追加対策が順調に実施されることにより同+0.1%程度が見込めることとなっている。また、2005年2月の中央環境審議会地球環境部会にて非エネルギー起源CO<sub>2</sub>、メタン等の排出抑制対策の評価が行われた結果、同0.5%の達成は確実となり、更に同1.2%まで削減される見込みとなっている。

こうした中、昨年10月の中間とりまとめ以降、本年1月に閣議決定された「構造改革と経済財政の中期展望 2004年度改訂」において示された2010年度までの経済見通し、産業構造の変化など、推計のベースとなる最新の数値を反映させて追加対策の効果の試算をしたところ、エネルギー起源CO<sub>2</sub>については同+0.6%まで抑制し、引き続き温室効果ガス全体で同0.5%の削減を達成し得る可能性が示された。

その際、革新的技術については、導入時点では既に製品化・市場導入される通常技術となっており、そのCO<sub>2</sub>削減効果は最終的にはエネルギー起源CO<sub>2</sub>対策におけるCO<sub>2</sub>削減量として発現することから、エネルギー起源CO<sub>2</sub>対策に包含されていると考えるべきである。例えば、自動車の軽量化技術はトップランナー基準における自動車燃費の向上(省エネ対策)としてその効果が現れ、また今後自主行動計画においても革新技術のCO<sub>2</sub>削減効果が含まれることが見込まれる。

国民各界各層の更なる努力については、省エネ機器の普及等、一部CO<sub>2</sub>削減量の定量的評価が可能な対策があるものの、多くは家庭やオフィスにおける燃料および電力の削減量となるため、やはりエネルギー起源CO<sub>2</sub>に分類すべきである。

なお、国民各界各層の更なる努力及び革新的技術については、その取組の重要性から引き続きこれを評価・推進する仕組みを設けることとする。

## **(2) 対策についての基本的考え方**

### **長期的地球的視点の重要性**

地球温暖化問題は2010年で終わる問題ではなく、また、日本だけで解決できる問題でもない。本来地球規模で長期的に取り組む課題であり、2010年に向けた地球温暖化関連対策についても、短期的局地的視野からのみ検討し、対応するのではなく、長期的地球的視点に立って考え、行動する必要がある。

日本の温室効果ガス排出量を減らすために、国内産業の海外移転や輸入を促進するような施策を講じること、あるいは、短期的に京都議定書の目標の数字を達成するために、急場凌ぎの時限的な省エネ等を民間事業者の負担として押しつけるような政策を採ることは、実質的には地球規模の温暖化問題の解決には何ら寄与しないことから、本質的に採るべきではない。

### **温暖化防止への取組促進と経済社会活力向上の好循環**

京都議定書の目標を達成するために、世帯数やビルの床面積、あるいは製品の生産量やサービス量などの国民生活や経済活動の水準そのものを切り下げを意味する活動指標等の削減を目指す対策を講ずることは、「経済と環境の両立」に反し、適切ではない。むしろ、市場やIT、トップランナー基準の枠組み、省エネ機器・自動車の普及、エネルギー効率のよい住宅の導入、交通流・物流の円滑化や自動車交通量のマネジメント、地域単位での効率的なエネルギー相互融通など、エネルギー利用の効率化を通じてエネルギー原単位(世帯当たりエネルギー消費量や床面積当たりエネルギー消費量等)や、エネルギー消費量当たりのCO<sub>2</sub>排出量を改善していくことが必要である。

そういった観点で対策を進めることにより、地球温暖化対策に関連する技術開発や投資が進展し、経済発展、産業競争力強化との好循環が生まれると考えられる。

### **イノベーションの可能性と費用対効果**

一方で、今回のエネルギー需給見通しにおいては、省エネルギーや新エネルギー、エネルギー効率化に関する様々なイノベーションが進展し、効率的なシステム機器などが導入される場合には2030年に向けて我が国のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量が大きく低減する可能性があることが示された。

こういった様々な技術やエネルギーの効率的利用システムが諸外国においても活用されれば、我が国だけでなく諸外国の温暖化対策にも大きく寄与するものであり、実質的に地球温暖化の解決に貢献するものとして技術開発や効率的システムの導入等を対策の基本に据えるべきである。

なお、温室効果ガスの排出抑制は国民や産業の活動全般におよび得ることから、所要の対策を講ずる際には単に温室効果ガスの排出量の抑制・削減の

観点からのみ評価するのではなく、その外部経済性・不経済性、費用対効果を考慮して検討するべきである。

### **きめ細かい対策の必要性等**

また、京都議定書の第一約束期間（2008～2012年）の到来までに残された時間は限られており、京都議定書目標達成のための対策については、どういった分野のどのようなエネルギー利用が増大してきているのか、当該分野における省エネルギーポテンシャルやエネルギー供給の効率化ポテンシャルはどれくらいあるのか、その実現可能性やコストはどれくらいかかるのか、といった点について、きめ細かく、かつ、重点的に政策を推進する必要がある。

特に、民生業務・民生家庭部門や運輸旅客部門等については、各需要家及び部門毎のエネルギー使用量が大幅に増大していることにもかんがみ、エネルギーの使用実態を精査し、実施する対策のフォローアップの基礎とする必要がある。

なお、エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量については国内外の景気変動や技術開発の進展度合い等の不確実な要因にも影響されることから、具体的に講ずる施策については硬直的ではなく状況に応じて柔軟に検討していくべきである。

### **主体間連携と経済社会システムの変革**

これまでは地球温暖化対策として、トップランナー基準を始めとして、どちらかといえば、機器単体の対策やそれぞれの事業者におけるエネルギー利用の効率化を重点的に推進、それぞれ目覚ましい成果を上げてきた。しかしながら、エネルギー需給構造は都市構造や公共交通インフラ、人々のライフスタイルなどとも密接に関連しており、我が国全体の温暖化ガス排出を抑制していくためには、各エネルギー消費主体や地域間の連携を図るとともに、都市構造、公共交通インフラシステムなどを変革し、我が国全体のエネルギー需給構造の高度化を図っていくことが重要である。

したがって、今後は、我が国の経済社会システムそのものをエネルギー高効率型に変革していくという視点で、「面的」「ネットワーク型」対策に関係行政機関が連携・協力して取り組むとともに、特に地域において都市や公共インフラ整備と一体となった総合的な取組を効率性向上を旨として進めていくことが必要である。

こういった努力により、分野の垣根を越えたエネルギー利用の効率化が図られるとともに、エネルギー需要の増大が著しい業務部門や旅客部門におけるエネルギー利用の一層の効率化を図ることが可能となると考えられる。

### **3. 対策強化の内容**

#### **(1) 全体像**

第一約束期間までに残された時間はあまりなく、京都議定書目標達成計画の目標達成のためには、まずは、エネルギー需要サイドの対策に重点を置く必要がある。また、エネルギー供給サイドの対策についてはインフラ整備に時間やコストがかかること等の課題はあるものの、限られた時間と資源の中で最大限の努力を行うこととする。

#### **(2) エネルギー需要サイドの追加対策**

##### **基本的考え方**

エネルギー需要サイドにおいては、「経済と環境の両立」の大原則に立脚し「他国のモデルとなる世界に冠たる省エネルギー国家」たることが我が国の長期的な目標であり（省エネルギー部会報告）、京都議定書の目標は、その長期的な目標への到達過程のものとして捉えるべきである。

部門別のエネルギー消費動向を見ると、需要サイドにおいてCO2排出量が大幅に増大しているのは民生業務部門、民生家庭部門及び運輸の旅客部門であり、産業部門や運輸貨物部門に加え、これらの部門における追加対策を強化していく必要がある。

その際、需要面においても国民や政府・自治体及び産業界など各々のエネルギー関連主体間の連携、都市構造や交通流対策など経済社会システムの変革に取り組んでいくことが重要である。

また、エネルギー使用の合理化は生活の快適度向上に資すること、石油危機後の国民の行動や省エネ機器の普及等にかんがみれば、我が国の国民は省エネルギーや環境に対する意識が相対的に高いと考えられること等から、国民への正しい情報提供と具体的な選択肢の提示があれば、合理的な判断として国民は自主的にエネルギー使用の合理化に努めることが期待され、今後我が国の省エネルギーの可能性を最大限顕在化していくためには、情報や適切な手段の提供などの環境整備を図っていく必要がある。

## エネルギーの面的な利用等地域構造や経済社会構造の変革

エネルギー需要密度の高い都市部において、複数の施設・建物への効率的なエネルギーの供給、施設・建物間でのエネルギーの融通、未利用エネルギーの活用などエネルギーの効率的な面的利用を促進することにより、地域におけるエネルギーの利用効率の改善、発生CO<sub>2</sub>の低減に結び付くことが期待される。このため、関係する国や自治体、エネルギー供給事業者や地域開発事業者など幅広い関係者が連携し、地域において地球環境・都市環境等の評価を踏まえた効率的エネルギーが選択されるよう、積極的に導入の検討を進めていく。

また、地域における効率的な交通システムを構築するため、交通事業者、産業界、行政等の連携により、使い勝手の良い公共交通機関の整備及びそれらの活用促進を図っていく。さらに、交通流の円滑化のため、高度道路交通システム（ITS = Intelligent Transport System）の導入など交通システムの高度化への取組を進める。

## 産業界の領域を越えた取組

産業界は、民生業務部門におけるエネルギー消費の主体がいわゆる事業者であること<sup>3</sup>、自らの本社ビルなどの民生部門や物流・通勤の運輸部門を有していること、排出削減につながる機器やシステム、素材等の提供を行うこと等から、民生・運輸部門の排出の抑制・削減にも大きく貢献しうる立場にあり、こうした貢献を積極的に認知し、支援するインセンティブ・メカニズムを構築することとする。

## エネルギー関連主体間の連携

ビルのオーナーやテナント、あるいは、荷主や輸送事業者の間の連携、荷主輸送事業者間においてCO<sub>2</sub>排出量を算定できる共通のガイドラインの策定・普及等事業者の削減努力を促す仕組み作りを通じ、各主体毎の取組を超える「垣根を越えた取組」を活発化することとする。

特に、荷主と輸送事業者との連携による運輸分野における対策を強化するため、省エネルギー法を活用した運輸分野での取組の強化や、流通業務の総

---

<sup>3</sup> 事務所ビル、卸小売、飲食店、ホテル・旅館など、産業界を始めとする広い意味での事業者を指す。

合化及び効率化の促進に関する法律（仮称）による流通業務の効率化を図っていく。

また、コンビナートの産業集積地において、工場排熱を複数主体間で融通するなど複数事業者の連携による省エネルギーを進めるため、国・地方公共団体・事業者等が連携して取組を進めていく。

さらに、ビルについても、ITを活用した遠隔監視・管理等を通じて、複数建物のエネルギー管理の一括実施やエネルギーの相互融通が期待されており、こうした取組を進めていく。

### **エネルギー供給事業者の協力と事業展開**

エネルギー供給事業者は、その専門性や顧客との直接の関係等を通じて、エネルギー利用の実態について、最も把握し得る立場にいる。また、コージェネレーションやヒートポンプなど画期的なエネルギー効率を有する機器の開発普及やエネルギー使用の合理化に関するビジネスに積極的に乗り出す事業者が登場しつつある。

今後、エネルギー供給事業者が本格的にエネルギー管理事業に乗り出すことになれば、我が国のエネルギー利用形態は大きく異なってくる可能性があり、エネルギー供給事業者がエネルギー利用の実態把握に努めるとともに、エネルギー管理を自らのビジネスチャンスとして捉え、積極的に事業展開に乗り出すことが期待される。そういったエネルギー供給事業者の取組を促進するような仕組みを作っていくこととする。

### **国民のエネルギー使用合理化に向けた環境整備**

製造事業者と消費者との接点となる販売事業者が、製品・機器の購入者に対して製品・機器の省エネ性能に関する情報提供を行う仕組みを構築することが必要である。これにより、消費者自身の選択の結果として高効率機器の導入が促進され、更に製造事業者による高効率機器の開発・普及が進むという、需要と供給の好循環を構築することが重要である。また、エネルギー供給事業者が一般消費者に対してエネルギーの使用状況等省エネルギーに資する情報提供を行う仕組みを構築し、一般消費者による省エネルギーの取組を促すこととする。

### **住宅・建築物分野の対策の強化**

住宅・建築物分野においては、高い省エネルギー性能を満たした住宅・建築物の普及が進みつつあるが、依然として断熱性能の向上が遅れている住宅分野を中心として、省エネルギー法を活用した省エネ性能の向上を図るための対策を強化していく。

### **公的部門の率先的な取組**

政府のみならず地方公共団体や学校、病院、福祉施設などの公的部門は、民生業務部門の大きな割合を占めるだけでなく、将来像の提示、交通流対策やまちづくり、住民との連携等を通じて極めて重要な役割を果たし得る。このため、政府、都道府県及び市町村は自らの事務及び事業に関し二酸化炭素排出の抑制のための措置に関して取り組む実行計画を策定し、ESCOの導入等エネルギーの効率的利用に率先して努める。なお、産業界の自主行動計画が第三者によって評価されているのと同様、公的部門の取組の成果については透明かつ客観的な事後評価がされるべきである。

### **機器対策**

機器の省エネルギー性能の向上及びその幅広い普及を支援することは、不特定多数の消費者に対してできる限り効用を変えずに省エネルギーを進める確実性の高い施策である。こうした機器に着目した代表的な対策として、1998年度から省エネルギー法に基づきトップランナー基準が導入されているところである。今後、更に個別機器の効率向上を最大限図るために、対象機器の範囲拡大、基準の強化、新たな機器の追加を引き続き進めていく。さらに、家庭のエネルギー消費の約3割を占める給湯部門において、従来機器と比較して高効率の給湯器（CO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプ給湯器、潜熱回収型給湯器、ガスエンジン給湯器）が実用化されており、それらの機器の抜本的な普及を進めていく。

## **(3) エネルギー供給サイドの追加対策**

### **総論**

エネルギー供給インフラはその整備改革に一定の時間を要することから、第一約束期間以前の対応で抜本的な追加対策を講ずることは困難ではあるものの、基本的にはCO<sub>2</sub>排出量の少ないエネルギー源を活用するとともに供

給の効率化を図っていく必要がある。

## 電力分野のCO2排出量の低減

我が国のエネルギー起源CO2排出量の大きな部分を占める発電部門において、CO2原単位<sup>4</sup>を低減させることが極めて重要である<sup>5</sup>。

電力分野のCO2排出原単位については、「電気事業における環境行動計画」（電気事業連合会）において、2010年度における使用端CO2排出原単位を1990年度実績から20%程度低減（0.34kg-CO2 / kWh程度にまで低減）することが目標とされている<sup>6</sup>。

現行対策推進ケースにおいて2010年度に向けた電気事業者の設備の設置や運転の計画も踏まえつつ、原子力発電所については建設中の3基の追加的な稼働、現行対策の今後の着実な実施、及びRPS法における新エネルギーの目標値までの普及を見込むことにより、2010年度の使用端CO2排出原単位を固めに試算すると、0.36kg-CO2 / kWhと90年度比15%程度の改善となる。

したがって、自主行動計画における排出原単位の目標を達成するためには、更に5%程度相当の削減効果がある追加的な対策を講じることが必要であり、決して容易なことではないが、以下の方策を組み合わせることで、目標達成に向けて最大限の努力を行うことが求められる。

- ・ 事業者努力による定期検査期間の短縮など、科学的・合理的な運転管理の実現による原子力設備利用率の向上により、排出原単位を2～3%程度改善。
- ・ 火力発電の熱効率の更なる向上と環境特性に配慮した火力電源の運用方法の調整等により、CO2の排出を抑え、排出原単位を1%程度改善。
- ・ 京都メカニズムの事業者による活用により、京都議定書上のクレジット（排出削減量）を獲得し、排出原単位を1%程度改善。

<sup>4</sup> 1kWh当たりのCO2排出量。

<sup>5</sup> 2001年の「今後のエネルギー政策について」においては、電気事業者（IPP及び自家発電電を含まない）の発電端CO2排出原単位について見通しを示しており、1990年度101.9g-C/kWhが2010年度には現行対策ケースで82.6g-C/kWh、目標ケースで73.6g-C/kWhになることを見通している。

<sup>6</sup> 本原単位にはIPP（独立系発電事業者）自家発電などからの購入電力分を含む。

(参考)

「電気事業における環境行動計画」(2004年9月21日電気事業連合会)

	1990年度 (実績)	2001年度 (実績)	2002年度 (実績)	2003年度 (実績)	2005年度 (見通し)	2010年度
使用電力量 (億 kWh)	6,590	8,240	8,410	8,340	8,460	【見通し】 9,050
CO2 排出量 (億 t-CO2)	2.77 [0.02]	3.12 [0.13]	3.42 [0.17]	3.63 [0.20]	3.1	【見通し】 3.2
使用端 CO2 排出原単位 (kg-CO2/kWh)	0.421	0.379	0.407	0.436	0.37	【目標】 90年度比20%程度低減 (0.34程度)

使用端 CO2 排出原単位 = CO2 排出量 ÷ 使用電力量

2005年度、2010年度の見通しは、平成16年度供給計画をベースに試算したものである。

共同火力、IPP(独立系発電事業者)等から購入して販売した電力量、購入した電力の発電時に排出されたCO2を含む。[ ]内の値は、IPP、自家発などからの購入電力分に相当するCO2排出量を再掲。

燃料種別CO2排出係数は環境省「温室効果ガス排出量算定に関する検討結果総括報告書」(平成14年8月)の記載値を使用した。

(注)追加対策後の電力分野のCO2排出原単位

ちなみに、以上の対策を講ずるとともに、(2)で述べた需要サイドの追加省エネ対策<sup>7</sup>が講じられる場合について、2010年度の発電電力量見通しに基づき試算すると、2010年度の電力分野の発電端CO2排出原単位は約75g-C/kWh(約275g-CO2/kWh)となる見通しである(なお、現行の地球温暖化対策推進大綱は73.6g-C/kWh(270g-CO2/kWh)を前提としている。)

## 新エネルギー導入の促進

### (i) 新エネルギー導入の見通し

太陽光や風力などを活用した新エネルギーはエネルギー自給率の向上に資するのみならず、インベントリ上もCO2排出量が計上されないなど、地球温暖化対策に大きく貢献するものである。

一方で、新エネルギーは、コストや技術的な問題等様々な課題を有してお

<sup>7</sup> 需要水準の低下は電源の新增設を抑制するが、仮に原子力の新設を3基に固定して需要を低減させれば電力原単位も低下することとなり、結果として省エネ対策が2010年度の電力原単位の改善に寄与することとなる。なお、2010年における発電電力量は現行対策推進ケースで9,744億kWhであるのに対し、追加対策ケースで9,454億kWhとなる。

り、2001年の「今後のエネルギー政策について」において見通した2010年度の目標導入量1,910万klに対し、発電分野については、2003年4月から本格施行されたRPS法の円滑な実施、太陽光発電を始めとする技術開発の加速化、風力発電の系統連系対策・立地規制調整等の補強・拡充により、目標達成の確実性を高めることが可能であると見込むものの、熱分野については、その導入が必ずしも順調に進んでいない分野もあり、導入加速のための追加対策が採られない場合は、250万kl程度目標を下回る可能性が高い。よって、現行対策推進ケースでは、1,650万kl程度、レファレンスケースでは1,050万kl程度を見込んでいます。

## (ii) 対策

### (熱分野)

以上の見通しを踏まえ、熱分野においては、自治体による新エネルギー導入の総合的計画の策定、実施、評価の推進、バイオマス・ニッポン総合戦略の推進と連携したバイオマス熱利用の促進強化、輸送用燃料におけるバイオマス由来燃料の導入促進、太陽熱利用の促進(先進的太陽熱利用技術の開発等)等の措置を講ずる。

### (発電分野)

また、発電分野においても、公共分野への導入拡大、低コスト化・高効率化を促進する技術開発、風力発電の導入促進(系統連系対策、各種土地利用規制との調整等)、RPS法の円滑な施行等の措置を講ずる。

### 天然ガス利用の拡大等

化石燃料の供給構造について、安定供給確保を念頭に置きつつ、よりCO<sub>2</sub>の排出の少ない天然ガス利用の拡大を実施し、環境調和型へ転換することが地球温暖化問題へのより長期的対応の観点からも、極めて重要である。

このため、石炭等を燃料とする産業用ボイラー等についての天然ガスへの転換、地方都市ガス事業者のガス種の天然ガス転換等を着実に進めるとともに、民間の様々な主体によるパイプライン等インフラ整備に必要な環境を整え、天然ガス利用の拡大を推進していく必要がある。

#### (4) 京都メカニズム<sup>8</sup>の推進・活用

京都議定書においては、目標達成に係る柔軟措置として、他国における排出削減量、他国の割当量（議定書に従って国ごとに定められる排出枠）の一部を利用できる京都メカニズム（共同実施（JI）、クリーン開発メカニズム（CDM）及び排出量取引<sup>9</sup>）の活用が認められている。

今後途上国等においてエネルギー消費の増加に伴いCO<sub>2</sub>排出量が著しく増加すると見込まれる中で、京都メカニズムを活用し、我が国が持つ世界最高水準のエネルギー環境技術等により途上国等における持続可能な開発と温室効果ガスの排出抑制・削減に寄与することが重要である。また、「環境と経済の両立」の大原則の下、経済活動量・国民生活水準を抑制するような対策を講じるべきではない一方、エネルギー起源CO<sub>2</sub>をはじめとする国内温室効果ガス排出抑制削減には経済活動量の変動等による不確実性がある中で、これに柔軟に対応して費用効果的かつ確実に目標を達成していく観点から、我が国は、積極的に京都メカニズムを推進・活用していくことが必要である。

京都メカニズムを活用するに際しては、追加的な温室効果ガスの排出抑制・削減に寄与する<sup>10</sup>CDM、JI、GIS（以下「CDM/JI等」という。）に取り組んでいくことが重要であるが、CDM/JI等の計画から実施、クレジットの取得までには長期間を要する実態がある。また、欧州の各国政府では、既に京都メカニズムの活用に着手し、優良なプロジェクトの選定やCDM/JI等のクレジットの調達委託など、自国の目標達成に必要なクレジットの取得に向けた具体的な取組を計画的に進めている。

こうしたことから、政府は、京都議定書の目標を達成する観点から、まずは、上記の国内対策を講じてもなお現時点で不足が見込まれる1.6%相当分を念頭に、早急に、京都メカニズムの本格的な活用に向けた取組を計画的

<sup>8</sup> 海外における排出削減量若しくは初期割当を自国の排出削減約束の達成に利用することができる制度。

<sup>9</sup> 共同実施（JI）とは、先進国同士が共同で事業を実施し、その排出削減量を投資国が自国の目標達成に利用できる制度。

クリーン開発メカニズム（CDM）とは、先進国と途上国が共同で事業を実施し、その排出削減量を投資国（先進国）が自国の目標達成に利用できる制度。

排出量取引（ET）とは、各国の削減目標達成のため、先進国同士が割当量単位を売買する制度。このうち、割当量単位等の移転に伴う資金を温室効果ガスの排出削減その他環境対策目的に使用するという条件で行うものをグリーン投資スキーム（GIS）という。

<sup>10</sup> クレジットの取得により我が国のエネルギー利用に係る環境面での制約の緩和に資するとともに、海外におけるエネルギー需給の緩和により我が国のエネルギーセキュリティの向上につながる可能性もある。

に進めることが重要である。

(注) なお、国内事業者等の温室効果ガスの排出を規制する「(国内)排出量取引制度」は、京都議定書上の京都メカニズムには当たらず、各国政府がそれぞれ判断すべき国内対策の問題とされており、上記の「京都メカニズムの活用」とは次元を異にする問題である。

## (5) 横断的な対策

### エネルギー供給・利用実態の把握(統計の整備)

世界最先端のエネルギー効率型社会を目指すとともに、京都議定書の約束達成に向けて対策を推進していくためには、我が国のエネルギー利用の実態についての的確に把握することが必要であり、現在存在するエネルギー関連統計を充実することが必要不可欠である。このような実態把握を行うことにより、政府が効果的な追加対策を講じ、各主体が適切な行動をとることが可能となる。また、その実証を踏まえた施策や措置の改善<sup>11</sup>が可能となる。特に、2007年1月1日にUNFCCC(国際連合気候変動枠組条約事務局)において締約国の基準年の排出量を確定し、2008年からは我が国の温室効果ガス排出量について正確に把握することが求められること、また第一約束期間が始まる2008年から京都メカニズムを活用する資格を得るためには2006年夏までに京都議定書の規定及び所定のガイドラインに基づき直近のインベントリーが報告されている必要があることから、かかる状況を踏まえ、2004年末より政府において、エネルギー消費に関する統計が未整備になっている分野(非製造業部門や中小製造業)を対象とした新たな統計整備の検討に着手したところであり、こうした動きを含め、我が国のエネルギー消費構造の、より精緻な分析に資する統計の整備を引き続き進めていくことが必要である。

### 地域における総合的な取組

地方自治体は、都市再生のためのまちづくり、交通流対策、バイオマスエネルギーの有効活用などを通じ、地域の自然的・社会的条件に応じたきめ細かな温暖化対策を行うことが可能である。対策に取り組むに当たっては、地域におけるエネルギー需給構造を把握し、都市政策、地域振興、産業政策などと連携しつつ、総合的に進めて行く必要があり、そのためには、各種の政策を担当する関係行政機関と、地方自治体、エネルギー関係者、環境関連団体等の地域の幅広い関係者が、現状と課題に関する認識を共有し、連携して

<sup>11</sup> いわゆる PDCA(Plan, Do, Check and Action)サイクル

地域における対策に取り組む場を速やかに整備すべきである。

### **技術開発等の推進**

様々なイノベーションが進展し、効率的なシステム・機器などが導入されることが長期的地球的視点から大きな可能性を持っていることは既に基本的考え方に示されているが、第一約束期間までの間においても、技術開発によって更なる効率化や低コスト化、小型化等を実現することにより、高効率機器の導入・普及等の CO2排出削減対策を促進する可能性を持つ。

このため、省エネルギーに関する技術開発等について、エネルギー関連研究開発プログラムに基づき、技術の波及効果が大きく、投資効果の大きい技術開発を重点的に推進する必要がある。

### **サマータイム制度の導入**

サマータイム制度については、国民的議論も徐々に進んでいる一方、慎重な意見もあり、国民の間の合意形成の状況を踏まえつつ検討を行っていく必要がある。

## **4. 追加対策の評価**

追加対策を盛り込んで試算を行った結果、所要の対策を講ずることにより、エネルギー起源CO2排出量は2010年度に1990年度比で概ね +0.6%程度に抑制される可能性が示された。

ただし、追加対策ケースの試算に当たっては以下の前提が存在することに留意する必要がある。

ここで掲げられた追加対策については、その実効性を担保するために対策の内容・具体的な制度設計を引き続き精査すべきものもあるほか、産業界や地方公共団体、NPOや関係省庁等との連携が必要なものが含まれている。

また、我が国が計画経済体制を採用していない以上、対策を講じた結果としていかなる効果が生ずるかは確定的に予測することは困難であり、

本試算は、追加対策を講ずることにより、国民を始めそれぞれのエネルギー消費主体が政策の意図するところを十分に汲んで自らの役割・責任を自覚し、それぞれが然るべき行動をとることを前提とする。

したがって、今後関係政府機関や地方公共団体、産業界やNPO等と連携しつつ削減ポテンシャルを最大限現実化していく必要がある。

各ケースのエネルギー需給構成一覧

(1) エネルギー技術進展ケース（レファレンスケースとの比較。以下同じ）

一次エネルギー国内供給

<実量>

	1990年度	2000年度	原油換算百万kL		
			2030年度		
			レファレンス	省エネ進展	新エネ進展
合計	512	588	607	536	608
石油	271	274	233	189	231
LPG	19	19	23	26	22
石炭	86	107	106	93	102
天然ガス	53	79	108	86	95
原子力	49	75	90	95	91
水力	22	20	20	20	20
地熱	0	1	1	1	1
新エネルギー等( )	12	14	27	27	46
水力・地熱・新エネルギー等	35	35	47	47	67

( )以下の表において、「新エネルギー等」には、新エネルギーの他に炉頂圧発電等の廃棄エネルギー活用が含まれる。

<シェア>

	1990年度	2000年度	2030年度		
			レファレンス	省エネ進展	新エネ進展
合計	100%	100%	100%	100%	100%
石油	52.8%	46.5%	38.4%	35.3%	37.9%
LPG	3.6%	3.2%	3.7%	4.8%	3.7%
石炭	16.8%	18.1%	17.4%	17.4%	16.8%
天然ガス	10.4%	13.5%	17.8%	16.0%	15.6%
原子力	9.6%	12.7%	14.8%	17.6%	15.0%
水力	4.2%	3.4%	3.2%	3.7%	3.3%
地熱	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
新エネルギー等	2.4%	2.4%	4.4%	5.0%	7.6%
水力・地熱・新エネルギー等	6.7%	6.0%	7.7%	8.8%	11.0%

最終エネルギー消費

	1990年度	2000年度	原油換算百万kL		
			2030年度		
			レファレンス	省エネ進展	新エネ進展
産業	172	195	188	185	188
民生	89	117	136	114	136
家庭	43	55	64	52	64
業務	46	63	72	62	72
運輸	83	101	101	78	101
旅客	43	61	66	49	66
貨物	39	40	35	29	35
合計	344	413	425	377	425

## 年度末設備容量（電気事業者）

万kW

	2000年度	2030年度		
	実績	レファレンス	省エネ進展	新エネ進展
火力合計	13,891	15,431	10,166	13,607
石炭	2,922	3,010	2,818	2,818
LNG	5,722	8,261	3,188	6,629
石油等	5,248	4,160	4,160	4,160
原子力	4,492	5,798	5,798	5,798
水力	4,478	4,790	4,790	4,790
一般水力	2,008	2,070	2,070	2,070
揚水	2,471	2,720	2,720	2,720
地熱	52	52	52	52
合計	22,913	26,071	20,806	24,247

## 発電電力量（電気事業者）

<実量>

億kWh

	1990年度	2000年度	2030年度		
			レファレンス	省エネ進展	新エネ進展
発電電力量	7,376	9,396	11,287	9,101	10,758
火力	4,466	5,215	5,802	3,561	4,970
石炭	719	1,732	1,858	1,362	1,707
LNG	1,639	2,479	3,394	1,655	2,723
石油等	2,108	1,004	549	544	540
原子力	2,014	3,219	4,317	4,317	4,317
水力	881	904	1,037	1,092	1,037
一般	788	779	927	927	927
揚水	93	125	110	165	110
地熱	15	33	32	32	32
新エネルギー等	0	23	100	100	403

<シェア>

	1990年度	2000年度	2030年度		
			レファレンス	省エネ進展	新エネ進展
発電電力量	100%	100%	100%	100%	100%
火力	60.5%	55.5%	51.4%	39.1%	46.2%
石炭	9.7%	18.4%	16.5%	15.0%	15.9%
LNG	22.2%	26.4%	30.1%	18.2%	25.3%
石油等	28.6%	10.7%	4.9%	6.0%	5.0%
原子力	27.3%	34.3%	38.2%	47.4%	40.1%
水力	11.9%	9.6%	9.2%	12.0%	9.6%
一般	10.7%	8.3%	8.2%	10.2%	8.6%
揚水	1.3%	1.3%	1.0%	1.8%	1.0%
地熱	0.2%	0.4%	0.3%	0.4%	0.3%
新エネルギー等	0.0%	0.2%	0.9%	1.1%	3.7%

## (2) 原子力ケース

### 一次エネルギー国内供給

#### <実量>

	1990年度	2000年度	原油換算百万kL		
			レファレンス	2030年度	
				High	Low
合計	512	588	607	611	607
石油	271	274	233	233	233
LPG	19	19	23	23	23
石炭	86	107	106	103	107
天然ガス	53	79	108	91	110
原子力	49	75	90	113	87
水力	22	20	20	20	20
地熱	0	1	1	1	1
新エネルギー等	12	14	27	27	27
水力・地熱・新エネルギー等	35	35	47	47	47

#### <シェア>

	1990年度	2000年度	原油換算百万kL		
			レファレンス	2030年度	
				High	Low
合計	100%	100%	100%	100%	100%
石油	52.8%	46.5%	38.4%	38.2%	38.4%
LPG	3.6%	3.2%	3.7%	3.7%	3.7%
石炭	16.8%	18.1%	17.4%	16.9%	17.7%
天然ガス	10.4%	13.5%	17.8%	15.0%	18.1%
原子力	9.6%	12.7%	14.8%	18.6%	14.3%
水力	4.2%	3.4%	3.2%	3.3%	3.2%
地熱	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
新エネルギー等	2.4%	2.4%	4.4%	4.3%	4.4%
水力・地熱・新エネルギー等	6.7%	6.0%	7.7%	7.7%	7.7%

### 最終エネルギー消費

	1990年度	2000年度	原油換算百万kL		
			レファレンス	2030年度	
				High	Low
産業	172	195	188	188	188
民生	89	117	136	136	136
家庭	43	55	64	64	64
業務	46	63	72	72	72
運輸	83	101	101	101	101
旅客	43	61	66	66	66
貨物	39	40	35	35	35
合計	344	413	425	425	425

## 年度末設備容量（電気事業者）

万kW

	2000年度	2030年度		
	実績	レファレンス	原子力	
			High	Low
火力合計	13,891	15,431	14,424	15,731
石炭	2,922	3,010	2,818	3,145
LNG	5,722	8,261	7,447	8,426
石油等	5,248	4,160	4,160	4,160
原子力	4,492	5,798	6,795	5,597
水力	4,478	4,790	4,790	4,790
一般水力	2,008	2,070	2,070	2,070
揚水	2,471	2,720	2,720	2,720
地熱	52	52	52	52
合計	22,913	26,071	26,062	26,170

## 発電電力量（電気事業者）

<実量>

億kWh

	1990年度	2000年度	2030年度		
			レファレンス	原子力	
				High	Low
発電電力量	7,376	9,396	11,287	11,347	11,282
火力	4,466	5,215	5,802	4,819	5,946
石炭	719	1,732	1,858	1,741	1,930
LNG	1,639	2,479	3,394	2,528	3,468
石油等	2,108	1,004	549	549	547
原子力	2,014	3,219	4,317	5,360	4,167
水力	881	904	1,037	1,037	1,037
一般	788	779	927	927	927
揚水	93	125	110	110	110
地熱	15	33	32	32	32
新エネルギー等	0	23	100	100	100

<シェア>

	1990年度	2000年度	2030年度		
			レファレンス	原子力	
				High	Low
発電電力量	100%	100%	100%	100%	100%
火力	60.5%	55.5%	51.4%	42.5%	52.7%
石炭	9.7%	18.4%	16.5%	15.3%	17.1%
LNG	22.2%	26.4%	30.1%	22.3%	30.7%
石油等	28.6%	10.7%	4.9%	4.8%	4.8%
原子力	27.3%	34.3%	38.2%	47.2%	36.9%
水力	11.9%	9.6%	9.2%	9.1%	9.2%
一般	10.7%	8.3%	8.2%	8.2%	8.2%
揚水	1.3%	1.3%	1.0%	1.0%	1.0%
地熱	0.2%	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%
新エネルギー等	0.0%	0.2%	0.9%	0.9%	0.9%

### (3) 外的マクロ要因ケース

#### 一次エネルギー国内供給

##### <実量>

原油換算百万kL

	1990年度	2000年度	2030年度					
			レファレンス	経済成長		原油価格		
				High	Low	High	High&LNG F改	Low
合計	512	588	607	640	558	604	597	616
石油	271	274	233	242	225	225	225	252
LPG	19	19	23	27	18	23	23	23
石炭	86	107	106	109	97	129	105	76
天然ガス	53	79	108	125	80	88	107	132
原子力	49	75	90	90	92	92	90	87
水力	22	20	20	20	20	20	20	19
地熱	0	1	1	1	1	1	1	1
新エネルギー等	12	14	27	27	26	27	27	27
水力・地熱・新エネルギー等	35	35	47	47	47	47	47	46

##### <シェア>

	1990年度	2000年度	2030年度					
			レファレンス	経済成長		原油価格		
				High	Low	High	High&LNG F改	Low
合計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
石油	52.8%	46.5%	38.4%	37.9%	40.2%	37.3%	37.6%	41.0%
LPG	3.6%	3.2%	3.7%	4.2%	3.2%	3.8%	3.9%	3.7%
石炭	16.8%	18.1%	17.4%	17.0%	17.3%	21.3%	17.6%	12.3%
天然ガス	10.4%	13.5%	17.8%	19.5%	14.3%	14.5%	17.9%	21.5%
原子力	9.6%	12.7%	14.8%	14.0%	16.5%	15.3%	15.1%	14.1%
水力	4.2%	3.4%	3.2%	3.1%	3.6%	3.3%	3.3%	3.1%
地熱	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
新エネルギー等	2.4%	2.4%	4.4%	4.2%	4.7%	4.4%	4.4%	4.3%
水力・地熱・新エネルギー等	6.7%	6.0%	7.7%	7.4%	8.4%	7.8%	7.9%	7.5%

### 最終エネルギー消費

原油換算百万kL

	1990年度	2000年度	2030年度					
			リファレンス	経済成長		原油価格		
				High	Low	High	High&LNG F改	Low
産業	172	195	188	202	169	184	184	191
民生	89	117	136	143	123	132	133	142
家庭	43	55	64	68	58	64	65	65
業務	46	63	72	74	65	68	68	77
運輸	83	101	101	104	98	100	100	103
旅客	43	61	66	66	67	66	66	66
貨物	39	40	35	37	31	34	34	37
合計	344	413	425	448	390	416	417	437

## 年度末設備容量（電気事業者）

万kW

	2000年度		2030年度				
	実績	レファレンス	経済成長		原油価格		
			High	Low	High	High&LNG F改	Low
火力合計	13,891	15,431	16,670	12,872	15,201	14,852	15,717
石炭	2,922	3,010	3,127	2,818	4,490	2,818	2,818
LNG	5,722	8,261	9,382	5,894	6,551	7,874	8,739
石油等	5,248	4,160	4,160	4,160	4,160	4,160	4,160
原子力	4,492	5,798	5,798	5,798	5,798	5,798	5,798
水力	4,478	4,790	4,790	4,790	4,790	4,790	4,790
一般水力	2,008	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070
揚水	2,471	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720
地熱	52	52	52	52	52	52	52
合計	22,913	26,071	27,309	23,512	25,841	25,492	26,357

## 発電電力量（電気事業者）

<実量>

億kWh

	1990年度	2000年度	2030年度					
			レファレンス	経済成長		原油価格		
				High	Low	High	High&LNG F改	Low
発電電力量	7,376	9,396	11,287	11,761	10,225	11,194	11,032	11,323
火力	4,466	5,215	5,802	6,275	4,739	5,677	5,546	5,838
石炭	719	1,732	1,858	1,922	1,730	2,770	1,730	732
LNG	1,639	2,479	3,394	3,806	2,462	2,356	3,269	4,563
石油等	2,108	1,004	549	547	547	551	547	543
原子力	2,014	3,219	4,317	4,317	4,317	4,317	4,317	4,317
水力	881	904	1,037	1,037	1,037	1,068	1,037	1,037
一般	788	779	927	927	927	927	927	927
揚水	93	125	110	110	110	141	110	110
地熱	15	33	32	32	32	32	32	32
新エネルギー等	0	23	100	100	100	100	100	100

<シェア>

	1990年度	2000年度	2030年度					
			レファレンス	経済成長		原油価格		
				High	Low	High	High&LNG F改	Low
発電電力量	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
火力	60.5%	55.5%	51.4%	53.4%	46.4%	50.7%	50.3%	51.6%
石炭	9.7%	18.4%	16.5%	16.3%	16.9%	24.7%	15.7%	6.5%
LNG	22.2%	26.4%	30.1%	32.4%	24.1%	21.0%	29.6%	40.3%
石油等	28.6%	10.7%	4.9%	4.7%	5.3%	4.9%	5.0%	4.8%
原子力	27.3%	34.3%	38.2%	36.7%	42.2%	38.6%	39.1%	38.1%
水力	11.9%	9.6%	9.2%	8.8%	10.1%	9.5%	9.4%	9.2%
一般	10.7%	8.3%	8.2%	7.9%	9.1%	8.3%	8.4%	8.2%
揚水	1.3%	1.3%	1.0%	0.9%	1.1%	1.3%	1.0%	1.0%
地熱	0.2%	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
新エネルギー等	0.0%	0.2%	0.9%	0.8%	1.0%	0.9%	0.9%	0.9%

#### (4) 各ケースを組み合わせた試算結果

##### 一次エネルギー国内供給

##### <実量>

	1990年度	2000年度	原油換算百万KL	
			2030年度 レファレンス	2030年度 省エネ進展 & 高成長 & 原子力LOW
合計	512	588	607	566
石油	271	274	233	198
LPG	19	19	23	28
石炭	86	107	106	95
天然ガス	53	79	108	108
原子力	49	75	90	88
水力	22	20	20	20
地熱	0	1	1	1
新エネルギー等	12	14	27	27
水力・地熱・新エネルギー等	35	35	47	47

##### <シェア>

	1990年度	2000年度	2030年度	
			レファレンス	省エネ進展 & 高成長 & 原子力LOW
合計	100%	100%	100%	100%
石油	52.8%	46.5%	38.4%	35.1%
LPG	3.6%	3.2%	3.7%	5.0%
石炭	16.8%	18.1%	17.4%	16.8%
天然ガス	10.4%	13.5%	17.8%	19.1%
原子力	9.6%	12.7%	14.8%	15.6%
水力	4.2%	3.4%	3.2%	3.5%
地熱	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
新エネルギー等	2.4%	2.4%	4.4%	4.8%
水力・地熱・新エネルギー等	6.7%	6.0%	7.7%	8.4%

##### 最終エネルギー消費

	1990年度	2000年度	原油換算百万KL	
			2030年度 レファレンス	2030年度 省エネ進展 & 高成長 & 原子力LOW
産業	172	195	188	200
民生	89	117	136	121
家庭	43	55	64	56
業務	46	63	72	66
運輸	83	101	101	81
旅客	43	61	66	50
貨物	39	40	35	31
合計	344	413	425	402

## 年度末設備容量（電気事業者）

万kW

	2000年度	2030年度	
	実績	レファレンス	省エネ進展&高成長&原子力LOW
火力合計	13,891	15,431	12,009
石炭	2,922	3,010	2,818
LNG	5,722	8,261	5,031
石油等	5,248	4,160	4,160
原子力	4,492	5,798	5,597
水力	4,478	4,790	4,790
一般水力	2,008	2,070	2,070
揚水	2,471	2,720	2,720
地熱	52	52	52
合計	22,913	26,071	22,448

## 発電電力量（電気事業者）

<実量>

億kWh

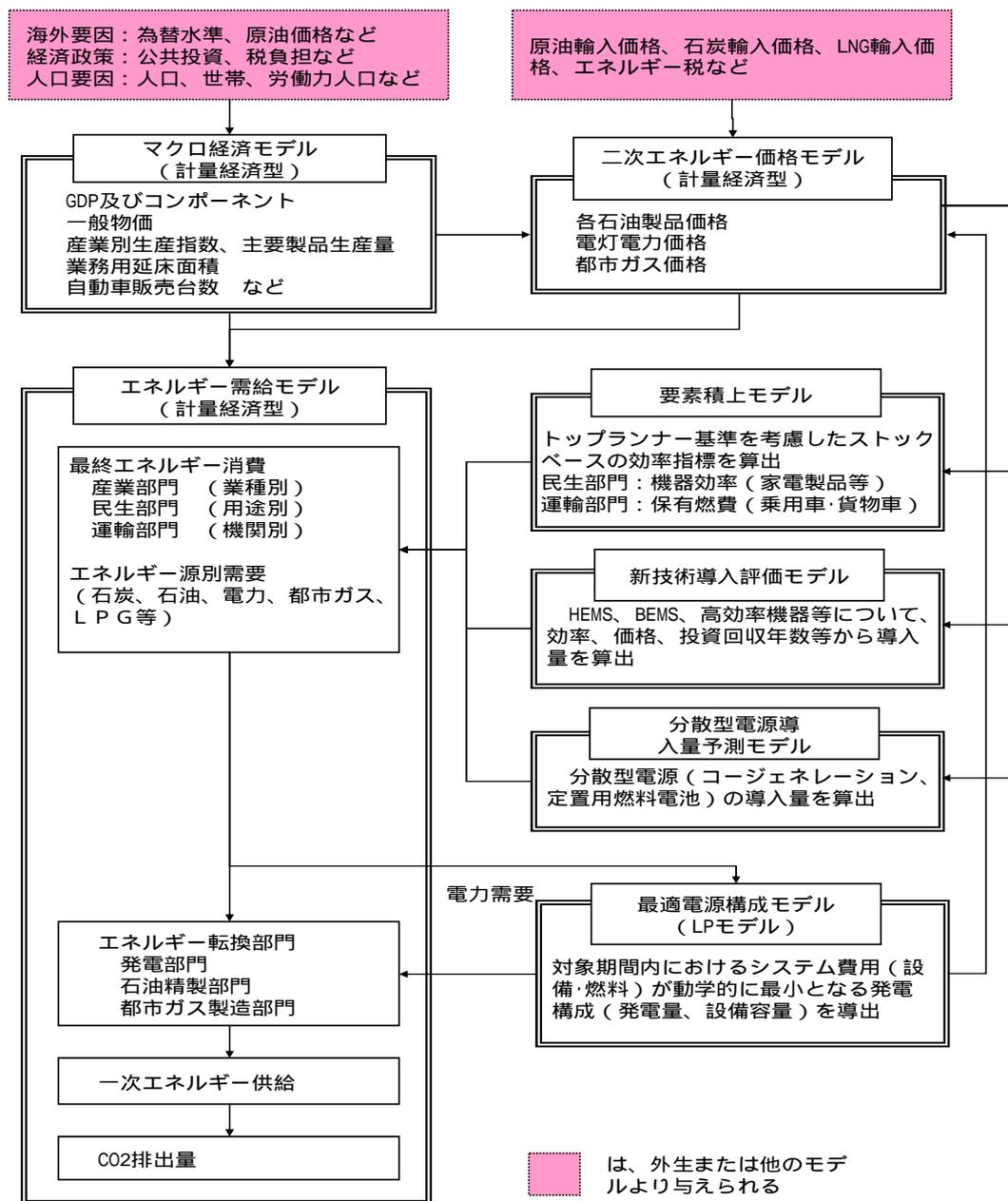
	1990年度	2000年度	2030年度	
			レファレンス	省エネ進展&高成長&原子力LOW
発電電力量	7,376	9,396	11,287	9,827
火力	4,466	5,215	5,802	4,444
石炭	719	1,732	1,858	1,362
LNG	1,639	2,479	3,394	2,538
石油等	2,108	1,004	549	544
原子力	2,014	3,219	4,317	4,167
水力	881	904	1,037	1,083
一般	788	779	927	927
揚水	93	125	110	157
地熱	15	33	32	32
新エネルギー等	0	23	100	100

<シェア>

	1990年度	2000年度	2030年度	
			レファレンス	省エネ進展&高成長&原子力LOW
発電電力量	100%	100%	100%	100%
火力	60.5%	55.5%	51.4%	45.2%
石炭	9.7%	18.4%	16.5%	13.9%
LNG	22.2%	26.4%	30.1%	25.8%
石油等	28.6%	10.7%	4.9%	5.5%
原子力	27.3%	34.3%	38.2%	42.4%
水力	11.9%	9.6%	9.2%	11.0%
一般	10.7%	8.3%	8.2%	9.4%
揚水	1.3%	1.3%	1.0%	1.6%
地熱	0.2%	0.4%	0.3%	0.3%
新エネルギー等	0.0%	0.2%	0.9%	1.0%

## エネルギー需給モデルの基本構造

下図のような構造を持った「モデル群」により、試算を行う。



#### <マクロ経済モデル>

所得分配、生産市場、労働市場、一般物価など総合的にバランスの取れたマクロフレームを算出し、エネルギー需要に直接、間接的に影響を与える経済活動指標を推計する。

- GDP 及びコンポネント、生産量、IIP、業務用床面積、自動車販売台数など

#### <二次エネルギー価格モデル>

原油・LNG などのエネルギー輸入価格や国内の一般物価指数などから、エネルギー需要、選択行動に影響を与えるエネルギー購入価格を推計する。

- 各石油製品価格、電力・電灯価格、都市ガス価格など

#### <最適電源構成モデル>

想定される電力需要に対し、対象期間内における割引現在価値換算後のシステム総コスト(設備費、燃料費)を動学的に最小化することにより、経済合理的で最適な電源構成(発電量、設備容量)を推計する。最適化手法は線形計画法を利用する。

- 電源構成(各設備容量、発電量)

#### <分散型エネルギー導入予測モデル>

産業用、業務用、家庭用のコージェネレーション及び燃料電池の導入市場規模を、過去の導入実績、熱需要量、競合エネルギー価格等から推計する。

- 分散型電源設備構成(各設備容量、発電量、熱量)

#### <要素積上モデル>

回帰型のマクロモデルでは扱いにくい、トップランナー基準の効果を明示的に取り入れるために、家電機器効率や自動車燃費などの省エネルギー指標を推計する。

- 民生部門の用途別機器効率、自動車部門の保有燃費

#### <新技術導入評価モデル>

今後導入が見込まれる HEMS、BEMS、高効率給湯器等について、普及が進むことに伴う価格の低下や、投資回収年数に基づく導入率を踏まえ、導入量及び導入効果を推計する。

- HEMS、BEMS の普及率、高効率給湯器等の導入台数

#### <エネルギー需給モデル>

上述の各モデルから得られる経済活動指標、価格指標、省エネルギー指標などから各最終部門におけるエネルギー需要を推計する。次に、発電部門等のエネルギー転換を経て、一次エネルギー供給量を推計する。

エネルギー源別の一次エネルギー消費量をもとに、CO2 排出量を計算している。

- 部門別エネルギー最終消費、エネルギー源別一次供給、CO2 排出量など

< 主要参考文献 >

- Department of Energy/Energy Information (U.S.A), *Annual Energy Outlook 2004 with Projections to 2025*, 2004
- Department of Energy/Energy Information (U.S.A), *International Energy Outlook 2004*, 2004
- Department of Trade and Industry (U.K.), *Energy White Paper: Our Energy Future –Creating a low Carbon Economy*, 2003.
- European Commission, *World Energy, Technology and Climate Policy Outlook 2030*, 2003
- OECD, *The World in 2020: Towards a New Global Age*, 1999 ( OECD 編、吉富勝監訳、貞広彰訳 『2020年の世界経済』、東洋経済新報、1999年 )
- OECD/IEA, *World Energy Outlook 2004*, 2004 ( OECD/IEA 編、2004年 )
- OECD/NEA, *Uranium 2003 Resources, Production and Demand*, 2004
- U.S. Geological Survey World Energy Assessment Team, U.S. Geological Survey World Petroleum Assessment 2000 –Description and Results, 2000.
- World Bank, *Global Economic Prospects and Developing Countries*, 2001
- 石油鉱業連盟 『石鉱連スタディ 2002年 世界の石油・天然ガス等の資源に関する2000年末評価』、石油鉱業連盟、2002年