

第 4 回日英高速炉会議

望 月 恵 一

1. まえがき

動燃事業団と日本原子力研究所が、昭和45年6月、英国原子力公社との間に締結した液体金属冷却高速炉に関する情報交換と協力のための協定にもとづく第4回の日英高速炉会議が、昭和50年12月1日から5日まで日本において行われた。

すでにこの会議は、第1回を昭和46年4月英国で、第2回を昭和47年11月日本で、第3回を昭和49年6月英国で行っており、開催場所は交互に設けられている。

今回英国から来日されたメンバーは、次の英

国原子力公社Reactor Groupの各氏である。

Mr. J. Moore, 高速炉システム部長
Director, Fast Reactor System

Dr. R. D. Smith 高速炉システム部主任技師
Chief Technologist, Fast Reactor System Directorate

Dr. K. Q. Bagley 原子力グループ、燃料工学・技術部燃料検査マネージャー
Fuel Performance Assessments Manager, Fuel Engineering and Technol-



S. 50. 12. 1 日英高速炉会議（於ホテルオークラ）

ogy Directorate

Mr. K. J. Henry リズレー工学・材料研究所次長
Deputy Head of Laboratory
Risley Engineering
and Material Laboratory

Dr. P. T. Nettley リズレー工学・材料研究所
高速炉プロジェクト・リーダー
Project Leader, Fast Re-
actors, Risley Engineering
and Materials Laboratory

Dr. G. A. Welch 国際担当マネージャー
Manager, External Relati-
on

また、在日英国大使館のMr. G. R. H. Geog-
hgan も、常時参加していた。

日本側は、動燃事業団、本部、東海事業所、
大洗工学センターの研究員および、日本原子力
研究所の研究員が合計100名以上出席した。

会議のスケジュールは次の通りである。

12月1日(月)午後 開会セッション

12月2日(火)午後 技術セッション(I)炉
物理(於原研、東海研)

日本原子力研究所東海
研究所見学および一部動
燃事業団東海事業所見学

12月3日(水)午前 技術セッション(II)ナ
トリウム技術および計測
制御(於大洗工学センタ
ー)

午後 動燃事業団大洗工学セ
ンター見学および原研大
洗研究所見学

12月4日(木)午前 技術セッション(III)燃
料・材料(於動燃東海事
業所)

午後 技術セッション(IV)安
全性および材料強度(於
大洗工学センター)

12月5日(金)午前 閉会セッション

以上の技術セッションのテーマは、協定にも
とづくスコープを大分類して設けられてある。

2. 開会セッション

開会セッションは、ホテルオークラの会議室
で開かれた。

原研村田副理事長の歓迎のあいさつのあと、
英国側を代表してJ. Moore氏が答礼をし、続い
て同氏から英国の原子力開発、および特に高速
増殖炉の開発の現状の説明が、次のようにあっ
た。

すなわち、英国の原子力界は再編成され、N-
uclear Power Companyの設立により、Ris-
leyには3つの大きな活動母体(Reactor Gro-
up, NPC, BFNL)の本部がおかれることにな
った。

英国の現段階における開発のプライオリティ
は、1976年第1号実用規模炉の運転を始めるA
GRが第1位にあり、次は同年建設を開始する
予定のSGHWRである。FBRはプライオリテ
ィからいえば第3位であるが、開発の資金と人
員はおそらく全体の70%程度を使い、上位2つ
のプロジェクトに影響されず、最大のプロジェ
クトとして行われているとの説明があった。

この説明の中に英国の原子力発電が、エネル
ギー源として利用できる型の炉を用い、います
ぐ必要とされていること、しかしながら、やや
長期的視野にたつと、どうしても高速増殖炉を
必要で、その開発が必要となっていることがう
かがえた。

英国の今後の発電需要は、紀元2000年には約
2億KWで、そのうち半分を原子力でまかない、
その30%が高速増殖炉になるであろうといっ
ている。

このため、まず建設期間を考えると1980年代
に大規模な高速炉の建設に着手できるように、
十分な製作、特にエンジニアリングの経験を積
んでおく必要があり、このことからCFR-1
(1300MWe)を1978-79年には建設に着手し、
1980年半ばには運転開始にもっていきたいと考
えている。

ここで一つの問題は、商業規模炉開発のため
の技術開発の方向づけである。3つの面が説明
された。まづPFRでの工学的諸経験をCFR

ー1に活用するが、必要な大型機器の開発用には試験施設を作り、30年の寿命に耐える実証を事前に確信できるように心掛けている。機器のスケールアップは極端にならないようにしているようで、したがって機器（ポンプ、中間熱交換器蒸気発生など）は数を増している。

第2は燃料および燃料サイクル上の開発で、まづ燃料については、英国が前々から主張しているwett process（ゾルーゲルパイバク）法をいまだに有力な方法としてペレット法の代案として開発を進めている。炭化物燃料開発については急いでないようで、結局当面は燃料の信頼性、経済性、加工性などを改良することに心がけていることがわかった。また再処理工場についてはPFRまでについては目度があるが、それ以降については燃料サイクル上、炉外時間を短かくする総合的検討も含めて検討しているようである。

第3の点は、安全性である。今後一連のCFRは商業規模炉として英国では中央電力庁が責任をもって運転することになるし、かつ政府の安全審査体制としてはNuclear Inspection and Inspectrateなる組織体ができ、利用体制が整ってきた。これら使用者や審査側の安全性に関するいくつかの要求が現われ、従来のPFRにくらべ、それらの要求をも入れるための開発が必要のようである。

次に運転中の高速炉について説明があった。まづDFRは、1959年以来運転していたが、照射施設としての役目が今後PFRに移るので、1976年12月をもって閉鎖するとのことである。

またPFRは最近、蒸気発生器に漏洩が起ったが、これは管一管板間の溶接不良が原因で、漏洩自体は水素検出器が敏速正確に働いて検出し、現在は3基のうち、2基を修理中、1基のみを運転して3万KW発電を続け、1976年始めには他の2基も修理を完了し、出力上昇できる予定と説明されていた。

管一管板の溶接は重要な製作上のポイントであり、幸い、わが国に50MW蒸気発生器の運転経験では、この点に注意して製作したためか漏洩は起っていない。

表1 PFRとCFR-1の比較表

	PFR	CFR
電気出力	250MW	1320MW
熱出力	600MW	3230MW
冷却材温度 出口/入口(平均)	560/400℃	540/370℃
被覆材温度(最高)	700℃	670℃
燃料線出力	420W/cm	420W/cm
燃料要素数	78体	342体
原子炉容器 直径/高さ	12.2/13.1m	23.5/22.5m
1次ポンプ	3×1000kg/sec	6×2500kg/sec
2次ポンプ	3×900kg/sec	8×1800kg/sec
蒸気発生器	3基	16基
タービン入口蒸気 温度	538℃	486℃

次にCFR-1について一昨年リファレンス設計を完了したと説明された。仕様は、表1に示す。

特徴点は次のごとくである。タービンの蒸気条件（したがって炉のナトリウム温度も）が保守的になってきた。

機器のスケールアップの度合は小さく、したがって数が多くなっている。原子炉はタンク型でプリストレスコンクリートを用いている。上蓋の上は2次コンクリートをもっておい、事故対策としている。なお、今後の検討の余地を残すものとして、計装に多くの要求をかけていることと照射によるスエリング対策のようであった。

以上のJ. Moore氏の英国側の状況の説明のあと、動燃事業団高速増殖炉開発本部の三木副本部長から、日本の開発の状況の説明がなされた。

3. 技術セッション

技術セッションは、第2日目より開かれた。会場は研究施設の見学と日本側の技術者の出席の便宜を考え、東海村と大洗町に移した。

最初の炉物理セッションは、12月2日午後、日本原子力研究所東海研究所において行われた。

日本側からは、動燃事業団で計画されている活動として「もんじゅ」の模擬実験および解析、炉心解析法の開発、燃料のバーンアップの決定、遮蔽研究などの報告があり、引き続き、原研からはJAERI-FAST SET VERSION2の作製作業、およびMOZART実験解析法の開発を中心とする積分実験の解析、各種コードの開発など理論分野での活動、FCAにおけるVI-3シリーズ実験、およびその解析、またVII-1のセクター状の炉心模擬実験計画や「常陽」の2次遮蔽計算など現状説明があった。

英国側からは、数トンのプルトニウムを必要とする大型炉モックアップ実験の必要性、fission spectrum、ドブラ係数、核データの評価、特にU-235、Pu-239、U-238などheavy isotopeや構造材、制御材、アクチノイド系、アイソトープ、FPの核データの研究などの説明があった。またゼブラ炉の近況として、PFR運転データ入手を目標とした模擬実験や、大型炉用研究—BIZETプログラム—の紹介や、CFRでのNa気泡の取り扱い方について説明があった。

技術セッションの第2はエンジニアリング、ナトリウム技術および計測について、12月3日午前、大洗工学センターで行われた。

日本側からナトリウム技術開発関係で、大洗工学センターやメーカーなどのナトリウムループおよび、水ループ施設で実施されている試験研究がまづ紹介された。これらは燃料集合体の流動特性、ナトリウム蒸気の凝縮沈着（蒸着）、被覆管、構造材のナトリウム中での共存性、クリープ、摩擦摩耗、自己融着（self welding）*分析法、浄化法などである。

次に「常陽」および「もんじゅ」の構造物のモックアップ試験について説明をした。

また計測の分野では、現在試作開発中の中性子検出器、破損燃料検出系、破損予知予防系、プロセス計測系、およびナトリウム透視器について説明した。

英国側からは、リズレーにおける新しい3つ

のナトリウム機器試験施設と、機器試験用に既設備の改造についての紹介、熱流体力学研究の面では、コアデブリスの下向熱流の模擬実験、PFRなど、タンク型で特有の熱遮蔽実験なども説明された。なおPFRの起動時に炉内および配管部各機器の流体の流動により誘起される振動と、ポンプなどにもとづく振動につき、かなり詳しく測定した。これは英国では、ガス炉で多くの困難な経験を積んだので慎重になったのであろうが、結果としては異常はなかったようである。

CFRについては、炉容器内の流動分布の測定を1/12のプラスチックモデルに水を満たして試験を行っている。

燃料材料セッションは12月4日午前、動燃事業団東海事業所で行われた。

日本側は、まづ原研から炭化物燃料物性研究、ステンレス被覆材の研究、沸化物再処理法について、また動燃事業団からは、「常陽」燃料の製造および照射データについて説明があった。

英国側からの説明では、燃料のゾルブルバイパク法がCFRの炭化物燃料に用いられるが、これは製造時の放射線被曝をより少なくするためであること、被覆材料として316、FV548、PE16が比較され、スエリングによる寸法変化は差があるが、燃料ビン破損という点では大差ないこと、大型炉では燃料と被覆管のスエリングの競合が重要な選択点となること、炭化物燃料は低密度をねらいPFRにも照射予定があり、かつCFRで増殖比をあげるため、炭化物をブランケット部に使用する計画があること、PFRの制御棒にTaも用いていることなどが、多くの破損例を示す写真も含めたスライドを用いて説明された。

技術セッションの最終は安全性についてであり、12月4日午後、大洗工学センターで行われた。

日本側からまづ、事故解析、構造物の安全研究、災害解析についての概要の説明と、特にナトリウム沸騰、燃料破損伝播に関する実験、ナ

* 2つの金属をナトリウム中で接触しておくと、これが接着してしまう現象

トリウムインパイル実験、燃料とナトリウムの反応実験、ナトリウム酸化物エアロゾル除去研究の説明を行った。

英国側からは、次の説明があった。すなわち、炉内ナトリウム沸騰事故については、仏国との共同のSCARABEE実験、ウインフリスでの水実験、および解析コードの開発、局所閉塞や燃料-冷却材反応などの実験と解析、1/5スケール炉心構造物モデルの耐衝撃実験、全炉心事故解析でのボイド反応度の取り扱いなどの説明があり、続いて水側腐食、材料のクリープ疲れの研究の紹介があった。論議としては、特に破損燃料など炉心内局所異常の検出に、沸騰音響を利用することについてなされた。

4. 見学

英国チームの日本側研究施設の見学として、まづ12月2日、日本原子力研究所東海研究所でFCAとNSRRを、また一部の者は、動燃事業団・東海事業所のプルトニウム実験室を見学している。

12月3日は、動燃事業団・大洗工学センターで、「常陽」、FMF、Na機器試験施設、Na技術開発試験施設、50メガワット蒸気発生器試験施設およびFBR安全性試験室、ならびに原研、大洗研究所のプルトニウム試験施設を見学した。

なお、この日英会議終了の翌週、英国チームのJ. Moore、K. J. Henry、G. A. Welchの各氏に、特に遅れて来日したDr. K. G. Eickhoffも加わって、前回と同様、日本の工業界の高速炉研究開発活動を視察するため、日立製作所日立工場（12月8日）、東芝エネルギー機器研究所（12月9日）、三菱原子力工業（12月10日）、三菱重工業高砂研究所および神戸造船所（12月11日）を訪問した。

5. 閉会セッションと協定延長書簡交換

12月5日午前、閉会セッションがホテルオークラで行われた。

英国側を代表してJ. Moore氏から挨拶があり、「日本側の広範囲で徹底的な研究開発を見出し、「常陽」「もんじゅ」はうまく進展できるであ

ろうと推察する。英国と日本では高速炉の炉型が（タンク型とループ型）違うが、それでも将来の設計には情報や意見交換するところが多々あろう」と述べられた。

これに対し、高速増殖炉開発本部大山本部長から、「今回の会議では双方卒直で友好的な情報交換ができて成功であったと思う。ただ国鉄ストライキがあったことと、時間が不足したこととで不便をかけたことは申し訳ない。両国の高速炉開発の段階には差があるが、なお共通の問題、課題があり、これに着目して今後もこのような会合を（専門家会議なども含めて）持って行きたい」と述べた。

続いて、望月が今回の会議の「まとめ」を述べた。

次回（第5回）は、昭和52年春、英国で開催することになった。

今回の日英高速炉会議の重要なハイライトは、この閉会セッションにおける日英高速炉協定の5年間の延長に、双方合意する書簡を交換したことである。

現協定は、昭和50年12月31日をもって有効期限が切れることになっていた。しかしながら、過去5年間の協力が双方にとって、きわめて有益であったことを考え、ここにさらに5年間の（昭和55年12月31日まで）延長をすることを決め、閉会セッションに双方その合意の書簡を交換したのである。

延長にあたり協定文書中、ごくわずかな字句の改訂を行った他、別途書簡をもって情報交換項目に追加内容を了解し合うことになった。

6. まとめ・感想

今回は、第4回の日英高速炉会議である。

今回の会議の最大の行事は、協定の5年延長の合意を得たことであろう。

実は、この延長については1年前位から延長にあたっての問題点を園内で検討を始めていた。この検討にもとづき、会議開催より以前に何回か日英間の文書の交換を行い、また閉会セッションが始まる直前まで、日英双方でその問題点の討議を行った。主たる問題点は、技術情報

交換項目と特許についてであった。しかし、討議の結果、結局双方了解に達し、協定本文はごく一部の改訂ですむことがわかり、その他は別途書簡で合意するということになった。

いづれにせよ、協定が5年延長できたことは、両国の高速炉の型式や開発段階が違う（英国は商業規模炉に近づきつつあるが、日本は実験炉から原型炉の段階）にもかかわらず、なお多くの共通の問題があり、双方に有益な情報交換が可能なことを示している。

事実、日本側の50MW蒸気発生器の経験などは英国側にとって興味ある情報であり、大型炉開発のための試験項目、コアクランピングや炉内計装など、恰好の討議テーマであった。

今後5年間に日本側は一段と進歩するであろうので、この日英間協力は益々有効になることと思う。

今回の会議でもっとも困ったのは国鉄ストライキである。第2日目、東京から東海村に移動するのに英国チームは列車にのれず、急挙手配

したバスによる旅行を余儀なくされた。さすが英国紳士らしく、出発までは「日本の田園風景を觀賞しながら行けるから楽しいだろう」というっていたが、いざホテルを出発すると車の洪水で、東海村には予定をはるかに過ぎて到着し、閉口したらしい。帰途は幸い、ストライキが解除になったばかりの列車で帰京することができ喜んでいた。

もう一つの感想は、英国チームがきわめて卒直に、しかもわれわれ日本側と対等に意見を出し、かつ聞き合ったこと、しかもその内容が实际的でエンジニアリング的なことが多かったことで、これはお互いに真に高速増殖炉を開発し、建設しつつある者同士の情報交換であると思えた。

今回は上記のごとく外的条件のあわただしい時に開催し、事務その他、各方面の御手数をわずらわしたことをお詫びし、かつ御礼申し上げます。