

22京大施環化第106号

令和5年2月10日

原子力規制委員会 殿

京都府京都市左京区吉田本町36番地1

国立大学法人京都大学

学長 湊 長博

京都大学複合原子力科学研究所

原子炉設置変更承認申請書（研究用原子炉の変更）

の一部補正について

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第26条第1項及び第76条の規定に基づき、令和3年12月14日付21京大施環化第110号をもって申請しました京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書(研究用原子炉の変更)を下記のとおり一部補正致します。

記

京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書(研究用原子炉の変更)を別添のとおり一部補正する。

京都大学複合原子力科学研究所の原子炉設置変更承認の経緯の一部補正

令和3年12月14日付21京大施環化第110号の別紙1で変更申請した京都大学複合原子力科学研究所の原子炉設置変更承認の経緯を、別紙1のとおり変更する。

本文の一部補正

令和3年12月14日付21京大施環化第110号の別紙2で変更申請した本文を、別紙2のとおり変更する。

添付書類五の一部補正

令和3年12月14日付21京大施環化第110号の別添1で変更申請した添付書類五を、別紙3のとおり変更する。

添付書類六の一部補正

令和3年12月14日付21京大施環化第110号の別添2で変更申請した添付書類六を、別紙4のとおり変更する。

添付書類八の一部補正

令和3年12月14日付21京大施環化第110号の別添3で変更申請した添付書類八を、別紙5のとおり変更する。

添付書類十一の一部補正

令和3年12月14日付21京大施環化第110号の別添5で変更申請した添付書類十一を、別紙6のとおり変更する。

京都大学複合原子力科学研究所の
原子炉設置変更承認の経緯

令和元年 9 月 19 日付け原規規発第 1909192 号をもって設置変更承認を受けた京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書（研究用原子炉の変更）の京都大学複合原子力科学研究所の原子炉設置変更承認の経緯の記述について、以下のとおり変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

京都大学複合原子力科学研究所の原子炉設置変更承認の経緯

研究用原子炉

承認年月日	承認番号	備考
昭和 37 年 3 月 15 日	37 原 第 1040 号	原子炉設置
昭和 39 年 12 月 5 日	39 原 第 3953 号	KUR の制御体の反応度変更
昭和 42 年 3 月 24 日	42 原 第 1232 号	KUR の低温照射装置の設置
昭和 42 年 12 月 20 日	42 原 第 5684 号	KUR の出力上昇
昭和 46 年 10 月 12 日	46 原 第 7140 号	KUR の燃料要素中のウラン含有量増加
昭和 49 年 4 月 27 日	49 原 第 3982 号	KUR の使用目的変更(医療照射の追加)
昭和 53 年 2 月 28 日	53 安(原規)第 84 号	使用済燃料ラック増設及び使用済燃料の処分の方法の変更
昭和 59 年 2 月 28 日	59 安(原規)第 44 号	KUR の制御材の反応度制御能力の変更
昭和 59 年 8 月 25 日	59 安(原規)第 167 号	冷中性子源設備の新設及び使用済燃料室の増設
平成 3 年 3 月 22 日	3 安(原規)第 135 号	低濃縮ウランリサイト・アルミニウム分散型標準燃料要素の製作、1 次循環ポンプ駆動電源の一部改造、非常用排風機の改造等
平成 8 年 5 月 8 日	8 安(原規)第 143 号	精密制御照射管の設置
平成 10 年 9 月 4 日	10 安(原規) 第 179 号	使用済燃料室の天井走行型クレーンの変更
平成 20 年 2 月 22 日	18 学文科科第 766 号	燃料の低濃縮化
平成 25 年 12 月 17 日	原規研発第 1312172 号	固形廃棄物倉庫の増設、冷中性子源設備の使用の取り止め
平成 28 年 9 月 21 日	原規規発第 1609212 号	新規制基準に適合させるための変更等
<u>令和元年 9 月 19 日</u>	<u>原規規発第 1909192 号</u>	<u>核燃料貯蔵設備への制限の追加</u>
<u>令和 2 年 6 月 26 日</u>	<u>二</u>	<u>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書類届出</u>

臨界実験装置

承認年月日	承認番号	備考
昭和47年 8月24日	47原第7905号	臨界実験装置（KUCA）の増設
昭和50年 6月 3日	50原第5332号	KUCAの重水反射体の追加
昭和52年 4月12日	52安(原規)第120号	KUCA彎曲型燃料体の製作
昭和55年 8月25日	55安(原規)第175号	KUCA中濃縮ウラン彎曲燃料体の製作
昭和59年 2月28日	59安(原規)第 44号	KUCAの2分割混合炉心の構成
平成17年 10月28日	16学文科科第960号	中性子発生設備の追加、安全保護回路の改造
平成28年 5月11日	原規規発第16051111号	新規制基準に適合させるための変更等
<u>令和2年6月26日</u>	—	<u>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書類届出</u>
<u>令和3年 3月30日</u>	<u>原規規発第2103302号</u>	<u>炉心装荷物の記載変更</u>
<u>令和4年 4月28日</u>	<u>原規規発第2204282号</u>	<u>低濃縮燃料の追加</u>

高中性子束炉

承認年月日	承認番号	備考
昭和53年 10月 2日	53安(原規)第303号	高中性子束炉の増設
平成 3年 2月 4日	3安(原規)第17号	高中性子束炉の増設計画の撤回

別紙2

本文

変更の内容

令和元年9月19日付け原規規発第1909192号をもって設置変更承認を受けた京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書（研究用原子炉の変更）のうち、

「5 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備」のうち、

i) 「イ. 試験研究用等原子炉施設の位置」

について、以下のとおり「(2) 敷地内における主要な試験研究用等原子炉施設の位置」の記述を変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

ii) 「ロ 試験研究用原子炉施設の一般構造」

について、以下のとおり「(1)耐震構造」の(V)の記述を変更するとともに、第1図を変更し、第5図を追加する。なお、下線部は変更箇所を示す。

iii) 「へ 計測制御系統施設の構造及び設備」

について、以下のとおり「(5) その他の主要な事項」の記述を変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

iv) 参考図1を変更(中央管理室を削除)する。

イ. 試験研究用等原子炉施設の位置

(2) 敷地内における主要な試験研究用等原子炉施設の位置

敷地は南北に長いほぼ矩形であり、研究用原子炉は南北方向では敷地のほぼ中央、東西方向ではやや西よりに位置し、臨界実験装置からは南西約80mに位置する。

主要な原子炉施設としての建物等は次のとおりである。

原子炉室、ホットケープ室、使用済燃料プール室、排気機械室、非常用発電機室、保健物理室（以上、原子炉棟）、新燃料貯蔵室、非常用発電機室（臨界集合体棟）

中央管理室

処理工場、排気機械室、タンクヤード（以上、廃棄物処理場）

スタック

中央観測所及び野外監視所

2次冷却水冷却塔及びプール

第1固形廃棄物倉庫、第2固形廃棄物倉庫

高架水槽

使用済燃料室

ロ 試験研究用原子炉施設の一般構造

(1) 耐震構造

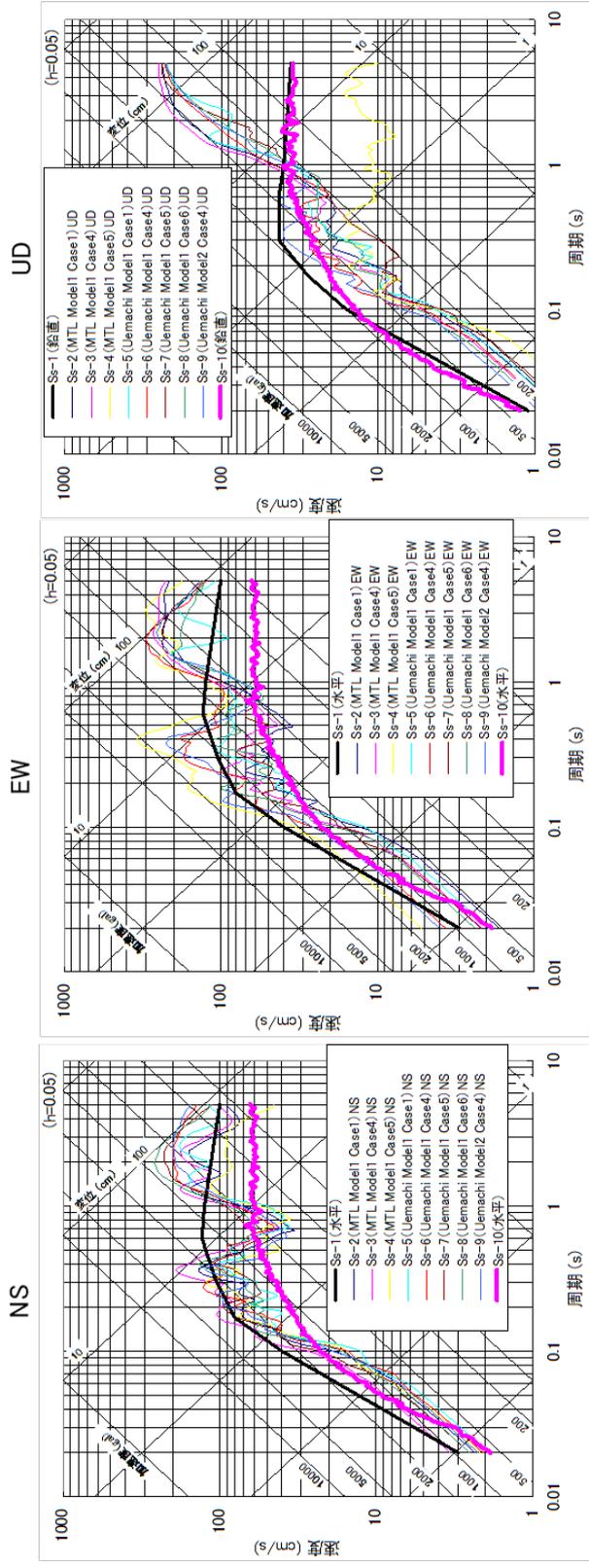
- (v) 基準地震動 S_s は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動について、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定する。解放基盤表面は、地盤調査等の結果から、 0.7km/s 以上の S 波速度（約 1.6km/s ）を持つ堅固な岩盤（花崗岩）が十分な拡がりを持っていることが確認されている GL-181m とする。策定した基準地震動 S_s ($S_s-1 \sim S_s-10$) の応答スペクトルを第 1 図に、時刻歴波形を第 2 図～第 5 図に示す。

へ 計測制御系統施設の構造及び設備

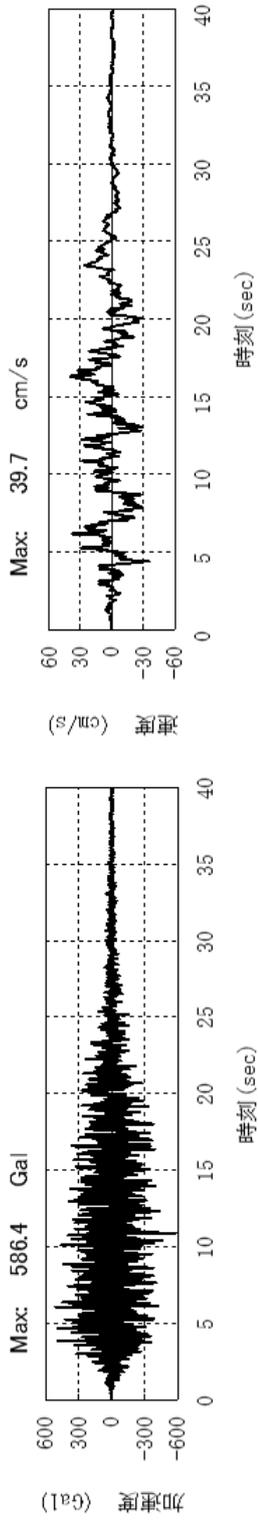
(5) その他の主要な事項

(1) 中央管理室

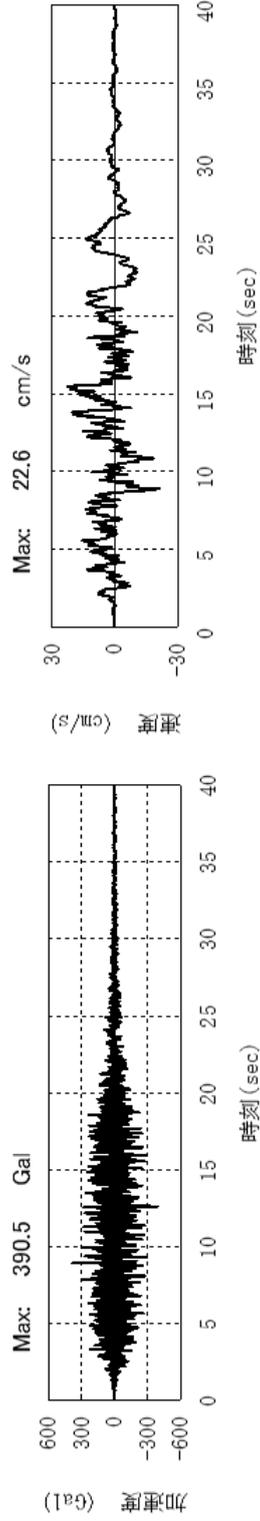
制御室に集められる警報のうち、特に重要な警報を中央管理室に集める。また、制御室が使用できない状況であっても、非常警報による研究用原子炉のスクラム、放送等の緊急操作を行うことができるものとする。なお、中央管理室には、常時職員等が詰めるものとする。



第1図 基地地震動 (Ss-1 ~ Ss-10) の応答スペクトル

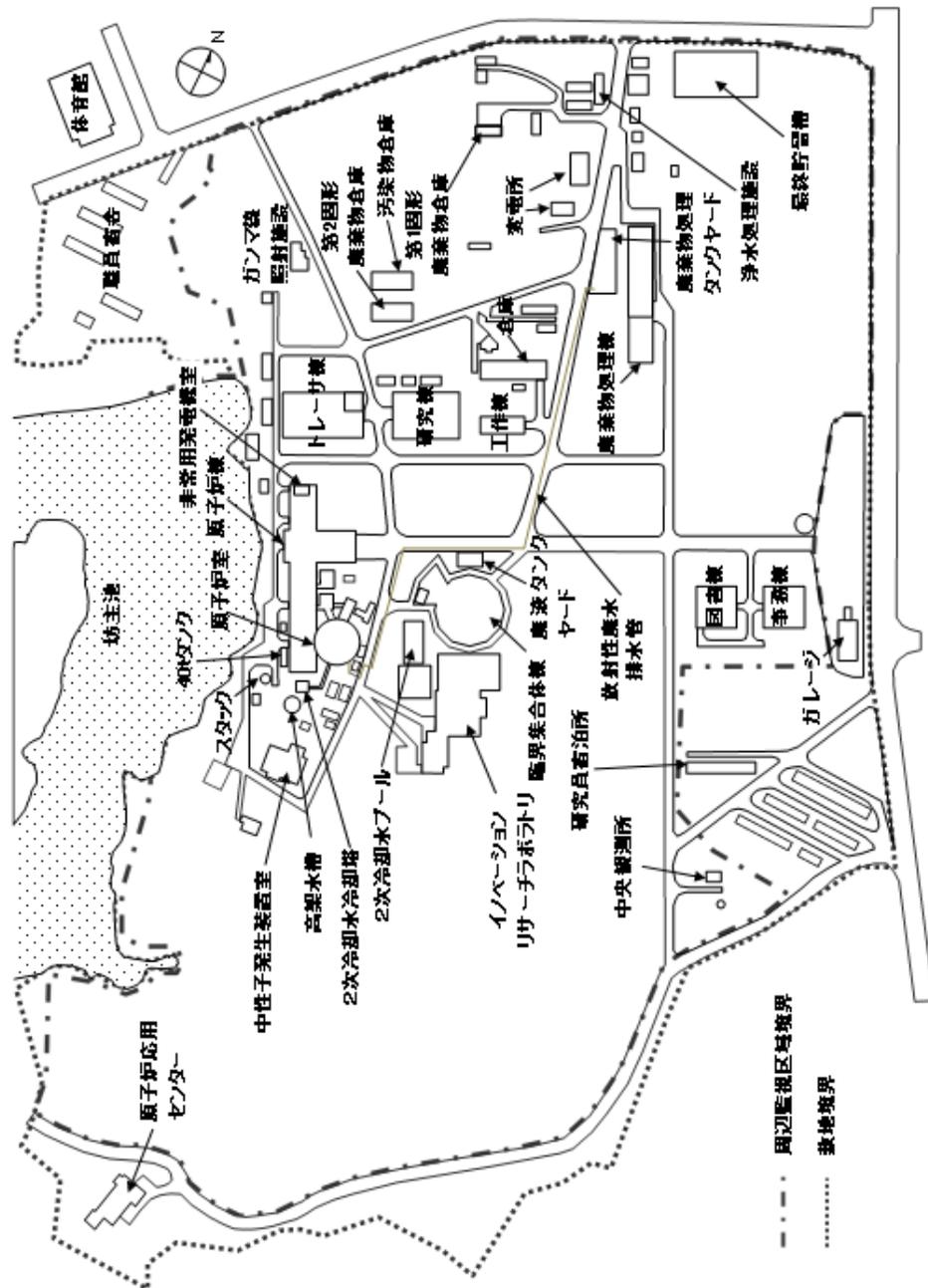


水平動の加速度波形(左)と速度波形(右)



鉛直動の加速度波形(左)と速度波形(右)

第5図 基準地震動Ss-10の時刻歴波形



参考図1 京都大学複合原子力科学研究所 施設配置図

添付書類 五

変更に係る原子炉施設の設置及び運転に関する技術的能力に関する説明書

令和元年 9 月 19 日付け原規規発第 1909192 号をもって設置変更承認を受けた京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書（研究用原子炉の変更）の添付書類五の記述について、以下のとおり変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

本変更に係る複合原子力科学研究所の原子炉施設の設計及び工事並びに運転及び保守（以下、設計及び運転等という）のための組織、技術者の確保、経験、品質管理活動、技術者に対する教育・訓練及び有資格者等の選任・配置については次のとおりである。

5-1 設計及び運転等のための組織

原子力関係組織図を第 5-1 図に示す。これらの組織は定められた業務所掌に基づき明確な役割分担の下で複合原子力科学研究所の原子炉施設の設計及び運転等に係る業務を行っている。

本変更に係る設計及び工事に関する主な業務は、安全管理本部（中央管理室、核燃料管理室、品質管理室）、施設管理 5 部（研究炉部、臨界装置部、放射線管理部、放射性廃棄物処理部、実験設備管理部）及び事務管理部において実施する。安全管理本部及び事務管理部が設計方針の策定に係る業務を、施設管理 5 部が設計及び仕様の策定に係る業務並びに現地工事管理等を実施する。また、本変更に係る品質管理活動の総括業務を品質管理室が実施する。

運転及び保守のための組織は、複合原子力科学研究所原子炉施設保安規定（以下、保安規定）で明確にし、この組織において本変更に係る業務を実施する。各部等の安全管理業務を統括、指揮するため、安全管理本部が置かれている。各部等の業務の概要を以下に記す。

1) 中央管理室

原子炉施設の保全及び運転の管理のための監視及び指示、保安のための教育訓練の実施、各部間の連絡調整並びに原子炉施設の異常時における指示（ただし、核燃料物質等の取扱いに関する保安の業務を除く）。

2) 核燃料管理室

核燃料物質等の取扱いに関する保安（保全、管理のための監視及び指示）、保安のための教育訓練の実施及び各部間の連絡調整。

3) 品質管理室

原子炉施設における保安活動の品質管理に関すること。

4) 研究炉部

研究用原子炉の保全及び運転、並びに研究用原子炉用の核燃料物質等の取扱いに関すること（放射性廃棄物処理部及び放射線管理部の業務に属することを除く）。

5) 臨界装置部

臨界実験装置の保全及び運転、並びに臨界実験装置用の核燃料物質等の取扱いに関すること（放射性廃棄物処理部及び放射線管理部の業務に属することを除く）。

6) 放射性廃棄物処理部

放射性廃棄物処理施設の保全及び放射性廃棄物の廃棄に関すること。

7) 放射線管理部

放射線管理施設の保全、並びに原子炉施設及び核燃料物質等の放射線管理に関すること。

8) 実験設備管理部

原子炉施設における実験設備の保全に関すること。

9) 事務管理部

原子炉施設における設計及び工事に係る業務に関すること。

なお、各部が所掌する施設等の保全には、同施設等の保守及び改造のための設計及び工事が含まれる。

また、原子炉施設の設計及び運転等に関する事項を審議するために原子炉安全委員会が置かれている。

5-2 設計及び運転等に係る技術者の確保

(1) 技術者数

令和4年10月1日現在における複合原子力科学研究所全体の教員、技術職員を合わせた所員の数は105名である。また10年以上の経験年数を有する教員が45名、10年以上の経験年数を有する技術職員が21名在籍している。研究炉部の部員は52名であり、このうち10年以上の経験年数を有する教員、技術職員が合わせて41名在籍している。

在職の所員数は第5-1表に示すとおりである。

(2) 有資格者数

第5-1表に示すとおり、令和4年10月1日現在における複合原子力科学研究所の所員のうち、原子炉主任技術者の有資格者が4名、核燃料取扱主任者の有資格者が1名、放射線取扱主任者（第1種）の有資格者が31名である。また表以外に、放射線取扱主任者（第2種）の有資格者が2名、電気主任技術者（第2種）が1名、電気主任技術者（第3種）が3名在籍している。今後とも各種資格取得を奨励する。

5-3 設計及び運転等の経験

京都大学複合原子力科学研究所（旧：京都大学原子炉実験所）は、昭和38年4月1日京都大学附置の全国大学共同利用研究所として設置された。昭和37年3月15日付け37原第1040号にて設置承認を受けた研究用原子炉（KUR）は、昭和39年6月25日に初臨界、昭和39年8月17日に1MWになり、昭和42年に設置変更承認を受けて5MWに出力を上昇した。それ以来約50年間にわたり順調に運転を続け、共同利用研究及び教育に供してきた。これまで行ってきた研究用原子炉に係る設置変更申請を第5-2表に示す。

また、昭和47年8月24日付け47原第7905号にて承認を受けた臨界実験装置は昭和49年に完成し、昭和49年8月6日に初臨界となって以来約40年間にわたり順調に運転を続け、共同利用研究及び教育に供してきた。

これらの運転・保守管理の経験を通じて、所員は研究用原子炉及び臨界実験装置に関する種々の技術的能力を向上させ、安全確保に対する経験と技術的能力の蓄積に努めており、原子炉施設の設計及び運転等について十分な技術的能力を有している。

5-4 設計及び運転等に係る品質管理活動

(1) 品質管理活動の確立と実施

設計及び運転、並びに申請等の各段階における品質管理活動として、「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基準に関する規則」に基づく品質マネジメント計画書を定め、これに従い研究用原子炉の安全を達成、維持及び向上するための品質マネジメントシステムを確立し、実施するとともに、その実効性を維持する。さらに、品質マネジメントシステムを確立するために、保安活動の重要度に応じて品質方針及び品質目標、品質マネジメント計画書、実効性のあるプロセスの計画的な実施及び管理がなされるようにするために必要な文書、品質マネジメント計画書に規定する手順書、指示書、図面等を作成し、当該文書に規定する事項を実施する。

(2) 品質管理体制及び役割分担

複合原子力科学研究所では、品質マネジメント計画書に基づき、経営責任者は、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、責任を持って品質マネジメントシステムを確立させ、実施させるとともに、その実効性を維持していること、品質方針を定めること、品質目標が定められているようにすること、保安活動を実施する要員が健全な安全文化を育成し、及び維持することに貢献できるようにすること、品質マネジメントシステムの評価（以下「マネジメントレビュー」という。）を実施すること、資源が利用できる体制を確保すること、関係法令を遵守すること、その他原子力の安全を確保することの重要性を要員に周知すること、保安活動に関する担当業務を理解し、遂行する責任を有することを要員に認識させること、全ての階層で行われる決定が、原子力の安全の確保について、その優先順位及び説明する責任を考慮して確実に行われるようにすることによって実証する。

経営責任者は、部室等及び要員の責任及び権限並びに部室等相互間の業務の手順を定めさせ、関係する要員に責任を持って業務を遂行させる。経営責任者は、品質マネジメントシステムを管理する責任者（品質保証責任者）に、プロセスが確立され、実施されるとともに、その実効性が維持されているようにすること、品質マネジメントシステムの運用状況及びその改善の必要性について経営責任者に報告すること、健全な安全文化を育成し、及び維持することにより、原子力の安全の確保についての認識が向上するようにすること、関係法令を遵守することの責任及び権限を与える。

経営責任者は、プロセスを管理監督する責任者である各部室の長（部室長）に、部室長が管理する個別業務のプロセスが確立され、実施されるとともに、その実効性が維持されているようにすること、要員の個別業務等要求事項についての認識が向上するようにすること、個別業務の実施状況に関する評価を行うこと、健全な安全文化を育成し、及び維持すること、関係法令を遵守することの責任及び権限を与える。

経営責任者は、品質マネジメントシステムの実効性を評価するとともに、改善の機会を得て、保安活動の改善に必要な措置を講ずるため、マネジメントレビューを、あらかじめ定めた間隔で行い、マネジメントレビューの結果の記録を作成及び管理させ、マネジメントレビューの結果を受けて必要な処置を講じる。

複合原子力科学研究所は、品質管理活動に関わる推進・評価・改善に関する事項の最終的な審議を原子炉安全委員会において行い、この会議の審議の結果は適宜業務へ反映させる。

5-5 技術者に対する教育・訓練

教育・訓練は、保安規定に基づき作成される年度教育訓練実施計画（以下、実施計画）に従って計画的に実施している。原子炉施設の保全及び運転等に係る各部等では、実施計画に定められた教育訓練項目、実施時期及び時間等に基づき、対象者に対して必要な教育・訓練を実施している。

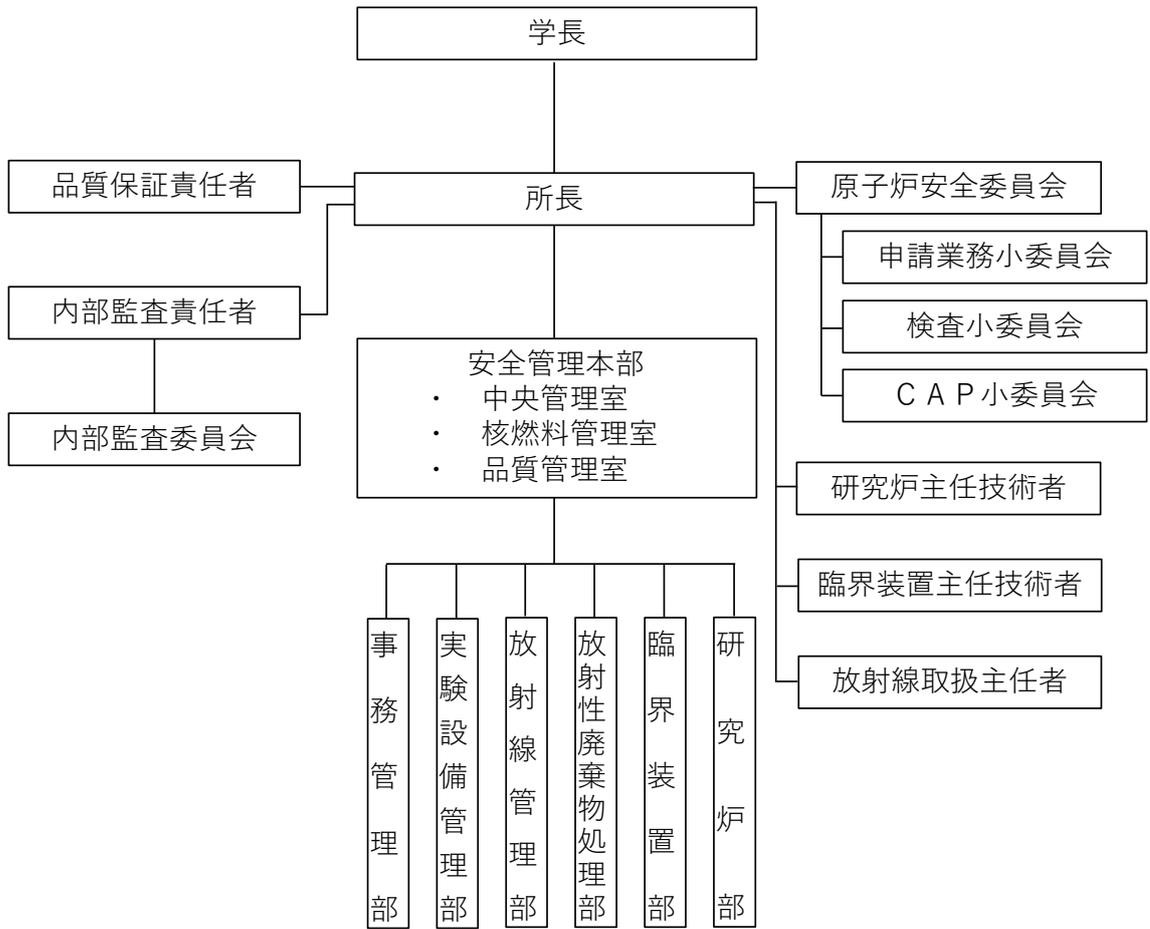
原子炉の運転・保守に従事するものについては、研究炉部において当初教育として、原子炉の作動原理、放射線の基礎、関係法令、原子炉の構造、核燃料の管理、放射線管理等の項目について教育・訓練を行うとともに、原子炉の運転に係る実技訓練を一定期間行い、必要な知識・技術を習得させる。その後は、実施計画に基づいた再教育の他、日常業務を通して上位職者から指導・助言が行われる。

これらの教育訓練に加え、全所員を対象とした緊急時訓練を年二回実施しており、緊急時における対応及び緊急用資機材の取扱いについて習熟させている。また、他施設を含む原子炉施設の事故・故障事例についても十分に周知している。

本変更に関して必要な教育・訓練は保安規定等に基づき適切に実施する。

5-6 有資格者の選任・配置

研究用原子炉では、法令等に基づき、原子炉の運転に関して保安の監督を行わせるための原子炉主任技術者を1名選任している。原子炉主任技術者については、不在時においても職務が支障なく進めることができるように、所員の原子炉主任技術者の有資格者の中から代行者を定めている。



第 5-1 図 原子力関係組織図

第 5-1 表 複合原子力科学研究所全体および研究炉部の在職者数、資格等

	技術者数 (教員、技術職員)	有資格者数		
		原子炉主任 技術者	核燃料取扱 主任者	第 1 種放射線取扱 主任者
研究所全体	<u>105</u>	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>31</u>
研究炉部	<u>52</u>	<u>4</u>	1	<u>15</u>

令和 4 年 10 月 1 日現在

第 5-2 表 研究用原子炉に係る設置変更申請

承認年月日	承認番号	備考
昭和37年 3月15日	37原 第1040号	原子炉設置 (昭和39年 初臨界1MW)
昭和39年12月 5日	39原 第3953号	KURの制御体の反応度の変更
昭和42年 3月24日	42原 第1232号	KURの低温照射装置の設置
昭和42年12月20日	42原 第5684号	KURの出力上昇 (昭和43年 5MW)
昭和46年10月12日	46原 第7140号	KURの燃料要素中のウラン含有量増加
昭和49年 4月27日	49原 第3982号	KURの使用目的変更 (医療照射の追加)
昭和53年 2月28日	53安(原規)第 84号	使用済燃料ラック増設及び使用済燃料の 処分の方法の変更
昭和59年 2月28日	59安(原規)第 44号	KURの反応度制御能力の変更
昭和59年 8月25日	59安(原規)第167号	冷中性子源設備の新設及び使用済燃料室 の増設
平成 3年 3月22日	3安(原規)第135号	低濃縮ウランリサイト・アルミニウム分散型標準燃料 要素の製作、1次循環ポンプ駆動電源の 一部改造、非常用排風機の改造等
平成 8年 5月 8日	8安(原規)第143号	精密制御照射管の設置
平成10年 9月 4日	10安(原規)第179号	使用済燃料室天井走行クレーンの変更
平成20年 2月22日	18学文科科第766号	燃料の低濃縮化
平成25年12月17日	原規研発第1312172号	固形廃棄物倉庫の増設、冷中性子源設備 の使用取り止め
平成28年9月21日	原規規発第1609212号	新規制基準に適合させるための変更等
<u>令和元年9月19日</u>	<u>原規規発第1909192号</u>	<u>核燃料貯蔵設備への制限の追加</u>
<u>令和2年6月26日</u>	二	<u>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書類届出</u>

添付書類 六

変更に係る試験研究用原子炉等原子炉施設の場所に関する気象、地盤、水理、地震、社会環境の状況に関する説明書

令和元年9月19日付け原規規発第1909192号をもって設置変更承認を受けた京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書(研究用原子炉の変更)の添付書類六の記述について、以下のとおり変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

(1) 「6-2 地盤」の「6-2-2 敷地周辺の地形、地質・地質構造」の「b)上町断層帯」、「c)中央構造線断層帯」の記述に以下のとおり追加する。

b)-4 国土地理院(2020)⁽⁹³⁾による知見

上町断層帯に対しては、前述したように文部科学省・京都大学防災研究所,2013⁽¹⁴⁾や近藤・他,2015⁽¹⁶⁾による調査研究によって知見が蓄積され、その結果に基づき国土地理院、2020⁽⁹³⁾は活断層図を改訂し、公表している。それによれば、上町断層帯主部とは別に、大阪南東岸断層として、泉大津市本町付近から阪南市尾崎町付近まで、大阪湾の沿岸部(湾岸部)に延びる長さ21kmの逆断層の活断層として認定している。従って、上記評価結果(湾岸部の長さ26km)は保守的な設定である。

c)-3 地震本部(2017a)⁽⁹³⁾による知見

地震本部(2011)⁽¹²⁾による「中央構造線断層帯(金剛山地東縁-伊予灘)の長期評価(一部改訂)について」(以下「第一版」と言う。)は、平成29年12月に改訂が行われて、「中央構造線断層帯(金剛山地東縁-由布院)の長期評価(第二版)」(地震本部(2017a)⁽⁹⁴⁾、以下、「第二版」と言う。)として公表された。この改訂の骨子は、区間の追加、区間の再整理、活断層帯の全体像である。

区間の追加としては、第二版では金剛山地東縁から伊予灘に至る全長約360kmの区間に加え、豊予海峡から大分平野を通り、由布岳付近に至る豊予海峡-由布院区間まで西端を延長し、全長約444kmと評価している。具体的には、第一版の長さ360kmに、別府-万年山断層帯(第二版)のうち豊予海峡-由布院区間を中央構造線断層帯の一部として見直されたものである。また、この見直しに伴い、従来の別府-万年山断層帯が細分され、「万年山-崩平山断層帯の長期評価(第一版)」(地震本部,2017b)⁽⁹⁵⁾及び「日出生断層帯の長期評価(第一版)」(地震本部,2017c)⁽⁹⁶⁾として評価された。

区間の再整理としては、断層の活動区分が見直され、6つの区間に分割されていたものが、第二版では、金剛山地東縁、五条谷、根来、紀淡海峡-鳴門海峡、讃岐山脈南縁東部、讃岐山脈南縁西部、石槌山脈北縁、石槌山脈北縁西部、伊予灘、豊予海峡-由布院の10区間に区分された。敷地への影響が大きい断層帯東部としては、和泉山脈南縁断層帯が五条谷断層と根来断層に区分されている。

活断層の形状の再整理としては、従来から地質境界断層と活断層としての中央構造線の関係について様々な議論がなされてきた傾斜角が主なものである。第二版では、根来断層の深部、地下6kmまでの傾斜角を、三波川帯とその北方の領家帯の地質境界のデータを参照

して北傾斜 35° と推定している（地震本部,2017a）⁽⁹⁴⁾。ただし、活断層としての中央構造線の深部傾斜角については、五条谷区間から伊予灘区間にかけて、この中角度（約 40 度）の推定だけでなく、地表の断層分布の形態から推定した高角度の推定も併記され、それぞれの主な主張が記載されるにとどまっている。

- (2)「6-2 地盤」の「6-2-4 基礎地盤の安定性評価」の「(1)地震力に対する基礎地盤の安定性評価」の「1)解析条件」の「(c)解析モデル」及び「(d)入力地震動」の記述を以下のとおり変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

(c)解析モデル

解析モデルの作成に際しては、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2008（日本電気協会,2008⁽⁸⁹⁾）を参考にした。解析用要素分割図を第 6-2-61 図及び第 6-2-62 図に示す。原子炉建屋は平面ひずみ要素、ビーム要素、ばね要素でモデル化し、モデル化にあたっては多質点系建屋モデルの振動特性と一致させる。

動的解析における境界条件は、モデル下端を粘性境界、側面をエネルギー伝達境界とする。また、常時応力を算定するための静的解析における境界条件は、モデル下端を固定境界、側面を鉛直ローラ境界とする。境界条件を第 6-2-63 図に示す。

(d)入力地震動

入力地震動は、解放基盤表面（GL-181m）で定義された基準地震動 S_s を 1 次元波動論によって地震応答解析モデルの入力位置で評価したものをを用いる。第 6-2-64 図に入力地震動の設定方法を示す。

応答スペクトル法に基づく手法による基準地震動 S_s-1 及び標準応答スペクトルに基づく基準地震動 S_s-10 については、水平動及び鉛直動の位相反転を考慮する。

- (3)「6-2 地盤」の「6-2-4 基礎地盤の安定性評価」の「(1)地震力に対する基礎地盤の安定性評価」の「4)評価結果」及び「(2)地盤物性値(強度特性)の不確かさ(ばらつき)の影響評価」の記述を以下のとおり変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

(1)地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(a)すべり安全率

27 ケースの想定すべり面に対し、基準地震動 S_s-1 から S_s-9 における最小すべり安全率を南北断面、東西断面それぞれについて第 6-2-68 図及び第 6-2-69 図に示し、基準地震動 S_s-10 に対する南北断面及び東西断面については第 6-2-70 図に示す。南北断面における最小すべり安全率は 1.9 ($S_s-1 : + -$) で、東西断面では 2.1 ($S_s-1 : - -$) であり、いずれも評価基準値である 1.5 を上回る。

以上から基礎地盤はすべりに対して十分な安全性を有している。

(b)支持力

(省略)

以上より、地震時最大鉛直応力はすべて短期許容応力度を下回っており、基礎地盤は支

持力に対して十分な安全性を有している。

(2)地盤物性値(強度特性)の不確かさ(ばらつき)の影響評価

地盤の安定性評価として実施した基礎地盤のすべり安全率及び基礎地盤の支持力の評価では、原子炉建屋の支持地盤である粘性土(Dc1層)の平均的な強度特性を用いた。ここでは、Dc1層の強度特性の不確かさ(ばらつき)を考慮しても地盤の安定性が評価基準値内に収まることを確認した。第 6-2-3 表に示したように、三軸圧縮試験から得られた Dc1 層のピーク強度の中央値は $C = 456.5\text{kN/m}^2$ 、残留強度の中央値は $C = 325.0\text{kN/m}^2$ であり、最小値(最小モール円)は第 6-2-52 図から中央値の 1 割減程度である(ピーク強度 $C = 411.6\text{kN/m}^2$ 、残留強度 $C = 285.0\text{kN/m}^2$)。

また、Dc1層を含む地層の強度特性(三軸圧縮試験結果)は原子炉建屋極近傍の基盤まで達するボーリング調査(KB11)によって得られている。第 6-2-3 表に各層の強度特性を含む物性値を示したが、粘性土に着目した場合、最小のピーク強度は Dc5 層の $C = 357.0\text{kN/m}^2$ であり、Dc1 層より約 2 割小さい。

以上から、Dc1 層の粘着力 C を 2 割減(ピーク強度： $C = 365.2\text{kN/m}^2$ 、残留強度： $= 260.0\text{kN/m}^2$)としてすべり安全率や支持力を評価した。

最も小さなすべり安全率(1.9)であったケース(南北断面、Ss-1 (+))についてすべり安全率を評価した結果、1.6 となり、評価基準値である 1.5 を上回ることを確認した。一方、支持力は告示式による短期許容応力度を粘着力 C を 2 割減で再計算した結果、 $q_a = 1270\text{kN/m}^2$ となり、地震時最大接地圧 774kN/m^2 を上回ることを確認した。

(4)「第 6-2-4 表～第 6-2-7 表、第 6-2-68 図及び第 6-2-69 図」を以下のとおり変更するとともに、「第 6-2-70 図」を追加する。なお、下線部は変更箇所を示す。

第 6-2-4 表 基準地震動 Ss による支持地盤の最大鉛直応力度 (南北断面)

対象断面	基準地震動	地震時最大鉛直応力 (kN/m ²)
南北断面	Ss-1(+, +)	657 〔T=13.69秒〕
	Ss-1(+, -)	606 〔T=13.57秒〕
	Ss-1(-, +)	774 〔T=18.67秒〕
	Ss-1(-, -)	624 〔T=18.01秒〕
	Ss-2	429 〔T=19.40秒〕
	Ss-3	505 〔T=19.41秒〕
	Ss-4	536 〔T= 7.98秒〕
	Ss-5	596 〔T=22.08秒〕
	Ss-6	551 〔T= 8.08秒〕
	Ss-7	409 〔T= 8.00秒〕
	Ss-8	436 〔T= 8.44秒〕
	Ss-9	454 〔T= 7.00秒〕
	Ss-10(+, +)	<u>527</u> 〔T=11.38秒〕
	Ss-10(+, -)	<u>536</u> 〔T=13.31秒〕
	Ss-10(-, +)	<u>532</u> 〔T=12.63秒〕
	Ss-10(-, -)	<u>508</u> 〔T=14.06秒〕

※ 基準地震動 Ss-1 及び Ss-10 の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す

第 6-2-5 表 基準地震動 Ss による支持地盤の最大鉛直応力度 (東西断面)

対象断面	基準地震動	地震時最大鉛直応力 (kN/m ²)
東西断面	Ss-1(+, +)	573 〔T=14.79秒〕
	Ss-1(+, -)	535 〔T=22.08秒〕
	Ss-1(-, +)	543 〔T=22.45秒〕
	Ss-1(-, -)	579 〔T=13.57秒〕
	Ss-2	396 〔T=16.84秒〕
	Ss-3	407 〔T=16.82秒〕
	Ss-4	481 〔T= 7.95秒〕
	Ss-5	414 〔T=24.88秒〕
	Ss-6	471 〔T= 7.03秒〕
	Ss-7	379 〔T= 7.98秒〕
	Ss-8	402 〔T= 8.00秒〕
	Ss-9	458 〔T= 7.03秒〕
	Ss-10(+, +)	493 〔T= 9.49秒〕
	Ss-10(+, -)	498 〔T=17.21秒〕
	Ss-10(-, +)	488 〔T= 9.06秒〕
Ss-10(-, -)	491 〔T=13.31秒〕	

※ 基準地震動 Ss-1 及び Ss-10 の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す

第 6-2-6 表 基準地震動 Ss による原子炉建屋基礎の最大傾斜角 (南北断面)

対象断面	基準地震動	最大相対変位量 $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $	最大傾斜 $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
南北断面	Ss-1(+, +)	1.09cm 〔T=18.68秒〕	1/2500
	Ss-1(+, -)	1.34cm 〔T=18.68秒〕	1/2000
	Ss-1(-, +)	1.34cm 〔T=18.68秒〕	1/2000
	Ss-1(-, -)	1.09cm 〔T=18.68秒〕	1/2500
	Ss-2	0.64cm 〔T=19.90秒〕	1/4300
	Ss-3	0.89cm 〔T=19.92秒〕	1/3100
	Ss-4	0.82cm 〔T= 8.01秒〕	1/3400
	Ss-5	0.63cm 〔T=25.32秒〕	1/4400
	Ss-6	0.63cm 〔T=8.58秒〕	1/4400
	Ss-7	0.61cm 〔T= 6.40秒〕	1/4500
	Ss-8	0.60cm 〔T=5.43秒〕	1/4600
	Ss-9	0.80cm 〔T= 7.31秒〕	1/3400
	Ss-10(+, +)	<u>0.61cm</u> 〔T= 6.89秒〕	<u>1/4600</u>
	Ss-10(+, -)	<u>0.61cm</u> 〔T= 6.89秒〕	<u>1/4500</u>
	Ss-10(-, +)	<u>0.61cm</u> 〔T= 6.89秒〕	<u>1/4500</u>
	Ss-10(-, -)	<u>0.61cm</u> 〔T= 6.89秒〕	<u>1/4600</u>

※基準地震動 Ss-1 及び Ss-10 の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※最大相対変位量、最大傾斜は各基準地震動における最大値で、〔 〕はその発生時刻を示す。

第 6-2-7 表 基準地震動 Ss による原子炉建屋基礎の最大傾斜角 (東西断面)

対象断面	基準地震動	最大相対変位量 $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $	最大傾斜 $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
東西断面	Ss-1(+, +)	0.89cm 〔T=18.67秒〕	1/3100
	Ss-1(+, -)	0.91cm 〔T=17.14秒〕	<u>1/3000</u>
	Ss-1(-, +)	0.91cm 〔T=17.14秒〕	<u>1/3000</u>
	Ss-1(-, -)	0.89cm 〔T=18.67秒〕	1/3100
	Ss-2	0.37cm 〔T=18.53秒〕	<u>1/7500</u>
	Ss-3	0.10cm 〔T=18.38秒〕	1/26700
	Ss-4	0.40cm 〔T= 7.94秒〕	1/7000
	Ss-5	0.43cm 〔T=24.90秒〕	<u>1/6500</u>
	Ss-6	0.63cm 〔T=7.07秒〕	1/4400
	Ss-7	0.34cm 〔T= 7.30秒〕	<u>1/8100</u>
	Ss-8	0.26cm 〔T=7.33秒〕	<u>1/10900</u>
	Ss-9	0.54cm 〔T= 7.46秒〕	<u>1/5100</u>
	Ss-10(+, +)	<u>0.59cm</u> 〔T=12.81秒〕	<u>1/4700</u>
	Ss-10(+, -)	<u>0.62cm</u> 〔T= 7.50秒〕	<u>1/4500</u>
	Ss-10(-, +)	<u>0.62cm</u> 〔T= 7.50秒〕	<u>1/4500</u>
	Ss-10(-, -)	<u>0.59cm</u> 〔T=12.81秒〕	<u>1/4700</u>

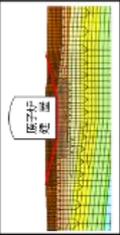
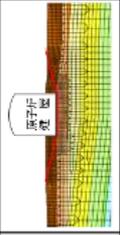
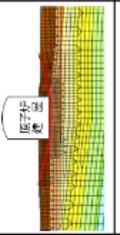
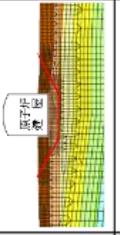
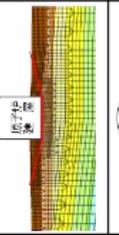
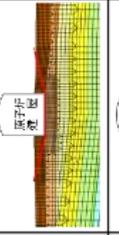
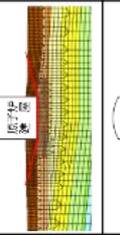
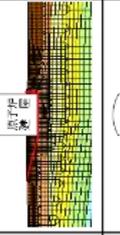
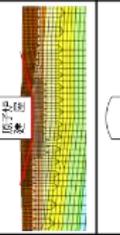
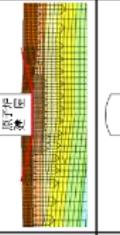
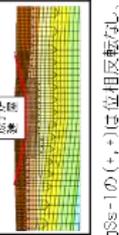
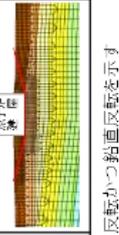
※基準地震動 Ss-1 及び Ss-10 の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※最大相対変位量、最大傾斜は各基準地震動における最大値で、〔 〕はその発生時刻を示す。

南北断面 評価結果 すべり安全率

発生時刻(秒)
標準安全率

想定すべり面 ()は発生時刻(秒)

基準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率	基準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率
Ss-1(+,+)		⑤	2.4 [18.63]	Ss-1(-,+)		⑤	2.0 [18.63]
Ss-1(+,-)		⑤	1.9 [18.64]	Ss-1(-,-)		②	1.9 [18.63]
Ss-2		⑤	3.3 [19.86]	Ss-3		⑤	2.8 [19.89]
Ss-4		⑤	2.7 [8.31]	Ss-5		①	3.5 [23.28]
Ss-6		⑤	3.8 [7.98]	Ss-7		⑤	3.9 [6.16]
Ss-8		⑤	4.8 [6.98]	Ss-9		⑤	3.6 [7.14]

※ 基準地震動Ss-1の(+,+)は位相回転なし、(-,+)=水平回転、(+,-)=軸回転、(-,-)=水平回転かつ軸回転を示す

第 6-2-68 図 基準地震動(Ss-1~Ss-9)によるすべり安全率の最小値 (南北断面)

東西断面 評価結果 すべり安全率

— : 想定すべり面 ()は発生時刻(秒)

基準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率	基準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率
Ss-1(+,+)		⑤	2.3 [18.65]	Ss-1(-,+)		⑤	2.3 [39.02]
Ss-1(+,-)		⑦	2.2 [39.00]	Ss-1(-,-)		⑤	2.1 [18.66]
Ss-2		⑤	6.1 [18.68]	Ss-3		⑤	5.9 [18.40]
Ss-4		⑤	3.8 [8.01]	Ss-5		⑤	3.8 [22.91]
Ss-6		⑤	3.4 [7.06]	Ss-7		⑤	3.7 [6.20]
Ss-8		⑤	5.6 [5.91]	Ss-9		⑤	3.9 [8.68]

※ 基準地震動Ss-1の(++)は位相反転なし、(-+)は水平反転、(++)は鉛直反転、(-+)は水平反転かつ鉛直反転を示す

**第 6-2-69 図 基準地震動(Ss-1～Ss-9)によるすべり安全率の最小値
(東西断面)**

南北断面 評価結果 すべり安全率

— : 想定すべり面 () は発生時刻 (秒)

標準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率	標準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率
Ss-10 (+, +)		⑤	3.7 (14.41)	Ss-10 (-, +)		⑤	3.6 (9.31)
Ss-10 (+, -)		⑤	3.5 (5.78)	Ss-10 (-, -)		⑤	3.7 (6.54)

※ 標準地震動Ss-1の(+, +)は位相反転なし、(-, +)は水平反転、(+, -)は鉛直反転、(-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す

東西断面 評価結果 すべり安全率

— : 想定すべり面 () は発生時刻 (秒)

標準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率	標準地震動	すべり面形状	すべり面番号	最小すべり安全率
Ss-10 (+, +)		⑤	3.2 (6.55)	Ss-10 (-, +)		⑤	3.0 (9.32)
Ss-10 (+, -)		⑤	3.0 (9.32)	Ss-10 (-, -)		⑤	3.1 (6.55)

※ 標準地震動Ss-1の(+, +)は位相反転なし、(-, +)は水平反転、(+, -)は鉛直反転、(-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す

第 6-2-70 図 標準地震動(Ss-10)によるすべり安全率の最小値

(5) 文献を以下のとおり追加する。

(93)国土地理院(2020):1:25,000 活断層図 上町断層とその周辺 「岸和田 改訂版」
解説書

(94)地震調査研究推進本部(2017a):中央構造線断層帯(金剛山地東縁-由布院)の長期評
価(第二版)

(95)地震調査研究推進本部(2017b):万年山-崩平山断層帯の長期評価 (第一版)

(96)地震調査研究推進本部(2017c):日出生断層帯の長期評価 (第一版)

(6)「6-4 地震」の「6-4-6 基準地震動」の「(1)敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の「(5)断層モデルを用いた手法による地震動評価」の「(d)中央構造線断層帯に対する地震本部(2017a)を踏まえた地震動評価への影響」の記述を以下のとおり追加する。

(d) 中央構造線断層帯に対する地震本部(2017a)⁽⁷³⁾を踏まえた地震動評価への影響

地震本部(2011)⁽⁴⁹⁾による「中央構造線断層帯(金剛山地東縁-伊予灘)の長期評価(一部改訂)について」(以下「第一版」と言う。)は、平成29年12月に改訂が行われて、「中央構造線断層帯(金剛山地東縁-由布院)の長期評価(第二版)」(地震本部,2017a)⁽⁷³⁾ (以下、「第二版」と言う。)として公表された。その改訂の骨子は、区間の追加(断層全長の変更)、断層の活動区分の変更、断層傾斜角の評価である。第一版では全長を約360km(金剛山地東縁-伊予灘)と評価していたのに対し、第二版では全長を約444km(金剛山地東縁-由布院)と西端を豊予海峡-由布院区間まで延長して評価しており、全長が約80km長くなっている。

一方、本節「(a)内陸地殻内地震」においては、第一版の中央構造線断層帯(長さ360km)に別府-万年山断層帯の連動の可能性を考慮し、全長約480kmの断層モデルによって地震動を評価している。この断層モデルは、第二版における中央構造線断層帯の全長と地震本部(2017b)⁽⁷⁴⁾における万年山-崩平山断層帯とを連動させたものに対応している。

以上から、第二版による断層全長が約444kmに変更された影響は、より長い全長を考慮した震源モデルを設定しているとともに、本節「(a)内陸地殻内地震」に示すとおり、断層長が長くなっても地震動レベルが変わらないことを確認していることから、第二版による地震動評価への影響はない。

また、活動区分の変更としては、第二版では6区分から10区分に変更となり、和泉山脈南縁断層帯が五条谷区間と根来区間に分割されており、「(3)震源モデルの設定」の「(a)内陸地殻内地震」の「(b)不確かさの考慮」によると、強震動の生成に大きく貢献するアスペリティの位置を敷地直下(五条谷断層と根来断層を跨ぐ)に配置しており、強震動評価への影響はない。なお、活断層としての中央構造線の傾斜角の評価としては、「6-2 地盤」の「6-2-2 敷地周辺の地形、地質・地質構造」の「(3)調査結果」の「(3)敷地周

辺陸域及び海域の地質構造」の「(b)敷地を中心とする半径 30km 範囲内の活断層(陸域)」の「c)中央構造線断層帯」の「c)-3 地震本部(2017a)⁽⁹³⁾による知見」で述べたように、五条谷区間から伊予灘区間にかけて中角度(40 度)と高角度の両論が併記され、さらなる調査実施の必要性とその結果に基づく断層深部の傾斜角の見直しの可能性が示されている。これに関して、岡田(2020)⁽⁷⁵⁾は、地震本部が中央構造線全域で地質境界を中角度としている根拠について、四国東部では地質境界は地表まで高角度とする異なる見解を述べている。このように、地質境界や活断層の深部の傾斜角の推定は未だ研究の途上にあり、今後の調査の進展を引き続き注視する必要がある。こうした最近の議論を踏まえても、「3)震源モデルの設定」の「(a)内陸地殻内地震」の「a)基本震源モデルの設定」で示した傾斜角 43 度という現時点の評価は、強震動予測に重要な地震規模の推定の不確かさを考慮する中で、大きな断層面積の評価や敷地への影響の観点から、活断層としての中央構造線の傾斜角の推定値として妥当なものとする。

- (7) 「6-4 地震」の「6-4-6 基準地震動」の「(2)震源を特定せず策定する地震動」の「3)検討用地震の選定と震源近傍の観測記録の収集」の「(b)Mw6.5 未満の地震」の記述を以下のとおり変更する。

(b) Mw6.5 未満の地震

第 6-4-20 表に示した地震のうち、2000 年鳥取県西部地震及び 2008 年岩手・宮城内陸地震を除いた Mw6.5 未満の 14 地震について、震源近傍の観測記録を収集し、地震動レベルや観測点の地盤情報等について整理した。

その結果、加藤・他(2004)⁽⁵³⁾の地震動レベルとの対比から、2004 年北海道留萌支庁南部地震、2013 年栃木県北部地震、2011 年和歌山県北部地震、2011 年茨城県北部地震、2011 年長野県北部地震の 5 地震を抽出した。なお、観測記録のうち、2004 年北海道留萌支庁南部地震の観測記録については、信頼性の高い解放基盤波が得られているが、これ以外の 4 地震の観測記録については解放基盤波の算定結果の信頼性に課題を残し、更なる知見の蓄積が必要であり、今後とも継続的に知見の収集と基盤波評価のためのはぎ取り解析等の検討を進める必要がある。

以上を踏まえ、Mw6.5 未満の地震としては 2004 年北海道留萌支庁南部地震を対象とし、佐藤・他(2013)⁽⁶²⁾による震源近傍の K-NET 港町観測点(HKD020)での地表観測記録(最大加速度 1127 cm/s²)から評価された解放基盤波を「震源を特定せず策定する地震動」の対象とする。この際、基盤地震動評価における地盤物性値等の妥当性を検討するとともに、GL-6m 以深の減衰定数を 3%とした場合の基盤地震動評価結果(水平成分)を採用した。第 6-4-58 図に水平動及び鉛直動の加速度波形と応答スペクトルを示す。なお、応答スペクトルには加藤・他(2004)⁽⁵³⁾による結果も併せて示した。

以上の検討を踏まえ、敷地の地盤物性(敷地解放基盤は $V_s=1.6\text{km/s}$ 程度)を考慮し、佐藤・他(2013)⁽⁶²⁾による 2004 年北海道留萌支庁南部地震による基盤地震動及び加藤・

他(2004)⁽⁵³⁾が提案した応答スペクトルを「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトルとして設定する。

- (8) 「6-4 地震」の「6-4-6 基準地震動」の「(2)震源を特定せず策定する地震動」の「(3) 検討用地震の選定と震源近傍の観測記録の収集」に「(c)標準応答スペクトルに基づく地震動」の記述を以下のとおり追加する。

(c) 標準応答スペクトルに基づく地震動

第 6-4-21 表に示した標準応答スペクトルに適合するよう、地震基盤相当面 ($V_s=2200\text{m/s}$ 以上) における模擬地震波を作成し、地下構造モデルを用いて解放基盤表面における「標準応答スペクトルに基づく地震動」を設定する。模擬地震波は、複数の方法に基づき検討することが求められており、一様乱数の位相を有する正弦波の重ね合わせによる方法や敷地で観測された適切な地震動の実位相を用いる方法などがある。標準応答スペクトルが定義される地震基盤相当面と当該解放基盤面とは 3m の深さの差しかなく、位相に与える影響は小さく、実位相を用いる方法は不要と考えられる。従って模擬地震波は一様乱数の位相を有する正弦波の重ね合わせによって作成する。振幅包絡線は、Noda et al.(2002)に基づく形状とし、模擬地震波の判定基準と併せて第 6-4-22 表に示す。作成した模擬地震波の時刻歴波形、応答スペクトル及び標準応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比を第 6-4-59 図及び第 6-4-60 図に示す。これらの図から、第 6-4-22 表に示した判定基準である標準応答スペクトルと模擬地震波の応答スペクトル値の比は 0.85 を上回っており、また応答スペクトル強さ (SI 値) の比は、水平動で 1.01、鉛直動で 1.02 となり、1.0 を超えている。

標準応答スペクトルに基づく地震動を評価するための地下構造モデルは、「6-4-5 敷地地盤の振動特性」の「(4)地盤構造モデル」の「(1)一次元速度構造モデル」で示した地盤モデルを用いた。標準応答スペクトルが定義される地震基盤相当面は、S 波速度(V_s)が $V_s=2200\text{m/s}$ 以上であることを踏まえ、第 6-4-5 表の $V_s=2436\text{m/s}$ の花崗岩上面である GL-184m として設定する。標準応答スペクトルに基づく地震動(基準地震動 S_s-10)の時刻歴波形及び応答スペクトルを第 6-4-61 図に示す。

- (9) 「6-4 地震」の「6-4-6 基準地震動」の「(3)基準地震動 S_s の策定」の記述を以下のとおり変更する。

基準地震動 S_s は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動を考慮して以下のように策定する。

1) 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 S_s

水平動に対しては、中央構造線断層帯による地震、上町断層帯による地震及び想定海洋プレート内地震の応答スペクトル法による評価結果を包絡するスペクトルとして策定し、その結果を第 6-4-62 図に示す。策定した応答スペクトルは、南海トラフ沿いの巨大地震（陸側ケース）及び想定海洋プレート内地震の断層モデルによる評価結果や「震源を特定せず策定する地震動」を包絡している（第 6-4-63 図）。一方、鉛直動については、想定海洋プレート内地震の応答スペクトル法による評価結果、全ての検討用地震の断層モデルによる評価結果や「震源を特定せず策定する地震動」の内、第 6-4-58 図に示した 2004 年北海道留萌支庁南部地震及び加藤・他(2004)⁽⁵³⁾によるスペクトルを包絡するスペクトルとして策定し、第 6-4-64 図及び第 6-4-65 図にその結果を示す。策定した応答スペクトルを Ss-1 とし、水平動及び鉛直動の応答スペクトル値を第 6-4-23 表に示す。

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 Ss-1 は応答スペクトルに適合する模擬地震波で表すものとする。

模擬地震波は、応答スペクトルに適合する周期－振幅特性と一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし、振幅包絡線の経時変化は Noda et al.(2002)⁽³⁵⁾に基づき第 6-4-24 表に示す形状とする。模擬地震波 Ss-1（水平）及び Ss-1（鉛直）の時刻歴波形や目標応答スペクトルと模擬地震波の応答スペクトルとの比をそれぞれ第 6-4-66 図及び第 6-4-67 図に示す。

2) 断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss

検討用地震のうち、南海トラフ沿いの巨大地震（陸側ケース）及び想定海洋プレート内地震の断層モデルによる評価結果（水平動）はすべて Ss-1 に包絡されるため、内陸地殻内地震（中央構造線断層帯及び上町断層帯による地震）における評価結果（統計的グリーン関数法のみ）から 1 秒以下の短周期領域で Ss-1 を超えるケースを選定し、基準地震動 Ss とする。結果として 8 ケースが選定され、長周期領域も含めたハイブリッド波を基準地震動（Ss-2～Ss-9）とし、第 6-4-68 図及び第 6-4-69 図に示す。第 6-4-70 図にはそれらの応答スペクトルに加え、応答スペクトルに基づく手法による Ss-1、鉛直動で Ss-1 を短周期領域の一部で上回る標準応答スペクトルに基づく地震動(基準地震動 Ss-10)による応答スペクトル（第 6-4-61 図）も加え、Ss-1～Ss-10 までの 10 ケースの応答スペクトルを示す。また、Ss-1～Ss-10 の最大加速度を第 6-4-25 表にまとめて示す。

3) 基準地震動 Ss の超過確率の参照

参考として、日本原子力学会（2007）⁽⁶³⁾の方法に基づいて敷地における地震動の一樣ハザードスペクトルを求める。評価に使用する各種諸元は原則として地震本部(2013)⁽⁶⁴⁾に基づき、地震動伝播モデルは Noda et al.(2002)⁽³⁵⁾の方法を用いる。地震動評価のばらつきは対数標準偏差で 0.53 とし内陸補正のあり・なしをロジックツリーの分岐（第 6-4-71 図）として考慮する。

基準地震動 S_s との比較を第 6-4-72 図に示す。同図より、基準地震動の年超過確率は $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度である。

(10) 「6-4 地震」の「6-4-7 入力地震動の評価」の記述を以下のとおり変更する。

6-4-7 入力地震動の評価

策定した基準地震動 $S_{s-1} \sim S_{s-10}$ に対して原子炉建屋基礎盤位置での建屋入力地震動を評価する。

(1) 評価手法

「6-4-4 敷地地盤の振動特性」に示した解放基盤表面 (GL-181m) から建屋基礎盤位置 (GL-7.3m) までの 1 次元地盤構造モデルを用い、水平動に対して解放基盤表面 (GL-181m) から建屋基礎盤位置 (GL-7.3m) までの地盤の非線形特性を考慮した地震応答解析を実施し、建屋基礎盤位置 (自由表面と仮定) における入力地震動を評価した。非線形地震応答解析に対しては、等価線形地震応答解析を原則とし、等価線形の適用限界を超える場合には時刻歴非線形地震応答解析を実施した。なお、鉛直動については線形地震応答解析により評価した。

(2) 評価結果

基準地震動 $S_{s-1} \sim S_{s-10}$ に基づく入力地震動を第 6-4-73 図～第 6-4-82 図に示す。 $S_{s-1} \sim S_{s-9}$ までの水平動については時刻歴非線形地震応答解析の結果で、 S_{s-10} については等価線形地震応答解析の結果である。鉛直動はすべて線形地震応答解析結果である。図には、時刻歴加速度波形、応答スペクトル及び最大加速度分布及びせん断ひずみ分布を示す。

(11) 文献を以下のとおり追加する。

(73) 地震調査研究推進本部(2017a)：中央構造線断層帯(金剛山地東縁-由布院)の長期評価(第二版)

(74) 地震調査研究推進本部(2017b)：万年山－崩平山断層帯の長期評価(第一版)

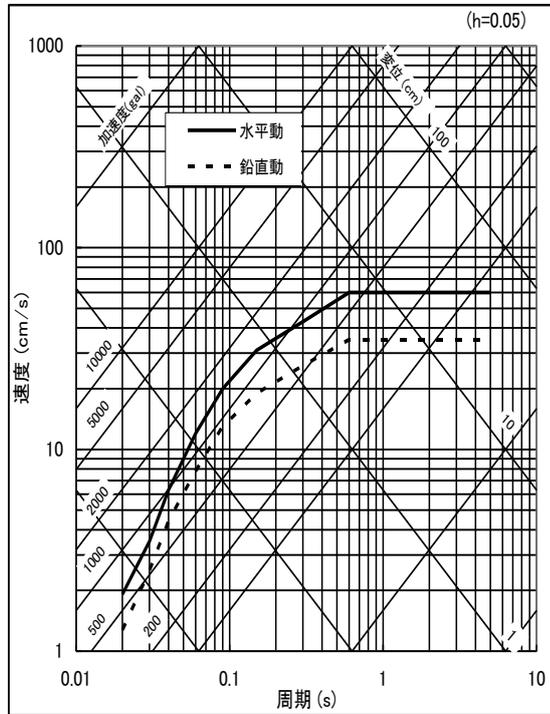
(75) 岡田篤正(2020)：中央構造線断層帯－最長活断層帯(四国)の諸性質－，古今書院

第 6-4-21 表 標準応答スペクトル

コントロールポイント

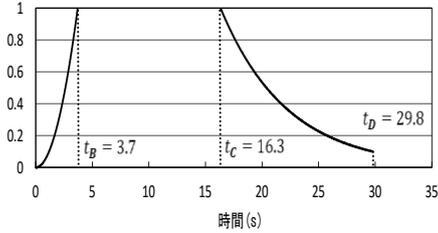
周期 (s)	水平動	鉛直動
	擬似速度 (cm/s)	擬似速度 (cm/s)
0.02	1.910	1.273
0.03	3.500	2.500
0.04	6.300	4.400
0.06	12.000	7.800
0.09	20.000	13.000
0.15	31.000	19.000
0.30	43.000	26.000
0.60	60.000	35.000
5.00	60.000	35.000

擬似速度応答スペクトル



第 6-4-22 表 模擬地震波の包絡形の経時変化と策定の判定基準

	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時変化(s)		
		t_B	t_C	t_D
水平	29.8	3.7	16.3	29.8
鉛直	29.8	3.7	16.3	29.8



$$t_B = 10^{0.5M-2.93}$$

$$t_C - t_B = 10^{0.3M-1.0}$$

$$t_D - t_C = 10^{0.17M+0.54\log X_{eq}-0.6}$$

$$E(t) = \begin{cases} (t/t_B)^{\epsilon} \\ \frac{1}{\exp[(\ln 0.1)(t - t_C)(t_D - t_C)]} \end{cases}$$

$$M = 7.0, X_{eq} = 10 \text{ km}$$

振幅包絡形の経時特性 (M=7.0、X_{eq}=10km)

$$\textcircled{1} R(T) = \frac{S_{v1}(T)}{S_{v2}(T)} \geq 0.85 \quad (0.02 \leq T)$$

T : 周期 (s)
 $S_{v1}(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル値
 $S_{v2}(T)$: 目標とする応答スペクトル値

$$\textcircled{2} \text{SI比} = \frac{\int_{0.1}^{2.5} S_v(T) dt}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{S}_v(T) dt} \geq 1.0$$

SI : 応答スペクトル強さ
 $S_v(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル (cm/s)
 $\bar{S}_v(T)$: 目標とする応答スペクトル (cm/s)
 T : 固有周期 (s)

第 6-4-23 表 応答スペクトル(Ss-1)のコントロールポイント

水平動

周期 (秒)	応答速度 (cm/s)
0.02	3
0.1	40
0.17	80
0.3	105
0.6	130
1.0	125
5.0	100

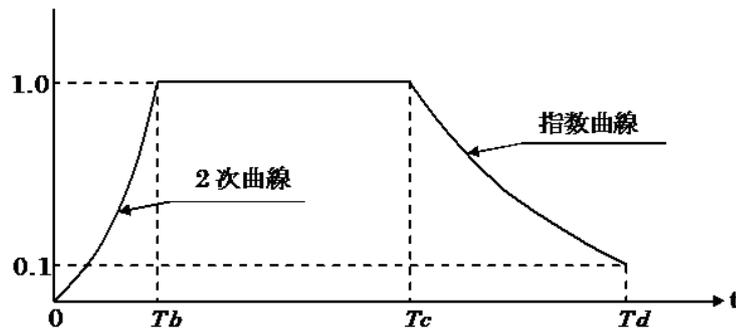
鉛直動

周期 (秒)	応答速度 (cm/s)
0.02	1.1
0.1	16
0.17	28
0.3	43
0.6	43
1.0	40
5.0	36

第 6-4-24 表 基準地震動 Ss-1 の模擬地震動策定手法

模擬地震波	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的变化 (s)		
		T _b	T _c	T _d
S _s -1 (水平)	62.5	11.7	36.8	62.5

上町断層帯の地震を想定し、
M=8.0、X_{eq}=15.9(km)として評価



$$T_b = 10^{0.5M-2.93}$$

$$T_c - T_b = 10^{0.3M-1.0}$$

$$T_d - T_c = 10^{0.17M+0.541\log X_{eq}-0.6}$$

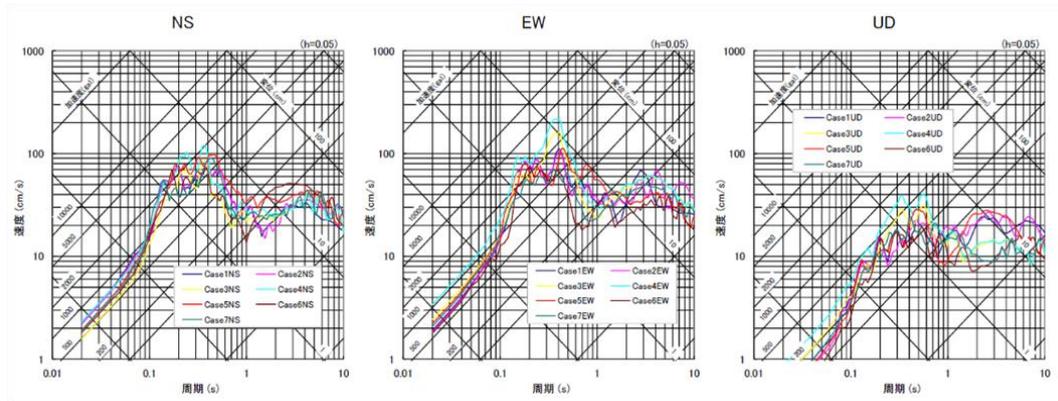
$$E(t) = \begin{cases} (T/T_b)^2 & 0 \leq T \leq T_b \\ 1.0 & T_b \leq T \leq T_c \\ \frac{\ln(0.1)}{T_d - T_c} (T - T_c) & T_c \leq T \leq T_d \end{cases}$$

M: マグニチュード
X_{eq}: 等価震源距離

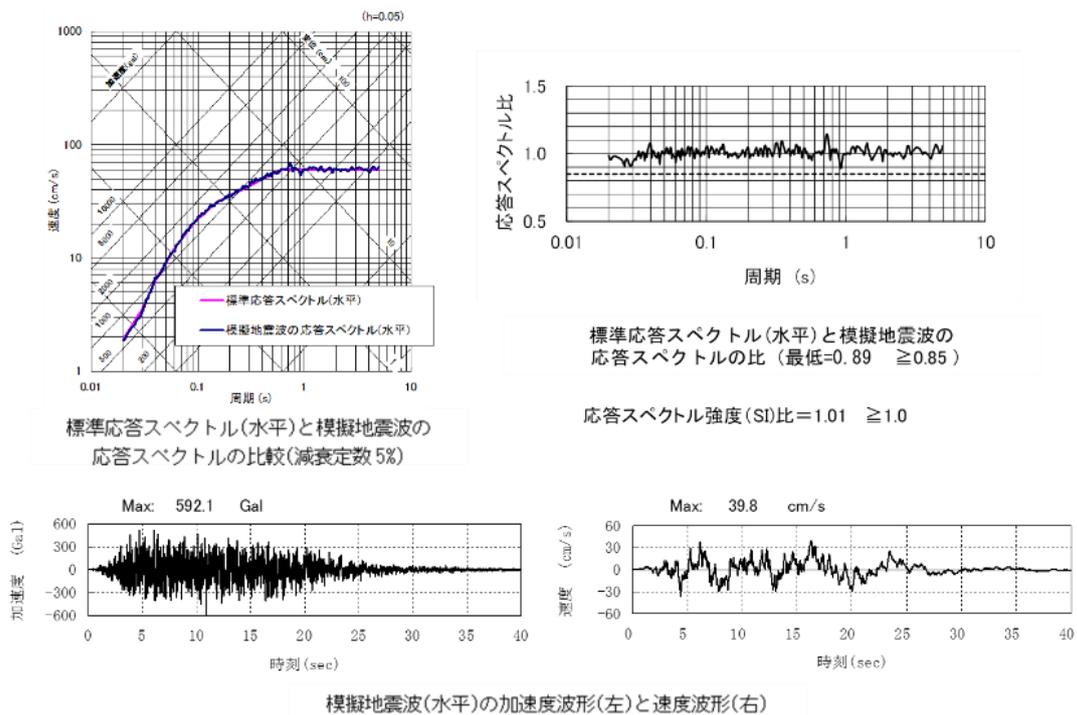
第 6-4-25 表 基準地震動 Ss-1～Ss-10 の最大加速度

(cm/s²)

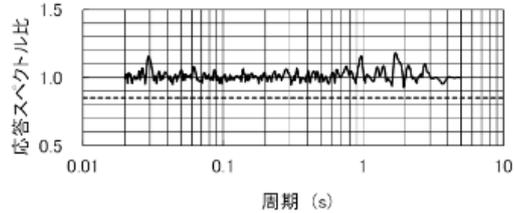
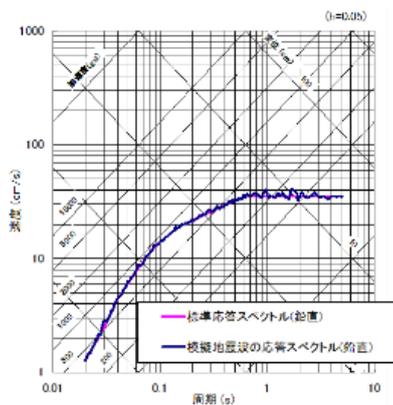
基準地震動				NS方向	EW方向	UD方向
震源を特定して策定する地震動	応答スペクトル法	Ss-1	模擬地震波	944		358
	断層モデルを用いた手法	Ss-2	中央構造線断層帯 (モデル1、ケース1)	729	520	215
		Ss-3	中央構造線断層帯 (モデル1、ケース4)	1053	672	252
		Ss-4	中央構造線断層帯 (モデル1、ケース5)	673	1644	133
		Ss-5	上町断層帯 (モデル1、ケース1)	767	756	194
		Ss-6	上町断層帯 (モデル1、ケース4)	709	1184	213
		Ss-7	上町断層帯 (モデル1、ケース5)	649	674	170
		Ss-8	上町断層帯 (モデル1、ケース6)	566	683	196
		Ss-9	上町断層帯 (モデル2、ケース4)	699	1260	293
震源を特定せず策定する地震動 (標準応答スペクトルによる)	応答スペクトル法	Ss-10	模擬地震波	586		391



第 6-4-53 図 上町断層帯の統計的グリーン関数法による予測結果の応答スペクトル (モデル 2)



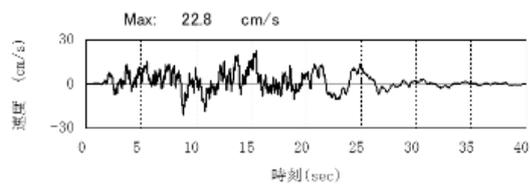
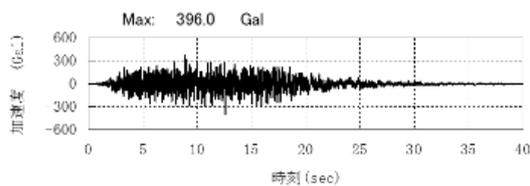
第 6-4-59 図 標準応答スペクトルに適合する模擬地震波(水平動)



標準応答スペクトル(鉛直)と模擬地震波の
応答スペクトルの比 (最低=0.92 \geq 0.85)

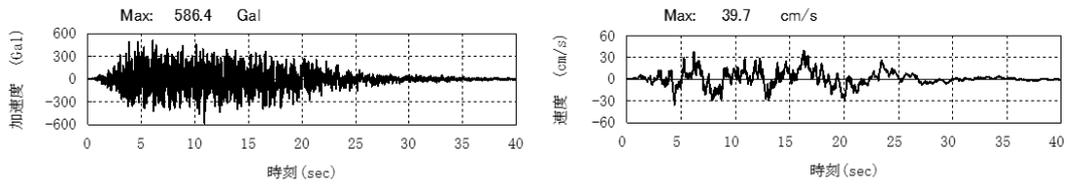
応答スペクトル強度(SI)比=1.02 \geq 1.0

標準応答スペクトル(鉛直)と模擬地震波の
応答スペクトルの比較(減衰定数 5%)

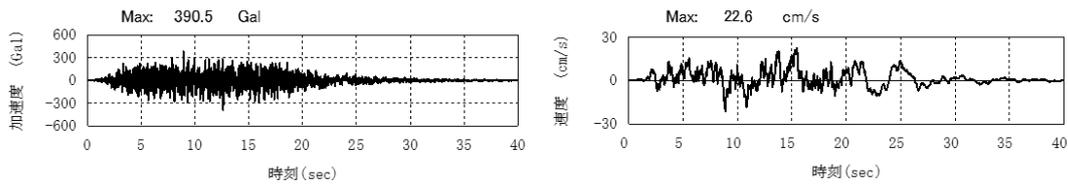


模擬地震波(鉛直)の加速度波形(左)と速度波形(右)

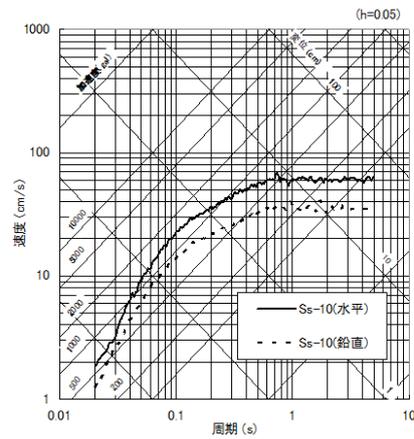
第 6-4-60 図 標準応答スペクトルに適合する模擬地震波(鉛直動)



水平動の加速度波形(左)と速度波形(右)

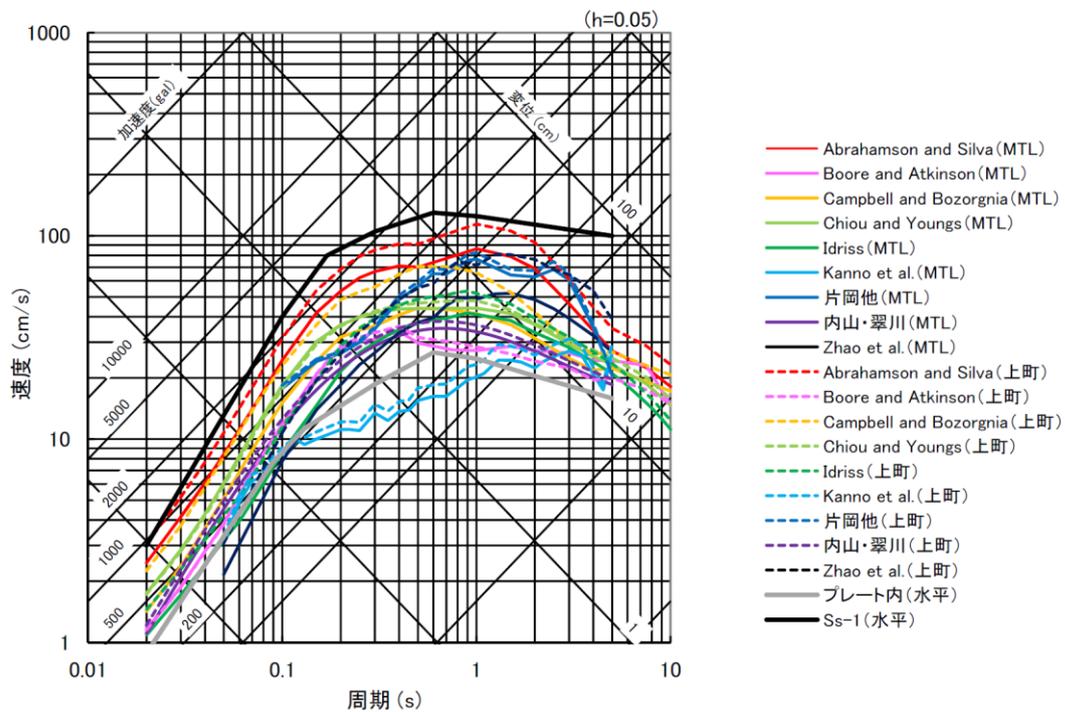


鉛直動の加速度波形(左)と速度波形(右)

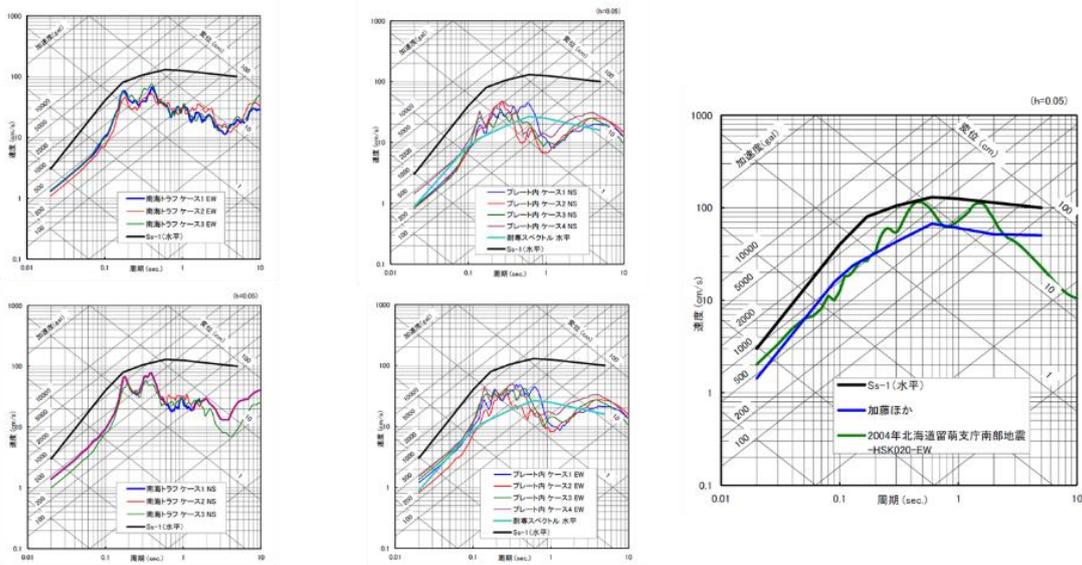


応答スペクトル(減衰定数5%)

第 6-4-61 図 基準地震動 Ss-10 の時刻歴波形と応答スペクトル



第 6-4-62 図 応答スペクトル法による基準地震動 Ss-1 (水平動)

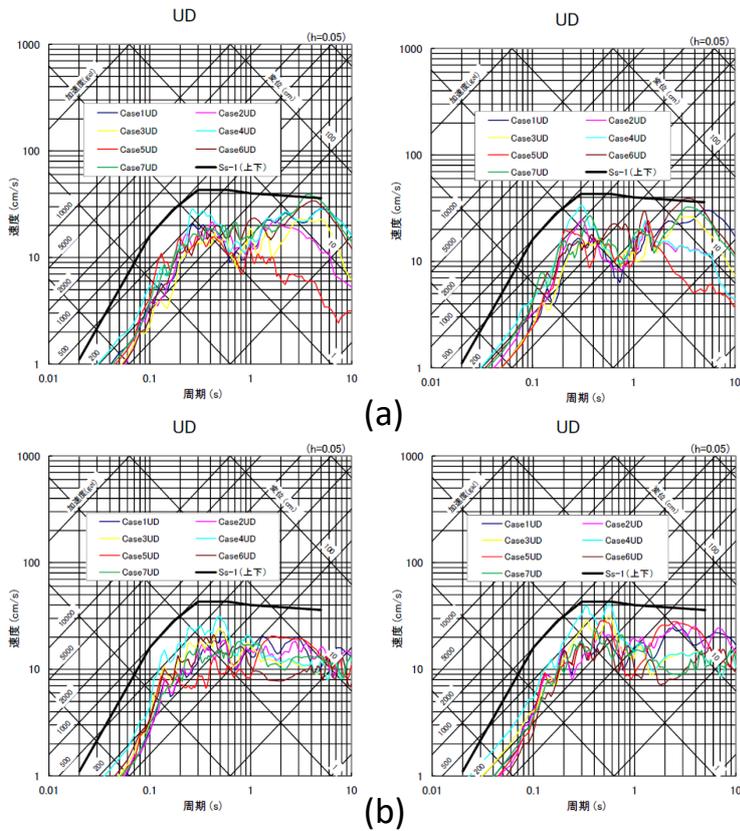


Ss-1(水平動)と南海トラフの巨大地震(左図)及び想定海洋プレート内地震(中図)の水平2成分、「震源を特定せず策定する地震動」の地震動評価結果(加藤スペクトル及び北海道留萌支庁南部の地震(EW成分))(右図)との比較



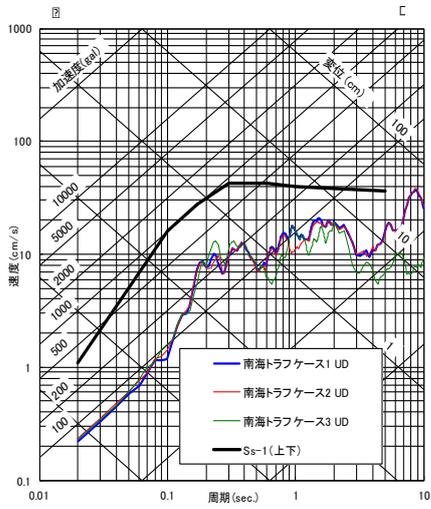
すべてSs-1(水平動)を下回っていることから基準地震動とはしない。

第 6-4-63 図 基準地震動 Ss-1 (水平動) と南海トラフ沿いの巨大地震(陸側ケース)、想定海洋プレート内地震による地震動及び震源を特定せず策定する地震動との比較

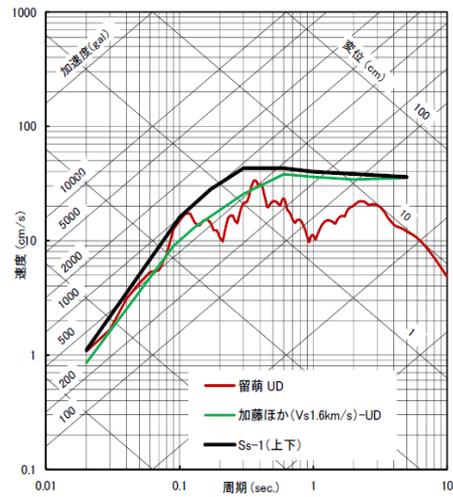


Ss-1(上下動)は、中央構造線断層帯(a)及び上町断層帯(b)による断層モデルによる結果を包絡する応答スペクトルとして設定する。
 (a)、(b)における左はモデル1、右はモデル2

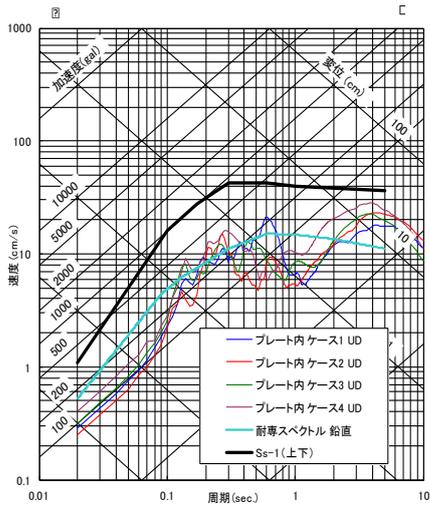
第 6-4-64 図 基準地震動 Ss-1 (鉛直動) と中央構造線断層帯及び上町断層帯による地震の地震動 (a)、(b) との比較



(c)



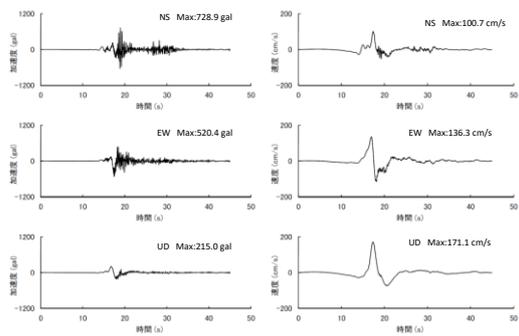
(e)



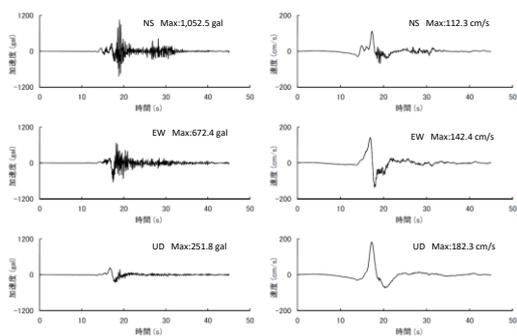
(d)

第 6-4-65 図

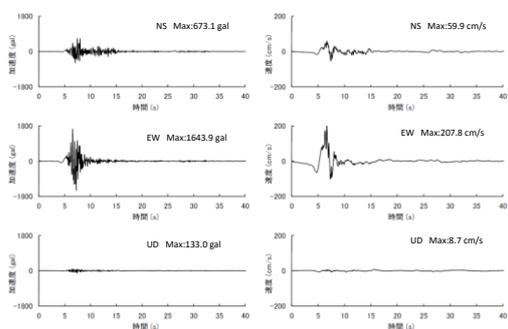
基準地震動 Ss-1 (鉛直動) と南海トラフ沿いの巨大地震 (陸側ケース) (c)、想定海洋プレート内地震の地震動 (d) 及び震源を特定せず策定する地震動 (e) との比較



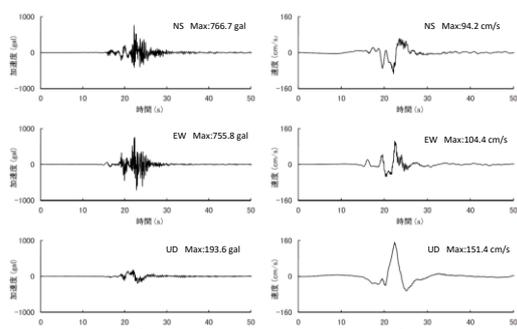
Ss-2 中央構造線断層帯 モデル1 ケース1



Ss-3 中央構造線断層帯 モデル1 ケース4

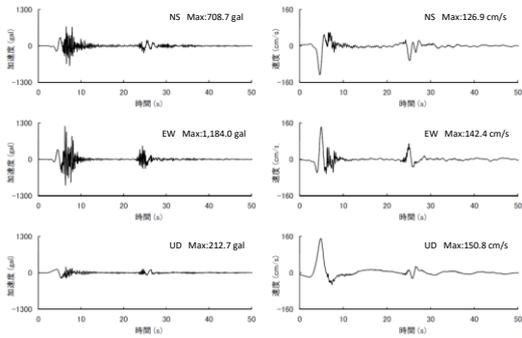


Ss-4 中央構造線断層帯 モデル1 ケース4

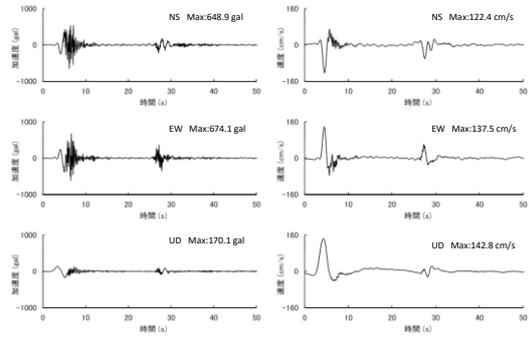


Ss-5 上町断層帯 モデル1 ケース1

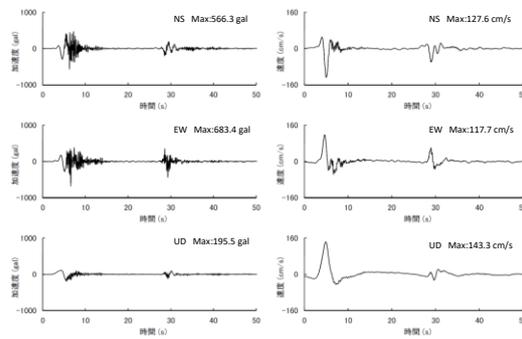
第 6-4-68 図 基準地震動 Ss-2~Ss-5 の時刻歴波形



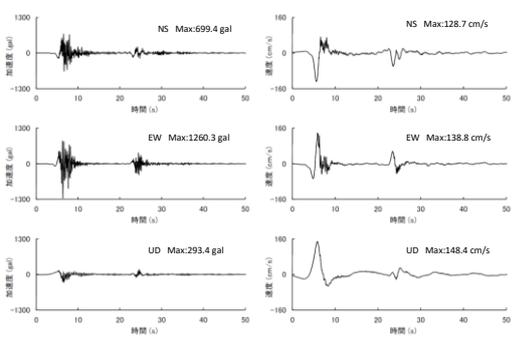
Ss-6 上町断層帯 モデル1 ケース4



Ss-7 上町断層帯 モデル1 ケース5

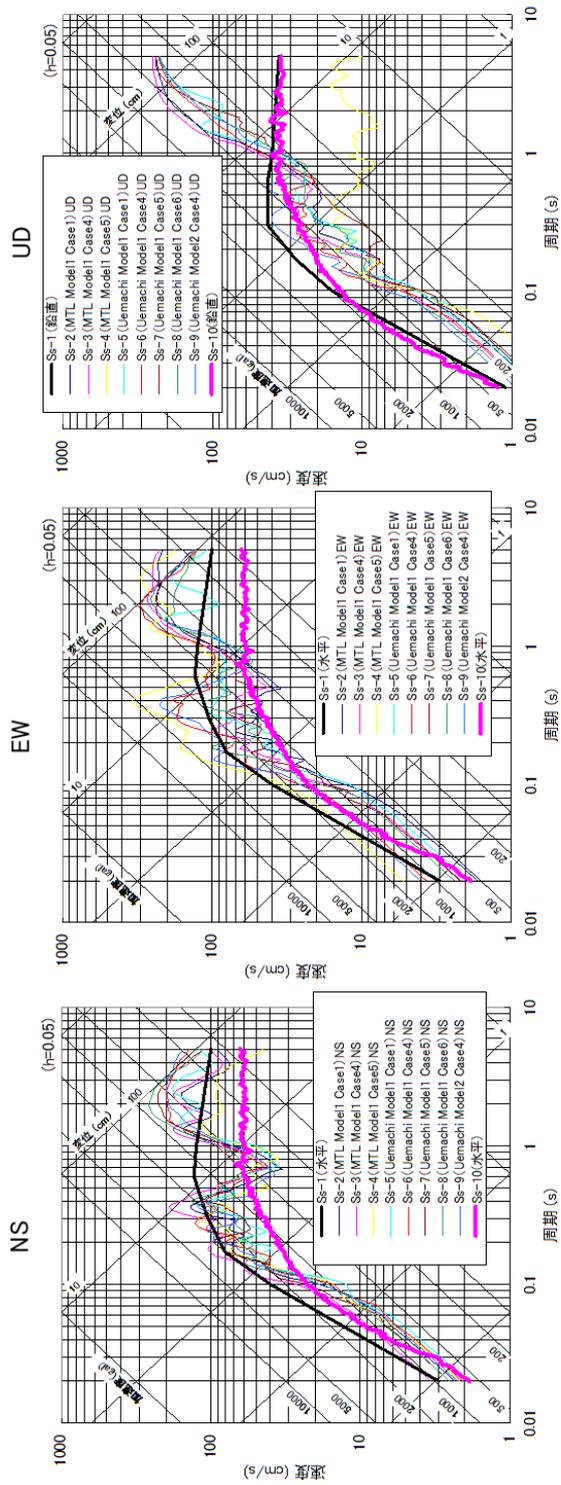


Ss-8 上町断層帯 モデル1 ケース6

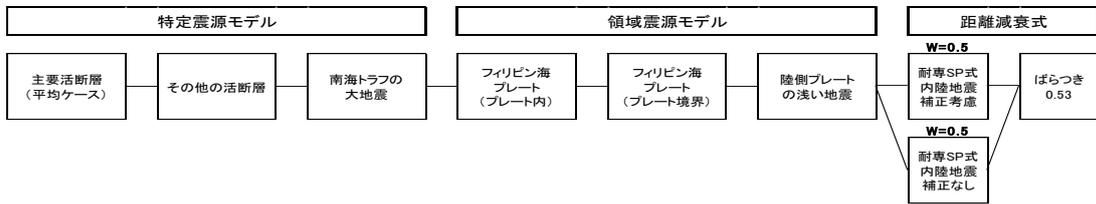


Ss-9 上町断層帯 モデル2 ケース4

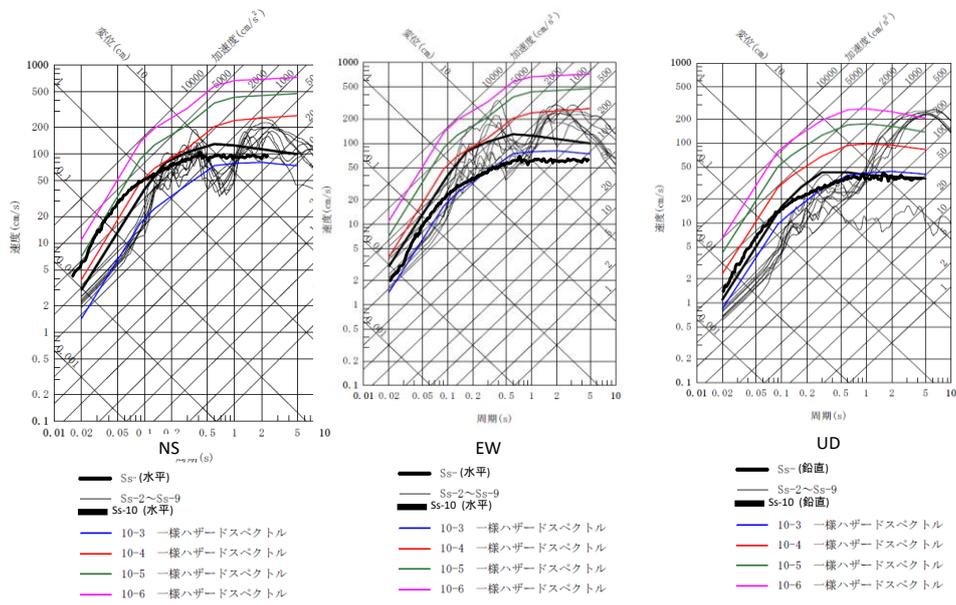
第 6-4-69 図 基準地震動 Ss-6~Ss-9 の時刻歴波形



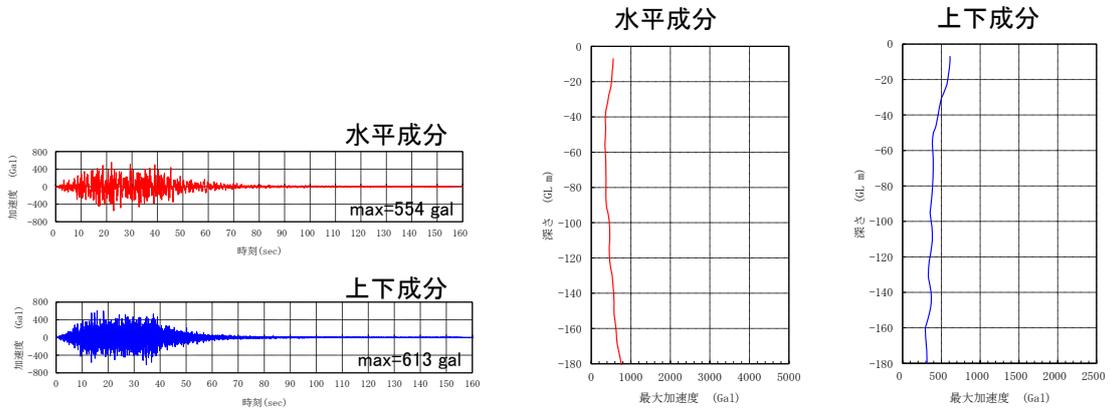
第6-4-70図 基準地震動 Ss-1~Ss-10 の応答スペクトル



第 6-4-71 図 ロジックツリーの分岐及び重み付け

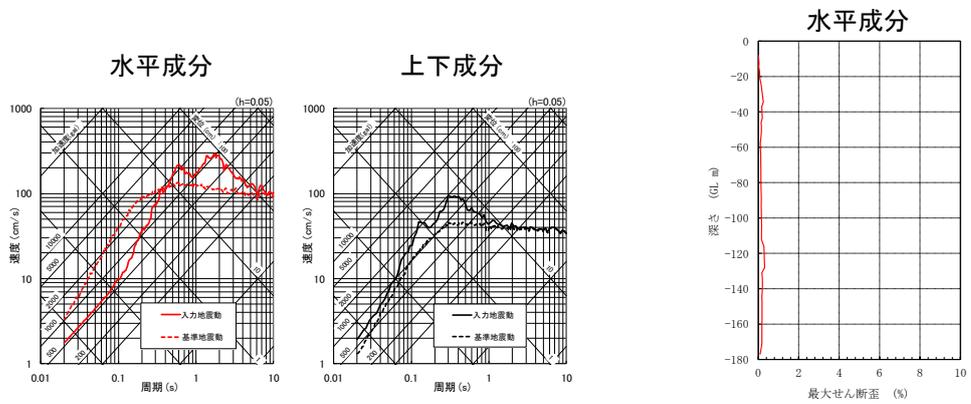


第 6-4-72 図 基準地震動 Ss-1~Ss-10 と一様ハザードスペクトルとの比較



加速度波形

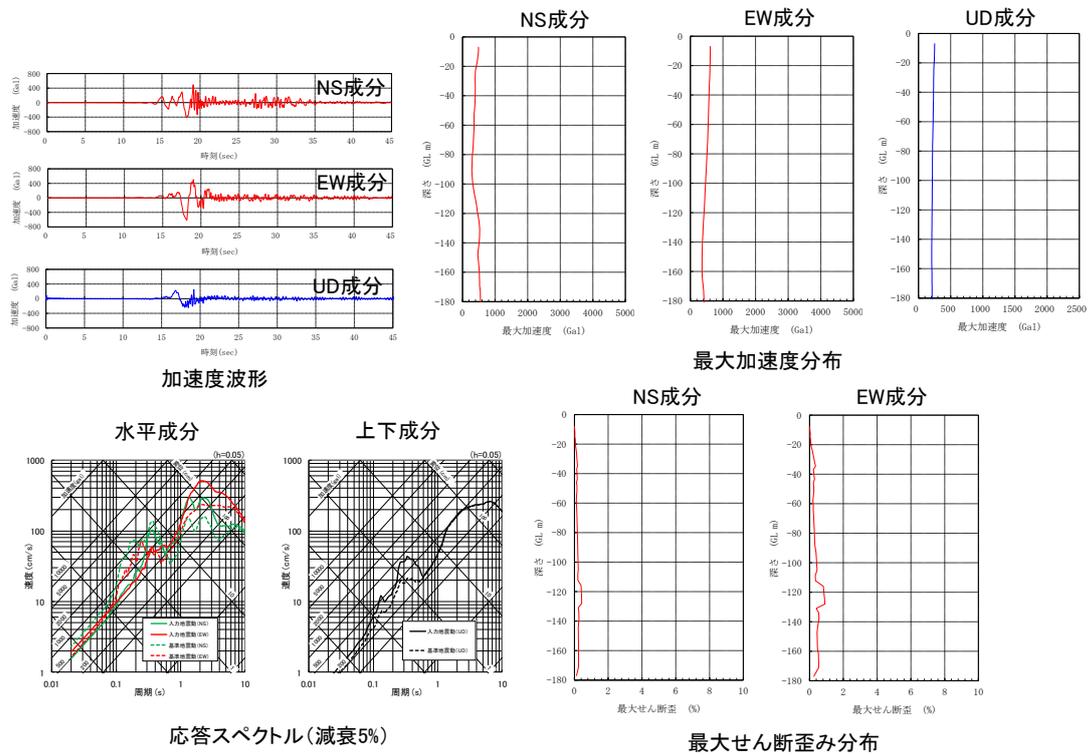
最大加速度分布



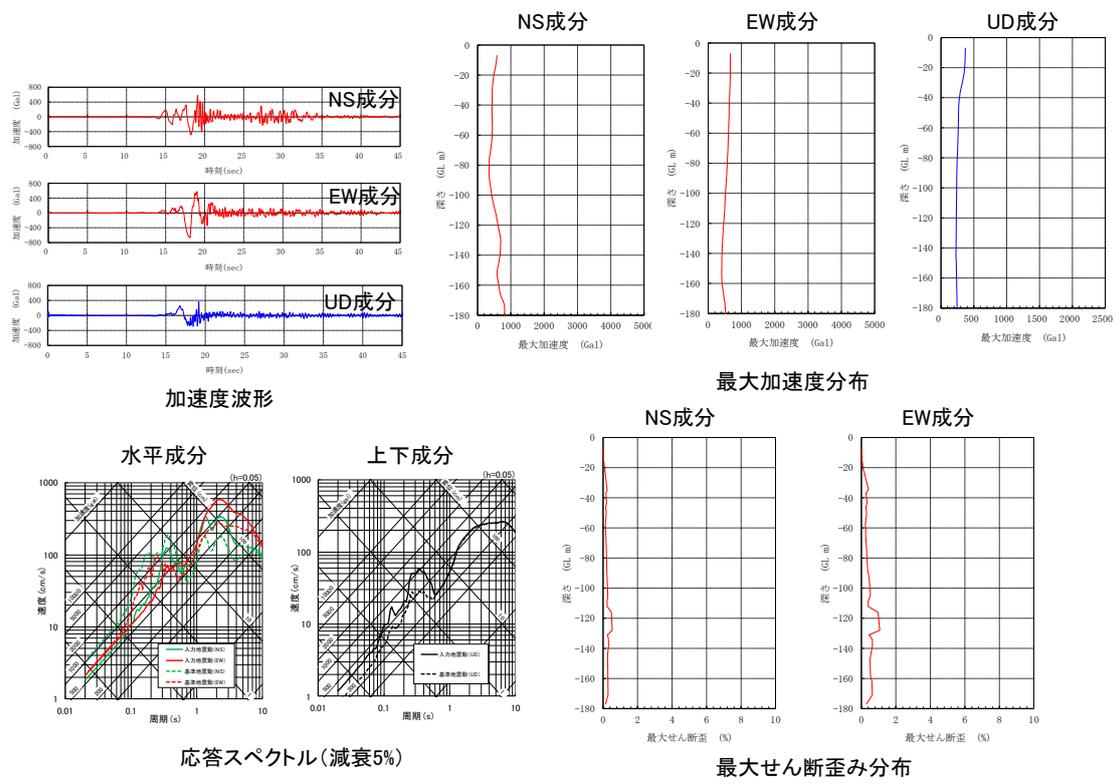
応答スペクトル(減衰5%)

最大せん断歪み分布

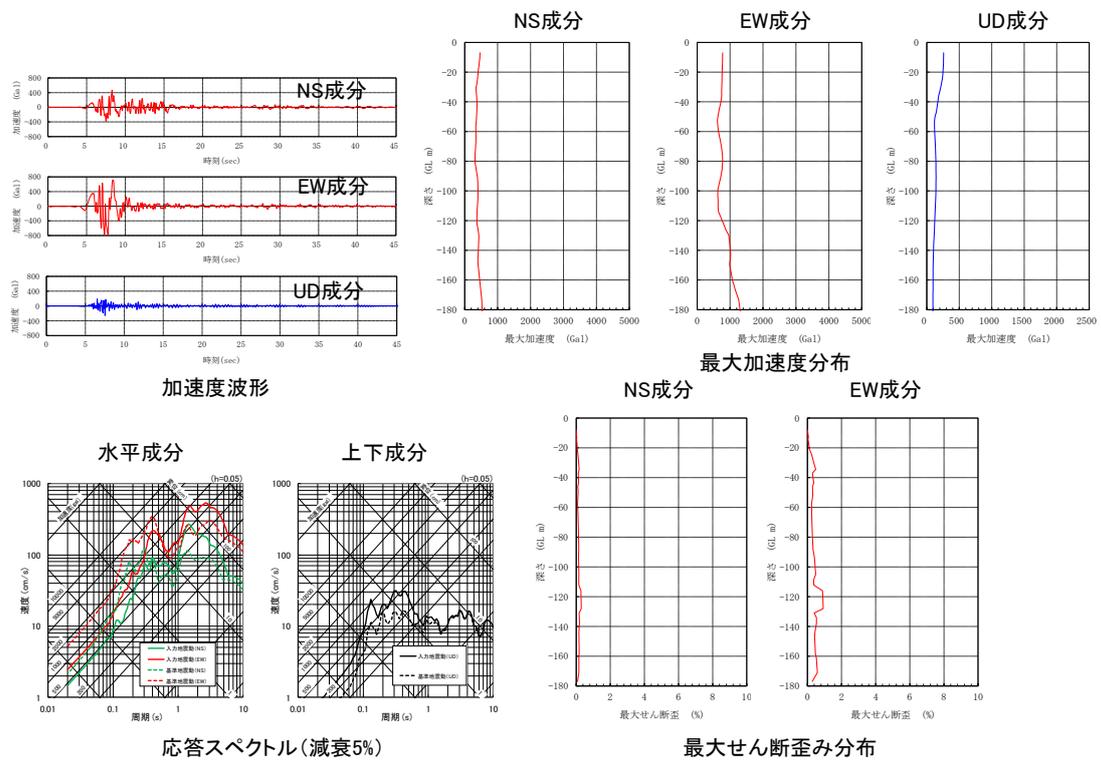
第 6-4-73 図 基準地震動 Ss-1 に基づく入力地震動



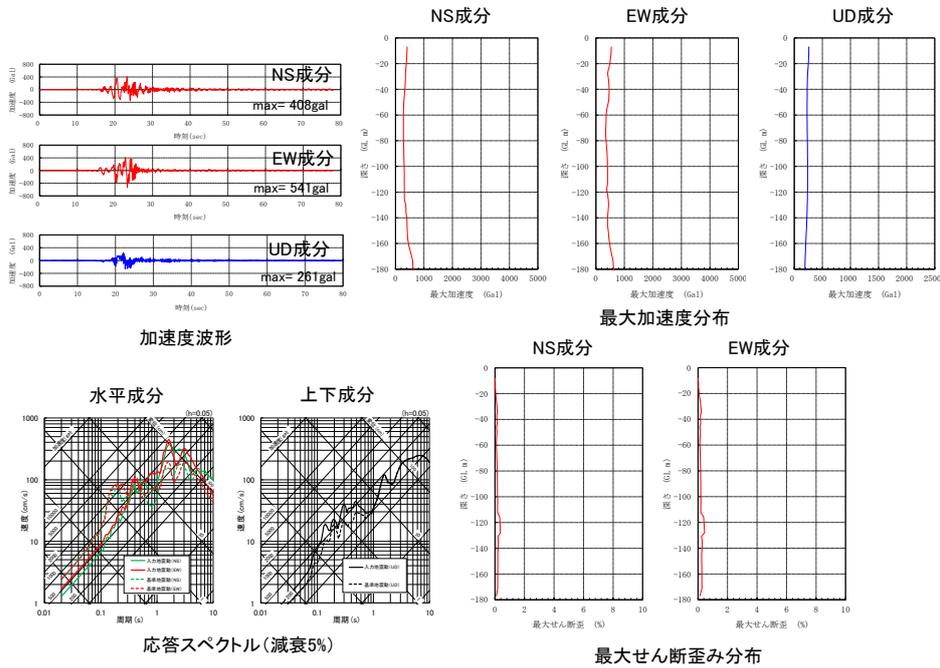
第 6-4-74 図 基準地震動 Ss-2 に基づく入力地震動



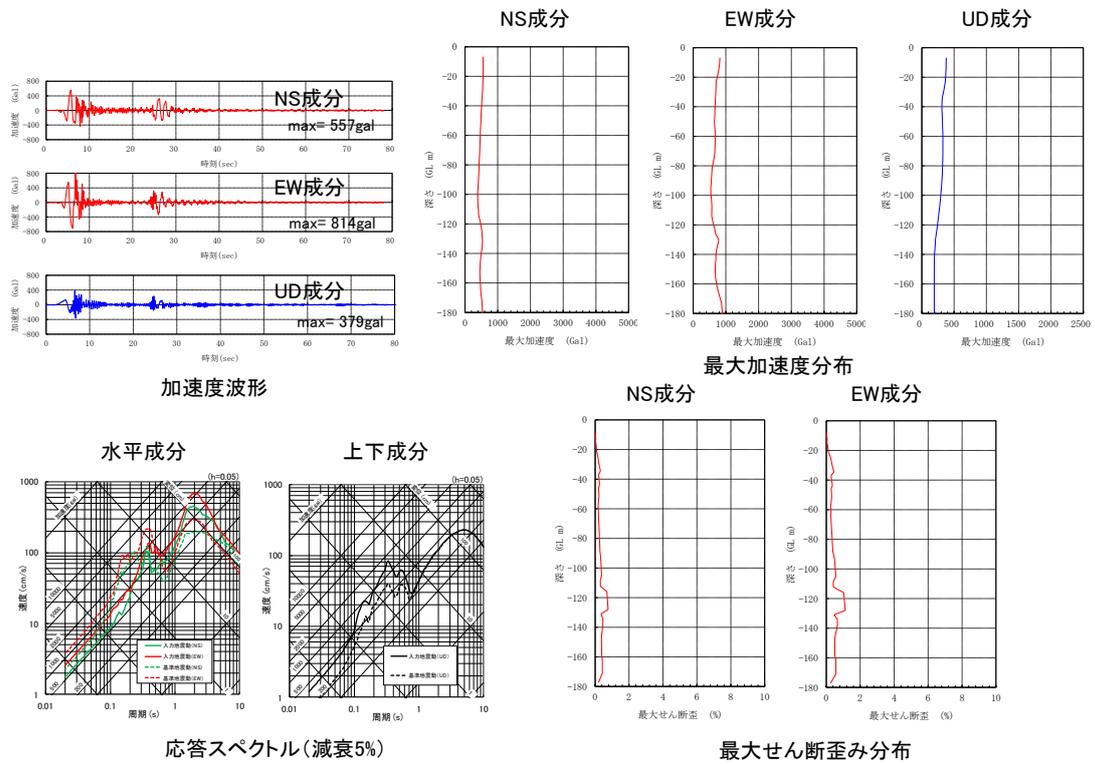
第 6-4-75 図 基準地震動 Ss-3 に基づく入力地震動



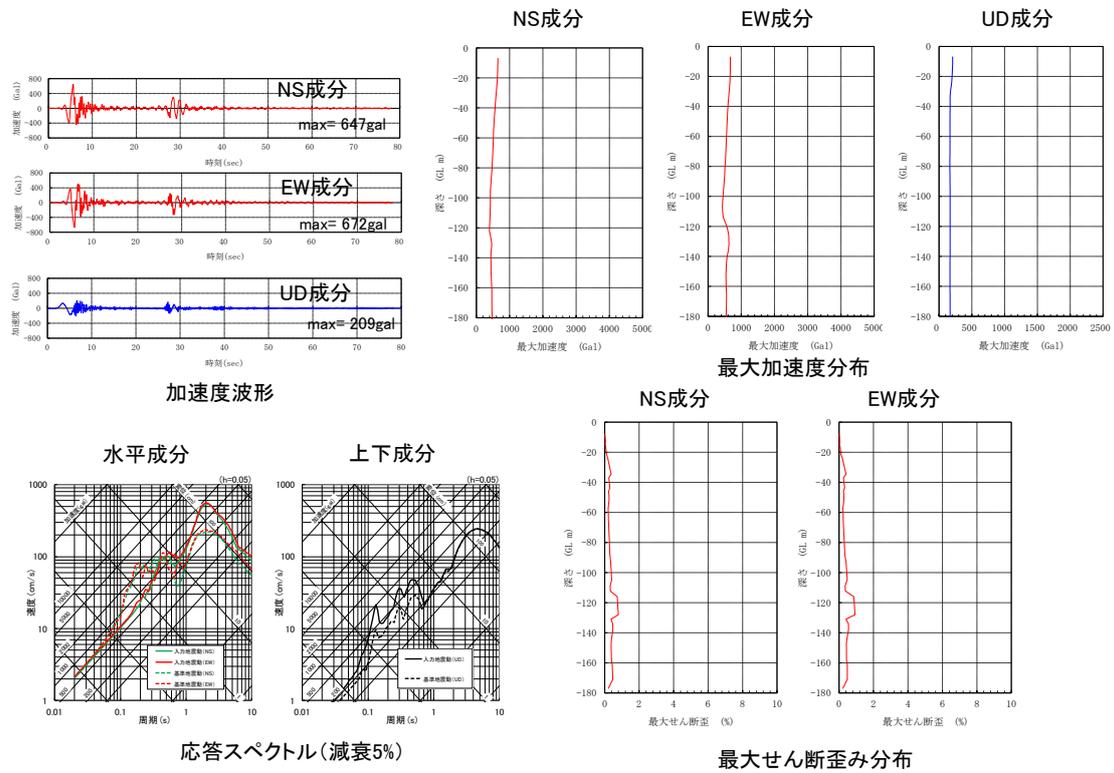
第 6-4-76 図 基準地震動 Ss-4 に基づく入力地震動



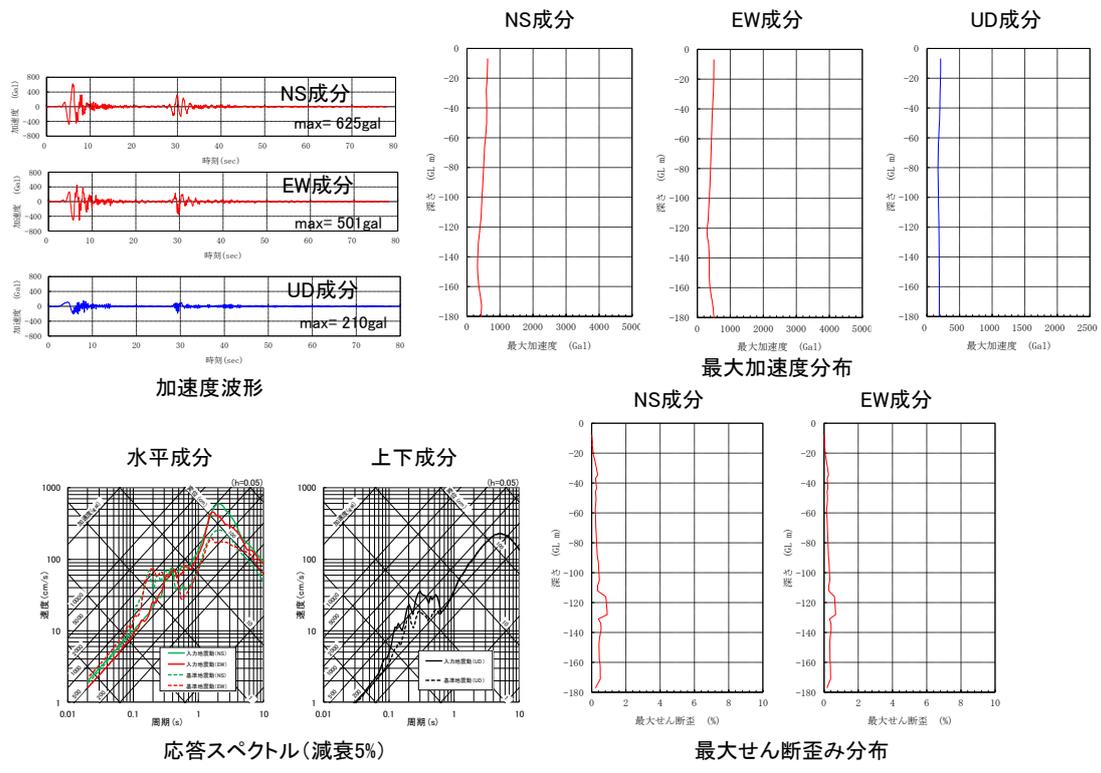
第 6-4-77 図 基準地震動 Ss-5 に基づく入力地震動



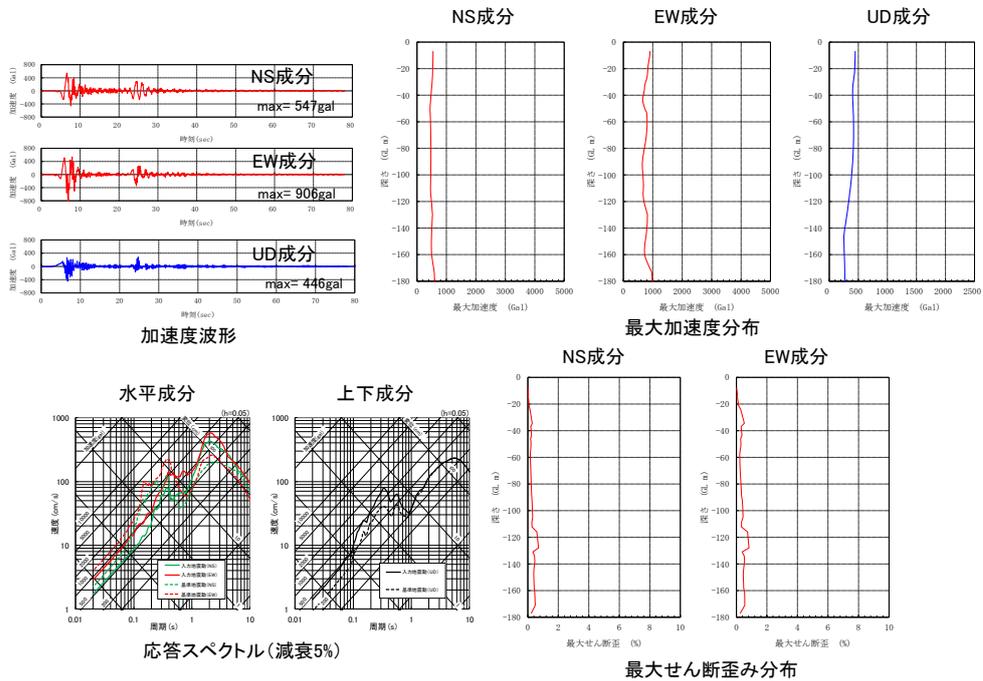
第 6-4-78 図 基準地震動 Ss-6 に基づく入力地震動



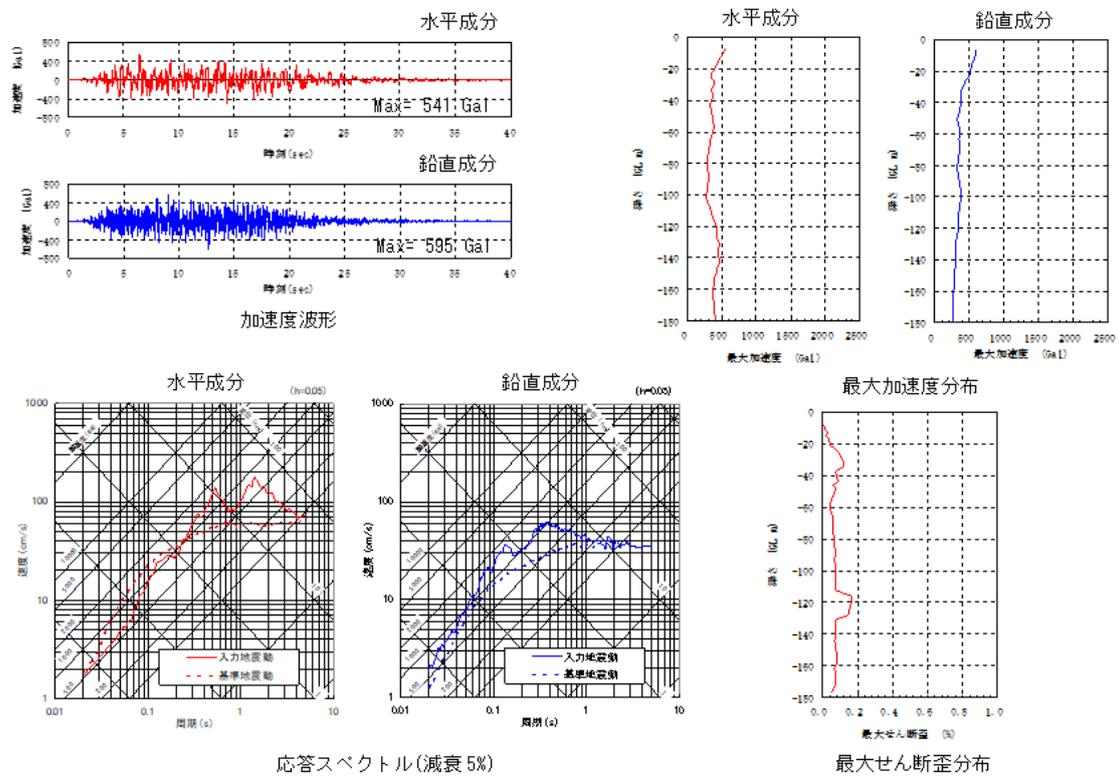
第 6-4-79 図 基準地震動 Ss-7 に基づく入力地震動



第 6-4-80 図 基準地震動 Ss-8 に基づく入力地震動



第 6-4-81 図 基準地震動 Ss-9 に基づく入力地震動



第 6-4-82 図 基準地震動 Ss-10 に基づく入力地震動

添付書類 八

変更後における原子炉施設の安全設計に関する説明書

令和元年 9 月 19 日付け原規規発第 1909192 号をもって設置変更承認を受けた京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書（研究用原子炉の変更）の添付書類八の記述について、以下のとおり変更する。なお、下線部は変更箇所を示す。

「8-1-2 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合」の記述のうち、「事故に対する処理能力」は「事故に対処する能力」に変更する。

（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）

第十三条

（省略）

添付書類 8 の下記項目参照

- 8-1-1 安全設計の基本方針
- 8-6 計測制御系統施設の構造及び設備
- 8-11 事故に対処する能力

添付書類 10 の下記項目参照

- 10-2 運転時の異常な過渡変化の解析
- 10-3 設計基準事故解析

（原子炉格納施設）

第二十七条

（省略）

添付書類 8 の下記項目参照

- 8-9 原子炉格納施設の構造及び設備
- 8-10 その他の原子炉施設の構造及び設備
- 8-11 事故に対処する能力

添付書類 9 の下記項目参照

- 9-2 放射性廃棄物の廃棄

（外部電源を喪失した場合の対策設備等）

第三十一条

（省略）

添付書類 8 の下記項目参照

- 8-5 原子炉冷却系統施設の構造及び設備
- 8-10 その他の原子炉施設の構造及び設備
- 8-11 事故に対処する能力

（原子炉制御室等）

第三十八条

(省略)

添付書類 8 の下記項目参照

8-6 計測制御系統施設の構造及び設備

8-10 その他の原子炉施設の構造及び設備

8-11 事故に対処する能力

「8-8 放射線管理施設の構造及び設備」の「8-8-1 屋内管理用の主要な設備の種類」の記述に以下のとおり追加する。

(4)廃棄物処理棟に液体廃棄物分析用放射能測定装置を設ける。

「8-8-2 屋外管理用の主要な設備の種類」の「(2)排水監視モニタ」の記述を削除し、「(3)その他」の番号を繰り上げる。

(2)その他

屋外のモニタリング及びサンプリングのための自動車を常備し、適宜移動して測定監視を行うとともに事故に備える。

添付書類 十一

変更後における原子炉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説明書

令和元年9月19日付け原規規発第1909192号をもって設置変更承認を受けた京都大学複合原子力科学研究所原子炉設置変更承認申請書(研究用原子炉の変更)に添付書類十一の記述について、以下のとおり追加する。

11 変更後における試験研究用等原子炉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説明書

11-1 保安活動における品質管理に必要な体制

京都大学複合原子力科学研究所(以下「研究所」という。)の原子炉施設における保安活動及び品質マネジメントにおける組織を第11-1図に示す。

原子炉施設における保安活動は、「本文九 試験研究用等原子炉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事項」を踏まえ、原子炉施設保安規定(以下「保安規定」という。)に基づき、研究炉部が研究用原子炉(KUR)の、臨界装置部が臨界実験装置(KUCA)の、放射性廃棄物処理部が放射性廃棄物処理施設の、放射線管理部が放射線管理施設の、実験設備管理部が原子炉施設における実験設備の管理を担当しており、それらに係る設計及び工事、運転及び保守についても各担当部において実施する。なお、事務管理部については原子炉施設の全般的な保全並びにそれらに係る設計及び工事の一部(調達や建屋・インフラに係る業務)を担当する。また、原子炉施設に関する保安活動、品質マネジメント活動等の統括に関する業務は、安全管理本部が担当する。

これらの安全管理組織に基づき、保安活動の計画、実施、評価及び継続的な改善を行う。

11-2 設計及び工事等に係る品質マネジメント活動

(1) 品質マネジメント活動の確立と実施

研究所では、原子炉施設の安全性及び信頼性の確保を最優先事項と位置付け、「本文九 試験研究用等原子炉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事項」に整合するように策定した保安規定の品質マネジメント計画及び「品質マネジメント計画書」に基づき、原子炉施設の安全に係る品質マネジメントシステム(安全文化を育成及び維持するための活動を含む。)を確立し、文書化し、実施し、維持するとともに、その有効性について評価し、継続的に改善する。

(2) 品質マネジメント体制及び役割分担

研究所では、保安規定に基づく安全管理組織に従い、京都大学学長(以下「学長」という。)をトップマネジメントとした品質マネジメント体制の下、以下のように品質マネジメント活動を実施する。

学長は品質マネジメント計画書に基づき、研究所における原子炉施設に関する保安活

動及び品質マネジメントシステムの運用に責任を持ち、総理するとともに、必要な措置を講じる。また、品質マネジメントシステムの有効性と改善の必要性を評価するマネジメントレビューを、品質マネジメントシステムの運用を統括する研究所長（以下「所長」という。）に実施させ、品質マネジメント活動を継続的に改善する。

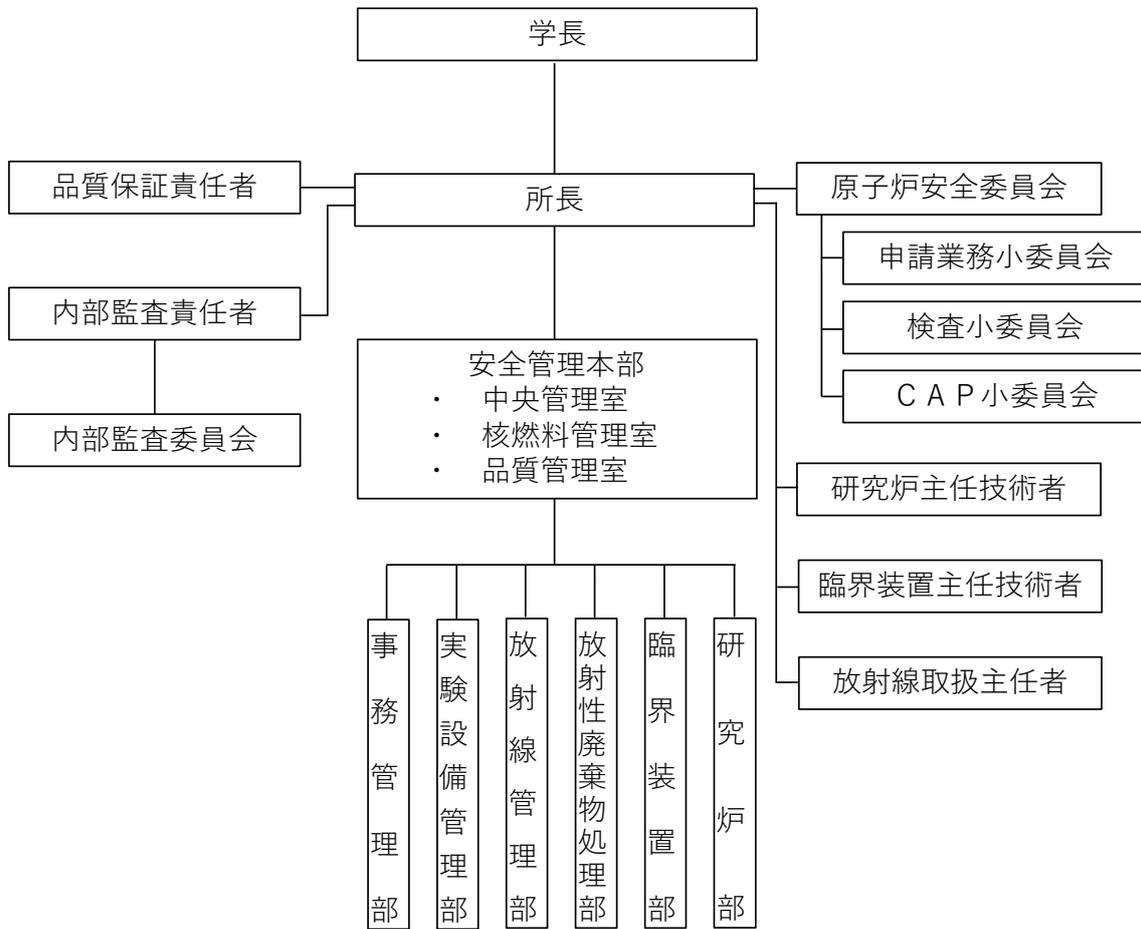
所長は、原子炉施設の設計及び工事等に係る品質マネジメント活動を統括する。

品質保証責任者は、原子炉施設の設計及び工事等に係る品質マネジメント活動の品質マネジメントシステムに必要なプロセスの確立及び実施並びにその実効性の維持が確実になされるようにする。また、その実施状況及び改善の必要性について所長に報告するとともに、業務に従事する要員に対して安全文化を育成及び維持すること、関係法令を遵守すること及び原子炉の安全を確保することの認識を高めることを確実にする。

原子炉安全委員会は、原子炉施設の運転、利用、定期的な評価、その他の保安活動及び品質マネジメントに関する重要事項を審議する。また、原子炉安全委員会の下に、設計及び工事等の根拠となる原子炉の設置承認並びにその変更に関する業務を行う申請業務小委員会を、原子炉施設の是正処置プログラム（CAP）に係る事項を審議するCAP小委員会を、原子炉施設に係る独立検査を実施する検査小委員会を置く。

部室長は、それぞれ所掌する業務に関してプロセスの確立、実施及び有効性の継続的改善を行う。また、業務に従事する要員の原子炉施設に対する要求事項についての認識を深めさせるとともに、成果を含む実施状況について評価する。さらに、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、健全な安全文化を育成し、維持する取組を促進するとともに、関係法令を遵守する。

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に基づき事業者が行う使用前事業者検査及び定期事業者検査は、原子炉安全委員会の下に置く検査小委員会により、中立性及び信頼性が損なわれないよう検査する要員の独立性を確保して適切な段階で実施する。



第 11-1 図 京都大学複合原子力科学研究所 原子炉施設保安管理組織図