



技術評価に関する規格の 改定状況について (ドラフト版)

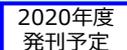
2021年1月22日

日本電気協会
原子力規格委員会

規格の改定スケジュール

事業者より技術評価要望のある規格について、発刊および技術評価対応可能時期を以下に示す。

※1：現在改定中規格の発刊時期は予定であり、適宜見直しを行う。

規格名	2020年度	2021年度	2022年度
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉構造材の監視試験方法 (JEAC4201-20XX) (フェライト鋼の破壊靱性参照温度T_0決定のための試験方法 (JEAC 4216-2015)) 		発刊▽※1 	 技術評価対応
原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601-20XX)		発刊▽※1 	 技術評価対応
<ul style="list-style-type: none"> ・安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程 (JEAC4620-20XX) ・デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認 (V&V)に関する指針 (JEAG4609-20XX) 		発刊▽※1 	 技術評価対応
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所の火災防護規程 (JEAC4626-20XX) ・原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-20XX) 		発刊▽※1 	 技術評価対応

規格の改定概要

事業者より技術評価要望のある規格の改定概要を示す。

規格名称	JEAC4201-20XX 原子炉構造材の監視試験方法
規格概要	原子炉圧力容器用鋼材の中性子照射による機械的性質の変化について調査し、評価する監視試験方法を規定
規格策定状況	2021年度 改定版発刊予定
改定概要 (既技術評価年版からの差異)	最新知見等を反映し、中性子照射脆化による関連温度移行量評価式の高度化、その他規定の充実等、改定検討を進めている。 ・関連温度移行量評価式の見直し ・試験用カプセルの取出し時期の見直し(運転期間延長制度等反映) ・再生接合技術(電子ビーム溶接)の追加 ・試験片再生時の採取位置要求の見直し ・小型試験片(JEAC4216-2015に規定するMini-C(T)試験片)を用いた評価の規定を追加 等 (添付-1参照)
技術評価対応 可能時期	発刊以降
既技術評価年版	2007年版/2010年追補版/2013年追補版
規則解釈等の引用	技術基準解釈(第14/22条) 実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド

規格の改定概要

規格名称	JEAC4601-20XX 原子力発電所耐震設計技術規程
規格概要	原子力発電所の耐震設計において適用するクラス分類,地震荷重,解析手法,許容値等について規定
規格策定状況	2021年度 改定版発刊予定
改定概要 (既規制基準への引用年版からの差異)	<ul style="list-style-type: none">・耐震重要度分類の見直し(旧Aクラス、AsクラスをSクラスに統合)・適用する鉛直地震力について,従前の静的地震力に加えて動的地震力を要求するとともに,水平地震力と鉛直地震力の組み合わせ方法を明確化・平成25年施行の規制基準要求に整合させ,記載を明確化・試験、研究等に基づく新たな知見の反映(許容限界、設計用減衰定数など)・新規制基準に基づく審査実績を踏まえた記載の充実・明確化 <p>(添付-2参照)</p>
技術評価対応可能時期	発刊以降
既技術評価年版	—
規則解釈等の引用	耐震設計に係る工認審査ガイド <ul style="list-style-type: none">・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601-補-1984・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版

規格の改定概要

規格名称	JEAC4620-20XX 安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程
規格概要	デジタル計算機を適用した原子力発電所の安全保護系に対し、その機能と設計に関する要求事項及びそのソフトウェアに対する品質上の要求事項について規定。
規格策定状況	2020年度 改定版発刊予定
改定概要 (既技術評価年版からの差異)	規制当局の技術評価書上の条件及び要望事項の確認、新規制基準上の安全保護系への要求事項の確認、海外関連規格の調査等を実施し、本規程へ必要な事項を反映し、規程の改定を実施。 「不正アクセス行為等の被害の防止」等を追加している。 (添付-3参照)
技術評価対応 可能時期	発刊以降
既技術評価年版	2008年版
規則解釈等の引用	技術基準解釈(第35条)

規格の改定概要

規格名称	JEAG4609-20XX デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認(V&V)に関する指針
規格概要	JEAC4620-2020 安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程で要求される検証及び妥当性確認(Verification & Validation)の基本的事項について規定。
規格策定状況	2020年度 改定版発刊予定
改定概要 (既技術評価年版からの差異)	新規制基準上の安全保護系への要求事項の確認,海外関連規格の調査等を実施し,本指針へ必要な事項を反映し,指針の改定を実施。 「V&Vを実施する者の技術面,経済面及び工程管理面における独立性」,「設計側品質保証活動とV&V活動の関係」等について精査し,表現の明確化,適正化を実施している。 (添付-3参照)
技術評価対応 可能時期	発刊以降
既技術評価年版	2008年版
規則解釈等の引用	技術基準解釈(第35条)

規格の改定概要

規格名称	JEAC4626-20XX 原子力発電所の火災防護規程
規格概要	原子力発電所において、火災の発生、延焼等の影響を受けることにより、原子炉の安全性を損なうことのないよう、適切な防護措置を施すために、設計上考慮する事項について規定。
規格策定状況	2021年度 改定版発刊予定
改定概要 (既技術評価年版からの差異)	<ul style="list-style-type: none">・原子力規制委員会により制定された新規制基準適合性審査の状況等を踏まえ、必要な事項を反映。・海外の基準、規格類を調査し、必要な事項を確認。
技術評価対応 可能時期	発刊以降
既技術評価年版	2010年版
規則解釈等の引用	实用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準

規格の改定概要

規格名称	JEAG4607-20XX 原子力発電所の火災防護指針
規格概要	JEAC4626 原子力発電所の火災防護規程の要求事項を理解するために有用なもの,要求事項を達成するための例示,推奨事項等について規定。
規格策定状況	2021年度 改定版発刊予定
改定概要 (既技術評価年版からの差異)	<ul style="list-style-type: none">・原子力規制委員会により制定された新規制基準適合性審査の状況等を踏まえ,必要な事項を反映。・海外の基準,規格類を調査し,必要な事項を確認。
技術評価対応 可能時期	発刊以降
既技術評価年版	2010年版
規則解釈等の引用	実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準

規格の改定概要

規則解釈等への引用規格のうち今後の技術評価の候補として挙げられている規格の改定概要を示す。

規格名称	JEAC4615-2020 原子力発電所放射線遮蔽設計規程
規格概要	原子力発電所の設計段階並びに運転段階において、発電所で働く放射線業務従事者並びに一般公衆が関係法令に定める線量限度を超えないよう、また無用の放射線被ばく防止のために、放射線遮へい壁の設置及び放射線管理区域の設定に関する遮へい設計の方法及び考え方について規定。
規格策定状況	2020年版を発刊済み
改定概要 (既技術評価年版からの差異)	<ul style="list-style-type: none">・技術評価における2008年版に対する指摘事項の反映。・2015年3月発行の日本原子力学会「放射線遮蔽ハンドブック-基礎編-」の取り込み。・最新の法規等に基づく改定。特に、制御室及び緊急時対策所などの遮蔽設計について、原子力規制委員会による新規制基準への適合性の確認や関連規格の改定に合わせた対応。 <p>(添付-4参照)</p>
技術評価対応可能時期	他の規格の技術評価時期(技術評価中含む)と重複しない時期
既技術評価年版	2008年版
規則解釈等の引用	技術基準解釈(第42条)

規格の改定概要

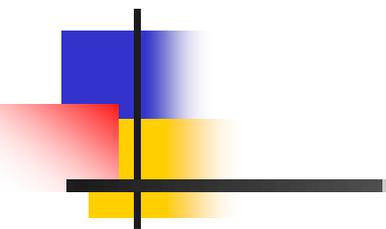
過去に規則解釈等への引用規格されていた規格のうち、原子力規制庁殿でも有効活用いただきたい規格の改定概要を示す。

規格名称	JEAC4111-20XX 原子力安全のためのマネジメントシステム規程
規格概要	原子力施設の事業者が原子力施設の設計・建設段階・試運転段階・運転段階・廃止措置段階において、原子力安全の達成・維持・向上をより強固にするための活動に必要な事項について民間自主規程として定めたもの。その際、要求事項(法令・規制要求事項)に加えて、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、GSR Part2等の国際標準を参照した。
規格策定状況	2020年度 改定版発刊予定
改定概要 (既技術評価年版からの差異)	<ul style="list-style-type: none">・民間規格としての用語を継承しつつ、品質管理基準規則及び解釈を要求事項に反映し、その要求事項を満たす具体的活動を適用ガイドに展開・自主的安全性向上の観点から、必要な要求事項及び適用ガイドを追加・「改善措置活動(CAP)」及び「安全文化及びリーダーシップ」については、新たな附属書を策定。 (添付-5参照)
技術評価対応 可能時期	発刊以降
既技術評価年版	2009年版(現在は引用廃止)
規則解釈等の引用	基本検査運用ガイドBQ0010の技術資料等(現状はJEAC4111-2013)

まとめ(今後の対応に関する要望事項)

- 原子力規制庁殿より,技術評価への対応の要請があった場合は,日本電気協会の規約に基づき対応させていただくこととなりますが,技術評価を行うにあたって,以下の事項を考慮いただきたい。
- 改定作業中の7規格については,今後,関係検討会,分科会及び原子力規格委員会の審議の状況により,今回提示したスケジュールに変更が生じることは,ご理解いただきたい。また,改定スケジュールの状況については,適宜,原子力規制庁殿と情報共有を図っていきたい。
- 技術評価を開始するにあたっては,技術評価会合への対応体制の構築,資料準備等が必要であるため,開始時期を調整させていただきたい。特に,原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-20XX)のように,内容が多く,多岐に亘っている規格については,必要な準備について予め認識を共有し,それに応じた準備期間を確保できるよう協議させていただきたい。
- 会合前準備に際し,事前調整の為,貴庁との面談等を通じ,協議させていただきたい。
- 現在,改定検討中の規格については,当協会の会議にご参加いただき,貴庁の要望等,ご意見を伺いたい。

尚, JEAC4111については, 事業者のマネジメントシステム構築の基礎となっていることを踏まえ, 規格発刊後, 貴庁との面談等,説明の場を設けていただき,規格内容の相互理解を通して, 技術基準解釈等への位置づけについて協議させていただきたい。



「原子炉構造材の監視試験方法」
(JEAC4201-20XX)

改定案について

関連温度移行量評価式の見直し

⇒ 参考-1~9

- 関連温度移行量 (ΔRT_{NDT}) 評価式の枠組み (マイクロ組織変化の評価 → 遷移温度移行量の評価) は2013年追補版同様として、式を見直し
 - アトムプローブ測定 (APT) データとの相関性が改善し、かつ専用のプログラムを用いなくても ΔRT_{NDT} 計算値が求められ、
 - 特定のデータに重み付けを行わずに ΔRT_{NDT} 実測値との相関性が2013年追補版と同程度の評価性能となる式が得られた。
- 見直した式の規格化に当たって構成項の係数削減を検討した結果、係数の総数を40個→20個に削減 (2013年追補版 (19個) と同程度)

関連温度移行量計算値補正の検討

⇒ 参考-10

- ΔRT_{NDT} 計算値に対する補正 (M_C 補正) については継続して採用

関連温度評価に考慮するマージンの検討

⇒ 参考-11

- 関連温度 (RT_{NDT}) 調整値算出の際、考慮するマージン (M_R) については2013年追補版と同様、残差の標準偏差や平均誤差を考慮して設定
- M_C 補正後に適用するマージンは、 M_C 補正を行わない場合と同じ値を設定

監視試験計画の規定見直し



参考-12

■ 長期監視試験計画の移行時期，カプセル取り出し時期の規定見直し

- 関連する技術基準・ガイドの要求に追従できる規定に見直し

■ 限られた試験片の有効活用を目的とした規定見直し

- 従来，再生試験片適用時のみ「必要な試験に限定可」としていた規定を長期監視試験全般に拡大
- ばらつき等考慮による再生時の試験片数限定，加速試験結果の活用の規定を追加

監視試験手法の拡充



参考-13~15

■ 電子ビーム溶接の採用

- 試験片再生時の溶接手法として，従来の標準接合方法に比ベインサート材の長さに影響する溶接時の入熱量が少ない電子ビーム溶接の規定を追加

■ 再生時の試験片採取位置の明確化

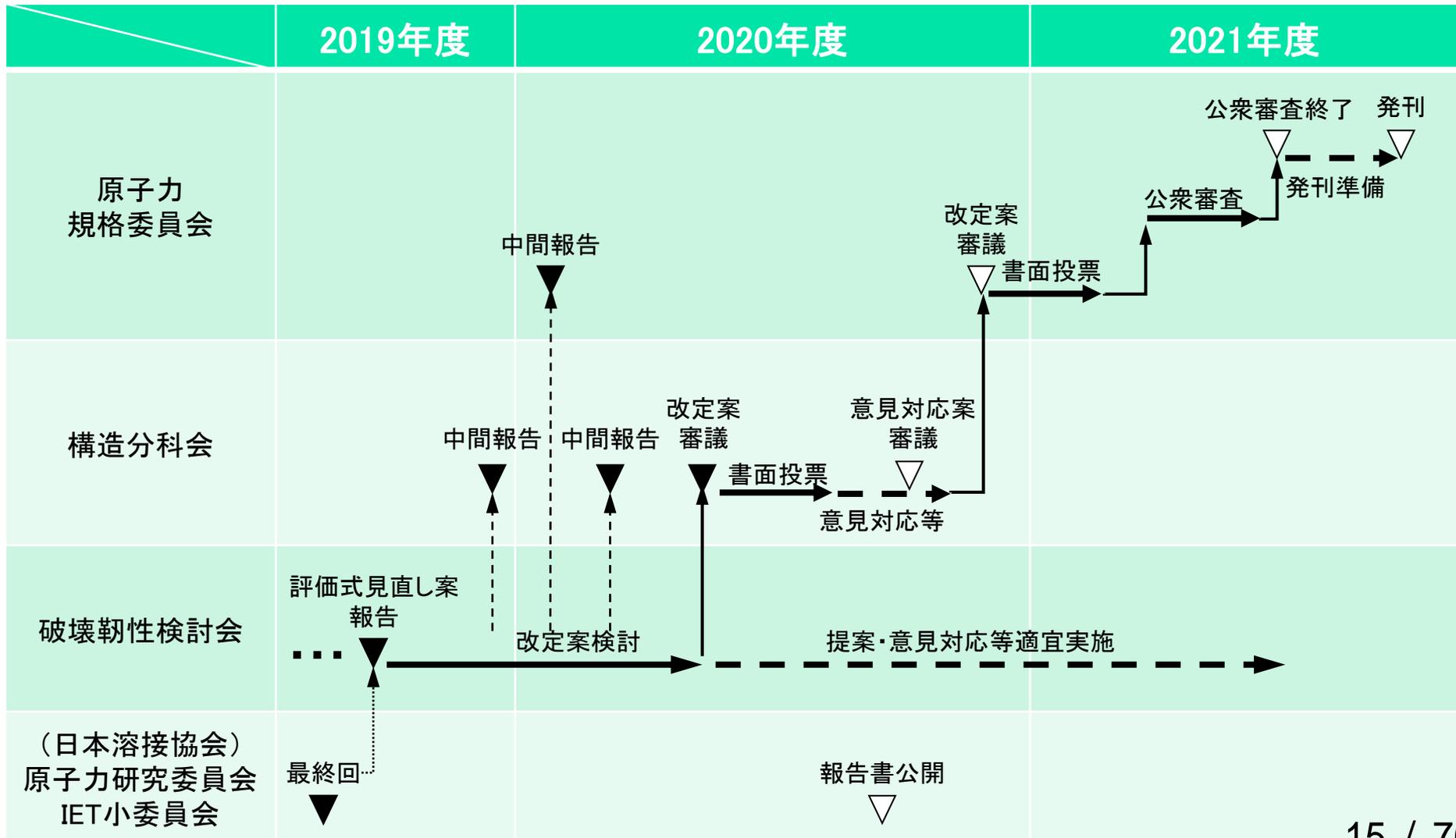
- 試験後の溶接金属試験片より溶接熱影響部の監視試験片の再生を行う場合の採取位置の規定を明確化

■ 小型試験片による評価

- 試験片再生よりも試験片数を確保可能な小型試験片（JEAC4216-2015に規定するMini-C(T)試験片）を用いた評価の規定を追加

JEAC4201改定検討状況・スケジュール(案)

破壊靱性検討会にて中間報告等における意見も踏まえ改定案を策定。
 現在，構造分科会に上程し，審議を進めている。



基本モデル式の見直し方針(1/2)

■ 現行式策定以降の状況

- ✓ 基本モデル式への反映が必要となる新たな照射脆化要因は認められていない。
- ✓ 国内照射材を対象としたアトムプローブ(APT)データが蓄積され、溶質原子クラスター形成をより定量的に評価できるようになってきた。

■ 構成項の見直し方針

- ✓ 現行式と同様の照射脆化機構を考慮する。
- ✓ 基本モデル式の枠組みは変更せず、構成項を見直す。
(マイクロ組織変化評価→遷移温度移行量評価)
- ✓ 規格ユーザの使い勝手向上のため、微分方程式から近似式へ定式化

現行式 (2013年追補版)



基本モデル式の見直し

マイクロ組織変化に関する構成項の検討

微分方程式の形式で見直し

- ✓ クラスタ平均体積の式
- ✓ クラスタ数密度の式
- ✓ マトリックスCu濃度の式

【見直した微分式】

- ✓ 見直した微分式に対する近似の妥当性
- ✓ 微分方程式の形式から、近似式へ定式化

【近似式】

- ✓ 微分方程式に対する近似式の妥当性

基本モデル式の見直し要否の検討

- ✓ 初期降伏応力の考慮の要否の検討
- ✓ 目的関数による係数最適化の検討
- ✓ 構成項の係数削減の検討

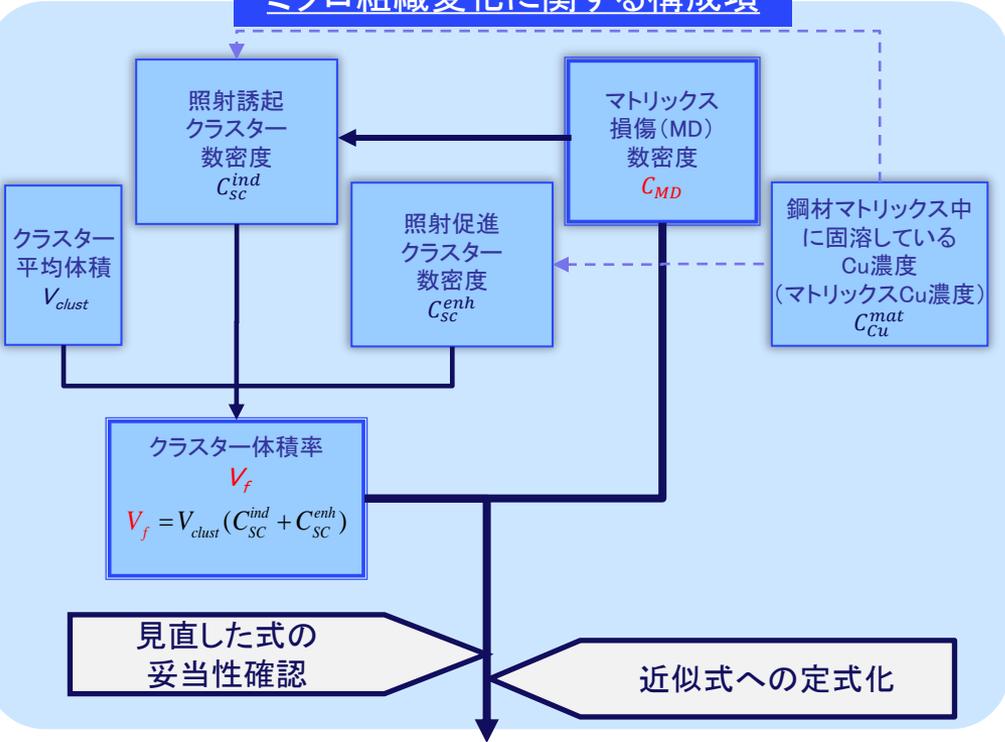
見直した基本モデル式

基本モデル式の見直し方針(2/2)

現行式 (2013年追補版)

基本モデル式の構成項の見直し

マイクロ組織変化に関する構成項



基本モデル式

$$\Delta RT_{NDT} = \sqrt{(\Delta T_{SC})^2 + (\Delta T_{MD})^2} = \alpha \cdot \sqrt{(C_1 \cdot \sqrt{V_f})^2 + (C_2 \cdot \sqrt{C_{MD}})^2}$$

見直し方針

- ✓ 基本モデル式の枠組みは変更せず各構成項を見直し
- ✓ (マイクロ組織変化の評価→遷移温度移行量の評価)

マイクロ組織変化に関する構成項

- (現行式→微分方程式の見直し→近似式へ)
- ✓ 蓄積されたAPTデータを用いて、クラスタの分析結果の傾向を再現するフィッティング式とする。
 - ✓ 残差分析を踏まえてマトリックス損傷(MD)に対する化学組成の影響等を見直す。
 - ✓ 微分方程式形式から近似式に定式化する。

基本モデル式

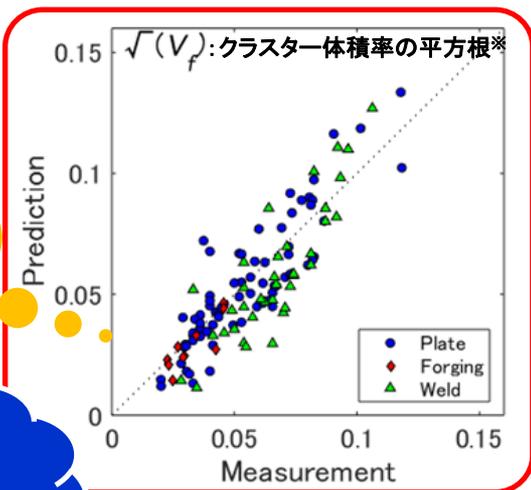
- ✓ APTで測定されるクラスタ体積率の平方根と遷移温度移行量の線形の相関を再現する。
- ✓ 引張試験結果のうち、初期降伏応力について考慮の要否を検討する。
- ✓ 係数最適化に際して特定のデータへの重み付けを行わない。

現行式とAPT分析結果との相関

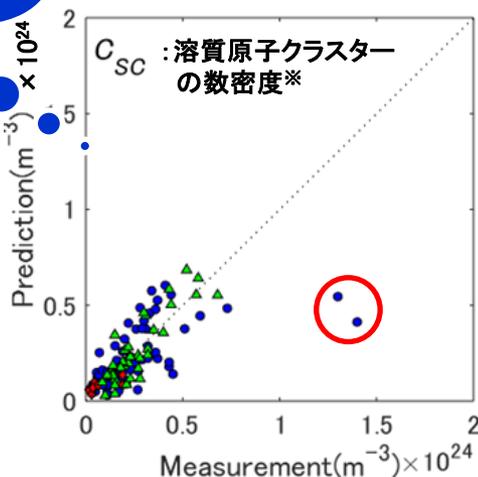
現行式による各指標の計算値とAPTによる分析結果との相関

- 現行式は「クラスター平均体積」, 「クラスターの数密度」及び「マトリックスCu濃度」の相関性に課題があるため改善を図る。

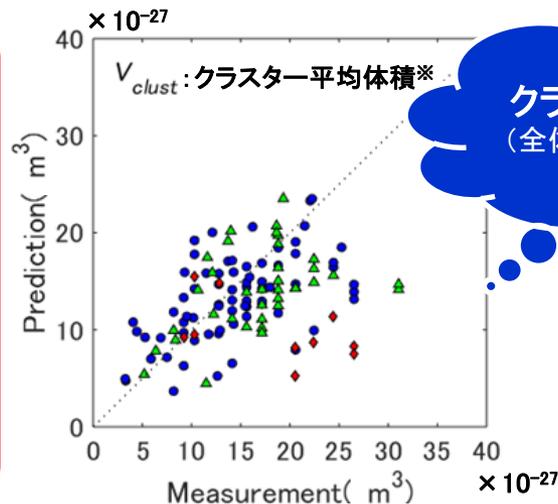
現行式は $\sqrt{V_f}$ に対する相関性を考慮
(再現性が良い)



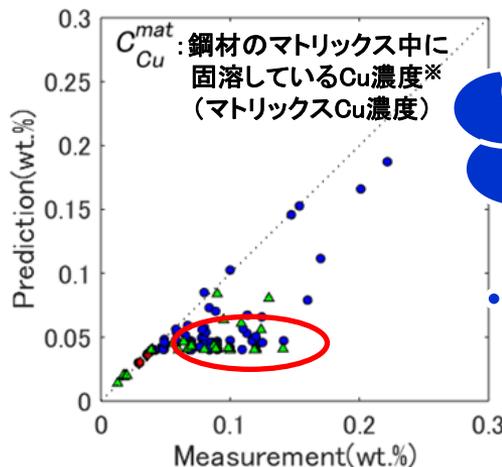
クラスターの数密度
(1×10^{24} 以上の材料で
計算結果が過小評価)



横軸-実測値, 縦軸-計算値



クラスター平均体積
(全体的に相関性が悪い)



マトリックスCu濃度
(0.04wt.%以上計算結果が過小評価
⇒クラスター形成によるCuの消費を過大に評価する傾向)

※ 50個以上のクラスターが抽出されたサンプルを対象に分析

マイクロ組織変化に関する構成項の照射時間依存性

各物理量の照射時間依存性の考慮

- ミクロ組織変化に関する構成項については、各々の物理量の照射時間依存性を考慮するものとした。

クラスター平均体積

$$V_{clust} = (A + B \cdot t) \times 10^{-27}$$

照射誘起クラスター

$$C_{SC}^{ind} = \gamma_1 \cdot t - \frac{\gamma_1}{\alpha_1} \{1 - \exp(-\alpha_1 \cdot t)\}$$

照射促進クラスター

$$C_{SC}^{enh} = \beta_4 \cdot \left(1 - \frac{1}{\beta_3 \cdot \beta_4 \cdot t + 1}\right)$$

マトリックスCu濃度

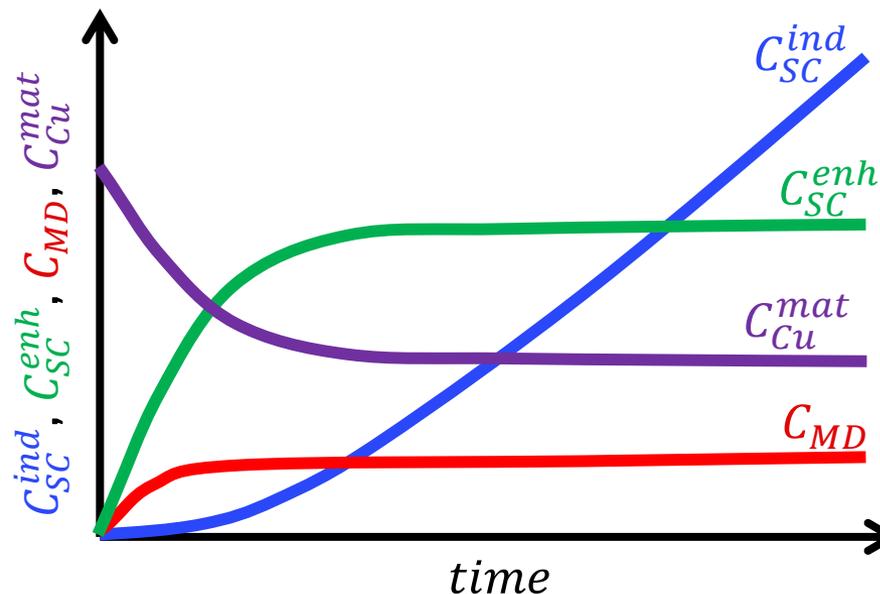
$$C_{Cu}^{mat} = C_{Cu}^0 - \delta_1 \cdot C_{SC}^{enh}$$

マトリックス損傷(MD)

$$C_{MD} = \frac{\gamma_1}{\alpha_1} \cdot \{1 - \exp(-\alpha_1 \cdot t)\}$$

全クラスター体積率

$$V_f = V_{clust} \cdot (C_{SC}^{ind} + C_{SC}^{enh})$$



備考: 本図は照射量の適用範囲*の範囲で各物理量の関数イメージを模式的に示したもの

*: 照射量の適用範囲: $\leq 1.3 \times 10^{20}$ (n/cm²)

基本モデル式・構成項の検討

初期降伏応力の考慮の要否

- 初期降伏応力の影響が現れる定式化についても検討したが、現時点では適用に課題があること、ミクロ組織変化に関する構成項の見直しのみで開発目標の達成の見通しを得たことから、今回は見直しを行わなかった。

初期降伏応力の影響が現れない式（現行式）

$$\begin{aligned}\Delta RT_{NDT} &= \alpha \cdot \Delta \sigma_y \\ &= \alpha \cdot \{(\sigma_y^0 + \sigma_{ID}) - \sigma_y^0\} \\ &= \alpha \cdot \sigma_{ID} \\ \sigma_{ID} &= \sqrt{\left(C_1 \cdot \sqrt{V_f}\right)^2 + \left(C_2 \cdot \sqrt{C_{MD}}\right)^2}\end{aligned}$$

σ_y^0 : 初期降伏応力 σ_{ID} : 照射欠陥の寄与による降伏応力上昇量
 V_f : クラスタ体積率 C_{MD} : マトリックス損傷の数密度(MD)

初期降伏応力の影響が現れる式

$$\begin{aligned}\Delta RT_{NDT} &= \alpha \cdot \Delta \sigma_y \\ &= \alpha \cdot \left\{ \sqrt{(\sigma_{NL})^2 + (\sigma_{ID})^2} + \sigma_L \right\} \\ &= \alpha \cdot \left\{ \sqrt{(\sigma_{NL})^2 + (\sigma_{ID})^2} - \sigma_{NL} \right\} \\ \sigma_y^0 &= \sigma_L + \sigma_{NL}\end{aligned}$$

σ_L : 初期降伏応力に線形的に寄与する硬化因子(線形成分)
 σ_{NL} : 初期降伏応力に非線形的に寄与する硬化因子(非線形成分)

目的関数による評価式係数の最適化

- 目的関数を設定し、下記の方針により係数最適化を実施

- ΔRT_{NDT} 実測値とミクロ組織変化に関する物理量の両方の相関を確保しつつ、ミクロ組織変化に関する構成項の係数（38個）と基本モデル式の係数（2個）をまとめて最適化
- 最適化に当たっては、個々のデータに重み付け※を行わない。

※: 現行式策定の際は(実稼動年数)²で重み付けをして20/ 76

構成項の係数削減

係数削減の目的

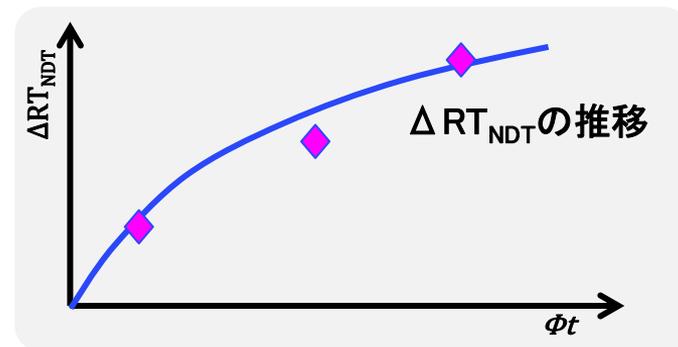
- 見直した構成項では係数が40個と多いため、規格化に当たって評価性能に影響を与えない範囲で係数削減を図る。

係数削減の検討

【見直した構成項】

- 国内監視試験と試験炉照射の全データをひとつの母集団として開発

✓ 最終的には実機国内プラントの関連温度移行量評価が目的



- 国内監視試験と試験炉照射の全データを、同一プラント・材料をひとまとめのデータセットとすると197標本。このデータセットに対する評価性能を確保

係数式各項の特性評価

データベース入力に対する係数式の各項で計算した値とその分布から簡略化を検討し係数を削減

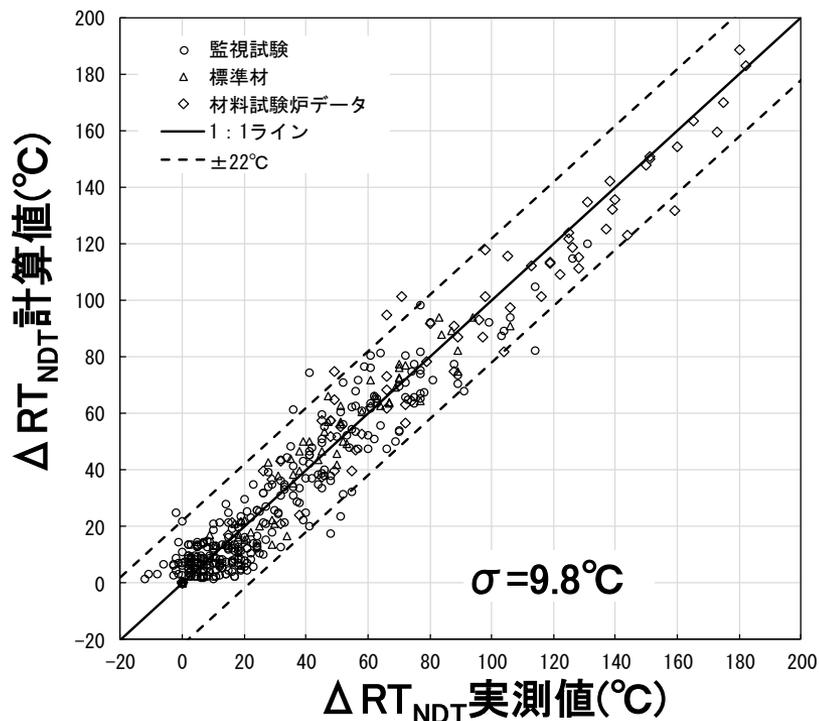
ブートストラップ法

標本のデータ母集団の性質等を推定し、係数の分布や相関性から係数を削減

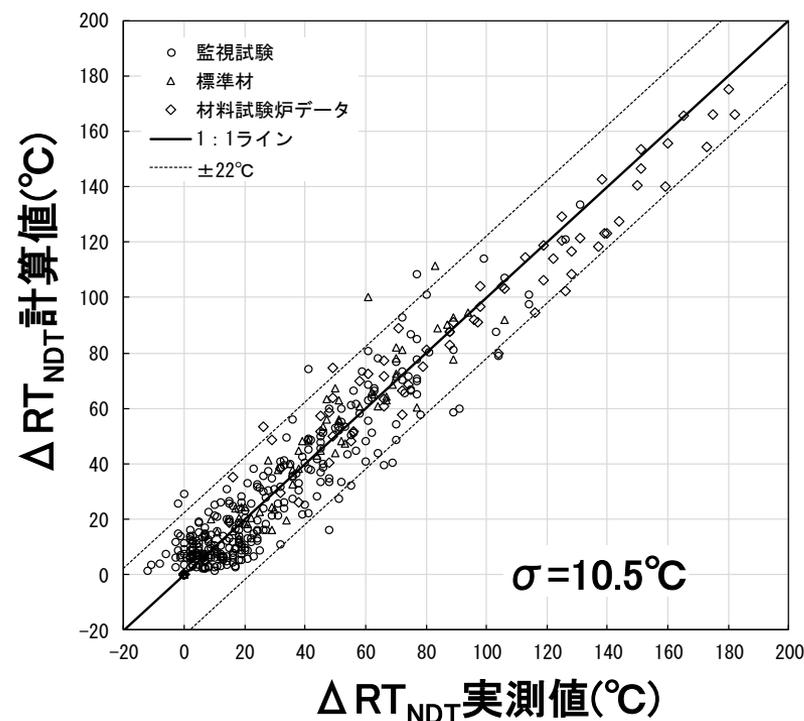
【構成項の係数の削減】

関連温度移行量評価式（案）による評価(1/2)

関連温度移行量評価：現行式（2013年追補版）と改定案の比較



現行式（2013年追補版）



関連温度移行量評価式（案）

- ✓ 現行式（2013年追補版）は「クラスター体積率 (Vf)」を再現する式として開発した。
- ✓ 改定案は「クラスター体積率 (Vf)」を再現しつつ、拡充したAPT測定データ「クラスター平均体積」、
「クラスター体積率の数密度」及び「マトリックスCu濃度」のマイクロ組織変化の予測性も向上させた。

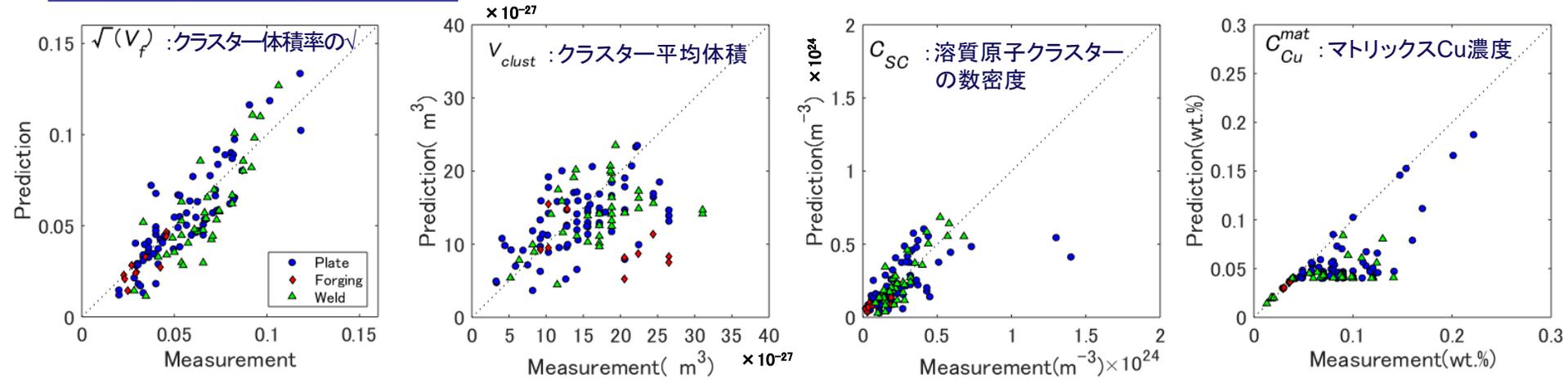
関連温度移行量は現行式とほぼ同等の評価性能を確保

関連温度移行量評価式 (案) による評価(2/2)

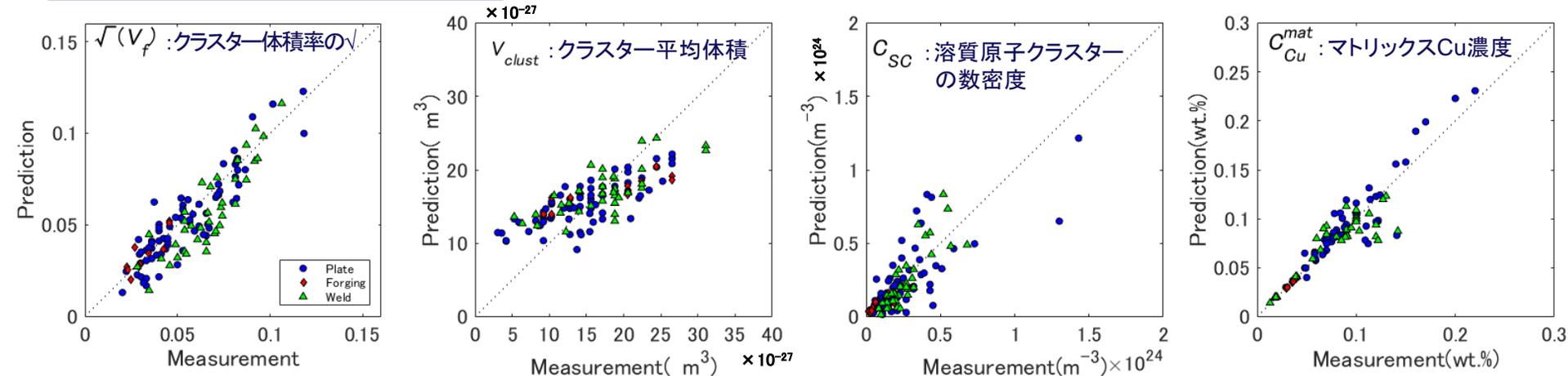
ミクロ組織変化評価：現行式 (2013年追補版) と改定案の比較

現行式 (2013年追補版)

横軸-実測値, 縦軸-計算値



関連温度移行量評価式 (案)



ミクロ組織変化に関する物理量の評価性能が向上

関連温度移行量評価式 (案)

基本モデル式

$$\Delta RT_{NDT} = 0.6 \cdot \sqrt{\left(C_1 \sqrt{V_f}\right)^2 + \left(C_2 \sqrt{C_{MD}}\right)^2}$$

マイクロ組織変化に関する構成項

クラスター体積率

$$V_f = V_{clust} \cdot (C_{SC}^{ind} + C_{SC}^{enh})$$

マトリックス損傷(MD)数密度

$$C_{MD} = \frac{\gamma_1}{\alpha_1} \cdot \{1 - \exp(-\alpha_1 \cdot t)\}$$

クラスター平均体積

$$V_{clust} = (A + B \cdot t) \times 10^{-27}$$

照射誘起クラスター数密度

$$C_{SC}^{ind} = \gamma_1 \cdot t - \frac{\gamma_1}{\alpha_1} \{1 - \exp(-\alpha_1 \cdot t)\}$$

係数式

$$\gamma_1 = b_1 \cdot \left\{1 + b_2 \cdot \left(\frac{C_{Ni}^0}{C_{Ni}^{0,mean}}\right)^{b_3}\right\} \cdot \phi^{b_4}$$

$$\alpha_1 = a_1 \cdot \left(1 + \frac{\phi}{a_2 \cdot \phi^{mean}}\right)^{a_3} \cdot C_{Cu}^0$$

係数式

$$A = \zeta_1 \cdot (1 - C_{Cu}^0) \cdot \left(1 + \zeta_2 \cdot \frac{\phi}{10^{11}}\right)$$

照射促進クラスター数密度

$$C_{SC}^{enh} = \beta_4 \cdot \left(1 - \frac{1}{\beta_3 \cdot \beta_4 \cdot t + 1}\right)$$

マトリックスCu濃度

$$C_{Cu}^{mat} = C_{Cu}^0 - \delta_1 \cdot C_{SC}^{enh}$$

$$B = \zeta_3 \cdot (1 + C_{Si}^0) \cdot \frac{\phi}{10^{19}} + \frac{\zeta_4 \cdot (C_{Ni}^0 + \zeta_5)}{C_{Cu}^0 + \zeta_6} \cdot \frac{1}{10^9}$$

係数式 $\beta_3 = \beta_1 \cdot (\delta_1)^2$

$$\beta_1 = a_4 \cdot \left\{1 + a_5 \cdot \left(\frac{C_{Ni}^0}{C_{Ni}^{0,mean}}\right)^{a_6}\right\}$$

$$\cdot \left(1 + \frac{\phi}{a_2 \cdot \phi^{mean}}\right)^{a_7}$$

$$\beta_4 = \begin{cases} \frac{C_{Cu}^0 - 0.04}{\delta_1}, & C_{Cu}^0 > 0.04 \\ 0, & C_{Cu}^0 \leq 0.04 \end{cases}$$

係数式

$$\delta_1 = d_1 \cdot \left(\frac{C_{Cu}^0}{C_{Cu}^{0,mean}}\right)$$

データベースの平均値*

$C_{Cu}^{0,mean}$	0.10
$C_{Ni}^{0,mean}$	0.71
ϕ^{mean}	2.8×10^{12}

係数値

記号	値
C_1	2.381×10^3
C_2	2.418×10^{-9}
ζ_1	13.70
ζ_2	-2.757×10^{-3}
ζ_3	0.4673
ζ_4	0.3859
ζ_5	0.5960
ζ_6	6.306×10^{-2}
a_1	2.292×10^{-6}
a_2	6.723×10^{-3}
a_3	3.774
a_4	1.010×10^{16}
a_5	1.719×10^{-8}
a_6	45.14
a_7	1.104
b_1	6.187
b_2	0.2446
b_3	3.737
b_4	1.180
d_1	9.620×10^{-26}

* APT分析結果($N_{clust}^{meas} \geq 50$)を有する鋼材を対象に平均値を算出した

関連温度移行量計算値の補正 (M_C 補正)

M_C 補正に係る検討結果

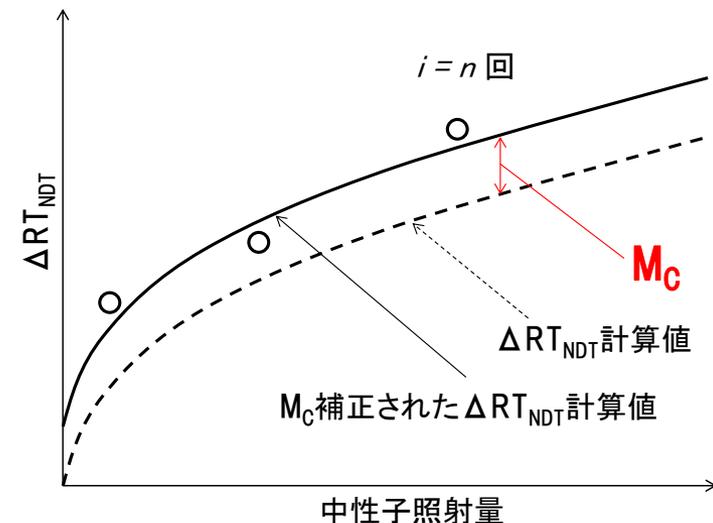
- 関連温度移行量 (ΔRT_{NDT}) 計算値に対する補正 (M_C 補正) を継続する。
- M_C 補正の方法は2013追補版から変更しない。

補正の方法

- 2回以上の監視試験結果が得られている場合は, ΔRT_{NDT} 実測値の平均的な推移に沿うよう, ΔRT_{NDT} 計算値に下式で求める差分平均値 (M_C と呼称) を加算する。(監視試験結果に対する補正)

$$M_C = \frac{\sum_{i=1}^n \{(\Delta RT_{NDT} \text{実測値})_i - (\Delta RT_{NDT} \text{計算値})_i\}}{n}$$

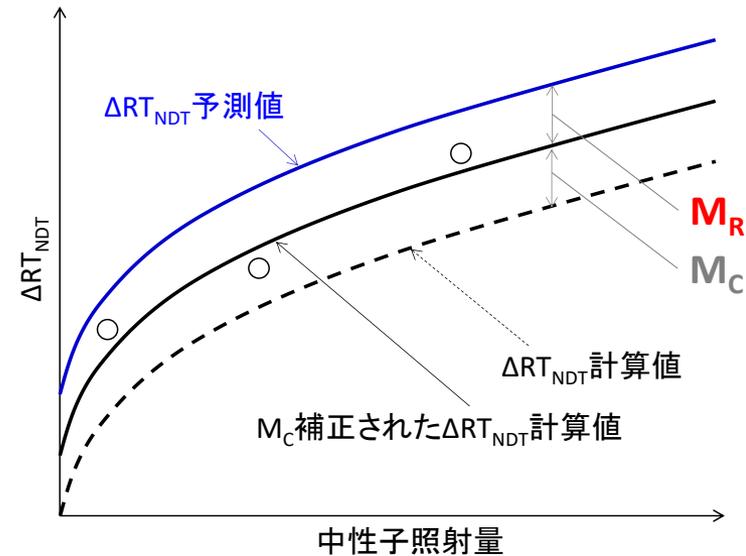
- ΔRT_{NDT} 実測値の推移によっては M_C は負になる場合もある。
- $[\Delta RT_{NDT} \text{計算値} + M_C]$ が負となる場合は0とする。



関連温度評価に考慮するマージン

現行式（2013年追補版）におけるマージン（ M_R ）

- RT_{NDT} 調整値を求める際は，監視試験結果を包絡するよう ΔRT_{NDT} 計算値に M_R を加算
- M_R は，残差（ ΔRT_{NDT} 計算値 - ΔRT_{NDT} 実測値）の標準偏差の2倍に平均誤差を考慮して設定
- M_C 補正後は，残差の標準偏差が小さくなることを踏まえて M_R を $22^\circ\text{C} \rightarrow 18^\circ\text{C}$ に削減
- $n-1$ 回 M_C 補正後の ΔRT_{NDT} 評価値を上回る場合には，外挿評価に際して M_{RMAX} を加算



マージン（ M_R ）改定（案）

- M_R の設定に際しては，2013年追補版と同様に，残差（ ΔRT_{NDT} 計算値 - ΔRT_{NDT} 実測値）の標準偏差 10.4°C と平均誤差 0.4°C を考慮

$$M_R = 2 \times 11 + 1 = 23 [^\circ\text{C}]$$

- M_C 補正の有無によりマージンを変えない（ M_C 補正なしと同じマージンを用いる）
- これに伴い， $n-1$ 回 M_C 補正值に基づく残差の評価を用いる M_{RMAX} は廃止

監視試験計画の規定見直し

長期監視試験計画の移行時期，カプセル取り出し時期の規定見直し

■ 関連する技術基準・ガイドの要求に追従できる規定に見直し

- 長期監視試験計画への移行時期を明確化
- 本規格要求以外による取り出し実績活用のため，関連する技術基準，ガイドの要求を網羅するように，前回の取り出しから適切な間隔での取り出し継続を規定
- 高照射領域（主にPWR）で配慮すべき事項を明確化（標準／長期）

限られた試験片の有効活用を目的とした規定見直し

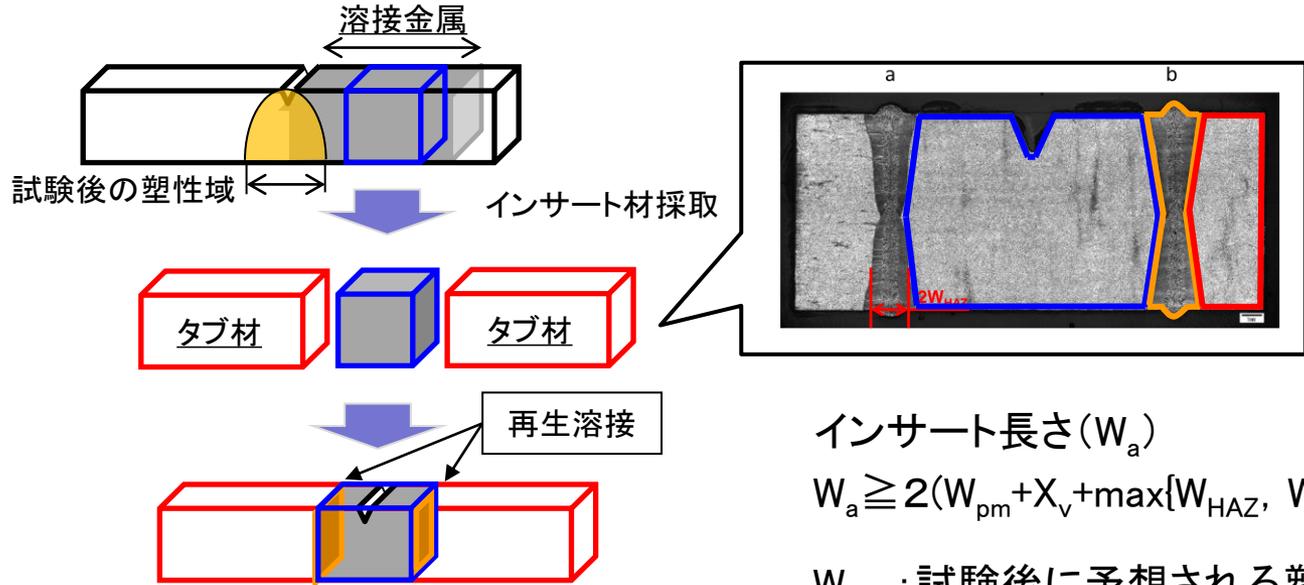
■ 長期監視試験計画で限られた試験片を有効に活用できる規定に見直し

- 長期監視試験計画における再生試験片使用時に適用される「必要な試験に限定（引張試験の除外，母材代表）」する規定を，長期監視試験全般に拡大
- ばらつきを個別に評価することで，再生時の試験数を限定可と規定
- 中性子束の影響が無視できると考えられる沸騰水型原子炉における加速照射試験片による試験結果も「脆化傾向の判断に用いても良い」ことを明確化

監視試験手法の拡充（電子ビーム溶接の採用）

電子ビーム溶接の採用

- 従来の標準接合方法に比べ、インサート材の長さに影響する溶接時の入熱量（熱影響、熱回復）が少なく従来よりも多くの試験片数を確保することが可能となる、電子ビーム溶接の規定を追加



インサート長さ (W_a)

$$W_a \geq 2(W_{pm} + X_v + \max\{W_{HAZ}, W_{ANL}\})$$

W_{pm} : 試験後に予想される塑性域幅

W_{HAZ} : 熱影響部幅

W_{ANL} : 熱回復幅

図 試験片再生のイメージ
(HAZ試験片→溶接金属試験片)

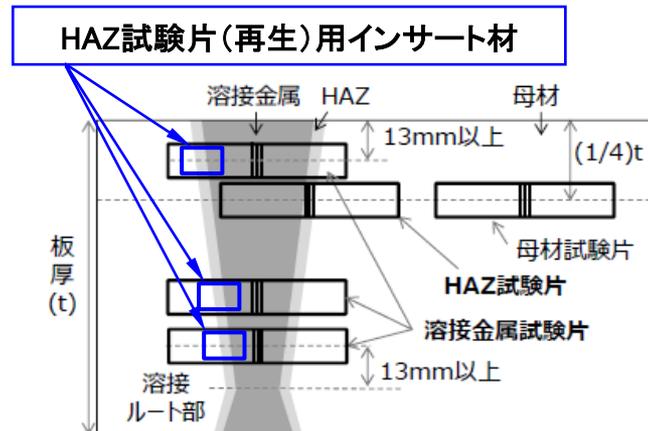
監視試験手法の拡充（再生時の試験片採取位置）

再生時の試験片採取位置の明確化

- 溶接金属試験片と熱影響部（HAZ）試験片では、板厚方向の採取位置に関する規定が異なる（下表参照）。
- HAZ試験片を再生する場合、「溶接金属試験片の試験後の試験片より、インサート材を採取して、HAZ試験片として再生する」ことが想定される。

監視試験片の採取位置 (JEAC4201 SA-2220)

供試材の種類	試験片の採取位置	試験片の採取方向		
		引張試験片	衝撃試験片	
		試験片の長手軸の方向	試験片の長手軸の方向	ノッチ深さ方向
母材	(1/4)t ^(注1)	主加工方向に直角 ^(注2)	主加工方向に直角 ^(注2)	材料の厚さ方向に直角
溶接部	溶接金属	溶接ルート部及び表面より13mm以上離れた位置 ^(注4)	溶接線に平行 ^(注3)	溶接線に直角
	溶接熱影響部	(1/4)t ^(注1)	-	溶接線に直角



板厚方向の採取位置に関するイメージ図

- 板厚方向の採取位置が異なる試験片から試験片を再生する場合、衝撃特性への有意な影響の有無を確認する必要があるが、板厚方向の採取位置の違いがHAZの衝撃特性に有意な影響を与えないことがこれまでに報告※されている。
- 上記より、HAZの監視試験片の再生を行う場合には、試験片採取位置の規定によらず試験後の溶接金属試験片からインサート材を製作してもよいことを規定

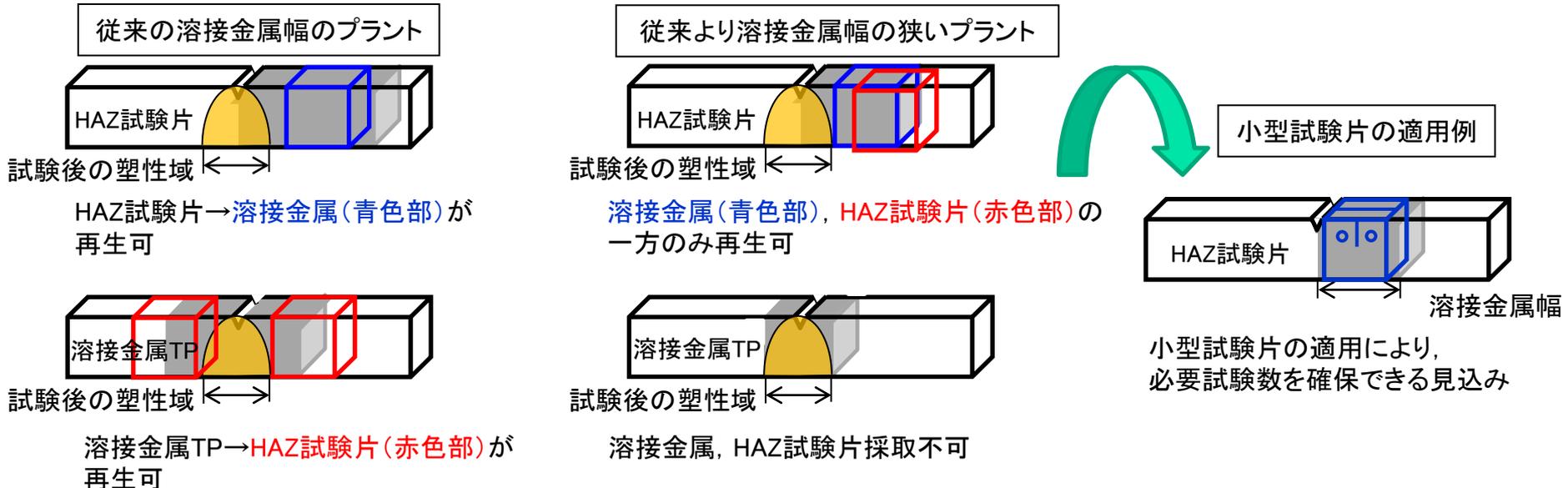
※参考資料

- ✓ 森島ら、「電子ビーム溶接を用いて再生した衝撃試験片の監視試験への適用性評価」、日本保全学会 第15回学術講演会要旨集 (2018), p259.
- ✓ 田中他、「電子ビーム溶接を用いて再生した衝撃試験片の監視試験への適用性評価」、日本保全学会 第16回学術講演会要旨集 (2019), p.29-26.

監視試験手法の拡充（小型試験片による評価）

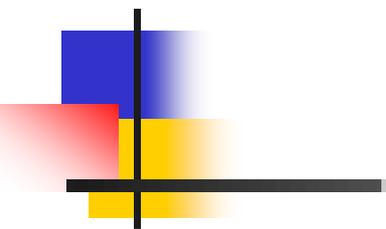
試験片数の確保に向けた小型試験片の適用

- 溶接幅の狭い手法を採用したプラントがあり，試験片を再生する場合に必要なインサート材の長さを確保できず，試験片の再生が困難となる場合がある。



溶接金属幅の違いによる試験片再生のイメージ図

- 試験片の再生よりも試験片数を確保可能な小型試験片（JEAC4216に規定するMini-C(T)試験片）を用いた評価の規定を追加



「原子力発電所耐震設計技術規程」
(JEAC4601-20XX)

改定検討状況について

JEAC4601-2015の概要

原子力発電所における建物・構築物,機器・配管系,屋外重要土木重要構築物他の耐震設計において適用するクラス分類,地震荷重,解析手法,許容値等について規定

JEAC4601-2015 目次

第1章 基本事項	
第1章 目次	3
1.1 適用	5
1.2 耐震設計の基本方針	9
1.3 用語と略称	12
1.4 単位系	17
第2章 耐震重要度分類	
第2章 目次	21
2.1 機能上の分類	23
2.2 耐震クラス別施設	24
2.3 耐震重要度分類の適用	25
2.4 耐震重要度と地震力	29
附属書2.1 各設備の具体的な耐震重要度分類	31
附属書2.2 地震時又は地震後に動的機能が要求される設備	44
第3章 建物・構築物の耐震設計	
第3章 目次	51
3.1 基本事項	53
3.2 材料, 材料定数及び材料の許容応力度	74
3.3 荷重, 荷重の組合せ及び許容限界	77
3.4 応力解析と断面設計	82
3.5 地震応答解析	86
3.6 耐震安全性の確認	117
参考文献	138
附属書3.1 地下壁に作用する土圧の評価法	145
附属書3.2 プールの動水圧の評価法	155
附属書3.3 静的地震力の評価法	158
附属書3.4 地盤ばねモデル	166
附属書3.5 離散系モデル	176
附属書3.6 基礎浮き上がりの評価法	181
附属書3.7 鉄筋コンクリート造耐震壁の復元力特性の評価法	187
附属書3.8 鉄骨架構の復元力特性の評価法	199
参考資料	219

第4章 機器・配管系の耐震設計	
第4章 目次	289
4.1 基本事項	293
4.2 荷重の組合せと許容限界	308
4.3 設計用地震力	388
4.4 地震応答解析	392
4.5 強度評価	412
4.6 動的機器の地震時機能維持評価	415
4.7 電気計装機器の耐震設計	425
4.8 機器・配管系支持構造物のエネルギー吸収を利用した耐震設計	429
附属書4.1 機器・配管系の耐震設計に適用する許容応力度	461
附属書4.2 機器・配管系の静的地震力	465
附属書4.3 機器・配管系の耐震強度評価法	469
附属書4.4 動的機器の地震時機能維持評価法	685
附属書4.5 電気計装機器の地震時機能維持評価法	832
附属書4.6 架構レストレイントの弾塑性性を利用した配管系設計法	838
附属書4.7 配管に制振サポートを用いた場合の機器・配管系設計法	847
附属書4.8 機器に制振サポートを用いた場合の機器・配管系設計法	857
参考文献	861
参考資料	863

第5章 屋外重要土木構築物他の耐震設計	
第5章 目次	1055
5.1 基本事項	1057
5.2 屋外重要土木構築物の耐震設計の手順	1059
5.3 屋外重要土木構築物の設計条件	1061
5.4 屋外重要土木構築物基礎地盤及び周辺地盤の検討	1064
5.5 屋外重要土木構築物の詳細設計に用いる解析手法	1067
5.6 屋外重要土木構築物の安全性評価	1072
5.7 津波防護施設の耐震設計	1076
附属書5.1 地盤の流動影響の検討	1078
附属書5.2 曲げ耐力の評価式	1080
附属書5.3 せん断耐力の評価式	1084
附属書5.4 限界層間変形角の評価式	1088
参考文献	1090
参考資料	1091

JEAC4601 改定の経緯

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版

- ・原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008

- ・耐震重要度分類の見直し(旧Aクラス,AsクラスをSクラスに統合)
- ・適用する鉛直地震力について,従前の静的地震力に加えて動的地震力を要求するとともに,水平地震力と鉛直地震力の組み合わせ方法を明確化
- ・設計用減衰定数の見直し(鉛直動的地震力への対応,および新たな知見の反映)
- ・許容限界の見直し(鉛直動的地震力への対応,他規格との整合,および新たな知見の反映)
- ・許容限界等について,他規格との整合を図った見直し

等

- ・原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2015

- ・平成25年施行の規制基準に整合させた記載の明確化(波及的影響の記載等)
- ・動的機器の機能維持加速度の見直し(鉛直方向について試験等を反映した値を反映)
- ・フリースタンディング方式使用済燃料ラックの耐震設計法

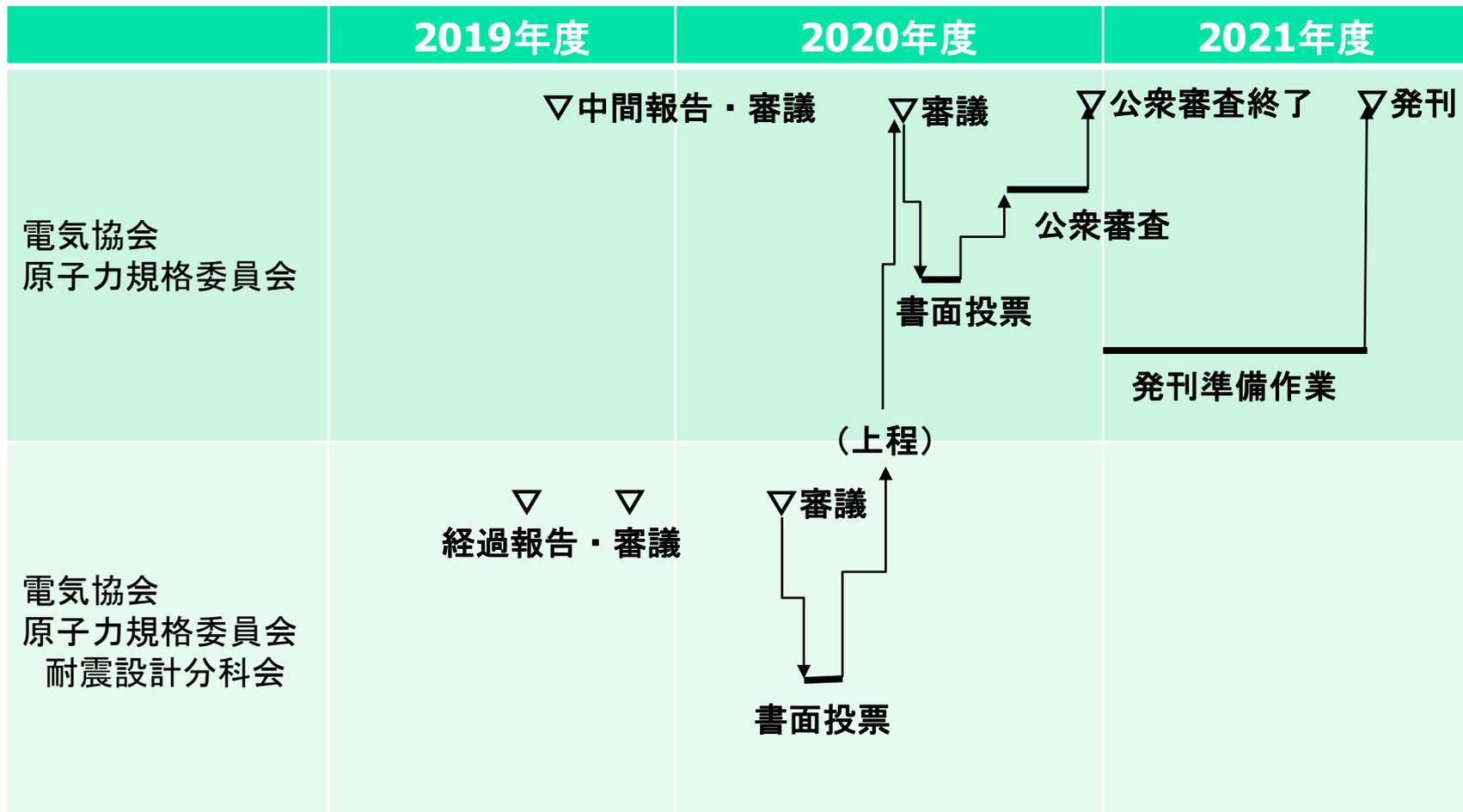
等

- ・原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-20XX

- ・動的機器の機能維持加速度の見直し(弁駆動部に対する研究の反映)
- ・設計用減衰定数の見直し(BWR使用済み燃料ラックなどに対する研究の反映)
- ・JSME 設計・建設規格と整合をとった配管許容基準の一部見直し
- ・規制基準に基づく審査実績を反映した記載の充実・明確化(定ピッチスパン法における設計上の配慮事項の明確化等)

等

JEAC4601-20XX 改定スケジュール



- ・ JEAC4601-20XXは現在公衆審査中の段階にあり、最速の工程では2021年3月改定/12月発刊の予定である。電気協会 耐震設計分科会としては、改定にあたって十分な審議を尽くすことが最優先事項であり、公衆審査結果を踏まえた議論に時間を要する場合、また議論の結果として改定案の修正が必要となる場合など、結果として改定時期がさらに遅い時期となる可能性があることを留意いただきたい。
- ・ JEAG4601-1987, JEAG4601・補-1984, JEAG4601-1991 追補版は「耐震設計に係る工認審査ガイド」で既に引用・活用されていると認識している。新たにJEAC4601-20XXの技術評価が行われる際には、これら既に引用・活用されている版からの変更点について重点的に評価いただくのが適切ではないかと考える。

「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」
(JEAC4620-20XX)

「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認(V&V)に関する指針」
(JEAG4609-20XX)

改定状況について

JEAC4620/JEAG4609 改定の経緯

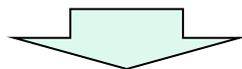
1989年 安全保護系へのデジタル計算機適用に当たり、ソフトウェアの品質確保を目的として、V&V（検証及び妥当性確認）を中心とした手順をガイドラインとして制定。（1999年に定期改定。）

JEAG4609-1989 「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する指針」

2008年 省令62号 性能規定化に伴い、デジタル安全保護系全体に対する性能及び信頼性の面から必要とされる事項全体について規程としてJEAC4620を制定。JEAG4609はV&Vに特化したガイドラインとして改定。

JEAC4620-2008 「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」

JEAG4609-2008 「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」



2011年 NISA/JNESの技術評価書にて、JEAC4620-2008及びJEAG4609-2008がエンドースされる。（JEAC4620は条件付き）

2013年 NRAの技術基準規則の解釈に、2008年の技術評価書の条件を付記した形でJEAC4620-2008及びJEAG4609-2008が引用される。

規制要求,海外関連規格を調査・検討し,本規程／指針へ
必要な事項を反映する

- ・ NISA/JNES技術評価書上の条件及び要望事項の確認
- ・ 新規制基準（設置許可基準規則,技術基準規則）上の安全保護系
への要求事項の確認
- ・ 最新の関連海外規格の調査
- ・ 運転経験,トラブル情報からの反映事項の確認

JEAC4620/JEAG4609 改定内容（1）

①技術評価書の反映

◆ JEAC4620

No	NISA/JNES技術評価書の適用条件	JEAC4620への反映
1	<p>①過渡時、事故時及び地震時の機能 運転時の異常な過渡変化が生じる場合又は地震の発生等により原子炉の運転に支障が生じる場合において、原子炉停止系統及び工学的安全施設と併せて機能することにより、燃料許容損傷限界を超えないよう安全保護系の設定値を決定すること。</p>	<p>「4.1 過渡時及び地震時の機能」及び「4.2 事故時の機能」に左記文章を考慮した記載を追記。 記載内容については、技術基準規則との整合性を考慮。</p>
2	<p>②検証及び妥当性確認 検証と妥当性確認の実施に際して作成された文書は、構成管理計画の中に文書の保存を定め、適切に管理すること。</p>	<p>（解説-23）に左記文章を追記</p>
3	<p>③環境条件 デジタル計算機を設置するプラントで想定されるサージ電圧や電磁波等の外部からの外乱・ノイズについて、その対策の妥当性が十分であることを確認すること。</p>	<p>「4.8 環境条件」の文章を、左記文章を考慮して変更。 さらに、4.8項を「4.9 外的要因」として「環境条件」、「耐震性」、「その他の外的要因」に関する要求事項とその確認に関する記載に変更。</p>
4	<p>④計測制御系との分離 デジタル安全保護系は、試験時を除き、計測制御系からの情報を受けないこと、又は計測制御系からの情報を受けられる場合には、計測制御系の故障により、デジタル安全保護系が影響を受けないこと。デジタル安全保護系及び計測制御系の伝送ラインを共用する場合、通信をつかさどる制御装置は発信側システムの装置とすること。</p>	<p>（解説-8）に追記。但し、評価書の文面については、前半部は対策として過度な要求であること、後半部は現実的な設計手法ではないことから、評価書の主旨は本文に記載されている「デジタル安全保護系とは、計測制御系と～、計測制御系で故障が生じてもデジタル安全保護系に影響のないよう、～設計とすること。」で満足できていると考え、それぞれに関する対策例を示すこととした。</p>
5	<p>⑤外部ネットワークとの遮断 外部影響の防止された設備とすること。</p>	<p>「4.16 外部ネットワークとの遮断」を変更（4.16は解説-17の一部へ移行）</p>

JEAC4620/JEAG4609 改定内容（2）

◆ JEAC4620

No	NISA/JNES技術評価書の適用条件	JEAC4620への反映
6	<p>⑥アンアベイラビリティ及び誤動作率の評価</p> <p>デジタル安全保護系のトリップ失敗確率及び誤トリップする頻度を評価し、従来型のものと比較して同等以下とすること。デジタル安全保護系の信頼性評価において、ハードウェア構成要素に異常の検出、検出信号の伝送、入出力信号の処理、演算処理、トリップ信号の伝送、トリップの作動等、評価に必要な構成要素を含むこと。</p>	<p>「4.デジタル安全保護系に対する要求事項」の（解説－4）として左記の記載を追加。</p>
7	<p>なお、別記-7 No.10 の要求事項に対して、「デジタル安全保護系規程」には該当する記載がないことから、安全保護系に用いられるデジタル計算機の健全性を実証できない場合、安全保護機能の遂行を担保するための原理の異なる手段を別途用意すること。</p>	<p>反映せず（JEAC4620で規程すべき項目ではないと思われるため、現状同様、留意事項にとどめる。また、技術基準解釈でもJEAC4620の読み替えとはしていない。）</p>

◆ JEAG4609

- ・ 技術評価書のJEAG4609への条件は無し。
- ・ 技術評価書で,JEAG4609の規程化の要望あり。

⇒ 規程化しない方針とする

(V & Vの実施,その体制などの「要求事項」はJEAC4620に記載されている。JEAG4609は解説-1に示す通り,JEAC4620のV&V要求に対しての指針という位置づけであり,規程化する必要性は低いと考える。)

②新規制基準の反映

◆JEAC4620

（１）設置許可基準規則第２４条（安全保護回路）

- ・ 第６項の「不正アクセス行為等の被害の防止」を４.18項として追加。
現状の以下の項目は具体策として本項の解説に変更
「４.16 外部ネットワークとの遮断」

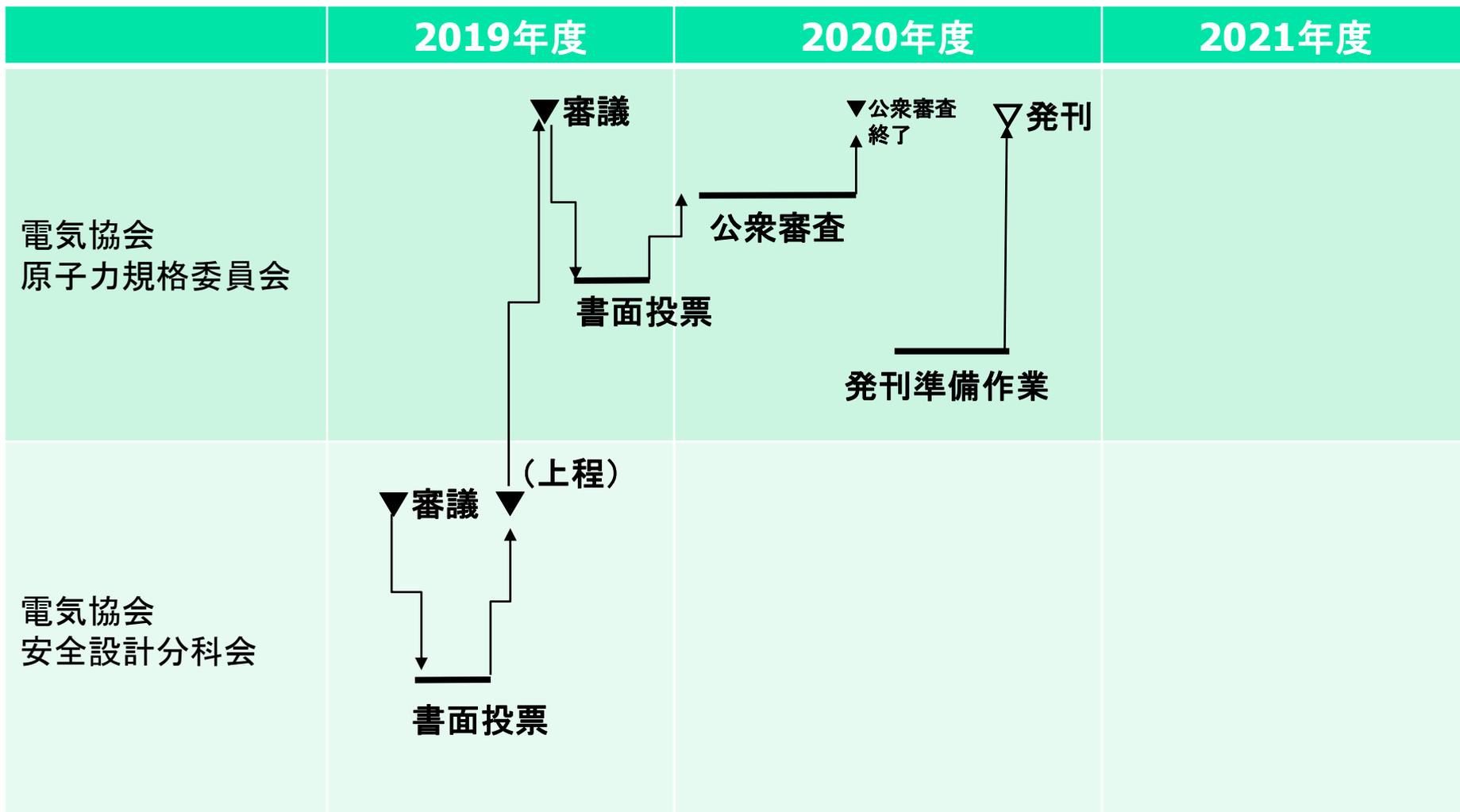
（２）技術基準規則第３５条（安全保護装置）

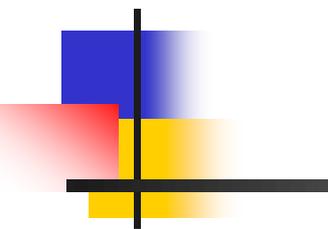
- ・ 第５項は、上記設置許可基準規則第６項と同様
- ・ 解釈４の「ディジタル」から「デジタル」への読替えに対しては、JISの用語定義に合わせ、現状通り「ディジタル」のままとする。
- ・ 解釈３に記載のウイルス検出機能に対する考慮事項は、ウイルス検出機能を実装する可能性がほとんどないことから、現段階では追記しない。

③その他反映事項

- デジタル計算機を適用していない従来型の安全保護系に対する記載を追加（JEAC4620）
⇒解説に「デジタル計算機を適用していない従来型の安全保護系に対しては、「原子力発電所安全保護系の設計規程：JEAC4604-2009」に従う」旨を記載。
- 設計側品質保証とJEAC4620/JEAG4609のV&Vの関係を明確化（JEAC4620/JEAG4609）
⇒設計側品質保証活動を実施した上で、デジタル安全保護系のソフトウェアに対しV&V活動を実施することを記載（目的、用語の定義、品質保証等の項に反映）。
⇒「検証及び妥当性確認」を「V&V」として用語の定義を変更。指針の名称も「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認（V&V）に関する指針」に変更。
- V&Vの実施体制に関する内容の明確化（JEAC4620/JEAG4609）
⇒V&Vを実施する個人又はグループについて「V&Vを実施する力量を有することを組織が認めた者とする」旨の記載に変更。

JEAC4620/JEAG4609 改定スケジュール

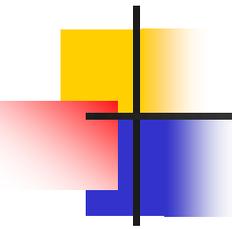




「原子力発電所放射線遮蔽設計規程」
(JEAC4615-2020)
改定状況について

JEAC4615放射線遮蔽設計規程の経緯

年	実施内容
2003年	JEAG 4615-2003 初版の制定
2006 ~ 2008年	JEAG 4615-2003 の初回改定案の検討
2008年	JEAC 4615-2008 改定版の制定
2009 ~ 2010年	エンドースのためのJNES技術評価
2010 ~ 2015年	JNES技術評価時のコメント事項に関する改定案の検討 最新知見(放射線遮蔽ハンドブック)の取り込み 新規制基準対応に係る改定案の検討
2015年	原子力規格委員会 中間報告
2016年	発電用原子炉施設の工事計画に係る手続きガイドの改定 (JEAG4615-2003 ⇒ JEAC4615-2008)
2017 ~ 2019年	新規制基準対応に係る改定案の検討
2019年	原子力規格委員会 中間報告／本報告
2020年	JEAC 4615-2020 改定版の制定



JEAC4615-2020改定の目的

- **2010年度に原子力安全基盤機構(現、原子力規制委員会)より提出された技術評価書において、「原子力発電所放射線遮へい設計規程」(JEAC 4615-2008)に対して指摘された事項を反映する。**
- **2015年3月に最新の「放射線遮蔽ハンドブック-基礎編-」が発行されたため、参考文献として取り込みを行う。**
- **福島第一原子力発電所事故の教訓として、事故時の遮蔽設計要件について、法令改正の動行を注視し、最新の法規等に基づき改定を行う。また、制御室及び緊急時対策所などの遮蔽設計について、原子力規制委員会による新安全基準への適合性確認や関連規格の改定に合わせた対応を行う。**

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(1) 読み替え事項への対応

- “管理区域外として設定”の表現は不適切
- 削除された**50mSv**は基本条件として必要
- 解説4-5の内容は基本条件として必要

(2) 気付き事項への対応

- 類似語等には定義を設けるなど適切な記載方法を検討
- 線量限度**50mSv/年**を設計条件に設定(**100mSv/5年**は管理で対応)することの妥当性説明
- オフセットダクトの構造例の追加
- 遮蔽計算コードの放射線エネルギー群数に関する妥当性の明確化
- 計算コードに係るモデル化の記載の適正化
- 通常運転時の敷地周辺線量評価手法の追記

2. 最新知見の反映

- (1) 放射線遮蔽ハンドブックを参考として記載
- (2) 日本原子力学会標準を参考として記載

3. 新規制基準への対応

- (1) 最新の関連法規、審査ガイドなどの引用[2章]
- (2) 線量目標値について[3章]
- (3) 生体遮蔽装置の種類追加[4.2.1, 解説4-5]
- (4) 事故に関する用語の解説[解説4-8]
- (5) 事故時の被ばく評価項目の追加[4.5]
- (6) 事故時の線源についての新規制基準反映[5.2.2]

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(1) 読み替え事項への対応

“管理区域外として設定”の表現は不適切

〔 管理区域は設定するものであるが、管理区域外は設定するものではない〕
ため、表現を見直す必要がある。

4.1.2 遮蔽設計区分

実効線量が1.3mSv/3月間以下となる区域は**管理区域外として設定**できる。

⇒ 実効線量が1.3mSv/3月間を超えるおそれのある区域を管理区域として設定する。**管理区域の外側の区域における遮蔽設計基準線量率の設定**に当たっては、その区域で作業する者の滞在時間を考慮する。

解説4-3、解説4-4、解説4-5

管理区域外の遮へい設計基準

⇒ **管理区域の外側の区域**における遮蔽設計基準

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(1) 読み替え事項への対応

削除された50mSvは基本条件として必要

〔 法令上の要求である従事者の線量限度「5年間で100mSv」及び「1年間で50mSv」を解説に移動しているが、これは基本的な考え方を示すものであり、これを含めて読み替える。 〕

4.1.2 遮蔽設計区分

実効線量が1.3mSv/3月間を超える区域を管理区域として設定する。設定にあたっては、運転開始後の放射線管理の運用に支障のないよう立入頻度、滞在時間等を想定していくつかの補助的な区分に細分し、・・・

⇒ 管理区域内は、従事者の実効線量限度である年間50mSv及び5年間100mSvを超えないように、立入頻度、滞在時間などを想定したいくつかの補助的な区分に細分し、・・・

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(1) 読み替え事項への対応

解説4-5の内容は基本条件として必要

〔 解説4-5は各遮へい体の目的と遮へい設計の基本的考え方を示すものであり、適用にあたっては、解説4-5を条件として付す。 〕

基本条件としては、4.2.1で遮蔽体の種類の名称を示し、図4-1,図4-2で遮蔽体の具体的な位置を概念図で示している。また、遮蔽体の説明は、従来どおり解説4-5に概念を示している。なお、法令改正に基づき遮蔽体の種類を追加した。

BWR	PWR	備考
原子炉遮蔽	一次遮蔽	
一次遮蔽	二次遮蔽	
二次遮蔽	外部遮蔽	
補助遮蔽	補助遮蔽	
中央制御室遮蔽	中央制御室遮蔽	
緊急時制御室遮蔽	緊急時制御室遮蔽	法令改正に伴い追加
緊急時対策所遮蔽	緊急時対策所遮蔽	法令改正に伴い追加

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

類似語等には定義を設けるなど適切な記載方法を検討

類似語は意味が明確になるようにするか、又は用語を統一した。

旧(2008版)		新(2020版)
原子力発電所、発電所	⇒	原子力発電所
平常運転時、通常運転時	⇒	通常運転時
設計段階並びに運転段階における放射線遮へい壁の設置	⇒	設計施工段階における放射線遮蔽壁の設置，供用期間中の改造工事計画の段階における放射線遮蔽壁の設置
キャスク，使用済燃料輸送容器	⇒	キャスク（最初に定義）

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

線量限度50mSv/年を設計条件に設定(100mSv/5年は管理で対応)することの妥当性説明が必要。

遮蔽設計で基準とする放射線業務従事者の線量限度については、既に解説3-1に記載しており、遮蔽設計区分と放射線管理の関係を4.1.2及び解説4-2に記載している。(次ページに抜粋)

平成13年の法令改正以前に設計施工されたプラントでは旧法令に基づき「1年間で50mSv」を基本として遮蔽設計がなされていること、法令改正後においても、従事者の線量限度は遮へい設計だけでなく放射線管理と相まって達成する基準であることから、基本的に遮蔽設計で目標とする基準としては「1年間で50mSv」を遵守することとしている。よって、解説4-2の記載は変更しないこととする。

(次葉に該当箇所を抜粋)

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

線量限度50mSv/年を設計条件に設定(100mSv/5年は管理で対応)することの妥当性説明が必要。

解説3-1 管理区域内の設計上の線量目標値

法令では管理区域内に立ち入る従事者の実効線量限度について、「平成13年4月1日以後5年ごとに区分した各期間につき 100mSv, 4月1日を始期とする1年間につき 50mSv」が定められている。遮蔽設計においては、従事者の実効線量限度の年間 50mSvを超えないものとするが、「5年間で 100mSv」の限度については、個人の線量管理を適切に行い、必要に応じて立入制限などの運用により実効線量限度を満足させることができる。

4.1.2 遮蔽設計区分

管理区域内は、従事者の実効線量限度である年間50mSv及び5年間100mSvを超えないように、立入頻度、滞在時間などを想定したいくつかの補助的な区分に細分し、それぞれの区分ごとに遮蔽設計基準線量率を定めることが合理的である。

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

線量限度50mSv/年を設計条件に設定(100mSv/5年は管理で対応)することの妥当性説明が必要。

解説4-2 管理区域内の遮蔽設計基準線量率の考え方

遮蔽設計の目的は、通常運転時における従事者の被ばく線量が法令で定められた線量限度を満足できるように、設備、配管の配置計画などを考慮して合理的に達成できる限り低減できるように計画することである。これを具体的に進めるに当たっては、法令に基づく管理区域内外の区分を行うとともに、年間の実効線量限度50mSvに基づき、管理区域内を立入頻度、滞在時間などを考慮した細区分に分類することなどにより、各場所の通常運転中の線量率の目安となる遮蔽設計基準線量率を設定する。「5年間で100mSv」の実効線量限度については、個人の線量管理を適切に行い、必要に応じて立入制限などの運用により実効線量限度を満足するように管理する。

JEAC4615-2020の改定内容

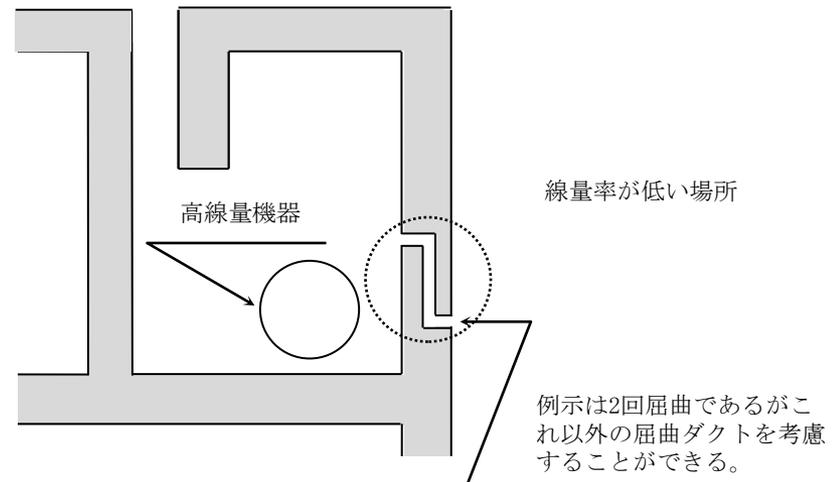
1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

オフセットダクトの構造例の追加

解説4-6 開口部など放射線漏洩防止措置の構造例に以下を追加した。

d) オフセットダクトの平面図（例）



JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

遮蔽計算コードの放射線エネルギー群数に関する妥当性の明確化

放射線エネルギー群数について個別の妥当性を説明するのは、規程として適切でないため、解説5-6に遮蔽計算モデルごとの代表的なパラメータ(下表)の設定方法を記載することとした。

放射線エネルギー群数については、線源として考慮する核種のガンマ線のエネルギーに応じて、適切なエネルギー帯を設定し評価することを記載し、遮蔽計算に適用されるエネルギー群数の例を記載した。

a) 点減衰核積分法	b) Sn法	c) モンテカルロ法
1) エネルギー群数	1) 断面積	1) 断面積
2) 線量換算係数	2) 線量換算係数	2) 線量換算係数
3) ビルドアップ係数		3) 分散低減法

JEAC4615-2020の改定内容

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

計算コードに係るモデル化の記載の適正化

5.4 計算モデル

遮へい計算では、5.3項に示す遮へい計算コードを使用し、**実形状を計算コードに適した形状にモデル化し、**

⇒ 5.3.2 遮蔽計算モデル

遮蔽計算では、**遮蔽計算の目的に即した遮蔽計算コードを選定し、実形状を適切にモデル化し、**

また、解説5-5 計算コードの概要 を新たに追加し、以下の遮蔽計算手法の概要及び使用実績のある計算コード名を記載した。

- a) 点減衰核積分法
- b) Sn法
- c) モンテカルロ法

1. 前回の技術評価時のコメント処理内容

(2) 気付き事項への対応

通常運転時の敷地周辺線量評価手法の追記

4.4 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量の評価の方法を新たに追加し、通常運転時及び事故時の施設からのガンマ線による敷地境界外における線量評価の方法を記載した。

- a) 原子力発電所周辺の一般公衆及び原子力発電所内で作業する従事者に対して直接的に到達する直接ガンマ線及び上空で反射・散乱し、地上に到達するスカイシャインガンマ線による線量を評価する。
- b) 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量の評価は、通常運転時を想定した平常時と原子炉冷却材喪失時などの設計基準事故及び重大事故等を想定した事故時の評価に分けられる。
- c) 平常時の直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量の評価は、人の居住の可能性のある敷地境界外での線量を評価する。
- d) 平常時の人の居住の可能性のある敷地境界外での直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線には以下のものがある。
- e) 事故時の直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量の評価は、原子力発電所周辺の一般公衆に対して敷地境界外、従事者に対して原子炉制御室などにおいて、事故で放出された核分裂生成物などからの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量を評価する。
- f) 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量の評価は、壁、天井及び床の遮蔽及び建屋によって遮蔽される低減効果を適切に考慮する。また、評価内容によって線源自身の自己遮蔽を考慮することができる。

2. 新知見の反映

(1) 放射線遮蔽ハンドブックを参考として記載

解説5-4 遮蔽計算コード 及び 解説5-5 計算コードの概要において、2015年3月に改訂された「放射線遮蔽ハンドブック ー基礎編ー」を参考として遮蔽計算コードの概要を補強した。

(2) 日本原子力学会標準を参考として記載

解説5-6 計算で使用するパラメータの例 において、参考となる線量換算係数として、日本原子力学会標準「放射線遮へい計算のための線量換算係数：2010 (AESJ-SC-R002:2010)」， 代表的なビルドアップ係数として日本原子力学会標準「 γ 線ビルドアップ係数：2013(AESJ-SC-A005:2013)」を挙げた。

3. 新規制基準への対応

(1) 最新の関連法規、審査ガイドなどの引用[2章]

(2) 線量目標値について[3章]

- 通常運転時の施設からの放射線による周辺公衆の実効線量の目標値

原子力発電所周辺の一般公衆については、周辺監視区域外の実効線量限度である1年間につき1mSvを超えないものとする。また、人の居住する可能性のある敷地境界外において直接ガンマ線量及びスカイシャインガンマ線量を空気カーマで年間50 μ Gy以下、加えて、原子力発電所内に輸送・貯蔵兼用乾式キャスクを設置する場合は、原子力発電所内の他の施設と合算し、キャスクからの中性子を含め実効線量で年間50 μ Sv以下を目標とする。（解説3-3で補足）

- 緊急作業に係る放射線業務従事者の線量限度

事故時に原子炉制御室、緊急時制御室及び緊急時対策所に留まり事故対策操作等を行う従事者の線量目標値は、緊急作業に係る実効線量限度である100mSvとする。（解説3-4、解説3-5で補足）

3. 新規制基準への対応

(3) 生体遮蔽装置の種類追加[4.2.1, 解説4-5]

- 緊急時対策所遮蔽

緊急時対策所遮蔽は、重大事故等対処施設である緊急時対策所を取り囲む構造物で、緊急時対策所に留まり事故対策操作等を行う従事者が過度の被ばくを受けないように設計するものとする。

- 緊急時制御室遮蔽

緊急時制御室遮蔽は、特定重大事故等対処施設である緊急時制御室を取り囲む構造物で、緊急時制御室に留まり事故対策操作等を行う従事者が過度の被ばくを受けないように設計するものとする。

(4) 事故に関する用語の解説[解説4-8]

- 設計基準事故, 重大事故等, 重大事故等対処施設, 特定重大事故等対処施設の解説の追加

3. 新規制基準への対応

(5) 事故時の被ばく評価項目の追加[4.5]

4.5 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線及び地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による線量の評価の方針

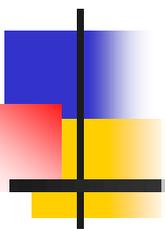
- a) 原子炉冷却材喪失時の設計基準事故及び重大事故等を想定した事故時に原子力発電所内で作業する従事者に対して、大気へ放出された放射性物質から放射されるガンマ線による線量を評価する。なお、評価に当たっては関連する指針及び審査ガイドに従って評価を実施する。
- b) 放射性雲中の放射性物質からのガンマ線及び地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による線量は、原子炉施設敷地内の年間の実気象データを用いて、大気拡散を計算して相対濃度及び相対線量を計算し評価する。なお、地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による線量の評価における線源は、乾性沈着及び湿性沈着により地表面に沈着した放射性物質を考慮する。
- c) 重大事故等時の放射性雲中の放射性物質からのガンマ線及び地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による線量の計算においては、建屋によってガンマ線が遮蔽される低減効果を考慮する。

3. 新規制基準への対応

(6) 事故時の線源についての新規制基準反映[5.2.2]

5.2.2 事故時の線源〔二次遮蔽(BWR)又は原子炉格納容器及びアニュラス部(PWR)内に放出される放射性物質など〕

事故時の線源については、線源強度が大きくなる〔二次遮蔽(BWR)又は原子炉格納容器及びアニュラス部(PWR)内への放出放射エネルギーが多い〕事象を対象とし、「安全評価審査指針」、「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について(内規)」及び「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」に基づき、線源強度を設定する。(解説5-3に補足)



「原子力安全のためのマネジメントシステム規程」
(JEAC4111-20XX)

改定検討状況について

JEAC4111-20XX改定の背景

I. 事業者の一義的責任を明確にするともに規制検査を一本化する法改正

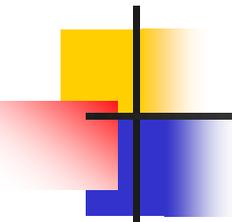
- 横断領域で、新制度の前提となる事業者の自主的安全性向上を支援する必要性

II. 設計及び工事に係る品質管理基準規則は、設置許可の許可基準に格上げ

- 対象期間が工事計画認可・設工認の認可から、設置許可～廃止措置までに拡大、対象施設は原子力施設（8施設）をカバーする
- 以下の4カテゴリーが追加された
 - ①GSR Part2との整合,②JIS Q 9001:2015からの反映,③米国の規制制度から学ぶべき事項,④新検査制度運用にあたり必要な事項

III. 最新知見の反映

- 品質管理基準規則に追加された4カテゴリーの他にも、IAEAのGSR Part2,JIS Q 9001:2015及びこれらに係るガイド等の最新知見を反映
- 事業者の自主的安全性向上に繋がる要求事項・適用ガイドを検討し追加



JEAC4111の今回改定の概要(1/2)

1. 新検査制度への対応

(1)品質管理基準規則の法令上の位置付け変化

⇒設置許可までカバーすることを確認

⇒JEAC4111の適用範囲を再確認し明確化

発電用原子炉施設等 5 施設（現行と同じ）

(2)品質管理基準規則（追加21項目）の反映と具体化（仕様化）

⇒規則に追加された21項目の要求事項をJEAC4111に

反映するとともに、規範性のある取組み方を適用ガイド

として記載

JEAC4111の今回改定の概要(2/2)

2. 自主的安全性向上を推進する事業者の活動を支援できるよう、品質保証・安全文化に係る具体的規格を提供する。

⇒規則への適合性には直接関わらないものの、QMS構築にあたり、新検査制度の前提である自主的安全性向上の観点から必要な要求事項、適用ガイドを追加する。

⇒その際、

- ・ JEAG4121の【解説】 【例示】の内容をJEAC4111へ移行し規格化
- ・ 最新知見としてGSR Part2, JIS Q 9001及びこれらのガイドからも必要な事項を抽出
- ・ 記載内容のうち、関連する事項については、保守管理規程との整合調和を図る。

第1部 序論

第2部 要求事項

第3部 適用ガイド,解説

附属書-1 根本原因分析に関する要求事項

-2 安全文化及び安全のためのリーダーシップに関する適用ガイド

-3 改善措置活動(CAP)に関する適用ガイド

-4 (参考) QMSに関する標準品質保証仕様書

JEAC4111-20XXの構成コンセプト

新検査制度に対応し、品質管理基準規則を満たすと共に、事業者の自主的安全性向上を推進する規格とする。

基本 要求事項 追加 要求事項 (shall)	適用ガイド 今回新たに追加 (should,may,can)	解説
JEAC4111 : 2013の構造、要求事項をベースとして ①品質管理基準規則として追加された要求事項を含めた基本 要求事項	以下から抽出した、要求事項に対する取組み方を下記を参照して構成 ①JEAG4121の【解説】【例示】を選択し規格化 ②IAEAのガイドライン等から必要な情報を反映 ③JIS Q 9002 (9001のガイド) から必要な情報を反映	・要求事項の必要性,背景,言葉の解釈など ・品質管理基準規則との関係 ・推奨事項の背景 ・参考文献など
②民間自主規格として追加する要求事項 (GSR Part2, JIS Q 9001,JEAG4121等から)		

品質保証分科会における審議の経緯

1. 品質保証分科会

第43回(2017.3.9)から7回にわたりJEAC4111の審議

第49回(2019.2.4):中間報告案を審議

第50回(2019.8.7):提案時期延期の審議

第51回(2019.11.14):規格提案の審議(否決)

第52回(2020.2.19):規格提案の審議(上程)

第53回(2020.9.7):規格提案の審議(再上程)

2. JEAC4111改定基本方針検討タスク(公開)

NRA職員のオブザーバー参加を得て、10回開催(2017.1.26~2018.11.15)。

品質管理基準規則の改定趣旨を確認

3. 品質保証検討会

第46回(2016.9.14):JEAC4111の改定について議論開始

第54回(2019.1.23):中間報告案を審議

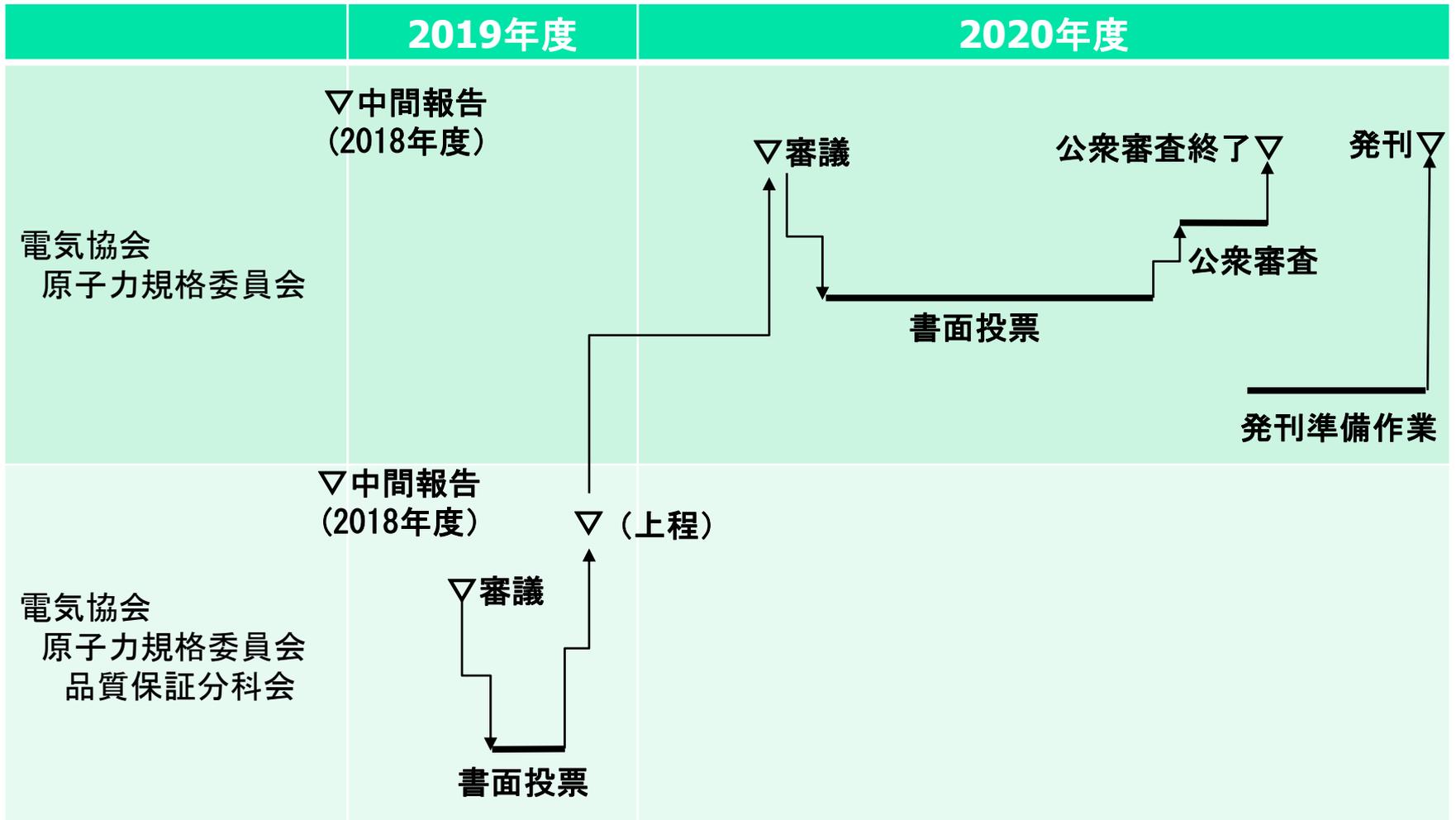
第55回(2019.7.29):提案時期延期の審議

第56回(2019.10.28):規格提案の審議

第57回(2020.2.4):規格提案の審議

第58回(2020.8.24):規格提案の審議

【改定スケジュール】



JEAC4111-20XXに係る要望事項

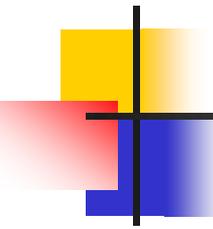
○JEAC4111の技術評価の位置づけ

JEAC4111については、原子力規制委員会(2020年4月8日)において、「日本電気協会によれば、同規程に具体的な良好事例を挙げることで、同規則の解釈を補完したいとのことであるが、事例の善し悪しは施設の状況や事業者の体制等も考慮し、検査の現場で確認すべきものであり、あらかじめ解釈の中で引用すべき性質のものではないことから、技術評価の対象ではないと考える。」とされている。

○原子力規格委員会としての要望

原子力規格委員会としては、今回の改定において、品管規則を満たした上、解釈では不明確な部分を明確化するとともに、海外等の最新知見を考慮し、民間が必要と考える要求事項を追加するなどの充実を図っています。

また、最もふさわしい実施方法を推奨しておりますので、これらを参考に検査を実施することで、合理的に検査の実施に資することができると思っています。



JEAC4111-20XXに係る要望事項

さらに、JEAC4111は、これまで民間のマネジメントシステムの基礎として使用されている実績があり、民間が用いているISOベースの用語、表現と品管規則の差異を埋めるものであるとともに、横断領域の規格として他の民間規格から引用される重要な位置づけと認識しています。

このことから、JEAC4111については、規格発刊後、貴庁との面談等、説明の場を設けていただき、規格内容の相互理解を通して、技術基準解釈等への位置づけについて協議したいと考えております。