

【公開版】

提出年月日	令和2年2月26日	R0
日本原燃株式会社		

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る
新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

安全審査 整理資料

臨界防止等の信頼性向上に伴う変更

目 次

1 章 臨界防止等の信頼性向上に伴う設計変更

1. 変更の概要

- 1. 1 核的制限値と事故評価に用いるパラメータについて
- 1. 2 混合機の容積変更
- 1. 3 容器の誤搬入防止に対する変更
- 1. 4 臨界検知用ガスモニタの採用
- 1. 5 均一化混合装置等の設計変更

2. 変更に伴う設計方針

- 2. 1 核的制限値と事故評価に用いるパラメータについて
- 2. 2 混合機の容積変更
- 2. 3 容器の誤搬入防止に対する変更
- 2. 4 臨界検知用ガスモニタの採用
- 2. 5 均一化混合装置等の設計変更

3. 加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への影響

2 章 補足説明資料

1章 臨界防止等の信頼性向上に伴う設計変更

1. 変更の概要

1. 1 核的制限値と事故評価に用いるパラメータについて

加工施設においては、核燃料物質取扱い上の一つの単位となる単一ユニットを設定し、核燃料物質及びその他の物質の種類、量、物理的・化学的形態等を考慮したモデルで臨界評価を行い、中性子実効増倍率が0.95以下に対応する値（以下「0.95対応質量」という。）を核的制限値として設定していた。

核的制限値は、単一ユニットで取り扱う核燃料物質の形態に対し、Pu富化度、核分裂性Pu割合及びU中のU-235含有率から算出される核分裂性物質の質量（以下「Pu*質量」という。）で管理しており、単一ユニットにおいて、核的制限値及び核的制限値の設定条件（Pu富化度、含水率等）以外に核燃料物質の取扱い上の制限値は存在しなかった。

事故評価においては本来考慮すべきリスクを正しく見極めるため、設備・機器の特徴及び標準的な製造条件を考慮し、MOX粉末の取扱量、Pu富化度、含水率等の評価パラメータを設定していた。これら事故評価に用いた評価パラメータについては、加工施設における通常の運転状態に基づくものであり、事業許可申請書において記載していなかった。

上記を踏まえて、事故評価に使用するパラメータとして、実際に設備・機器で取り扱う核燃料物質の性状及び量を基に運転管理上の取扱量を定め、事故評価において、今回定める取扱量及び核的制限値を用いることとした。

この変更に伴い、加工事業許可申請書の本文を変更する。

【補足説明資料1-1】

1. 2 混合機の容積変更

加工施設は、設計上定める条件より厳しい条件の下においても臨界に達するおそれがないようにするため、次の設計変更を行う。

均一化混合機はMOX粉末の取扱量が最大であり、添加剤を加えることにより減速条件が変化する特徴がある。さらに、不透明なステンレス鋼製の混合機内にMOX粉末及び添加剤が集積するため始業前・終業後点検や監視カメラでの目視確認では、異常量の集積を発見できない。

前設計では均一化混合機の容積は580Lであり、最適条件において臨界が発生するおそれがある容積であった。そのため、MOX粉末と添加剤の過剰投入による臨界が発生しない機器容積(370L以下)で設計することとし、均一化混合機内で臨界が発生する可能性を取り除くこととした。

この変更に伴い、加工事業許可申請書の本文及び添付書類五を変更する。

【補足説明資料1-1】

1. 3 容器の誤搬入防止に対する変更

加工施設は、設計上定める条件より厳しい条件の下においても臨界に達するおそれがないようにするため、次の設計変更を行う。

粉末調整工程において一次混合後に取り扱う容器は主にJ60及びJ85の2種類があり、容器の搬送の際は誤搬入防止機構による搬送管理を行うことから、平均プルトニウム富化度18%以下の単一ユニットにプルトニウム富化度30%のMOX粉末を収容したJ60を搬入することはない。

今回、さらに、平均プルトニウム富化度 18%以下の単一ユニットへの搬送経路上に J60 が通過できない物理的障害を設けることにより、搬送管理を逸脱した異常状態を想定しても、当該単一ユニットへの J60 の誤搬入を防止できる設計へ変更する。

この変更に伴い、加工事業許可申請書の本文及び添付書類五を変更する。

【補足説明資料 1 - 1】

1. 4 臨界検知用ガスモニタの採用

既許可において、MOX燃料加工施設では臨界は起こり得ないが、粉末形態での取扱量が最大である均一化混合装置を監視対象とし、地下3階の現場監視第1室に臨界警報装置を設置する設計としていた。

均一化混合機の容積を小型化することで、MOX粉末と添加剤のいかなる組合せの過剰投入を想定しても物理的に臨界に至ることはない設計とすることとしたことから、臨界警報装置を臨界の検知範囲をより広く効率的にカバーすることができる臨界検知用ガスモニタに変更することとする。

この変更に伴い、加工事業許可申請書の本文及び添付書類五を変更する。

【補足説明資料 1 - 1】

1. 5 均一化混合装置等の設計変更について

二次混合設備の均一化混合装置のうち、混合機の缶体は、溶接構造等とし、核燃料物質が漏えいし難い構造とするとともに、混合機の上部及び下部を均一化混合装置グローブボックスにフランジ接続する構造とす

ることで、均一化混合装置及び均一化混合装置グローブボックスで閉じ込め機能を担保していた。

閉じ込めの基本方針として、非密封のMOXを取り扱う設備・機器をグローブボックスに収納するか、グローブボックス内に収納できない設備・機器については、グローブボックスと同等の閉じ込め機能を有する設備・機器とすることとしているが、均一化混合装置についても、他の混合機と同様にグローブボックス内に収容できることが確認できたことから、均一化混合装置を均一化混合装置グローブボックス内に全て収納する設計変更を行い、均一化混合装置グローブボックスにより閉じ込め機能を担保する設計に変更する。また、この変更に伴い、均一化混合装置は閉じ込め機能が不要となるため、均一化混合装置を安全上重要な施設から除外する。

この変更に伴い、加工事業許可申請書の本文及び添付書類五を変更する。

【補足説明資料1－1】

2. 変更に伴う設計方針

2. 1 核的制限値と事故評価に用いるパラメータについて

(1) 核的制限値の設定方針

安全機能を有する施設は、核燃料物質の臨界防止に係る基本的な設計方針に従い、通常時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作を想定した場合においても、核燃料物質が臨界に達するおそれがない設計とする。

- ① 核的制限値の設定は、核燃料物質の取扱い上の一つの単位である単一ユニットに対して行う。
- ② 今回定める核的制限値は、単一ユニット内に過剰な核燃料物質を取り扱わない観点から、核燃料物質の形態に対して0.95対応質量といった一律の値ではなく、設備・機器で取り扱う値に対して裕度を見込んで設定する。なお、裕度としては、MOX投入量の誤差、設備・機器内の滞留量等を考慮する。
- ③ 今回定める核的制限値は、「MOX質量」、「Pu*質量」、「Pu富化度」、「含水率」とする。
- ④ 核的制限値の維持及び管理については、起こるとは考えられない独立した二つ以上の異常が起こらない限り臨界に達しないように設計する。

【補足説明資料2-1】

【補足説明資料2-2】

【補足説明資料2-3】

(2) 事故評価に使用するパラメータの設定方針

① 閉じ込め機能不全及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る事故評価に使用するパラメータの設定方針

a. 今回定める閉じ込め機能不全及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る事故評価に使用するパラメータは、上記(1)で今回定める核的制限値のうち、「MOX質量」、「Pu富化度」とする。

② 臨界事故の発生可能性評価に使用するパラメータの設定方針

a. MOX粉末及びペレットを取り扱う容器に対し、過剰な核燃料物質を取り扱わないようにするために自主的に取扱量を設定する。

b. 臨界事故の発生可能性の評価では、設計上定める条件より厳しい条件の下での逸脱を想定するが、この逸脱の想定を十分な範囲とするため、今回定める取扱量を用いる。

c. 今回定める取扱量は、「MOX質量」、「Pu富化度」、「含水率」とする。

d. 今回定める取扱量の確認については、管理システムにより行う設計とする。

(3) その他ウランに係る取扱量の設定方針

① ウラン中のウラン-235含有率が天然ウラン以下のウランのみを取り扱う設備に対しては、臨界管理が不要であり、また事故評価に使用するパラメータではないが、過剰な核燃料物質を取り扱わないようにするために自主的にウランに係る取扱量を設定する。

② 今回定めるウランに係る取扱量は、「UO₂質量」、「ウラン中のウラン-235含有率」、「含水率」とする。

③ 今回定めるウランに係る取扱量の確認については、管理システムによ

り行う設計とする。

- ④ 今回定めるウランに係る取扱量の具体的な数値は、臨界管理に用いておらず、事故評価に使用するパラメータではないため、保安規定又はその下位文書に示す方針とする。

2. 2 混合機の容積変更

質量管理を行う設備では、通常時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作を想定した場合においても臨界に至ることはないが、添加剤の投入が可能で、設計上定める条件より厳しい条件の下において含水率の逸脱が想定される混合機（予備混合装置の予備混合機、均一化混合装置の均一化混合機、添加剤混合装置の添加剤混合機及び回収粉末処理・混合装置の回収粉末混合機）については、MOX粉末及び添加剤のいかなる組合せの過剰投入を想定した場合においても臨界が発生することがないように、混合機で取り扱うMOX粉末の平均プルトニウム富化度に応じ混合機容積を以下の値以下で設計する。

- ・平均プルトニウム富化度 30%： 120 L以下（予備混合機）
- ・平均プルトニウム富化度 18%： 370 L以下（均一化混合機，添加剤混合機，回収粉末混合機）

なお、臨界に至ることがないことを確認した計算条件及び評価結果を補足説明資料に示す。

【補足説明資料 2－4】

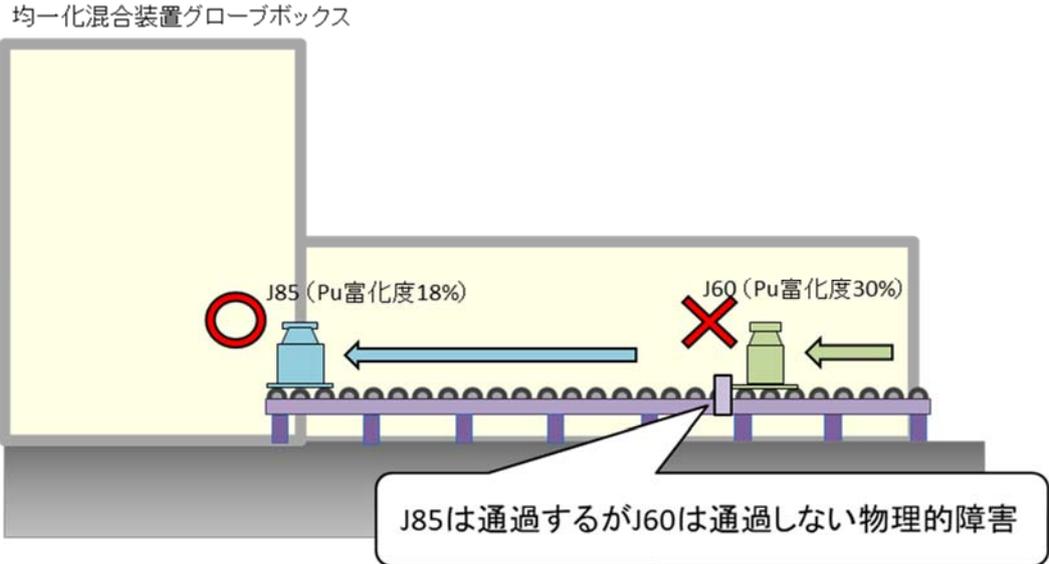
2. 3 容器の誤搬入防止に対する変更

粉末調整工程において、一次混合後のMOX粉末を収納する容器にはJ60及びJ85の2種類がある。J60は主にプルトニウム富化度30%の一次混合粉末を約65kg・MOX収納し搬送する容器であり、J85は平均プルトニウム富化度18%以下に調整した二次混合粉末を約90kg・MOX収納し搬送する容器である。

通常時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作を想定した場合においても、プルトニウム富化度30%の一次混合粉末が収納されたJ60が、平均プルトニウム富化度18%以下のMOX粉末を取り扱う単一ユニットに搬入されることはない。

ただし、設計上定める条件より厳しい条件の下においても臨界が発生することがないように、平均プルトニウム富化度18%以下のMOX粉末を取り扱う単一ユニットには、物理的な障害を設けることによりJ60の搬入を防止する対策を講ずる。このJ60の搬入防止措置は以下の設備に対して設ける。

- ① 均一化混合ユニット
- ② 造粒ユニット
- ③ 添加剤混合ユニットA
- ④ 添加剤混合ユニットB



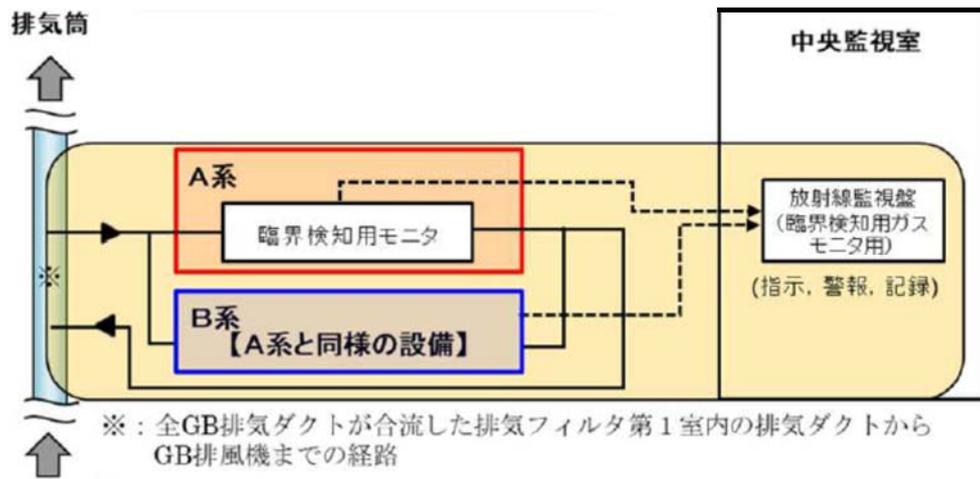
2. 4 臨界検知用ガスモニタの採用

核分裂生成物からの放射線を測定し、放射能レベルの監視を行うため、臨界検知用ガスモニタを設ける。

臨界検知用ガスモニタの測定値は、中央監視室において指示及び記録するとともに、放射能レベルがあらかじめ設定した値を超えたときは、中央監視室に警報を発する設計とする。

臨界検知用ガスモニタの測定値は、緊急時対策所において指示する設計とする。

臨界検知用ガスモニタの系統概要図を第1図に示す。



第1図 臨界検知用ガスモニタの系統概要図

2. 5 均一化混合装置等の設計変更について

均一化混合装置を均一化混合装置グローブボックス内に全て収納する設計とし、均一化混合装置グローブボックスにより閉じ込め機能を担保する設計とする。

また、この変更に伴い、均一化混合装置は閉じ込め機能が不要となるため、均一化混合装置を安全上重要な施設から除外する。

【補足説明資料2-5】

3. 加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への影響

本変更に伴う、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「事業許可基準規則」という。）への適合性について確認した。

「核的制限値及び事故評価に用いるパラメータ」の設定による影響を受けると考えられる条文は、「第二条 核燃料物質の臨界防止」，「第三条 遮蔽等」，「第十五条 設計基準事故の拡大の防止」，「第十六条 核燃料物質の貯蔵施設」，「第十七条 廃棄施設」であり，設計方針や評価結果への影響を確認した結果，規則要求を満たしていることを確認した。

【補足説明資料3-1】

「混合機の容積変更」，「容器の誤搬入防止に対する変更」，「臨界検知用ガスモニタの採用」による影響を受けると考えられる条文は，「第二条 核燃料物質の臨界防止」であり，設計方針への影響を確認した結果，規則要求を満たしていることを確認した。

「均一化混合装置等の設計変更」による影響を受けると考えられる条文は，「第四条 閉じ込めの機能」，「第七条 地震による損傷の防止」，「第十四条 安全機能を有する施設」であり，設計方針を確認した結果，「第四条 閉じ込めの機能」，「第十四条 安全機能を有する施設」は設計方針に変更はなく，「第七条 地震による損傷の防止」は均一化混合装置の耐震重要度分類が変更になる。

また，上記以外の条文は，本変更により設計方針に影響はないことを確認した。

本変更による各条文への影響の確認結果の詳細を第1表に示す。

第1表 臨界防止等の信頼性向上に伴う「事業許可基準規則」への影響について

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(核燃料物質の臨界防止)</p> <p>第二条 安全機能を有する施設は、核燃料物質が臨界に達するおそれがないようにするため、核的に安全な形状寸法にすることその他の適切な措置を講じたものでなければならない。</p> <p>2 臨界質量以上のウラン(ウラン二三五の量のウランの総量に対する比率が百分の五を超えるものに限る。)又はプルトニウムを取り扱う加工施設には、臨界警報設備その他の臨界事故を防止するために必要な設備を設けなければならない。</p>	<p>① 質量管理を行う工程における従来の臨界管理は、単一ユニットを設定し、当該単一ユニットで取り扱う核燃料物質の形態に対し、統計誤差を考慮した中性子実効増倍率が0.95以下に対応するP_u^*質量を算出し、核的制限値として設定していた。</p> <p>今回設定したP_u^*質量に関する核的制限値は、従来の核的制限値のP_u^*質量以下で設定している。また、P_u富化度及び含水率についても、従来の核的制限値の設定条件以下に設定していることから、これらの値を超えないように管理することで、臨界に達するおそれがないようにしているため、設計方針に変更はなく、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>② ③設計上定める条件より厳しい条件の下での設計変更であるため、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>④ 臨界警報装置から臨界検知用ガスモニタへ設計変更しても、臨界を検知するための設備を設ける設計方針に変更はないため、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>⑤ 本変更により核燃料物質の臨界防止の設計方針に影響はない。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(遮蔽等)</p> <p>第三条 安全機能を有する施設は、通常時において加工施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。</p> <p>2 安全機能を有する施設は、工場等内における放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。</p> <p>一 管理区域その他工場等内の人が入る場所における線量を低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものとする。</p> <p>二 放射線業務従事者が設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができるものとする。</p>	<p>① 加工施設からの直接線及びスカイシャイン線による公衆の線量評価は、貯蔵施設の最大貯蔵能力に基づいて評価を実施している。最大貯蔵能力は、核的制限値によって変更のない数値であり、評価結果に変更はなく、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>また、遮蔽設計の基準となる線量率の設定に当たって、遮蔽評価における線源量を核的制限値に基づき設定しても遮蔽設計には十分裕度を見込んでおり、遮蔽設計の基準となる線量率を満足するように設定するため、設計方針に変更はなく、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>② ③④⑤本変更により遮蔽等の設計方針に影響はない。</p>
<p>(閉じ込めの機能)</p> <p>第四条 安全機能を有する施設は、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものでなければならない。</p>	<p>① ②③④本変更より閉じ込めの機能の設計方針に影響はない。</p> <p>⑤ 均一化混合装置等の設計変更により、均一化混合装置グローブボックスで閉じ込め機能を担保する方針となったが、非密封のMOXをグローブボックス内に閉じ込める方針に変更はなく、規則要求を満たしていることを確認した。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(火災等による損傷の防止)</p> <p>第五条 安全機能を有する施設は、火災又は爆発により加工施設の安全性が損なわれないよう、火災及び爆発の発生を防止することができ、かつ、消火を行う設備(以下「消火設備」といい、安全機能を有する施設に属するものに限る。)及び早期に火災発生を感知する設備(以下「火災感知設備」という。)並びに火災及び爆発の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</p> <p>2 消火設備(安全機能を有する施設に属するものに限る。)は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても安全上重要な施設の安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により火災等による損傷の防止の設計方針に影響はない。</p>
<p>(安全機能を有する施設の地盤)</p> <p>第六条 安全機能を有する施設は、次条第二項の規定により算定する地震力(安全機能を有する施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの(以下「耐震重要施設」という。)にあつては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。)が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。</p> <p>2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければ</p>	<p>① ②③④⑤本変更により安全機能を有する施設の地盤の設計方針に影響はない。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>ならない。</p> <p>3 耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により安全機能を有する施設の地盤の設計方針に影響はない。</p>
<p>(地震による損傷の防止)</p> <p>第七条 安全機能を有する施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</p> <p>2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。</p> <p>3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p> <p>4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<p>① ②③④本変更により地震による損傷の防止の設計方針に影響はない。</p> <p>⑤ 均一化混合装置等の設計変更により、均一化混合装置全体をグローブボックスに収納する設計に変更したため、グローブボックス内に収納する他の装置と同様に、均一化混合装置をBクラス(非安重)とする。</p>
<p>(津波による損傷の防止)</p> <p>第八条 安全機能を有する施設は、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(以下「基準津波」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により津波による損傷の防止の設計方針に影響はない。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(外部からの衝撃による損傷の防止)</p> <p>第九条 安全機能を有する施設は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により外部からの衝撃による損傷の防止の設計方針に影響はない。</p>
<p>(加工施設への人の不法な侵入等の防止)</p> <p>第十条 工場等には、加工施設への人の不法な侵入、加工施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為(不正アクセス行為の禁止等に関する法律(平成十一年法律第二百二十八号)第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。)を防止するための設備を設けなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により加工施設への人の不法な侵入等の防止の設計方針に影響はない。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(溢水による損傷の防止)</p> <p>第十一条 安全機能を有する施設は、加工施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により溢水による損傷の防止の設計方針に影響はない。</p>
<p>(誤操作の防止)</p> <p>第十二条 安全機能を有する施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。</p> <p>2 安全上重要な施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により誤操作の防止の設計方針に影響はない。</p>
<p>(安全避難通路等)</p> <p>第十三条 加工施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <p>一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路</p> <p>二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明</p> <p>三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明(前号の避難用の照明を除く。)及びその専用の電源</p>	<p>① ②③④⑤本変更により安全避難通路等の設計方針に影響はない。</p>
<p>(安全機能を有する施設)</p> <p>第十四条 安全機能を有する施設は、その安全機能の重要度に応じて、その機能が確保されたものでなければならない。</p> <p>2 安全機能を有する施設は、通常時及び設計基準事故時に想定される全ての環境条件において、その安全</p>	<p>① ②③④本変更により安全機能を有する施設の設計方針に影響はない。</p> <p>⑤ 均一化混合装置等の設計変更により、均一化混合装置全体をグローブボックスに収納する設計に変更したため、均一化混合装置は閉じ込め機能が不要となり、安全上重要な施設から除外した。しか</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>機能を発揮することができるものでなければならない。</p> <p>3 安全機能を有する施設は、当該施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。</p> <p>4 安全機能を有する施設は、クレーンその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、その安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>5 安全機能を有する施設を他の原子力施設と共用し、又は安全機能を有する施設に属する設備を一の加工施設において共用する場合には、加工施設の安全性を損なわないものでなければならない。</p>	<p>し、均一化混合装置グローブボックスについては、閉じ込め機能を持つ安全上重要な施設であることに変更はないため、設計方針に影響はない。</p>
<p>(設計基準事故の拡大の防止)</p> <p>第十五条 安全機能を有する施設は、設計基準事故時において、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。</p>	<p>① 取扱量及び核的制限値を設定し、担保事項として申請書に記載することにより、事故の評価条件としており、設計方針に変更はなく、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>② ③④⑤本変更により設計基準事故の拡大の防止の設計方針に影響はない。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(核燃料物質の貯蔵施設)</p> <p>第十六条 加工施設には、次に掲げるところにより、核燃料物質の貯蔵施設を設けなければならない。</p> <p>一 核燃料物質を貯蔵するために必要な容量を有するものとする。</p> <p>二 冷却のための必要な措置が講じられているものであること。</p>	<p>① 原料粉末を受け入れてから燃料集合体出荷までの貯蔵のために必要な容量として最大貯蔵能力を設定している。最大貯蔵能力は、核的制限値によって変更のない数値であるため、設計方針に変更はなく、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>② ③④⑤本変更により核燃料物質の貯蔵施設の設計方針に影響はない。</p>
<p>(廃棄施設)</p> <p>第十七条 加工施設には、通常時において、周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、加工施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する廃棄施設(安全機能を有する施設に属するものに限る、放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く。)を設けなければならない。</p> <p>2 加工施設には、放射性廃棄物を保管廃棄するために必要な容量を有する放射性廃棄物の保管廃棄施設(安全機能を有する施設に属するものに限る。)を設けなければならない。</p>	<p>① 平常時の放射性気体廃棄物の推定年間放出量は、成形施設における最大処理能力 155t・HM (プルトニウム富化度 18%) に基づき評価を実施している。最大処理能力は、核的制限値によって変更のない数値であるため、放射性気体廃棄物の放出量評価については核的制限値による影響はない。</p> <p>なお、放射性液体廃棄物の推定年間放出量は、排水口における放射性物質の濃度と液体廃棄物の年間放出量により算出している。</p> <p>したがって、評価結果に変更はなく、規則要求を満たしていることを確認した。</p> <p>② ③④⑤本変更により廃棄施設の設計方針に影響はない。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(放射線管理施設)</p> <p>第十八条 工場等には、放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。</p> <p>2 放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を適切な場所に表示できる設備(安全機能を有する施設に属するものに限る。)を設けなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により放射線管理施設の設計方針に影響はない。</p>
<p>(監視設備)</p> <p>第十九条 加工施設には、通常時及び設計基準事故時において、当該加工施設及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を監視し、及び測定し、並びに設計基準事故時における迅速な対応のために必要な情報を適切な場所に表示できる設備(安全機能を有する施設に属するものに限る。)を設けなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により監視設備の設計方針に影響はない。</p>
<p>(非常用電源設備)</p> <p>第二十条 加工施設には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、監視設備その他安全機能を有する施設の安全機能を確保するために必要な設備が使用できる非常用電源設備を設けなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により非常用電源設備の設計方針に影響はない。</p>

事業許可基準規則	規則適合性
<p>(通信連絡設備)</p> <p>第二十一条 工場等には、設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置(安全機能を有する施設に属するものに限る。)及び多様性を確保した通信連絡設備(安全機能を有する施設に属するものに限る。)を設けなければならない。</p> <p>2 工場等には、設計基準事故が発生した場合において加工施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、多様性を確保した専用通信回線を設けなければならない。</p>	<p>① ②③④⑤本変更により通信連絡設備の設計方針に影響はない。</p>

- ① 核的制限値と事故評価に用いるパラメータ設定
- ② 混合機の容積変更
- ③ 容器の誤搬入防止に対する変更
- ④ 臨界検知用ガスモニタの採用
- ⑤ 均一化混合装置の設計変更

2 章 補足説明資料

臨界防止等の信頼性向上に伴う変更

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料1-1	臨界防止等の信頼性向上に伴う変更に係る加工事業許可申請書の変更前後対比表	2/26	0	
補足説明資料2-1	核的制限値と0.95対応質量との関係	2/26	0	
補足説明資料2-2	核的制限値による核燃料物質の管理方法	2/26	0	
補足説明資料2-3	各設備における具体的な核的制限値の設定の考え方	2/26	0	
補足説明資料2-4	混合機の容積制限に係る計算条件及び評価結果	2/26	0	
補足説明資料2-5	均一化混合装置等の設計変更	2/26	0	
補足説明資料3-1	取扱量及び核的制限値の設定による事業許可基準規則への影響	2/26	0	

令和2年2月26日 R0

補足説明資料 1 - 1

臨界防止等の信頼性向上に伴う変更に係る加工事業許可申請書の変更前後対比表（1 / 6）
 <核的制限値と事故評価に使用するパラメータについて>

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>(本文) 記載なし</p> <p>(添付書類五) 記載なし</p>	<p>(本文)</p> <p>2. 1 核的制限値と事故評価に用いるパラメータについて</p> <p>(1) 核的制限値の設定方針</p> <p>安全機能を有する施設は、核燃料物質の臨界防止に係る基本的な設計方針に従い、通常時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作を想定した場合においても、核燃料物質が臨界に達するおそれがない設計とする。</p> <p>① 核的制限値の設定は、核燃料物質の取扱い上の一つの単位である単一ユニットに対して行う。</p> <p>② 今回定める核的制限値は、単一ユニット内に過剰な核燃料物質を取り扱わない観点から、核燃料物質の形態に対して0.95対応質量といった一律の値ではなく、設備・機器で取り扱う値に対して裕度を見込んで設定する。なお、裕度としては、MOX投入量の誤差、設備・機器内の滞留量等を考慮する。</p> <p>③ 今回定める核的制限値は、「MOX質量」、「Pu*質量」、「Pu富化度」、「含水率」とする。</p> <p>④ 核的制限値の維持及び管理については、起こるとは考えられない独立した二つ以上の異常が起こらない限り臨界に達しないように設計する。</p> <p>(2) 事故評価に使用するパラメータの設定方針</p> <p>① 閉じ込め機能不全及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る事故評価に使用するパラメータの設定方針</p> <p>a. 今回定める閉じ込め機能不全及び核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失に係る事故評価に使用するパラメータは、上記(1)で今回定める核的制限値のうち、「MOX質量」、「Pu富化度」とする。</p> <p>② 臨界事故の発生可能性評価に使用するパラメータの設定方針</p> <p>a. MOX粉末及びペレットを取り扱う容器に対し、過剰な核燃料物質を取り扱わないようにするために自主的に取扱量を設定する。</p> <p>b. 臨界事故の発生可能性の評価では、設計上定める条件より厳しい条件の下での逸脱を想定するが、この逸脱の想定を十分な範囲とするため、今回定める取扱量を用いる。</p> <p>c. 今回定める取扱量は、「MOX質量」、「Pu富化度」、「含水率」とする。</p> <p>d. 今回定める取扱量の確認については、管理システムにより行う設計とする。</p> <p>(3) その他ウランに係る取扱量の設定方針</p> <p>① ウラン中のウラン-235含有率が天然ウラン以下のウランだけを取り扱う設備に対しては、臨界管理が不要であり、また事故評価に使用するパラメータではないが、過剰な核燃料物質を取り扱わないようにするために自主的にウランに係る取扱量を設定する。</p> <p>② 今回定めるウランに係る取扱量は、「UO₂質量」、「ウラン中のウラン-235含有率」、「含水率」とする。</p> <p>③ 今回定めるウランに係る取扱量の確認については、管理システムにより行う設計とする。</p> <p>④ 今回定めるウランに係る取扱量の具体的な数値は、臨界管理に用いておらず、事故評価に使用するパラメータではないため、保安規定又はその下位文書に示す方針とする。</p>	

臨界防止等の信頼性向上に伴う変更に係る加工事業許可申請書の変更前後対比表（3 / 6）
 < 容器の誤搬入防止に対する変更 >

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>(本文) 記載なし</p> <p>(添付書類五) 記載なし</p>	<p>(本文) (イ) 核燃料物質の臨界防止に関する構造 (6) その他の考慮事項 本施設は、設計上定める条件より厳しい条件の下においても臨界に達するおそれがないようにするため、以下の設計とする。</p> <p>① 容器の誤搬入防止 一次混合後の工程で平均プルトニウム富化度 18%以下のMOX粉末を取り扱う単一ユニットには、プルトニウム富化度 30%のMOX粉末が収納された容器 (J60) が誤って搬入されないよう、物理的な障害を設けることにより J60 の搬入を防止する設計とする。</p> <p>(添付書類五) ニ. 臨界安全設計 (へ) その他の考慮事項 本施設は、設計上定める条件より厳しい条件の下においても臨界に達するおそれがないようにするため、次の設計とする。</p> <p>(1) 容器の誤搬入防止 粉末調整工程において、一次混合後のMOX粉末を収納する容器には J 60 及び J 85 の 2 種類がある。J 60 は主にプルトニウム富化度 30%の一次混合粉末を約 65kg・MOX収納し搬送する容器であり、J 85 は平均プルトニウム富化度 18%以下に調整した二次混合粉末を約 90kg・MOX 収納し搬送する容器である。 プルトニウム富化度は、上記(ニ) (2) ② a. (質量管理) に述べた方法による確認を行うため、通常時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作を想定した場合においても、プルトニウム富化度 30%の一次混合粉末が収納された J 60 が、平均プルトニウム富化度 18%以下のMOX粉末を取り扱う単一ユニットに搬入されることはない。 ただし、設計上定める条件より厳しい条件の下においても臨界が発生することがないように、平均プルトニウム富化度 18%以下のMOX粉末を取り扱う単一ユニットには、物理的な障害を設けることにより J 60 の搬入を防止する対策を講ずる。この J 60 の搬入防止措置は以下の設備に対して設ける。</p> <p>① 均一化混合ユニット ② 造粒ユニット ③ 添加剤混合ユニットA ④ 添加剤混合ユニットB</p>	

臨界防止等の信頼性向上に伴う変更に係る加工事業許可申請書の変更前後対比表（4 / 6）
 <臨界検知用ガスモニタの採用>

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>(本文) 記載なし</p> <p>(添付書類五) ロ. 放射線安全設計 (ハ) 放射線被ばく管理に対する考慮 (2) 作業環境における放射線被ばく管理に対する考慮 ① 放射線監視設備 加工施設内の作業環境の放射線レベル又は放射能レベルを監視するため、主要な箇所にエリアモニタ、ダストモニタ及びエアスニファを設ける。 また、平常時及び事故時の線量当量率、空気中の放射性物質の濃度及び放射性物質によって汚染された物の表面密度の測定及び監視を行うために、放射線サーベイ機器を備える。 エリアモニタ及びダストモニタからの主要な情報は、中央監視室において監視及び記録するとともに、放射線レベル又は放射能レベルがあらかじめ設定した値を超えたときは、中央監視室及び必要な箇所において警報を発する設計とする。 また、エリアモニタ及びダストモニタは、監視対象箇所で想定される放射線レベル及び放射能レベルを十分監視できるようにするとともに、事故時には、これらにより燃料加工建屋立入りの際に必要な線量率等の情報が得られる設計とする。 なお、加工施設においては、技術的にみて臨界事故の発生は想定されないが、設備容量等を考慮して監視対象を均一化混合装置とし、現場監視第1室に臨界警報装置を設ける。 放射線監視設備には以下のものがあり、監視対象箇所の放射線状況に応じて適切な機器を設置する。 a. エリアモニタ ガンマ線エリアモニタ 中性子線エリアモニタ b. ダストモニタ アルファ線ダストモニタ c. エアスニファ d. 臨界警報装置 e. 放射線サーベイ機器</p>	<p>(本文) へ. 放射線管理施設の構造及び設備 (ロ) 屋外管理用の主要な設備の種類 (1) 排気モニタリング設備 本施設から周辺環境へ放出される放射性気体廃棄物の放射性物質を排気筒において連続的に捕集し、放射性物質の濃度の測定及び放射能レベルの監視を行うため、排気モニタを設ける。また、核分裂生成物からの放射線を測定し、放射能レベルの監視を行うため、臨界検知用ガスモニタを設ける。 排気モニタ及び臨界検知用ガスモニタの測定値は、中央監視室において指示及び記録するとともに、放射能レベルがあらかじめ設定した値を超えたときは、中央監視室に警報を発する設計とする。 排気モニタ及び臨界検知用ガスモニタの測定値は、再処理施設の中央制御室及び緊急時対策所において指示する設計とする。 また、排気モニタリング設備には本設備を運転する上で必要な盤類を含む。</p> <p>(添付書類五) ハ. 環境安全設計 (ハ) 放射線監視 (2) 本施設から放出される放射性物質の濃度の監視及び測定 ① 放射性気体廃棄物 排気モニタリング設備は、2系統の排気モニタ及び臨界検知用ガスモニタで構成する。 本施設から周辺環境へ放出される放射性気体廃棄物中の放射性物質を排気筒において連続的に捕集し、放射性物質の濃度の測定及び放射能レベルの監視を行うため、排気モニタを設ける。また、排気筒から放出される核分裂生成物からの放射線を測定し、放射能レベルの監視を行うため、臨界検知用ガスモニタを設ける。 排気モニタで採取したサンプリング試料の分析及び放射能測定を行うため、放出管理分析設備として、放管試料前処理室にフードを設け、放射能測定室に放射能測定装置を備える。 排気モニタ及び臨界検知用ガスモニタの測定値は、中央監視室において指示及び記録するとともに、放射能レベルがあらかじめ設定した値を超えたときは、中央監視室に警報を発する設計とする。 排気モニタ及び臨界検知用ガスモニタの測定値は、再処理施設の中央制御室及び緊急時対策所において指示する設計とする。</p> <p>(添付書類五) ニ. 臨界安全設計 (ホ) 臨界及びその継続性の検知 設備の容量、形状及び配置並びに核燃料物質の取扱方法から、本施設で臨界が発生することは想定されないが、万一、臨界が発生した場合にも臨界及びその継続性を検知することができる設計とする。 本施設の特徴として、通常時は放射性希ガスによる有意なバックグラウンドがないことから、臨界に伴い発生する核分裂生成物からの放射線を検知することで、臨界の発生を検知することができる臨界検知用ガスモニタ</p>	

臨界防止等の信頼性向上に伴う変更に係る加工事業許可申請書の変更前後対比表（5 / 6）

＜臨界検知用ガスモニタの採用＞

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>アルファ線用サーベイメータ ベータ・ガンマ線用サーベイメータ 中性子線用サーベイメータ ダストサンプラ</p>	<p>を設置し、臨界を検知した際には中央監視室に警報を発する設計とする。 また、臨界の継続性を検知するために放射線サーベイ機器を備える。</p>	

臨界防止等の信頼性向上に伴う変更に係る加工事業許可申請書の変更前後対比表（6 / 6）
 <均一化混合装置等の設計変更>

変 更 前	変 更 後	備 考
<p>(本文) 記載なし</p> <p>(添付書類五) ロ. 放射線安全設計 (イ) 閉じ込め機能 (6) グローブボックスと同等の閉じ込め機能を有する設備・機器 ① 均一化混合装置 均一化混合装置は、グローブボックスと同等の閉じ込め機能を確保するため、缶体は溶接構造等とし、核燃料物質が漏えいし難い構造とする。混合機の上部及び下部はグローブボックスにフランジ等で接続する構造とする。また、缶体内部は通気口を介してグローブボックスと通気させることにより、グローブボックスと同様に常時負圧に維持する設計とする。</p> <p>(添付書類五 添5第2表 安全上重要な施設) 成形施設 ・ 粉末調整工程のグローブボックス</p> <p>成形施設 二次混合設備 ・ 均一化混合装置</p> <p>(添付書類五 添5第10表 クラス別施設) 均一化混合装置及びこれを設置するグローブボックス：耐震クラスS</p>	<p>(本文) ハ. 加工設備本体の構造及び設備 (ハ) 成形施設 (1) 施設の種類 ② 粉末調整工程 c. 二次混合設備 (f) 均一化混合装置グローブボックス 均一化混合装置グローブボックスは、その内部に均一化混合装置を設置する設計とする。また、均一化混合装置グローブボックスは、グローブボックス排気設備により、保守管理に必要な場合及び火災時における消火ガス放出時を除き、常時負圧に保つ設計とし、グローブボックス外への核燃料物質の飛散又は漏えいを防ぐ設計とする。</p> <p>(添付書類五 添5第1表 安全上重要な施設) 成形施設 ・ 均一化混合装置グローブボックス</p> <p>(添付書類五 添5第21表 クラス別施設) 均一化混合装置グローブボックス：耐震クラスS 二次混合設備 均一化混合装置：耐震クラスB</p>	

令和2年2月26日 R O

補足説明資料 2 - 1

核的制限値と0.95対応質量との関係

1. 核的制限値と0.95対応質量との関係

- (1) 単一ユニット内の容器及び機器において、取扱いが可能な最大Pu富化度、核分裂性Pu割合及びウラン中のウラン-235含有率から、最大となるPu*質量をそれぞれ算出し、その合算値をPu*質量の核的制限値として設定する。ただし、合算したPu*質量が、0.95対応質量を超える場合は、0.95対応質量と同じ値をPu*質量の核的制限値として設定する。
- (2) 上記の「0.95対応質量」とは、単一ユニットにおいて、核燃料物質及びその他の物質の種類、量、物理的及び化学的形態等を考慮したモデルで臨界評価を行い、中性子実効増倍率が0.95以下に対応するPu*質量のことをいう。ただし、二重装荷を考慮する単一ユニットにおいては、中性子実効増倍率が0.95以下に対応するPu*質量の2分の1を0.95対応質量とする。

0.95対応質量の設定条件との比較例（一次混合粉末秤量・分取ユニット）

	0.95対応質量の設定条件	核的制限値
Pu富化度	33%以下（MOX粉末-2）	30%以下
含水率	2.5%以下（MOX粉末-2）	1.0%以下
中性子実効増倍率が0.95以下に対応するPu*質量	45.0kg・Pu*	38.6kg・Pu*

Pu*質量に関する核的制限値は、0.95対応質量以下で設定している。また、Pu富化度及び含水率についても、0.95対応質量の設定条件以下に設定していることから、これらの取扱制限値を超えない管理を行うこ

とで, 未臨界が確保できる。

令和2年2月26日 R O

補足説明資料 2 - 2

核的制限値による核燃料物質の管理方法

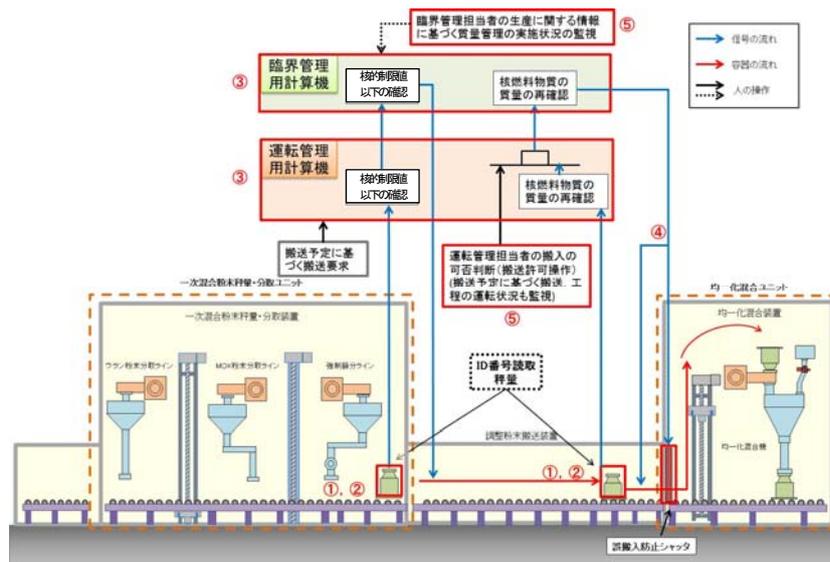
1. 核的制限値による核燃料物質の管理方法

核的制限値による核燃料物質の管理方法については、0.95対応質量(従来の核的制限値)の管理方法と同様の管理方法であり、質量管理は、臨界管理用計算機、運転管理用計算機等を用いて行い、各単一ユニットの核燃料物質の在庫量を常時把握するとともに、核燃料物質を搬送する容器を識別し、それにより搬送する核燃料物質の質量、形態等を把握することにより行う。

(1) MOX質量、Pu*質量及びPu富化度の管理方法

質量管理ユニットにおける核的制限値による管理(搬送装置による核燃料物質の誤搬入の防止)には、誤搬入防止機構を用いる。核燃料物質の搬送管理は、①ID番号読取機、②秤量器、③計算機及び④誤搬入防止シャッタ(又はストッパ)から構成される誤搬入防止機構に加えて、⑤運転員の管理で構成される。

1回の核燃料物質の搬送に対して、上記①～⑤の搬送に係る項目を全て満たさない限り、搬送先へ搬入されない設計であり、上記の搬送に係る項目が一つでも異常があれば核燃料物質は搬送されない。そのため、機器の単一故障若しくはその誤作動又は運転員の単一誤操作では核的制限値を逸脱しない。なお、Pu富化度については、ID番号と紐付けることで管理する。



【搬送に係る項目】

- ① ID番号の一致の確認
- ② 秤量値の一致の確認
(有意な差のないことの確認)
- ③ 計算機による核的制限値以下の確認
- ④ 誤搬入防止シャッタの開放
(通常時閉止)
- ⑤ 運転員の搬入許可

【誤搬入防止機構（例：一次混合粉末秤量・分取ユニットから均一化混合ユニットへの搬送）】

(2) 含水率の管理方法

質量管理ユニットにおける含水率の管理（添加剤の誤投入防止）には、誤投入防止機構を用いる。添加剤の搬送及び投入管理は、① ID番号読取機、②秤量器、③計算機及び④誤投入防止バルブから構成される誤投入防止機構に加えて、⑤運転員の管理で構成される。

1回の添加剤の投入に対して、上記①～⑤の投入に係る項目を全て満たさない限り、投入先へ投入されない設計であり、上記の投入に係る項目が一つでも異常があれば添加剤は投入されない。そのため、機器の単一故障若しくはその誤作動又は運転員の単一誤操作では核的制限値を逸脱しない。

令和2年2月26日 R O

補足説明資料 2 - 3

各設備における具体的な核的制限値の設定の考え方

1. 各設備における具体的な核的制限値の設定の考え方

各設備における具体的な核的制限値（P u 富化度，MOX質量，P u * 質量及び含水率）の設定の考え方を以下に示す。以下の考え方に基づいた各設備の核的制限値の算出根拠を添付資料-1 に示す。

(1) 核的制限値の設定におけるP u 富化度の考え方

各単一ユニット内で使用する核燃料物質のうち、最もP u 富化度が高い形態に対応する最大P u 富化度を、各単一ユニットの核的制限値として設定する。また、最大P u 富化度は、核燃料物質の形態ごとに裕度を見込んで設定する。

以下に0.95 対応質量の設定条件（P u 富化度）及び核的制限値の設定における形態ごとの最大P u 富化度の比較を示す。

形態	0.95 対応質量の設定条件（P u 富化度） ^{注)}	形態ごとの最大P u 富化度	設定理由
原料MOX粉末	60%以下 (原料MOX粉末, MOX粉末-1)	60%	再処理施設から受け入れる際の制限値から設定する。
一次混合粉末	33%以下 (MOX粉末-2)	30%	P u 富化度の裕度を過剰に見込んでいたことから適正化した。
二次混合粉末	18% [*] 以下 (MOX粉末-3)	18% [*]	製品燃料のP u 富化度から18%を制限値とする。
添加剤混合粉末	18% [*] 以下 (MOX粉末-3)		
グリーンペレット	18% [*] 以下 (ペレット-1)		
焼結ペレット	18%以下 (ペレット-2)		

注) 括弧内は0.95 対応質量の設定上の形態を示す。

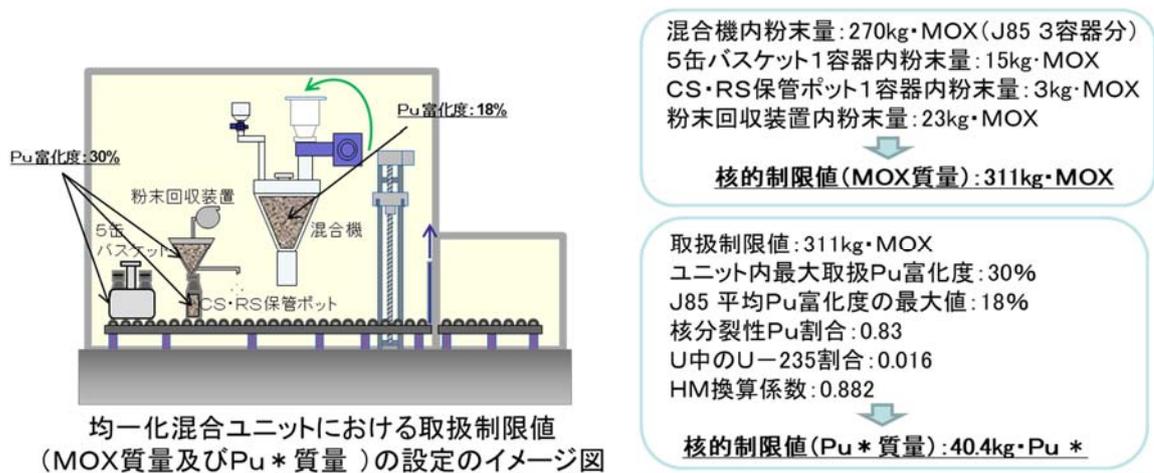
※P u 富化度が18%以下の粉末の管理に当たっては、P u 富化度に加え、核分裂性P u 割合との組合せで核分裂性P u 富化度が11.6%以下となるように管理する。

(2) 核的制限値の設定におけるMOX質量及びPu*質量の考え方

単一ユニット内に設置する設備及び機器において、通常の運転操作時に想定される、最大の核燃料物質を収納した容器数量及び機器内（混合機等）で取り扱う核燃料物質の量に適切な裕度を考慮して最大取扱量を求め、これを核的制限値（MOX質量）として設定する。

また、最大取扱量に対して、当該ユニット及び当該ユニット内の容器で取扱いが可能な最大Pu富化度、核分裂性Pu割合及びU中のU-235含有率から、最大となるPu*質量を各々算出し、合算値を核的制限値（Pu*質量）として設定する。

なお、算出したPu*質量が0.95対応質量を超える場合は、0.95対応質量を核的制限値（Pu*質量）として設定する。



(3) 核的制限値の設定における含水率（添加剤量）の考え方

添加剤は潤滑剤又は密度調整剤としてMOX粉末に添加するものであるが、添加剤は有機物粉末であることから、中性子の減速効果を考慮して水分質量に換算して、MOX粉末の含水率として管理する。

各単一ユニット内で使用する核燃料物質のうち、最も含水率が高い形態に対応する最大含水率を核的制限値として設定する。最大含水率は、核燃料物質の形態ごとに裕度を見込んで設定する。

以下に0.95対応質量の設定条件（含水率）及び核的制限値の設定における形態ごとの最大含水率の比較を示す。

なお、MOX粉末を空気雰囲気下で保管した場合であっても、MOX粉末中の含水率の上昇はほとんどないこと（約3ヶ月で0.1%未満^[1]）から、MOX粉末の含水率は核的制限値（含水率）の設定において見込んだ裕度内に収まる。

[1] 「ウラン-プルトニウム混合酸化物粉末への水分の吸着挙動」.
日本原子力学会 年会・大会予稿集, 2004年11月19日.

形態	0.95 対応質量の 設定条件（含水率） ^注	形態ごとの 最大含水率	設定理由
原料MOX粉末	0.5%以下（原料MOX粉末）	0.5%	0.95 対応質量の設定条件では、添加剤を投入する工程ごとに含水率が水分換算で一律1%増加するとして評価上の設定条件を定めていた。 核的制限値の設定においては、運転管理で十分に添加剤量を制限できることから、0.95 対応質量の設定条件よりも低い値に設定した。
一次混合粉末	1.5%以下（MOX粉末-1）	1.0%	
二次混合粉末	2.5%以下（MOX粉末-2）	1.5%	
添加剤混合粉末	3.5%以下（MOX粉末-3）	2.5%	
グリーンペレット	3.5%以下（ペレット-1）	2.5%	
焼結ペレット	0.1%以下（ペレット-2）	0.1%	

注) 括弧内は0.95 対応質量の設定条件上の形態を示す。

(4) 各種容器における取扱量の設定の考え方

Pu 富化度については、各容器内に収容する核燃料物質のうち、最もPu 富化度が高い形態に対応する最大Pu 富化度を取扱量として設定する。また、異なるPu 富化度の粉末が積層状態で存在する粉末容器（J85）については、容器内の平均Pu 富化度の最大値を設定する。

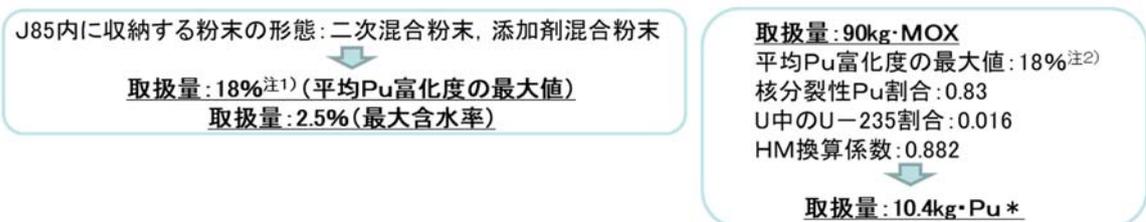
MOX質量については、通常の運転操作時に想定される各容器内に収納する核燃料物質質量に適切な裕度を考慮して、取扱量（MOX質量）を設定する。

Pu*質量については、MOX質量、各容器で取扱いが可能な最大Pu 富化度、核分裂性Pu割合及びU中のU-235含有率から算出される最大となるPu*質量を取扱量（Pu*質量）として設定する。

含水率については、各容器内に収容する核燃料物質のうち、最も含水率が高い形態に対応する最大含水率を取扱量として設定する。

なお、搬送の際には、搬送する容器の取扱量に加え、搬送先の単一ユニットの核的制限値を逸脱していないことを確認する。

○J85における取扱量の設定例



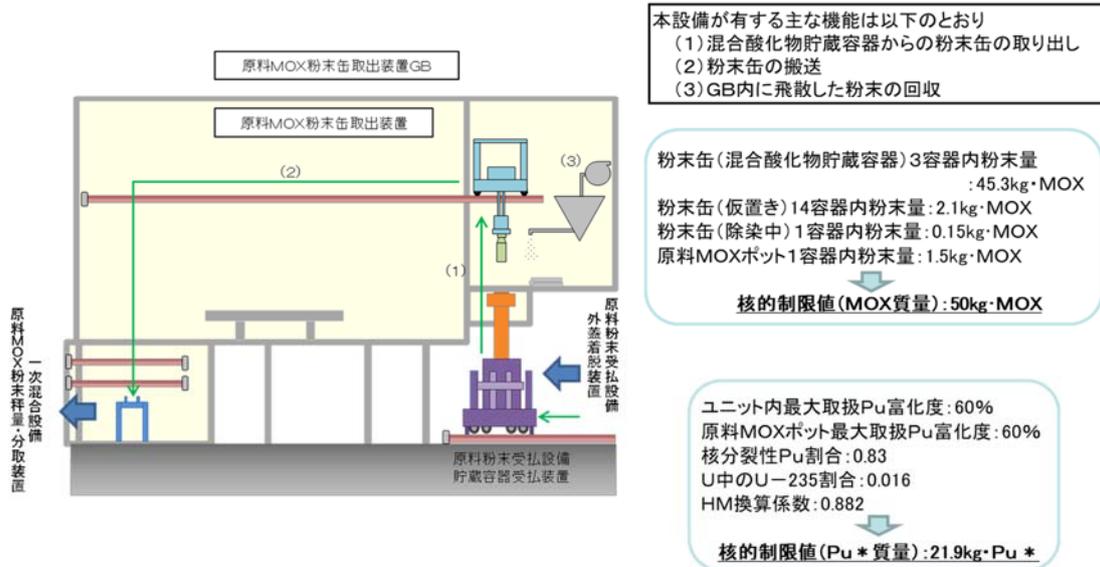
注1) Pu富化度に加え、核分裂性Pu割合との組合せで核分裂性Pu富化度が11.6%以下となるように管理する。
注2) 異なるPu富化度の粉末が積層状態で存在する場合があることから、容器内の平均Pu富化度で管理する。

各設備の核的制限値の算出根拠

1. 粉末調整工程

原料MOX粉末缶取出設備 (原料MOX粉末缶取出ユニット)

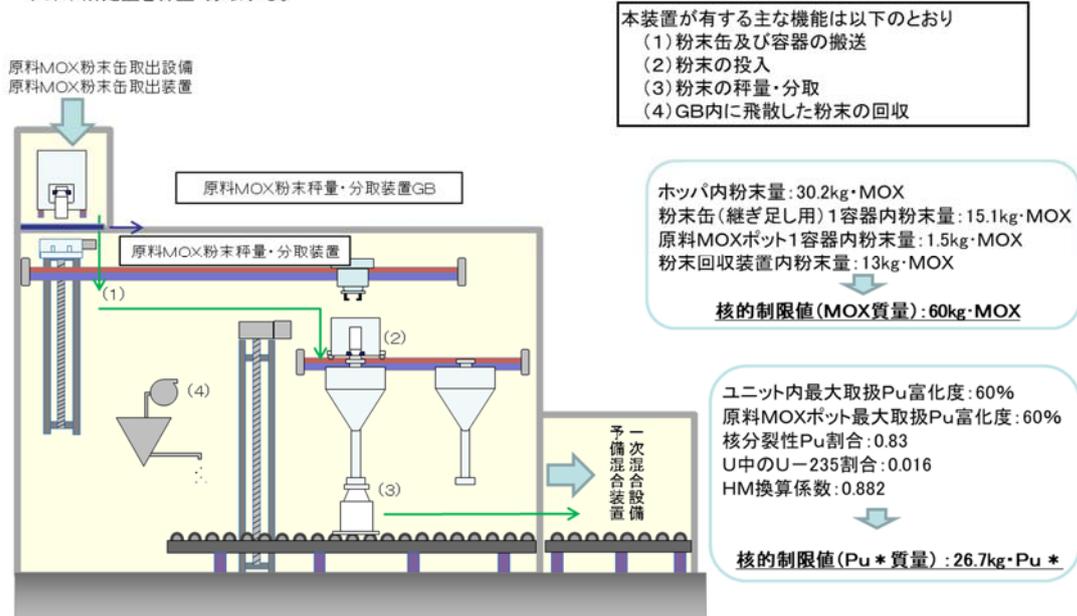
- 原料MOX粉末缶取出装置は、原料粉末受払設備と粉末調整工程搬送設備の間で、粉末缶の受渡し及び原料MOX粉末を取り出した後の粉末缶の一時的な仮置きを行う。



一次混合設備

(原料MOX粉末秤量・分取ユニットA/B)

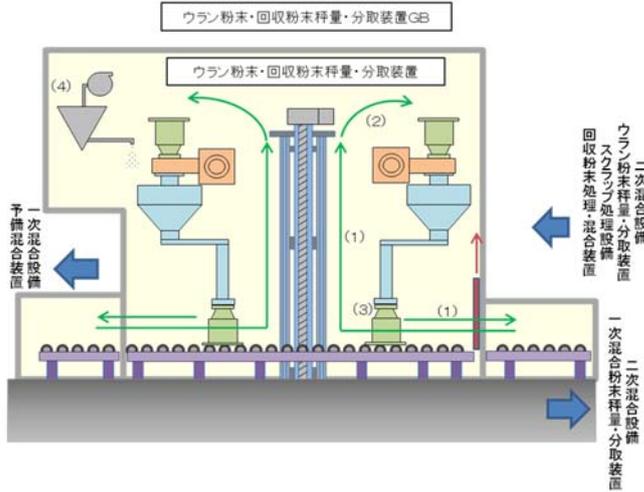
- 原料MOX粉末秤量・分取装置は、予備混合、一次混合時に所定のプルトニウム富化度(30%以下)となるよう原料MOX粉末を受け入れ、所定量を秤量・分取する。



一次混合設備

(ウラン粉末・回収粉末秤量・分取ユニット)

- ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置は、予備混合、一次混合時に所定のプルトニウム富化度(30%以下)となるよう原料ウラン粉末及び回収粉末を受け入れ、粉末に応じた所定量をそれぞれ秤量・分取する。また、二次混合時に所定のプルトニウム富化度(18%以下)となるよう回収粉末の秤量・分取を行う。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 粉末の投入
- (3) 粉末の秤量・分取
- (4) GB内に飛散した粉末の回収

回収粉末ホッパ内粉末量: 65kg・MOX
 ウラン粉末ホッパ内粉末量: 90kg
 J60(継ぎ足し用)1容器内粉末量: 65kg・MOX
 5缶バスケット1容器内粉末量: 15 kg・MOX
 CS・RS保管ポット1容器内: 3kg・MOX
 粉末回収装置内粉末量: 20kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 258kg・MOX

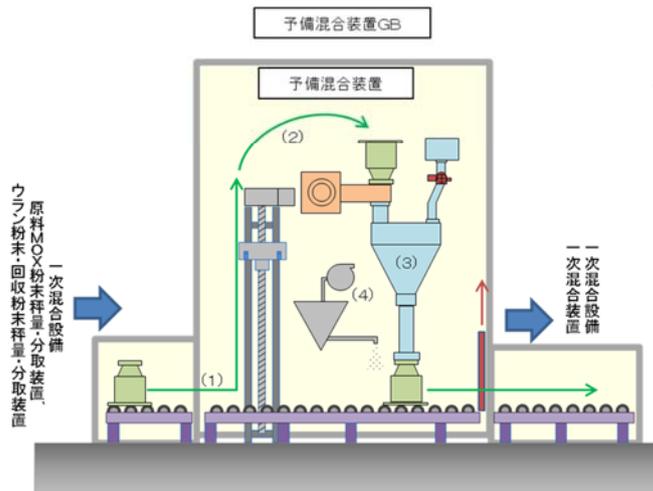
ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
 J60最大取扱Pu富化度: 30%
 CS・RS保管ポット最大取扱Pu富化度: 18%
 核分裂性Pu割合: 0.83
 U中のU-235割合: 0.016
 HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu * 質量): 19.3kg・Pu *

一次混合設備

(予備混合ユニット)

- 予備混合装置は、秤量・分取された原料MOX粉末、原料ウラン粉末及び回収粉末を受け入れ、添加剤と合わせて一次混合前の混合を行う。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 粉末の投入
- (3) 粉末の混合
- (4) GB内に飛散した粉末の回収

予備混合機内粉末量: 65kg・MOX
 原料MOXポット1容器内粉末量: 1.5kg・MOX
 粉末回収装置内粉末量: 20kg・MOX

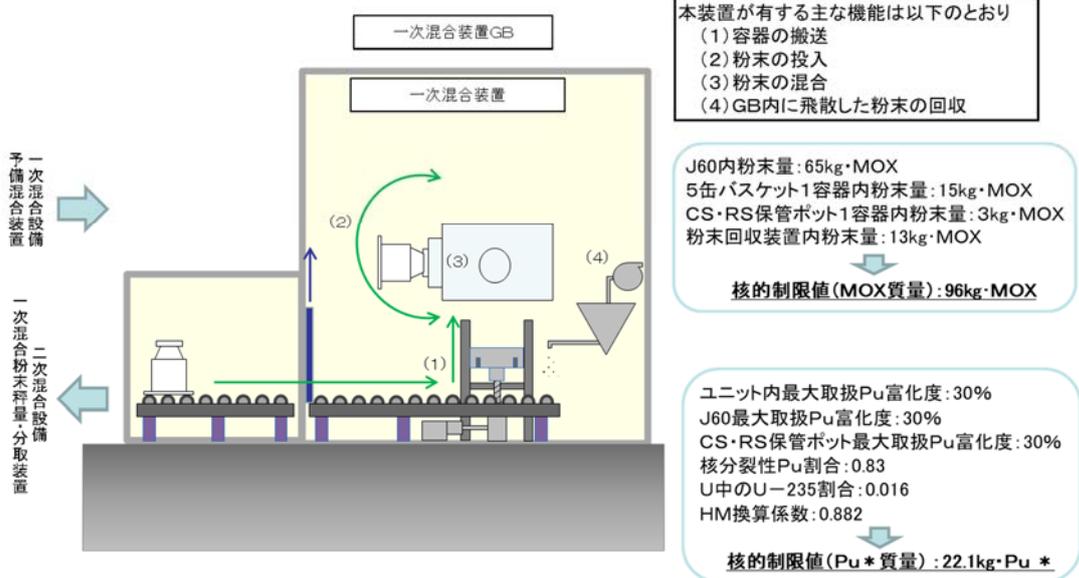
核的制限値(MOX質量): 87kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 60%
 J60最大取扱Pu富化度: 30%
 原料MOXポット最大取扱Pu富化度: 60%
 核分裂性Pu割合: 0.83
 U中のU-235割合: 0.016
 HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu * 質量): 24.5kg・Pu *

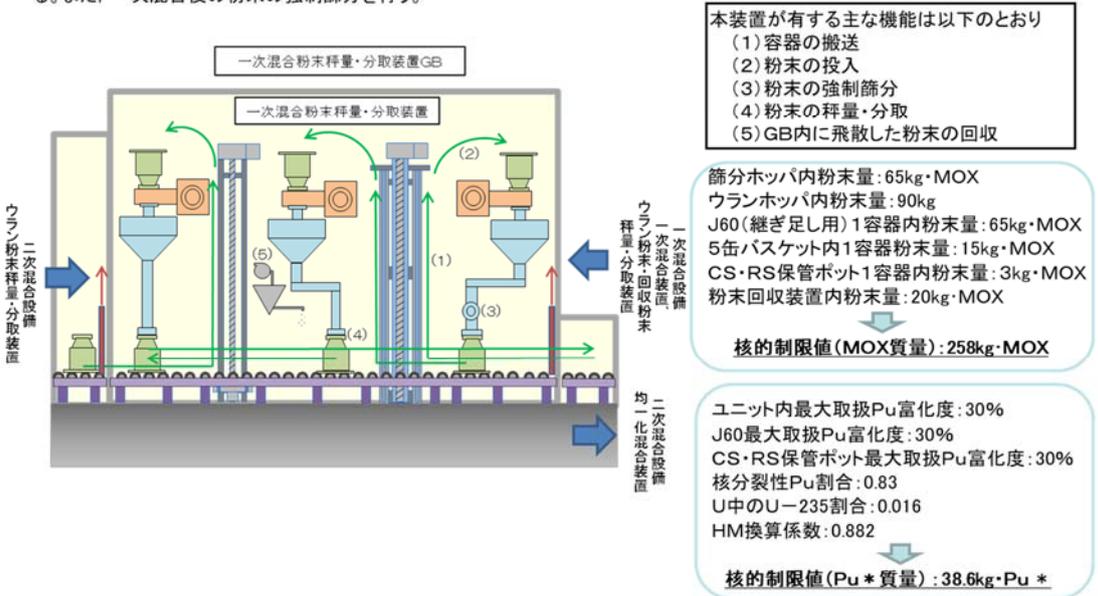
一次混合設備
(一次混合ユニットA/B)

- 一次混合装置は、予備混合後の粉末(プルトニウム富化度:30%以下)を受け入れ、ウラン合金ボールを使用し、微粉碎混合する。



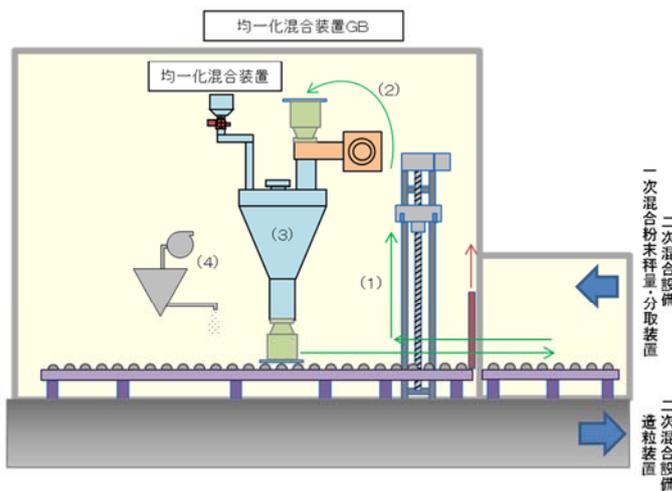
二次混合設備
(一次混合粉末秤量・分取ユニット)

- 一次混合粉末秤量・分取装置は、一次混合設備で所定のプルトニウム富化度(30%以下)に調整した一次混合後の粉末、原料ウラン粉末及び回収粉末を受け入れ、均一化混合時に所定のプルトニウム富化度(18%以下)となるよう所定量をそれぞれ秤量・分取する。また、一次混合後の粉末の強制篩分を行う。



二次混合設備
(均一化混合ユニット)

- 均一化混合装置は、一次混合粉末秤量・分取装置及びウラン粉末秤量・分取装置で秤量・分取した一次混合後の粉末、原料ウラン粉末、回収粉末及び添加剤を均一に混合する。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 粉末の投入
- (3) 粉末の混合
- (4) GB内に飛散した粉末の回収

均一化混合機内粉末量: 270kg・MOX
5缶バスケット1容器内粉末量: 15kg・MOX
CS・RS保管ポット1容器内粉末量: 3kg・MOX
粉末回収装置内粉末量: 23kg・MOX

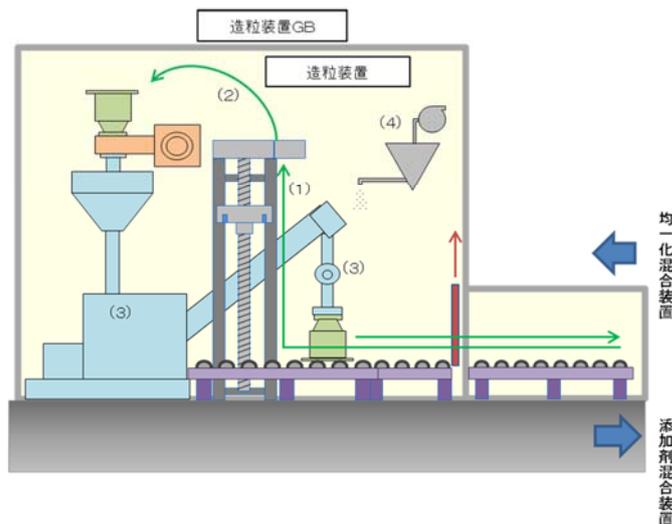
核的制限値(MOX質量): 311kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 30%
J85平均Pu富化度の最大値: 18%
CS・RS保管ポット最大取扱Pu富化度: 30%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 40.4kg・Pu*

二次混合設備
(造粒ユニット)

- 造粒装置は、均一化混合後の粉末を粗成形後に解砕し、圧縮成形に適した粉末に調整する。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 粉末の投入
- (3) 粉末の粗成形及び解砕
- (4) GB内に飛散した粉末の回収

受入ホッパー内粉末量: 90kg・MOX
5缶バスケット1容器内粉末量: 15kg・MOX
CS・RS保管ポット1容器内粉末量: 3kg・MOX
粉末回収装置内粉末量: 20kg・MOX

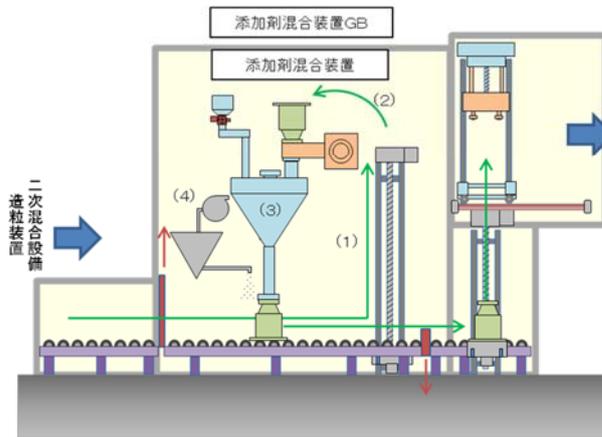
核的制限値(MOX質量): 128kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
J85平均Pu富化度の最大値: 18%
CS・RS保管ポット最大取扱Pu富化度: 18%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 14.7kg・Pu*

二次混合設備
(添加剤混合ユニットA/B)

- 添加剤混合装置は、均一化混合後の粉末又は造粒後の粉末と添加剤を混合する。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 粉末の投入
- (3) 粉末の混合
- (4) GB内に飛散した粉末の回収

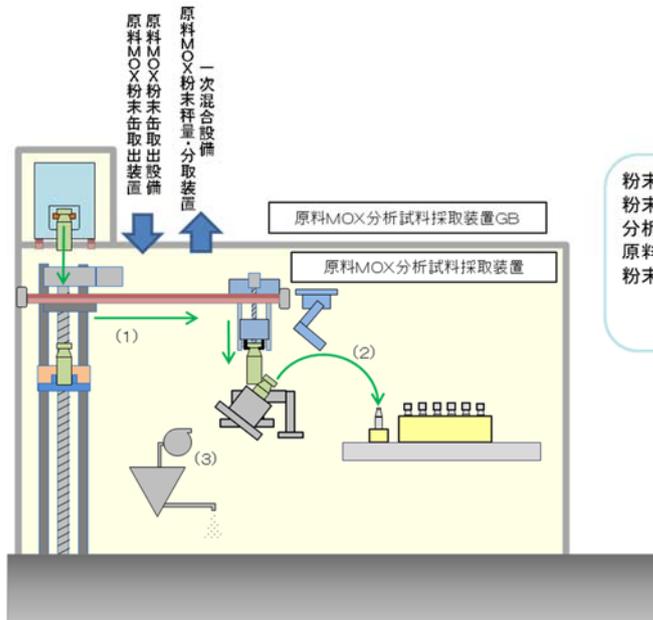
添加剤混合機内粉末量: 90kg・MOX
J85(通過容器)1容器内粉末量: 90kg・MOX
5缶バスケット1容器内粉末量: 15kg・MOX
CS・RS保管ポット1容器内粉末量: 3kg・MOX
粉末回収装置内粉末量: 10kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 208kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
J85平均Pu富化度の最大値: 18%
CS・RS保管ポット最大取扱Pu富化度: 18%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 23.9kg・Pu*

分析試料採取設備
(原料MOX分析試料採取ユニット)



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 容器内の粉末の試料採取
- (3) GB内に飛散した粉末の回収

粉末缶(分析採取中)1容器内粉末量: 15.1kg・MOX
粉末缶(除染中)1容器内粉末量: 0.15kg・MOX
分析サンプル瓶(払出待ち)5容器内粉末量: 1.5kg・MOX
原料MOXポット1容器内粉末量: 1.5kg・MOX
粉末回収装置内粉末量: 13kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 32kg・MOX

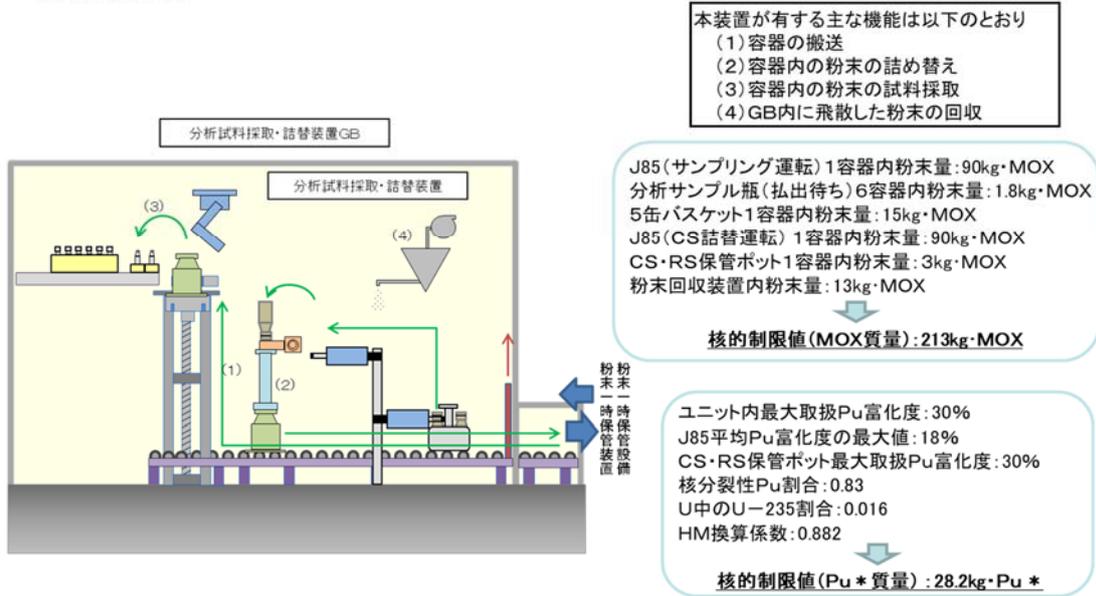
ユニット内最大取扱Pu富化度: 60%
原料粉末ポット最大取扱Pu富化度: 60%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 14.0kg・Pu*

分析試料採取設備

(分析試料採取・詰替ユニット)

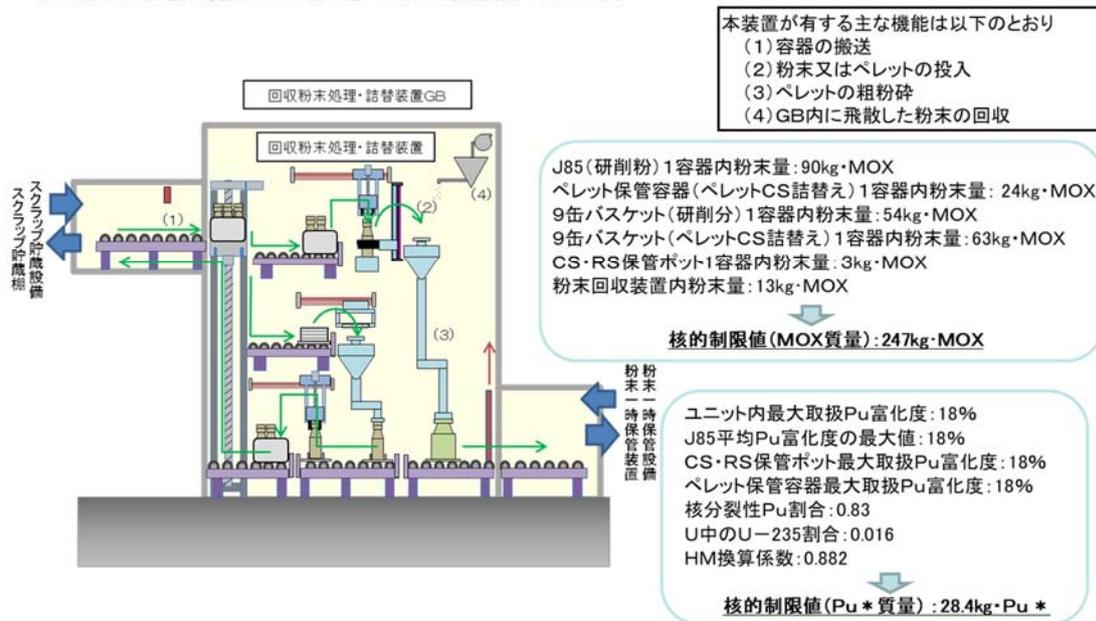
- 分析試料採取・詰替装置は、原料MOX粉末以外の粉末の分析試料を採取し、分析設備への払出しを行うとともに、CS粉末の容器の詰め替えを行う。



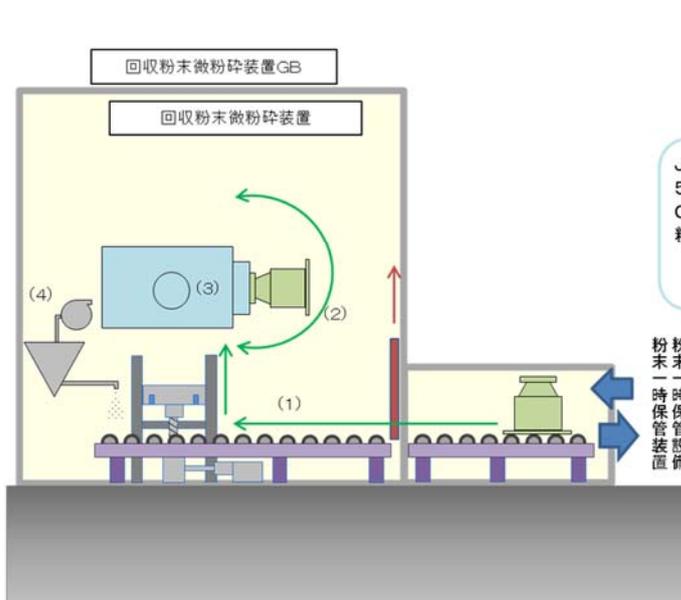
スクラップ処理設備

(回収粉末処理・詰替ユニット)

- 回収粉末処理・詰替装置は、ペレット加工工程にて回収したペレット、研削粉の詰め替え及びCSペレットの粗粉砕処理を行う。
- 回収粉末処理・詰替装置は、RS粉末をスクラップ貯蔵設備へ払い出す。



スクラップ処理設備
(回収粉末微粉碎ユニット)



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 粉末の投入
- (3) 粉末の混合
- (4) GB内に飛散した粉末の回収

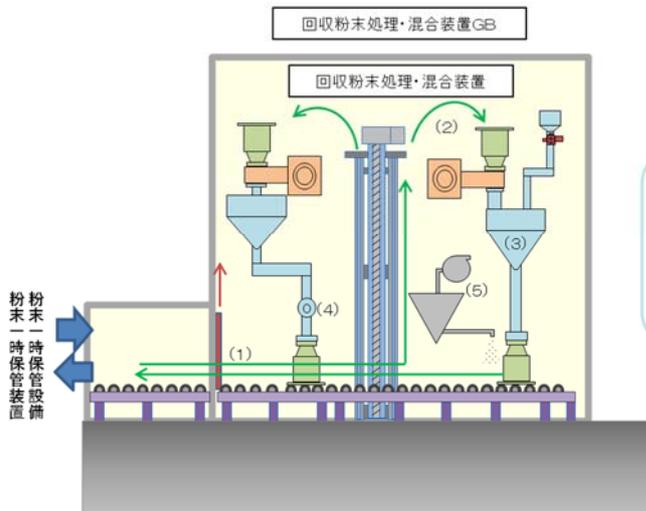
J60 1容器内粉末量: 65kg・MOX
5缶バスケット1容器内粉末量: 15kg・MOX
CS・RS保管ポット1容器内粉末量: 3kg・MOX
粉末回収装置内粉末量: 13kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 96kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 30%
J60最大取扱Pu富化度: 30%
CS・RS保管ポット最大取扱Pu富化度: 30%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 22.1kg・Pu*

スクラップ処理設備
(回収粉末処理・混合ユニット)



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) 粉末の投入
- (3) 粉末の混合
- (4) 粉末の強制篩分
- (5) GB内に飛散した粉末の回収

回収粉末ホッパー(強制篩分機)内粉末量: 65kg・MOX
回収混合機内粉末量: 90kg・MOX
5缶バスケット1容器内粉末量: 15kg・MOX
CS・RS保管ポット1容器内粉末量: 3kg・MOX
粉末回収装置内粉末量: 13kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 186kg・MOX

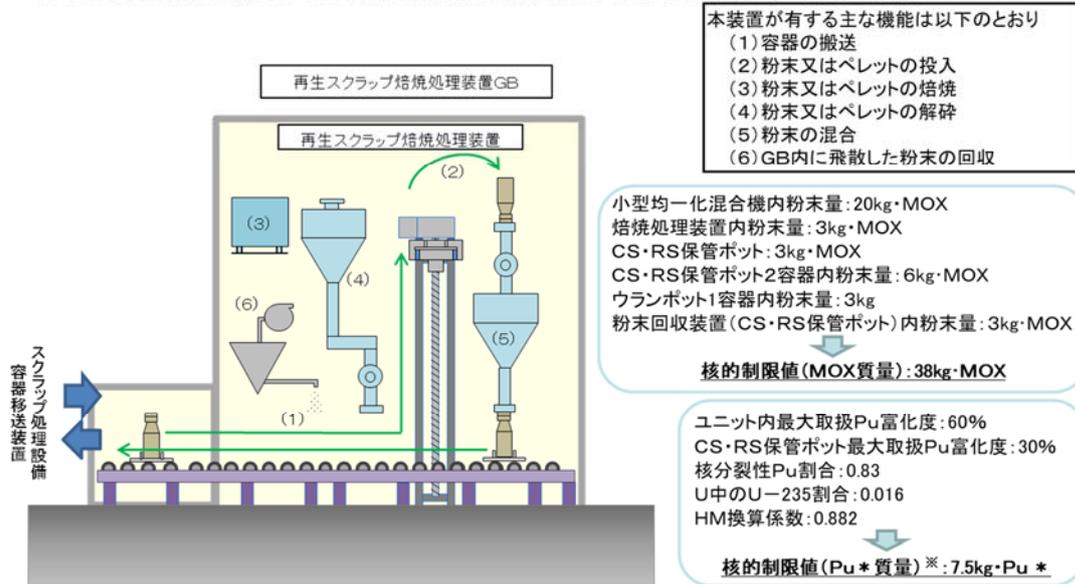
ユニット内最大取扱Pu富化度: 30%
J60最大取扱Pu富化度: 30%
J85平均Pu富化度の最大値: 18%
CS・RS保管ポット最大取扱Pu富化度: 30%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 32.4kg・Pu*

スクラップ処理設備

(再生スクラップ焙焼処理ユニット)

- 再生スクラップ焙焼処理装置は、各工程から回収したRS粉末及びRSペレットの焙焼及び均一化混合を行う。

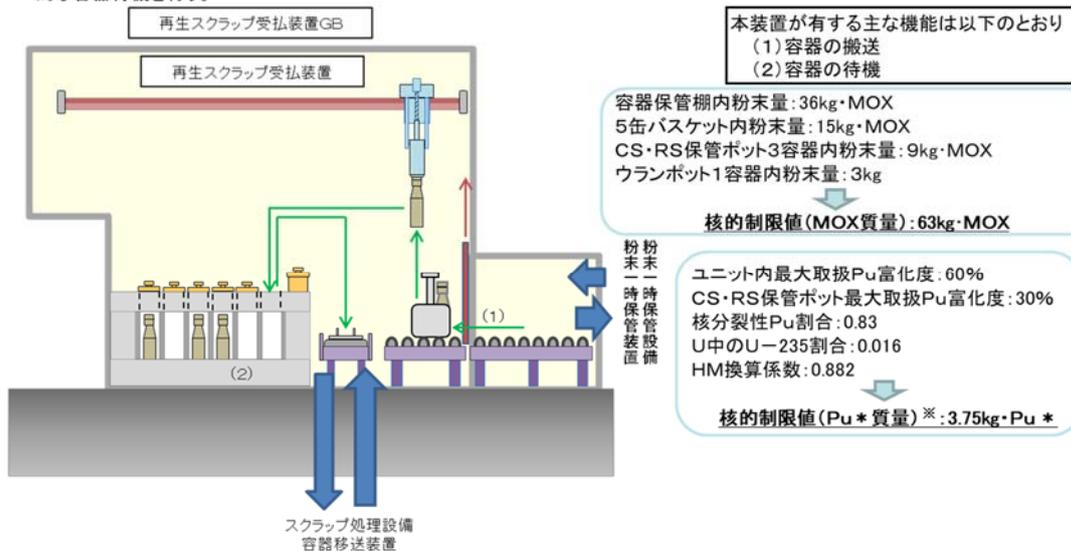


※再生スクラップ焙焼処理ユニットの取扱制限値(Pu*質量)は、0.95対応質量(7.5kg・Pu*)と同じ値に設定した上で、MOX質量及びPu富化度の組合せにより、超えないように管理する。

スクラップ処理設備

(再生スクラップ受払ユニット)

- 再生スクラップ受払装置は、各工程から回収したCS粉末、CSペレット、RS粉末、RSペレット及び各試験粉末の受払い並びに一時的な容器待機を行う。



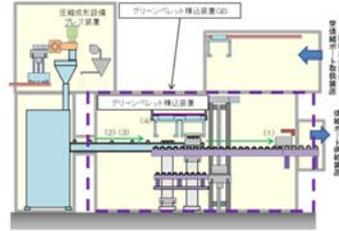
※バッグインユニットである再生スクラップ受払ユニットの取扱制限値(Pu*質量)は、二重装荷を考慮して設定している0.95対応質量(3.75kg・Pu*)と同じ値に設定した上で、MOX質量及びPu富化度の組合せにより、超えないように管理する。

2. ペレット加工工程

圧縮成形設備

(プレス・グリーンペレット積込ユニットA/B)

- プレス装置は、添加剤混合後の粉末を受け入れ、ペレットに圧縮成形する。
- グリーンペレット積込装置は、プレス装置から圧縮成形されたペレットを受け入れ、所定の頻度で抜き取ったペレットの寸法及び重量の測定を行う。



本装置が有する主な機能は以下のとおり
 (1) 容器の搬送 (3) 圧縮成形
 (2) 粉末の投入 (4) GB内に飛散した粉末の回収

本装置が有する主な機能は以下のとおり
 (1) 容器の搬送 (3) ペレットの寸法・重量測定
 (2) ペレットの搬送 (4) ペレットの容器への積載

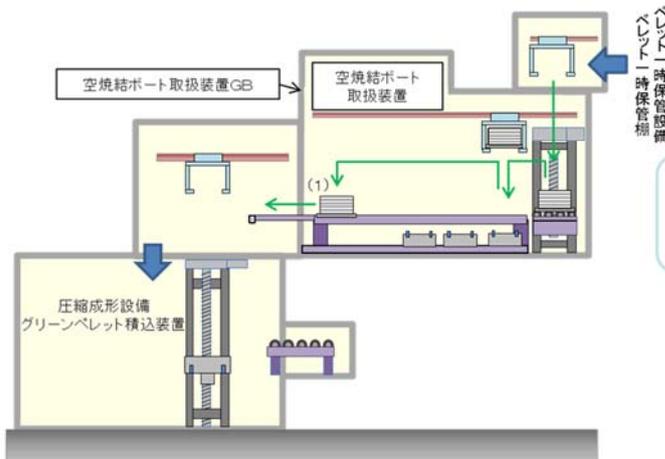
J85(継ぎ足し用) 1容器内粉末量: 90kg・MOX
 受入ホップ内粉末量: 90kg・MOX
 チャック装置
 ペレット搬送コンベア
 焼結ポート 2ポート
 スクラップ焼結ポート 1ポート
 CS・RS保管ポット2容器粉末量: 6kg・MOX
 粉末回収装置内粉末量: 26kg・MOX
 → ペレット量: 33kg・MOX
 ↓
核的制限値(MOX質量): 245kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
 J85平均Pu富化度の最大値: 18%
 CS・RS保管ポット 最大取扱Pu富化度: 18%
 核分裂性Pu割合: 0.83
 U中のU-235割合: 0.016
 HM換算係数: 0.882
 ↓
核的制限値(Pu*質量): 28.1kg・Pu*

圧縮成形設備

(空焼結ポート取扱ユニット)

- 空焼結ポート取扱装置は、ペレット一時保管設備から容器を受け入れ、グリーンペレット積込装置へ供給する。



本装置が有する主な機能は以下のとおり
 (1) 容器の搬送

スクラップ焼結ポート(ペレット)4容器内ペレット量
 : 36kg・MOX
 ↓
核的制限値(MOX質量): 36kg・MOX

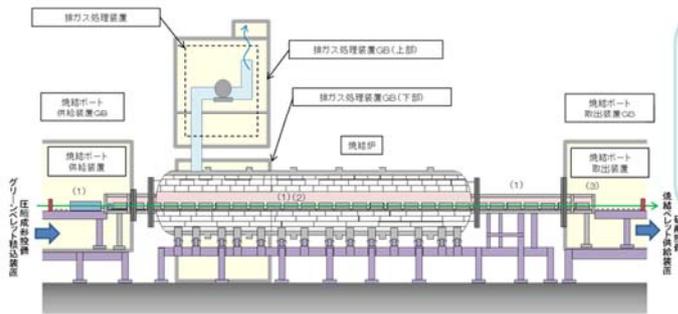
ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
 核分裂性Pu割合: 0.83
 U中のU-235割合: 0.016
 HM換算係数: 0.882
 ↓
核的制限値(Pu*質量): 4.2kg・Pu*

焼結設備

(焼結炉ユニットA/B/C)

- 焼結ボート供給装置は、ペレット一時保管設備から圧縮成形されたペレットを受け入れ、焼結炉へ供給する。
- 焼結炉は、受け入れたペレットを所定の温度で焼結する。
- 焼結ボート取出装置は、焼結後のペレットを焼結炉から取り出す。
- 焼結ボート取出装置は、所定の頻度で抜き取ったペレットの寸法及び重量の測定を行う。
- 排ガス処理装置は、焼結炉から排出される混合ガスの冷却、有機物の除去を行う。

本設備が有する主な機能は以下のとおり
 (1) 容器の搬送
 (2) ペレットの焼結
 (3) ペレットの寸法・重量測定



焼結ボート供給装置(容器数:3基)内ペレット量 : 30kg・MOX
 焼結炉(容器数:34基)内ペレット量 : 340kg・MOX
 焼結ボート取出装置(容器数:4基)内ペレット量 : 40.5kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 411kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
 核分裂性Pu割合: 0.83
 U中のU-235割合: 0.016
 HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu * 質量)※: 29.0kg・Pu *

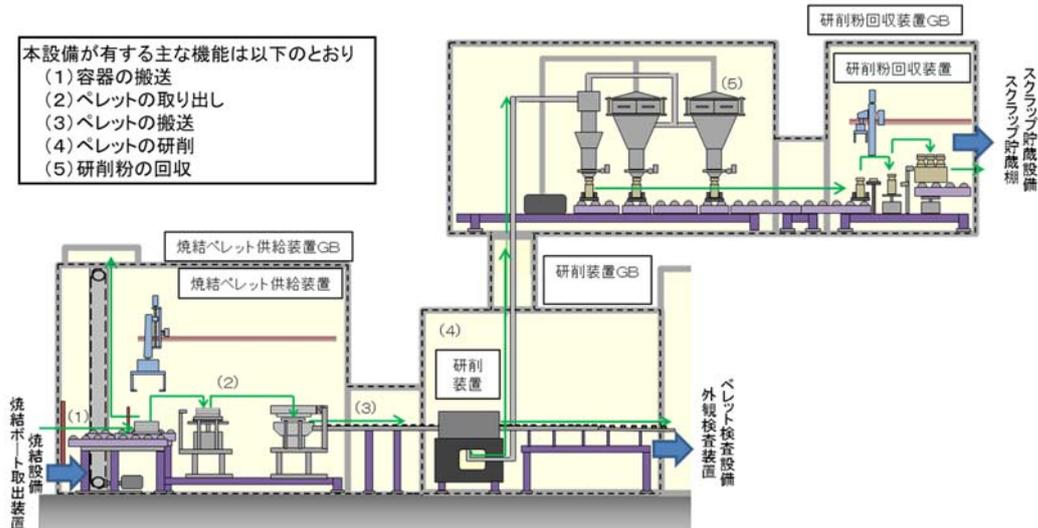
※焼結炉ユニットの取扱制限値(Pu * 質量)は、0.95対応質量(29.0kg・Pu *)と同じ値に設定した上で、MOX質量及びPu富化度の組合せにより、超えないように管理する。

研削設備・ペレット検査設備

(ペレット研削・検査ユニットA/B <研削設備>)(1/2)

- 焼結ペレット供給装置は、ペレット一時保管設備から受け入れた容器より焼結されたペレットを取り出し、研削装置へ供給する。
- 研削装置は、受け入れたペレットを所定の外径に研削し、外径測定を行う。
- 研削粉回収装置は、研削装置で発生した研削粉を回収する。

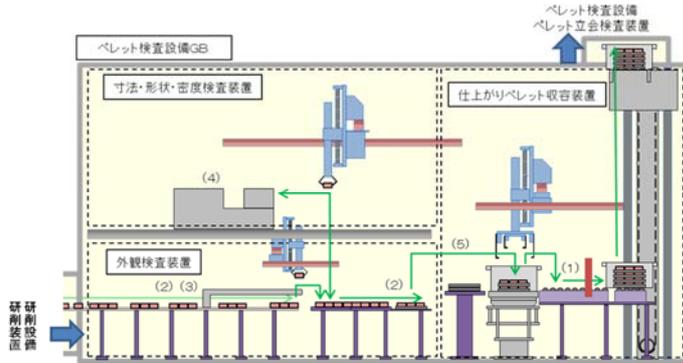
本設備が有する主な機能は以下のとおり
 (1) 容器の搬送
 (2) ペレットの取り出し
 (3) ペレットの搬送
 (4) ペレットの研削
 (5) 研削粉の回収



研削設備・ペレット検査設備

(ペレット研削・検査ユニットA/B <ペレット検査設備>)(2/2)

- ・ 外観検査装置は、研削後のペレットの外観検査を行う。
- ・ 寸法・形状・密度検査装置は、外観検査後のペレットについて、寸法、形状及び密度の検査を行う。
- ・ 仕上がりペレット収容装置は、検査を終了したペレットを容器に収納する。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) ペレットの搬送
- (3) ペレットの外観検査
- (4) ペレットの寸法・形状・密度検査
- (5) ペレットの容器への収納

焼結ペレット供給装置(容器数:3基)内ペレット量
:70.4kg・MOX
研削装置内ペレット量及び粉末量:7.2kg・MOX
研削粉回収装置内粉末量:72kg・MOX
ペレット検査設備GB内ペレット量:150.5kg・MOX

核的制限値(MOX質量):301kg・MOX

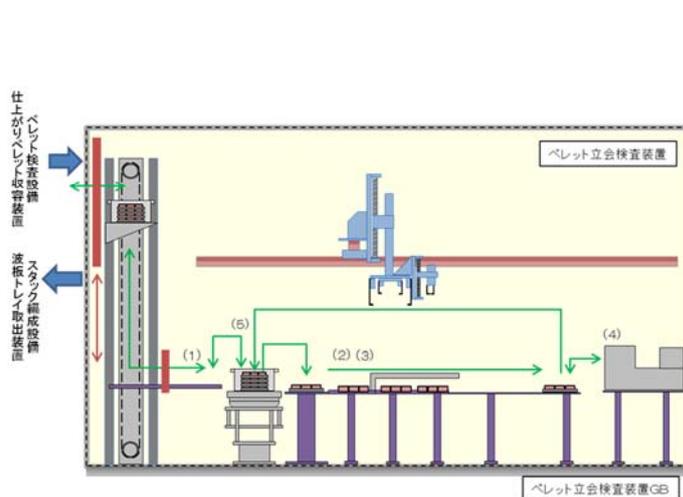
ユニット内最大取扱Pu富化度:18%
核分裂性Pu割合:0.83
U中のU-235割合:0.016
HM換算係数:0.882

核的制限値(Pu*質量):34.4kg・Pu*

ペレット検査設備

(ペレット立会検査ユニット)

- ・ ペレット立会検査装置は、ペレットを受け入れ、立会検査(外観、寸法、形状及び密度検査)を行う。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) ペレットの搬送
- (3) ペレットの外観検査
- (4) ペレットの寸法・形状・密度検査
- (5) ペレットの容器への収納

ペレット立会検査装置(容器数:2基)内ペレット量
:46.2kg・MOX

核的制限値(MOX質量):47kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度:18%
核分裂性Pu割合:0.83
U中のU-235割合:0.016
HM換算係数:0.882

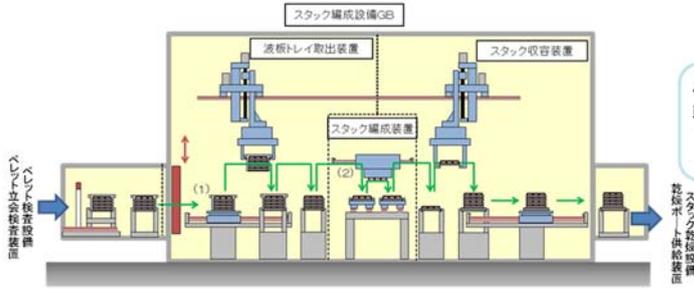
核的制限値(Pu*質量):5.3kg・Pu*

3. 燃料棒加工工程

スタック編成設備

(スタック編成ユニットA/B)

- 波板トレイ取出装置は、製品ペレット貯蔵設備から受け入れたペレットをスタック編成装置へ供給する。
- スタック編成装置は、受け入れたペレットをMOX燃料棒1本に挿入する量に取り分ける。
- スタック収容装置は、MOX燃料棒1本分のペレットを容器に積載する。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送
- (2) ペレットの搬送

ペレット保管容器 3容器内ペレット量: 72kg・MOX
乾燥ポート 1容器内ペレット量: 20.4kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 93kg・MOX

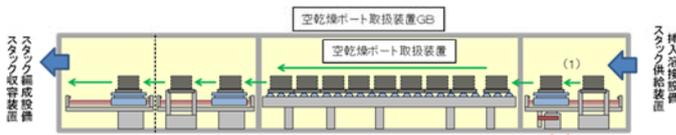
ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
ペレット保管容器内最大取扱Pu富化度: 18%
乾燥ポート内最大取扱Pu富化度: 18%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 10.6kg・Pu*

スタック編成設備

(空乾燥ポート取扱ユニット)

- 空乾燥ポート取扱装置は、容器をスタック収容装置へ供給する。



本装置が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 容器の搬送

乾燥ポート 9容器内ペレット量: 183.6kg・MOX

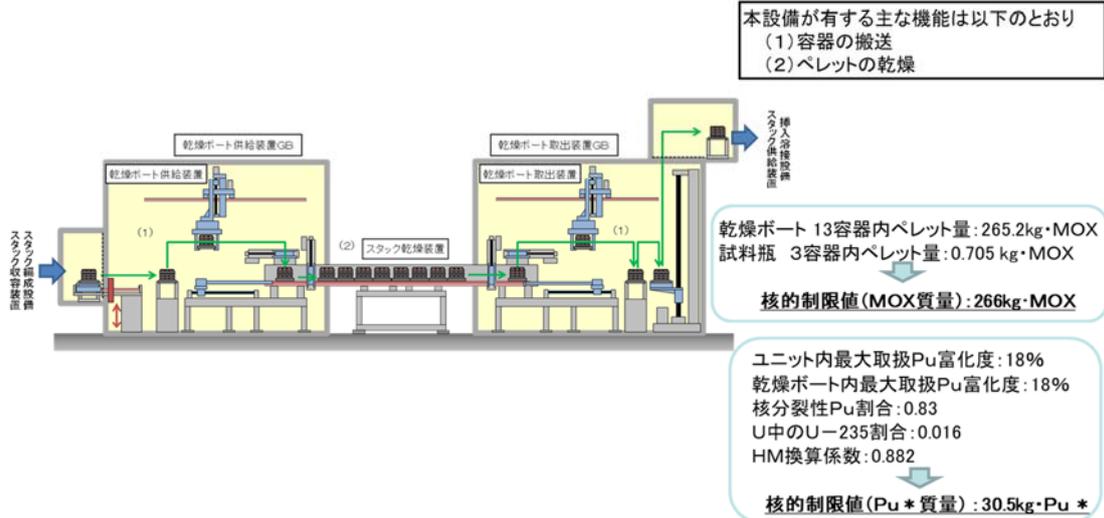
核的制限値(MOX質量): 184kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
乾燥ポート内最大取扱Pu富化度: 18%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量): 21.0kg・Pu*

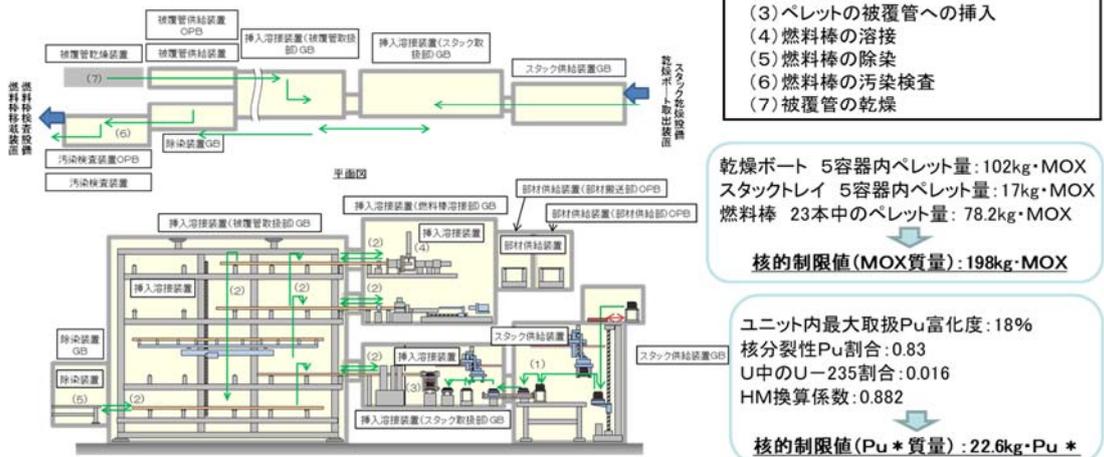
スタック乾燥設備
(スタック乾燥ユニットA/B)

- 乾燥ポート供給装置は、スタック編成したペレットを受け入れ、スタック乾燥装置へ供給する。
- スタック乾燥装置は、受け入れたペレットを所定の温度で乾燥する。
- 乾燥ポート取出装置は、乾燥後のペレットをスタック乾燥装置から取り出す。



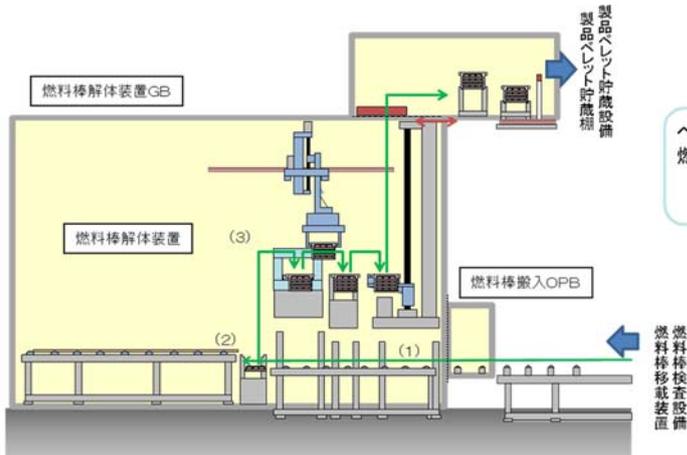
挿入溶接設備
(スタック供給・挿入溶接ユニットA/B)

- 被覆管乾燥装置は、被覆管を受け入れ、所定の温度で乾燥する。
- 被覆管供給装置は、被覆管乾燥装置から挿入溶接装置へ被覆管を供給する。
- スタック供給装置は、燃料棒加工工程搬送設備により搬送されたペレットを、挿入溶接装置へ供給する。
- 部材供給装置は、上部端柱及びブレナムスプリングを挿入溶接装置へ供給する。
- 挿入溶接装置は、被覆管にペレットを挿入後、ブレナムスプリングを挿入し、上部端柱を取り付ける。さらに被覆管と上部端柱を溶接する。
- 除染装置は、MOX燃料棒の除染を行う。
- 汚染検査装置は、MOX燃料棒の汚染検査を行う。



燃料棒解体設備
(燃料棒解体ユニット)

- 燃料棒解体装置は、MOX燃料棒を解体し、MOX燃料棒内のペレットを取り出す。



本設備が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 燃料棒の搬送
- (2) 燃料棒の解体
- (3) 容器の搬送

ペレット保管容器 1容器内ペレット量: 24kg・MOX
燃料棒 16本中のペレット量: 54.4kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 79kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 18%
核分裂性Pu割合: 0.83
U中のU-235割合: 0.016
HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu * 質量): 9.0kg・Pu *

4. 核燃料物質の検査設備

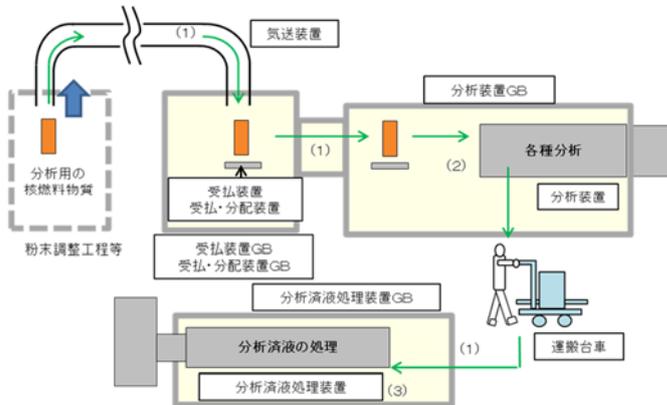
分析設備

(受払ユニット, 分析ユニット(a) / (b), 分析済液処理ユニット)

- 気送装置, 受払装置, 受払・分配装置及び運搬台車は, 受払装置, 分析装置, 分析済液処理装置, 粉末調整工程, ペレット加工工程, 燃料棒加工工程及び実験設備の間で, 分析用の核燃料物質を搬送する。
- 分析装置は, 各種分析を行う。
- 分析済液処理装置は, 分析済液からプルトニウム等を回収する。

本設備が有する主な機能は以下のとおり

- (1) 分析用の核燃料物質の搬送
- (2) 各種分析
- (3) 分析済液の処理



単一ユニット毎の核的制限値(MOX質量)

受払ユニット: 5kg・MOX
分析ユニット(a): 8kg・MOX
分析ユニット(b): 6kg・MOX
分析済液処理ユニット: 3kg・MOX

バッグインユニットである受払ユニット, 分析ユニット(a)及び分析済液処理ユニットの取扱制限値(Pu * 質量)は, 二重装荷を考慮して設定している0.95対応質量(0.25kg・Pu *)と同じ値に設定する。

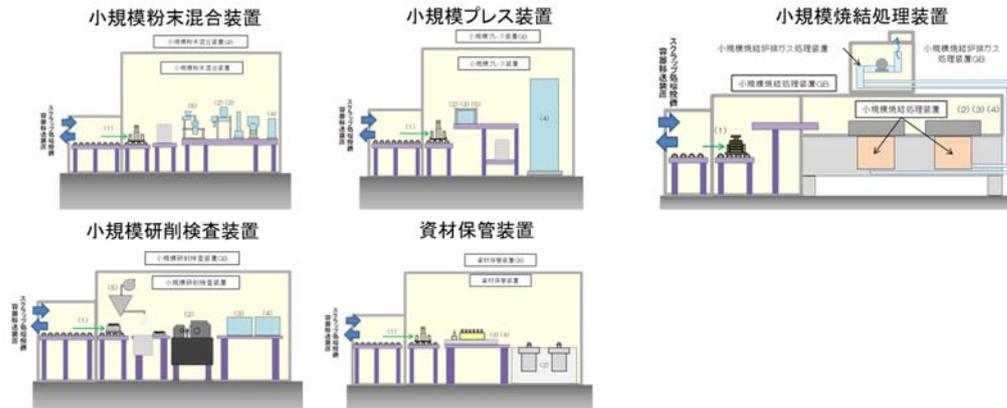
また, 分析ユニット(b)の取扱制限値(Pu * 質量)についても, 0.95対応質量(0.50kg・Pu *)と同じ値を取扱制限値として設定し, MOX質量及びPu富化度の組合せにより, 超えないように管理する。

単一ユニット毎の核的制限値(Pu * 質量)

受払ユニット: 0.25kg・Pu *
分析ユニット(a): 0.25kg・Pu *
分析ユニット(b): 0.50kg・Pu *
分析済液処理ユニット: 0.25kg・Pu *

5. 実験設備

- 小規模試験設備は、小規模粉末混合装置、小規模プレス装置、小規模焼結処理装置、小規模研削検査装置及び資材保管装置で構成される。
- 小規模粉末混合装置は、小規模試験及びCS処理における各種粉末の混合、ウラン合金ボールを使用した微粉碎混合、強制篩分及び粉末の物性測定を行う。
- 小規模焼結処理装置は、再焼結試験及び小規模試験において、ペレットを所定の温度で焼結する。
- 小規模研削検査装置は、先行試験、再焼結試験及び小規模試験において、ペレットの研削、検査及び粗粉碎を行う。
- 資材保管装置は、各工程から回収したCS粉末、CSペレット及び各試験粉末の受払い並びに一時的な容器待機を行う。



小規模粉末混合装置

小型ボールミル内粉末量: 3kg・MOX
 強制篩分機内粉末量: 3kg・MOX
 小型均一化混合機内粉末量: 3kg・MOX
 CS・RS保管ポット2容器内粉末量: 6kg・MOX
 ウランポット1容器内粉末量: 3kg

小規模プレス装置

小型予備混合機内粉末量: 3kg・MOX
 小型プレス機内粉末量: 3kg・MOX
 CS・RS保管ポット2容器内粉末量: 6kg・MOX
 ウランポット1容器内粉末量: 3kg

小規模焼結処理装置

試験ペレット焼結トレイ2トレイ内ペレット量: 6kg・MOX

資材保管装置

CS・RS保管ポット9容器内粉末量: 27kg・MOX
 分析サンプル瓶6容器内粉末量: 1.8kg・MOX
 ウランポット1容器内粉末量: 3kg

小規模研削検査装置

粗粉碎機内粉末量: 7kg・MOX
 研削装置内ペレット量 } : 3kg・MOX
 ペレット検査装置内ペレット量 }
 試験用波板トレイ内ペレット量 }
 CS・RS保管ポット3容器内粉末量: 9kg・MOX
 粉末回収装置内粉末量: 13kg・MOX

核的制限値(MOX質量): 103kg・MOX

ユニット内最大取扱Pu富化度: 60%
 CS・RS保管ポット最大取扱Pu富化度: 30%
 核分裂性Pu割合: 0.83
 U中のU-235割合: 0.016
 HM換算係数: 0.882

核的制限値(Pu*質量)※: 3.75kg・Pu*

※バグインユニットである小規模試験ユニットの取扱制限値(Pu*質量)は、二重装荷を考慮して設定している0.95対応質量(3.75kg・Pu*)と同じ値に設定した上で、MOX質量及びPu富化度の組合せにより、超えないように管理する。

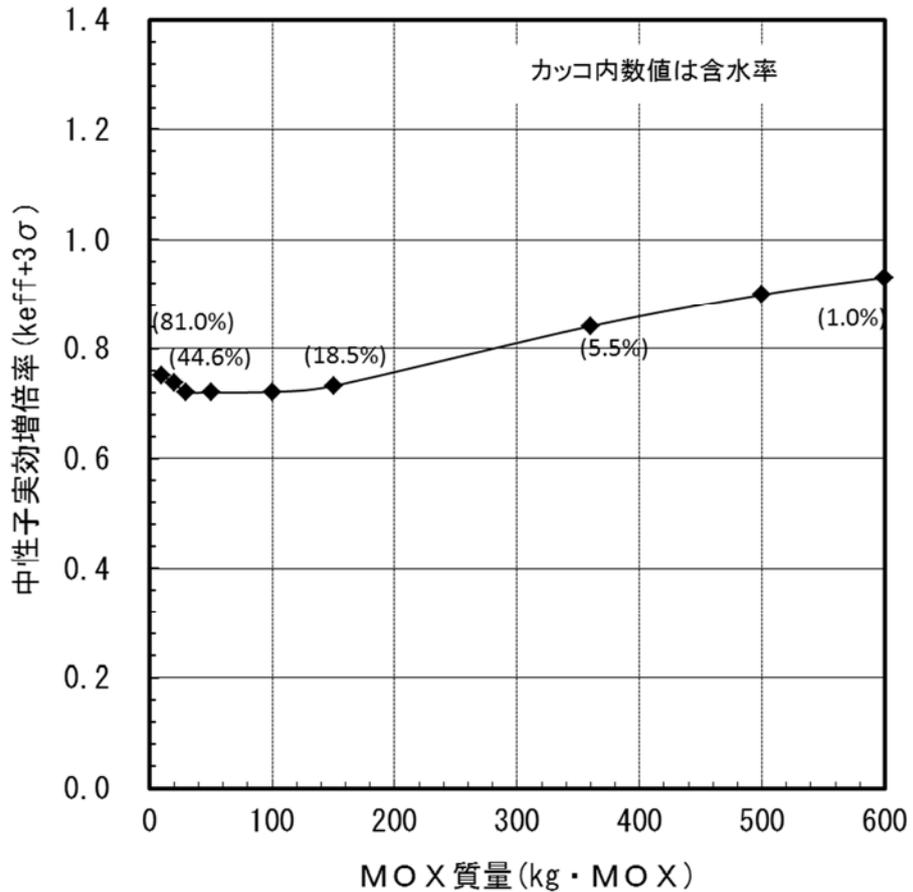
令和2年2月26日 R O

補足説明資料 2 - 4

混合機の容積制限に係る計算条件及び評価結果

1. 予備混合機に対する計算条件及び評価結果

項目	計算条件
使用計算コード及び核データライブラリ	SCALE-4 の KENO-V. a コード及び ENDF/B-IV ライブラリ
核燃料物質の形状	球形状
混合機容積	120 L
Pu 富化度	30%
核分裂性Pu割合	83%
ウラン中のウラン-235含有率	1.6%
核燃料物質質量	10~600kg・MOX (混合機内の残りの空間は添加剤充滿)
含水率	81.0~1.0%
密度	$0.09 \sim 5.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$
反射条件	水 2.5cm
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}}+3\sigma$)	0.932 (核燃料物質質量: 600kg・MOX)
評価結果	中性子実効増倍率は、推定臨界下限増倍率 0.97 未満であるため未臨界

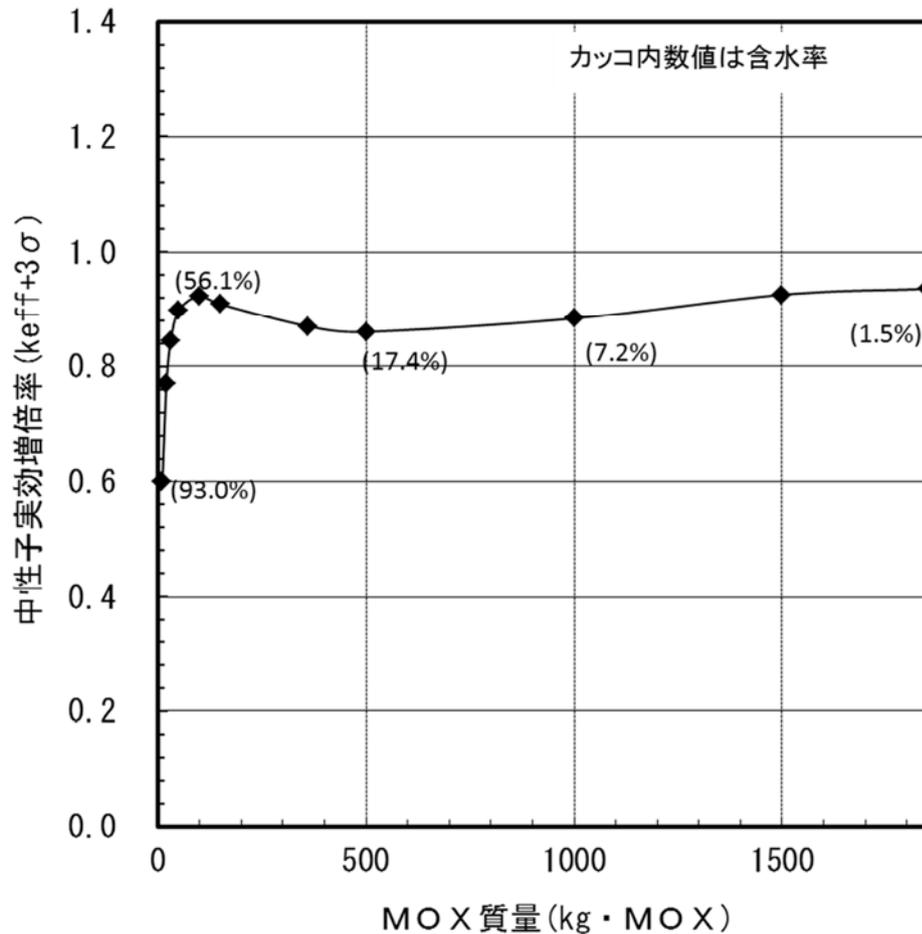


2. 均一化混合機，添加剤混合機及び回収粉末混合機に対する計算条件及び評価結果

項目	計算条件
使用計算コード及び核データライブラリ	SCALE-4 の KENO-V. a コード及び ENDF/B-IV ライブラリ
核燃料物質の形状	球形状
混合機容積	370 L
Pu 富化度	14% [※]
核分裂性Pu 割合	83%
ウラン中のウラン-235 含有率	1.6%
核燃料物質量	10~1850kg・MOX (混合機内の残りの空間は添加剤充滿)
含水率	93.0~1.5%
密度	0.03~5.0×10 ³ kg/m ³
反射条件	水 2.5cm
中性子実効増倍率 (Keff+3σ)	0.937 (核燃料物質量 : 1850kg・MOX)
評価結果	中性子実効増倍率は，推定臨界下限増倍率 0.97 未満であるため未臨界

※次の範囲に対して厳しい評価となる条件を設定する。

- 1) 核分裂性Pu 富化度：11.6%以下
 - 2) Pu 富化度：18%以下
- 臨界評価上は，核分裂性Pu 富化度 11.6%及び核分裂性Pu 割合 83%との組合せから，Pu 富化度を 14%とする。



令和2年2月26日 R O

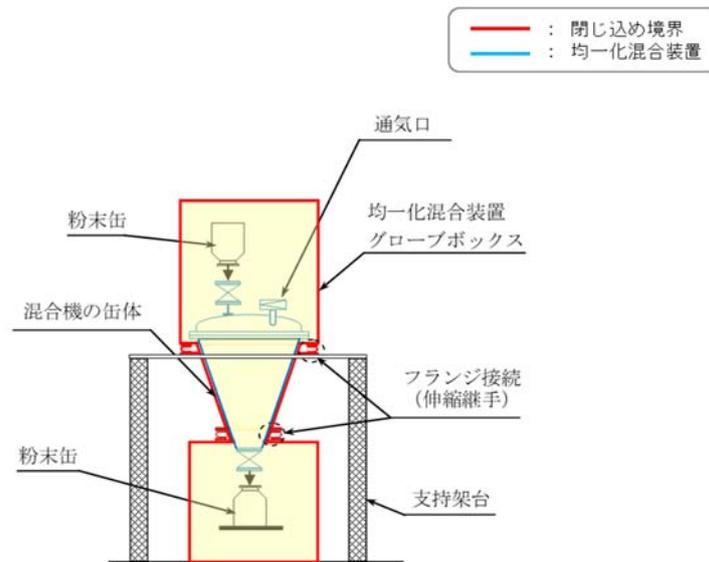
補足説明資料 2 - 5

均一化混合装置等の設計変更

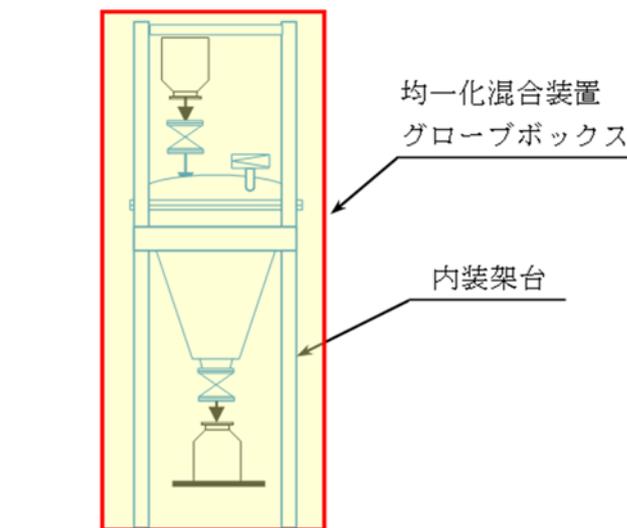
1. 均一化混合装置等の設計変更の概要について

二次混合設備の均一化混合装置について、均一化混合装置を均一化混合装置グローブボックス内に全て収納する設計変更を行い、均一化混合装置グローブボックスにより閉じ込め機能を担保する設計とする。

【既許可】



【設計変更後】



令和2年2月26日 R O

補足説明資料3－1

取扱量及び核的制限値の設定による事業許可基準規則への影響

1. 取扱量及び核的制限値の設定による事業許可基準規則への影響

取扱量及び核的制限値を設定したことによる事業許可基準規則への影響について確認した結果を表1に示す。

表1 取扱量及び核的制限値の設定による事業許可基準規則への影響 (1/2)

条文		評価概要	取扱量及び核的制限値の設定による影響			
			MOX 質量	Pu 富化度	Pu*量	含水率
第2条	核燃料物質の臨界防止	取扱量及び核的制限値の設定に係る中性子実効増倍率の評価	○-1	○-1	○-1	○-1
第3条	遮蔽等	施設からの放射線による公衆の被ばく評価	○-1	○-1	○-2	○-2
		放射線業務従事者の立入場所における線量評価	×	×	○-2	○-2
第4条	閉じ込めの機能	—	—	—	—	
第5条	火災等による損傷の防止	—	—	—	—	
第7条	地震による損傷の防止	設備・機器の耐震性に係る評価	○-1	○-2	○-2	○-2
第9条	外部からの衝撃による損傷の防止	—	—	—	—	
第10条	加工施設への人の不法な侵入等の防止	—	—	—	—	
第11条	溢水による損傷の防止	—	—	—	—	
第12条	誤操作の防止	—	—	—	—	
第13条	安全避難通路等	—	—	—	—	
第14条	安全機能を有する施設	—	—	—	—	
第14条	内部発生飛散物	—	—	—	—	

【凡例】

×：評価の見直しが必要

○-1：影響なし（評価の見直しが不要），○-2：影響なし（評価に使用していない）

—：評価項目なし

表1 取扱量及び核的制限値の設定による事業許可基準規則への影響（2/2）

条文		評価概要	取扱量及び核的制限値の設定による影響			
			MOX 質量	Pu 富化度	Pu*量	含水率
第15条	設計基準事故の拡大の防止	閉じ込め機能の喪失に係る被ばく線量評価	×	×	○-2	○-2
		Puの崩壊熱による換気停止後の温度評価	○-1	○-1	○-2	○-2
第16条	核燃料物質の貯蔵施設	Puの崩壊熱による貯蔵施設の温度評価	○-1	○-1	○-2	○-2
第17条	廃棄施設	気体廃棄物の放出に伴う公衆への影響評価	○-1	○-1	○-2	○-2
		液体廃棄物の放出に伴う公衆への影響評価	○-2	○-2	○-2	○-2
第18条	放射線管理施設	—	—	—	—	
第19条	監視施設	—	—	—	—	
第20条	非常用電源設備	—	—	—	—	
第21条	通信連絡設備	—	—	—	—	

【凡例】

×：評価の見直しが必要

○-1：影響なし（評価の見直しが不要），○-2：影響なし（評価に使用していない）

—：評価項目なし

取扱量及び核的制限値の設定により，評価の見直しが必要な項目（＝表1で×のついた項目）を含む第3条，第15条の評価の概要と評価への影響を2章～3章に示す。

また，取扱量及び核的制限値の設定により，評価に影響がない項目（＝表1で○-1のついた項目）を含む第2条，第3条，第7条，第15条，第16条，第17条の補足説明を4章に示す。

2. 第3条 遮蔽等（従事者被ばく評価）

（1） 評価の概要

加工事業許可申請書では、放射線業務従事者の立入場所における線量を合理的に達成できる限り低くするために放射線業務従事者の立入時間を考慮して、遮蔽設計の基準となる線量率を設定している（遮蔽設計の基準となる線量率は核的制限値に依存しない値のため変更はない）。設工認申請書では、遮蔽設計の基準となる線量率を満足する設計となっていることを遮蔽計算により確認している。評価における線源量では各設備のMOX量及びPu富化度を考慮しており、貯蔵室等は最大貯蔵能力、その他の室では各機器の取扱量に基づき設定している。

（2） 評価への影響（Pu富化度）

Pu富化度の設定については、原料MOX粉末はウラン対プルトニウムの質量混合比が1対1であることから50%とし、粉末調整後の粉末については、設備に応じ33%又は18%と設定していた。

当該設定値は一部核的制限値と整合していないことから、右表のとおり核的制限値に基づき設定を変更する。

MOX形態	Pu富化度	
	変更前	変更後
原料MOX粉末	50%	60%
一次混合粉末	33%	30%
二次混合粉末	18%	18%
ペレット	18%	18%

なお、遮蔽設計には十分裕度を見込んでいることからPu富化度を変更した場合においても遮蔽設計の基準となる線量率を満足する見通しである。評価結果に対する影響の例を表2に示す。

表2 線量率の評価結果に対する影響の例

評価室	線源機器	MOX形態	遮蔽	線量率 (μ Sv/h)	他の線源を考慮した合計線量率 (μ Sv/h)	遮蔽設計の基準となる線量率 (μ Sv/h)
地下3階廊下	原料MOX 粉末缶一時保管設備	原料MOX 粉末	普通コンクリート 0.59m	3.0 (2.5)	3.7 (3.2)	12.5

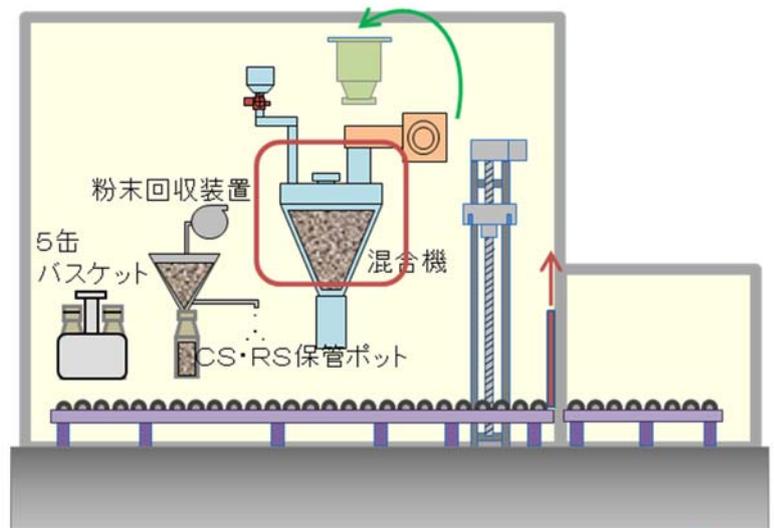
※ () 内の数値は第1回設工認に記載しているPu富化度の変更前の評価値である。

(3) 評価への影響 (MOX質量)

線源量については各GBの混合機、ホッパ等の取扱量 (赤枠部分) に基づいて設定を行っていた。

従来の線源量は従来の核的制限値よりも小さい値であることから核的制限値に基づき以下のとおり設定を見直す。

- ・線源の位置によらない部屋単位の線源量の設定にあたっては、各GBの核的制限値に基づいて線源量を設定する。
- ・機器の遮蔽設計における線源量の設定にあたっては、容器の取扱量に基づいて線源量を設定する。



混合機内粉末量: 270kg・MOX (J85 3容器分)
 5缶バスケット1容器内粉末量: 15kg・MOX
 CS・RS保管ポット1容器内粉末量: 3kg・MOX
 粉末回収装置内粉末量: 23kg・MOX

核的制限値 (MOX質量): 311kg・MOX

 : 遮蔽設計で考慮していた範囲

なお、貯蔵施設の線源量については、最大貯蔵能力に基づいて設定し

ているため、核的制限値の設定による影響はない。

3. 第15条 設計基準事故の拡大の防止（閉じ込め機能の不全）

（1） 評価の概要

設計基準事故における閉じ込め機能の不全に伴う公衆への線量評価については、各設備において取扱うMOX質量及びPu富化度に基づき、放出される放射性物質の量を算出し、実効線量の評価を実施する。

（2） 評価への影響

閉じ込め機能の不全に伴う影響について、各設備において使用する現実的な製造条件に基づく評価パラメータを設定していたため、取扱量及び核的制限値に基づくMOX取扱量及びPu富化度を用いて実効線量の評価を実施する。

4. 取扱量及び核的制限値を設定しても評価に影響がない条文

（1） 第2条 核燃料物質の臨界防止

質量管理を行う工程における従来の臨界管理は、単一ユニットを設定し、当該単一ユニットで取り扱う核燃料物質の形態に対し、統計誤差を考慮した中性子実効増倍率が0.95以下に対応するPu*質量を算出し、核的制限値として設定していた。

今回設定したPu*質量に関する核的制限値は、従来の核的制限値のPu*質量以下で設定している。また、Pu富化度及び含水率についても、従来の核的制限値の設定条件以下に設定していることから、臨界に達するおそれがないようにしている。

(2) 第3条 遮蔽等（公衆の被ばく）

加工施設からの直接線及びスカイシャイン線による公衆の線量評価は、貯蔵施設の最大貯蔵能力に基づいて評価を実施している。最大貯蔵能力は、核的制限値の設定によって変更のない数値であるため、直接線及びスカイシャイン線による公衆の線量評価については、核的制限値の設定による影響はない。

(3) 第7条 地震による損傷の防止

設備・機器の耐震性の評価において、核燃料物質の質量は付加質量として見込んでおり、その付加質量は通常運転時の取扱量を考慮して設定しているため、核的制限値の設定による影響はない。

(4) 第15条 設計基準事故の拡大の防止（ P_u の崩壊熱による換気停止後の温度評価） 及び 第16条 核燃料物質の貯蔵施設

原料粉末を受け入れてから燃料集合体出荷までの貯蔵のために必要な容量として最大貯蔵能力を設定している。最大貯蔵能力は、核的制限値の設定によって変更のない数値であるため、核的制限値の設定による影響はない。

(5) 第17条 廃棄施設（気体廃棄物による公衆の被ばく）

平常時の放射性気体廃棄物の推定年間放出量は、成形施設における最大処理能力 155t・HM（プルトニウム富化度 18%）に基づき評価を実施している。最大処理能力は、核的制限値の設定によって変更のない数値であるため、放射性気体廃棄物の放出量評価については核的制限値の設定による影響はない。

なお、放射性液体廃棄物の推定年間放出量は、排水口における放射性物質の濃度と液体廃棄物の年間放出量により算出している。