



は核物質防護情報のため非開示

京都大学複合原子力科学研究所の原子炉施設  
[京都大学臨界実験装置（KUCA）] の変更に係る  
設計及び工事の計画の承認申請書  
(KUCA燃料貯蔵棚の更新)

京都大学複合原子力科学研究所  
〇年〇月〇日

## 申請の概要

京都大学臨界実験装置(KUCA)で使用されるウラン燃料としては、固体減速炉心用燃料及び軽水減速炉心用燃料があり、それぞれ個別のバードケージと呼ばれる容器に収納され、に保管される。

本申請はに設置する、それぞれのバードケージを保管するための2種類の燃料貯蔵棚（固体減速炉心用燃料貯蔵棚及び軽水減速炉心用燃料貯蔵棚）に係る設計及び工事である。

## 設計条件（申請書記載内容）

1. KUCAで貯蔵すべき低濃縮ウラン（U-235量で [ ] 以下）の燃料要素（破損燃料要素も含む。）を収納するバードケージ（固体減速炉心用は [ ]、軽水減速炉心用は [ ] をすべて貯蔵できるものであること。
2. 燃料貯蔵棚は [ ] に設置すること。
3. 燃料貯蔵棚は安全上の機能別重要度分類PS-3に該当する。
4. 燃料貯蔵棚は不燃構造であること。
5. 燃料貯蔵棚は耐震Cクラスを満足すること。
6. 燃料貯蔵棚は地震によりバードケージが落下しない構造とすること。

# ボードケースの形状、寸法、最大重量



固体減速炉心用 最大重量

軽水減速炉心用 最大重量

最大重量は燃料重量を含むボードケース全体の重量である。また、最大重量における燃料は、収納可能な最大量（保安規定で定める量を超えた量）を想定している。

## 設計仕様（申請書記載内容）

### 固体減速炉心用燃料貯蔵棚の仕様

1. 鋼製材（等辺山形鋼）によるフレーム構造（底板及び  
バードケージ落下防止付き）
2. 鋼製材の材質：SS400相当
3. アンカーボルト：4本/基、M12、SS400 相当
4. 数量：

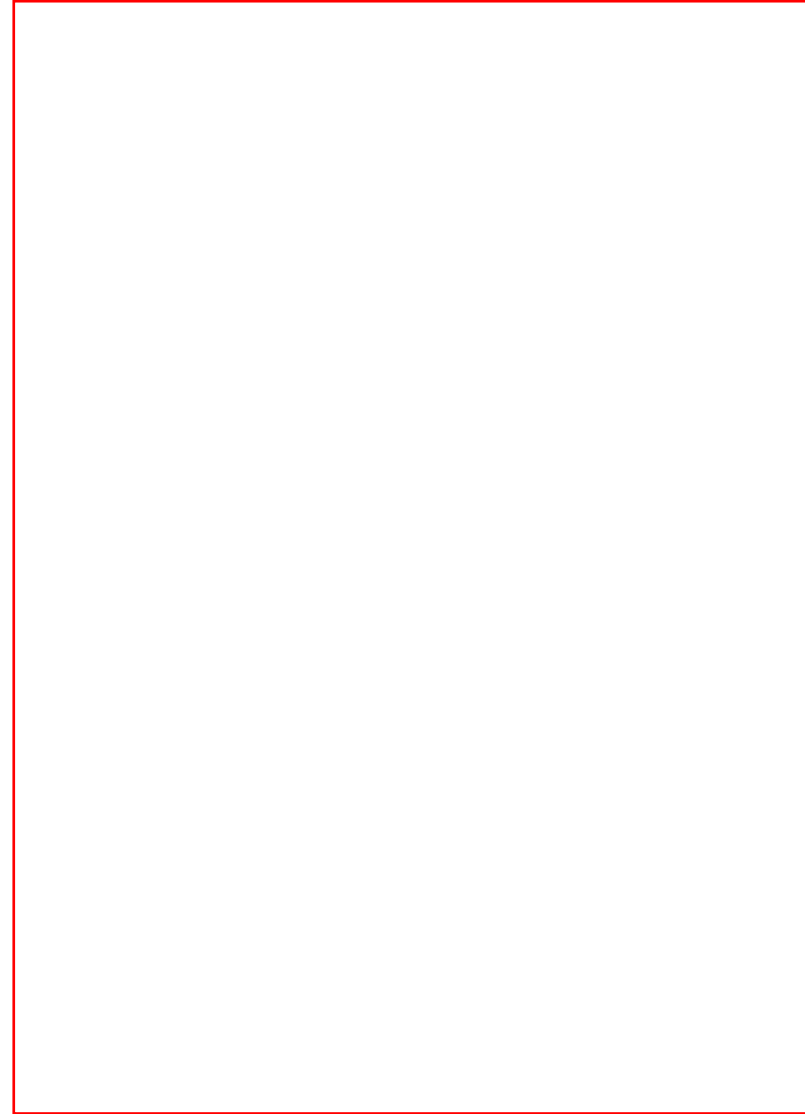
### 軽水減速炉心用燃料貯蔵棚の仕様

1. 鋼製材（等辺山形鋼）によるフレーム構造（底板及び  
バードケージ落下防止付き）
2. 鋼製材の材質：SS400相当
3. アンカーボルト：4本/基、M12、SS400 相当
4. 数量：

# 燃料貯蔵棚鳥瞰図



固体減速炉心用



軽水減速炉心用

の燃料貯蔵棚の設置位置



固体減速炉心用燃料貯蔵棚図（申請書記載内容）





# 使用前事業者検査の項目

構造、強度及び漏えいの確認に係る検査

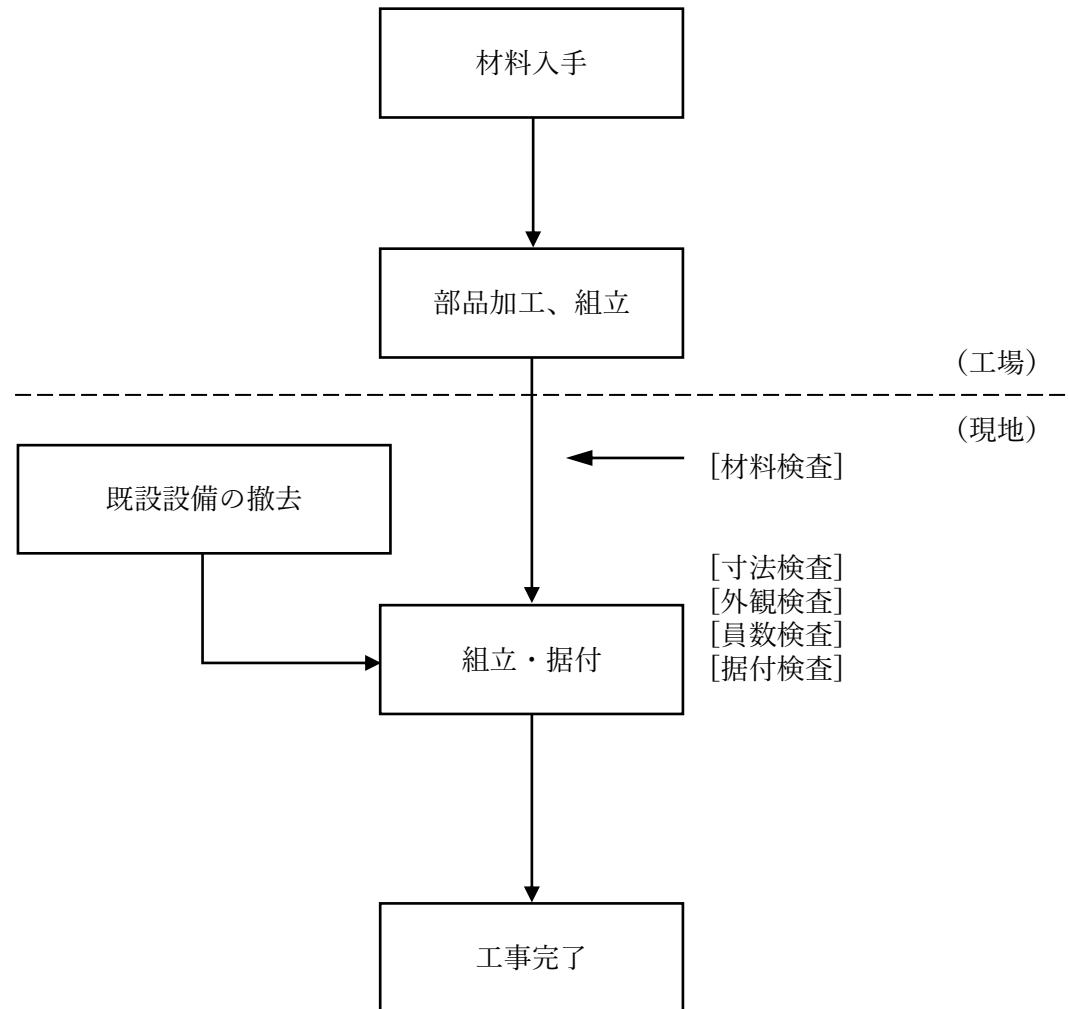
検査項目	検査方法
材料検査	燃料貯蔵棚を固定するアンカーボルトの仕様(M12、SS400相当)及び棚の鋼製材の仕様（鋼製材の規格、材質、SS400相当）を確認する。
寸法検査	図-1、図-2に示す寸法及びアンカーボルトの埋め込み深さを確認する。
外観検査	燃料貯蔵棚の外観に機能上有害な損傷等がないことを確認する。
員数検査	燃料貯蔵棚の段数、基数を確認する。
据付検査	<input type="checkbox"/> の所定の位置にアンカーボルトで固定されていることを確認する。

機能及び性能の確認に係る検査：該当なし

# 使用前事業者検査の項目

検査項目	検査方法
適合性確認検査	<p>設計変更の生じた構築物について、本申請書の「設計及び工事の方法」に従って行われ、下記の技術基準規則への適合性が確認されていることを、記録等により確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・地震による損傷の防止（第6条）</li><li>・機能の確認等（第11条）</li><li>・安全設備（第21条）</li><li>・核燃料物質貯蔵設備(第26条)</li></ul>
品質マネジメント検査	<p>本申請書の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に記載した「品質マネジメント計画書」に従って、工事及び検査に係る保安活動が行われていることを、記録等により確認する。</p>

# 製作及び工事のフロー図（申請書記載内容）



# 技術基準との適合性について

第1条、第2条及び第18条は、要求事項を示す条項ではない。

第3条、第4条、及び第43条以降はKUCAには該当しない。

技術基準規則の条項		項・号	説明の必要性	適合性の説明又は適合性が不要の理由
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤	第1項	無	地盤に設置するものに要求される事項のため。
第6条	地震による損傷の防止	第1項	有	以下に示す。
		第2項	該当無	耐震重要施設に要求される事項のため。
		第3項	該当無	耐震重要施設に要求される事項のため。
第7条	津波による損傷の防止	第1項	無	設置変更承認申請のとおり、KUCAは津波による影響を受けないため。
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	第1項	無	想定される自然現象のうち、洪水、風(台風)、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山、森林火災)に対する適合性は原子炉建屋によって満足している。 に設置する燃料貯蔵棚については、適合性は不要。また、凍結や生物学的事象に対する適合性は燃料貯蔵棚には不要。
		第2項	無	人為によるもの(故意によるものを除く。)に対する損傷の防止については設置変更承認申請書に記載のとおり評価しており、燃料貯蔵棚の適合性は不要。
		第3項	無	船舶に設置する施設に要求される事項のため。
		第4項	無	航空機落下は「実用発電原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について」に基づき評価した結果、防護設計の要否を判断する基準を下回るため、設計上の考慮を必要としないことについて設置(変更)承認を受けているため。
第9条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	第1項	無	燃料貯蔵棚はに設置される設備であり、を防止している。なお当該設備は燃料貯蔵棚のため不正アクセス行為の防止は不要。
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	無	原子炉の反応度の制御に関するものに要求される事項のため。
		第2項	無	船舶に設置する施設に要求される事項のため。
第11条	機能の確認等	第1項	有	以下に示す。

有：説明の必要有り 無：説明の必要無し 該当無：該当する設備がKUCAに無い

# 技術基準との適合性について

技術基準規則の条項		項・号	説明の必要性	適合性の説明又は適合性が不要の理由
第12条	材料及び構造	第1項	無	原子炉施設に属する容器等に要求される事項のため。
		第2項	無	耐圧試験又は漏えい試験が必要なものに要求される事項のため。
		第3項	無	原子炉施設に属する容器に要求される事項のため。
第13条	安全弁等	第1項	無	安全弁等に要求される事項のため。
第14条	逆止め弁	第1項	無	逆止め弁に要求される事項のため。
第15条	放射性物質による汚染の防止	第1項~第5項	無	放射性物質による汚染の防止が必要な施設に要求される事項のため。
第16条	遮蔽等	第1項~第2項	無	遮蔽設備に要求される事項のため。
第17条	換気設備	第1項	無	放射性物質により汚染された空気による放射線障害を防止するための換気設備に要求される事項のため。
第18条	適用		—	
第19条	溢水による損傷の防止	第1項	無	燃料貯蔵棚を設置する[ ]には溢水の発生源はないため、適合性は不要である。
		第2項	無	燃料貯蔵棚を設置する[ ]には放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管はないため、適合性は不要である。
第20条	安全避難通路等	第1項	無	安全避難通路等に要求される事項のため。
第21条	安全設備	第1項第3号	有	以下に示す。
		第1項第4号ハ	有	
		上記以外	無	安全設備に要求される事項のため。
第22条	炉心等	第1項~第3項	無	炉心等に要求される事項のため。
第23条	熱遮蔽材	第1項	該当無	熱遮蔽材に要求される事項のため。
第24条	一次冷却材	第1項	該当無	一次冷却材に要求される事項のため。
第25条	核燃料物質取扱設備	第1項	無	核燃料物質取扱設備に要求される事項のため。

有：説明の必要有り 無：説明の必要無し 該当無：該当する設備がKUCAに無い

# 技術基準との適合性について

技術基準規則の条項		項・号	説明の必要性	適合性の説明又は適合性が不要の理由
第26条	核燃料物質貯蔵設備	第1項第1号	有	以下に示す。
		第1項第2号	有	
		第1項第3号	無	燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備は□に設置されており、燃料貯蔵棚には不要である。また崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要はない。
		第2項	無	使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する核燃料物質貯蔵設備ではないため該当なし。
第27条	一次冷却材処理装置	第1項	該当無	一次冷却材処理装置に要求される事項のため。
第28条	冷却設備等	第1項	該当無	冷却設備等に要求される事項のため。
第29条	液位の保持等	第1項～第2項	無	一次冷却材に要求される事項のため。
第30条	計測設備	第1項～第2項	無	計測設備に要求される事項のため。
第31条	放射線管理施設	第1項第1号～第3号	無	放射線管理施設に要求される事項のため。
第32条	安全保護回路	第1項	無	安全保護回路に要求される事項のため。
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項～第6項	無	反応度制御系統及び原子炉停止系統に要求される事項のため。
第34条	原子炉制御室等	第1項～第5項	無	原子炉制御室に要求される事項のため。
第35条	廃棄物処理設備	第1項～第2項	無	廃棄物処理設備に要求される事項のため。
第36条	保管廃棄設備	第1項～第3項	無	保管廃棄設備に要求される事項のため。
第37条	原子炉格納施設	第1項	無	原子炉格納施設に要求される事項のため。
第38条	実験設備等	第1項	無	実験設備等に要求される事項のため。
第39条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第1項	無	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止に要求される事項のため。
第40条	保安電源設備	第1項～第3項	無	保安電源設備に要求される事項のため。
第41条	警報装置	第1項	無	□に放射線モニタを設け、放射線量が設定値を超えたときには現場及び制御室で警報を発する警報装置を設けており、燃料貯蔵棚には警報装置を設けていないため。
第42条	通信連絡設備等	第1項～第2項	無	通信連絡設備に要求される事項のため。

有：説明の必要有り 無：説明の必要無し 該当無：該当する設備がKUCAに無い

# 技術基準との適合性について

(地震による損傷の防止)

## 第六条

試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。

## 第1項について

燃料貯蔵棚は耐震重要度分類Cクラスに分類し当該分類に応じた耐震設計となっている。

燃料貯蔵棚は耐震重要度に応じて算定したCクラスの静的地震力により発生する応力に対して、建築設備耐震設計施工指針2014年度版の許容応力を超えない設計となっている。

地震によって燃料貯蔵棚からボードケージが落下しないよう、水平方向の移動に対しては落下を防止する板を設けるとともに、回転による落下に対しては燃料貯蔵棚の各区画の高さをボードケージの対角線長さより短くすることでボードケージの回転を防止する構造となっている。



(機能の確認等)

第十一条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの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。

第1項について

燃料貯蔵棚は外観検査により機能が確認でき、また機能維持のための保守又は修理ができる構造となっており、そのためのスペースが確保できる配置となっている。

# 技術基準との適合性について

## (安全設備)

第二十一条 安全設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。

三 安全設備は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。

四 火災により損傷を受けるおそれがある場合においては、次に掲げるところによること。

ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。

## 第1項第3号について

燃料貯蔵棚は安全設備ではないが、原子炉施設の通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故において、その間に想定される環境条件（使用中の燃料要素の温度上昇及び収納中の燃料要素からの放射線）に対して影響を受けないよう、鋼材等の材料を用い、機能を発揮することができる設計となっている。

## 第1項第4号ハについて

燃料貯蔵棚は安全設備ではないが、火災により安全性が損なわれないよう、火災の影響を軽減するための防火措置として鋼材等の不燃性の材料を用いる設計となっている。

# 技術基準との適合性について

(核燃料物質貯蔵設備)

第二十六条 核燃料物質貯蔵設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。
- 二 燃料体等を貯蔵することができる容量を有すること。

第1項第2号について

- ・ 低濃縮ウラン燃料要素の貯蔵方法について

低濃縮ウラン燃料要素は、バードケージに収納して、浸水のおそれのない臨界集合体棟の2階に設けられた [ ] に設置された燃料貯蔵棚で貯蔵する [ ] にはトリウム貯蔵庫も設置する。 [ ]

[ ] の配置については7ページに示すとおりである。

[ ] に固体減速炉心用バードケージ [ ]、軽水減速炉心用バードケージ [ ] 分の燃料貯蔵棚を設置し、燃料貯蔵棚には低濃縮ウランの燃料要素のみを貯蔵する設計としている。

軽水減速炉心用バードケージの構造

- ・ 内部ボックス [ ] に燃料要素を収納
- ・ [ ] により、バードケージを隣接させた場合でも内部ボックス同士の隔離距離を確保できる。
- ・ 内部ボックスに物理的に収納可能な燃料要素枚数は [ ] であるが、保安規定にて [ ] に制限する予定である。

## 固体減速炉心用ボードケースの構造

- ・ 内部ボックス  に燃料要素を収納
- ・  により、ボードケースを隣接させた場合でも内部ボックス同士の隔離距離を確保できる。
- ・ 内部ボックスに物理的に収納可能な燃料要素枚数は  であるが、保安規定にて  に制限する予定である。

### (1)基本方針

ボードケースを収納する燃料貯蔵棚は、ボードケース毎に十分な隔離距離を設け、臨界に達するおそれのない配置となっている。また、ボードケースは、燃料要素を物理的に収納可能な最大枚数まで燃料板を収納し、かつ、その状態のボードケースが完全に水没した状態で三次元的に無限に隣接した場合であっても、臨界に達するおそれはない設計となっている。

臨界計算では、 のボードケース内部ボックスに低濃縮ウラン燃料要素を最大数収納し燃料貯蔵棚に貯蔵したとして、実際よりも保守的な条件として、内部ボックスの周囲の空気雰囲気を変化させる（湿度0%、50%、100%及び水没）。また、より厳しい条件として、ボードケース同士が隣接した場合についても評価を行う。実効増倍率は、MCNP6（version 1.0）+JENDL-4.0（ヒストリー数は $2 \times 10^8$ ）により計算した。

燃料、構造材の原子個数密度及び寸法は、原規規発第2308011号及び原規規発第2308012号にて承認を受けたKUCA固体減速炉心用低濃縮燃料要素の製作及びKUCA軽水減速炉心用低濃縮燃料要素の製作のための設計及び工事の計画の承認申請書に記載した内容と同じである。

## (2)計算モデル

### 軽水減速炉心用ボードケースの構造

- ・ 空気雰囲気（湿度0%、50%、100%）及び体系内をすべて水で満たす。温度は25°Cとする。
- ・ 内部ボックスに燃料要素を最大数  収納
- ・  外枠は省略
- ・ ボードケースを隣接させた場合でも内部ボックス同士の隔離距離は確保されるという条件は維持



軽水減速炉心用のボードケースの計算モデル

## 固体減速炉心用バードケージの構造

- ・ 空気雰囲気（湿度0%、50%、100%）及び体系内をすべて水で満たす。温度は25°Cとする。
- ・ 内部ボックスに燃料要素を最大数  収納
- ・  外枠は省略
- ・ バードケージを隣接させた場合でも内部ボックス同士の隔離距離は確保されるという条件は維持



固体減速炉心用のバードケージの計算モデル

軽水減速炉心用バードケージを□の燃料貯蔵棚に、それに隣接させて固体減速炉心用バードケージを□の燃料貯蔵棚に配置する。燃料貯蔵棚は隣接させて横一列に配置する。各バードケージは各燃料貯蔵棚の中央部に配置する。燃料貯蔵棚の構造材は計算体系に含めない。

固体減速炉心用貯蔵棚下部の1m離れた場所に全量分のトリウム燃料を配置する。実際の配置では、各貯蔵棚、トリウム貯蔵庫はこの設定よりも互いに離れているが、ここではより厳しい条件となる配置としている。

### (3)計算結果（燃料貯蔵棚の中央に配置した場合）

① 空気（湿度0%）	0.07707 ± 0.00001
② 空気（湿度50%）	0.07709 ± 0.00001
③ 空気（湿度100%）	0.07711 ± 0.00001
④ 水	0.43360 ± 0.00007

以上の計算はボードケージを燃料貯蔵棚の中央に置いた場合であるが、燃料貯蔵棚の端に置いた場合には一部のボードケージ同士が近接することがあり得る。そのような条件を考慮するために、最も厳しい条件として□の固体減速炉心用ボードケージ □ と □ の軽水減速炉心用ボードケージ □ を完全に近接して床面に置いた場合について同様の計算を行った。

#### (4)計算結果 (ボードケージ同士を隣接して配置した場合)

① 空気 (湿度0%)	$0.08293 \pm 0.00001$
② 空気 (湿度50%)	$0.08293 \pm 0.00001$
③ 空気 (湿度100%)	$0.08292 \pm 0.00001$
④ 水	$0.47877 \pm 0.00011$

いずれの場合も実効増倍率は0.95より十分に小さな値となっており、燃料貯蔵棚はトリウム貯蔵庫の影響を考慮しても臨界に達するおそれがない設計となっている。



## 第1項第2号について

固体減速炉心用燃料の燃料板は [ ] であり(原規規発第2308011号にて承認を受けたKUCA固体減速炉心用低濃縮燃料要素の製作のための設計及び工事の計画の承認申請書による。)、ボードケージ1台に [ ] まで収納できるので、最低 [ ] のボードケージが貯蔵できる必要がある。軽水減速炉心用燃料の燃料板は [ ] であり(原規規発第2308012号にて承認を受けたKUCA軽水減速炉心用低濃縮燃料要素の製作のための設計及び工事の計画の承認申請書による。)、ボードケージ1台に [ ] まで収納できるので、最低 [ ] のボードケージが貯蔵できる必要がある。さらに破損燃料要素を収納したボードケージが貯蔵できる必要がある。固体減速炉心用燃料及び軽水減速炉心用燃料の貯蔵棚は、ボードケージをそれぞれ [ ] まで貯蔵できるので必要な容量を有している。