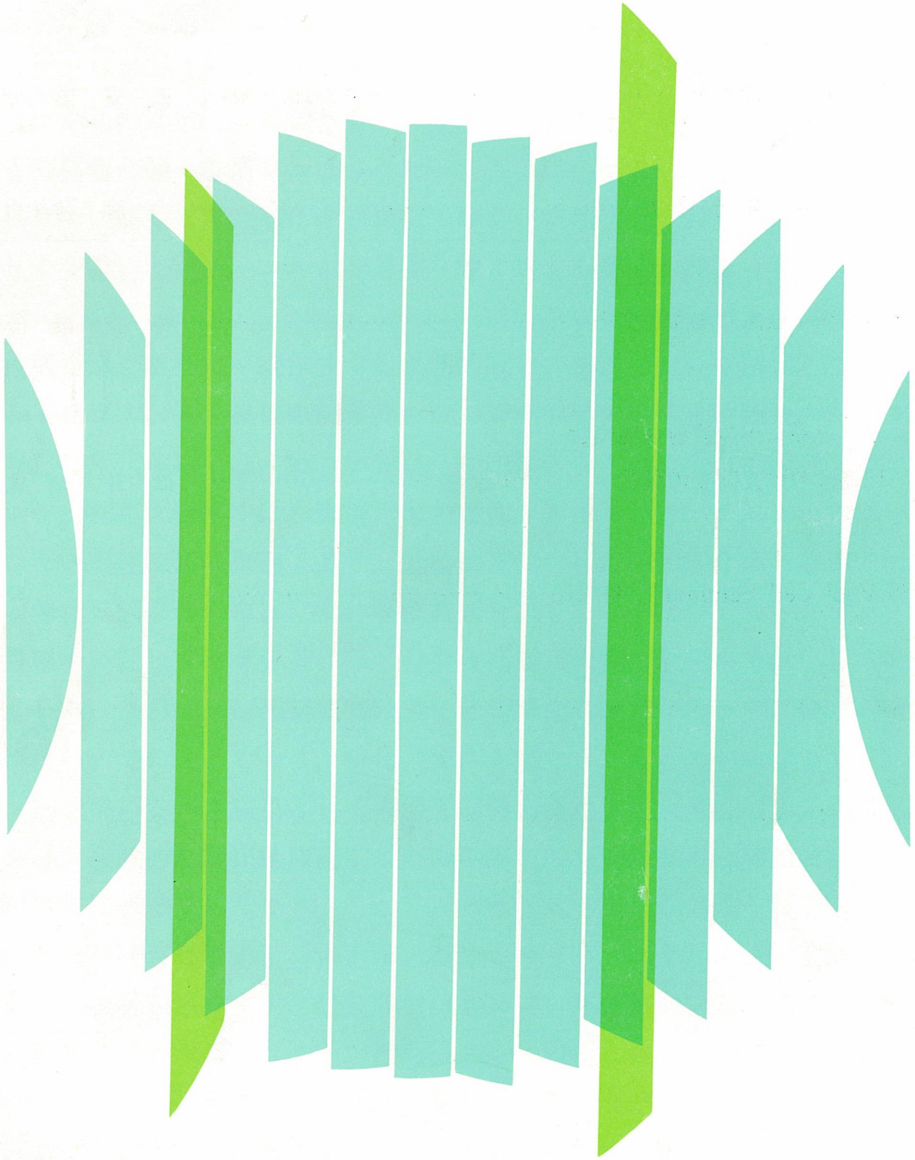
ISSN 0286-3162

季報 エネルギー総合工学

Vol. 9 No. 4 1987. 1.



財団法人 エネルギー総合工学研究所
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

目　　次

研究開発に新しい流れを ……科学技術会議議員　武　安　義　光……1

世界のエネルギー開発の行方……大　塚　益比古……2

世界エネルギー会議に出席して……井　上　市　郎……10

海外における高レベル放射性廃棄物
　処理処分の研究開発の現状……松　井　一　秋……16

〝1986 Fuel Cell Seminar〟 参加記 ……塩　入　　貢……24

研究所のうごき……32

第9巻通巻目次……34

研究開発に新しい流れを

科学技術会議議員　武　安　義　光

近頃基礎研究の強化が叫ばれ，一方，創造性といったことに関心が高まっています。これには日本の技術が高度化し，追いつけ追い越せの時代が過ぎ，新しい領域を含めこれからの進歩には基礎基盤から築き上げることの必要性を，産業界をはじめとする関係者が強く認識するようになったことによりましょう。また，海外諸国との経済摩擦に関連して商売にすぐ結びつかない基礎研究分野における世界への貢献が著しく少ないという，いわゆる只乗り論に対する反省が高まったこともありましょう。

科学技術会議が数年に一度作成する長期的政策の指針において強調している主題をふりかえります。発足直後の30年代では，研究機関の整備と技術系人材養成の強化であり，40年代前期には，動力炉開発，宇宙開発など大型の技術開発プロジェクトの推進を，40年代後半では，環境対策の強化，オイルショックのあとの50年代にはエネルギー関連技術の推進であり，低成長期に入った昭和59年末の答申では，基礎研究の強化と国際性の重視，特に国際貢献を図ることを掲げております。

この答申を基にして61年３月には，科学技術政策大綱が政府の方針として閣議決定されました。このように科学技術政策に基礎研究の重視がトップに掲げられたのも，戦後はじめてのことであり，時代の流れを感じさせるものがあります。

一方，国が進めるべき重点としての研究開発領域は上記大綱においても16領域を掲げており，長期的な国民経済安定のためのエネルギー対策もその重要性を失うものでないことは当然であります。しかし，今後これを進めるに当り新しい見方を入れて行くことが望まれましょう。近時，石油の値下り，エネルギー需要の延びの鈍化など新しい状勢があります。研究開発においても基礎研究，基盤技術の強化を図りつつ，長期視点で取り組むこと，国際協力を大胆に加味すること，また，狭議の国益をこえて世界への貢献という視点で見直すこと，などがあげられましょう。また基礎，基盤分野で，当面の効用を離れ人類共通の知識の増加に対し創造的成果をあげることができれば，これが新しい時代の国益につながることとなりましょうし，それが期待される時代を迎えています。（たけやす　よしみつ）

世界のエネルギー開発の行方

大　塚　益比古

1．世界のエネルギー消費

始めに大きな話から入りたいと思います。

図1に示したのは世界の人口です。1650年ごろ約5億であった人口は，産業革命のころから急速に増えて，今日では50億に達しました。1950年には25億であったことを考えると，ざっと3分の1世紀の間に倍増したことになります。仮にこの調子で増えつづければ，来世紀半ばには200億という大きな数になります。

ところで，世界の人々のエネルギー消費量は，同じ3分の1世紀の間に4倍増しました。そのことが同じ**図1**に示されています。その図では，ほとんど垂直に近い立ち上がり様であることに驚かされます。数字でいえば最近の年間エネルギー消費量は約300EJです。ただしEJはExa Joul，つまり10の18乗ジュールのことです。

現代の世界は大変なエネルギー消費の上に成り立っていることが，あらためて認識させられます。

世界のエネルギー消費の様子をもう少し詳

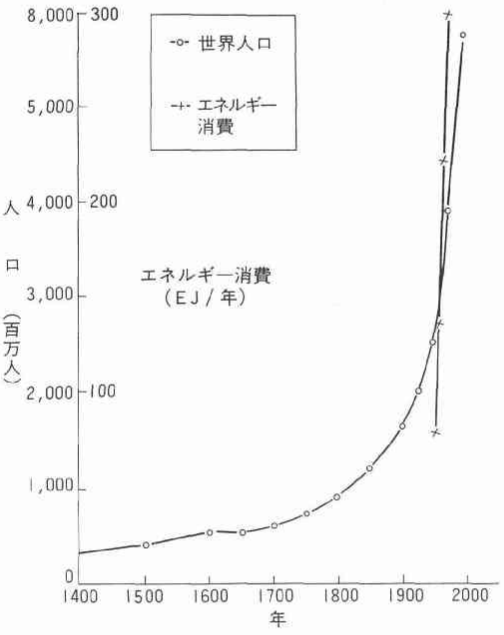


図1　世界の人口とエネルギー消費

しく観察すると，石油危機を境にして，大きな変化があったことがわかります。

世界を二つに分けて，先進国の多い地域と，比較的発展途上国の多い地域に分けて見てみると，**図2**に示すように，先進国側では，石油危機（1973，1979年）を契機にして，それまで着実に伸びてきた線が折れ曲がり，特に第2次石油危機以降は下がったままで，今のところまだ回復の様子が見えません。一方，途上国側では，石油危機にもかかわらず，相

（注）　本稿は，昭和61年11月18日開催の当研究所第7回評議員会での講演に手を加えたものである。

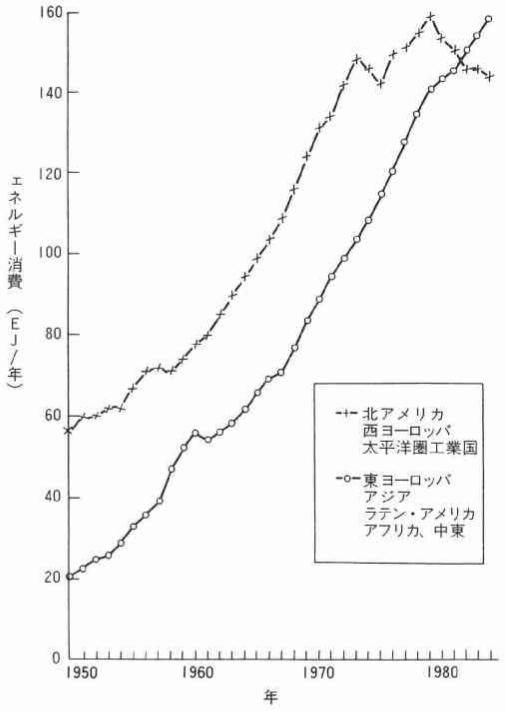


図 2　先進国とその他諸国のエネルギー消費
出典：世界エネルギー会議, No.4.2.2.15 (1986.10)

変わらず増えつづけていることがわかります。

最近（1986年10月）の世界エネルギー会議でも，今後の途上国のエネルギー問題に十分配慮すべきことが提言されました。

ついでながらこの会議では，閉会に当たっての総括講演で，次のような主張がなされたことも注目されます。「グローバルな尺度でみて，エネルギー資源に問題はなく，問題も予想されない。われわれは資源の十分な所在，調達，利用を知っている。……問題は，社会，政治，経済的な分配の問題である。」

もちろん「資源の保存，既存技術の改良，新技術導入のための研究開発の必要性を強調」することも忘れられてはいませんが，かってローマ・クラブが地球の資源の有限性に対して世界に警鐘を鳴らしたことを思い出す人も少なくないことでしょう。

2.　石油危機とその影響

ここで石油危機について振りかえってみようと思います。

第１次石油危機は1973年に発生しましたが，それはイスラエルとアラブ諸国との間に第４次中東戦争が始まった時のことです。アラブ諸国からなる石油輸出国機構ＯＡＰＥＣは，石油生産を制限して，アラブ友好国に限って従来通り石油を供給する反面，アメリカとオランダに対しては全面禁輸とするなど，石油を戦争の手段として利用しました。その機に乗じて，ＯＰＥＣ（石油輸出国機構）はいっせいに石油の値上げをはかりました。その結果，公示価格で１バレル約2.7ドルであったものが，１年後には11ドル，つまり４倍になりました。

第２次石油危機は1978年から79年にかけて発生しましたが，この時には，イランで革命があり，同国の石油生産が止まったために石油が品不足になったのが引き金となり，ＯＰＥＣはきわめて強気な姿勢をとるようになって，その後段階的に石油価格を引き上げ，１バレル34ドルまでになり，第１次石油危機以前と比べれば実に12倍ほどの高値となりました。

そのため世界中の人々が，石油の値段は今後も上がりつづけると予想するようになり，貨幣価値の変動も含めれば，1990年ごろには１バレル100ドルの石油が出現することだろうと予測するようになりました。

その結果，石炭資源の見直しをはじめ，石油代替エネルギーと総称される各種のエネルギー開発が活発に進められるようになり，原子力発電に期待する国が急増しました。

けれども，あまりにも極端な石油の値上げの結果は，世界的に不況を招き，その一方で，代替エネルギーの開発利用が進み，さらにはエネルギーの効率的利用，つまり省エネルギーが計られるようになって，世界の石油消費は停滞するようになり，その上，非ＯＰＥＣ諸国の石油増産もあって，供給過剰となり，石油価格は1982年ごろをピークにして落ちはじめ，1985年末には１バレル26ドルぐらいまで下がり，今年（1986年）に入ると20ドルを切り，７月には10ドルさえ切る場面がありました。

この予想外の大幅な石油価格の低落によって，いま世界の石油代替エネルギー開発は，軒並み，きわめて厳しい状況におかれていることはすでにご承知のとおりです。

3．原子力の動き

いま振りかえった通り，世界の石油事情がこの10年余りの間に大きく変動したことの影響は，原子力発電の分野にも大きく現れました。

石油の大幅値上げに成功した中東諸国の多くは，大量に流れ込んでくるドルを利用して，今のうちに原子力発電技術を手に入れ，自国の近代化・工業化を計るとともに，将来の石油枯渇後のエネルギー源の確保にも役立てようと考え，原子力に強い関心を寄せるようになりました。

一方，石油に恵まれない国々も，高い石油を輸入する負担を少しでも軽くしようとして，やはり原子力に期待するようになりました。

ところが世界の多くの国々が原子力発電を計画するようになってみると，世界のウラン資源量がまるで小さく見えてきました。机上の計算では，今世紀の末にはもう足らなくなってしまう。しかも，その大部分の国が，軽水炉とよばれる型式の原子力発電を考えていますから，それに必要な濃縮ウランを供給するための濃縮設備能力もたちまち不足するだろうと思われました。

そこで，原子炉から出た使用済燃料を再処理して得られるプルトニウムを積極的に利用することや，増殖炉を早く開発することによって，ウラン資源の有効利用を計ることがどうしても必要になると予想されました。

そんな状況のおりに，インドが核爆発実験をやりました。1974年のことです。インドはカナダから提供された研究用原子炉からの使用済燃料を自分で再処理して手に入れたプルトニウムを用いたのですが，この事実が，今後原子力発電が世界各国に普及すれば，核兵器を作ろうとする国が増えるだろうことを暗示することになりました。いわゆる核拡散の問題です。

原子力の平和利用を進めながら，一方で核拡散を防止できる方策がないものか。この難しい問題に取り組むためにインフセ（ＩＮＦＣＥ，国際核燃料サイクル評価）と呼ばれる国際的な検討作業が1977年から80年までウィーンで行われました。そしてその作業には実に59カ国が参加したのです。

その作業の結果を一言でいえば，原子力平和利用と核拡散防止の両立策としては，ある

型の原子炉を採用すれば解決するといった技術的解決法はなく，国際的な制度を工夫する以外に手段はないことが明らかになりました。

今日世界の原子力発電を概観してみると，1985年末で２億５千万kWに達しており，基数にして374基あります。（ちなみにわが国の発電設備の規模が，原子力も火力も水力も合計して約１億５千万kWであることを参考にすれば，大体の大きさがつかめましょう）また，1985年の１年間に原子力発電によって作り出された世界の電力量は，総発電量の約15%を占め，１兆４千億kWhでした。仮に石油火力によって発電する場合，15バレルの原油で１万kWhの電気が出るとして計算すれば，この原子力発電量は日量600万バレルの石油に相当します。最近のＯＰＥＣの石油生産水準が日量1,600ないし1,700万バレルである事実と比較すれば，世界の原子力発電規模がもはや相当の大きさに達していることがおわかりになると思います。

しかし，この原子力発電の規模は，石油危機の時代に計画された原子力発電の目覚ましい成長予測に比べれば，ずいぶんとつつましいものなのです。その結果，一時期きわめて活発に進められたウラン資源探査にしても，ウラン需給の大幅な緩和に影響されて，このところ冷え込んでいます（**図３**）。

増殖炉に関しても，一時の熱い期待は遠のいています。その最大の原因は，増殖炉による発電の経済性が軽水炉による発電に容易に匹敵できそうにない上に，近い将来ウラン資源の枯渇を心配する必要がなくなったからに外なりません。

ここで，参考のためにフランスの場合につ

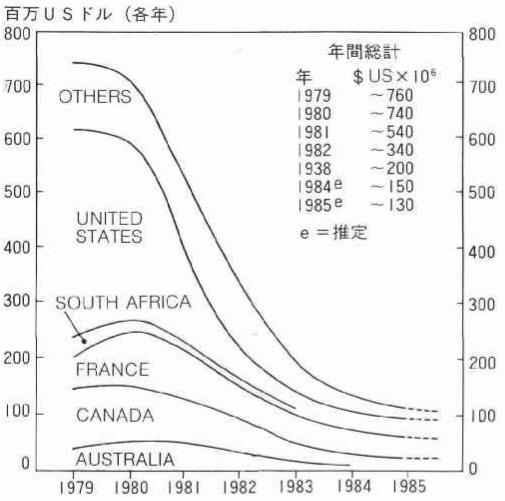


図３　自由世界各域のウラン探査年間支出
出典：ＯＥＣＤ，Uranium, 1986

いて紹介しておきましょう。

この国は，今日では世界で一番原子力発電に力を入れている国です。1985年末で3,750万kWの原子力発電設備が働いていますが，今でも毎年１基（約130万kW）の割合で建設中です。

実はフランスの場合は国内にウラン資源があり（この国ではかって精力的な調査が行われました），経済的な資源（130ドル以下／kgU）の量は6.7万トン（U）と報告されています。かし，この位の量では，例えば5000万kWの軽水炉型発電の８年分余りにしかなりません（U 160トンで100万kW １年分として算定）。したがって，今のフランスは当然ながら相当量のウランを輸入して使っているのですが，もしも増殖炉時代が来れば，事情は一変し，自国のウランで十二分に自給できる道が開けます。このことは，フランスにとって，エネルギーの安全保障の立場からばかりでなく，外貨収支の点でもきわめて望ましいこと

に違いありません。だからこそ同国はこれまで増殖炉開発にきわめて積極的に取り組んできました。しかも，それに成功すれば，こんどは増殖炉を独占的に輸出する道まで開けます。

残念ながら，増殖炉が実用できるまでには，まだ相当の金と人と時間がかかることが次第にわかって来ています。

4. 大事故とその影響

今から7年前(1979年)，アメリカのスリーマイル島（TMI）原子力発電所で大きな事故がありました。この場合は，しかし格納容器のお蔭で，周囲に住む人々に放射線による直接の被害を与えずにすみましたが，商用の原子炉で現実に炉心溶融が起こったことが世界中を驚かせました。

そして今年（1986年）4月，こんどはソ連のチェルノブイリ原子力発電所で世界最悪の事故が発生しました。ソ連はかってアメリカより早く世界最初の原子力発電所を作った国ですが，そのときの炉型を発展させたものが今度事故を起こした炉型に外なりません。

こうして原子力の先進国であった二大国のそれぞれで，予想をはるかに超える事故を起こしたことは，先進国の宿命と見るべきか，歴史の皮肉と見るべきか，いずれにしても，巨大技術システムの安全性に対しては，誰も大いに気を引き締めてかからねばなりません。

今回のチェルノブイリ事故では，大量の放射能が放出され，それが風に乗って遠くヨーロッパの多くの国に運ばれた結果，牛乳や飲料水の摂取制限が行われ，原子力に対する不安感が高まりました。原子力発電をめぐってかねてから論争のあった国では特に大きな影響がみられます。例えば，オーストリアははっきりと原子力離れを決めましたし，スエーデンの場合は現在ある原子力発電所を次第に停止する予定にしていたのですが，その方針を見直す可能性は明らかに遠のきました。西ドイツでは野党が反原子力の姿勢を明確に打ち出したので，来年1月の総選挙を世界中が注目しています。

一方，フランスの場合は，先程やや詳しく紹介したところですが，チェルノブイリの放射能もあまり届かなかったこともあって，ほとんど影響がないと伝えられています。一言でいって，これからのヨーロッパ各国では，国により原子力に対する姿勢に大きな差異が見られるようになるのではないでしょうか。

5. エネルギー開発の特質

増殖炉の話をしたときにいいましたように，ウラン資源の利用上大いに有効と期待されても，その発電コストが高いうちは，あくまで開発段階であり，試用段階であって，本格的に利用されることにはなりません。

このことは石油代替エネルギー開発のすべてについて言えることで，在来エネルギーの価格に匹敵するか，下回らない限り，大量に本格的に利用されることはありません。もちろん，例えば，電池のように，使い勝手が特に優れている場合などは別ですが。

カラー・テレビを例にとると，黒白テレビの後から登場し，黒白よりはずっと高い値段で現れても，カラーのもつ魅力によって，客寄せなどの業務用や，余裕のある家庭がまず

買いますから，開発費用の一部が回収できるようになり，次第に量産とコスト低下の効果によって市場を広げてゆきます。つまり，新製品といわれるものは，たいていそんな形で市場に入ってきます。しかし，発電技術の場合は，出てくるものが従来と全く変わらない電気であるために，コストが高いうちは市場に本格的に入っていくことが不可能です。だからこそ，国により，必要に応じ，いろいろな助成策がとられるわけですが，それにも限度があります。

6．新エネルギー開発

わが国ではよく，新エネルギーという言葉が使われます。それは，今後の研究開発によって実用が期待される種類のエネルギーのことです。その主なものとしては，太陽の光と熱，風力，海洋，バイオ（植物）燃料など，太陽起源のもので，したがって，枯渇することなく再生可能エネルギーと呼ばれるものの外に，地熱，あるいは石炭をもっときれいな形や便利な形で使う技術なども含まれています。しかし，ふつう原子力は含めていません。

今日の話の冒頭に述べたように，石油危機の後，世界の多くの国で新エネルギーの開発が盛んになりました。特に第２次石油危機の後，1990年ごろには１バレル100ドルもの石油が出てきても不思議はないと思われた時期には，いろいろな形の新エネルギーが採算がとれるようになると期待されたのも無理はありません。

わが国でも1974年（昭和49年），通産省のサンシャイン計画が発足し，第２次石油危機のあと1980年（昭和55年），ＮＥＤＯ（新エネルギー総合開発機構）が官民協力の形で誕生しました。

国際的にも，対石油戦略のためにＩＥＡ（国際エネルギー機関）がＯＥＣＤ内に設けられたのは1974年，第１次石油危機の直後でした。

こうして石油への依存を減らそうと考える国での開発努力は，具体的にいろいろな形のテスト・プラントや原型プラントになって現れ，なかにはそろそろ成績が出てくるものも出てきました。

例えば，ニュージーランドは，天然ガスは豊富にあるものの石油に恵まれず，そこで天然ガスからガソリンを合成することを計画しました。政府が75％，モービル・オイル社が25％の合弁会社を作って，天然ガスからメタノールを経てガソリンを作るため，モービル法と呼ばれる方式（触媒に特長がある）を採用し，年産57万トンという大規模な設備を建設し，昨年から運転を始めました。計画時には輸入ガソリンよりも安くなるといっていたのですが，石油価格が下落している最中に生産を始める結果になってしまいました。

アメリカは石炭資源に特に恵まれています。したがって石炭利用の新技術の開発には，ある時期，きわめて熱心でした。その一つに石炭ガス化複合発電があります。それは石炭をガス化してガス・タービンによる発電を行い，その排ガスの熱を利用して蒸気タービンによる発電も併せて行うというものです。毎日1,000トンの石炭を消費し，10万kWの発電をするクール・ウォーター発電所はカリフォルニアにあることもあって，ここを訪問した日本人も少なくないと思われますが，いま運転３年目（５年計画）です。

報告によれば，技術的には優れた成績を上

げており，石炭中のいおうの回収率97%，窒素酸化物（NOx）の排出は規制規準の10%，連続4カ月間の設備利用率70%といった成績が示されています。にもかかわらず，現在では天然ガスなどの燃料を用いた複合発電に対して経済性で匹敵できない状況にあると報告されています。

アメリカでは風力発電の利用も活発で，とくにカリフォルニア州では地理的事情にも恵まれ，その上，最近まで連邦と州の両方から税制上の優遇措置がとられていたこともあり，また発生電力を電力会社が買い取る制度も整えられていることもあって盛んになりました。

実績によると，1基100～300kWといった設備の成績はおおむね良好のようですが，それを何万台も並べるとなると，広大な土地のアメリカといえども容易でないでしょうし，その保守もまた楽なことではありません。

一方，1基で1,000kWを超える大型風車の場合は，風車の差し渡しが50mもあるのですが，その成績はあまり良くありません。予測した効率が出なかったり，材料がすぐ疲労破壊する例もあって，風車の力学をもっと基礎から研究すべきだという説も出ている状況です。

7. 新エネルギー開発の課題

新エネルギーに対して国の内外で開発努力が進められ，そのための態勢も整い，先駆的な設備も作られて成績が出始めた時期になって，逆に石油が大幅に値下りしたのは何とも皮肉なことです。

そのため，今日では新エネルギー開発への期待は，一時のような性急なものではなくなり，息の長いものに変わって来ました。

例えば，今年の新エネルギー産業シンポジウム（1986年10月21～22日）での向坂氏の基調講演にもみられたように，(イ) 新エネルギー開発はエネルギー需給上は急がない。(ロ) しかし，開発の手を緩めると来世紀に間に合わない。なぜなら開発には時間がかかる。(ハ) したがって来世紀を目ざして着実に進めることが望まれる，といったところが大方の期待ということができます。

もちろん，今後も中東の産油国で政変が発生し，一時石油生産量が急落する可能性もないわけではありません。しかし，これまでに2度も石油危機を経験した世界には，石油の備蓄や緊急融通の約束などの用意もあって，一時的混乱はあっても，前回のような深刻な事態にはなるまいと思われます。もちろん将来のことは本当は誰にもわからないので，われわれは常に複眼思考でなければなりませんが，少なくとも，近くまた石油の価格が高騰することを期待して，新エネルギー開発を従来通りの構想のまま引っ張ってゆくのは賢明ではなく，再点検はぜひとも必要と思われます。

来世紀までの15年，あるいはさらに越えて20年にわたって回収しえない資金を投入し続け，また人材を投入し続けることは，言うは易く，行うのは難しいことです。おそらく欧米諸国でも，今後，石油代替エネルギー開発の計画については見直しや絞り込みが行われるものと思われます。

なかでも，これまで各種のエネルギー開発で世界の先頭に立っていたアメリカの様子が大きく変わりつつあるのが気にかかるところ

です。エネルギー省の予算についても，核兵器関係や海軍用原子炉の開発が増強される反面，いわゆる新エネルギー関係は目立って縮小しつつありますし，連邦政府の研究開発費の配分をみても，エネルギー関係の比率はすでに宇宙関係を下回って小さなものになっています。

そのような情勢下にありながら，アメリカではエネルギー関係にあっても基礎研究重視の姿勢は変わりません。エネルギー関係の研究開発予算全体の縮小が目立つなかで，基礎研究重視の姿勢はかえって目立ちます。この姿勢はアメリカの体質であるといってしまえばそれまでのことでしょうが，わが国に欠ける体質なだけに，われわれとしては今後の動きに特に注目したいと思っています。

ひるがえってわが国の場合は，エネルギー資源に恵まれず，そのことを国民がよく知っているので，エネルギー開発に対する理解は一般にきわめて高いといえます。その上，世界的にみたわが国の経済力は，今日きわめて強いものとされています。してみれば，われわれは，自分の将来のためばかりでなく，世界の人類の将来のためにも，新エネルギーの開発に根気よく取り組んでゆくべき立場にあるといえるのではないでしょうか。

（おおつか　ますひこ　エネルギー技術情報センター長）

世界エネルギー会議に出席して

井　上　市　郎

1. はじめに

私は，1986年10月5日(日)から10日(金)までの6日間フランスのカンヌで開催された世界エネルギー会議(World Energy Conference)第13回定期大会に出席する機会を得た。

この会議は，1924年に開催された世界動力会議に源を発しており，1971年の定期大会から世界エネルギー会議という名称に改められた。この会議は3年に1回開催され，1977年トルコのイスタンブールで，80年西ドイツのミュンヘンで，83年インドのニューデリーで開催され，今回はフランスのカンヌで開催のはこびとなった。この会議では，世界各国のエネルギー関係者が集まり，経済的，社会的問題も含めてエネルギーに関する問題全般について情報の収集，分析，意見の交換を行い，関係者の相互理解と親睦をはかるものである。

今回の大会には80を超える国家と国際機関から同伴夫人，出席関係者を含めて約4,000名の参加者があり，我が国からも世界エネルギー会議日本国内委員会議長堀一郎氏（社団法人日本動力協会々長）をはじめ，電力会社，ガス会社，メーカー，商社，研究機関等から130名以上が参加，このうち，10余名が副議長，パネラー，意見発表者として参加した。

また，今回はじめて開催された展示会にも，フランス電力公社をはじめ，多数の企業，団体から出品され，我が国からも電気事業連合会や電気機械メーカーから高効率コンバインドサイクル火力発電のパネル等多数が展示され，我が国の技術水準の高さを誇示した。

2. 会場の警備

たまたま9月にはいってパリ市内で爆弾テロ事件が頻発したため，9月16日からフランス入国に際し，ビザの取得が義務づけられた。9月中はフランス入国に際し現地でビザが支給されたが，10月以降は出発国の大使館で取得することになった。私は10月4日のフランス入国となったが，ビザに関しては特に混乱はなかった。

ところが，現地カンヌでは世界中の要人が集まることもあってか，警備体制は厳しかった。参加者1人1人に顔写真入りの身分証明書が発行され，会場の入口ではカバンの中までチェックする有様であった。

開会式にはミッテランフランス大統領も出席されるとあって，特に警備は厳しかった。例えば，会場にカメラや書類カバンを持ちこ

んではならないとか，さらに同伴夫人のハンドバッグまでクロークに預けよ，という規制があった。

また，開会式（10月5日16時）の開会前2時間はチェックイン（参加受付）を中断するという予告があったため，日本人のなかには日本からの出発便を変更するなどの対策を講じた人も多かったようである。

3. 開会式

会場のPalais des Festivals et des Congresは，カンヌのリゾート地域の中の埋立地にあり，2,000～2,500名収容できる大会議室が2つと300名程度以下が収容できる中小会議室10余から構成されている。

開会式で主会場に入りきれない参加者は，第2会場で大型スクリーンで見られるようにセットされていた。

5日16時から始まった開会式は，まずエネルギーの変遷をイメージした映像からはじまる。人力から風力，そして水力，産業革命を経て石炭，石油，原子力へとエネルギー源がうつり変っていく約30分の若干抽象的な映画であった。

若干の空白の時間があって，次にスクリーンに小さな蚊かシミのようなものが写し出された。だんだん近づいてくると，これがヘリコプターだとわかる。やがてヘリコプターは会場敷地内の広場に到着し，ミッテラン大統領が降りてくる。大統領はカンヌ市長らの出迎えを受け，会場外の一般市民の歓迎を受けながら会場の方に歩み，主会場入口への階段をゆっくりと登ってきた。

ここでスクリーンの映像は消え，会場の照明が点灯された。正面入口が開き，大統領以下要人が入場し，参加者は全員起立して拍手をもって歓迎した。実にタイミングよく事態は推移したが，若干演出のやりすぎという気がしないでもない。

開会演説は，カンヌ市長Anne Marie Dupuy夫人の歓迎の言葉を皮切りに，第13回定期大会組織委員長Marcel Boiteux（フランス電力公社名誉総裁，同氏は会議終了後，世界エネルギー会議々長をつとめる）が，「発展途上国のために石油の保全に努めよう」と強調した。次に，世界エネルギー会議々長T. R. Satish Chandran（インド）がエネルギー消費とGNP成長率の関係などを説明しながら，「我々はエネルギーの将来に対して楽観的であってはならない」と述べた。

4. ミッテラン大統領の演説

開会式の最後は，ミッテラン大統領の演説で締めくくられた。この中で大統領は，本大会の意義をたたえ，発展途上国のための国際協力を強調して，概要次のようなことを述べた。

「1983年にインドのニューデリーで開催された第12回定期大会において，インディラ・ガンジー・インド首相は，『エネルギーの存在するところに人間の生活がある。それは強じんであり，暖か味もあるが，また残酷でもある』と話されましたが，私も同様の信念をもっている。

世界情勢は不確定要素が多く，例えば，石油市場における供給の過剰，石油価格の急激な低下，チェルノブイル原子力発電所の事故など新たな困難に直面しており，い

まや1970年代前半（第１次石油危機当時）の予見は通用しなくなっている。このような時期にこの大会が開催されたことは極めて意義深い。

資源のより公正な分配を行い，発展途上国のそれぞれの要請に応えるためには，今日のように国際的に無組織な状態は終えんさせなければならない。国際機関による努力と国家間の双務的な協力が，国の政策を決めるための判断基準にならなければならない。

多くの発展途上国が直面している深刻な財政危機を解決するためには，開発投資プロジェクトの資金負担を軽減させていく必要がある。過去の多くの開発プロジェクトは，これらの国々に負担しきれない負債を残した。いまや発展途上国に対する国際協力は至上の責務である。この場合，地方的な要請に応えること，すなわち，ある国や地域におけるエネルギー利用を最適化し，その国の開発を促進するものでなければならない。」

開会式終了後，大統領は展示会の開所式に出席し，テープカットを行った。

5．会議の内容

今回の大会のメインテーマは「エネルギー：ニーズと期待（Energy：Needs and Expectation）」であって，会議の中心をなすテクニカル・セッションは次のような４部門で構成されている。

第１部は「1970年以降の世界のエネルギー情勢」であって，国家や地域におけるエネルギー需給バランス，消費部門ごとのエネルギー消費パターンの変化，合理的なエネルギー利用等が内容となっている。

第２部は「エネルギー，経済，環境，その相互関係」であって，エネルギー選択と社会的経済的ファクターとの関係，エネルギーと財政・資金調達・国際収支との関係，将来の予測と計画，エネルギーと環境問題等が取りあげられた。

第３部は「エネルギー技術と経済に関する国際協力」であって，エネルギー資源の国家間の移動，技術協力，製品の流通，国家間の電力ゆう通等国際協力全般を取りあげている。

第４部は「我々は何をめざすべきか」というテーマで，全体を総括したセッションになっており，技術開発とその将来，中期的な予測と計画，長期展望等を扱っている。

世界各国から集められた論文210点あまりをこれらの部門別に分類整理し，会議では代表的な事例を発表したり，とりまとめたものを報告する形で進められた。

最後に，各部門を総括したレビュー・セッションが持たれた。

この他に，円卓会議，ワーキング・グループ，専門家会合として300人程度以下の会議がもたれた。

円卓会議としては，次のテーマで会合が持たれた。

① 石油資源の保全
② 石炭利用
③ 総エネルギーにおける電力の役割の増大
④ 発展途上国のエネルギー問題
⑤ 大平洋地域におけるエネルギー
⑥ 天然ガス（経済環境の変化，生産・輸

送技術）

⑦ 原子力発電の将来

ワーキング・グループとしては，次の会合が持たれた。

① 火力発電の利用可能性の向上

② 農業における合理的エネルギー利用

③ エネルギー関連の汚染物質の環境への影響

④ 現在及び将来のエネルギー需要

⑤ 遠隔地やへき地におけるガスの利用

⑥ 工業プロセスにおけるエネルギー消費

⑦ エネルギー部門における長期的投資

⑧ 家庭における伝統的エネルギーの利用

専門家会合として次の会合が持たれた。

① 長期的なメタノール需要と石炭からのメタノール生産の可能性

② ヒートポンプ

③ 海洋温度差発電

④ 国別のエネルギー統計

⑤ エネルギー情報システム

⑥ エネルギー用語

⑦ 70年代のエネルギー予測の批判的検討

これら各種の会合は常設の委員会で最終的にレポートをとりまとめたものもあるが，半日単位の会合であったため十分な討論ができなかった会合や事前調整ができすぎの会合もあった。しかし，それなりの成果があったものと考えている。

専門家会合④に関係する日本国のエネルギー統計資料は当研究所の橋詰正三主任研究員が作成してくれたものであり，伝統的に高発熱量ベースで表示していたデータを低発熱量ベースに改めた点で画期的なものである。おかげで小生は “DOCUMENTATION —ENQUETE ENERGY RESOURCES” という称号（？）を受けることができた。橋詰君の労に深く感謝する次第である。

6. 閉会式

閉会式は10日㈮11時から開催された。この中でプログラム委員長フォスター氏（カナダ，元カナダ原子力公社総裁，同氏は今後執行理事会委員長をつとめる）が大会のとりまとめ報告を行った。その内容は多岐にわたるが，世界のエネルギー情勢を端的に表現しているので，(社)海外電力調査会専務理事　武田康氏のメモを紹介したい。

フォスター氏の演説は次のように主張していると考えているが，今大会のコンセンサスのような気がする。

「この10余年のあいだ，世界は２度のオイルショックから幸いたちなおることができたが，この間に経済は活力をなくしてしまったようである。しかし，この経験から各国とも最大限のエネルギー自立を求めて行動しているようである。エネルギー自立は資源と技術に恵まれたごく一部の国しかできないことであるが，政策はその方向をめざしている。

エネルギー資源の賦存量そのものについては，当面大きな問題はない。問題はその流通と配分をめぐって社会的，政治的，経済的ファクターをいかに調整していくかということであろう。」

最後に会場に設営されたスクリーンで1989年の第14回大会の開催国であるカナダの風景，産業，エネルギー施設等が紹介された。フィナーレで次期開催地モントリオールの市長が衛星同時中継で登場し，カンヌ市長とメ

ッセージの交換を行った。

この会議は特別の結論を出すことを目的としているわけではなく，情報交換と相互理解を目的としたものであるが，「発展途上国のエネルギー開発を支援していくべきこと」が力強く印象づけられる会議であった。(いのうえ いちろう　プロジェクト試験研究部長)

補遺

フォスター委員長報告の概要

世界エネルギー会議第13回定期大会の閉会式においてプログラム委員会のとりまとめ結果をフォスター委員長が報告した。(前述6．閉会式参照) 同報告は多岐にわたるエネルギー問題を簡潔にとりまとめていると思われるので紹介したい。本記事は(社)海外電力調査会専務理事　武田康氏のメモによる。公表を許された同氏に厚く謝意を表したい。

1　エネルギーの供給・利用

1　各種のエネルギー利用技術が幅広く開発され，利用しうるように用意されている。

2　石炭の復活という認識が高まり，石炭貿易が拡大している。石炭のクリーン燃焼が注目されている。

3　石油，天然ガスはこれからも重要な役割を持つ。世界の資源賦存量は当面の重要問題ではないが，新資源は高価である。

4　原子力は電力供給の7分の1を占めている。その運転実績の積み上げにより，チェルノブイル事故にもかかわらず，安全かつ主要なエネルギー源であるという信念は強まっている。

5　エネルギー全体の中で電力の役割は大きくなっており，化石資源の効果的利用とも結びついている。

6　発展途上国のエネルギーに関しては，地域エネルギー（ローカルエネルギー）を利用した電力が重要なテーマとして取り上げられている。

7　エネルギーの効率的利用(省エネルギー)は，地域熱供給を進める主要な要因であるとともに，先進工業国の工業分野のエネルギー使用においても最大の関心事である。

2　社会，環境，資源保全

1　エネルギーに対する社会的関心の重要性が指摘された。これは教育や心構えと密接に関連している。

2　発展途上国ではエネルギー利用の改善を図るために数育・訓練と公衆の参加が必要であり，また先進国でもエネルギー開発に対する社会的な理解が重要である。

3　環境保全については，あらゆるエネルギー開発において主要課題として取り上げられており，またこの大会でもその認識を新たにした。

4　資源の保存に関しては，1973年から83年までの過去10年間に先進工業諸国の経済は30%成長したのに対し，エネルギー消費は5%増にすぎず，省エネルギーが進展している。また，発展途上国においては，既存の資源（木材，廃棄物など）の利用効率の改善が，資本集約的エネルギーが利用しうるまでの過程において緊急な課題となっている。

5　エネルギー価格の低下にもかかわらず，省エネルギー努力は継続していく必要があ

ることが強調された。

3　国際協力

1　国際協力に関しては，ミッテラン大統領も関係者の連携強化と開発協力の必要性を強調したが，国際協力は世界エネルギー会議の基本理念であり，今回も主要なテーマとなっている。

2　エネルギー国際協力は進展しており，特に先進工業国間で進んでいる。その形態も商業ベース及び援助ベースの両面で，2国間または多国間において，貿易，金融，教育，技術移転等多面にわたっている。

3　エネルギー開発における最大の制約は資本と外貨の不足である。特に発展途上国で深刻であり，世界銀行等からの資金供給の円滑化，南北貿易拡大等と経済協力が必要である。これにより投資をまかなうことが可能である。

4　発展途上国としては先進国からの一方的協力を得るだけでなく，自らの資源，人材，資金確保策等を開発することが基本的責任である。このためそれぞれの知識，経験を生かした協力が必要である。

5　今大会においても多くの国際協力の事例が報告されたが，今後は水資源開発，大気環境保全，森林保全，温室効果対策，原子力安全等の国際的規模での問題取り組みが求められている。

4　回顧と展望

1　過去10数年をふり返ると，2度の石油危機から立ち直ることができたことは特記事項に値する。しかし，この克服を通じてある種の活力を失ってしまっており，再度危機を試みるのは賢明ではない。

2　石油危機のいまひとつの影響は，各国ともエネルギー自立をめざして行動していることである。エネルギー自立は一部の恵まれた国しかできないことであるが，どの国も政策的にはその方向にある。

3　例えば，ある国では原子力を，また石油強制回収を，石炭液化を，その他さまざまな努力を行っている。現在は無駄かもしれないが，将来は必ず役立つものと期待される。

5　エネルギー分析

1　エネルギー予測は，正確に予測できるまでには至っていないが，計画策定のため適切な判断情報を提供できるようになってきている。

6　今後の展望

1　当分のあいだ，地球規模ではエネルギー資源の賦存に関しては問題なさそうである。我々は資源のあり場所と使い方を知っている。問題はその配分という社会的，政治的，経済的問題であり，いかに適切に人的，資本的資源を活用して配分を行うかということである。

2　この課題を解決していくため世界エネルギー会議は，国際協力を一層強化すべしというミッテラン大統領のアピールに強い共感を覚えるものである。

3　今後とも十分なエネルギー供給のメリットを享受していくため，省エネルギー対策の強化，既存技術の改良と新技術導入のための技術開発の促進にむけて政治財政当局に強力に働きかけていきたい。これが今大会の結論であろう。

海外における高レベル放射性廃棄物処理処分の研究開発の現状

松　井　一　秋

1. はじめに

1986年の8月の最終の週と9月の第一週の二週間に渡り，題記について，スウェーデン，ベルギー，スイス，フランスと米国の欧米5カ国の関連諸機関を訪問し，調査する機会を得たので，ここにその概要を報告する。これら5カ国は，**表1**の原子力発電の現状にみられるように電力生産における原子力発電の比率が高く，いわば原子力発電先進国である。

この海外調査は，欧米諸国における高レベル放射性廃棄物（ＨＬＷ）の処理・処分研究開発の状況を全般的に調べること，特に，処分の特殊な性格を考え，処分についてのパブリックアクセプタンスの一端を調べることを目的とし，当研究所が企画し，関係各位の協力を得て実施したものである。

報告に先立ち，報告内容理解の一助に，ＨＬＷの原子力発電における位置付けについて簡単に述べ，そのあと本論に入ることとする。

2. ＨＬＷと核燃料サイクル

原子炉で，ある割合まで核分裂させ，エネルギーを出した後の燃料を使用済燃料と呼ぶ

表1　関連諸国の原子力発電の現状（1985年）

	原子力発電設備容量			原子力発電電力量	
	Net GWe	%	基　数	Net TWh	%
スウェーデン	9.5	28.7	運転中/建設中 12/0	55.9	42.2
ベルギー	5.4	39.7	7/0	32.4	59.8
スイス	2.9	19.2	5/0	21.3	39.8
フランス	39.0	44.1	44/17	213.1	64.8
米国	80.1	11.7	94/32	384.0	15.6
西ドイツ	16.2	17.4	18/5	119.6	31.2
日本	24.7	16.0	33/11	157.0	26.1

出典：OECD/NEA：Summary of Nuclear Power and Fuel Cycle Data.

が，その組成を見ると，大部分がもとのままのウランであり，新らたに生成したプルトニウムと燃えかすである核分裂生成物（Fission Products： FP）の量は比較的少い（使用済燃料中に約３パーセント程度含まれている）。使用済燃料から，ウランやプルトニウムを取り除いたものを高レベル放射性廃棄物と呼ぶ。核分裂生成物の内，気体状と揮発性の核種（クリプトンやヨウ素など）を除く他の全ての核種のほとんど全部がこの中に含まれることになる。使用済燃料からウランやプルトニウムを回収することを再処理と呼ぶが，現在工業的に用いられているピュレックス法は溶媒による抽出操作が主体の湿式法である。ウランとプルトニウムを抽出した後の硝酸溶液の中に核分裂生成物の大部分が含まれている。

このように放射能が高く，放射線が強い物質の，腐食性の高い硝酸溶液を，長期に渡ってタンクに貯蔵しておくことは，あまり適当とは考えられておらず，もっと長期的に安定な形態，固体に変えてしまう方が安全である。固体としては，現在，世界的に広く受け入れられているのはガラスである。ガラス原料とＨＬＷを共に溶かして，均質のガラス固化体を作りあげるわけである。

硝酸溶液であっても，ガラス固化体であっても高レベル放射性廃棄物の特性は，まず第一に，放射能が高く，貯蔵に際しては，放射線遮蔽と遠隔操作が必要となること，また放射線のエネルギーが廃棄物自体にも吸収され，廃棄物自体の温度も上ってきて，いわゆる崩壊熱による自己発熱反応があり，冷却手段を講じる必要がある。

第２には，プルトニウム以外の超ウラン元素（ネプツニウム，アメリシウム，キュリウ

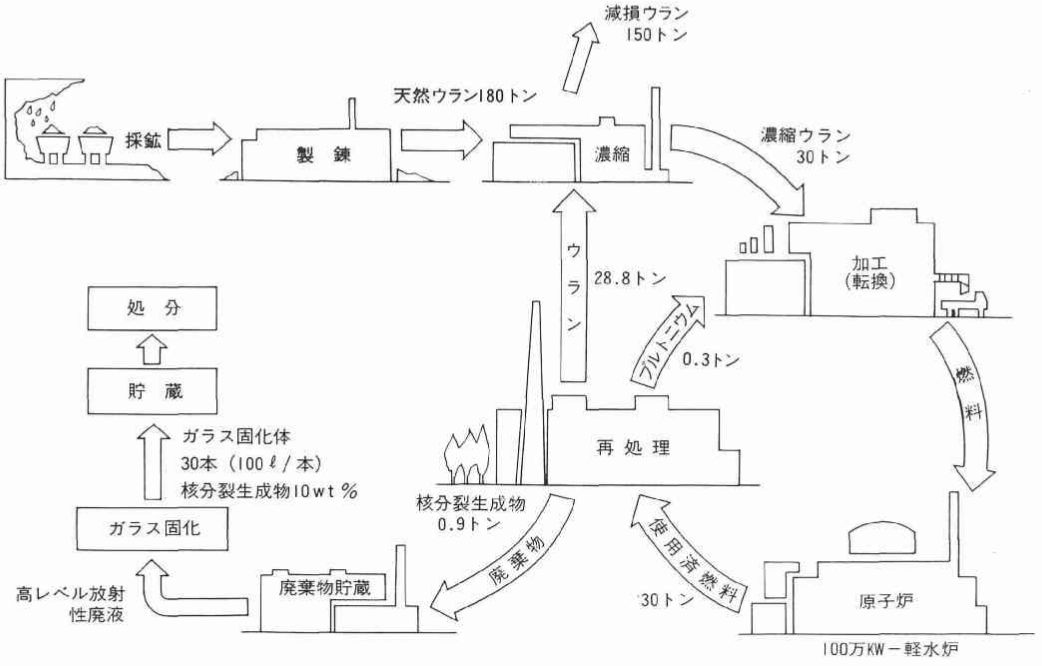


図１　核燃料サイクルと諸量
（電気出力百万キロワット相当の平均的な軽水炉を１年間運転した場合）

ム等）のほとんどが含まれていて，これらは半減期の長いアルファ放射性核種が多いので，長期間の隔離が必要となる。そこで，例えば，千年位経つと，核分裂生成物は壊変していて，超ウラン元素の影響の方が相対的に大きくなってしまう。

使用済燃料を再処理しないで高レベル廃棄物として扱うと，すなわち，ウランとプルトニウム，気体や揮発性の核種が分離されていなくて，そのまま全部廃棄物となる。また，廃棄物の形態は燃料集合体そのままか，あるいは燃料ピンまで解体されたものとなり，容量的にはガラス固化体より，かなり大きなものとなる。ウランやプルトニウムという核燃料物質を有効に回収利用しないという致命的な欠陥があるものの，再処理プロセスを省略してしまっていることと，再処理プロセスから発生するその他の廃棄物がないという特徴である。

100万kWe相当の平均的な軽水炉を1年間運転するのに必要なウランの量や，発生する核分裂生成物の量などの目安を**図1**に示す。図では再処理からの回収ウランや，プルトニウムがリサイクルされることになっているが，数量はこれらのリサイクルのない場合である。プルトニウムをリサイクルすると天然ウランは約1/3節約となる（1/3MOX炉心のSelf-Generating Reactorの場合）。回収ウランをリサイクルすると，さらに1割以上の節約となり（回収ウランと天然ウランを等価とみなした場合），両者合わせて，約5割の天然ウランの節約となる。最近はやりの高燃焼度によってもかなりの天然ウラン使用量の節約が図られるが，プルトニウムやウランのリサイクルを組合わせると，節約効果は相乗的に大きくなる。

高燃焼度化すると燃焼度に反比例して使用済燃料は減ってくるが，核分裂生成物の量は，そう変らないはずである。そこで，100万kWeの原子力発電所からは約1トン弱の核分裂生成物が発生し，これをガラスに溶かしこむと，高さ1メートル，径40センチメートルほどのステンレス製の容器（キャニスターと呼ぶ）が約30本でき，ガラスの総重量は10トン弱である。これに対し，100万kWeの石炭火力は約300万トンの石炭を1年間に使い，発生する石炭灰は50万トン程度となる。

3. 各国におけるHLW処分技術開発への取組み

1）スウェーデン

2010年までに原子力発電所を全て停止するというリファレンダム（国民投票）があるが，その後始末，廃棄物の処理・処分についての研究開発については歴史的にも長い。当初海外再処理（我国と同様にイギリスとフランスに再処理を委託している）より戻ってくるガラス固化体の処分を中心に考えていたが，今は使用済み燃料を再処理せず，直接処分することを，米国と同じように考えている。既に契約してある海外再処理分は他国の使用済燃料とスワッピングし，ガラス固化体の代りに使用済燃料を受けとりたいと思っている。

スウェーデンでは，スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（略してSKB）という電力出資，政府管掌の民間会社が電力の責任とされている廃棄物管理と研究・開発の仕事を委託されている。

ストリーパ鉱山の花こう岩層における種々の

写真1　ストリーパ鉱山（スウェーデン）での核種移行試験

研究は，国際共同研究として歴史の長いものだが(我国も参画している)，本年より第3段階（総合的研究）に入る予定である（仏は抜けるとの事)。ストリーパはあくまでも試験研究用であり，実際の処分場になる事はない。（付近に鉄を始めとして，幾つかの鉱物がある事が判っており，遠い将来，資源開発の可能性が考えられるからである。)最近，使用済燃料の中間貯蔵施設のあるオスカーシャムに第2の試験場を作る計画が発表されたが，処分場の最有力候補と考えられる。

2）ベルギー

モル市の近郊にある原子力研究センター（STUDIECENTRUN VOOR KERNENERGIE/CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE，略してS.C.K./C.E.N.)が，高レベル放射性およびアルファ廃棄物の処分について，10年以上も前から研究を行っている。

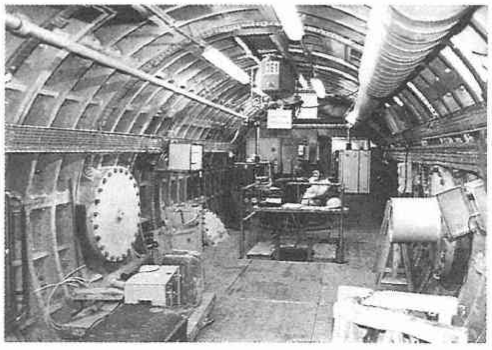


写真2　モル(ベルギー)の地下実験施設坑道内

研究センター敷地の下の粘土層（頁岩）に地下実験場を持っており結晶性の岩石でない所にユニークさがある。一部，仏の放射性廃棄物管理機関（ANDRA）との共同研究もあり，我国も動燃事業団を通じて研究に参画する予定と言われる。

地下実験場坑道の拡張等のパイロット試験の延長として，研究所内に実験の処分場を作る計画案がある。実験の担当者によると，今の所，モル地区の粘土層中の処分研究では，肯定的な結果が出ているとの事。

3）スイス

放射性廃棄物貯蔵公社（National Cooperative for the storage of Radioactive Waste；NAGRA）が，スイス連邦および電力6社によって作られ，放射性廃棄物の最終処分についての研究と計画の実施責任を持っている。

8基の原子力発電所（現在5基運転，3基計画中）が40年間稼動する事によって発生する廃棄物の処分計画を検討している。低，中レベル廃棄物については緊急を要するとの事で，サイト選定等，急いでいる。

高レベル廃棄物の処分については，スイス北部の地表から比較的近い，花崗岩層を対象として，6個所でボーリングを実施している。さらに6個所のボーリングをする予定。地下実験場であるグリムゼルは，アルプス造山活動によって隆起している花崗岩層で，水力発電所用のトンネルの脇に設置されている。将来の処分場候補地で実施する試験方法の開発等を，主としてドイツとの共同で実施してお

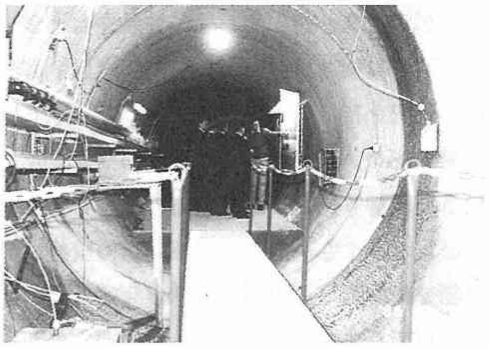


写真 3　グリムゼル(スイス)地下実験場

り，グリムゼルで処分する事はない。

又，スイスの本心は，ＨＬＷの処分は経済性の観点からも，他国でまとめてやって欲しいと思っている。

4）フランス

原子力庁（ＣＥＡ）のマルクールセンターでは，ホストロック（地層処分場の岩体）として花こう岩を想定して，浸出試験等の基本的なコールド及びホットの試験を行っている。フランス中部の花こう岩層で１個所，1,000m程のボーリングを行った事があるが，今後は地質調査と連携する。

処分に関しては，原子力庁の下の放射性廃棄物管理機関であるＡＮＤＲＡが責任を持っていて，ホストロックとして，花こう岩，粘土層，岩塩のオプションありとしているが，ＣＥＡは花こう岩を推している。いずれにしても処分予定地に，地下実験場を作ることにしている。

しかし，原子力先進国にしては，ＨＬＷの処分スケジュール，シナリオは他国に比べて，さほど明らかではないように見受けられる。

5）米　　国

核燃料７万トン相当の高レベル廃棄物処分場が1998年から運開されるべく，現在３つの候補地が選定されていて，処分場としての特性評価がこれから始まる所である（1991年までに１つにしぼられる予定である。）。その内の一つであるハンフォード（ワシントン州）では，NSTF（Near Surface Test Facility，近地表試験施設）と称する，山の中腹にあけた地下実験場があり，また，地下1,000mまで堀るリグが組み立てられており，特性評価の開始を持っている。この竪坑は２本堀られて，横坑でつなげられ，地質及び水理上の調査が行われる予定で，これらは処分予定地内にある。

米国における民間の高レベル廃棄物とは使用済み燃料を意味する。軍事目的（プルトニウム生産）で発生した高レベル廃液はガラス

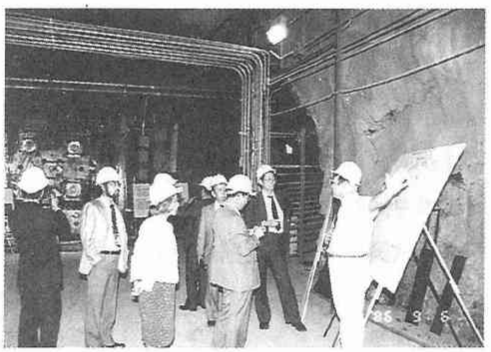


写真 4　ハンフォード（米国）のＮＳＴＦ

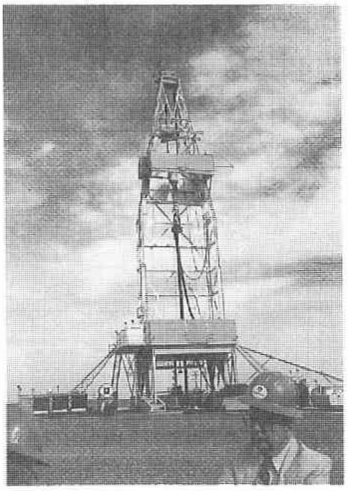


写真 5　ハンフォード（米国）の竪坑用リグ

固化され，民間の廃棄物である使用済み燃料とともに地層処分されることになっている。

ハンフォードでは，低レベル廃棄物の処分が大々的に行われている。

参考のため，次に我国における情況をまとめてみる。

6）日　　本

我国も，例えばフランス，ベルギー，スイスと同じように，使用済燃料の再処理から発生する高レベル放射性廃棄物は，ガラス固化され，処分に適する状態になるまで，冷却のため貯蔵し，その後地層に処分することを基本的な方針としている。

処理・処分の実施と研究開発は動燃事業団が中心となること，安全性の評価や新技術については，日本原子力研究所が担当することとなっている。

処分については，2000年頃に処分技術の実証を行うことを目標としている。現在，第1段階として「可能性のある地層」の中から「有効な地層」を選定したことになっており，未固結岩等を別とすれば，岩石の種類には関係なく，地質条件と人工バリアによって処分システムの安全性が確保できる見通しが得られたとしている。

これに引続き，昭和60年度より，10年間の予定で処分予定地の選定が行われる予定である。

現在，動燃事業団が北海道の幌延に建設を予定している，いわゆる貯蔵工学センターは，ストリーパやグリムゼルの様な，深地層試験場と，東海工場で作られる予定の高レベルガラス固化体の貯蔵プラント等から構成される計画である。

4．ＨＬＷ処理技術開発について

1）ガラス固化

ガラス固化技術開発は，主として，仏，独，米，日で行われているが，フランスではＡＶＭ（マルクール固化プラントの略）が既に稼動しており，さらに，ラ・アーグのＵＰ－2，ＵＰ－3の両再処理工場でも同じものが3系列ずつ建設中である。またイギリスのセラフィールドに建設中の再処理工場，ＴＨＯＲＰもＡＶＭ方式を採用している。

写真6　パメラ（ベルギー，ベルゴプロセス）ガラス固化処理施設

一方，溶融ガラスに直接通電して融解する方式は米国，ドイツ，日本で開発されていて，米国とドイツ（但し，装置はベルギーのベルゴプロセス―現在休止中の再処理工場ユーロケミック―内にある。）ではホットの試験中で，日本ではホットのプラントが来年度より東海再処理工場内に建設される。米国では，ハンフォード，ウェストヴァレー，サバンナリバーの再処理関連施設3個所にＨＬＷ廃液処理のためのプラントが建設される予定である。ベルゴプロセスのプラントは，ユーロケミックに残っている廃液を処理し，現在，建設中のドイツのヴァッカースドルフの再処理工場には同様のものを建設する予定である。

しかし，どの溶解炉も，燃焼度の低い使用済み燃料からの核分裂生成物を溶かした経験が多いようだ。

2）使用済燃料のコンディショニング

スウェーデンでは，燃料集合体ごと溶けた銅につけたマトリックスの処分を提案したが，経済性から再検討中である。

米国では，集合体から燃料ピンをはずして，密に詰め直し，廃棄物としての体積をコンパクトにする事を考えている。

5. パブリック・アクセプタンス(ＰＡ)について

高レベル廃棄物の処分については，各国とも，充分に気を使っているようで，試験場で何をやっているか全てオープンに，パネル，パンフなどを用意し，見学者を受け入れている。実験の多くが国際協力で行われていることも宣伝に使われている。

1）ストリーパ鉱山

花こう岩層における国際研究協力の場としての役割を強調している。85年夏，実際の処分実験が行われるとの噂が立ち，否定するのに苦労したとのことであった。また反対派がジャーナリストを引き連れて現われた事もある。集会室には，模型やパネル，パンフ，地下の実験現場にもパネルが並んでいるが，当初より一般向きに作成したとは思えない。

2）モル原子力研究センター

モルで，何か新しい事を始める時は，国，地方レベルの政治家，ジャーナリスト，さらに国境に近い隣国のオランダの市長等に説明している。

およそ2年に1度の割合で，基本的には何も隠さない。地下実験場や集会室は，とても一般人向けの説明がなされているとは思えない。

3）グリムゼルロックラボラトリー

地下実験場の存在する目的の一つがＰＡにあるとの事で，また施設も新しくパネルや資料もよくできている。水力発電所用のトンネルは大型バスも通行可能で，年間2～3,000人の見学者があるとの事である。

4）マルクール原子力センター

マルクールでは，特に一般の理解を得る苦労が多くはなかったようであるが，チェルノブイル以降事態は多少変ってきているようだ。処分場の選択に当たっては，地域の住民や当局との接触が必須となる。

高速原型炉フェニックスでは，新しいヴィジターセンターを敷地内に用意し，またプラント内にもヴィジター用の通路や，案内用の器具などもある。

マルクール，フェニックスはローヌ川沿いにあり，下流にはアヴィニオン，マルセイユ，すぐ上流には，ユーロディフ（フランスが主体となっている国際ウラン濃縮会社）のウラン濃縮工場があり，さらにさかのぼるとリヨン，スーパーフェニックス(高速実証炉)，ジュネーブの脇のレマン湖を抜けると，実にグリムゼル峠南のローヌ氷河に水源をたどることができる。

5）ハンフォード

最終処分場の選定に当っては，その過程のわかり易さも必要とされ，公聴会の開催が求められ，また州の拒否権もある。

ハンフォードのサイトは，コロンビア川の右岸に拡がる荒涼たる所で，川沿いには戦争中からプルトニウム生産炉が並び，現在はＮ

リアクターが稼動していて，チェルノブイルと同型との事で新聞ざたになっている。さらにプルトニウム抽出施設，高速実験炉（ＦＦＴＦ），低レベル廃棄物処分場などが，ポツンポツンと砂漠の中に点在している。また川沿いにはワシントン電力３つの原子力発電所が並んでいるが，稼動しているのは１基である。このサイト内に地層処分の候補地が存在する。

第２処分場については，ＤＯＥ（米国エネルギー省）関係者は，原子力発電の伸び予測の下方修正で，緊急性は低いとして決定を延期してしまったが，バッテル（ＤＯＥの施設の運営を委託されている民間のシンクタンクで，世界最大級）の関係者は，1982年の廃棄物法によって規定されているので，決めざるを得ないのではと言っていた。この問題については，ＤＯＥと議会との関係もこじれてきていて，更に処分候補地の選挙なども関連し，混乱している。一説には，1998年処分開始もあやしげになったと言われる。

6. おわりに

欧米諸国の処分関連施設を２週間かけて見て回ったわけであるが，特に地下実験については，随分と先行している幾つかのプロジェクトに今後とも参加して，技術的にもキャッチアップしていく必要があるのと同時に，我が国においても我が国の地盤上の特性を考慮した上での地下実験場が必要であることを認識した。

核燃料サイクルにとっても，処分問題は時間的にも，空間的にも特殊な問題であるので，各国とも，国民の充分な理解を得た上で実施しようとしている。そのための努力を，各国とも，程度の差こそあれ，研究開発機関は払っていると感じられた。

高レベル廃棄物の発生は，再処理工場の本格的な稼動とともに始まり，それを1990年とし，その後30年間の中間貯蔵を仮定すると，処分場の運開は2020年となる。10年間の建設期間を見込むと，2010年には処分場サイトの決定と，必要な技術的，地質的，水理的な情報が必要となる。現在1986年，約25年間の余裕があることになる。

充分な時間があると言うべきか，あるいは，そうゆっくりはしていられないと言うべきなのか。

なお，本調査にご協力を頂いた日本原子力研究所，動力炉・核燃料開発事業団，電気事業連合会，中部電力(株)並びに(財)電力中央研究所の諸機関及び調査に参加された方々に感謝いたします。（まつい　かずあき　主管研究員）

“1986 Fuel Cell Seminar” 参加記

塩　入　　貢

はじめに

1976年に発足した“National Fuel Cell Seminar”は，National Fuel Cell Coordinating Group（ＥＰＲＩ[1]，ＧＲＩ[2]，ＤＯＥ[3]，ＮＡＳＡ[4]，ＡＦＷＡＬ[5]）の主催で今年10回目を迎え，“1986 Fuel Cell Seminar”が1986年10月26日～29日の４日間，米国アリゾナ州ツーソンで開催された。

米国，ＥＣ諸国を中心に，16カ国から約330名が参加し，燃料電池関連の研究者と技術者が一堂に会し，技術水準の高い成果の発表がなされた。出席者の総数と参加国を最近の２回のセミナーと併せて**表１**に示す。

出席者の内訳からも推察されるように，燃料電池関連の研究開発は，米国，日本が中心で，ＥＣ諸国は，イタリア，オランダを中心にようやく研究を開始したという状況である。

当研究所は，実用化に向けての開発計画や主要技術課題の動向についての情報交換を目的として「国際電池技術総合シンポジウム」を1986年１月に通商産業省工業技術院，新エネルギー総合開発機構，電力を中心とする関係各社の協力を得て開催した実績を評価されて，始めて本セミナーに参加することになった。

表１　セミナー出席者内訳

	'83セミナー	'85セミナー	'86セミナー
1. アメリカ	219名	237名	238名
2. 日本	38	68	53
3. ヨーロッパ諸国	25	21	36
4. その他	25	17	7
総数	307名	343名	334名

このセミナーのプログラムと発表論文数とを**表２**に示す。

開会セッションにおける三つの総括的な講演に続いて，分科会的に分割された各セッションで発表が行なわれた。発表論文数は，ポスターセッションの46論文を加えて合計98であった。燃料電池の型式別分類による論文数はそれぞれ次の通りで，

① リン酸型燃料電池関係　44件
② 溶融炭酸塩型燃料電池関係　23件
③ 固体電解質型燃料電池関係　16件
④ 燃料電池の応用と経済性評価　5件
⑤ その他　10件

研究開発の状況および関心も論文数に比例し

(注) 1) Electric Power Research Institute
2) Gas Research Institute
3) Department of Energy
4) National Aeronautics and Space Administration
5) Air Force Wright Aeronautical Laboratory

表 2　'86 Fuel Cell Seminar のプログラムと発表論文数

No.	活　　動	月　日	時　　間	発表論文数
1	Registration	10月26日	15：00～19：00	
2	Welcoming Reception	〃	17：00～19：00	
3	Opening Session	10月27日	9：00～11：30	3
	(Buffet Luncheon)		11：30～13：00	
4	Gas Industry's 40kW Program	〃	13：00～16：00	4
5	Solid Oxide Fuel Cell Technology	〃	13：00～15：30	5
6	Poster Session on Solid Oxide Technology	〃	15：30～18：00	(11)
7	Poster Session on Phosphoric Acid Technology	〃	15：30～18：00	(8)
8	Western Theme Party and Cookout	〃	19：00～22：00	
9	Phosphoric Acid Fuel Cell Program	10月28日	8：30～11：30	5
10	Carbonate Fuel Cell Technology	〃	8：30～11：30	6
	(Buffet Luncheon)		11：30～13：00	
11	Carbonate Fuel Cell Technology	〃	13：00～15：00	5
12	Phosphoric Acid Fuel Cell Systems	〃	13：00～15：00	5
13	Poster Session on Molten Carbonate Technology	〃	15：00～17：30	(11)
14	Poster Session on Power Plant Technology	〃	15：00～17：30	(16)
15	Japanese Reception	〃	18：00～19：30	
16	Fuel Cell Power Plant Designs	10月29日	8：30～11：30	6
17	Unconventional Fuels	〃	8：30～11：30	5
	(Buffet Luncheon)		11：30～13：00	
18	Fuel Cell Application and Economic Assessments	〃	13：00～14：30	5
19	Plans for Commercial Development	〃	14：30～16：30	3
20	Conclusion of the 1986 Fuel Cell Seminar	〃	16：30	
			合　　計	98

(　) はポスターセッション

ているように思われた。また，国別の発表数は，米国71，日本19，イタリア3，オランダ2，カナダ，インド，インドネシア各1で，米国，日本に集中していた。

以下では，このセミナーでの報告の概要をセッションの分類で整理して紹介する。

1．開会セッション

開会式は，米国電力研究所（ＥＰＲＩ）の Edward Gillis 氏の開会宣言で，早朝にも拘らず出席者約250名と盛況の中で始まった。

開会式に続いて行われた最初の名誉ある基調講演は，米国商務省 Bruce Merrifield 氏の発表で，新エネルギー開発全般に渡たり，最近の数10年間を各セクションに分け，各セクションについて，米国の指標として国民生産額，失業率，インフレ率を取りあげ評価し，2000年までにどういう方向で進むべきか，という問題について講演し，新分野としての燃

料電池の開発意義を訴え，参加者の賞賛を受けた。

次に，ロスアラモス国立研究所の James R. Huff 氏による燃料電池技術の現状の講演があった。米国における燃料電池の開発は，ジェミニ，アポロ計画で宇宙船電源として利用されたアルカリ電池に始まったが，現在は，化石燃料を改質した水素を燃料に使用するリン酸型燃料電池の開発が最も進んでおり，燃料電池の容量も，燃料電池の累積運転時間も順調に増大している。リン酸型燃料電池の開発プロジェクトの大きな流れとしては，オンサイト用と電気事業用の２つがあり，オンサイト用としては，TARGET 計画を継承したＧＲＩ（ガス研究所）計画があり，ガス事業用40kW のＰＣ―18燃料電池のフィールド・テストが各所で行われ，引き続き200kW のオンサイト用燃料電池の開発計画がある。一方，電気事業用としては，1971年にスタートしたＦＣＧ－１計画で進められ，配電系統に接続した１MW の発電実験の成功に引き続き，1981年から1983年にかけて4.5MW の発電プラントの実証試験が行われた。

将来の商業化計画としては，ＩＦＣ（International Fuel Cell）社の進めている11MW 発電プラントとWH（Westinghouse）社の7.5MW プロトタイプ発電プラントがある。

溶融炭酸塩型燃料電池の研究開発は，米国において精力的に進められており，セルスタック面積の拡大，セル電圧の向上と累積運転時間の延長などを目標とした研究が行われている。

固体電解質型燃料電池の研究開発は，WH 社を中心に進められており，より大きなユニットの開発を目差している。

日本を代表して，新エネルギー総合開発機構（ＮＥＤＯ）の伊藤登氏から日本の燃料電池の研究開発の概要についての報告があった。

リン酸型燃料電池の開発に関しては，東京ガス㈱，大阪ガス㈱が，ＧＲＩ計画の一環として行っている40kW のフィールド・テストや東京電力㈱がＵＴ（United Technology）社から購入して試験を行った4.5MW の燃料電池の運転実績などがある。また，国産技術としては，重電４社〔㈱日立製作所，富士電機㈱，㈱東芝，三菱電機㈱〕の20～50kW 発電システムの開発とＮＥＤＯによって進められているムーンライト計画の１MW ２基〔低温低圧型，高温高圧型〕の開発などがあり，これらの紹介があった。

溶融炭酸型燃料電池（ＭＣＦＣ）の研究開発は，ムーンライト計画により1981年から開始され，ＭＣＦＣの材料研究，１kW セルスタックの要素研究が行われ，1985年には，１kW セルスタックの開発に成功した。引き続き，10kW スタック開発のために１セルの電極面積を3,600～1,600㎠にし，セル段数を25～70にする技術開発がＮＥＤＯを中心に進められており，研究開発中の５社〔重電４社，石川島播磨重工㈱〕のテスト状況が示された。

最後に，燃料電池の適用分野とその市場性について，大規模発電用，分散配置発電用，オンサイト発電用それぞれについての市場導入可能規模の検討結果が示された。

2．ガス事業者のオンサイト用リン酸型燃料電池

ＧＲＩプロジェクトは，ＤＯＥ（米国エネルギー省）などの公的資金をベースにリン酸

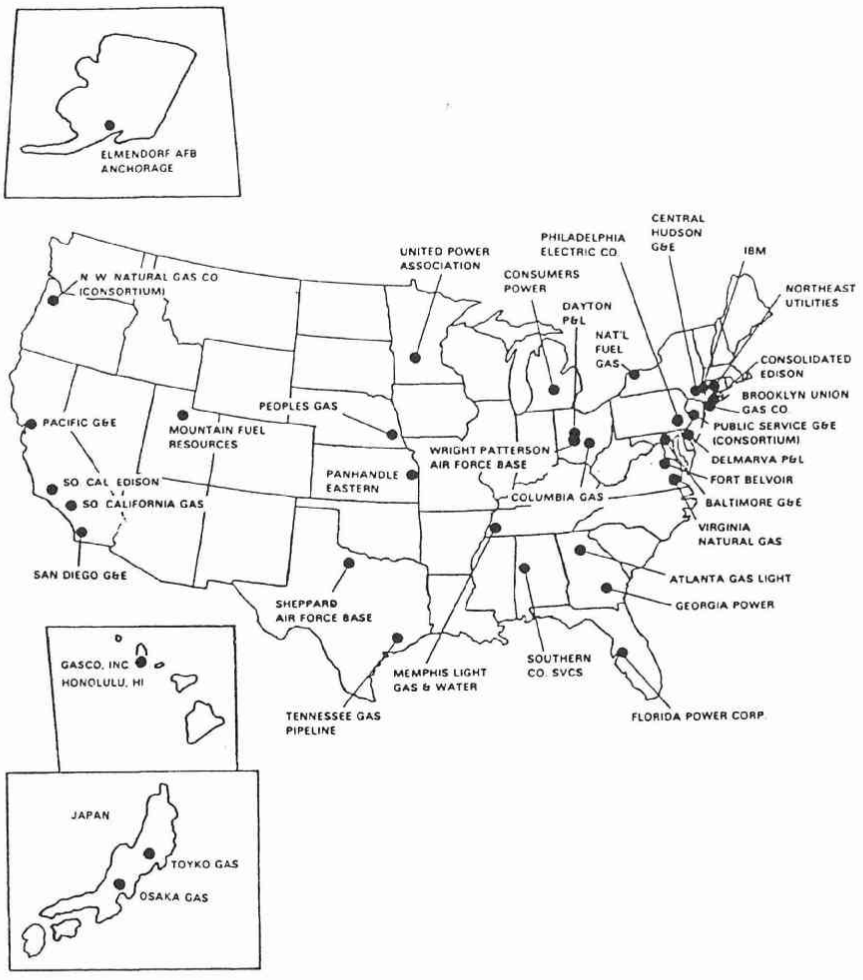


図1　ＧＲＩプロジェクトによる40kW 燃料電池の設置場所

型燃料電池の開発と商品化を推進しているプロジェクトで，1982年から1986年にかけて，オンサイト用40kW の燃料電池の発電装置をＩＦＣが46基製作し，現在36の事業者が42基を米国（21州）および日本〔東京ガス㈱，大阪ガス㈱〕で運転している。40kW 燃料電池の設置場所を**図1**に示す。

燃料電池の設備コストは8,000ドル/kW，機器設置期間は４週間で，設置コストは1,000ドル/kW 程度を要した。電力系統との連系は，系統接続運転が28サイト，系統独立運転が８サイトになっている。

燃料電池の平均累積運転時間は，現在6,500 h/基以上となり，その内14基は8,000時間を超え，全体で30万時間を超える実積を残している。また，稼動率も63%になり，目標値（55～65%）を達成している。

運転上のトラブルは，主要コンポーネントの改質器，セルスタック，インバータ関係に少なく，ポンプ，バルブ，継手などの補機類に多く発生している。トラブルの発生にもかかわらず，連続1,000時間以上の運転を達成し

ているが，実用化に向けては，燃料電池用の補機類の改良が必要となると思われる。

今後の課題として，電池冷却水管の腐食による閉塞対策と電気のコントロール回路の改良などが検討されている。

3. 電気事業用リン酸型燃料電池

米国における電気事業用リン酸型燃料電池の開発には，ＩＦＣを中心とするＰＣ23（11MW）の研究とWH社を中心とする7.5MWの研究の２つがある。

ＩＦＣの開発は，ＤＯＥの資金援助とＮＡＳＡ，ＥＰＲＩの技術協力を受けて進められており，MWクラスの発電プラントの商業化のための技術を確立することにある。

大型セルスタックの開発は，電極面積10ft²×28セル，３スタックで材料と製造法を実証し，10ft²×469セルのスタックを組立て後，始められる。

セル技術の開発目標は，コスト低減，システム特性向上，長寿命化であり，動作条件も圧力120psia（8.4ata），温度405°F（207℃），電極面積10ft²（9,300㎠）となっている。

このスタックのテストは，1986年の後半に始められる予定になっている。

低抵抗損失触媒を用いた実規模のシングルチューブ型改質器については，燃料供給速度の向上を目差して天然ガスとナフサを使用してトータル396時間のテストを行った。また，改質器用のバーナー試験装置も設置して，２MW相当の商業用バーナーのテストも行うことができる。

Two-bridgeインバータシステムの２MW Power switching電極を建設し，設定条件と設定条件外で順調に試験を行った。

WH社の開発は，7.5MWのリン酸型燃料電池の発電プラントを1990年代初期に商業化することを目標として進められている。

実用化への次のステップとして，WH社は，1.5MWのパイロット発電プラントの建設を予定している。このプラントは，7.5MWの縮少版ではなく，構成機器の一部である。

次に7.5MWと1.5MW燃料電池の構成機器の数量を**表３**に示す。

表３　7.5MWと1.5MW燃料電池の構成機器

	7.5MW	1.5MW
改質器	６モジュール	１モジュール
電池	20モジュール	４モジュール（4×375kW）
インバーター	２ユニット	１ユニット
回転機	Full Size	同左
システム機器	Full Size	同左
Ｉ＆Ｃ	Full Size	同左

現在，1.5MW用燃料電池の改質器の研究は，テキサス州ヒューストンのHaldor Topsoe社で1986年３月より開始され，７月までに800時間の運転を行った。

1987年には，1.5MWプラントのテストプログラムを完成し，1990年にテストの実施を予定している。また7.5MWプラントは，1990年から1993年にかけて開発の予定である。

一方，日本における電気事業用リン酸型燃料電池の開発は，ＮＥＤＯを中心とした低温低圧型１MWと高温高圧型１MWの２つがある。

低温低圧型１MWのパイロットプラントの建設は，1984年４月のシステム設計に始まり，現在，関西電力㈱堺港発電所でＰＡＣ（Process and Control）テスト中である。ス

タックは260kW×4からなり，富士電機㈱と三菱電機㈱の2社が分担製作しており，運転条件は，190℃，4 ataと低温低圧である。

1984年4月末に燃料電池スタックを除くパイロットプラントの建設を終了して，ダミースタックを用いたＰＡＣテストに入り，1986年5月中旬に，天然ガスを導入し，現在システムのＰＡＣテストを行っている。

高温高圧型1 MWのパイロットプラントは，中部電力㈱の知多第2火力発電所に建設された。プラントの設計・製作は，㈱日立製作所と㈱東芝によって行われた。プラントの運転条件は，205℃，7 ataと高温高圧である。

ＰＡＣテストは，1986年2月に始まり，現在最終段階をむかえている。ＰＡＣテストの主要項目には，プラント全体の圧力上昇テスト，空気系，セル冷却系，燃料処理系のテスト，ダミースタックを用いたプラントの総合テストがある。テストは順調に進み，ダミースタックを実スタックに交換する時期まで来ている。

4. 溶融炭酸塩型燃料電池（ＭＣＦＣ）

米国の研究開発費は，リン酸型燃料電池が実用段階に近づきつつあるため，徐々にＭＣＦＣに移行している。ＩＦＣやＥＲＣ（Energy Research Corporation）などは，ＤＯＥやＥＰＲＩの資金援助を受けて着実な開発を進めている。

ＩＦＣでは，1 ft²×20セルのサブスケール・セルスタックの運転実績を踏まえて，実用化に向けてのスケールアップ・データを取得するために8 ft²×20セルのショート・スタックを製作し，運転を開始した。耐久性テスト期間は2,000時間を予定しており，すでに800時間の運転を行っている。今後は，出力密度の向上とセルの長寿命化に向けての研究が続けられる予定である。

ＥＲＣは，燃料改質装置を必要としない直接型ＭＣＦＣ（内部改質型ＭＣＦＣと同意）の開発を行っており，1 ft²×10セルスタックを製作・運転し，電池特性と操作性の確認テストを実施している。

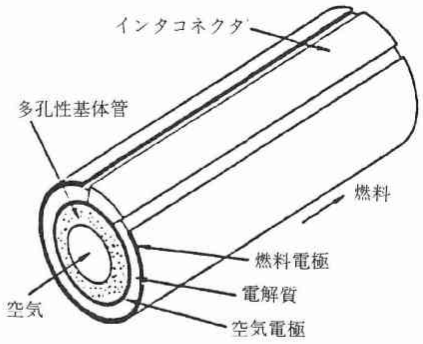
5. 固体電解質型燃料電池（ＳＯＦＣ）

固体電解質型燃料電池の研究は，まだ基礎研究の段階で，研究機関も米国のWH社とＡＮＬ（アルゴンヌ国立研究所）と日本の電子技術総合研究所などに限られている。

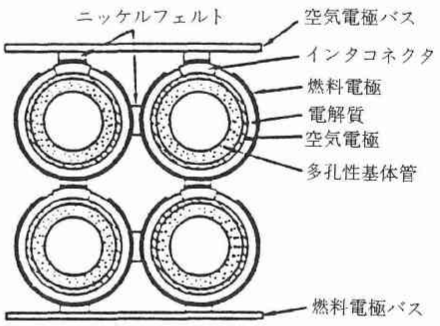
固体電解質型燃料電池は，1,000℃の高温で反応するため電極反応はさらに容易となり50％以上の発電効率が期待できるほか，排熱も高温であることから，複合発電による発電効率の向上や石炭ガス化の熱源として利用できる可能性が高く注目されている。

WH社は，1985年からＳＯＦＣ開発に取り組み，1980年に新しい構造を持つ円筒型multi-cellタイプのＳＯＦＣを考案した。WH社のＳＯＦＣの概念を**図2**に示す。

その後，サブスケールの発電モジュールである24セル（22W/セル）で，2,000時間を超える運転に成功し，シールレスデザインの概念を実証した。また合せて，このセルは自己温度維持運転ができることを実証した。現在，324セル発電機（5 kWユニット）の設計，製作およびテストが完了したところで，今後実用化に向けて25～200kW規模のＳＯＦＣ発電システムに適合したモジュールの設計や



(a) 単 電 池



(b) 直並列接続

図2 円筒型マルチセルタイプの燃料電池

数kW規模のＳＯＦＣ発電機の開発と製造およびテストが計画されている。

一方，ＡＮＬは monolithic 燃料電池という新しい燃料電池のデザインを開発し，昨年度から試験を始めた。このデザインは，強靱で，軽量なハニカム構造からなり，セラミックコンポーネントを採用している。その構造を**図3**に示す。

monolithic タイプのセルは，製作され運転された。このセルは，反応面積3㎠のカソード/電解質/アノードの3層の複合体からなる。monolithic タイプのセルの目標電気抵抗は，0.6A/㎠であるが，現状では，H_2とO_2を用いて，2.2A/㎠で作動に成功している。また，2つのセルを組合せたアレイも製作・運転され，H_2とO_2を用いて運転条件

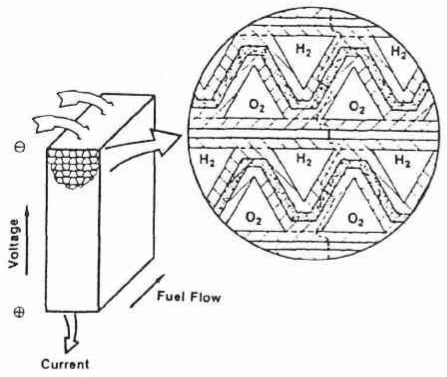


図3 Monolithic タイプの燃料電池

1,000℃，50mA/㎠で650時間以上作動した。これらの実績から，このタイプのＳＯＦＣの実現の可能性も大きくなってきた。

6. 特殊燃料の燃料電池への適用

燃料電池の実用化にとって，燃料の多様化は燃料の安定供給，安価な燃料を使用することによるコスト低減など一つの開発事項である。

ＧＲＩプロジェクトで進められているオンサイト用40kWの燃料電池のフィールド・テストにおいて，Southern Company Services（ＳＣＳ）やSouthern California Edison Company（Edison）では，特殊燃料として石炭層からのメタン燃料，landfillガス（埋立地ガス）やdigestorガスなどを使用して順調に運転実績をあげている。ＳＣＳのフィールド・テストでは，メタン燃料を用いて1984年10月より16カ月間運転し，総運転時間8,011時間，稼動率68%を達成した。また，平均発電効率37%，平均燃料効率49%とまずまずの成果を収めた。コマーシャルガスと石炭層メタン燃料との差違はなく，$8\times10^{14}ft^3$の石炭層メタンガス資源のある米国にとっては，有用な燃料と考えられる。

7. 燃料電池の応用と経済性評価

筆者らは日本の産業分野における燃料電池の適用の見通しについて次のような趣旨の報告を行なった。

日本におけるオンサイト用発電は，従来，自家発電という形で産業分野を中心に普及してきた。日本の産業分野における燃料電池の導入設備規模について，商用電力購入コスト，蒸気タービンによる発電コスト，燃料電池の目標発電コストで比較検討すると，2,000kW以下が有望と考えられる。また，燃料電池の排熱を有効利用する熱併給発電システムの導入しやすい分野（熱電比が高く，使用温度200℃以下）として，食料品製造業や繊維工業などがあげられる。これらの産業への燃料電池の導入規模を試算すると，約5,000MWとなる。

従来からの既設自家発電設備の更新時に燃料電池を導入する需要も考慮すると，燃料電池の産業分野への導入規模はかなりの量になるものと思われる。

今後の課題としては，燃料電池の目標設備コストおよび性能向上の早期達成，既存の発電設備に劣らない信頼性および高温の廃熱回収技術の確立などがあげられる。

おわりに

今回はじめて燃料電池の国際セミナーに出席する機会を得たが，出席者は年々増え，出席率も高く，燃料電池への関心度の高さを肌で感じることができた。発表内容は一部開発経過説明に終始したようにも思われたが，開発段階から実用化段階へ確実に移行しつつあり，技術競争が激しくなってきているとも考えられた。

燃料電池の実用化は，リン酸型燃料電池では1990年代初期と云われているが，実用化に向って最後の正念場を迎えつつあり，これからの開発研究が成否を握っていると思われた。

最後に，今回の出張において何かとお世話いただいた日本を代表する燃料電池関係者の方々に紙上を借りて厚くお礼申し上げます。

（しおいり　みつぐ　主任研究員）

研究所のうごき

（昭和61年10月１日～12月31日）

◇　評議員会開催

第７回評議員会

日　時：11月18日（火）15：00～17：45
場　所：経団連会館（９Ｆ）クリスタル・ルーム
議　題：
(1)　議長挨拶
(2)　〔報告〕
　昭和60年度事業及び収支決算
　昭和61年度事業計画及び収支予算
(3)　〔講演〕
　世界のエネルギー開発の行方（大塚益比古エネルギー技術情報センター長）
(4)　懇　談

◇　月例研究会開催

昭和61年11月拡大月例研究会

日　時：11月17日（月）10：00～16：30
場　所：虎ノ門パストラル（本館１Ｆ）葵の間
議　題：
(1)　開会のあいさつ（所長　山本寛）
(2)　来賓のあいさつ（資源エネルギー庁審議官　逢坂国一氏）
(3)　“巨大技術安全研究”グループ　グループ・リーダあいさつ（東京大学工学部教授　秋山　守氏）
(4)　原子力安全問題とＩＡＥＡの役割（国際原子力機関次長兼原子力安全部長　Ｌ．コンスタンチノフ氏）
(5)　ヒューマン・ファクターについての研究開発動向（人間工学会会長・東京大学名誉教授　大島正光氏）
(6)　「安全性高度化計画―セーフティ21」の推進（資源エネルギー庁公益事業部原子力発電安全管理課長　神田淳氏）
(7)　巨大技術の安全性を考える（(財)日本総合研究所会長　岸田純之助氏）
(8)　閉会のあいさつ（専務理事　越川文雄）

◇　主なできごと

9月30日（火）　「プルサーマル」第２回委員会開催
10月２日（木）　「メタノール・エンジン調査」第１回委員会開催
　「100kW級風力発電システム最適仕様調査」第１回委員会開催
３日（金）　「天然ガス自動車調査」第１回委員会開催
７日（火）　「新シーズ（火山発電方式）」第２回委員会開催
17日（金）　「100kW級風力発電システム最適仕様調査」第２回委員会開催
20日（月）　「シミュレーション技術部会」第６回委員会開催
27日（金）　「プルサーマル」第３回委員会開催
　「プルトニウム利用方策開発調査」第１回委員会開催
11月11日（火）　「システム評価手法検討」第４回委員会開催
17日（月）　拡大月例研究会開催
18日（火）　第７回評議員会開催
　「社会的安全目標検討」第３回委員会開催
19日（水）　「ＣＷＭへのニーズに関する調査研究」第２回総会開催
20日（木）　「巨大技術の安全性確保に関する懇談会」開催
21日（金）　「ＦＢＲ安全性調査：ＦＡＳＴ」第３回委員会開催
25日（火）　「シミュレーション技術部会」第７回委員会開催
　「プルトニウム利用方策開発調査」第２回委員会開催
26日（水）　「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催（第50回）
28日（金）　「ＳＰＳ（新シーズ）」第２回委員会開催
12月１日（月）　第８回「原子力長期構想懇談会」開催
２日（火）　「100kW級風力発電システム最適仕様調査」第３回委員会開催

「ＬＮＧ貯槽管理システム調査」第２回研究会開催

12月５日(金)　「石油ＴＥＳ技術管理調査」第２回委員会開催

８日(月)　「石油ＴＥＳ導入利用調査」第２回委員会開催

９日(火)　「実用発電用原子炉廃炉技術調査」第２回委員会開催

11日(木)　「負荷集中制御システム検討」第１回委員会開催

12日(金)　「ＴＥＳ用ガスタービン調査」第２回委員会開催

15日(月)　「確率論的安全評価（ＰＳＡ）に関する国内シンポジウム」開催（15日(月)～17日(水)の３日間）

16日(火)　「プルサーマル」第４回委員会開催

「分散型新発電技術実用化実証研究に関する調査」第２回委員会開催

「エネルギーフロンティア計画調査」第２回委員会開催

18日(木)　「メタノールエンジン調査」第２回委員会開催

「100kW級風力発電システム最適仕様調査」第４回委員会開催

19日(金)　「オンサイト用燃料電池仕様調査」第２回委員会開催

「天然ガス自動車調査」第２回委員会開催

23日(火)　「システム評価手法検討」第５回委員会開催

25日(火)　第１回「ＥＤＢ懇談会」開催

◇　人事異動

○10月１日付

（採　用）　丹呉良郎　主任研究員に任命，プロジェクト試験研究部配属

◇　そ　の　他

外国出張

(1)　茂田省吾主任研究員は，「米国及び欧州における分散型電源の系統連系に関する考え方と連系の実態とを調査する」ため，10月１日より同月19日の間，米国，英国及び西独に出張した。

(2)　井上市郎プロジェクト試験研究部長は，「第13回世界エネルギー会議に参加」のため，10月３日より同月17日の間，仏国及び西独に出張した。

(3)　里見知英主任研究員は，「欧州及び米国におけるＬＮＧ低温貯槽の観察・検査システム及びロボット・非破壊検査等の関連技術の現状調査」のため，10月４日より同月18日の間，デンマーク，西独，仏国並びに米国に出張した。

(4)　吉田正寛主任研究員は，「欧州におけるコジェネレーション技術の調査」のため，10月14日より同月25日の間，英国，イタリー及び西独に出張した。

(5)　塩入貢及び鈴木正博の両主任研究員は，「1986燃料電池セミナーでの論文発表と併せて米国における燃料電池開発動向を調査する」ため，10月23日より11月６日の間，米国に出張した。

(6)　蓮池宏研究員は，「天然ガス自動車の普及状況，技術開発状況並びに制度面での対応状況を調査する」ため，11月８日より同月23日の間，カナダ，米国及びイタリーに出張した。

第 9 巻 通 巻 目 次

VOL. 9, NO. 1 (1986. 4)

「国際電池技術シンポジウム」に思う ……国際電池技術総合シンポジウム組織委員会委員長・東京大学工学部教授 笛 木 和 雄…… 1

国際電池技術総合シンポジウム特集

特集—1 シンポジウムの概況 ……蓮 池 宏…… 2

特集—2 開発の現状と将来展望 ……伊 藤 登…… 6

特集—3 商用化へのシナリオと課題 ……小 林 道 夫
山 本 洋 平
石 川 力 雄…… 18

特集—4 燃料電池の技術課題と見通し ……児 玉 皓 雄…… 31

特集—5 二次電池の技術課題と見通し ……石 川 力 雄…… 42

昭和61年度における資源エネルギー関連技術開発の重点について ……吉 田 盛 厚…… 53

研究所のうごき …… 66

VOL. 9, NO. 2 (1986. 7)

ソ連原発事故の対応 ……資源エネルギー庁官房審議官 逢 坂 国 一…… 1

ムーンライト計画の現状と展望 ……米 田 文 重…… 3

省エネルギーと蓄熱技術—中高温用潜熱蓄熱を中心として— ……神 本 正 行
阿 部 宜 之…… 17

自然エネルギー利用住宅システムの開発 ……渋 谷 紳 一…… 26

「太平洋エネルギー協力会議」とエネルギー協力の方向 ……木 村 徹…… 36

研究所のうごき …… 44

VOL. 9, NO. 3 (1986. 10)

第6回 エネルギー総合工学シンポジウム(特集)

21世紀をめざす電源ベストミックスと分散型電源

開会のあいさつ ……所 長 山 本 寛…… 1

来賓のあいさつ ……通商産業省資源エネルギー庁官房審議官 逢 坂 国 一…… 3

〔基調講演－1〕21世紀をめざす電源ベストミックス
——今後の電源計画と研究開発のために——……
……南カリフォルニア・エジソン社　副社長　ロバート・ディーチ…… 5
〔基調講演－2〕我が国における電源構成と分散型電源の展望……
……(財)電力中央研究所　理　事　上之薗　博…… 27
〔報告－1〕分散型電源の現状等について……
……通商産業省資源エネルギー庁公益事業部技術課総括班長　薦田康久…… 38
〔報告－2〕分散型新発電技術の研究開発の現状と実用化への展望
その1：新発電技術の研究開発の現状……
……新エネルギー総合開発機構燃料・貯蔵技術開発室室長代理　伊藤　登…… 49
その2：系統連系に関する諸問題と解決への見通し……
……主任研究員　茂田省吾…… 62
閉会のあいさつ……専務理事　越川文雄…… 75
研究所のうごき …… 76

VOL. 9, NO. 4 (1987. 1)

研究開発に新しい流れを ……科学技術会議議員　武安義光…… 1
世界のエネルギー開発の行方 ……大塚益比古…… 2
世界エネルギー会議に出席して ……井上市郎…… 10
海外における高レベル放射性廃棄物処理処分の研究開発の現状 ……松井一秋…… 16
“1986 Fuel Cell Seminar”参加記 ……塩入　貢…… 24
研究所のうごき …… 32
第9巻通巻目次 …… 34

季報エネルギー総合工学　第9巻第4号

昭和62年1月20日発行

編集発行

財団法人　エネルギー総合工学研究所

〒105　東京都港区新橋1－1－13

東新ビル(7F)

電　話 (03) 508－8891

無断転載を禁じます。(印刷)和光堂印刷株式会社