

**高速実験炉「常陽」の新規制基準適合性に係る
申請書の補正の概要について**

資料 1

日本原子力研究開発機構高速実験炉原子炉施設（常陽）の新規制基準適合性審査について

平成 29 年 5 月 22 日
原子力規制庁
新基準適合性審査チーム

新基準適合性審査チームは、平成 29 年 4 月 25 日の第 197 回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合において、高速実験炉原子炉施設（以下「常陽」という。）の平成 29 年 3 月 30 日付け設置許可変更申請の概要の説明を受け、審査の前提条件である熱出力が設備と整合していないので、補正申請等により適切な資料が提出されるまで審査を保留することとした。また、平成 29 年 3 月 30 日付け設置変更許可申請は、先行する試験研究用等原子炉の審査で得られた知見の反映が不十分であることから、補正申請等はそれらの知見を反映することを求め、仮に補正申請等においてもそれらの反映が不十分であれば再度審査を保留することがある旨伝えた。

新基準適合性審査チームとして、補正申請等により提出される資料に含まれる必要があると考える事項は以下のとおりである。

① 熱出力と設備の整合性

熱出力は設備の審査を行う上で重要な前提条件であり、設置許可上の熱出力と、設備設計上の熱出力の整合を図り、燃料集合体や炉心構成等を含めた設備設計を示すこと。また、事故時評価等も設置許可上の熱出力を前提として行うこと。

② 新規制基準への適合について

先行する試験研究用等原子炉の審査内容を反映すること。

① 多量の放射性物質等を放出する事故への対策

- 新規制基準は、深層防護の考え方に基づき、多量の放射性物質等を放出する事故への対策を求めている。事故の想定に当たっては自然現象等の共通原因となる外部事象や施設の特徴を踏まえた内部事象に起因する多重故障を考慮し、以下に記載する措置を含むこと。

1) 炉心損傷防止措置

多量の放射性物質等を放出する事故に至るおそれがある事故が発生するものとして、炉心の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じること。

炉心の著しい損傷に至る可能性がある想定する事故の進展事象として、影響の大きいものを想定すること。その際、必ず炉心流量喪失時原子炉停止機能喪失 (ULOF: Unprotected Loss of Flow)、過出力時原子炉停止機能喪失 (UTOP: Unprotected Transient Over Power)、除熱源喪失時原子炉停止機能喪失 (ULOHS: Unprotected Loss of Heat Sink)、局所的燃料破損 (LF: Local (Fuel) Faults)、原子炉容器液

② (つづき)

位が確保された状態での崩壊熱除去機能喪失 (PLOHS: Protected Loss of Heat Sink)、原子炉容器液位確保機能喪失による崩壊熱除去機能喪失 (LORL: Loss of Reactor Level) を含めること。

2) 格納容器破損防止措置

1) の措置にもかかわらず、炉心の著しい損傷が生じるものとして、原子炉容器内に放射性物質等を閉じ込めるために必要な措置を講じること。

さらに原子炉容器内における放射性物質等の閉込めに失敗したものとして、原子炉容器外に流出したナトリウムや放射性物質等（溶融炉心物質を含む）の冷却に必要な措置、再臨界により放出されるエネルギーによって原子炉容器の上部から格納容器内に噴出したナトリウムによる火災や水素燃焼に対する格納容器の破損防止に必要な措置を講じること。

また、中間熱交換器等の破損による原子炉格納容器バウンダリ破損の防止に必要な措置を講じること。

3) 放射性物質の放出抑制措置

1) 及び 2) の措置にもかかわらず、大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム等により、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損に至るものとして、事業所外への放射性物質の放出を抑制するために必要な措置を講じること。

- 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止のための措置に関しては、所要時間を含め、体制や手順等を具体的に示すこと。

② 自然現象

- 自然現象について、同一敷地にある高温工学試験研究炉 (HTTR) (平成 26 年 11 月 26 日付け設置変更許可申請) の審査内容等を踏まえ、常陽の特徴に応じた対策を講じること。

③ 設計基準対象施設

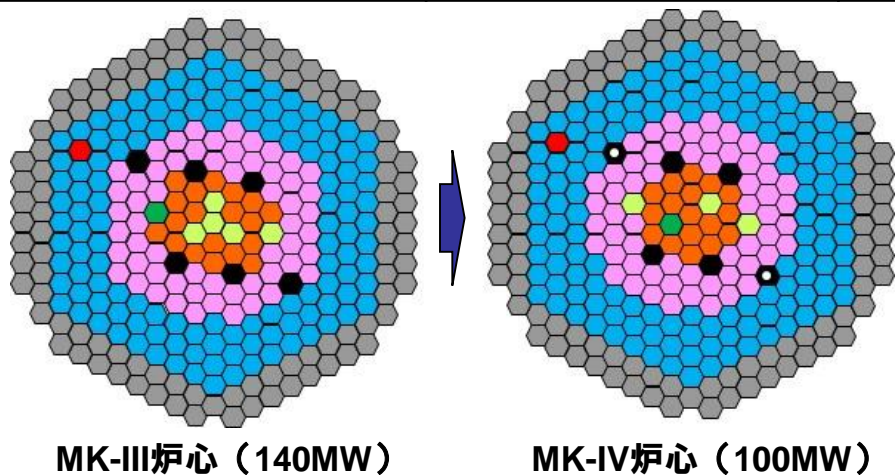
- 常陽は、試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準の規則で定義される高出力炉（熱出力 10MW 以上 50MW 以下の水冷却型研究炉）を上回る熱出力を有していることから、保安電源設備、全交流電源喪失時に必要な電源を供給するための電源設備、原子炉停止系統等の安全機能を有する施設の信頼性については、実用発電用原子炉の設置許可基準を最新知見として、その要求事項への適合性、又は常陽の特徴を考慮した他の設備によって同程度の安全性が確保されていることを示すこと。
- 常陽特有の設備（リークジャケット、安全容器等）の安全の重要度に応じた分類の考え方を示すこと。

補正内容の概要

規制庁提示事項	補正概要
<p>①熱出力と設備の整合性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全性向上、照射試験性能を考慮し、炉心設計を見直し <ul style="list-style-type: none"> ➢ 原子炉停止系統の独立2系統化（④設計基準対象施設） ➢ 炉心燃料集合体の装荷体数削減 ・ 新たに設計した100MW炉心で事故時評価等を実施
<p>②多量の放射性物質等を放出する事故への対策</p> <p>1) 炉心損傷防止措置 2) 格納容器破損防止措置 3) 放射性物質の放出抑制措置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 炉心損傷に至る事故を網羅的に抽出・同定し、規制庁から提示された6事象に全交流動力電源喪失を加えた7事象を選定 ・ 炉心損傷に至る事故に対する炉心損傷防止措置・格納容器破損防止措置の有効性を評価 ・ 放出抑制措置として、発電炉の放水砲に相当する措置（仮設カバーシート、特殊化学消火剤、仮設放水設備）を追加
<p>③自然現象</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ HTTRの審査を踏まえ、以下の設計条件を設定 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 地震：最大加速度（水平）973gal ➢ 竜巻：風速 100m/s ➢ 火山：層厚 50cm ・ 密度 1.5g/cm³
<p>④設計基準対象施設</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉停止系統 <ul style="list-style-type: none"> ：主炉停止系と後備炉停止系を設け、独立2系統化 ・ 電源設備：無停電電源設備やプラント特性により安全性を確保

100MW炉心の設計（MK-IV炉心の概要）

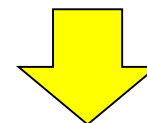
	MK-III炉心（140MW）	MK-IV炉心（100MW）	備 考
最大過剰反応度 ($\Delta k/k$)	0.045	0.035	出力補償、燃焼補償分（140～100MWの差分）の反応度を削減
燃料集合体最大装荷体数	85体	79体	上記に伴い装荷体数・装荷量を削減
核分裂性U/Pu最大装荷量	約270 kg	約250 kg	
制御棒構成	主：6本	主：4本／後備：2本	実用発電炉の規則を参考として独立2系統化
1次系冷却材流量	1,350 t/h	1,350 t/h	冷却設備の性能は変更せず、安全裕度を拡大
冷却材温度（原子炉入口／出口）	350／500 °C	350／456 °C	
最大高速中性子束 ($E>0.1\text{MeV}$)	$4.0 \times 10^{15} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$	$2.9 \times 10^{15} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$	照射性能を満足する中性子束を確保



- 内側燃料集合体
- 照射燃料集合体
- 制御棒
- 外側燃料集合体
- 材料照射用反射体
- 後備炉停止制御棒
- 反射体
- 遮へい集合体
- 中性子源

<原子炉停止系統の考え方>

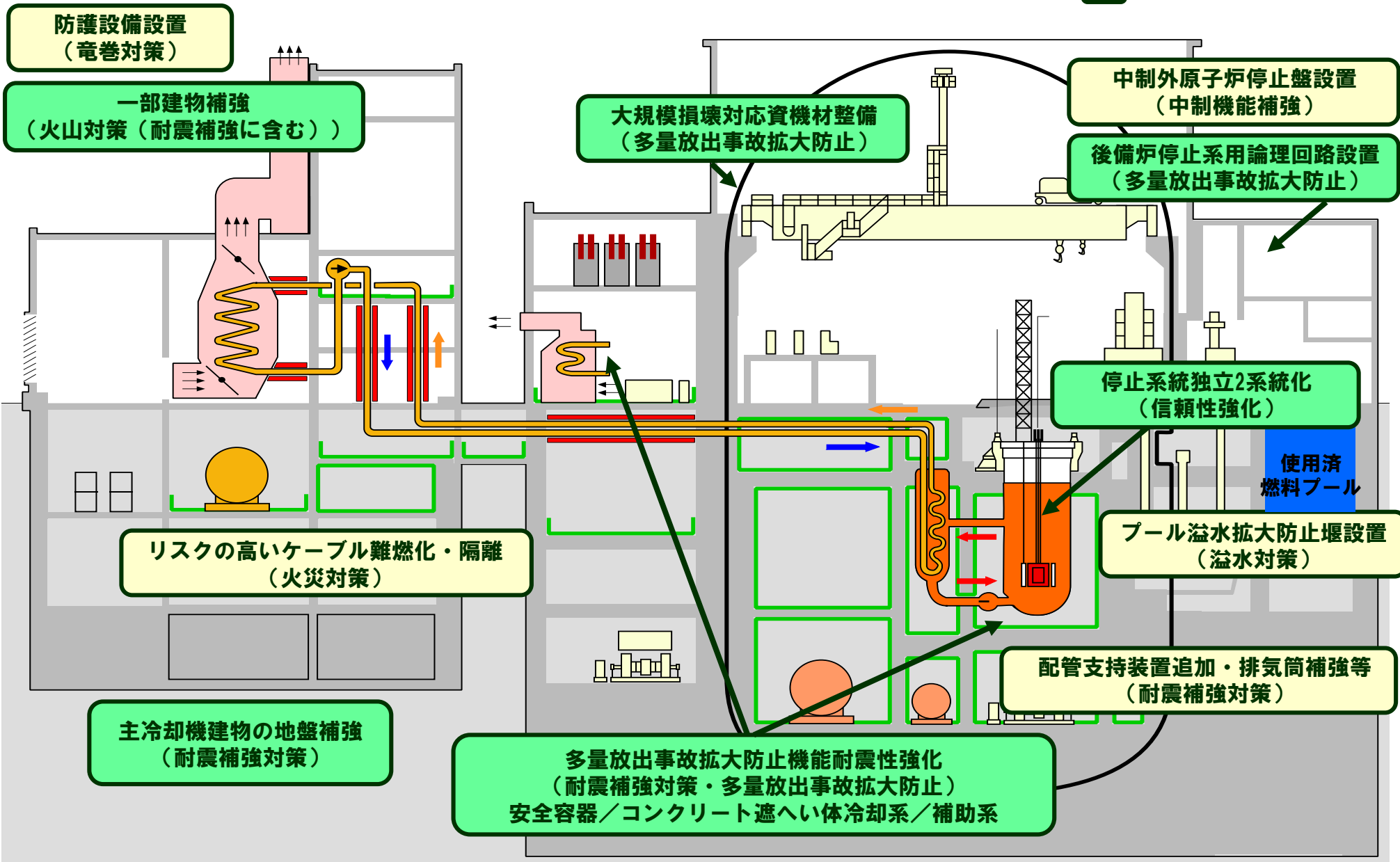
MK-III炉心：未臨界を維持することができる制御棒の数に比し当該系統の能力に十分な余裕を確保（試験研究炉に係る規則に適合）



MK-IV炉心：制御棒による二以上の独立した系統を確保（実用発電炉に係る規則に適合）

工事の概要

- 既申請 (H29.3.30)
- 補正追加



防護設備設置
(電巻対策)

一部建物補強
(火山対策 (耐震補強を含む))

大規模損壊対応資機材整備
(多量放出事故拡大防止)

中制外原子炉停止盤設置
(中制機能補強)

後備炉停止系用論理回路設置
(多量放出事故拡大防止)

停止系統独立2系統化
(信頼性強化)

リスクの高いケーブル難燃化・隔離
(火災対策)

使用済
燃料プール

プール溢水拡大防止堰設置
(溢水対策)

主冷却機建物の地盤補強
(耐震補強対策)

配管支持装置追加・排気筒補強等
(耐震補強対策)

多量放出事故拡大防止機能耐震性強化
(耐震補強対策・多量放出事故拡大防止)
安全容器/コンクリート遮へい体冷却系/補助系

参考：「常陽」プラント概要

