

エネルギー総合推進委員会
第321回常任委員会記録

平成8年5月14日

エネルギー総合推進委員会

I. 日時：平成8年3月21日（木） 12時15分～14時

II. 場所：経団連会館8階 「蔵王の間」

III. 出席者：

両角 良彦 副委員長	岡 久雄 常任委員
岸本 泰延 常任委員	杉山 和男 常任委員
住吉 弘人 常任委員	竹中 一雄 常任委員
中原 伸之 常任委員	末田 守 常任委員
中山 賀博 顧問	山田敬三郎 顧問

IV. 議題及び講師：

「原子燃料サイクル確立への課題」
—「もんじゅ」事故を中心に—

(社)日本原子力産業会議 専務理事

森 一 久 殿

A. 森 一久 氏のお話

タイトルは「原子燃料サイクル確立への課題」となっておりますが、中身はほとんど「もんじゅ」の話になると思います。よろしくお願いいたします。

「もんじゅ」の事故の背景や、これ程大きな騒ぎになってしまった理由などにつきまして私の所感を申し上げたいと思います。皆さんもよくご存じのとおり原子力というのは、推進側にしても反対側にしてもどうも建前が多くございまして、なかなか本当のことが分かりにくい状況にあります。そういう意味で今日のお話が少しは本当のところをご理解していただく上でご参考になればと思っております。

1. 馴染みは古い高速炉

「もんじゅ」はご承知のように高速増殖炉でございます。現在、原子力発電は世界の全電力量の 1/6 ぐらいを占めておりますが、その大部分は軽水炉でして、資料の 1 ページにありますように、四百三十台稼動しております。「もんじゅ」はその軽水炉とは全く違う高速増殖炉というものです。

資料の 2 ページに、「世界の高速炉開発の状況」という資料を載せてありますが、これが世界にある高速炉のすべてです。高速炉の高速という意味は、炉内の核分裂連鎖反応を媒介するものとして、高速の中性子を使っているということです。そしてその結果、燃える燃料（ウラン 235）よりも生成される燃料プルトニウムの方が多い場合、「増殖」炉になります。高速炉は必ずしも増殖炉ではありませんが、高速炉は増殖しやすいということです。高速増殖炉は、ウラン資源のほぼ全部をエネルギーに使えるので、原子力にとっての最終目標とされています。

高速炉の歴史をこの資料で振り返りますと、いちばん初めのものは研究炉ですが、二番目にある「EBR-I」によって実際に発電されています。1951年、アメリカでわずか100Wの電灯ですが、これが世界で最初に原子炉で起こした電気だったわけです。そのとき冷却材として既にナトリウムが使われています。当時、ナトリウム以外にも、有機材のようなもので熱をとるとか、あるいはガスといったようにいろいろなものを比較検討しておりました。その矢先にソ連が突然、世界最初の商業用原子力発電所をつくったわけです。それが1954年のことです。これを知ったアメリカは慌てまして、とにかく負けてはならじというので、製造中の原子力潜水艦用の炉を陸にあげて、6万kWの電気を起こしてみせたわけです。

10年ほど前に、たまたまアメリカ原子力委員会の初代原子炉開発部長、ハフスタッドさんにお会いまして、その時に、私は「あの頃はよくあなたのお名前を聞きましたが、その後全くお名前を聞かなくなったのは何故でしょうか」と質問しました。すると、「いや実は、あのときわたしは、ソ連に先行されたからといって慌てて水を使ってやるのではなくて、もう少し基本的にどれがいいかゆっくり考えようとずいぶん言ったんですけれども、みんなもう、ソ連に先を越されて頭に血がのぼっていたため、ちっとも私の言うことを聞いてくれない。もう面白くないから辞めて大学へ戻っていたという訳です。しかし、原爆被爆の経験もある日本で現在はアメリカよりも原子力発電が見事に稼動しているということは大変素晴らしい。今日はそのお祝いを言いに来たんです」というお返事でした。あの当時はそれぐらい真剣な議論があったのだなと知ったわけですが、その後は、平和利用でのイニシアティブをソ連とアメリカが取り合うため、てっとり早い軽水炉に傾斜していくことになりました。

一つの原子炉を1年運転した場合を「1炉年」という言い方をしています。

だいたい現在までに軽水炉に関しては8000炉年ぐらいの経験を持っています。これはご承知のように水を使うわけですが、人間が100万年も使ってきた水でさえもいろいろとトラブルがありまして、軽水炉ならなんとか自信を持って運転できるといえるようになったのはようやく最近のことです。

それに対しまして、たった20ほどの高速炉は、経験年数でいっても軽水炉の百分の一近くしかありません。日本は立地問題等で開発が遅れまして、やっと原型炉の「もんじゅ」が昨年8月に初送電をしたところです。そして今年中にはフル出力になるという段階まで来たところで、あの事故が起きてしまったわけです。

2. なぜナトリウムか

原子炉で起きたナトリウム漏れというのは、13ページにありますように、世界で現在までに138件あります。これにはアメリカのデータは含まれていないのですが…。日本は「もんじゅ」より前に東海村で実験炉の「常陽」というのが動いておりまして、これは18年間、ナトリウム漏れはもちろん、いわゆるトラブルが全く起きていません。これは奇跡というほかありません。先程から申しておりますように、世界に400もの軽水炉、さらに20ほどの高速増殖炉がありながら、20年近くも全く事故を起こしていないのはこの炉だけだと思います。こういう事故のない状況が続いていたことが、結局はアダとなり、騒ぎを大きくすることになったようにも思います。

実は、外国の事故例をいろいろ調べておきますと、138件のナトリウム漏れ事故のほとんどすべては溶接に原因がありました。ですから日本も溶接にはたいへん気を遣っていて、そのおかげで18年間何も起きていない炉をつくることができたわけです。ですから、「もんじゅ」の事故の際、現場の人たちは、溶

接部がどこかでやられたと思ったらいいのです。そう考えればそのあとに打った手が理解できます。

さて、話を少し元に戻します。3ページに教科書的なことが出ております。これは先程も申し上げましたので簡単にいたしますが、ウランやプルトニウムは中性子によって核分裂をしてエネルギーを発生します。核分裂の際にまた中性子が幾つか出るわけです。一つは連鎖反応のために必要ですが、余った中性子は炉材料や分裂しないウラン成分（ウラン 238）などに吸収され、その結果、新しい燃料のプルトニウムができます。高速中性子ですと、核分裂したときに一度に出る余分な中性子が多いわけです。従って高速炉にしたほうが増殖がやりやすいということがいえます。

3ページの下に「中性子エネルギー」というのがあります。ふつう「熱中性子」と言っております。熱運動によって振動している分子や原子と同じ位の速さで動く中性子という意味です。熱中性子の単位は「1 eV」で、「1 MeV」というのは「1 eV」の 100万倍です。1 eV程度ですと、核分裂をした時2個弱の中性子が出てきますが、水や材料に吸収されたりすることを勘案すると、連鎖反応を維持していくのにちょうどよいといえます。

これを1 MeV の中性子で反応するようにもっていけば、この図にありますように3～4個中性子ができます。1個は連鎖反応の維持に使われ、残りの2個はウランの大部分を占めるウラン 238に吸収されて、プルトニウムになります。うまくいくと、燃える燃料より生産される燃料のほうが多くなる、つまり増殖炉になります。

次の4ページに、冷却材の比較を掲げております。ナトリウムその他、ナトリウムとカリウムの合金であるNaK、それから水銀や鉛といった金属などが考えられます。ナトリウムはだいたい100℃ぐらいで液体になりますので、温め

ておかないと固まってしまう。それ以外は、ここにありますが冷却材としてなかなか都合が良いのです。沸点は 882℃で、比重の点では水よりちょっと小さい。一種の金属ですから熱伝達の特性も悪くない。それから配管などの金属との相性も悪くないということになっております。

ここに「中性子の減速能」という欄があります。中性子の速度は材料によっても変わりますが、高速炉は遅くならないほうがいいわけです。そういう意味で減速能が小さいナトリウムは非常に都合が良い。

「放射化」というのは、そうはいいながらも少々中性子を吸いますので放射性を持つこともあるという意味です。そして価格も安いということで非常にいいわけです。

ただ面倒なのは中が見えないことです。今もまだ「もんじゅ」の事故原因となったサヤが見つかっておりません。全部ナトリウムを空にしているのですが、どこへひっかかっているのかわかりません。水の場合、見ればすぐ分かるのですが、ナトリウムの場合はなかなか見えない。これが欠点です。

水ですと 200～300℃ぐらいまで沸騰しないように、数十気圧の圧力をかけて使います。ナトリウムは沸点が高いので、ナトリウムを循環させるために必要な 2 気圧程度で足ります。ですから、原理的には、ナトリウムの配管は薄くてもかまいません。水ですと何十センチという厚い圧力容器の中に入れていますが、そういう必要はないということです。

こうした特長があるため、先程ちょっとご説明したように、20余りの実験炉や原型炉ではみんなナトリウムが使われてきました。

そして5ページに書いてありますが「ナトリウムの特性」、長所・短所です。だいたい正直に書いてありますが、比熱、つまり 1 g でどのぐらいの熱が運べるかという数字が出ていません。ナトリウムは水の 1/3 ぐらいしか比熱

がありませんので、水と同じ熱量を運ぼうとすると3倍のナトリウムを流さなければなりません。これは短所に書いてもよかったかもしれません。

6ページにはナトリウムを使っていろいろな試験をしたということが書かれています。わざと火をつけて、どういうふうに燃えるか解析したり、消火剤には何がいいかを調べたりしております。そしてそのためにずいぶんビデオも撮っております。ですから動燃の関係者にしてみれば、ナトリウムが漏れて燃えたというのは、あまり大したことではないという先入観があったのかもしれない。

7ページに「もんじゅ」の配管図が書いてあります。余談ですが、いちばん左のほうにあります図を見た人から「どうして原子力発電所をこういう原爆ドームみたいな格好につくるんだ」と言われたことがあります。こういう格好が、圧力に耐える形として適しているのでしょう。このガスタンクのような格好をしているのがいわゆる格納容器でして、何があっても中の放射能が外へ出てこないようになっているわけです。その真ん中のほうに描かれているのが原子炉で、ナトリウムを冷却材として熱をとっています。ナトリウムの放射能はなるべく直接外へ出したいくないものですから、熱交換器で別のナトリウムへ熱を移しかえて、そのナトリウムを外へ持ってきて水蒸気をつくり、発電するということをやっています。

3. 事故の状況と対応

上のほうにある矢印の部分は出口です。当時出力上昇中で温度が480℃に達しておりまして、ここからナトリウムが漏れたということです。実はこういうループがABCと三つありまして、このうちナトリウムの漏洩が起きたのは比較的長いCループの出口です。