

## 原研 33 年とその後

栗原正義

原研 33 年間に於いて従事した仕事を振り返るとともに、その後の仕事を述べ、50 年の記念としたい。

### 1. JRR-3 燃料の国産化と破損

入所後、最初に課せられたテーマは JRR-3 燃料の国産化であった。冶金特研の中に設置されていた今は無き、溶解炉、圧延機、ソルトバス等を使用してフランスから輸入した金属ウランを使用して直径 1 インチの棒を試作した。この試作技術が民間（日立製作所 + 住友軽金属グループと古河電工の 2 グループ）移転して本格的な製作が始まり、カナダから輸入された一次燃料に次いで 2 次燃料として使用された。そして燃料装荷後間もない昭和 43 年 4 月から 44 年 1 月末までに計 7 本の燃料破損が起きた。金属ウラン棒の表面のしわ変形が A1 被覆管を破ったのである。破損は（日立 + 住友）製に起こり、古河製は健全であった。（日立 + 住友）グループは当時、JRR-3 の手本となったカナダ NRX 炉から燃料製造の技術を導入して国産化に当たった。（日立 + 住友）製と古河製との違い前者は  $\beta$  処理のまま、後者は  $\beta$  処理後  $\alpha$  処理を行っている。 $\beta$  処理は圧延棒の異方性を消去するために不可欠なものであり、その後の  $\alpha$  処理は  $\beta$  焼入れによる歪とりに必要とされていた。カナダの技術は  $\alpha$  処理が含まれていなかった。当時カナダの技術報告には NRX 炉燃料破損例を挙げた一編があった。この一編を熟読しておけばという悔いは今なお残っている。 $\beta$  処理は金属ウランの異方性消去というマクロ的な解決には役立つ。しかし、 $\beta$  処理だけではマクロ的解決のものであり、金属ウラン、 $\alpha$  相、斜方晶のもつ本性、ミクロ的異方性は厳然として維持されているのである。この点に気づいたのは破損報告後であった。一方、同じ金属ウラン燃料はお隣の原電 1 号炉（1966 年の営業運転から 1998 年 3 月末まで稼動）においても長く使用された。この燃料は被覆管がマグネシウム合金であることからマグノックス燃料とも呼ばれた。マグノックス合金は、英国で開発され、炉内温度、ウラン棒の変形に対する追従性などを考慮して選ばれた。何よりもこの燃料の特徴は鋳造、棒ではなく中空棒にある。従って  $\alpha$  ウランの異方性によって起こる照射下のしわ変形は棒表面よりも中空内面に向い、被覆管破損を抑止している。このような英国でなされた種々の工夫が JRR-3 と違い、30 有余年という長期寿命を生んだのである。国産化燃料の破損は関与した 1 人として責任を免れるものでないが、もし、原電 1 号炉と同じように健全であったならば、JRR-3 の歴史の一端は変えられたと、残念である。

### 2. 東海研究所プルトニウム研究 1 棟

ここでも、「1」の仕事と同様にプルトニウム研究施設の準備から入り、後世に残すような仕事は殆どない。当初はプルトニウム金属合金の研究を目指し、次いで酸化物、また炭化物へと、めまぐるしく研究対象が変わった。また、プルトニウムを扱うグローブボックスは A1 製であり、構造的には傷つきやすく適切とはいえなかった。このあと、この実験施設では汚染事故を起こし多くの方々にご迷惑をお掛けしたのであるが、汚染事故の遠

因は構造的に問題のあるグローブボックスにあったと、反省している。この時期、唯一の仕事はプルトニウム酸化物を「燃料」としてではなく、一種の半導体として眺めて扱った。何故、半導体か。PuO<sub>2</sub>はむしろ熱力学的にもPuO<sub>2-x</sub>が安定であり、酸素欠陥型化合物なのである。この物質の電気抵抗測定に精をだした。状態図との関連で考察し、唯一国際会議でも発表した。このような時期は短く、プルトニウム研究1棟では、前述のように幾つかの汚染事故を起こし、その後始末、続いて大洗燃料研究棟へ移転のため、グローブボックスの廃棄、乃至は廃棄できないものの現場保管作業に2年費やした。また、大洗燃料研究棟に移転後も、現場保管管理していたグローブボックスの解体のため約半年、舞い戻り、106、107、114号室を復旧させ、化学部の供用に復旧できたことは大きな喜びであった。この間、廃棄作業では小林康司管理責任者、また復旧作業では平田実穂所長の配慮に感謝している。

### 3. 大洗燃料研究棟

プルトニウム研究1棟の廃棄作業と並行して、燃料研究棟の建設の重責を当時の下川室長から引き継いだ。この建設ではプルトニウム研究1棟の苦い、貴重な経験が役立った。この施設は当初からプルトニウム混合炭化物燃料の研究の場として、49年1月末、竣工した。東海研プルトニウム研究1棟のグローブボックス廃棄作業のためプルトニウム研究開始は52年5月であった。研究は渡邊齊室長率いる燃料工学部大洗駐在、施設管理は大洗研管理部工務課、放射線管理課、プルトニウム技術開発室によって開始し、進められた。今日まで、プルトニウム研究1棟のような事故発生もなく30有余年、研究が続けられ、新型燃料として多くの可能性をもつ炭化物、窒化物燃料の基礎物性研究から照射試験に至るまで成果を挙げている。今日に至るまで引き継がれた多くの後輩諸兄の努力に感謝申し上げる。

### 4. 原研後

原研生活の終わりがみえた、55歳を越えたころ、この後、何をすべきかを考えた。一方、何の取り柄のない「木偶の坊」に何ができるかを自問自答した。その結果、パソコンを相手にしようと。退職金から大枚をはたいて求めた。そして、当時、兵庫教育大学教授（後、京都大学教授）足立裕彦先生らに分子軌道計算法の一つである、「DV-X $\alpha$ 法」について師事した。金属工学科出身で「量子化学」の授業すら受けていないものとしては茨の道であった。当時一緒に入門した、現アクチノイド分離化学研究グループ研究主幹の平田勝兄と共に20年。主として金属ウランの未知なる部分を解き、風穴を開けてきた。金属ウランが核燃料として使用される余地はない。しかし、元先端基礎研究センター長の伊達宗行先生の「新しい物性物理」の解説にあるようにウランは機能性物質として、5f、6d電子が振舞うものとして超伝導物質の一つに上げられている。ただ一つ問題はウランなど超ウラン元素の自己損傷の評価が左右していると、考えられる。終わりに、グローブを介したといえ、金属専攻者としてU、Puに触れられたことは幸いであった。