



近畿大学原子力研究所 訪問記

上 蓑 義 朋
Uwamino Yoshitomo

1. はじめに

以前は国内の5大学で原子炉が稼働していたが、現在は京都大学と近畿大学の2か所になっている。筆者はこのうち近畿大学の原子炉（以下「近大炉」）を見たことがなかったので、本誌編集委員会で訪問の話が出たときには真っ先に手を挙げた。運転スケジュールや案内してくださる先生方のご都合から、梅雨入り前の5月に訪問の機会を得た。近畿大学原子力研究所については1970年の本誌に訪問記事¹が載っており、今回は再訪問になるが、前回は建設直後のトレーサ・加速器棟だけが紹介されているので、近大炉への訪問は初めてである。

2. なぜ私立大学に金食い虫の原子炉が

近大炉はわが国最初の民間・大学の原子炉であるが、設置の経緯が素晴らしい。近畿大学は、1925年創立の大阪専門学校と、1943年創立の大阪理工科大学を母体として、1949年に設立されている。

初代総長の世耕弘一は、経済的理由で中学進学をあきらめるような境遇であったが、認められて日本大学からベルリン大学に留学する機会を与えられる等した後、政治家として活躍した。第2次世界大戦後は教育に目を向け、近畿大学の創設に尽力した。初代総長として、特に食料（水産）とエネルギーを重視していた。

1959年に東京・晴海で開催された東京博覧会に教育用原子炉（UTR：University Teaching and Research Reactor）が展示され、18日間運転された。それを見学した世耕は購入を決意し、大学の財政、周辺住民の反対、国による規制等の様々な問題を解決して、ついに1961年、設置にこぎつけた。以上の経緯は原子力研究所のパンフレットに4ページにわたるマンガで解説されている。

3. 原子炉の概要

原子炉の全景を写真1に示す。高さ約2m、直径約4mと非常にコンパクトである。出力は1Wと小さいため、強制的な冷却は不要である。もちろん冷却水を加圧する必要もないので、構成は極めてシン

「再訪問」欄は以前本誌「訪問」欄で記事にした研究所・RI利用施設・病院等を再度訪問取材し、紹介するコーナーです。

1 Isotope News No.190「施設訪問」（1970年5月号）
協会ホームページ「会員マイページ」からログインし「広報誌」内の「Isotope News ライブラリー」にて会員限定で公開している。
会員マイページ ⇒ <https://jrm.jriias.or.jp/mypage/login/login>



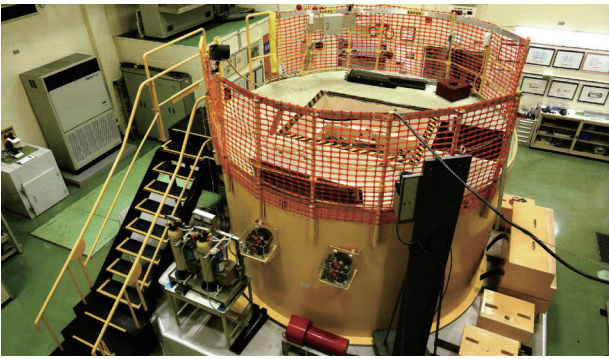


写真1 近大炉の全景 (パンフレットから)

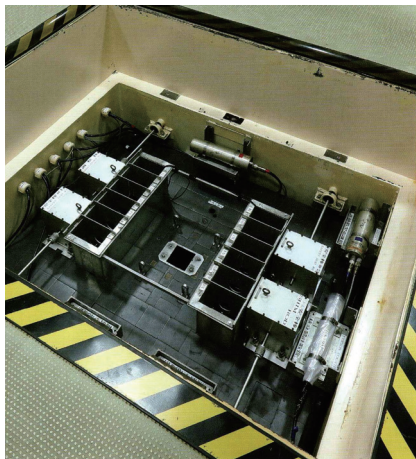


写真2 上から見た炉心
運転時は遮蔽用の蓋が置かれる(パンフレットから)

プルである。周辺にある機器と言えば、制御棒駆動用のモータが4か所に見える程度である(手前の円筒形の壁に2か所、裏側に2か所取り付けられている)。

上から見た炉心を写真2に示す。運転する際は、実験に合わせて4種類用意されている遮蔽用の蓋をかぶせるが、訪問したときは6日前から運転を止めているとのことで、見学のために蓋は外され、写真と同様に直接見る事ができた。

中央の四角い穴は中央ストリンガー孔と呼ばれ、様々な試験体を挿入し中性子照射を行うことができる(熱中性子束は1W運転時で最大 $1.2 \times 10^7 \text{n/cm}^2/\text{s}$)¹⁾。両側にある6個に仕切られた長方形の容器には純水が入っており、それぞれの仕切りに1体ずつ、全部で12体の燃料ラックが入っている。燃料を装荷する場所が2か所に分かれているため2分割炉心とよばれている。

原子炉の連鎖反応を維持するには、核分裂で飛び

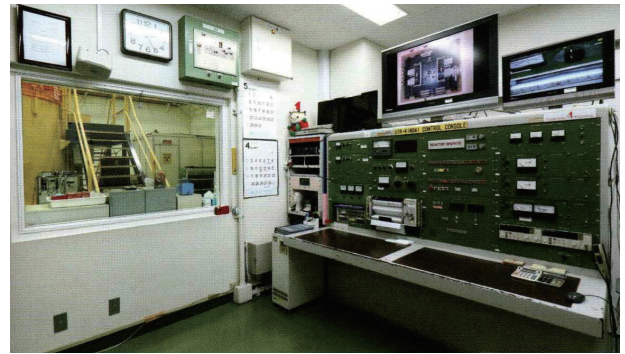


写真3 右は原子炉制御卓
左の窓から原子炉を見ながら運転できる(パンフレットから)

出してくる高速中性子を熱中性子になるまで減速し、燃料の ^{235}U に吸収させる必要がある。近大炉では中性子の減速材に軽水を用いている。2分割炉心の周囲は反射材である高純度の黒鉛で構成されている。

原子炉の連鎖反応を調節する制御棒は、安全棒#1, #2, シム安全棒及び調整棒の4本から成り、写真2の燃料が入った長方形の燃料タンクの外側に2つずつ配置されている。全部で4つある四角い箱には駆動機構が収められ、制御棒、安全棒が電磁クラッチを介して吊り下げられている。「棒」とはいえ、実際の形状は一辺約18cm(ただし制御棒のうち調整棒は約5cm)、厚さ1mm程度の正方形のカドミウム板が板バネの先端に固定されたものである。箱から外側に伸びている細い棒は駆動用のロッドであり、写真1の円筒形の炉心の外に見えるモータにつながっている。

原子炉の核計装は、起動系として核分裂計数管が用いられている。これは電離箱の壁にウランが塗布されたもので、核分裂片による電離によって生じたパルスを検出することで熱中性子束を測る。写真2の右側の制御棒駆動用の四角い箱と壁の間に見える細い円筒形の機器がそれである(他に90度方向にもある)。補償型(γ 線による電流を差し引く型)と非補償型がそれぞれ2台ずつ設置されている。その他に室内エリアモニタが γ 線用3台、中性子用が1台置かれている。

写真3は原子炉の制御卓である。いたってシンプルな構成であり、中央の目の高さに赤い緊急停止「スクラム」というボタン(近大炉の場合、緊急停止ボタンは通常停止ボタンでもある)があり、その上に様々な安全装置の状態を示す表示灯が並んで

いる。スクラムボタンの下には制御棒を動かすスイッチが2つと位置表示があり、出力を調整する。その左にはペンレコーダ（デジタルでなくインクで描線）があり、出力を記録している。記録紙は開設以来の63年分が保存されているそうである。写真3の制御卓は2代目であり、初代は炉室の隅に展示されていた。米国製の初代と同様、2代目も表示はすべて英語であった。もちろんアナログの制御方式が踏襲されている。

原子炉は写真1のように円筒形をしている。黒鉛で囲まれた炉心の外側は、遮蔽のために砂と水で満たされているとのことである。これは、UTRは移動可能とすることを想定した設計であるため、炉心以外は現地調達可能な砂と水なのだそうである。設置時の砂が現在も使われており、花崗岩質の真砂が取れる木津川（三重、奈良の県境を源流とした淀川の支流）産とのことであった。

4. なぜ街中であって大丈夫なのか

原子力研究所の敷地面積は約7000m²であり（駒込のアイソトープ協会より若干広い）、東海村の日本原子力研究開発機構や熊取町の京都大学複合原子力科学研究所と比べると段違いに狭い。道を挟んだ隣には大学本部地区の高層ビルが立ち並び、反対側はすぐ民家である。読者の中には、「そんなところに原子炉があって大丈夫なのか？」と思われる方がおられるかもしれないと思い、本質的な安全性について、受売りの解説をしたい。

最も重要な点は、出力が最大1Wと小さいことである。したがって運転中でも強制的な冷却は不要であり、もちろん緊急停止しても何の措置も必要ない。冷却が不要であるため、福島第一原子力発電所事故のように冷却装置が故障して炉心融解が起こることはあり得ない。出力が小さいため、筆者が訪問した運転停止後6日経過したときには、燃料ラックが入った水の表面で測定しても線量率は2μSv/hであった。運転中は遮蔽蓋を閉めるため、実験者は炉室で作業することができる。

もう1つ重要な点は、臨界に対する固有の安全性である。仮に誰かが電離箱等のモニタを故障させてインタロックが働かないようにした状態で制御棒をすべて引き抜き、原子炉の出力を異常に上昇させた

としても、炉心の温度が高くなったり、燃料板を囲む水に気泡が生じたりすることで、中性子の炉心からの漏洩が増えたり、熱中性子になるまでの中性子吸収が増える等して、連鎖反応が押さえられる結果、原子炉の出力は一定値を超えて上がることはなく、燃料の損傷等は発生しない¹⁾。

停電すると、安全棒、制御棒は電磁クラッチが外れることで自然に挿入されるようになっているため、原子炉は自動で停止する。また燃料ラックが入っている容器の水が抜けると臨界に達しないため運転はできない。教育用原子炉としてよく考えられた設計であると思う。また制御はアナログであるため、外部からのサイバー攻撃等も無縁である。

原子炉の制御機構が極めてシンプルであるおかげで、故障はほぼ経験がないということであった。また最大出力で運転し続けても消費する核燃料(²³⁵U)は1μg/日程度であるため、開設以来一度も燃料を交換したことはなく、将来も不要である。

このような安全に大きな懸念がないような近大炉であるが、やはり原子炉であるため、毎年必要な検査の項目は大きな発電用原子炉と同じであり、検査には2か月を要するそうである。そのため1月末に運転を止め、新年度に再開というのが通常のスケジュールとなる。

5. 大活躍する近大炉

現在日本国内では、大学生、大学院生が原子炉を運転したり、実験をする等の原子炉実習を行えるのは近大炉だけである。そのため全国から14大学の学生が近大炉を訪れ、日帰り～2泊3日程度の実習を受けているそうである。筆者も学生時代に別の原子炉で実習を受けたが、中性子の挙動を思い浮かべながら潜在的に大きな危険性のある装置を運転するという緊張感と感動は、大変貴重な体験であった。近大炉が今後も長く教育に貢献することを願わずにいられない。

6. トレーサ・加速器棟

1970年に訪問記事が掲載された表記の施設を今回も訪れた（写真4）。当時と外観にはほとんど変化はないが、玄関部分が若干建て増しされているそ

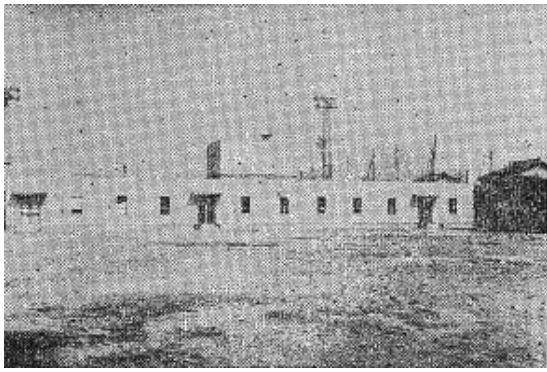


写真4 トレーサ・加速器棟建物外観

(左) 1970年当時, (右) 現在

うである。「加速器棟」の名称はそのままであるが、加速器を利用したd-T中性子源は既に撤去されていて、密封 γ 線源を用いる照射実験室になっていた。線量測定の実習等を行っているそうである。部屋の隅には小さなグローブボックスが置かれており、以前はここでトリチウムターゲットを扱っていたのかと想像された。高エネルギー中性子を遮蔽するためのコンクリート壁が1.2mと厚いことから、排気ダクトの吸い込み口が床に設けられていた。

フードを備えたRI実験室は4室あり、2室ずつ高レベルと低レベルに区分されていた(写真5)。250を超える核種の許可を得ており、近年医療で注目されている ^{211}At や ^{225}Ac の許可も以前からあったとのことである。初代総長は、医療にも原子力は欠かせないと見抜いていたそうである。偶然とは思いますがすばらしい。

各室はさほど広くはないが、実験台等の配置が良く、機能的に見えた。写真5では見えないが、右手の稲垣先生の背後の壁には通路があり、もう1つの同レベルの実験室とは廊下を通らずに直接アクセスが可能である。これは学生実験の際に先生が指導しやすいようにとの配慮だそうである。通路は火災の際の避難路にもなるし、落ち着いて実験ができることと両立するよう、よく考えられた設計だと思う。

窓の外に金網が張られているのに気づき、「セキュリティのためか、さすが原子力研」と思ったが、すぐ隣が大学のグラウンドになっており、ネットを超えて飛んできた球でガラスが割れないようにとの対策も兼ねているということであった。これも非密封RIの施設には大事な配慮である。

案内して下さった山田先生をはじめ原子力研究



写真5 RI実験室

右にフード、左に流し等が配置されている。左から山田先生、筆者、稲垣先生



写真6 RI実験室でGe検出器を操作する学生さんたち。手前は指導教員でもある山田先生

所には放射線計測が専門の先生方が多く、Ge検出器や液体シンチレーション検出器等最新の機器が数多く設置されていた(写真6)。福島の復興に関与されている先生もおられ、関連する機器が見られた。

近年はライフサイエンス分野でのRIの使用が激減していて、多くの大学、研究機関では稼働率の低下に悩んでおり、施設の閉鎖も少なくない。近畿大学でも同様であり、残っているRI施設はここだけ



写真7 原子力研究所入り口

施錠されており、外来者はインターホンで要件を告げて開錠してもらう。左から筆者、山西先生、山田先生、稲垣先生

だそうである。しかし薬学部や理工学部(エネルギー物質学科, 生命科学科), 農学部等の利用が比較的多いとのことで, 適度な利用頻度が保たれているように見受けられた。何よりも建設以来50年以上経過しているにもかかわらず, どこもきれいに維持されていて, 掃除も行き届いているのが気持ちよかった。国立大学の放射線管理も経験している筆者にはうらやましく思えた。

7. おわりに

今回の訪問先は原子力施設のためセキュリティが

厳しく, 外部からはカメラやスマホの持込みは許されなかった (RI 施設を除く)。写真7に示す研究所入り口はしっかりと施錠管理され, 原子炉への入室の際は, 警備員の方が, マスクを外した顔が運転免許証の写真と同一か, しっかり確認されていた。

よく名前が知られ大活躍する近大炉であるが, 専任の教職員の数は10名とのことである。これだけの人数で手間のかかる原子炉とRIの規制に係る管理をこなし, 全国からの原子炉実習を受け入れていることには頭が下がる思いがした。お忙しい中見学を受け入れてくださり, 案内してくださった山西弘城原子力研究所長, 山田崇裕教授, 稲垣昌代技術課長代理をはじめ職員のみなさまに感謝いたします。

山西先生たちがお話する原子力研究所を解説する一般向けの動画がWebサイトで視聴できます。「<https://www.kindai.ac.jp/rd/research-center/aeri/promotion/>」こちらもぜひご覧ください。

参考文献

- 1) 近畿大学原子力研究所年報, 1 (1963)

((公社) 日本アイソトープ協会)

所長からのコメント



山西 弘城氏

この度は、近畿大学原子力研究所にお越しいただきありがとうございます。1970年以來のご訪問とのことで、改めて時間の経過に想いを馳せました。時代と共に施設のあり方やニーズが変化していきますが、大学にある施設ですので、人材育成という揺るぎないテーマが確実に底流にあります。学生・院生は、原子炉実習やRI利用を通じて、講義等の習得知識を基礎基本の理解につなげて発展の基盤としていきます。地味ではありますが当施設は人材育成の一翼を担っています。

原子炉運転やRI取扱いができるようにそれぞれに許可を得て、施設を維持しています。施設維持コストに見合った研究業績が上がらないとの理由から、他大学の類似施設が閉鎖する中で、当施設が存続しているのは、本学の初代総長の「専門技術者育成を本物の原子炉で」との熱い想いが継承されているからと思われます。近大炉は今では本学にとどまらず、日本全国の学生のための施設となっています。現役の貴重な遺産を次世代に継承する意味はますます大きくなっています。皆様のご支援のほどをよろしく申し上げます。



写真8 初代総長 世耕弘一先生の銅像



写真9 近大炉のマスコット「1Wくん」

訪問施設大募集！！

本誌「訪問」欄に取り上げて欲しい施設・研究機関・病院等がございましたら、こちらまでお問合せください！

