

ギー利用の効率を

一九五二年 一九七五年 二〇〇〇年
 二二% 三〇% 四〇%
 と上昇するものとした場合の
 エネルギの必要量をまかな
 うには、エネルギ供給量は
 石炭換算で

一九五二年 一九七五年 二〇〇〇年
 三・五 七・六 二〇・〇
 (単位十億)

となり、必要量の増大の割合
 より上昇カーブの緩くなる
 ことを指摘している。

原子力をどう使うか

さて、原子エネルギの役
 割りを評価してみよう。今回
 国連で報告されたものと、バ
 トナム報告によると、ウラニ
 ウム、トリウムの埋蔵量は、
 大体ウラニウム二千五百万ト
 トリウム百万トというのが、
 一致した見解である。

これを現在の原子炉程度の
 効果で燃やし、二〇%程度の
 熱効率で発電に回すものとす
 れば、大体百×一兆陸時にな
 る。これでは、前述の世界の
 エネルギ必要量の十年程度
 をまかなうことが出来るだけ

である。

そこで原子燃料を世界のエ
 ネルギ問題解決の妙策とし
 て利用するためには燃焼効率
 の上昇、ひいては増殖の実現
 が不可欠である。増殖が可能
 であるためには、高速中性子
 で反応する発電用原子炉の開
 発が進まなければならない
 が、この型の原子炉では、国
 連会議でソ連の学者が発表し
 たように、かなり高濃縮の原
 子燃料を必要とする。

3 公開されたソ連原子力発電

— 54キロ発電の意味するもの —

八月八日からジュネーヴの
 バレ・デ・ナシオンで七十二
 国参加のもとに花々しく開か
 れている国連主催の原子力平
 和利用国際会議で、米英ソは
 それぞれ原子力発電技術の水
 準を諸国の代表の前に誇示し
 て将来の市場を確保したいも
 ののしをけずっている。

この競争は、同時に開催中の
 原子力展示会でも併行して行
 われている。

世界でともかく原子力によ
 る電気がともったその最初は
 一九五一年十二月二日、アメ
 リカ・アイダホ州国立原子炉
 試験場で実験用増殖炉EBR
 をつけた発電である。しか

高濃縮の原子燃料は、アメ

リカをはじめとして原子兵器
 の拡充に狂奔する大国が、増
 産につとめてゐるところであ
 って、ソ連における推定によ
 れば、アメリカが毎年生産し
 ている高濃縮ウラニウムの量
 は約五百トであり、これをも
 し全部増殖炉を使って平和利
 用に転用することが出来れば、
 それだけで世界のエネル
 ギー需要の数分分をまかなえ
 るのである。

このようにみてくると、エ
 ネルギ問題において真に本
 質的な点は、単に機械的に需
 給数値をつき合わせて、将来
 を悲観することではなくて、
 エネルギ需要を支配する真
 の経済的要因を見出して将来
 の計画をたて、利用効率の上
 昇を検討し、また生産される
 エネルギが真に平和目的の
 ために使うことを考えること
 にあるといわねばなるまい。

【大河 久】

し、それはわずか百七十陸、
 すなわち一ギの電熱器を百個
 つけられるだけのごく小規模
 なもので、その熱効率—原子
 炉内で発生する熱出力と電気
 出力との比—も十二割という
 低さであった。次いで同じく
 アメリカでやはり発電用に設
 計されたものではない実験用、

均質炉で電気がともったのは
 一九五三年であったが、これ
 も百五十路の電気がともった
 というだけのものではあった。
 このように、すでに原子力で
 電気がともったという例は二
 つもあったのに、昨年六月二
 十七日ソヴィエトで原子力発
 電が成功したと発表されたとき、
 アメリカはじめ西欧諸国
 は愕然として色を失ったので
 ある。それはなぜであらうか。
 その理由はほかでもない。
 このソヴィエトのものがこそ、
 世界最初の「原子力発電所」
 と呼ぶにふさわしい、五千路
 ・熱効率一七%、しかもその
 電力は近接の農工業地域へ
 供給されているというもので
 あったからである。これは、
 はじめから発電用として
 設計され、「原子力発電所」
 として稼働しているものであ
 る。「ソヴィエトは社会主義
 国家であり、資本主義の場合
 とはちがひ採算を度外視して
 やったのだらう」というのが、
 当時のアメリカ側の線り

この国連の会議での発表で

型であり、その名を「中濃中

なったが、その中濃中濃

Gは、原子力委員会と関係

は、この値より安からうはず

エネルギー必要量の十年程度をまかなうことが出来るだけ

アメリカでやはり発電用に設計されたものではない実験用

やったのだから」というのが、当時のアメリカ側の練り

（後述）

しかも驚くべきことに「採算を度外視」するのは、ほかならぬ資本主義国家であるアメリカの仕事になってきているのである。

金持の道楽

アメリカでは七月十八日ウエスト・ミルトンで建設中であった潜水艦用原子炉の原型で発電をはじめ、約一万瓩の電力を、近接地域に供給しは

一九五〇年の初めごろアメリカでも本気で原子力発電に乗り出そうという動きがあった。その当時、ゼネラル・エレクトリック社では発電用原子炉としてかなり有望なものとして、一つの新しいアイデアを提出していた。それは「中速中性子型発電増殖炉（Intermediate Power Breeder Reactor, 略称はIPBR）」というのであった。

しかし当時はアメリカ原子力工業の二大独占であるウエスチングとGEは軍事利用の進歩でけんをきそっていた。そしてGEの相手であるウエスチングハウスは、原子力潜水艦の分野でドンキホーテの役を果たしたリッコーパー中將にはっぱをかけられて、熱中性子型の潜水艦用原子炉（すなわちノーチラス号用の原子炉）に着手した。これを見て、

GEは、原子力委員会と相談して、せっかく新しいアイデアとして期待されていた発電増殖炉を潜水艦用原子炉の原型に急転転用してしまったのである。（実際に潜水艦シーウルフに搭載される原子炉は、この原型にもとづいて現在建設中の中速中性子型潜水艦用原子炉B号（SIR Mark B）である。舞台はまわって、この発電用から潜水艦用に転用された原子炉が、また再び発電用につかわれるようになるとは、運命の皮肉であり、まさにアメリカの原子力発電政策のでたらめさを如実に表わしたところである。

ところでこの原子炉による発電コストはどんなものだろうか、そもそも潜水艦の動力機関は、現代の艦船中でも最もぜいたくなものである。従来の高速潜水艦の動力のコストは、普通一発時当り一ギと

このシーウに使われた原子炉はアメリカ第二号の潜水艦

なつたが、おそい中性子で反応する熱中性子炉では、燃料の増殖がむづかしい。その点ではやい中性子で反応する高速中性子炉がよいのだが、この型の原子炉はいわば原爆一歩手前の大きさの危険なもので、大きさも小さいもので、操作にいろいろと難点が伴う。そこでおそい中性子とはやい中性子の中間の速さの中性子、つまり中速中性子で反応する原子炉ならば熱中性子型原子炉と高速中性子型原子炉との長短相補うものになるだろう、ということから考案されたものが、右の中速中性子型原子炉である。

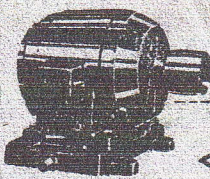
ところがこの原子炉による発電コストはどんなものだろうか、そもそも潜水艦の動力機関は、現代の艦船中でも最もぜいたくなものである。従来の高速潜水艦の動力のコストは、普通一発時当り一ギと

や、高度濃縮ウランをつかっ

たこの初期の原子力潜水艦では、この値より安からうはずはない。従って今度のウエスト・ミルトンで潜水艦用原子炉によって発生させられる電力は、おそらく一発時当り数ドルというばかり高いものである。つまり、普通の火力発電のコストの千倍！というむちゃなものである。これが原子力発電であるなどというのは、とんでもない話である。現在のコストの千倍でよいというのなら、わざわざ原子炉

技術は更に向上!

ダイナミック
明電モートル



明電舎
東京・大阪・名古屋
金沢・福岡・札幌

などを使わなくても泥からでも発電できるであろう。

着実な五千キロワット

そこでソヴィエトの五千ワットの原子力発電所が、いかに経済性の上に立脚したもので将来への礎石としての意義が大きいかということ述べる必要である。まず、そのまゝに、この原子力発電所の構造について概観しておこう。その中には、その建設にまつわる苦心談もでくくる。

一九五三年六月から九一年がかりで建設されたこの原子力発電所の原子炉は、五%濃縮ウラン石墨型加圧水冷却のものである。原子炉の熱出力は三万瓩であるから、熱効率は一五%割る三万、つまり十七パーセントである。この原子炉はコンクリート台の上に密閉された鋼鉄殻にヘリウムをつめたものの中におかれている。そして原子炉の中性子束の平均は毎平方センチ五×十の十三乗個である。この中性

子束は、発電用原子炉としてはかなり高いものである。

ここでちょっと物理的な話をさしはさむと、中性子束というのは原子炉の中に直径一センチの球をもちこんだときに、毎秒この球にぶつかる中性子の数で表わしている。つまりこの場合毎秒五兆個の中性子がぶつかるのである。そして原子炉中で中性子がたくさんおさまらわっているということは、とりもなおさず原子炉で（中性子が発生する）連鎖反応が活発におきているということである。

このような高い中性子束に耐える材料を研究することは並大抵の仕事ではない。中性子がぶつかる材料の中の原子をはねとばして結晶構造をかえたり、材料の原子が中性子を吸収する場合はその原子は通常別の原子にかわるので、もとの原子と体積がちがうことからひびわれの原因になったりする。そのために材料が原子炉中でどれくらいの時間耐えられるかということをしらべるための原子炉、つ

まり材料試験用原子炉では、とくに中性子束が高くなるように設計されている。現在公表されているもので最も中性子束が高いのは、アメリカの材料試験用原子炉MTRであって、上の値でいって十の十四乗である。

原子力発電所では一般にむしろ中性子束は低くしておく方が、材料が長もちするのである。それなのに、ソヴィエトのものではとくに中性子束が高くなっている理由は、どこにあるのであろうか。今回発表された発電所は産業用電力を供給するためのものであるとはいっても、やはり将来のもっと本格的な発電所のための運転経験をつみ、発電用原子炉の材料強度などのデータをとることに大きな目的がある。そのためには中性子束の高くしていることは有利なのである。中性子束が十倍であれば、十年かかる材料試験を一年でやってのけることができるからである。

経済語の解説

レイジ・スーザン

占領時代の台風は女の名だった。カスリーンとかジェーンのおてんばぶりには、日本人もほとほと悩んだものである。同じ名をつけるにしても日本人の場合にはあまり面白いものはない。戦時中の工場は「神武一八八四」だったし、飛行機は「キの六一」だった。

ン君」を日本に持ち込んだとかで国会で「もめした。原子弾頭も発射できる大砲だから質問が集中したのである。とんだ正直者というわけ。「なまけもの」のストザン娘」というのは、ジュネーヴの巨頭会議にアメリカが持ち込んだ機械（レイジ・スーザン）で、過去の一切の条約類をたちどころに分類するもの。一種の統計機械だ。「バード」というのは、一九五七年から五八年の間にアメリカが打ち上げようとしている人工衛星の名。（V）

このような多目的性は、この原子力発電所の特性である。ジュネーヴの発表で注目をあびたように、この原子炉には発電と同時に原子核物理学の基礎的実験を行えるような実験孔がもうけられているのも、その一例である。藤岡博士の報告に勤務人員が百二十八名と記されていたが、この人員の中には、このような実験研究に従事する人も入っているものと思われる。

安全性を追及

原子力発電所の最大の資格は、安全性の問題である。このために安全性について種々

要するに、この発電所では、将来の真に経済性のある原子力発電所のための設計データをとることを、現在のこの発電所自体の経済性との合理的なバランスの上で建設された、堅実なものであるとみられる。

る。そして原子炉の中性子束の平均は毎平方センチ五×十の十三乗個である。この中性

的の詳細に報告されている。

ここでは、ソヴィエトが安全性を主に考えてつくったために、経済性をかなり犠牲にしている点について述べておこ

う。

よく知られているように、水はよい冷却材であると同時によい減速材であり、また重水とかがい、かなり中性子を吸収するという性質をもっている。だから原子炉内で水が増減すると、炉内の中性子の状態に変化をきたし、ひいては連鎖反応は敏感な影響をうける。そこで本来の減速材である石墨と燃料、それに、この場合、冷却材の働きをしている水との三者の間に適当なつり合いを見出して、水が増減しても連鎖反応に最も影響が少ないようにしておくことが研究された。そうしておけば水管が損傷して石墨煉瓦の方に水がもれても、また逆に循環ポンプが故障して水がとま

料が原子炉中でどれくらいの間耐えられるかということをしらべるための原子炉、つ

ても、原子炉が壊れないからである。

この研究によってソヴィエト最初の原子力発電所では、安全性はかなり確保されたがその結果、原子炉内で生成されるプルトニウムが減ってしま

った。原子炉内で燃料中のウラン二三五が分裂すると二三個の中性子が飛びだし、そのうちの一個は連鎖反応の持続につかわれ、残りは材料に無駄食いされるほか、ウランのもえない同位元素のウラン二三八に吸収されてプルトニウムができる。このプルトニウムはウラン二三五をなると同様に、やはり分裂性の物質であるから使用済みの燃料棒から回収して燃料として利用することができる。そして燃料とするウラン二三五が一個もえる毎に生成されるプルトニウムの数をもって「再生率」とよんでいる。再生率が高いほど燃料経済からみて有利である。ソヴィエト最初の原子力発電所では、前記のように安全性に主眼をおいて水の量がき

倍であれば、十年かかる材料試験を一年でやってのけることができるからである。

められたために、再生率は〇・三二という低い値になってしま

った。アメリカの発電用原子炉の設計では燃料の再生率が〇・五一〇・八であるとい

われている点からみても、これはかなり小さい値である。しかし、その代りソヴィエトのものは現在建設中のアメリカ最初の原子力発電所PWRなどと比較にならぬ安全性をもつことになった。そしてこれだけ犠牲をはらって安全を確保しておき、それによって必要な敷地面積をきりつめて、将来の原子力発電所全体としての経済性の獲得をめざしていることは興味深いことである。

これに関連しておもいおこされるのは、イギリスの行き方である。イギリスは、コルターホールの原子力発電所をはじめとして、安全性をまずためにガス冷却（この場合圧力をかけた炭酸ガス）を用いている。ガスは液体よりも循環に要する動力が大きい。したがって原子力発電所自体が必要とする動力が大き

の人員の中には、このような実験研究に従事する人も入っているものと思われる。

くなっている。そのために発電原価が高くなる結果をまねいて

いる。原子力発電所を設計する場合の要諦の一つは、その安全性を確保するために何を犠牲にするかということにある。

上述のことからわかるように、ソヴィエトとイギリスの場合にはそれぞれ再生率の低下と自家動力の増大とを犠牲にして、安全性をあがなったという感が深い。これに対してアメリカの場合は、単なる技術的・経済的な効率だけを追及しているという感じがする。人道的な考え方の相異もあるが、アメリカでは火力発電のコストが低いので、これと競争するためには、原子力発電コストの急激な低下が必要である、という理由もあるのであらう。コストの低下をのみ迫及することは、危険なことである。

火力との比較

ジュネーブ会議でプロヒン

原子力発電所の最大の資格は、安全性の問題である。このために安全性について種々

五千瓩の発電所の発電コストは「一九五三年のソヴィエト

発電所省所属の火力発電所のコスト一陸時十カベーク（九円、実勢レートによれば約三円）よりは高いが、千ないし五千瓩くらいの小型火力発電

所のコストと比べれば同じくらいである」と述べて注目を浴びた。このコスト高の原因としてあげられているのは、（一）発電所の規模が小さいこと、（二）燃料体加工費が高かついたこと、（三）小規模のため燃料の消費率が高いこと、（四）運転の信頼性を高めるための種々の特性、の四つである。

（一）についていえば、一般に一陸当りの発電用原子炉の建設費は規模が大きくなるほど安くなることは前から指摘されていることである。ソヴィエトの報告では四十万瓩の原子炉をもつ十万瓩の原子力発電所（つまり熱効率でいえば二五％）の設計をもとにして火力発電との経済的比較を

行っている。

燃料体の成分については発表の中には見あたらないが、発表当日オランダのベント博士が「ウランとモリブデンとの合金ではないか」という質問を發して、発表者プロヒンツェ博士との間に微妙な応答があったところから判断しても、燃料体には或る種のウラン合金をつかっていることはたしかなようだ。燃料加工費がかさむのは、この合金をつくる費用にも原因があるであろうが、その濃縮度が五

%という発電用としては比較的高いことに大きな理由がある。

原子炉の大きさが大きくないと、それに装入するウランの濃縮度は低いものでもよく

なる。ソヴィエトが考えている前記の十万路のものでは、二・五%の濃縮燃料でよいことになる。そして、あの費用

のかさばるウラン濃縮工場のやり方から判断すると、濃縮

度が半分になれば濃縮ウランの値段は半以下になると考

えられる。だから、その結果

十万路の原子力発電所では一臨時あたりの燃料費は低質炭をつかう火力発電所の燃料費と同程度になる、と予想しているわけである。

原子力発電所と火力発電所とのコスト比較において、い

つも強調されてきたのは、燃料費が原子力発電所では安く

なるということであった。従

来建設費の方についての比較

は単なる予想に立ったあやふやなものが多かったが、ソ

ヴィエトの今度の論文にみられる原子力と火力との建設費

日ソ出版懇話会とい

うのがある。委員長

は除村吉太郎早大講

師。

このごろ「経済学

教科書」をはじめ、

エレンブルグの「雪

「夜の森」など、ソ

エト作家同様に出席し

た岩上順一氏、中村融

明大教授、山村房次早

大講師など、文学関係

多いため、珍訳の集例

起しよう」と説くあた

り、元老のカンロク十

分。

除村講師の元老振り

善、出版の促進をネラ

って、翻訳者、ソヴィ

エト研究家、編集者を

集めた会合をこのほど

開いた。昨年のソヴィ

直後のソ連ブームにの

最後は除村氏がおも

むろに、「これも、ロ

シア語の教育機関が昨

天の星のようにすくな

いのが原因だ。まず各

大学にロシア語科をお

くように努力しよう。

またNHKあたりで講

座をもつよう世論を喚

起しよう」と説くあた

り、元老のカンロク十

分。

【別表】 十萬キロワットの火力発電所と原子力発電所の建設費比較資料

単位	火力発電所(石炭)	原子力発電所
トン	2700	700
トン	1250	900
トン	300	200
トン	1500	500(石墨)
m ³	4000	9000
m ³	75,000	50,000
ヘクタール	15	5
kw	8000	5000

比較は、かなり具体的なものとして注目される。

すなわち具体的な設計にもとづいて、同じ十万路の原子力と火力との建設材料所要量の必要が別表のように示されている。

この表でみるように、原子力発電所の方が多量に必要とするのはコンクリートだけで、表にかかげられたもののほか原子力は貯炭設備等が全く不要になるという長所がある。

さらにソヴィエトの文献では、将来の発電用原子炉の利害得失について種々検討が加

将来の発電用原子炉

は原子力発電所ではわずか五

ヘクタール(約一万三千坪)

でよいといっている点であ

る。ソヴィエトで計画中のこ

の十万路の原子力発電所は五

千坪と同じく濃縮ウラン石墨

冷却型原子炉を使うものであ

って、その安全性は五千路の

ところで述べたように非常に

厳密に追及されているから、

原子炉の爆発ということなど

は全く考えられないものとし

て定められた敷地面積のよう

である。しかし、この面積が

いわゆる「立退面積」と同じ

ものであるかどうかははっきり

していないし、十万坪の場

合の原子炉の爆発に対する安

全性についての説明がなお不

足のようにみられるので、と

くに土地のせまい日本などで

は、この点についてもっとく

わしく知りたいものである。

と出版されるのに気を配る人が多かったが、戦後、秘訣のり、元老のシロク十よくして、職員の改、後に育った若い研究者、伝授に老人達は大方分。

現在とっている「スーパース」つまり濃縮ウラン石墨型——について、水冷却（すなわち上述のもの）、ガス冷却、液体金属冷却について述べ、液体金属（ナトリウム冷却）の場合、熱効率を高めることができ、将来性の大きいものではあるが、安全性に問題があることを指摘している。またこのナトリウム冷却の場合、一パーセント以上の濃縮ウランでよいとのべており、燃料のカバーにジルコニウムがごく薄いステイルを用いれば天然ウランでもよいといっているのは注目していいことである。

そして、次ぎに加圧水型（加圧軽水で減速・冷却をかねている型）について、比較的くわしく言及しているのは、アメリカがこの型のものを最初の原子力発電所PWRとしてシッピングポートに建設中であることから、当然であろう。そこでソヴィエトは、この型が再生率を高めうるの

の八月十七日の物理学原子炉部会で、その裏付けとなるデータを発表しているからである。U二三三は中性子をむだ食いないという点でU二三五やP.U二三九よりかなり優れていることが、十七日にソヴィエト学者の手で発表されるのである。その研究は、ウラン二三三の純粋なものをつくること——ウラン二三三はトリウムに中性子を吸わせてつくる——中性子実験にまつわる困難などであるというむづかしいことがあるので、ソヴィエトが発表するデータ自体にいくちがいがあがるほどである。しかし五千回の原子力発電所の原子炉にも実験孔がもうけられていること、さらに世界最大のシンクロトロンを所有していることなどにみられるように、ウラン二三三の基礎研究でソヴィエトが独走していることは、原子力における基礎研究の重要性を示唆するものとして、日本として

ウラン二三三の有用性を示唆

前記熱中性子炉では再生率を一以上にすることはできないのに対して「ウラン二三三とトリウムをつかえば再生率を一・一にできる」という発表を行ったことは歴史的にも意義が深いことである。というのはアメリカでの従来の発表は「ウラン二三三なら増殖の可能性あり」（つまり再生率が一以上にない）と抽象的であったのに、具体的な数字を出したこと、さらにもっと重要なことは、その後

も他山の石とすべきことがらである。

二〇パーセントの秘密

ソヴィエトの発表で、はしなくもアメリカの濃縮ウラン政策の本質が暴露された。というのは、この報告の中で、高速中性子型原子炉（原爆と同じく高速中性子で反応する炉）について、発電用としての将来の有用性を強調した後

に「その燃料は濃縮度二十から五十％である」と発表してしまったことである。

トルコをはじめとして日本などが、アメリカから「協力協定」とだけ合わせて貸してもらうことになっている濃縮ウランは「二〇％以下」と決められている。なぜ二〇％以上のは貸してくれないのかという点については、いろいろと臆測されていたが、このソヴィエトの発表で、アメリカの意図が「進歩した型で軍事機密に関係のある高速

さらにソヴィエトの文庫では、将来の発電用原子炉の利害得失について種々検討が加

炉はつくらせない」ということにあることが判明した。

しかし発電用として最も将来性のある高速炉については、これ以外は全く秘密のヴェールに閉ざれたままである。まさにプロヒンツェフ博士が五千回の発表の末尾で声高く述べたように、「軍事利用の禁止が早ければ早いほど、原子力発電開発のテンポも高まることであろう」。

【間 弘明】



硫安・工業薬品・医薬品

別府化学

本社・工場 兵庫県別府港