

海外出張報告

世界エネルギー会議(第14回)参加報告

(1989年9月17日~21日)
(カナダ、モントリオール)



1990年2月

技術資料コード	
開示区分	レポートNo.
	N 9600 90-001
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です	
動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

海外出張報告 世界エネルギー会議(第14回) 参加報告

1989年9月17日～21日

カナダ, モントリオール

小泉 益通

要 旨

カナダ, モントリオールのパル・デ・コングレ会場において第14回世界エネルギー会議が91か国, 約5000名が参加して, 平成元年9月17日～21日の5日間, 開催された。

本大会は3年毎に開催されているもので, この3年間の世界にエネルギー界の動き及び今後の動向を把握し, 当事業団の今後の事業計画等へ反映されることを目的として参加した。

今回の主要テーマは, 「エネルギーと社会」「エネルギーと環境」「エネルギーと経済」「エネルギーと技術」の四つのテーマを柱としたものであったが, 最近の国際情勢を反映してか環境問題に関心が集中していた。

エネルギーの需給において, 2050年頃までは石油が優勢であろうと考えられるが, 環境の問題から水力, 天然ガス, 原子力が注目されている。また, 再生可能エネルギーとして太陽, 風力, バイオマス等の技術, 経済性が論じられたがまだまだの感が拭えない。

エネルギーの増大を伴う経済繁栄とエネルギーの抑制・減少を伴う環境問題との調合どうするかについて, この大会を通じて各国がそれぞれの立場で認識し一つの方向に意識は向けられた。

目 次

I	第14回世界エネルギー会議への出席報告概要	1
1.	第14回世界エネルギー会議の開催	1
2.	会議の内容	1
II	第14回世界エネルギー会議の結論	3
1.	エネルギー資源と供給	3
2.	代替エネルギーと再生可能なエネルギー	3
3.	電気と原子力	3
4.	エネルギーの効率化	3
5.	エネルギーと環境	3
6.	開発途上国	4
7.	エネルギーのためのR&D	4
III	原子力エネルギーについて（会議の中から抽出）	5
1.	各国の動き	5
2.	会議における原子力エネルギーの位置付け	7
IV	原子力に対する雰囲気	8
V	各国からの会議における意見	9
VI	第14回世界エネルギー会議からの私見	11
VII	ジェンティリー原子力発電所2号機	12
	基調講演-1 エネルギーと社会	13
	基調講演-2 エネルギーと環境	14
	基調講演-3 エネルギーと経済	15
	基調講演-4 エネルギーと技術	15
	招待論文 I. I. 1. 再生可能なエネルギー資源の進歩と展望	17
	SE1-1 持続的エネルギーの成長：達成可能か不可能か	21
	WG-3 再生可能なエネルギー技術	27
	WG-4 エネルギーの新しい見通し、2000～2020	27
	RT-1 エネルギーと産業の進化	28
	RT-2 エネルギー計画か、破局への移行か	29
	RT-5 温室効果に対して、今何をすべきか	29
	TS-3 短期、中期、長期のエネルギー価格決定要因	30

I 第14回世界エネルギー会議への出席報告概要

1. 第14回世界エネルギー会議の開催

「明日のエネルギー」を基調テーマとして第14回世界エネルギー会議が9月17日～9月21日の間カナダ、モントリオールのパル・デ・コングレで開催された。

この会議は3年毎に開催されるもので、今回は91ヶ国約5000名の参加者が一堂に会し、前回の仏、カンヌでの会議を大幅に上回るものであった。

この大会のオープニングセレモニーの演出は、さすがで、この5000名近くを入れる大ホールはさながら、音楽祭の如く、また大統領選挙の如く、中央舞台にレーザーやドライアイスを使い、アトラクションとして、歌やダンスが入る中で、まず大会の冒頭、リチャード・ドロイン大会組織委員名誉議長の挨拶があり、環境問題について「解決するまでは長期にわたってこの問題に取り組む」必要性を指摘した。

最後にマルルーニ首相が物静かに演説し、そのほとんどを環境とエネルギー問題に費やし、カナダ自身が地球の環境を破壊してきたことを、オイル・サンドの開発と消費を例にあげて指摘した。このような環境汚染に対して、カナダは電力の16%を効率の良いCANDU炉で発電していることなどを列挙し、環境問題に取り組んでいる姿勢を紹介した。また、エネルギーと環境問題を包括した政策を実施する必要があること等を強調し、汚染防止費は汚染する者が払うことが理解されていない。汚すものは我々であると訴えた。

2. 会議の内容

1) 底流にあるもの

最近になって、世界人口は急激に膨張し、エネルギーの消費、オイルショック後の節約の記憶も消え去って、著しい増加を示している。このような状態を今後持続し得るのか、社会・経済を支えているエネルギーは十分持つのであろうか。この重要な問題に加え、今回大きな制約条件がつけられたのが、環境問題である。特にエネルギー資源の燃焼からくるCO₂の地球の温暖化であり、環境を汚さないようにどのように必要かつ適切なエネルギーを供給し得るのかというのが、本会議の底流をなすものであった。即ち、エネルギーと環境、加えてエネルギーをどう持続させ得るのかというジレンマが底流にあった。

2) 主流の中味

今大会は、「エネルギーと社会」「エネルギーと環境」「エネルギーと経済」「エネルギーと技術」という四つの柱で討議されたが、最近の環境の地球規模での悪化から、いうまでもなく「エネルギーと環境」が関心を集めた。

上記の四つの基調講演に始まり、16のテクニカルセッション、六つの円卓会議、七つのワーキング・グループ、四つのレビュー・セッションがあり、9月18日～9月21日まで行われた。

原子力に関与する我々にとって、最も印象的であったのは、基調講演の一つであった表題「エネルギーと社会」で英国のマーシャル卿が述べた事である。エネルギー問題の将来は技術問題ではなく、制度上の問題解決の成功に係っているとし、特に原子力に対する公衆の理解と受容の問題であると明解に述べられた。また、原子力発電所から生じる廃棄物より、天然にある放射能の方が遥かに強いと述べた上、原発事故は現場の精緻な運転管

理により絶滅できると述べられた。

経済成長に対応して、エネルギーの供給をどう賄うのかについては、エネルギーのavailability(入手可能性)について論じられ、エネルギー資源としての石油、石炭、天然ガス、再生可能なエネルギー資源、原子力等について幅広く討議され、石油がここ数十年間優勢であり、石油の消費率は上昇し、OPECに益々頼るようになると述べている。また、OPECの供給状況は前のオイルショック状態に近づいている。しかし、OPECも消費側も前と同様な状態にはなく、オイルショックは避け得るとしている。現在進められていることはエネルギーのavailabilityよりはquality(品質)であり、エネルギーの効率を上げることの技術問題と節約の問題が論じられ、将来へ向けて持続すべきエネルギーとして節約が強調された。

ここでの大きなポイントは、エネルギー消費の増大から生じる、地球規模での汚染とどう対応するかである。一つの方策として、CO₂の放出量の少ない、水力、天然ガス、そして原子力が期待された。また、再生可能なエネルギー資源として、太陽エネルギー、風力、バイオマス、地熱等の技術と経済性が論じられた。ECは特に力を入れており、現在、電力の3%位を供給しているが2010年頃には20%位と期待している。期待される太陽エネルギーであるがここ50~60年位の間は経済的に無理と思われる。

将来へ向けて、持続し得るエネルギーは、可能か否かについては、可能にしなければならぬとして、このためのエネルギーシステムの在り方が論じられた。現状の供給側の一方的な在り方へのなげき、また消費側のどうしようもないOPEC側への片寄り、これ等からの脱却としての国際的協力と合意、これらが自由市場での自由競争の上で進められるべきであり、また原子力への努力、節約と再生可能エネルギー技術の開発に努力すべきとしている。

エネルギー消費の増大、即ち、エネルギーの増大による経済繁栄と足を引っ張る環境問題との調合をどうするかについては、この大会を通じて、各国それぞれの立場で認識し、一つの方向に意識を向けたことは確かと思われる。ここで生まれた認識は、やがて、国際間で話し合うべきエネルギーや環境問題のベースとなる理念や対策に大きなインパクトを与えることは確かであろう。

II 第14回世界エネルギー会議の結論

1. エネルギー資源と供給

- 1) 2050年までは、石油が優勢なエネルギー資源であろう。
- 2) 石油の供給と消費による社会・経済的インパクトは、他の資源のインパクトよりも大きい。
- 3) 石油は、地形・政治的な供給センターとして存続し、環境問題の大きな要因となろう。
- 4) 今までに取り扱われなかった資源、即ち、タールサンドやシェールは、21世紀に入って液状又はガス状の炭水素化物として使用可能になろう。
- 5) 原油の価格は、次の10年或るいは更に10年に亘って徐々に上昇し、天然ガスや石炭の価格も上昇しよう。
- 6) 価格が上昇することにより、探鉱が拡大し生産が増加しよう。
- 7) ウランの持つ潜在的エネルギーは、化石資源の持つエネルギーを大きく凌駕する。ウランをFBRに使用することにより、潜在エネルギーは非常に大きくなり、核融合が実現されれば一層大きくなる。しかし、核融合の実用化は次の数10年のうちには難しいように思われる。
- 8) エネルギー資源としての石炭の量は、明らかにされているが、使用の際に輸送コストが重要なファクターである。

2. 代替エネルギーと再生可能なエネルギー

- 1) これらのエネルギーが環境に適応して使用されることと、経済的である必要があるが全般的にはこれら寄与するところは今のところ小さい。
- 2) 太陽エネルギーは、今後50~60年間は経済的な資源であるとは思えない。

3. 電気と原子力

- 1) 電気の消費量は、産業国において増大している。このことは原子力が安全で経済的な電気を生産する必要不可欠な手段として益々認識されるようになるだろう。
- 2) 原子力についての大衆の理解不足が、原子力開発の大きな障害になっている。

4. エネルギーの効率化

- 1) 世界のエネルギーに関して、効率化と節約がどのように寄与するかについて現実的な見通しをつけることが必要であろう。
- 2) 大きな効率化を図ることによって、逆の経済的インパクトを特に途上国に与えることについての考慮が必要になってこよう。

5. エネルギーと環境

- 1) グリーン効果の影響について、可能な解決のための一層の研究が必要である。
- 2) この問題は国際的なものであり政治とコントロールに関する国際的合意が要求される。
- 3) 数多くの環境問題(酸性雨、放射性物質、廃棄物の投棄、空気の汚染等)に関して、制御された市場と制度的手段が緊急に必要とされている。

- 4) 国際的なメカニズムが必要とされ、合理的な環境基準の設定がなされるべきである。

6.開発途上国

- 1) 先進国は今までより一層、途上国との広い対話に力を入れるべきである。
- 2) 環境問題、エネルギー技術や訓練についてより一層の援助が必要であり、これらはすぐになされるべきである。

7.エネルギーのためのR&D

- 1) 代替又は改良されるエネルギー資源に、より一層の感心が向けられている。
- 2) エネルギーの研究からマジック的解決を求めようとする望みは最早現実的なものとは思えないが、エネルギーのR&Dは大きな発展に繋がる。

III 原子力エネルギーについて(会議の中から抽出)

1.各国の動き

1) フランス

Prospect for the French Nuclear System at Beginning of the 21st century
仏、R.Lallement、director of Atomic Energy Board.

- (1) 原子力開発は、仏社会の多くの人々の合意の結果である。さかのぼれば、政府がこの分野に入ることを決定したのは1945年であり、1970年代の石油危機の際に確信されたものであり、それから壮大な原子力事業が展開された。
- (2) 原子力は、化石燃料を持たない国にとってはまさに正しい選択であった。(ウラン資源は豊富に持っている。)
- (3) 仏の原子力は、他国からのエネルギー依存性を75%in1975年から53%in1988年に下げた。そして今やヨーロッパの国々に電気を輸出している。
- (4) 原子力技術を輸出するための競争は激しいものであり、市場はおどおどしている。しかし、仏は中国に1,800MWの原子力発電設備を提供することに誇りを持っている。
- (5) 仏の原子力は燃料サイクルが閉じられているので、廃棄物は最少に抑えられている。一方で2.2億トン以上のCO₂が1986年には従来の燃料を燃やすことにより放出されている。
- (6) 21世紀の初め頃(2010年頃)に仏はプラントを取換えなければならなくなる。その時はウランの供給が現在より更に限定される可能があり得る。しかし、仏は原子力を続けるだろう。研究は今、将来型の原子炉の開発のために急いでいるし、燃料のサイクルをより効率的にしようとしている。

2) 日本

Future of Nuclear Energy Research

日本 更田原研副理事長

- (1) 日本人の一人が生涯を終える迄に使用する電気を原子力で作り出すとすると、そこから生じる高レベルの廃棄物の大きさは一個のボールの大きさにもならない。
 - (2) この量は、他の産業廃棄物、例えばCO₂等に比較すると非常に小さい物であり、この点、原子力は化石燃料よりは環境に対して優れたものである。
 - (3) 原子力プラントは、世界の将来のためには、最も大きなエネルギー資源である。これからの一層の研究に投資することは極めて重要なことである。
 - (4) 廃棄物に関する現在の技術で、長半減期(トランスウラニウム)のような放射能物質を安全に取り扱うことを一般大衆に理解させることは困難なことである。このような廃棄物を灰化して、高いエネルギーの中性子を照射し、Pu-239やU-233を作り出すことが望ましい。これらは核分裂物質として使用することが可能である。
 - (5) 日本においては現在、改良型の軽水炉や高温ガス炉の研究が進められている。我々は、工場に直接熱を供給し得る高温ガス炉の開発に期待をかけている。1990年の中頃には、30MWhの高温工学試験炉が完成される予定である。
- 日本のVPの研究者は、化石燃料より原子力をクリーンなものとして選択している。

3) チェコスロバキア

- (1) 現在8基のVVER440型(44万kW級PWR)が運転中
- (2) チェコでは、原子力エネルギーが将来のエネルギー需要を満たす主要な役割を果たすと考えており、十分な信頼性があり安全で、経済的であると考えている。

4) 中国

- (1) 中国では、エネルギー資源の分布状況として経済の中心地域が一致していないため輸送が大きな問題となっている。
- (2) 従って中国にとって、原子力エネルギー開発が不可欠の課題である。
- (3) 2000年迄に10基6,700MWeの原子力発電所の建設を計画中、既に5基5,000MWeを建設中あるいは設計中である。

5) 米国

- (1) 米国では電力需要の伸びが目立ち、ピーク値で2.4%/年と見られ、2,000年前に115,000MWeが必要とみられる。
- (2) 現在、電力会社はこれに対応して、コンバインドサイクルと石炭火力を発注し始めているが、いずれ原子力へ移ってくると考える。
- (3) 原子力産業界は、チームを作りEPRI/DOEの改良型LWR開発計画に参加し、PassiveあるいはNatural Safety Systemを採用した600MWe級LWRを設計している。

6) カナダ

- (1) カナダとハンガリーは、この3年、ハンガリーの地域暖房ネットワークのある町に、カナダの熱供給原子力炉Slowpoke炉を設置する可能性について検討をすすめている。
- (2) Slowpoke炉は、10MWtの熱を温水で供給するシステムで、自然循環冷却、負の反応度係数に加え、工学的安全設備を持つ、極めて安全なシステム。
また、この炉からの熱は、大気圧で100°C以下の温水で、従来の石油や、天然ガスの熱供給システムに容易に置き換えることが可能である。

ハンガリーでは、これにより長期に化石燃料の輸入を減らすことが可能となる。

7) 各国

近年、化石燃料による環境問題から、原子力発電への関心が再び浮上し始めた。

8) 核融合

IAEA、米国DOEが日本の状況も含め、核融合の研究開発の現状と国際協力の重要性を説明

- (1) この3年間、この分野での大きな進歩が見られた。1985年のジュネーブ、サミットでの話し合いを反映して、EC、ソ連、米、日本が協力して、International Thermo nuclear Experimental Reatorの設計と開発を進めている。
- (2) 35年前には、安全でクリーンなエネルギー源の実現を目指して始められたが、今や、科学、技術の発展と共に、Engineering Feasibilityへと課題が移ってきた。
- (3) 研究装置も大型化、磁気閉じ込め方式で、500~1,000MJレーザーの規模を考えるようになった。

- (4) このように、大型装置の建設に多額の資金が必要であり、世界的な協力が必要となっ
てきている。

2.会議における原子力エネルギーの位置付け

会議全体を通じて、原子力の位置付けは、閉会式のW.Davis議長の言葉に要約された。

- 1) 「先進国での電力の使用量は今後も着実に増加して行く。その場合、温室効果への影響の無い原子力が経済的で安全なエネルギー源として不可欠と考える」と述べている。
- 2) また「現在、世界的な広がりを見せている原子力に反対する考えのあることも認識すべきである」とも付け加えている。
- 3) 各部会でも、原子力が有効なエネルギー源であることを特記しており、社会の需要と供給の関係、環境問題への対応及び技術開発との関係からも次のように評価している。
 - (1) 将来のエネルギー需要と供給の関係を考えた場合、電力需要の伸びに対応して原子力発電の割合は増大して、2030年では約23%になると予測している。
 - (2) 原子力は管理可能なものであり、放射性廃棄物も化石燃料に比べ量が少ない。従って原子力エネルギーが環境問題の解決に重要な役割を果たすことが期待されている。
 - (3) フランスをはじめ資源に乏しい日本から、豊富な石炭を持つ中国まで、原子力発電に力を注いでいる。

IV 原子力に対する雰囲気

1. 伊 : Enzo Gatta director of the commercial secta of Ente Nazionale Energia Electrica

- 1) この会議で多くの実質的に新しい事が述べられたとは思わない。主要点は再三繰り返して述べられた。互に接触することが大切なことである。
- 2) この会議から最も大切なことは、必要なエネルギー源として原子力エネルギーの再確認である。

2. ノルウェー、H.Hanssen. Senior Vice-president of Norweigian oil comp.

原子力の開発が、改革技術によって支援されるならば、原子力は安全であり、大衆の理解と許容が得られることになろう。規模、設計、運転などの標準化に開発の努力が向けられるべきである。

『原子力のジレンマ』

維持し得るエネルギー経済にとって原子力は将来必要である。グリーン効果に役立つものであるにも係わらず、大衆は厳しく批判してきた。そこで

- 実質的な世界の原子力の設備容量の増加はエネルギー経済を持続せしめるために必要なことだろうか。
- 原子炉の概念が開発されて、安全の要求に良く合致するようになるだろうか。また、ライセンスを得るのにスピードアップするだろうか。
- 原子力が拡大するのに打ち勝って、安全で大衆が許容し得る廃棄物の処理技術が開発されるだろうか。
- 世界的に安全だと許容し得るような方法で原子力が開発出来るように、協力ができるだろうか。

3. 米、A.Weinberg, Institute for Energy of the Oak Ridge Associated Univ.

温室効果を低減せしめるため、できるだけエネルギーの節約を推し進めるべきである。これに関連して、我々は原子力を容認すべきエネルギーとして選択せしめるように進めなければならない。

4. 米、H.Moore, Deputy Secretary of Energy

- (1) 時間と努力が払われるならば、我々が期待する望みは、再び原子力を将来の実施し得るOptionとするだろう。
- (2) 効率的で安全な、良く管理された原子力プラントは、将来において追加しなければならないと思われる化石燃料を用いるプラントと、積極的に置き換えられよう。

5. 最後のレビュー、セッションのまとめ、原子力について

- 1) CO₂問題を解決するものとして原子力発電が見直されたこと。
- 2) 原子力発電については、疑問符つきのoptionとして示され、安全性、経済性などの問題があり、今後とも、この点で論議が残るとした。

V 各国からの会議における意見

1. イタリア、電力会社 Enzo Gatta イタリア政府 Corporation

- 1) 今回の会議で実質的に新しいことはなく、今まで再三述べられてきたことである。
- 2) 多くの人々と接触することは有用なことである。
- 3) この会議からでた最も大切なことは、必要なエネルギーとして原子力エネルギーの再確認であると考えている。

2. 台湾、台湾電力 Yao chuen Kuo

- 1) 三つの重要な結論があった。
 - グリーンハウス効果について処置する必要性
 - 酸性雨について処置する必要性
 - 増加して行く原子力開発の価値
- 2) 公害は開発国から来るものである。この事については、最近まで注意を向けなかった。
- 3) 第三国に彼らの誤りを埋合せさせるのは不公平である。

3. OPEC、エコノミスト in OPEC affairs department of the Natinal Iranian Oil Co. Mohsen、Farboodmanesh

- 1) この会議は、開発国に一方的に片寄ったものである。グローバルな問題に焦点が絞られていない。第三国の問題を取り扱ってはいない。
- 2) 公害は開発国から出てきたもので、自ら自分自身の問題を解決していない。
- 3) 政治的条件が現在ここに存在しているように世界の将来はOPECの石油に依存する。しかし、若しも超強国が、経済が危険な状態であると感じれば彼らは何か不快なことをやる可能性があるだろう。

4. フランス、vice-president of the energy for Poitou-Charentes、A.Guinebertier

- 1) 前回のカンヌの会議では、常にChernoblyであった。今やグリーンハウス効果である。
- 2) CO₂問題は、原子力に良い光を与えてやった。しかし、ここで討議してきた課題にユニークな解決を与えたものではない。

5. リベリヤ、Managing director of Liberia Electricity Corporation、C.Z.Neyor

- 1) 我々は、WECの立場に楽観的である。
- 2) 開発国は、地球の環境をそこね、公害を引き起こしたエネルギーシステムに代わり得るものを見いだそうと気を配っている。
- 3) 西側は明日を考え、我々は今日のためのエネルギーにより興味を持っている。

6. ブルガリヤ、Project manager at Bulgaria's Higher Institue、H.Todoriev

- 1) 我々は、ゴールや投資が異なる世界からこの会議に参加した。
- 2) 特に環境問題に関する考え方には同意できるが、この会議に出された話題全てが我々の世界に直接用いられるとは思えない。

- 3) 一つのエネルギー構造ではなく、多様性が必要である。そこで各国は、一つのエネルギー資源から将来の市場で生じる困難に打ち勝てる他のエネルギー資源に転換し得るだろう。
- 4) 我が国は、石炭が使用できる唯一の化石燃料である。将来は低品位の石炭を使用しなければならぬ問題に再び戻ることになるだろう。

7.インド、Chairman of the Maharashtra State Electricity Board、P.Abraham

- 1) 確かにこの会議の一つの焦点は途上国に置かれている。
 - 彼らのニーズは何か
 - 需給は実際にうまく行っているのか
 - 要求が合致しないなら正しく何をすべきか
 - 技術の移転は、財源は、援助サービスは、
- 2) 途上国の問題は、開発国の問題と現在全体的に異なって来ている。しかし、我々が早く解決方法を見いだせれば世界はそれだけ良くなって来る。
- 3) 基本的問題は財政と人口の問題である。
- 4) 我々は実際に需要と供給を満足させるように合致させるのは不可能である。
- 5) インドは急速に産業化を進めており、そのために多くのエネルギーが必要であり、あらゆる分野のこのための援助を歓迎する。

8.カナダ、Project specialist in power and co-generation facilities at Dow chemical、Ontario

- 1) この会議は技術的討議よりもむしろ政策的方向に向けられたものである。
- 2) 多くの人々は、技術的には限界があることを理解しているようには思えない。
- 3) バイオマス、太陽エネルギー、風力等、多くのものがあり、使用可能なものもある。しかし、その中には将来にゆだねなければならないものがある。今や正しく述べられるべきものは特に酸性雨とグリーンハウス効果と環境問題である。

VI 第14回世界エネルギー会議からの私見

1. 今回の会議は、エネルギーと環境の会議であった。将来の人類の社会のため、持続し得るエネルギーとして水力、天然ガス、原子力が期待された。これは、環境を保護するための条件としてCO₂の排出が少ないためである。
2. 原子力は多くの人々が期待したが、二つの点から今後も開発を必要とするとして条件付きとされている。
 - 1) チェルノビルのような事故がないこと
 - 2) 廃棄物の処理・処分
3. 世界エネルギー会議で、理解され認識された内容の持つ影響は大きい。今後国際間で合意し、国家の間で守るべき約束を作ることに繋がる。

一例として11月6、7日にオランダで開催された各国の環境大臣会議である。CO₂の排出量がある一定量に凍結と言うことになれば、日本の場合はどうしても原発への期待が増大する。
4. 以上から、長計へはねかえることとして
 - 1) クリーンエネルギーとしての原子力開発の促進の強化
 - 2) その対策の2点が最大のポイントと考える。
5. 対策として
 - 1) 重大事故の潜在性をなくすこと
 - プラントのより安全な設計
 - プラントのより安全な運転
 - そのための国際協力と制度等の設立
 - 2) 廃棄物の処理・処分
 - 今までより安全な方策を打ち出すこと
 - 長い半減期の放射性物質の消滅等を明確に打ち出すこと
 - 長期貯蔵や処分からの脱出以上のことを、打ち出さないと大衆は認めない。

VII ジェンティリー原子力発電所2号機

第14回世界エネルギー会議の2日目に、プログラムの中に計画された原子力発電所見学に参加し得る機会を得た。前もって参加希望を出しておいたが、希望者が多いため取消されていたが、カナダ側の御好意と幹事の努力のかいあって原産から6名が参加できる幸運に恵まれた。

約30名程度の見学者がモントリオールからバスで西に約1時間、静かで広大な森林とセント・ローレンス川に面した発電所に到着し、さっそく展示館で説明を受け発電所内を見学した。

要点は次のとおりである。

- 電気出力 : 68.5万kW
重水減速—加圧重水冷却型 圧力管が水平配列
運転開始 '82.9
- 炉心 : 6.29m直径、5.94m長さ
- 燃料集合体と長さ : 4,560集合体、49.5cm集合体長さ
- 燃料 : 天然UO₂装荷量 95t
- 最高線出力密度 : 4.8 kW/m
- 平均燃焼度 : 7,500 MWd/t
- 一次冷却材温度 : 266 °C 入口 / 310 °C 出口
- 一次冷却材圧力 : 112.6 kg/cm³ 入口 / 104.9 kg/cm³ 出口
- 発電所職員 : 630名、(炉のコントロール室 : 15名/シフト)
- 使用済燃料は8年位水中に貯蔵、その後ドライ貯蔵のこと。

発電所内見学は、10名ずつ3グループに分かれ、30分位の見学であった。一般コースとはいえず、実にこざっぱりしており清潔で、着替えをせずにシューカバーだけの見学は、一般の見学者に特に安心感を与えたように思う。

見学はあっけなく終了し(約一時間)、近くの田舎の静かな小レストランで、発電所員の田舎話しを聞きながら鮭フライの昼食を取った。

原子力への大衆の声は、ここのように片田舎では、地方の雇用が促進され、炉のトラブルもなく非常に歓迎されているようである。大都会で、近くに数基の原子炉を有するところでは反対もあり大変なようだ。

酸性雨については、米国からの被害もあり、クレームを出しているようだが、なしのつぶての現状の由。

広々とした土地と、多くの資源に依存し得るカナダは世界有数のエネルギー消費国であり、明るい将来の国としての肌ざわりを実感したツアーであった。

基調講演—1

エネルギーと社会 英国、L. Marshall

- 1) エネルギーの分野において、我々の問題は、技術的進歩の問題ではなく、制度上のハンドギャップの問題である。
- 2) 将来において、このような非技術的問題は、政治的、財政的、そして動機付けによる誘導的な問題である。
- 3) 現在、大衆の環境に対する関心は、次のようなものである。
 - 酸性雨
 - オゾンホール
 - グリーンハウス効果
 - 原子力からの放射能
- 4) 原子力から作り出される放射能の廃棄について、環境の安全性の点からの恐怖は、制度上の問題、大衆の理解と許容の問題から来るものである。
- 5) マーシャルの汚染に関する議論の中心は次のようなものである。
 - 人間が汚したものと、神が汚したものとを比較論。即ち、人間の汚したものが、神のものより小さければ、我々は安心するし、逆であれば恐怖となる。
 - 人工的SO_x(ヨーロッパ+北米)は天然SO_xの10倍
 - オゾンホールは最悪のケース
 - CO₂は、今世紀のはじめより20%上昇、グリーン効果にリンクしている。
 - しかしながら、人工の放射能の環境へのリスクは小さく、天然のバランスは壊されていない。
即ち： ラドン、ラジウムのような天然資源からの放射能の方が非常に大きい。
地球の表面から出てくる放射能は、100万kWの原子炉から出てくる放射能の0.8億倍である。
 - 効果的にみて、人間が原因となる放射能は採るに足らぬものであり、拡大してもそれからのリスクは同様に小さい。
 - 天然の放射能は、人間の作ったものよりもっと危険である。例えばラドンは肺に吸い込まれるし、ラジウムは水に溶け込む。
 - 原子力プラントに関して、一般大衆のリスクに対する理解レベルは、どの点からみても零ということである。
 - 原子炉の設計は、今や改良されてくるまできており、成熟のレベルにある。原子力の設計に関する広い原理は世界中どこも同じである。
 - 安全というそのレベルを維持するためのどうにもならない仕事とは、最も高い可能なレベルに原子力プラントを管理できるかどうかの制度上の仕事である。
 - 私の意見として、原子力の仕事は今まで科学的に、また技術的に優先しすぎたきらいがある。
 - 原子力プラントを所有し稼働するという法人組織の実体が根本的に安全の責任を持つということ、また安全に責任を持つということは、最善の管理を行えるように、細かい注意を払うことによってのみ実施し得るという簡単な事実にはほとんど注意が向けられなかった。
 - TMIとChernoblyから、原子力産業界は最もつらい方法で安全という課題を学んだことになる。

我々は、あの事実だけに自らを恥べきことではない。なぜなら、他の産業が歴史的にみて、安全がいかにあるべきかを試行錯誤して学んできたことを知るべきである。

- 今までに学んできた課題の一つの明らかなことは、原子力の運転者のための世界協会の創立である。このグループの使命は情報を交換することにより、安全を最大にするものである。

6) この会議に対する彼のむすびの所見は次のようなものである。

エネルギー分野で行うべき計画は

- 制度上の問題を解決するための国際協力
- エネルギーの節約
- 他のエネルギー資源を補充するためとしての原子力の使用

基調講演—2

エネルギーと環境 米国 L.Thomass、Low Enviromental、lu

1) 次の10年間、環境の課題になる多くのエネルギーがある。

下の五つが次の情勢を支配することになるろう。

- (1) 地球の全体的な温暖化
- (2) 酸性雨
- (3) 原子力廃棄物の処分
- (4) 石油とガスの探査と生産
- (5) 都市のスモッグ

以上が、いかに解決されるが、我々のエネルギーと環境の将来を決定する。

- 2) 科学的予知に正確さが欠けたため、政治家を納得させることができず、彼らの行動を遅らせてしまった。政策はすでに、CO₂を排出する産業を含めて、環境的違反者がでないようなシナリオを考案している。
- 3) グリーン効果ガスをコントロールするための国際条約が最も優先されるべきである。成層圏のオゾン減少を防止するためのモントリオール議定書後にこの国際条約が様式化されるべきと考える。
- 4) SO₂やNO_x、あるいは酸性雨の問題を解決することは大きなエネルギー関連問題に繋がってくる。特にこの問題は石炭を燃やす生産界に対してであり、古いプラントに脱硫装置を取り付けるといった経済的問題が生じてくる。
どの位、SO₂やNO_xが低減化されなければならないのか。いつ頃までに低減化されねばならないのか。
- 5) 原子力エネルギーの使用を拡大すればグリーンハウス効果を低減することはできよう。しかし、未だ未解決の廃棄物処分の課題やChernobly事故のような潜在性が多くの国を刺激して、アメリカを含め、新しいプラントの建設を断念せしめてきた。
- 6) 究極的には、これらの二つの重要課題(廃棄物処分と事故の潜在性)についての大衆の理解が原子力エネルギーの将来の役割を決めることになるろう。
- 7) 最近のアラスカ沿岸における石油流出によって再び甦った環境の恐怖によって、石油探査は延期されている。国内の石油とガスからできる廃棄物についての問題が未解決なので、政治の天候を一層厳しい物にしている。また、石油やガスの輸入の一層の依存性が高まってきている。

- 8) 化学スモッグによってアメリカの100近い都市と他の世界の中心部の人々は病気に犯されている。車に対する厳しい放出ガスの基準や、代替燃料の使用(例えばメタノールetc)や他の方法が世界で広く議論されている。
- 9) 人間がエネルギーを消費することによる環境のインパクトは、途上国の中で、我々の経済が拡大が縮退かというどっちつかずの問題に重点を絞らせている。
エネルギー分野の人達は、科学的に正しく評価し、コストの分析と市場の在り方を通じて、これらの課題に十分提案をすべきである。

基調講演—3

エネルギーと経済 カナダ P. Lougheed

- 1) 石油をあきらめてしまうことは、エネルギーを確保するための道から外れることになる。
私は、カナダの大油田地域の住民として、将来を展望することによって、目先が狂ってはならないと思っている。
- 2) 現在の開発国は、過去に石油資源を利用することによって利益を得てきた。将来もまた石油を使用できると考えることは途上国に対して恥づべきことだと心から思っている。
- 3) 今までの長い経験から世界は中東の石油により頼るようになるのは明らかである。この彼の展望は多くのアメリカ人の神経をいらだたせた。
- 4) 世界の石油の供給者は、過去1970年にあったように、崩壊するような弱味は持っていない。
エネルギーの節約と代替エネルギーによって石油からの依存性は低減し、OPEC以外の供給が増しているが、OPECはかつてのようなグループではない。
- 5) 石油の需要を削減しなければならない一つの要因は、化石燃料を燃やすことから生じるCO₂によって地球の温暖化に役立つているということである。
若し、科学者がグリーンハウス効果を実証するとなると、石油は、大いに影響を被ることになるだろう。
- 6) 石油は非常に便利なエネルギーで、他の燃料に比較すると、容積当たりの発熱量が高いし、輸送が容易だし、貯蔵し易く、2、3の代替燃料よりクリーンである。
- 7) 成功への鍵は、石油の持つ柔軟なエネルギーシステムにある、それは競争市場と競争する燃料と輸送システムを持っているということである。このシステムの中で国際協力をすることによって自由貿易、規制緩和、資本の自由な流れを保証することになる。

基調講演—4

エネルギーと技術 ノルウェー、H.Hanssen

- 1) 我々は、1970年代には、エネルギー問題とは供給の問題と信じていた。我々のやったことは石炭や他の化石燃料をどんどん使用したことである。今や我々はその結果、生体と環境に関する問題の危機に直面している。
- 2) 技術というものは、今我々が直面している大きく複雑なエネルギー問題を解決する役割を演ずるだろう。
- 3) 現在は、効率の時代である。オイルショックのあった1973年以来、世界はあらゆる新しい資源をうまく混合して使用し、エネルギーの効率を高めることにより、より一層エネルギーを節約してきた。これらの改良の裏にある最も重要な一つの要因は実際にエネルギー価格が上昇してしまった事である。
- 4) 今ではエネルギーの価格は安定している。エネルギー効率を高める数多くのすばらしい有益な技術がある。

IAEAの調査報告では、多くの国で努力し、エネルギー効率を、10年~20年に亘って、約30%改善した。

- 5) 過去において、エネルギー産業の研究開発の投資(これは全ての生産量に比例している)は、ハイテクへの投資より小さかった。しかし、将来はエネルギー産業はより一層のR&Dを行うであろうし、どんどん効率の点や、資源の開発に改革的技術が生まれてこよう。
 - 6) 原子力の開発が、改革技術によって支えられるなら、原子力は安全であり大衆の理解と許容が得られることになろう。規模、設計、運転などの標準化に開発の努力が向けられるべきと思う。
 - 7) 一般的な認識として、エネルギーの生産と消費における基本的な変化は、世界のエネルギー経済が一層持続できるような方向へと移るということである。世界エネルギー会議は、このゴールを達成するための国際的KnowHowを貯蔵する重要な役割を演じている。行動を起こすために計画に挑戦しよう。アイデアだけでは行動に繋がらない。
- 一層のR&Dはエネルギーの効率化に役立つ。

招待論文1.1.1

再生可能なエネルギー資源の進歩と展望

ヨーロッパ共同体(EC)

- 1) 1973年には、ヨーロッパ共同体へのエネルギーの供給は、石油に62%依存していた。そのほとんどが輸入されたものであった。
 その年に大きな石油価格の上昇に直面し、ECは二つの事を決心した。一つは輸入石油の依存性を減らすこと。もう一つは、適切な供給方法を選んでバランスの良い組合せを作ることであった。
 輸入石油の依存性を減らす目的は、必要な石油の量を減らすことによって部分的には達成した(特に、次の手段を通して達成された。即ち、使用する際の効率の増大、産業構造の再構築、天然ガスと原子力の導入である)。また、自分の国の石油産業量を増大することによって達成された。
- 2) より安定していて安全な供給方法を探す要素の一つとして、ECは、当時全体のエネルギー消費量の3%を寄与している再生可能なエネルギー技術を拡大する研究を行うことを決定した。
 2010年へ向けての目標の進み具合は、その全体に占める割合を20%~25%にすることであり、そのためには風力、バイオマス、太陽熱やphoto voltaic powerからのエネルギーを増大することになる。
 1970年の始めには、これらの技術はあまり進んでおらず、実証することや経済なコストを考えるにはほど遠かった。
 それ以来、800ミリオンECU($8 \times 10^8 \times 1.2\$ = 9.6 \times 10^8 \text{US\$}$)がRDとDにあてがわれ、これらの技術の多くが、今までの技術と競争できるようなところまで進歩した。

将来の再生可能なエネルギーの貢献

再生可能なエネルギーの消費 in ヨーロッパ		
	1986(Mtoe)	2010(Mtoe)
水力	41	60
Biomass	25	66
solor	0.1	8
その他	0.2	0.7 photo valtage
		26 風力
Passive solor	24	39
	91	231

Table 1.1 GROSS ENERGY CONSUMPTION BY FUEL IN THE EC.
MTOE(PERCENT TOTAL)

	1973	1980	1983	1986
Solid fuels	222(23)	223(23)	212(23)	232(22)
Oil	601(62)	520(54)	438(48)	474(45)
Natural gas	116(12)	170(17)	165(18)	187(18)
Nuclear energy	18(2)	43(4)	76(9)	134(13)
Hydro,geothermal other	11(1)	15(2)	15(2)	17(2)
Total	968	970	907	1044

● 1980年→1983年の傾向

- 1. 経済活動の低落
- 2. 重工業活動の低落
- 3. エネルギー効率の向上



石油の減少
天然ガス、原子力の増加
(オイルショックの年、1973 1979)

● 1973年のオイルショック

石油の占める割合、62%
(ほとんど輸入)



45% in 1986
輸入%32%に下がる。

● ECの2つの決心

- 1. 石油の依存性を減らす
- 2. もっとバランスの取れた安全な
エネルギー供給方法を探すこと



方法
1. 経済成長とエネルギー消費を
切り離す
2. 土着のエネルギー資源の利用

再生可能なエネルギー

1) 地熱エネルギー

- ビルの暖房用←低温の透水層の水の利用
英、仏

2) 風力エネルギー

- ヨーロッパではここ10年驚くべき進展
- 規模は大きい(200kW、風速7m/s平均)
- コストは石炭火力発電とほぼ同じ
(8.4円/kWh) → 4.2円/kWhへの期待、ただし、風の良いところ
- 力をいれているところ

CEGB IN UK、ELSAM IN Denmark、UNION FENOSA、IER IN Spain

※ 協力してMW規模へ←この電気、1988年春に送電された。

3) 太陽エネルギー (単なる heating)

- スイミングプールの太陽熱による加熱、ECで成功
- 新家庭用加熱水システムに太陽熱を集める方式が開発されている。
- 設備費が安い→学校、ホテル、住居……

4) 太陽光電池

- 非常に大きな努力が払われている。
- 宇宙でのPowerとして利用
コストが1桁の大きさを低減化
更にコストダウン←転換効率のUp
- 地方の過疎地域の家、農家でのphoto voltaic電気の利用可能になる。
- ECは力を入れようとしている。

5) バイオマス (エネルギー源としての生物体)

- これは低く評価されている。
- 大きな商業的エネルギーシステムの部分になり得る。

Renewable Egy (DATA←科学朝日'89.11.1 49巻11号)

○ 太陽電池 エネルギー変換効率約10% $0.1kW = 100w/m^2$
太陽放射エネルギー

直射日光約 $1kW/m^2$

● 豪 PERC型 単結晶シリコンセル $4cm^2 = (2cm)^2$
↓
23.2% 効率
多結晶 → 17.8%

● 阪大 アモロハスシリコン系→15%にせまる
(金属、ガラスの曲面)

● EC 約 $1.1\$/W$
↑17%効率 マルチ・チエス計画

将来計画

○ 2万kW/年分 (アモルファスシリコン)

↓ シーメンス (西独)

○ 3000/基発電プラント
イタリア

○ 水吸みポンプ 2000カ所

砂漠化対応サヘル溶口

● 太陽電池→'95に経済的 (by西独)
(風すでに経済的)

米 19万4000kW (total)……カルフォルニアの砂漠でoperation中
コスト 10~12セント/kWh

14円~17円/kWh

豪 1000kW……病院

TABLE 1.4 RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION IN THE EC 1986(mtoe)

	1	2	3	4	5	6	7	Total
Belgium	0.31				0.21	0.40	0.65	1.17
Denmark	0.01		0.08		1.87		0.48	2.84
France	16.10	0.20		0.04	0.08		7.40	24.42
Germany	4.14				4.35		7.54	16.03
Greece	0.75	0.00		0.01			0.70	1.46
Ireland	0.28						0.07	0.35
Italy	10.08	0.53		0.05	0.00		1.85	12.50
Luxemburg	0.17		0.00					
Netherlands	0.00				0.35		0.22	0.57
Portugal	1.91	0.00			0.03		2.06	4.00
Spain	6.09			0.02		0.60	2.86	8.97
UK	1.56		0.00		0.01		0.96	2.53
Total	41.35	0.73	0.08	0.12	6.90	1.00	24.78	74.95

Source : Systemes Solaires(1988)

Key to technologies :

1.Hidropower	5.Heat Recovery
2.Geothermal Energy	6.Wastes
3.Wind Energy	7.Biomass
4.Solar Thermai Energy (i.e. Active Solar Heating)	

TABLE 2.1 TARGET CONTRIBUTIONS FOR RENEWABLE TECHNOLOGIES IN THE EC IN 2010 (mtoe)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sab- Total	13	Total
Belgium	0.09	0.31		0.23	0.20			0.21		0.30	0.65	1.00	3.00	1.00	10.0
Denmark		0.01		2.23				2.43	0.50	0.20	0.48	2.00	7.90	1.00	8.9
France	2.30	16.08	0.57	2.30	2.29	0.15	0.20	3.00	0.50	1.50	7.40	9.00	45.10	7.00	52.1
Germany	1.74	4.60		7.63	1.71	0.14		14.45	1.90	0.70	1.54	3.90	44.30	6.00	50.3
Greece		0.80	0.33	0.13	0.36	0.10					0.70	2.00	4.40	1.00	5.4
Ireland		0.78									0.07	1.07	1.40	1.00	2.4
Italy	3.82	12.43	3.83	2.30	0.50	0.15				0.30	1.85	6.00	31.2	8.00	39.2
Luxemburg		0.11											0.1		0.1
Netherlands		0.00		2.00				0.35		0.20	0.22	1.00	3.8	1.00	4.8
Portugal	2.00	1.91		0.05	0.80	0.05		0.07			2.06	2.00	8.9	2.00	10.9
Spain	3.42	7.49	0.30	0.51	0.50	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	2.86	4.00	19.3	6.00	25.3
UK	1.14	1.56	2.89	8.87	0.88	0.02	0.08	0.10		0.30	0.96	6.00	22.8	5.00	27.8
Total	14.51	45.28	7.92	26.25	7.24	0.71	0.28	20.61	2.90	3.60	24.79	37.90	192.0	39.00	231.0
Increase Over 1986	18.44		7.19	26.17	7.12	0.71	0.28	13.71	1.90		41.51		117.0	15.00	137.0

Source : Systemes Solaires(1988)

Key :

1. Microhydropower	7.Seapower
2.Hydropower	8.Waste Heat
3.Geothermal	9.Wastes
4.Wind	10.Biofuels
5.Solar thermal	11.Wood
6.Photovoltaics	13.Solar Architecture

SE1-1

持続的エネルギーの成長：達成可能か不可能か

1. H.Moore (米) Deputy Secretary of Energy

1) エネルギーの成長は、我々のできるコストで、持続し得るのか?

この疑問に対して、答えは絶対にイエスである。

但し、次の事がなされる必要がある。

- エネルギーについての相互の依存性
- 国際的に先導されるべき原理が、国際的相互協力と自由市場に基づくこと。

2) 過去15年間からの学修として(エネルギー不足や供給過剰、株の下落、負債、厳しい財政からのインフレ価格…)、短期間の開発や、市場の操作により、協力や自由市場がより良く働くべきである。

3) 米国の努力すべきこと

- 国の提案とエネルギー分野の活動が両立し、国内の生産を最大にする。
- 国は、多くの国内のエネルギー開発を支援すべく多くの案を出す。

ブッシュ政策

- 国内の石油、ガス、の探査や石油の回収への税政策
- 環境保全を考慮しての健全なエネルギー資源の開発への支援
(米の石油産業は輸送事故に大金を払っている、アラスカ)
- クリーンな石炭技術開発を定置する。
 - ・2000年までに、SOxの放出の50%低減法の要求……公益企業や工場に対して
 - ・途上国へのクリーンな石炭技術の促進
 - ・天然ガスの利用促進、米のエネルギー政策の中での輝かしいスポット
 - ・政府の価格コントロールの撤廃

↓
我々の市場拡大

- 真の開かれた世界市場での自由貿易ができること

↓
成功しよう→やらなければ!
健全な国内生産と貿易の拡大(加のガス貿易)
||
\$10b/年
米政府の最初のエネルギー政策の勝利

4) 原子力

我々は再び、原子力を将来の実現し得るOptionとするだろう。効率的、安全で良く管理された原子力プラントができるならば、将来追加しなければならない化石燃料を用いるプラントと積極的に置き換える。

このため、米政府はより進んだ技術開発を支持する

- ★標準化された設計
- ★一体化された許認可
- ★効率の良い廃棄物処分のプログラム
- ★管理の優れたところをより高度に標準化

これらは、21世紀の世界のエネルギーのニーズを考慮して、産業界を再び活性化するための要望である。

5) 再生可能エネルギー

○ 政府の研究支援→21世紀を先見するこの技術の調査活動等

- ★風、太陽熱と電池、生体燃料、太陽光建築……これらの商業化への促進
 - 太陽熱から800MWの電気を得ている。

○ まだ第一のエネルギー資源とはみていない、この資源開発には保守的

○ これらのものが事業化につながるような効果的的制度や基準の開発

6) 石油

我々は、輸入石油に重く頼り続けなければならない。

- ★2000年までに原油生産量は600万バレル/日に低下、
原油の輸入量は1000万バレル/日に上昇
(米、エネルギー情報局)

7) エネルギー開発

- 基本 :世界市場において、協力と自由貿易
:開発が環境を害さぬこと

8) 国際協力

- IEAのエネルギー大臣会議 ('89年5月)環境課題優先
- 経済サミット ('89年7月)環境課題優先
- 国際政治パネル ('89年10月)

9) 結論

私の信ずるところは、エネルギー開発は持続し得ること。

条件として

- 安易な選択を求めず、最善の選択を選ぶ
- 互に異なっていること、互に独立していることの認識
- 互に環境的に健全なエネルギーの開発に関してコストや利益を分け合うことの保証

2. B.Lee (韓国) Minister of Energy Resources.

- 1) 20年前の、ローマクラブの明言;経済成長にとっての制約
今までは、持続し得ること=エネルギーの入手可能
2年前は、持続し得ること=エネルギーの品質に転換
エネルギーの不足でなく、エネルギーの品質不足であること。即ち、エネルギー資源の安全性→環境の健全性の保持
- 2) 持続し得るエネルギーに対する三つの重要な疑問がある。
 - ① 入手可能という疑問は最後には解決されるのか?
 - ② 持続し得るエネルギーの将来の理想的な枠組みは何か?
 - ③ この持続し得るエネルギーの将来に、いかに到達せしめ得るのか?
- 3) 多くの場所では、エネルギーの品質より、入手可能を優先
- 4) 石油
 - ① 現在は生産過剰
 - ② 石油の消費
ここ3年は、2.3%Up/年(世界的に)1987 1988 1989
1.5%Up/年 at 1980年の始め
これは石油ショックからの驚異的回復
 - ③ 石油の需要
2.3%Up年北米
2.2%Up年ヨーロッパ
5.4%Up年アジア、太平洋沿岸
 - ④ 日本
 - 日本は消費国のモデル
 - ショック後4.2%down/年した。
即ち 0.8%Up/年 1980年前半
9.9%Up/年 '86、'87、'88年平均
14%Up/年 '89年
 - ⑤ 石油の価格
 - 価格の低落が続けば→経済成長を刺激→消費増大
節約がさしせまっていな→代替エネルギー開発Slow
消費の促進→OPECを勇気づけ
 - ⑥ 石油の生産
 - 非OPECの生産は今最大へ、1990年はじめ頃にはピークへ
 - 世界の石油需要の拡大に伴い
↓
 - OPEC市場の拡大
21Mバーレル/日、現在
↓
24Mバーレル/日、3年後
*余剰生産量5Mバーレル/日
|| 5Mバーレル
24% = $\frac{5M}{21M}$
21Mバーレル

★記憶すべきこと、石油ショック

- ① 石油ショックの時、OPECの余剰生産量が4Mバーレル/日に下がった。
- ② 今、この引き金になる点からさほど遠くない、石油価格の上昇時期は熟している。
- ③ OPECの関係大臣の最近の意見
 - 24Mバーレル/日の生産量は'92年には到達。もはや、割当ての振り分けについての口論はない。
 - 先見として、石油価格の年間上限の調整はやむなし。
- ④ DR.W.Hogan(Harvard Univ.)の意見
 - 非OPEC石油の供給が増加し、節約が続いても、ソフトな石油市場は次の10年間に、より高い価格へと向かって行く。
 - 政治への関連→消費者がこれに対応するための準備期間を与えてくれる。
 - 生産者に頼る年は終わるだろう。

5) 世界の風潮

- ① 今や、世界の石油市場の風潮の変化を認識すべきときであり、新しい環境を準備する時
- ② 1980年の始めに、エネルギーと経済のカップルを取り外すと言う考え方があり、エネルギーは経済成長に絡みつく制約になることをやめたように思われた。
- ③ しかし、1986年以来、それは一時の流行だと認識された。今またエネルギーと経済のどうしようもない関係に、気がつくだろう。
- ④ 心すべきことは、なおやはり入手可能ということが大きな関心事である。我々は持続し得るエネルギーシステムとは何かを、自分に問うべき時である。

6) 持続し得るエネルギーシステム

- ① そのシステムとは何か
 - イ 節約と再生可能なエネルギーに頼ることなのか。あるいは、多くを改良された原子力エネルギー技術に頼ることになるのか。
- ② その性格
 - イ このシステムは、入手可能という問題によって、困り物扱いにならぬこと
 - ロ 少なくとも環境に対してのコストが負荷されていること
 - ハ 不確実性に関連して、柔軟性を持つこと
 - ニ 市場のある場所で、自然のなりゆきの結果であること
- ③ システムの構築
 - これは発見するのではなく、広く受け入れられるシステムを構築するシステムの手段の開発である。

7) エネルギーシステムを構築するシステムの開発

第一 原子力の選択の開発

- ① 原子力は頼りになる解決を与えてくれる。
 - イ 入手可能の疑問
 - ロ 環境の疑問

- ② これは資源のない国にとって、特にそうであること
 - ③ 原子力は他の化石燃料に対して、経済的な代替えである。
 - ④ 輸入化石燃料にからむ不確実性を解放する。
- ☆ 国際原子力規制機関の創立(IAEAの補完)

第二 節約と再生可能エネルギー資源の開発

- ① 過大評価はすべきではない。
- ② 途上国への協力の必要性、早いほど負担の軽減
- ③ 韓国は先進国の技術への期待
2000年までに3%を新しい資源で供給
- ④ 途上国の節約、再生可能エネルギーには限界がある。

第三 環境的に、そこで生じるエネルギー資源をどう使用するかという選択の必要性

- ① 各国は、この点についてあらゆる努力をすべきこと
- ② 環境的に不利益な輸送の限界を克服するために、全体的な手段の必要性。ここは、途上国と開発国との協力が必要で、開発国は途上国の負担をカバーすべき。
∴ 開発国、人口20%、エネルギー消費80%
途上国、人口80%、エネルギー消費20%

第四 安定した石油市場を持つこと

- ① 持続し得る世界の石油システムを達成するためには、広い協力というNet Workが前もって必要
- ② 特に、輸出入国間で情報のチャンネルの必要性
∴世界の石油の開発や貿易の中での不確実性の低減

[エネルギー市場での自由競争の維持]

イ 現在、自由競争という教科書モデルから遠く離れている。

ロ 石油の平衡状態を提供している側は、長い間生産者の手によって管理。現実には、供給者の政策的行為によって明らかに石油舞台を優先

ハ 消費者は、この石油舞台で愚かなるby-Playerであった。

【これは、我々が参考とする自由市場ではない!】

ニ 世界の石油の2/3以上をいくつかの生産者が所有している限り、彼等が個人でなく、グループとして振う限り、市場は自由な価格で競うような自由競争市場ではない。

↓

価格も決められないし、守れない。

ホ 強調されることは、エネルギーのための通常の市場を持つ必要性があること。
このことは、持続し得るエネルギーシステムに到達する必要条件である。この中に、生産者と消費者の特別なグローバルな協力が含まれる。

ヘ 世界の石油価格を安定するための政策的調整が必要

ト 持続し得るエネルギーの将来のための仕事と、石油市場の不安をなくすため、生産国と消費国がこの戦いに挑戦し合流すべき時である。

チ 両者の我慢が必要、それは石油価格が長い間かかって平衡値に近づくまで、石油の価格がふらつくが、この許されるべき幅に合意すべきだ。

★この提案に懐疑的な人に対して指摘したいことは

「為替のコントロールに努力している7カ国大蔵大臣の働き」である。

彼等は、為替市場をより受け入れ易い姿に向けるため互に妥協したではないか!このやり方は完璧ではないが働いているではないか!

要約

- ① どれだけエネルギー資源があるかと言うことと、現在の不安定なシステムを改善すること
- ② 我々は、そろって環境に適したエネルギーの使い方を探し、補強する必要があることと、原子力エネルギーの開発、エネルギー節約、再生可能なエネルギーの開発のための技術移転の国際的調整が致命的に大切であること
- ③ 我々は、夫々公平な努力を払い全地球の健全な環境を改善し保護する必要性のあること

異状なくらいの多国間の協力が必要である。

WG-3

再生可能なエネルギー技術

- 1) 水素(太陽エネルギーによるH₂Oの分解より生成)に関する技術は知られているが、現在進行中であり、勿論、満足すべき状態にはない。
太陽による水素エネルギーは高価であるといわれている。
- 2) 太陽エネルギーを用いることによって、水を電気分解し水素を生成する問題が解決し得るのかどうかについての研究が続けられている。このような水素は産業界、家庭、発電所、自動車や航空機に用いられることが出来るだろう。
- 3) 地球を回っている衛星は、太陽エネルギーを捕集し、電気にかえて活動している。この電気は将来マイクロ波やレーザーによって地球に送られることになるだろう。
世界のエネルギーのニーズに合わせるため、宇宙のエネルギーシステムは一層研究開発される必要がある。太陽エネルギーは数少ない世界的な選択の一つである。
- 4) また、もう一つの地上での選択として、田舎におけるバイオ-ガスの生産と利用についての報告がなされた。バイオ-ガスは家庭や農家からの廃棄物であり、下肥えも含んでいる。これらについては中国のバイオ-ガス研究所から報告された。
- 5) バイオ-ガスをうまく使いこなすことに、中国やインドは成功しており、まずは、それぞれの農家や家族にとって十分な量である。この技術はメタンや有機肥料を生みだし、環境的に健全な技術であり、化石燃料を減らすのみならず農業廃棄物を減らすことに役立つ。
- 6) 開発国は、汚物処理プラントに連結して、バイオ-ガスプラントを現在使用している。彼等は、彼等の必要なエネルギーの5%をカバーできると評価している。

WG-4

エネルギーの新しい見通し、2000~2020

- 1) 途上国は相対的に、エネルギーの生産と消費に関しては効率が悪い、従ってエネルギーに関する効率は改良されるべきである。
ある、2~3の国では、電気のロスが30%以上で、ある一つの国に到っては50%に達する。
途上国においては、石油の精製過程で、平均のロスは5%~0.05%である。
- 2) エネルギー消費への着実な需要と、現存している資源とは対応し得ているが、燃料の使い方や人口の伸びが変化したら無理である。
- 3) ここで出された結論は、世界市場を見守ってきた人達にとって大きな驚きとして受け取られなかった。
2020年までは、OPECの国々は、世界の化石燃料資源の50%を供給し続けるだろう。
開発国と途上国の中で、エネルギーの効率というものが、スローガンとなるだろう。
2000年までには、東ヨーロッパの国々は、エネルギーの実質的な輸入国となるだろう。
アジアやSub-Saharanの国々のエネルギーの需要は増大しているが彼等がバイオマスのエネルギーに依存を高めており、環境に役立っている点が、注目された。

エネルギーと産業の進化

- 1) 我々の変化しつつある世界において、途上国は、自国の産業化、経済成長、人口の増加と生活様式の向上のために、世界の現在のエネルギー資源に課税するだろう。
若しも、世界人口が現在と2060年の間、たった1%増加したと仮定し、また世界の経済が2.3%成長したとしたら、地球のエネルギー使用量は4倍になるだろう。
- 2) 着実に地球のエネルギー需要が増加している、我々が将来のエネルギー戦略をどう選択するかという問題にそれが影響を与えることになるだろう。
特に開発国において、環境を保護しなければならないという高い関心から、この我々の需要が討議されている。(C.Stan、米)
- 3) スウェーデンにおいて、エネルギーの生産と消費とその環境に与える影響は多くの大衆の関心事である。
1980年にスウェーデン国民は2010年までに原子力エネルギーの使用を除去することの決定を採択した。チェルノブイルの事故後、スウェーデンの核を用いないという国民のエネルギー政策がスタートし、1995年に向けて動きは始めている。
- 4) スウェーデンのエネルギー関連の人達は、すでに増加しているエネルギーの需要に対して代替し得るエネルギー資源を今探している。
一つの代替としての水力の開発は、それが環境へ悪い影響を与えることにより、制限されている。
事実、水力発電開発は、よりクリーンな原子力エネルギー資源の開発をきめたため、過去に放棄されている。(H.Albinson、スウェーデン)
- 5) 将来、発電所から放出されるCO₂は、環境への関心から、制限されることになるだろう。
今、この選択は何なのか、誰が代替エネルギー資源に転換するためのコストを負うのか。
若しも、我々がスウェーデンの産業を封じ込め、しかもなお我々が産業界の作る製品を欲するとすれば、それは製品を外国に求めることになるだけのことである。
- 6) スウェーデン貿易連合は、環境に対する関心から、主要産業が閉鎖されて、解雇や製品価格が増加することを恐れている。明らかに環境政策とエネルギー政策の間の争いが解決されるべきである。
明らかに環境政策とエネルギー政策の間の争いが解決されるべきである。
(H.Albinson、スウェーデン)
- 7) 英国では、1970年代(オイルショック時代)の間、エネルギー資源の利用効率の低さが誘因でエネルギーの消費を下げてしまった。しかし、消費者の需要は増大しているのにもかかわらずそれ以来、低効率の傾向はそのままにされている。(R.Evans)
- 8) 環境への関心が、消費者のエネルギー需要を下げてしまうとは思えないが、この関心は産業界を刺激して、よりクリーンなエネルギー資源の開発を促進するだろう。
消費の市場で、価格というものは何かを言いたそうで、エネルギーをどのように、いつ用いられるのかと喋っているように思える。(R.Evans)
- 9) 途上国において、明白にして分離できないエネルギーと経済の関係がある。1986年以来、韓国のGNPとエネルギーの需要は1:1の関係を維持している。
経済成長は、エネルギー資源の間での競争を刺激し、資源をより安全な、よりきれいな、また、より便利な燃料にするように対応せしめるようになる。(H.Lee、韓国)

エネルギー計画か、破局への移行か

- 1) 円卓会議の裏にあった関心は、計画なしでは世界はエネルギーの危険な状態に入ってしまうのかということであった。
 - 2) 全体の雰囲気として、現在は我々の知性が十分あって破局へ移行することないというパネリスト達の意見であった。
 - 3) パネリスト達の主な関心は、石油の価格が急上昇したときの将来に対してどうプランを立てるかであった。
 - 4) 急激なインフレーションの恐怖や、本来、世界の政府は商品の価格やサービスを固定することができない性質のものであり、選択として政府による価格の固定は除外された。前半の討議で浮かび上がってきたのは、将来、節約や国際協力を考えないとエネルギー計画は立案できないものであろうかということであった。
 - 5) カナダ石油会社副社長の意見として、石油の価格が不確実なときには、石油生産者は現在ある資源からできるだけ多くのものを得ようと一生懸命になるものであり、我々の現存するプラントから最後の1バレルを得ようと絞り出している。長い範囲に亘る目標が定まるまでこの傾向は継続するだろう。
 - 6) ヨーロッパの考え方は、エネルギーの節約は益々重要になってくるということであった。それは資源の不足の理由ではなく環境からくる理由からである。また、節約のための努力は国際協力を通してなされるべきである。そうでないと夫々の国の経済に影響を与えてしまうし、不公平な経済的利益が生まれないようにすべきである。
- 節約が計画のベース。国際協力の必要性

温室効果に対して、今何をすべきか

- 1) 主なグリーンハウス効果に関与するガス、CO₂とメタンはエネルギーの生産、輸送と使用の結果である。
エネルギー政策や、世界の中で、色々なエネルギーシステムについて何をなすべきかということが基本的な疑問になってきた。(R.White、US)
- 2) 現在の経済の成長率が2.5%とすると、環境のCO₂は50年以内に2倍になるだろう。途上国の化石燃料の燃焼量は、1987に於て、世界の19%も占めている。(インドのreport) もし、この様な状態が継続するならば、世界の環境に大きな変化を生じさせることになるだろう。(P.Chesten、UK)
- 3) 一層クリーンなエネルギー資源に、より多くの投資を働きかけ、またエネルギーの需要を増大させるような投資を減らしめることによって、途上国は温室効果に関与するガスの放出を減らすことができる。
- 4) 化石燃料からの安全な放出量というものはあるのか?もし、この答を我々が持っていないならば、この疑問に関連する効果的なエネルギー政策を作り得ない。
我々は、できるだけ厳しくエネルギーの節約を押し進めなければならないし、また我々は、原子力を容認すべきエネルギーとして選択せしめるように努力しなければならない。(A.Win berg、米)
- 5) エネルギーの効率を向上させることは、短期間での可能な唯一の戦略である。これなら今なし得ることであり、今の状況に相当の影響を持っている。

しかし、たとえ我々が効率の改良を最大にしたとしても、(多分、CO₂の放出の成長を0に持って来たとしても)グリーンハウス効果を起こさないためには十分とは思えない。2~3のエネルギー技術は非常に期待されるもので、次の20年間にコストが安くなり効果的なものになるだろう。(T.Johansson、スウェーデン)

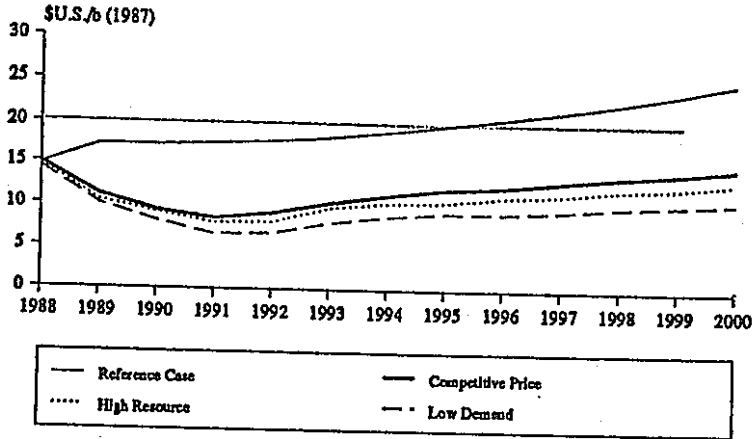
- 6) 産業革命以来、CO₂の環境温度は25%増大してきている。この除々にではあるがCO₂のガスの放出量が増大していることは、ハワイで明らかにされている。同じような他のガスの増大も生じている。それらは放熱性のガス、例えばNO_xやCFCsであり、紫外線を捕集して地球の温暖化の原因となっている。この環境をこうならしめていることについての理論的結果が、少なくとも五つの信頼し得る数学的モデルによって、世界的に広く予知されてきた。すべてのモデルは世界的な温度上昇を明らかにした。1890年以来バラツキはあるが、地球の温度は0.5°Cだけ上昇している。

TS-3

短期、中期、長期のエネルギー価格決定要因

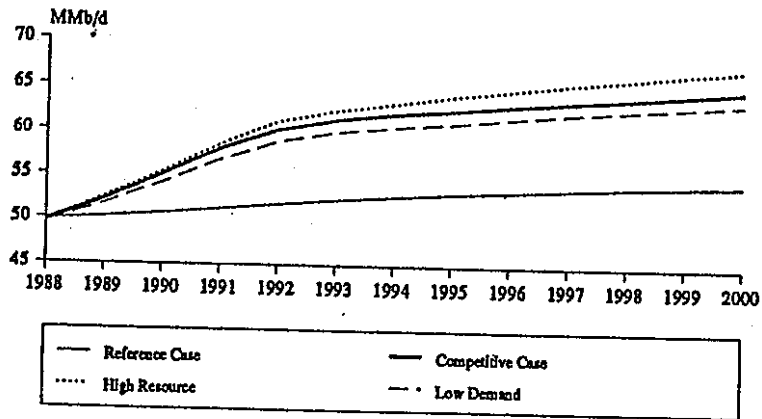
- 1) 原油の価格は、ゆっくりと1990年代に入って上昇しよう。また、この価格は安定して増加するだろう。(この予言はこの技術セッションに提出された三つの論文をサーベイして得られたコンセンサスである。)
- 2) もし、原油のドル-価格が20ドルに上昇したら原油に代わる資源や、これに入れ代わるエネルギー資源の導入やそのための技術の意欲的開発が始まるだろう。技術は棚の上にあって利用されようと待っているものである。あらゆる価格のショック的上昇の波は、それだけ早い対応を運んでくるものである。
- 3) T.Reinschのレビューは、この会場における全般の受け止め方と一致しており、石油とエネルギーの価格は、2000年に向かってゆっくりと上昇し、また長期間に亘って安定した経済状態が続くだろう。この仮定は、OPECに何が起こるかに大きく依存する。ここに大きな三つの考慮がある、①非OPECの石油保有量の減少②OPECそれ自体の安定③スポットの将来と将来の市場である。若しも、OPECがOPECのメンバーに一定の価格を保持せしめ得るならば、価格は等しく安定するだろうし、生産を増大せしめるだろう。また、価格は上昇するだろうが長期契約をすれば安定するだろう。

Figure 4: Market-Clearing Price Projections / Projections du Prix de Liquidation sur le Marché Mondial



SOURCE: C.E.R.I.

Figure 5: Market-Clearing Volume Projections / Projections du Volume de Liquidation sur le Marché Mondial



SOURCE: C.E.R.I.

Note: Excludes CPE oil consumption.

第14回世界エネルギー会議に提出paper

by Canadian Energy Research Inst.

Table 1

Framework Hypotheses

Tableau 1

Hypothèses d'Encadrement

		1985	2000	2020		
1. POPULATION (millions)					1. POPULATION (millions)	
<i>World</i>		4 837	6 147	7 829	Monde	
<i>Industrialized countries (North)</i>		1 260	1 382	1 493	Pays Industrialisés (Nord)	
<i>Developing countries (South)</i>		3 577	4 765	6 336	Pays en développement (Sud)	
2. ECONOMIC GROWTH (%)					2. CROISSANCE ECONOMIQUE (%)	
<i>(Average annual growth in constant \$ (1))</i>					<i>(Taux de croissance moyen annuel en \$ constants (1))</i>	
<i>World</i>	"M"	3,0	3,2	2,8	Monde	"M"
	"L"	3,0	2,4	1,8		"L"
<i>Industrialized countries (North)</i>	"M"	2,6	2,85	2,3	Pays industrialisés	"M"
	"L"	2,6	2,2	1,5		"L"
<i>Developing countries (South)</i>	"M"	4,65	4,7	4,2	Pays en développement	"M"
	"L"	4,65	3,1	2,8		"L"
3. INTERNATIONAL ENERGY PRICE					3. PRIX INTERNATIONAL DE L'ENERGIE	
<i>(1987 \$/barrel of oil)</i>					<i>(\$ 1987/baril de pétrole)</i>	
	"M"	29	25-30	40-50		"M"
	"L"	29	20-25	30-35		"L"

(1) Calculated for the periods 1973-1985, 1985-2000 and 2000-2020.

(1) Calculés sur les périodes 1973-1985, 1985-2000 et 2000-2020.

付 録

第14回世界エネルギー会議

①1989年9月17日(日)~9月22日(金) 6日間

②モントリオール パル、デ、コングレ会場

③参加者

- 参加国 91か国
- 参加者 5,185名(プレス 400名)
 - 北米 37%
 - 東西欧 40%
 - アジア 9%

★日本より 110名(うち原産より9名)

④会議のプログラムは別紙

⑤その他

第15回はスペイン(1992年)

第16回は東京(1995年)

世界エネルギー会議(World Energy Conference)を改名、
世界エネルギー協議会(World Energy Council)に

テクニカル・プログラムの日程

9月18日(月)

09時30分～10時30分	11時00分～12時30分	13時00分～15時30分	16時00分～17時30分
基調演説(協会)	テクニカル・セッション	円卓会議および作業グループ	円卓会議および作業グループ
MS ディビジョン1 エネルギーと社会	TS 1.1 社会の将来エネルギー・ニーズを満たすための計画	RT-1 エネルギーと炭素の進化?	RT-2 エネルギー計画から政策への移行か
ディビジョン2 エネルギーと環境	S 2.1 環境問題対策: 国際協力の役割	WO-1 火力発電所の稼働率	WO-1 火力発電所の稼働率(続き)
ディビジョン3 エネルギーと経済	TS 2.1 エネルギー経済の国際的側面		
ディビジョン4 エネルギーと技術	TS 4.1 炭化水素: 石炭、石油および天然ガス		

映画・ビデオの上映:

各国の国内委員会提供の映画とビデオは
11時00分～17時30分に上映。

9月19日(火)

09時30分～10時30分	14時00分～15時30分	16時00分～17時30分
テクニカル・セッション	円卓会議および作業グループ	特別エネルギー問題(協会)
TS 1.2 エネルギー供給の社会的選択	RT-3 エネルギー計画の資金面: 公私いづれか	SE1-1 特殊なエネルギー成長 達成可能か不可能か
TS 2.2 環境影響評価: 大気、水質、土壌	WO-2 工業プロセスにおけるエネルギー消費	
TS 3.2 エネルギーに關する主要経済要因	WO-3 再生可能エネルギー技術: バイオガスとソーラーパワー	
TS 3.3 短期・中期・長期的エネルギー価格決定要因		
TS 4.2a 原子力、水力および再生可能エネルギー		
TS 4.2b エネルギー流通・システム		

映画・ビデオの上映:

各国の国内委員会提供の映画とビデオは
08時30分～17時30分に上映。

9月20日(水)

08時30分～12時00分	12時00分	14時00分～15時30分	16時00分～17時30分
テクニカル・セッション	昼食時の新聞発表	円卓会議および作業グループ(協会)	特別エネルギー問題
TS1.3 エネルギーに関する意思決定の社会的役割	「新しいWECI行動」	RT-4 エネルギー計画と公衆?	SE1-2 21世紀のエネルギーと地政学
TS2.3 環境問題対策: 技術の役割		WO-4 新しいエネルギー関連し 2008～2020年	
TS3.4 エネルギーに関する意思決定の経済性: 電力部門		WO-5 環境影響と汚染防止コスト	
TS3.5 エネルギーに関する意思決定の経済性: その他エネルギー部門			
TS4.2a エネルギー研究開発			
TS4.2b エネルギー技術問題のその他の話題			

映画・ビデオの上映:

各国の国内委員会提供の映画とビデオは
08時30分～17時30分に上映。

9月21日(木)

09時30分～12時00分	14時00分～15時30分	16時00分～17時30分
レビュー・セッション(協会)	円卓会議および作業グループ	
RS エネルギーと社会 報告者: 各ディビジョンの副委員長	RT-5 「温室効果」に対して何を なすべきか	RT-6 途上国世界における明日のエネルギー
エネルギーと環境 報告者: 各ディビジョンの副委員長	WO-6 統合エネルギー・システムのための計画立案	WO-6 統合エネルギー・システムのための計画立案(続き)
エネルギーと経済 報告者: 各ディビジョンの副委員長	WO-7 低炭素炭	
エネルギーと技術 報告者: 各ディビジョンの副委員長		

映画・ビデオの上映:

各国の国内委員会提供の映画とビデオは
12時00分～17時30分に上映。

①急速な世界人口の増加

1950年	25億
1989年	50億
2000年	60億

②エネルギーの消費

- イ) 1/4の人々が2/3以上の世界エネルギーを消費
- ロ) 世界のエネルギー消費量は、2005年頃には今の1.5倍
(2060年頃には今の4倍)
- 第3世界 2005年頃には今の2倍以上

③エネルギー資源の埋蔵量

イ) 石油

418	Billion Barrel	1967
>900	Billion Barrel	1988

最近サウジ系は埋蔵量を50%増やした数値を示している。

ロ) 天然ガス

量が3倍増加(ここ10年で)

ハ) 石炭

ありあまっている。

ニ) ウラン

15年前、ウランの埋蔵量は原子力開発の大きな制約と考えた。今は、充分あって、1995年の消費率で計算し、75年間はもつ。多分もっと。FBRが動けばもっともつ。

ホ) 再生可能なエネルギー

④石油

イ) 現在は生産過剰

ロ) 石油の消費

1.5%up/年……1980年の始め

2.3%up/年……1986、1987、1988

これは石油ショックからの驚異的回復

ハ) 石油の需要

2.3%up/年……北米

2.2%up/年……ヨーロッパ

5.4%up/年……アジア、太平洋沿岸

ニ) 日本の石油の消費(本会議に提出された韓国資料から)

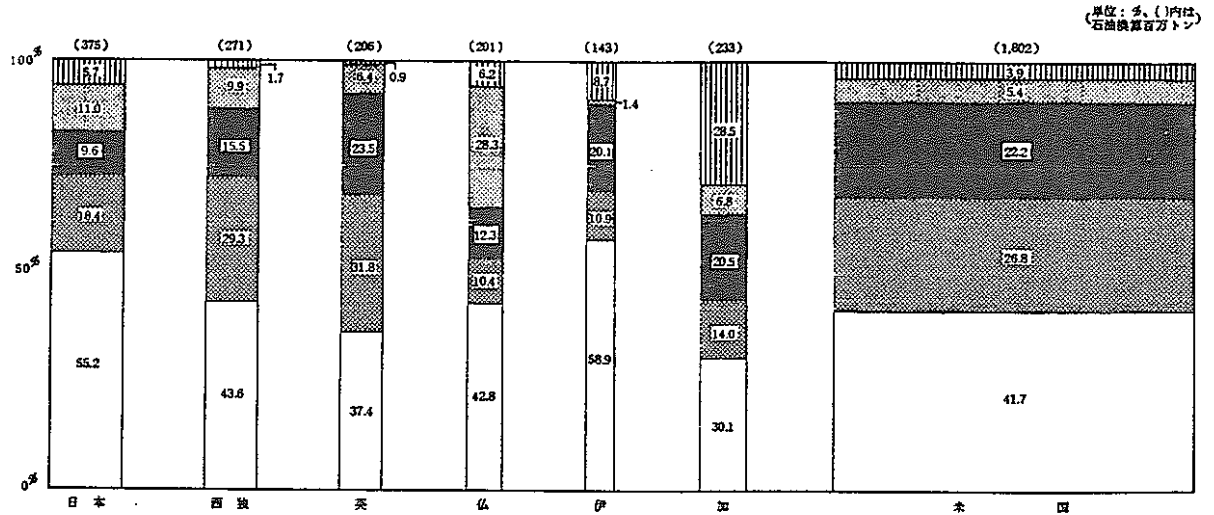
0.8%up/年……1980年前半

9.9%up/年……'86,'87,'88年の平均

14%up/年……'89年

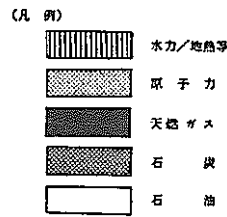
主要国の一次エネルギー供給構成

出所：総合エネルギー統計 S63年版



	全エネルギーの輸入依存度 (1986年)	石油の輸入依存度 (1986年)
日本	80.1%	99.6%
西独	52.3%	95.2%
英	△ 19.4%	△ 69.4%
仏	55.6%	95.9%
伊	79.3%	96.9%
加	△ 19.1%	△ 2.7%
米	12.3%	3.6%

(注) △は輸出を示す。
(出所) : OECD ENERGY BALANCES



(出所) : OECD ENERGY BALANCES
(注) 四捨五入の関係で端数のあわない場合がある。

(コメント)

- ① 上記7ヶ国で自由世界のエネルギーの70%弱を、また自由世界は世界の70%弱を消費している。
- ② 各国とも石油の割合が最も高い。特に日本、イタリアが高く6割弱を占めている。
- ③ 米国は天然ガス(国産)、西独、英は石炭の割合が大きい。
- ④ 加は水力発電の割合が大きい。

世界のエネルギー資源埋蔵量

出所：総合エネルギー統計 S63年版

		石 油	天 然 ガ ス	石 炭	オ イ ル サ ン ド オ イ ル シ ョ ール	ウ ラ ン	
(注1) 究 極 埋 蔵 量		2兆バレル 自由世界 1.5 共 産 国 0.5	204兆m ³	9.9兆トン うち高品位炭 〔 6.0兆トン 〕	(注3) オイルサンド 16,000億バレル オイルシェール 55,000億バレル	不 詳	
(注2) 確 認 可 採 埋 蔵 量 (R)		'88年1月 8,873億バレル 自由世界 8,081 共 産 国 792	'88年1月 108兆m ³ 自由世界 65 共 産 国 43	'88年10月 7,308億トン うち高品位炭 5,158億トン 自由世界 2,760 共 産 国 2,398		'88年1月 230万吨 \$80/kgU以下 162万吨 \$80~\$130/kgU 68万吨	
地 域 別 賦 存 状 況	北 米	3.6%	7.5%	高品位炭 26.3%	74.0%	26.4%	
	中 南 米	12.9	6.0	0.5		21.1	8.3
	西 欧	2.5	5.7	6.2		4.9	8.0
	中 東	63.7	28.6	0.2			0.2
	アジア・太平洋	2.2	5.9	7.9			25.5
	アフリカ	6.2	6.5	12.4			31.6
	共 産 国	8.9	39.8	46.5			不 詳
(注2) 年 生 産 量 (P)	'87年 204億バレル 自由世界 147 共 産 国 57	'87年 193百億m ³ 自由世界 112 共 産 国 81	'86年(高品位炭) 31.8億トン	(少 量)	'86年 3.7万吨 (共産国を除く)		
可 採 年 数 (R/P)	'87年 全世界 43年 自由世界 55" 共 産 国 14"	'87年 全世界 56年 自由世界 58" 共 産 国 53"	高品位炭 全世界 174年	(大)	63年 (共産国を除く)		
出 典	(注1)	Moody ('75年)	Weeks ('71年)	世界エネルギー会議 ('86年)	Encyclopedia of Energy等		
	(注2)	Oil & Gas Journal	Oil & Gas Journal	同 上 うち生産量 Coal Information 1987		OECD/IAEA ('88年)	

(注3) オイルシェール、オイルサンドは原始埋蔵量(ただし確認されたもの)である。

(コメント) 石油については、他のエネルギー資源に比して、可採年数が短いこと、及び賦存状況が著しく中東地域に偏っていることが特徴である。

世界の原油埋蔵量、生産量

出所：総合エネルギー統計 S63年版

(単位：百万バレル)

地域・国名	1987年末埋蔵量	1987年生産量	可採年数
北米	32,095	3,588	8.9
カナダ	0,825	554	12.3
米国	25,270	3,034	8.3
中南米	114,322	2,208	51.8
メキシコ	48,010	927	52.1
トリニダード・トバゴ	507	57	9.9
アルゼンチン	2,270	155	14.6
ボリビア	156	7	22.5
ブラジル	2,340	207	11.3
チリ	290	10	28.4
コロンビア	1,590	141	11.3
エクアドル	1,615	64	25.4
ベネズエラ	512	60	8.6
その他の他	58,300	579	97.3
その他	72	1	49.4
西欧	22,448	1,443	15.6
オーストリア	105	8	13.7
デンマーク	440	34	13.0
フランス	213	23	9.1
西ドイツ	316	27	11.7
ギリシャ	22	8	2.6
イタリア	739	21	34.9
オランダ	195	33	5.9
ノルウェー	14,800	365	40.6
スペイン	39	12	3.3
英国	5,200	894	5.8
トルコ	380	19	20.4
ソ連・東欧	60,800	4,710	12.9
アルバニア	1,800	101	11.2
ブルガリア			
チェコスロバキア			
東ドイツ			
ハンガリー			
ポーランド			
ルーマニア			
ユーゴスラビア			
ソ連	59,000	4,555	13.0

地域・国名	1987年末埋蔵量	1987年生産量	可採年数
アフリカ	55,250	1,767	31.3
アルジェリア	8,500	237	35.9
アンゴラ	1,149	131	8.8
カメルーン	520	64	8.2
コンゴ	720	44	16.4
エジプト	4,300	328	13.1
ガボン	645	57	11.3
リビア	21,000	398	52.8
ナイジェリア	15,980	453	35.3
チュニジア	1,800	38	47.4
ザイール	112	11	9.9
その他	524	6	84.4
中東	564,680	4,581	123.3
バーレーン	141	15	9.2
イラン	82,850	843	110.2
イラク	100,000	792	126.3
イスラエル	0.7	0.4	1.9
クウェート	91,920	410	224.5
中立地帯	5,210	141	36.9
オマーン	4,012	203	19.7
カタール	3,150	103	30.6
サウジアラビア	186,680	1,470	113.6
シリア	1,750	85	20.7
UAE	98,105	519	189.1
その他	562	0	-
極東	35,902	1,910	18.8
ブルネイ	1,420	51	28.0
ビルマ	58	7	8.4
中国	18,400	986	18.7
インド	4,250	222	19.1
インドネシア	8,400	433	19.4
日本	57	4	13.0
マレーシア	2,800	177	16.4
パキスタン	96	15	6.3
フィリピン	16	2	7.3
タイ	99	12	8.5
その他	206	0.7	282.1
大洋州	1,852	211	8.8
オーストラリア	1,692	201	8.4
ニュージーランド	160	10	15.7
世界合計	887,348	20,423	43.4

出所：Oil & Gas Journal

第14回WEC('89.9)

Session1.1 paper1.1.11

by Department of Primary Industries and Energy, Australia

Figure I : World primary energy and oil consumption, 1970-1986

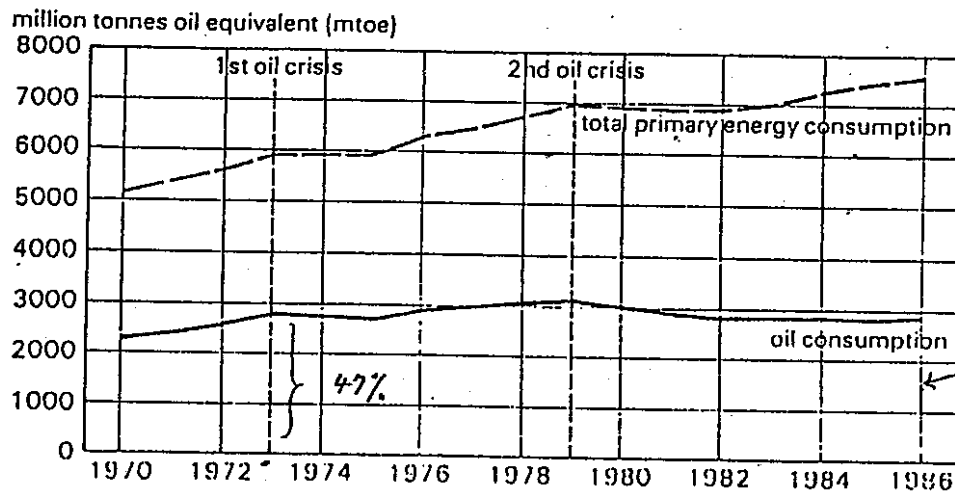
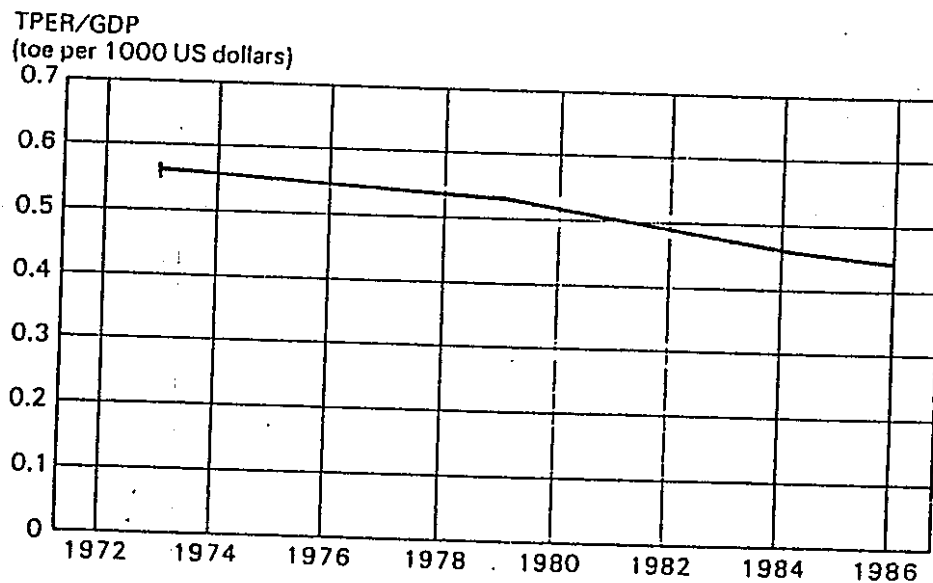


Figure II : Average energy intensity for IEA countries



世界のCO₂放出量(推定)と原子力発電所(石油換算)

	1次エネルギー			原子力発電			CO ₂ 放出量 (推定) 億トン
	生産 億トン	消費 億トン	1人当り トン/年	10億 KWH	石油換算 億トン	総エネル ギー比%	
アメリカ	13.95	15.95	6.64	414.0	1.068	6.7	43.6
ソ連	15.81	12.58	4.47	160.8	0.414	3.3	35.7
イギリス	2.5	2.11	3.75	59.1	0.152	7.2	5.7
西ドイツ	1.08	2.41	3.97	119.6	0.308	12.8	6.17
日本	0.34	3.08	2.54	168.3	0.434	14.1	7.76
カナダ	2.21	1.74	6.79	71.3	0.184	10.6	4.56
フランス	0.46	1.49	2.72	241.4	0.623	41.8	2.54
ポーランド	1.25	1.23	3.29				
イタリア	0.20	1.29	2.25	8.7	0.023	1.75	3.6
東ドイツ	0.70	0.93	5.56	10.9	0.028	3.02	2.64
チェコ	0.47	0.68	4.38				
インド	1.39	1.47	0.19	5.02	0.013	0.88	2.0
南アフリカ	0.94	0.74	1.95				2.17
オーストラリア	1.26	0.75	4.69				2.2
メキシコ	1.64	0.91	1.12				2.67
オランダ	0.66	0.73	5.06				2.14
スウェーデン	0.11	0.28	3.43	70.24	0.181	63.36	0.29
ブラジル	0.51	0.74					2.17
アルゼンチン	0.39	0.38	1.22				1.11
中国	5.82	5.20	0.49				15.25
ベネズエラ	1.19	0.42	2.37				1.23
トルコ	0.19	0.34	0.68				1.0
韓国	0.14	0.48	1.14	28.31	0.073	15.4	1.4
イラン	1.03	0.37	0.805				1.08
サウジアラビア	2.69	0.35	2.9				1.09
スイス				21.30	0.055		
ベルギー				39.40	0.106		
世界(合計)	68.87	65.25	1.325	1556.32	4.015	6.15	179.6

原子力のCO₂発生

原子力発電	0.046kgCO ₂ /kWh	5
石炭火力発電	0.943kgCO ₂ /kWh(5%)	100
重油火力発電	0.711kgCO ₂ /kWh(6.5%)	75
天然ガス火力発電	0.494kgCO ₂ /kWh(9.3%)	52

主に核燃料の濃縮工程や発電所の建設工程で使用される電気や化石燃料から生じる。

1000MWePWRの建設、運転に伴うCO₂発生量

	エネルギー消費量			CO ₂ 放出量(10 ³ tonCO ₂ -30年間)			
	必要量	電力(MWh)	熱(Gcal)	電力	熱	合計	構成比(%)
U採掘	3909MtU	76,020	521,136	35	179	214	2.9
精錬	3909MtU	86,350	517,280	14	178	192	2.6
転換	3909MtU	57,070	1,330,812	27	457	484	6.7
濃縮	3124×10 ³ SWU	8,820,170	627,580	4,081	215	4,296	58.9
加工	683MtU	205,550	441,731	95	152	247	3.5
建設運転	30年	461,000	4,571,280	213	1,568	1,781	24.4
SF貯蔵	683MtU	13,590	61,277	6	21	27	0.4
廃棄物貯蔵	30年	5,010	46,173	2	16	18	0.2
燃料等輸送	3909(天然U)→ 693(加工U)↗	1,956	67,778	9	23	32	0.4
合計		9,727,060	8,185,048	4,482	2,809	7,291	100
構成比(%)				61.5	38.5	100	

- 注 (1) 運転期間30年
 (2) 原材料、エネルギー等の原単位はERDA76-1(斎藤(22))を使用。
 (3) 電力1kWh当りのCO₂放出量0.463(kgCO₂/kWh)は1985年に対する石炭火力、石油火力、ガス火力の発電分担比0.155、0.279、0.240及びCO₂排出原単位(kgCO₂/kWh)0.943、0.711、0.494を用いて算定。
 (4) 熱消費量1GJ当りのCO₂放出量81.95(kgCO₂/GJ)は産業部門における燃料ミックス比0.364(石炭)、0.604(石油)、0.032(ガス)及びCO₂放出原単位(kgCO₂/GJ)92.2、77.2、54.9を用いて算定した。

Sept.18 Keynote Addresses

1. Energyと社会(UK.マシヤル郷)

item	人間	神
SO _x	×10 (欧+北米)	1
酸性雨	10	1
オゾン	∞	1
原子力	1(100万kW)	80×10 ⁶ (ラドン、ラジウム、U、Th)
グリーンハウス効果	0.25	1

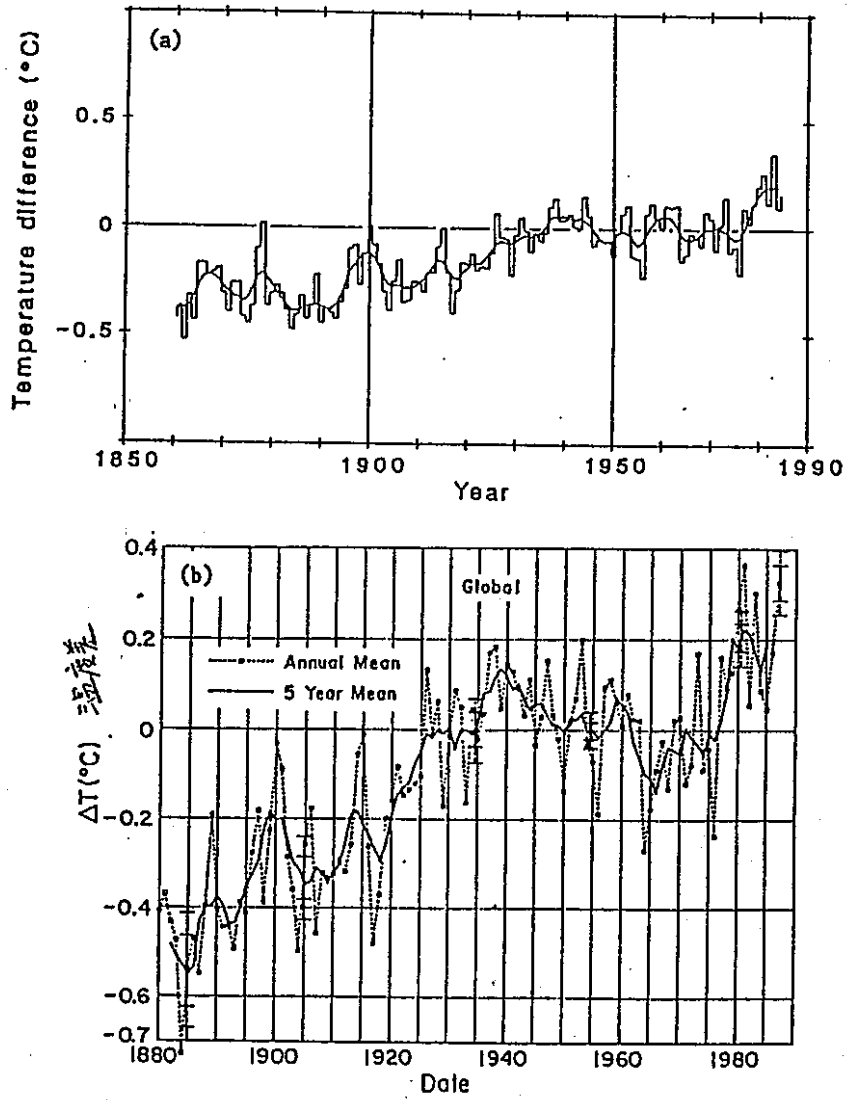
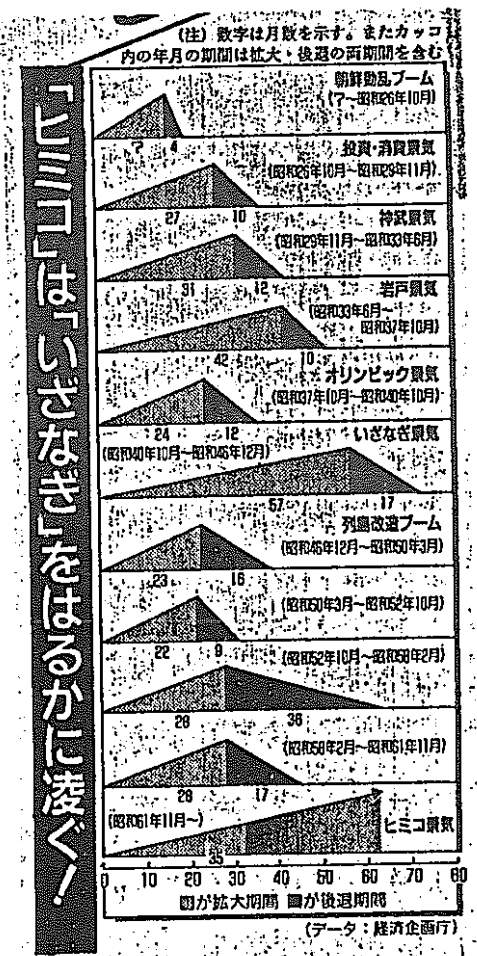
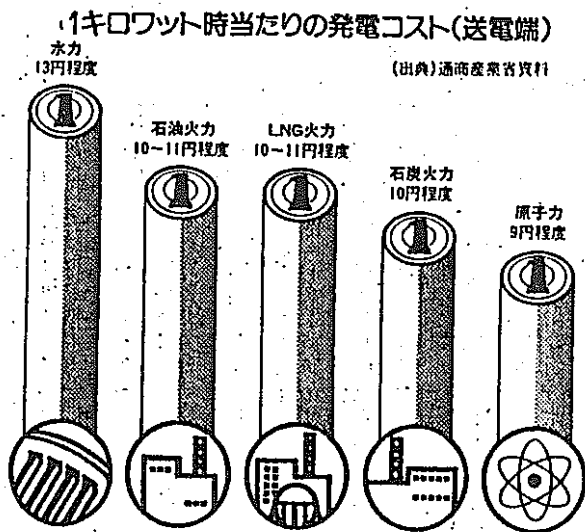
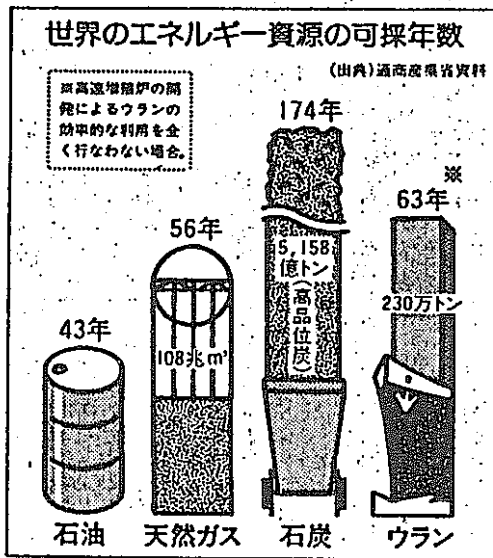
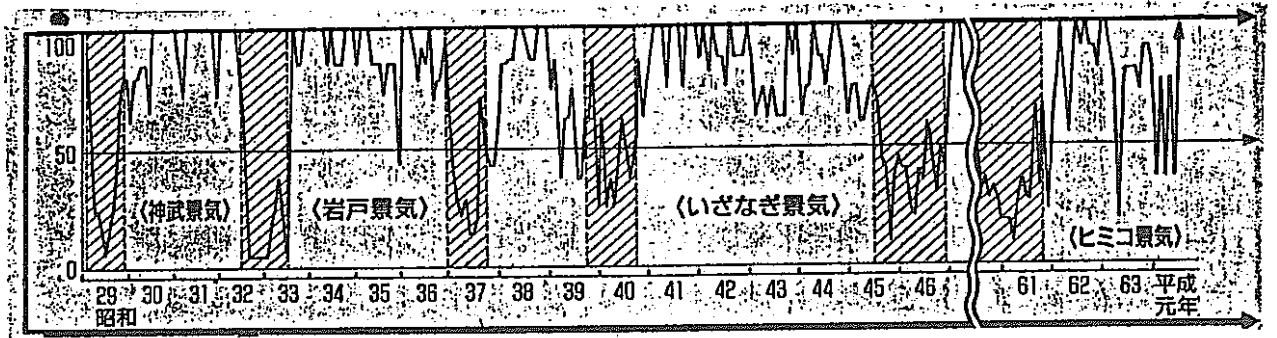


図6 全球地上平均気温の経年変化

(a) Jones et al. (1986) による. (b) Hansen and Lebedeff (1988) による.



❖原油(アラビアン・ライト)の公式販売価格推移

資料：「国際比較統計」
1987. ほかより作成

