

平成5年（行ウ）第4号再処理事業指定処分取消請求事件

原告 大下由宮子 外157名

被告 原子力規制委員会

令和3年（行ウ）第1号六ヶ所再処理事業所再処理事業変更許可処分取消請求事件

原告 山田清彦 外105名

被告 国（処分行政庁 原子力規制委員会）

## 準備書面（206）

青森地方裁判所民事部御中

2024年3月14日

原告ら訴訟代理人

弁護士 浅 石 紘 爾

弁護士 内 藤 隆

弁護士 海 渡 雄 一

弁護士 伊 東 良 徳

弁護士 中 野 宏 典

重大事故等対策の不備：臨界事故対策

## 第1 はじめに

本準備書面では、被告の重大事故等対策のうち臨界事故対策について、被告準備書面（14）及び補助参加人準備書面（4）の関連部分に対して反論する。

最初に第2において臨界及び臨界事故について説明し、再処理施設においてどのような場合に臨界事故が発生するかを論じる。続いて第3において、本件再処理施設の臨界管理の基礎となっているJACSコードシステムに基づく核的制限値の信頼性について論じ、第4で本件再処理施設での臨界事故発生の想定除外（被告の示唆による臨界事故想定機器の削減）の不当性を論じ、最後に第5で本件再処理施設の臨界事故拡大防止対策の不十分性を論じる。

## 第2 再処理施設において発生しうる臨界事故

### 1 臨界とは

あらゆる物質は肉眼ではとても見えない微少な原子の集合したものである。例えば黒鉛（鉛筆やシャープペンシルの芯）12グラム（大きさで言えば1辺が1.8cm程度のサイコロ程度）の中には24桁の数の原子が含まれている。原子の中心に原子核があり、その周囲にマイナスの電荷を帯びた電子が存在している。

原子核は正の電荷を帯びた陽子と電荷を帯びていない中性子で構成されており、原子核中の陽子の数（原子番号と呼ばれる）によって元素の種類が定まり、陽子の数と中性子の数の合計を質量数と呼んでいる。例えばウラン235は陽子が92（陽子の数が92の元素がウランである）、中性子が143の原子核を持つ。

原子核は、陽子数と中性子数の組み合わせにより安定したものと不安定なものがあり、不安定な原子核（放射性元素）は安定した組み合わせになるまで放射線を放出し、特定の組み合わせの原子核は中性子が衝突することにより破壊されて分裂しやすい。後者が核分裂性物質で、ウラン235、ウラン233、プル

トニウム<sup>239</sup>、プルトニウム<sup>241</sup>が代表的な核分裂性物質である。原子力発電はもっぱらこれらの核分裂性物質を「核燃料」とし核分裂の際に発生する膨大なエネルギーを用いて発電を行っている。

核分裂の際には、例えばウラン<sup>235</sup>の核分裂時には1回の核分裂で平均2.5個程度の中性子が発生する。その発生した中性子のうち1個が次の核分裂を引き起こす場合、核分裂が連鎖的に継続し、この状態を臨界と呼ぶ。1回の核分裂で発生した中性子が次の核分裂を引き起こす数（定義の仕方は様々であり得るが、わかりやすく定義しておく）を「実効増倍率」（体系内の中性子数が次世代で何倍になるかという意味）と呼んでいる。この実効増倍率がちょうど1（1.000等）が臨界で、実効増倍率が1未満を未臨界、1を超えるときを超臨界という。

原子力発電所は核燃料を臨界状態でコントロールする施設であるから、臨界に達すること自体は予定されており、超臨界状態、特に実効増倍率が1.06程度を超えてコントロールできなくなったときには暴走事故となる。原子炉の開発段階でのSL1の爆発事故、チェルノブイリ原発事故は、暴走事故の典型である。

これに対し、再処理施設は核燃料が臨界に達することを予定しておらず、臨界をコントロールする設備もないから、臨界に達すること自体が臨界事故である。

## 2 臨界事故が発生すると

取り扱っている核燃料等が臨界状態となると、1つには核分裂によって複数の中性子と複数の原子が発生する。中性子は非常に透過性の強い放射線であり、分厚いコンクリートによる遮蔽壁をも通過して生物体を被ばくさせる。JCOの臨界事故（1999年）時に作業していた作業員2名がその後多臓器不全で死亡したのはこの中性子線被ばくによるものである。そして核分裂により発生した複数の原子は原子核が物理的に破壊されて生じたものであるから安定した組

み合わせであることはほとんどなく不安定な原子核（放射性元素）であり、アルファ線、ガンマ線等の放射線を放出する。核分裂によって発生した原子（核分裂生成物、死の灰などと呼ぶ）が漏えいすると、周辺の者を被ばくさせる。

臨界によって生じるもう1つの事態は、膨大な発熱である。核分裂反応は原子力発電や原子爆弾に用いられるように膨大なエネルギーを発生させる。核分裂反応によってできた核分裂生成物自体も放射線放出とともに発熱する（これを崩壊熱と呼ぶ）。臨界が継続すると、この核分裂反応による膨大な発熱と、核分裂により生じる核分裂生成物による崩壊熱の両者が生じるのである。

再処理施設において臨界事故が発生すると、臨界により放射能・放射線による被ばく量が飛躍的に増大し、発熱も飛躍的に増大する。発熱の規模によっては溶液の急激な気化による膨張により、爆発ないし爆発に類する状態が生じることもありうる。

### 3 臨界管理

臨界は、核分裂性物質が多数集積すること、中性子が核分裂に使われやすい条件を満たすことで発生しやすくなる。核分裂によって発生する中性子は大きなエネルギーを持っている（速度が速い）が、原子核（特にウラン235等）は中性子のエネルギーが低い方が核分裂を起こしやすい性質があるため、中性子が核分裂性でない原子核と繰り返し衝突してエネルギーを失う（減速される）環境にあると次の核分裂を引き起こしやすい、言い換えれば臨界になりやすい。この環境は通常、水があることで満たされやすくなる（水素原子核は効果的な中性子減速材である）。このほかに中性子を反射する物質の存在（中性子が外に出てしまうと次の核分裂を引き起こすことはなくなるが、反射されて戻ってくると核分裂を引き起こす可能性が残る）、中性子を吸収する物質の不存在などが臨界になるかどうかに影響する。

再処理施設は、大量の核分裂性物質（核燃料物質）を大量の水を含む硝酸溶液

状態で取り扱う施設である（原子力発電所で発電に使用した核燃料内に大量に存在する核分裂性物質と核分裂生成物を硝酸で溶かした後に有機溶媒系統と水溶液系統への抽出作業を繰り返して核分裂性物質＝ウラン・プルトニウムを取り出すことを目的とする施設である）から、一般的には臨界事故の危険性が大きな施設である。

再処理施設においては、臨界を発生させないため、容器等（貯槽類）の大きさ（主に溶液が入る部分の厚さ）を制限したり、工程で取り扱う核分裂性物質の割合・濃度を制限したり、容器等の周囲に中性子吸収材を配置するなどしている。

#### 4 どんな場合に臨界事故が発生するか

##### (1) 設計の誤り

再処理施設の臨界管理の中心は、容器等（の溶液が入る部分）の寸法（主として厚さ）を制限することによって行われているが、その基準はJACSコードシステム（あるいはそれに基づく臨界安全ハンドブック）が示す核的制限値である。この核的制限値が十分に安全側のものでない場合、そもそも設計上すべての場合に臨界を防止することができず、通常の操業の過程でも臨界事故が起こるリスクを生じる。

##### (2) 操業条件の不遵守

容器等の寸法制限はあらゆる場合に有効なものではなく、操業に一定の条件が課せられている場合がある。本件再処理施設においても、燃焼度の低い核燃料（原子力発電所での使用期間が短い使用済み燃料）については溶解工程で可溶性中性子吸収材（ガドリニウム溶液）を注入することが前提とされ、また分離工程ではウラン235の割合が一定以下であることが条件とされている。これらの条件は自動では満たされず、運転員の個別操作が予定されている。運転員がこれらの条件を守らなければ、形状寸法の設計や施工が予定通りに行われていて

も、臨界に至る危険がある。

JCOの臨界事故は、定められた作業手順が煩瑣であるために運転員がより効率的な作業方法を追求し、作業手順を守らずにウランの硝酸溶液をバケツで沈殿槽に投入したために発生した。規制当局が、手順を定めているから事故は起こらないなどというのでは臨界事故は到底防げない。

### (3) 非安全形状の容器（想定外の容器）への移送

再処理施設の操業は自動の定常運転による部分は必ずしも多くなく、運転員の手動による次の工程への溶液の移送がなされる場面が少なくない。その際、何らかの不具合が生じて特定の容器等を空にする必要が生じるなどして溶液を定常の工程以外に移送することも稀ではない。そのような移送は基本的に運転員の手動で行われ、運転員が移送する操作をした場合にその適否を判断して自動でそれが拒否されるという仕組みにはなっていない。言い換えれば、運転員が溶液をどこかの予定外の容器等に移送することを決定すれば、それを防ぐ手段はないのである。

そして、定常運転時に核分裂性物質を含む溶液が投入・移送される容器等は基本的に寸法が制限された安全形状のものとして設計されているが、定常運転時に移送することが想定されていない容器には安全形状でない、非安全形状のものがあり、そのような非安全形状の容器に核分裂性物質を含む溶液が移送されると臨界事故に至る危険がある。

実際、これまでに海外の再処理施設（や加工施設）で発生した臨界事故の多くは運転員による溶液の手動での移送によって発生している。

### (4) 工程外への漏えい

再処理施設の工程から外に核分裂性物質を含む溶液が漏えいした場合、漏えい先は当然、安全形状の設計とはなっていないから、漏えいした溶液の量や集積

状態によっては臨界事故が発生する。

かつてウラルで何度か起こった臨界事故はこのような形で発生したと考えられる。

### 第3 JACSコードシステムによる核的制限値について

#### 1 臨界安全ハンドブックについて

被告は、臨界安全ハンドブックが多数の専門家により作成されたから信頼できる旨主張している（被告準備書面（14）第1の4（2）ア（ア）：同準備書面22～23ページ）。

臨界安全ハンドブックは、以前は臨界実験データにより求められた臨界量（例えば特定のウラン・プルトニウムの割合と濃度の溶液を注入し続けて臨界に達した際の液層の厚さ）に安全係数を掛けて設計していたものを、それでは大きな寸法の設計が困難であり、本件再処理施設は従前より大規模な（大量の再処理をする）施設として構想されていたため、核的制限値を大幅に緩和する必要がある、計算コードで実効増倍率を計算することでできる限り大きな寸法の設計ができるようにしたものである（詳しくは原告ら準備書面（72）参照）。

#### (2) JACSコードシステムによる核的制限値

臨界安全ハンドブックは、JACSコードシステムによる核的制限値をとりまとめたものであるが、JACSコードシステムは、モデルとして定めた条件の下で、初期設定した中性子がその後どうなるか（核分裂を起こすか、体系外に出ていくか）を確率計算して行き実効増倍率を計算するもので、臨界安全ハンドブックはJACSコードシステムの計算した実効増倍率が0.95となる値に基づいて核的制限値を定めている。

JACSコードシステムによる計算は、実際の臨界体系とは比べものにならないわずかな中性子数（せいぜい3桁）の短時間の振る舞いで行うものである

し、一定の条件の下での確率計算であるから、その信頼性は臨界実験で臨界に達した条件について実効増倍率を計算し（このような計算をベンチマーク計算と呼ぶ）、それを積み重ねて評価することになる。JACSコードシステムによる実効増倍率計算結果が0.95となる条件を元に核的制限値を定めるのであれば、JACSコードシステムが臨界条件での実効増倍率（正解は1.000）を間違っても0.95以下とは計算しないことが確保される必要がある。もしJACSコードシステムが臨界条件の体系について実効増倍率を0.95以下と過小評価することがありうるのであれば、その核的制限値を満たす体系が実際には臨界となる可能性があることになる。

ところが、JACSコードシステムによるベンチマーク計算で、再処理工場の溶解槽を近似する硝酸溶液中に燃料棒を配置した臨界実験のケースで実効増倍率を0.95未満と過小評価計算してしまった実例が現実に複数あるのである（詳しくは原告ら準備書面（72）参照）。

被告は、JACSコードシステムの計算結果に十分な安全裕度が含まれることがベンチマーク計算により確認されているなどとしている（被告準備書面（14）第1の4（2）ア（ア）：同準備書面24ページ）が、JACSコードシステムが臨界条件について、特に再処理施設での環境に近い実験体系で実効増倍率を0.95未満と過小評価した事例が現に存在する以上、問題ない計算をした事例がほかにいくら積み重ねられても、JACSコードシステムの計算結果に過小評価のリスクがあることに変わりはない。

被告の主張は原子力推進の立場の専門家がその利害から問題ないと言っていることのみを取り上げ、JACSコードシステムが臨界条件の実効増倍率を0.95未満と過小評価したことがあるという現実に目を背けるものである。このような姿勢は、福島原発事故前は誰一人危険を指摘しなかった原子力推進の立場の専門家をまた信頼するというもので、福島原発事故に学ばないものである。



#### 第4 臨界事故の発生の想定除外

##### 1 適合性審査における臨界事故発生の想定

補助参加人は、2019年9月25日の適合性審査会合までは本件再処理施設の23の機器で臨界事故が発生する可能性があるとしていたが、被告の示唆により、同年10月31日の適合性審査会合以降は5種類8機器についてのみ臨界事故の発生を想定するという姿勢に変わり、被告はそれを認めて本件変更許可処分を行った。

##### 2 操業条件不遵守の不考慮

本件再処理施設においては、処理する核燃料の燃焼度が低い場合に可溶性中性子吸収材を投入することを条件とし、また分離工程ではウラン235の割合を制限する条件となっており、これらはすべて運転員の手動操作によるものであるが、本件適合性審査、本件変更許可では、運転員がこれを遵守せずに操業して臨界事故が発生することはまったく考慮されていない。

##### 3 非安全形状の容器等（想定外の容器等）への移送の不考慮

被告は、上記補助参加人が23の機器で臨界事故の発生の可能性があるとしていたのに被告の示唆で5種類8機器についてのみ臨界事故を想定すると態度を変更したことについて「原子力規制庁は、参加人に対し、当初、参加人がおよそ臨界事故が起り得ないような設備についても、臨界事故が起きる可能性があるとしていたことから、実際に起り得ない、あるいはその発生可能性が低い臨界事故について整理するよう指摘したに過ぎない」などと主張し（被告準備書面（14）第1の4（2）イ（イ）：同準備書面27ページ）、「単に監視カメラを付けて作業員が2時間に1回の頻度で目視確認すること」のみを理由に臨界事故の発生を仮定しないこととしたのではないと主張している（被告準備書面（14）第1の4（2）イ（イ）：同準備書面28ページ）。

このとき被告の示唆によって臨界事故の発生を想定しなくなった機器のうち、経路外への機器への移送により臨界条件に達するとされている機器に、低レベル無塩廃液受槽、中継槽A・B、計量前中間貯槽A・B、第3一時貯留処理槽、第7一時貯留処理槽（アルカリ洗浄廃液の誤移送）の5種類7機器がある。これらについては、低レベル無塩廃液受槽については単に移送機器を施錠管理すること、中継槽A・B、計量前中間貯槽A、B、第3一時貯留処理槽、第7一時貯留処理槽（アルカリ洗浄廃液の誤移送）については移送先の機器内の核燃料物質を払い出すという手順を定めることと移送機器の施錠管理をすることによって、臨界事故は発生しないこととされた（甲E第143号証7枚目以降の「臨界事故に係る機能喪失想定に基づく事象抽出」No. 4、No. 5、No. 7、No. 14、No. 17参照）。補助参加人の資料によっても、誤移送があれば臨界条件に達するとされているにも関わらず、誤移送を防ぐための手段は手順を定め移送機器を施錠管理するということのみであって、運転員が移送すると決定すれば移送を防ぐことはできない（単に解錠して移送するだけ）のである。

プルトニウム精製塔セル漏えい液受皿、放射性配管分岐第1セル漏えい液受皿1、放射性配管分岐第1セル漏えい液受皿2、プルトニウム濃縮缶供給槽セル漏えい液受皿、油水分離槽セル漏えい液受皿、プルトニウム溶液一時貯槽セル漏えい液受皿については、漏えい液受皿の集液部を確認できるカメラを設置しカメラの監視を2時間の頻度で行うこととして臨界事故は発生しないこととされた（甲E第143号証7枚目以降の「臨界事故に係る機能喪失想定に基づく事象抽出」No. 9～13参照）。これらについては、補助参加人の資料によっても、連続移送配管からの溶液の漏えいが発生し、さらに漏えい検知装置の機能喪失を想定した場合臨界条件に達するとされているが、臨界事故を防ぐ手段は監視により運転員が気づいて対処することのみである。

このように、被告の示唆によって補助参加人が臨界事故の発生を想定しないこととした機器の多くは、運転員が正しく操作することを前提に、臨界事故が発

生しないとしたものであり、言い換えれば運転員が誤った操作をすれば臨界事故に至りうるものである。このようなものを、被告は、臨界事故が「実際に起こり得ない、あるいはその発生可能性が低い」などとして発生の想定不要としたのである。

前項と合わせ、被告は、何か手順を定めれば、操作について注意の機会を与えれば（施錠管理など）、それで運転員が誤ったことをすることは想定しなくていいとしている。JCOの臨界事故はその手順を無視した作業を現場が行ったことで発生したのであり、運転員の誤った判断はある種思い込みも含めた状況や前提についての誤認識から生じるものであり、また海外の再処理施設等での臨界事故の多くは溶液の誤移送によって発生しているのである。その移送をすべきだと判断している運転員は、施錠管理されていても、ただ解錠して移送するだけである。このようなものを「移送ができないような物理的措置」（甲E第143号証7枚目以降の「臨界事故に係る機能喪失想定に基づく事象抽出」No. 144の記載）などと言うのは誤りである。

そして、補助参加人の運転員は、アクティブ試験の際に、2007年3月11日、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において臨界防止のために2重装荷を防止するために、脱硝装置で温度センサー警報が生じて運転が自動停止したのを全自動モードから半自動モードに手動で切り替えて運転を継続し、脱硝皿にウラン・プルトニウム混合粉末が残った状態で、そこにウラン・プルトニウム混合溶液を供給するという2重装荷事故を発生させている。自動安全装置があつてさえ、それを切り替えて誤った運転をしたのである。

また、最近も、補助参加人の運転員は、2020年7月2日、本件再処理施設の安全冷却水系の機能喪失に気づかず、8時間もの間機能が回復しなかった上、その際当直長は異常なデータを確認しながら次の確認は3時間あまり後の定時の確認でよいと指示したのである（詳しくは原告ら準備書面（192）、甲E第145号証参照）。

このように補助参加人の運転員は、臨界防止のための警報や自動停止装置があっても手動で切り替えて運転を継続し、異常を示すデータがあっても数時間放置したり気づかないという実績があり、手順を決め注意を促す装置があれば誤りを想定する必要がないという被告の判断は、原子力施設の臨界事故対策の想定としてまったく不合理というべきである。

#### 4 そもそも臨界事故を想定するのは23機器でよかったか

本訴においては、補助参加人が23機器について臨界事故の発生を想定したのに被告が5種類8機器に絞らせるというおよそ規制当局にあるまじき行為をしたため、原告らはそのことに焦点を当てているが、再処理施設においては核分裂性物質を含む溶液が極めて多数の容器等に存在し、また移送されうる。

例えば、補助参加人の資料上「臨界事故の観点から地震起因重大事故時機能維持設計としている対象箇所と地震により移送が停止する箇所」（甲E第143号証最終ページ）には「臨界事故の観点から地震起因重大事故時機能維持設計としている対象箇所」として赤く塗られている機器が30、移送停止箇所に至っては100箇所を優に超える青と黄色の丸が図示されている。これらの箇所もまた、臨界事故が起こりうるからこそ図示されているはずである。

#### 5 外部漏えいについての不考慮

被告は、本件再処理施設において、核分裂性物質を含む溶液が外部に漏えいした場合についてはまったく想定していない。

#### 6 まとめ

以上のとおり、本件再処理施設における臨界事故の想定はあまりにも狭く、その結果重大事故対策を行う機器等が不合理に限定されて、臨界事故が発生しうる多くの箇所について、そもそも重大事故対策が行われていないという致命的

な瑕疵がある。

## 第5 臨界事故拡大防止対策の不備

### 1 本件再処理施設の臨界事故拡大防止対策

補助参加人が臨界事故の発生を想定する5種類8機器において臨界事故が発生した場合、臨界検知用放射線検出器で臨界事故の発生を検知すると臨界事故が発生している貯槽に可溶性中性子吸収材が自動供給されるが、臨界を拡大させないためのその貯槽への溶液移送の停止は手動で行う（補助参加人準備書面（4）第3の2（1）ウ（ア）b：同準備書面23ページ、別紙図2）。臨界事故発生時に発生する水素による爆発防止措置（水素掃気）は可搬型建屋内ホースの接続によって行う（補助参加人準備書面（4）第3の2（1）ウ（イ）b：同準備書面24ページ、別紙図3）。臨界事故発生時に大量に発生する放射性物質（核分裂生成物）の貯留及び放出の低減は自動で行われるが、排ガス貯留槽の圧力が上がり所定の圧力に達した後の操作は手動で行う（補助参加人準備書面（4）第3の2（1）ウ（ウ）b：同準備書面25ページ、別紙図3）。

被告の示唆により臨界事故の発生を想定しないこととした他の機器での臨界事故が発生した場合にどのような対策がなされるのかは不明となった（変更許可上は、重大事故対策は行わないこととなったと理解せざるを得ない）が、実際に臨界事故が発生した場合は、上記の自動部分はすべて運転員の手動で、可搬型設備を用いて対応することとなると考えられる。

### 2 手動の対策実施の不安定性

臨界事故発生防止対策のみならず、拡大防止対策においても運転員の手動の操作に依存することは、対策の不安定性、不十分性をはらんでいる。

特に、補助参加人の運転員の実績を考慮すれば、重大事故についてその拡大防止対策を運転員の手動の操作に依存することは危険である。

加えて、再処理施設の重大事故時には当該手動の作業を行う場所の環境が放射線、熱等で悪化する可能性を十分に考慮する必要がある。

臨界事故の際には分厚いコンクリートの遮蔽壁をも透過する中性子線による被ばくのリスクがある。補助参加人が適合性審査に提出した資料においても無塩廃液受槽の臨界事故時に運転員が作業すべき場所の放射線量は1時間あたり43mSvにも達するとされた（詳しくは原告ら準備書面（138）参照）（放射線業務従事労働者の1年間の線量限度は50mSvであり、この線量は労働者の1年間の線量限度にわずか1時間10分で達するレベルである）。

そして、臨界事故により大量に発生する放射性物質がセル内に導出されその圧力が上昇した後には、建屋内に流出することが予想される（甲E第147号証1～5ページ）。適合性審査では作業場所の放射線量について建屋内流出を評価しておらず、中性子線に加えてこの流出放射性物質による放射線被ばくを評価すれば、作業員の作業による手動の対策を期待することは不適切である。

以上