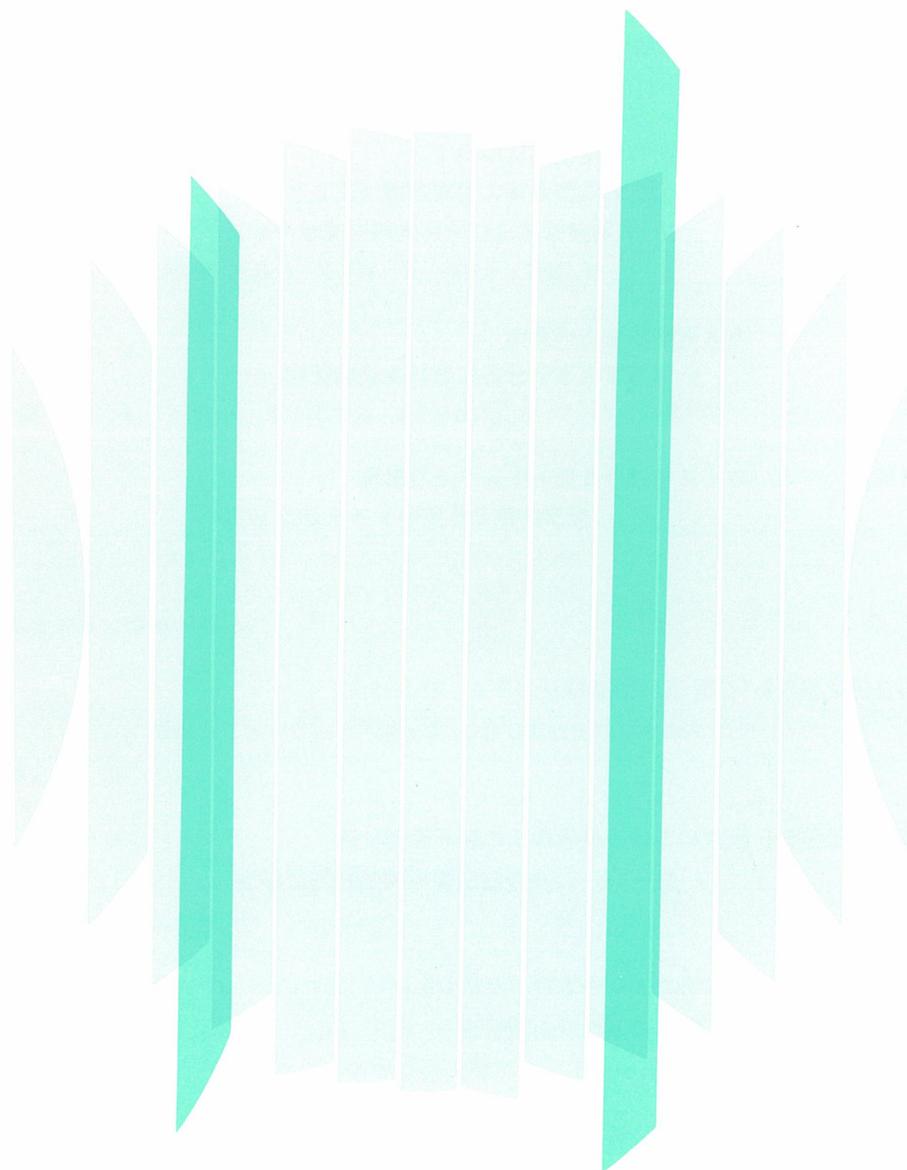


季報 エネルギー総合工学

Vol. 18 No. 2 1995. 7.



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

目次

【巻頭言】	大震災とエネルギーシステム……大阪大学 工学部 教授 鈴木 胖… 1
【理事長対談】	最近の原子力情勢について思う …………… 2 東京工業大学 原子炉工学研究所長 原子力委員会 委員 藤 家 洋 一 (財)エネルギー総合工学研究所 理事長 山 本 寛
【寄稿】	電気事業法の一部を改正する法律について 前 資源エネルギー庁 公益事業部 計画課 総括係長 飯 田 健 太…20
【寄稿】	石油関連の制度改正について —特定石油製品輸入暫定措置法廃止と 石油備蓄法及び揮発油販売業法の改正— 前 資源エネルギー庁 石油部 計画課 総括係 小 林 出…23
【寄稿】	ガス事業法改正の要点 —都市ガス事業分野における規制緩和— 資源エネルギー庁 公益事業部 ガス事業課 課長補佐 多 田 明 弘…27
【寄稿】	スイスにおける低・中レベル放射性 廃棄物処分施設のサイト決定経緯 コレンコ・パワー・コンサルティング社(スイス) シニア・プロジェクト・マネジャー カーラマン・ツナボイル…30
【調査研究報告】	「CO ₂ 回収型発電システム」における エネルギー収支およびCO ₂ 排出量のライフサイクル分析 主任研究員 和 久 英 樹…46
【海外出張報告】	欧州における最近のごみ焼却発電状況 —スーパーごみ発電所等の稼働調査に参加して— 主管研究員 奈良谷 孝 司…55
【随想】	エネテクトリーム21 (その11) 「究極の石炭灰対策技術」 アッシュレス石炭火力立地技術の実証」……………与志耶 劫 紀…66
【訪問記】	北海道電力株 原子力PRセンター『とまりん館』& ほりかつぶ発電所『泊ウインドヒルズ』…… I A E 女性研究員取材チーム…80
【研究所のうごき】	……………86
【編集後記】	……………88

巻頭言

大震災とエネルギーシステム

大阪大学 工学部 教授

鈴木 胖ゆたか



1月17日に発生した阪神・淡路大震災では5,500人を越える死者を出し、14万戸以上の家屋が倒壊した。今、神戸、芦屋、西宮などの住宅地を歩いて見ると、空き地にぽつりぽつりと倒壊を免がれた家屋が立っているという、以前とは全く変わってしまった風景が至るところに見られる。

停電は地震発生直後100万件にのぼったが、18日朝には40万件、20日には11万件と急速に減少、2月1日には完全復旧し、とくに苦境にあえぐ被災者に大きな安堵を与えることができた。

ガスは高圧幹線、中圧導管にはほとんど被害が無かったものの、末端での被害と地震発生後に広く供給停止の処置がとられたため復旧に手間どり、完全復旧までには3ヶ月近くを要した。

給油所については重大な被害はほとんどなく、周辺地域を危険にさらすというような例も全くなかったが、電力の供給停止や従業員の確保が出来なかったため営業を停止した所が多かった。被災地域にある316ヶ所の給油所のうち、震災当日営業を再開できたのはわずか11件であったが、震災後5日目には50%以上の給油所が営業を再開し、緊急自動車等への給油に大活躍した。

避難者の数はピーク時(1月23日ごろ)には32万人、避難箇所は1,200ヶ所以上にのぼった。これらの避難所では地震発生後の情報途絶が大きな問題になった。被災地にいる人達は地域全体がどうなったか何も分からず、逆に外の人の方が刻々映像で詳しい状況を知らされるとい矛盾した状況が生じたのである。

今回の震災ではエネルギーシステムはネットワークでつながれるだけでなく、それが分断された場合にどう対処するかという重大な命題を投げかけられた。主要な避難所となった小中学校等には、被災地に限らず広く、緊急の場合に自立できる分散型太陽電池を常備しておくなどの防災対策を早急に講ずる必要がある。

「最近の原子力情勢について思う」

藤家 洋一 (東京工業大学 原子炉工学研究所長)
原子力委員会 委員

山本 寛 ((財)エネルギー総合工学研究所)
理事長



1. 原子力委員に就任されて

理事長 藤家先生は、平成7年4月から原子力委員会委員に就任されました。まず、原子力委員へのご就任、おめでとうございます。

藤家 どうもありがとうございます。

理事長 「おめでとう」と申し上げるのか、「大変ですね、ご苦労さま」と申し上げるのか、難しいところですけども。

原子力委員会では、各委員それぞれの専門分野に応じて主な担当事項が決められていま

すが、藤家先生は担当としてはどんなことをおやりになるんですか。

藤家 原子力委員としての仕事には、毎週定例的に開催される委員会および打合せ会に出席することのほか、原子力委員会の下部機関として設けられている各専門部会への出席があります。私が出席の要請を受けている専門部会としましては、原子力委員会が対処している問題で、例えば国際問題、核融合、基盤技術、核燃料サイクルなどです。これらは、従来から取組んで来た話の延長上にあるもの

が多いのですが、おいおい政策検討の重点事項が決まってくると思います。

理事長 ヨーロッパを見渡しますと、原子力の開発利用は強い逆風に吹かれて、大変困難な状況にあります。日本は、決して楽ではありませんが、幸い非常にいい方ではないかと思われまふ。しかし一方で、アジア各国はこれから急速に原子力の開発利用を増大させる様相にあります。原子力委員会としては広く欧米およびアジアの諸国の動向を念頭に置いて政策を進めなければならないので、責任は重大ですが、やり甲斐はありますね。

藤家 そうですね。現在の状況がすべてこのまま順調にいくとは思えませんが、将来を展望しますと、やはり原子力が文明を支える基盤となる、総合技術の道を歩むことが大事なのかと思っております。そういう意味では、やり甲斐のある仕事と思っています。

2. 第8次「原子力開発利用長期計画」の狙いについて

理事長 昨年（平成6年）6月24日第8次の「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」いわゆる「原子力開発利用長期計画」が原子力委員会決定として策定されました。昔の原子力長期計画というと、国の研究開発の各分野をどの研究機関がどうやって進めていくのかの記載に力点が置かれていました。それは、原子力長期計画に記載されていないと、国会筋や予算当局者からなかなか認めて貰えないという事情があったからです。しかし、最近では事情が変って、前回それから今回と、原子力長期計画の内容が非常に広い立場から記載されるようになり、大変結構なことだと思います。

そこで、今回の原子力長期計画のポイントについて、藤家先生の所感をお伺いしたいと思います。

まず「序章」では、今回の「長期計画策定に当たっての配慮事項」のなかで、「長期計画の狙い」として「国民に理解される長期計画」、「国際的に理解される長期計画」、「原子力関係者の具体的指針となる長期計画」の3点が謳われています。

まず、「国民に理解される長期計画」という狙いについて、これは一番大事なことだと思いますが、所感をお願いします。

藤家 日本の「原子力開発利用長期計画」は、世界のなかで見ても立派なものだと思います。原子力委員会がしっかりしていて、原子力をエネルギー開発のみにとらわれず、原子力が持つもろもろの特性をとらえた基礎研究・基盤技術の開発から、今後の研究開発が目指すべき分野を明確にしながら活動を展開してきた、という大きな特徴のゆえだと思います。

昭和30年代初期からわが国の原子力利用は始まりましたが、資源小国という日本の状況が国民に広く認識されていたため、原子力エネルギーの開発は、特に軽水炉を中心に急速に進展してきました。そういった当時の位置付けのなかで、発電の部分は伸びましたけれども、核燃料サイクルに関しては立地の問題もあり、当初の計画どおりには進みませんでした。逆に、最近では、こういった現実に出てきた問題を中心に議論する傾向が出てきています。例えば、TMI事故とかチェルノブイリ事故とか、少数例ではあっても現実に起こった問題を中心に議論するという、どちらかというアンチテーゼが先行する型の



藤家 洋一 氏

(東京工業大学 原子炉工学研究所長)
(原子力委員会 委員)

原子力論議が、世界的に見てもなされる傾向にあります。

しかしながら、これまで原子力長期計画のなかで対象としてきた原子力の研究、開発及び利用に係る政策の一連の体系というのは、今後とも基本においては踏襲されるべきものと考えています。この点については、是非とも国民に広く分かっていたかなくてはいけないところ です。

これまで国民に理解されるよう日常的に努力してきたかと言われると、やはりまだまだ欠けるところもあるかと思ひます。この話は大変大事だし、これから、原子力長期計画は常に国民の理解を考えながら進めなければいけない、と肝に銘じているところ です。

これは、山本先生もご存じのように、国際的にもやはり、日本が非核大国として平和利用に限った原子力開発をやっていくんだということが、残念ながらまだ世界に十分理解されてないと思うんです。戦後50年が経ちました。わが国はこれだけの経済大国にはなっていますが、ある国にとってはけっしてまだ過去の歴史が忘れられる状況でないのも事実で

す。従って、わが国は、原子力は平和利用に限定して進めることを国際的に一層鮮明にすべきだと思います。

3. 原子力発電の立地打開に求められる 発想の転換

理事長 「国民に理解される長期計画」にするとの見地から、原子力発電立地の停滞とその打開策についてお話を伺いたいと思ひます。

国民の意識調査によりますと、国民の6割は総論として「原子力は必要だ」という意識は持っているようですが、原子力の個々の問題になりますと途端に、また地域絡みということになりますとなかなか受け入れてもらえないんですね。

このような原子力発電立地の停滞打開策として、まず情報公開の必要性が指摘されています。しかしながら、情報公開については、どの程度どうやってやったらいいのか、全く裸になって全部出してしまうのがいいのか、実施に当たっては難しいところがあります。

藤家 そうですね。原子力の理解を求めるとは、キメの細かな語りかけが大切と思ひますね。

原子力広報や情報公開には、これまで一般に対する話と地元に対する話と、大雑把に分ければ二とおりあり、またいろいろな性格のものがありました。対象をどこまでキメ細かにとらえ伝えてきたかということでは、まだまだ反省すべきことありという気がしています。

山本先生がおっしゃるのように、私も日本の原子力問題というのはすぐれて立地問題だと思ひております。やはり地元の人たちの理解

と支援がない限り進展しないところがあって、その意味では、「原子力、その必要性和安全性」というキャッチフレーズによる原子力広報は、エネルギー問題として原子力発電がどれほど必要かということの説得面では、ある程度目的を達成したと思います。

ただ、地元がそのまま素直に受け止めてくれるかということになりますと、これはマクロとミクロの問題になります。私はこの数年、非常に重要なことだと思っておりますが、「原子力、その必要性和安全性」というマクロのキャッチフレーズだけではなくて、時代が変わり、むしろ「地方が原子力を見る時代」になってきているということです。これだけ参加意識が盛んになり、国民の意識レベルが上がってきますと、「彼らの原子力」である間はなかなか地元の理解は得られないと思うんです。地元の人たちがいかに「われわれの原子力」あるいは「自分たちの原子力」と考えるかという、そういうプロセスを経なければ、という気がするんです。

そのためには、地域コミュニティの形成に原子力がどう関与できるか、どうコミットできるかということを実際に考える時代に入ったかと思っています。

理事長 少し前に、フランスのある小さな町で再処理工場があるところから、下院議員、行政関係者、学識経験者、住民から構成される十数名の地域代表者グループがやって来ました。話を聞きますと、原子力施設のあるところでは、地域のいろいろな声を国の行政に反映すると同時に、国のほうもいろいろな情報を地域に流すということで、コミュニケーションが非常にうまくいっているように思えました。



山本 寛氏

(財)エネルギー総合工学研究所
理事長

日本では、まだそういうところまでいってないように思われます。

藤家 そうですね。これからの「地方が原子力を見る時代」を考えるうえで、原子力発電所の建設だけで地域コミュニティの形成に果たして関与できるのかどうか、あるいは、もう少し幅広く原子力をとらえないと「地方が原子力を見る時代」というなかには入っていない、という気がします。

いま山本先生はフランスの例をお話しになりましたが、実は私が大きな関心を持って見ているものに、福井県の「アトムポリス構想」があります。これは福井県自身が、原子力発電所を15基も持っており、アトムポリスという構想を打ち出して、21世紀の地域活性化に役立てようとしています。これに対して科学技術庁と通産省が協力し、『若狭湾エネルギーセンター』というのができました。これは、「研究・交流・研修」の名目の下に地域のオピニオン・リーダーの方々に参加していただき、そこでものごとを決めていくというやり方を取り入れており、新しい試みなのです。このやり方がうまくいくと日本全体に広がる

余地があり、「地方が原子力を見る時代」のハシリかなと大変関心深く見守っています。

理事長 やはり、地域の人たちが原子力を自分たちの地域の問題だとして取り上げてくれないことには、なかなか進みませんね。

藤家 全く同感です。

4. 創り出したい、放射性廃棄物処理・処分のプラス面

理事長 原子力長期計画のなかで「放射性廃棄物の処理・処分」の問題がありますが、藤家先生の日頃からの所感あるいは打開策の在り方について伺いたいと思います。

藤家 放射性廃棄物の処理・処分の問題は、やはり幾つかの側面を持っているという気がします。

一つは、現代文明のなかでこういう類の問題を扱ったことがあるかということですね。

それと、「放射性廃棄物」とは非常に直截的なものの言い方であり、廃棄物というような考え方がどこから出てきたのでしょうか。たぶんアメリカの極めて初期における原子力開発のなかから出てきた言葉を、そのまま日本語に訳したように思うんです。これを日本語で読みますと、マイナス面しか持っていないというイメージになります。マイナス面しか持たないものに対して理解を求めるのは、そう簡単なことではないのです。

それから、この廃棄物は、現代文明が扱ったことがなく、また人間の寿命の何倍もするタイムスパンの長い問題であり、それを技術

の側面から議論して答えが出せるのだと誤信していたこと、この2つの面から、当初考えたこの問題の扱い方とは違った方向がいま出てきている、という気がします。

これを解決しませんが先へ行けないのは明白ですし、開発の当初からいずれこの問題に直面すると予期されてはいたのです。

原子力開発のような非常にスパンの長い研究開発については、現状否定をし始めると何もできなくなってしまいます。したがって、現状を認識し肯定しながら、さらなるものを求めていくという見方をしていけないと、原子力問題は解決しないと思っています。

そういう意味では、私もがこの問題について最終的に何に解決手法を求めようとしているのか、ということです。

その一つは、「消滅処理」*という方向で環境負荷を減らすのが、いま議論されているなかでの努力すべき究極的な目標なのですが、このような技術は一朝一夕でモノになるわけではありません。現実には、ガラス固化**と深地層処分***という、一つは技術の性格を持ったもの、一つは地球が歴史的に持っている性格、これら二つを合せて、いままでの文明が経験しなかったこの問題に対処していくということです。現実的な解決策は、やはり大事なものですから。

ただし、この処理・処分を、従来の廃棄物というマイナスの側面だけで説得していくのは相当難しいと思っております。何かこれにプラスの側面を出していく必要があるかなと

*消滅処理：長寿命の核種（原子）を、中性子などの照射によって短寿命の、または非放射性的の核種に変換する処理をいう。

**ガラス固化：ガラスを固化媒体として固化することで、主として高レベル廃棄物の固化体に対して用いられる。

***深地層処分：地層の深い安定な地層、岩体中に埋設処分すること。主として高レベル廃棄物の固化体に対して用いられる。

いう気がします。

理事長 なかなかプラス面がない仕事ですから、難しいですね。

藤家 それで、一つは、プラスの側面といううで考えますと、マイナス面をただ監視し続けるのがこれからの半世紀、なぜ監視が必要かという、廃棄物から出る放射能レベルも、熱のレベルも無視できないからでしょう。これは見方を変えれば、「それだけの資産的要素を持っている」という言い方もできると思うんです。マイナスを放置するのか、対応しながら少しでもプラス面を出していくのか、その辺に考える余地が残されているかどうか。これは、明らかに、従来の経済性という側面だけの議論では成り立たない世界であると思ってます。

理事長 廃棄物の中には白金族元素がたくさん含まれていますので、この有効利用をプラスの面として言おうとした人がいましたが、これだけで説得することはむづかしいですね。かりに人類が何万年、またはそれ以上存続するとして、そのような遠い将来にも悪影響を及ぼさないということを理解してもらうことは、難しいところですね。

浅地層処分*の技術をうまく使えば、いまの低レベル廃棄物ぐらいのものは、少なくとも千年ぐらいを考えればよいということになりますけれどもね。

しかし、それにしても、少なくともいま考えている深地層処分が技術的に大丈夫だということをまず実証し、そのうえで、国民の方々に受け入れていただけるような対策を進めるべき、と思いますね。

藤家 そのとおりだと思います。技術だけではなかなか社会的受容性は得られません。原子力エネルギーのプラスの面を享受しているんだから、廃棄物処分にまつわるマイナスは当然被るべきだ、という議論ではなかなか難しいという気がいたします。

理事長 これから先の原子力委員会の一つの大きな課題ですね。

しかし、この問題を解決しませんが、いつまでもこれが喉の奥に引っかかり、「原子力開発はやめろ」というようなことになりかねません。

5. 国際的に理解がほしい日本のプルトニウム利用政策

理事長 その次に伺いたいのが、原子力長期計画の狙いの第二として挙げられている「国際的に理解される長期計画」についてです。最大の問題はプルトニウムですね。

この間、高レベル廃棄物をフランスから輸送してきたときには、マスコミもいろいろ騒ぎましたし、外国のなかには自国領海内の航行は困るという主張もありました。これは、分かってもらえれば、プルトニウムよりは話は簡単だと思います。

プルトニウムは、われわれのほうから諸外国に対し、「余剰のプルトニウムを持たない」というわが国の原則と、「合理的で整合性あり」と宣言するリサイクル計画の透明性とを十分に説明し、理解を得る必要があるのですが、その辺はどうでしょうね。

藤家 プルトニウムを核不拡散の観点から見て負債だと考えるのか、平和利用の観点から

*浅地層処分：地表から数10m程度までの浅い所に、低レベルで比較的短寿命の固化体を埋設し処分すること。

見て資産だと考えるのか、これはまさに原子力開発と、世界の政治経済あるいは社会が持つタイムスパンとの大きな違いですね。この相違のなかでの議論となりますので、相当難しいと思いますね。

平和利用からみて資産だという観点に立ちますと、これはまさに石油文明から原子力文明への移行、しかもその文明を支える一番のポイントはやはりエネルギーの供給源ですから、その観点に立てば、プルトニウムなしに原子力文明を語るのはおよそ意味がない、という気がしてるんです。

一方、核不拡散の観点から、「余剰のプルトニウムは持つべきでない」という話が出ています。私は、軽水炉からのプルトニウムが核不拡散の観点からはいかなる意味を持つのか、冷静に議論されるべきと思います。かつて、米国のカーター政権時代に INFCE (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation: 国際核燃料サイクル評価) の議論がありました。今度の北朝鮮問題でガス炉から軽水炉へ炉型変更されたということは、軽水炉プルトニウムが核不拡散のうえからはそう大きな意味を持たない、と評価されている具体的事例ではないかと思っています。私は、核燃料サイクルの専門ではありませんが、そういう見方をしています。

それと、もう一つ大きな点は、このプルトニウムが軍事利用される虞があるという話があるんですが、本来、平和利用以前に軍事利用は存在していたわけです。平和利用するから軍事利用がでるのではなくて、それはもう全然別個のものと考えてべきで、平和利用をやめれば軍事利用がおさまるといった論理ではありません。

それから、日本はこの軍事利用に関し過去一度もおくびにも出したことがありません。考えたことすらないのですから、いままでの不利用の実績の上に立って高唱すべきと思うんです。技術先進国であり非核大国でもある日本は、立場として、原子力の平和利用を世界に向け率先して提言しなければいけないと思うんです。私は、そのためには、日本が安全保障理事会の常任理事国になることも大切なことだと思っています。

理事長 やはりプルトニウムの国際管理というのが必要でしょうね。

藤家 もしそれで原子力の平和利用が担保できるというのであれば、これは積極的にやるべきだと思います。これまで、国際的な管理は、冷戦構造の中ではなかなか難しいところがありました。ソ連が崩壊したら一気にそちらへ動くかという、なかなかそれもまた難しさを持ってあります。国際管理が果してどこまでうまくいくか、いままでは残念ながら不透明です。

理事長 核兵器から回収したプルトニウムの管理さえ十分にできない状況ですから、まずその辺もしっかりやって欲しいですね。

藤家 むしろ、その点は、日本側からどんどん提言すべき性質の問題かと思っています。そういう意味では、これから日本が国際社会で生きていくうえで、やはり世界に対する積極的な発言が必要だと思います。

理事長 でも、やはり強固な国際組織のもとでプルトニウムの適切な管理が保証されれば、プルトニウム問題は国際的にかなり信頼がえられるのではないかと思います。

藤家 そうありがたいものですね。それと、折角そういう国際機関をつくったら、すべての

国がそれを信用し、信頼することだと思いません。

6. 新しい原子力長期計画の推進に思う

理事長 これまでの話を伺いますと、原子力委員会は対処すべき課題が多く、大変ですね。

藤家 確かに原子力委員会は、1956年の設置以来、一貫して原子力の開発・利用を全体的に見る立場をとってきました。これは、特筆されるべきであり、世界に誇れる話だと私は思っています。

と同時に、確かに現状は、率直に申し上げますが、アンチテーゼ先行型で、マイナス面をゼロにする努力が非常に多い状況です。しかし、原子力は、将来に向けての夢と可能性を持つがゆえに国策として開発を進めているのですから、マイナス面をゼロにする努力も必要ではありますが、より重要なのはやはり国民の皆さんに将来の夢と可能性を十分にご理解いただくことだと思うのです。

理事長 ここで話題を一寸変えて、「原子力技術の海外移転」についてお話を伺います。これから21世紀にかけて東南アジア諸国の原子力開発が急速に進展することは間違いなく、これに伴いいろいろな問題が派生するものと予想されます。

まず安全問題につきましては、日本が今まで保有しているノウハウを提供するとか、運転員の教育訓練に協力することが可能です。次に、原子力発電所の設計・建設については、日本が持つ現在のポテンシャルからして十分可能ではありますが、部品や機械類単体の輸出はあっても、燃料集合体を提供する必要性への対応の問題等から、わが国が原子炉本体を輸出することはまずないのではないかと思

われます。

このように、東南アジア諸国との関わり合いはますます深くなっていくので、原子力政策をつかさどる原子力委員会の仕事も大変だなと思うのです。この場合、最も難しいのはバックエンド対策をどうするかということだと思われませんが、この点についてどうお考えでしょうか。

藤家 明治の脱亜入欧の時代から、いまはアジアの中の日本をどう位置づけていくかという時代が来たと思います。やはり日本のこれからの行き方には、先進技術を基本とした世界への貢献が求められます。当然のことながら、原子力についてもそれは十分認識しなければいけないところでして、特にアジアの中での日本として、何ができるかを十分考えておく必要があると思います。

山本先生がおっしゃいましたように、これまでの日本は、原子力の技術移転については相当慎重に進めてきたと思っております。物の輸出に対しては相当ナーバスで、ただソフトウェアの面で、教育訓練とか、あるいは情報伝達とか、そういうことだけに限ってきたんですね。日本の産業でこれまで輸出を考えない産業はなかったのは事実でありますし、これからもそれはありえぬことだろうと思います。

山本先生が先程お話しになった、原子炉の輸出はないが部品だけならありうるというのには、私はちょっと違った考えを持っております。原子力は巨大技術ですから、そのシステムを移すことなしに技術は移転できないと思います。部品を足していけばシステムができるという従来型産業と少し違った性質を持っていますから、できればシステムの輸出まで

いかなきゃいけない。そこまでいって初めてバックエンド対策の話が出てくるという気がしているんです。

バックエンド対策は、アジアの諸国いずれもまだ直接手をつける段階にはきておりません。例えば韓国のやり方ですと、軽水炉の使用済燃料をキャンドゥ炉（CANDU 炉）に入れてバーン・アップ（燃焼度）を増す方法を考えています。その後は、その使用済燃料の中間貯蔵または処分といった方向を考えているようですが、長い目で見ますと、アジアでも完結した核燃料サイクルが必要になってくると思うんです。

いま、不幸なことに、核燃料サイクルに関するアメリカの考え方と、使用済燃料の再処理を基本とするフランスあるいは日本の考え方が違ってきます。

おそらく、原子力を少しでも学んだ人間から見れば、核燃料サイクルを完結するにはやはりプルトニウムの話にケリをつけなければならぬのは当然でして、軽水炉でプルサーマルを使用することにしても、2、3回核燃料サイクルを回せばもう使えないわけですから、やはりプルトニウム使用は正論として主張すべきだと思っております。

アジア諸国へのバックエンド対策の協力はかなり時間が先のことかなと私は思っております、それまでにはアップストリームについての協力をやっていくなかで、できれば一種のリージョナルセンター的な——そのリージョナルセンターをどこの国に置くかは政情の問題もありますからまた難しいところがあるんですけれども、必ずしも日本じゃなくて

いいと思いますから、そういったいわゆる一つのブロック的な考え方が必要なんじゃないかと思われまます。

ヨーロッパはEU（欧州連合）で一つになっておりますし、アメリカも NAFTA（北米自由貿易協定）を中心に一つのブロックができております。まあ、それと対応していいのかどうか、世界全体と地域との役割分担についてはもう少し政治的経済的な議論が要るんですが、原子力技術ということで見ますれば、アジアの中では日本が協力できる一つの方法かと思えます。

理事長 なかなかアジアは難しいわけがございますね。

そこで、先程、私が原子炉の輸出は難しいと申しましたのは、日本で開発し日本で使用している軽水炉は非常に難しいということで、東南アジア諸国で使いやすい原子炉を開発して輸出するのならばよろしいんですけど、そういう開発が日本で行えるかどうか。国内にマーケットがないものを造って売わけにもいきませんのでね。その辺はどうでしょうかね。

藤家 原子炉の国内マーケットがあるかないかという議論になりますと、むしろ日本はいいほうなのかと思えます。ただ、山本先生がおっしゃられるように、日本で使用している大型軽水炉を裾野の技術のないところへいきなり持っていくのは、相当問題があると思えます。

したがって、私は日本が自らの判断で技術提携も何もなしに育ててきた新型転換炉（ATR）、船用炉（小型軽水炉）、高温ガス炉*

*高温ガス炉：ガス冷却炉のうち、冷却材に高温ヘリウムを用いる原子炉であって、かつてこの炉の使用により、製鉄工程における原子力エネルギーの利用が盛んに研究された。

等をどう見るか、というのが一つの見方だと思っ
てます。出力も十数万 kW から始まっています
が、立地は別に日本だけでなくともかまわ
ないわけですから、技術の海外移転の対象
として考えてみることも必要じゃないかと思
います。

確かに、軽水炉はもう熟成された技術です
から、それほど苦労なく移転できることは分
かっていますが、日本は大型炉技術をずっと
やってきましたのでどうでしょうか。

理事長 原子力委員会でも十分お考えいた
だきまして……。

藤家 それと、やっぱり自由主義国家の日本
ですから、国が表に立って何をやるかとい
う話と、民間の活力に期待するべき話との間
には差があると思います。

理事長 ことにメーカーがあまり積極的で
ないですね。その辺のところに問題があるん
じゃないかと思っますね。

7. 原子力工学専攻の動機

一夢と可能性を求めて一

理事長 こゝで、大学の話題に移らせて頂
きます。まず藤家先生が原子力工学を専攻な
された動機と、最も力点を置いてこられた研
究領域についてお伺いします。

藤家 大学院の学生の頃ちょうど原子力の
夢の話が出て、あるいは学部学生の頃からと
言ってもいいかもしれませんが、まさに原子
力の夢と可能性、しかもテーゼで語る原子
力の時代だったものですから、ついつい面白
くないかと思っ入ったという、単純な動機
です。

私はそういう意味では、小さなことを考
えるのはあまり好きじゃありませんので、最初

にやったのがシンクロトン加速器の研究で
した。修士終了（昭和35年3月）後、原子力
工学に転じたわけですよ。原子力システムとい
うことで最初に給料をもらったのが原子力船
「むつ」の開発でして、安全審査が終わるま
で「むつ」に関係しました。

その後、昭和43年4月大阪大学に移り、
高速炉に関連した液体金属の熱流体とか、あ
るいは電磁流体の研究をやり、その頃から安
全に関する議論をしまりました。私自身も安
全の重要さに気がつきながら、どうしたら
攻めの安全ができるか——守ってばかりの
安全は嫌でしたので——そういった合理的安
全についていろいろなことを考えてました。
その後、核融合で実際にトリチウム・バー
ニング（三重水素の核反応）の計画が名古屋
大学のプラズマ研究所で始ったものですよ
から、昭和55年6月からそちらへ行きまして、
核融合の安全に関する研究を6年ばかりや
っておりました。

そこで、核融合における安全性に関する評
価手法をつくりあげた頃、昭和61年8月に
いまの東京工業大学原子炉工学研究所へ呼ば
れました。ここでは「大学における今後の原
子力研究のあり方」をテーマにして取組ん
できました。そのなかで、今後の原子力開発
に対して大学が発言する立場になるとすれば、
「原子力の持つ整合性を十分発揮した研究開
発が重要だ」という主張だと思います。

おそらくこれから、「長所追求型の研究」
じゃなくて、「調和優先型の研究」というのが
技術の世界で要求されると思っましたので、
「整合性」というような言葉を使った原子
力システムのあり方について、私どもの研
究所のうち4割ぐらゐの人間がこれに取組
んでい



ます。

以上のように、私の原子力工学との取組みは、大きく分けると4段階もしくは5段階に分けられます。

そういう意味では、私は、普通の学者らしくなく、あれこれやってきたというのが一つの特徴かと思えます。

理事長 思い起こしてみますと、昭和30年頃というのは、原子力は研究者にとって一番関心のある分野であったことは間違いありません。また、原子力工学科には、その頃は非常に優秀な連中が集まっていました。いまとはちょっと様相が違ってますけれどもね。そして、原子力、核分裂の研究をやっていると、次に核融合が流行り、これにも学生の関心が集ってきました。いまでも、核融合は学生の関心が非常に高いと思います。藤家先生は、それをみな一通りやってこられた、ほんとに先達でいらっしゃるんですね。

どの工学問題も、それが実際に産業として発展してくる頃には、もう大学の研究課題としては少々古くなってきますのでね。ですけど、やっぱり技術者の養成は必要なわけで、そこが非常に難しいところですね。

藤家 おそらく、昭和の30年代から始まった原子力の研究で、大学として大事なことは、

それを抽象化し学問として体系化していくことと思っています。中性子学、それから放射線学、安全学、この3つは少なくとも原子力研究のなかで育ち、定着した分野だと思っています。その段階のなかの原子力は、学際的というか、境界領域的な性格を持っておりました。いま私が原子力を定義するとすれば、「複合領域」、あるいは「多領域」ということで定義したいと思っています。

このようにして、原子力工学を「原子核と放射線の相互作用にベースに置いた分野」ととらえますと、これは相当な広がりを持つてくると思います。そういう方向に動いていくことが、特にアカデミアでは重要だと信じております。

8. 気配りの要る留学生受入れ、学ぶべき「科学としての原子力」

理事長 最近の大学における傾向として、原子力に関心を持ち、原子力専攻を希望してくれる学生の数は、どうでしょうか。

藤家 幸か不幸か、私どもの研究所は学部には学生を持っておりません。大学院からスタートしますから、学生が大学へ入ってきてから3年ないし4年の間に原子力に対する関心を持ってもらえればいい、と考えています。実は教養課程に講義を下ろしまして、私どもの研究所の教官が交代交代、全員参加するような形で講義をしています。

各年の学生の1割強が講義に出ておりまして、椅子が足りないような状況も出てるんです。

それと同時に、国際化の波の中で「国際大学院」というのをつくりました。その中に原子核工学専攻があります。おそらく日本で唯

一の、定員10名の国際大学院原子核工学専攻が、一昨年から発足しました。

これは、旧ソ連、アジア諸国など各国の原子力機関あるいは大学から毎年推薦してもらいまして、5人程度は国の奨学金が付くこともあり、相当優秀な人が来てます。

この人たちを卒業後そのままお帰しするのがいいのか、日本でしばらく研修期間をとって力をつけてもらい、帰国後は第一線で活躍していただくのがいいのか、この1、2年真剣に考えたいと思っています。

理事長 大学院にも大学にも、外国から入学してくる学生が非常に多くなって、国際協力の面から大変結構なことだと思いますね。

藤家 私どもの大学には、ふつうの原子核工学専攻には大学院生は35名おりまして、これに加えて国際大学院生が10名います。国際大学院の方は、講義は全部英語です。教官が相当苦勞しておりますけど、一切英語で講義するという通しています。

学生の出身は、中国、韓国、インドネシア、台湾等アジア諸国のほか、ロシア、カザフ、モンゴル、そういった国からも来ております。

理事長 いまロシアの名前が出ましたけれども、藤家先生はロシアにはかなりおいでになったというお話ですが。

藤家 なぜロシアに行き始めたかといいますと、国際会議の招待状が直接届いたのがきっかけです。私は、ロシアの原子力をどうとらえるかは大変重要だと思っています。

こういうとらえ方がいいかどうかはわかりませんが、日本はやはり、「技術の原子力」だと思っています。技術を、非常に高品質でシステマティックなものにしていくという点では優れていると思うんですが、ロシア

は「サイエンスとしての原子力」の世界をつくり上げてきた、といえると思うんですね。アイデアをそのまま実行に移すところがあり、私はその点相当学ぶところがあると見ております。

こういった「サイエンスとしての原子力」を学ぼうとしますと、共同研究も必要ですが、私は、まず人的交流が重要なんじゃないかと思っています。それで、クルチャトフ研究所と、それからモスクワ物理工科大学と協力の手を結び、助手や客員教授を呼んだり、あるいは大学院生に来てもらったりしてるんですが、まだこれは完全に一方通行です。こっちから出すのは、これから考えたいと思っています。「サイエンスとしての原子力」は、まだ十分学ぶ余地があるかなという気がしております。

理事長 なるほど。日本の大学もそうやって国際化されていくことは、大変結構なことですね。

ただ、外国から日本に来た人に、特に東南アジアの人のみかもしれませんけれども、居住をはじめ生活関係が十分にお世話できない点がありますね。物価が高いですしね。

藤家 そうなんですね。残念ながら、国際交流会館に住んでいただけるのは1年で、あとは民間の住居を探すことになりますので。教官が大変な思いをしてるんですけども。

私は「できるだけ夫人同伴でいらっしゃい」と言ってるんです。あとは何とかするからということですね。こちらへ来ていろいろな技術交流も必要なんですけれども、やはり日本を知ってもらおうというのが一番大事だと思っておりますから。

9. 継続すべき米国との技術交流

理事長 東南アジア、あるいはロシア、中国の話が中心になりましたけれども、アメリカの方はこの頃、原子力には非常に冷たい風が吹いてますよね。アメリカも、原子力技術については過去の蓄積をずいぶん持っているんですけどね。日本としても、まだいろいろ学ぶべきことがたくさんあると思うんですが、その辺のところはどうでしょうかね。

藤家 まさに、アメリカは非常にいい先生であった時代が続いてたわけですね。したがって、日本の原子力は、初期の技術だけでなく、原子力界リーダーの方方も、アメリカから多くを学んだと思います。それから見れば、昔日の面影がないアメリカが残念に思えて仕方がありません。ただ、アメリカ政府の政策と、蓄積された優れた技術がどこかに残っているという話とは別問題としますので、できるだけアメリカとの交流は絶やさないようにしたいと思っています。最近では、どうも建前論で話が潰れてしまうことが多過ぎ、交流が非常に難しくなりました。

今もアメリカの原子力学会には出て行くんですけど、残念ながら目を輝かせて聞く話が大変乏しくなってきたというのは事実です。やはり自由主義社会のリーダーとしてこれまで活動してきたアメリカで、このまま原子力が衰退していくのかというと、何とも残念な気がします。

理事長 私は、また原子力が復活するんじゃないかと思うんですが……。

藤家 そうでしょうね、当然。どう考えても、原子力、しかも原子力が持っている大きな幅と奥行きの中で、エネルギーの話をしないで済む

なんてことはあり得ないと思ってるんです。

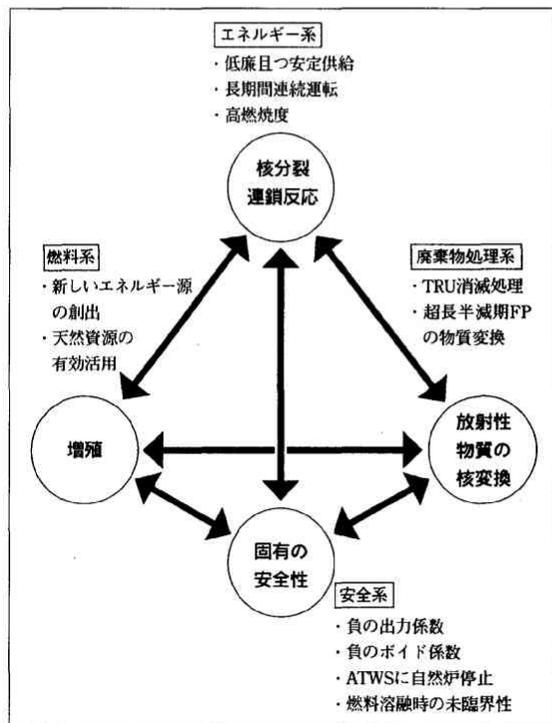
理事長 まあそこが、資源のない日本とアメリカの違うところかもしれませんね。

藤家 ええ、アメリカには、まだしばらくゆとりがあるんでしょうけれども。

10. 中性子が決める原子力の究極の姿

理事長 最後に、これからの原子力技術——「21世紀社会における原子力技術の在り方」について伺っていくこととします。先生は「21世紀社会と原子力文明」という著書のなかで、「整合性のある原子力システム」(付図参照)確立の必要性について述べておられます。この基本的考え方について、少しお聞かせ下さい。

藤家 エンリコ・フェルミが原子炉をつくってから半世紀経ちました。科学技術の開発が半世紀も経ったとき、そのものの究極のあるべき姿を改めて展望しないでいいだろうかと



付図 整合性ある原子力システム

いう問題意識、それが最初のきっかけなんです。すると、原子力の持っているもの、核分裂の持っているもの、これはまさに中性子と原子核との反応ですからね。中性子はそんなにいろいろな動きはできないわけですし、核分裂、吸収、散乱ぐらいです。この3つをいかにうまく使うかが原子力の究極の姿を決めると思います。そうすると、中性子の運動する場としての原子炉はいったい何だろうか。そこから考えまして、これから原子力に調和なり整合性が優先されるとしますと、原子力がいまアンチテーゼで議論されている課題も一緒に考えられるんじゃないか。いいことと悪いことと全部合わせて一つのセットができないかということで、4つの話にまとめております。

その一つは、もうこれはエンリコ・フェルミが証明してくれた話ですけれども、「核分裂は制御可能で、そこからエネルギーを取り出し得る」ということ。これはもう証明されているわけです。

その次に、やはりさっきから話に出ております「プルトニウム」、これを正しく利用することによって、大げさに言えば、百万年近いエネルギー源が確保できます。

いま申しました2つは原子力の光の部分ですけれども、陰の部分にやはり2つの話があります。一つは「空間的な安全」と、もう一つは「時間的な安全」と考えています。

「時間的な安全」というのは、廃棄物に放射能がいつまでも残留するという時間的に持続する安全問題のことで、これの消滅は当然皆さん考えることだし、もうすでに多くの人々により考えられております。中性子の動きのなかに必ず入っている話ですから。見方によ

りますと、プルトニウムの製造と放射能消滅ということは、共通の技術基盤を持っているのです。

もう一つは、「空間的な安全」、いまわれわれが申しています事故に対する安全なんです。軽水炉がどうしてここまでうまく順調に育ってきたかという、臨界に直接関連した安全問題が事実上ないということです。あのスリーマイル事故も、そういった臨界に関する安全問題はなかったんです。

臨界に関係した安全問題を排除すれば、おそらく一般産業と同じような意味で安全が考えられるのではないかということで、この4つを整合性をつくり上げる要件として考えるわけです。

これを、従来ですと、個々に比較するものですから、重さと長さを比較するような話になってしまいます。それでは駄目なので、この4つを同時に評価しようと思いますと、1回の核分裂に出てくる中性子で、この4つが満足できるかどうかを評価することが整合性を評価するうえでの科学的検証であると考えたわけです。

そういうことで、あとはエネルギー的に成り立つかどうか。これは核分裂という核のエネルギーですから、極端な言い方をしますと、あとの燃料サイクルでの元素の分離と混合です。分離および混合に必要なとされるエネルギーの基本はケミカル・エナジーですから、これは核エネルギーをに比べれば小さいので、多分これで満足できるでしょう。

ということで、中性子の数のバランスとエネルギーのバランスとで整合性が見れるんじゃないか、というのが大学で考えている夢物語です。

理事長 学生にこういう講義もなさるわけですか。

藤家 ええ、やっております。

理事長 一つ一つ取り上げてみても、まだまだやるべき問題がたくさんありますが、さっきおっしゃった「済んでいる2つ」は一応うまくいっていますが、残っているものは大変ですね。

藤家 だから、科学的な可能性を見せておいて、それで技術をどう開発していくかという、その二段構えで世の中に話をするのが大事ななという気がしています。

11. 原子力立地を進める鍵

一国と地方のコンバイナー

理事長 それから、原子力の開発・利用の発展には、なんとといっても原子力技術に対する国民の支持と受容を得るのが大切だと思います。それには推進する側の発想の転換が必要かと思われませんが、いかがでしょうか。

藤家 難しいですね。昭和30年代の原子力開発の初期、「日本型原子力発電の早期実用化」というキャッチフレーズの下で開発を推進していた当時の原子力関係者は、原子力発電の経済性、信頼性、安全性が確保できれば、社会は自ずから原子力を容認すると考えていたと思います。それがそもそも社会的受容性だったんですね。おそらくその時代にはエネルギー源が十分なくて、比較的容易に国民の理解が得られたんですね。ところが、時代の経過とともに、原子力関係者の変らぬ思考をいつの間にか社会が乗り越して行ったんです。原子力そのものが変わったのではなく、むしろ社会が変わったことに対して十分なフォローができてなかった。エネルギー源の確保を

標榜するのは、どちらかという中央集権的な発想ですね。「国のため」、「国が生きていくため」という……。

いまの日本のなかでは、「お国のため」という言葉は通用しなくなっています。それと原子力の社会的受容性が同じような意味を持っていると私は思います。そういうことから、「国のため」から、「地方が原子力を見る時代」になっているのではないのでしょうか。囲碁の勝負もあるところまで行ったら相手に手を渡してみる、というのと同じかと思われませんが。

ただ、きょう話が出ましたバックエンド対策の幾つかは、確かにこれから大変に重要な問題ですけれども、私は率直に申し上げて、日本の一般の方々は原子力をもう十分肯定的にとらえてくださっていると思っています。今日の段階で、原子力に対する国民一般の理解が不十分だとはけっして思いませんし、十分ご理解いただいていると思います。

それだけに、これからは原子力の情報を正確に、分かりやすい形で出していくことが、いままで得てきた原子力に対する理解なり支援を散逸させない方法である、と思ってるんですが……。

理事長 私も、情報の公開というのは非常に大事だし、公開の仕方というのも大事だと思うんです。

ただ、日本はまさに資源小国、ことにエネルギー資源では極めて貧しい国なんですけれども、国民はそんなことは全くといっていい程感じていないのですから。このような状況にある限り、社会的受容の形成はなかなか難しいですよ。

藤家 これをテストしてみるわけにいきません。

理事長 しかし、先程おっしゃったとおり、時間とともに変わっていくと思うんです。いつまでも石油に依存するわけにもいかないし、石炭はかなりあると言っても、環境への影響が大きいですわね。

そういう意味で、原子力を見る目も時代とともに変わってくると思うんです。じっくりと構えている以外に妙手はないと思います。

藤家 いろいろな議論がありますが、これまで日本の原子力が作り上げてきた安全上の実績は、もう皆さん分かっておられると思います。人身事故を一度も起こしてないという、こういう技術が社会に定着しない筈はない、と思っています。

理事長 ただ、原子力に携わる人々にとっては、営々と築き上げてきた実績が、ある瞬間に一ぺんにひっくり返るようなこともあり得ますので、気を抜いてはなりません。

藤家 明らかに原子力を技術論の枠組みの中で話す時代はもう終わっており、これからは、世界の政治、経済、社会にどう組み込ませていくかということになりますね。

理事長 炉の開発のほうでも、やはり安全性の高い、事故のない炉をつくっていかないとはいけませんね。しかし、これらも完成には相当費用がかかりますから大変ですが、やはり原子力委員会としては、先をにらんで、そういう原子炉の研究開発も必要ですね。

藤家 原子力は、端的にいいますと巨大技術ですから、いきなり民間がというわけにいきません。国民の理解を得ながら、国の政策としてあるところまで引っ張っていき、それから民間移転という、この線はやはり崩せない

だろうと思います。

そういう意味で、社会の原子力を見る目への配慮も当然必要ですが、日本全体すべてに足並みを揃えるわけにもいかず、また地域が地域の立場だけで独立して主張できる時代でもありません。それは、国際関係においても、一国が鎖国をしながら生きていける時代ではないのと同様に、やはり原子力という巨大技術は、中央集権的な性格と、それを受け止めていただく地域の地方分散的な性格とをどううまく「コンバイン」させていくかということだと思うんです。

理事長 軽水炉がこれだけ成熟し、いまおっしゃったように事故もなく動いていますので、ここで新たに違う型の炉の開発を進めることについて、国民的合意を形成するのはなかなか難しいと思われませんが。

藤家 そうですね。ただ、幸いなことに、発電用原子炉と比べて、非電力利用の炉はユニットがそんなに大きくならないという特徴をどう生かすか、ということだと思うんです。そうしますと、受動的安全炉*といったような概念が直接適用できる世界も出てきて、山本先生のおっしゃる、「より安全で、より分かりやすく」という方向へ動くところもあるかと思っていますね。

理事長 船用炉についても、原子力船が次に実用化されるのがいつになるのか、これも全く見当がつきませんけれども。

藤家 あれも、社会に開発気運があったときにパッとつくれていけば……。あまりにもタイムスパンが違いすぎて、原子力船ができた頃にはもう造船界も海運界にも原子力船への

*受動的安全炉：原子炉の安全システムに、例えば注水ポンプのような機械装置を使用せず、重力のような自然力を使用して事故に対処する方式で操作盤監視員の作業軽減、システム構成機器数の削減が可能性となる。

意欲が——あるいは経済的な事情かもしれないけど——なくなっていた。製鉄業界と高温ガス炉の関係も、やっぱりそんなタイムコンスタントの違い、あるタイムスパンの違いがあると思います。したがって、基礎基盤となる技術を必要に備えて持ち、状況が訪れたら直ちに適応できる態勢まで国の政策としてもっていく必要がある、という気がします。

理事長 なかなか、どの開発もお金がかかることですから、原子力委員会としても大変難しいですね。

藤家 おっしゃるとおりだと思います。

12. 原子力文明—21世紀を支える

総合科学技術

理事長 それでは、最後に原子力技術に関する藤家先生の総体的所感をお伺いしたいと思います。

藤家 私は、原子力をどういう目でとらえるのかということが大事だと思っています。おそらく、原子力を技術という側面だけでとらえたのでは不十分だと思います。いままで石油文明をとらえる目は、サイエンスから技術までの広い範囲で眺めてきたところがあります。その目で原子力を見ますと、原子力は原子核という小さな世界から始って、宇宙の星につながる大きな世界を包含しているわけですから、やはりサイエンスの側面も常に見ておく必要があると思います。

おそらくは、化石エネルギーがこれまで果してきた機能は、原子力でほとんどカバーできるはずだと思っています。そうしますと、20世紀も終わりが迫り石油文明に一つの転機の兆しを迎えた現在、次の文明は何が支えるのかの問いに、やはり原子力を「総合科学技術」

としてとらえる視野の広い見方を最初に持っておく必要があるんじゃないでしょうか。

それともう一点は、最初の部分でお話ししましたが、これまでの科学技術は「長所追求型」であったかと思うんですね。したがってそれは、環境がどうだとか、あるいは自動車公害がどうだということとあまり接点がないままに発達してきたところもあると思います。

ただ、ジェームス・ワットによる蒸気機関の発明がいまの炭酸ガス問題に繋がっているんだと、こんな議論をしているようでは始まりませんけどね。

そういう点から見ますと、いわゆる「長所追求型」だけでは進まなくて、やはり「調和優先型」の世界に確実に移行していくものと考えます。だから、この2つの見方をしながら原子力を把えていく必要があると思います。

日本の原子力委員会は、そういう意味では原子力政策をつくり、それを遂行するという役割があります。そこは、まさに原子力の基礎基盤から巨大技術までの全体を見据え、新しい展望を加えながら進めていける組織であると期待しています。

理事長 昔から、戦時に開発された技術でそのあと長く生き残った技術はないと言われてきましたが、私は第2次世界大戦後の生き残り技術のなかでは原子力が一番大きいと思います。航空機もやはり同様で——第1次大戦のときかなり使われて、第2次大戦でまた飛躍的進歩しましたね。それからレーザー技術、これはますます有用に使われておりますね。

技術の有用性が様変わり of 因と思うんです

が、ただ、原子力はやはり世間の見る目が厳しいですからね。航空機とかレーザーのほうは、一般の人の目に見えて役立つ面がありますけれど、原子力は、電気になってしまいますと、石油・石炭などほかのエネルギー源で発電した電気と区別できないですから、原子力のありがたみがどうもフルに分かってもらえないわけですね。

藤家 そういう意味で申しますと、原子炉と並んでの原子力の主要技術というのはやはり加速器技術だと思うんですね。これは、宇宙の誕生から、元素の生成から、あるいはガン治療などのメディカルユースもあって、加速器は明らかに原子力を担う一方の旗頭だと思うんです。原子炉と加速器は、今後の原子力の中心・主要技術として見ておく必要があると思います。

理事長 ごく最近、加速器の技術が進み、かなり経済的にも使えるようになりましたので、これからの一つの大きな到達目標になり

ますね。

本日はご多用にもかかわらず、長時間いいお話をいただきましてどうもありがとうございました。

藤家洋一教授 略歴

(昭和10年10月17日生)

1. 学歴等

東京大学 理学部物理学科(昭和33年3月卒業)
同 大学院数物系研究科
電気工学専門課程博士課程
(昭和38年3月修了)
工学博士 (東京大学昭和38年)

2. 職歴

昭和43年4月
大阪大学 助教授 工学部
昭和55年6月
名古屋大学 教授 プラズマ研究所附属核融合研究企画情報センター
昭和61年8月
東京工業大学 教授 原子炉工学研究所
平成元年4月
同 原子炉工学研究所長・評議員
平成7年4月 原子力委員会 委員
現在に至る

〔寄稿〕

電気事業法の一部を改正する法律について

飯田 健太 (前 資源エネルギー庁 公益事業部
計画課 総括係長*)



1. 法律改正の必要性

我が国の電気事業については、電力需要の増大、特に夏季ピークの尖鋭化に対応した安定供給を確保しつつ、より効率的な電力供給体制を構築することが必要となった。かかる観点から、第132通常国会に「電気事業法の一部を改正する法律案」を提出したところ、衆・参両議院で全会一致をもって可決・成立し、平成7年4月21日、同法を公布した。

2. 改正法の概要

(1) 発電部門への新規参入の拡大

近年、需要地に近接し、経済性に優れた中小規模の電源による発電事業への参入の可能性が拡大している。これら新たな事業者に対して適切な参入機会を確保するとともに、発電分野における競争関係の導入が必要である。更に、卸託送（発電事業者による地元以外の電力会社への売電を可能とするための、電力会社の送電線の活用）の活性化により広域発電市場の形成が必要である（図-1参照）。

〈措置内容〉

①卸電気事業（一般電気事業者にその一般電気事業者のための電気を供給する事業）許可等の原則撤廃。

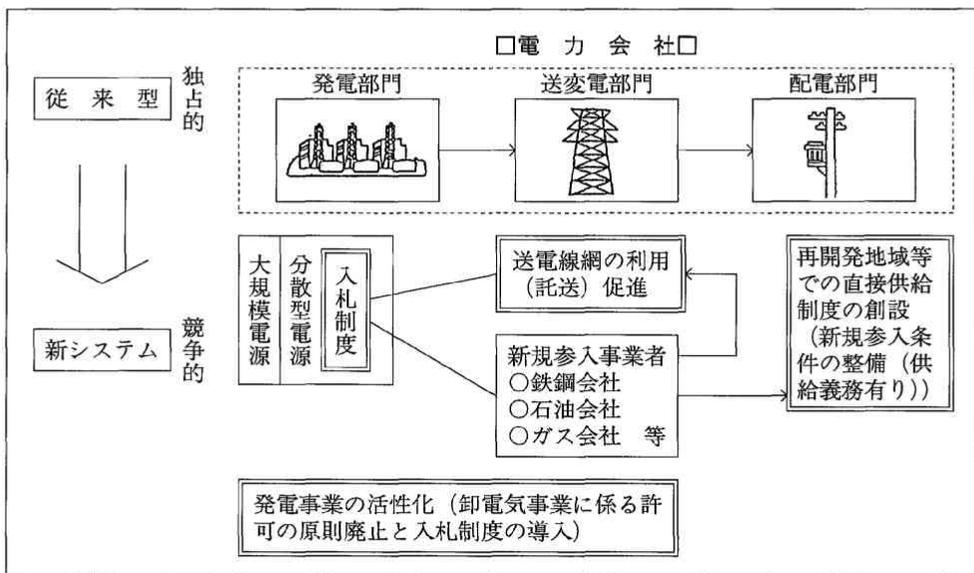


図-1 発電部門等への新規参入の拡大を目的とした事業規制の見直し

* 現職：通商産業省 産業政策局 商政課 総括係長

- ・大規模電気事業者の場合を除き、卸電気事業に係る参入の許可を撤廃。

②入札制度の導入

- ・一般電気事業者の電源調達について入札制度を導入。
- ・入札を通じた売電については、料金認可不要。

③卸託送の活性化

- ・指定電気事業者（電力9社を予定）に対し、卸託送に係る約款の策定、届出、公表を義務付け。
- ・不当に卸託送を拒否する場合には、卸託送の引き受けに係る命令を規定。

(2) 特定電気事業に係る制度の創設

コージェネレーション等中小規模の電源を需要地に近接して有し、特定の供給地点における需要に応じ電力小売販売事業を営む能力を有する事業者の参入の可能性が拡大している。これらの供給事業を実現可能とするために、事業の実態、位置づけに応じた新たな制度の構築が必要である（図-1参照）。

〈措置内容〉

- ・「特定の供給地点における需要に応じ電

気を供給する事業」として特定電気事業を定義。

- ・特定電気事業は供給地点ごとの許可制とし、供給地点における需要に責任を持って応ずることのできる能力を有しているか等を審査。
- ・特定電気事業における料金は届出制。需要家間の不当な差別に対しては、供給条件の変更命令を規定。
- ・特定電気事業者の供給地点についての供給義務を規定。

(3) 料金規制の改善

夏季ピークの尖鋭化等とこれに伴う負荷率の悪化による電力会社の資本費の上昇傾向を抑えるため、需要家の負荷平準化に資するような料金規制の改善が必要である（図-2参照）。

〈措置内容〉

- ・夜間電力の活用等による負荷平準化等に資する料金について、個別認可（年間約1万件）制から、需要家の幅広い選択を可能とする各種メニュー（約款）の届出制に移行。

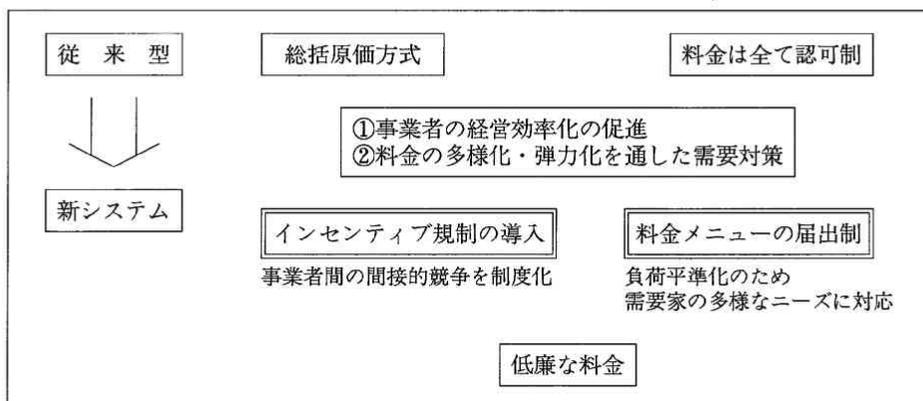


図-2 料金規制の改善、料金設定の柔軟化

- ・当該約款の公表を義務付け。
- ・当該約款が認可料金による需要家の利益を損なう場合について、変更命令を規定。
- ・なお、事業者の経営効率化を促すため、料金の透明性を確保し、総括原価の枠組みを維持しつつ、各事業者の経営に係る諸指標を比較し、効率化の度合いに応じて査定に格差を設ける方式を料金制度へ導入（法律外事項）。

(4) 自己責任の明確化による保安規制の合理化

技術進歩による保安実績の向上、自己責任明確化の要請等を踏まえた保安規制の見直しが必要となっている。このため、国の直接的関与の必要最小限・重点化、開かれた規制体系の確保、機動的な保安の確保及び新エネルギー等導入の基盤整備を目指し、保安規制を合理化することが必要である（図－3 参照）。

〈措置内容〉

①国の直接関与を原子力等必要最小限なものへ限定・重点化

- ・多段階にわたる使用前検査の簡略化。
- ・溶接検査について検査方法を合理化。
- ・定期検査について自主検査制度を導入。

②自己責任を明確化した保安規制体系への転換

- ・国の直接関与を重視した保安規制体系から、自己責任を明確化した保安規制体系への転換、入札による卸供給事業者及び特定電気事業者の参入並びに太陽電池等の取扱い簡素化等に伴い、条文構成について、再整理。

③電気主任技術者国家試験業務の民間試験機関への委任

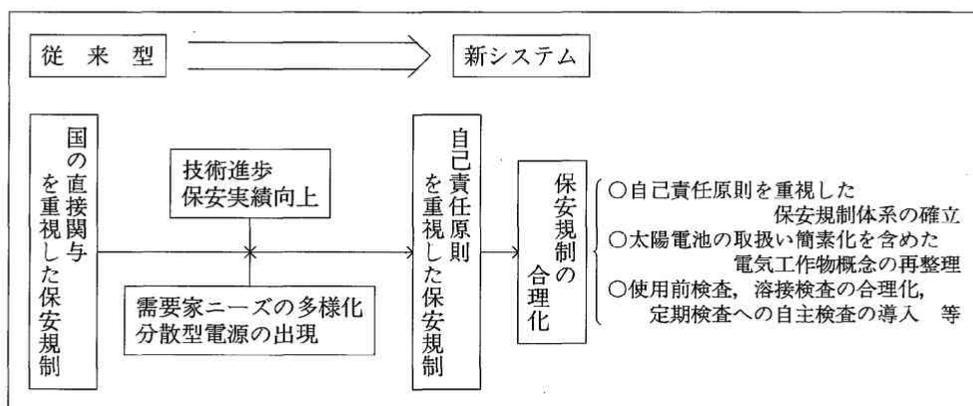
(5) その他

- ・専ら一の建物内に限り電気を供給する場合は個別許可制を廃止し、自由に供給できることとする。
- ・電気工作物の変更については、個別許可制から届出制に移行。
- ・負荷平準化を推進し効率的な需要構造の形成に資する事業を行う場合等について、一般電気事業者の兼業規制を簡素化。

3. スケジュール

平成7年4月21日公布。

公布の日から9ヶ月以内に施行予定。



図－3 自己責任原則の重視による保安規制の見直し

〔寄稿〕

石油関連の制度改革について

—特定石油製品輸入暫定措置法廃止と
石油備蓄法及び揮発油販売業法の改正—

小林 出 (前 資源エネルギー庁
石油部 計画課 総括係*)



1. 制度改革の背景

石油は、我が国のエネルギー供給の58.0%とその大宗を占め、その99.6%は輸入に依存し、地域的にも75.1%が中東に集中していることから、エネルギー政策としては安定供給の確保が最重要である。こうした観点から、我が国は石油備蓄の強化、省エネルギー、石油代替エネルギーの導入促進、原油自主開発、産油国協力等の政策を行ってきており、大きな成果を上げてきている。さらに、昭和62年以降、石油産業の自律的機能の向上を通じて強靱な石油産業の形成を図るべく、平時における生産・販売活動に係る規制を段階的に緩和(表1参照)し、国内需給へのより迅速かつ適切な対応が可能となった。しかしながら、

「国際的に遜色のない価格水準の実現とガソリン独歩高の製品価格体系の国際化」及び「流通部門を中心とした徹底した合理化によるコスト削減」という二つの課題が依然として存在していることもまた事実である。

一方、今日の我が国の石油産業を巡る状況は変化している。国際的には、スポット市場や先物市場等に見られるようにエネルギー市場の一層のグローバル化と国際的な規制緩和が進展しており、我が国石油産業の国際化への対応がより一層重要となっている。国内的にも、規制緩和の高まりと石油製品の内外価格差を背景として、石油産業の一層の効率化と市場原理の一層の貫徹を図っていくことが求められている。

このような石油を巡る状況の変化にかんが

表1 石油産業基本問題検討委員会中間報告に基づく具体的な規制緩和策

- ・二次設備設置許可の運用弾力化。(1987年7月実施)
- ・各社の個別油種生産計画に対する指導の廃止。(1989年3月実施)
- ・灯油在庫確保指導の撤廃。(1989年9月)
- ・給油所に係る建設指導及び転籍ルールの撤廃。(1990年3月実施)
- ・一次設備設置許可の運用弾力化。(1991年6月実施)
- ・原油処理量についての生産計画に対する指導の原則廃止。(1992年3月実施)

*現職：中小企業庁 小規模企業部 小規模企業政策課 倒産防止共済係長

み、資源エネルギー庁では、石油審議会石油部会石油政策基本問題小委員会を開催し、昨年2月より12月の10カ月間にわたって、今後の石油製品供給のあり方について検討を行った。そして、その集大成である、昨年12月12日に発表された同小委員会最終とりまとめ「今後の石油製品供給のあり方について」において、「安定供給と効率的供給の適切なバランスをとる」という考え方にに基づき、我が国石油製品市場での一層の競争促進を図るため、

- ① 輸入主体の拡大（特定石油製品輸入暫定措置法の廃止）
- ② 備蓄制度の見直し（石油備蓄法の改正）
- ③ 品質維持制度の見直し（揮発油販売業法の改正）
- ④ 指定地区制度の廃止（揮発油販売業法の改正）

を内容とする石油関連の制度改正が必要であるとの方針が示された。

今回行われた法律改正は、この最終とりまとめを踏まえて行われたものである。以下、今回の制度改正のポイントについて説明することとしたい。

2. 石油関連制度改正のポイント

(1) 特定石油製品輸入暫定措置法（特石法）の廃止

我が国は、従来から、相対的に調達しやすい原油を輸入して、自国内の製油所で、精製、製品化する消費地精製を基本としてきた。

1980年代後半になると、日本に対する石油製品輸入の要請が国際的に高まってきたため、これに対応して石油製品輸入を円滑に進めるべく、10年間の限時法として特定石油製品輸入暫定措置法（特石法）が制定された。

特石法は、特定石油製品（ガソリン、灯油、軽油）の輸入主体に対し、代替生産能力（緊急時において原油を精製して必要な製品を供給できる能力）、石油貯蔵能力、品質調整能力を義務づけている。これにより、我が国は、消費地精製を基本として、連産品特性を有する石油製品について、需給の変動に対応して国内品と輸入品を弾力的に選択、組合せることにより、油種間バランスを保ちつつ安定供給を確保することが可能となった。

しかし、特石法には、輸入主体を事実上精製能力を有する石油会社に限ったため、結果として、国内品と輸入品の競争を生じにくくし、石油製品の内外価格差及びガソリン独歩高の日本特有の製品価格体系の是正を進めにくくする作用も存在する。

国内石油製品市場に輸入品との競争による市場原理を一層導入し、強靱な石油産業の実現を目指して産業効率性を一層高めることの必要性にかんがみれば、輸入主体への精製能力の義務づけを将来へ向けて残し続けることは、今や妥当ではなくなっている。

したがって、特石法については、1996年3月の期限切れをもって廃止し、輸入主体の拡大による我が国石油製品市場への市場原理の一層の導入を図ることとした。しかしながら、現在の我が国の石油製品供給体制は、特石法等により石油製品供給主体が石油精製会社等に限定されていることを前提としているため、安定供給の確保、環境・安全の維持といった観点から、所要の手当を講じることが必要である。このため、石油備蓄法及び揮発油販売業法を改正することとした。

(2) 備蓄制度の見直し

我が国は石油安定供給の観点から石油備蓄の充実に力を入れてきており、世界的にみても最高のレベルに達している。

しかしながら、現行備蓄制度は、精製設備を保有する限られた生産・輸入主体によって継続的・安定的に製品供給が行われていることを前提として構築されている。このため、特石法廃止等により石油製品輸入主体が拡大された後においても、緊急時対応能力が損なわれることのないよう、制度の見直しを行うため、石油備蓄法の改正を行うこととした。改正のポイントは次の3点である。

第1点は、製品輸入については、当該製品での備蓄を原則としていることである。これは、精製能力を持たない輸入主体が増加する可能性があることから、原油代替できる場合を緊急時において備蓄した原油を精製して必要な石油製品を円滑に供給できる場合に限ったものである。したがって、輸入業者であっても、精製業者と契約を結ぶ等により上述した要件を満たすことができれば、製品輸入について原油代替することが可能である。

第2点は、備蓄義務量の算定方式を可能な限り事業活動の実態に即したものとすることである。現行制度は、毎年度の基準備蓄量を前暦年の輸入量等の事業活動の実績を基礎として算定している。このため、備蓄義務者が事業活動を実際に行ったときから、当該事業活動にかかわる備蓄義務が発生するまでに、1年程度のタイムラグが存在するが、現在は輸入のほとんどが精製会社等による安定的、継続的なものであるため、特に問題はない。しかし、輸入主体が拡大した場合、継続的でない輸入活動が行われる可能性があるため、事業活動の実態に比して過大、若しくは過小

な備蓄義務が課せられることを防ぐことが必要となる。このため、改正法においては、毎月、直前の12か月の事業活動の実績を基礎として基準備蓄量を算定することとしている。

第3点は、これは法律改正ではなく省令改正で対応することとなるが、全ての輸入業者にそれぞれの輸入量に応じて等しく備蓄義務を課すことである。これは、輸入主体の拡大により少量輸入が発生する可能性が高いことから、現行制度では備蓄を義務づけられない少量の輸入（年間1万kl未満）が相当規模に上る可能性があることに対応するためのものである。

(3) 品質管理制度の見直し

日本の石油製品の品質については、ガソリンの100%無鉛化を早期に達成する等、世界的に見てもかなりの水準にあるが、これは、現行制度下で、我が国の石油製品の第一次供給者が、事実上、精製会社に限定されていることに起因するところが大きいと考えられる。

特石法廃止により輸入主体が拡大されることによって、日本で現在流通している品質とは異なる品質の石油製品が輸入されることが考えられる。このため、環境・安全等にかかわる必要最小限の品質項目について現状の水準を悪化させないように、石油製品の品質管理制度について制度改正を行うこととした。

具体的な改正点は、まず、環境・安全等の観点から必要最小限の項目について、現状を悪化させるものは、ユーザーに販売されないようにするため、最低限遵守すべき品質項目及び水準を設定している（表2参照）。

そして、第一次供給者である輸入・精製業者は、自らの責任においてその規格をみたま

ことを確認した上で製品を出荷することとしている。また、末端販売業者については、その規格を満たさない製品を販売してはならないこととしている。このような品質項目を管理するための枠組みは、可能な限り企業自らの責任に基づく管理を基本としており、特石法廃止の趣旨や期待される効果を減じることのないよう配慮したものとなっている。

また、性能等に関わる品質問題は、基本的には消費者の選択に委ねることが適当と考えられるが、石油製品の品質は一般の消費者には識別困難であることから、一定の水準を満たすことを示す特定のマークをサービスステーション（以下、SS）等に表示できる制度を導入し、消費者の商品選択の便宜を図ることとした。

(4) 流通効率化の推進（指定地区制度の廃止）

日本のSSは、依然として、販売量では米国の1/4、欧州の1/2であり、また、販売量当たりのコストも大きく、一層の効率化を進めることが必要と考えられる。

こうした観点から、地域を定めてSSの建設制限を行ってきた指定地区制度については、競争抑制的な側面が強いため、国内流通の効率化を一層推進するとの観点から、その指定数を現在の44地区から段階的に減らしていき、1996年10月には制度自体を廃止することとした。

なお、流通効率化の進め方によっては、急激な変化が起これり、小規模SSを中心とする40万人の雇用、SS経営そのものへ多大な悪影響を及ぼすおそれがあるため、この点については配慮が必要と考えている。

表 2 品質項目及び水準

	項目	水準	根拠
ガ ソ リ ン	鉛	検出されない	環境 (NO _x 等)
	硫黄	0.01% (100ppm) 以下	環境 (NO _x 等)
	MTBE*	7% 以下	環境 (NO _x 等)
	ベンゼン	5% 以下	環境 (人体)
	灯油混入	4% 以下	安全
	メタノール	検出されない	安全
	実在ガム** 色	5 mg/100ml 以下 オレンジ系色	安全 安全
軽 油	硫黄	0.2% 以下 (平9より0.05% 以下)	環境 (NO _x 等)
	セタン指数***	45 以上	環境 (NO _x 等)
	90% 留出温度	360℃ 以下	環境 (粒子状物質)
灯 油	硫黄	0.008% (80ppm) 以下	環境 (SO _x 等)
	引火点	40℃ 以上	安全
	色	セーボルト**** +25 以上	安全

(注) *MTBE (メチル・ターシャリー・ブチル・エーテル)

: ガソリンのオクタン価を向上させるための添加剤

**実在ガム: ガソリンを蒸発させた時に残る不純物

***セタン指数: 軽油の着火性能等を表す指標

****セーボルト: 透明度を表す指数

〔寄稿〕

ガス事業法改正の要点

—都市ガス事業分野における規制緩和—

多田明弘

(資源エネルギー庁 公益事業部)
ガス事業課 課長補佐



大口需要向けガス供給に係る料金規制，参入規制の緩和を主要内容とする本年3月のガス事業法改正は，実に24年ぶりのことであり，この立案には足掛け3年に及ぶ検討期間を要した。ここまでに至る改正の経緯と背景，並びにその概要を述べれば，次のとおりである。

1. 改正の経緯及び背景

ガス事業法は，国民生活や経済活動に密着するガス事業に，公益事業としての諸規制を行うものであり，その規制内容の変更は，広く国民生活や経済活動に大きな影響を与える。そのため，今回の改正に当たっても，学識経験者，消費者代表，関連業界代表等から幅広く参加していただく形で審議会を開催し，3年越しで検討が行われた。

まず，平成3年6月，前年6月にとりまとめられた総合エネルギー調査会の中間報告を受ける形で，総合エネルギー調査会都市熱エネルギー部会の下に「ガス基本問題検討小委員会」が設置された。同小委員会では，天然ガスの重要性，その導入の主要な担い手としてのガス事業の果たすべき役割と課題を中心に，一年に亘る審議が行われた。平成4年5月，その結果をとりまとめ，「大口需要に対するガス供給については，一般家庭等の小口需

要に関する諸規制との整合性を確保しつつ，当事者間の交渉を基本とする方向で事業規制，料金制度の見直しを進めるべきである」ことなどが提言された。

この提言を受けて，平成5年5月以降，都市熱エネルギー部会及びその下部機関として設置された「ガス政策小委員会」において，今後のガス事業政策の在り方について，広範な視点から議論が行われ，平成6年1月28日，「大口需要向けガス供給に関する事業規制の緩和等を行うべき」旨の報告書がとりまとめられた。

続いて，同報告書が指摘した上述の規制緩和等を具現化するため，ガス事業法の一部改正案が立案され，第129回国会への上程及びその後の国会審議を経て，平成6年6月24日公布され，本年3月1日より施行された。

2. 改正の概要

(1) 大口需要向けガス供給に関する事業規制の緩和 (図参照)

①料金規制の緩和 (図中◎)

従来，一般ガス事業者は，原則として，通商産業大臣の認可を受けた供給規程以外の供給条件によるガス供給を禁止されていた。しかし，今回の改正により，ガス供給先が大口

需要の場合、現行の料金規制を緩和し、原則として当事者間の自由交渉による供給条件の決定を認めることとした。

なお、大口需要に対するガス供給、すなわち「大口供給」は、省令において、年間契約数量200万 $\text{m}^3/11,000\text{kcal}$ 以上を量的基準とするほか、脱法行為防止の観点から適切な未達補償条項の設定、累犯行為者の排除及び立上り条項の適用を規定した。

②参入規制の緩和

(ア) 一般ガス事業者 (図中㊸)

従来、一般ガス事業者は、原則として、自らの供給区域以外の地域におけるガス供給は認められていなかった。今回の改正により、大口供給に限り、一定条件下で供給区域外においてもガスを供給できることとした。

(イ) 一般ガス事業者以外の者 (図中㊹)

従来、一般の需要に応じて導管によるガス供給を行うためには、一般ガス事業者の許可をとり供給区域を設定した上、供給義務を伴いつつ事業を行うことが必要であった。しかし、今回の改正により、大口供給に限り、供給区域の設定や供給義務のない一般ガス事業者以外の者であっても、一定の条件下で、ガスを供給できることとした。

なお、一般ガス事業者以外の者とは、今回の改正により、新たに「大口ガス事業者」として定義した。具体的に、どのような者によりかかる大口供給への新規参入がなされるのか、現時点では確定的に想定するのは困難であるが、一般論として、国産天然ガス開発事業者、副生ガス発生プロセスを有する鉄鋼会社、石油会社等自らガス導管やガスを保有する事業者が参入する可能性が想定される。

(2) 保安規制の合理化、見直し

①大口供給に係る保安規制の整備

今般、法改正では、新たに設けられた大口ガス事業（大口ガス事業者の行う大口供給と一般ガス事業者がその供給区域以外の地域において行う大口供給とを合わせて「大口ガス事業」と定義）についても、保安規制が必要なので、既に一般ガス事業者が供給区域内で課せられている保安規制のうち、公共の安全確保の観点から課せられている保安規制については、大口ガス事業者に関し準用することとし、他方、需要家に対する供給義務の観点から課せられている規制は適用しないこととした。

②ガス主任技術者試験事務の民間委託

現行のガス主任技術者国家試験は、ガス工作物の工事、維持及び運用に関する保安に必要な知識・技能について、毎年1回、ガス主任技術者免状の種類ごとに通商産業大臣が実施しているが、これを行政事務簡素化の観点から、名称を「ガス主任技術者試験」に改めるとともに、通商産業大臣が、その指定する者に、この試験の実施に関する事務を代行させ得るものとした。

③電気事業法との重複適用の排除

従来、例えば、ガス燃料を使用する火力発電所は、電気事業法による「電気事業者」として、またガス事業法による「準用事業者」として双方の規制を受けてきた。今回の改正により、準用事業者に課せられてきた工事計画の届出、技術基準適合維持義務、技術基準適合命令、主任技術者の選任、報告の徴収については、電気事業法に同様の規制があることを踏まえ、電気事業法の適用を受ける者には、鉱山保安法や高圧ガス取締法の適用を受

ける者と同様に、準用事業者の適用を除外することとした。

(3) その他

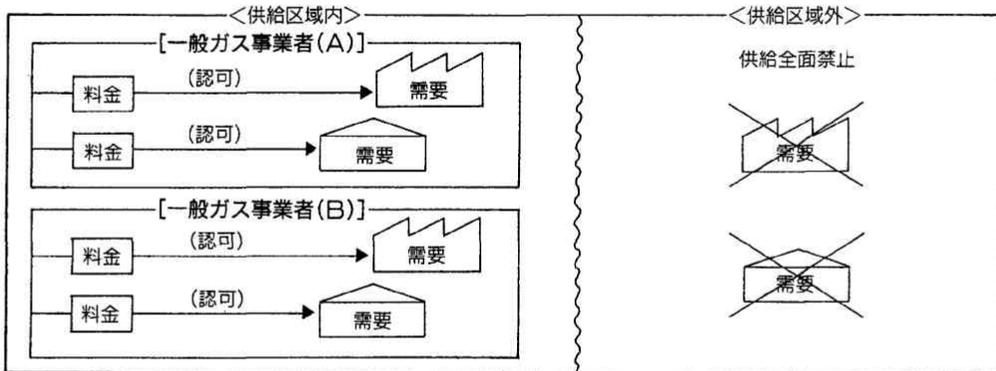
一般ガス事業者が現在取り組みつつある熱量変更の実施に備えたガス熱量変更引当金をはじめ、退職給与引当金等の積立が十分に行われなときは、将来、それら費用への対処が困難となり、公益事業に要求される事業

の適格な遂行に支障を来すおそれがある。

今回の改正により、これらの引当金の確実な積立てを担保する観点から、これまでの一般指導に替えて、通商産業大臣が、新たに積立命令を発動することができることとした。

また、違反への罰則強化等所要の改正を行ったほか、地方税法、道路法等の関係法律の改正も行った。

【現行のガス事業規制】 — 骨子：①認可料金により、②自社の供給区域内で、③一般ガス事業者が供給



大口需要：年間契約数量200万m³以上(11,000kcal/m³換算)
小口需要：上記以外

【規制緩和後のガス事業規制】 — 骨子：①原則として自由な価格設定により、②供給区域外及び他者の供給区域内においても、③一般ガス事業者以外の者も供給

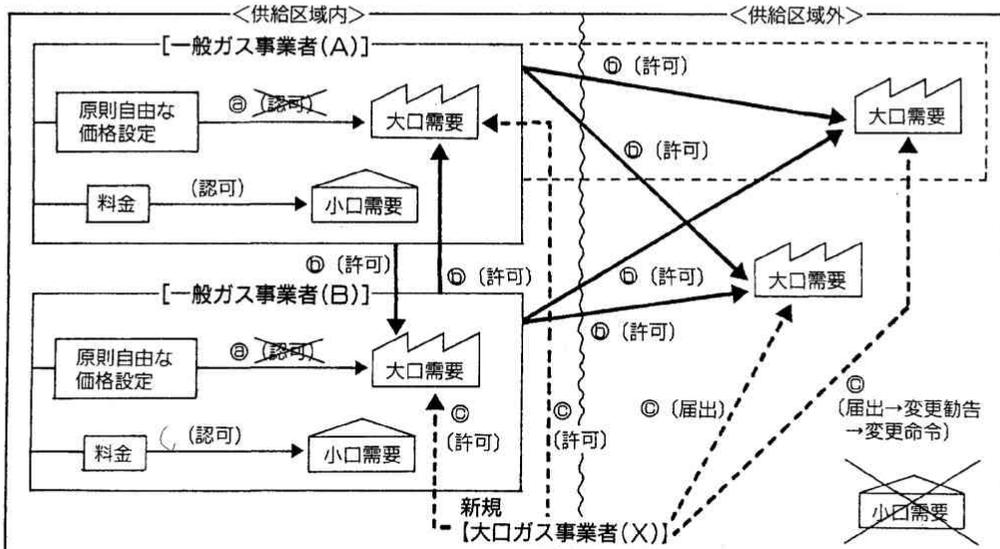


図 ガス供給に係る規制緩和の方向

〔寄稿〕

スイスにおける低・中レベル放射性 廃棄物処分施設のサイト決定経緯

カーラマン ツナボイル* (コレンコ・パワー・コンサルティング社
シニア・プロジェクト・マネージャー)

抄 訳 蛭 沢 重 信 (財)エネルギー総合工学研究所
主管研究員 兼 企画部長補佐)



1 序

スイスにおける低・中レベル放射性廃棄物処分のためのサイト選定は、一方で必要な安全性要求事項を、また一方で民主主義に基づく国民の（特にサイト候補地住民の）権利を考慮せねばならず、極めて多大な努力と長期の歳月を要する仕事であった。

調査開始の初期には、100に及ぶ立地地域のオプションがあった。放射性廃棄物管理全国組合(NAGRA, Swiss National Cooperative for Disposal of Radioactive Waste)は、サイト候補地の調査を行って次第に対象の絞り込みを行い、最終的に、3種類の母岩で4箇所の可能性のあるサイトを選定した。(図1参照)

低・中レベル放射性廃棄物の処分場として国家的立場で受容できるサイトを見いだすのに、10年以上の歳月を要した。NAGRAが主導するスイスの調査機関は、次の項目を含むいくつかの分野の仕事に関与した。

*計画立案

*サイトに固有な調査

*法的小よび政治的側面

*市民対策活動

2 スイスにおける最終処分場選定計画の作成

NAGRAの主な仕事は、低レベル、中レベルおよび高レベル放射性廃棄物に対する最終処分場の計画作成と建設である。

NAGRAの最初の主要な付託業務は、原子力発電所の操業みならず、医療、産業および研究活動の分野から発生するあらゆる種類の放射性廃棄物について、安全な処分の実現可能性を証明することであった。この目標を達成するため、NAGRAは「Projekt Gewähr」（以下、「保証プロジェクト」という）と呼ばれるプロジェクトを開始した。

6年に亘る調査研究のすえ完成した「保証プロジェクト」報告書の構成を図2に示す。これらの報告書と補足技術資料が、1985年、スイスの規制官庁に提出された。それらは、科学的研究業務に従事する人々ばかりでなく、政治に関心のある一般市民にとってもアクセス可能なものであった。

*Kahraman Tunaboylu

Senior Project Manager Nuclear Technology and Safety Colenco Power Consulting Ltd. (Switzerland)

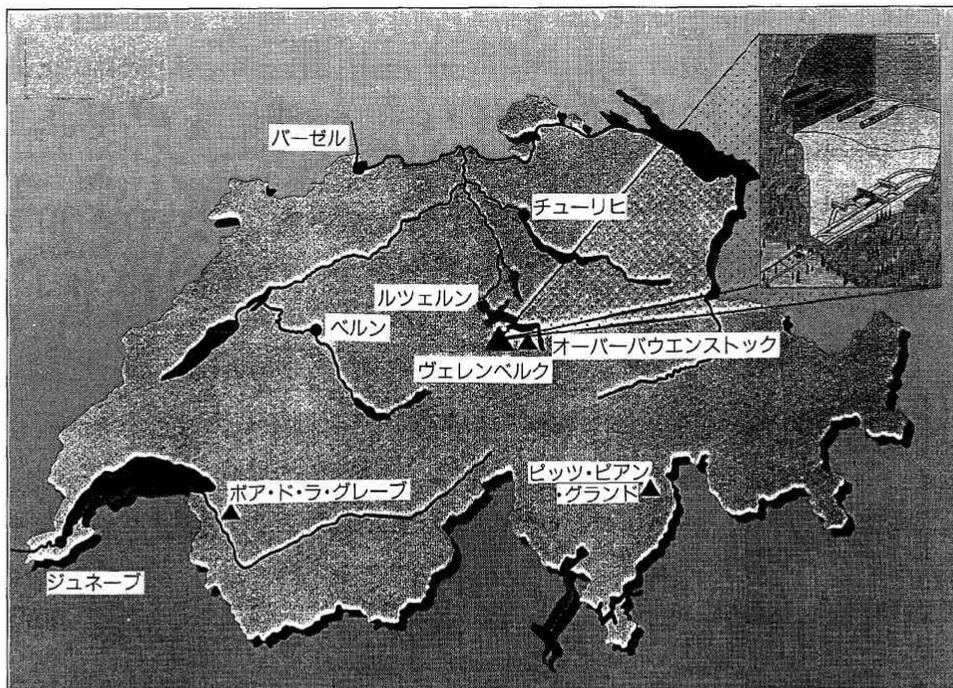


図 1 低・中レベル放射性廃棄物処分の候補サイト

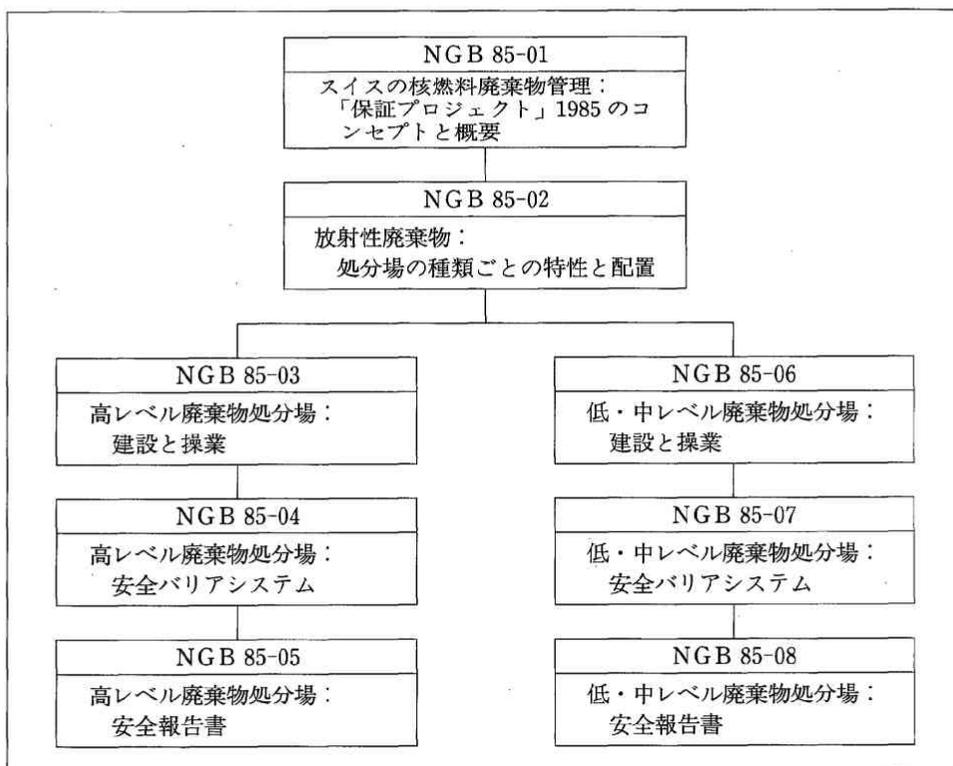


図 2 「保証プロジェクト」報告書の構成

スイス当局は、このプロジェクトの結果を評価、確認し、NAGRA に対しサイトの詳細調査開始についてグリーンランプを与えることとなった。低・中レベル放射性廃棄物処分場の建設は、2000年以前の開始を目途として、高い優先順位を与えられた。

2.1 低・中レベル放射性廃棄物の処分コンセプト

スイスでは、最終処分のコンセプトが、規制ガイドライン R-21 (1980年) の中に明文化されている。これは、スイス連邦原子力施設安全委員会 (KSA) および連邦エネルギー局の原子力安全部 (HSK) が発行したもので、最終処分の防護目標を示している。(表 1 参照)

「保証プロジェクト」に対してはいくつかの公式の要請があったが、主なタスクは二つである。(表 2 参照)

長期安全性と技術的実現可能性の具体化面では、両者は密接にリンクしている。しかし、長期安全性の実証を最重要としている。

低・中レベル放射性廃棄物に対するスイスの処分コンセプトのフレームは、以下の事項となっている：

- 低・中レベル放射性廃棄物の処分場は、スイス国内に建設すべきである。
- 主として工学バリアに依存する浅地中施設の建設は、スイスでは処分に対する法的要求事項および高い人口密度のゆえに、検討の対象外とする。

その理由は、たとえ建設しても長期間のモニターを継続する必要がある、またモニターの続行によりはじめて効果的な「永久貯蔵」が達成可能になるからである。

- 廃棄物は、適切な母岩中に設けた、水平アクセス可能な空洞システムへの処分を予定している。(図 3 参照)

表 1 R-21 (1980) に基づく最終処分の安全防護目標

処分場は、いついかなる時点においても、閉鎖着手後数年で閉鎖可能な設計とする。閉鎖後の処分場は、安全・監視の措置を不要なものとする。

封鎖した処分場から生物圏に到達する放射性核種は、想定可能ないかなるプロセスと事象が発生しても、年間個人線量 10 mrem をつねに超えないものとする。

* この線量制限は、低線量物質の摂取を含む、想定可能な全放射線の被曝合計値に適用する。

(スイスにおける一人あたりの平均バックグラウンド放射線量は、250mrem/年である)

表 2 R-21 に基づく「プロジェクト保証計画」の主要課題

綿密で詳細な計画を立案し、スイスにおいて処分場の建設・操業が技術的に可能なることを証明するものとする。

あらゆる種類の放射性廃棄物の最処分場を、公衆に対し許容値を超えた放射線リスクを与えることなく、今日までの知見と利用可能技術の使用により実施可能なることを、安全解析に基づき定量的に示すものとする。(長期安全性の実証)**

* 実現可能性の実証には、現時点で予見可能な未来技術を使用してはならない。

** 現在の知見水準に対応する結論のみに基づくものとする。

このシステムは、大型廃棄物容器の輸送面で利点がある。原子力施設が廃止、解体されると、解体廃棄物は大型容器に処理されるからである。

- 処分場は、短寿命の低・中レベル放射性廃棄物の処分に限定する。長寿命核種の量は、処分場の操業許可時に、サイト固有の安全解析に基づき、連邦当局が定める絶対限界安全値より低くなければならない。
- 完全な品質保証システムを実施して、公認された性状の廃棄物のみが処分場に処理されていることを保証するものとする。

廃棄物は、その起源および処理、中間貯蔵と輸送を経て処分場での定位置に至る、すべての履歴を文書化するものとする。

- 処分場は、既存の原子力プラントのライフサイクルにより発生する廃棄物の量、および医療、産業、研究の各分野から収集期間内に発生する廃棄物量を収容できる設計とする。

また、これらを超える処分要件に対し十分な裕度をもった設計とする。

- 地下処分場は、何らの監視措置を取らずとも必要な長期安全性が確保されるものと

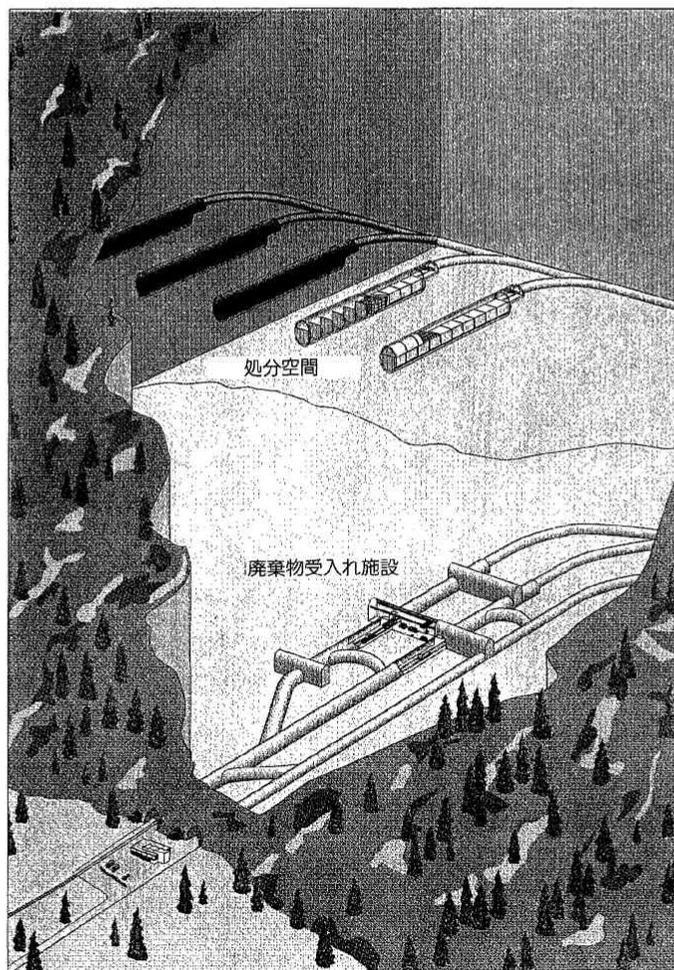


図 3 低・中レベル廃棄物処分システムの概要

する。しかし、ある程度の監視措置はありうるものとする。少なくともアクセストンネルが開口している間に行われることが考えられる。このような管理方法の採用により、モニタリング続行か、アクセストンネルを埋め戻し密閉するかの決定・選択を、将来可能なものにする。

2.2 スイスにおける廃棄物インベントリ

処分場の操業フェーズおよび閉鎖後フェーズの双方について安全解析を実施するため、各種廃棄物の量と特性に関する情報を取得する必要がある。

スイスの廃棄物インベントリについては、その起源に対応して、次の分類がなされている。

- 原子力発電所運転廃棄物 (BA)
- 再処理廃棄物 (低・中レベル廃棄物のみ) ; (WA)
- 原子力発電所の廃炉廃棄物 (SA)
- 医療、産業および研究分野からの廃棄物 (MIF)

原子力発電所から発生する廃棄物 (運転、再処理および廃止措置) のインベントリは、発電容量 (2930MWe) に基づき計算される。MIF廃棄物については、廃棄物の収集期間が考慮された。全体計画は、2050年から2060年までのタイムスケールを想定している。その他のカテゴリに入る処理済み廃棄物の量を図4および表3に示す。

さらに必要なことは、廃棄物を処分カテゴリに分類することである。スイスでは、2種類の処分カテゴリが考えられている。(表4参照)

廃棄物ごとにニアフィールドとファフィー

ルドの挙動を求めめるため、発生起源による廃棄物分類から、特性的により正確な廃棄物区分 (廃棄物グループ) への再分類が必要となる。

この分類により、安全解析の精度が一層向上する。

スイスでは放射性廃棄物のインベントリ把握作業は、過去2回行われた。

一度目は、1985年までの「保証プロジェクト」を通じてであり、

二度目は、より精度を高くして行われたサイト選定期間 (1985~1994) を通じてである。

廃棄物のインベントリは、廃棄物処理、固化および核種計測の品質保証・品質管理を考えると、今後数年でさらに正確に把握されることと思われる。

2.3 廃棄物処分の安全性

廃棄物処分の安全性に関して、以下の原則が適用される。

- 廃棄物処分の安全性は、多重バリア系による保証とする (図5参照)。処分場への受入れは、固化体廃棄物に限定する。セメントその他の適性物質よりなる耐浸出性母材が、第一の核種封じ込め機能を果たす。その他のバリアは、廃棄物容器、空隙部埋め戻し材、ライニングおよび母岩とする。
- 安全性は、工学バリアと天然バリア (いわゆる地圏) とを組み合わせ確保する。地圏には、水文地質学的バリアとして第一義的役割と、工学バリアに対する物理的防護の役割とを期待する。
- サイトの地質、処分場の工学的設計、廃棄物特性に関するデータから、処分システムの安全性に関する定量的情報を取得する

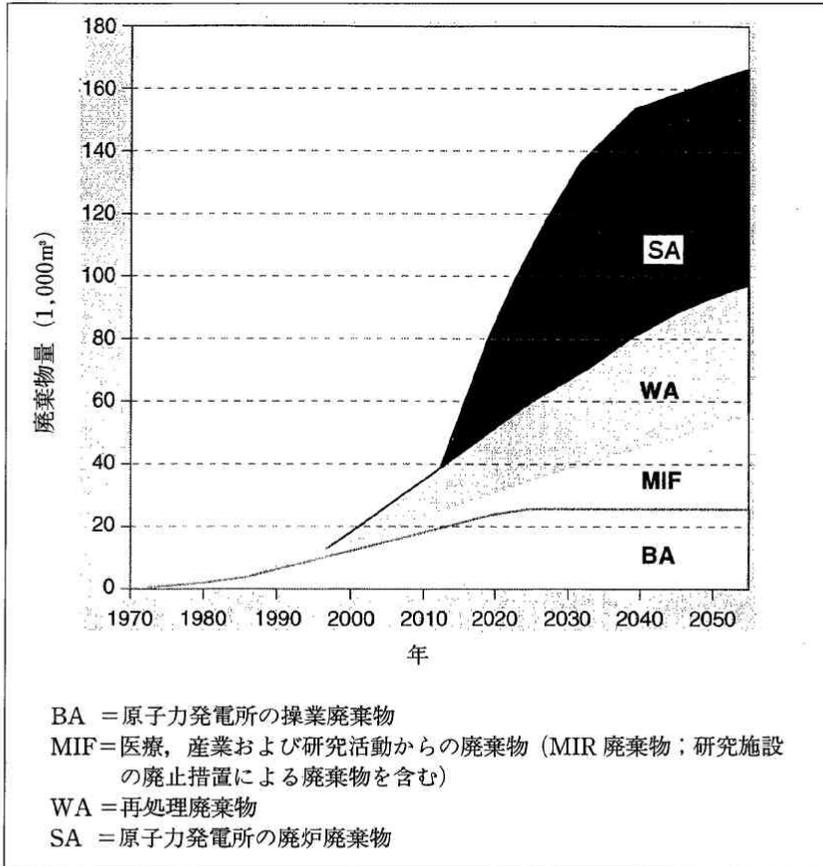
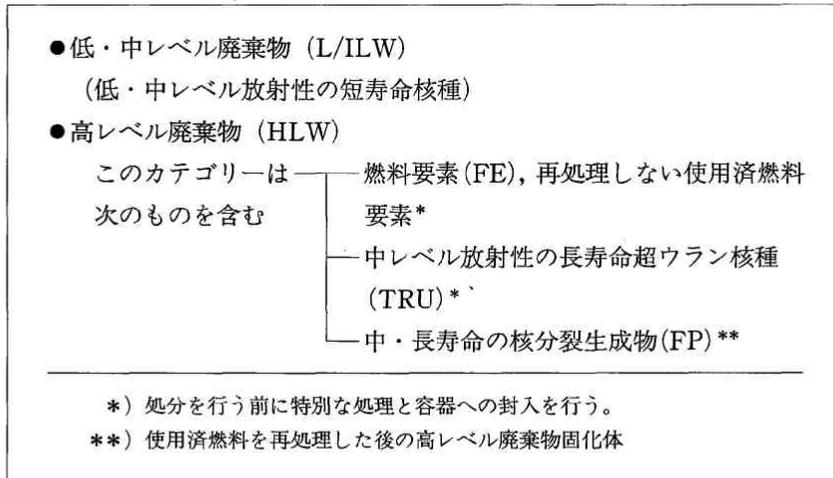


図 4 低・中レベル放射性廃棄物の発生量予測

表 3 放射性廃棄物の累積量予測

現行の再処理契約のみによるシナリオ	
高レベル (HLW)	160 m ³
燃料要素 (FE)	2,000 tU
長寿命・中レベル (TRU)	10,000 m ³
短寿命 (L/ILW)	135,000 m ³
・操業廃棄物	25,000 m ³
・廃炉廃棄物	70,000 m ³
・MIR 廃棄物	30,000 m ³
・再処理からの L/ILW	10,000 m ³
使用済燃料全てを再処理するシナリオ	
高レベル (HLW)	500 m ³
長寿命・中レベル (TRU)	15,000 m ³
短寿命 (L/ILW)	150,000 m ³
操業廃棄物	25,000 m ³
廃炉廃棄物	70,000 m ³
MIR 廃棄物	30,000 m ³
再処理からの L/ILW	25,000 m ³

表 4 処分のための廃棄物カテゴリー



科学的手法の開発が進められ、国際比較によりテスト（検証，検討・評価）がなされてきた。処分場で起こるプロセスは、自然界でも観察できる。自然系との比較，つまり，ナチュラル・アナログである。処分場の安全性評価に使用する数学的モデルの信頼性を高めるため，自然系との比較を利用するものとする。

- 「処分場の管理」は，密閉状態にある処分空間の品質保証，別言すれば，ニアフィールドのモニタリングや，処分空洞の密封作業期間中の監視などを意味すると理解する。処分空洞直近からの水のサンプリングを行ってその解析を実施したとき，ニアフィールドの地圏に許容値を超えた汚染がないことを証明しなければならない。

監視は，安全性の保証に万全な要素となりうるものではない。それは，安全に対し積極的機能をもつものではなく，将来のみならず現在の世代に対して，単に公的な規制条件に照らして処分場が安全であることを示す，明白な最新情報を提示するに過ぎ

ぬものだからである。

- 監視と予知の方法は，いずれにしても，処分場の長期安全性に悪影響を与えない方法で行うものとする。特に，これらの管理方法がニアフィールドの化学的性質にマイナス影響を与えるものであってはならない。
- 廃棄物の取り出しは，技術的に問題がなく経済的にも妥当な費用でなしうとしても，長期安全性の観点からは排除される。定置した廃棄物の再取り出しは可能であるが，再取り出しに要する費用は，処分場に廃棄物を定置した後の経過時間とともに増加する。従って，再取り出しできるのは，費用が妥当とみられる時点までとなる。

3. サイト選定のプロセス

図1に示した候補サイトの評価に，地質学および水文地質学的データが必要となる。これらのデータの一部は，実施済みの研究から入手可能だが，新規データの取得には，目標を定めた別途の調査計画が必要である。

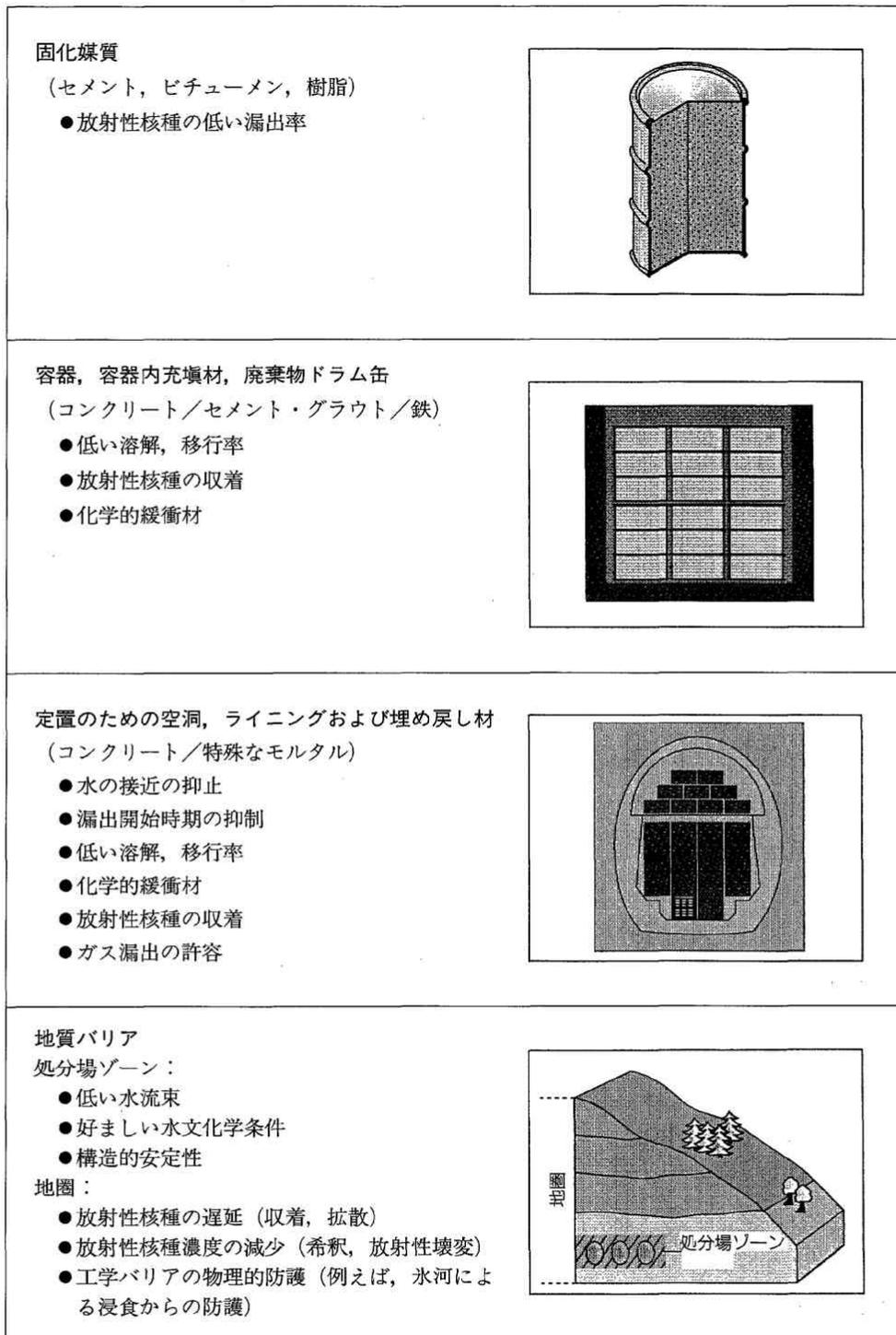


図 5 短寿命廃棄物のための安全バリアシステム

3.1 サイト選定と評価手順のための評価クライテリア

ウェイトづけした複数のクライテリアを用意して、サイトの適合性評価を実施する。最も重要なものは、放射線安全（処分場操業時の安全性と施設密封後の長期安全性である）に関連するクライテリアである。このような見地から、放射線安全の要求事項を満足できないサイトは検討対象から除外となる。長期安全性には地質学的状況が影響する。例えば、処分場となる空洞が適性を欠く岩石ゾーンから必要な距離を隔てて設置できないとき、サイトは放棄となる。

また、サイトの評価においては、工学的な実現可能性（岩石力学的パラメータ）、環境影響、および土地利用計画に係る規制（特定の環境保護に関する法、輸送問題、区割り規制、農業、その他）を考慮しなければならない。4つの候補のサイトに対する評価手順を図6に示す。

上述した4つのサイトに対する評価結果を表5に示す。

4つの候補サイトの概要を図7に示す。

スイス連邦政府に提出したNAGRAによる評価は、ワーキング・グループAGNEB（放射性廃棄物管理に関する連邦政府のワーキング・グループ）が検討を行った。このワーキング・グループは、複数の関連グループから選出された人々による構成となっている。

- ・スイス連邦政府
- ・スイスの電力会社
- ・スイスの研究開発機関
- ・規制機関（HSK）

AGNEBによる評価結果の概要を表6に示す。

この調査結果に基づき、NAGRAは、最終的に、ルツェルン近くのヴォルフエンシーセン（ニードバルデン州）にあるヴェレンベルグ（Wellenberg）サイトを選定し、政府に推薦した。

3.2 政治的要求事項

サイトの選定は、すべてのサイトについて平等に扱うという政治的プレッシャーと、連邦評議会がすべてのサイトに関して比較可能な地質学的情報を要求するという事情があり、これらに対応した進捗となった。4つのケースともすべて、調査計画から入手した情報のレベルは、地質学および他の関連クライテリアに照らして、それぞれを比較評価するのに十分なものであった。サイト調査の開始時点では、利用可能な情報の範囲に差異があったため、それを考慮した。

政治的な面からみたサイトの受容性がサイトごとに異なるという事実は、法的手続きに更に時間を必要とすることを意味する。しかし、実際には行政手続き面の理由によって放棄されたサイトはなかった。ボア・ド・ラ・グレイブ（Bois de la Glaive）においては、「具体的な調査」を実施するという連邦評議会の要求が、法的手続きならびに必要な作業の開始前段階で地元コミュニティであるオロン（Ollon）との協議に5年以上を要するという負担をNAGRAに強いることとなった。

ヴェレンベルグの場合には、法的手続きはより短期間で終了した。この場合には、信頼できる方法でサイトの長期安全性を実証したので、その後地元コミュニティ（ヴェレンベルグ）を見つけ出すことができた。

ヴェレンベルグでのボーリング調査が良好

表 5 4 候補サイトの評価結果

	ボア・ド・ラ・グレーブ	オーバーバウエンストック	ビッツ・ピアン・グランド	ヴェレンベルグ
評価にサイトを含めた理由	大規模無水セッコウ堆積物が存在するとの予測。利用可能だった広範囲な情報。	低透水性のマールと想定された、広範囲に存在する既知堆積物。	トンネル近傍の結晶岩盤中に存在した既知の乾燥領域。	低透水性のマールと想定された大規模領域の存在。調査可能性が良好であること。輸送機関との接続が良好であると想定されたこと。
建設実行面の諸問題	工学面では岩盤は良好だが、化学面では活性であること。(腐食、亀裂のある岩盤に処分した場合の水への防護)	岩盤構造学的には場所として申し分なし。岩盤中に存在するガスに対策が必要。	岩盤構造学的には場所として申し分なし。冠水の危険あり、対策が必要。(貯水池の近傍のため)	岩盤構造学的には場所として問題なし。岩盤中に存在するガスに対策が必要。
環境、計画	意見の対立あり。廃棄物は長距離輸送が必要。	意見の対立あり。(自然保護地域)輸送は、比較的短距離、道路との接続は不良、鉄道との接続なし。	意見の対立あり。長距離輸送が必要、一部はアルプスルートを通過。	意見の対立あり。輸送は比較的短距離、道路および鉄道との接続は良好(鉄道は入口まで通じる)。
総合評価	サイトを除外する理由なし。安全面よりは合格の見込。しかし、建設実行面の諸問題と地質学的に予測不能のリスクに関しては、否定的な面が支配的。	サイトを除外する理由なし。安全面よりは合格の見込。重大な欠点は、母岩の範囲が狭小なること。	サイトを除外する理由なし。安全面から合格の判定は困難。建設上の諸問題と環境保護については、否定的な面が支配的。	サイトを除外する理由なし。安全面よりは合格。建設実行面と安全性実証面で、他のサイトと比較し明らかに優位。

表 6 4 候補サイトに対する AGNEB の評価結果

	ボア・ド・ラ・グレーブ	オーバーバウエンストック	ビッツ・ピアン・グランド	ヴェレンベルグ
長期安全性	サイトとして適地と想定する。しかし、調査縦坑を建設しても、長期安全性の実証は困難な見込。失敗のリスクは避け難い。	サイトとして適地と想定する。信頼しうる安全性の実証には、調査縦坑の建設が必要。失敗のリスクは避け難い。	サイトとしての適合性に限界あり。信頼しうる安全性の実証には、調査縦坑の建設が必要。失敗のリスクは避け難い。	サイトとして適地の見込み。地表から調査できる可能性は大。失敗のリスクは小。
実現可能性	処分場建設に特段の問題はない見込み。	処分場の建設は可能の見込み。鉄道との接続は可能性なし。	処分場の建設は可能の見込み。サイトは、地形面からは不適。	処分場の建設に特に問題はない見込み。

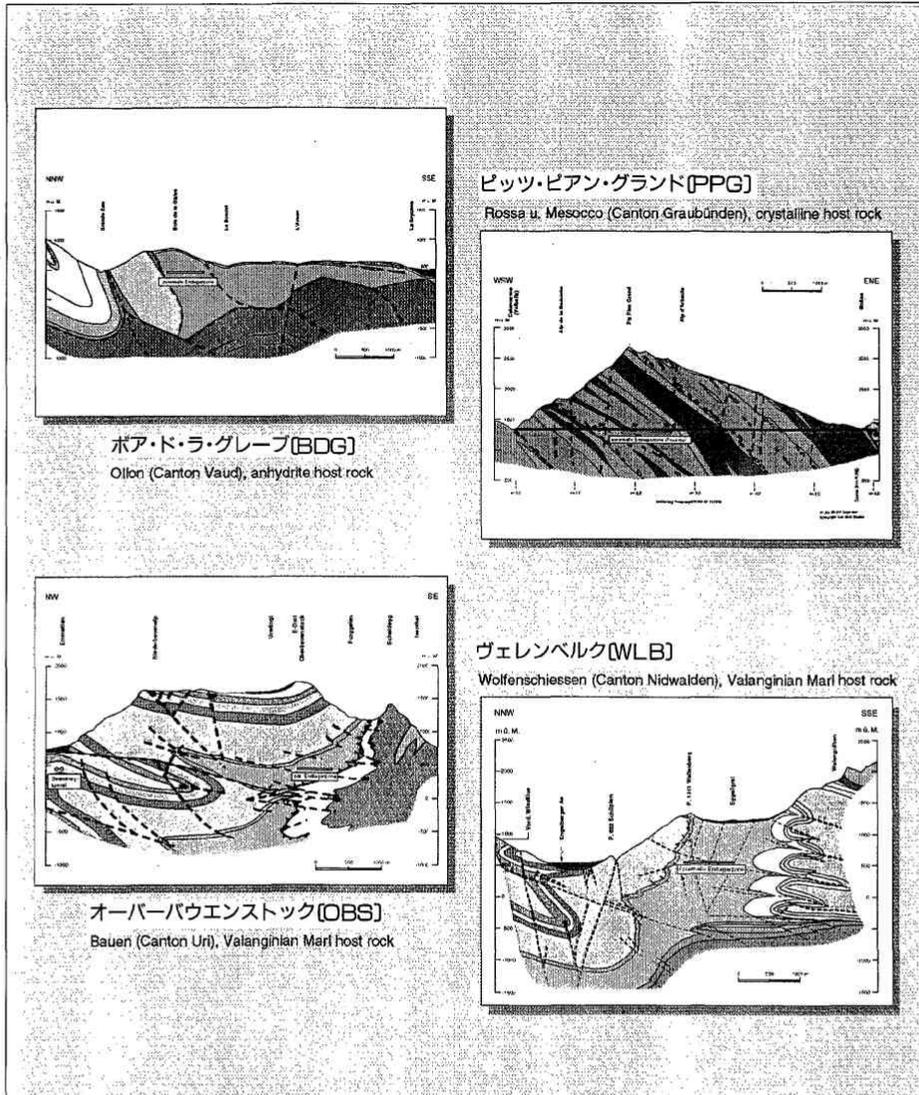


図 7 候補サイトの概要

であり、レベルの高い情報を取得できたので、より高い信頼性をもって安全性の実証が可能になっている。施設内にトンネル掘削を行う次のステージへの進行には技術的および経済的リスクを伴うが、ヴェレンベルグの場合、リスクは他のサイトよりも著しく小さくなっている。

4. 許認可手続き

スイスでは、許認可に複数の機関（連邦、州、コミュニティ）が関係するため、許認可手続きは極めて時間を要する作業となる。(表 7 参照)

ヴェレンベルグにおける許認可手続きを図 8 に示す。

また、建設状況を図9、図10、図11に示す。
 ここで、ヴェレンベルグの低・中レベル放射性廃棄物処分場における主な意思決定のステップをまとめると、次のとおりである。

- 1985～1994, 科学的調査を実施するため、低・中レベル放射性廃棄物の4つの候補サイトそれぞれに対して、NAGRAは、地元住民への説明・協議活動を実施。
- 1994. 6. 10, ヴォルフエンシーセンで住民投票があり、処分場の受け入れが決定。
 (建設賛成 322 票、反対 189 票)
- 連邦政府レベルでは、次のような許認可のステップがある。
 - ・ 第一に、一般許可
 - ・ 第二に、原子力施設建設許可

- コミュニティおよび州レベルでの建設許可に係わる許認可手続きが並行した進行となる。

(図6参照)

5. 抄訳者むすび

スイスにおいては、低・中レベル放射性廃棄物処分場の候補地が、1993年の6月に発表され、昨年6月には地元自治体が処分場の受け入れを決定するなど、ようやく処分事業の実現化への第一歩を踏み出した状況にある。

NAGRAは、従来行われてきた研究開発から得られた科学、技術力に対して絶対の自信をもっており、研究開発の過程で国際協力を積極的に進めてきた結果、スイスは科学、技

表7 許認可事項と担当機関

許認可事項	法的根拠	責任
土地利用ガイドラインの変更	州の建築法	州
地域計画の変更	州の建築法	コミュニティ
地下利用の承認	州の法律	州政府／統空議会
建築許可	州の法律およびコミュニティ法律	州当局および地域当局
高速道路(建設)	州の法律	州, あるいはコミュニティ
鉄道の接続	特定の立法措置	連邦輸送省
水の保全	水の保全のための立法措置	州当局
水文学	水の利権に関する立法措置	州当局
産業計画の承認	労働力に関する立法措置	州当局
環境保護 ・ 騒音 ・ 排気ガス ・ 廃棄物 ・ 資材貯蔵	環境保護に関する立法措置	州当局
森林開拓	森林に関する立法措置	連邦, あるいは州当局
自然および生物環境の保護	州の法律	州当局
建築物の調和	計画法, 州の法律	州当局／コミュニティ

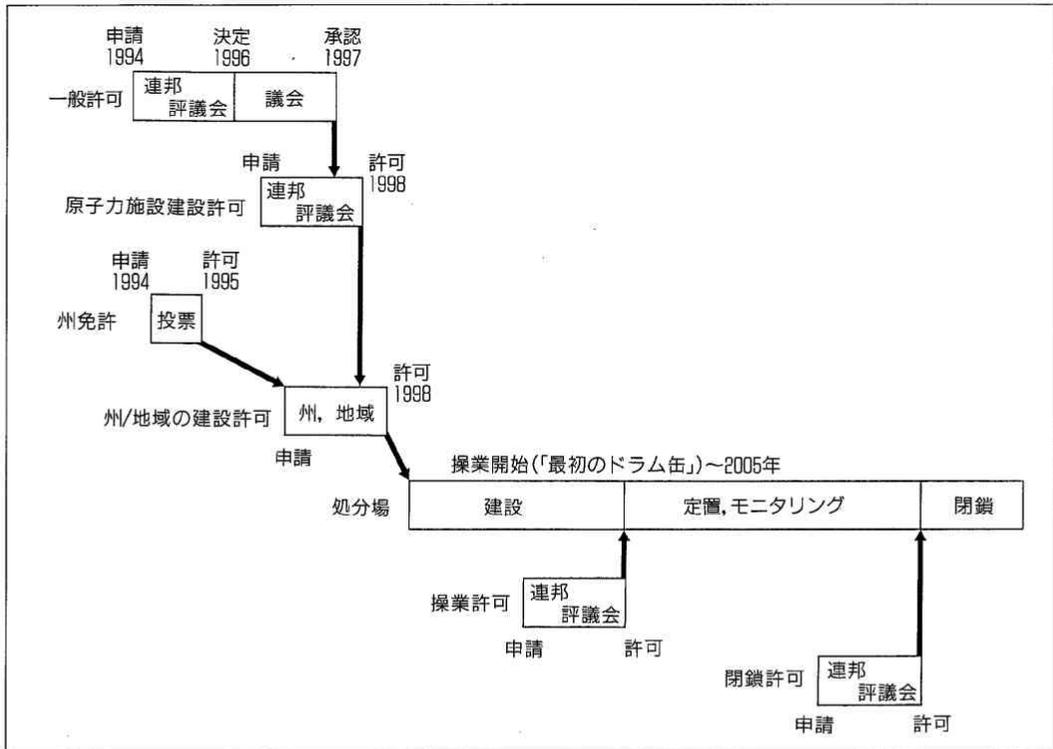


図 8 ヴェレンベルグ処分場に係る連邦レベル許認可手続き

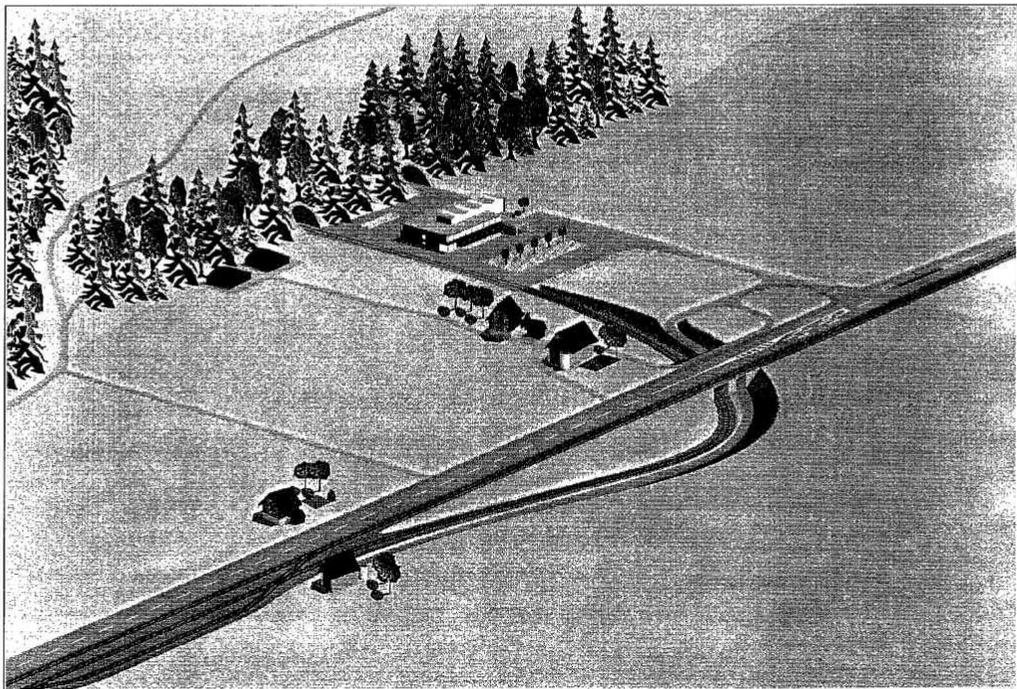


図 9 処分場入口附近の概念図

術的に世界をリードする国の一つとなったとの自負がある。この点からは処分場の実現はいつでもできるという状況である。

一方で、スイスは直接民主制が有効な政治システムとして機能しており、民意が直接意思決定に反映されるとともに、手続き自体が

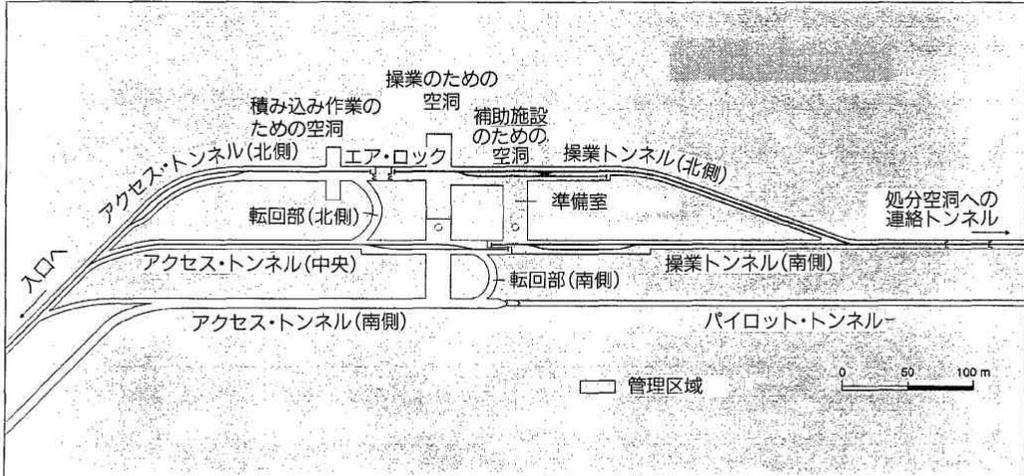


図 10 処分場の廃棄物受け入れ施設

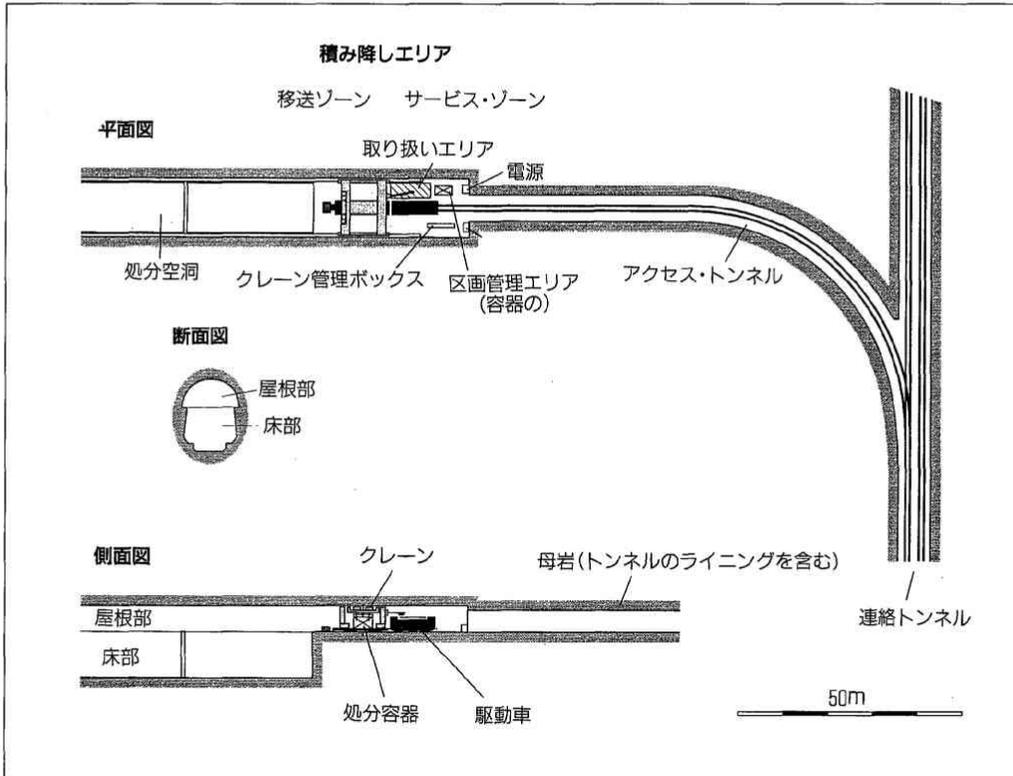


図 11 処分場の処分空洞

複雑になっている。このため、放射性廃棄物処分のように社会的な側面を持つ問題の解決には、この面からの難しさも持ち合わせているといえよう。

スイスでは、現在、新規原子力発電所建設が凍結されており（モラトリアム）、エネ

ギー問題について落ちついた議論ができる時期であるとされている。NAGRAとしては、この時期を有効に利用して、低・中レベル放射性廃棄物の処分問題を前進させたいと考えている。



〔調査研究報告〕

「CO₂回収型発電システム」における エネルギー収支およびCO₂排出量の ライフサイクル分析

和久英樹 (財)エネルギー総合工学研究所
主任研究員



1. はじめに

20世紀が大量生産、大量消費、大量廃棄を前提とした技術文明の社会であったのに対し、21世紀は地球にやさしい環境調和型の経済社会が期待されている。忍び寄る地球温暖化の環境危機を防ぐには、エネルギー消費の節減、さらには炭酸ガス放出の抑制が現代に生きる我々に課せられた急務となっている。

その対策の一つとして、新しいエネルギー技術の導入・普及策の検討においては、所謂「揺り籠から墓場まで」の「トータル」でみたエネルギー収支、コスト、環境負荷などを算出し、これと既存技術の各パラメータとを比較検討し、新技術の導入・普及効果を評価する方法が採られるようになりつつある。

また、電力供給における環境対策面については、地球温暖化をもたらす元凶のひとつとされているCO₂の排出削減を狙った「CO₂回収型発電システム」は、一つの対象新技術として注目の的となってきた。さらに、環境負荷面での改善については、窒素酸化物(NO_x)、硫黄酸化物(SO_x)、煤塵、廃棄物、その他の排出についても、エネルギーシステムのライフサイクルを考慮した総合的評価の必要性が指摘されるようになっている。

このような背景を踏まえ、当研究所では、平成5年度から新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託を受け、化石燃料エネルギーシステムのライフサイクルを考慮した「総合的化石燃料サイクル」の分析評価手法の研究に着手している。本稿では、この研究の中で検討した「CO₂回収型発電システム」に関するエネルギー収支分析及びCO₂排出分析の検討結果を紹介する。

なお、ここでは発電プラントとして、LNG複合発電及び石炭ガス化複合発電の各々に対し、CO₂を回収した後に海中或は地中等への隔離技術を組合わせたシステムを検討対象としている。

2. 燃料サイクルの分析評価手法

化石燃料エネルギーシステムのライフサイクル分析は、発電プラントだけでなく燃料サイクルも含めたトータルシステムについて分析する必要がある。すなわち、発電に係わる諸過程の建設、運用において消費する全エネルギーを詳細に調べることになる。そして、投入エネルギーと産出エネルギーとから発電システムのエネルギー収支を算出する。温暖化影響に関するライフサイクル分析は、投入エネルギーから計算できるCO₂量だけでな

く、例えば燃料採掘時に洩出する温室効果ガスの1つであるメタンの量や、建設資材であるセメント製造時のCO₂量についても検討する必要がある。

発電システムのライフサイクル分析法は、ある特定の発電システムに係わる諸過程の技術特性を明らかにし、それぞれの過程について直接・間接に消費するエネルギー量と排出しているCO₂量を積み上げ法で分析していく必要がある。その分析手順は以下のとおりである。

- ① 発電システムの燃料採掘から輸送、精製、発電、廃棄物処理に至る全てのプロセスの特性を明確にする。
- ② 各プロセスの建設と運用に必要な資材とエネルギー量を調べる。
- ③ 産業連関表あるいは製品製造プロセスから、資材のエネルギーとCO₂原単位を求める。
- ④ 発電システムについて、ライフサイクルで見た各プロセスの投入エネルギーの総和と発電電力量とから、両者を比較するエネルギー収支を求める(図1)。
- ⑤ ライフサイクルで各プロセスから直接、間接に排出する温室効果ガスと、発電時の燃料から排出するCO₂量とを足し合わせることで、発電システムの温暖化影響を単

位発電量kWh当たりのCO₂量の値で求める。

3. 検討範囲及び対象システムの概要

(1) 検討範囲

ケーススタディに取り上げた発電プラントとしては、石炭火力とLNG火力発電プラントを対象に、図2に示す過程を検討範囲にした。それぞれの発電プラントは、CO₂回収設備を付加しない一般型発電プラント(ベースケース)と、CO₂回収設備を付加し回収したCO₂を輸送・処理する「CO₂回収型発電システム」の場合について検討した。

各過程では、投入エネルギーとして設備エネルギー(プラントの建設に必要なエネルギーとしての素材エネルギーや建設エネルギーなど)と運用エネルギー(プラントの保守・運用に必要なエネルギー)に分類し検討した。

(2) 対象システムの概要

① 前提条件

モデルスタディの前提条件は、次のように想定した。

a. 発電プラント

2000~2010年頃新設される発電プラントからのCO₂回収・処理を想定

- ・ 設備利用率 70%
- ・ 耐用年数 25年

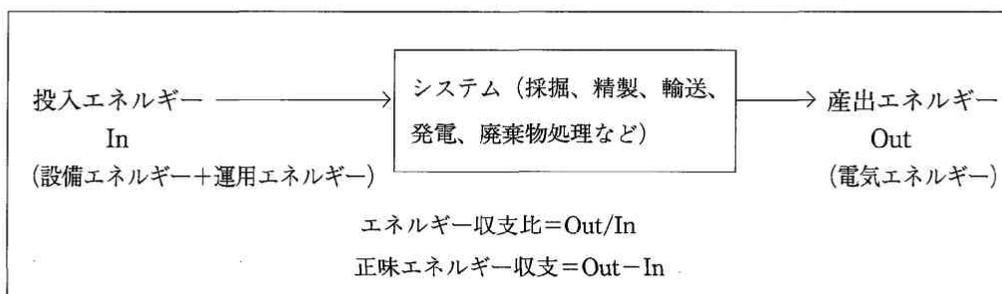


図1 発電システムのエネルギー収支

b. 発電容量

- ・ CO₂ 回収なしのベースケース：発電端出力を600 MW に設定
- ・ 「CO₂ 回収型ケース」：燃料使用量をベースケースと同一に設定

② 対象システム

対象システムは、表1に示すシステムを選定した。発電技術は2000年代の主力火力発電技術として、LNG 複合発電(GTCC：Gas Turbine Combined Cycle) と酸素吹き石炭ガス化複合発電(IGCC：Integrated Gasification Combined Cycle) を選定し、

表 1 ケーススタディの対象システム

発電技術	CO ₂ 回収技術
LNG 複合発電	排ガスからの分離・回収（化学吸収法）
酸素吹き石炭ガス化複合発電	燃焼前分離・回収（物理吸収法）

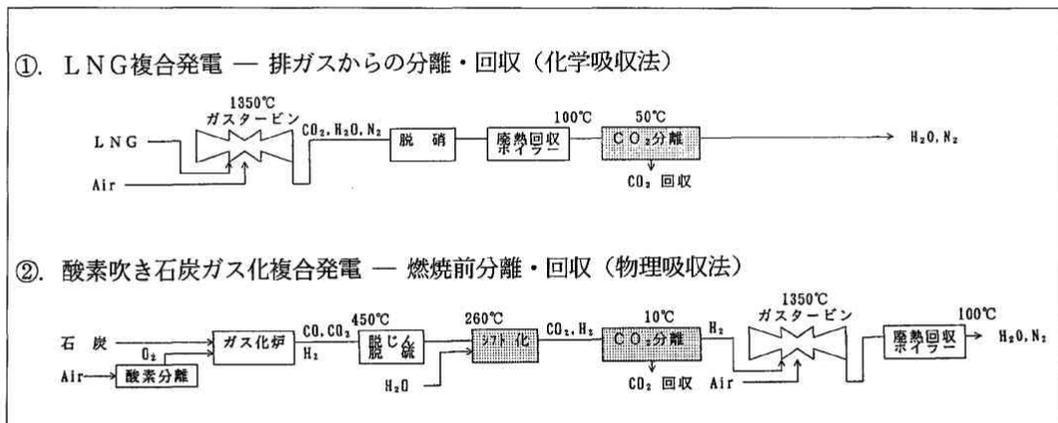


図 2 対象システムのガス処理フロー

表 2 回収 CO₂ の輸送・処理方法

処理場所	輸送・処理方法	輸送距離 (km)	注入深度 (m)
海中処理	CO ₂ ガス⇒パイプライン⇒深層海水注入	100	3,000
	液化CO ₂ ⇒船⇒洋上基地⇒深層海水注入		
	液化CO ₂ ⇒船⇒洋上基地⇒クラスレート化⇒海底還元		
地中処理	CO ₂ ガス⇒パイプライン⇒地中・油田注入	100 500	2,000
	液化CO ₂ ⇒船⇒受入基地⇒パイプライン(100km) ⇒地中・油田注入	100 500 5,000 12,000	

CO₂回収技術は、現状の技術レベルから発電所規模で工業的にCO₂を回収できる可能性がある技術を想定した。各システムのガス処理フローは図2に示す。

回収CO₂の輸送・処理方式は、大量のCO₂の処理が可能と期待される海中処理、地中処理を選定し、各技術に対して想定される表2に示す輸送・処理方法をスタディの対象とした。

4. ケーススタディに適用したデータ

(1) エネルギー、素材及び炭素排出の原単位

エネルギー、素材及び炭素排出の原単位は、表3、表4及び表5に示す。

表3 エネルギー原単位

電力	2,250 kcal/kWh
石炭	6,200 kcal/kg
石油	10,000 kcal/kg
天然ガス	13,000 kcal/kg

出所) 総合エネルギー統計

表4 素材のエネルギー原単位

	単位	電力	石油	石炭	合計
鉄	Mcal/t	1,125	0	5,000	6,125
銅	Mcal/t	3,825	5,900	1,000	10,725
アルミニウム	Mcal/t	39,375	11,000	0	50,375
ステンレス	Mcal/t	2,250	0	10,000	12,250
コンクリート	Mcal/t	44	104	61	209
ポリエチレン	Mcal/t	4,500	6,000	0	10,500

出所・科学技術庁資源調査会 エネルギー収支からみた自然エネルギー利用技術の評価手法に関する調査報告 昭和57年11月30日

・内山洋司、山本博巳: 発電プラントのエネルギー収支分析、電力中央研究所報告 Y90015, 1991

表5 炭素排出原単位

	単位	原単位
電力(燃焼)	g-C/kWh	107.0
石炭(燃焼)	g-C/Mcal	103.44
石油(燃焼)	g-C/Mcal	80.23
天然ガス(燃焼)	g-C/Mcal	56.39
セメント(製造)	g-C/g-セメント	0.214

出所・内山洋司、山本博巳: 発電プラントの温暖化影響分析、電力中央研究所報告 Y91015, 1992

(2) 素材量および使用エネルギーの試算結果例

GTCCに関する設備及び運用エネルギーを試算するための素材量及び使用エネルギーの試算結果例を表6に示す。

5. ケーススタディ結果

各プラントの投入エネルギー、エネルギー収支比、炭素排出量及び炭素排出原単位の試算結果については、それぞれ図3、4、5、6に示す。

表 6 設備・運用エネルギーの検討のための素材量・使用エネルギー量の検討結果例
(LNG 複合発電)

検討過程 (探査・試掘～発電プラントまで)		使用素材量 (t)					運用エネルギーを算出する ための使用エネルギー量
		鉄	銅	アルミニウム	ステンレス	コンクリート	
探査・試掘	探査・試掘	800	1			2,400	試掘エネルギー 130 トン/本 (A重油)
採掘・液化	掘削	8,000	6			24,000	掘削エネルギー 130 トン/本 (A重油) 採掘・液化のためのエネルギーは 生産天然ガスの 15%
	生産設備	9,800	25			430	
	液化設備	6,100	70		700		
	貯蔵・出荷設備	540			560	3,700	
	港湾設備	1,300				3,100	
輸送	輸送船	11,400		160	320		4.2 (t/d) (A重油)
発電プラント (CO ₂ 回収なし)	港湾設備	7,200				18,000	修繕・保守エネルギーは、設備エ ネルギーの 1%
	LNG 荷揚・ 貯蔵設備	1,200			750	3,800	
	発電設備	28,000	1,100	60		7,500	
	変送電設備	12,000		250		75,000	
発電プラント (CO ₂ 回収あり)	港湾設備	7,200				18,000	修繕・保守エネルギーは、設備エ ネルギーの 1%
	LNG 荷揚・ 貯蔵設備	1,200			750	3,800	
	発電設備	28,000	1,100	60		7,500	
	CO ₂ 回収設備	3,500	30		50	3,600	
	変送電設備	12,000		250		75,000	

表 6 設備・運用エネルギーの検討のための素材量・使用エネルギー量の検討結果例—続き
(LNG 複合発電)

検討過程 (回収CO ₂ 輸送・処理設備)		使用素材量 (t)				運用エネルギーを算出するた めの使用エネルギー量
		鉄	ステンレス	コンクリート	銅・アルミ	
液化・貯蔵	液化設備	1,200		3,200		
	貯蔵・出荷設備	4,000		3,200		
船輸送	タンカー	60,000				船輸送エネルギーは輸送距離100km 当たり 2,200(Kcal/t-CO ₂)
パイプライン輸送 ・集積所～ 3000m海底	パイプライン100km	58,000	27,000		18,000	
	コンプレッサ	5,000				
	パイプライン500km	350,000	140,000		87,500	
・洋上基地～ 3000m深海	洋上基地	46,000				・洋上基地からの深層注入は 983(Kcal/t-CO ₂) ・洋上基地からのクラスレート化海底還元は 3,672(Kcal/t-CO ₂)
	パイプライン	240				
・集積所～ 地中	パイプライン100km	54,000				
	コンプレッサ	5,000				
	パイプライン500km	520,000				
・受入基地～ 地中	受入基地	20,000		16,000		CO ₂ 注入エネルギーは 30,100(Kcal/t-CO ₂)
	パイプライン100km	60,000				

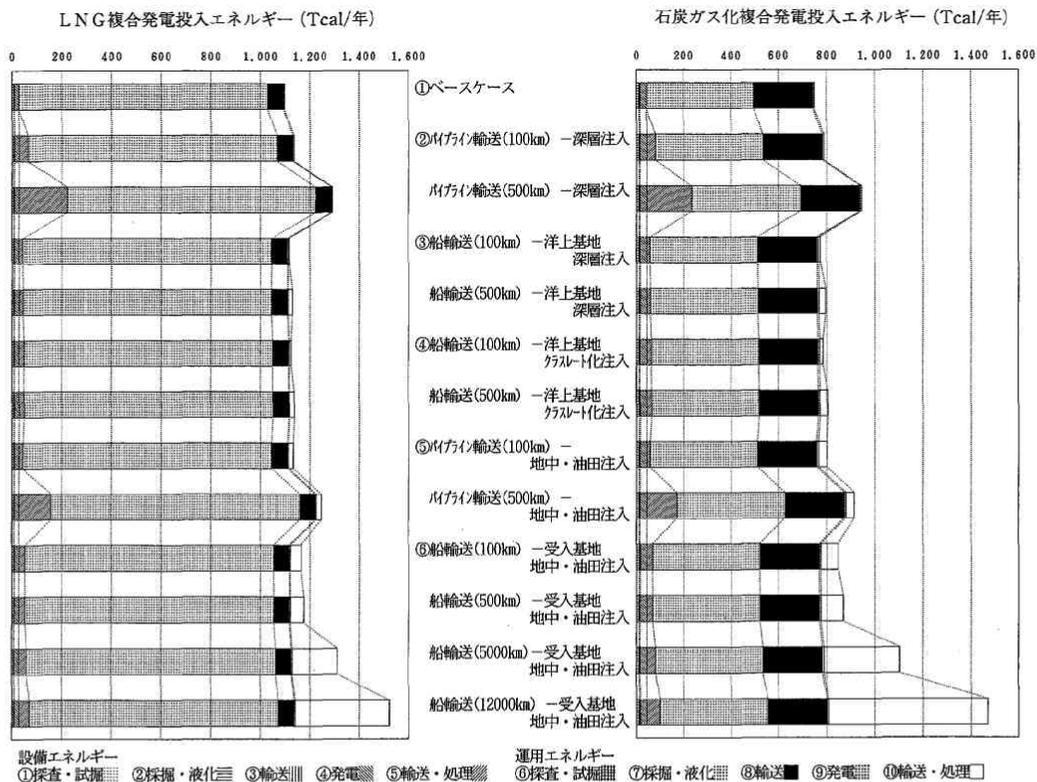


図 3 回収 CO₂ 輸送・処分別投入エネルギー



図 4 回収 CO₂ 輸送・処分別エネルギー収支比

LNG複合発電炭素排出量 (kt-C/年)

石炭ガス化複合発電炭素排出量 (kt-C/年)

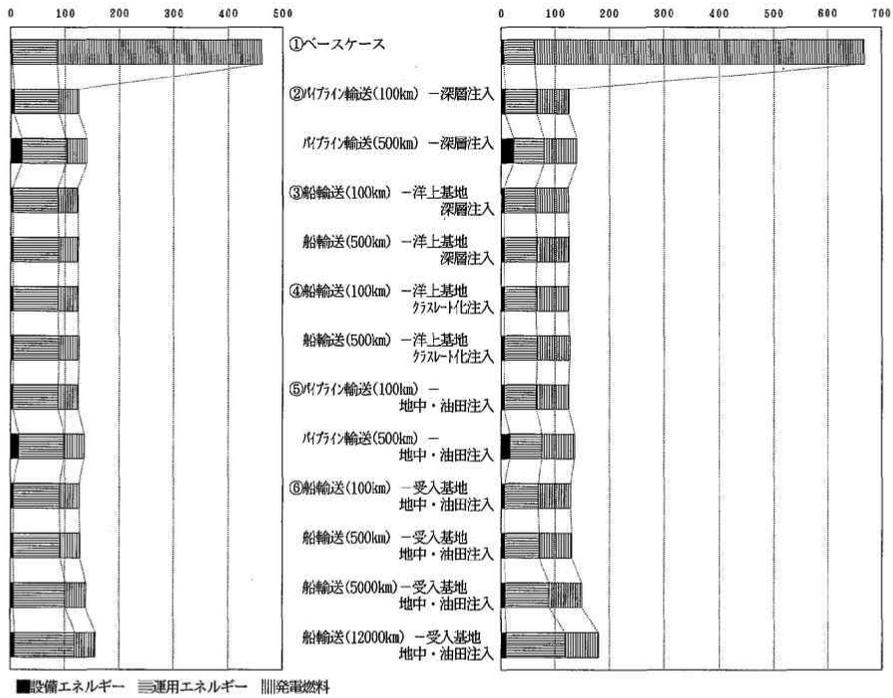


図 5 回収 CO₂ 輸送・処分別炭素排出量

LNG複合発電炭素排出原単位 (g-C/kWh)

石炭ガス化複合発電炭素排出原単位 (g-C/kWh)

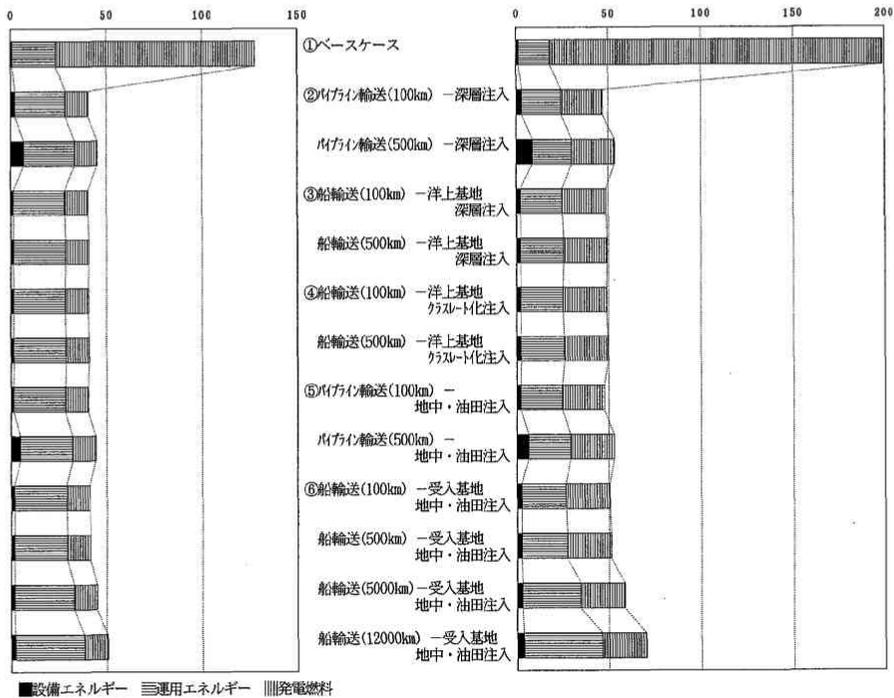


図 6 回収 CO₂ 輸送・処分別炭素排出原単位

表 7 試算結果のまとめ

		LNG 複合発電 (GTCC)	石炭ガス化複合発電 (IGCC)	CTCC/IGCC
投入エネルギー	ベースケース(A)	1,100 Tcal/年	750 Tcal/年	1.47
	CO ₂ 回収型システム(B)	1,120~1,520Tcal/年	770~1,470Tcal/年	—
	(B)/(A)	1.02~1.39	1.03~1.96	—
エネルギー収支比	ベースケース(A)	7.4	10	0.74
	CO ₂ 回収型システム(B)	4.6~6.2	3.9~7.7	—
	(B)/(A)	0.62~0.84	0.39~0.77	—
炭素排出量	ベースケース(A)	460 kt-C/年	670 kt-C/年	0.69
	CO ₂ 回収型システム(B)	125~160 kt-C/年	125~180 kt-C/年	—
	(B)/(A)	0.27~0.35	0.19~0.27	—
炭素排出原単位	ベースケース(A)	128 g-C/kWh	199 g-C/kWh	0.64
	CO ₂ 回収型システム(B)	40~50 g-C/kWh	47~70 g-C/kWh	—
	(B)/(A)	0.31~0.39	0.24~0.35	—

また、試算結果のまとめを表 7 に示す。

- ① ベースケースの場合、GTCC の投入エネルギーは、IGCC の約1.47倍となっているが、これは GTCC の場合、天然ガスの液化に大きなエネルギーが必要なためである。
したがって、この結果により試算されるエネルギー収支比は、IGCC の方が大きい結果となる。
- ② ベースケースの場合、GTCC の炭素排出量は、IGCC の約0.69倍となっているが、IGCC の炭素排出量が多いのは、発電燃料による炭素排出量が多いためである。
- ③ CO₂ 回収型システムの場合の炭素排出量は、GTCC で 125~160 kt-C/年、IGCC で 125~180 kt-C/年であり、ベースケースと比較した場合の炭素排出量の削減率は、

GTCC で 65~73%、IGCC で 73~81%であった。

- ④ また、CO₂ 回収型システムの場合の kWh 当りの炭素排出量（炭素排出原単位）は、GTCC で 40~50 g-C/kWh、IGCC で 47~70 g-C/kWh であり、ベースケースと比較した場合の kWh 当りの炭素排出量の削減率は、GTCC で 61~69%、IGCC で 65~76%であった。

6. ま と め

本研究においては、代表的な「CO₂ 回収型発電プラント」を対象とし、燃料の採掘・輸送から発電、及び CO₂ の回収・処理に至るトータルシステムについて、各種機器の製造やプラントの建造、及びそれらの運用までを含

む全過程に要するエネルギー及び物質のバランスを計算することにより、システムのライフサイクルに亘るエネルギー収支及びCO₂排出量の分析を行った。

ここで得られた結果は、広範な回収・処理システムを対象としており、従来の研究には見られない有益な成果が得られたものと考えられる。本研究で分析したCO₂排出量は、基本的にはエネルギー投入量が判れば計算可能であり、分析が比較的容易な環境負荷要素であると言える。

今後は、本研究の結果に基づき同様な手法を使用すれば、より分析が困難な排出物に対する分析を行うことが可能であり、また必要である。特に発電システムを対象としていることから、NO_x、SO_xといった地球環境に影

響を及ぼす有害排出物の定量化を図る必要がある。また、このようなサイクル分析手法を、太陽光発電等の再生可能エネルギー利用発電技術といった他のCO₂低減技術に適用し、その結果と「CO₂回収型発電システム」と比較検討することにより、地球温暖化対策技術としての「CO₂回収型発電システム」の位置付け及び有効性を評価することが必要と考える。

最後に、本研究にご指導を頂いた工業技術院機械技術研究所の赤井誠主任研究官、ご協力下さった当研究所内の「地球環境から見た総合的化石燃料サイクル分析評価手法の調査委員会」関係者の皆様に厚く感謝の意を表する次第である。

〔海外出張報告〕

欧州における最近のごみ焼却発電状況

—スーパーごみ発電所等の稼働調査に参加して—

奈良谷 孝 司 (財)エネルギー総合工学研究所
主管研究員



1. はじめに

エネルギー源の多様化，資源の有効利用，地球規模の環境問題への対応等の観点から，今までただ廃棄されていた都市ごみ焼却エネルギーの有効利用が政策として提唱され，発電への利用が進められている。ところが，わが国のごみ焼却発電は発電効率が低く，かつ負荷追従性に乏しいこともあり，依然として補助発電的な立場を脱却できずにいるのが現状である。これらの問題解決法の一つとして，ごみ焼却発電設備に石油などのクリーン熱源を導入し，発電用蒸気を再加熱することによりごみ焼却発電による電気出力および効率を高めることが考えられ，「スーパーごみ発電」が提案されている。当所では，(財)石油産業活性化センターから委託を受け，これらに関する調査を実施している。その一環として，ごみ焼却発電では先進国である欧州の状況を調査したので報告する。

2. 調査計画

2.1 調査目的

調査は，スーパーごみ発電の技術向上のため，世界初のカスタマー複合型スーパーごみ発電所，追い焚き型スーパーごみ発電所，関連技術としてカスタマー複合ごみ焼却発

電所などを訪問し，設備に関する設計思想，設備仕様，運転状況，トラブル対策，負荷変動に対する対応などを調査した。

2.2 日程

日程及び訪問先を表-1に示す。調査団は平田賢芝浦工業大学教授を団長とした一行7名で，平成7年1月21日に成田を出発し，2月1日に帰国した。

表-1 調査日程および訪問先

月 日	訪 問 先	特 徴
1月23日(月)	サントワンIIごみ焼却工場(フランス)	斬新なデザインの都市立地型焼却工場
1月24日(火)	シーメンスごみ乾留ガス化実験プラント(ドイツ)	資源リサイクル型ごみ乾留ガス化燃焼実験プラント
1月26日(木)	ヘルステボ/ストゥールエル熱併給発電所(デンマーク)	燃料追い焚き型スーパーごみ発電施設
1月27日(金)	ホルセンス・ガスタービン複合ごみ焼却熱併給発電所(デンマーク)	蒸気結合型ガスタービン複合ごみ焼却発電所
1月30日(月)	エルガード熱併給発電所(スウェーデン)	世界初のカスタマー複合型スーパーごみ発電所

3. 調査結果

3.1 サントワンIIごみ焼却工場

(1) 訪問先概要

サントワン (Saint-Ouen) II ゴミ焼却場は、パリ市北部にある「市街地立地型の焼却工場」である。

図-1に見られるよう外観が非常に斬新で、科学技術館などを連想させ、清掃工場とはとても思えないデザインである。パリ市のゴミ処理は、1984年にパリ市とその近隣自治体により創設されたゴミ処理広域行政組合 (SYCTOM : Syndicat Intercommunal de Traitement des Ordures Ménagères) が行っており、現在の加入者は82団体に上っている。この組合は、清掃工場の管理を都市ゴミ処理会社 (TIRU社) に委託している。

パリ市及びその周辺部から発生するゴミの量は1人当たり0.5t/年で、年間合計では235万t発生する。そのうち190~195万tを焼却処理し、残りをリサイクルや埋め立て処分している。ゴミ処理は、パリ市北部のサントワン工場(63万t/年)、南東部のイブリー (Ivry-sur-Seine) 工場(70万t/年)、南西部のイッシー (Issy-les-Moulineaux) 工場(55~60万t/年)の3つの

工場で焼却処理し、残りの30~40万t/年は北東部のロマンビィレ (Romainville) で埋立て処分している。この埋立処分場は2002年で満杯になるので分別リサイクルを推進する一方、可燃物の焼却処理を徹底するため、4番目の清掃工場としてビトリー (Vitry-sur-Seine) 工場を1996年の完成予定で建設している。

(2) 設備概要

サントワン II ゴミ焼却工場は、1990年に総工費10億フラン (約200億円) で完成した。パリ市北西地区150万人のゴミを対象に年間約63万トン焼却する。ゴミの組成は、生ゴミ10%、紙、木片40%、鉄、金属5%、プラスチック10%、ガラス10%、粉じん10%、その他15%となっており、日本のゴミより乾燥している。ゴミ発熱量は8,400kJ/kg (2,000kcal/kg)。

設備概要を表-2に示す。この設備の特異点を述べると、受入れ設備のゴミ投入口は、地上16mの位置になっている。これは工場のすぐそばをセーヌ川が流れているのに配慮

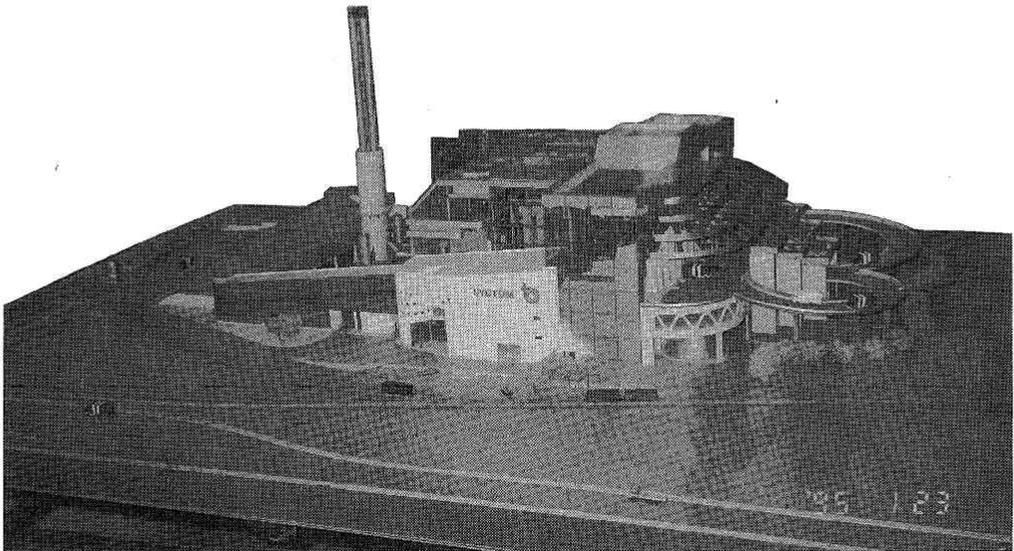


図-1 サントワン II ゴミ焼却工場外観モデル

し、ごみピットの地下部分を深さ2mにとどめたためである。

また、炉内はクロム含有合金鑄鉄製の火格子が傾斜角20°で配置されており、灰溶融を防ぐため950～980℃の温度に保たれている。火格子はTIRU社が特許を持っており、寿命は5年位。落下物で壊れることがあり、その都度交換している。蒸気過熱管は、曲がり部分で腐食が発生するのでキャストで保護しているが、4年に1回交換する。

(3) 不燃物処理

不燃物比率は1～2%（最大5%）で、鉄分は回収し売却する。残った固形物は成型し、路盤材として売却している。電気集塵機の飛灰は、水をかけて固化させた後、埋め立て処分する。1995年3月以降は重金属による地下水汚染に配慮し、ガラス固化した後の埋め立てになった。

(4) 地域熱供給および売電状況

ごみ焼却熱は、4MPa(40bar)×380℃の蒸気で回収する。蒸気発生量は、ごみ1t当たり約3t。発生蒸気は背圧蒸気タービン（定格10MW）で発電した後、2MPa(20bar)×200℃まで下げて隣接の地域熱供給会社に売却する。売却量は160万t/年(平均180t/h)。発生した電力は、所内電力を差引き年間20,000MWhを売電する。売電価格は非常に安く0.05フラン/kWh(約1円/kWh)。また、蒸気販売価格は60フラン/t(約1,200円)となっている。経営面では、ごみ処理収入だけでは赤字で、蒸気の売却により経営を維持している。

3.2 シーメンスごみ乾留ガス化実験プラント

(1) 訪問先概要

このプロセスは、ドイツのウルム市郊外に

表-2 サントワンIIごみ焼却工場設備概要

項目	設備内容
炉型式	ストーカー方式
炉及びボイラーの基数	4基, 1基予備
ごみ処理能力	2,016t/日 (672×3基)
ごみピット容量	15,800m ³ , 8,000t
蒸気発生量	約3t/ごみ-t (ごみ発熱量: 8,400kJ/kg)
蒸気温度・圧力	380℃×4MPa (40bar)
蒸気タービン発電機	定格10MW

あるシーメンス社の「ごみ乾留ガス化」実験プラントで、1980年から自治体を中心となり開発が行われてきた。当初はごみから発生させた熱分解ガスを精製し、ガスエンジン燃料として使う目的であった。ところが、熱分解ガスの精製コストが高くなることと熱分解カーボンを有効利用できないこととで開発中止となった。

1987年よりシーメンス社がこの熱分解技術を受け継ぎ、「熱分解ガスとカーボンを高温燃焼溶融炉で燃焼させ有機有害物を焼却により無害化する一方、灰分をスラグ化する」という新しい概念でプロセス開発を始め、現在に至っている。

(2) プロセスの特徴

シーメンス社ではこのプロセスを「廃棄物の高温処理リサイクリング技術」(Thermal Waste Recycling Technology)と呼んでおり、

- ① 鉄、非鉄金属、瓦礫類が高品位の有価物として回収できる。
- ② 灰分の大部分が路盤材、建築材など有効利用可能なスラグになり、廃棄に困る灰がほとんど出ない。
- ③ 高温燃焼溶融炉で1,300℃の高温燃焼を行うため、ダイオキシンなどの有機有害物質は全く出ない(0.01ng/Nm³以下)。
- ④ 重金属の固定化比率が高く、水銀を除く

殆どの重金属が99.99%以上除去される。
 などの特徴を有している。

(3) 設備概要

図-2 にプロセスフローを示す。プロセスは前処理、熱分解、熱分解固形物分別、燃焼溶融、排ガス処理、発電の6工程からなる。

① ごみはピットと破砕機からなる前処理

工程を通り、スクリーフィーダーで圧縮されながらロータリーキルン方式の熱分解ドラムに入る。熱分解は、還元雰囲気下で450℃×約1時間の条件で行われ、熱分解ガス(約700kg/t)と熱分解固形物になる。

② 熱分解ドラム下部から排出された熱分解固形物は、振動篩により粗い成分と細

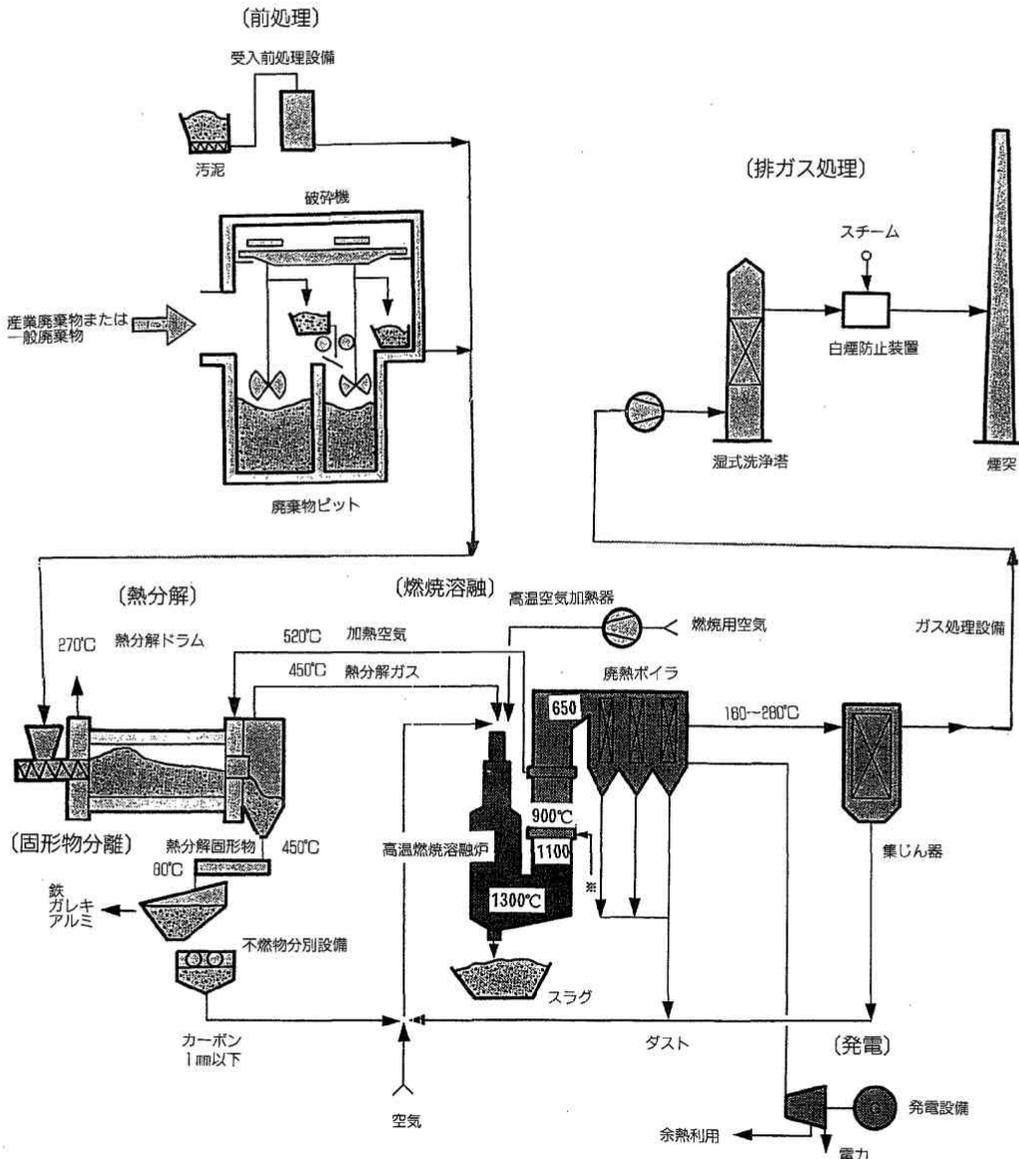


図-2 シーメンスごみ乾留ガス化プラントのフロー

かい成分に分別され、粗い成分からは磁石で鉄が、渦電流スクリーンで非鉄金属が取り除かれ瓦礫が残る。細かい成分は、灰分を含む熱分解カーボンで1mm以下に粉砕される。回収固形物は原型を保っているため、全てリサイクル可能である。

③ 燃焼溶融工程では、熱分解ガスと熱分解カーボンは高温溶融燃焼炉で1,300℃で燃焼される。溶融スラグは炉底から水ピットに投入され、路盤材として利用可能な水砕スラグとして回収される。熱分解ガス中の有機有害物は、高温燃焼により全て無害化され、ダイオキシンは0.01 ng/Nm³以下になる。高温燃焼溶融炉の排ガスは、高温空気加熱器により熱分解ドラム加熱用空気との熱交換により900℃まで冷やされ、さらに廃熱ボイラーで蒸気の発生に使用され220℃前後まで温度が降下する。

④ 排ガス処理工程では、廃熱ボイラ底部の捕集灰、電気集塵機及びバグフィルターで除去されるフライアッシュは、高温燃焼溶融炉に戻されスラグ化される。スプレードライヤからは、湿式洗浄塔ダストのみがごみ1ton当り25kg系外に排出され、これには水銀が多く含まれるので埋め立て処理となる。

(4) 設備運転状況

炉内の耐火材は、スラグ溶融温度より少し低い温度に水冷されているので、固化したスラグが保護膜になりエロージョンなどによる損傷はない。蒸気過熱管の腐食量の実績は0.1mm/年以下でトラブルはない。シーメンス社とエアランゲン大学との共同研究の結果では、塩化水素ガスと硫化水素ガスが共存する

と腐食が減るとされている。熱分解ドラムの運転が最もネックになると予想されていたが、現在まで約20,000時間、問題なく稼働していた。

(5) 商業化計画

現在、フェルス市に150,000t/年(20t/h)の能力の焼却炉を建設中で、他に5基内示されている。建設費は、ごみ処理量(t/年)当り約2,000マルクで、総額では2億8千万マルク(約200億円)。発電容量は、3MWh/t×20t/h×効率15%=9MWとなっている。

排ガス処理工程は、有害物質の排出基準に合格する設計となる。ちなみに、ドイツの第17回連邦排出規制法に合わせたシーメンス社排ガス処理系の代表的なフローは、①電気集塵機→②スプレードライヤ→③バグフィルター→④湿式洗浄塔→⑤加熱熱交換器→⑥脱硝装置→⑦活性炭フィルター(ダイオキシン対策)→⑧煙突、である。このフローの場合排ガス処理装置の建設費は、全工費の30%になる。

3.3 ヘルステボ/ストゥルーエル熱併給発電所

(1) 訪問先概要

このプラントは、デンマークのヘルステボ市にある「天然ガス追い焚き方式のスーパーごみ発電施設」である。

デンマークは、1986年の国会で、国産燃料かつ分散型コージェネレーションにより450MWの国内エネルギー供給設備の増設を決議しており、本プラントはこの決議に基づき建設された。廃棄物、わら、ウッドチップと天然ガスを燃料とし、1993年に操業を開始した。15の熱受給会社が共同設立したフェストクラフト社(I/S VESTKRAFT)により運営されている。ごみは2つの収集会社に依託し

ており、34市町村の人口60万人分を処理する。日本では「ごみ焼却炉」というが、ヨーロッパでは、ごみ焼却炉も石油、石炭、ウッドチップ等の燃料を使用する他の一般ボイラーと同様に「ボイラー」と呼んでおり、「ごみ」を完全に燃料扱いしている。

(2) 設備概要

このプロセスの特徴は、ごみ燃焼炉2基と並列にウッドチップとわらを燃料とした燃焼炉があり、それに加えて各ボイラーに追い焚き蒸気過熱器が独立して設置されていることである。設備概要およびフローを表-3、図-3に示す。

廃熱ボイラーから6.7MPa (67bar) × 412℃で出て来た蒸気は、天然ガス追い焚き蒸気過熱器で522℃まで過熱され蒸気タービンへ入る。ごみ焼却炉では、一般に蒸気温度を上げ

ると過熱管の腐食が発生する。この焼却炉では廃熱ボイラーの温度を抑え、温度の低い分をごみ以外のクリーンな燃料で補っている。この点、ガスタービンこそ使わないが、スー

表-3 ヘルステボ/ストゥルーエル熱併給発電所の設備概要

項目	設備内容
ごみ焼却炉	ストーカー方式 (フェルト社製)
ごみ焼却能力	432t/d(216t/d×2基)
ごみ焼却炉ボイラー	9t/h×2基
ウッドチップ、 わら用ボイラー	わらのとき：10t/h、 ウッドチップのとき：13t/h
追い焚き蒸気過熱器	天然ガス焚き、 蒸気の410℃→510℃過熱用
蒸気タービン発電機	定格 28MW
蒸気温度・圧力	520℃×6.5MPa(65bar)
発電効率	27%
熱出力	67MW
総合効率	90% (熱出力を含めたとき)
建設費	6億クローネ (96億円)

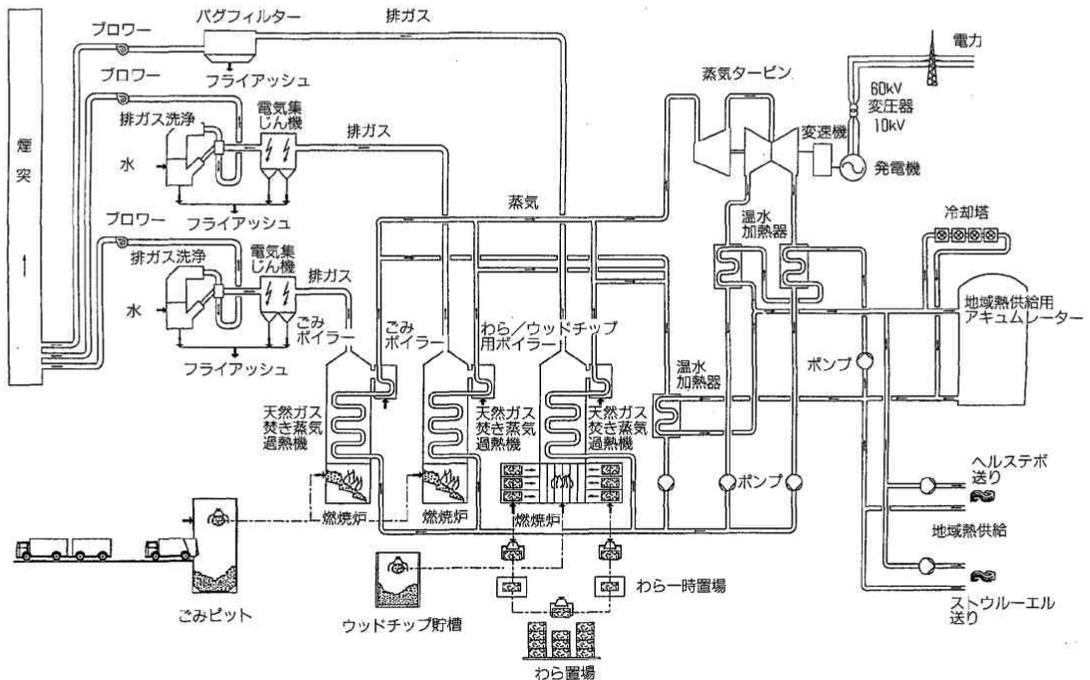


図-3 ヘルステボ/ストゥルーエル熱併給発電所のフロー

パーごみ発電の一種といえる。蒸気過熱管は通常のボイラー鋼管を使用し、2年ごとぐらゐで交換している。

(3) 地域熱供給および売電状況

発電には背圧蒸気タービンを用い、その排熱から地域熱供給用の温水（75～90℃）を作っている。温水を安定供給するため、5,000m³のアキュムレータを設置している。地域熱供給の用途はほとんどが暖房用のため、夏期には天然ガスの使用を止め、ウッドチップ、麦わらの燃焼炉も停止する。それでも熱が余る場合は、空冷コンデンサーにより大気放出している。発電量は熱供給に応じて変動するが、ごみは常時定量搬入されるのでその分の発電は行う。電力会社向けの売電価格は、ごみなどの再生可能エネルギーを用いた発電のときは0.4クローネ/kWh（6.8円/kWh）で、その他の発電方式では0.3クローネ/kWhとなっている。国産エネルギーの有効利用の観点から、優遇価格になっている。

3.4 ホルセンス・ガスタービン複合ごみ焼却熱併給発電所

(1) 訪問先概要

このプラントは、デンマークのホルセンス市郊外にあり、スキャルバック電力会社(I/S Skærbæk Power Company)が、運転する「ガスタービンとごみ焼却炉による“蒸気結合方式、複合熱併給発電所”である。このプラントも、前述の1986年6月の国会決議に基づき建設された。家庭ごみ、産業廃棄物、天然ガスを燃料とするデンマークの1号プラントで、1991年1月の商用運転開始以来現在まで、約4年間順調に稼働している。焼却するごみは、ホルセンス市を含む6自治体の広域

組合が収集、運搬を実施している。デンマークでは、ここでの成功をもとに、現在2号、3号プラントを建設中で、それぞれ1995年末、1996年年初の完成予定となっている。

(2) 設備概要

このプラントは、ごみ焼却炉で発生した水蒸気を使用した電熱併給をノーマルな運転状態としている。ただし、地域熱供給の維持を第一とし、熱需要が供給能力をオーバーしたときは、別置のガスタービンを運転し、タービン出口蒸気より温水を作り、供給熱量を確保するシステムとしている。設備の概要、フローを表-4、図-4に示す。

ごみ焼却ボイラーは4.7MPa（47bar）×425℃の高温高压形で、2炉合計で30.8t/hの蒸気を回収し、6MWの発電を行なっている。天然ガス燃料のガスタービンで22MWを発電し、さらに520℃の排ガスから廃熱回収ボイラーにより33t/hの蒸気を発生させ7MWの発電を行なう。蒸気タービン廃熱で90℃の温水を発生させ、地域熱供給に利用している。熱効率は94%と極めて高い。これは、天然ガ

表-4 ホルセンス・ガスタービン複合ごみ焼却熱併給発電所の設備概要

項目	設備内容
焼却炉	ストーカー炉 (フェルト社製)
ごみ焼却能力	120t/日×2炉
発電出力	合計35MW
熱出力	合計43MJ/S
年間総発電量	188,000MWh (41,000戸の標準家庭消費相当分)
年間総熱出力	243,000MWh (13,000人の消費熱量相当分)
年間燃料消費量	ごみ 71,000t(775TJ) 天然ガス 26×10 ⁶ m ³ (1100TJ)
ごみ焼却ボイラー	15.4t/h×2基 4.7MPa(47bar)×425℃
建設費	4.5億クローネ(76.5億円)

ス焼きガスタービンの煙突出口排ガス温度が70℃と低いことや、ごみ焼却ボイラーの排ガス温度を140~150℃と低くし、徹底的に熱回収を行なっていることによる。日本みたいには地域住民も発電所側も、白煙発生を気にしていないとみえる。

(3) 運転状況

運転上の問題は腐食で、最終蒸気過熱管に排ガスが直角に当たる部分に発生している。この管は直径44.5mm、厚さ4.5mmで、これまでの実績では、1.25mm/年の速度で腐食が進行し、2年で部分取替を行なっている。また、この管の排ガス流入部は、エロージョン防止用にセラミック系耐火物をプロテクターに採用しているが、交換間隔は約6ヶ月である。過熱管材質はDIN規格の15Mo3 (JISのSTBA12に相当する低合金鋼)を採用しており、高級材を使用するより消耗品として取替えていく方が経済的と判断している。

ガスタービンはGE社製LM2500で、1995

年1月末時点における延運転時間は12,124時間、4年平均で3,031hr/年、発停回数は771回であるが、これまで運転上のトラブルはない。

(4) 地域熱供給および売電状況

このプラントでは発電した電力を配電網へ、熱をホルセンス市とダグナスバッケルンドの熱供給会社へ供給している。熱供給は、2本の埋設管(供給用は直径360mm)を利用し、90℃で供給、45~50℃で戻される。温水発生量は常時一定しており、熱需要の変動に対しては容量8,000m³、最大熱負荷の7時間分のアキュムレータで吸収するシステムを採用している。ガスタービンは、地域熱供給の負荷がごみ焼却による供給熱量を上廻ったときのみ運転する。

3.5 エルガード熱併給発電所

(1) 訪問先概要

エルガード (Elgård) 熱併給発電所は、スウェーデンのリンチェピング市にある「石油

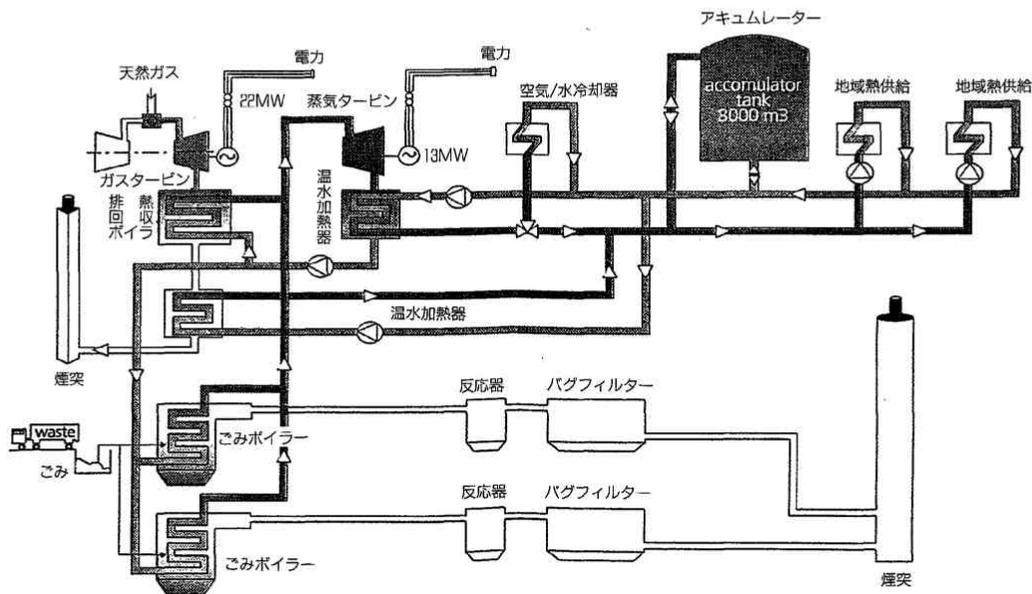


図-4 ホルセンス・ガスタービン複合ごみ焼却熱併給発電所のフロー

活用型スーパーごみ発電」の第1号機であり、昨年暮から試運転に入っていた。

リンチェピング市はストックホルム市の南西約200kmにあるスウェーデン第5番目の都市で、人口は130,000人。市が100%出資するテクニスカ・ベルケン (Tekniska Verken) 社が運転管理しており、ここでは発電、地域暖房、水及び下水ごみ処理を行っていた。従業員650人、年間売上1億5,000万USドル、保有発電容量は223~228MWである。リンチェピング市は、1984年には総電力需要850GWhのうち約90%を外部から購入していたが、次第にテクニスカ・ベルケン社からの電力が増加し、1994年には総電力需要1,100GWhのうち、外部よりの購入は約42%にまで減少した。

地域暖房は1954年に開始し、現在、リンチェピング市の家庭の90%を賄っている。1980年頃には地域暖房の熱源はほとんど石油であったが、1994年には3/4以上がウッドチップ、ごみ、下水排水等になった。

エルガード (Elgård) という名称は、ごみ焼却による熱供給を行っていたGärstadプラントに発電設備を増設するに当たり、電力のElectricity (スウェーデン語ではElförsörjning) のElとGärstadを組み合わせたものである。

(2) スーパーごみ発電採用の経緯

このプラントは12年前 (1982年) に建設さ

れたもので、約20の自治体、およそ65万人からのごみを収集する。焼却能力は20万t/年 (550t/日) で、フォンロール (Von Roll) 社製の焼却炉3基からなり、175℃の温水ボイラーを有していた。電力需要とごみ焼却量の増大に伴い、テクニスカ・ベルケン社は熱併給発電所を計画した。このため、温水ボイラーを蒸気ボイラーに改造する必要があり、表-5に示す4ケースの検討を行った。ケース2に示す追い焚き式蒸気過熱機により油か天然ガスを焚く方式よりは、ガスタービンで焚くケース4の方がよく、運転費も安い。以上の検討結果から、20万t/年 (550t/日) の焼却量に対する最適ガスタービンを検討し、ABB社のGT10を採用した。

(3) 設備概要

このプラントの特徴は、ごみ焼却炉にガスタービンを組合せた、いわゆる典型的な「スーパーごみ発電」といえる。

プラントの設備概要を表-6に、フローを図-5に示す。

ピットに受け入れられたごみは焼却炉で燃やされ、廃熱ボイラーで1.7MPa (17bar) × 207℃の蒸気を発生させる。この蒸気は、低硫黄石油を燃料にしたガスタービンからの排ガス (535℃) で430℃まで加熱され、復水タービンに導かれる。ガスタービンと蒸気タービ

表-5 設備改造検討結果

ケース	蒸気条件	発電量 MW	熱/電比	改造内容	改造費用総額 億クローネ(億円)	建設単価 クローネ/kW(円/kW)
1	1.5MPa×200℃	10	0.16	温水ボイラーを蒸気ボイラー化	1 (14)	10,000(140,000)
2	1.5MPa×475℃	15	0.32	ケース1に追焚き式蒸気過熱機設置	1.25(17.5)	8,000(112,000)
3	4.0MPa×400℃	14	0.25	高温高圧ボイラー設置	5 (70)	36,000(504,000)
4	1.7MPa×430℃	47	0.31	ガスタービン複合型スーパーごみ発電	3 (42)	6,000(89,000)

注：建設費範囲は建屋 (含む土木)、機器、変電所、130kW送電線等を含む。

ンは一軸構造になっていて、それぞれ単独運転はできない。出力は両方合わせて50MWeで、ガスタービンと蒸気タービンの割合は半々である。蒸気タービンの廃熱によりリンチェピング市への地域熱供給水を約50℃から93℃まで過熱する。夏期には熱需要が少ないためガスタービンおよび蒸気タービンは止め発電を行わず、余剰の廃熱ボイラー発生蒸気は直接ダンプコンデンサに導いて温水を作り、熱供給する。地域熱供給の必要量に合わせて発電するという、非常に合理的な考えで運営されている。

4. おわりに

今回の調査で特に印象に残ったことがいくつかある。

ひとつは、ヨーロッパでは「ごみ」を単なる

廃棄物として捕らえず、「燃料」として評価している点である。今回訪れたごみ焼却場はいずれも地域熱供給と発電を行っていたが、地域熱供給に必要な熱量をまず「ごみ」で確保し、不足する分をガスや石油燃料で補っている。

2つ目は、ごみ焼却熱を高温から低温へと

表-6 エルガード熱併給発電所の「スーパーごみ発電」設備概要

項目	設備内容
ごみ焼却炉	ストーカー方式
ごみ焼却能力	550t/日
ごみ焼却ボイラー	207℃×1.7MPa(17bar)
ガスタービン	定格出力 25MW
蒸気タービン	背圧タービン定格出力 25MW
蒸気タービン入口温度	430℃
熱出力	85MW
建設費	3億クローネ(42億円)

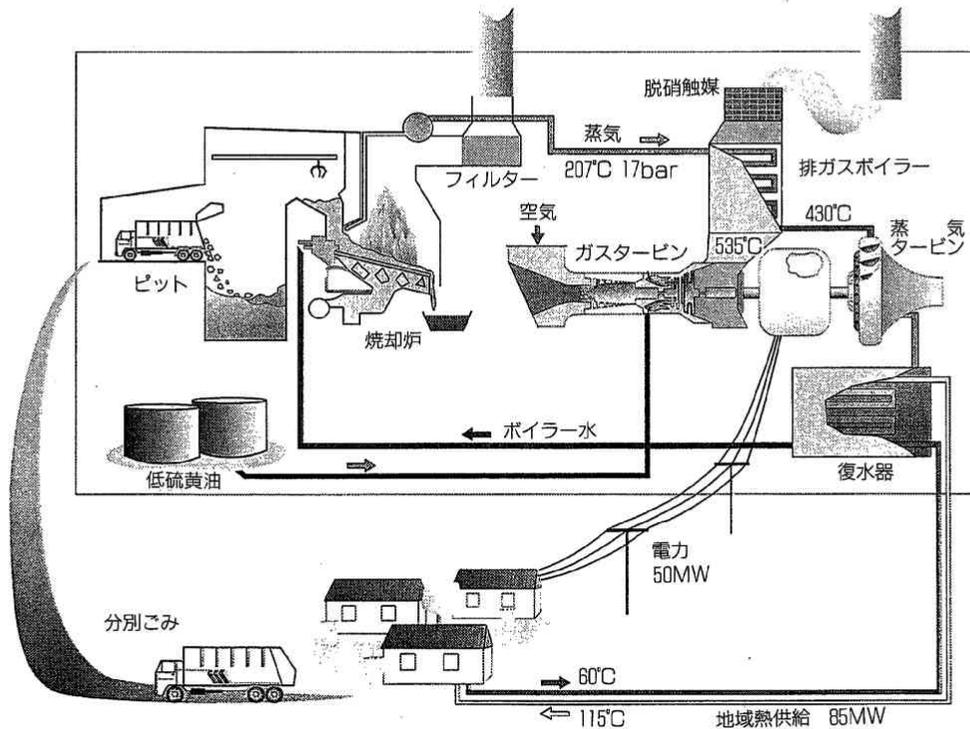


図-5 エルガード熱併給発電所の「スーパーごみ発電」フロー

段階的に有効使用している点である。まず、エネルギーとして質的レベルの高い高温水蒸気によりタービンを運転して発電する。次にエネルギーレベルの低いタービン出口蒸気を使用して地域熱供給用の温水（100℃以下）を作り、供給している点である。使える熱エネルギーは質を考え高温より低温へと無駄なく使い、まさに団長の平田先生がおっしゃる、「エネルギーをしゃぶり尽す」という印象である。

3つ目は、焼却場外観はシンプルなデザインと原色に近い彩色で非常にすっきりした印象を与え、ごみ焼却場というダークなイメージを払拭している。

全体的には、上述の3つの印象に集約されるよう、ごみをエネルギーとして捉え、そのエネルギーを高温から低温までの温度レベルに見合った有効利用を図っているところは、我が国の現状より一歩進んでいるものを感じた。特に、低温熱源利用としての地域熱供給に関しては、熱供給温水配管網が整備されて

いることが我が国との大きな相違である。

人々が生活するための熱源確保をまず考え、その上でエネルギーの有効利用を図るため発電して収支バランスに貢献するという構図ができ上がっている。

したがって、熱需要が低下する夏期には、天然ガスや石油などの化石燃料は使用せず、温存している。

特に北欧では、夏期は水力発電の出力が上昇し、売電単価が低下するので、ごみ焼却場では発電を中止するところがある。全体を見て、きめ細かくエネルギーの有効利用を図っているのに感心させられた。

日本も熱供給ラインを含め設備費の投資のあり方や燃料としてのごみの有効利用など、もっと見習うべきあろう。

最後に、調査に当たって訪問先との調整をして頂いたNKK、三井造船(株)、川崎重工(株)の方々に感謝の意を表して終わりたい。

「究極の石炭灰対策技術」

アッシュレス石炭火力立地技術の実証」

よしや こう き
与志耶 劫 紀

§1. はじめに

(1) 平成7年度電力施設計画における石炭火力の設備出力の増大（表一参照）

平成7年4月公表された「平成7年度電力施設計画」によれば、平成16年度における電源構成は、原子力、石炭火力、LNG火力を中心とする石油代替電源の着実な開発によって電源の多様化が図られる計画となっている。この中で、石炭火力の設備出力は、平成11年度末2,606万kW（構成比11.4%）、平成16年度末4,037万kW（構成比15.2%）と計画されており、平成6年度末の石炭火力の設備出力1,823万kW（構成比9.2%）と比較すると、設備出力の大幅な増大とともに、全事業用電源設備における構成比が大きく上昇していることが注目される。これらの石炭火力の運転に伴う石炭灰の発生量は、平成11年度約780万トン、及び平成16年度1,211万トンと予測される。平成6年度における発生推定量約547万トンと比較すると、平成11年度迄の5年間に約233万トン、更に平成16年度迄の5年間に431万トンの発生量増加の見通しとなり、石炭灰の処理問題は大きな立地対策上の課題となると予想される。

(2) 最近における石炭火力の立地動向と、余儀なくされる「灰すて場なき石炭火力」の立地

石炭火力におけるSOx, NOx, ばいじんに係る公害防止対策技術の高度確立によって、これらの排出が石炭火力の立地における阻害要因となることは殆んどなくなり、原子力発電所の場合と比べて、石炭火力発電所の立地は順調に展開しているといえる。しかしながら、(1)で予測したような大量の「石炭灰」の処理については、海面埋立てによる灰すて場の確保並びに陸上における処分場の確保ともに著しく困難となってきており、特にこれまでの処理量の大部分を賄ってきた「海域における灰すて場」の計画を全く有しない立地を余儀なくされる地点が増えてきている。

また、灰すて場の計画を有しうる場合でも、十分な広さを有せず、将来における発電所の運転継続に重大な問題を抱えていると考えられるケースが多く、石炭灰の抜本的処理対策の確立が喫緊の課題となっている。

(3) 「海域における灰すて場」を有しえない事由

海域における灰すて場は、発電所の出力が

大きいため、かなり広大な面積を必要とする。灰すて場としての利用が済んだのちは、あらゆる用途に利用可能な平坦地が造成されるので、地域活性化の中核地点となりうるものであるが、わが国の海岸は相当部分が人工的改変の手が加えられているので、次のような事由により灰すて場の用地確保は今後とも困難さを加えていくものと考察される。

- (i) 自然公園区域内の立地であるため、海域での灰すて場が認められない場合
- (ii) 発電所の立地地点が限られてきており、狭い地形の地点に工夫して立地する場合
- (iii) 漁業への支障が生じるとして、反対が提起された場合
- (iv) 潮流・潮汐への影響回避のため、海域

における灰すて場の計画を見送らざるを得ない場合

等

§ 2. 石炭灰有効利用拡大の困難性と、究極の解決策の着想

石炭灰の有効利用の拡大の必要性和有効利用技術の開発分野とその見通しについては、既にエネテクトリーム21（その9）「“国産みの技”から“国造りの技へ”、拓けるか石炭灰の有効利用技術の体系」において詳述したところであり、海域における石炭灰の処理から発想を転換して、わが国の「国造り」すなわち都市基盤、産業基盤、社会基盤等の整備構築における資材としての有効活用の方途の開

表一 1 平成7年度電力施設計画における年度末電源構成

(単位: 万kW, %)

年 度 電 源	平成 6 年度末		平成 11 年度末		平成 16 年度末	
	(実 績)	構成比	(実 績)	構成比	(実 績)	構成比
水 力	4,056	20.5	4,514	19.8	5,148	19.4
一 般	1,969	10.0	2,043	9.0	2,133	8.0
揚 水	2,086	10.6	2,470	10.8	3,014	11.3
火 力	11,676	59.1	13,761	60.4	16,435	61.8
石 炭	1,823	9.2	2,606	11.4	4,037	15.2
L N G	4,260	21.5	5,751	25.2	6,861	25.8
地 熱	34	0.2	50	0.2	62	0.2
L P G	50	0.3	50	0.2	218	0.8
瀝青質混合物	16	0.1	51	0.2	51	0.2
廃 棄 物	0	0.0	3	0.0	3	0.0
石 油 等	5,494	27.8	5,251	23.1	5,205	19.6
原 子 力	4,037	20.4	4,508	19.8	5,005	18.8
合 計	19,769	100.0	22,783	100.0	26,588	100.0

- (注) 1. 自家発電施設を除く。 3. L N Gには天然ガスも含む。
 2. 石炭、L N G及び瀝青質混合物 4. 四捨五入のため、合計値は合わないことがある。
 には石油混焼プラントも含む。

(出典) 平成7年4月資源エネルギー庁資料

拓が必要であると提言した。

しかしながら、石炭灰有効利用の拡大は、石炭灰を粘土代替利用する「新複合セメント」の開発実証（昭和59年度～61年度資源エネルギー庁）によって、ここ数年セメントの粘土代替分野を中心に拡大されてきたが、石炭灰の有効利用には輸送コスト等の地域性の問題もあり、全国的レベルの大口用途の開拓は相当に難しいと予想される。また、「国造り」への利用拡大は、製品化における規格認証の問題、製品市場への強引な参入は既存業界との軋轢の招来、ひいては著しいコスト増大をもたらすことが懸念される（表一2参照）

エネテクトリーム21（その9）における論旨は、「将来における大量の石炭灰を有効利用できる技術を、発想の転換をして“国造り”

の分野で開発していかなければならない」というものであったが、その後の情勢を考慮すると、「石炭灰については究極的解決策を着想することが必要である」と痛感される。

では、「究極の石炭灰対策」とは何か。それは、「灰分を含まない石炭を輸入すること」である。あるいは、灰分をごく僅かしか含まない石炭を輸入すること」である。

（注）岩波国語辞典第4版（1989年）によれば、「究極・窮極」=「物事を押し詰めていって、最後に達する所。とどのつまり」とされている。

本来、石炭灰という「根本的原因を抜き去る対策」という意味では、「抜本的石炭灰対策」と名付けることが適切であるが、いろいろ苦勞して最後にたどりつく

表一2 石炭灰処理方法と処理費等

業種 区分 処理方法	電 気 事 業				一 般 産 業			
	水分 (%)	処理費 (円/トン)	回答事業所数		水分 (%)	処理費 (円/トン)	回答事業所数	
			有	無			有	無
①産業廃棄物取扱 業者に委託	17~20	3,200~ 5,940	3	23	0.2~75	310~ 13,600	22	58
	18	4,750			28.1	4,473		
②自社で産業廃棄 物処理場に埋立	20~40	800, 4,000	2	24	7~50	481~ 5,200	8	72
	30	—			28.9	2,252		
③自社で自社所有 地に埋立	20~35	991~ 7,700	5	21	9.5~100	120~ 12,000	10	70
	25	2,292			34.6	2,425		
④自社で他社利用 先に運搬	乾灰	1,200~ 4,500	3	23	0.1~57	1,060~ 6,000	15	65
		2,420			25.1	3,285		
⑤その他 (他社に販売)	21	120, 300	2	24	10~30	50~ 2,000	6	74
	—	—			19.4	475.8		

（注）1. 水分（%）、処理費とも、上段は範囲（最大～最小）と、下段は平均値。

2. 他社販売欄の処理費は売値。

（出典）石炭灰関連全国実態調査報告書（平成4年3月）

（財）石炭利用総合センター

所という感慨が表現できるよう「究極の石炭灰対策」と表現することとした。

§3. 「アッシュレス石炭火力立地技術」と、 クリーン・コール・テクノロジー

(1) 「アッシュレス石炭火力」とは

「アッシュレス石炭火力」とは、本稿において、「燃料として使用する石炭の含有する灰分が、現状の10～15%の含有率を大幅に下回る(例えば、現状の1/5レベル、あるいは更に1/30レベル)よう低減されており、石炭火力の運転に伴い発生する石炭灰の量もそれに応じて大幅に少量となるため、実質的に石炭灰処理問題を伴わない石炭火力をいう」ものとする。

また、「立地技術」の4文字を付加するのは、石炭灰問題は立地問題に属するから、それを解決する対策技術という主旨のためである。

石炭に含有される灰分の割合を、技術的処理によって低減することを、「脱灰処理」という。経済的見地から、この石炭の脱灰処理は、採炭される鉱山の「山元」で実施される。

すなわち、石炭鉱山にて採掘された石炭の中の灰分の含有率は一様でなく、また灰分が少い方が石炭の発熱量は高いことから、従来からも山元において精炭作業が行われ、灰分は10～15%に低減されている。

わが国が輸入する石炭の灰分の含有率を現状の10～15%から、1/5レベルあるいは更に1/30レベル迄下げるということは、「石炭灰をそっくり山元に残してくる」ことである。

すなわち、大量の石炭灰処理問題を抜本的に解決する「究極の石炭灰対策」は、山元におけるこのような「高度脱灰」を可能とする

技術が実証できるか否かにかかっていることになる。

(2) 「クリーン・コール・テクノロジー」における高度脱灰技術の位置付け

① 「クリーン・コール・テクノロジー」の開発の状況

石炭は、石油代替エネルギーの主要な柱の一つであり、より一層の利用拡大を図っていくためには、

(i) 石炭をクリーンで取扱いの容易なエネルギーに転換する必要がある(液化、ガス化等)

(ii) 石炭の利用に際しては、技術的な工夫がない限り大量のSO_x、NO_x、ばいじん、CO₂等が発生することから、石炭利用の拡大のためには、酸性雨、地球温暖化等地球環境問題への対応も不可欠である。

このような見地から、石炭利用分野における課題を解決するとともに、地球環境に調和した石炭利用の仕組みを定着させることを目的として、「クリーン・コール・テクノロジー」の開発と普及が推進されている。

現在、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)では、石炭液化技術について、「瀝青炭液化」及び「共通基盤技術」の研究開発を実施中であり、石炭ガス化技術については「石炭利用水素製造」「噴流床石炭ガス化発電」等のプロジェクトを実施中である。

また、革新的なクリーン・コール・テクノロジーの開発を目指す「次世代石炭利用技術」の研究開発も進められている。

② 「次世代石炭利用技術」の研究開発における高度脱灰技術の位置付け

地球環境問題への対応として21世紀初頭

におけるCO₂等の環境負荷の低減を図るため、革新的なクリーン・コール・テクノロジーを開発することを目指して、平成4年度から「次世代石炭利用技術開発」プロジェクトが実施されている。

具体的には、①地球温暖化の原因といわれるCO₂やSO_x、NO_x等の大気汚染物質の一層の低減を図る革新的な石炭燃焼技術分野、②石炭を生産・流通段階において高度に脱灰・脱硫するための石炭改質分野(アドバンスト・コール・クリーニング技術)、③石炭を熱分解し、ガス等の総合的利用を目指す石炭熱分解分野の3つの分野について調査研究が進められている。

「アドバンスト・コール・クリーニング技術」に関しては、NEDOクリーン・コール・テクノロジーセンターから、(財)石炭利用総合センターに委託して技術開発調査プログラムが進められている。同プログラムによれば、平成4年度～平成6年度の第1段階(ラボ試験を含む調査研究、基礎研究)、及び平成7年度～平成10年度の第2段階(ウルトラ・クリーン・コールの用途探索、出力実証装置(PDU)による製造試験、燃焼試験)から構成されている。

このプログラムの第1段階においては、数種類の高度脱灰・脱硫技術について、並列的にラボ試験を含む調査研究が行われ、技術的特性及び経済性の見通しについて、中間評価が行われた。脱灰を主たる性能とする技術と、脱硫を主たる性能とする技術の双方について対象とされている。(表-3参照)

アドバンスト・コール・クリーニング技術を含む「クリーン・コール・テクノロジー」の目指す所は、「石炭の使用者に対して、使

用後における排煙処理を基本的に必要としない“クリーンな石炭”を供給すること」であると看取され、経済性と利便性が要求される石炭の産業用利用分野、小型自家発、IPP(電源調達市場の創設により、新しく登場してくると予想される独立電気事業者)用の燃料としての実用が期待される。

しかしながら、事業用大型石炭火力の場合にあっては、大気汚染防止対策に対する地域社会の要求は厳しい実状にあるため、「クリーン・コールを使用しても、更に排煙処理対策の実施は余儀なくされる」と予想される。従って、石炭灰のわが国への持込量を減らすという立地対策技術としての「アッシュレス石炭火力立地技術」では、脱灰・脱硫に係る技術的特性及び経済性に関する要求は、自ら異なったものとなる。

(3) 石炭火力からの石炭灰の発生量の原単位

ここで、アッシュレス石炭火力で採用される高度脱灰技術の脱灰性能を評価する位置付けとして、石炭火力から発生する石炭灰の量について、オーダーエスティメートしておくこととする。

石炭の発熱量：6,500kcal/kg (瀝青炭の場合)

発電効率：40%(燃料消費率=0.33kg/kWh)

年間設備利用率：75%

電気出力：100kW

の標準石炭火力発電所における年間石炭消費量は約220万トンである。

一方、海外輸入炭の灰分含有率を10～15%と想定すると、石炭灰の年間発生量は約22万～35万トンと試算される。

従って、「出力100万kWの石炭火力発電所からは、年間30万トン程度の石炭灰が発生する」とオーダーエスティメートして、考察を進めることとする。

§4. 「アッシュレス石炭火力立地技術（高度脱灰 CMS）」のシステム構想

(1) 山元における高度脱灰の実施と、脱硫効果

① §2で述べたとおり、「究極の石炭灰対策」とは、「灰分を含まない、あるいは灰分をごく僅かしか含まない石炭を輸入すること」である。また、石炭灰処理問題の抜本的解決の方途は、「石炭灰をそっくり山元に残しておくことである」とも言い換えることができる。このためには、山元において、「高度脱灰処理技術」を適用して物理的方法あるいは化学的方法により石炭中の灰分を高

表一3 「高度脱灰技術」の概要

プロセス	原理・特徴	除去率 ¹⁾ (wt%)		石炭回収率 (wt%)	開発段階	問題点
		灰分	無機硫黄			
微粒子重液サイクロン	・比重による分離 ・従来型では不可能な0.5mm以下の微粒の分離により脱灰性向上	60~80	70~85	50~75	パイロット	・微粒域の分離精度の低下 ・使用重液の環境、安全への対策 ・処理量の限界
カラムフローテーション	・表面の濡れ性による分離 ・微細な粒子と気泡による衝突確率の向上により分離効率向上	80~90	50~80	70~95	デモ~実用	・微粉炭の脱水、ハンドリング ・低い黄鉄鉱除去性 ・石炭表面性状の影響大
オイルアグロメレーション	・表面の濡れ性による分離 ・油の添加による石炭の凝集を行い、高い脱灰率、回収率と良好な脱水性	75~90	50~80	80~95	パイロット	・油の使用によるコスト増 ・低い黄鉄鉱除去性 ・石炭表面性状の影響大
磁気分離	・磁性特性による分離 ・乾式分離が可能であり高い脱硫率	40~70	50~90	70~95	パイロット	・微粉の乾燥、ハンドリング ・装置処理量の限界 ・エネルギーコスト大
微生物脱硫	・生物化学反応 ・高い脱硫率が得られ、浮選等の組合せにより脱灰も可	70~85 ²⁾	80~90	70~95	実験室段階 ~ パイロット	・反応時間が長い ・侵出法では脱灰に効果ない ・装置容量が大

(注) 1. 除去率(%) = $\left[1 - \frac{\text{脱灰炭中の含有\%}}{\text{原炭中の含有\%}} \right] \times 100$

2. 表面処理法での灰分除去率（侵出法では灰分はほとんど除去されない）

(出典) 石炭利用次世代技術開発調査—高度石炭改質技術分野（平成5年3月）

新エネルギー・産業技術総合開発機構/助石炭利用総合センター

度に除去する必要がある。

現在、粗選炭により灰分は10～15%程度に調整されているが、

(i) 「高度脱灰技術」の適用により、灰分を現状の1/5レベル(灰分含有率2～3%)まで下げる

(ii) 「超高度脱灰技術」の適用により、灰分を現状の1/30レベル(灰分含有率0.1～0.5%)まで下げる

ことができれば、石炭灰処理の問題は「実質的に」又は「抜本的に」解決されたことになる。即ち、これが「究極の石炭灰対策」ということになる。

② 高度脱灰の際、或る程度(20～40%程度)の脱硫も行われるので、排脱コストの低減が可能となる。

以上の見地から、「高度脱灰技術」は、石炭火力の立地対策技術のキー・テクノロジーとして、その確立実証が必要である。

(2) 高度脱灰石炭(微粉炭)の「流体ハンドリング技術」確立の必要性

① 高度脱灰後の微粉状の石炭の輸送には、鉄道輸送、トラック輸送では乾燥工程が必要であるので、「流体化ハンドリング技術」の適用による流体化輸送が適切である。

② 本来、内陸部の山元から積出港迄の輸送コストは、石炭価格の構成において大きな割合を占めており、流動性に優れた流体化輸送、即ち、パイプラインによる輸送コスト低減の有力な手段となりうる。

③ 石炭の流体化輸送技術としては、国内で既にCOM、CWMが一部実用化されているが、海外炭の輸入プロジェクトにおいては、それぞれ技術的、経済的要因等により

未だ採用されるところとはなっていない。

従って、新たな海外炭輸入プロジェクトに適した要件を充たす「流体ハンドリング技術」を実証確立する必要がある。

④ 即ち、新たに確立実証すべき海外炭輸入プロジェクトに適した「流体ハンドリング技術」が充たすべき要件は、次のとおり。

(i) 輸送用流体(スラリー)を製造する原材料が山元ですべて確保しうること

(COMの場合、積出港より山元まで石油を別途輸送する必要があり、高コストの要因となる。)

(ii) 全輸送過程における輸送効率がよいこと

(CWMの場合、30%程度の大量の水分を輸送することとなり、輸送効率が悪い)

(iii) 広い範囲の外気温の変化があっても、流動性が失われず、かつ、輸送期間における分離沈降が進行しないこと

(iv) タンク内、タンカー内における十分長期間の貯蔵が可能であること

(v) 燃焼時における燃焼効率がよく、高効率発電が可能であること

(CWMは、水分を含有しているため、燃焼効率は悪くなる)

「CMS(コール・メタノール・スラリー)」は、これらの要件を充すものであり、高度脱灰処理後の微粉状の石炭の輸送・ハンドリング技術として、その実証確立が不可欠である。

(注)「CMS(コール・メタノール・スラリー)」

とは、「微粉化した石炭をメタノールと混合し、微量の添加剤を加えて流体化したもの」をいう。固体の石炭の空隙部に液体のメタノールが入り込んだ形になっているため、エネルギー輸送効率に優れている。

§5. アッシュレス石炭火力立地技術(高度脱灰CMS)体系〔図-1参照〕

(1) 山元における高度脱灰の実施

① 「高度脱灰技術」(微粒子重液サイクロン技術, カラムフローテーション技術等)による石炭の脱灰処理(第1ステージ)

灰分除去効率80~90%の「高度脱灰技術」の適用により, 灰分を粗選炭レベル(灰分10~15%)の1/5レベル(灰分2~3%)まで低下させる。

② 「超高度脱灰技術」(アルカリ浸出技術, 選択凝集技術等)による石炭の脱灰処理(第2ステージ)

灰分除去効率95~98%の「超高度脱灰技術」の適用により, 灰分を粗選炭レベル(灰分10~15%)の1/30レベル(灰分0.1~0.5%)まで低下させる。

(2) 石炭利用によるメタノールの合成と「CMS(コール・メタノール・スラリー)」の製造

① 石炭利用によるメタノールの合成

- (i) HYCOL技術等による石炭のガス化とメタノールの合成
- (ii) CBM(コール・ベッド・メタン)の採掘によるメタノールの合成
- (iii) HYCOLとCBMを組み合わせて水素経済を達成する「ハイブリッド・メタノール製造システム」によるメタノールの効率的合成

② メタノール利用による「CMS(コール・メタノール・スラリー)」の製造

脱灰精炭微粉(水分10~20%)にメタノールを加え, メタノールをベースとしたスラ

リーのCMSを製造する。

混合割合: 石炭分 70~80%
メタノール分 30~20%

③ CMSの輸送, 貯蔵

(i) 山元~積出港:

パイプラインによる輸送と流体ハンドリング

(ii) 海上輸送:

大型タンカー(20万トン級)による輸送

(iii) 受入基地又はコールセンターにおける受入貯蔵と小口需要への払出し

④ 発電所におけるCMS直接利用

(i) 「高度脱灰CMS」:

(イ) ボイラーにおける燃焼とUSC等高効率発電

(ロ) IGCC, PFBC等高効率発電への利用

(ii) 「超高度脱灰CMS」:

(イ) ボイラーにおける燃焼とUSC等高効率発電

(ロ) IGCC, PFBC等高効率発電への利用

(ハ) 内燃機関, ガスタービン等での直接燃焼

⑤ 石炭・メタノール分離後利用

(i) メタノールの利用

(イ) メタノール複合発電

(ロ) メタノールの化学工業利用

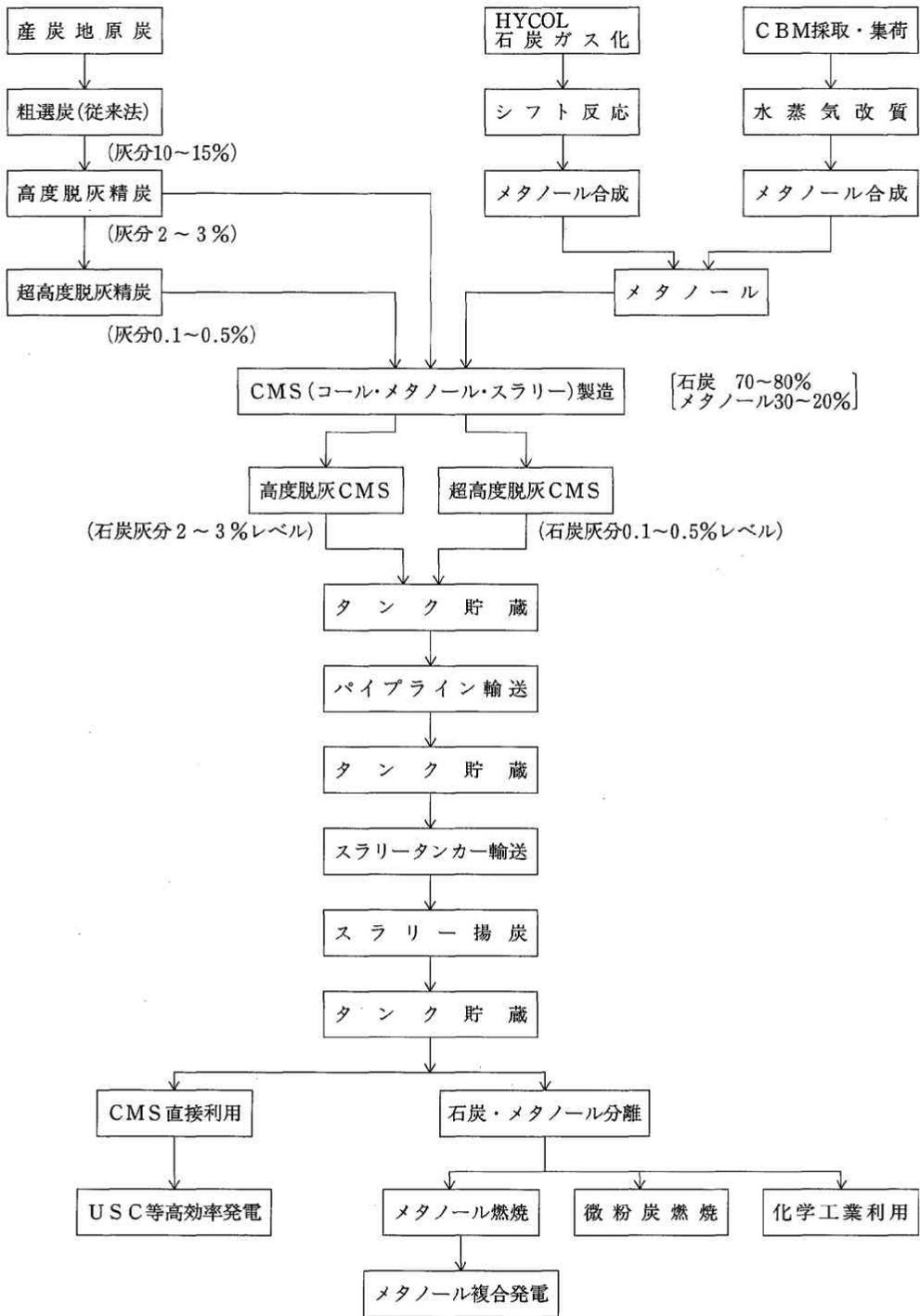
(ii) 微粉炭燃焼

§6. 「アッシュレス石炭火力立地技術(高度脱灰CMS)」の有用性

① 石炭灰処理問題の実質的解決

(i) 「高度脱灰CMS」の場合

石炭灰の量は従来の1/5となり, 石炭灰処理問題は実質的に解決される。



図一 「アッシュレス石炭火力立地技術（高度脱灰CMS）」系統説明図

(ii) 「超高度脱灰CMS」の場合
 石炭灰の量は従来の1/30となり、石炭
 灰処理問題は抜本的に解決される。

② スラリー状であり、山元から発電所まで
 の輸送、貯蔵過程全体にわたり流体ハンド
 リングが可能である。

(i) 山元～積出港：
 パイプラインによる輸送
 CMSは流動性がよく、広い温度範囲に
 わたり加温を必要としない。

(ii) 海上輸送：
 大型タンカー(10万トン～20万トン級)
 による大量輸送と流体ハンドリング。
 輸送期間中の分離が少なく、CWMより
 輸送が容易である。

(iii) 受入基地(タンクヤード)又はコール
 センターにおける受入貯蔵と流体ハンド
 リング

(iv) 発電所までのパイプライン輸送又は流
 体ハンドリングによる内航タンカーへの
 積替え

(v) ボイラー等への流体供給

③ 「高度脱灰CMS」の燃料工学的評価

(i) スラリー化剤としてメタノールを使用
 するので、CWMに比べて高カロリーで
 あり、従ってボイラー燃焼時における熱
 損失が少ない。

(ii) 高度脱灰(灰分2～3%)しているの
 で、固形炭輸送(灰分10～15%)の場合と
 比べて相対的に約10%前後発熱量の高い
 燃料体をハンドリングしていることにな
 る。これは、全体として設備の利用効率を
 約10%高めることを意味しており、経済
 性の高いエネルギーシステムである。

④ 高度脱灰に伴う脱硫効果(期待値)

粗選炭	灰分10～15%
	脱硫率 0%
高度脱灰精炭	灰分2～3%
	脱硫率20～40%
超高度脱灰精炭	灰分0.1～0.5%
	脱硫率 50%

⑤ CMSメタノールは、山元での現地製造が
 可能

CMSメタノールは、図-2に示すCase
 1～3のいずれかの方法により山元で現地
 製造することができる。

⑥ CBM利用メタノール合成の地球環境対
 策上の意義

CBMをメタノール合成に利用すること
 は、石炭の採掘等における炭層からメタン
 の放出抑制の効果を有している。

§7. 「高度脱灰CMS」のコスト低減の可能性
 と、CMSコストに関する考察

(1) 石炭灰の有効利用、処分(委託処分)コ
 ストの相殺(表-2参照)

今後、新規立地する石炭火力における石炭
 灰の有効利用もしくは処分(委託処分)のコ
 ストは次第に上昇し、少なくとも4,000円/ト
 ン灰～8,000円/トン灰程度になると予想される。
 これを灰分15%の石炭で換算すると、600円/
 トン石炭～1,200円/トン石炭となる。

この石炭灰の有効利用もしくは処分(委託
 処分)コストは、次のとおり軽減されるから、
 これを相殺して評価することができる。

・高度脱灰精炭の場合：

灰分は1/5となるからその軽減量は、
 480円/トン石炭～960円/トン石炭

・超高度脱灰精炭の場合：

に狭い面積でよい)

(4) 山元におけるメタノール合成と、大型化によるメタノール価格の低減

- (i) 大型メタノール合成プラントの採用によるメタノールコストの低減 (NEDOにおいて研究開発中)
- (ii) HYCOL等高効率ガス化炉の採用による設備費と操業費の削減
- (iii) 水素有効利用ハイブリッド・メタノール製造プロセスの採用による効率向上と、大幅コスト削減

(5) CMSはCWMに比べ高発熱量燃料であるため、輸送効率の向上、発電所設備効率の向上による発電原価の低減が可能 (CMSのエネルギー密度はCWMより約30%以上高くなる)

以上のコスト低減に係る各項目を総合的に勘案すると、「高度脱灰CMS」は、石炭灰処理問題を実質的、抜本的に解決するだけでなく、コスト面においても微粉炭燃焼やCWMに劣らない経済性を有する可能性があると思われ、技術確立実証調査を実施する十分な意義を有していると考えられる。

§ 8. むすび——立地担当者の夢、「アッシュレス石炭火力」

(1) 立地担当者の夢、そして悪夢

電力会社において、発電所の立地を担当する部局の苦勞の種はつきない。SO_x、NO_x、ばいじん対策技術の高度完成によって、漸く公害問題が石炭火力の立地の大きな阻害要因とならなくなったと安堵できるようになったの

は、ごく近年のことにすぎない。

まさか、石炭灰の処理問題が今後の石炭火力発電所の立地における重大な阻害要因となることを、誰が予測したであろうか。昔、石炭灰の海面埋立処理は、新しい国土を創造する“国産み”の業であった。出力100万kWの石炭火力発電所を運転すると、毎年30万トンの石炭灰が継続して発生する。今、灰すて場を有しない石炭火力の立地を余儀なくされた電力会社では、数年後の運転開始以降確実に発生する石炭灰の大量かつ長期的な処理計画を探して決めていかなければならない立場に立たされている。有効利用の分野は限られているし、契約先を同業他者に奪われる心配もある。これぞ悪夢といわずして、何といえようか。

(2) 究極の石炭灰対策技術

本シリーズでは、1995年1月号掲載のエネテクトリーム21 (その9) 「“国産みの技”から“国造りの技”へ、拓けるか石炭灰の新たな有効利用技術の体系」において、今後開拓に取り組むべき有効利用分野について探ったところであるが、本稿では更に効果的な石炭灰対策はないものかと、新たな視点で着想したものである。

この結果、辿り着いたのが、「そんなに灰の処理が立地上の大問題になるのなら、いっそのこと、灰を山元に置いてくればよいのではないか」という発想である。この技術体系を今回、「アッシュレス石炭火力立地技術」とネーミングして、技術体系を紹介させて頂いた。「アッシュレス石炭火力立地技術」は、「高度脱灰技術」と「CMS (コール・メタノール・スラリー) 技術」を組合せた、「高度脱灰CMS火力」技術なのである。

(3) 「高度脱灰技術」と「クリーン・コール・テクノロジー」プロジェクト

石炭鉱山で採掘した石炭には、未燃分（灰分）が多く含まれているから、粗選炭を行い、出荷の際瀝青炭で10～15%の灰分となるよう調整されている。灰分を落とす脱灰技術は、従って石炭利用技術の夢として、ずっと以前から研究開発が行われて来た。現に、NECOにおける国家プロジェクトとして、高度脱灰技術の開発調査が進められて来ている。

本稿において、実用化を期待している「高度脱灰技術」（灰分を現状の1/5レベル（灰分2～3%）まで脱灰する技術）、及び「超高度脱灰技術」（灰分を現状の1/30レベル（灰分0.1～0.5%）まで脱灰する技術）は、いずれもNEDOによりクリーン・コール・テクノロジー研究開発の一環として進められている、「次世代石炭利用技術」開発プロジェクトのスコープに含まれている脱灰技術なのであるから、由緒正しい技術であるといえる。

(4) CMS（コール・メタノール・スラリー）技術の研究開発（参考—1参照）

わが国におけるCMS製造技術については、参考1に示すとおり、三井グループ19社によって、昭和55年5月～昭和59年3月迄の間、通産省工業技術院の「石油代替エネルギー関係実用化開発費補助金」の交付を受けて研究開発が実施され、CMSは製造可能との成果が得られている。但し、当時は高度脱灰技術の適用の構想はなかったので、通常の石炭灰の含有率の石炭が対象とされたとのことである。

本稿においては、メタノール確保を山元で

の完全自給によることとし、「石炭ガス化——メタノール合成」のシステムを採用しており、COM（石油を持ち込むことが必要）、CWM（大量の水資源が必要）の場合と異なっている。

外国においてもCMSの研究開発が行われ、実際の石炭供給プロジェクトへの適用が提案されたが、採用されるには至らなかった。その理由は、メタノールの価格がCMSの経済性評価に与える影響が大きかったためと思われる。表—4において、CMSの利用形態として「石炭・メタノール分離」後の使用が提案されているのは、「メタノールを分離したのち、化学工業用に使うことにより、コスト回収を図る」との見地からである。エネルギー関係者から見れば、メタノールの高価格問題は極めて厄介なのである。メタノールの原料をすべて石炭に求めることは、当事者による価格調整が可能となるので、将来における大幅なコストダウンが可能となるという主旨である。

(5) 高度脱灰技術の好き嫌い——炭種適合性

高度脱灰技術の研究取組みの歴史は古い。なおかつ、各脱灰技術がその原理、特性に応じて処理する炭種の好き嫌いが強いから、各炭種に適合する（灰がよく取れるということ）高度脱灰技術を用意してやらなければならないことになるが、この点についてはNEDOによる次世代石炭利用技術プロジェクトにおいて明らかにされることとなっている。

(6) 「アッシュレス石炭火力」（高度脱灰CMS火力）は立地担当者の夢

以上のように見てくると、「アッシュレス」な「クリーン・コール」の供給は、技術的に

は将来十分可能になると予測される。そして、電力会社の立地担当者のもう一つの夢は、メタノールの経済性の実現である。さすれば、

高度脱灰CMS石炭火力は、石炭灰処理問題から解放された「クリーン&チープ・コール(トリプルC)火力」となる。

(参考-1)

「アッシュレス石炭火力立地技術」に関連する他の研究プロジェクト

(1) CMS 基礎技術

昭和55年に三井グループ19社が「石炭流体化研究共同体」を結成し、工業技術院の「石油代替エネルギー関係技術実用化開発費補助金」の交付を受けて研究開発を実施し、昭和59年に基礎研究を成功裡に終了している。この間、CMSの製造法の検討のほか、スラリーの輸送・貯蔵試験、分離試験、燃焼試験等を行っている。

ただし、この研究開発では脱灰後の石炭の使用は考えていなかった。

(2) 脱灰脱硫技術

NEDOの委託により、(財)石炭利用総合センターが「石炭利用次世代技術開発調査」を平成4年度より7年間の計画で実施中であり、その中の「高度石炭改質技術分野」にて石炭の脱灰・脱硫技術に関する研究開発が進められている。

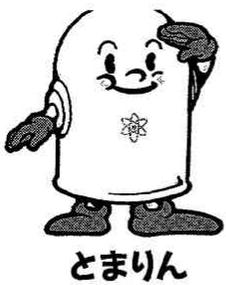
対象としている技術は、

- ・微粒子重液サイクロン
- ・微生物処理
- ・カラムフローテーション
- ・アルカリ侵出
- ・改良OA (オイルアグロメレーション)
- ・選択凝集
- ・磁気分離

(3) 石炭ガス化技術

- ・工業技術院のサンシャイン計画の一環として、NEDOから石炭利用水素製造技術研究組合に委託して、「石炭利用水素製造技術開発 (HYCOLプロジェクト)」が昭和55年度より平成6年度まで実施された。

平成3年度から3年間にわたりパイロットプラント運転研究を実施し、安定ガス化運転に成功している。



訪 問 記

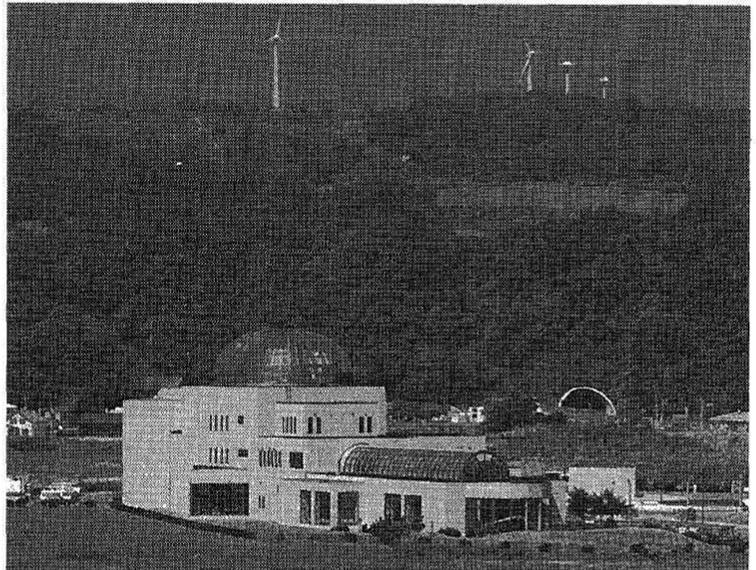
北海道電力（株）原子力PRセンター

『とまりん館』&

今回私たち（姫野・清水）2名は、北海道電力株原子力PRセンター『とまりん館』と、ほりかつぶ発電所『泊ウインドヒルズ』に伺いました。

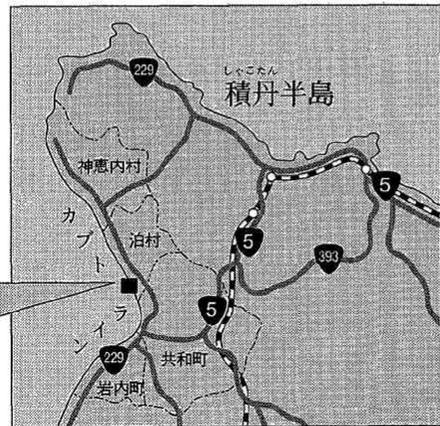
ロケーション

北海道積丹半島の南西に位置する泊村の「トマリ」とは、アイヌ語で入り江、「ホリカップ」（堀株）とは、山陰の上より流れてくる川・後戻りする川、そして積丹とは「シャック・コタン」で夏の部落という意味だそうです。かつては、ニシンの干石場所ともいわれ、春から秋にかけて魚を求めて多くの人々が集まった地でもありました。



「とまりん館」と「泊ウインドヒルズ」

ほりかつぶ発電所付近一帯を「いつもニシンの沢山とれる所」という意味のヘロカルウスといい、今にその名を残しています。



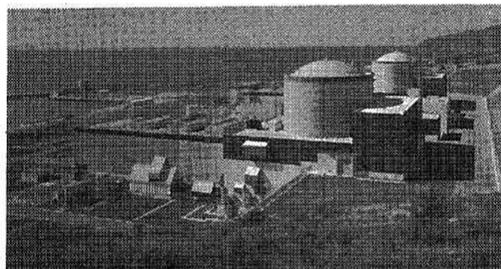
ほりかつぶ発電所

『泊ウインドヒルズ』

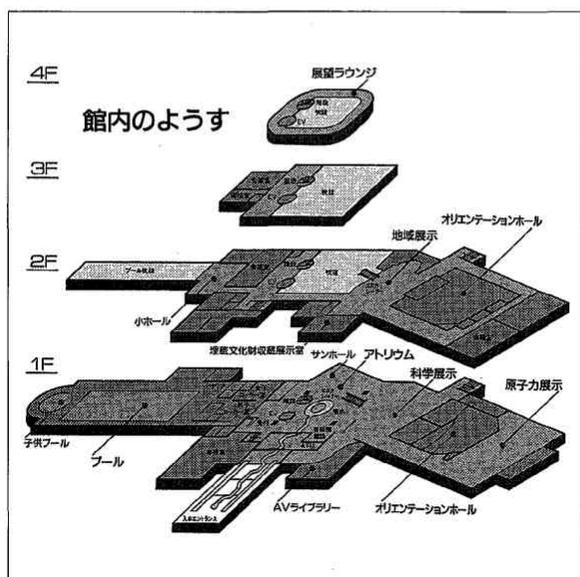
北海道電力(株)泊発電所は、1号機が平成元年6月に、2号機が平成3年4月に営業運転を開始し、現在では道内電力の3割をまかなっているそうです。年に1回原子炉を止めて点検していますが、大した異常も認められず、いまだ記憶に新しい「北海道南西沖地震」の際も無事だったとのこと。残念ながら私たちはこの優秀な発電所を見学する時間がなく、丘の上の展望台から外観をながめただけでした。「原子力発電所」というと、硬くて冷たい・近寄りがたいイメージを持っていましたが、泊発電所独自のものと言われる1・2号機の鏡対称の配置は整然としており、しかもなだらかな丘のグリーンと穏やかな海のブルーに溶け込んでいて、まったく違和感はありませんでした。

テーマパーク『とまりん館』

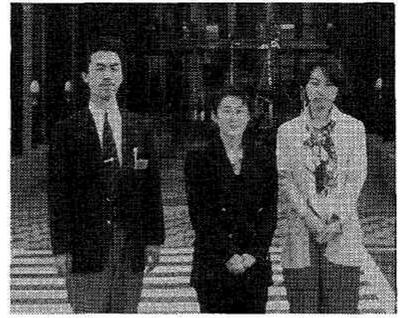
『とまりん館』は、同社泊原子力事務所の原子力PRセンターとして、平成3年6月にオープンしました。ふつう原子力発電所のPR施設は、まず地域の皆さんに親しみを持ってもらおうという目的から、発電所建設に先立って設置されるものだそうです。もちろん、とまりん館もそのような重要な役割を果たしていますが、「原子力のPR」にとどまることなく、ご当地西積丹の自然や歴史の紹介の場、そして地域の皆さんの憩いの場としても親しまれています。「北海道では一応テーマパークのような扱いを受けています」とおっしゃったのは、今回私たちの案内役をして下さった吉田稔さんです。特に宣伝しているわけではないそうですが、道内だけでなく全国から「ワチコミ」で、年間13万人もの来館者を迎えているとのこと



泊発電所



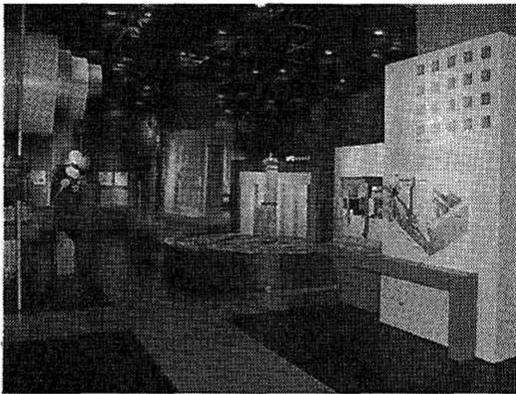
す。4月30日には来館者が50万人に達し、記念イベントが行われました。「やはりピークはゴールデンウィークなんですねえ」と感心しましたが、土地柄お盆のほうが多いそうで、「1日3000人くらいになりますね」(吉田さん)とのことでした。



案内役の吉田さん(左)

見どころ

とまりん館には『原子力展示』の他に『科学展示』『地域展示』のコーナーがあります。



原子力展示

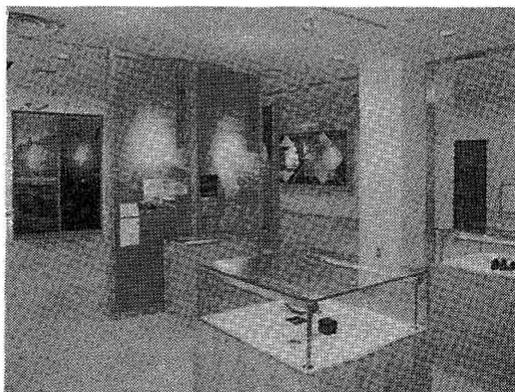
『原子力展示』では、実物大の部分模型が用いられていて、難しい原子力発電のしくみを目で楽しみ、触れて楽しみながら理解することができます。

一方『科学展示』はおもに小学生を対象としているので、ゲームや実験によって科学の不思議を確かめようという楽しいコーナーになっています。



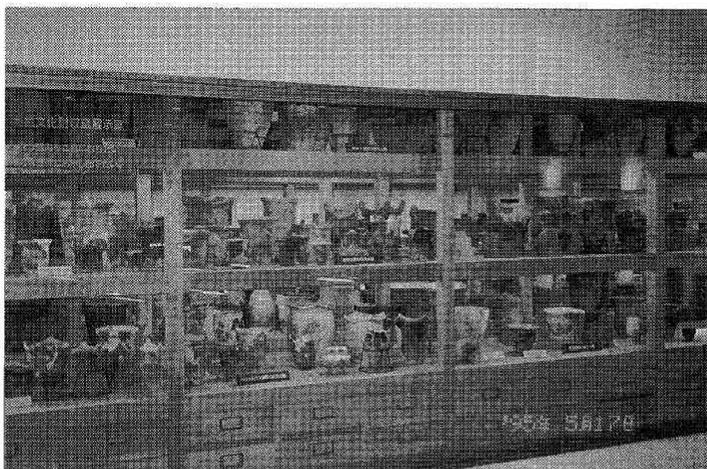
科学展示

地域展示



『地域展示』では、西積丹の風土と歴史が紹介されています。偶然にも泊は、幕末の開国政策の一環として北海道最初の石炭採掘が行われ、その後、道内最初の水力発電所、そして道内唯一の原子力発電所が建設されました。まさに北海道のエネルギーの歴史とともにある土地と言えるでしょう。

また、発電所建設に伴って出土した縄文式土器がずらりと並べられてあり、とても迫力があります。私たちはガラス張りの展示室の中に入ってじかに「文化財」を見せていただき、取材そっちのけで感激してしまいました。



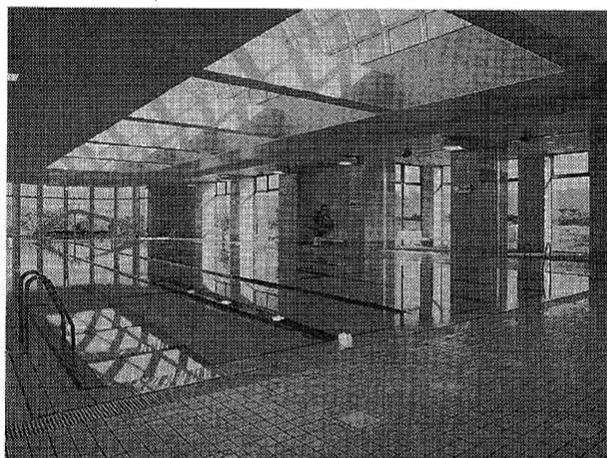
埋蔵文化財収蔵展示室

地域の皆さんとの触れ合い

1Fには、なんと無料で開放された室内プールがあります。私たちが見学している時も数人がゆったりと泳いでいました。こちらではインストラクターによる水泳教室や水中エアロビクス教室が開かれていて、大盛況とのことです。お昼休みには、職員の皆さんも泳いでいるようで、本当に羨ましいかぎりです。ちなみに温水は空気熱源ヒートポンプの熱でまかっています。

また、180人を収容できる2F『オリエンテーションホール』では、春と秋のコンサートや映画鑑賞会が催されています。

この他にも、カルチャースクールのように写真教室やフラワーアレンジメント教室などが開かれています。このようなところに、地域の皆さんとともにあろうとする姿勢が反映されているんですね。

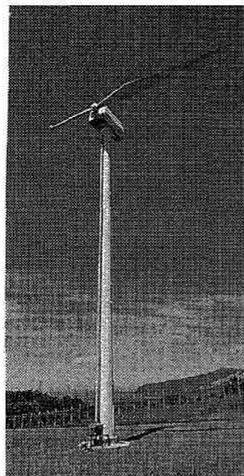


室内プール



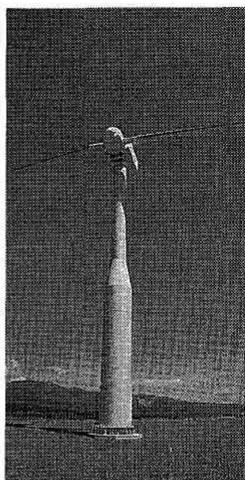
オリエンテーションホール

ほりかつぶ発電所『泊ウインドヒルズ』



1号風車発電機

- 出力/250kW
- 運転できる風速/4.5~20.0m/s
- タワーの高さ/33m
- ブレードの直径/33m



2号風車発電機

- 出力/300kW
- 運転できる風速/5.0~25.0m/s
- タワーの高さ/30m
- ブレードの直径/30m



3・4号風車発電機

- 出力/275kW(1基あたり)
- 運転できる風速/5.0~24.0m/s
- タワーの高さ/30m
- ブレードの直径/28m

泊発電所を眼下にして日本海を見渡す小高い丘の上に、プロペラ型の風力発電設備が4基設置されています。3枚羽根2基と2枚羽根1基は国内メーカー製、1枚羽根1基はイタリア製です。発電所は無人で、風車につけられた

自動センサーで発電を行い、遠く離れた札幌から遠隔監視制御を行っているそうです。訪れた時はそよ風程度、それでもゆつくりと動き始めたのを見らないうちに歓声を上げてしまいました。4基の総出力は、一般家庭の約370軒分に相当する1,100kWで、電気はとまりん館に供給されているとのことでした。

風力発電設備は常にある程

研究内容

- 風速の変化に伴う出力・電圧の変動が配電線と連系した時に及ぼす影響など問題点の把握
- 積雪寒冷地における着雪・着氷の影響
- 各風車ごとの耐久性・信頼性の評価

埋もれているアイヌ文化の発掘

泊発電所では、道路の拡張工事に伴い、今も新たな発掘が行われていて、今回特別に発掘現場を案内していただきました。発電所の建設地から遺跡が発見されるというのはほとんど例がないそうです。発掘が行われていた遺構は江戸時代のものということでしたが、北海道では、私たちが学校の教科書で教わる日本の歴史と異なっていて、縄文時代以降、統縄文時代（弥生時代相当）へと引続き土器を使用する文化が続き、それからアイヌの人々の時代へと移っていくそうです。アイヌの女性の首飾りと思われる十数個の青いガラス玉が地表に現れていたのですが、現在に生きている私たちの目にもとても美しいものでした。発掘現場からは、この海越しにまだ雪を頂いた羊蹄山を望むことができ、しばしの間、遠い昔のアイヌの人々の暮らしに思いを馳せました。



学芸員の吉田玄一さん

度の風を必要しますが、風が強すぎても(24m/s以上)保安上動かさせないとか。

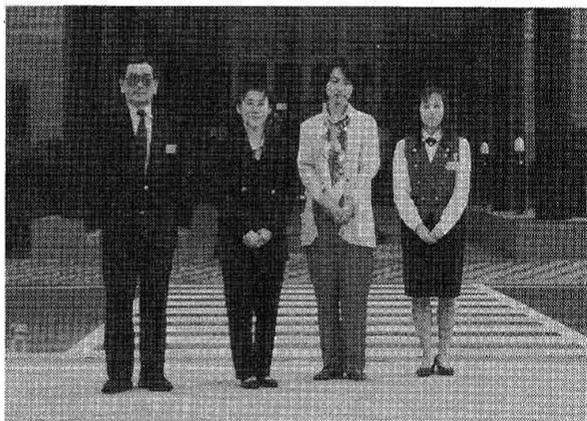
1カ所に1枚羽根・2枚羽根・3枚羽根といった数種類の大型風車が設置されたのは日本では初めてとのことで、また積雪寒冷地でもあるという特殊な気象条件の地でもあることから、未来をめざした本格的な風力発電の実用化に向けて、種々の実証試験が積重ねられています。

白く大きな風車と日本海の光景は実に美しく、昨年ほりかつぶ発電所内の敷地を開放して地元の写真愛好家を集めた写真撮影会を行い、その作品をとまりん館に展示したところ大変好評で、今年は札幌からバス2台で写真愛好家の人達が訪れ、札幌の北海道電力㈱本店に作品を展示する予定だそうです。「なぜだか理由はわからないのですが、夕日が海に沈む時、ピンク色

になるんですよ。それがたまらなくきれいなんです」と語ってくださった吉田穂さんの幸せそうな表情が印象的でした。「冬は厳しいですが、本当によい所です」とお会いした方々皆さんが言っておられました。

その他、地元の岩内町は、夏目漱石が徴兵を逃れるために本籍を移した地(北海道は明治29年まで徴兵令が施行されなかった)であるとか、有島武郎の『生れ出づる悩み』の主人公のモデルとなった画家木田金次郎を生み出した地で、昨年11月にオープンした木田金次郎美術館まで案内していただいたり、エネルギーにとどまらない貴重なお話を伺ってきました。

最後になりましたが、お忙しい中、早く取材に応じて下さった斉藤所長、渡辺主査、最後までお付き合いくださった吉田穂さん、学芸員の吉田玄一さん他皆様に厚くお礼申し上げます。



斉藤所長、コンパニオンの吉田さんと一緒に

***** Information *****

⚡ 北海道電力

原子力PRセンター「とまりん館」
〒045-02 古宇郡泊村大字堀株村字古川45番1
☎ (0135) 75-3001

●休館日/毎週月曜日・年末年始

●開館時間/展示棟 9:00~17:00
プール 10:00~21:00

車利用の場合

- 札幌~小樽~とまりん館.....約110km<約2時間15分>
- 札幌~中山峠~とまりん館.....約130km<約2時間40分>
- 千歳空港~支笏湖~喜茂別~とまりん館...約130km<約2時間40分>
- 函館~長万部~とまりん館.....約230km<約4時間30分>

路線バス利用の場合

- 札幌~岩内バスターミナル.....<約2時間30分>
- 岩内バスターミナル~とまりん館.....<約15分>

研究所のうごき

(平成7年4月1日～6月30日)

◇ 第42回理事会

日時：6月16日(金) 12:00～13:15

場所：経団連会館(9階) 906号室

議題：

- 第一号議案 平成6年度事業報告書および決算報告書(案)について
- 第二号議案 寄付行為の一部変更について

◇ 月例研究会

第124回月例研究会

日時：4月28日(金) 14:00～16:00

場所：航空会館6階 中ホール

議題：

- WE-NETプロジェクトとは何か
—電力のエネルギー担体輸送技術の実現に向けて—
(WE-NETセンター プロジェクトマネージャー 副主席研究員 福田健三)
- WE-NETプロジェクトの現況
—水素エネルギー技術開発の多面的展開—
(勸エンジニアリング振興協会 技術部 WE-NET推進室 研究理事 岡野一清氏)

第125回月例研究会

日時：5月26日(金) 14:00～16:00

場所：霞山会館 まつ・たけ
(霞山ビル9階)

議題：

- 住宅用太陽光発電システムモニタ事業について
(勸新エネルギー財団 導入促進本部太陽光発電部長 岡本靖夫氏)
- 我が国におけるコージェネレーションの現状と課題
(日本コージェネレーション研究会 事務局 局長 峠 達男氏)

第126回月例研究会

日時：6月30日(金) 14:00～16:00

場所：航空会館6階 中ホール

議題：

- 自動車とクリーンエネルギーについて
(社)日本自動車工業会 技術部長 中田榮一氏)
- 燃料電池の研究開発動向について
(新エネルギー・産業技術総合開発機構 燃料・貯蔵技術開発室(兼)燃料電池プロジェクトチームリーダー 室長代理 中岡 章氏)

◇ 主なできごと

- 4月7日(金)・第1回原子炉総合数値解析システム実用化検討委員会
- 5月31日(水)・第1回メタノール利用発電技術総合評価調査委員会
- 6月1日(木)・第1回国際的視点に立った将来型軽水炉の設計のあり方に関する調査委員会
- 7日(水)・第1回低質燃料利用高効率発電技術調査委員会
- 16日(金)・第1回メタノール利用発電技術総合評価調査作業会
- ・WE-NET安全委員会
- 22日(木)・第1回石油活用型スーパーごみ発電システムの普及促進に係わるモデル調査委員会
- 27日(火)・第2回原子炉総合数値解析システム実用化検討委員会

◇ 人事異動

○4月1日付
(採用)

- 仁科恒彦 プロジェクト試験研究部 副主席研究員
- 高真新一 新水素エネルギー実証ラボラトリー 主任研究員
- 宮下 茂 新水素エネルギー実証ラボラトリー 研究員
- 村野 徹 プロジェクト試験研究部 専門役(平成8年3月31日迄)
- 和達嘉樹 プロジェクト試験研究部 専門

役 (平成8年3月31日迄)

大木昌美 非常勤嘱託 (平成8年3月31日迄)

(昇任)

田村 至 プロジェクト試験研究部兼W
E-NETセンター 主任研究員

坪井 仁 経理部主任

○5月31日付

(退任)

長谷川規史 (新水素エネルギー実証ラボラ
トリー 研究員, 出向解除)

○6月1日付

(採用)

久保田章彦 新水素エネルギー実証ラボラ

トリー 主任研究員

○6月30日付

(採用)

川野忠昭 プロジェクト試験研究部 主管
研究員

(退任)

中山雄幸 (プロジェクト試験研究部 主管
研究員, 出向解除)

松本一彦 (プロジェクト試験研究部 主任
研究員, 出向解除)

山本信幸 (プロジェクト試験研究部兼W
E-NETセンター 主任研究
員, 出向解除)

編集後記

本年4月15日付けで東京工業大学原子炉工学研究所長藤家洋一教授は原子力委員に就任された。

今回の当所山本理事長との対談は、その原子力委員にご就任早々の藤家教授にご登場頂き、「最近の原子力情勢について思う」というテーマで語っていただいた。

原子力界の権威であられる両氏の原子力発展への想いが随所にあふれた格調高い話が交わされ、原子力関係者のみならずエネルギーと環境に関心を持たれる一般の方々にとっても、興味ある話題を提供されたものとする。

巻頭言は、ここ暫く当研究所の理事の方々の中からお願いしているが、今回は先の阪神大震災を身近に経験された鈴木胖大阪大学教授に「大震災とエネルギーシステム」というテーマで寄稿いただいた。

関連施策紹介は、昨今の規制緩和に対応して改正が行なわれた電力、石油等のエネルギー関連諸法につき、その骨子をそれぞれの所轄官庁の関係者に紹介いただいた。

内外情勢紹介としては異色の記事ではあるが、スイスにおける低・中レベル放射性廃棄

物処分施設のサイト決定経緯をスイスのエンジニアリング会社のコレンコ社ツナボイル博士から寄稿いただいた。

これは、本年2月頃から我が国への放射性廃棄物返還に期を合わせて開催した当所月例研究会で同氏が講演された内容を、その後の状況変化も加味した最新情報として纏められたものである。

エネテクトリーム21(その11)は、余儀なくされる灰捨て場なき石炭火力増大に備え、将来は「アッシュレス石炭火力立地技術の実証」の必要から、高度脱灰CMS(コール・メタノール・スラリー)の実用化体系が提案されている。同ドリーム(その9)に引き続き石炭灰問題解決への一つの提言として読んでいただければ幸いである。

昨今、景気停滞への緊急提言として「新産業」、「情報」、「環境」に的を絞った減税と規制緩和の必要を訴える意見が新聞紙上等で紹介されているが、益々、エネルギーと環境の調和ある発展およびその適確な情報把握・伝達の重要性を痛感するこの頃である。

小川紀一郎 記

季報エネルギー総合工学 第18巻第2号

平成7年7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 東京都港区西新橋1-14-2

新橋SYビル(6F)

電話 (03) 3508-8891

無断転載を禁じます。(印刷) 和光堂印刷株式会社