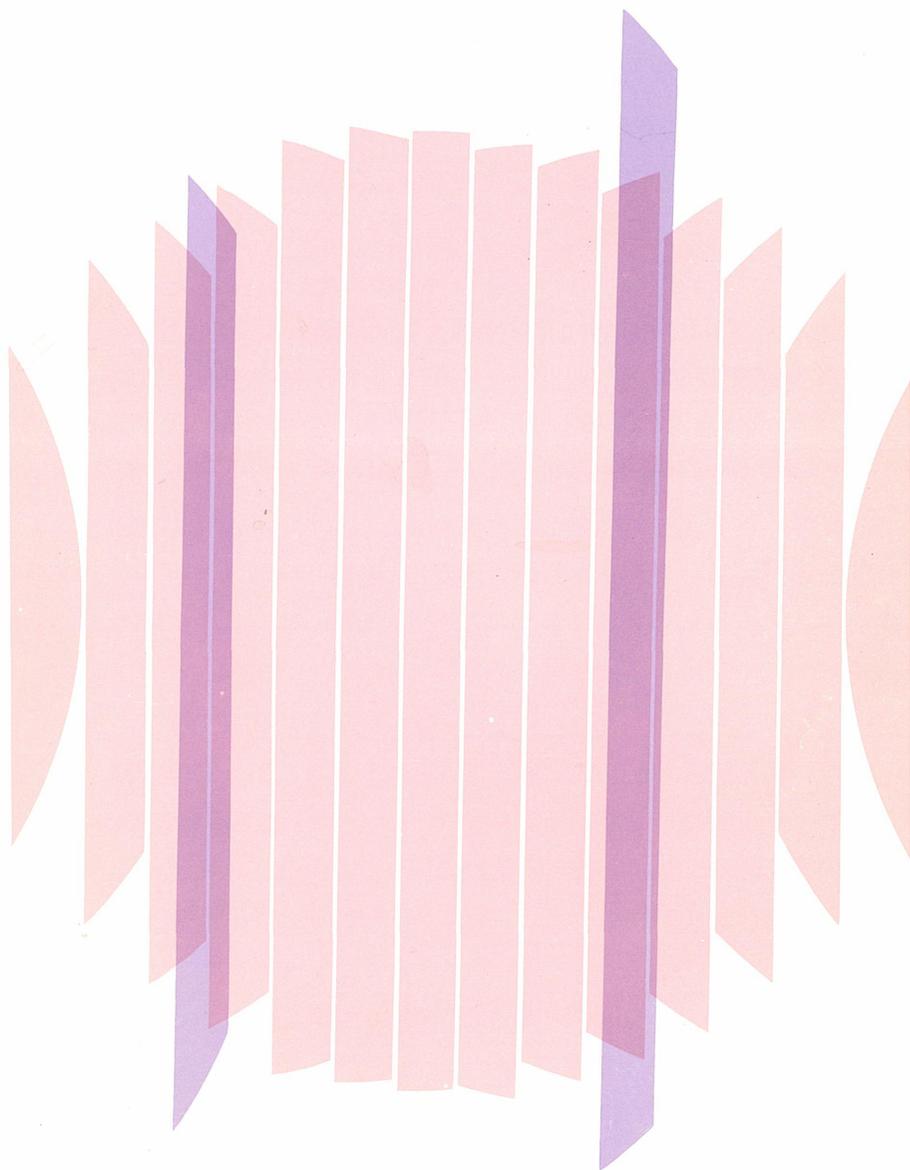


訂正(印)  
4/2381A入

# 季報 エネルギー総合工学

Vol.2 No.1

1979. 4.



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

# 目 次

エネルギー資源と技術開発 …… 理事・日本エネルギー経済研究所所長 生 田 豊 朗……	1
昭和54年度予算にみるエネルギー	
技術開発の重点 …………… 岡 田 泰……	2
石炭利用技術欧米視察記……………早稲田大学理工学部教授 城 塚 正……	<sup>12</sup> <del>13</del>
石炭利用技術開発への提言 …………… 古 澤 健 彦……	<sup>16</sup> <del>17</del>
ラスムセン報告をめぐる最近の話題 …………… 近 藤 駿 介……	<sup>21</sup> <del>22</del>
研究所のうごき ……………	25

## エネルギー資源と技術開発

理事 日本エネルギー経済研究所 所長 生田 豊 朗

3月の上旬に中東の産油国アラブで開かれた第1回アラブ・エネルギー会議に招待されて出席し、日本の原子力、ソーラー・エネルギー開発計画について講演をした。この会議は、アラブ連盟に加盟している22か国が参加して開かれたもので、ゲスト・スピーカーとしては、私のほかヨーロッパから数名の専門家<sup>PA</sup>が招かれていた。

さて、イランの革命を契機にして世界の石油情勢が大きく揺れ動いているさなかであるので、この会議の主要なトピックが石油問題に集中したのは当然のことといてよいが、それとの関連のもとにアラブ諸国が石油代替エネルギーの開発に対してきわめて真剣かつ積極的な姿勢を示したことが注目された。

とくに興味をひかれたのは「資産の入れ替え」(exchange of asset)という考え方が示されたことである。これは、現在アラブ諸国が持っている石油資源をひとつの資産としてとらえ、それを採掘、生産、消費することによって発生する資産の減耗を、他の資産によって補填し、実質的な資産額を維持しようという考え方である。そして、石油資源と入れ替えられるべき新しい資産がエネルギー開発技術であるとされているところが面白い。

エネルギー開発技術とは、まず石油回収技術の進歩(いわゆる enhanced recovery)であり、第2は原子力、ソーラー・エネルギーなどの代替エネルギー技術である。そして、いまからこの「資産の入れ替え」に積極的に取り組まなければ、次の世代の繁栄を確保することはできないのだ、という主張が熱心に繰り返された。

このような考え方は、経済学的にみれば疑問の点はいくつかあるが、それにしても豊富な石油資源を持つ国がこのような主張を展開したことについて、私はいささか感銘を受けた。顧みてほとんど「資産」を持たないわが国の現状はどうだろうか。これからわが国が資産を築き上げられるとするならば、それはおそらく技術が中心にならなくてはならないのだろうが、現実はいまからはるかに遠いところにある。これでよいのだろうか、という深い不安を感じながら、アラビアから帰国の途についたのである。(いくた とよあき)

# 昭和54年度予算にみるエネルギー技術開発の重点

岡田 泰

## 1. 総合エネルギー政策の展開

### 1) わが国をめぐるエネルギー情勢

わが国は、エネルギー供給量の3/4を石油に、しかも石油供給の大部分を海外からの輸入に依存しており、石油に偏った脆弱なエネルギー供給構造を有している。

一方、自由世界の石油需給は、イランの政情不安にみられるような産油国・OPECの石油供給ポジションの不安定要因、代替エネルギー開発導入の見通し、米国の石油輸入動向等を考慮すれば厳しい状況にあり、また、1980年代半ば以降の世界の石油需給の逼迫化は不可避であると考えられる。

このような中長期的な石油需給の逼迫化の状況の下において、わが国が引き続き安定的経済成長を遂げ、国民生活の向上を図るためには、その基礎となるエネルギーの確保について、エネルギー政策の総合的な推進が不可欠である。

### 2) 総合エネルギー政策の基本方向

標記のエネルギー情勢を踏まえて推進すべき総合エネルギー政策の基本方向は、第一に石油の安定供給確保である。

固有のエネルギー資源に乏しいわが国は、海外からのエネルギー供給に依存せざるを得

ず、しかも引き続き石油にその大宗を依存することとなると見込まれる。総合エネルギー調査会需給部会報告（昭和52年6月）によれば、諸対策を促進したとしても昭和60年度における石油依存度は65%程度である。

したがって、中長期的観点に立った石油の探鉱・開発の促進、自主開発原油等政策原油の量的拡大、供給源の多様化等を図るとともに、石油状勢の不安定化に対応した備蓄の増強等緊急時対策の充実に努めることが必要である。

第二に、石油代替エネルギーの開発・導入を促進し、エネルギー供給の石油依存度の削減を図ることである。

このため、中長期的にみて最も大きな供給可能性を有している原子力開発利用の推進、埋蔵量が多く安定した国内生産も期待しうる石炭利用の推進、埋蔵量が多く賦存状況も石油に比して広汎でありクリーンエネルギーでもある液化天然ガスの導入の促進、地熱・水力等一次エネルギーの導入の促進等を図るとともに、石油代替エネルギーの実用化に必要な技術開発に積極的に取り組むことが必要である。

第三に、わが国の産業・社会構造の省エネルギー化を推進することである。

今後予想されるエネルギー供給の逼迫化の

状況の下で、わが国の経済成長を維持し、国民生活の向上を図るためには、産業・民生・輸送等各部門にわたり省エネルギー化を推進することが肝要であり、これはまた、エネルギー多消費国であるわが国の国際的責務でもある。

## 2. エネルギー技術開発の役割

前記の基本方向に立脚する具体的対策は、いずれも重大な技術的課題を抱えており、これらのエネルギー問題解決の成否については、エネルギー技術開発に依存するところが極めて大きい。

すなわち、石油開発については、フィールド条件の悪化が予想されるため、深海掘削、回収率の向上等の技術に対する要請が高まりつつあるとともに、技術力を産油国に提供することにより石油を確保する例が増えてくると考えられることから、石油開発技術の重要性はますます高まっていく情勢にある。また緊急時に備えて、地下備蓄方式等の新備蓄方式について、安全面、防災面等の技術開発が必要である。さらに、今後の石油供給は重質化の傾向をたどる見込みであり、重質油分解技術の開発等技術面の対応が不可欠である。

つぎに、石炭の生だき等による利用促進、軽水型原子力発電所の立地促進等在来エネルギーの利用促進技術、新エネルギーの開発等のエネルギー技術開発が効果的に進められることによるエネルギー供給の増分は、短中期の需給ギャップの解消にとって欠くことができないものである。また、長期的に実用化が強く期待されている石炭液化、さらには太陽エネルギー、核融合のような新エネルギーの利用等に係るエネルギー技術開発は、エネ

ルギー供給の天井を高めるとともに、エネルギー選択の可能性を拡大する等により長期的需給の安定化に資するのみならず、クリーンエネルギーの利用により環境改善に寄与する等の効果がある。

さらに、エネルギー需給の緩和を需要面から推進していくために、エネルギー消費機器や設備に関する技術開発、産業・民生・輸送の各部門の特性に応じた適正なエネルギー需要構造への移行を進めるための技術開発等の省エネルギー技術開発の推進が必要である。これら技術開発の円滑な進展なくしては、わが国のエネルギー問題の解決は極めて困難であると言えよう。

## 3. 昭和54年度予算にみるエネルギー技術開発の重点

前述の背景、役割等を踏まえ、昭和54年度においては以下のような諸施策を講じていくこととなっている。

### 1) 石油関係技術

#### (1) 石油公団機能の充実

##### (概要)

石油開発技術センターの事業および運営に必要な経費を交付する。昭和54年度からは、従来から実施している特別共同研究等のほか、原油の化学的二次回収法のテーマを対象に大型特別研究として重点的に取り組むこととする。

##### (予算)

石油公団交付金(石油開発関係)

石特 1,458百万円(1,353百万円\*)

注： \* 53年度予算額、以下( )の数字は全て同様である。

(2) 石油生産のシステム技術の開発

(概要)

石油の安定的供給の確保を図るため、深海域における海底油田から、石油・天然ガスを生産するための新しいシステム技術の研究開発を大型プロジェクトとして実施する。

(予算)

海底石油生産システム研究開発委託費

石特 1,079百万円 (新規)

一般 46百万円 (71百万円)

(3) 海洋石油開発のための掘進技術の開発

(概要)

わが国周辺大陸棚における石油開発を促進するため、掘削能率の大幅なアップ、掘削費の低減、安全性の向上等を図り得る新技術の研究開発を行う。

(予算)

海洋石油開発のための高能率掘進技術開発調査

石特 15百万円 (新規)

(4) 可燃性天然ガスの有効利用技術の開発

(概要)

現在、石油生産に伴い発生する可燃性天然ガスの大部分は、生産井において燃焼廃棄されているが、可燃性天然ガスの有効利用のため、移動可能でしかも生産井近くの洋上において天然ガスに物理処理、化学処理等を施し、運び易い製品に転換する洋上天然ガス処理システムを開発する。

(予算)

洋上天然ガス処理システムの調査研究

石特 107百万円 (76百万円)

トータルシステムおよび各サブシステムについての調査および実験研究を行

い、本システムの基本設計上重要な要素技術に係る問題点の解明を行う。

(5) 重質油対策技術の開発

(概要)

原油の重質化傾向、需要の軽質化傾向の中にあつて、石油の安定的供給の確保を図るために、重質油対策を強力に推進する必要がある。このため、灯油、軽油等の中間留分の増産のための重質油分解技術および分解に伴う副生成品の有効利用技術等について、関連業界が一体となつて進める技術開発に対し補助を行うこととする。

(予算)

重質油対策技術研究開発事業費補助金

石特 1,700百万円 (新規)

(6) 新備蓄方式の技術開発

(概要)

緊急時における石油の安定供給を図るために石油備蓄を増強する必要があるが、これに必要なタンク数、土地面積は膨大なものになることが予想される。したがつて、既存のタンク方式に加え、新たに安全かつ経済的な備蓄方式を確立することが緊急の課題となつており、このため新備蓄方式の実用化の可能性を検討する。

(予算)

石油備蓄技術調査費

石特 1,728百万円 (278百万円)

長期的な石油備蓄政策の確立を図るために石油備蓄技術の調査検討を行つてきたところであるが、昭和54年度からはこれらを踏まえて地下備蓄の実験等を行い、その実用化を図る。

(7) 石油流通合理化技術の開発

(概要)

石油流通の合理化を図るため、昭和53年度に引き続き海底パイプラインの漏えい検知システムおよび漏えい拡散防止システムの実用化を目的とした技術開発調査を行う。

(予算)

長距離海底パイプライン技術開発調査委託費

石特 182百万円 (52百万円)

## 2) 石炭関係技術

### (1) 石炭開発・生産技術の開発

(概要)

国内炭の安定供給を確保するため、急傾斜採炭の機械化、中硬岩用掘進機等生産技術の開発を行う。

(予算)

石炭技術振興費補助金のうち、

石特 360百万円 (175百万円)

### (2) 短・中期の石炭利用拡大対策技術開発

(概要)

わが国エネルギー需給の安定化に資する石炭の需要確保を図るため、短・中期に実用化が期待でき、石炭の利用を拡大させることとなる石炭・油混合燃料、流動床燃焼技術、成型コークス製造技術、石炭利用下廃水処理技術等の研究開発を実施する。

(予算)

石炭技術振興費補助金のうち

石特 340百万円 (335百万円)

### (3) 長期の石炭利用拡大対策技術開発

(概要)

わが国の長期エネルギー需給の安定化に資する石炭の利用を一層拡大させるため、石炭のガス化・液化技術の研究開発を実施

する。

(予算)

石炭ガス化技術開発委託費のうち、

石特 758百万円 (418百万円)

低カロリーガス化発電技術を開発するため、石炭処理量5t/日装置によるガス化脱硫試験および石炭処理量40t/日装置の建設を継続して行うほか、新たに高温乾式脱硫装置の設計を行う。

石炭ガス化技術開発委託費および新エネルギー技術研究開発費のうち、

石特 935百万円 (新規)

一般 120百万円 (一)

高カロリーガス化技術を開発するため、ガス発生量7,000m<sup>3</sup>/日パイロットプラントの詳細設計を継続すると同時にプラント建設のための一部機器の製作を実施するほか、建設地の造成整備を実施する。

石炭液化技術研究開発委託費および新エネルギー技術研究開発費のうち、

石特 815百万円 (新規)

一般 274百万円 (一)

石油の長期的需給の逼迫化傾向の中にあって、エネルギーの安定的供給の確保を図るため、I ソルボリシス液化方式1t/日プラントの運転研究および40t/日プラントの詳細設計、II 溶剤処理液化方式1t/日プラントの建設、III 直接水添液化方式2.4t/日プラントの詳細設計、の各技術開発を行う。

石炭液化技術研究開発委託費のうち、

石特 301百万円（新規）

日米科学技術協力の一環として、石炭液化技術開発を推進することとし、SRC-IIプロジェクトについてわが国独自の評価を行う。

石炭液化技術研究開発事業費補助金

石特 353百万円（新規）

日米科学技術協力のもとに、石炭液化技術の開発を積極的に推進するため、現在、米国エネルギー省の助成の下に進められているEDS法（Exxon Doner Solvent method）に参加するわが国の民間企業へ一部補助金を交付する。

#### (4) 石炭鉱山保安確保対策技術の開発

（概要）

石炭鉱山保安技術の開発は、生産技術の開発とともに、国内炭の安定供給を確保するための基本的条件である。石炭鉱山における採掘箇所の深部移行に伴い、地圧の増加、温度上昇、湧出ガス量の増加等抗内条件が急激に悪化しているため、深部保安確保対策技術等の研究開発を行う。

（予算）

鉱山保安技術調査委託費

石特 185百万円（175百万円）

### 3) 原子力関係技術（科学技術庁分は除く）

#### (1) 軽水炉改良標準化

（概要）

原子力発電の安全性、信頼性のより一層の向上を図るため、米国等からの導入技術からの脱却を図り、わが国の国情に適した原子炉の開発が必要である。このため、軽

水炉の改良標準化を推進し、もってプラントの信頼性の向上、作業員の被ばく低減、定期検査期間の短縮を図るとともに稼働率の向上に資する。

（予算）

原子力発電設備改良標準化等調査

一般 216百万円（160百万円）

現在、第一次改良標準化に引き続き第二次改良標準化を進めているところであり、昭和54年度は、耐震設計の標準化等を実施する。

#### (2) 地下立地方式の技術開発

（概要）

原子力発電開発に伴う立地問題に対処するためには、立地選択幅の拡大と用地の効率的利用とに努める必要があり、このための一つの方策として、地下立地式原子力発電所の実用化が有望である。このため、地下空洞の耐震性、放射性物質の格納性等について実証試験を実施し、技術指針の確立を図る。

（予算）

原子力発電所新立地方式検討調査

一般 12百万円（9百万円）

#### (3) 廃炉対策技術の開発

（概要）

近い将来原子力発電所の廃炉対策が必要となることが予想されており、この廃炉作業を安全かつ円滑に実施するため、廃炉技術の確立とともに技術基準の整備が必要である。昭和54年度は、内外における廃炉の実績等の調査により廃炉を行う上での問題点を抽出するとともに、わが国の国情に適した廃炉方式の検討を行う。

（予算）

#### 廃炉技術基準等確立調査

一般 11百万円 (新規)

#### (4) 高性能燃料の実用化

##### (概要)

電源構成に占める原子力発電の比率の増加に伴い、負荷変動に応じて出力を急速に変化させる運転を行いうる技術の開発が必要となってくる。このため、燃料の取替え期間を考慮して、早急に高速出力変化に耐え得る高性能燃料の実用化を図るとともに技術基準の整備を行うこととする。

##### (予算)

#### 高性能燃料技術基準等確立調査

一般 13百万円 (新規)

#### (5) 原子力発電所の安全性、信頼性確保技術開発

##### (概要)

原子力発電施設等の安全性を確保し、地元住民の不安を解消するため、原子力発電機器等の安全性、信頼性の実証等に必要調査・試験を行う。

##### (予算)

原子力発電安全対策等委託費のうち、

電特 3,635百万円 (4,470百万円)

原子力発電機器等のうち、バルブ、ポンプ、蒸気発生器、燃料集合体、溶接部等熱影響部の安全性、信頼性について、それぞれ実証試験を行う。

原子力発電安全対策等補助金のうち、

電特 2,860百万円 (1,689百万円)

原子力発電所の耐震性について、大型モデルによる十分な振動試験が可能な大型高性能振動台を設置して耐震信頼性の実証試験を行う。

#### (6) 新型炉等の実用化技術開発

##### (概要)

核燃料サイクル上長期的な不確定要素が存在することにかんがみ、核燃料サイクルに柔軟性を与え、かつ、軽水炉—FBR路線をバックアップする炉として、新型炉(重水炉)の開発導入が重要である。このため、新型転換炉、CANDU炉など重水炉の導入に必要な技術基準等の確立を図る。

##### (予算)

#### 新型炉技術基準等確立のための調査

一般 258百万円 (204百万円)

海外で開発されている重水炉の動向等を踏まえ、わが国独自にその安全性を実証するとともに、技術的審査のベースとなる重水炉の技術基準の確立を図る。昭和54年度は、圧力管、小口径配管、耐震性等に関する各種確証試験の実施およびそのとりまとめを行い、現在までの総合評価を行うとともに、技術基準の確立を図る。

#### (7) 放射性廃棄物処理処分技術開発(科学技術庁分は除く)

##### (概要)

原子力発電規模の増大に伴い発生する放射性廃棄物の累計量は膨大なものになると予想されており、その処理処分体制を早急に確立する必要がある。このため、処理処分の事業化に関するフィージビリティ調査を行い、国としての方針の策定に資するとともに、放射性廃棄物安全性実証試験を行い、原子力発電所立地地点の周辺住民の不安を解消する。昭和54年度は、原子力発電所に保管されている放射性廃棄物およびその保管システムが、想定されうるあらゆる

状態においても安全であることを実証するため必要な実証試験を行う。

(予算)

放射性廃棄物安全性実証試験

電特 190百万円 (178百万円)

(8) 海水ウラン等回収システム技術の開発

(概要)

原子力発電規模の増大に伴い必要なウランの安定供給を確保するため、純国産資源としての海水からのウラン等回収システム技術の開発を行う。昭和54年度は、現在までの技術開発調査を基礎に、モデルプラント建設のための詳細設計を開始する。

(予算)

海水ウラン等回収システム技術の開発調査

一般 185百万円 (154百万円)

4) 電力・ガス関係技術

(1) 地熱開発技術

(概要)

地熱開発利用に係る環境保全、地熱井および輸送管に係る保安の確保等に関する技術問題を調査・研究し、その技術の向上を図るとともに、その成果を技術基準等に反映させる。

(予算)

地熱開発推進調査

一般 40百万円 (40百万円)

(2) 大規模深部地熱開発技術

(概要)

環境保全対策を考慮した最適発電システムの概念設計を検討するとともに、地質構造および熱構造を広く把握するための地上調査、地下の地質構造および温度分布を

把握するための構造試錐、気象、水質調査等の環境監視を実施する。

(予算)

大規模深部地熱発電所環境保全実証調査

電特 1,345百万円 (1,205百万円)

(3) 地熱開発に係る環境保全技術の開発

(概要)

地熱発電所の建設に伴う環境保全を確保するため、立地予定地点においてボーリングを行い、蒸気、熱水を噴出させ周辺環境に及ぼす影響を調査する。

(予算)

環境審査調査

電特 916百万円 (906百万円)

(4) 地熱熱水有効利用技術の開発

(概要)

地熱発電所から発生する熱水を農作物の促成栽培等多目的に利用するための可能性調査および実用化のための試験を行う。

(予算)

地熱発電所熱水有効利用調査

電特 103百万円 (94百万円)

(5) 石炭火力ばい煙処理技術開発

(概要)

25万kW級石炭火力発電施設において全量脱硝プラントを設置し、石炭火力に関する環境対策技術の実証を行う。

(予算)

石炭火力ばい煙処理技術信頼性実証試験等委託費

電特 1,157百万円 (423百万円)

(6) 高効率ガスタービン公害防止技術開発

(概要)

高効率ガスタービンを使用する発電所に係る脱硝装置、騒音防止施設等の公害防止

施設の処理能力を実証し、環境保全技術の確立を図る。

(予算)

高効率ガスタービン NO<sub>x</sub> 等処理技術信頼性実証試験等調査

電特 205百万円 (新規)

(7) ガス工作物の安全性等確保技術の開発  
(概要)

ガスの安定供給および保安の確保を図るため、ガス導管、ガスホルダーおよびLNG地上式貯槽について、材料および構造の耐震性の検討、耐震設計手法の確立等耐震性の総合的検討を行い、耐震技術指針および保安指針を整備する。

(予算)

ガス工作物設置基準調査

一般 55百万円 (33百万円)

## 5) 新エネルギー関係技術

(1) 太陽エネルギー技術開発

(概要)

長期的なエネルギーの安定供給を確保するため、太陽エネルギー等豊富で公害を生じない新エネルギーの実用化が緊要でありパイロットプラントの建設を含め、強力にその推進を図る。昭和54年度は、太陽熱発電プラントの建設を本格化するとともに、四種類のソーラーハウスの運転・評価、太陽電池の研究等を行う。

(予算)

新エネルギー技術研究開発費のうち、

一般 3,768百万円 (2,013百万円)

(2) 地熱エネルギー技術開発

(概要)

エネルギーの長期的な安定供給に資する

地熱エネルギーについて、地熱探査、採取、環境保全、高温岩体発電等に係る基礎研究を進めるとともに、地熱熱水利用発電プラントの運転・評価および要素研究等を継続する。(4)の(1)および(2)を参照)

(予算)

新エネルギー技術研究開発費のうち、

一般 1,183百万円 (976百万円)

(3) 石炭エネルギー技術開発

(概要)

エネルギーの長期的な安定供給に資する石炭エネルギーについて、ガス化、液化に係る基礎研究を継続するとともに、ガス化については高カロリーガス化プラントの建設の着手等、液化についてはソルボリシス方式液化プラントの運転研究および設計、溶剤処理液化方式プラントの建設、直接水添方式液化プラントの設計を行いプラント研究を充実する。(2)の(3)を参照)

(予算)

新エネルギー技術研究開発費のうち、

一般 395百万円 (1,023百万円)

(4) 水素エネルギー技術開発

(概要)

エネルギーの長期的な安定供給に資する水素エネルギーについて、水素の製造・利用に関する基礎研究を進めるとともに、高温高圧水電解法水素製造プラントの建設、運転を行う。

(予算)

新エネルギー技術研究開発費のうち、

一般 690百万円 (590百万円)

(5) 総合研究

(概要)

将来の有力な新エネルギー源を発掘する

ための新エネルギー技術シーズの開発研究を行うとともに、前記(1)～(4)の技術開発を支援するための支援研究を行う。

(予算)

新エネルギー技術研究開発費のうち、  
一般 345百万円 (308百万円)

## 6) 省エネルギー関係(補)技)

### (1) 大型エネルギー技術開発

(概要)

エネルギー使用の効率化を図るため、高効率ガスタービンの耐熱材料および要素技術の研究開発を進めるとともに、最適トータルエネルギー供給システムの研究開発を行う。また、電磁流体(MHD)発電および廃熱利用技術システムについても技術開発を推進する。

(予算)

省エネルギー技術研究開発費のうち、  
一般 793百万円 (617百万円)

産業の省資源、省エネルギー化および地域社会における熱の有効利用を図るため、熱回収・熱交換、熱輸送、熱貯蔵等の廃熱利用の要素技術およびトータルシステムの研究開発を行う。

省エネルギー技術研究開発費のうち、  
一般 914百万円 (635百万円)

熱から電気へ直接エネルギー変換する直接発電方式で火力発電と組合せ、熱効率の大幅な向上が期待されるMHD発電技術の研究開発を行う。

省エネルギー技術研究開発費のうち、

一般 399百万円 (94百万円)

高効率ガスタービン、蒸気タービン、集中冷暖房等を組合せた最適エネルギー供給システムを確立するための、ガスタービンと蒸気タービンの複合サイクルの効率を飛躍的に向上させる中核となる高効率ガスタービンの研究開発を行う。

### (2) 先導的・基盤的省エネルギー技術開発 (概要)

超電導技術、新型電池、新動力源およびヒートパイプ等先導的・基盤的省エネルギー技術の研究開発を行う。また、黒鉛化に関する省エネルギー技術、セラミック材質の赤外線輻射に関する省エネルギー技術および植物・家畜生産加工における排熱・温排水利用のための熱供給システムに関する研究を実施する。

(予算)

省エネルギー研究開発費のうち、  
一般 117百万円 (114百万円)

### (3) 高温還元ガス利用直接製鉄技術の開発 (概要)

現行の製鉄方法に伴う公害問題の解決および原料炭依存からの脱却を図るため、近い将来開発が予想される多目的高温ガス炉の熱エネルギーを製鉄プロセスに利用するクローズドシステムを目指した直接製鉄技術の研究開発を行う。

(予算)

大型工業技術研究開発費のうち、  
一般 1,533百万円 (2,150百万円)  
(おかだ やすし 通商産業省立地公害局  
鉾山課)

昭和54年度エネルギー技術開発関係予算の概要

(単位：百万円)

事 項	石油・石炭特会			電 源 特 会			一 般 会 計			合 計		
	53年度	54年度	増減(△)	53年度	54年度	増減(△)	53年度	54年度	増減(△)	53年度	54年度	増減(△)
1. 石油関係	1,760	6,269	4,509				71	46 <sup>△</sup>	25	1,831	6,315	4,484
① 石油公団交付金(石油開発関係)	1,354	1,458	104							1,354	1,458	104
② 海底石油生産システム	0	1,079	1,079				71	46 <sup>△</sup>	25	71	1,125	1,054
③ 海洋石油開発に係る高能率掘進技術	0	15	15							0	15	15
④ 洋上天然ガス処理システム	76	107	31							76	107	31
⑤ 重質油対策技術	0	1,700	1,700							0	1,700	1,700
⑥ 石油備蓄技術	278	1,728	1,450							278	1,728	1,450
⑦ 長距離海底パイプライン技術	52	182	130							52	182	130
2. 石炭関係	685	885	200							685	885	200
① 石炭開発・生産技術	175	360	185							175	360	185
② 石炭利用拡大技術	335	340	5							335	340	5
③ 石炭ガス化技術	* 418	*1,693					*1,023	* 120				
④ 石炭液化技術	0	*1,469						* 274				
⑤ 保安確保対策技術	175	185	10							175	185	10
3. 原子力関係				6,337	6,685	348	527	695	168	6,864	7,380	516
① 軽水炉改良標準化							160	216	56	160	216	56
② 原子力発電所地下立地方式							9	12	3	9	12	3
③ 原子力発電所廃炉対策技術							0	11	11	0	11	11
④ 原子力発電用高性能燃料の実用化							0	13	13	0	13	13
⑤ 原子力発電機器安全性、信頼性確保技術				4,470	3,635 <sup>△</sup>	835				4,470	3,635 <sup>△</sup>	835
⑥ 原子力発電施設耐震性確保技術				1,689	2,860	1,171				1,689	2,860	1,171
⑦ 新型炉等の実用化技術							204	258	54	204	258	54
⑧ 放射性廃棄物処理処分技術				178	190	12				178	190	12
⑨ 海水ウラン等回収システム							154	185	31	154	185	31
4. 電力・ガス関係				423	1,362	939	73	95	22	496	1,457	961
① 地熱開発技術							40	40	0	40	40	0
② 大規模深部地熱開発技術				*1,205	*1,345							
③ 地熱開発に伴う環境保全技術				* 906	* 916							
④ 地熱熱水有効利用技術				* 94	* 103							
⑤ 石炭火力ばい煙処理技術				423	1,157	734				423	1,157	734
⑥ 高効率ガスタービンNO <sub>x</sub> 等処理技術				0	205	205				0	205	205
⑦ ガス工作物安全性等確保技術							33	55	22	33	55	22
5. 新エネルギー関係	418	3,162	2,744	2,205	2,364	159	4,910	6,381	1,471	7,533	11,907	4,374
① 太陽エネルギー技術							2,013	3,768	1,755	2,013	3,768	1,755
② 地熱エネルギー技術				2,205	2,364	159	976	1,183	207	3,181	3,547	366
③ 石炭エネルギー技術	418	3,162	2,744				1,023	395 <sup>△</sup>	628	1,441	3,557	2,116
④ 水素エネルギー技術							590	690	100	590	690	100
⑤ 総合研究(新エネルギー技術シーズおよび支援技術)							308	345	37	308	345	37
6. 省エネルギー関係							3,610	3,756	146	3,610	3,756	146
① 廃熱利用システム							617	793	176	617	793	176
② 電磁流体(MHD)発電技術							635	914	279	635	914	279
③ 高効率ガスタービン							94	399	305	94	399	305
④ 先進的・基盤的省エネルギー技術							114	117	3	114	117	3
⑤ 高温還元ガス利用直接製鉄技術							2,150	1,533 <sup>△</sup>	617	2,150	1,533 <sup>△</sup>	617
計	2,863	10,316	7,453	8,965	10,411	1,446	9,191	10,973	1,782	21,019	31,700	10,681

(注) 1. \*印は新エネルギー関係に一括計上し、重複はない。  
2. 原子力関係のうち科学技術庁分は含まない。

# 石炭利用技術欧米視察記

早稲田大学理工学部教授 城塚 正

早稲田大学の短期在外研究員として、昨昭和53年10月～12月にかけて約1か月半米国、欧州に出張した。この視察旅行の目的は主として次のような国際的なエネルギー事情の変動に対応する、ごく近い将来の石炭直接利用技術に関するものであった。すなわち、世界的なエネルギー需要の増大傾向と各種エネルギー資源需給のバランス問題、あるいは資源保有国の資源ナショナリズム攻撃の強化などに起因するいわゆる石油ショックが、我が国の石油エネルギー資源中心の需給構造に対して強烈なインパクトをもたらしたことは御存知の通りである。これの対応策として、エネルギー消費の節減をはじめ、エネルギー源の多様化をはかり石油依存度を次第に低減する国策が必要となり、サンシャイン計画、ムーンライト計画、消費節減行政指導などが打ち出されている。このうちエネルギー源多様化政策の一環として考えられるのが、地球的な賦存分布の豊富な石炭資源の利用である。石炭のエネルギー資源としての利用策としては、本格的なプロセスシステムとしてのガス化、液化などの多数の基本構想があるが、それらの実用化には今後相当長期にわたる技術開発の期間が必要となるであろう。しかし一方には国際的な石油資源の安定供給に対する不確定要因が蓄積しつつある現在、この間の

補間的な石炭のエネルギー資源としての直接利用法の改善が要求されるであろう。この考え方から直接利用法のうち、ごく近い将来、技術開発の可能と思われる石炭のコロイド流動性燃料化とその燃焼技術および流動層燃焼技術とそのシステム化はその役割を荷なうものと考えられる。これらの研究開発の海外事情調査が今回の出張の目的であった。しかしながら今回の調査旅行は単独行であり、また調査期間も制約があり、他に幾つかの視察目的があったりしたため不十分であったが、以下に調査結果の概要を述べてみよう。

## 1. コロイド燃料関連技術について

燃料の流体化の波にのみ込まれて、斜陽化した石炭利用の現実からの発想として、最も単純なアイデアが石炭の流動化であろう。さらに石炭のガス化、液化技術の前段階としてコロイド流動性燃料技術の開発の発想は当然の帰結の様に思われる。これによって石油輸送と同型の方式が確保され、またコロイド燃料の直接燃焼技術が完成すれば石油資源への依存性が少なからず改善できるわけである。この発想は単純であり、技術開発の歴史も大変古く、第1次大戦中にドイツの潜水艦による封鎖の事態から英国で提案され、また我が国でも第2次大戦中に海軍燃料廠などで

研究されたが、その後の状態変化で研究は中断していたのである。しかし、1970年代に入り石油資源の供給の不安感から各国においてこの技術開発が望まれるに至ったのである。今回の調査は米国、英国における次に述べる大学、企業および研究所を訪問して関係者から幾つかの情報を得て行われたもので、以下にこの分野の発展史と現況について述べてみたい。

英国では第2次大戦中に比較的安定性のよい重油-微粉炭混合油について検討され、米国においては1940年頃に Pittsburg & Midway Coal Mining Co. と Kansas State Univ. の共同研究で混合油のパイロットスケール燃焼試験を行ったのが前駆的研究であった。最近米国の EPA (Environmental Protection Agency 環境保護局) の Coal-Oil Fuel の発電への使用要請にこたえて、G.E 社を中心に Consolidation Coal Co., Gulf Oil, Chemical Engineering Standard Oil Co., などのグループで発電用、産業用燃料として Coal-Oil Fuel すなわちコロイド燃料の実用性を検討し、さらに Consolidation Coal Co. と Conoco Research の共同でこの燃料の燃焼についてのコマーシャルテストを実施して好結果をえたという。これらの関係者からの話ではコロイド燃料の安定性に関して長期間の貯蔵中の沈降やパイプラインの制御弁やバーナー先端部の閉塞問題があったが、最近ではほとんどの炭種について適合した界面活性剤の選定によってこの問題は解決している由である。また、燃料配合時に安定性のため添加する水と同時に石灰乳を加えて燃焼時の  $SO_x$ ,  $NO_x$  を低下させるアイディアは、その効果は疑問のようである。英国の

Shell 社は炭種の選定、混合、前処理によって界面活性剤無添加のコロイド燃料の製造技術を確立しており、近い将来インドネシアにおいて同国産の石油、石炭からこの燃料の製造計画を進めている由である。コロイド燃料の安定燃焼技術はこの分野の開発上の重要な点であるが、数社の情報では蒸気噴霧のバーナー方式で充分安定燃焼がえられるが、バーナーチップの孔径選定が重要なようである。この方式での末燃カーボンや  $NO_x$  発生も実用可能な性能を保証できるとしている。

以上は未処理石炭のコロイド燃料化技術の問題であったが、このプロセスでは  $SO_x$  の発生抑制は全く期待できない。このためには NCB-CRE 法や Consolidation Coal Co. 法のような溶剤処理による低灰分、低硫黄分精製炭を用いたコロイド燃料化、さらには CSF (Consol Synthetic Fuel), SRC (Solvent Refined Coal) のような水添抽出、液化法との組合せ技術によるコロイド燃料化が解決法であろう。しかしながら、この技術に対しては未だ高温下の固-液連続分離法や水素の原単位の低減法など技術的に検討しなければならない問題を多く残しているが、新しい技術的解決法が着々と進められている様であった。

この分野に関しては米国の Washington State Univ. や Oklahoma State Univ. その他の大学の研究グループや多くの企業の技術者が国家要請にこたえて集中的に努力を重ねており、米国の外国原油の輸入量抑制政策に対応して、米国産石炭のエネルギー資源としての活用に寄与していることが感じられた。また、この技術が石炭化学的トータルシステムが確立するまでの補間的必要性が明ら

かであるが、英国の Shell 社がインドネシアに展開しようとしているこの燃料の製造企画とこれを製鉄、発電、セメント、プラント、船舶用の燃料として販売する計画を聞くとき日本におけるこの分野の技術開発を急速に進める必要を痛感した次第である。

**雑感：**米国は外国原油の買入れが、貿易収支の赤字原因とされており、国内需要は自動車ガソリンの比重が重いとされている。米国の諸都市には日本に見られぬ様なボロ自動車が大変多く見られた。自動車の普及率世界一の米国も景気後退で新車の買換えが出来ぬのかと思ったが、一方、ガソリンの値段は200円レートで日本の20-30%安であった。確かに車がなくてはすごせぬ市民生活で全くの実用中心といった感じ。丁度米国民の普段着がジーンズになったように、動けば充分というボロ自動車がジーンズ代りの役割を果たしているのでしょうか？ 閑話休題。

## 2. 石炭の流動層直接燃焼技術について

英国は古くから基礎、応用の両面にわたり燃焼研究を本格的に行ってきたが、石炭の流動層燃焼ボイラーの開発の分野でも先進的であった。現在では NCB (National Coal Board 石炭局) 下の BCURA (British Coal Utilization Research Association 英国石炭利用研究会)、CRE (Coal Research Establishment 石炭研究所) および NRDC (National Research Development Corp. 国立研究開発機構) などで研究が実施されており、BCURA, Loatlerhead および CRE, Chetenham の常圧、加圧パイロットプラントからは豊富なデータが集められ、発展の基礎をなしている。特に層温度 750~920°C で燃焼効率99%以上、石灰石又はドロマイト脱硫剤で脱硫率 80% 以上その他脱硫剤再生

法、NO<sub>x</sub> 低減法、加圧法の場合のタービンブレードの腐食試験など貴重なデータが発表されている。最近では BCURA は加圧方式の開発に中心をおき、6 atm, FFBC Size 3×2 ft., 8 MW のパイロット試験を実施しており、OECD の国際エネルギー機関 (IEA) の共同研究課題に組込まれている。

また近年 NCB, NRDC, BP 社 (British Petroleum) および B&W 社 (Babcock Wilcox Ltd.) が共同で CSL (Combation System Ltd.) を発足させ、B&W 社の Renfrew 工場で 45,000 lb/hr の通常ボイラーを改造して流動層ボイラーとして2000時間以上の連続運転に成功し、実用ボイラー設計のためのエンヂニヤリングデータを集積している。これらを通じて日本における開発の問題点には、廃脱硫剤の処理や NO<sub>x</sub> 規制値のクリア技術などがあげられよう。このためには新しい脱硫剤やその再生方式、低 NO<sub>x</sub> 排出に対する特殊燃焼方式の開発が必要であろう。New York City Univ. の研究グループは MgO 系脱硫剤の研究を実施しているが、再生方式を含め顕著な成果をあげつつある。

**雑感：**英国人はすべてについて地道で堅実なようである。London でたまたま皇太子の誕生日のお祝におつかった。City での大きなお祭さわぎがあったが、夜になるとメインストリートに沿って赤、青、白のレーザー光の美しいディスプレイが見られた。デパートの2階などに反射板が置かれえんえんと道路に浴って美しいビームを作っていた。英国流の基礎科学と大衆啓蒙の点で見べきものを見た感じであった。 閑話休題。

米国においてはこの分野の基礎的研究は英国に先んじられたが、1970年代になり国策上の開発プロジェクトに指定して、DOE(U.S.

Department of Energy) や EPA が財政措置を行った。FWEC (Foster Wheeler Energy Corp.) と PER (Pope Evans & Robbins Inc.) は DOE の委託を受けてそれぞれパイロット試験を行い、次でこれらを基礎として 200MW の常圧流動層ボイラーの基礎設計と Pittsburg 郊外の Morgantown, Rivesville 発電所に 30MW の試験ボイラーを 1977 年に建設し、現在順調に稼動している。今回の訪問でえた関係者の話では  $SO_x$  の排出は日本の規制値を充分クリアできるが、 $NO_x$  の排出値については未だ問題がある。また、未燃カーボン燃焼のための CBC (Carbon Burn-up Cell) 構造の改良も考えられているようであるが、 $NO_x$  値低減法についても数種の対策、燃焼条件と燃焼方式の改善が考えられるとしていた。しかし、この成果は立派なものであり、典型的な米国式技術開発の実例であると感じた。すなわち、英国の基礎研究データと手早いパイロット試験結果から米国技術者のエンジニアリング力を集中して実用装置のプロトタイプに一気にスケールアップし、実用化に大きく前進させたことである。また、他面このプロジェクト推進の原動力として国家的財政支出と 1978 年の新設発電所の石炭転換法案の可決が大きくも

のを言っていることも見逃せぬことである。DOE の総合計画では Rivesville のプラントを基礎にして、1981 年までに常圧流動層ボイラーの商業規模の技術開発を完成し、加圧方式は 1983 年頃までに開発予定とのことであるが、両システムの優劣については加圧方式に空気加熱とスチームボイラー方式とあり、単に効率の問題のみでは断定できぬ点もある様である。

以上、コロイド燃料、流動層燃焼について概要を述べたが、日本におけるこれらの分野の国立試験所や企業における諸研究も見べきものがあることは御存知の通りであるが、欧米の開発研究に比して決して進んでいるとは思われない。元来これらの分野の技術開発の基盤として、トータルシステムとしての外国における炭鉱開発、輸送システムなどの関連施設の開発まで含める必要があり、このための膨大な投資まで考えると民間投資ではカバーできぬ問題であろう。欧米における国家的な研究投資が技術開発にも必要であると同時に石炭の石油資源の代替政策を推進するには各種の国家的な投資、助成が必要であると考える次第である。

(しろつか ただし)

---

# 石炭利用技術開発への提言

古澤健彦

---

## まえがき

1973年から74年にかけての OPEC 諸国の石油供給削減と原油価格の大幅な高騰が、原油の潤沢な供給のうえに支えられていた我が国の産業の経済活動を直撃したことはまだ記憶に新しい。これを契機として、大規模な石炭の利用技術の開発が、わが国で開始された。

それから約5年、イランの政変に始って再び石油供給不足が深刻化し、改めて石炭の重要性が注目されている。5年前に提起された問題点をかえりみて、石炭の多角的利用を提言してみたい。

石炭は石油多量消費時代の前から、巨大な研究領域であり、すぐれた研究の蓄積がある。これらの膨大な研究の蓄積は、この領域の難しさの象徴にとどまることなく、よりリードタイムの短い石炭利用技術開発を可能にするために見なおされ、生かされねばならない。

## 1. 石炭利用技術の開発は何故必要か

オイルショックに始まった、日本における石炭利用技術の開発は、その理由づけが脆弱なものに見えたかと思われる。そもそも、日本で石炭利用技術開発は何故必要なのか。石炭の必要性を強調している人は、石油の可採年数を単純に寿命と誤解してはいないのか？石油はまだ、資源の発見速度の方が、消費速

度より速い時代にある。従って天然ガスの不足の様な問題はここ100年間はあるまいという考え方である。そして資源が50年以上もつということは、その間に新しいエネルギー供給の技術が開発されて来ることを考えると、石油は当分不足しないという考え方も強かった。

そのうえ、原油と石炭の価格の相対的關係はオイルショック後も崩れることなく、石炭の価格は原油の価格の上昇とともに上ってしまったのである。

確かにオイルショック以前は、石油の価格統制は進んでおり、石油価格は廉価な石炭の価格にあわせて設定されていたといわれている。原油の価格決定に関するアメリカの主導権がいつそうずれていく今後は、どの様に価格決定がなされるのかは、難しい問題であるが、イランの政変までは石炭の価格が相対的に原油価格より有利になることを見込むことは困難であった。しかし、イランの政変に始った石油の生産削減は、再び、石油資源の涸渇と原油価格の上昇とともに、日本のセキュリティの立場から、エネルギー資源とその生産地の分散化の重要性を再認識させてくれた。一方、世界経済において大きな責任を分担する日本にとって石炭の取引量の増加は世界貿易でのバランスにも寄与するだろう。

水力発電の新しい開発はもはや揚水発電としての機能しか期待出来ないわが国の現状からみて、エネルギーの自給率を西独、イギリスなみに達成することは、原子力エネルギーに期待するとしても、困難といわれている。中東諸国の命の綱が原油であり、涸渇に至ることがなくとも、確定埋蔵量の増加が必要のびに追いつかないことが見えてくれば、今後生産削減が具体的な日程にのぼってくることは明らかだろう。今後の日本経済の発展による原油需要の増大を見込むならばなおさらのこと、現在の使用量にとどまると仮定しても、中東以外の国々において石炭やタールサンドの開発を推進してエネルギー資源の分散化をはかること、すなわち、中東原油への依存率を出来る限り減らすことが緊急の課題であることは自明といわねばなるまい。

イランの政情不安がつづく毎日、改めてこの緊急性を認識するのである。

## 2. 石炭利用技術開発と炭種の問題

日本のセキュリティが建前ならば日本の石炭資源を活用せよとの声もある。よく知られている様に日本の石炭の物理的な埋蔵量が200億トンあり、現在の原油の輸入量に相当して毎年採掘しても、40～50年分はあるといわれている。しかしながら、採掘できなければ意味はないのである。最近の開発の進捗状況からわかるように年産2,000万トンレベルを維持することすらかなり困難なことが理解されよう。むしろ国内炭の増産を考えるとすれば長期にわたって再発掘の準備をすすめる必要があり、その間は原油の備蓄とは違った意味での長期の備蓄資源として検討すべきであろう。

この様な論点にたつと国内炭に限らず海外炭に焦点をあてた利用技術の開発が必要となって来る。これに対して海外炭の利用技術の開発は、次のような事情から、なかなか難しいという考え方がある。何故なら、石炭の利用技術は使用する石炭の個性に合わせて方向を選ばねばならぬが、10年のオーダーの研究開発期間が必要なうえに、開発後には対象に選んだ外国炭が安定して供給される見通しをつけることは困難だろうという論理である。確かに石炭の利用技術は使用する石炭の性質に制約を受けることはよく知られていた。

エンジニアリングが今と比べものにならないくらい低い段階にあった昭和30年代はじめまでは、石炭の個性(灰分の性質、粘結性など)を無視した装置の開発は失敗を意味していた。しかし、それから25年たった現在も、過去の技術レベルのままで炭種と利用技術の関係を考えることは必ずしも適切ではあるまい。

幅広い種類の海外炭を対象として、エネルギー問題に対処しなければならない現状では、プロセスの開発を容易にするために、限られた炭種の安定供給を前提とした利用技術の開発を進める考え方がある一方、炭種を選ばぬ技術こそ日本に必要な技術として考えることが必要である、と考える。

炭種に依存しない石炭の利用技術の開発はかつては理想論だと思われてきた。石炭には液化しやすいものもあれば、ガス化や燃焼に適したものがあることを否定するのではない。石炭の利用技術のガス化、液化、直接燃焼のどれが日本に適しているかという三者択一的に論ずることに問題がある様に思う。実用化へのリードタイムが異るとはいえ、そのいずれもの開発が将来に必要なのである。

### 3. 石炭のガス化、液化及び燃焼技術の関係

ここで、直接燃焼、ガス化、液化の大きな相違点について説明する必要がある。燃焼、ガス化、液化は、操作温度が全く異なる。ガス化、燃焼は750°C以上であり、乾留を除いた液化は500°C以下で行われる。反応温度が低い程、精密な反応操作が可能となり、化学的工夫による裁量が大きくなるのである。ガス化や燃焼では極めて簡単な無機反応が中心となり、化学的に精密な操作よりはむしろ、エンジニアリングによって、開発の成否がきまることになる。従って液化は、いわゆる石炭化学者といわれる方々が中心になって研究を進めることになり、一方、ガス化、燃焼はエンジニアといわれる人々によって研究が進められることとなる。

従って液化技術を開発しようとするれば、石炭の化学的性質をくわしく研究することとなり、100%に近い液化をねらって石炭の細かい性質が興味の対象となるだろう。すなわち石炭の利用技術の開発には炭種選択が重要となってくる。一般に液化には水素が必要だとすれば、その水素はガス化によって製造しなければならぬ。すべての炭種について100%液化せよというのは、窮極の目標であるが、現在では困難である。しかしながら、液化した後に残る石炭の灰分と残った石炭の混合物はそのまま廃棄するわけにはいかず、燃焼あるいはガス化しなければならないだろう。従って、液化しやすい部分を液化し、その残りをガス化あるいは燃焼によって熱エネルギーに変換すればよいのである。100%に近い液化を考えることが非現実的なのである。この様な議論はガス化についても成立する。100%ガス化しようとするれば困難さをともなう。

今迄のガス化、液化、燃焼の開発をこの様な方向でむすびつけることは、ガス、液体、熱エネルギーという生産物の多様さをまねく反面、技術開発のリードタイムを短くし、適用炭種拡大による自由度を加えることになろう。

### 4. わが国の石炭利用技術開発の進むべき方向

それでは、わが国の石炭利用技術の開発はどうあるべきなのか。制約条件を明確にしてそれに適合する技術を開発することが必要である。第一の制約条件は、出来る限り炭種の違いの影響をうけない利用技術であるべきだということだろう。次には日本の環境からくる制約条件である。平地が少なく、平地への人口の集中、温暖多湿な気候などからSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 排水等の厳しい条件をクリアーする必要がある。その他にはエネルギー効率が高く、資源の節約につながることは当然の条件であるが既存のエネルギーシステムに整合性がよいことも一つの条件となるだろう。これらについては異論がないと思われるので、ここにはくわしく記さない。

しかしもっとも重要な問題点は石炭中の灰分である。石炭の多量消費を想定すると、石炭中に数%から数十%ふくまれる灰分についてその廃棄物としての対策を考えておく必要があるばかりではなく、灰分中に微量含まれる有害元素の挙動にも注意深く配慮する必要がある。さらに意欲的に考えれば、この灰分の有効利用技術—例えば建設材料あるいは埋立材などとしての—が確立されれば石炭の石油に対する立場ははるかに向上するにちがいない。この技術の開発は、液化、ガス化、燃焼をふくむ石炭利用技術開発に共通の重要々

素技術と考えられよう。

それではこれらの条件を満たすべき利用技術として、どの様なものが考えられるだろうか。

技術開発の方向には、一般論として、比較的簡単なメカニズムのプロセスをネットワークでむすんで、そのネットワークの中で各ユニットプロセスを最適化し、総合効率の向上をねらうものと、単一なプロセスの中に複合機能をもたせて効率の向上をねらい、プロセス間は単純な結合を考えるものがある。前者に相当するものとして、コールプレックス (Coalplex)、後者に相当するものとして、石炭の流動層燃焼 (Fluidized-bed Combustion) をここに示してみる。

#### 1) コールプレックス

石炭は液化されやすい部分とガス化されやすい部分とからなることはさきにのべた。従って石炭を完全に液に転換するとか、ガスに転換することは有利とは考えられず、従って液化されやすい部分を液化し、しかる後に残りの部分をガス化、又は燃焼により熱エネルギーに転換することが有利となる可能性がある。石炭から気体燃料、液体燃料、熱エネルギー、有機原材料のうち複数を併産し、効率の向上をねらうプロセスをコールプレックス (Coalplex) という。

当然、核熱エネルギーの利用とむすんだり、石炭の灰分を利用してセメントを併産する他、化学品の製造と発電併用型のコールプレックスも考えられる。

米国においても、COED (Char, Oil, Energy Development) 等のいくつかの構想が発表されている。わが国においても独自のインフラストラクチャを考慮に入れたコールプレックスを構想して、その事前評価を行っ

てみる必要があるだろう。将来的には、COM (Coal Oil Mixture) の利用、 $C_1$ 化学体系との整合性を検討してみる必要がある。

(社)化学工学協会のエネルギー技術開発問題検討委員会でも、乾留液化を含むコールプレックスの検討を行っている。

このコールプレックスのユニークな点は、石炭に10%以上含有される灰分を無公害埋立材として利用する構想である。日本の造船界が開発し実用化した集約プラントを積載した洋上プラットフォームを、太平洋上の孤島に固定して石炭を原料とする化学工業原料センターを建設するという壮大な構想として提案されている。石炭に含有される灰分の有効利用技術は全ての石炭利用プロセスを日本に建設する上で、その成否を大きく支配する重要な要素技術となろう。

コールプレックスは炭種の違いによる石炭の個性にきめの細い配慮をしつつも、100%に近い液化あるいはガス化を実現する上で直面する困難さを緩和することができ、効率の向上とプロセスの実用化へのリードタイムを大幅に短縮することができる。この様にして幅広い炭種を処理するプロセスが、可能となる。

将来電力以外に石炭の大口利用を求めるとすれば、鉄鋼及び化学工業であろう。鉄鋼産業は、現在最大の石炭のユーザーである。銑鉄製造プロセスは石炭からコークスとガスを製造し、コークスと銑鉍石から銑鉄と高炉ガスを製造するものであるから、これは鉄と化学原料の併産コールプレックスと見なしうる。現在、重質残渣油と核熱により鉄を製造する原子力製鉄の技術開発計画が進んでいるが、その実用化の目標が西暦2000年以降と考

えると、重質油のみを還元ガス源として想定することは困難が予想され、再び石炭を見直さねばなるまい。こうなると将来想定されるべき原子力製鉄プロセスは、核熱利用の鉄鋼及び化学品併産のコールプレックスとなるだろう。

石炭の利用技術の開発として、コールプレックスをとりあげることは、発電に加えて化学工業などへの石炭利用技術の開発を進めることを意味し、その意義は極めて大きいと考えられる。

コールプレックスの選定によっては電力の生産と化学品の製造とを同時に行うことになるので関係法を合せて検討することが必要となるだろう。エネルギー資源の分散化が日本のセキュリティに重要であるならば、石油に比べて避けがたいコスト面及びハンドリング面でのハンディキャップを財政面での配慮を含めて多角的にカバーしつつ開発する必要があるのである。

## 2) 流動層燃焼ボイラー

石炭の直接燃焼が最も効率が高いことは当然であるが、石炭中に含まれるチッ素、イオウ化合物から多量の亜硫酸ガス、チッ素酸化物を排出するのが大きな問題となる。流動層燃焼では、石灰石あるいはドロマイトと石炭を混合して燃焼することにより、燃焼とともに同時に脱硫を行う。すなわち、複数の機能を単一のプロセスで実行することにより効率の向上をはかろうとする画期的なアイデアである。日本では欧米に約10年遅れて研究が開始されたが、チッ素酸化物排出抑制技術については、強い日本の社会的ニーズに支えられて、早くも世界的レベルに到達している。石

炭燃焼でありながら、チッ素酸化物の排出レベルは比較的容易に100ppmをクリアするのも困難ではない。石灰石や灰分の混合物内で燃焼するので、幅広い炭種に適用可能な技術であり、石油コークにも適用可能である。

日本にはドロマイト資源が少なく、石灰石を利用することになると、その利用率の低下と粉化が心配されている。利用率の低下は固体廃棄物の増大を招くので、使用後の石灰石と灰分の混合物の固体廃棄物の問題が解決できれば、極めてリードタイムの短い技術として有望である。本技術についても石炭中の灰分の問題が解決されねばならない。微粉炭燃焼技術が確立し、たえず改良が続けられているが、低NO<sub>x</sub>化と灰の問題の解決はどうしてもさけて通れない問題である。

## あとがき

エネルギー源を中東原油に大幅に依存する日本の安全の確保には、石炭を含むエネルギー資源の多様化、生産地の分散化が必要である。一方、将来も採炭条件、環境対策などでコスト的に劣勢を強いられる石炭の利用技術としては、幅広い種類の海外炭を対象とする炭種を選ばない効率のよい利用技術の開発が必要である。流動層燃焼技術、石炭の多角的利用をはかるコールプレックスは有望な技術と考えられる。石炭灰の利用技術の開発が進めば、石炭のエネルギー代替資源としての地位を著しく引き上げることになるだろう。それに加えてきめの細かい政策的配慮が必要であることはいうまでもない。

(ふるさわ たけひこ 東京大学工学部化学工学科講師)

---

## ラスムセン報告をめぐる最近の話題

近藤 駿 介

---

少しく日が立ってしまったが、成人の日もすこしすぎたころ、米国では、原子力賛成派の拠り所としていた「原子炉安全研究」（いわゆるラスムセン報告）について、原子力規制委員会（NRC）がこれへの支持を取消したとの報道が流れた。その後、各報道機関の解説するところは、もっと穏やかな表現となり、米国 NRC がいわゆる “Balanced approach” をとっていく一環として理解されるようになっており、各機関の見識の高さを窺い知ることができたように思われたのは筆者の浅学の故か。以下には、話題の発端となつたいわゆるルイス検討グループの見解を要約して述べ、終りに若干の私見を付した。

### ラスムセン報告とは

ラスムセン報告\*)は、原子炉の事故に係わる損害賠償上限額を定めるプライス・アンダーソン法の改訂に際して、原子炉事故のリスクはどの程度大きいものであるかを算定した研究であり、米国原子力委員会(当時)が1972年にMITのラスムセン教授に依頼した成果である。本研究報告書の草案は、1974年に公表され、各界からコメントを得て修正され、

1975年10月に最終報告書が発表された。

本報告書の公表に際して、原子力規制委員会（NRC）は、同報告が、今日の軽水炉の運転に伴うリスクの客観的評価を与える有効な仕事であり、その全体的な結論は、原子力発電所の運転に伴うリスクは、他の自然及び人為的なリスクと比較して非常に小さいということである、と述べた。

### ルイス検討グループとは

この報告書に対して、特にその要約は不適切であるという声が議会にあった。これに対して、NRCは、1977年7月にカルフォルニア大学教授のルイス氏（H. G. Lewis）を中心とする「リスク評価検討グループ」を組織して、

- 同報告書およびそれに対するコメントの扱いに関してNRCへ助言すること。
- リスク評価手法の分野の進歩と適用限界を明確化し、規制への適用について勧告すること。
- 同報告書の業績及び限界を明らかにすること。

などの作業を依頼した。同グループは1年余の検討を終え、1978年9月NRCに報告書を提出した。

---

\*) WASH-1400 (NUREG-75/014) Reactor Safety Study, An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, USNRC Oct. 1975.

## リスク評価検討グループは

### 何を結論したか

1. ラスムセン報告(WASH-1400)は、原子炉安全性を検討する論理的骨組みと、各種の事故過程の相対的確率についての情報を提供し、絶対的確率を与える努力を始めたという点で大成功を収めている。
2. この報告で得られた、種々の事故過程の相対的重要度についての知識は、安全性研究の優先順位の決定や規制行政における優先順位を決める際におおいに使うべきである。しかし、具体的な規制のプロセスにおいて使う場合には、データベースが適切であるか、確認する必要がある。
3. この報告には、多くの欠陥がある。計算には、不十分な点があり、信頼性を欠く手法や仮定の使われているところもある。従って、報告に示されているリスクの絶対値を無批判に使用すべきではない。

### この結論は、どのような調査結果に基づくか

1. WASH-1400は、原子力利用に伴うリスクを推定する手法に長足の進歩を収めた。具体的には、
  - i) 原子炉安全研究をより合理的にしたこと。
  - ii) 多数の事故系列の相対的重要性を明らかにしたこと。
  - iii) データベースがあれば、これらの事故系列のもたらすリスクを定量的に評価し得る方法があることを示したこと。があげられる。
2. WASH-1400の示した事故確率の値が大きいかわからないが、データベ

ースが不十分なことが多いこと、共通原因故障をうまく定量化できないこと、疑問のある手法で無理に定量化している部分があること、などから判断すると、少なくともこれらの推定値の不確実性は、著者たちの主張よりもはるかに大きいのではないかと判断される。

3. 共通原因故障の取扱いには非保守的などころが見られ、一方、解析上の取扱いに規制行政に採用されている保守的なアプローチがみられる。したがって、この解析結果が保守的とも非保守的ともいえない。
4. 種々の問題はありますが、WASH-1400は、原子炉事故の確率を現時点で最も完全に述べたもので、ここに使われた手段は適切なデータベースがあればこれらの事故の確率を定量化するのに最もよい手段である。
5. この報告書の欠点は、判り難いということ、多くの人々から草案に対して寄せられたコメントを十分検討していないこと、特にその要約が、研究結果を充分に述べておらず、そのために、これしか読まない人に、原子炉のリスクについて誤った印象を与えること、である。
6. この報告では原子炉事故の影響のうち、早期死亡以外の潜在的影響を初めて体系的に計算しているので、影響の全体像についての知見の増大に貢献している。

### このグループは何を勧告したのか

1. WASH-1400から学んだことに基づきNRCの規制行政の諸基準を見直すこと。
2. この解析に基づき、解析の不確実さを減少させるようにNRCの原子炉安全研究計画を調整すること。

3. データベースが充分でないときに、無理に定量化する圧力をかけたり、リスク値を決定したりしないこと。
4. WASH-1400の方法論は、一般の安全性の問題を扱う場合、新たな規制上の要求を定める場合、新しい設計を評価する場合の主要な手段の1つとして使われるべきである。

### ルイス検討グループの結論に対するNRCの対応

NRCは、上に述べた検討結果をうけて、以下の決定を行った。

1. WASH-1400の要約に対する支持は、撤回する。
2. WASH-1400が出版されたあと専門的検討を十分に行わずにこれを政策の根拠としたことを認め、今後、有効な専門的検討がリスク評価作業の一部になるように、然るべき措置をとる。
3. WASH-1400の示す原子炉事故のリスクの絶対値は無批判に用いるべきでなく、特に全体リスクの値については、これを信頼できるものとはみなさない。

### 若干のコメント

1. 米国の原子炉安全研究、いわゆるラスマセン報告については、これが初めて原子炉のリスクを定量的に評価したのものとして、各国各界の注目を集めた。その結果は図-1に示すような原子炉事故リスクの位置づけを示唆する図を付して公表されたので、当時の原子力論争が安全性を中心に争われていたこともあって、賛成派は、この図をその拠り所として論をはり、反対派は、こ

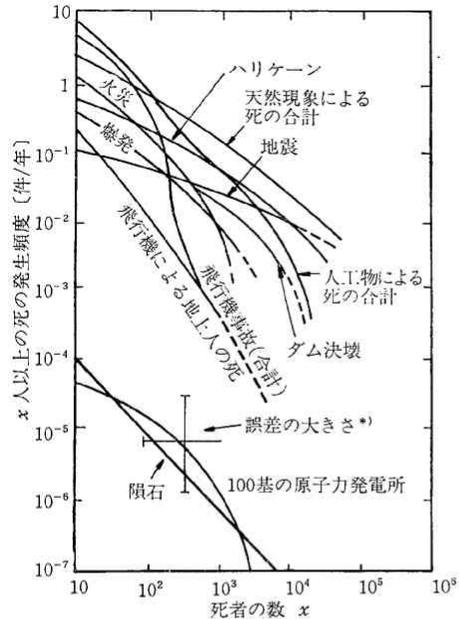


図-1 原子力発電所のもたらすリスクと社会に存在するほかのリスクとの比較 (WASH-1400, P. 2 の fig. 1-1 及び 1-2 より作成, 但し \* は筆者記入)

れを得るに至る方法論、データ、研究態度に問題ありと攻撃した。そこで、この報告書をめぐる論争に結着をつけるべく、NRCが米国物理学会原子力安全性研究グループのリーダーであるルイス教授をはじめ、安全論争の一方の急先鋒であるプリンストン大学のヒッペル氏、安全研究界の長老であるブルックヘブン国立研究所の Kouts 氏達によるグループに検討を依頼したのは、適切であった。

同検討グループの結論は、上に述べたように当を得たもので、その内容には、確率的リスク評価を志す人が耳を傾けるべき多くの示唆が含まれている。

2. 具体的な意見として、上の図の表現に不確定性が十分に明示されていないことが最大の難点としている点があるが、これは、

至極当り前のことで、当時のNRCがこの結果をあまりにも政略的に使おうとしすぎたためとすれば本研究の重要性からみて惜しいことであった。

3. ところで、同検討グループの結論の大事なところは、

**確率論的リスク評価の方法を、規制の実務および政策決定に、広汎に利用することを支持する。**

とした点にある。このことは、当然すぎることではあるが、いまや、世界的潮流になっている確率論的アプローチに客観的な支持が得られたことを意味する。

4. 最後に、検討グループの報告にも指摘されているように、このアプローチの有効性

を支配するのは、故障データベースであることを指摘したい。わが国では発電支障に係わる故障以外の故障の報告義務がないため、個別機器の故障データベースはつくりようがない。これも長年の輸入依存型の体質の一つの顕われなのであろうが、今後、積極的に採用し、いずれは輸出産業としようとする原子炉であるから、各国の唱えるように、「より安全なものにするのに、全ての関係者が協力する」精神で、早急に日本のデータベースづくりの体制を整え、この分野でも世界に寄与していくべきであろう。

(こんどう しゅんすけ 研究嘱託、東京大学工学部助教授)

## 研究所のうごき

(昭和53年12月1日～54年2月28日)

### 主なできごと

- |          |   |          |   |
|----------|---|----------|---|
| 12月1日(金) | 第3回「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催                                     |          |   |
| 4日(月)    | 「重質油分解技術の動的評価」委員会ワーキング・グループ打合せ(以下「重質油委WG」と略す)第8回開催              | 1月13日(土) | 重質油委WG第12回開催  |
| 6日(水)    | 第2回重質油委開催   | 16日(火)   | 重質油委WG第13回開催  |
| 8日(金)    | 第9回「海水ウラン等回収システム技術開発調査」委員会(以下「海水ウラン委」と略す)開催                     | 19日(金)   | 重質油委WG第14回開催  |
| 11日(月)   | 「エネルギー技術データベース体系化開発研究」準備打合せ(以下「EDB準備委」と略す)開催                    | 22日(月)   | 重質油委WG第15回開催  |
| 13日(水)   | 金属鉍業事業団主催「システム合同検討部会」にて「感度分析」の中間報告を行う(昭和53年度海水ウラン等回収システム技術開発調査) | 23日(火)   | 第3回重質油委開催   |
| 14日(木)   | 「将来におけるエネルギー立地の構想と評価」ワーキング・グループ打合せ(以下「エネルギー立地WG」と略す)第4回開催       | 24日(水)   | EDB準備委開催  |
| 15日(金)   | 重質油委WG第9回開催   |          | エネルギー立地WG第5回開催  |
| 18日(月)   | 重質油委WG第10回開催  | 29日(月)   | 重質油委WG第16回開催  |
| 21日(木)   | EDB準備委開催  | 31日(水)   | 受託研究「従来の低レベル放射性廃棄物の海洋処分、陸地処分以外の諸方法の調査」の報告書を、財原子力環境整備センターに提出 |
| 25日(月)   | 重質油委WG第11回開催  | 2月2日(金)  | EDB準備委開催  |
| 26日(火)   | 「核熱の産業利用に関する調査」委員会(以下「核熱委」と略す)準備打合せ開催                           | 6日(火)    | 重質油委WG第17回開催  |
|          |   | 7日(水)    | 第10回「海水ウラン委」開催  |
|          |   | 9日(金)    | 重質油委WG第18回開催<br>第1回核熱委開催                                    |
|          |   | 10日(土)   | 受託研究「昭和53年度海水ウラン等回収システム技術開発調査」の報告書を、金属鉍業事業団に提出              |
|          |   | 14日(水)   | 重質油委WG第19、20回開催   |
|          |   | 16日(金)   | 第4回「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催                                 |
|          |   | 20日(火)   | 第4回重質油委開催   |
|          |   | 26日(月)   | 第2回核熱委開催  |
|          |   | 27日(火)   | 重質油委WG第21回開催  |

2月28日(水) 受託研究「80年代の電気事業  
が直面する課題とその具体的  
解決の方向に関する調査研  
究」の報告書を、財機械振興  
協会に提出

季報エネルギー総合工学 第2巻第1号

---

昭和54年4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 東京都港区虎ノ門1-23-7

第23 森ビル

電話 (03) 501-8822

---

無断転載を禁じます。(印刷) 和光堂印刷株式会社