

制定 令和3年4月7日 原規技発第2104072号 原子力規制委員会決定

人間工学設計開発に関する審査及び検査ガイドについて次のように定める。

令和3年4月7日

原子力規制委員会

人間工学設計開発に関する審査及び検査ガイドの制定について

人間工学設計開発に関する審査及び検査ガイドを別添のとおり定める。

附 則

この規程は、令和3年4月7日から施行する。

(別添)

人間工学設計開発に関する審査及び検査ガイド

令和 3 年 4 月

原子力規制委員会

目次

1. 総則	1
1. 1 はじめに	1
1. 2 目的	1
1. 3 適用範囲	1
1. 4 用語の定義	2
1. 5 本ガイドの構成等	2
2. 人間工学設計開発に関する基本的事項	4
3. 設計開発計画	6
4. 設計開発に用いる情報	9
4. 1 運転経験のレビュー	9
4. 2 機能分析と機能配分	11
4. 3 重要なタスクの特定	14
4. 4 タスク分析	15
4. 5 要員の配置及び組織の分析	19
5. 対象設備及び対象手順書の設計開発と設計開発の結果に係る情報	21
5. 1 対象設備の設計	21
5. 2 対象手順書の設計	23
5. 3 教育訓練計画への反映事項の整理	24
6. 設計開発の検証及び妥当性確認	26
添付1 人間工学設計開発の実施項目と主要な規制要件との関係	30
添付2 人間工学設計開発の実施項目と各視点、審査及び検査との関係	33

1. 総則

1. 1 はじめに

プラントの設計において、人的及び組織的要因とヒューマンエラーを考慮した設計開発とは、人間工学的観点から設備及び手順書を適切に設計開発すること（以下「人間工学設計開発」という。）をいう。実用発電用原子炉施設¹の場合、人間工学設計開発が関係する要求事項を含む我が国の規制要件には以下のものがある。

- ・原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の整備に関する規則（令和2年原子力規制委員会規則第2号。以下「品質管理基準規則」という。）
- ・実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号。以下「設置許可基準規則」という。）
- ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第6号。以下「技術基準規則」という。）
- ・原子力事業者の技術的能力に関する審査指針（平成16年5月27日原子力安全委員会決定。以下「技術的能力指針」という。）
- ・実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準（平成25年6月19日原子力規制委員会決定。以下「重大事故等防止技術的能力基準」という。）
- ・実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号。以下「実用炉規則」という。）

これらの規制要件に係る審査及び検査において、人間工学設計開発に関連する原子力事業者の取組を確認しているが、これらの規制要件自体は必ずしも人間工学的観点から体系的に整理されてはいなかったことから、これらの規制要件について人間工学的観点から体系的に整理し、審査及び検査における参考とするため取りまとめたものである。

1. 2 目的

本ガイドは、原子力事業者が実施する設計開発について、適用範囲に示す審査及び検査を行うに当たっての留意事項を人間工学的観点から体系的に整理したものである。この体系的な整理においては、IAEA SSG-51 (Human Factors Engineering in the Design of Nuclear Power Plants) に示されている人間工学設計開発の推奨事項を参考としている。

1. 3 適用範囲

本ガイドは、実用発電用原子炉施設の審査及び検査を対象とする。なお、その他の原子力施設の審査及び検査において参考とする際は、施設の特性に依じて適用する必要があることに留意する。

人間工学設計開発の確認対象となる設備は、運転時の異常な過渡変化、設計基準事故又は重大事故等が発生した際に用いる常設の設備であって、警報、表示装置又は制御機器が集中的に配置され、かつ監視や操作に係る複雑さの程度が高いものとする。実用発電用原子炉施設にお

¹ 実用発電用原子炉及びその附属施設

いては、原子炉制御室、緊急時対策所（必要な情報を把握できる設備に限る。）及び緊急時制御室（以下「対象設備」という。）が該当し、これらが本ガイドの対象となる²。本ガイドでは、対象設備において実施するタスクであって、安全評価の対象となる運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故のシーケンス（以下「安全評価のシーケンス」という。）並びに重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を含む。）を用いた対策の有効性評価の対象となる重大事故等のシーケンス（以下「有効性評価のシーケンス」という。）において期待するもの（以下「重要なタスク」という。）に着目する。

人間工学設計開発の確認対象となる手順書は、重要なタスクに関するもの（以下「対象手順書」という。）が該当する。

本ガイドを適用することができる審査は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号。以下「炉規法」という。）第43条の3の5による設置の許可、第43条の3の8による変更の許可、第43条の3の9による設計及び工事の計画の認可及び第43条の24による保安規定の認可に係る審査のうち、対象設備及び対象手順書に係るもの（以下「審査」という。）である。

本ガイドを適用することができる検査は、炉規法第61条の2の2による原子力規制検査及び第68条による特別検査のうち、対象設備及び対象手順書に係るもの（以下「検査」という。）である。

1.4 用語の定義

本ガイドにおける用語の定義は、次のとおりである。

- (1) 人間工学：人間のパフォーマンスに影響を及ぼす可能性があって、安全に影響を及ぼす可能性のある諸因子（人的及び組織的要因を含む。）を把握し、これらを設計や運転に考慮する工学。
- (2) 人間工学設計開発：人間工学的観点から設備及び手順書を適切に設計開発すること。
- (3) ヒューマンマシンインタフェース（以下「HMI」という。）：設備と要員とのコミュニケーションの直接の手段。具体的には、警報、表示装置、制御機器、運転支援装置等をいう。
- (4) タスク：要員が実施する認知、判断、操作又はこれらの組合せ。
- (5) 重要なタスク：対象設備において実施するタスクであって、安全評価のシーケンス及び有効性評価のシーケンスにおいて期待するもの。

1.5 本ガイドの構成等

(1) 本ガイドの構成

3章以降の各項は、視点、目的、確認の方法、関連する規制要件、解説及び補足で構成している。視点には、審査及び検査に係るもの、審査に係るもの並びに検査に係るものがある。解説には、当該の視点についての説明を記載している。補足には、当該の人間工学設計開発の実施項目に関する例示を記載している。

² 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設には対象設備以外にも制御盤等があり、これらについては、設置許可基準規則第10条（誤操作の防止）第1項又は第43条（重大事故等対処設備）第1項第2号への適合性により、人間工学設計開発がなされていることを確認できる。

(2) 記載の省略

保安規定（変更）認可の審査並びに設計及び工事の計画（変更）認可の審査における設置（変更）許可を受けたところ等によるものとなっているかの確認（炉規法第43条3の9第3項第1号及び第43の3の24第2項第1号）については、記載を省略している。

(3) 視点の用い方

審査に関係する視点には、審査の段階では基本設計ないしは基本設計方針の確認に留まるものがある。また、検査は、重要度やリスク情報を踏まえて実施されるものであることから、必ずしも記載している全ての視点を参考とするものではない。

(4) 参考図書

人間工学設計開発に関する民間規格として、一般社団法人日本電気協会「中央制御室の計算機化されたヒューマンマシンインタフェースの開発及び設計に関する指針」（JEAG 4617-2013）を参考とすることができる。

2. 人間工学設計開発に関する基本的事項

人間工学設計開発においては、以下の①～⑩に示す項目に相当する検討が行われることが一般的である。これらの項目を「実施項目」ということとする。この際、対象設備の設計に加え、その対象設備に関連する対象手順書の設計及び教育訓練計画への反映事項の整理も相互に関連するものとして取り扱われる。なお、人間工学設計開発の実施項目と主要な規制要件との関係を添付1に、人間工学設計開発の実施項目と各視点、審査及び検査との関係を添付2に示す。

① 設計開発計画

技術的、人的及び組織的要因の相互作用を考慮し、機械と人間が調和するように、対象設備及び対象手順書の設計開発を計画する。

② 運転経験のレビュー

人間工学に関連する安全問題を特定することを主な目的として、改善すべき点、維持すべき点という観点から運転経験を分析し、設計開発に用いる情報として明確にする。

③ 機能分析と機能配分

異常の影響緩和の機能及び重大事故等に対処するために必要な機能について整理し、人間と機械に制御を行う役割を配分し、設計開発に用いる情報として明確にする。

④ 重要なタスクの特定

重要なタスクを特定し、設計開発に用いる情報として明確にする。当該タスクについては、HMI等により支援される必要がある。

⑤ タスク分析

タスクについて、その性質、その実行に必要な事項等を分析し、設計開発に用いる情報として明確にする。

⑥ 要員の配置及び組織の分析

タスク分析の結果を踏まえて、タスクを要員に割り当て、必要な要員の配置及び組織を明確にし、設計開発に用いる情報として明確にする。

⑦ 対象設備の設計

設計開発に用いる情報、規制要件等を考慮して、対象設備の設計開発の結果に係る情報をまとめる。

⑧ 対象手順書の設計

設計開発に用いる情報、規制要件等を考慮して、対象手順書の設計開発の結果に係る情報を

まとめる。

⑨ 教育訓練計画への反映事項の整理

設備及び手順書の情報、規制要件等を考慮して、教育訓練計画に反映する事項を整理する。

⑩ 設計開発の検証及び妥当性確認

対象設備及び対象手順書の設計開発の結果が個別業務等要求事項に適合し、要員がタスクを迅速かつ確実に実施できることについて検証及び妥当性確認を実施する。

⑪ 実装に向けた確認

対象設備及び対象手順書の設計仕様について、検証及び妥当性確認された内容に準拠しているかを確認し、その設計仕様で実装された場合に、要員、マネジメントシステム、他の構築物、系統及び機器等の間で、人間工学に関する課題が発生しないかを予め確認する³。

³ これらの確認によって明らかとなる設計開発の変更については、品質管理基準規則第33条に基づき検証、妥当性確認等の一部として検査が行われるため、独立した実施項目として扱っていない。

3. 設計開発計画

設計開発計画について、以下の内容を確認する。

(視点3-1)

設計開発の性質、期間及び複雑さの程度を明確にするとの方針が明確にされているか。人間工学設計開発の実施項目に相当するものが適切に実施される計画（解説1）となっているか。

(目的)

人間工学設計開発として必要な体系的なプロセスが設計開発に適用され、また、対象設備及び対象手順書の変更の際にはその変更の内容に応じて必要な実施項目が過不足なく実施されるよう、計画の時点で実施項目が整理されていることをみるための視点である。

(審査及び検査での確認の方法)

本視点は、対象設備及び対象手順書の設計開発の方針及び計画を対象としている。このうち、方針を審査で確認し、計画を検査で確認することができる⁴。

設置（変更）許可の審査では、設置（変更）許可申請書等において、設計開発の性質、期間及び複雑さの程度を明確にするとの方針が明確にされていることを、関連する規制要件への適合により確認する。

検査では、対象設備及び対象手順書の設計開発に係る文書等により、設計開発計画を確認することができる。

(関連する規制要件)

- ・品質管理基準規則：

第27条（設計開発計画）第1項、第2項第1号

(解説1) 計画の適切性

設計開発計画の策定においては、対象設備の設計に加え、その対象設備に関連する対象手順書の設計及び教育訓練計画への反映事項の整理も相互に関連するものとして取り扱うことが一般的である。既設炉の場合には、対象設備及び対象手順書の変更の内容に応じて、人間工学設計開発の実施項目を選定して計画が策定される（表1参照）。

(視点3-2)

設計開発の各段階における適切な審査、検証及び妥当性確認の方法を明確にするとの方針が明確にされているか。人間工学設計開発の実施項目ごとに、用いる情報及び結果に係る情報の概要（解説2）が整理されているか。

⁴ 検査の対象となった際に確認する。

(目的)

実施項目ごとにインプットとして必要な情報が取り込まれ、アウトプットとして後の段階の実施項目に必要な情報が整理されるよう、適切な審査等の方法を明確にするとの方針が明確にされ、計画の時点で各実施項目のインプット及びアウトプットの概要が適切に認識されていることをみるための視点である。

(審査及び検査での確認の方法)

本視点は、対象設備及び対象手順書の設計開発の方針及び計画を対象としている。このうち、方針を審査で確認し、計画を検査で確認することができる。

設置(変更)許可の審査では、設置(変更)許可申請書等において、設計開発の各段階における適切な審査、検証及び妥当性確認の方法を明確にするとの方針が明確にされていることを、関連する規制要件への適合により確認する。

検査では、対象設備及び対象手順書の設計開発に係る文書等により、設計開発計画を確認することができる。

(関連する規制要件)

- ・品質管理基準規則：
第27条(設計開発計画)第1項、第2項第2号

(解説2) 用いる情報及び結果に係る情報の概要の例

実施項目ごとの、用いる情報及び結果に係る情報の概要の例を表2に示す。

(補足)

視点3-1、視点3-2の他、人間工学設計開発の観点から設計開発計画において考慮される事項の例として、以下のものがある。

- ・人間工学設計開発の各実施項目において明らかにされた人間工学に関する課題を、後の段階の実施項目において解決する仕組みがあること。
- ・新たな技術、分析手法、知見(人間工学に係る安全基盤研究の成果を含む。)等を評価し、適切なものを取り入れる仕組みがあること。
- ・設計開発に必要な内部の資源として、人間工学設計開発を実施する組織の要件と、その組織に必要な要員の力量が明確にされていること(組織の要件には、例えば、人間工学設計開発の専門知識を有する要員を有していることが含まれる。)⁵。
- ・人間工学設計開発の各実施項目について関係者間で情報が適切に伝達され、人間工学以外の観点も適切に考慮されるよう、設計開発に関与する各者間の連絡が管理されること(人間工学以外の観点には、核物質防護の観点が含まれる。)

⁵ 必要に応じて、人間工学設計開発を総括的に担当する組織を置くことが望ましい。

表1 変更の分類と人間工学設計開発の実施項目の説明

変更の分類	人間工学設計開発の実施項目
対象設備の変更を必要とする場合	対象設備を全面的に変更する場合は、一連の人間工学設計開発の実施項目が対象とされる。 対象設備の一部を変更する場合は、変更が影響する範囲において、人間工学的観点からその影響の評価が実施され、この結果により合理的な範囲の人間工学設計開発の実施項目が対象とされる。 変更が軽微な場合には、変更部分に対して、運転経験のレビューと、5. の対象設備及び対象手順書の設計開発と設計開発の結果に係る情報が対象とされる。
対象設備の変更を必要としない場合 (重要なタスクが関係する場合)	対象設備の変更の要否を検討した結果、不要であると判断された場合で、対象手順書の変更が必要であると判断されたときは、人間工学設計開発の実施項目として、少なくとも、対象手順書の変更が影響する範囲において、運転経験のレビュー、タスク分析、要員の配置及び組織の分析、対象手順書の設計及び教育訓練計画への反映事項の整理が実施される。 なお、タスク分析及び要員の配置及び組織の分析は、他の設計時の分析結果があれば、その結果が流用される場合がある。

表2 実施項目ごとの、用いる情報及び結果に係る情報の概要の例

人間工学設計開発の実施項目	用いる情報の概要の例	結果に係る情報の概要の例
運転経験のレビュー	<ul style="list-style-type: none"> 当該施設の運転経験から明確にされている課題や知見 他の原子力施設や他の産業界において明確にされている課題や知見 	<ul style="list-style-type: none"> 運転経験のレビューの結果
機能分析と機能配分	<ul style="list-style-type: none"> 機能等と時間余裕、運転操作に関する性能要件等 プラント構成 	<ul style="list-style-type: none"> 機能分析及び機能配分の結果
重要なタスクの特定	<ul style="list-style-type: none"> 安全評価及び有効性評価の結果 	<ul style="list-style-type: none"> 重要なタスクの特定結果
タスク分析	<ul style="list-style-type: none"> 機能分析及び機能配分の結果 プラント構成 安全評価及び有効性評価の結果 重要なタスクの特定結果 	<ul style="list-style-type: none"> タスクの性質 タスク実行に必要な事項 タスクを構成する認知・判断・操作 タスクに関連する時間、精度及び作業負荷 潜在的な人的過誤
要員の配置及び組織の分析	<ul style="list-style-type: none"> 規制要件 運転経験のレビューの結果 タスク分析の結果 	<ul style="list-style-type: none"> 要員の配置及び組織の分析結果
対象設備の設計	<ul style="list-style-type: none"> 設計開発に用いる情報 規制要件 	<ul style="list-style-type: none"> 対象設備の設計仕様
対象手順書の設計	<ul style="list-style-type: none"> 設計開発に用いる情報 規制要件 	<ul style="list-style-type: none"> 対象手順書の設計仕様
教育訓練計画への反映事項の整理	<ul style="list-style-type: none"> 設備や手順書の情報 規制要件 	<ul style="list-style-type: none"> 教育訓練計画への反映事項の整理結果
設計開発の検証及び妥当性確認	<ul style="list-style-type: none"> 設計開発に用いる情報 設計仕様 	<ul style="list-style-type: none"> 設計開発の検証及び妥当性確認の結果（設計仕様への反映事項を含む。）

4. 設計開発に用いる情報

4. 1 運転経験のレビュー

運転経験のレビューについて、以下の内容を確認する。

(視点4. 1-1)

運転経験のレビューを行うこととなっているか。運転経験のレビューの対象(解説3)に、以下が含まれているか。

- ・当該施設の運転経験から明確にされている課題や知見
- ・他の原子力施設や他の産業界において明確にされている課題や知見

(目的)

これまでに明らかになっている事故、トラブル事象等が当該施設で発生し得るという観点から、広く事故、トラブル事象、良好事例等について、設計開発に用いる情報として収集していることをみるための視点である。

(審査及び検査での確認の方法)

本視点は、対象設備及び対象手順書の設計開発の方針及び結果を対象としている。このうち、方針を審査で確認し、結果を検査で確認することができる。

設置(変更)許可の審査では、設置(変更)許可申請書等において、設計開発の方針として運転経験のレビューを行うこととなっていることを、関連する規制要件への適合により確認する。

検査では、対象設備及び対象手順書の設計開発に係る文書等により、運転経験のレビューの対象を確認することができる。

(関連する規制要件)

- ・品質管理基準規則：
第28条(設計開発に用いる情報)第1項第2号、第50条(データの分析及び評価)第2項第3号、第52条(是正処置等)、第53条(未然防止処置)
- ・技術的能力指針：
7. 運転及び保守の経験

(解説3) 運転経験のレビューの対象の例

運転経験のレビューの対象として、例えば以下のような項目が考慮される。

- ・国内外の事故⁶、トラブル事象
- ・事故の前兆となる軽微な事象や、事故に寄与し得た軽微な問題
- ・運転員等へのインタビューやアンケートの結果
- ・対象設備、対象手順書及び教育訓練計画を改善する必要性が示された、不適合その他の事象

⁶ スリーマイルアイランド原子力発電所事故、関西電力美浜発電所2号機蒸気発生器伝熱管損傷事象、東京電力福島第一原子力発電所事故等

の原因分析の結果及びそれら等に基づき実施された是正処置

- ・ 人的要因及び組織的要因に関係する信頼性の低下を示す兆候（組織間の連携や指揮命令系統に関係する不適合の増加傾向等）
- ・ 産業界の良好事例（計測制御系やHMI技術の動向等）

なお、運転時の事例だけではなく、保守後の復旧状態の確認（系統のラインナップ確認等）に関連する保守時の事例も対象となる。

（視点4. 1-2）

運転経験のレビューにおいて、対象設備、対象手順書及び教育訓練計画に関して改善すべき点及び維持すべき点という観点から分析されているか。

（目的）

運転経験を設計開発に反映するよう、改善すべき点だけではなく、対象設備、対象手順書及び教育訓練計画の変更による弊害を防止する観点から、維持すべき点も明らかにするよう分析されていることをみるための視点である。

（検査での確認の方法）

本視点は、対象設備及び対象手順書の設計開発の結果を対象としている。これらの設計開発の結果については、検査で対象設備及び対象手順書の設計開発に係る文書等により、運転経験のレビューにおいて適切に分析されているかを確認することができる。

（関連する規制要件）

- ・ 品質管理基準規則：
第28条（設計開発に用いる情報）第1項第2号、第50条（データの分析及び評価）第2項第3号、第52条（是正処置等）、第53条（未然防止処置）
- ・ 技術的能力指針：
7. 運転及び保守の経験

4. 2 機能分析と機能配分

機能分析と機能配分について、以下の内容を確認する。

(視点4. 2-1)

機能分析において、以下の事項が整理されているか。

- ・異常の影響緩和の機能及び重大事故等に対処するために必要な機能と、それぞれの機能に関する時間余裕や、運転操作に関する性能要件（作業負荷、制御特性（解説4）等）
- ・それぞれの機能を直接果たす構築物、系統及び機器（以下「当該系」という。）並びに当該系が機能を果たすのに直接、間接に必要な構築物、系統及び機器（以下「特記すべき関連系」という。）
- ・それぞれの機能を果たすのに必要な情報・パラメータ（解説5）や必要な制御

(目的)

制御を行う役割が人間及び機械に適切に配分されるよう、機能、構築物、系統及び機器や機能を果たすのに必要な情報等について、設計開発に用いる情報として整理されていることをみるための視点である。

(審査での確認の方法、関連する規制要件)

本視点は、プラント全体の設備構成に係る設計等を対象としている。これらの設計等については、審査で確認する。

設置（変更）許可の審査では、設置（変更）許可申請書等について以下のように確認する。

・設計基準対象施設

設置（変更）許可の審査では、設置許可基準規則第12条（安全施設）第1項の重要度分類及び第13条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止）の安全評価に関連して、異常の影響緩和の機能、当該機能に係る当該系及び特記すべき関連系並びに必要な情報・パラメータや必要な制御が整理されていることを確認するとともに、安全評価のシーケンスごとに時間余裕や、運転操作に関する性能要件が考慮されていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条（設計開発に用いる情報）第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

・重大事故等対処施設

設置（変更）許可の審査では、設置許可基準規則第42条及び第44条から第62条までの重大事故等に対処するために必要な機能、第37条（重大事故等の拡大の防止等）及び第42条（特定重大事故等対処施設）の有効性評価並びに対応する重大事故等防止技術的能力基準に関連して、重大事故等に対処するために必要な機能、当該機能に係る当該系及び特記すべき関連系並びに必要な情報・パラメータや必要な制御が整理されていることを確認するとともに、有効性評価のシーケンスごとに時間余裕や、運転操作に関する性能要件が考慮されていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条（設計開発に用いる情報）第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

(解説4) 制御特性の例

制御特性には、例えば、プラントの物理的なプロセス応答、プロセス応答に伴う制御のタイミング等がある。

(解説5) 機能を果たすのに必要な情報・パラメータの例

機能を果たすのに必要な情報・パラメータには、例えば、プラントがその機能が必要とするような状態にあることを示すもの、その機能に係る当該系及び特記すべき関連系が使用可能であることを示すもの、その機能に係る当該系及び特記すべき関連系が使用されていることを示すもの、その機能が果たされていることを示すもの、その機能に係る当該系及び特記すべき関連系の使用を終了できることを示すもの等がある。

(視点4. 2-2)

安全評価のシーケンス及び有効性評価のシーケンスを考慮して、異常の影響緩和の機能及び重大事故等に対処するために必要な機能に係る当該系及び特記すべき関連系に対して、制御を行う役割が人間、機械又は人間と機械の組み合わせに配分されているか(解説6)(解説7)。

(目的)

想定される時間内に確実に対処できるよう、人間及び機械の特性を考慮し、それぞれの長所と短所を踏まえて制御を行う役割が人間、機械又は人間と機械の組み合わせに配分されていることをみるための視点である。

(審査での確認の方法、関連する規制要件)

本視点は、プラント全体の設備構成に係る設計等を対象としている。これらの設計等については、審査で確認する。

設置(変更)許可の審査では、設置(変更)許可申請書等について以下のように確認する。

・設計基準対象施設

設置(変更)許可の審査では、設置許可基準規則第10条(誤操作の防止)第1項に関連して、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生後、ある時間までは、運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計とする方針とされていること、設置許可基準規則第13条(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止)の安全評価に関連して、安全評価のシーケンスごとに制御を行う役割が配分されていること、設置許可基準規則第26条(原子炉制御室等)第1項第3号に関連して、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができるものとする方針とされていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条(設計開発に用いる情報)第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

・重大事故等対処施設

設置(変更)許可の審査では、設置許可基準規則第37条(重大事故等の拡大の防止等)及び

第42条（特定重大事故等対処施設）の有効性評価並びに対応する重大事故等防止技術的能力基準に関連して、有効性評価のシーケンスごとに制御を行う役割が配分されていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条（設計開発に用いる情報）第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

なお、重大事故等対処設備については、的確かつ柔軟な対処という観点で制御を行う役割が人間に配分されることがある（規制要件で機械に制御を行う役割を配分することが求められるものを除く。）。

ただし、時間余裕が短いものについては、6. の設計開発の妥当性確認において、その制御を行う役割の配分の妥当性を十分に確認する必要がある。

（解説6）制御を行う役割の配分の例

自動制御を含まない手動操作は、制御を行う役割が人間に配分される例である。

完全な自動制御、受動的な自己制御は、機械に配分される例である。

一定の範囲を自動制御とし残りの範囲を手動操作とする場合、人間の許可に基づいて自動制御を行う場合、自動制御とするが状況に応じて手動操作とする場合があり、これらは人間と機械の組み合わせの例である。また、自動制御の状況を監視する責任を人間に配分し、プロセスの監視制御の維持を機械に配分する場合がある。

（解説7）制御を行う役割の配分において考慮される項目の例

制御を行う役割の配分においては、例えば以下の項目が考慮される。

- ・規制要件
- ・時間余裕や性能要件
- ・人間と機械の長所・短所（人間の長所：即応的能力、柔軟性、判断、パターン認識等。機械の長所：迅速さ、複雑な操作の同時処理等。）
- ・運転経験及び産業界の技術動向
- ・適用する技術の要員への受け入れやすさ
- ・自動制御が失敗した時のバックアップ等

4. 3 重要なタスクの特定

重要なタスクの特定について、以下の内容を確認する。

(視点4. 3)

以下のうち対象設備において実施するタスクが、重要なタスクとして特定されているか。

- ・安全評価のシーケンスにおいて期待するタスク
- ・有効性評価のシーケンスにおいて期待するタスク

(目的)

安全評価のシーケンス及び有効性評価のシーケンスにおいて期待するタスクのうち対象設備において実施するタスクが後の段階の実施項目において考慮されるよう、これらのタスクが設計開発に用いる情報として不足なく把握されていることをみるための視点である。

(審査での確認の方法、関連する規制要件)

本視点は、安全評価のシーケンス及び有効性評価のシーケンスにおいて期待するタスクを対象としている。これらのタスクについては、審査で確認する。

設置(変更)許可の審査では、設置(変更)許可申請書等について、保安規定(変更)認可の審査では、保安規定(変更)認可申請書等について以下のように確認する。

- ・安全評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置(変更)許可の審査では、設置許可基準規則第13条(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止)の安全評価に関連して、安全評価のシーケンスごとに、対象設備に係る期待するタスクが特定されていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条(設計開発に用いる情報)第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

なお、安全評価のシーケンスにおいて期待するタスクには、安全評価上正常に実行されることが想定される重要なタスク(再循環切替操作、ECCS停止操作等)が含まれる。これらは、保安規定(変更)認可の審査で、実用炉規則第92条第1項第8号イからハまで(発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等)に関連して、安全評価のシーケンスごとに特定されていることを確認する。

- ・有効性評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置(変更)許可の審査では、設置許可基準規則第37条(重大事故等の拡大の防止等)及び第42条(特定重大事故等対処施設)の有効性評価並びに対応する重大事故等防止技術的能力基準に関連して、有効性評価のシーケンスごとに、対象設備に係る期待するタスクが特定されていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条(設計開発に用いる情報)第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

4. 4 タスク分析

タスク分析について、以下の内容を確認する。

(視点4. 4-1)

重要なタスクについて、以下の事項が明確にされているか(解説8)。

①タスクの性質

- ・タスクに関連する安全機能
- ・タスクの開始及び完了の条件と、タスクの相互関係

②タスク実行に必要な事項

- ・状況(認知・判断・操作の場所、環境条件等)
- ・必要な設備・資機材(主要なHMI、通信手段、防護具等)

③タスク実行の体制及び力量

- ・体制(要員(解説9)、組織、指揮命令系統等)
- ・力量

(目的)

技術的、人的及び組織的要因を考慮した設計開発となるよう、重要なタスクに係る技術的、人的及び組織的要因が設計開発に用いる情報として明確にされていることをみるための視点である。

(審査での確認の方法、関連する規制要件)

本視点は、重要なタスクのタスク分析の結果を対象としている。これらのタスク分析の結果については、審査で確認する。

設置(変更)許可の審査では、設置(変更)許可申請書等について、保安規定(変更)認可の審査では、保安規定(変更)認可申請書等について以下のように確認する。

- ・安全評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置(変更)許可の審査では、設置許可基準規則第13条(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止)の安全評価に関連して、安全評価のシーケンスごとに①及び②が明確にされていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条(設計開発に用いる情報)第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

なお、安全評価上正常に実行されることが想定される重要なタスクについては、保安規定(変更)認可の審査で、実用炉規則第92条第1項第8号イからハまで(発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等)に関連して、安全評価のシーケンスごとに①及び②が明確にされていることを確認する。

保安規定(変更)認可の審査では、実用炉規則第92条第1項第7号(保安教育)及び実用炉規則第92条第1項第8号イからハまで(発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等)に関連して、③が明確にされていることを確認する。

- ・有効性評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置（変更）許可の審査では、設置許可基準規則第37条（重大事故等の拡大の防止等）及び第42条（特定重大事故等対処施設）の有効性評価並びに対応する重大事故等防止技術的能力基準に関連して、有効性評価のシーケンスごとに①、②及び③が明確にされていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条（設計開発に用いる情報）第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

（解説8）タスク分析において考慮される情報の例

タスク分析において考慮される情報には、例えば、以下のようなものがある。

- ・ 4. の他の実施項目から得られた情報
- ・ 文書類（供給者の文書（プラントの設計図書、運転手順書等）、既設炉の場合は既存の手順書、訓練資料等）
- ・ ウォークスルー（タスクの実行に必要な移動動線）
- ・ HMI等の利用者（運転員等）の要望事項
- ・ シミュレータ研究から得られた情報

（解説9）タスク実行の体制において考慮される要員の例

タスク実行の体制において考慮される要員には、例えば、運転員、運転責任者、現場操作員、重大事故等対策の実施組織及び支援組織の要員等がある⁷。

（視点4. 4-2）

重要なタスクを対象としたタスク分析において、以下の事項が考慮されているか（解説10）。

- ・ 設計上想定している手順
- ・ タスクを構成する認知・判断・操作（気付き、状況認知、事象判別、意思決定、コミュニケーション、対応措置等）
- ・ タスクに関連する時間（必要時間、許容時間及び時間余裕）、精度（読み取りやすく設定しやすい数値の桁数等）及び作業負荷⁸（解説11）
- ・ タスクを構成する認知・判断・操作における潜在的な人的過誤及びその要因（合理的かつ実施可能な範囲）（解説12、解説13、解説14）

（目的）

技術的、人的及び組織的要因の相互作用を考慮した設計開発となるよう、重要なタスクに関係する技術的、人的及び組織的要因の相互作用が考慮されていることをみるための視点である。

⁷ 安全機能の継続的な監視等を考慮し、既存の手順書では対応できない状況、原子炉制御室で複数ユニットが同時に被災した状況等においても、有効な対応措置を可能とするような体制とされていることが望ましい。海外では、スリーマイルアイランド原子力発電所事故の教訓反映として、運転クルーとは独立に監視・判断が可能な要員（SSG-51における「セーフティエン지니어」）の例がある。

⁸ 時間や作業負荷に関するタスク分析については、Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition - Human Factors Engineering (NUREG-0800, Chapter 18) Revision 3 - Attachment A, Attachment B - December 2016が参考となる。また、関係法令（例えば、原子力災害対策特別措置法（平成11年法律第156号））等により求められるタスク（緊急時活動レベル（EAL）に係るタスク等）との重畳についても考慮することが望ましい。

(検査での確認の方法)

本視点は、重要なタスクのタスク分析の結果を対象としている。これらのタスク分析の結果については、検査で対象設備及び対象手順書の設計開発に係る文書等により確認することができる。

(関連する規制要件)

・品質管理基準規則：

第28条（設計開発に用いる情報）第1項第1号

(解説10) タスク分析を実施する者の例

タスク分析を実施する者には、人間工学や運転の専門知識を有する者が含まれる。

(解説11) タスクの実施可否や作業負荷の判断において考慮される事項の例

タスクの実施可否や作業負荷の判断において考慮される事項には、例えば手順等の机上分析、モックアップ（外観を実物に似せた実物大の模型）、プラント・ウォークダウン、部分的なシミュレータ、フルスコープのシミュレータ等に基づく情報がある。

(解説12) 潜在的な人的過誤及びその要因を分析する手法の例

潜在的な人的過誤及びその要因を分析する手法には、例えば、以下のようなものがある。なお、単一の手法で分析できる人的過誤は限られることから、手法が可能な限り組み合わせられていることが望ましい。

- ・タスク分析において考慮される情報に基づく調査（運転経験のレビューを含む。）
- ・人間工学や運転の専門知識を有する者へのヒアリング調査（トークスルー）
- ・人間信頼性解析手法

(解説13) 人的過誤の種類

人的過誤の種類には、オMISSIONエラー（実行すべき行為を実行しない人的過誤）及びコミSSIONエラー（実行すべきでない行為を実行する人的過誤）がある。

(解説14) 潜在的な人的過誤の発生防止対策に係る留意事項

分析された潜在的な人的過誤及びその要因については、合理的かつ実施可能な範囲で、設備、手順書、教育訓練計画又はそれらの組み合わせ等により発生防止対策が実施されることに留意する。

(補足)

重要なタスクに特定されないものについても、保安活動の重要度に応じた深さでタスク分析が実施され、設計等に反映されることがある。検査で原子力事業者の活動を確認する場合には、必要に応じてこれらを考慮する。そのようなタスクには、例えば以下のものがある。

- ・ 運転時の異常な過渡変化・設計基準事故から低温停止までのタスク（安全評価上の代表性だけでなく、プラント挙動の観点（例えば、起因事象発生部位の違いによる挙動の相違）での代表性を考慮することが考えられる。）
- ・ 中央制御室外原子炉停止機能に係るタスク
- ・ 重大事故等防止技術的能力基準に関連するタスクのうち、対象設備において実施するタスク
- ・ 運転時の異常な過渡変化・設計基準事故において安全保護回路等が正常に動作しない時のタスク（計測制御系や HMI の故障及びこれにより生じる劣化状態におけるタスクがある。ここで、計測制御系の故障には、例えば、検出器、警報機能、監視機能、自動化を含む制御機能、通信等のサブシステムの故障がある。HMI の故障には、例えば、表示装置の機能喪失、データ処理の喪失及び大型表示装置機能の喪失等がある。）
- ・ 前兆事象を確認した時点での事前の対応におけるタスク（例えば、大津波警報発令時や、降下火砕物の到達が予測されるときに原子炉を停止・冷却するタスクや、火山事象時等に居住環境を維持するタスク）
- ・ 警報発生時のタスクやサーベランス時のタスク
- ・ 運転経験のレビューで扱われたタスク（保守に関連するものを含む。）

4. 5 要員の配置及び組織の分析

要員の配置及び組織の分析について、以下の内容を確認する。

(視点4. 5-1)

要員の配置及び組織の分析において、全ての重要なタスクが各要員に割り当てられ、要員及び組織に係る責任及び権限並びに役割が明確にされているか。(解説15)

(目的)

タスクの実行について成立性のある要員の配置及び組織となるよう、重要なタスクごとに、各要員への割り当てや要員及び組織に係る責任及び権限並びに役割が明確にされていることをみるための視点である。

(審査での確認の方法、関連する規制要件)

本視点は、重要なタスクの実行体制を対象としている。これらの実行体制については、審査で確認する。

設置(変更)許可の審査では、設置(変更)許可申請書等について、保安規定(変更)認可の審査では、保安規定(変更)認可申請書等について以下のように確認する。

・安全評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置(変更)許可の審査では、設置許可基準規則第13条(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止)の安全評価に関連して、重要なタスクの各要員への割り当てがなされていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条(設計開発に用いる情報)第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

保安規定(変更)認可の審査では、実用炉規則第92条第1項第8号イからハまで(発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等)に関連して、要員及び組織に係る責任及び権限並びに役割が明確にされていることを確認する。

・有効性評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置(変更)許可の審査では、設置許可基準規則第37条(重大事故等の拡大の防止等)及び第42条(特定重大事故等対処施設)の有効性評価並びに対応する重大事故等防止技術的能力基準に関連して、重要なタスクの各要員への割り当てがなされていることを確認するとともに、重大事故等防止技術的能力基準1.0(4)(手順書の整備、訓練の実施及び体制の整備)及び2.2(特定重大事故等対処施設の機能を維持するための体制の整備)に関連して、要員及び組織に係る責任及び権限並びに役割が明確にされていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条(設計開発に用いる情報)第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

(解説15) 要員の配置及び組織の分析において考慮される事項の例

要員の配置及び組織の分析においては、例えば以下のような項目が考慮される。

・規制要件

- ・運転経験のレビュー
- ・タスク分析から得られた要件（必要な要員、作業負荷、要員の独立性（セーフティエンジニア、現場操作の原子炉制御室での確認等）、シーケンスの連続性（組織・要員の状況認知の維持の観点）等）

（視点4. 5－2）

全ての重要なタスクが実行可能なように、要員の配置及び組織が明確にされているか。

（目的）

重要なタスクごとの成立性だけでなく、有資格者等の選任・配置等を考慮して、全ての重要なタスクが全体として実行可能な体制が構築されていることをみるための視点である。

（審査での確認の方法、関連する規制要件）

本視点は、実用発電用原子炉設置者の体制を対象としている。これらの体制については、審査で確認する。

設置（変更）許可の審査では、設置（変更）許可申請書等について、保安規定（変更）認可の審査では、保安規定（変更）認可申請書等について以下のように確認する。

- ・安全評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置（変更）許可の審査では、技術的能力指針10. 有資格者等の選任・配置に適合する方針とされていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条（設計開発に用いる情報）第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

保安規定（変更）認可の審査では、実用炉規則第92条第1項第8号イからハまで（発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等）に関連して、要員の配置及び組織が明確にされていることを確認する。

- ・有効性評価のシーケンスにおいて期待するタスク

設置（変更）許可の審査では、重大事故等防止技術的能力基準1. 0（4）（手順書の整備、訓練の実施及び体制の整備）及び2. 2（特定重大事故等対処施設の機能を維持するための体制の整備）に関連して、要員の配置及び組織が明確にされていることを確認する。また、品質管理基準規則第28条（設計開発に用いる情報）第1項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

5. 対象設備及び対象手順書の設計開発と設計開発の結果に係る情報

5. 1 対象設備の設計

対象設備の設計について、以下の内容を確認する。

(視点5. 1-1)

人間工学設計開発に関する適用規格(解説16)が示されているか。

(目的)

対象設備の細部に至るまで人間工学が反映された設計となるよう、適切な規格を選定していることをみるための視点である。

(審査での確認の方法)

本視点は、対象設備の設計に係る適用規格を対象としている。この適用規格については、審査で確認する。

設計及び工事の計画(変更)認可の審査では、設計及び工事計画(変更)認可申請書等により、適用規格を確認する。

(解説16) 対象設備に関する規格の例

対象設備について、設置許可基準規則及び技術基準規則に基づいて具体的仕様が検討される際には、人間工学設計開発に関する規格が参照されることが一般的である。人間工学設計開発に関する規格には、例えば以下のものがある。なお、規格の適用範囲に含まれない設備に準用する場合は、準用する内容及び準用の適切性が示される必要がある。

- ・ 一般社団法人日本電気協会「原子力発電所の中央制御室における誤操作防止の設備設計に関する規程」(JEAC 4624-2009)
- ・ 一般社団法人日本電気協会「中央制御室の計算機化されたヒューマンマシンインタフェースの開発及び設計に関する指針」(JEAG 4617-2013)
- ・ U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION: Human-System Interface Design Review Guidelines, NUREG-0700⁹
- ・ IAEA Safety Standards “Human Factors Engineering in the Design of Nuclear Power Plants” (No. SSG-51, 2019)の4. DESIGN 及び8. APPLICATION OF HUMAN FACTORS ENGINEERING IN DESIGN FOR COMPUTERIZED PROCEDURES (完全デジタル化制御室の場合)

(視点5. 1-2)

対象設備の設計において、以下の事項が考慮されているか。

- ・ 4. で明確にされた設計開発に用いる情報(解説17)
- ・ 人間工学設計開発に関する適用規格
- ・ 各対象設備に対応する設置許可基準規則及び技術基準規則の要求事項

⁹ 2020年7月に、revision 3が発行されている。

(目的)

設計開発に用いる情報等が対象設備の設計に適切に反映されるよう、必要な事項が考慮されていることをみるための視点である。

(審査及び検査での確認の方法、関連する規制要件)

本視点は、対象設備の設計開発の方針及び結果を対象としている。このうち、方針を審査で確認し、結果を検査で確認することができる。

設置（変更）許可の審査では、設置（変更）許可申請書等において、設置許可基準規則第10条（誤操作の防止）、第43条（重大事故等対処設備）第1項第2号及び各対象設備に対応する要求事項に適合する方針とされていることを確認する。また、発電用原子炉施設の設置（変更）許可申請に係る運用ガイドに沿った記載がなされていること、品質管理基準規則第29条（設計開発の結果に係る情報）第3項第1号に適合する方針とされていることを確認する。

設計及び工事の計画（変更）認可の審査では、設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書の記載が発電用原子炉施設の設計及び工事の計画に係る手続ガイドに沿って記載されていること、中央制御室、緊急時対策所又は緊急時制御室の機能に関する説明書における各対象設備の設計において技術基準規則の要求事項が考慮されていることを確認する。

検査では、対象設備の設計開発に係る文書、対象設備自体等により、その設計を確認することができる。

(解説17) 4. で明確にされた設計開発に用いる情報の例

4. で明確にされた設計開発に用いる情報には、運転経験のレビュー、機能分析と機能配分の結果、タスク分析の結果並びに要員の配置及び組織の分析の結果がある。これらの結果は、対象設備に係る環境条件、配置及び作業空間、制御盤の盤面配置、表示システム、制御機能等の設備面への要求事項において考慮される。

5. 2 対象手順書の設計

対象手順書の設計について、以下の内容を確認する。

(視点5. 2)

対象手順書の設計において、以下の事項が考慮されているか。

- ・ 4. で明確にされた設計開発に用いる情報（解説18）
- ・ 設備の情報
- ・ 原子炉設置（変更）許可申請書に記載された重大事故等防止技術的能力基準の要求事項への適合方針に関する基本的内容

(目的)

設計開発に用いる情報等が対象手順書の設計に適切に反映されるよう、必要な事項が考慮されていることをみるための視点である。

(検査での確認の方法)

本視点は、対象手順書の設計開発の結果を対象としている。この設計開発の結果については、検査で対象手順書の設計開発に係る文書、対象手順書自体等により確認することができる。

(関連する規制要件)

- ・ 品質管理基準規則
第29条（設計開発の結果に係る情報）第3項第1号

(解説18) 4. で明確にされた設計開発に用いる情報の例

4. で明確にされた設計開発に用いる情報には、例えば、以下のものがある。

- ・ 事故、トラブル事象の教訓反映
- ・ タスクと要員との関係（監視・操作の分担等）
- ・ タスクを完了するために必要な情報、操作、フィードバックの流れ等
- ・ 手順書内の各操作の内容やタイミングに関する情報
- ・ 手順書内の各操作がプラントにもたらす結果
- ・ 警告事項、手順を開始及び完了する条件
- ・ 手順書の相互関係と、容易にする必要がある手順書相互間の移行
- ・ 所定の手順が達成できない場合における有効な代替手順、代替となるパラメータの確認手順、手順を安全に終了する方法等
- ・ 潜在的な人的過誤及びその要因

5.3 教育訓練計画への反映事項の整理

教育訓練計画への反映事項の整理について、以下の内容を確認する。

(視点5.3)

教育訓練計画への反映事項の整理において、以下の事項が考慮されているか（解説19、解説20）。

- ・ 4. で明確にされた設計開発に用いる情報（解説21）
- ・ 設備及び手順書の情報（解説22）
- ・ 原子炉設置（変更）許可申請書に記載された重大事故等防止技術的能力基準の要求事項への適合方針に関する基本的内容

(目的)

設計開発に用いる情報等が、対象設備及び対象手順書だけではなく、教育訓練計画にも適切に反映されるよう、必要な事項が考慮されていることをみるための視点である。

(検査での確認の方法)

本視点は、教育訓練計画への反映事項の整理を対象としている。この整理の結果については、検査で教育訓練計画等により確認することができる。

(関連する規制要件)

- ・ 品質管理基準規則
品質管理基準規則第22条（要員の力量の確保及び教育訓練）、第29条（設計開発の結果に係る情報）第3項第2号

(解説19) 教育訓練計画に関する留意事項

対象設備及び対象手順書の重要な変更が有効になる前に、その変更に関係する教育訓練が確実になされることに留意する。

(解説20) 教育訓練計画に関する規格の例

教育訓練計画が検討される際には、例えば以下の規格が参照されることが一般的である。

- ・ 一般社団法人日本電気協会「原子力発電所運転員の教育・訓練指針」（JEAG 4802-2017）

(解説21) 4. で明確にされた設計開発に用いる情報の例

4. で明確にされた設計開発に用いる情報には、例えば以下のものがある。

- ・ 事故、トラブル事象の教訓反映
- ・ タスクの時間余裕、作業負荷等
- ・ 力量
- ・ 潜在的な人的過誤及びその要因

(解説 2 2) 教育訓練計画への反映事項の整理において考慮する設備の情報の例

教育訓練計画への反映事項の整理において考慮する設備の情報には、HMI に関するものがある。例えば、ディスプレイ形式とディスプレイが示すプラント状態との関係（故障モード及びそれらの影響並びにそれらのディスプレイ上の表示を含む。）、ディスプレイに表示される複数の情報間の関連性及び複数のディスプレイ間の関連性、ウィンドウ等のスクリーン上の機能の操作、その他の機能の使用に関するものがある。

6. 設計開発の検証及び妥当性確認

設計開発の検証及び妥当性確認について、以下の内容を確認する。

(視点6-1)

設計開発の検証及び妥当性確認が実施されることとなっているか。設計開発の検証及び妥当性確認は、適切な力量及独立性を有する体制（解説23）により実施されているか。

(目的)

様々な分野の専門性を有する者による客観的な評価となるよう、設計開発の検証及び妥当性確認が、適切な体制により実施されていることをみるための視点である。

(審査及び検査での確認の方法)

本視点は、対象設備及び対象手順書の設計開発の検証及び妥当性確認を対象としている。設計開発の検証及び妥当性確認の方針を審査で確認し、その結果を検査で確認することができる。

設置（変更）許可の審査では、設置（変更）許可申請書等において、設計開発の検証及び妥当性確認が実施されることとなっていることを、関連する規制要件への適合により確認する。

検査では、対象設備及び対象手順書の設計開発に係る文書等により、設計開発の検証及び妥当性確認が実施される体制を確認することができる。なお、重大事故等に関する設計開発の妥当性確認の結果については、成立性確認訓練をもって確認する場合がある。

(関連する規制要件)

・品質管理基準規則：

第31条（設計開発の検証）、第32条（設計開発の妥当性確認）

(解説23) 適切な力量及び独立性を有する体制

設計開発の検証及び妥当性確認の体制は、原子炉の運転、人間工学、設計開発の検証及び妥当性確認に必要なデータの収集等の知識・技能を有する者により構成され、対象設備及び対象手順書の設計開発を所管する部門とは異なる部門に属する者が含まれることで、適切な力量及び独立性を有する体制を構築することができる。この場合、設計開発を行った要員に当該設計開発の検証をさせてはならない。

(視点6-2)

設計開発の検証の手順及び内容について、4. で明確にされた設計開発に用いる情報及び5. でまとめた設計開発の結果に係る情報を踏まえて、以下の項目が考慮されているか。また、これらが適切に文書化（解説24）されているか。

・評価項目（解説25）

・評価基準（解説26、解説27）

・評価方法（解説28、解説29、解説30）

- ・評価事象（解説 3 1）
- ・設計仕様への反映（解説 3 2、解説 3 3）

（視点 6 - 3）

設計開発の妥当性確認の手順及び内容について、4. で明確にされた設計開発に用いる情報及び5. でまとめた設計開発の結果に係る情報を踏まえて、以下の項目が考慮されているか。また、これらが適切に文書化（解説 2 4）されているか。なお、設計開発の妥当性確認に当たっては、設備、HMI、手順書、要員等によって構成される「統合システム」という観点で、可能な限り現実的な環境（解説 3 4）を模擬して実施されているか。

- ・評価項目（解説 2 5）
- ・評価基準（解説 2 6、解説 2 7）
- ・評価方法（解説 2 8、解説 2 9、解説 3 0）
- ・評価事象（解説 3 1）
- ・設計仕様への反映（解説 3 2、解説 3 3）

（目的）

設計開発の結果が機能及び性能に係る要求事項等に適合するよう、設計開発の検証が、網羅性のある評価事象により体系的に実施されていることをみるための視点である。

想定される状況を踏まえて要員がタスクを迅速かつ確実に実施できるよう、設計開発の妥当性確認が、代表性のある評価事象により、可能な限り現実的な環境を模擬して実施されていることをみるための視点である。

（検査での確認の方法）

本視点は、対象設備及び対象手順書の設計開発の検証及び妥当性確認を対象としている。これらの検証及び妥当性確認については、検査で対象設備及び対象手順書の設計開発に係る文書等により、設計開発の検証及び妥当性確認の手順及び内容を確認することができる。

なお、重大事故等に関する設計開発の妥当性確認の結果については、成立性確認訓練をもって確認する場合がある。

（関連する規制要件）

- ・品質管理基準規則：
第 3 1 条（設計開発の検証）、第 3 2 条（設計開発の妥当性確認）

（解説 2 4）文書化において整理される例

設計開発の検証及び妥当性確認の文書化においては、例えば以下の項目が整理される。

- ・設計開発の検証及び妥当性確認の概要
- ・収集したデータと分析結果
- ・人間工学に関する課題とその解決策

- ・設計開発の検証及び妥当性確認の結果

(解説 25) 評価項目の例

評価項目は、4. で明確にされた設計開発に用いる情報及び5. でまとめた設計開発の結果に係る情報や、過去の設計開発の検証又は妥当性確認の結果を踏まえて設定される。なお、設計開発の妥当性確認の場合には、例えば以下の観点がある。

- ・要員の認知・判断・操作を容易にし、人的過誤を抑制すること
- ・要員の作業負荷を最適化すること

(解説 26) 評価基準の例

評価基準には、例えば以下のものがある。

- ・規制要件
- ・適用規格（設計開発の検証の場合）
- ・HMI によるタスク実行支援の充分性（設計開発の検証の場合）
- ・ヒューマン・パフォーマンスに関するもの
- ・潜在的な人的過誤の発生防止対策の有効性（合理的かつ実施可能な範囲）

(解説 27) 評価基準（ヒューマン・パフォーマンスに関するもの）の例

ヒューマン・パフォーマンスに関する評価基準には、例えば以下のものがある。

- ・認知・判断・操作に要する時間
- ・認知・判断・操作の正確性、人的過誤率
- ・作業負荷
- ・連絡の頻度、正確性

(解説 28) 評価方法の例

評価方法には、設計開発の検証又は妥当性確認の目的及び内容に応じて、例えば以下のものがある。また、動的確認を実施する場合には、使用するシミュレータ等と実物との差異や、この評価で確認可能な範囲が明確にされていることが必要である。

- ・机上確認（チェックリスト等）
- ・静的確認（モックアップ等）
- ・動的確認（シミュレータ等）

(解説 29) 評価方法に係るデータに関する留意事項

評価方法に関して、評価に必要なデータとその収集・分析方法が選定されているか留意する。必要なデータには、例えば操作履歴、音声、映像及び模擬運転員へのアンケートがある。

(解説 30) 評価方法に係る動的確認に関する留意事項

評価方法として、動的確認が実施される場合には、模擬運転員等が、試験実施前に試験対象の

設備及び HMI に習熟しているか留意する。

(解説 3 1) 評価事象の選定において整理される事項

評価事象の選定においては、タスク分析から得られた要件、原子炉制御室と原子炉制御室外との連携等の観点から、評価事象の代表性を整理することが必要である。

(解説 3 2) 設計仕様への反映において整理及び検討される例

設計仕様への反映においては、収集したデータ及びこれに基づく模擬運転員等の行動、模擬運転員等間の連絡を含む時系列データ等から、例えば以下の事項の分析及び整理がなされ、評価基準等に基づいて設計仕様への反映が検討される。

- ・良好に実施されたタスク
- ・良好に実施されなかったタスク
- ・評価基準等を満たした HMI 等
- ・使用が困難であった HMI 等
- ・人間工学に関する課題とその解決策

(解説 3 3) 再検証及び再妥当性確認の留意事項

必要に応じて設計開発の再検証及び再妥当性確認が実施されている場合には、前回の検証及び妥当性確認において評価基準を満たさなかった事項、前回の検証及び妥当性確認で明らかとなった人間工学に関する課題等に着目されているか留意する。

(解説 3 4) 現実的な環境の例

現実的な環境は、例えば以下の観点で可能な限り模擬される。

- ・原子炉制御室を模擬した環境が、実物の設計及び物理的な配置に対応していること
- ・手順書等が実物のものに対応していること
- ・模擬運転員等に、運転時にそのシステムを使用する要員に相当する者が割り当てられていること
- ・模擬運転員等が訓練を受けており、その力量に対応した要員の配置となっていること

(補足)

開発過程において対象設備及び対象手順書の標準設計仕様を対象に設計開発の検証及び妥当性確認が行われ、製作設計過程において標準設計仕様との相違点を対象に設計開発の検証及び妥当性確認が行われることがある。例えば、標準設計仕様とループ数や ECCS 等の安全系の系統の設計等が異なる場合や、適用する HMI 等のデバイスの特徴が異なる場合については、その相違点の影響が評価される。その結果、設計開発の検証及び妥当性確認が行われることがある。

添付1 人間工学設計開発の実施項目と主要な規制要件との関係

人間工学設計開発の実施項目	品質管理基準規則	設置許可基準規則	技術基準規則	技術的能力指針	重大事故等防止技術的能力基準	実用炉規則
設計開発計画	第27条（設計開発計画）					
運転経験のレビュー	第28条（設計開発に用いる情報） 第50条（データの分析及び評価） 第52条（是正処置等） 第53条（未然防止処置）			7. 運転及び保守の経験		
機能分析と機能配分	第28条（設計開発に用いる情報）	第10条（誤操作の防止） 第12条（安全施設） 第13条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止） 第26条（原子炉制御室等） 第37条（重大事故等の拡大の防止等） 第42条（特定重大事故等対処施設） 第44条～第62条			有効性評価に対応するもの	

人間工学設計開発の実施項目	品質管理基準規則	設置許可基準規則	技術基準規則	技術的能力指針	重大事故等防止技術的能力基準	実用炉規則
重要なタスクの特定	第28条（設計開発に用いる情報）	第13条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止） 第37条（重大事故等の拡大の防止等） 第42条（特定重大事故等対処施設）			有効性評価に対応するもの	第92条第1項第8号イからハまで（発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等）
タスク分析	第28条（設計開発に用いる情報）	第13条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止） 第37条（重大事故等の拡大の防止等） 第42条（特定重大事故等対処施設）			有効性評価に対応するもの	第92条第1項第7号（保安教育） 第92条第1項第8号イからハまで（発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等）
要員の配置及び組織の分析	第28条（設計開発に用いる情報）	第13条（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止） 第37条（重大事故等の拡大の防止等） 第42条（特定重大事故等対処施設）		10. 有資格者等の選任・配置	1. 0（4）（手順書の整備、訓練の実施及び体制の整備） 2. 2（特定重大事故等対処施設の機能を維持するための体制の整備） 有効性評価に対応するもの	第92条第1項第8号イからハまで（発電用原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等）

人間工学設計開発の実施項目	品質管理基準規則	設置許可基準規則	技術基準規則	技術的能力指針	重大事故等防止技術的能力基準	実用炉規則
対象設備の設計	第29条（設計開発の結果に係る情報）	第10条（誤操作の防止） 第43条（重大事故等対処設備） 各対象設備に対応するもの	各対象設備に対応するもの			
対象手順書の設計	第29条（設計開発の結果に係る情報）					
教育訓練計画への反映事項の整理	第22条（要員の力量の確保及び教育訓練） 第29条（設計開発の結果に係る情報）					
設計開発の検証及び妥当性確認	第31条（設計開発の検証） 第32条（設計開発の妥当性確認）					
実装に向けた確認	第33条（設計開発の変更の管理）					

添付2 人間工学設計開発の実施項目と各視点、審査及び検査との関係

人間工学設計開発の実施項目	視点	審査で確認するもの			検査で確認することができるもの
		設置（変更）許可の審査	保安規定（変更）認可の審査	設計及び工事の計画（変更）認可の審査	
設計開発計画	視点3-1	○			○
	視点3-2	○			○
運転経験のレビュー	視点4. 1-1	○			○
	視点4. 1-2				○
機能分析と機能配分	視点4. 2-1	○			
	視点4. 2-2	○			
重要なタスクの特定	視点4. 3	○	○		
タスク分析	視点4. 4-1	○	○		
	視点4. 4-2				○
要員の配置及び組織の分析	視点4. 5-1	○	○		
	視点4. 5-2	○	○		
対象設備の設計	視点5. 1-1			○	
	視点5. 1-2	○		○	○
対象手順書の設計	視点5. 2				○
教育訓練計画への反映事項の整理	視点5. 3				○
設計開発の検証及び妥当性確認 実装に向けた確認	視点6-1	○			○
	視点6-2				○
	視点6-3				○

注：保安規定（変更）認可の審査並びに設計及び工事の計画（変更）認可の審査における設置（変更）許可を受けたところ等によるものとなっているかの確認（炉規法第43条3の9第3項第1号及び第43の3の24第2項第1号）については、記載を省略している。