

大間原子力発電所審査資料	
資料番号	OM1-CA187-R01
提出年月日	2023年5月18日

大間原子力発電所
審査資料の品質確保について
(コメント回答)

2023年5月

電源開発株式会社

大間原子力発電所
審査資料の品質確保について
(コメント回答)

2023年5月18日
電源開発株式会社

○「第615回審査会合」及び「第646回審査会合」での資料の誤りに関わる対応を踏まえ、本資料にて過去の審査会合資料を引用する際の注記を下記のとおりとする。

・右上の注記

再掲：過去の審査会合資料を、そのまま引用する場合

一部修正：過去の審査会合資料の内容を、一部修正する場合

誤りを修正：過去の審査会合資料の誤りを、正しい記載とする場合

・左下の注記

修正した誤りの内容を記載（誤りの修正がある場合）

指摘事項

・本資料では、審査資料の品質確保に係る下表の指摘事項について回答する。

本資料でご説明

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S8-4	解析データの 入力ミス	第1117回会合 (2023.2.24)	<p>入力データシート及びエコーバックの出力値について、エビデンスとしてシートのコピーを添付すること。</p> <p>その上で、地震動解析業務プロセスでの入力ミスの防止・検出としてチェック機能が有効に働かなかったことの原因とそれに対する是正処置について、下記の観点から分析し説明すること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 応答スペクトルの長周期のレベルの違和感について審査官から事実確認を受けたのにも関わらず、事業者が入力データを再確認しなかったこと。 2) 事業者が入力データを再確認するよりも先に、委託先に別の手法での計算を依頼したこと。 3) 事業者による委託先の業務管理及び品質管理に問題があると考えられること。 4) 委託先の解析担当者が計算機プログラムへm単位で入力せず、入力データシートに記載のkm単位のまま入力してしまったこと。 5) 委託先のチェック担当者が入力ミスを検出できなかったこと。 	<p>I .原因分析・是正処置 P.8, P.11～P.17, P.19, P.20 まとめ P.25, P.26 (参考3)P.33, P.34</p> <p>コメント1)～5)の対応箇所 1) P.16, P.19 2) P.16, P.19 3) P.14, P.19 4) P.14, P.20 5) P.15, P.16, P.20</p>
S8-5	解析データの 入力ミス	第1117回会合 (2023.2.24)	<p>地下構造，地震動，津波の点検において，ルール・手順が守られていることと，数値解析のデータに誤りがないかを確認すること。</p> <p>また，点検結果を踏まえ点検範囲が広がる場合や点検を行う過程で追加する項目がある場合は，柔軟に見直しを行った上で点検を実施すること。</p>	<p>II .類似事象の有無の点検 P.22～P.24 まとめ P.25, P.26 (参考4)P.35, P.36</p>

全体概要

I. 原因分析・是正処置

1. 入力ミスの内容とその判明経緯
2. 改善措置活動の流れ
3. 原因分析
4. 是正処置

II. 類似事象の有無の点検

1. 点検方針・点検対象
2. 点検方法
3. 点検結果

まとめ

<参考>

- (参考1) 入力ミスの地震動評価への影響
- (参考2) 不適合と識別された審査資料
- (参考3) 各社の是正処置
- (参考4) 類似事象の有無の点検結果の詳細



- F-14断層及び隆起再現断層による地震動評価の解析における入力ミスは、新規制基準適合性審査における基準地震動に係る判断に影響するものであり、重大な誤りとして認識している。更には、入力ミス判明の発端がヒアリングにおける審査官からの事実確認であり、当社自ら誤りに気づかなかった点についても深く反省する。
- 第1117回審査会合(2023年2月24日)では、直接原因と点検計画について説明した。今回は、改善措置活動(CAP: Corrective Action Program)に則り、原因分析結果に基づき検討した是正処置及び今回の入力ミスと類似した事象の有無に係る点検について説明する。
- 今後は、改善した業務プロセスに基づいて審査中及び未審査の項目について解析業務を実施し、継続的な品質保証活動によりPDCAを回し続けることで、審査資料の品質を確保し、継続的な改善を図っていく。

プロセス	要旨	コメントとの対応
<p>事象の発生</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2022年12月8日の内陸地殻内地震の地震動評価に係るヒアリングでの、審査官からのF-14断層によるハイブリッド合成法(統計的グリーン関数法と理論的手法を合成した方法)と統計的グリーン関数法による地震動評価についての事実確認を受け、その後の審査の準備過程にて地震動解析のデータを改めて確認したところ、解析データの一部に入力ミスがあることが判明した。 • 本件事象は、断層モデルを用いた手法(統計的グリーン関数法と理論的手法のハイブリッド合成法)による地震動評価のうち理論的手法の解析において、断層上端深さの入力値を3,000mと入力すべきところを3mと入力したため、断層全体を浅く設定して解析を行ったものである。 	
<p>改善措置活動プロセス</p>	<p>改善措置活動(CAP)に則り状態報告書(GR)を起票するとともに、CAP会議体にて本件を不適合と判定し、是正処置プロセス及び不適合管理プロセスによる処理を開始した。</p>	
	<p><主な原因></p> <ul style="list-style-type: none"> (i) データ入力…委託先において解析手順を遵守する仕組みが不十分であり、当社においても委託先の解析手順の履行状況の確認が不十分であったこと。 (ii) 入力結果の確認…委託先において確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバックの間の具体的なチェック方法を定めておらず、当社においても入力結果に対する委託先のチェック方法の確認が不十分であったこと。 (iii) 解析結果の検証…当社・委託先ともに、専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかったこと。 <p><主な是正処置></p> <ul style="list-style-type: none"> (i) 委託先は、着手時レビューにより、解析手順、注意事項を明確化・共有化し、解析手順の遵守の徹底を行い、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを作成する。当社は、委託先の解析手順の履行状況の確認のためのチェック項目・方法を定める。 (ii) 委託先は、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて、入力データシートとエコーバックのチェックを実施し、当社は委託先の入力結果のチェックが適切に行われていることを確認する。 (iii) 当社・委託先ともに、専門的な観点による検証プロセスに、入力データの再確認を追加する。 <p>これらに共通する背景として、解析手順の遵守の重要性や単純な誤りが生じることへの意識不足が解析の誤りに繋がり、原子力安全に大きな影響を及ぼすという認識が不足していたことが挙げられる。このことから、当社・委託先ともに審査資料の品質確保の重要性に関する教育を実施し、意識の向上を図る。</p>	<p>No.S8-4</p>
	<p>不適合管理プロセス</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今回の入力ミスと類似した事象の有無について点検した結果、正しい入力値で適切な解析が行われていることを確認した。 • 是正処置により改善した業務プロセスに基づき、再解析を実施するとともに、他の解析業務にも反映する。(今後実施予定) 	<p>No.S8-5</p>

I . 原因分析·是正処置

1. 入力ミスの内容とその判明経緯(1/7)



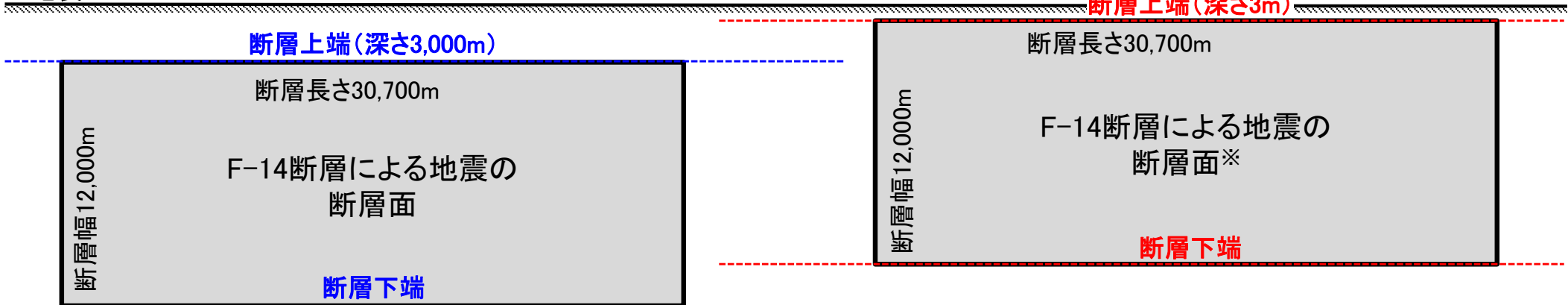
入力ミスの概要

- F-14断層及び隆起再現断層による地震の断層モデルを用いた手法(統計的グリーン関数法と理論的手法のハイブリッド合成法)による地震動評価のうち理論的手法の解析において、断層上端深さの入力値を3,000mと入力すべきところを3mと入力したため、断層全体を浅く設定して解析を行った。
- 入力ミスによる地震動評価への影響は、巻末の(参考1)のP.29, P.30に示す。

正

誤

▼地表



理論的手法の解析における断層面イメージ

理論的手法の解析における断層面イメージ

理論的手法の解析において、断層面基準点(断層上端)の深さの入力値はm単位とすべきところ、km単位の数値として入力しており、3,000(m)ではなく3(m)と入力※

理論的手法の解析における入力データ(一部抜粋)

断層長さ[m]	30,700
断層幅[m]	12,000
基準点 東経	140.6537°
基準点 北緯	41.6482°
基準点 深さ[m]	3,000

理論的手法の解析における入力データ(一部抜粋)

断層長さ[m]	30,700
断層幅[m]	12,000
基準点 東経	140.6537°
基準点 北緯	41.6482°
基準点 深さ[m]	3

解析データの入力ミスの内容
(第1073回審査会合(2022年9月16日)におけるF-14断層による地震の基本ケースの場合)

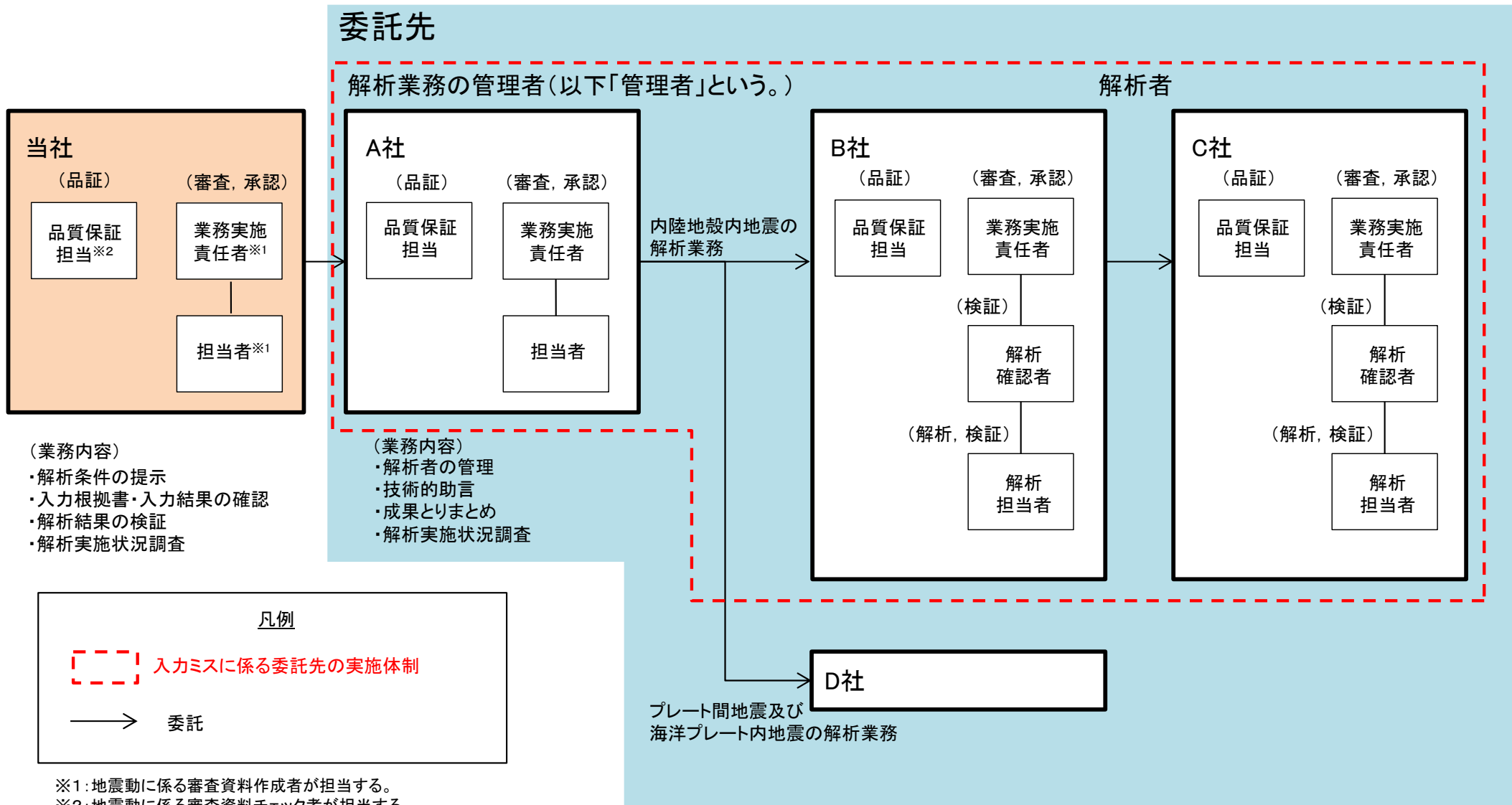
※:断層長さや断層幅は正しい入力値のため、断層面の大きさは正しく設定されていた。



1. 入力ミスの内容とその判明経緯(2/7)

地震動解析業務の実施体制

- 地震動解析業務は、当社から、地震・地震動評価の専門性を有し当社許認可対応業務補助の実績を有するA社へ業務委託し、A社は解析の専門業者であるB社及びD社へ委託を行い実施している。
- B社は、地震動解析業務の一部(F-14断層及び隆起再現断層による地震の地震動評価)をC社へ委託を行い実施している。



1. 入力ミスの内容とその判明経緯(3/7)



地震動解析業務における当社及び委託先の役割

- 今回の入力ミスに係る地震動解析業務における当社及び委託先の役割は以下のとおりである。

当社:審査資料を作成し,その品質に責任を負う。

- ✓ 解析結果を含む審査資料の品質を確保するために,調達要求事項を明確にし,委託先の業務内容を把握のうえ業務監理を行い,委託先の品質保証活動のもと業務管理及び品質管理が確実に実施されていることを確認する。

委託先

管理者:解析者の業務管理を行い,審査資料作成に必要となる解析結果の報告書の品質に責任を負う。

- ✓ 当社調達条件・仕様を満足する適切な解析者を選定し,解析業務の実務を委託により実施する。
- ✓ 解析結果を含む解析業務に係る報告書の品質を確保するために,解析者への助言をしつつ,解析者の業務を管理し,入力根拠書の作成から解析結果の検証までの業務が,解析者の品質保証活動のもと,確実に実施されていることを確認する。

解析者:解析実務を行い,解析結果の品質に責任を負う。

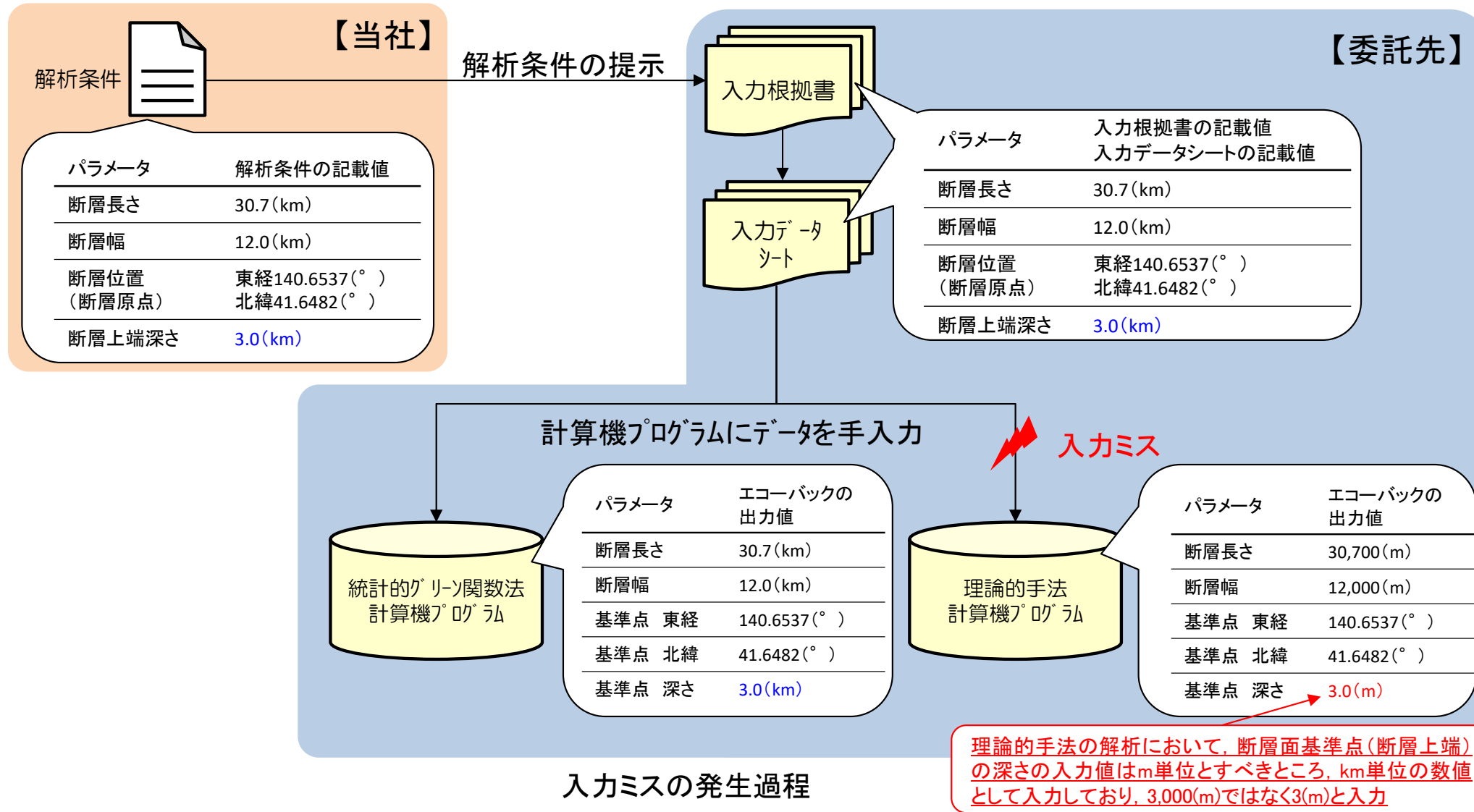
- ✓ 解析の専門業者として,解析に係る入力根拠書の作成,解析の実施,解析結果の検証等を実施する。
- ✓ 解析結果の品質を確保するために,解析者の品質保証活動のもと,解析者が定める解析手順に則り解析業務を確実に実施する。

1. 入力ミスの内容とその判明経緯(4/7)



委託先の入力ミスの内容(1/2)

- ・ 当社から解析条件を提示後、委託先の解析担当者は入力根拠書及び入力データシートを作成する。
- ・ 解析にあたり入力データシート(長さの単位km)から理論的手法の計算機プログラム(長さの単位m)に入力する際に、今回の入力ミスが発生した。



1. 入力ミスの内容とその判明経緯(5/7)



委託先の入力ミスの内容(2/2)

- 入力ミスが発生した箇所を含む入力データシート, 統計的グリーン関数法の計算機プログラムのエコーバック及び理論的手法の計算機プログラムのエコーバックの記録(解析者(C社)のチェック記録の抜粋)を示す。
- C社の解析担当者及び解析確認者は, 入力データシートとエコーバック間のダブルチェックを実施したが, 理論的手法の計算機プログラムへの入力ミスを検出できなかった。

断層パラメータ	記号	設定方法	設定値
断層位置 (断層原点)	-	設定	東経 140.6537° 北緯 41.6482°
走向	θ	解析条件	107 °
傾斜角	δ	解析条件	90 °
すべり角	λ	解析条件	0 °
断層長さ	L	解析条件	30.7 km
断層幅	W	解析条件 (地震発生層厚さ $T_s=15-3=12$ km)	12.0 km
断層面積	S	$S=LW$	368.4 km ²
断層上端深さ	-	解析条件	3.0 km

※: 後述のP.13に示すC社による入力結果の確認のプロセスにおいて, C社が作成した入力データシートとエコーバック間のダブルチェックを実施した記録。その記録を当社が受領したものを。

入力データシート※(抜粋)

原点 東経	140.6537° 0' 0"
原点 北緯	41.6482° 0' 0"
上端深さ [km]	3.0
破壊伝播速度 [km/s]	2.45 (Vr/Vs = 0.72)
破壊開始点 X (L方向比率)	0
Y (W方向比率)	0
破壊開始時刻 [s]	0
走向 [deg]	107
傾斜角 [deg]	90
走向傾斜 [deg]	0
すべり角 [deg]	0
長さ [km]	30.7
幅 [km]	12.0

後で変更

統計的グリーン関数法の計算機プログラムのエコーバック※(抜粋)

長さ [m]	30700
幅 [m]	12000
NL	22
NW	10
破壊開始時刻 [s]	0.0
原点 東経	140.6537° 0' 0"
原点 北緯	41.6482° 0' 0"
原点 深さ [m]	3.0

C社の解析担当者と解析確認者が, 入力データシートとエコーバック間のダブルチェックを実施したが, 入力ミスを検出できなかった箇所

理論的手法の計算機プログラムのエコーバック※(抜粋)

1. 入力ミスの内容とその判明経緯(6/7)



入力ミスの判明経緯(1/2)

- 入力ミスが判明した経緯について以下に示す。

2022.2.7ヒアリング以前の検討及び2022.2.7ヒアリングにおける事実確認

日付	出来事
2022.2.7以前	<ul style="list-style-type: none"> F-14断層による地震のハイブリッド合成法(統計的グリーン関数法と理論的手法を合成した方法)による長周期側の地震動評価結果が、統計的グリーン関数法の結果に比して大きく、かつ破壊開始点の違いによる地震動レベルへの影響が大きい理由として、理論的手法による長周期側の地震動は、実体波に加えて表面波の影響が含まれていること及びコヒーレントな波形によりディレクティビティ効果が現れやすいことによるものと整理していた。 また、応答スペクトル法による結果とも大きな乖離はなかったことから、上記影響も踏まえ、地震動レベルとしても妥当であると考えていた。 併せて、隆起再現断層の地震動評価結果とも比較検討を行い、評価結果の妥当性を確認していた。
2022.2.7 ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> 審査官からF-14断層による地震のハイブリッド合成法による地震動評価結果について、以下の事実確認があった。 <ul style="list-style-type: none"> 鉛直動の長周期側の地震動が大きいものと小さいものがある。破壊が敷地から遠ざかる破壊開始点の場合に長周期側が下がり、敷地に向かう破壊開始点の場合に長周期側が持ち上がる傾向との認識でよいか。 この事実確認に対し、当社からは、同様に認識しており、敷地に対して波が近づくか遠ざかるかで傾向が異なる影響(ディレクティビティ効果)と考えている旨を回答。

2022.12.8ヒアリングにおける事実確認及びその対応

日付	出来事
2022.12.8 ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> 審査官からF-14断層による地震のハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法による地震動評価について、以下の事実確認があった。(入力ミスの判明の発端) <ul style="list-style-type: none"> 周期1秒よりも長周期側の周期帯で、ハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法による地震動評価に乖離がある。 この事実確認に対し、当社からは、ハイブリッド合成法における統計的グリーン関数法と理論的手法の接続周期を1秒とすることについての妥当性を問われたものと考え、周期1秒より長周期側の周期帯では、統計的グリーン関数法に理論的手法をハイブリッド合成したことで、理論的手法の結果の反映により地震動評価が統計的グリーン関数法よりおおむね同等以上となっていることから、接続周期としては適切に設定されていると考える旨を回答。
2022.12.8以降	<ul style="list-style-type: none"> 2022.12.8のヒアリングでの事実確認を受けて、F-14断層による地震のハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法との間で地震動評価に乖離がある要因となった理論的手法(波数積分法)による地震動評価結果について更なる分析、考察を実施。 この過程で、有識者ヒアリングを実施。助言を受けて、長周期側の地震動レベルが大きい要因の検討として、深部地下構造の第1層と第2層の速度コントラスト($V_s=860\text{m/s}$と$V_s=1700\text{m/s}$)に着目した表面波の卓越の可能性について、第1層のS波速度を変えた検討を実施。検討結果からは地盤の速度コントラストの影響による表面波の顕著な卓越は認められなかった。そこで、改めて地震動評価の妥当性の検討を目的として、波数積分法と類似の理論的手法(薄層要素法)による解析を行うこととした。

1. 入力ミスの内容とその判明経緯(7/7)



入力ミスの判明経緯(2/2)

入力ミスの判明～それ以降の対応

日付	出来事
2023.1.6	薄層要素法による解析は、F-14断層による地震の地震動評価を実施した委託先「C社」とは別の、当該解析手法に精通しており、当社の地震動評価の実績のある委託先「D社」に解析を依頼。
2023.1.13	「D社」から、「C社」が行った理論計算結果とは差異が認められる結果との報告を受領。
2023.1.16	当社にて、解析の入力データの誤りに疑念を持ち、入力データを確認したところ、F-14断層の断層上端深さに入力ミスがあることが判明。これを受け、内陸地殻内地震の地震動評価の解析業務の実施責任を担う「B社」に断層上端深さの入力データについて確認を依頼。
2023.1.17	「B社」より、F-14断層による地震に加え隆起再現断層による地震についても、断層上端深さの入力ミスがあることの報告を受領。当社においても隆起再現断層の断層上端深さの入力ミスを確認。
2023.1.18	CAP(改善措置活動)に登録するCR(状態報告書)を起票するとともに、本件に関する事実確認及び原因分析に着手。
2023.1.23	当社より、入力ミスの第一報として、入力ミスの内容と該当範囲について、原子力規制庁へ面談にて報告。
2023.1.25	CAP会議体にて本件を不適合と判定し、不適合管理プロセスによる処理を開始。
2023.2.6	当社より、入力ミスの第二報として、入力ミスの発見の経緯等について、原子力規制庁へ面談にて報告。

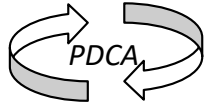
2. 改善措置活動の流れ(1/2)



改善措置活動の内容と体制

- 今回の入力ミスを受け、改善措置活動(CAP:Corrective Action Program)に則り、機関長(原子力技術部長)を審査者、品質管理責任者(原子力部門責任者(CNO))を承認者として、不適合管理及び是正処置を実施した。
- 今後、是正処置により改善した業務プロセスに基づき不適合処理(再解析)を実施するとともに、是正処置の実効性評価を行い、追加の是正処置の要否を検討することによりPDCAを回して審査資料の品質を確保し、継続的な改善を図っていく。

今回の入力ミスに係る改善措置活動の内容と体制

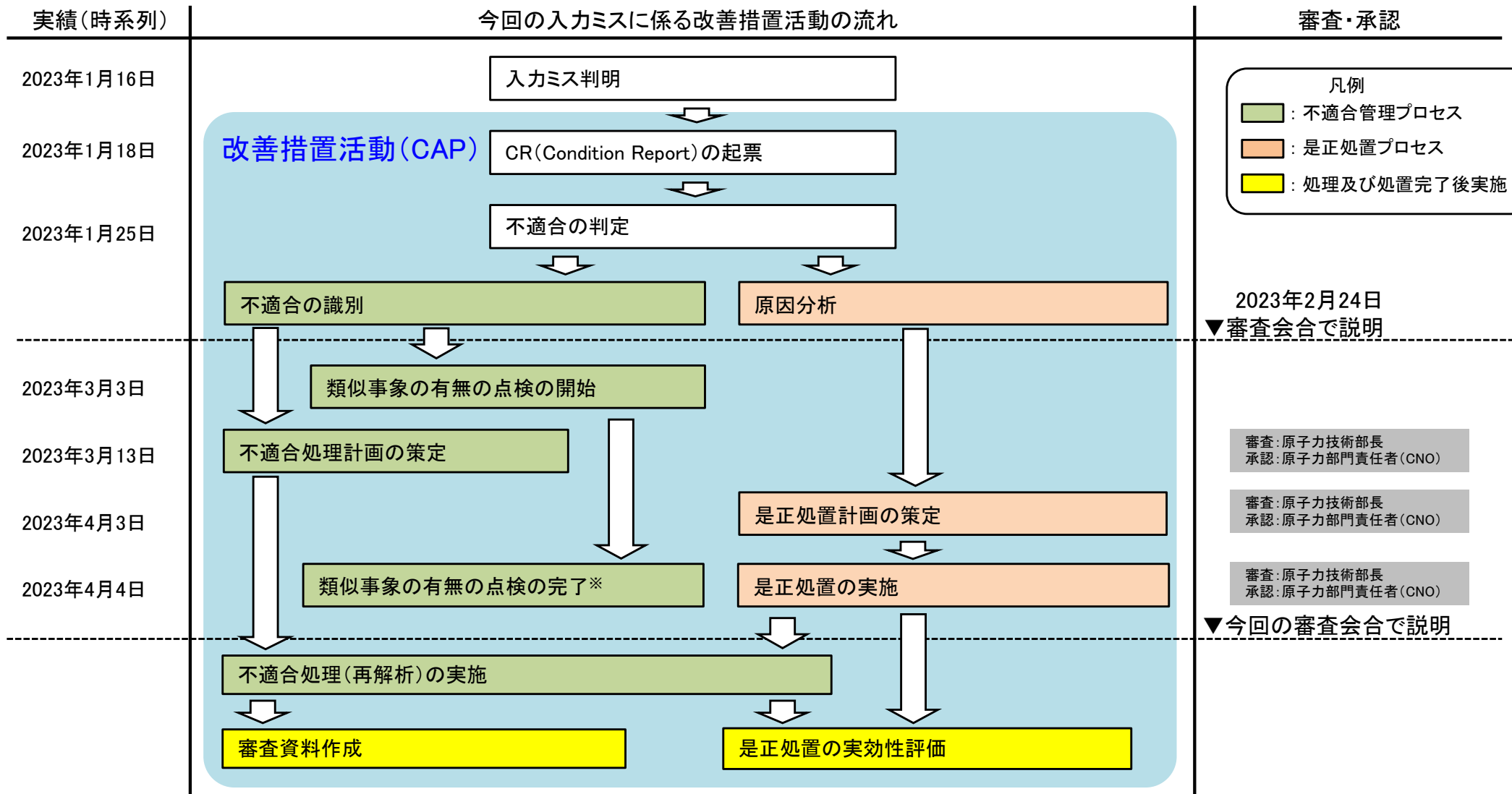
		改善措置活動	
		不適合管理	是正処置
活動内容		<ul style="list-style-type: none"> 【不適合処理】 <ul style="list-style-type: none"> • 不適合の識別※ • 不適合処理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 是正処置により改善した業務プロセスに基づき修正(再解析)を実施 ➢ 審査資料作成(修正の反映) 【類似事象の有無の点検】 <ul style="list-style-type: none"> • 原因分析を踏まえた点検を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 【是正処置】 <ul style="list-style-type: none"> • リスクに対し、その原因を除去し、その再発又は発生を防止する <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事象の分析により、本件事象の原因を明確化 ➢ 分析結果を踏まえ、後述のとおり是正処置を検討・実施 【実効性評価】 <ul style="list-style-type: none"> • 同様の不適合の発生有無などにより、講じた是正処置の実効性を評価 • PDCAを回して審査資料の品質を確保 
体制	審査	機関長(原子力技術部長)	機関長(原子力技術部長)
	承認	品質管理責任者(原子力部門責任者(CNO))	品質管理責任者(原子力部門責任者(CNO))

※:不適合と識別された審査資料は、巻末の(参考2)を参照。



改善措置活動の流れと実績

・ 今回の入力ミスに係る改善措置活動の流れとその実績を以下に示す。



※: 点検において新たな不適合事象が認められた場合は、CRの起票へ戻って新たに不適合管理及び是正処置を行うこととなるが、今回の点検では新たな不適合事象が認められなかったため、点検を完了とした。

3. 原因分析(1/5)

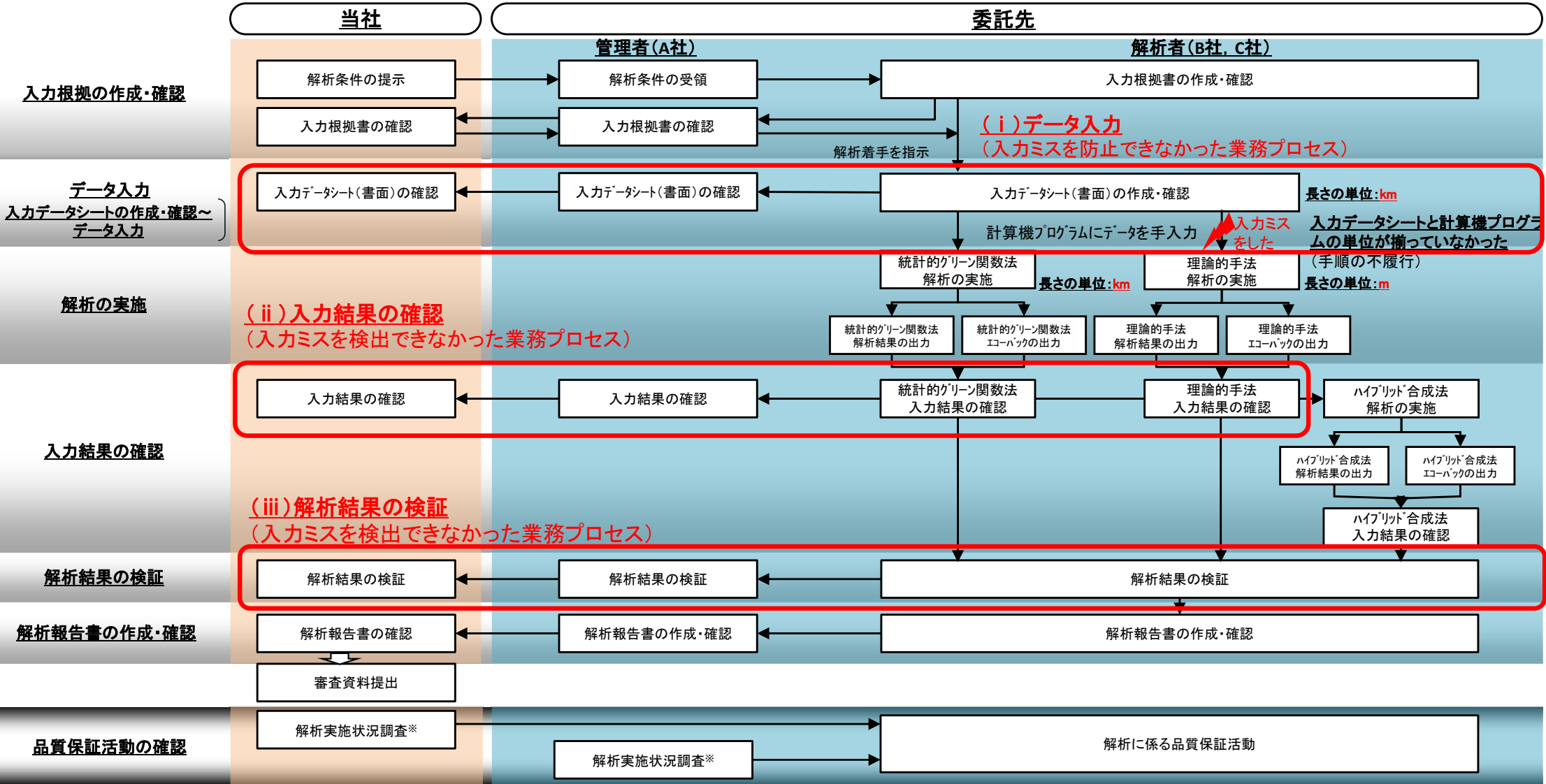
コメントNo.S8-4

第1117回審査会合
資料1 P.9 一部修正



原因分析の対象とする業務プロセスの抽出

- P.5, P.6に示す体制及び役割により実施した解析業務の一連の業務プロセスにおいて、入力ミスを防止できなかった業務プロセス、及び入力ミスを検出できなかった業務プロセスを抽出した。
- 今回の入力ミスは下記に□で示した「(i)入力データシートの作成・確認～データ入力(以下「データ入力」という。)」において発生し、「(ii)入力結果の確認」及び「(iii)解析結果の検証」において入力ミスを検出できなかったことから、これらの3つの業務プロセスに問題があると認識し、原因分析を行う。



※: 解析者における解析に係る品質保証活動の実施状況を確認すること

3. 原因分析(2/5)



(i) データ入力(入力ミスを防止できなかった業務プロセス)

- 原因分析の結果、データ入力のプロセスにおいて、解析者が定めた手順の不履行(入力データシートの数値形式(単位、桁数、符号等)を計算機プログラムの数値形式に揃えなかったこと)が確認され、これが今回の入力ミスの直接の原因となっている。
- 手順の不履行の原因は以下のとおり。
 - ▶ 当社:委託先の解析手順の履行状況に関する当社の確認が不十分であったこと。
 - ▶ 委託先:解析者が解析手順を遵守する仕組みが不十分であり、解析者の解析手順の履行状況に関する管理者の確認も不十分であったこと。

	当社	委託先	
		管理者(A社)	解析者(B社, C社)
業務プロセス			
予め各社が定めた解析手順	委託先が入力データシートのチェックを実施していることを確認し、かつ、委託先作成の入力データシートについて、入力根拠書との整合性を確認する。	解析者が入力データシートのチェックを実施していることを確認し、かつ、解析者作成の入力データシートについて、入力根拠書との整合性を確認する。	計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを作成し、作成した入力データシートと入力根拠書との整合性を確認のうえ、計算機プログラムへ入力する。
実際の行動	解析手順に従って入力データシートの確認を実施したが、m単位の入力データシート作成の必要性に気づかず、委託先が定めた解析手順を遵守させることができなかった。	解析手順に従って入力データシートの確認を実施したが、m単位の入力データシート作成の必要性に気づかず、解析者が定めた解析手順を遵守させることができなかった。	解析手順を遵守せず、計算機プログラムの数値形式に揃えたm単位の入力データシートを作成せずに、それを看過したまま、計算機プログラムの数値形式に揃えていない入力データシートを用いて、計算機プログラムへ入力し、単位換算を失念した※。
入力ミスを防止できなかった原因	委託先の解析手順の履行状況に関する当社の確認が不十分であり、委託先が解析手順を遵守していないことに気づかず、計算機プログラムの単位は、入力データシートの単位と同じだと思った。	解析者の解析手順の履行状況に関する管理者の確認が不十分であり、解析者が解析手順を遵守していないことに気づかず、計算機プログラムの単位は、入力データシートの単位と同じだと思った。	解析手順を遵守する仕組みが不十分であり、kmとmの単位換算の暗算程度であれば、入力ミスのリスクはないと考えたため、解析担当者は計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを作成するという解析手順を遵守しなかった。
原因の整理	委託先の解析手順の履行状況に関する当社の確認が不十分であった。 解析手順の遵守の重要性への意識不足	解析者の解析手順の履行状況に関する管理者の確認が不十分であった。 解析手順の遵守の重要性への意識不足	解析手順を遵守する仕組みが不十分であった。 同左

※:「計算機プログラムの数値形式に揃えたm単位の入力データシートを作成していなかったこと」に加え、「断層面基準点深さについては、同じm単位の断層長さと同層幅と入力順序が連続していなかったこと(P.8参照)」もあり、解析者は単位換算を失念したものとしている。

3. 原因分析(3/5)



(ii) 入力結果の確認(入力ミスを検出できなかった業務プロセス)

- 原因分析の結果, 入力結果の確認のプロセスにおける主な原因は以下のとおり。
 - ▶ 当社: 入力結果に関する委託先のチェック方法に対して当社の確認が不十分であったこと。
 - ▶ 委託先: 解析者が確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めておらず, 管理者が把握できていなかったこと。

	当社	委託先	
		管理者(A社)	解析者(B社, C社)
業務プロセス	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">入力結果の確認</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">← 入力結果の確認</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">← 入力結果の確認</div>
予め各社が定めた解析手順	委託先が入力データシートとエコーバックをチェックしていることを確認する。 必要な場合は, 一部抜き取りチェックを実施する。	解析者が入力データシートとエコーバックをチェックしていることを確認する。 必要な場合は, 一部抜き取りチェックを実施する。	解析担当者と解析確認者が入力データシートとエコーバックをチェックする。業務実施責任者は, チェックされていることを確認する。
実際の行動	解析手順に従って入力結果の確認を実施したが, 入力ミスを検出できなかった。	解析手順に従って入力結果の確認を実施したが, 入力ミスを検出できなかった。	入力データシートの作成における手順の不履行を看過したまま入力結果のチェックを実施したため, 断層面基準点の深さについては入力データシートにおける単位の違いを見落として数値のチェックのみ行い, 入力ミスを検出できなかった。
入力ミスを検出できなかった原因	<u>入力結果に関する委託先のチェック方法に対して当社の確認が不十分であり, 単純な誤りが生じることへの意識が不足していたため, 委託先のチェックを適切と判断した。</u>	<u>解析者が入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかったことを, 管理者が把握できておらず, 単純な誤りが生じることへの意識が不足していたため, 解析者のチェックを適切と判断した。</u>	<u>入力データシートの単位が計算機プログラムに揃えられていることを確認した上で, 数値をチェックするという確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかった。</u>
原因の整理	<u>入力結果に関する委託先のチェック方法に対して当社の確認が不十分であった。</u>	<u>解析者が入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかったことを, 管理者が把握できていなかった。</u>	<u>確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかった。</u>
	単純な誤りが生じることへの意識不足	単純な誤りが生じることへの意識不足	同左

3. 原因分析(4/5)



(iii) 解析結果の検証(入力ミスを検出できなかった業務プロセス)

- 原因分析の結果、解析結果の検証のプロセスにおける主な原因は以下のとおり。
 - ▶ 当社及び委託先: 専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかったこと。

	当社	委託先	
		管理者(A社)	解析者(B社, C社)
業務プロセス	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">解析結果の検証</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">解析結果の検証</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">解析結果の検証</div>
予め各社が定めた解析手順	委託先が解析結果の検証を実施していることを確認する。 類似の解析結果との比較、傾向分析等により解析結果の妥当性を検証する。	解析者が解析結果の検証を実施していることを確認する。 類似の解析結果との比較、傾向分析等により解析結果の妥当性を検証する。	類似の解析結果との比較、傾向分析等により解析結果の妥当性を検証する。
実際の行動	解析手順に従って解析結果の検証を実施したが、入力ミスを検出できなかった。	解析手順に従って解析結果の検証を実施したが、入力ミスを検出できなかった。	同左
入力ミスを検出できなかった原因	委託先が入力データシートとエコーバックの全数ダブルチェックを実施しているので、入力に誤りはないと思込み結果の解釈を重視した。 審査官からの事実確認があったにもかかわらず、下記解析結果の検証を以って、解析結果は科学的、工学的にあり得るレベルと思込み、別の手法での検証により誤りが判明するまで、 <u>専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。</u> ・表面波の影響やディレクティブ効果の影響検討 ・同様の入力ミスがあった類似解析との比較(F-14断層による地震と隆起再現断層による地震の地震動評価結果を比較) ・応答スペクトル法による解析との比較	解析者が入力データシートとエコーバックの全数ダブルチェックを実施しているので、入力に誤りはないと思込み結果の解釈を重視した。 応答スペクトル法による解析との比較では、入力ミスを検出できる精度がなかった。 <u>専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。</u>	解析担当者と解析確認者が入力データシートとエコーバックの全数ダブルチェックを実施しているので、入力に誤りはないと思込み結果の解釈を重視した。 応答スペクトル法による解析との比較では、入力ミスを検出できる精度がなかった。 <u>専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。</u>
原因の整理	<u>専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。</u>	<u>専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。</u>	同左
	単純な誤りが生じうることへの意識不足	単純な誤りが生じうることへの意識不足	同左

原因分析のまとめ

- 原因分析の結果、データ入力のプロセスにおいて、解析者が定めた手順の不履行が確認され、これが今回の入力ミスの直接の原因となっている。
- 各業務プロセスにおける原因分析の結果を当社と委託先ごとに整理して示す。

■当社

○入力ミスを防止できなかった原因

(i)データ入力：委託先の解析手順の履行状況に関する当社の確認が不十分であったこと。

○入力ミスを検出できなかった原因

(ii)入力結果の確認：入力結果に関する委託先のチェック方法に対して当社の確認が不十分であったこと。

(iii)解析結果の検証：専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかったこと。

■委託先

○入力ミスを防止できなかった原因

(i)データ入力：解析者が解析手順を遵守する仕組みが不十分であり、解析者の解析手順の履行状況に関する管理者の確認も不十分であったこと。

○入力ミスを検出できなかった原因

(ii)入力結果の確認：解析者が確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めておらず、管理者が把握できていなかったこと。

(iii)解析結果の検証：専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかったこと。

■当社と委託先に共通

これらの原因の背景には、解析手順の遵守の重要性や単純な誤りが生じることへの意識不足が解析の誤りに繋がり、原子力安全に大きな影響を及ぼすという認識が不足していたことが挙げられる。

原因の分類	業務プロセス	当社の原因	委託先の原因	
			管理者	解析者
入力ミスを防止できなかった原因	(i)データ入力	委託先の解析手順の履行状況に関する当社の確認が不十分であった。	解析者の解析手順の履行状況に関する管理者の確認が不十分であった。	解析手順を遵守する仕組みが不十分であった。
入力ミスを検出できなかった原因	(ii)入力結果の確認	入力結果に関する委託先のチェック方法に対して当社の確認が不十分であった。	解析者が入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかったことを、管理者が把握できていなかった。	確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかった。
	(iii)解析結果の検証	専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。	専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。	同左
意識面の原因	(iv)全般	解析手順の遵守の重要性や単純な誤りが生じることへの意識不足が解析の誤りに繋がり、原子力安全に大きな影響を及ぼすという認識が不足していた。	解析手順の遵守の重要性や単純な誤りが生じることへの意識不足が解析の誤りに繋がり、原子力安全に大きな影響を及ぼすという認識が不足していた。	同左

(余白)

4. 是正処置(1/2)



当社の是正処置

- 是正処置の策定に当たっては、まず第一に入力ミスを防止する是正処置を策定し、入力ミスが生じないようにすることが重要と考える。次に、入力ミスを防止できなかった場合も想定し、入力ミスを検出する是正処置を策定し、解析結果の品質保証に万全を期す。当社の是正処置として、「当社が行う対策」、及び、委託先による入力ミスの防止、入力ミスの検出のための対策が確実に実施されるように「委託先への調達要求事項に追加する対策」を下表の(i)～(iv)に示す。
- 入力ミスを防止するための主な是正処置として、(i)委託先の解析手順等の明確化・共有化により解析手順遵守を徹底した。
- 入力ミスを検出するための主な是正処置として、(ii)入力結果の確認方法を明確化し、(iii)専門的な観点による検証プロセスに入力データの再確認を追加した。

是正処置の分類	業務プロセス	原因	是正処置	
			当社が行う対策	委託先への調達要求事項に追加する対策
入力ミスを防止する是正処置	(i)データ入力	委託先の解析手順の履行状況に関する当社の確認が不十分であった。	<u>(i)委託先の解析手順等の明確化・共有化による解析手順遵守の徹底</u> 委託先が明確化・共有化した解析手順、注意事項を確認・把握のうえ、解析手順の履行状況の確認のためのチェック項目・方法を定める。	<u>(i)委託先の解析手順等の明確化・共有化による解析手順遵守の徹底</u> 委託先への調達要求事項として、着手時レビューによる解析手順、注意事項の明確化と共有化を追加する。 更に、入力データシートを計算機プログラムの数値形式に揃えることを解析手順に定めていない解析者もあることから(P.24に示す点検結果に後述)、これを委託先への調達要求事項に追加する。
入力ミスを検出する是正処置	(ii)入力結果の確認	入力結果に関する委託先のチェック方法に対して当社の確認が不十分であった。	<u>(ii)入力結果の確認方法の明確化</u> 計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて、委託先の入力結果のチェックが適切に行われていることを確認する。 なお、解析の誤りが生じた地震動の解析業務では、是正処置の実効性が確認できるまで、入力データシートとエコーバックの全数チェックを行う。	—
	(iii)解析結果の検証	専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。	<u>(iii)専門的な観点による検証プロセスに入力データの再確認の追加</u> 専門的な観点による検証プロセスに、入力データの再確認を追加し、解析結果の妥当性が明確に判断できない場合及びヒアリング・審査会合において結果に関する事実確認がされた場合には、入力データを再確認する。 委託先の解析結果の検証において、解析結果の妥当性が明確に判断できない場合には、入力データの再確認が実施されていることを確認する。	<u>(iii)専門的な観点による検証プロセスに入力データの再確認の追加</u> 委託先への調達要求事項として、専門的な観点による検証プロセスに、入力データの再確認を追加する。
意識面を改善する是正処置	(iv)全般	解析手順の遵守の重要性や単純な誤りが生じることへの意識不足が解析の誤りに繋がり、原子力安全に大きな影響を及ぼすという認識が不足していた。	<u>(iv)審査資料の品質確保の重要性に関する教育の実施</u> 今回の事象内容、是正処置、解析の重要性と解析を誤った場合の重大性、及び審査資料の品質確保の重要性について社内教育を行い、意識の向上を図る。 委託先に対して、着手時レビュー等において上記の意識の改善の周知・徹底を図る。	—

委託先の是正処置

- 委託先の是正処置を下表の(i)~(iv)に示す。
- 入力ミスを防止するための主な是正処置*として、(i)着手時レビューにおける解析手順等の明確化・共有化により解析手順遵守を徹底した。
- 入力ミスを検出するための主な是正処置*として、(ii)入力結果の確認方法を明確化し、(iii)専門的な観点による検証プロセスに入力データの再確認を追加した。

※:各社の是正処置は、巻末の(参考3)を参照。

是正処置の分類	業務プロセス	委託先	原因	是正処置
入力ミスを防止する是正処置	(i)データ入力	管理者	解析者の解析手順の履行状況に関する管理者の確認が不十分であった。	(i)着手時レビューにおける解析手順等の明確化・共有化による解析手順遵守の徹底 解析者が着手時レビューにおいて明確化・共有化した解析手順、注意事項を確認・把握のうえ、解析手順の履行状況の確認のためのチェック項目・方法を定める。
		解析者	解析手順を遵守する仕組みが不十分であった。	(i)着手時レビューにおける解析手順等の明確化・共有化による解析手順遵守の徹底 着手時レビューにおいて、解析手順、注意事項を明確化・共有化することにより、解析手順の遵守を徹底する。さらに、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートの様式を定め、着手時レビューにおいて確認する。
入力ミスを検出する是正処置	(ii)入力結果の確認	管理者	解析者が入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかったことを、管理者が把握できていなかった。	(ii)入力結果の確認方法の明確化 計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて、解析者の入力結果のチェックが適切に行われていることを確認する。
		解析者	確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバック間の具体的なチェック方法を定めていなかった。	(ii)入力結果の確認方法の明確化 計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて、入力データシートとエコーバックのチェックを実施する。
	(iii)解析結果の検証	管理者 解析者	専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかった。	(iii)専門的な観点による検証プロセスに入力データの再確認の追加 専門的な観点による検証プロセスに、入力データの再確認を追加し、解析結果の妥当性が明確に判断できない場合には、入力データを再確認する。 管理者は解析者が実施した解析結果の検証において、解析結果の妥当性が明確に判断できない場合には、入力データの再確認が実施されていることを確認する。
意識面を改善する是正処置	(iv)全般	管理者 解析者	解析手順の遵守の重要性や単純な誤りが生じうることへの意識不足が解析の誤りに繋がり、原子力安全に大きな影響を及ぼすという認識が不足していた。	(iv)審査資料の品質確保の重要性に関する教育の実施 今回の事象内容、是正処置、解析の重要性と誤った場合の重大性、及び審査資料の品質確保の重要性について社内教育を行い、意識の向上を図る。

Ⅱ．類似事象の有無の点検



1. 点検方針・点検対象

(1) 点検方針

- 今回の解析データの入力ミスについて、内陸地殻内地震以外の地震動解析と地震・津波分野のその他の審査項目においてデータの入力を伴う数値解析へ水平展開し、原因分析結果に応じた点検を行い、今回の入力ミスと類似した事象の有無を確認する。

(2) 点検対象とする審査資料

- 点検対象とする審査項目は、地震・津波分野のうち、データの入力を伴う業務プロセスを踏む数値解析を実施している、地震動、津波及び地下構造とする。
- 点検対象とする審査資料は、審査の進捗を考慮して、審査中の項目である地震動及び津波については最新版とし、おおむね審査済みの項目である地下構造については最終版とする(下表を参照)。

点検対象とする審査資料

審査項目	分類		解析項目	点検対象とする審査資料(最新版または最終版)	
地下構造	-		<ul style="list-style-type: none"> 三次元地下構造モデルの作成に係るジョイントインバージョン解析 FEMモデル、差分法モデルを用いた地盤応答解析 一次元波動論に基づく地盤応答解析 	2020/12/18 審査会合(第932回)・資料1-1・資料1-2	
地震動	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	プレート間地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 	2021/6/11 審査会合(第983回)・資料2-3	
		海洋プレート内地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 応答スペクトルに基づく地震動の解析 	2021/8/27 審査会合(第998回)・資料1-1・資料1-2	
		内陸地殻内地震	F-14断層による地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 応答スペクトルに基づく地震動の解析 	2022/12/8 ヒアリング資料(OM1-CA182-R00)
			奥尻3連動による地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 応答スペクトルに基づく地震動の解析 	
	震源を特定せず策定する地震動	標準応答スペクトルを考慮した地震動		<ul style="list-style-type: none"> 模擬地震波作成に係る解析 一次元波動論に基づく地盤応答解析 	2022/3/18 審査会合(第1035回)・資料1-2
		2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動		<ul style="list-style-type: none"> 一次元波動論に基づく地盤応答解析 	
津波	地震による津波		<ul style="list-style-type: none"> 非線形長波の理論式による津波の伝播解析 	2021/12/24 審査会合(第1023回)・資料1-1・資料1-2	
	地震以外の要因による津波		<ul style="list-style-type: none"> 非線形長波の理論式による津波の伝播解析 二層流モデルによる津波の伝播解析 Kinematic landslideモデルによる津波の伝播解析 		

2. 点検方法



下記の考え方、【確認1】～【確認3】の確認手順に基づき点検を実施する。

《考え方》

- 今回の入力ミスの直接の原因は、委託先が解析手順を遵守せず、数値解析に用いる入力データシートを作成する際に、数値形式(単位、桁数、符号等)を計算機プログラムの数値形式に揃えなかったことであるため、解析手順書に記載された手順どおりに解析が実施されていたかを、確認する。【確認1】
- 「入力データシート等の数値形式と計算機プログラムの数値形式を揃えること」を解析手順として定めていない委託先については、委託先が解析手順を遵守した場合でも、入力データシートの数値形式と計算機プログラムの数値形式が整合せず、今回の入力ミスの類似事象が発生する可能性が残る。よって、解析時に入力データシート等の数値形式を計算機プログラムの数値形式に揃えた上で数値の整合を確認していたかを、確認する。【確認2】

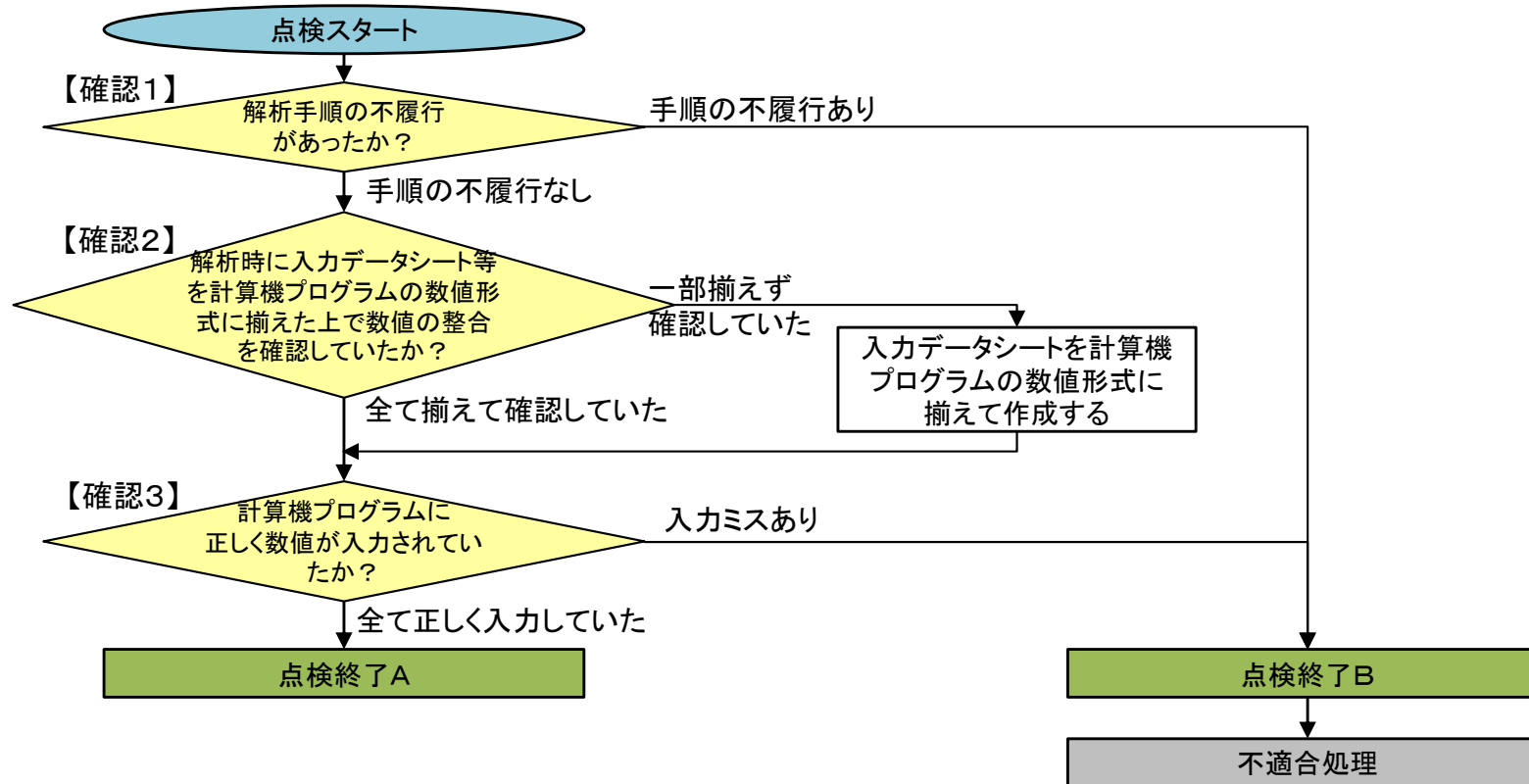
《確認手順》

【確認1】 解析手順書に記載された手順どおりに解析が実施されていたかを確認する。

ここで、内陸地殻内地震では、委託先が数値形式(単位、桁数、符号等)を計算機プログラムの数値形式に揃えるという解析手順を遵守していなかったため、入力データシート等の数値形式と計算機プログラムの数値形式を揃える解析手順以外について、手順どおりに解析が実施されていたかを、確認する。

【確認2】 解析時に入力データシート等の数値形式を計算機プログラムの数値形式に揃えた上で数値の整合を確認していたかを、確認する。

【確認3】 計算機プログラムの数値形式に揃えて作成された入力データシート等に基づき、計算機プログラムに正しく数値が入力されていたかを、確認する。



第1117回会合での報告に加えて新たな品質確保上の問題が生じた場合には、必要に応じて点検内容、範囲を見直し、再点検を行う。

点検のフロー

3. 点検結果



点検結果

- 【確認1】 点検対象としたいずれの解析においても、解析手順の不履行がなく、解析手順書に記載された手順どおりに解析が実施されていたことを確認した。
- 【確認2】 「地下構造、プレート間地震、海洋プレート内地震及び内陸地殻内地震※1」において、解析時に入力データシート等の数値形式を計算機プログラムの数値形式に一部揃えず数値の整合を確認していたため、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを作成した。
「震源を特定せず策定する地震動及び津波」において、解析時に入力データシート等の数値形式を計算機プログラムの数値形式に全て揃えて数値の整合を確認していたことを確認した。
- 【確認3】 点検対象としたいずれの解析においても、計算機プログラムへの入力値が全て正しいことを確認した。
上記点検の結果、「点検終了B」に至るものではなく、解析手順書に記載された手順どおりに正しい入力値で解析が行われており、いずれも「点検終了A」であることを確認した。
点検結果を踏まえ、今回対象とした点検内容及び範囲を見直す必要はなかった。

今後の対応

- ・【確認2】において入力データシートの一部が計算機プログラムの数値形式に揃っていなかった数値解析については、入力データシートを計算機プログラムの数値形式に揃えて点検した。今後の数値解析については、入力データシートを計算機プログラムの数値形式に揃える解析手順とするようにマニュアルを改訂し、今回の入力ミスと類似した事象の発生を防止する。
- ・【確認3】において入力値が全て正しいことを確認したが、解析時の確認においては入力値の確認はされているものの具体的なチェック方法が定められていなかったため、ここに今回の入力ミスと類似した事象の発生リスクがあると考えられた。今後の数値解析では、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて入力値の確認をする解析手順とするようにマニュアルを改訂し、今回の入力ミスと類似した事象の発生を防止する。

審査項目	分類	確認1	確認2	確認3	点検終了の区分	
地下構造※2	—	手順不履行なし	一部揃えず確認	全て正しく入力	A	
地震動※2	プレート間地震	手順不履行なし	一部揃えず確認	全て正しく入力	A	
	海洋プレート内地震	手順不履行なし	一部揃えず確認	全て正しく入力	A	
	内陸地殻内地震※1	F-14断層による地震	手順不履行なし※3	一部揃えず確認	全て正しく入力	A
		奥尻3連動による地震	手順不履行なし※3	一部揃えず確認	全て正しく入力	A
		隆起再現断層による地震	手順不履行なし※3	一部揃えず確認	全て正しく入力	A
	震源を特定せず策定する地震動	標準応答スペクトルを考慮した地震動	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	A
2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動		手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	A	
津波※2	地震による津波	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	A	
	地震以外の要因による津波	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	A	

※1:内陸地殻内地震については、今回のF-14断層及び隆起再現断層による地震の数値解析の入力ミスがあった箇所以外について、改めて今回の入力ミスと類似した事象の有無を点検した。

※2:解析項目ごとの点検結果を巻末の(参考4)に示す。

※3:計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを作成する解析手順以外の手順の不履行がないことを確認した。

I.原因分析・是正処置

- 地震動解析における入力ミスが生じた業務プロセスに関して、原因分析を行い、以下に示す事項を主な原因として特定した。

<入力ミスを防止できなかった原因>

- (i) データ入力・・・委託先において解析手順を遵守する仕組みが不十分であり、当社においても委託先の解析手順の履行状況の確認が不十分であったこと。

<入力ミスを検出できなかった原因>

- (ii) 入力結果の確認・・・委託先において確実に入力結果をチェックするための入力データシートとエコーバックの間の具体的なチェック方法を定めておらず、当社においても入力結果に関する委託先のチェック方法の確認が不十分であったこと。
- (iii) 解析結果の検証・・・当社及び委託先ともに、専門的な観点による検証プロセスにおいて、入力データを再確認しなかったこと。

- 入力ミスをなくすため、まず第一に入力ミスを防止する是正処置を策定した上で、入力ミスを防止できなかった場合でも入力ミスを検出する是正処置を策定した。当社が実施する項目及び調達要求事項として委託先に要求する項目、並びに委託先が実施する項目を以下のとおり定めた。

<入力ミスを防止する是正処置>

- (i) ✓ 当社は、委託先が明確化・共有化した解析手順、注意事項を確認・把握のうえ、解析手順の履行状況の確認のためのチェック項目・方法を定める。また、当社は委託先に対し、解析手順等を遵守するため、着手時に解析手順等を明確化・共有化すること、及び計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートの作成を要求する。
 - ✓ 委託先は、着手時レビューにより、解析手順、注意事項を明確化・共有化し、解析手順の遵守の徹底を行うとともに、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを作成する。また、それらの解析手順の履行状況の確認のためのチェック項目・方法を定める。

<入力ミスを検出する是正処置>

- (ii) ✓ 当社は、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて委託先の入力結果のチェックが適切に行われていることを確認する。
 - ✓ 委託先は、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて入力データシートとエコーバックのチェックを実施していること、及び解析者の入力結果のチェックが適切に行われていることを確認する。
- (iii) ✓ 当社は、専門的な観点による検証プロセスに、入力データの再確認を追加し、解析結果の妥当性が明確に判断できない等の場合は、入力データを再確認する。また、当社は委託先に対し、専門的な観点による検証プロセスに入力データの再確認を追加することを要求する。
 - ✓ 委託先は、専門的な観点による検証プロセスに、入力データの再確認を追加する。

- 上記の主な原因として示した(i)～(iii)に共通する背景として、解析手順の遵守の重要性や単純な誤りが生じうることへの意識不足が解析の誤りに繋がり、原子力安全に大きな影響を及ぼすという認識不足が挙げられる。このため、当社・委託先ともに、意識面を改善する是正処置として、審査資料の品質確保の重要性に関する教育を実施し、意識の向上を図る。

II.類似事象の有無の点検

- 今回の入力ミスと類似した事象の有無を確認するため、地震動、津波及び地下構造に関するデータの入力を伴う数値解析について点検した結果、いずれも委託先における手順の不遵守は認められず、正しい入力値で適切な解析が行われていることを確認した。

<今後の取組み>

- 原子力安全を確保することは、原子力事業者である当社の責務である。しかしながら、当社のみで安全確保が実現できるわけではなく、設計・許認可から建設、運用に至るまで、委託先等の多くの関係者ととも、常に安全を追求していく必要がある。
- 今回、基準地震動に係る重要な解析において入力ミスが発生したことを重く受け止め、同様の誤りを生じさせることのないように、まず第一に入力ミスを防止する是正処置を策定し、さらに入力ミスがあった場合でも検出できる是正処置を策定することで業務プロセスを改善し、今後の解析を実施する。これに加えて、業務における誤りが原子力安全に大きな影響を及ぼすことについて、繰り返し教育を行うことで意識の改善を図り、本件事象の風化の防止に努めていく。
- 今後、当社はこのような重要な業務を行うにあたり、自社はもとより委託先に対しても、着手時レビュー等において、本件事案を踏まえて業務の重要性を認識させ、それぞれの役割分担及び手順等を十分に確認して適切に業務が実施されるようにするとともに、品質保証活動についてのPDCAにより業務プロセスの継続的改善を図り、他の解析業務にも反映することで、原子力事業者としての責任を全うしていく。

(余白)

目次

〈参考〉

(参考1) 入力ミスの地震動評価への影響

(参考2) 不適合と識別された審査資料

(参考3) 各社の是正処置

(参考4) 類似事象の有無の点検結果の詳細



(参考1)入力ミスの地震動評価への影響(1/2)

訂正が必要となる地震動評価の例

- 訂正が必要となる地震動評価として、直近の第1073回審査会合(2022年9月16日)のF-14断層による地震の短周期レベルの不確かさケースのハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法による地震動評価の比較の図を示す。

訂正が必要となる地震動評価結果

第1073回審査会合(2022年9月16日) 資料1 P.131に加筆

(補足4)ハイブリッド合成法の接続周期について(3/3)

第1035回審査会合
資料1-1 P.120 一部修正

131

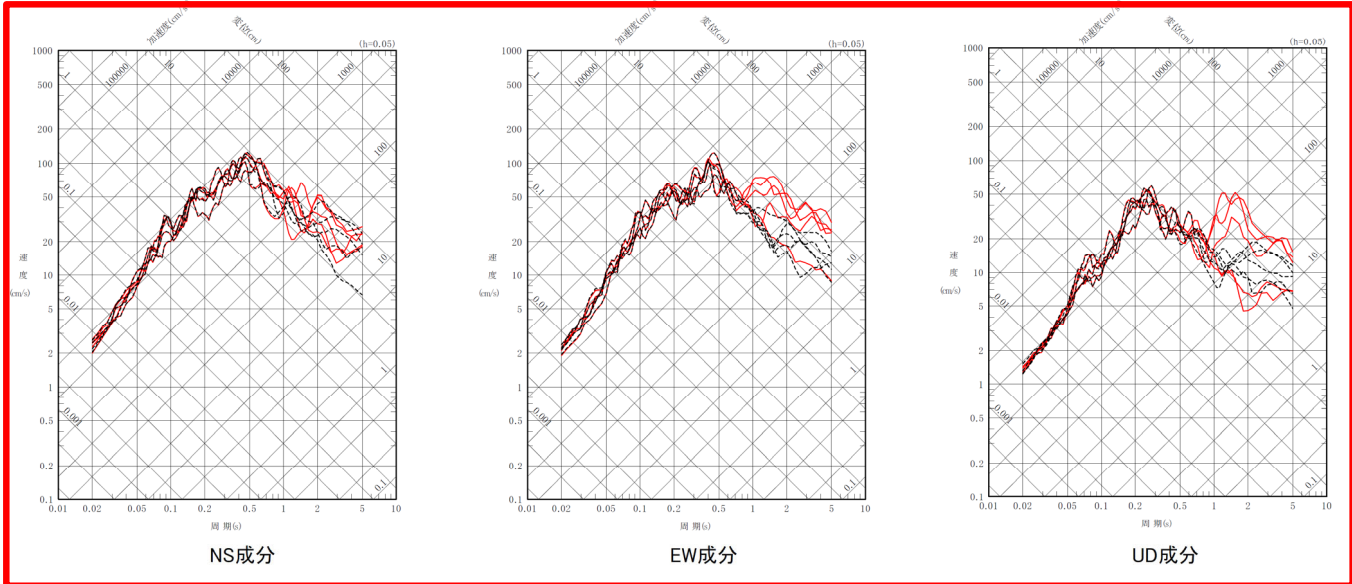


ハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法の比較(F-14断層による地震)

- F-14断層による地震のうち、敷地への影響が大きい「短周期レベルの不確かさケース」について、ハイブリッド合成法による地震動評価と統計的グリーン関数法による地震動評価を示す。
- 周期約1秒より長周期側では、ハイブリッド合成法による地震動評価が、統計的グリーン関数法と比べておおむね同等以上であることを確認した。

 : 訂正が必要となる箇所(ハイブリッド合成法のみ)

--- 統計的グリーン関数法
— ハイブリッド合成法



ハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法による地震動評価の比較
F-14断層による地震 短周期レベルの不確かさケースの応答スペクトル

(参考1)入力ミスの地震動評価への影響(2/2)

入力値を訂正した試計算結果の例

• 入力値を訂正した試計算結果として、直近の第1073回審査会合(2022年9月16日)のF-14断層による地震の短周期レベルの不確かさケースのハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法による地震動評価の比較の図を示す。

入力値を訂正した試計算※結果

ハイブリッド合成法の接続周期について

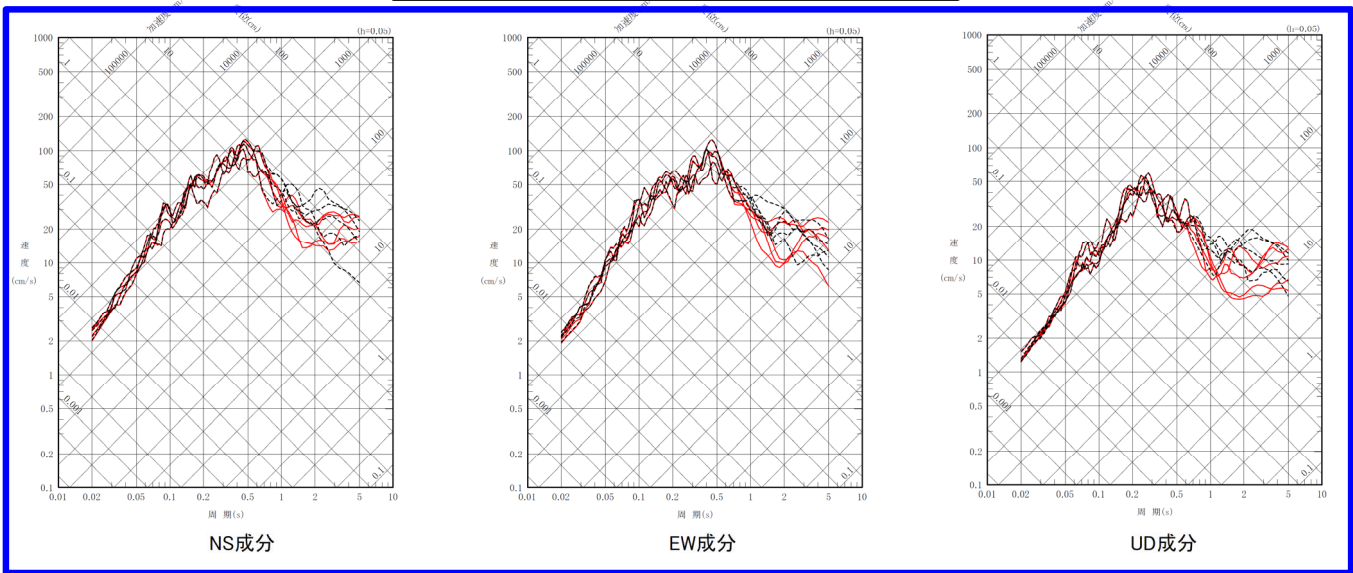
ハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法の比較(F-14断層による地震)

■ : 試計算※結果(ハイブリッド合成法)

※試計算の位置付け

- 審査会合資料との比較のため、接続周期を前ページと同じく1秒としたハイブリッド合成法による地震動評価結果を示す。
- 最終的な正しい資料は、以下を検討の上、改めて提示する予定。
 - ハイブリッド合成法の適用要否
 - 接続周期の設定

---- 統計的グリーン関数法
— ハイブリッド合成法



ハイブリッド合成法と統計的グリーン関数法による地震動評価の比較
F-14断層による地震 短周期レベルの不確かさケースの応答スペクトル

(参考2) 不適合と識別された審査資料(1/2)

- 今回の不適合管理により不適合と識別された審査資料は下表のとおり。(審査会合資料:P.31, ヒアリング資料:P.32)

不適合と識別された審査資料(審査会合資料)

実施日	資料番号	資料名	対象となる検討用地震	該当ページ(再掲ページを含む)		
				応答スペクトル図	加速度時刻歴波形図	速度時刻歴波形図
第983回審査会合 (2021年6月11日)	資料2-2	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について(概要)	<ul style="list-style-type: none"> ・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震 	P.49, P.61, P.65	—	—
第1013回審査会合 (2021年11月5日)	資料1-1	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について (内陸地殻内地震)	<ul style="list-style-type: none"> ・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震 	P.48, P.51, P.54, P.152, P.155, P.158, P.161	P.49, P.52, P.153, P.156	P.50, P.53, P.154, P.157
	資料1-2	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について (内陸地殻内地震) (補足説明資料)	<ul style="list-style-type: none"> ・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震 	P.7, P.8	—	—
第1035回審査会合 (2022年3月18日)	資料1-1	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その1)	<ul style="list-style-type: none"> ・F-14断層による地震 	P.44, P.47, P.50, P.53, P.56, P.59~ P.63, P.120	P.45, P.48, P.51, P.54, P.57	P.46, P.49, P.52, P.55, P.58
	資料1-2	震源を特定せず策定する地震動のうち全国共通に考慮すべき地震動の評価について	<ul style="list-style-type: none"> ・F-14断層による地震 	P.89	—	—
第1073回審査会合 (2022年9月16日)	資料1	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その2)	<ul style="list-style-type: none"> ・F-14断層による地震 	P.45, P.48, P.51, P.54, P.57~P.60, P.123, P.131	P.46, P.49, P.52, P.55	P.47, P.50, P.53, P.56

(参考2) 不適合と識別された審査資料(2/2)

不適合と識別された審査資料(ヒアリング資料)

実施日	資料番号	資料名	対象となる検討用地震	該当ページ(再掲ページを含む)		
				応答スペクトル図	加速度時刻歴波形図	速度時刻歴波形図
第983回審査会合(2021年6月11日)に係るヒアリング						
2021年2月25日	OM1-CA144-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について(概要)	・F-14断層による地震	P.47, P.55	—	—
2021年5月20日	OM1-CA144-R01	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について(概要)	・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震	P.49, P.61, P.65	—	—
第1013回審査会合(2021年11月5日)に係るヒアリング						
2021年8月26日	OM1-CA153-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について (内陸地殻内地震)	・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震	P.48, P.51, P.54, P.148, P.151, P.154, P.157	P.49, P.52, P.149, P.152	P.50, P.53, P.150, P.153
	OM1-CA154-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について (内陸地殻内地震) (補足説明資料)	・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震	P.7, P.8	—	—
2021年9月27日	OM1-CA153-R01	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について (内陸地殻内地震)	・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震	P.48, P.51, P.54, P.152, P.155, P.158, P.161	P.49, P.52, P.153, P.156	P.50, P.53, P.154, P.157
	OM1-CA154-R01	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について (内陸地殻内地震) (補足説明資料)	・F-14断層による地震 ・隆起再現断層による地震	P.7, P.8	—	—
第1035回審査会合(2022年3月18日)に係るヒアリング						
2021年11月11日	OM1-CA160-R00	震源を特定せず策定する地震動について	・隆起再現断層による地震	P.211	—	—
2022年1月13日	OM1-CA161-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その1)	・F-14断層による地震	P.42, P.45, P.48, P.51, P.54, P.57, P.58, P.61	P.43, P.46, P.49, P.52, P.55, P.59	P.44, P.47, P.50, P.53, P.56, P.60
	OM1-CA162-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その1) (補足説明資料)	・F-14断層による地震	P.7	—	—
	OM1-CA163-R00	震源を特定せず策定する地震動のうち標準応答スペクトルを考慮した地震動の評価について	・隆起再現断層による地震	P.27	—	—
2022年2月7日	OM1-CA161-R01	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その1)	・F-14断層による地震	P.44, P.47, P.50, P.53, P.56, P.59~ P.63	P.45, P.48, P.51, P.54, P.57	P.46, P.49, P.52, P.55, P.58
	OM1-CA162-R01	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その1) (補足説明資料)	・F-14断層による地震	P.7	—	—
2022年3月7日	OM1-CA161-R02	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その1)	・F-14断層による地震	P.44, P.47, P.50, P.53, P.56, P.59~ P.63, P.120	P.45, P.48, P.51, P.54, P.57	P.46, P.49, P.52, P.55, P.58
	OM1-CA163-R01	震源を特定せず策定する地震動のうち全国共通に考慮すべき地震動の評価について	・F-14断層による地震	P.89	—	—
第1073回審査会合(2022年9月16日)に係るヒアリング						
2022年9月5日	OM1-CA174-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その2)	・F-14断層による地震	P.45, P.48, P.51, P.54, P.57~P.60, P.123, P.131	P.46, P.49, P.52, P.55	P.47, P.50, P.53, P.56
第1073回審査会合(2022年9月16日)以降のヒアリング						
2022年12月8日	OM1-CA182-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その3) (F-14断層, 及び奥尻3連動による地震の地震動評価)	・F-14断層による地震	P.(9), P.35, P.51, P.54, P.57, P.60, P.63, P.66, P.69, P.72~P.75, P.147	P.52, P.55, P.58, P.61, P.64, P.67, P.70	P.53, P.56, P.59, P.62, P.65, P.68, P.71
2022年12月22日	OM1-CA183-R00	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち内陸地殻内地震について (コメント回答 その3) (隆起再現断層による地震の地震動評価の方針)	・隆起再現断層による地震	P.25, P.45	—	—

(参考3)各社の是正処置(1/2)

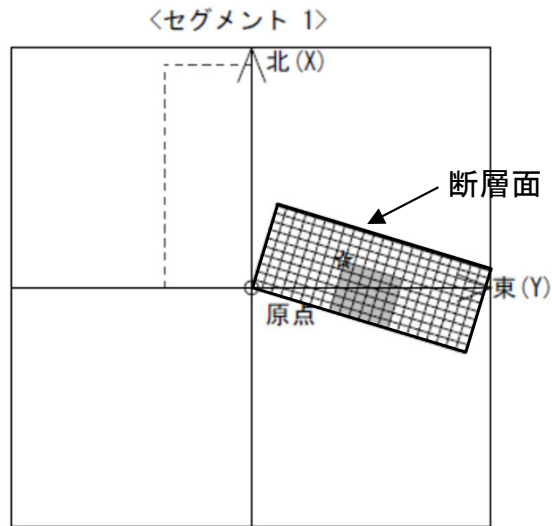
委託先の是正処置

- 委託先が実施する是正処置を下表に示す。
P.20に示した委託先の是正処置に加えて、委託先が自主的に追加した取組みについても、下表のとおり実施する。

是正処置の分類	業務プロセス	委託先	P.20に示した是正処置	追加した取組み
入力ミス防止する是正処置	(i)データ入力	管理者 (A社)	(i)着手時レビューにおける解析手順等の明確化・共有化による解析手順遵守の徹底 解析者が着手時レビューにおいて明確化・共有化した解析手順、注意事項を確認・把握のうえ、解析手順の履行状況の確認のためのチェック項目・方法を定める。	—
		解析者 (B社・C社)	(i)着手時レビューにおける解析手順等の明確化・共有化による解析手順遵守の徹底 着手時レビューにおいて、解析手順、注意事項を明確化・共有化することにより、解析手順の遵守を徹底する。さらに、計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートの様式を定め、着手時レビューにおいて確認する。	(追加1)計算機プログラムの数値順序に揃えた入力データシートの改善 入力データシートの様式を計算機プログラムに入力する数値の順序に揃える。 (追加2)計算機プログラムのデータ入力画面及びエコーバックの改善 データ入力画面及びエコーバックに、断層深さを図化出力できるような改善を図る。(図化出力の改善例を次頁に示す。)
入力ミスを検出する是正処置	(ii)入力結果の確認	管理者 (A社)	(ii)入力結果の確認方法の明確化 計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて、解析者の入力結果のチェックが適切に行われていることを確認する。	(追加3)入力結果の確認の強化 今回の入力ミスを教訓として、解析報告書の品質に対して責任を負うべく、是正処置の実効性が確認できるまでは、管理者として当面全数チェックを行う。
		解析者 (B社・C社)	(ii)入力結果の確認方法の明確化 計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを用いて、入力データシートとエコーバックのチェックを実施する。	(追加4)入力結果の確認の強化 解析担当者以外の者が、代表ケースに関して、入力データシートを根拠資料から改めて作成し、エコーバックと照合するクロスチェックを実施する。
	(iii)解析結果の検証	管理者・解析者 (A社・B社・C社)	(iii)専門的な観点による検証プロセスに入力データの再確認の追加 専門的な観点による検証プロセスに、入力データの再確認を追加し、解析結果の妥当性が明確に判断できない場合には、入力データを再確認する。 管理者は解析者が実施した解析結果の検証において、解析結果の妥当性が明確に判断できない場合には、入力データの再確認が実施されていることを確認する。	—
意識面を改善する是正処置	(iv)全般	管理者・解析者 (A社・B社・C社)	(iv)審査資料の品質確保の重要性に関する教育の実施 今回の事象内容、是正処置、解析の重要性と誤った場合の重大性、及び審査資料の品質確保の重要性について社内教育を行い、意識の向上を図る。	—

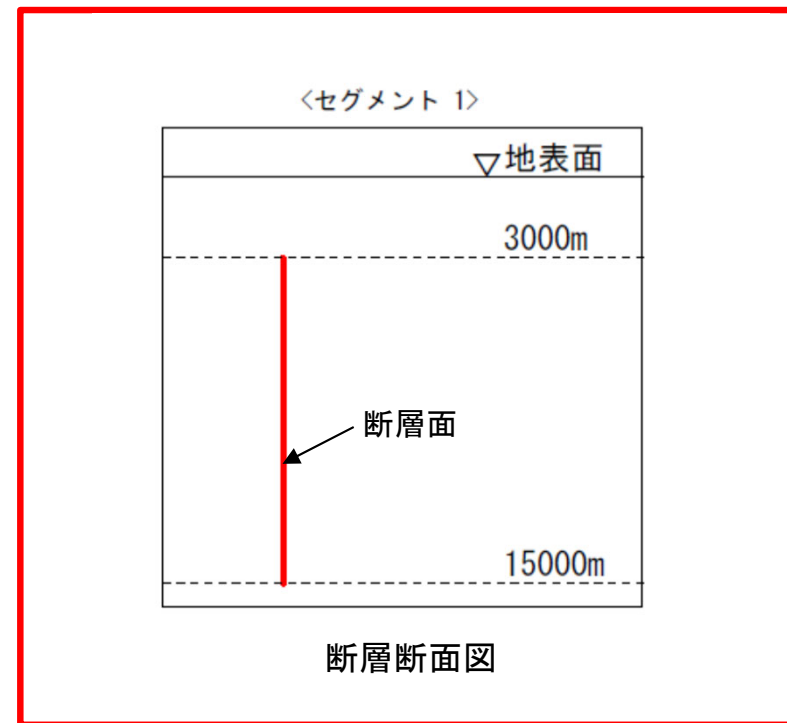
図化出力の改善例

- 本件事案において、解析者の従来のデータ入力画面やエコーバックには、断層面の大きさの情報しか図化出力されておらず、断層面深さの情報がない(左図を参照)。
- 解析者は、是正処置として、データ入力画面やエコーバックに断層面深さも図化出力できるような改善を図った(右図を参照)。



断層面を水平面に展開した図

〔従来のエコーバックの出力図には、断層深さの情報がなかった。〕



断層面深さの図化出力を追加

エコーバックにおける図化出力の改善例
(断層傾斜角90°の断層の事例)

(参考4)類似事象の有無の点検結果の詳細(1/2)

- 今回の入力ミスが生じたため、類似事象の有無について点検した。解析項目ごとの点検結果を下表に示す。

審査項目	分類	解析項目	確認1	確認2	確認3	点検終了の区分	点検対象の審査資料(最新版または最終版)	審査資料の該当箇所	
地下構造	-	・ 三次元地下構造モデルの作成に係るジョイントインバージョン解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	A	2020/12/18 審査会合(第932回) ・資料1-1 ・資料1-2	資料1-1 2.2.2項 資料1-2 2-7節	
		・ FEMモデル, 差分法モデルを用いた地盤応答解析	手順不履行なし	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力	A		資料1-1 2.2.3項, 2.2.4項 資料1-2 2-11節	
		・ 一次元波動論に基づく地盤応答解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	A		資料1-1 5.2.3項 資料1-2 5-5節, 5-14節	
地震動	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	プレート間地震	・ 断層モデルを用いた手法による地震動の解析	手順不履行なし	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力	2021/6/11 審査会合(第983回) ・資料2-3	資料2-3 5章	
		海洋プレート内地震	・ 断層モデルを用いた手法による地震動の解析	手順不履行なし	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力	2021/8/27 審査会合(第998回) ・資料1-1 ・資料1-2	資料1-1 4.3節, 5.3節, 6章 資料1-2 7章, 8章	
	・ 応答スペクトルに基づく地震動の解析		手順不履行なし	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力	A	資料1-1 3.4節, 4.3節, 5.3節, 6章 資料1-2 3章, 4章, 5章		
	内陸地殻内地震 ^{※1}	F-14断層による地震	・ 断層モデルを用いた手法による地震動の解析	手順不履行なし ^{※2}	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力	2022/12/8 ヒアリング資料 (OM1-CA182-R00)	3.2節, 3.4節, 補足4	
			・ 応答スペクトルに基づく地震動の解析	手順不履行なし	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力		2.1節, 3.4節, 補足3	
		奥尻3連動による地震	・ 断層モデルを用いた手法による地震動の解析	手順不履行なし ^{※2}	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力		A	4.2節, 4.4節, 補足7, 補足8, 補足9
			・ 応答スペクトルに基づく地震動の解析	手順不履行なし	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力		A	2.1節, 4.4節
	隆起再現断層による地震	・ 断層モデルを用いた手法による地震動の解析	手順不履行なし ^{※2}	一部揃えず確認 ^{※3}	全て正しく入力	2022/12/22 ヒアリング資料 (OM1-CA183-R00)	5.3節, 参考		
	震源を特定せず策定する地震動	標準応答スペクトルを考慮した地震動	・ 模擬地震波作成に係る解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	2022/3/18 審査会合(第1035回) ・資料1-2	資料1-2 3.2.3項, 3.2.4項, 3.2.5項, 4章, 補足1, 参考1, 参考2, 参考3	
			・ 一次元波動論に基づく地盤応答解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力		A	
2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動		・ 一次元波動論に基づく地盤応答解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	A		資料1-2 3.1.5項, 3.1.6項, 4章, 参考2	
津波	地震による津波	・ 非線形長波の理論式による津波の伝播解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力	2021/12/24 審査会合(第1023回) ・資料1-1 ・資料1-2	資料1-1 2章,3章 資料1-2 2章,4章,5章,6章,11章,12章		
		・ 非線形長波の理論式による津波の伝播解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力		A		
	地震以外の要因による津波	・ 二層流モデルによる津波の伝播解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力		A	資料1-1 2章,4章 資料1-2 7章,8章,9章	
		・ Kinematic landslideモデルによる津波の伝播解析	手順不履行なし	全て揃えて確認	全て正しく入力		A		

※1:内陸地殻内地震については、今回のF-14断層及び隆起再現断層による地震の数値解析の入力ミスがあった箇所以外について、改めて今回の入力ミスと類似した事象の有無を点検した。

※2:計算機プログラムの数値形式に揃えた入力データシートを作成する解析手順以外の手順の不履行がないことを確認した。

※3:【確認2】において、入力データシートの記載値が計算機プログラムの数値形式に一部揃っていないため、入力データシートの数値形式を揃えて作成し直したうえで点検を行った。これらの主な具体的内容を次頁に示す。

(参考4)類似事象の有無の点検結果の詳細(2/2)

コメントNo.S8-5



・【確認2】において、入力データシートの記載値が計算機プログラムの数値形式に一部揃っていなかったため、入力データシートの数値形式を揃えて作成し直したうえで点検を行った。これらの主な具体的内容を下表に示す。

審査項目	分類		解析項目	入力データシートの記載値が計算機プログラムの数値形式に揃っていない 主な具体的内容(入力データシート⇔計算機プログラム)
地下構造	-		<ul style="list-style-type: none"> FEMモデル, 差分法モデルを用いた地盤応答解析 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤の弾性波速度Vs, Vp(km/s⇔m/s)
地震動	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	プレート間地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 	<ul style="list-style-type: none"> 統計的グリーン関数法における要素地震の地震モーメント(N・m⇔dyn・cm) 統計的グリーン関数法における要素地震の応力降下量(MPa⇔bar)
		海洋プレート内地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 	<ul style="list-style-type: none"> 統計的グリーン関数法における要素地震の地震モーメント(N・m⇔dyn・cm) 統計的グリーン関数法における要素地震の応力降下量(MPa⇔bar)
	内陸地殻内地震		F-14断層による地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析
		<ul style="list-style-type: none"> 応答スペクトルに基づく地震動の解析 		<ul style="list-style-type: none"> Noda et al.(2002)における地盤の弾性波速度Vs, Vp(m/s⇔km/s) NGA距離減衰式における地盤条件に関する一部のパラメータ(m⇔km)
		奥尻3連動による地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 	<ul style="list-style-type: none"> 統計的グリーン関数法における要素地震の地震モーメント(N・m⇔dyn・cm) 統計的グリーン関数法における要素地震の応力降下量(MPa⇔bar) 理論的手法における断層基準点の深さ(km⇔m)
			<ul style="list-style-type: none"> 応答スペクトルに基づく地震動の解析 	<ul style="list-style-type: none"> NGA距離減衰式における地盤条件に関する一部のパラメータ(m⇔km)
	隆起再現断層による地震	<ul style="list-style-type: none"> 断層モデルを用いた手法による地震動の解析 	<ul style="list-style-type: none"> 統計的グリーン関数法における要素地震の地震モーメント(N・m⇔dyn・cm) 統計的グリーン関数法における要素地震の応力降下量(MPa⇔bar) 	