

2021燃建発第1号

令和4年1月12日

原子力規制委員会 殿

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付4番地108

日本原燃株式会社

代表取締役社長 社長執行役員 増田 尚宏

核燃料物質加工事業変更許可申請書

(MOX燃料加工施設)

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16条第1項の規定に基づき、別紙のとおり核燃料物質加工事業変更許可の申請をいたします。

一. 名称及び住所並びに代表者の氏名

名 称 日本原燃株式会社  
住 所 青森県上北郡六ヶ所村大字尾<sup>おぶち</sup>駁字沖付4番地108  
代表者の氏名 代表取締役社長 社長執行役員 増田 尚宏

二. 変更に係る事業所の名称及び所在地

名 称 再処理事業所  
所 在 地 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁

三. 変更の内容

平成22年5月13日付け平成17・04・20原第18号をもって加工の事業の許可を受け、別紙1のとおり変更の許可を受けた「核燃料物質加工事業許可申請書（MOX燃料加工施設）」の記載事項中、次の事項の記述を別紙2のとおり変更する。

三. 加工施設の位置、構造及び設備並びに加工の方法

四. 変更の理由

加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈等の改正に伴い、震源を特定せず策定する地震動として標準応答スペクトルを考慮した地震動を追加する。

五. 工事計画

本変更については工事を要しない。

## 変更の許可の経緯

許可年月日	許可番号	備考
令和2年12月9日	原規規発第2012091号	<ul style="list-style-type: none"><li>・核原料物質, 核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」の改正に伴う安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設の設置並びに体制の整備等に係る変更</li><li>・低レベル廃液処理設備の貯槽容量に係る変更</li><li>・その他の変更</li></ul>

## 変更の内容

## 三. 加工施設の位置，構造及び設備並びに加工の方法

## ロ. 加工施設の一般構造

加工施設の一般構造の記述のうち，(ホ) 耐震構造の(1) 安全機能を有する施設の耐震設計の⑤の記述を以下のとおり変更する。

## ロ. 加工施設の一般構造

## (ホ) 耐震構造

MOX燃料加工施設は，次の方針に基づき耐震設計を行い，事業許可基準規則に適合するように設計する。

## (1) 安全機能を有する施設の耐震設計

- ⑤ 基準地震動は，最新の科学的・技術的知見を踏まえ，敷地及び敷地周辺の地質・地質構造，地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものを選定することとし，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それぞれ策定する。策定した基準地震動の応答スペクトルを第3図に，加速度時刻歴波形を第4図に示す。解放基盤表面は，敷地地下で著しい高低差がなく，ほぼ水平で相当な拡がりを持ち，著しい風化を受けていない岩盤でS波速度がおおむね0.7km/s以上となる標高-70mとする。

また，弾性設計用地震動を以下のとおり設定する方針とする。

## a. 地震動設定の条件

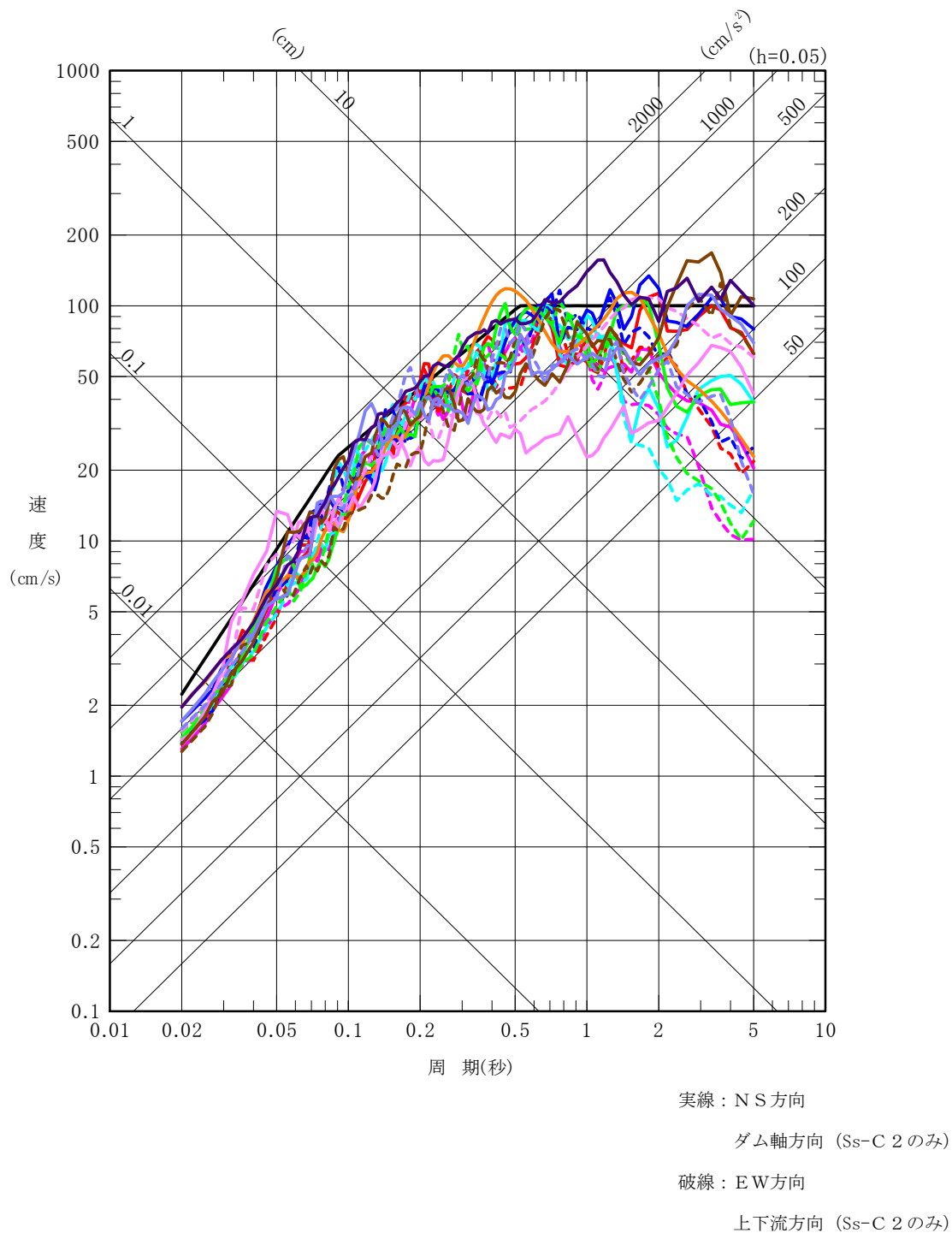
基準地震動との応答スペクトルの比率は，工学的判断として以下を考慮し，Ss-B 1 から B 5，Ss-C 1 から C 5 に対して0.5，Ss-A に対して0.52と設定する。

- (a) 基準地震動との応答スペクトルの比率は，MOX燃料加工施

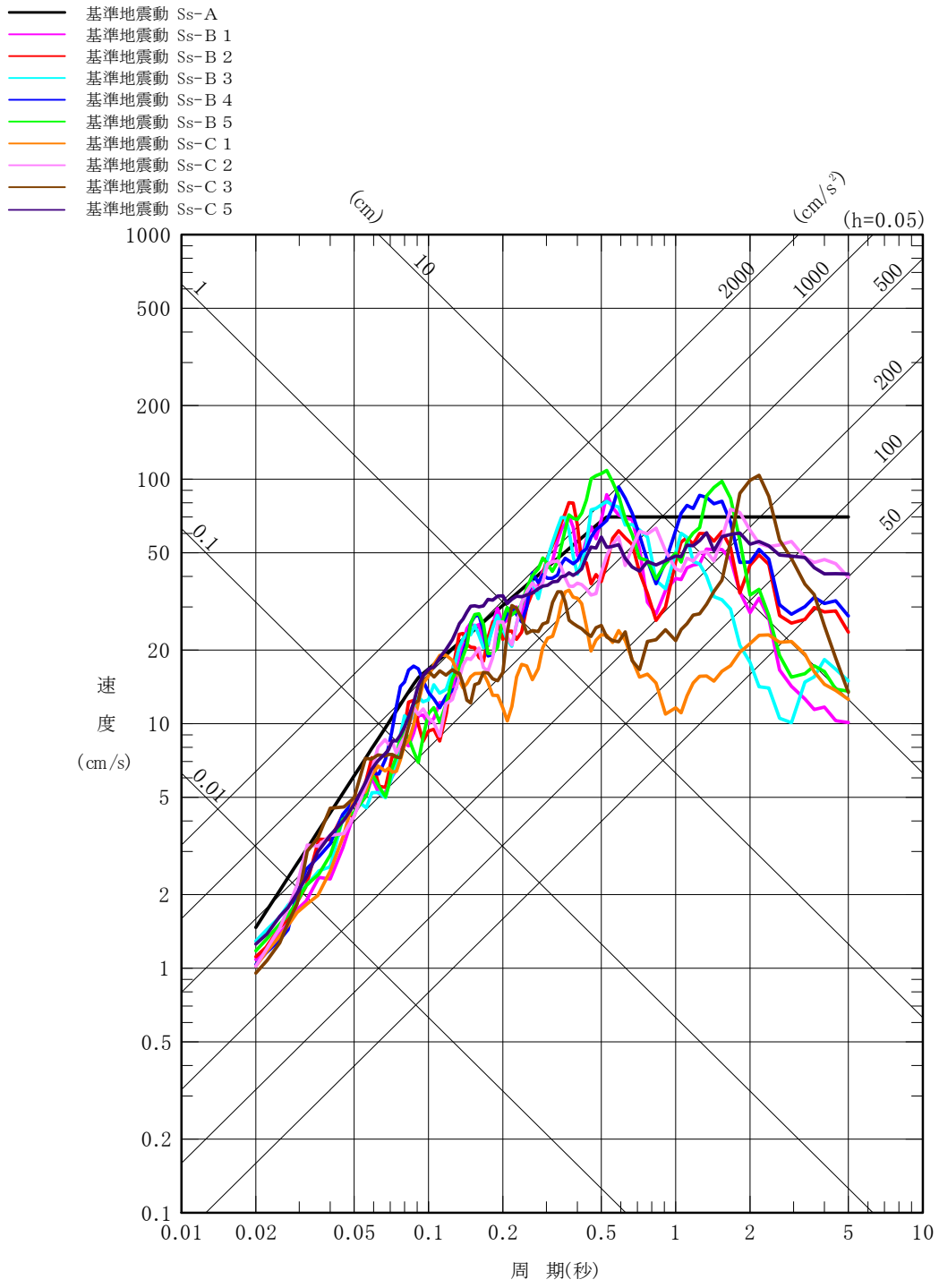
設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率に対応し、その値は0.5程度である。

- (b) 再処理施設と共用する施設に、基準地震動及び弾性設計用地震動を適用して耐震設計を行うものがあるため、設計に一貫性をとることを考慮し、基準地震動との応答スペクトルの比率は再処理施設と同様に設定する。

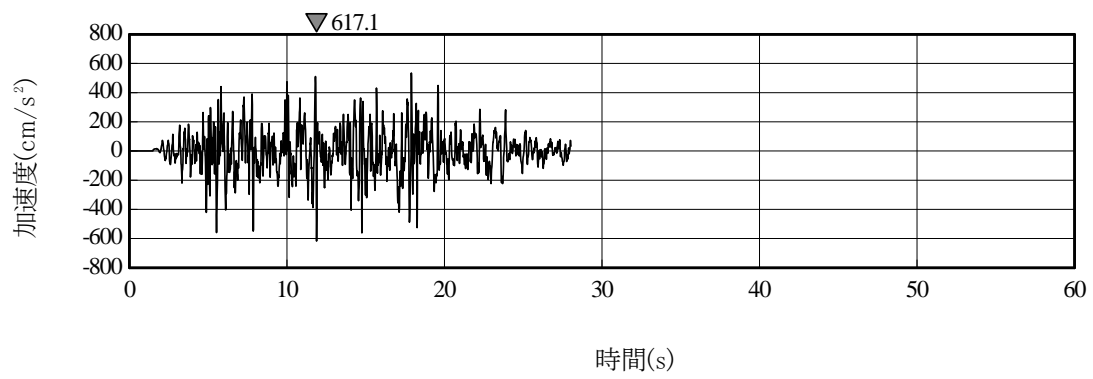
- 基準地震動 Ss-A
- 基準地震動 Ss-B 1
- 基準地震動 Ss-B 2
- 基準地震動 Ss-B 3
- 基準地震動 Ss-B 4
- 基準地震動 Ss-B 5
- 基準地震動 Ss-C 1
- 基準地震動 Ss-C 2
- 基準地震動 Ss-C 3
- 基準地震動 Ss-C 4
- 基準地震動 Ss-C 5



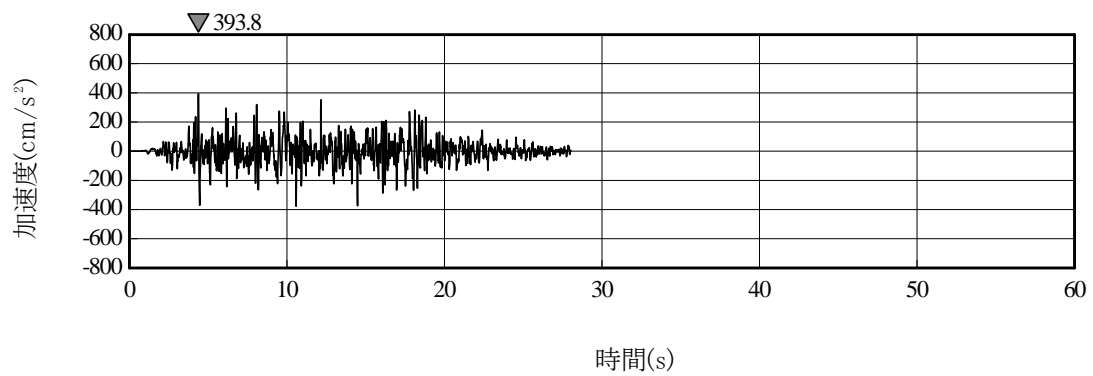
第3図(1) 基準地震動の応答スペクトル (水平方向)



第3図(2) 基準地震動の応答スペクトル (鉛直方向)



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

第4図(11) 基準地震動S<sub>s</sub>-C5の加速度時刻歴波形



# 添付書類

今回の変更に係る核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX燃料加工施設）の添付書類は以下のとおりである。

添付書類一 事業計画書

別添－1に示すとおり変更する。

添付書類二 変更に係る加工に関する技術的能力に関する説明書

別添－2に示すとおり変更する。

添付書類三 変更に係る加工施設の場所における気象，地盤，水理，地震，社会環境等の状況に関する説明書

別添－3に示すとおり変更する。

添付書類四 変更に係る加工施設の設置の場所の中心から五キロメートル以内の地域を含む縮尺五万分の一の地図

平成22年5月13日付け平成17・04・20原第18号をもって加工の事業の許可を受け，その後，令和2年12月9日付け原規規発第2012091号をもって変更の許可を受けた核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX燃料加工施設）の添付書類四の記載内容に同じである。

添付書類五 変更後における加工施設の安全設計に関する説明書

別添－4に示すとおり変更する。

添付書類六 変更後における加工施設の放射線の管理に関する説明書

平成22年5月13日付け平成17・04・20原第18号をもって加工の事業の許可を受け、その後、令和2年12月9日付け原規規発第2012091号をもって変更の許可を受けた核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX燃料加工施設）の添付書類六の記載内容に同じである。

添付書類七 変更後における加工施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書

平成22年5月13日付け平成17・04・20原第18号をもって加工の事業の許可を受け、その後、令和2年12月9日付け原規規発第2012091号をもって変更の許可を受けた核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX燃料加工施設）の添付書類七の記載内容に同じである。

添付書類八 変更後における加工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

別添－5に示すとおり変更する。

添 付 書 類 一

事業計画書

イ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の予定時期……………	1-1
ロ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の日以後5年内の日を 含む毎事業年度における製品の種類別の予定加工数量……………	1-1
ハ. 変更の工事に要する資金の額及びその調達計画……………	1-1
ニ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の日以後5年内の日を 含む毎事業年度における資金計画及び事業の収支見積り……………	1-1
ホ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の日以後5年内の日を 含む毎事業年度における加工に要する核燃料物質の種類別の数 量及びその取得計画……………	1-2
(イ) 加工に要する核燃料物質の種類別の数量……………	1-2
(ロ) 取得計画……………	1-2

イ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の予定時期  
別途定められる経過措置の終期までに事業を開始する。

ロ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の日以後5年内の日を含む毎事業年度における製品の種類別の予定加工数量

(単位：t・P u t)

年度 (注1)	令和 6	7	8	9	10	11
種類						
BWR燃料集合体	未定	未定	未定	未定	未定	未定
PWR燃料集合体						
計						

(注1) 現時点における加工の事業の開始の日以後5年以内の日を含む事業年度とした。

(注2) 「原子力発電における使用済燃料の再処理等の実施に関する法律」第45条に規定する使用済燃料再処理等実施中期計画に基づきウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工を行う。

ハ. 変更の工事に要する資金の額及びその調達計画

本変更については工事を伴わないため、これに係る資金は要しない。

ニ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の日以後5年内の日を含む毎事業年度における資金計画及び事業の収支見積り

本変更については工事を伴わないため、これに係る資金は要しない。

ホ. 変更に係る施設による加工の事業の開始の日以後5年内の日を含む毎事業年度における加工に要する核燃料物質の種類別の数量及びその取得計画

(イ) 加工に要する核燃料物質の種類別の数量

(単位：t・HM)

種類 \ 年度 (注)	令和 6	7	8	9	10	11
原料MOX粉末	未定	未定	未定	未定	未定	未定
原料ウラン粉末						
ウラン燃料棒						
計						

(注) 現時点における加工の事業の開始の日以後5年以内の日を含む事業年度とした。

(ロ) 取得計画

原料MOX粉末 …………… 国内電力会社からの支給

原料ウラン粉末 …………… 当社所有物

ウラン燃料棒 …………… 社外からの調達

添 付 書 類 二

変更に係る加工に関する技術的能力に関する説明書



イ. 変更に係る特許権その他の技術に関する権利若しくは 特別の技術による加工の方法又はこれらに準ずるものの概要	2-1
ロ. 変更に係る主たる技術者の履歴	2-3
ハ. その他変更後における加工に関する技術的能力に関する事項	2-15
(イ) 設計及び工事並びに運転及び保守のための組織	2-15
(ロ) 設計及び工事並びに運転及び保守に係る技術者の確保	2-20
(ハ) 設計及び工事並びに運転及び保守の経験	2-22
(ニ) 設計及び工事並びに運転及び保守に係る品質保証活動	2-24
(ホ) 技術者に対する教育及び訓練	2-30
(ヘ) 有資格者等の選任及び配置	2-32

表

添2第1表 主たる技術者の履歴	2-4
添2第2表 MOX燃料加工施設の設計及び工事並びに 運転及び保守に係る業務の分掌	2-19
添2第3表 技術者の専攻別内訳	2-20
添2第4表 技術者の原子力関係業務従事年数	2-20
添2第5表 技術者の国家資格取得者数	2-21
添2第6表 機関別研修者数	2-23

図

添2第1図 組織図	2-18
-----------	------

イ. 変更に係る特許権その他の技術に関する権利若しくは特別の技術による加工の方法又はこれらに準ずるものの概要

(イ) 当社は、平成10年12月から約2年間、核燃料サイクル開発機構（現、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）の協力を得ながら、国内MOX燃料加工事業に関する調査及び検討を実施した。これにより、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設（以下「MOX燃料加工施設」という。）の基本仕様、採用技術の評価、選択等に係る技術情報を取得してきた。これらの成果を評価及び検討した結果、加工実績、技術の信頼性、運転経験等に鑑み、平成12年11月にMOX燃料加工の事業化に着手することを決定した。

(ロ) 当社は、我が国で唯一プルトニウムの取扱経験等を有する核燃料サイクル開発機構（現、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）と「MOX燃料加工施設の建設・運転等に関する技術協力協定」（平成12年12月27日）を契約締結し、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が蓄積してきた実績、経験等を利用する権利を確保している。

(ハ) 当社は、MOX燃料製造で商業規模の実績を有するフランスのCOGEMA社（現、Orano Recyclage社）と「TECHNOLOGY TRANSFER AGREEMENT RELATED TO THE MIMAS PROCESS FOR THE JNFL MOX FUEL FABRICATION PLANT J-MOX」（平成13年4月27日）を契約締結し、MIMAS法の技術使用権を取得するとともに、同社のMELOX工場における運転経験データ等を取得してきた。その後、新たに「SUPPORT TO J-MOX FRAMEWORK AGREEMENT between AREVA NC and JNFL」（平成26年3月4日）を契約締結し、MELOX工場の試運転及び操業初期の情

報、最新の運転経験データ等の提供を受ける権利を確保している。

また、「SUPPORT SERVICES AGREEMENT」（平成29年12月30日）を契約締結し、定期的な意見交換の実施等、技術協力の実施に関する基本的事項を定めた。

(ニ) 当社は、国内で唯一のBWR及びPWR用ウラン加工メーカーである原子燃料工業株式会社と「国内MOX燃料加工施設の設計・建設等に係わるエンジニアリング基本契約」（平成13年6月8日）を契約締結し、さらに、緊密な技術的協力を受けるため、「MOX燃料に関する事業協力協定」（平成19年3月12日）へ契約変更し、MOX燃料加工施設の設計、工事及び運転に必要となる技術支援役務の提供を受ける権利を確保している。

(ホ) 当社が採用するMOX燃料加工技術は、国内外で実績を有する乾式の技術である。MOX燃料加工施設の設計、工事及び運転に当たっては、国内のウラン燃料加工事業で実績のあるウラン加工メーカーの技術を活用するとともに、プルトニウムの安全取扱等の技術については、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の技術を活用する。また、MOX燃料加工の主要工程の一つである粉末調整工程については、100t・HM/年級の商業規模で実績のあるOrano Recyclage社の技術を導入する。

ロ. 変更に係る主たる技術者の履歴

当社は、新卒採用した技術者を当社施設の設計及び工事並びに運転及び保守の業務に従事させることにより、また、原子力発電所の設計及び工事並びに運転及び保守の経験を積んだ電力会社、我が国唯一のMOX燃料製造施設の設計及び工事並びに運転及び保守の経験を有する国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、原子力発電所を始めとする原子力施設の設計及び工事の経験を有するメーカ、エンジニアリング各社からの移籍等により、原子力工学、核燃料工学、放射線管理、土木工学、建築工学等の専門的知識及び経験を有する技術者を擁している。

本変更に係る当社の主たる技術者及びその履歴は、添2第1表に示すとおりである。

添2第1表 主たる技術者の履歴

(令和3年12月1日現在)

氏名	履歴
横村 忠幸	昭和31年12月16日生
	昭和54年3月 慶応義塾大学工学部電気工学科卒
	昭和54年4月 東京電力株式会社入社
	平成6年7月 同 社 柏崎刈羽原子力建設所 電気課長
	平成9年7月 同 社 原子力技術部 電気・機械グループ (課長)
	平成11年12月 同 社 原子力技術部 電気計装設計グループ マネージャー
	平成12年7月 同 社 柏崎刈羽原子力発電所 保修部 (保修担当) 兼 柏崎刈羽原子力発電所 (安全担当)
	平成13年7月 同 社 柏崎刈羽原子力発電所 保修部長
	平成14年7月 同 社 柏崎刈羽原子力発電所 保修部長 兼 柏崎刈羽原子力技能訓練センター所長
	平成16年1月 同 社 柏崎刈羽原子力発電所 第一保全部長 兼 柏崎刈羽原子力技能訓練センター所長
	平成16年7月 同 社 原子力運営管理部 保全総括グループ マネージャー
	平成18年7月 同 社 原子力・立地業務部 電気事業連合会派遣
	平成19年6月 同 社 原子力運営管理部長
	平成22年6月 同 社 執行役員 原子力・立地本部 柏崎刈羽原子力発電所長
	平成27年4月 同 社 執行役員 原子力・立地本部 柏崎刈羽原子力発電所長 兼 新潟本部
	平成28年4月 東京電力ホールディングス株式会社 執行役員 原子力・立地本部柏崎刈羽原子力発電所長 兼 新潟本部
	平成28年6月 当 社 執行役員 濃縮事業部長, 再処理事業部・担任 (コスト評価)
	平成29年6月 当 社 常務執行役員 濃縮事業部長, 再処理事業部・担任 (コスト評価)
	平成30年6月 当 社 常務執行役員 濃縮事業部長, 再処理事業部・担任 (操業支援, コスト評価)
	令和2年6月 当 社 専務執行役員 燃料製造事業部長, 再処理事業部・担任 (操業支援, コスト評価) , カイゼン推進責任者
	令和3年6月 当 社 専務執行役員 燃料製造事業部長, カイゼン推進責任者













氏 名	履 歴
岡村 泰治	<p>昭和33年10月11日生</p> <p>昭和56年3月 東京大学工学部原子力工学科卒</p> <p>昭和56年4月 日本原燃サービス株式会社入社</p> <p>平成10年4月 当 社 六ヶ所本部再処理事業所再処理・貯蔵管理センター 放射線管理部 放射線管理課長</p> <p>平成15年7月 当 社 再処理事業部 放射線管理部 放射線管理課長（副部長）</p> <p>平成18年7月 当 社 再処理事業部 再処理工場 技術部 副部長</p> <p>平成21年7月 当 社 再処理事業部 放射線管理部 部長</p> <p>平成22年6月 当 社 再処理事業部 放射線管理部 部長</p> <p>平成25年4月 当 社 安全技術室 環境管理センター長</p> <p>平成26年6月 当 社 安全本部 環境管理センター長</p> <p>平成26年7月 当 社 安全本部 環境管理センター長 兼 放射線安全グループリーダー（部長）</p> <p>平成27年7月 当 社 理事 安全本部 副本部長 兼 環境管理センター長</p> <p>平成28年2月 当 社 理事 再処理事業部 放射線管理部長 兼 安全本部 副本部長 兼 環境管理センター長</p> <p>平成28年6月 当 社 理事 安全・品質本部 副本部長 兼 安全・品質計画部長</p> <p>平成29年2月 当 社 理事 安全・品質本部 副本部長（安全推進） 兼 安全推進部長</p> <p>平成30年6月 当 社 理事 安全・品質本部 副本部長（放射線安全, 環境管理センター）</p> <p>令和3年7月 当 社 理事 安全・品質本部 副本部長（放射線安全, 環境管理センター, カイゼン責任者）</p> <p>（第1種放射線取扱主任者）</p>

氏 名	履 歴
大久保 哲朗	<p>昭和43年11月29日生</p> <p>平成3年3月 神戸商船大学商船部原子動力学科卒</p> <p>平成3年4月 石川島播磨重工株式会社入社</p> <p>平成17年4月 日本原燃株式会社入社</p> <p>平成26年7月 当 社 再処理事業部 再処理工場 ガラス固化施設部 ガラス固化課 課長</p> <p>平成27年6月 当 社 再処理事業部 再処理工場 ガラス固化施設部 ガラス固化課長</p> <p>平成28年9月 当 社 再処理事業部 再処理工場 ガラス固化施設部長</p> <p>平成28年12月 当 社 再処理事業部 再処理工場 ガラス固化施設部長 兼 貯蔵管理課長</p> <p>平成29年2月 当 社 再処理事業部 再処理工場 ガラス固化施設部長</p> <p>平成29年4月 当 社 再処理事業部 再処理工場 ガラス固化施設部長 兼 ガラス固化課長</p> <p>平成30年6月 当 社 理事 再処理事業部 再処理工場 副工場長（運転）兼 ガラス固化施設部長 兼 エンジニアリングセンター 設計部 部長</p> <p>平成31年2月 当 社 理事 再処理事業部 再処理工場 副工場長（運転）兼 ガラス固化施設部長 兼 新基準設計部 部長</p> <p>令和元年6月 当 社 理事 再処理事業部 部長（設工認統括）</p> <p>令和2年4月 当 社 理事 再処理事業部 部長（設工認統括） 兼 新基準設計部長</p> <p>令和2年6月 当 社 理事 再処理事業部 副事業部長（設工認統括補佐）</p> <p>令和3年6月 当 社 理事 安全・品質本部 安全推進部長</p> <p>令和3年7月 当 社 理事 安全・品質本部 安全推進部長 兼 安全・品質本部 部長（カイゼン）</p>





氏 名	履 歴
藤田 元久	<p>昭和32年10月1日生</p> <p>昭和57年3月 東京大学大学院工学研究科原子力工学専攻修了</p> <p>昭和57年4月 関西電力株式会社入社</p> <p>平成7年6月 同 社 美浜発電所 安全技術課長</p> <p>平成9年6月 同 社 美浜発電所 安全管理課長</p> <p>平成10年6月 同 社 関西電力ニューヨーク事務所 副所長 (ワシントンD.C. 駐在)</p> <p>平成13年6月 同 社 原子力事業本部 原燃輸送グループ マネジャー</p> <p>平成14年6月 同 社 原子力事業本部 原燃サイクルグループ マネジャー</p> <p>平成15年6月 同 社 原子力事業本部 燃料技術グループ チーフマネジャー</p> <p>平成19年6月 同 社 東京支社附 日本原燃株式会社 出向 当 社 燃料製造事業準備室 燃料製造部部長</p> <p>平成22年10月 当 社 燃料製造事業部 燃料製造計画部長</p> <p>平成23年6月 関西電力株式会社 東京支社附 原子力環境整備促進・資金管理センター出向 原子力環境整備促進・資金管理センター 常務理事</p> <p>平成25年6月 関西電力株式会社 東京支社附 日本原燃株式会社 出向 当 社 理事 燃料製造事業部部長 兼 燃料製造技術部 輸送グループリーダー</p> <p>平成27年6月 当 社 執行役員 濃縮事業部長代理</p> <p>平成28年2月 当 社 執行役員 濃縮事業部長代理, 濃縮機器製造工場長</p> <p>平成28年6月 当 社 執行役員 燃料製造事業部長代理</p> <p>平成30年6月 当 社 執行役員 燃料製造事業部副事業部長 (新規制基準)</p> <p>令和2年6月 当 社 執行役員 監査室長</p>
菊池 睦夫	<p>昭和45年11月22日生</p> <p>平成5年3月 信州大学経済学部経済学科卒</p> <p>平成5年4月 日本原燃株式会社入社</p> <p>平成25年7月 当 社 業務本部 資材部 課長 日本原燃分析株式会社 出向 業務管理部 業務管理課長</p> <p>平成27年6月 当 社 業務本部 資材部 機器購買グループリーダー</p> <p>平成28年6月 当 社 地域・業務本部 資材部 資材購買グループリーダー</p> <p>平成29年7月 当 社 監査室 監査部 考査グループリーダー</p> <p>令和2年6月 当 社 監査室 監査部長</p>

## ハ. その他変更後における加工に関する技術的能力に関する事項

MOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守のための組織、技術者の確保、経験、品質保証活動、技術者に対する教育及び訓練並びに有資格者等の選任及び配置については次のとおりである。

### (イ) 設計及び工事並びに運転及び保守のための組織

本変更後におけるMOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守に係る業務は、添2第1図に示すMOX燃料加工施設の加工の事業に係る部署にて添2第2表のとおり分掌する。

これらの組織は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第22条第1項の規定に基づき認可を得る再処理事業所MOX燃料加工施設保安規定（以下「保安規定」という。）等で定められた業務所掌に基づき、明確な役割分担の下でMOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守に係る業務を適確に実施する。

本変更後における設計及び工事の業務については、燃料製造事業部の各部署が実施する。

施設に係る設計及び工事に関する業務について、施設の建設計画に関する業務は燃料製造計画部が実施する。建設計画に基づく土木建築及び機電に関する業務に係る設計については、燃料製造計画部及び燃料製造建設所が実施し、工事については、燃料製造建設所が実施する。

MOX燃料加工施設と既存施設（他事業との共用施設を含む。）との繋ぎ込みに関する既存施設の工事は、各所管設備担当部署が責任箇所として実施する。

なお、他事業との共用施設に係る設計及び工事に関する業務の実施主体、責任範囲は、それぞれの事業の担当部署の間で明確にし実施する。

本変更後における運転及び保守の業務については、燃料製造事業部の



各部署が実施する。

試験運転を含む運転に関する操作，巡視，点検等の業務は，燃料製造建設所が実施する。

機械，電気，計装設備，建物及び構築物の保守の業務は，燃料製造建設所が実施する。

地震，竜巻，火山等の自然現象等による被害（以下「自然災害等」という。），MOX燃料加工施設における重大事故に至るおそれがある事故（設計基準事故を除く。）若しくは重大事故（以下「重大事故等」という。），大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによるMOX燃料加工施設の大規模な損壊（以下「大規模損壊」という。）が発生した場合に対処するために必要な体制の整備については，核燃料物質の搬入を開始する前までに保安規定等において具体的に記載する方針とする。

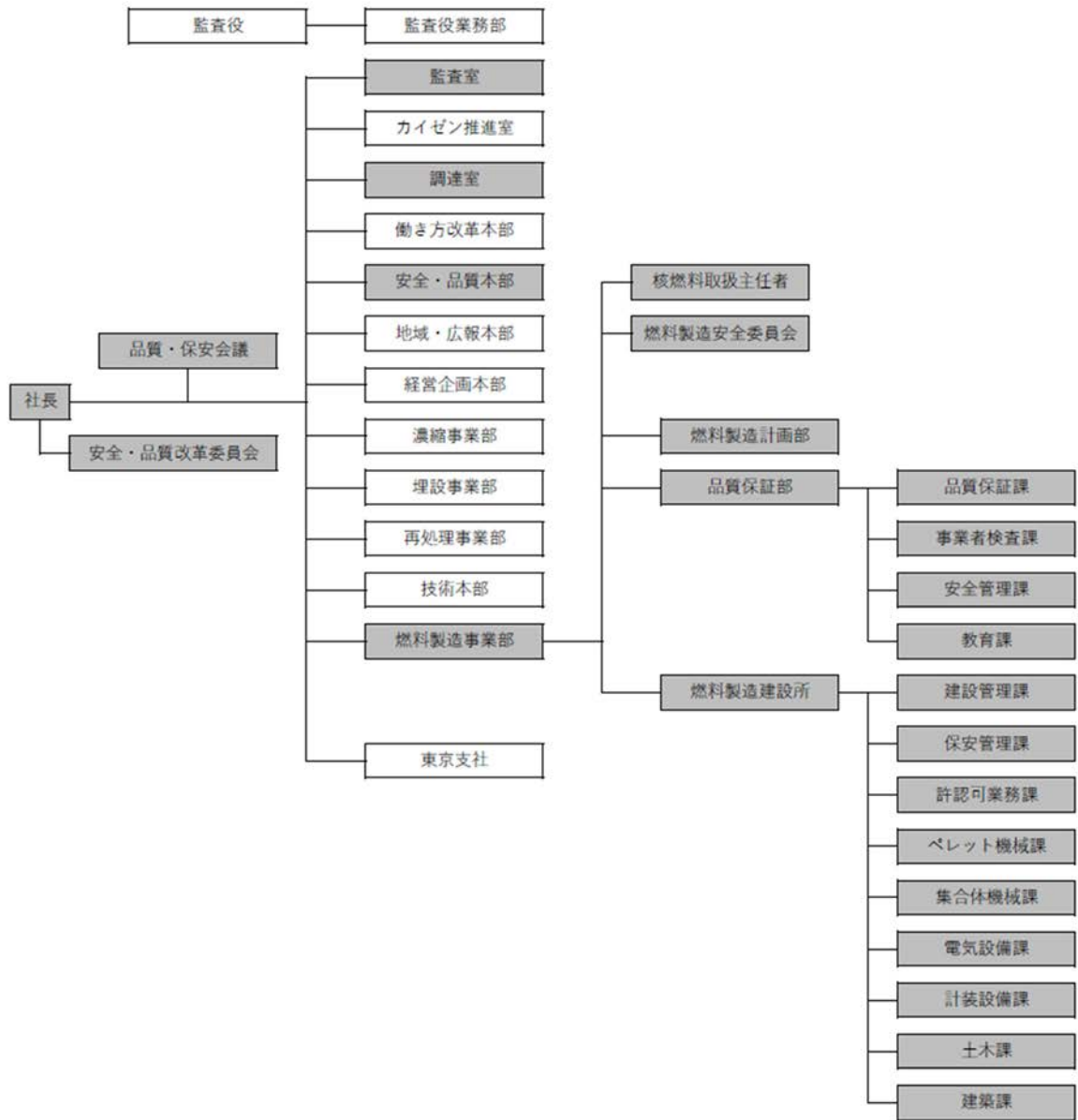
自然災害等，重大事故等及び大規模損壊の非常事態に際しては，適確に対処するため，再処理事業部長（原子力防災管理者）を本部長とした保安規定に基づく非常時対策組織及び事象の進展に応じて「原子力災害対策特別措置法」第7条第1項の法に基づく再処理事業所再処理事業部原子力事業者防災業務計画における原子力防災組織を構築し対応できるよう，あらかじめ体制を整備する。

自然災害等，重大事故等又は大規模損壊が発生した場合は，非常時対策組織又は原子力防災組織の要員にて初動活動を行い，本部長の指示の下，参集した要員が役割分担に応じて対処する方針とする。

加工事業変更許可申請を伴う変更，保安規定の変更等について，他事業等の代表者を含む委員によって，全社的観点（他事業との整合性等）から保安上の基本方針を審議する品質・保安会議（副社長（安全担当）

が議長)を設置する。また、技術的専門性を有した委員によって、MOX燃料加工施設に係る保安業務全体の観点から保安に係る基本的な計画の妥当性を審議する燃料製造安全委員会(燃料製造事業部長が委員長を任命)を設置する。本会議及び本委員会により保安活動に関する必要な事項について審議するとともに、本会議及び本委員会からの指示事項に対する実施状況及び処置状況を監理する。社長が行う加工の事業に関する品質マネジメントシステムに係る業務の補佐は、安全・品質本部が実施する。品質マネジメントシステムに係る内部監査は、監査室が実施する。また、品質マネジメントシステムに係る活動の実施状況を確認し、経営として評価、審議するため、安全・品質改革委員会(社長が委員長)を設置する。

以上のとおり、本変更後における設計及び工事を適確に遂行するに足りる、役割分担が明確化された組織を適切に構築している。また、運転及び保守、自然災害等、重大事故等及び大規模損壊の対応を適確に遂行するに足りる、役割分担が明確化された組織を適切に構築する。



(   : MOX燃料加工施設の加工の事業に関係する部署) (令和3年12月1日現在)

添2第1図 組織図

添2第2表 MOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守に係る  
業務の分掌

業務		燃料製造事業部
施設※の建設計画		燃料製造計画部
施設※の設計及び工事	設計	燃料製造計画部 燃料製造建設所
	工事	燃料製造建設所
試験運転を含む運転に関する操作, 巡視, 点検等		燃料製造建設所
機械, 電気, 計装設備, 建物及び構築物の保守		燃料製造建設所

※：施設とは、MOX燃料加工施設を構成する構築物、系統、機器等の総称をいう。

(ロ) 設計及び工事並びに運転及び保守に係る技術者の確保

(1) 技術者数

令和3年12月1日現在、MOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守に従事する技術者を484人確保している。これらの加工の事業に係る技術者の専攻の内訳は、電気、機械、金属、原子力、化学等であり、事業の遂行に必要な分野を網羅している。

技術者の専攻別内訳を添2第3表に示す。

添2第3表 技術者の専攻別内訳

(単位：人)

専攻	電気	機械	金属	原子力	化学	物理	土木	建築	その他	合計
技術者数	81	81	12	48	56	10	20	26	150	484

(2) 在籍技術者の原子力関係業務従事年数

令和3年12月1日現在における在籍特別管理職（課長以上）及びそれ以外の在籍技術者の原子力関係業務従事年数は、添2第4表のとおりである。

添2第4表 技術者の原子力関係業務従事年数

(単位：人)

区分	年数						技術者の原子力関係業務平均従事年数
	1年未満	1年以上 5年未満	5年以上 10年未満	10年以上 20年未満	20年以上	合計	
特別管理職	1	3	2	14	94	114	27年
技術者	29	89	101	93	58	370	10年
合計	30	92	103	107	152	484	14年

### (3) 有資格者数

令和3年12月1日現在における国家資格取得者数は、添2第5表のとおりである。

添2第5表 技術者の国家資格取得者数

(単位：人)

国家資格名称	取得者数
核燃料取扱主任者	18
第1種放射線取扱主任者	41

また、自然災害等、重大事故等及び大規模損壊への対応について検討した結果、大型自動車運転免許等の資格を必要とする重機等の操作が必要であるため、必要な資格を抽出し、その有資格者を確保する。MOX燃料加工施設における自然災害等、重大事故等及び大規模損壊の対応に必要な大型自動車等を運転する資格を有する技術者を延べ140人確保する。

### (4) 配置

業務の各工程に応じて上記の技術者及び有資格者を必要な人数配置する。技術者については、今後想定する設計及び工事並びに運転及び保守の状況も勘案した上で、採用、教育及び訓練を行うことにより継続的に確保するとともに、有資格者についても、各種資格取得を奨励することにより必要な数の資格取得者を確保していく。

以上のとおり、設計及び工事に必要な技術者及び有資格者を確保している。

今後とも設計及び工事並びに運転及び保守，自然災害等，重大事故等及び大規模損壊の対応を適切に行うための技術者を確保し，円滑，かつ，確実な業務遂行を図るため，必要な教育及び訓練を行うとともに，採用を通じ，必要な技術者及び有資格者を継続的に確保し，配置する。

#### (ハ) 設計及び工事並びに運転及び保守の経験

当社は，平成22年に加工の事業の許可を受け，これまでにMOX燃料加工施設の設計及び工事を行ってきた経験を有するとともに，再処理施設，原子力発電所，ウラン加工施設等の原子力施設における工事経験を有する技術者を確保している。また，MOX燃料加工施設の運転及び保守の経験については，国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（プルトニウム燃料技術開発センター），フランスOrano Recyclage社MOX燃料加工施設等の国内外の研修機関における運転及び保守に係る研修により経験を継続的に蓄積しており，今後も積み上げていくとともに，MOX燃料加工施設に係る作動試験等を通じ，運転及び保守に必要な経験を取得させる。

なお，令和3年12月1日現在における在籍技術者のうち，国内外の主な機関への研修及び社内研修で原子力技術を習得した者は，添2第6表に示すとおりである。

添2第6表 機関別研修者数

(単位：人)

研 修 機 関		研修者数
国内	日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所 (上記のうちプルトニウム燃料技術開発センター)	85 (53)
	原子燃料工業株式会社ウラン加工施設	29
	合 計	114
海外	フランス Orano Recyclage社MOX燃料加工施設	7
	合 計	7
社内	再処理施設	37
	合 計	37

さらに、当社は、国内外の関連施設との情報交換、トラブル対応に関する情報収集及び活用により、設計及び工事並びに運転及び保守の経験を継続的に蓄積しており、今後も積み上げていく。

新規制基準の施行を踏まえ、自然災害等対策、重大事故等対策及び大規模損壊対策について検討し、基本設計等を実施している。また、これらの対策を運用する体制、手順についても整備していく。

設計及び工事並びに運転及び保守の経験として、当社で発生したトラブル情報や国内外のトラブルに関する経験や知識についても継続的に積み上げている。



以上のとおり，設計及び工事の経験を十分に有しており，今後も継続的に技術者を確保するため技術の継承を実施し経験を積み上げていく。また，運転及び保守についても継続的に技術者を確保するため，技術の継承を実施し経験を積み上げていく。

## (二) 設計及び工事並びに運転及び保守に係る品質保証活動

MOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守の各段階における品質マネジメントシステムに係る活動に関して，「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」（令和2年原子力規制委員会規則第2号）及び「同規則の解釈」に基づき，品質マネジメントシステムを確立し，実施し，実効性を維持するため，継続的に改善する。また，品質マネジメントシステムを品質マネジメントシステム計画として定めるとともに，品質マニュアルとして文書化する。

社長は，品質マネジメントシステムに係る活動の実施に関する責任と権限を有し，最高責任者として法令の遵守及び原子力安全の重要性を含めた品質方針を設定し，文書化して組織内に周知する。

### (1) 設計及び工事並びに運転及び保守における品質マネジメントシステムに係る活動の体制

品質マネジメントシステムに係る活動については，業務に必要な社内規程を定めるとともに，文書体系を構築している。

当社は，文書化された品質マニュアルに基づき，社長をトップマネジメントとし，監査室長，調達室長，安全・品質本部長及び燃料製造事業部長を管理責任者とした品質マネジメントシステムに係る体制を構築する。また，監査室を社長直属の組織とする，特定の取締役によ

る監査室への関与を排除するとともに内部監査の対象となり得る部門から物理的に離隔する等により、監査室の独立性を確保する。

社長は、品質マネジメントシステムの実効性を評価するため、品質マネジメントシステムに係る活動の実施状況及び改善の必要性の有無についてマネジメントレビューを実施する。また、品質マネジメントシステムに係る活動の実施状況を確認し、経営として、観察及び評価するため、社長を委員長とする安全・品質改革委員会を設置し、品質マネジメントシステムに係る活動の取り組みが弱い場合は要員、組織、予算、購買等の全社の仕組みが機能しているかの観点で審議を行い、必要な指示及び命令を行う。

監査室長は、調達室長、安全・品質本部長及び燃料製造事業部長が実施する業務並びに品質・保安会議の審議業務に関し内部監査を行うとともに、品質方針に基づき品質目標を設定し、品質マネジメントシステムに係る活動の計画、実施、評価確認及び継続的な改善を行い、その状況を社長へ報告する。

調達室長は、加工の事業に関する調達に係る業務を行うとともに、品質方針に基づき品質目標を設定し、品質マネジメントシステムに係る活動の計画、実施、評価確認及び継続的な改善を行い、その状況を社長へ報告する。

安全・品質本部長は、社長が行う加工の事業に関する品質マネジメントシステムに係る業務の補佐を行う。また、品質方針に基づき品質目標を設定し、品質マネジメントシステムに係る活動の計画、実施、評価確認及び継続的な改善を行い、その状況を社長へ報告する。さらに、社長の補佐として、各事業部の品質マネジメントシステムに係る活動が適切に実施されることを支援する。

燃料製造事業部長は、MOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守に係る業務を統括する。また、燃料製造事業部長は、品質方針に基づき品質目標を設定し、品質マネジメントシステムに係る活動の計画、実施、評価確認及び継続的な改善を行い、その状況を燃料製造事業部長が社長へ報告する。

各部門から独立した監査部門である監査室、調達部門である調達室及び全社の品質マネジメントシステムに係る活動の推進部門である安全・品質本部並びに実施部門である燃料製造事業部の各組織（以下「各業務を主管する組織」という。）の長は、業務の実施に際して、業務に対する要求事項を満足するように定めた社内規程に基づき、責任をもって個々の業務を実施し、要求事項への適合及び品質マネジメントシステムに係る活動の実効性を実証する記録を作成し管理する。

各業務を主管する組織の長は、製品及び役務を調達する場合、供給者において品質マネジメントシステムに係る活動が適切に遂行されるよう、要求事項を提示し、製品及び役務に応じた管理を行う。また、検査、試験等により調達物品等が要求事項を満足していることを確認する。

各業務を主管する組織の長は、不適合が発生した場合、不適合を除去し、再発防止のために原因を特定した上で、原子力の安全に及ぼす影響に応じた是正処置を実施する。

燃料製造安全委員会は、MOX燃料加工施設の保安活動について審議を行う。また、品質・保安会議は、全社的な観点から保安活動及び品質マネジメントシステムに係る活動の重要な事項について審議を行う。さらに、安全・品質改革委員会は、各部門の品質マネジメントシステムに係る活動の実施状況を確認し、経営として、観察及び評価を

行い、要員、組織、予算、購買等の仕組みが機能しているか審議する。

社長は、品質マネジメントシステムの最高責任者として、品質マネジメントシステムを確立し、実施し、評価確認し、継続的に改善することの責任と権限を有し、品質方針を設定する。この品質方針は、安全及び品質の向上のため、技術、人及び組織の三要素を踏まえ、安全文化の向上に取り組むとともに、協力会社と一体となって、技術力の向上、現場第一主義の徹底を図ること、さらに、法令及びルール遵守はもとより、東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、原子力安全達成に細心の注意を払い、地域の信頼をより強固なものとし、ともに発展していくよう、社員一人ひとりが責任と誇りを持って業務を遂行することを表明している。また、品質方針が組織内に伝達され、理解されることを確実にするため、社内イントラネットへの掲載、執務室での品質方針ポスター掲示、携帯用の品質方針カードの配布を実施することにより、監査部門、調達部門、全社の品質マネジメントシステムに係る活動の推進部門及び実施部門の要員に周知している。

各業務を主管する組織においては、各業務を主管する組織の長によるレビューを実施し、各業務を主管する組織における社内規程の改訂に関する事項、品質目標、管理責任者レビューのインプットに関する情報等をレビューする。

監査室長は、監査部門の管理責任者として、調達室長、安全・品質本部長、燃料製造事業部長が実施する業務並びに品質・保安会議の審議業務に関し内部監査を実施し、評価確認し、監査結果をマネジメントレビューのインプットとして社長へ報告する。

調達室長は、調達部門の管理責任者として、調達部門のマネジメン

トレビューのインプットに関する情報を集約し、評価確認し、マネジメントレビューのインプットとして社長へ報告する。

安全・品質本部長は、全社の品質マネジメントシステムに係る活動の推進部門の管理責任者として、社長が行うマネジメントレビューが円滑に実施されるよう補佐するとともに、オーバーサイト結果をマネジメントレビューのインプットとして社長へ報告する。

燃料製造事業部長は、実施部門の管理責任者として、品質保証部長の補佐を受けて、実施部門の各組織のマネジメントレビューのインプットに関する情報を集約し、評価確認し、マネジメントレビューのインプットとして社長へ報告する。

管理責任者のレビューのアウトプットについては、社長のマネジメントレビューへのインプットとするほか、品質目標等の業務計画の策定及び改訂、社内規程の制定、改訂等により業務へ反映する。

社長は、管理責任者からの報告内容を基に品質マネジメントシステムの実効性をレビューし、マネジメントレビューのアウトプットを決定する。

管理責任者は、社長からのマネジメントレビューのアウトプットを、各業務を主管する組織の長に通知し、各業務を主管する組織の長が作成したマネジメントレビューのアウトプットに対する処置事項を確認して、各業務を主管する組織の長に必要な対応を指示する。

各業務を主管する組織の長は、マネジメントレビューのアウトプットに対する処置事項及び各業務を主管する組織の品質マネジメントシステムに係る活動の実施状況を評価確認し、次年度の品質目標に反映し、活動する。また、管理責任者はそれらの状況を確認する。

品質・保安会議では、品質マネジメントシステムに係る重要な事項

について審議する。

なお、MOX燃料加工施設の保安活動に関しては、保安規定第11条に基づく燃料製造安全委員会を開催し、その内容を審議し、審議結果は業務へ反映する。

## (2) 設計及び工事並びに運転及び保守における品質マネジメントシステムに係る活動

各業務を主管する組織の長は、設計及び工事を、品質マニュアルにしたがい、MOX燃料加工施設の安全機能の重要度を基本とした品質マネジメントシステム要求事項の適用の程度に応じて管理し、実施し、評価確認し、継続的に改善する。また、製品及び役務を調達する場合は、供給者において品質マネジメントシステムに係る活動が適切に遂行されるよう、要求事項を提示し、重要度等に応じた品質管理グレードにしたがい調達管理を行う。

なお、許認可申請等に係る解析業務を調達する場合は、当該業務に係る調達物品等要求事項を追加する。

各業務を主管する組織の長は、調達物品等が調達物品等要求事項を満足していることを、検査、試験等により検証する。

各業務を主管する組織の長は、運転及び保守を適確に遂行するため、品質マニュアルにしたがい、関係法令等の要求事項を満足するよう個々の業務を計画し、実施し、評価確認し、継続的に改善する。また、製品及び役務を調達する場合は、設計及び工事と同様に管理する。

各業務を主管する組織の長は、設計及び工事並びに運転及び保守において不適合が発生した場合、不適合を除去し、再発防止のために原因を特定した上で、原子力の安全に及ぼす影響に応じた是正処置を実施する。

また、製品及び役務を調達する場合は、供給者においても不適合管理が適切に遂行されるよう仕様書にて要求事項を提示し、不適合が発生した場合には、各業務を主管する組織はその実施状況を確認する。

以上のとおり、品質マネジメントシステムに係る活動に必要な文書を定め、品質マネジメントシステムに係る活動に関する計画、実施、評価確認、改善を実施する仕組み及び役割を明確化した体制を設計及び工事の段階において構築している。また、運転及び保守の段階においても、設計及び工事の段階と同様な仕組み及び体制を構築する。

#### (ホ) 技術者に対する教育及び訓練

(1) 技術者に対しては、MOX燃料加工施設の設計及び工事並びに運転及び保守に当たり、一層の技術的能力向上のため、以下の教育及び訓練を実施する。

- ① 社内における研修並びに設計及び工事の実務経験者の指導のもとにおける実務を通じて、施設の設計及び工事並びに運転及び保守に関する知識の維持及び向上を図るための教育（安全上の要求事項、設計根拠、設備構造及び過去のトラブル事例を含む。）を定期的実施する。また、必要となる教育及び訓練の計画をその職務に応じて定め、適切な力量を有していることを定期的に評価する。
- ② 運転訓練装置、実規模装置及び実機を用いた研修を実施し、設備の構造と機能を理解させるとともに、基本的運転操作を習得させる。
- ③ 原子力関係機関（一般社団法人原子力安全推進協会、原子燃料工業株式会社ウラン加工施設）等において、原子力安全、技術、技能の維持及び向上を目的とした社外研修、講習会等に参加させ関連知識を習

得させる。

- (2) 上記(1)によって培われる技術的能力に加え、建設工事の進捗状況に合わせて建設工事に直接従事させることで設備等に対する知識の向上を図るとともに、フランスのOrano Recyclage社MOX燃料加工施設、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（プルトニウム燃料技術開発センター）及び当社再処理施設における、運転、保守及び放射線管理の訓練の実施、継続した技術情報収集を行う。

(3) 教育及び訓練の詳細

- ① 技術者は、原則として入社後一定期間、配属された部門に係る基礎的な教育及び訓練を受ける。MOX燃料加工施設の仕組み、放射線管理等の基礎教育及び訓練並びに機器配置及びプラントシステム等の現場教育及び訓練を受け、原子燃料の加工に関する基礎知識を習得する。
- ② 燃料製造事業部では、原子力安全の達成に必要な技術的能力を維持及び向上させるため、保安規定等に基づき、対象者、教育内容、教育時間及び教育実施時期について教育の実施計画を策定し、それにしたがって教育を実施する。
- ③ 本変更後における業務に従事する自然災害等、重大事故等及び大規模損壊に対応する技術者、事務系社員及び協力会社社員に対しては、各役割に応じた自然災害等発生時、重大事故等発生時及び大規模損壊発生時の対応に必要な技能の維持と知識の向上を図るため、計画的、かつ、継続的に必要な教育及び訓練を実施する。
- ④ 東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）福島第一原子力発電所事故を踏まえて、MOX燃料加工施設では重大事故等対処設備等を設置及び配備し、災害対策要員の体制整備を進める。



これら重大事故等対処設備等を効果的に活用し、適切な事故対応が行えるよう訓練を繰り返し行うことにより、災害対策要員の技術的な能力の維持向上を図る。

以上のとおり、本変更後における技術者に対する教育及び訓練を実施し、その専門知識、技術及び技能を維持及び向上させる取り組みを行う。

(へ) 有資格者等の選任及び配置

核燃料物質の取扱いに関し、「核燃料物質の加工の事業に関する規則」(昭和41年7月19日 総理府令第37号)に基づき、保安の監督を行う核燃料取扱主任者及びその代行者は、核燃料取扱主任者免状を有する者であって、核燃料物質の取扱いの業務に従事した期間が3年以上である者のうちから、社長が選任する。

核燃料取扱主任者が職務を遂行できない場合、その職務が遂行できるよう、代行者を核燃料取扱主任者の選任要件を満たす技術者の中から選任し、職務遂行に万全を期している。

核燃料取扱主任者は、MOX燃料加工施設の保安の監督を誠実、かつ、最優先に行うこととし、核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の取扱いの業務に従事する者への指示等、その職務が適切に遂行できるよう設計及び工事並びに運転及び保守の保安に関する職務を兼任しないようにする等、職務の独立性を確保した配置とする。

以上のとおり、MOX燃料加工施設の保安の業務に際して必要となる有資格者等については、その職務が適切に遂行できる者の中から選任し、配置している。

添付書類三

変更に係る加工施設の場所における気象，地盤，水理，地震，社会  
環境等の状況に関する説明書

平成22年5月13日付け平成17・04・20原第18号をもって加工の事業の許可を受け、その後、令和2年12月9日付け原規規発第2012091号をもって変更の許可を受けた核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX燃料加工施設）の添付書類三の記述のうち、下記内容を変更する。

記

ロ．地盤

- (ロ) 敷地周辺の地質・地質構造
- (ハ) 敷地近傍の地質・地質構造
- (ホ) MOX燃料加工施設の耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤
- (へ) 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価

参考文献

表

添3－ロ（へ）第8表 基礎底面の相対変位と傾斜に対する解析結果（基準地震動）

添3-ロ(へ)第9表	基礎底面の傾斜に対する解析結果(Ss-C4(水平)及び一関東評価用地震動(鉛直)) 図
添3-ロ(ロ)第5図	六ヶ所層及び砂子又層の地質年代測定結果 図
添3-ロ(ロ)第11図	敷地周辺陸域の活断層分布図(半径30km範囲)
添3-ロ(ロ)第75図	横浜町向沢周辺の地質平面図及び地質断層 面図
添3-ロ(ロ)第111図	敷地を中心とする半径100km範囲の陸域の活 断層分布図
添3-ロ(ハ)第1図	敷地近傍の地形図
添3-ロ(ハ)第5図	敷地近傍のリニアメント・変動地形の分布 図
添3-ロ(ハ)第9図	敷地近傍の活断層分布図(半径5km範囲)
添3-ロ(へ)第5図	各断面における入力地震動毎のすべり安全 率の比較

## ニ. 地震

(へ) 基準地震動 S<sub>s</sub>

(ト) 参考文献一覧

### 表

添3-ニ第27表	基準地震動 S <sub>s</sub> -B1~B5
添3-ニ第28表	基準地震動 S <sub>s</sub> -C1~C5
添3-ニ第31表	解放基盤表面以浅の地盤モデル(燃料加工建屋)
添3-ニ第32表	標準応答スペクトルに基づく地震基盤面における 模擬地震波の振幅包絡線の経時的変化
添3-ニ第33表	標準応答スペクトルに基づく地震基盤面における 模擬地震波の作成結果

### 図

添3-ニ第59図(1)	震源を特定せず策定する地震動の応答スペク トル(水平方向)
添3-ニ第59図(2)	震源を特定せず策定する地震動の応答スペク トル(鉛直方向)
添3-ニ第66図(1)	基準地震動 S <sub>s</sub> -C(C1~C5)の応答スペク トル(水平方向)

- 添3-ニ第66図(2) 基準地震動 $S_s - C$  ( $C_1 \sim C_3, C_5$ )の応答スペクトル(鉛直方向)
- 添3-ニ第67図(5) 基準地震動 $S_s - C_5$ の加速度時刻歴波形
- 添3-ニ第70図(1) 基準地震動 $S_s - C$  ( $C_1 \sim C_5$ )と一様ハザードスペクトル(領域震源(内陸地殻内地震))の比較(水平方向)
- 添3-ニ第70図(2) 基準地震動 $S_s - C$  ( $C_1 \sim C_3, C_5$ )と一様ハザードスペクトル(領域震源(内陸地殻内地震))の比較(鉛直方向)
- 添3-ニ第71図(1) 建屋底面位置における地震動( $S_s - A$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(2) 建屋底面位置における地震動( $S_s - B_1$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(3) 建屋底面位置における地震動( $S_s - B_2$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(4) 建屋底面位置における地震動( $S_s - B_3$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(5) 建屋底面位置における地震動( $S_s - B_4$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(6) 建屋底面位置における地震動( $S_s - B_5$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(7) 建屋底面位置における地震動( $S_s - C_1$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(8) 建屋底面位置における地震動( $S_s - C_2$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(9) 建屋底面位置における地震動( $S_s - C_3$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(10) 建屋底面位置における地震動( $S_s - C_4$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第71図(11) 建屋底面位置における地震動( $S_s - C_5$ , 燃料加工建屋)
- 添3-ニ第72図 標準応答スペクトル
- 添3-ニ第73図 継続時間及び振幅包絡線の経時的变化
- 添3-ニ第74図 標準応答スペクトルに基づく地震基盤面における模擬地震動の応答スペクトル比
- 添3-ニ第75図 標準応答スペクトルに基づく地震基盤面にお

## ける模擬地震波の時刻歴波形

### へ. 津波

(ハ) 既往知見を踏まえた津波の評価

(ホ) 参考文献一覧

#### 図

添3-へ第16図(1) 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(35)</sup>の検討結果(海岸線上の津波の水位)

添3-へ第16図(2) 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(35)</sup>の検討結果(津波浸水予測図)

添3-へ第17図(1) 青森県(2021)<sup>(53)</sup>における海岸線の最大津波高

添3-へ第17図(2) 青森県(2021)<sup>(53)</sup>における津波浸水想定図

### ト. 火山

(ハ) 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

(ニ) 施設に影響を及ぼし得る火山の火山活動に関する個別評価

(ヘ) 施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象の影響評価

参考文献

#### 表

添3-ト第1表 地理的領域内の第四紀火山

添3-ト第2表 地理的領域内の第四紀火山における活動可能性

添3-ト第3表 設計対応不可能な火山事象とその噴出物の敷地への到達可能性評価

添3-ト第4表 評価対象とする降下火砕物の選定及び諸元

添3-ト第5表 降下火砕物シミュレーションの主な入力パラメータ

#### 図

添3-ト第1図 地理的領域内の第四紀火山

添3-ト第2図 地理的領域内の火山地質図

添3-ト第3図 十和田における過去最大規模の噴火による火砕流堆積物の分布と到達可能性範囲

添3-ト第4図 八甲田カルデラにおける過去最大規模の噴火による火砕流堆積物の分布と到達可能性範囲

添3-ト第8図 十和田大不動火砕流堆積物の分布及び十和田切田

- テフラの等層厚線図
- 添3-ト第10図 十和田八戸火砕流堆積物の分布及び十和田八戸テフラの等層厚線図
- 添3-ト第15図 北東北における観測及びモデル化されたインダクションベクトル
- 添3-ト第22図 八甲田山の噴出物の分布と階段ダイアグラム
- 添3-ト第24図 八甲田第2期火砕流堆積物に着目した地質柱状図
- 添3-ト第32図 南八甲田火山群起源の設計対応不可能な火山事象の分布
- 添3-ト第33図 地理的領域内の第四紀火山起源の主な降下火砕物の分布
- 添3-ト第35図 洞爺カルデラの階段ダイアグラム

## ロ. 地盤

### (ロ) 敷地周辺の地質・地質構造

#### (1) 調査内容

##### ① 文献調査

敷地周辺の地形及び地質・地質構造に関する主要な文献としては、工業技術院地質調査所（現 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター）発行の5万分の1地質図幅及び説明書のうち、今井（1961）<sup>(1)</sup>の「<sup>ちかがわ</sup>近川」，上村（1983）<sup>(2)</sup>の「<sup>あさむし</sup>浅虫」，山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>の「50万分の1活構造図，青森」，北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>の「20万分の1青森県地質図及び地質説明書」，箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>の「20万分の1青森県地質図及び地質説明書」，活断層研究会編（1980）<sup>(6)</sup>の「日本の活断層—分布図と資料」，同（1991）<sup>(7)</sup>の「新編 日本の活断層—分布図と資料」，今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>の「活断層詳細デジタルマップ [新編]」，北村編（1986）<sup>(9)</sup>の「新生代東北本州弧地質資料集」，日本地質学会編（2017）<sup>(10)</sup>の「日本地方地質誌2 東北地方」，工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の「20万分の1地質図幅「野辺地」（第2版）」，工業技術院地質調査所発行の20万分の1海底地質図及び説明書のうち，玉木（1978）<sup>(12)</sup>の「20万分の1八戸沖海底地質図及び説明書」，奥田（1993）<sup>(13)</sup>の「20万分の1下北半島沖海底地質図及び説明書」，国土地理院（1982）<sup>(14)</sup>の「10万分の1沿岸域広域地形図及び土地条件図，陸奥湾」，海上保安庁水路部（現 海洋情報部）（1973a）<sup>(15)</sup>の「20万分の1海底地形図，八戸沖」，同（1973b）<sup>(16)</sup>の「20万分の1海底地質構造図，八戸沖」，同（1974）<sup>(17)</sup>の「20万分の1海底地形図，下北半島沖」，同（1975）<sup>(18)</sup>の「20万分の1海底地質構造図，下北半島沖」，同

(1982)<sup>(19)</sup>の「5万分の1海底地形図，5万分の1海底地質構造図及び調査報告，むつ小川原」，同(1996)<sup>(20)</sup>の「5万分の1海底地形図，5万分の1海底地質構造図及び調査報告，八戸」，同(1998)<sup>(21)</sup>の「5万分の1海底地形図，5万分の1海底地質構造図及び調査報告，尻屋崎」，徳山ほか(2001)<sup>(22)</sup>の「日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史」等がある。

また，重力異常に関する文献としては独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2013)<sup>(23)</sup>の「日本重力データベース DVD版」が，磁気異常に関する文献としては中塚・大熊(2009)<sup>(24)</sup>の「日本空中磁気DBによる対地1500m平滑面での磁気異常分布データの編集」等が，微小地震に関する文献としては総理府地震研究推進本部地震調査委員会(以下，「地震調査委員会」という。)(1999)<sup>(25)</sup>の「日本の地震活動」，気象庁<sup>(26)</sup>の「気象庁地震カタログ」等がある。

これらの文献により敷地周辺の地形及び地質・地質構造の概要を把握した。

## ② 陸域の地質調査

文献調査の結果を踏まえて，敷地を中心とする半径30kmの範囲及びその周辺の陸域について，変動地形学的調査及び地質・地質構造に関する各種調査を実施した。

変動地形学的調査としては，主に国土地理院で撮影された縮尺4万分の1の空中写真に加え，必要に応じて縮尺2万分の1及び縮尺1万分の1の空中写真並びに同院発行の縮尺2万5千分の1の地形図を使用して，空中写真判読等を行い，その結果に基づいて敷地周辺陸域の地形面区分図，リニアメント・変動地形の分布図等を作成した。

地質・地質構造に関する調査としては，地形調査に使用した空中写



真及び地形図を使用して地表踏査等を行ったほか、必要に応じてボーリング調査、トレンチ調査を組み合わせた調査を行い、それらの結果に基づいて敷地周辺陸域の地質平面図、地質断面図等を作成した。

### ③ 海域の地質調査

敷地を中心とする半径30kmの範囲及びその周辺海域において、国土地理院、工業技術院地質調査所（現 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター）、海上保安庁水路部（現 海洋情報部）、石油公団（現 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）、東北電力株式会社、東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）等によって実施されている音波探査記録の解析を行った。

敷地前面海域において、海底地形、地質・地質構造に関する資料を得るため、ウォーターガンを音源としたシングルチャンネル方式の音波探査を約240km、マルチチャンネル方式（48チャンネル）の音波探査を約300km実施した。さらに、深部地質構造に関する資料を得るため、エアガンを音源としたマルチチャンネル方式（156チャンネル、一部48チャンネル）の音波探査を約400km実施した。なお、大陸棚外縁部付近において、マルチビームによる海底地形面調査を約830km<sup>2</sup>実施した。

また、海域と陸域との地質の対比を行うため、尾駮沖で孔数4孔、総延長約400mの海上ボーリング調査（微化石分析を含む。）を、尻屋崎沖及び東通村老部川沖で地球深部探査船「ちきゅう」による孔数6孔、総延長約1820mの海上ボーリング調査（微化石分析、火山灰分析等を含む。）を、そして数kmのスパーカーによる海上音波探査を実施した。

これらの調査結果に基づいて、敷地周辺海域の海底地形図、海底地

質図及び海底地質断面図を作成した。

音波探査記録から地質構造を解釈する際には、断層関連褶曲（岡村（2000）<sup>(27)</sup>）についても考慮して、断層の評価を行った。

## （2） 調査結果

### ① 敷地周辺陸域の地形

敷地周辺陸域の地形図を添3-ロ(ロ)第1図に、地形区分図を添3-ロ(ロ)第2図に示す。

敷地周辺陸域は、地形の特徴から、主に山地からなる吹越地域、台地からなる六ヶ所地域及び山地からなる東岳・八幡岳地域に大きく区分される。敷地は、六ヶ所地域の北東部の台地に位置する。

#### a. 吹越地域

吹越地域は、主に山地からなり、山麓部には丘陵地、山麓部から海岸にかけては台地、河川下流部には低地、海岸沿いには砂丘地がみられる。山地は、比較的緩やかな起伏を示し、吹越烏帽子、金津山等がほぼNNE-S SW方向に連なる。丘陵地は、特に吹越地域北部に広くみられる。台地は、主に段丘からなる地形であり、段丘面は、高位面、中位面及び低位面の3面に区分される。低地は、今泉川、ひのきがわ 檜木川、こおいっべがわ 小老部川等の河川下流部にみられる。砂丘地は、海岸沿いにみられる。

#### b. 六ヶ所地域

六ヶ所地域は、主に台地からなり、河川下流部及び湖沼周辺には低地、海岸沿いには砂丘地がみられる。台地は、主に段丘からなる地形であり、段丘面は、高位面、中位面及び低位面の3面に区分される。低地は、のへじがわ 野辺地川、どぼがわ 土場川等の河川下流部及び太平洋側の尾駱沼、おぶちぬま 小川原湖等の湖沼周辺にみられる。砂丘地は、海岸沿いに

みられる。

### c. 東岳・八幡岳地域

東岳・八幡岳地域は、主に山地からなり、山麓部には丘陵地、山麓部から海岸にかけては台地、河川下流部には低地がみられる。山地は、比較的緩やかな起伏を示し、<sup>えぼしだけ</sup> 烏帽子岳、<sup>まつくらやま</sup> 松倉山等からなる。丘陵地は、<sup>むつわん</sup> 陸奥湾側の山麓部にみられる。台地は、主に段丘からなる地形であり、段丘面は、高位面、中位面及び低位面の3面に区分される。低地は、<sup>こみなとがわ</sup> 小湊川、<sup>しみずがわ</sup> 清水川等の河川下流部及び海岸沿いにみられる。

なお、段丘面の高度分布と隆起の関連性については、「ロ. (ロ)(2)⑦ 敷地周辺海域の地質構造」に後述するとおり、大陸棚外縁断層は第四紀後期更新世以降の活動性はないものと判断したことから、敷地周辺の地形の隆起に対して、第四紀後期更新世以降、この断層は関与していない。第四紀後期更新世以降の隆起の要因は、大陸棚外縁断層以外の海洋プレートの沈み込み等による他の要因によるものと考えられる。

### ② 敷地周辺陸域の地質

敷地周辺陸域の地質層序表を添3-ロ(ロ)第1表に、地質平面図及び地質断面図を、それぞれ添3-ロ(ロ)第3図及び添3-ロ(ロ)第4図に示す。

敷地周辺陸域の地質層序は、以下のとおりである。

#### a. 先新第三系

敷地周辺陸域の先新第三系は、東岳・八幡岳地域北部の<sup>なつどまり</sup> 夏泊 半島付近に分布する<sup>たていし</sup> 立石層からなる。

立石層は、上村(1983)<sup>(2)</sup>の立石層に相当し、石灰岩、チャー

ト等からなり，三疊紀後期～ジュラ紀前期の地層とされている。

b. 新第三系中新統

敷地周辺陸域の新第三系中新統は，吹越地域では，猿ヶ森層<sup>さるがもり</sup>，泊層<sup>とまり</sup>及び蒲野沢層<sup>がまのさわ</sup>，六ヶ所地域では，泊層<sup>たかほこ</sup>及び鷹架層<sup>たかほこ</sup>，東岳・八幡岳地域では，和田川層<sup>わだがわ</sup>，小坪川層<sup>こつぼがわ</sup>，松倉山層<sup>いちのわたり</sup>及び市ノ渡層<sup>いちのわたり</sup>からなる。

猿ヶ森層は，吹越地域北部に分布し，北村編（1986）<sup>(9)</sup>及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の猿ヶ森層に相当し，泥岩，砂岩等からなる。

泊層は，吹越地域及び六ヶ所地域北東部に分布し，北村編（1986）<sup>(9)</sup>の泊安山岩及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の泊層に相当し，安山岩溶岩，凝灰角礫岩，軽石凝灰岩等からなる。

東通<sup>ひがしどおり</sup>村砂子<sup>すなごまた</sup>又南東部における猿ヶ森層と泊層の地質構造及び累重関係から，猿ヶ森層と泊層とは整合関係であり，一部指交関係にあるものと判断した。

蒲野沢層は，吹越地域の老部川<sup>おいっべがわ</sup>（北）中流付近等に分布し，北村編（1986）<sup>(9)</sup>，多田ほか（1988）<sup>(28)</sup>及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の蒲野沢層に相当し，泥岩，砂岩，凝灰質シルト岩，軽石凝灰岩等からなる。芳賀・山口（1990）<sup>(29)</sup>によると，蒲野沢層と下位の泊層が不整合関係にあるとされている。

鷹架層は，六ヶ所地域の老部川<sup>おいべがわ</sup>（南）中流から二又川下流にかけての台地斜面，敷地近傍の尾駁沼<sup>おしろうがわ</sup>及び鷹架沼湖岸の台地斜面，さらに，後川<sup>うしろがわ</sup>流域の台地斜面等に分布する。鷹架層は，柴崎ほか（1958）<sup>(30)</sup>，青森県（1970a）<sup>(31)</sup>，同（1970b）<sup>(32)</sup>，箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>，北村編（1986）<sup>(9)</sup>及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の鷹架層に相当し，泥岩，砂岩，軽石凝灰岩，軽石質砂岩等からなる。

六ヶ所村<sup>でと</sup>出戸西方及び老部川（南）中流付近における泊層と鷹架層の地質構造及び累重関係から、鷹架層と泊層は指交関係にあるものと判断した。

和田川層は、東岳・八幡岳地域の夏泊半島、清水川流域、<sup>つぼかわ</sup>坪川上流の<sup>てんま</sup>天間ダム周辺等に分布し、北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>、箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>、北村編（1986）<sup>(9)</sup>及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の和田川層等にほぼ相当し、<sup>けつ</sup>頁岩、凝灰岩、凝灰角礫岩等からなる。夏泊半島の<sup>やすいざき</sup>安井崎付近における立石層と和田川層の地質構造及び累重関係から、和田川層は下位の立石層を不整合に覆うものと判断される。

小坪川層は、東岳・八幡岳地域に広く分布し、主に北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>の小坪川安山岩類並びに工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の小坪川層にほぼ相当し、安山岩溶岩、凝灰岩等からなる。北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>では、小坪川層が下位の和田川層を整合に覆うとされている。

松倉山層は、東岳・八幡岳地域の松倉山周辺、<sup>びわのがわ</sup>枇杷野川上流等に分布し、北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>の小坪川安山岩類の一部並びに工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の小坪川層の一部に相当し、安山岩溶岩、凝灰角礫岩等からなる。本層が小坪川安山岩類の下部を不整合に覆うことから、小坪川層から分離して松倉山層と命名した。

市ノ渡層は、東岳・八幡岳地域東部に分布し、北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>、箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>、北村編（1986）<sup>(9)</sup>及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の市ノ渡層に相当し、シルト岩、凝灰岩、凝灰質砂岩等からなる。市ノ渡川付近における小坪川層と市ノ渡層の地質構造

及び累重関係から、市ノ渡層は下位の小坪川層を不整合に覆うものと判断した。また、市ノ渡層は、松倉山層とは接しないが、分布状況から松倉山層と不整合関係にあると推定した。

c. 新第三系鮮新統～第四系下部更新統

敷地周辺陸域の新第三系鮮新統～第四系下部更新統は、砂子又層からなる。

砂子又層は、吹越地域から六ヶ所地域にかけての丘陵地及び台地に広く分布し、今井（1961）<sup>(1)</sup>の砂子又累層、青森県（1970a）<sup>(31)</sup>及び同（1970b）<sup>(32)</sup>の浜田層並びに北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>及び北村編（1986）<sup>(9)</sup>の砂子又層及び甲地層に相当する。また、箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>の砂子又層、甲地層及び浜田層、日本地質学会編（2017）<sup>(10)</sup>の砂子又層及び浜田層並びに工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の浜田層、甲地層、清水目層及びその相当層に相当する。砂子又層は、砂岩、凝灰質砂岩、シルト岩、軽石凝灰岩等からなり、下位の泊層、小坪川層、蒲野沢層、鷹架層及び市ノ渡層を不整合に覆う。

吹越地域の今泉川周辺に分布する砂子又層の地質年代については、芳賀・山口（1990）<sup>(29)</sup>、Kanazawa（1990）<sup>(33)</sup>等によると、微化石分析結果から、新第三紀鮮新世～第四紀前期更新世とされている。また、六ヶ所地域の土場川沿いにおいて、本層上部に挟まれる凝灰岩を対象に、フィッシュン・トラック法による年代測定を実施したところ、 $1.6 \pm 0.3 \text{ Ma}$  が得られたほか、敷地周辺陸域の各地点から採取された試料の年代測定結果によると、 $0.88 \pm 0.16 \text{ Ma} \sim 4.3 \pm 0.5 \text{ Ma}$  の年代値が得られており（添3-口(口)第5図参照）、これらの測定結果は珪藻化石による生層序地質年代と矛盾しない。これらから、砂子又層は、新第三紀鮮新世～第四紀前期更新世の地

層と判断した。

d. 第四系下部～中部更新統

敷地周辺陸域の第四系下部～中部更新統は、六ヶ所層（仮称：「ロ. (ハ) 敷地近傍の地質・地質構造」で後述）及び田代平溶結凝灰岩たしろたいからなる。

六ヶ所層は、敷地近傍に分布しており、北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>が野辺地町周辺に図示する野辺地層、北村編（1986）<sup>(9)</sup>が下北半島の基部から八戸市周辺にかけて図示する三沢層並びに工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>が示す浜田層、甲地層、清水目層及びその相当層の一部に相当し、主に細粒砂、シルト等からなる。六ヶ所層は、その上下位層との累重関係や年代測定結果から、砂子又層の主部を不整合に覆い、上部とは指交関係にあり、古期低地堆積層とは指交関係にあり、高位段丘堆積層に不整合に覆われ、その一部とは指交関係にあるものと判断した。

田代平溶結凝灰岩は、東岳・八幡岳地域の天間ダム付近に分布し、北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>の田代平溶結凝灰岩及び箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>の八甲田凝灰岩はっこうだに相当し、主に溶結凝灰岩からなり、開析が進んだ火砕流堆積面を形成する。田代平溶結凝灰岩は、村岡・高倉（1988）<sup>(34)</sup>、工藤ほか（2011）<sup>(35)</sup>等によって、下位より熊ノ沢火砕流堆積物、高峠火砕流堆積物、八甲田中里川火砕流堆積物、黄瀬川火砕流堆積物、八甲田黄瀬火砕流堆積物、八甲田第1期火砕流堆積物及び八甲田第2期火砕流堆積物に区分されている。このうち最上位である八甲田第2期火砕流堆積物の地質年代は、村岡・高倉（1988）<sup>(34)</sup>によるカリウム－アルゴン法で約40万年前、高島ほか（1990）<sup>(36)</sup>による熱ルミネッセンス法で約25万年前とされ、工藤

ほか (2021) <sup>(11)</sup>では層序から約30万年前とされている。

e. 第四系中部～上部更新統

敷地周辺陸域の第四系中部～上部更新統は、古期低地堆積層、段丘堆積層、十和田火山軽石流堆積物、火山灰層等からなる。

古期低地堆積層は、六ヶ所地域及び東岳・八幡岳地域の台地斜面に小規模に分布し、岩井 (1951) <sup>(37)</sup>、北村ほか (1972) <sup>(4)</sup>及び箕浦ほか (1998) <sup>(5)</sup>の野辺地層並びに工藤ほか (2021) <sup>(11)</sup>の古期扇状地及び河川成堆積物の一部に相当し、主にシルト、砂及び礫からなる。古期低地堆積層の地質年代は、下位の砂子又層を不整合に覆い、上位の高位段丘堆積層に不整合に覆われることから、第四紀中期更新世と判断した。

段丘堆積層は、北村ほか (1972) <sup>(4)</sup>及び箕浦ほか (1998) <sup>(5)</sup>の段丘堆積物並びに工藤ほか (2021) <sup>(11)</sup>の海成段丘堆積物等に相当し、主に砂及び礫からなる。段丘堆積層は、分布標高から高位段丘堆積層、中位段丘堆積層及び低位段丘堆積層に3区分され、それぞれ高位面、中位面及び低位面を形成する。空中写真判読及び地表地質調査による段丘面の分布高度、分布形態及び火山灰層との累重関係等から、高位面はH<sub>1</sub>面、H<sub>2</sub>面、H<sub>3</sub>面、H<sub>4</sub>面、H<sub>5</sub>面及びH<sub>6</sub>面に、中位面はM<sub>1</sub>面、M<sub>2</sub>面及びM<sub>3</sub>面に、低位面はL<sub>1</sub>面、L<sub>2</sub>面及びL<sub>3</sub>面にそれぞれ細区分される。

敷地周辺陸域の地形面区分図を添3-ロ(ロ)第6図に示し、段丘堆積層と示標テフラの層位関係を添3-ロ(ロ)第2表に示す。

H<sub>1</sub>面は、東岳・八幡岳地域の尾根部にごく狭い範囲に分布し、H<sub>2</sub>面は、吹越地域及び東岳・八幡岳地域の尾根部に分布する。H<sub>3</sub>面、H<sub>4</sub>面及びH<sub>5</sub>面は、吹越地域及び東岳・八幡岳地域では山地を取り



巻いて狭い範囲に分布し、六ヶ所地域では広く平坦な面を形成する。また、H<sub>6</sub>面は、主に陸奥湾側の河川沿いに狭小に分布する。

H<sub>3</sub>面及びH<sub>4</sub>面は、各面の分布標高と堆積物を覆う火山灰層との累重関係から、それぞれ宮内(1988)<sup>(38)</sup>の高位面及び七百<sup>しちひゃく</sup>面に相当する。H<sub>5</sub>面は、その堆積物を覆う火山灰層の下部に宮内(1988)<sup>(38)</sup>によるヌカミソ軽石及び甲地軽石が挟まれることから、宮内(1988)<sup>(38)</sup>の天狗岱<sup>てんぐたい</sup>面に相当し、酸素同位体ステージ(以下、「MIS」という。)7に対比される。

M<sub>1</sub>面、M<sub>2</sub>面及びM<sub>3</sub>面は、吹越地域及び六ヶ所地域では、太平洋及び陸奥湾の沿岸部に、東岳・八幡岳地域では、陸奥湾の沿岸部に比較的広く分布する。

M<sub>1</sub>面は、その堆積物を覆う火山灰層の下部に町田・新井(2011)<sup>(39)</sup>による洞爺<sup>とうや</sup>火山灰(11.2～11.5万年前)が挟まれることから、宮内(1988)<sup>(38)</sup>の高館面に相当し、MIS 5 eに対比される。M<sub>2</sub>面は、その堆積物の最上部に洞爺火山灰が挟まれることから、宮内(1988)<sup>(38)</sup>の多賀台面に相当し、MIS 5 e末ないし直後の海面安定期に対比される。M<sub>3</sub>面は、その堆積物を覆う火山灰層の下部に町田・新井(2011)<sup>(39)</sup>による阿蘇<sup>あそ</sup>4火山灰(8.5～9万年前)が挟まれることから、宮内(1988)<sup>(38)</sup>の根城面に相当し、MIS 5 cに対比される。

L<sub>1</sub>面及びL<sub>2</sub>面は、吹越地域及び六ヶ所地域の比較的大きな河川沿いにおいて、比較的狭小な分布を示す。L<sub>3</sub>面は、東岳・八幡岳地域の坪川、清水目川<sup>しみずめがわ</sup>等の比較的大きな河川沿いにみられる。

L<sub>1</sub>面は、その堆積物を覆う火山灰層の最下部に十和田レッド火山灰が挟まれることから、宮内(1988)<sup>(38)</sup>の柴山<sup>しばやま</sup>面に相当す

る。また、十和田レッド火山灰は町田・新井（2011）<sup>(39)</sup>によって「M I S 5 a ?」とされており、層位関係も考慮し、十和田レッド火山灰の年代は約8万年前と判断した。L<sub>2</sub>面は、その堆積物を覆う火山灰層の下部に町田・新井（2011）<sup>(39)</sup>による十和田<sup>おおふどう</sup>大不動火山灰（約3.2万年前）が挟まれることから、宮内（1988）<sup>(38)</sup>の<sup>しちのへ</sup>七戸面に相当し、M I S 3に対比される。L<sub>3</sub>面は、その堆積物を覆う火山灰層の下部に町田・新井（2011）<sup>(39)</sup>による十和田八戸火山灰（約1.5万年前）が挟まれることから、宮内（1988）<sup>(38)</sup>の<sup>さんぼんぎ</sup>三本木面に相当する。

十和田火山軽石流堆積物は、六ヶ所地域南西部の坪川流域等に分布し、東北地方第四紀研究グループ（1969）<sup>(40)</sup>の十和田火山軽石流堆積物に相当し、軽石凝灰岩等からなる。十和田火山軽石流堆積物は、町田・新井（2011）<sup>(39)</sup>による大不動火砕流堆積物（約3.2万年前）及び八戸火砕流堆積物（約1.5万年前）に相当する。

火山灰層は、丘陵地及び台地上に広く分布し、主に褐色の粘土質火山灰からなる。火山灰層中には、主な示標テフラとしてB o P軽石、甲地軽石、ヌカミソ軽石、オレンジ軽石、洞爺火山灰、阿蘇4火山灰、十和田レッド火山灰、十和田大不動火山灰、十和田八戸火山灰等が認められる。

#### f. 第四系完新統

敷地周辺陸域の第四系完新統は、沖積低地堆積層、砂丘砂層及び崖錐堆積層からなる。

沖積低地堆積層は、河川及び海岸沿いの低地等に分布し、主に礫、砂及び粘土からなる。

砂丘砂層は、吹越地域及び六ヶ所地域の太平洋側及び陸奥湾側の

海岸部に帯状に分布し、主に砂からなる。

崖錐堆積層は、山地及び丘陵地の斜面の裾部等に分布し、主に礫、砂及び粘土からなる。

g. 貫入岩

敷地周辺陸域の貫入岩は、吹越地域では、泊層に貫入する安山岩、デイサイト、<sup>せんりょくひんがん</sup>閃緑玢岩等からなり、東岳・八幡岳地域では、和田川層及び小坪川層に貫入する安山岩、デイサイト、流紋岩等からなる。

③ 敷地周辺陸域のリニアメント・変動地形

空中写真判読によるリニアメント・変動地形の判読基準を添3-ロ(ロ)第3表に、敷地周辺陸域のリニアメント・変動地形の分布図を添3-ロ(ロ)第7図に示す。

敷地周辺陸域のリニアメント・変動地形の判読基準については、土木学会(1999)<sup>(41)</sup>、井上ほか(2002)<sup>(42)</sup>等を参考にして、地域特性を考慮して設定した。これをもとに、敷地周辺のリニアメント・変動地形を、変動地形である可能性が高い $L_A$ 、変動地形である可能性がある $L_B$ 、変動地形である可能性が低い $L_C$ 及び変動地形である可能性が非常に低い $L_D$ の4ランクに区分した(以下、これらのリニアメント・変動地形を、それぞれ「 $L_A$ リニアメント」、 「 $L_B$ リニアメント」、 「 $L_C$ リニアメント」及び「 $L_D$ リニアメント」という。)

敷地周辺陸域のリニアメント・変動地形は、N-S方向～NNE-S SW方向のものが卓越し、一部でNE-SW方向、NW-SE方向あるいはE-W方向のものが認められる。これらのリニアメント・変動地形は、主にランクが低い $L_D$ リニアメントからなり、一部に $L_B$ 及び $L_C$ リニアメントが判読される。

#### ④ 敷地周辺陸域の地質構造

##### a. 敷地周辺陸域の地質構造

敷地周辺陸域の地質構造として、主に新第三系中新統に褶曲構造が認められる。新第三系鮮新統～第四系下部更新統については、<sup>よこはま</sup>横浜町桧木川中流部等において、一部に褶曲構造が認められるものの、大局的には同斜構造を示す（添3-ロ(ロ)第3図及び添3-ロ(ロ)第4図参照）。

吹越地域では、老部川（南）上流部にNE-SW方向の軸をもつ長さ約3kmの背斜及び長さ約4kmの向斜が認められる。また、桧木川中流部にもNNE-SSW方向の軸をもつ長さ約11kmの背斜及び向斜がそれぞれ認められ、その背斜の東翼部に、一部、撓曲構造が認められる。

六ヶ所地域では、<sup>たなざわがわ</sup>棚沢川から老部川（南）に至る間及び土場川上流部に、ほぼN-S方向の軸をもつ長さ約5kmの背斜がそれぞれ認められる。また、尾駈沼及び鷹架沼付近から<sup>うちぬま</sup>内沼西方にかけて、NE-SW方向の軸をもつ長さ約10kmの向斜が認められる。

東岳・八幡岳地域では、烏帽子岳周辺にNW-SE方向の軸をもつ長さ約6kmの背斜及び長さ4km～6kmの向斜が認められる。また、山地の東縁部には、ほぼN-S方向に延びる撓曲構造が認められる。

重力異常に関しては、独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2013）<sup>(23)</sup>による重力データ等を用いて、重力異常図を作成した。敷地周辺陸域においては、吹越地域及び東岳・八幡岳地域の山地が高重力異常を示すのに対し、六ヶ所地域の台地が低重力異常を示す。このうち、東岳・八幡岳地域と六ヶ所地域の境界部には、概ねN-S方向に延びる重力異常の急変部が認められる

が、その他の地域では、延長が長い線状の重力異常の急変部は認められず、地下深部に大きな地質構造の変化は推定されない（添3-ロ(ロ)第8図参照）。

磁気異常に関しては、中塚・大熊（2009）<sup>(24)</sup>によると、敷地周辺陸域においては、顕著な磁気異常は認められないものの、敷地周辺海域においては、北海道苫小牧から三陸沖にかけて概ねN-S方向に延びる正の磁気異常が認められ、長崎（1997）<sup>(43)</sup>が示す苫小牧リッジに対応している。長崎（1997）<sup>(43)</sup>においては、苫小牧リッジは主に花崗岩等によって構成されており、この花崗岩はコア分析の結果から前期白亜紀を示唆する年代が得られ、前期～後期白亜紀に連続していた正磁極期に熱残留磁化を獲得した可能性が高いとされている。以上のことから、敷地周辺海域に認められる正の磁気異常は、海底下に強い磁気を帯びた岩体等が分布する地質構造を反映しているものと考えられる（添3-ロ(ロ)第9図参照）。

微小地震に関しては、気象庁<sup>(26)</sup>に基づき小・微小地震分布図を作成した。敷地周辺においては、断層の存在を示唆するような微小地震分布の面状の配列は認められない（添3-ロ(ロ)第10図参照）。

#### b. 敷地を中心とする半径30km範囲の断層

文献調査結果に基づく、敷地周辺陸域の活断層分布図（半径30km範囲）を添3-ロ(ロ)第11図に示す。

敷地周辺陸域の主な断層及び撓曲構造として、山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>及び今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が示す横浜断層、野辺地断層、<sup>かみはらこ</sup>上原子断層、<sup>てんまばやし</sup>天間林断層及び十和田市西方断層並びに工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>が示す横浜断層、上原子断層及び底田撓曲があり、十和田市奥入瀬川以南には、Chinzei（1966）<sup>(44)</sup>及び工藤

(2005) <sup>(45)</sup>が示す猿辺撓曲及び底田撓曲がある（以下、天間林断層，十和田市西方断層，猿辺撓曲及び底田撓曲を一括して「七戸西方断層」という。）。さらに，藤田ほか（1980）<sup>(46)</sup>が示す後川－土場川沿いの断層（以下，「後川－土場川断層」という。）がある。なお，敷地を中心とする半径約5kmの範囲の敷地近傍には，活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>及び今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が示す出戸西方断層並びに工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>が示す出戸西方断層，六ヶ所撓曲がある。

#### (a) 横浜断層

##### i. 文献調査結果

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は，横浜町有畑<sup>ありはた</sup>東方から同町横浜東方にかけて，NNE－SSW方向，長さ4km，活動度C，「活断層であると推定されるもの（確実度Ⅱ）」の横浜断層を図示・記載し，開析扇状地に西側隆起20mの逆むき低断層崖がみられるとしている。

今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>は，むつ市中野沢付近から横浜町向平付近に，長さ約10km（図読では約13km），ほぼ南北方向に延びる西側隆起の逆断層帯として横浜断層帯を図示・記載し，「後期更新世の段丘面に明瞭な変位を与え，断層変位の累積が確認されている。平均上下変位速度や活動履歴は不明である。」としている。

工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>は，むつ市中野沢付近から同町太郎須田付近にかけて，長さ約11km（図読），NNE－SSW方向に延びる横浜断層を図示・記載している。

山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>は，当該断層を図示していない。

##### ii. 変動地形学的調査結果

横浜断層周辺の空中写真判読図を添3-ロ(ロ)第12図に示す。

むつ市中野沢東方の畑沢川左岸から横浜町有畑東方の鶏沢川<sup>にわとりざわかわ</sup>を経て、同町横浜南東の荒内川<sup>あらいがわ</sup>右岸に至る約13km間に、NNE-S SW~N-S方向のL<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメントが断続的に判読される。これらは、主に高位面(H<sub>3</sub>面、H<sub>4</sub>面、H<sub>5</sub>面及びH<sub>6</sub>面)の山側向きの崖、鞍部からなり、このうち鶏沢川付近から横浜町北東の田ノ沢川<sup>たのさわがわ</sup>付近に至る約4km間が活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>の横浜断層に、林崎川付近から荒内川付近に至る約10km間が今泉ほか編(2018)<sup>(8)</sup>の横浜断層帯にほぼ対応する。しかし、鶏沢川及び横浜東方の三保川<sup>みほがわ</sup>の低位面(L<sub>1</sub>面及びL<sub>2</sub>面)に、リニアメント・変動地形は判読されない。また、北方延長の林崎川右岸の中位面(M<sub>2</sub>面)及び南方延長の荒内川左岸の中位面(M<sub>1</sub>面)に、リニアメント・変動地形は判読されない。

### iii. 地表地質調査結果

横浜断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第13図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第14図に示す。

横浜断層周辺には、新第三系中新統の泊層及び蒲野沢層、新第三系鮮新統~第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層及び低位段丘堆積層等が分布する。

泊層は、主に凝灰角礫岩からなる。蒲野沢層は、主に泥岩及び砂岩からなる。両層は、桧木川以北の山地から丘陵地にかけて分布しており、走向はほぼNNE-S SW方向であり、概ね20°~50°の西傾斜を示す。砂子又層は主に砂岩からなり、横浜断層周辺に広く分布する。本層は、ほぼNNE-S SW方向の走向

で、概ね $20^{\circ}$ 以下の西傾斜を示し、下位の新第三系中新統を不整合に覆う。高位段丘堆積層は、主に砂及び礫からなり、高位面（ $H_3$ 面、 $H_4$ 面、 $H_5$ 面及び $H_6$ 面）を形成する。中位段丘堆積層は、主に砂及び礫からなり、中位面（ $M_1$ 面、 $M_2$ 面及び $M_3$ 面）を形成する。このうち、横浜町の林崎川河口付近では、中位段丘堆積層（ $M_2$ 面堆積物）の最上部に洞爺火山灰（11.2～11.5万年前）が挟まれることを確認している（Y-3露頭）。低位段丘堆積層は、主に砂及び礫からなり、低位面（ $L_1$ 面及び $L_2$ 面）を形成する。

中野沢東方の南川代沢付近から三保川付近にかけての砂子又層には、背斜軸と向斜軸が近接して認められ、背斜軸の東翼部には傾斜 $30^{\circ}$ ～ $60^{\circ}$ の東急傾斜を示す撓曲構造が認められる。リニアメント・変動地形はこの撓曲構造に対応して判読され、林崎川付近から桧木南東に至る間においては、リニアメント両側において複数の段丘面にいずれも西側が高い高度差が認められ、高位の段丘面ほど高度差が大きくなっている（添3-ロ(口)第15図参照）。

林崎川左岸において、ほぼN-S走向で、約 $40^{\circ}$ 西傾斜の逆断層が認められ、砂子又層が高位段丘堆積層（ $H_5$ 面堆積物）へ衝上している（Y-1露頭、添3-ロ(口)第16図及び添3-ロ(口)第17図参照）。この北側延長部にあたる林崎川右岸では、本断層は砂子又層中で2条に分岐している。このうち、西側の断層は、さらに北側の露頭において、高位段丘堆積物（ $H_5$ 面堆積物）を変位させているものの、これを覆う中位段丘堆積層（ $M_2$ 面堆積物）の下面に変位を与えていない（Y-2露頭、添3-ロ(口)第18図参照）。一方、東側の断層は、Y-2露頭とその東側の露頭



との間に延長すると考えられるが、両露頭で確認されるM<sub>2</sub>面堆積物の下面に標高差が認められず（添3-ロ(ロ)第19図参照），また、これより北側に広く分布する中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）の上面は、断層推定位置を挟んで連続する（添3-ロ(ロ)第20図参照）ことから、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）に変位を与えていないと判断される。

さらに、桧木川右岸において、L<sub>B</sub>及びL<sub>C</sub>リニアメント通過位置を挟むようにボーリング調査を実施した結果、砂子又層に明瞭な撓曲構造が認められたが、これを不整合に覆う中位段丘堆積層（M<sub>3</sub>面堆積物）の下面には変位・変形が認められない（添3-ロ(ロ)第21図参照）。

一方、鶏沢川東方のL<sub>C</sub>リニアメント通過位置付近において、東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）、東北電力株式会社及びリサイクル燃料貯蔵株式会社が実施した反射法地震探査並びに東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）が実施したボーリング調査により、砂子又層の撓曲部に西上がりの逆断層が確認され、その変位が段丘礫層にも及んでいることが認められた（添3-ロ(ロ)第22図及び添3-ロ(ロ)第23図参照）。また、確認された逆断層付近において東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）、東北電力株式会社及びリサイクル燃料貯蔵株式会社が実施したトレンチ調査の結果、洞爺火山灰（11.2～11.5万年前）に断層変位が及んでおり、その上位の阿蘇4火山灰（8.5～9万年前）にも断層による変形が及んでいる可能性を否定できない（添3-ロ(ロ)第24図参照）。

荒内川右岸に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント南方の横浜町向平付近において、東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）、東北電力株式会社及びリサイクル燃料貯蔵株式会社が反射法地震探査（向平測線）を実施した結果、リニアメント・変動地形の延長位置に断層及び撓曲構造は認められない（添3ーロ(ロ)第25図参照）。なお、リニアメント・変動地形の延長位置の東方に1条の断層が推定され、さらに向平より南方の横浜町松栄付近で東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）、東北電力株式会社及びリサイクル燃料貯蔵株式会社が実施した反射法地震探査（松栄測線）でも3条の断層が推定されるものの、これらの断層上に分布するH<sub>5</sub>面～M<sub>2</sub>面に東側の低い高度不連続は認められない（添3ーロ(ロ)第26図参照）。

なお、向平測線より南には、横浜町向沢付近に、東側低下のL<sub>D</sub>リニアメントが断続的に判読される（「ロ．(ロ)(2)④b．

(f) vii. 向沢付近のリニアメント・変動地形」参照）。向平測線上において、向沢付近のL<sub>D</sub>リニアメント北方延長にあたる位置で実施したボーリング調査結果によると、砂子又層の上部は西緩傾斜の同斜構造を示し、H<sub>5</sub>面堆積物の上面にも有意な不連続は認められない。L<sub>D</sub>リニアメントが判読される北端付近の向沢北方において実施したボーリング調査結果によると、L<sub>D</sub>リニアメントを挟んで砂子又層は西緩傾斜の同斜構造を示す。この南の向沢周辺において、L<sub>D</sub>リニアメントを挟んで実施したオーガーボーリング調査等の結果によると、H<sub>6</sub>面堆積物上面に不連続は認められない。さらに、L<sub>D</sub>リニアメントが判読される南端付近の武ノ川右岸付近において、東京電力株式会社（現 東京電力ホ

ールディングス株式会社) , 東北電力株式会社及びリサイクル燃料貯蔵株式会社が実施したボーリング調査結果によると, 砂子又層は西緩傾斜の同斜構造を示す。向沢北方においては,  $L_D$ リニアメントが判読される位置付近のみ $H_4$ 面堆積物の礫層が分布せず, 砂子又層を削り込んだ谷が認められる。また, 向沢周辺及び武ノ川右岸付近においては,  $L_D$ リニアメントが判読される位置付近に $H_6$ 面堆積物を覆って風成砂・ローム互層が分布している。これらのことから, 向沢付近の $L_D$ リニアメント付近には, 第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。 $L_D$ リニアメントは, 砂子又層を浸食する谷地形及び風成砂・ローム互層よりなる砂丘の上面形態を反映したものであると判断される。

畑沢川左岸に判読される $L_D$ リニアメント北方においては, 南川代沢付近まで撓曲構造が認められ, その西側の背斜軸部では, 蒲野沢層の砂岩分布域中に, 泊層の凝灰角礫岩や蒲野沢層の凝灰岩が細長く分布している。南川代沢より北方のむつ市北川代沢においては, 蒲野沢層の砂岩分布域中に, 泊層の凝灰角礫岩や蒲野沢層の凝灰岩の分布は認められず, 蒲野沢層及び泊層が約 $60^\circ$ 西傾斜の同斜構造を示しており, 撓曲構造は認められない(添3-ロ(ロ)第27図参照)。

なお, 横浜断層の北方に位置する朝比奈平<sup>あまひなたい</sup>周辺には, 西側低下の $L_D$ リニアメントが判読される(添3-ロ(ロ)第12図参照)。地表地質調査の結果,  $L_D$ リニアメントの東側では, 新第三系が西へ急傾斜する撓曲構造を示す(添3-ロ(ロ)第13図参照)。この撓曲構造は, 西側低下の変位形態を示し, NNE-S SW方向

に連続することから、地下に断層が存在するものと推定され、北村・藤井（1962）<sup>(47)</sup>の下北断層<sup>しもきた</sup>に対応すると考えられる。むつ市<sup>ちかがわ</sup>近川北東の蜷沢<sup>しじみざわ</sup>中流部の露頭では、砂子又層内の不整合面を境に、それより下位の軽石凝灰岩、泥質砂岩等に急傾斜構造が認められるが、それより上位の主に砂岩からなる地層には、撓曲による変形は認められない（SH-1露頭，添3-ロ(ロ)第28図参照）。また、この撓曲構造は、近川東方では確認できない。以上のように、この撓曲構造は、横浜断層の変位形態及び活動性と異なることから、横浜断層とは連続しないものと判断した。また、L<sub>D</sub>リニアメントは、中新統の撓曲構造に沿って判読されるが、猿ヶ森層と泊層、あるいは泊層と蒲野沢層等の地層境界にほぼ対応しており、リニアメント・変動地形の位置には断層は認められないことから、岩質の差を反映した浸食地形であると判断した。

#### iv. 総合評価

横浜断層周辺には、約13km間にL<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。

南川代沢付近から三保川付近にかけての砂子又層には、ほぼNNE-S SW方向に延びる1背斜・1向斜からなる褶曲構造が認められる。背斜の東翼部には、東急傾斜の撓曲構造が認められ、判読されるL<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメントにほぼ対応する。この撓曲構造上の林崎川左岸において、砂子又層と高位段丘堆積層（H<sub>5</sub>面堆積物）とを境する西上がりの逆断層が認められるものの、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）に変位を与えていないことを確認した。また、桧木川右岸におけるボーリング調査結果により、砂子又層の撓曲構造からリニアメントに対応する断層が存在するも

のと考えられるが、この位置を挟んで分布する中位段丘堆積層(M<sub>3</sub>面堆積物)に変位・変形が認められないことを確認した。

一方、東京電力株式会社(現 東京電力ホールディングス株式会社)、東北電力株式会社及びリサイクル燃料貯蔵株式会社が、鶏沢川東方において実施したトレンチ調査結果によると、段丘堆積層に西上がりの逆断層が認められ、洞爺火山灰(11.2~11.5万年前)に断層変位が及んでおり、その上位の阿蘇4火山灰(8.5~9万年前)にも断層による変形が及んでいる可能性を否定できない。

南川代沢より北方の北川代沢においては、横浜断層に対応する砂子又層の撓曲構造は認められない。また、向平においては、反射法地震探査結果により、砂子又層相当層に横浜断層に対応する断層及び撓曲構造は認められない。

以上のように、横浜断層は、第四紀後期更新世に形成された中位段丘堆積層に変位・変形を与えていることが否定できないことから、第四紀後期更新世以降の活動性を考慮することとし、その長さを北川代沢付近から向平付近までの約15kmと評価した。

## (b) 野辺地断層

### i. 文献調査結果

山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>は、野辺地町まかど温泉南方の<sup>ちかざわがわ</sup>近沢川付近から東北町上板橋西方の<sup>かみいたばし</sup>赤川<sup>あかがわ</sup>付近にかけて、長さ約7kmの推定活断層(主として第四紀後期に活動したもの)を図示し、東側落下、平均変位速度1m/10<sup>3</sup>年未満としている。

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>とほぼ同じ位置に、NNW-SSE方向、長さ7km、活動度B、「活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)」の野辺地断層を図

示・記載し、西側隆起100mを超える山地高度差がみられるとし、本断層付近の山地と平野の分化が第三紀末から第四紀にかけての西側隆起の変動により生じたとしている。

今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup>は、野辺地町まかど温泉付近から同町上小中野開拓西方の枇杷野川付近まで、長さ約4kmの推定活断層をかみこなかのかいたく図示している。

工藤ほか (2021) <sup>(11)</sup>は、当該断層を図示していない。

青森県 (1996) <sup>(48)</sup>の調査結果によると、文献が指摘する野辺地断層沿いに判読されるリニアメント周辺には、第四紀層に断層の存在を示すような地層の乱れは認められず、リニアメントは組織地形によるものである可能性が高いとしている。

## ii. 変動地形学的調査結果

野辺地断層周辺の空中写真判読図を添3-ロ(口)第29図に示す。

野辺地町かりばさわ狩場沢西方付近から同町上小中野開拓西方を経て、七戸町上原子西方の坪川左岸付近に至る約10km間に、NNW-SSE~N-S方向のL<sub>D</sub>リニアメントが断続的又は一部平行して判読される。これらのL<sub>D</sub>リニアメントは、主に西側の山地と東側の台地との境界付近の傾斜変換部又は鞍部からなり、一部は山地斜面に認められる東側低下の崖及び鞍部からなる。このうち、近沢川付近から赤川付近に至る約7km間、活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>の野辺地断層にほぼ対応する。しかし、北方延長の狩場沢西方付近にみられる高位面(H<sub>4</sub>面)に、リニアメント・変動地形は判読されない。また、南方延長の坪川沿いにみられる田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面に、

リニアメント・変動地形は判読されない。

野辺地断層北方延長位置において段丘面の旧汀線高度分布を検討した結果、 $M_3$ 面、 $M_2$ 面、 $M_1$ 面及び $H_5$ 面に、西側隆起の変形は認められない。また、地形断面図における中位段丘面の勾配は現在の海底勾配と概ね調和的であり、その平面形態も併せて考えると、これらの中位段丘面は小池・町田編（2001）<sup>(49)</sup>が指摘するような海成段丘であると考えられる。これらの背後に分布する高位段丘面群は、海底勾配よりやや急な傾斜を示すものの、段丘構成層が河成層（砂礫）を示すことから、小池・町田編（2001）<sup>(49)</sup>が指摘するような扇状地性段丘群であると考えられる（添3-ロ(ロ)第30図及び添3-ロ(ロ)第31図参照）。

### iii. 地表地質調査結果

野辺地断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第32図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第33図に示す。

野辺地断層周辺には、新第三系中新統の小坪川層、松倉山層及び市ノ渡層、第四系中部更新統の古期低地堆積層及び高位段丘堆積層、第四系完新統の崖錐堆積層等が分布する。

まかど温泉付近以北の $L_D$ リニアメント周辺には、高位段丘堆積層（ $H_3$ 面堆積物及び $H_4$ 面堆積物）が分布し、 $L_D$ リニアメントはこれらが形成する高位面（ $H_3$ 面）と高位面（ $H_4$ 面）との境界あるいは高位面（ $H_4$ 面）を刻む沢部に位置している。

まかど温泉付近から上小中野開拓西方付近にかけて、主に小坪川層、古期低地堆積層、高位段丘堆積層及び崖錐堆積層が分布する。この間に判読される $L_D$ リニアメントは、主に西側の山地を形成する小坪川層と、東側の台地を形成する高位段丘堆積層（ $H$

₃面堆積物)との地層境界にほぼ対応する。この付近の高位段丘堆積層(H₃面堆積物)の傾斜は水平から5°前後と緩い。また、これと平行して山側に判読されるL<sub>D</sub>リニアメントは、主に小坪川層と松倉山層との地層境界にほぼ対応する。

上小中野開拓西方付近から坪川左岸にかけて、主に小坪川層、市ノ渡層、古期低地堆積層及び高位段丘堆積層が分布する。この間に判読されるL<sub>D</sub>リニアメントは、主に西側の山地を形成する相対的に硬質な火山岩類からなる小坪川層と、東側の丘陵地から台地を形成する相対的に軟質な堆積岩からなる市ノ渡層あるいは未固結堆積物からなる高位段丘堆積層(H<sub>2</sub>面堆積物及びH<sub>3</sub>面堆積物)との地層境界にほぼ対応する。市ノ渡層は、主に凝灰質砂岩からなり、NNE-S SW~NNW-S SE走向で、東に約30°傾斜する同斜構造を示し、下位の小坪川層を不整合に覆う。この付近では、枇杷野川や添<sup>そえのさわ</sup>ノ沢西方などの谷に沿って、主にシルト、砂及び礫からなる古期低地堆積層が分布し、下位の小坪川層及び市ノ渡層を不整合に覆う。特に、添ノ沢付近では、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>の「活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)」及び判読されるL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで、古期低地堆積層が5°~8°で東傾斜して分布している(添3-ロ(ロ)第34図参照)。なお、倉岡川において実施した古期低地堆積層中に挟まれる軽石層のフィッシュン・トラック法による年代測定値は0.4±0.1Maを示す。また、高位段丘堆積層は、下位の小坪川層及び市ノ渡層を不整合に覆い、ほぼ水平に堆積している。

まかど温泉付近のL<sub>D</sub>リニアメント沿いで実施したボーリング調



査の結果、高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）の上面及びオレンジ軽石に高度不連続は認められない（添3-ロ（ロ）第35図参照）。

野辺地断層の北方延長には、高位面（H<sub>4</sub>面）が分布しており、断層運動に起因する変位・変形は認められない。また、南方延長に当たる坪川沿いには、田代平溶結凝灰岩が分布している。

#### iv. 総合評価

野辺地断層周辺には、約10km間にL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。いずれも変動地形としてのランクが低いL<sub>D</sub>リニアメントであり、北方延長の高位面（H<sub>4</sub>面）及び南方延長の田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面には、リニアメント・変動地形は認められない。また、判読されるL<sub>D</sub>リニアメントのうち、北部のL<sub>D</sub>リニアメントは、小坪川層と高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物）あるいは松倉山層との地層境界にほぼ対応し、南部のL<sub>D</sub>リニアメントは、主に小坪川層と市ノ渡層あるいは高位段丘堆積層（H<sub>2</sub>面堆積物及びH<sub>3</sub>面堆積物）との地層境界にほぼ対応することから、相対的な岩質の硬軟の差を反映した浸食地形であると判断した。さらに、判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近には断層露頭は認められず、市ノ渡層は東に約30°傾斜する同斜構造を示し、上位の古期低地堆積層は、添ノ沢付近において、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>の確実度Ⅱの断層及び判読されるL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで5°～8°東傾斜して分布しており、まかど温泉付近のL<sub>D</sub>リニアメント沿いで実施したボーリング調査の結果、高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）の上面及びオレンジ軽石に高度不連続は認められず、断層運動に起因する変位・変形は認められない。また、南方延長の田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面に断層運動に起因する変位・変形

は認められない。野辺地断層北方延長位置において段丘面の旧汀線高度分布を検討した結果、H<sub>5</sub>面以降の段丘面に、西側隆起の変形は認められない。

以上のことから、野辺地断層付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

### (c) 上原子断層

#### i. 文献調査結果

山崎ほか (1986) <sup>(3)</sup>は、東北町宇道坂南方の清水目川右岸付近から七戸町上原子北西の坪川左岸付近にかけて、推定活断層（主として第四紀後期に活動したもの）を図示し、西側落下、平均変位速度 1 m/10<sup>3</sup>年未満としている。

活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>は、山崎ほか (1986) <sup>(3)</sup>とほぼ同じ位置に、N-S方向、長さ 2 km、活動度 C、「活断層であると推定されるもの（確実度 II）」の上原子断層を図示・記載し、開析扇状地に東側隆起 20 m の逆むき低断層崖がみられるとしている。

今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup>は、宇道坂南方付近から上原子北西付近にかけて長さ約 3 km の推定活断層を図示している。

工藤ほか (2021) <sup>(11)</sup>は、三角岳山地の東縁に沿って野辺地川から上原子付近にかけて、長さ約 4 km（図読）、NNW-SSE 方向に延びる上原子断層を図示・記載している。

#### ii. 変動地形学的調査結果

上原子断層周辺の空中写真判読図を添 3-ロ(口)第36図に示す。

野辺地町上小中野開拓南西の尾根から七戸町上原子北西までの約 5 km 間に、NNW-SSE~N-S 方向の L<sub>B</sub> 及び L<sub>C</sub> リニア

メントが断続的に判読される。これらは、いずれも西側低下の低崖、鞍部等からなり、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>の上原子断層にほぼ対応する。しかし、北方延長の上小中野開拓西方の高位面（H<sub>4</sub>面）に、リニアメント・変動地形は判読されない。また、南方延長の上原子付近の坪川沿いにみられる田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面の分布標高には、リニアメント・変動地形の延長位置を挟んで不連続は認められない（添3-ロ(ロ)第37図参照）。

### iii. 地表地質調査結果

上原子断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第38図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第39図に示す。

上原子断層周辺には、新第三系中新統の市ノ渡層、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の古期低地堆積層及び高位段丘堆積層、第四系上部更新統の十和田火山軽石流堆積物等が分布する。

市ノ渡層は主に凝灰質砂岩からなり、ほぼNNW-SSE走向で、東に30°～70°急傾斜する。砂子又層は主に砂岩からなり、走向はほぼNNW-SSE方向で、東に約30°傾斜する。古期低地堆積層は主にシルト、砂及び礫からなり、台地斜面のごく狭い範囲に分布する。本層は下位の市ノ渡層及び砂子又層を不整合に覆い、傾斜は5°前後と緩い。高位段丘堆積層は主に砂及び礫からなり、台地に広く分布し、高位面（H<sub>2</sub>面、H<sub>3</sub>面及びH<sub>4</sub>面）を形成する。十和田火山軽石流堆積物は軽石凝灰岩からなり、狭小な平坦面を形成する。

東北町赤川右岸で、高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物）を変位させる断層露頭（K-1露頭）が認められる。さらに、この北方の

宇道坂の清水目川右岸及び添ノ沢東方にも断層露頭（K-2露頭及びK-3露頭）が認められる。

K-1露頭の断層は、走向がほぼNNW-SSE方向で約30°東傾斜し、高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物）を変位させている。断層下盤側の高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物）に挟在する溶結凝灰岩が上方へ引きずられていることから、本断層は東上がりの逆断層と判断した。この断層を挟んで分布する高位面（H<sub>3</sub>面）には、約20mの高度不連続がみられる（添3-ロ(ロ)第40図参照）。

K-2露頭の断層は、走向がほぼN-S方向で約30°東傾斜し、市ノ渡層を変位させている。同一層準の層厚約30mの軽石凝灰岩が、断層の両側で認められることから、本断層は東上がりの逆断層と判断した（添3-ロ(ロ)第41図参照）。

K-3露頭の断層は、走向がほぼN-S方向で約20°東傾斜し、高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物）に東上がりの変位が認められる。この露頭の周辺では、断層上盤側の高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物）が、断層運動に伴う変形により最大約60°西に傾動している（添3-ロ(ロ)第42図参照）。

上原子断層の北方延長に位置する枇杷野川右岸の高位面（H<sub>4</sub>面）における露頭調査及びボーリング調査の結果によると、L<sub>c</sub>リニアメントの北方延長位置を挟んでオレンジ軽石に高度不連続は認められないことから、枇杷野川右岸の高位面（H<sub>4</sub>面）には断層運動に起因する変位・変形は認められない。また、南方延長に位置する坪川沿いの田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面に、断層運動に起因する変位・変形は認められない（添3-ロ(ロ)第37図

参照)。

#### iv. 総合評価

上原子断層周辺には、約5km間に $L_B$ 及び $L_C$ リニアメントが判読される。

地表地質調査結果によると、東北町赤川右岸、宇道坂の清水目川右岸及び添ノ沢東方に断層露頭が認められ、 $L_B$ リニアメントに対応する東上がりの逆断層が存在し、赤川右岸では、高位段丘堆積層( $H_3$ 面堆積物)に約20mの変位が想定される。

上原子断層の北方延長に位置する枇杷野川右岸の高位面( $H_4$ 面)に、断層運動に起因する変位・変形は認められず、南方延長に位置する坪川沿いの田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面に、断層運動に起因する変位・変形は認められない。

以上のように、上原子断層は、高位段丘堆積層( $H_3$ 面堆積物)に変位を与えており、断層と第四系上部更新統との関係が確認されないことから、第四紀後期更新世以降の活動性が否定できない。したがって、その活動性を考慮することとし、その長さを枇杷野川右岸から坪川付近までの約5kmと評価した。

#### (d) 七戸西方断層

##### i. 文献調査結果

山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>は、七戸町白石<sup>しろいし</sup>西方の坪川右岸から同町<sup>かみぼくじょう</sup>上牧場を経て十和田市奥入瀬川左岸にかけて、長さ約22kmの推定活断層(主として第四紀後期に活動したもの)を図示し、東側落下、平均変位速度1m/10<sup>3</sup>年未満としており、奥入瀬川の南方に断層や撓曲を図示していない。

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、七戸町栗ノ木<sup>くりのきさわ</sup>沢から同町上牧場

を経て十和田市奥入瀬川左岸にかけて、天間林断層及び十和田市西方断層を図示・記載しており、奥入瀬川の南方に断層や撓曲を図示していない。天間林断層は、NNE－SSW～NNW－SSE方向、長さ9km、活動度B、「活断層であると推定されるもの（確実度Ⅱ）」であり、西側隆起100mを超える山地高度差がみられ、本地域の山地と平野の分化が第三紀末から第四紀にかけての西側隆起の変動により生じたとしている。また、十和田市西方断層は、NNW－SSE方向、長さ6km、「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」であり、西側隆起60mの山地高度差がみられるとしている。

工藤（2005）<sup>(45)</sup>は、図幅の表示範囲全体にわたる道地川以北から小林川以南にかけて、長さ20km以上の底田撓曲を図示し、同撓曲は第四系下部更新統（高森山層）より上位の地層に伏在されるとしている。また、底田撓曲の活動時期については、撓曲崖の不明瞭さと青森県（1996）<sup>(48)</sup>の調査結果から第四紀後半にはほとんど活動していないとしており、その活動時期を鮮新世以降から中期更新世であるとしている。

工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>は、三角岳山地の東縁に沿って坪川付近から南方へおよそN－S方向に図幅表示範囲の南端まで延びる、長さ約14km（図読）以上の底田撓曲を図示・記載している。

青森県（1996）<sup>(48)</sup>は、道地川以北における撓曲構造の活動性について、高位段丘堆積層（44～46万年前）の変位が70mであるとし、平均変位速度を0.18～0.19m/千年以上と見積もり、最新活動時期を「約8万年前以前」としている一方で、それ以南についての記載はない。

Chinzei (1966) <sup>(44)</sup> は、浅水川付近から猿辺川付近にかけて、長さ 8 km以上の猿辺撓曲を図示しており、同撓曲は第四系更新統に伏在されるとしている。

今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup> は、当該断層を図示していない。

## ii. 変動地形学的調査結果

七戸西方断層周辺の空中写真判読図を添 3 - 口 (口) 第43図に示す。

七戸町白石の坪川右岸から十和田市奥入瀬川を経て二戸市金田一川までの約55km間に、NNE - S SW ~ NNW - S SE方向の $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが、平行又は断続的に判読される。

奥入瀬川以北については、七戸町白石の坪川右岸から同町上牧場を経て十和田市奥入瀬川左岸までの約22km間に、NNE - S SW ~ NNW - S SE方向の $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが、平行又は断続的に判読される。 $L_C$ リニアメントは、主に西側の山地と東側の台地との境界付近に当たる地形の傾斜変換部又は鞍部の断続として判読される。 $L_D$ リニアメントは、主に山地斜面に認められる谷、崖及び鞍部の断続として判読される。このうち、山地と台地との境界付近に判読される $L_C$ リニアメントが、活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup> の天間林断層及び十和田市西方断層にほぼ対応する。また、北方延長の上原子付近の坪川沿いにみられる田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面の分布標高には、リニアメント・変動地形を挟んで不連続は認められない。

奥入瀬川以南については、十和田市奥入瀬川右岸から二戸市金田一川までの約33km間に、概ね文献が指摘する撓曲軸に沿って、NNW - S SE方向の $L_D$ リニアメントが断続的に判読される。

これらのL<sub>D</sub>リニアメントは、丘陵地内における直線状の沢や尾根筋の傾斜変換部からなり、奥入瀬川以北に比べてリニアメントの東西の大局的な地形面高度の差が認められない。なお、二戸市金田一川より南方にリニアメント・変動地形は判読されない。

### iii. 地表地質調査結果

七戸西方断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第44図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第45図に示す。

奥入瀬川以北の七戸西方断層周辺には、新第三系中新統の和田川層、小坪川層及び市ノ渡層、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の古期低地堆積層、田代平溶結凝灰岩及び高位段丘堆積層、第四系上部更新統の低位段丘堆積層及び十和田火山軽石流堆積物等が分布する。

奥入瀬川以南の七戸西方断層周辺には、新第三系中新統の末ノ松山層、留崎層、和田川層、久保層及び市ノ渡層、新第三系鮮新統の御返地<sup>ごへんち</sup>デイサイト及び高堂<sup>たかどう</sup>デイサイト、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の古期低地堆積層、田代平溶結凝灰岩及び高位段丘堆積層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層、低位段丘堆積層及び十和田火山軽石流堆積物等が分布する。

野辺地断層から七戸西方断層にかけての地質構造図を添3-ロ(ロ)第46図に示し、地質構造詳細図を添3-ロ(ロ)第47図に示す。

これらの調査結果によると、奥入瀬川以北の七戸町坪川付近から同町<sup>どうじ</sup>道地川付近に至る区間では、砂子又層及びその下位層に明瞭な撓曲構造が認められる。この付近の砂子又層は、走向がNN



E-S SW~NNW-SSE方向であり、東に $50^{\circ}$  ~ $80^{\circ}$  傾斜している。このうち、七戸町倉岡川付近から同町高瀬川付近にかけて分布する市ノ渡層及び和田川層については、一部地層が逆転している。七戸町市ノ渡北方の栗ノ木沢川支流では、高位段丘堆積層 ( $H_4$ 面堆積物) が、撓曲する砂子又層を不整合に覆い、かつ東に約 $15^{\circ}$  傾動している (S-2露頭, 添3-ロ(ロ)第48図参照)。なお、この南方の七戸町市ノ渡川右岸では、撓曲する砂子又層とこれを不整合に覆う低位段丘堆積層 ( $L_1$ 面堆積物) が認められ、 $L_1$ 面堆積物は、 $L_c$ リニアメントの位置を横断してほぼ水平かつ連続的に分布しており、同堆積物には変位・変形は認められない (S-1ルート, 添3-ロ(ロ)第49図参照)。

坪川付近以北については、傾斜が緩くなりつつも撓曲構造が認められ、この撓曲構造は東北町清水目川付近まで確認される。清水目川付近より以北では、被覆層に覆われているため地質構造の詳細は不明であるが、中部更新統の古期低地堆積層は $5^{\circ}$  ~ $8^{\circ}$  の緩く一様な傾斜で分布しており、高位段丘面に不自然な傾斜は認められない。また、坪川右岸の田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面に、断層運動に起因する変位・変形は認められない。

道地付近以南についても、傾斜が緩くなりつつも撓曲構造が認められる。十和田市奥入瀬川左岸付近に至る間に断続的に判読される $L_c$ 及び $L_D$ リニアメントは、主に砂子又層と十和田火山軽石流堆積物若しくは高位段丘堆積層 ( $H_4$ 面堆積物) との地層境界にほぼ対応しており、岩質の差を反映した浸食地形であると考えられるものの、七戸町道地以南に分布する第四系中部更新統の田代平溶結凝灰岩 (約25万年前, 約40万年前) は、リニアメント

の西側にのみ分布が確認され、東側については十和田火山軽石流堆積物に覆われているため分布が確認されない。

奥入瀬川以南では、中新統の市ノ渡層には撓曲構造が顕著であるが、これを不整合に覆って分布する砂子又層の傾斜は概ね $20^{\circ}$ 以下と緩く、撓曲構造は顕著でない。このうち、猿辺川付近においては、中新統の市ノ渡層が顕著な撓曲構造を示しているが、鮮新統の高堂デイサイトに撓曲構造は認められず、撓曲軸を挟んで概ね水平に分布している。さらに南方の熊原川付近においては、中新統にみられる撓曲構造は不明瞭となる。

#### iv. 総合評価

七戸町白石の坪川右岸から十和田市奥入瀬川を経て二戸市金田一川までの約55km間に $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが、平行又は断続的に判読される。

地表地質調査結果によると、七戸町坪川付近から同町道地付近にかけて、新第三系中新統及び新第三系鮮新統～第四系下部更新統に西上がりの撓曲構造が認められる。撓曲構造のほぼ中央に当たる七戸町市ノ渡北方の栗ノ木沢川支流では、高位段丘堆積層( $H_4$ 面堆積物)が、撓曲する砂子又層を不整合に覆い、かつ東に約 $15^{\circ}$ 傾動している。

七戸西方断層の北方延長に位置する坪川右岸の田代平溶結凝灰岩の火砕流堆積面に、変位・変形は認められず、南方延長位置の猿辺川付近の鮮新統の高堂デイサイトに撓曲構造は認められない。

以上のように、七戸西方断層は、高位段丘堆積層( $H_4$ 面堆積物)を傾動させており、第四紀後期更新世以降の活動性が否定できない。したがって、その活動性を考慮することとし、その長さ

を七戸町坪川右岸から三戸町猿辺川付近までの約46kmと評価した。

なお、前述の上原子断層と七戸西方断層は変位センスが異なるものの、相互の位置関係や活動時期の類似性から、地震動評価上は一連のものとして考え、その長さを約51kmと評価した。

(e) 後川—土場川断層

i. 文献調査結果

藤田ほか (1980) <sup>(46)</sup> は、鷹架沼に注ぐ後川と、その南方の土場川をつなぐ細長い低地を一種の構造谷としてみなし、六ヶ所村 せんたる 千樽付近の後川から東北町 きりさざか 切左坂付近の土場川沿いにかけて、長さ約14kmの南北方向の断層を図示している。さらに、東北町 しがらみ 柵 東方の後川流域で断層露頭を確認したとし、露頭には5条の断層が存在し、このうちの2条の断層は、新第三系中新統の鷹架層及び第四系の野辺地層を切っていると記載している。

山崎ほか (1986) <sup>(3)</sup>、活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup> 及び今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup> 及び工藤ほか (2021) <sup>(11)</sup> は、当該断層を図示していない。

ii. 変動地形学的調査結果

後川—土場川断層周辺の空中写真判読図を添3—ロ(ロ)第50図に示す。

地形調査結果によると、後川及び土場川の両岸に分布する高位面(H<sub>4</sub>面)には、ほとんど標高差が認められない(添3—ロ(ロ)第51図参照)。また、後川及び土場川沿いの斜面には、微小な尾根地形あるいは沢地形が認められるが、三角末端面等の断層変位地形は認められない。さらに、本川は不規則に蛇行しており、これに流れ込む支流河川に系統的な屈曲は認められず、閉塞丘あ

るいは截頭谷等の横ずれに伴う断層変位地形も認められない。

以上のように、藤田ほか(1980)<sup>(46)</sup>が後川—土場川断層を図示・記載している位置周辺に、断層運動に起因するようなりニアメント・変動地形は判読されない。

### iii. 地表地質調査結果

後川—土場川断層周辺の地質平面図を添3—ロ(ロ)第52図に、地質断面図を添3—ロ(ロ)第53図に示す。

後川—土場川断層周辺には、新第三系中新統の鷹架層、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層、第四系完新統の沖積低地堆積層等が分布する。

鷹架層は、主に泥岩、シルト岩及び細粒砂岩からなり、後川下流沿いに分布する。本層はNNE—SSW走向で東に $10^{\circ}$ ～ $20^{\circ}$ 傾斜しており、文献に示される後川—土場川断層の方向と斜交する。

砂子又層は、主に砂岩及びシルト岩からなり、後川及び土場川兩岸の台地を形成する。本層は、主にN—S走向で、後川兩岸で $5^{\circ}$ ～ $10^{\circ}$ 西傾斜を示し、土場川付近で両翼部の傾斜が $10^{\circ}$ ～ $20^{\circ}$ 程度の緩い背斜構造を示す。

断層露頭周辺においては、砂子又層は、層相、分布、地質構造及び地質年代により、下位から主に凝灰質粗粒砂岩からなる下部及び主に細粒砂岩からなる上部の2つの地層に細区分され、鷹架層を不整合に覆う。

高位段丘堆積層は、主に砂及び礫からなり、後川兩岸及び土場川兩岸の台地を覆って分布し、高位面(H<sub>3</sub>面及びH<sub>4</sub>面)を形成する。

東北町柵東方の後川流域において、藤田ほか(1980)<sup>(46)</sup>が記載した露頭には、鷹架層及び砂子又層下部が分布する(添3-ロ(ロ)第54図(1)参照)。鷹架層は、軽石混りの凝灰質シルト岩～細粒砂岩からなり、貝化石片を含んでいる。砂子又層下部は、細粒砂岩、軽石質凝灰岩～軽石質粗粒砂岩及び砂質凝灰岩からなり、下位の鷹架層を不整合に覆う。藤田ほか(1980)<sup>(46)</sup>はこれらのうちの細粒砂岩を第四系の野辺地層としているが、岩相の特徴及び周辺地域を含む地質分布の連続性により、後川沿いに砂子又層の分布を確認したことから、本露頭の細粒砂岩は、新第三系鮮新統の砂子又層下部であると判断した。なお、北村ほか(1972)<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか(1998)<sup>(5)</sup>も、本露頭付近の後川沿いには、砂子又層相当層の甲地層を図示している。

また、藤田ほか(1980)<sup>(46)</sup>は本露頭で2条の断層が野辺地層を切っているとしているが、このうち東側の断層とされた地質境界は、鷹架層と砂子又層下部との不整合面である(添3-ロ(ロ)第54図(1)中の㊸参照)。鷹架層と砂子又層下部の不整合関係は、同露頭の別の位置でも観察される。西側の地質境界は、砂子又層下部の細粒砂岩と砂質凝灰岩を境する正断層であり、露頭下部では断層面は明瞭で幅1cmの固結した褐鉄鉱が付着しているのに対し、露頭上部では断層面は密着して不明瞭となっており、鏡肌及び条線は認められない(添3-ロ(ロ)第54図(1)中の㊸参照)。この断層以外にも9条の断層が認められるが、いずれも固結した褐鉄鉱を伴い、断層面には鏡肌及び条線は認められず、落差が1m以下の小規模なものである。

なお、藤田ほか(1980)<sup>(46)</sup>が記載した露頭は、その後、掘

削・改変されているが、改変後の露頭においても、掘削・改変前の露頭に認められた地質状況を確認した（添3-ロ(ロ)第54図(2)参照）。この露頭では、鷹架層と砂子又層下部は、不整合関係で接しており、砂子又層下部の細粒砂岩には、堆積時又は堆積直後の重力すべりによると考えられるせん断面を確認した。また、砂子又層下部の細粒砂岩と砂質凝灰岩とを境する断層は、露頭の南部では断層面が明瞭であるのに対し、露頭の北部では軽微な不整合境界となり、断層面は認められない（添3-ロ(ロ)第54図(2)中の@参照）。

この断層露頭周辺の地質構造を添3-ロ(ロ)第53図の地質断面図に示す。断層露頭がある左岸側では、鷹架層を不整合に覆って砂子又層下部が厚く分布しているのに対し、右岸側では主に鷹架層が分布する。地表地質調査結果によると、左右両岸の標高50m付近より上部には、砂子又層上部が一様に分布することから、左岸側に分布する砂子又層下部が、右岸側の鷹架層を削り込んで傾斜不整合で接しているものと判断した。また、高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）の下面にも、両岸でほとんど標高差は認められない。

#### iv. 総合評価

文献が指摘する後川-土場川断層周辺には、リニアメント・変動地形が判読されず、両岸に分布する高位面（H<sub>4</sub>面）には、ほとんど標高差が認められない。また、本川に流れ込む支流河川に系統的な屈曲は認められず、閉塞丘あるいは截頭谷等の横ずれに伴う断層変位地形も認められない。

藤田ほか（1980）<sup>(46)</sup>が第四系の野辺地層を切ると指摘した2

条の断層は、鷹架層と砂子又層下部との不整合境界、若しくは砂子又層下部の堆積時又は堆積直後に形成された重力すべりによる断層であり、第四紀後期更新世以降に活動した断層ではないと判断した。

地表地質調査結果によると、後川及び土場川両岸において、高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）の下面及び砂子又層上部の下面には、ほとんど標高差は認められない。

以上のことから、文献が示す後川－土場川断層付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

(f) その他の断層及びリニアメント・変動地形

敷地を中心とする半径30km範囲の陸域においては、横浜断層、野辺地断層、上原子断層、七戸西方断層及び出戸西方断層以外にも、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」を図示しているが、山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>は、これらの「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」付近に活断層又は推定活断層を図示していない。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>による「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」及び今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>による推定活断層のうち、<sup>ひときりやま</sup>一切山東方断層、<sup>おつくしやま</sup>御宿山北方断層及び<sup>さびしろ</sup>淋代東方のリニアメント・変動地形並びに敷地を中心とする半径約5kmの範囲の敷地近傍に位置する二又付近のリニアメント・変動地形については、図示された位置に部分的に一致するL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。

このほか、敷地を中心とする半径30km範囲の陸域においては、空中写真判読によりL<sub>D</sub>リニアメントが判読されるものの、山崎ほか

(1986)<sup>(3)</sup>、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>、今泉ほか編(2018)<sup>(8)</sup>等の文献に図示されていないリニアメント・変動地形として、一里小屋付近、小田野沢西方、向沢付近、豊栄平付近、豊前付近、内沼付近、乙部付近、清水目川付近、有戸南方及び口広付近のリニアメント・変動地形がある。

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」を図示しているものの、空中写真判読によりリニアメント・変動地形が判読されないものとして、月山東方の断層、金津山付近、千歳平付近及び十二里南方のリニアメント・変動地形がある(添3-口(ロ)第55図参照)。

さらに、上記以外に、地表地質調査により断層の存在が推定されるものとして、朝比奈平付近の断層、桧木川付近の断層及び小老部川上流付近の断層がある。

#### i. 一切山東方断層

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、東通村の小老部川から老部川(北)支流の中ノ又沢南方にかけて、NNE-S SW方向、長さ7 km、活動度C、「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」の一切山東方断層を図示・記載し、山地斜面に西側隆起100mを超える高度不連続が認められるとしている。

今泉ほか編(2018)<sup>(8)</sup>は、老部川(北)左岸付近に長さ約2 kmの推定活断層を図示している。

一切山東方断層周辺の空中写真判読図を添3-口(ロ)第56図に示す。

東通村の小老部川から老部川(北)支流の中ノ又沢南方にかけて、ほぼNNE-S SW方向に、長さ約4.5 km間にL<sub>D</sub>リニアメ



ントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、丘陵東縁にみられる崖、谷等の断続からなり、東側が低い高度差が認められ、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>の一切山東方断層の一部に対応する。

一切山東方断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第57図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第58図に示す。

一切山東方断層周辺には、新第三系中新統の泊層及び蒲野沢層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層及び低位段丘堆積層等が分布する。

判読されるL<sub>D</sub>リニアメントの一部に対応した位置に、泊層と蒲野沢層とを境する東落ちの正断層が認められる。断層露頭には、明瞭な断層面及び軟質な破碎帯は認められない（H-1露頭、添3-ロ(ロ)第59図参照）。また、小老部川右岸では、本断層が中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物）の下面に変位を与えていないことを確認した（H-2露頭、添3-ロ(ロ)第60図参照）。

本断層は、東北電力株式会社（1998）<sup>(50)</sup>によれば、F-1断層に連続するものとしており、同（1998）<sup>(50)</sup>の調査結果によれば、F-1断層はMIS 5eの堆積物に相当する中位段丘堆積物の下面に変位を与えていないとしている。

以上のことから、一切山東方断層は、第四紀後期更新世以降の活動はないものと判断した。

また、判読されるL<sub>D</sub>リニアメントと断層の位置が必ずしも一致しておらず、本断層の中央部においては、L<sub>D</sub>リニアメントは蒲野沢層の泥岩と砂岩の地層境界にほぼ対応していることから、両側の岩質の差を反映した浸食地形であると判断した。

一切山東方断層の東方の老部川（北）右岸には、泊層と蒲

野沢層とを境する断層露頭が認められ（OB-1露頭，添3-ロ(ロ)第61図参照），NNE-S SW走向の西落ちの正断層が推定される。この断層沿いには，長さ約1.5km間に西側低下のL<sub>D</sub>リニアメントが判読されるが，推定される断層の北方延長に位置にする中位面（M<sub>1</sub>面）に，断層運動に起因する変位・変形は認められない。本断層は，東北電力株式会社（1998）<sup>(50)</sup>に示されているF-9断層に連続するものと考えられるが，同（1998）<sup>(50)</sup>の調査結果によれば，F-9断層はMIS 5eの堆積物に相当する中位段丘堆積物の下面を変位させていないとしている。これらのことから，老部川（北）右岸の断層は，第四紀後期更新世以降の活動はないものと判断した。なお，仮の評価として，敷地から老部川（北）右岸の断層までの距離を考慮し，応答スペクトルに基づく手法を用いて出戸西方断層による影響と比較検討を行った結果，敷地への影響は出戸西方断層による影響と比べ十分に小さい。

## ii. 小老部川上流付近の断層

小老部川上流付近の断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第57図に，地質断面図を添3-ロ(ロ)第58図に示す。

地表地質調査結果によると，東通村の小老部川上流付近には，新第三系中新統の泊層及び蒲野沢層の地質分布から，NNE-S SW走向の東落ちの正断層が推定され，東方に認められる一切山東方断層及び老部川（北）右岸の断層と同様の変位形態を示す。一切山東方断層及び老部川（北）右岸の断層は，中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物）を変位させていないことから，これら小老部川上流付近の断層についても，第四紀後期更新世以降の活動は

ないものと判断した。

### iii. 御宿山北方断層

活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>は、六ヶ所村泊西方の明神川<sup>みょうじんがわ</sup>付近から御宿山北方にかけて、NE-SW方向、長さ約4km、「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」を図示しており、リニアメントは直線状の谷、鞍部、傾斜変換部等にほぼ位置している。

御宿山周辺の空中写真判読図を添3-ロ(ロ)第62図に示す。

六ヶ所村泊西方の明神川付近から横浜町の武ノ川<sup>たけのかわ</sup>上流にかけて、ほぼNE-SW方向に、長さ約7.5km間のL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、山地内の鞍部、谷等の断続からなり、このうちの北東部が活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>の「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」に対応する。

御宿山周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第63図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第64図に示す。

御宿山周辺には、新第三系中新統の泊層の安山岩溶岩、凝灰角礫岩、砂質凝灰岩、軽石凝灰岩、凝灰質砂岩等が分布し、これらの地層が約30°以下の緩い傾斜を示しており、これらの地質分布から南東落ちの高角度断層が推定される(以下、本断層を「御宿山北方断層」という。)

御宿山北方断層沿いには複数の断層露頭が認められる。いずれの露頭においても、断層面には粘土状破碎部が認められるが、顕著な破碎部は認められない。御宿山北方断層沿いに判読されるL<sub>D</sub>リニアメントは、この泊層中の断層とほぼ対応し、断層と対応しない部分においては、泊層の岩相境界等に対応している(添3-ロ(ロ)第65図参照)。

御宿山周辺の水系図及び接峰面図によると、御宿山北方断層及び判読されるL<sub>D</sub>リニアメントを挟んで、山地高度の不連続や水系の系統的な屈曲等の変動地形は認められない（添3-ロ(ロ)第66図参照）。

御宿山北方断層の北東延長部に分布する中位段丘面上には、撓み等の地形は認められず、リニアメント・変動地形は判読されない。また、中位段丘面の旧汀線高度（泊層上限）は概ね標高26m前後で一定であり、系統的な高度不連続は認められない（添3-ロ(ハ)第45図参照）。断層の南西延長部に分布する高位段丘面上には、リニアメント・変動地形は判読されず、段丘面の高度不連続も認められない（添3-ロ(ロ)第67図参照）。

以上のことから、御宿山北方断層は、水系図、接峰面図等による変動地形学的検討結果、地表地質調査結果に基づく全体の地質分布、断層面の性状等を総合的に判断すると、第四紀後期更新世以降の活動性はなく、L<sub>D</sub>リニアメントは泊層の岩質の差を反映した浸食地形であると判断した。

なお、御宿山の東方には、泊層の地質分布から、ほぼN-S走向及びNNE-S SW走向の2条の西落ちの正断層が推定される（添3-ロ(ロ)第63図参照）。これら断層については、後述する出戸西方断層（ロ. (ハ)(2)④b. (a)参照）において、詳細を記載する。

#### iv. 淋代東方のリニアメント・変動地形

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、東北町淋代東方に、N-S方向、長さ約2 km、「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」を図示しており、直線状の谷及び鞍部にほぼ位置している。

東北町淋代東方周辺の空中写真判読図を添3-ロ(ロ)第68図に示す。

東北町美須々<sup>みすず</sup>付近から同町豊畑<sup>とよはた</sup>付近を経て同町淋代東方にかけて、ほぼNNE-S SW方向に、長さ約2.1km及び約3.5kmの2条のL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。これらのL<sub>D</sub>リニアメントは、主に東側低下の高度不連続、低崖、谷等からなり、その一部が活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>による「活断層の疑のあるリニアメント(确实度Ⅲ)」に対応する。

淋代東方周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第69図に示す。

淋代東方周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層等が分布する。

東北町美須々の高位面(H<sub>3</sub>面)上から実施したハンドオーガーボーリング等の調査結果によると、判読されるL<sub>D</sub>リニアメントを挟んで高位段丘堆積層(H<sub>3</sub>面堆積物)上面は連続的に分布しており、これを覆うオレンジ軽石(約17万年前)及び洞爺火山灰(11.2～11.5万年前)もほぼ水平に分布する(添3-ロ(ロ)第70図のA-A'断面参照)。

東北町豊畑南方の高位面(H<sub>3</sub>面)上から実施したハンドオーガーボーリング調査結果によると、判読されるL<sub>D</sub>リニアメントを挟んで高位段丘堆積層(H<sub>3</sub>面堆積物)は連続的に分布しており、これを覆う甲地軽石(18～28万年前)及びオレンジ軽石(約17万年前)もほぼ水平に連続する(添3-ロ(ロ)第71図のD-D'断面参照)。

淋代東方の調査結果によると、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示する确实度Ⅲのリニアメント及びL<sub>D</sub>リニアメントを挟んで、

砂子又層のシルト岩中に挟まれる軽石凝灰岩、砂岩及び凝灰岩の構造に不連続は認められず、砂子又層中に断層は推定されない(添3-ロ(ロ)第72図のE-E'断面参照)。

以上のことから、淋代東方のL<sub>D</sub>リニアメント及び活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示するリニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

また、東北町美須々及び豊畑南方の高位面(H<sub>3</sub>面)には、風成砂による砂丘状の高まりが認められることから、風成砂による地形的な高まりが撓み状の崖と類似した地形形態を呈しているものと判断される。

#### v. 一里小屋付近のリニアメント・変動地形

東通村一里小屋付近には、NNW-SSE方向に、ほぼ並走する2条のL<sub>D</sub>リニアメントが判読される(以下、西側のL<sub>D</sub>リニアメントを「一里小屋(西)リニアメント」、東側のL<sub>D</sub>リニアメントを「一里小屋(東)リニアメント」という。)

一里小屋(西)リニアメントは、東通村一里小屋東方からむつ市石蕨<sup>いしわらび</sup>北方に至る約2.5km間に判読され、中位面(M<sub>1</sub>面)若しくは高位面(H<sub>5</sub>面)と背後の丘陵地との境界付近を開析する谷の断続からなり、東側が低い高度差が認められる。

一里小屋(東)リニアメントは、東通村一里小屋東方からむつ市石蕨南方に至る約4.5km間に判読され、丘陵地斜面の鞍部、傾斜変換部、谷等の断続からなり、東側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、一里小屋付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

東通村一里小屋周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ

(ロ)第73図に示す。

一里小屋周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H<sub>5</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物及びM<sub>2</sub>面堆積物）等が分布する。

一里小屋（西）リニアメント沿いには、砂子又層の砂岩及び泥岩が西傾斜の同斜構造をなして分布しており、両者の岩相境界はL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで連続することから、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。中位面（M<sub>1</sub>面）上には、砂丘状の高まりが認められ、その背後の丘陵地との境界付近が浸食され、相対的に低い地形が形成されている。L<sub>D</sub>リニアメントは、この地形的な高まりの背後に位置しており、風成砂による地形的な高まりの背後斜面が逆むき低崖と類似した地形を呈しているものと判断した。

一里小屋（東）リニアメント沿いには、砂子又層の砂岩及び泥岩が西傾斜の同斜構造をなして分布しており、砂子又層はL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで一様な傾斜を示すことから、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。砂子又層の泥岩は、砂岩に比べ緻密かつ硬質であり、L<sub>D</sub>リニアメントの西側で突出した丘状の地形を形成している。L<sub>D</sub>リニアメントの位置は、相対的に硬質な泥岩と軟質な砂岩との岩相境界に一致しており、岩質の差を反映した浸食地形であると判断した。

#### vi. 小田野沢西方のリニアメント・変動地形

東通村小田野沢西方には、N-S方向に、長さ約1.9kmのL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、主に山地斜面の傾

斜変換部からなり、東側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、小田野沢西方に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

東通村小田野沢西方周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(ロ)第74図に示す。

小田野沢西方周辺には、新第三系中新統の猿ヶ森層及び泊層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物、M<sub>2</sub>面堆積物及びM<sub>3</sub>面堆積物）等が分布する。猿ヶ森層は、主に泥岩及び砂岩からなる。泊層は、凝灰質砂岩、凝灰角礫岩、安山岩溶岩等からなり、猿ヶ森層に比べ相対的に硬質である。

L<sub>D</sub>リニアメント東側の緩斜面には猿ヶ森層が分布し、西側の急峻な山地には泊層が分布している。両者の地層境界は、ほぼ水平ないし西に緩く傾斜しており、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

また、L<sub>D</sub>リニアメントは、相対的に軟質な猿ヶ森層と、硬質な泊層との地層境界にほぼ一致しており、猿ヶ森層と泊層の岩質の差を反映した浸食地形であると判断した。

#### vii. 向沢付近のリニアメント・変動地形

横浜町向沢付近には、ほぼN-S方向に、長さ約1.5kmのL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、H<sub>4</sub>面及びH<sub>6</sub>面における鞍部、傾斜変換部等の連続からなり、リニアメントの両側で段丘面に東側がやや低い高度差が認められる。段丘面は、リニアメントの西側では東側と比べ緩やかな傾斜を示す。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、向沢付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。



横浜町向沢付近の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(口)第75図に示す。

向沢付近には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物、H<sub>4</sub>面堆積物、H<sub>5</sub>面堆積物及びH<sub>6</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の低位段丘堆積層（L<sub>1</sub>面堆積物）等が分布する。

向平測線上において、向沢付近のリニアメントの北方延長にあたる位置で実施したボーリング調査結果によると、砂子又層の下部の傾斜はやや凹凸を示すものの、これを不整合に覆う砂子又層の上部は西緩傾斜の同斜構造を示し、H<sub>5</sub>面堆積物の上面にも有意な不連続は認められない（添3-ロ(口)第76図参照）。

向沢北方において、L<sub>D</sub>リニアメントを挟んで実施したボーリング調査結果によると、砂子又層は西緩傾斜の同斜構造を示し、L<sub>D</sub>リニアメントが判読される位置付近のみ、H<sub>4</sub>面堆積物である礫層が分布せず、砂子又層を削り込んだ谷が認められる（添3-ロ(口)第77図参照）。

向沢周辺において、L<sub>D</sub>リニアメントを挟んで実施したオーガーボーリング調査等の結果によると、H<sub>6</sub>面堆積物上面に不連続は認められず、L<sub>D</sub>リニアメントが判読される位置付近ではH<sub>6</sub>面堆積物を覆って風成砂・ローム互層がやや厚く分布している（添3-ロ(口)第78図参照）。

武ノ川右岸付近において、L<sub>D</sub>リニアメントを挟んで東京電力株式会社（現 東京電力ホールディングス株式会社）、東北電力株式会社及びリサイクル燃料貯蔵株式会社が実施したボーリング調査結果によると、砂子又層は西緩傾斜の同斜構造を示し、L<sub>D</sub>

リニアメントが判読される位置付近にH<sub>6</sub>面堆積物を覆って風成砂・ローム互層が分布している（添3-ロ(ロ)第79図参照）。

これらのことから、向沢付近のL<sub>D</sub>リニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。L<sub>D</sub>リニアメントは、砂子又層を浸食する谷地形及び風成砂・ローム互層よりなる砂丘の上面形態を反映したものであると判断した。

#### viii. 豊栄平付近のリニアメント・変動地形

横浜町豊栄平東方には、ほぼN-S方向に長さ約0.6kmのL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、丘陵地斜面の崖、傾斜変換部等からなり、東側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、豊栄平付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

横浜町豊栄平周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(ロ)第80図に示す。

豊栄平周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物及びH<sub>5</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物及びM<sub>2</sub>面堆積物）等が分布する。

L<sub>D</sub>リニアメント沿いには、砂子又層の砂岩及びシルト岩が西傾斜の同斜構造をなして分布しており、砂子又層はL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで一様な傾斜を示す。また、L<sub>D</sub>リニアメントの両岸に分布する高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）に高度差は認められない。これらのことから、豊栄平付近のL<sub>D</sub>リニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないも

のと判断した。

また、L<sub>D</sub>リニアメントは、相対的に軟質な砂子又層の砂岩と、硬質なシルト岩との岩相境界にほぼ対応しており（添3-ロ(ロ)第81図参照）、砂子又層中の岩質の差を反映した浸食地形であると判断した。

#### ix. 豊前付近のリニアメント・変動地形

東北町豊前付近から六ヶ所村倉内<sup>くらうち</sup>付近に至る間には、ENE-WSWないしE-W方向に長さ約6.0kmのL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、高位面（H<sub>4</sub>面）上の撓み状の崖、谷、段丘面外縁をなす崖等の連続からなり、南側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、豊前付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

東北町豊前周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(ロ)第82図に示す。

豊前周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物、H<sub>4</sub>面堆積物及びH<sub>5</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物）等が分布する。

L<sub>D</sub>リニアメント沿いには、砂子又層の砂岩が西傾斜の同斜構造をなして分布しており、砂子又層はL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで一様な傾斜を示す。六ヶ所村倉内西方では、L<sub>D</sub>リニアメントが判読される谷を横断して、砂子又層の露頭が複数認められ、露頭にみられるシルト岩と中粒砂岩の岩相境界は、L<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んでほぼ連続的に分布しており、不連続は認めら

れない。これらのことから、豊前付近のL<sub>D</sub>リニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した（添3-ロ(口)第83図参照）。

また、L<sub>D</sub>リニアメントは、高位面（H<sub>4</sub>面）上に認められる砂丘状の高まりあるいは段丘崖にほぼ対応しており、風成砂による地形的な高まりが撓み状の崖と類似した地形を呈しているもの、あるいは開析された段丘崖であると判断した。

#### x. 内沼付近のリニアメント・変動地形

六ヶ所村倉内北方から内沼付近を経て同村<sup>ちゅうし</sup>中志に至る間には、NNE-S SW方向に長さ約7.3kmのL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、高位面（H<sub>5</sub>面）及び中位面（M<sub>1</sub>面）上の撓み状の崖、谷等の連続からなり、南東側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、内沼付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

六ヶ所村内沼周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(口)第84図に示す。

内沼周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物及びH<sub>5</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物及びM<sub>2</sub>面堆積物）等が分布する。

内沼付近のL<sub>D</sub>リニアメント沿いには、砂子又層の砂岩が東傾斜の同斜構造をなして分布しており、砂子又層はL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで一様な傾斜を示す。六ヶ所村<sup>ろくはら</sup>六原南方の谷壁に認められる砂子又層中の礫岩及び粗粒砂岩は、L<sub>D</sub>リニ

アメントの位置を挟んで連続的に分布し、これを覆う中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物）の下面に不連続は認められない。これらのことから、内沼付近のL<sub>D</sub>リニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した（添3-10(ロ)第85図参照）。

また、L<sub>D</sub>リニアメントは、中位面（M<sub>1</sub>面）上に認められる砂丘状の高まりにはほぼ対応しており、風成砂による地形的な高まりが撓み状の崖と類似した地形を呈しているものであると判断した。

#### xi. 乙部付近のリニアメント・変動地形

東北町乙部付近から同町内<sup>うちねびさわ</sup>蛸沢付近に至る間には、NE-SW方向に長さ約4.0kmのL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、高位面（H<sub>4</sub>面）と中位面（M<sub>1</sub>面）を境する撓み状の崖、高位面（H<sub>4</sub>面）上の撓み状の崖若しくは傾斜変換部等の連続からなり、南東側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、乙部付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

東北町乙部周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-10(ロ)第86図に示す。

乙部周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物及びH<sub>5</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物及びM<sub>2</sub>面堆積物）、低位段丘堆積層（L<sub>3</sub>面堆積物）、十和田火山軽石流堆積物等が分布する。

東北町乙部南方の<sup>がんとざわ</sup>岩渡沢右岸では、砂子又層とこれを覆う高位

段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）の露頭が複数認められる。各露頭における高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）下面は、L<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んでほぼ水平に分布し、不連続は認められず、乙部付近のL<sub>D</sub>リニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した（添3-ロ(ロ)第87図参照）。

また、L<sub>D</sub>リニアメントは、高位面（H<sub>4</sub>面）上に認められる砂丘状の高まりにほぼ対応しており（添3-ロ(ロ)第88図参照）、風成砂による地形的な高まりが撓み状の崖と類似した地形を呈しているものであると判断した。

#### xii. 清水目川付近のリニアメント・変動地形

野辺地町<sup>つるひら</sup>敦平付近から東北町<sup>しもしみずめ</sup>下清水目付近を経て同町<sup>ちびき</sup>千曳付近に至る間には、ほぼN-S方向に長さ約4.5kmのL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。L<sub>D</sub>リニアメントは、高位面（H<sub>4</sub>面及びH<sub>5</sub>面）上の撓み状の崖若しくは急斜面、谷等の連続からなり、東側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、清水目川付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

東北町清水目川周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(ロ)第89図に示す。

清水目川周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H<sub>3</sub>面堆積物、H<sub>4</sub>面堆積物及びH<sub>5</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物及びM<sub>2</sub>面堆積物）、低位段丘堆積層（L<sub>3</sub>面堆積物）等が分布する。

清水目川沿いでは、砂子又層の露頭が複数認められる。この付近の砂子又層は、北東方向に緩く傾斜した同斜構造を示し、 $L_D$ リニアメントの位置を挟んで一様な傾斜を示すことから、清水目川付近の $L_D$ リニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した（添3-ロ(ロ)第90図参照）。

野辺地町敦平付近では、撓み状の崖が判読された位置に、高位段丘堆積層（ $H_5$ 面堆積物）の露頭が認められ、高位段丘堆積層（ $H_5$ 面堆積物）の砂礫及びシルトがほぼ水平に堆積しており、撓曲は認められない（添3-ロ(ロ)第91図参照）。東北町<sup>いしがき</sup>右坂から同町千曳に至る間では、 $L_D$ リニアメントを挟んで、高位段丘堆積層（ $H_4$ 面堆積物）の下面に標高差は認められず、 $L_D$ リニアメントが判読される浅い谷には、旧河道に堆積したと考えられる円礫主体の砂礫層が認められる（添3-ロ(ロ)第92図参照）。これらのことから、清水目川付近の $L_D$ リニアメントは、段丘崖が浸食により丸みを帯び、撓み状の崖と類似した地形を呈しているものであると判断した。

#### xiii. 有戸南方のリニアメント・変動地形

野辺地町有戸南方の<sup>みとうまえ</sup>明前付近から同町野辺地付近に至る間には、NE-SWないしENE-WSW方向に長さ約5.1kmの $L_D$ リニアメントが判読される。 $L_D$ リニアメントは、中位面（ $M_1$ 面）上の撓み状の低崖、谷、鞍部等の連続からなり、南東側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、有戸南方に判読される $L_D$ リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

野辺地町有戸南方周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(ロ)第93図に示す。

有戸南方周辺には、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層(H<sub>3</sub>面堆積物及びH<sub>5</sub>面堆積物)、第四系上部更新統の中位段丘堆積層(M<sub>1</sub>面堆積物、M<sub>2</sub>面堆積物及びM<sub>3</sub>面堆積物)、低位段丘堆積層(L<sub>1</sub>面堆積物)等が分布する。

有戸南方付近のL<sub>D</sub>リニアメント沿いには、砂子又層の砂岩が西傾斜の同斜構造をなして分布しており、砂子又層はL<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで一様な傾斜を示す。

野辺地町<sup>ひくきぼし</sup>干草橋南東の中位面(M<sub>1</sub>面)におけるボーリング調査結果によると、中位段丘堆積層(M<sub>1</sub>面堆積物)の背後に、後背湿地に堆積したと考えられるシルト層主体の軟質な地層が認められ、両地層の下位には砂子又層が認められる。砂子又層中の鍵層の分布から、同層は海側へ緩く一様に傾斜し、L<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで連続的に分布している。(添3-ロ(ロ)第94図及び添3-ロ(ロ)第95図参照)

これらのことから、有戸南方付近のL<sub>D</sub>リニアメント沿いには、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

また、L<sub>D</sub>リニアメントは、中位面(M<sub>1</sub>面)上の砂丘状の高まりの背後に位置しており、風成砂による地形的な高まりの背後斜面が逆むき低崖と類似した地形を呈しているものであると判断される。

#### xiv. 口広付近のリニアメント・変動地形



平内町<sup>ひらない</sup>口広付近には、WNW－ESE方向のL<sub>D</sub>リニアメント（以下、「口広西方リニアメント」という。）及びENE－WSW方向のL<sub>D</sub>リニアメント（以下、「口広南方リニアメント」という。）が判読される。

口広西方リニアメントは、高位面（H<sub>5</sub>面）及び中位面（M<sub>2</sub>面）上の溝状の凹地、小丘状の膨らみ、鞍部等の断続からなる。

口広南方リニアメントは、高位面（H<sub>5</sub>面）上の崖、鞍部、溝状の凹地等の断続からなり、北西側が低い高度差が認められる。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、口広付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメント付近に断層及びリニアメントを図示していない。

平内町口広周辺の地質平面図及び地質断面図を添3－口(口)第96図に示す。

口広周辺には、新第三系中新統の和田川層、小坪川層及び松倉山層、第四系中部更新統の古期低地堆積層及び高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物及びH<sub>5</sub>面堆積物）、第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物及びM<sub>3</sub>面堆積物）、低位段丘堆積層（L<sub>3</sub>面堆積物）等が分布する。

平内町<sup>おおやま</sup>大泡西方では、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）が口広西方リニアメントを横断して連続的に分布し、その上面に変位は認められない（添3－口(口)第97図参照）。平内町口広南方の口広川右岸では、古期低地堆積層に属すると考えられる古期扇状地堆積物が口広南方リニアメントを横断して連続的に分布し、礫と凝灰質砂の層相境界及びこれを覆う火山灰層との地層境界に変位は認められない（添3－口(口)第98図参照）。これらのことから、口広付近のL<sub>D</sub>リニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に

活動した断層は存在しないものと判断した。

また、L<sub>D</sub>リニアメントの位置では、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）を覆う風成砂層が認められ、中位面（M<sub>2</sub>面）上で地形的な高まりを形成しており、口広付近のL<sub>D</sub>リニアメントは、中位面（M<sub>2</sub>面）及び高位面（H<sub>5</sub>面）上の風成砂による地形的な高まりが撓み状の崖や溝状の凹地等と類似した地形を呈しているものであると判断した。

#### xv. 月山東方の断層

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、六ヶ所村北部の月山東方に、ほぼNNW－SSE方向、長さ約4.2kmの「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」を図示しており、リニアメントは、鞍部の断続や直線状の谷等にほぼ位置している。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメント沿いには、空中写真判読により、リニアメント・変動地形は判読されない。

リニアメント周辺の地質平面図及び地質断面図を添3－ロ（ロ）第99図に示す。

リニアメント周辺には、主に新第三系中新統の泊層が分布する。

月山南東斜面において、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメントに対応する位置に断層露頭が認められ、泊層の岩相分布から、この断層は東傾斜の正断層と判断した。本断層の北東部に位置する東通村白糠しらぬか南方の物見崎ものみざき付近では、断層推定位置を挟んで分布する中位面（M<sub>1</sub>面）に高度差は認められず（添3－ロ（ロ）第100図参照）、東通村白糠から物見崎にかけ

ての中位面 ( $M_1$ 面) の分布高度に高度差が認められない (添3  
ーロ(口)第101図参照) ことから, 本断層は, 第四紀後期更新世  
以降の活動性はないものと判断した。

xvi. 金津山付近のリニアメント・変動地形

活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>は, 金津山付近の山地に, 長さ1.0  
~4.2kmの6条の「活断層の疑のあるリニアメント (確実度  
Ⅲ)」 (以下, 北東部より「滝ノ沢中流リニアメント」, 「滝ノ  
沢上流リニアメント」, 「金津山北方リニアメント」, 「金津山  
西方リニアメント」, 「金津山リニアメント」及び「金津山東方  
リニアメント」という。) を図示している。

滝ノ沢中流リニアメントは, 横浜町有畑<sup>ありはた</sup>東方に, ほぼNE-S  
W方向で, 長さ約1.8km間に図示されており, 滝ノ沢中流域に沿  
った狭い低地と, その右岸の山麓斜面との境界付近にほぼ位置し  
ている。

滝ノ沢上流リニアメントは, 横浜町有畑東方に, ほぼWNW  
-ESE方向で, 長さ約2.4km間に図示されており, 滝ノ沢  
上流の比較的直線状の谷, 若しくは滝ノ沢上流に沿った山  
地斜面の傾斜変換部等にほぼ位置している。

金津山北方リニアメントは, 横浜町東部の金津山北方に,  
ほぼWNW-ESE方向で, 長さ約1.5km間に図示されてお  
り, 山地斜面の傾斜変換部等にほぼ位置している。

金津山西方リニアメントは, 金津山西方に, ほぼNNW-SS  
E方向で, 長さ約3.0km間に図示されており, 山地斜面の傾斜変  
換部や鞍部の断続等にほぼ位置している。

金津山リニアメントは, 金津山の東麓付近から南方にかけて,

ほぼNNW－SSE方向で、長さ約4.2km間に図示されており、鞍部の断続や直線状の谷等にほぼ位置している。

金津山東方リニアメントは、六ヶ所村<sup>まかどがわ</sup>馬門川上流に、ほぼNNW－SSE方向で、長さ約1.0km間に図示されており、山地斜面の傾斜変換部や直線状の谷等にほぼ位置している。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が図示する确实度Ⅲのリニアメント沿いには、いずれも空中写真判読により、リニアメント・変動地形は判読されない。

金津山周辺の地質平面図を添3－ロ(ロ)第102図に、地質断面図を添3－ロ(ロ)第103図に示す。

金津山周辺には、新第三系中新統の泊層の凝灰角礫岩、安山岩溶岩、凝灰質砂岩等が分布し、これに安山岩が貫入している。泊層の安山岩溶岩の地層は、緻密な安山岩溶岩の岩相を示す部分と、自破碎溶岩の岩相を示す部分に細区分され、确实度Ⅲのリニアメントが示されている位置では、泊層の各岩相境界に不連続は認められない。

また、金津山周辺の水系図及び接峰面図によると、リニアメントを挟んで、山地高度の不連続や水系の系統的な屈曲等の変動地形は認められない（添3－ロ(ロ)第104図参照）。

以上のことから、金津山付近に活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が図示する确实度Ⅲのリニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

#### xvii. 千歳平付近のリニアメント・変動地形

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、六ヶ所村千歳平北方に、ほぼE－W方向で長さ約1.8kmの「活断層の疑のあるリニアメント

(確実度Ⅲ)」を図示しており、主に直線状の谷に位置している。活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメント沿いには、空中写真判読により、リニアメント・変動地形は判読されない。

リニアメント周辺には、主に新第三系中新統の鷹架層が分布し、六ヶ所村千歳平北方の直線状の谷では、リニアメントの位置を横断して、鷹架層の連続露頭が認められる。露頭における鷹架層は、シルト岩を主体とし、細粒砂岩との岩相境界や粗粒砂岩の薄層(挟み層)に不連続は認められず、断層は認められない(添3-1口(ロ)第105図参照)ことから、千歳平付近に活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメント付近には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

#### xviii. 十二里南方のリニアメント・変動地形

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、東北町十二里南方に、ほぼN-S方向で長さ約0.8kmの「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」を図示しており、主に直線状の崖に位置している。

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメント沿いには、空中写真判読により、リニアメント・変動地形は判読されない。

東北町十二里南方周辺の地形図及び地すべり地形分布図を添3-1口(ロ)第106図に示す。

十二里南方に活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメント付近は、地すべり地形を呈しており、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の砂子又層からなる地すべり土塊が小規模なブロックに分割されている。個々の地すべり土塊の頭部は尾

根頂部にまで達し、これらの滑落崖が見掛け上、直線状に配列しており、この位置には断層は認められない。

xix. 朝比奈平付近の断層

朝比奈平周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(ロ)第107図に示す。

地表地質調査結果によると、むつ市朝比奈平西方の<sup>しじみさわ</sup>蜷沢上流付近において、新第三系中新統の猿ヶ森層と泊層を境する断層露頭が認められる(添3-ロ(ロ)第108図参照)。断層露頭の性状及び周辺地域の地質分布から、本断層は、NNE-S SW走向で東落ちの正断層と判断した。本断層の南方延長部では、泊層が広く分布しているが、泊層の岩相分布に顕著な不連続は認められないことから、本断層は泊層内の地層を変位させる連続性の乏しい小規模な断層であると判断した。

xx. 桧木川付近の断層

桧木川周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第109図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第110図に示す。

地表地質調査結果によると、横浜町の桧木川及びその北方の滝ノ沢において、N-SないしNNE-S SW走向で東落ちの断層露頭が認められるが、周辺に分布する新第三系中新統の泊層と蒲野沢層との地層境界や泊層の岩相境界に不連続は認められないことから、これらの断層は泊層内の地層を変位させる連続性の乏しい小規模な断層であると判断した。

c. 敷地を中心とする半径30km以遠の断層

敷地を中心とする半径100km範囲の陸域の活断層分布図を添3-ロ(ロ)第111図に示す。

敷地を中心とする半径30km以遠100kmまでの範囲の陸域には、山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>、宮内ほか（2001）<sup>(51)</sup>、池田ほか編（2002）<sup>(52)</sup>、地震調査委員会（2004a）<sup>(53)</sup>、同（2004b）<sup>(54)</sup>、同（2004c）<sup>(55)</sup>及び今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>によると、主な活断層として、折爪断層、青森湾西岸断層帯、津軽山地西縁断層帯（北部・南部）等がある。これらの断層について文献調査を行い、敷地に与える影響が大きいと考えられる折爪断層について、変動地形学的調査及び地表地質調査を行った。

## (a) 折爪断層

### i. 文献調査結果

山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>は、青森県南部町なんぶ法光寺ほうこうじ付近の馬淵川まべちがわ南方から岩手県葛巻町くずまき葛巻北方にかけて、長さ約30kmの推定活断層（主として第四紀後期に活動したもの）を図示し、東側落下、平均変位速度1 m/10<sup>3</sup>年未満としている。さらに、南部町の馬淵川以北に長さ約15kmの第四紀後期層の撓曲を図示している。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、南部町高瀬たかせ付近の馬淵川右岸から葛巻町葛巻付近にかけて、山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>とほぼ同じ位置に、NNW－SSE方向、長さ44km、活動度B、「活断層であると推定されるもの（確実度Ⅱ）」、西側隆起300mの折爪断層を図示・記載し、西側隆起の断層変位があるとし、平均変位速度を0.1～0.2m/10<sup>3</sup>年としている。

今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>は、山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>とほぼ同じ位置に、長さ約30km（図読では約36km）、北北西－南南東方向に

延びる高角な断層面を持つ逆断層帯として折爪断層帯を図示・記載し、「この断層帯に沿っては、鮮新統の撓曲や高位段丘面上の溝状凹地などが認められるが、後期更新世以降の断層変位地形が認められないので、推定活断層とした。」としている。

地震調査委員会 (2004a) <sup>(53)</sup> は、青森県五戸町から岩手県葛巻町北部にかけて、長さ最大47km程度の折爪断層を図示・記載し、第四紀後期の活動の実態は不明としている。

大和 (1989) <sup>(56)</sup> 及び青森県 (1998) <sup>(57)</sup> によると、折爪断層の北端については、五戸川と浅水川沿いの段丘面高度分布から、高位面・高館面の西側隆起の変形とその累積性が指摘されており、五戸川以北では撓曲構造が消滅するとしている。

## ii. 変動地形学的調査結果

折爪断層周辺の空中写真判読図を添3-ロ(ロ)第112図に示す。

青森県五戸町清三久保付近の五戸川左岸から、岩手県葛巻町茶屋場付近に至る約57km間に、 $L_B$ 、 $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが断続的に判読される。このうち、南部町高瀬付近の馬淵川右岸から南方の葛巻町に至る間については、活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup> の折爪断層の位置にほぼ対応する。

南部町相内付近の馬淵川左岸以北では、 $L_D$ リニアメントが判読される。この $L_D$ リニアメントは、山地内の鞍部、傾斜変換部、谷等からなり、西側が高い地形を呈するものの、断続的であり不明瞭である。

南部町高瀬付近から葛巻町馬場付近では、 $L_B$ 、 $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが判読される。これらは、西側の山地と東側の丘陵地との境界付近に判読され、主に鞍部の断続及び斜面の傾斜変換部



からなり、西側が高い地形を呈する。このうち、<sup>なくいだけ</sup>名久井岳の東方、折爪岳の東方及び<sup>つくしもり</sup>就志森の東方では、山地斜面は急崖を呈し、傾斜変換部が比較的明瞭かつ連続的である。また、この東方には、主に丘陵地内の傾斜変換部からなるL<sub>D</sub>リニアメントが名久井岳南東から折爪岳南部にかけて、断続的に判読される。

折爪断層北部における段丘面高度分布の検討結果を添3-ロ(ロ)第113図に示す。

折爪断層北端付近の五戸川及び浅水川付近については、リニアメント通過位置を挟んで、H<sub>5</sub>面で約20～25mの高度差が認められることから、西側隆起の撓曲変形が示唆される。これに対して、五戸川以北の後藤川付近では、リニアメント延長位置を挟んだH<sub>4</sub>面の分布高度に顕著な不連続が認められず、西側隆起の変形が示唆されない。

### iii. 地表地質調査結果

折爪断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ロ)第114図に、地質断面図を添3-ロ(ロ)第115図に示す。

折爪断層周辺の地質は、下位より、中・古生層、新第三系中新統の<sup>よつやく</sup>四ツ役層、<sup>かどのさわ</sup>門ノ沢層、<sup>すえのまつやま</sup>末ノ松山層、<sup>とめざき</sup>留崎層、<sup>したざき</sup>舌崎層及び<sup>くぼ</sup>久保層、新第三系鮮新統の<sup>とがわ</sup>斗川層、第四系更新統の段丘堆積層、十和田火山軽石流堆積物、第四系完新統の沖積低地堆積層等からなり、南部の一部に年代不詳の安山岩及び貫入岩が分布する。

南部町相内付近の馬淵川左岸以北では、斗川層以下の新第三系に東急傾斜の撓曲構造が認められる。馬淵川左岸付近では、留崎層が東に向かって約30°～約70°急傾斜し、その東の留崎層と舌崎層の境界付近から久保層にかけて東傾斜が最大約85°にな

り、さらに東側の斗川層が約 $30^{\circ}$  ～ $10^{\circ}$  以下の緩傾斜を示す。この撓曲による東傾斜は、北部へ向かうにつれ緩く不明瞭となり、五戸町<sup>あさみず</sup>浅水の浅水川付近では最大約 $50^{\circ}$  であり、その北方の五戸町<sup>こわたり</sup>小渡の五戸川付近で最大約 $20^{\circ}$  となる。さらに北方の五戸町<sup>ごとうがわ</sup>清三久保の後藤川付近においては、斗川層の傾斜は概して $5^{\circ}$  以下を示し、同斜構造となる。以上のことから、馬淵川以北から五戸川左岸付近にかけては、新第三系に撓曲構造が認められ、地下深部に断層の存在が推定される。なお、撓曲構造がみられなくなる五戸町清三久保以北では、リニアメント・変動地形は判読されない。

南部町高瀬付近の馬淵川右岸以南では、折爪岳南部にかけて、山地と丘陵地の境界付近に分布する新第三系に、東急傾斜を示す撓曲構造が認められる。このうち、南部町<sup>いしわ</sup>石和西方では、西側の末ノ松山層と東側の留崎層を境する西上がりの逆断層が認められる。さらに、この断層より東側の丘陵地側にも新第三系中に地層の急傾斜構造が認められ、岩手県<sup>かるまい たかしみず</sup>軽米町高清水西方では、西側の留崎層と東側の斗川層とを境する西上がりの逆断層が認められる。これらの平行する2条の断層は、判読されるリニアメント・変動地形と概ね対応する。

折爪岳南部から南方においては、前述の2条の断層が1条に会合し、西側の中・古生層と東側の新第三系がこの断層で接しているものと推定される。この推定断層は、山地とその裾部に広がる扇状地面との明瞭な地形境界に位置し、判読されるリニアメント・変動地形に概ね対応する。

西側の山地と東側の丘陵地を境する明瞭な急崖は、南方の葛巻

町馬場付近まで連続するが、馬場付近より南については、リニアメント・変動地形は山地内の鞍部の断続として判読され、変位の向きも一定しない。リニアメント・変動地形付近には、主に中・古生層が分布しており、葛巻町<sup>じゅうろうさわ</sup>十良沢付近においては、リニアメント・変動地形の判読位置に断層は確認されず、西側の中・古生層と東側のデイサイトが貫入関係で接していることを確認した。

#### iv. 総合評価

折爪断層周辺には、約57km間に $L_B$ 、 $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが判読される。

地表地質調査結果によると、判読されるリニアメント・変動地形にはほぼ対応する位置に、断層の存在が推定される。

折爪断層北部にあたる五戸町の五戸川左岸から南部町の馬淵川付近に至る間では、新第三系に撓曲構造が認められ、地下深部に断層の存在が推定される。一方、五戸川以北の後藤川付近では、リニアメント延長位置を挟んだ $H_4$ 面の分布高度に顕著な不連続が認められない。

折爪断層南部にあたる南部町の馬淵川付近から折爪岳南部に至る間では、新第三系に東急傾斜の撓曲構造及び西上がりの逆断層が認められる。折爪岳南部から葛巻町馬場付近に至る区間では、中・古生層と新第三系の分布状況等から断層が推定される。葛巻町馬場付近より以南については、リニアメント・変動地形は山地内の鞍部の断続として判読され、変位の向きも一定しない。葛巻町十良沢付近においては、リニアメント・変動地形の判読位置に断層は確認されず、中・古生層とデイサイトが貫入関係で接していることを確認した。

以上のように、折爪断層の存在が推定される位置において、断層と第四系上部更新統との関係が確認されないことから、その活動性を考慮することとし、その長さを後藤川左岸から馬場付近までの約53kmと評価した。

(b) 青森湾西岸断層帯

i. 文献調査結果

山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>は、青森県東津軽郡蓬田村の蓬田川付近から青森県青森市新城の天田内川付近にかけて、長さ約16kmの推定活断層(主として第四紀後期に活動したもの)及び青森県青森市三内付近から青森県青森市入内<sup>にゅうない</sup>付近にかけて、長さ約12kmの推定活断層(主として第四紀後期に活動したもの)を図示し、いずれも東側落下、平均変位速度1 m/10<sup>3</sup>年未満としている。

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>とほぼ同じ位置に、NNW-SSE方向~NE-SW方向、長さ16km、活動度B、「活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)」、西側隆起150mを超える青森湾西断層を図示・記載している。また、山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>とほぼ同じ位置に、NE-SW方向、長さ7.5km、活動度A-B、「活断層であることが確実なもの(確実度Ⅰ)」、西側隆起140mを超える入内断層を図示・記載している。

地震調査委員会(2004c)<sup>(55)</sup>は、蓬田村付近から青森市入内付近にかけて、青森湾西断層、野木和断層及び入内断層によって構成される長さ約31kmの青森湾西岸断層帯を図示・記載し、西側隆起の逆断層、平均的なずれの速度0.4~0.8m/10<sup>3</sup>年程度(上下成分)としている。また、青森湾西岸断層帯の地震規模は、断層長

さからマグニチュード7.3程度としている。

今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup> は、地震調査委員会 (2004c) <sup>(55)</sup> の青森湾西岸断層帯とほぼ同じ位置に、長さ約20km (図読では約16km) の津軽断層帯及び長さ約20km (図読では約16km) の入内断層帯を図示・記載している。津軽断層帯は西傾斜の逆断層で、平均上下変位速度は0.5m/千年程度としており、入内断層帯は西側隆起の逆断層で、平均上下変位速度は0.5m/千年以下としている。また、津軽断層帯は南西に位置する長さ約5kmの浪岡断層帯 (逆断層、平均上下変位速度は約0.7m/千年) に連続する可能性を示し、その場合の全長を約50kmとしているが、具体的な図示はなく、津軽断層帯から浪岡断層帯の全長は、図読では約31kmである。

以上のように、断層長さと敷地との位置関係から、地震調査委員会 (2004c) <sup>(55)</sup> による長期評価は、敷地に与える影響が大きいと考えられることから、同委員会の青森湾西岸断層帯の約31kmについて、第四紀後期更新世以降の活動性を考慮することとし、その長さを蓬田村付近から青森市入内付近までの約31kmと評価した。

### (c) 津軽山地西縁断層帯 (北部・南部)

#### i. 文献調査結果

山崎ほか (1986) <sup>(3)</sup> は、青森県五所川原市飯詰<sup>いづめ</sup>付近から青森県青森市浪岡付近にかけて、NNW-SSE方向、長さ約12kmの推定活断層 (主として第四紀後期に活動したもの)、第四紀後期層の撓曲及びN-S方向、長さ約5kmの推定活断層 (主として第四紀後期に活動したもの) を図示し、東側若しくは西側落下、平均変位速度1m/10<sup>3</sup>年未満としている。

活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>は、青森県北津軽郡 <sup>なかどまり</sup>中泊町付近から青森市浪岡付近にかけて、NNW-SSE方向、長さ30km、活動度B、「活断層であることが確実なもの(確実度I)」、東側隆起の津軽山地西縁断層帯を図示・記載している。また、青森市浪岡付近の津軽山地西縁断層帯の東側に、NNW-SSE方向、長さ8km、活動度C、「活断層であることが確実なもの(確実度I)」、西側隆起4~6mの <sup>おおたい</sup>大平断層を図示・記載し、平均変位速度を0.04m/10<sup>3</sup>年とし、青森市浪岡付近には、N-S方向、長さ8km、活動度B、「活断層であることが確実なもの(確実度I)」、西側隆起80mの浪岡撓曲を図示・記載している。

地震調査委員会 (2004b) <sup>(54)</sup>は、五所川原市飯詰付近から青森市浪岡付近にかけて、五所川原市-浪岡町付近の断層、大平断層、<sup>やまこし</sup>山越断層及び浪岡撓曲によって構成される長さ約16kmの津軽山地西縁断層帯北部を図示・記載している。津軽山地西縁断層帯北部は東側隆起の逆断層、平均的なずれの速度0.2~0.3m/10<sup>3</sup>年程度(上下成分)、最新活動は1766年(明和3年)の地震としている。また、青森市西部から青森県南津軽郡 <sup>ひらか</sup>平賀町(現在の平川市)にかけて、黒石断層から構成される長さ約23kmの津軽山地西縁断層帯南部を図示・記載している。津軽山地西縁断層帯南部は東側隆起の逆断層、平均的なずれの速度は不明であるが、最新活動は1766年(明和3年)の地震としている。津軽山地西縁断層帯北部及び南部の地震規模の最大は、1766年(明和3年)の地震から、いずれもマグニチュード7.3程度としている。

今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup>は、地震調査委員会 (2004b) <sup>(54)</sup>の津軽山地西縁断層帯北部とほぼ同じ位置に、長さ約20km(図読では

約21km)、北北西-南南東方向に断続的に延びる逆断層帯として津軽山地西縁断層帯を図示・記載している。また、同委員会の津軽山地西縁断層帯南部と一部同じ位置に、長さ約15km(図読では約13km)、南北方向に延びる東側隆起の逆断層帯として黒石断層帯を図示・記載しており、いずれも平均上下変位速度は不明であるとしている。

以上のように、断層長さと敷地との位置関係並びに歴史地震による地震規模から、地震調査委員会(2004b)<sup>(54)</sup>による長期評価は、敷地に与える影響が大きいと考えられることから、同委員会の津軽山地西縁断層帯北部の約16km(マグニチュード7.3)及び津軽山地西縁断層帯南部の約23km(マグニチュード7.3)について、第四紀後期更新世以降の活動性を考慮することとし、その長さを五所川原市飯詰付近から青森市浪岡付近までの約16km及び青森市西部から平川市付近までの約23kmと評価した。

#### ⑤ 敷地周辺海域の地形

敷地周辺海域は、太平洋、津軽海峡及び陸奥湾からなる。敷地周辺海域の地形図を添3-ロ(ロ)第116図に示す。

##### a. 太平洋

太平洋側における調査海域の海底地形は、陸域から沖合に向かって大陸棚及び大陸斜面からなり、大陸斜面の沖合部は深海平坦面となっている。

大陸棚は、水深100m~140m以浅に位置する。大陸棚の幅は、物見崎沖付近で約3kmと最も狭く、それより北方及び南方に向かって広くなり、北部の左京沼沖付近では約8km、南部の小川原湖沖では約30km以上に達している。大陸棚の勾配は、沖合に向かって5

/1000～40/1000程度と緩やかに傾斜している。また、東通村尻屋崎沖では北北東へ約30km突出する尻屋海脚がみられる。

深海平坦面は、水深300m～560m以深に位置する。深海平坦面の勾配は、尻屋崎東方沖以北では25/1000～40/1000程度、尻屋崎東方沖以南では10/1000～25/1000程度である。

大陸棚と深海平坦面とを繋ぐ急勾配の斜面は、水深100m～560mに位置し、その幅は物見崎沖以北では1 km～7 km、物見崎沖以南では7 km～22kmである。大陸斜面の勾配は、沖合に向かって物見崎沖以北では50/1000～570/1000程度、物見崎沖以南では15/1000～50/1000程度である。また、尾駁沼の沖合では大陸斜面頂部に谷頭を有するほぼS SW－NNE方向に刻まれた小川原海底谷及びその支谷がみられる。

#### b. 津軽海峡

津軽海峡側における調査海域は、沿岸域に太平洋及び尻屋海脚から連続する大陸棚が分布し、水深は100m以浅で、その外縁は概ね海岸線と平行に連続する。大陸棚の勾配は、10/1000程度を示し、その幅は約10kmである。

大陸斜面は、大陸棚外縁とほぼ平行に延びる水深340mの海底水道へ向かって傾斜する。大陸斜面の勾配は、大陸棚外縁から水深約200 m～約250mまでが30/1000～60/1000程度、その沖合では水深約300 mまでが15/1000程度、海底水道付近では40/1000程度を示す。

#### c. 陸奥湾

陸奥湾側における調査海域は、水深約50m以浅の内湾であり、その海底の勾配は湾の中央に向かって5/1000～20/1000程度である。

### ⑥ 敷地周辺海域の地質



敷地周辺海域の地層区分を添3-ロ(口)第4表に、海域の地層と陸域の地層との対比結果を添3-ロ(口)第5表に示す。また、敷地周辺海域の海底地質図を添3-ロ(口)第117図に、海底地質断面図を添3-ロ(口)第118図に、音波探査記録を添3-ロ(口)第119図に示す。

敷地周辺海域の地層は、反射パターン、不整合関係等から、太平洋側では上位よりA層、B<sub>P</sub>層、C<sub>P</sub>層、D<sub>P</sub>層、E層、F層及びG層に、津軽海峡側では上位よりA層、B層、C層、D層、E層、F層及びG層に、陸奥湾側では上位よりA層、B層、C層、D層及びE層に区分される。

A層は、太平洋側及び津軽海峡側では大陸棚上に、陸奥湾側では、ほぼ全域に分布する。本層は、大陸棚において顕著な浸食面を覆い、海底面と平行に堆積していること、尾駈沖の海上ボーリング調査でA層相当層より採取した試料の<sup>14</sup>C法年代値が約6600年前～約11700年前を示すことから、最終氷期以降の第四系上部更新統最上部～完新統と判断され、陸域の沖積低地堆積層等に対比される。

B<sub>P</sub>層は、太平洋側に分布する。主として大陸斜面に分布しており、東通村老部川沖以南では大陸棚外縁部にも、さらに南方の市柳沼沖以南では大陸棚全域にも分布する。B<sub>P</sub>層の堆積年代は、「ちきゅう」の試験掘削(s i t e C 9 0 0 1)により得られた年代指標を基に作成された青池(2008)<sup>(58)</sup>の年代モデルとの対比結果

(添3-ロ(口)第120図参照)、また、尻屋崎沖及び東通村老部川沖で実施した「ちきゅう」による海上ボーリング調査において本層の下位のC<sub>P</sub>層との境界付近に恐山火山起源の降下火砕物(O s - 2)を確認していること(添3-ロ(口)第121図参照)から、中期更新世後半～後期更新世と判断した。

B層は、津軽海峡側及び陸奥湾側に分布し、反射パターン及び軽微な不整合から、上位よりB<sub>1</sub>部層、B<sub>2</sub>部層及びB<sub>3</sub>部層に細分される。

B<sub>1</sub>部層は、津軽海峡側では、主として大陸斜面に分布し、沿岸部では大陸棚外縁部まで分布する。陸奥湾側では、沿岸部を除く広い範囲に分布する。

B<sub>2</sub>部層は、津軽海峡側では、主として大陸斜面及び沿岸部の大陸棚に分布し、尻屋海脚西側の大陸棚外縁部にも部分的に分布が認められる。沿岸部の大陸棚、尻屋海脚西側の大陸斜面最上部（部分的に大陸棚外縁部も含む）及び尻屋海脚北側の海底谷付近では海底面直下あるいはA層直下に分布する。陸奥湾側では、沿岸部を除く広い範囲に分布し、分布域の周縁部ではA層直下に分布する。

B<sub>3</sub>部層は、津軽海峡側では、大陸斜面及び沿岸部の大陸棚に分布する。尻屋海脚北側の海底谷付近及び尻屋崎西方の大陸棚等では海底面直下あるいはA層直下に分布する。陸奥湾側では、東部及び南部の沿岸部の一部を除く広い範囲に分布し、分布域の周縁部ではA層直下に分布する。

B層のうち、B<sub>2</sub>部層は、津軽海峡に面した海岸付近まで分布し、海食崖に分布する田名部層に連続することから（添3-ロ(ロ)第122図参照）、その堆積年代は中期更新世の後半と判断した。B<sub>1</sub>部層の堆積年代は、完新世のA層に不整合で覆われ、B<sub>2</sub>部層を不整合あるいは整合に覆うこと、また、東北電力株式会社<sup>(49)</sup>及び東京電力株式会社<sup>(58)</sup>により実施された採泥結果によると、陸奥湾では本部層中に洞爺火山灰層（11.2～11.5万年前）が挟在することから、後期更新世と判断した。B<sub>3</sub>部層の堆積年代は、B<sub>2</sub>部層に不整合あるいは整合に覆われ、後述のC層（後期鮮新世～前期更新世）を不整合に覆

うことから、中期更新世の前半と判断した。

C<sub>P</sub>層は、太平洋側に分布する。主として大陸斜面に分布しており、東通村老部川沖以南では大陸棚外縁部にも、さらに南方の市柳沼沖以南では大陸棚全域にも分布する。C<sub>P</sub>層の堆積年代は、上位のB<sub>P</sub>層の年代が中期更新世後半～後期更新世、後述するD<sub>P</sub>層の年代が鮮新世～前期更新世前半とそれぞれ判断されることから、前期更新世後半～中期更新世後半と判断した。

C層は、津軽海峡側及び陸奥湾側に分布する。津軽海峡側では、大陸斜面、尻屋海脚西側の大陸棚外縁部及び沿岸部の大陸棚に分布する。尻屋海脚西側の大陸棚外縁部付近及び沿岸部の大陸棚では部分的に海底面直下あるいはA層直下に分布する。陸奥湾側におけるC層は、夏泊半島北方の下位層の高まりが存在する地域を除いて、ほぼ全域に分布する。東部及び南部の沿岸部の一部では海底面直下あるいはA層直下に分布する。C層の堆積年代は、本層の分布が津軽海峡側及び陸奥湾側で陸域の砂子又層に連続していること、奥田（1993）<sup>(13)</sup>によると、尻屋海脚西側の本層分布域で採取された試料から*Neodenticula koizumii zone*に対比される珪藻化石群集が得られていること等から、後期鮮新世～前期更新世と判断した。

D<sub>P</sub>層は、太平洋側に分布する。主として大陸斜面に分布し、市柳沼沖以南では大陸棚にも分布が認められ、南部の大陸斜面では下位層の高まりが存在し、比較的広く欠如している。D<sub>P</sub>層の堆積年代は、地球深部探査船「ちきゅう」の試験掘削（s i t e C 9 0 0 1）によりD<sub>P</sub>層の最上部から前期更新世中頃を示す石灰質ナノ化石が得られていること（添3-ロ(ロ)第120図参照）、深海掘削（I P O D s i t e 4 3 8）の珪藻化石層序と対比す

るとほぼ *Neodenticula koizumii zone* 及び *Neodenticula kamschatica zone*にあたること（添3-ロ(ロ)第122図参照）から、鮮新世～前期更新世前半と判断した。

D層は、津軽海峡側及び陸奥湾側に分布する。津軽海峡側では、主として大陸斜面及び沿岸部の大陸棚に分布し、尻屋海脚西側の大陸棚外縁部にも部分的に分布が認められる。尻屋海脚西側の大陸棚外縁部及び沿岸部の大陸棚の一部では海底面直下あるいはA層直下に分布する。陸奥湾側では、ほぼ全域に分布し、夏泊半島北方では下位層の高まりが存在し、欠如している。D層の堆積年代は、上位のC層の年代が後期鮮新世～前期更新世、後述するE層の年代が中期中新世～後期中新世とそれぞれ判断したことから、前期鮮新世と判断した。

E層は、太平洋側、津軽海峡側及び陸奥湾側のほぼ全域に分布しており、太平洋側棚沢川沖以北の沿岸部及び尻屋海脚西縁部では下位層の高まりが存在し、比較的広く欠如している。また、太平洋側の大陸斜面においても下位層の高まりが存在し、部分的に欠如し、南部では大陸棚東部から大陸斜面にかけて比較的広く欠如している。太平洋側から尻屋海脚にかけての大陸棚では海底面直下あるいはA層直下に分布する。E層の堆積年代は、尾駱沼沖の大陸棚で実施したボーリング調査結果によるとE層分布域において鷹架層上部層を確認したこと、小老部川北東沖及び東通村老部川南東沖の大陸棚で東北電力株式会社<sup>(50)</sup>及び東京電力株式会社<sup>(59)</sup>により実施されたボーリング調査結果によるとE層分布域において蒲野沢層が確認されていること、尻屋崎沖及び東通村老部川沖で実施した「ちきゅう」による海上ボーリング調査結果によると細粒砂岩・泥質砂岩・珪質泥岩等から *Denticulopsis lauta zone*に対比される珪藻化石群集、有孔虫化石の

*Globorotalia rikuchuensis*及び放散虫化石の*Cytocapsella tetrapera*や*Eucyrtidium inflatum*が産出すること（添3-ロ(ロ)第121図及び添3-ロ(ロ)第124図参照），小老部川沖の大陸棚外縁部で実施したドレッジ調査結果によるとE層分布域から採取された砂岩・シルト岩から*Denticulopsis lauta zone*及び*Denticulopsis hyaline zone*に対比される珪藻化石群集が産出すること（添3-ロ(ロ)第125図参照），また，深海掘削（IPOD site 438）の珪藻化石層序と対比すると本層上限がほぼ*Rouxia californica zone*にあたること（添3-ロ(ロ)第123図参照）から，中期中新世初頭～後期中新世であると判断した。

F層は，太平洋側及び津軽海峡側に広く分布しており，尻屋海脚西縁部の一部では下位層の高まりが存在し，欠如している。また，太平洋側の大陸斜面においても下位層の高まりが存在し，部分的に欠如し，南部では大陸棚東部から大陸斜面にかけて広く欠如している。太平洋側棚沢川沖以北の沿岸部及び尻屋海脚西縁部では海底面直下あるいはA層直下に分布する。F層の堆積年代は，本層の分布が太平洋側で陸域の泊層及び猿ヶ森層に連続すること，小老部川沖の大陸棚で東北電力株式会社<sup>(50)</sup>及び東京電力株式会社<sup>(59)</sup>により実施されたボーリング調査結果によるとF層分布域において泊層が確認されていることから，前期中新世～中期中新世初頭であると判断した。

G層は，太平洋側の大陸斜面，尻屋海脚及び太平洋側南部の大陸棚で確認され，その他では探査深度以深である。尻屋海脚西縁部では部分的に海底面直下に分布する。本層は，周辺海域における最下位層であり，一般に音響基盤をなし，尻屋崎では陸域の尻屋層群に連続することから，先第三系と判断した。また，大陸斜面の沖合側では音響基盤の上位に，傾斜した反射パターンを示し，F層に顕著

な傾斜不整合で覆われる地層が存在することから、古第三系を含むものと判断した。

## ⑦ 敷地周辺海域の地質構造

### a. 概要

太平洋側の大陸棚外縁部より沖合及び市柳沼沖以南の大陸棚では、B<sub>P</sub>層～F層は海底面とほぼ平行に、北東方向にやや傾斜した緩やかな構造を示し、層厚も北東方向に増加する。太平洋側の南部にはG層の高まりが存在し、上位層はG層上面の凹凸を埋めて堆積している。鷹架沼沖以北の大陸棚には主にE層及びF層が分布しており、大陸棚外縁のNNE－SSW方向の急崖付近で、C<sub>P</sub>層及びB<sub>P</sub>層がE層あるいはF層にアバットしている。大陸棚は尻屋崎北方の尻屋海脚まで連続しており、E層以下の地層がNNE－SSW方向の隆起帯を形成している。

津軽海峡側では、D層以上の地層が尻屋海脚の隆起帯に分布するE層以下の地層にアバットしている。津軽海峡側の大陸棚外縁部より沖合では、B層～D層は海峡中央部の凹型の構造を埋めるように堆積し、尻屋海脚側、下北半島側及び亀田半島側に向かって、各層の層厚は徐々に薄くなる。

陸奥湾側では、夏泊半島の北方延長部にE層の高まりが存在し、この高まりにC層及びD層がアバットしており、C層以下の地層は湾中央部に向かって傾斜した構造を示す。湾中央部では再びE層が高まりを形成し、D層最上部以上の地層はこの高まりを被覆している。C層以下の地層は一部でやや急な傾斜を示すものの、これらを不整合に覆うB層以上の地層は、陸奥湾の全域においてほぼ水平な構造を示す。

b. 敷地を中心とする半径30km範囲の断層

奥田 (1993) <sup>(13)</sup>, 海上保安庁水路部 (1975) <sup>(18)</sup>, 同 (1973b) <sup>(16)</sup>, 活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>等による敷地周辺海域の断層分布図を添3-1口(ロ)第126図に示す。

文献調査結果及び音波探査記録の解析結果に基づき, 断層の長さ, 敷地からの距離等を考慮すると, 敷地を中心とする半径30km範囲の海域における主要な断層としては, 尻屋海脚東縁の大陸棚外縁～下北半島北部の大陸棚外縁～下北半島南部の大陸棚に示されている断層 (以下, 「大陸棚外縁断層」という。) 及び下北半島南端部の大陸棚に示されている断層 (以下, 「F-d断層」という。) がある (添3-1口(ロ)第6表参照)。

(a) 大陸棚外縁断層

i. 文献調査結果

海上保安庁水路部 (1975) <sup>(18)</sup>は, 六ヶ所村北部沖から東通村沖の大陸棚外縁に沿ってNNE-S SW走向, 長さ約37km, 東落ちの断層を示し, さらに, その北方の尻屋海脚東縁に沿って, NNE-S SW走向, 長さ約45kmの東落ちの断層を示している。

活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup>は, 海上保安庁水路部 (1975) <sup>(18)</sup>とほぼ同位置に, 崖高200m以上, 長さ約84kmの東落ちの活断層を示している。

奥田 (1993) <sup>(13)</sup>は, 尻屋海脚東縁に沿ってNNE-S SW走向, 長さ約23.5kmの東落ちの断層を示し, そのうち, 北部の約19.5km区間は伏在断層としている。また, その南方の物見崎沖にも, 大陸棚外縁に沿ってNNE-S SW走向, 長さ約6kmの伏在

断層を示している。しかし、同文献は、エアガン記録の解析結果から、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>により活断層が示されている大陸棚外縁部には、少なくとも長さ20kmを超える活断層は存在しないとしている。

一方、海上保安庁水路部（1998）<sup>(21)</sup>及び徳山ほか（2001）<sup>(22)</sup>には大陸棚外縁に沿う断層は示されていない。

また、池田（2012）<sup>(60)</sup>は、海上音波探査記録の解釈を提示し、陸上の海岸段丘の発達状況から大陸棚外縁断層の動きは最近12万年間も継続しているとしている。渡辺ほか（2008）<sup>(61)</sup>及び渡辺（2016）<sup>(62)</sup>は、陸域における海成段丘面との関連から、この断層が第四紀後期にも活動を繰り返している可能性があるとしている。

## ii. 海底地形面調査結果

大陸棚外縁断層周辺の地形陰影図を添3-ロ(ロ)第127図に示す。

文献により断層が示されている位置付近には、急斜面が認められるものの、そのトレースは直線的ではなく、凹凸を繰り返しており、多くの谷地形が認められる。また、東通村老部川沖以南では斜面の傾斜が緩くなっている。

## iii. 音波探査記録解析結果

大陸棚外縁断層の位置及び音波探査測線位置図を添3-ロ(ロ)第128図に、音波探査記録及び解釈図を添3-ロ(ロ)第129図に示す。

文献により断層が示されている位置付近においては、F層及びE層は大陸棚に厚く分布し、大陸斜面では比較的薄くなっている。また、D<sub>p</sub>層以上の地層は大陸棚には分布せず、大陸斜面のみに



分布している。このように、大陸棚外縁部を境とする盆地反転構造が認められる（添3-ロ(ロ)第117図及び添3-ロ(ロ)第118図(1)～添3-ロ(ロ)第118図(3)参照）。

大陸棚外縁部の斜面が急傾斜を示す北部の海域においては、急斜面基部付近の地下に西側隆起の逆断層が推定される（添3-ロ(ロ)第129図(2)～添3-ロ(ロ)第129図(11)参照）。また、No. 3測線の急斜面基部付近で実施した2孔の海上ボーリング調査においても、両孔の間にE層の落差が確認されることから、この間に逆断層が推定される（添3-ロ(ロ)第124図参照）。

大陸棚外縁部の斜面の傾斜が緩くなる海域のうち馬門川沖以南においては、西側隆起の逆断層が推定されるものの、その位置は急斜面基部付近ではなく、大陸棚の地下に位置する（添3-ロ(ロ)第129図(12)～添3-ロ(ロ)第129図(15)参照）。

これらの逆断層は推定された全区間においてC<sub>P</sub>層に変位を与えていると解釈されるものの、大陸棚外縁断層直上のB<sub>P</sub>層/C<sub>P</sub>層境界に断層活動の影響による変位・変形は認められない（添3-ロ(ロ)第129図(2)～添3-ロ(ロ)第129図(15)参照）。

#### iv. 総合評価

尻屋海脚東縁部の大陸棚外縁部から東通村老部川沖の大陸棚外縁部を経て鷹架沼沖の大陸棚に至る海域において、西側隆起の逆断層が推定される。全区間においてC<sub>P</sub>層下部に変位あるいは変形が認められるものの、いずれの測線においても、大陸棚外縁断層直上のB<sub>P</sub>層/C<sub>P</sub>層境界に断層活動の影響による変位・変形は認められない。

以上のことから、大陸棚外縁断層は第四紀後期更新世以降の活

動性はないものと判断した。

(b) F - d 断層

i. 文献調査結果

海上保安庁水路部 (1982) <sup>(19)</sup> 及び同 (1998) <sup>(21)</sup> は物見崎南東沖の大陸棚外縁部から小川原湖沖の大陸棚に至る約34km間に、N - S方向に断続して雁行する延長の短い伏在断層を多数示している。この断層群のうち北部については、海上保安庁水路部 (1975) <sup>(18)</sup> 及び活断層研究会編 (1991) <sup>(7)</sup> に示されている大陸棚外縁断層に対応しているものの、南部については、両文献ともに断層は示されていない。

また、奥田 (1993) <sup>(13)</sup> 及び徳山ほか (2001) <sup>(22)</sup> には、同位置に断層は示されていない。

ii. 音波探査記録解析結果

F - d 断層の位置を添3 - 口(口)第130図に、断層周辺の音波探査記録及び解釈図を添3 - 口(口)第131図に示す。

文献により伏在断層が示されている位置付近において、C<sub>p</sub>層以下の地層に断層及び撓曲が推定され、一部区間においてB<sub>p</sub>層に変形が認められる(添3 - 口(口)第131図(2)～添3 - 口(口)第131図(4)参照)。同区間北側の07S8測線では、C<sub>p</sub>層下部に変位を与える断層が推定されるものの、C<sub>p</sub>層上部以上の地層に変形は認められない(添3 - 口(口)第131図(1)参照)。また、同区間南側の07S10測線では、E層下部に僅かに変位を与え、D<sub>p</sub>層まで変形を与える断層が推定されるものの、C<sub>p</sub>層以上の地層に変形は認められない(添3 - 口(口)第131図(5)参照)。

iii. 総合評価

F－d断層については、文献により伏在断層が示されている位置付近において、C<sub>p</sub>層以下の地層に断層及び撓曲が推定され、B<sub>p</sub>層に変形が認められることから、第四紀後期更新世以降における活動性を考慮することとし、その長さをB<sub>p</sub>層に断層活動による変位・変形が認められない07S 8測線から07S 10測線までの約6 kmと評価した。

(c) その他の断層

敷地を中心とする半径30km範囲には、前述の断層の他に、海上保安庁水路部（1975）<sup>(18)</sup>により、小川原海底谷に沿う断層群が示されているものの（添3－ロ(ロ)第126図参照）、音波探査記録の解析結果によると、当該位置に断層の存在を示唆する構造は認められない。

c. 敷地を中心とする半径30km以遠の断層

敷地を中心とする半径30km以遠の海域には、奥田（1993）<sup>(13)</sup>、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>等の文献調査結果によると、添3－ロ(ロ)第126図に示すように、いくつかの断層及び撓曲が示されており、これらのうち、敷地に与える影響が比較的大きいと考えられるものについて、音波探査記録の解析を行った。その結果によると、敷地を中心とする半径30km以遠の海域における主要な断層としては、下北半島東方沖に示されている伏在断層（以下、「F－c断層」という。）及び八戸市北東沖に示されている2条の活断層（以下、「F－a断層」及び「F－b断層」という。）がある（添3－ロ(ロ)第6表参照）。

(a) F－c断層

奥田（1993）<sup>(13)</sup>は、東通村東方沖の大陸斜面に、NE－SW

走向，長さ約11.5kmの南東落ちの伏在断層を示している（添3-  
口(口)第132図参照）。

音波探査記録の解析結果によると，文献により断層が示されて  
いる位置付近において， $C_p$ 層以下の地層に断層及び撓曲の推定が  
可能であり， $B_p$ 層に変形が認められる（添3-口(口)第133図  
(2)～添3-口(口)第133図(7)参照）。一方，No. c-6測線  
では， $B_p$ 層に変形は認められず（添3-口(口)第133図(1)参  
照），JS73-1測線では，G層上面の強い反射面が連続的に確  
認され，変位・変形は認められない（添3-口(口)第133図(8)  
参照）。なお，断層中央の一部において変形が海底面付近まで及  
んでいる可能性がある（添3-口(口)第133図(4)参照）。

以上のことから，F-c断層については第四紀後期更新世以降  
における活動性を考慮することとし，その長さを $B_p$ 層に断層活動  
による変位・変形が認められないNo. C-6測線からJS73-  
1測線までの約15kmと評価した。

#### (b) F-a断層

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は，八戸市北東沖の大陸棚に，NN  
W-SSE走向，長さ約11kmの東落ちの活断層を示している。ま  
た，海上保安庁水路部（1973b）<sup>(16)</sup>は，活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>  
とほぼ同位置に，長さ約8kmの東落ちの断層を示している（添3-  
口(口)第134図参照）。

音波探査記録の解析結果によると，文献により断層が示されて  
いる位置付近において，E層中に断層が推定され， $B_p$ 層に変位  
若しくは変形が及んでいる可能性を否定できない（添3-口(口)  
第135図(2)～添3-口(口)第135図(5)参照）。一方，文献によ

り断層が示されている位置の北方延長のG h 33測線及び南方延長のH-263測線では、E層中に断層活動による変位・変形は認められない（添3-ロ(口)第135図(1)及び添3-ロ(口)第135図(6)参照）。

以上のことから、F-a断層については第四紀後期更新世以降における活動性を考慮することとし、その長さをE層以上の地層に断層活動による変位・変形が認められないG h 33測線からH-263測線までの約20kmと評価した。

#### (c) F-b断層

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、八戸市北東沖の大陸斜面の約21km間に、NNW-SSE方向に断続する3条の東落ちの活断層を示している（添3-ロ(口)第136図参照）。

音波探査記録の解析結果によると、文献により断層が示されている位置付近において、断層の存在を否定できない区間が認められる（添3-ロ(口)第137図(2)～添3-ロ(口)第137図(7)参照）が、同区間北側のG h 36測線及び同区間南側のG h 32測線では、断層は推定されず、C<sub>p</sub>層及びB<sub>p</sub>層に変位・変形は認められない（添3-ロ(口)第136図(1)及び添3-ロ(口)第136図(8)参照）。

以上のことから、F-b断層については第四紀後期更新世以降における活動性を考慮することとし、その長さをB<sub>p</sub>層に断層活動による変位・変形が認められないG h 36測線からG h 32測線までの約15kmと評価した。

#### (d) その他の断層

敷地を中心とする半径30km以遠には、前述の断層の他に、奥

田（1993）<sup>(13)</sup>，海上保安庁水路部（1975）<sup>(17)</sup>，活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>等によると，多くの断層が示されているが（添3-ロ(口)第126図参照），音波探査記録の解析結果によると，B<sub>P</sub>層あるいはB<sub>2</sub>部層に変位・変形が認められる延長の長い断層は存在しないものと判断した。

## (ハ) 敷地近傍の地質・地質構造

### (1) 調査内容

#### ① 文献調査

敷地近傍の地形及び地質・地質構造に関する主要な文献としては、工業技術院地質調査所（現 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター）発行の山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>の「50万分の1活構造図「青森」」、青森県発行の北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>の「20万分の1青森県地質図及び地質説明書」、同じく箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>の「20万分の1青森県地質図及び地質説明書」、活断層研究会編（1980）<sup>(6)</sup>の「日本の活断層—分布図と資料」及び同（1991）<sup>(7)</sup>の「新編 日本の活断層—分布図と資料」、今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>の「活断層詳細デジタルマップ〔新編〕」、北村編（1986）<sup>(9)</sup>の「新生代東北本州弧地質資料集」、独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2013）<sup>(23)</sup>の「日本重力データベースDVD版」、工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の「20万分の1地質図幅「野辺地」（第2版）」等があり、これらの文献により敷地近傍の地形及び地質・地質構造の概要を把握した。

#### ② 地質調査

文献調査の結果を踏まえ、敷地を中心とする半径約5kmの範囲及びその周辺において、変動地形学的調査及び物理探査を含む地質・地質構造に関する各種調査を実施した。

変動地形学的調査としては、主に国土地理院で撮影された縮尺4万分の1の空中写真に加え、必要に応じて縮尺2万分の1及び縮尺1万分の1の空中写真並びに同院発行の縮尺2万5千分の1の地形図を使用して空中写真判読を行い、その結果に基づいて、敷地を中心とする

半径約 5 kmの範囲の原縮尺 2 万 5 千分の 1 の地形面区分図，リニアメント・変動地形の分布図等を作成した。

地質・地質構造に関する調査としては，地形調査に使用した空中写真及び地形図を使用して地表踏査等を行ったほか，必要に応じてボーリング調査及びトレンチ調査を組み合わせた調査を行い，それらの結果に基づいて敷地近傍の地質平面図，地質断面図等を作成した。

物理探査としては，地下深部の大局的な地質構造あるいは活断層の存否及び連続性を確認するため，敷地を中心とする半径約 5 kmの範囲において重力探査及び反射法地震探査を実施した。重力探査結果については，独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2013）<sup>(23)</sup>によるデータと併せて解析を行い，重力異常図等を作成した。反射法地震探査については，深部及び浅部の地下構造を把握するため，深度断面図等を作成した。反射法地震探査と併せて，地下深部の速度構造を把握するために，一部の測線において屈折法地震探査を実施した。

また，地質・地質構造について詳細な検討を行うために，一部でボーリング調査を実施した。

## （2） 調査結果

### ① 敷地近傍の地形

敷地近傍の地形図を添 3 - ロ (ハ) 第 1 図に，地形面区分図を添 3 - ロ (ハ) 第 2 図に示す。

敷地は下北半島南部の六ヶ所地域に位置し，敷地を中心とする半径約 5 kmの範囲は，主に標高 80 m以下の台地からなる。一部の河川の下流部，湖沼及び海岸沿いには低地がみられ，台地上及び海岸沿いの一部に砂丘地が局所的にみられる。また，北部の一部に標高 200 m以下



の丘陵地がみられる。

台地は、主に段丘からなる地形であり、高位面、中位面及び低位面の3面に区分される。さらに、地形面の標高、火山灰層との累重関係等から、高位面はH<sub>3</sub>面、H<sub>4</sub>面及びH<sub>5</sub>面に、中位面はM<sub>1</sub>面、M<sub>2</sub>面及びM<sub>3</sub>面に、低位面はL<sub>1</sub>面、L<sub>2</sub>面及びL<sub>3</sub>面にそれぞれ細区分される。また、本地域には、M<sub>2</sub>面よりも若干低い平坦面（M<sub>2</sub>'面）及びM<sub>3</sub>面よりも若干低い平坦面（M<sub>3</sub>'面）が認められる。M<sub>2</sub>'面は、その堆積物の上部に洞爺<sup>とうや</sup>火山灰（11.2～11.5万年前）が挟まれることから、MIS 5 e～MIS 5 dに対比される。

## ② 敷地近傍の地質

敷地近傍の地質層序表を添3-ロ(ハ)第1表に、地質平面図及び地質断面図を、それぞれ添3-ロ(ハ)第3図及び添3-ロ(ハ)第4図に示す。

敷地を中心とする半径約5kmの範囲には、下位より新第三系中新統の泊層及び鷹架層、新第三系鮮新統の砂子又層下部層及び中部層、第四系下部～中部更新統の六ヶ所層、第四系中部～上部更新統の古期低地堆積層、段丘堆積層及び火山灰層並びに第四系完新統の沖積低地堆積層、砂丘砂層及び崖錐堆積層がそれぞれ分布している。

### a. 新第三系中新統

泊層は、敷地近傍北端の六ヶ所村出戸付近より北方に分布しており、北村編（1986）<sup>(9)</sup>の泊安山岩及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の泊層に相当し、安山岩溶岩、凝灰角礫岩、軽石凝灰岩等からなる。

鷹架層は、敷地近傍の台地斜面に露出している。鷹架層は、柴崎ほか（1958）<sup>(30)</sup>、青森県（1970a）<sup>(31)</sup>、同（1970b）<sup>(32)</sup>、北村編（1986）<sup>(9)</sup>及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の鷹架層に相当し、泥岩、砂

岩，軽石凝灰岩，軽石質砂岩等からなる。鷹架層は，層相及び累重関係から，下位より下部層，中部層及び上部層の3層に細区分される。鷹架層下部層は，泥岩，細粒砂岩等からなり，一部に凝灰岩を挟む。鷹架層中部層は，礫岩，礫混り砂岩，軽石質砂岩，軽石凝灰岩，凝灰岩等からなる。鷹架層上部層は，泥岩，細粒砂岩等からなり，一部に凝灰岩を挟む。

六ヶ所村の老部川（南）中流付近より北方における泊層と鷹架層の地質構造及び累重関係から，両者は指交関係にあるものと判断した。

#### b. 新第三系鮮新統

砂子又層は，敷地近傍の丘陵地及び台地に広く分布しており，青森県（1970a）<sup>(31)</sup>及び同（1970b）<sup>(32)</sup>の浜田層並びに北村ほか（1972）<sup>(4)</sup>及び北村編（1986）<sup>(9)</sup>の砂子又層及び甲地層に相当する。また，箕浦ほか（1998）<sup>(5)</sup>の砂子又層，甲地層及び浜田層，日本地質学会編（2017）<sup>(10)</sup>の砂子又層及び浜田層並びに工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の浜田層，甲地層，清水目層及びその相当層の一部に相当する。砂子又層は，砂岩，凝灰質砂岩，シルト岩，軽石凝灰岩等からなり，下位層を不整合に覆う。砂子又層は，層相及び累重関係から，下位より下部層及び中部層の2層に細区分される（添3ーロ(ロ)第5図参照）。砂子又層下部層は，主に凝灰質粗粒砂岩からなり，一部に凝灰質細粒砂岩等を挟む。砂子又層中部層は，主にシルト岩からなり，一部に細粒砂岩を挟む。

鷹架沼南岸において，砂子又層下部層に挟まれる凝灰岩を対象に年代測定を実施したところ，フィッション・トラック法では $3.7 \pm 0.3 \text{Ma}$ ， $3.8 \pm 0.4 \text{Ma}$ 及び $3.9 \pm 0.4 \text{Ma}$ の年代値が得られ，ウラ

ン-鉛法では $4.0 \pm 0.1 \text{ Ma}$ の年代値が得られた。これらから、砂子又層下部層は新第三系鮮新統であると判断した(添3-ロ(ロ)第5図参照)。

c. 第四系下部～中部更新統

六ヶ所層は、敷地近傍の丘陵地及び台地に分布しており、北村ほか(1972)<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか(1998)<sup>(5)</sup>が野辺地町周辺に図示する野辺地層、北村編(1986)<sup>(9)</sup>が下北半島の基部から八戸市周辺にかけて図示する三沢層並びに工藤ほか(2021)<sup>(11)</sup>の浜田層、甲地層、清水目層及びその相当層の一部に相当する。六ヶ所層は主に細粒砂、シルト等からなり、下位の砂子又層下部層を不整合に覆い、古期低地堆積層とは指交関係であり、高位段丘堆積層に不整合に覆われ、一部指交関係にあるものと判断した。

鷹架沼南岸において、六ヶ所層に挟まれる火山灰を対象に年代測定を実施したところ、フィッション・トラック法では $1.3 \pm 0.2 \text{ Ma}$ 及び $0.5 \pm 0.1 \text{ Ma}$ の年代値が得られ、ウラン-鉛法では $378 \pm 3 \text{ ka}$ の年代値が得られたことから、六ヶ所層は第四系下部～中部更新統であると判断した(添3-ロ(ロ)第5図参照)。

d. 第四系中部～上部更新統

古期低地堆積層は、尾駱沼の北岸沿い等に小規模に分布しており、岩井(1951)<sup>(37)</sup>の野辺地層並びに北村ほか(1972)<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか(1998)<sup>(5)</sup>の野辺地層にほぼ相当し、主にシルト、砂及び礫からなる。古期低地堆積層は、下位の六ヶ所層を不整合に覆い(添3-ロ(ニ)第22図(1)及び添3-ロ(ニ)第22図(2)参照)、六ヶ所層とは一部指交関係であり、上位の高位段丘堆積層に不整合に覆われることから、同層の地質年代は中期更新世と判断した。

段丘堆積層は、敷地近傍の台地に広く分布しており、北村ほか(1972)<sup>(4)</sup>及び箕浦ほか(1998)<sup>(5)</sup>の段丘堆積層並びに工藤ほか(2021)<sup>(11)</sup>の海成段丘堆積物等に相当し、主に砂及び礫からなる。段丘堆積層は、分布標高、堆積物の層相、火山灰層との関係等から、高位段丘堆積層、中位段丘堆積層及び低位段丘堆積層に3区分され、それぞれ高位面、中位面及び低位面を形成する(添3-ロ(ロ)第2表参照)。

火山灰層は、敷地近傍の丘陵地及び台地上に広く分布し、主に褐色の粘土質火山灰からなる。火山灰層中には、主な示標テフラとして甲地軽石、オレンジ軽石、洞爺火山灰、阿蘇4火山灰、十和田レッド火山灰、十和田大不動火山灰及び十和田八戸火山灰が認められる。

#### e. 第四系完新統

沖積低地堆積層は、老部川(南)、二又川から下流の尾駈沼、とくさり戸鎖川から下流の鷹架沼等、河川沿いの低地等に分布しており、主に礫、砂及び粘土からなる。

砂丘砂層は、敷地近傍東端の太平洋側の海岸沿いあるいは段丘面上の一部に分布しており、主に砂からなる。

崖錐堆積層は、敷地近傍北方の山麓斜面等に分布しており、主に礫、砂及び粘土からなる。

#### ③ 敷地近傍のリニアメント・変動地形

空中写真判読によるリニアメント・変動地形の判読基準を添3-ロ(ロ)第3表に、敷地近傍のリニアメント・変動地形の分布図を添3-ロ(ハ)第5図に示す。

敷地近傍には、六ヶ所村泊南方の棚沢川右岸から老部川(南)右岸

にかけて、ほぼN-S方向のL<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。また、六ヶ所村二又の北西付近には、ほぼE-W方向のL<sub>D</sub>リニアメント及びNW-SE方向のL<sub>D</sub>リニアメントが判読され、六ヶ所村戸鎖南方に、ほぼE-W方向のL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。

#### ④ 敷地近傍の地質構造

##### a. 敷地近傍の地質構造

敷地近傍の地質構造として、尾駮沼付近から鷹架沼付近にかけて、NE-SW方向の軸をもつ非対称な向斜構造が認められ、南方の市柳沼付近まで認められる。この非対称な向斜構造は、新第三系中新統の鷹架層及び新第三系鮮新統の砂子又層下部層に認められるが、これより上位の第四系下部～中部更新統の六ヶ所層及びこれより上位の堆積物には認められない（添3-ロ(ハ)第3図及び添3-ロ(ハ)第4図参照）。

老部川（南）左岸付近から棚沢川付近にかけて、ほぼN-S方向の軸をもつ背斜構造が認められる。この背斜構造は、新第三系中新統の鷹架層及び泊層に認められるが、これより上位の第四系中部更新統の段丘堆積層及びこれより上位の堆積物には認められない。

敷地近傍の重力異常図（ブーゲー異常図）を添3-ロ(ハ)第6図に示す。

敷地近傍では、大局的に、敷地の北東の丘陵地において相対的に高重力異常を示し、これより南西に向かって緩やかに低重力異常を示している。顕著な重力異常の急変部は認められず、地下深部の大きな地質構造の変化は推定されない。また、敷地近傍に認められる褶曲構造及びリニアメント・変動地形に対応するような線状の重力

異常の急変部も認められない。

敷地近傍の反射法地震探査の測線位置を添3-ロ(ハ)第3図に、反射法地震探査結果を添3-ロ(ハ)第7図に示す。

これによると、西側低下の正断層の形態を示す反射面の不連続が認められ、その位置、走向、断層形態等から、敷地内で確認されているf-2断層と判断される。また、出戸西方断層が、西上がりの逆断層の形態を示す反射面の不連続として認められる。さらに、後述の地表地質調査によって明らかとなった尾駮沼付近から鷹架沼付近にかけて認められるNE-SW方向の軸をもつ非対称な向斜構造の位置に対応して、鷹架層相当層からなる緩やかで非対称な向斜構造が認められ、その西縁部でやや急傾斜となる。この向斜構造は、北東に位置する尾駮沼口付近で、さらに緩やかになりながらも認められ、反射面の形状やその方向性、地表部における鷹架層の走向・傾斜等から、これらは連続した一連の構造であると判断した(添3-ロ(ハ)第8図参照)。

この向斜構造の直上部では、中位段丘堆積層(M<sub>1</sub>面堆積物及びM<sub>2</sub>面堆積物)が形成する中位面(M<sub>1</sub>面及びM<sub>2</sub>面)にリニアメント・変動地形は判読されず、急傾斜に対応する高度差も認められない。

反射法地震探査結果では、f-2断層、出戸西方断層及び向斜構造の他には、顕著な反射面の不連続は認められない。

屈折法地震探査結果によると、最下位速度層(V<sub>P</sub>=5.5km/s相当層)上面が深度2km付近にあり、この深度以深に広く先新第三系の尻屋層の分布が想定される。

b. 敷地を中心とする半径約5km範囲の断層及びリニアメント・変動

## 地形

文献調査結果に基づく、敷地近傍の活断層分布図（半径約5 km範囲）を添3-ロ(ハ)第9図に示す。

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>によると、敷地を中心とする半径約5 kmの範囲には、六ヶ所村出戸付近に1条（出戸西方断層）、六ヶ所村二又付近に2条、六ヶ所村戸鎖付近に1条及び老部川（南）上流付近に1条の合計5条のリニアメントが図示されており、いずれも「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」とされている。今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>によると、六ヶ所村泊付近から同村尾駈付近に1条（出戸西方断層帯）を図示している。工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>によると、老部川から棚沢川南方に1条（出戸西方断層）及び六ヶ所村東部に1条（六ヶ所撓曲）を図示している。山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>は、敷地近傍の半径約5 km範囲には、活断層又は推定活断層を図示していない。

変動地形学的調査結果によると、添3-ロ(ハ)第5図に示すように、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>による出戸付近のリニアメントにほぼ対応する位置及び今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>による活断層の一部に対応する位置に、L<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。同じく二又付近及び戸鎖付近に、それぞれL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。また、老部川（南）上流付近には、リニアメント・変動地形は判読されない。

### (a) 出戸西方断層

#### i. 文献調査結果

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、六ヶ所村泊南方の棚沢川付近から同村出戸<sup>しんちょう</sup>新町南方にかけて、ほぼN-S方向、長さ4 km、

活動度B, 「活断層の疑のあるリニアメント (確実度Ⅲ)」の出戸西方断層を図示・記載し, 下末吉面相当に低断層崖がみられるとしている。また, 低断層崖状の崖が旧海食崖の可能性もあり, 低断層崖とする証拠がないので確実度をⅢとしたと記載している。

今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup> は, 六ヶ所村泊の中山崎付近から同村尾駈の老部川 (南) 左岸にかけて, 長さ約20km (図読では約13km), ほぼ南北方向に延びる西側隆起の逆断層帯として出戸西方断層帯を図示・記載し, 南部の老部川の北岸では, 後期更新世の海岸段丘面を変位させる断層露頭が確認され, 北部では, 海岸沿いの段丘面が本断層帯に向かって西向きに傾動しており, 平均上下変位速度や活動履歴は不明であるとしている。

渡辺ほか (2008) <sup>(61)</sup> 及び渡辺 (2016) <sup>(62)</sup> は, 六ヶ所村周辺に分布する段丘面上に撓曲崖を図示しており, この変形は西傾斜の逆断層によるものであるとしている。また, この逆断層は第四紀後期まで活動を繰り返している活断層であるとし, NNE-SW方向に連続し, 陸上部での延長は少なくとも15kmであるとしている。

工藤ほか (2021) <sup>(11)</sup> は, 老部川から棚沢川南方にかけてほぼ南北に延びる約5km (図読) の逆断層として出戸西方断層を図示・記載している。また, 渡辺ほか (2008) <sup>(61)</sup> 及び渡辺 (2016) <sup>(62)</sup> の六ヶ所村周辺に分布する段丘面上の撓曲崖を引用し, 六ヶ所撓曲として図示している。

山崎ほか (1986) <sup>(3)</sup> は当該断層を図示していない。

## ii. 変動地形学的調査結果

出戸西方断層周辺の空中写真判読図 (当社判読図) を添3-10



(ハ)第10図(1)に、空中写真判読図(今泉ほか編(2018)の活断層図と当社判読図との重ね図)を添3-ロ(ハ)第10図(2)に、及び赤色立体地図(今泉ほか編(2018)の活断層図と当社判読図との重ね図)を添3-ロ(ハ)第10図(3)に示す。

六ヶ所村泊の馬門川右岸付近から同村棚沢川を経て同村老部川(南)右岸付近までの約11km間に、ほぼN-S方向の $L_B$ 、 $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが判読される。

棚沢川の北方には、御宿山東方の馬門川右岸付近に至る約4km間の山地内に、ほぼN-S方向の $L_D$ リニアメントが断続的に判読される。このリニアメントは、連続性の非常に悪い鞍部と直線状の谷・急斜面からなる。

六ヶ所村石川南方の棚沢川右岸から、同村出戸新町を経て老部川(南)右岸付近に至る約6km間に、ほぼN-S方向の $L_B$ 、 $L_C$ 及び $L_D$ リニアメントが判読される。

このうち、棚沢川右岸から出戸新町南方に至る約4km間では、 $L_B$ リニアメントが連続する。 $L_B$ リニアメントは、主に中位面( $M_2'$ 面)にみられる東側が低い低崖、若しくは中位面( $M_1$ 面)と中位面( $M_2$ 面、 $M_2'$ 面及び $M_3$ 面)との境界からなる。

出戸新町南方から老部川(南)左岸にかけて、 $L_C$ リニアメントが連続する。この $L_C$ リニアメントは、中位面( $M_2$ 面)の急傾斜部及び中位面( $M_2$ 面)と中位面( $M_3$ 面)を境する低崖からなる。

老部川(南)右岸付近には、 $L_D$ リニアメントが判読される。この $L_D$ リニアメントは、中位面( $M_2$ 面)とその東側の低地を境する崖からなる。

これらのリニアメント・変動地形のうち、棚沢川右岸から出戸新町南方付近に至る約4 km間が活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>の出戸西方断層に、また、棚沢川右岸から老部川（南）左岸付近に至る約5 km間が今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>の出戸西方断層帯の南部及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>の出戸西方断層に対応する。

今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が図示・記載する出戸西方断層帯の北部（棚沢川右岸から中山崎に至る約8 km間）は、大局的には西側の山地斜面と東側の台地との境をなす遷緩線と判読され、微視的にみても山地斜面裾部から台地にかけての扇状地面分布域を含めてリニアメント・変動地形は判読されない。

棚沢川北方の馬門川右岸付近に判読されるL<sub>D</sub>リニアメントより北方には、リニアメント・変動地形は認められない。また、同リニアメント南方延長位置における北川左岸に判読される高位段丘面（H<sub>2</sub>面）に顕著な高度不連続は認められない。なお、棚沢川右岸の低位段丘面（L<sub>1</sub>面）及び棚沢川左岸の中位段丘面（M<sub>1</sub>面、M<sub>2</sub>面及びM<sub>2</sub>'面）には、リニアメント・変動地形は判読されない。

断層南方延長の老部川（南）右岸付近以南にあたる六ヶ所村尾駁地区の中位面（M<sub>1</sub>面、M<sub>2</sub>面及びM<sub>2</sub>'面）には、リニアメント・変動地形は判読されない。

地形面の分布及び変動地形を詳細に把握することを目的として作成した、DEMに基づく出戸西方断層周辺の空中写真判読図（鳥瞰図）及び地形断面図を添3-ロ（ハ）第11図及び添3-ロ（ハ）第12図に示す。

棚沢川以南のリニアメント・変動地形が判読される位置に対応して、低崖及び地形の撓みが認められる。低崖の標高差は、六ヶ

所村出戸西方の村宮放牧場北付近で最大であり、北方及び南方に向かって徐々に減少する。この低崖を挟んだ東西で段丘面が異なり、西側には主にM<sub>1</sub>面が分布し、東側にはM<sub>2</sub>面、M<sub>2</sub>'面及びM<sub>3</sub>面が分布していることから、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が指摘するとおり、崖は海水準変動に伴う段丘崖である可能性が高いと判断した。一方で、この段丘崖に沿ってリニアメント・変動地形が判読され、老部川（南）左岸のD-1露頭（H16）において、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）に西上がりの変位を与える逆断層を確認したことから、崖の標高差には出戸西方断層の活動による西上りの成分も含まれているものと考えられる。

また、出戸西方断層周辺の中位段丘面の勾配は、リニアメント・変動地形が判読される近傍を除き、現在の海底地形勾配と同等であり、段丘面の傾動を示唆する地形は認められない。ただし、一部の中位段丘面の勾配が周辺の段丘面及び海底地形の勾配よりも大きい地点がいくつかある。勾配が大きい理由については、これらの地点におけるボーリング調査の結果から、出戸西方断層による変形を除き、

- ・表層を覆う扇状地性堆積物によって海成段丘が埋没していること
- ・段丘構成層が河成堆積物からなること

といった2つの要因が考えられる（添3-ロ(ハ)第13図及び添3-ロ(ハ)第46図参照）。

出戸西方断層周辺の旧汀線高度分布図を添3-ロ(ハ)第14図に示す。

中位段丘面の旧汀線高度分布を検討した結果によると、棚沢川

右岸から老部川（南）右岸付近にかけて、 $M_1$ 面に代表される中位段丘面の高まりが認められるものの、この範囲より北側あるいは南側においては、このような傾向は認められない。

### iii. 物理探査結果

重力探査結果に基づき、出戸西方断層周辺の残差重力分布図を添3-ロ(ハ)第15図に示す。

出戸西方断層周辺では、大局的に、北方の丘陵地及び山地において相対的に高重力異常を示し、これより南方に向かって低重力異常を示している。出戸西方断層に対応するような重力異常の急変部は認められない。

出戸西方断層南方の反射法地震探査結果によると、老部川（南）付近の出戸西方断層の位置に、西上がりの高角度な逆断層の形態を示す反射面の不連続が認められる（添3-ロ(ハ)第7図(1)参照）。反射面の不連続は、深部の泊層相当層から浅部の鷹架層相当層まで認められ、西側隆起の変位が地表付近まで及んでいると推定されるが、出戸西方断層の南方延長には、このような地表付近まで達する反射面の不連続は認められない（添3-ロ(ハ)第7図(2)参照）。

### iv. 地表地質調査結果等

出戸西方断層周辺の地質平面図を添3-ロ(ハ)第16図に、地質断面図を添3-ロ(ハ)第17図に示す。

断層周辺には、新第三系中新統の泊層及び鷹架層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層、低位段丘堆積層等が分布する。

泊層は、凝灰角礫岩、安山岩溶岩等からなり、主に出戸新町以北に分布している。鷹架層は、泥岩、砂岩、軽石凝灰岩等からな

り、棚沢川付近より南方に分布し、特に出戸新町以南に広く分布している。

(i) 断層主部の地質調査結果

出戸新町以南の鷹架層には、ほぼN-S～NNE-S SW走向で東急傾斜する地質構造が認められる。東急傾斜の地質構造は、判読されるリニアメント・変動地形の位置にほぼ一致している。

断層中央部にあたる出戸川では、 $L_B$ リニアメントに対応する位置において、断層露頭が認められる（DW-1露頭及びDW-2露頭：添3-ロ(ハ)第18図及び添3-ロ(ハ)第19図参照）。本露頭においては、被覆層との関係は確認できないものの、泊層の凝灰角礫岩と砂質凝灰岩を境する明瞭かつシャープな断層面が認められ、断層面にはフィルム状の粘土状破碎部が認められる。

老部川（南）左岸の $L_C$ リニアメントに対応する位置において、断層露頭が認められる（D-1露頭全体の調査位置及びD-1露頭（H16）：添3-ロ(ハ)第20図及び添3-ロ(ハ)第21図参照）。D-1露頭（H16）においては、鷹架層とその上位を不整合に覆う中位段丘堆積層（ $M_2$ 面堆積物）に西上がりの逆断層が認められ、中位段丘堆積層（ $M_2$ 面堆積物）の上面に約4mの鉛直変位が認められる。本露頭においては、十和田レッド火山灰（約8万年前）及びその上位の十和田大不動火山灰（約3.2万年前）に断層変位が及んでいるものの、さらに上位の十和田八戸火山灰（約1.5万年前）には変位・変形が及んでいない。また、D-1露頭前トレンチの地質観察結果によると、

鷹架層を覆う第四紀の地層に西側隆起の変位・変形を与える逆断層が認められ、断層は概ね南北走向で70° 西傾斜を示す（添3-ロ(ハ)第22図参照）。D-1 露頭は平成8年から平成14年を経て平成16年にかけて造成され、各段階における露頭観察結果によると、断層トレースは湾曲した分布形態を示し、直線的に南方へ連続する（添3-ロ(ハ)第20図及び添3-ロ(ハ)第23図参照）。なお、D-1 露頭西側法面の地質観察結果によると、鷹架層の地質構造はE-W走向、高角度北傾斜を示し、破碎部を伴うような断層は認められない（添3-ロ(ハ)第24図参照）。また、D-1 露頭（H16）の観察結果から、第四紀後期更新世の累積的活動が明らかであり、平均変位速度は約4 m/10万年と見積もられる（添3-ロ(ハ)第25図参照）。

(ii) 断層南端付近の地質調査結果

出戸西方断層の南方への連続性、南方の地質構造把握等を目的にボーリング調査及び反射法地震探査を実施した。出戸西方断層南方の鷹架層上限面図を添3-ロ(ハ)第26図に、地質断面図を添3-ロ(ハ)第27図に、反射法地震探査結果を添3-ロ(ハ)第28図に示す。

ボーリング調査結果によると、出戸西方断層南方の基盤は主に鷹架層中部層粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層、軽石混り砂岩層及び礫混り砂岩層並びに鷹架層上部層泥岩層が分布する。

D-1 露頭における出戸西方断層の走向・傾斜から想定される南方延長では、老部川（南）左岸から老部川（南）河床付近のX測線、Y測線及びA測線において高角度西傾斜の出戸西方

断層を確認した。確認した出戸西方断層は、いずれも幅1 cm～3 cmの粘土状破碎部を伴い、最新面の変位センスは逆断層である。しかし、老部川（南）右岸のL<sub>D</sub>リニアメント位置に対応するZ測線以南では、出戸西方断層と同様の特徴を持つ断層は確認されない。なお、X測線、Y測線、A測線及びZ測線の出戸西方断層の西側にみられ、濃縮・埋設事業所敷地に連続すると想定されるs f断層（s f - b断層及びs f - c断層）は、ボーリング調査結果等から、断層面は固結・ゆ着し、断層面及び周辺にせん断面や破碎部は認められないことから、鷹架層堆積当時～堆積直後の未固結時の断層であると判断した。また、s f断層（s f - b断層及びs f - c断層）は、中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物）に変位・変形を与えていないことから、第四紀後期更新世以降の活動はないものと判断した。

鷹架層の地質構造は、C測線付近以北ではN-S走向、東に急傾斜する構造が認められ、Z測線付近以北では一部傾斜が逆転している。C測線付近以南ではNE-SW走向を示し、出戸西方断層沿いに認められる急傾斜構造は、南方に向かって傾斜が緩くなることから、C測線付近を境に鷹架層の地質構造に差異が認められる。

反射法地震探査結果によると、老部川（南）左岸（X測線）付近では、明瞭な反射面がみられる深度300m付近まで西上がりの高角度な逆断層の形態を示す反射面の不連続が認められ、ボーリング調査結果等に基づく出戸西方断層の地表トレース位置と一致する（添3-ロ(ハ)第28図(2)参照）。また、尾駈沼北方（F測線）付近では、南東に緩く傾斜する反射面が認め

られ、ボーリング調査結果等に基づく地質構造と整合する（添3-ロ(ハ)第28図(1)参照）。

老部川（南）右岸のL<sub>D</sub>リニアメントの南方延長位置において、出戸西方断層の南端の地質構造を詳細に確認することを目的として、B測線付近において東西方向423m区間のトレンチ調査（以下、「断層南方延長トレンチ」という。）を実施した（添3-ロ(ハ)第29図参照）。断層南方延長トレンチ付近の地形標高は、西端が標高24m程度、東端が標高17m程度であり、標高20m付近に傾斜変換点が認められる。なお、傾斜変換点の基盤標高は、西側で高く、東側で低い。断層南方延長トレンチ内で確認される地質は、鷹架層、中位段丘堆積層、火山灰層等である。鷹架層は、中部層礫混り砂岩層及び上部層泥岩層が分布する。礫混り砂岩層は、凝灰岩、礫岩、礫混り砂岩及び砂岩に細分される。中位段丘堆積層は、淘汰が良い中粒砂、シルト等からなり、堆積相から大きく4層（砂層1、砂層2、砂層3及び砂層4）に区分される（添3-ロ(ハ)第30図参照）。火山灰層は、洞爺火山灰（11.2～11.5万年前）、十和田レッド火山灰（約8万年前）等を挟む。洞爺火山灰（11.2～11.5万年前）は、傾斜変換点の西側の標高21m以上の範囲では火山灰層の最下部付近に風成で堆積しており、東側の標高20m以下の範囲では砂層4の下位に挟まれることから、断層南方延長トレンチ西側と東側では離水時期が異なる段丘面であると判断した。

鷹架層は、全体にNNE-S SW走向、30°～70°東傾斜の構造を有し、西側から東側に向かって上位の地層が出現する。鷹架層の上限面は浸食面であり、岩質の影響を受けて、礫質部



で高く、砂質部で低い。出戸西方断層と同様の特徴を有する高角度西傾斜、西上がりの断層は認められない。ただし、複数の小規模な断層が認められ、基盤上面及び第四系に変位・変形を与える構造として、NNE-S SW走向、東傾斜及び東上がりの断層が3条（イ断層、ロ1断層及びロ2断層）認められる（添3-ロ(ハ)第31図参照）。これら断層は、いずれも断層面が平滑であり、断層面に沿って軟質細粒物を挟む特徴を有する。いずれの断層も連続性が乏しく、活動に累積性は認められないものの、基盤岩上面及び第四系に変位・変形を与えていることから、これら断層を出戸西方断層の副次的な断層として安全側に評価した。

B測線におけるボーリング調査結果によると、A測線以北で認められる明瞭な西傾斜の断層は認められない。また、断層南方延長トレンチ付近の中位段丘堆積層はほぼ水平に堆積しており、西側隆起の傾向は認められない。B測線付近で実施した反射法地震探査結果によると、東に急傾斜する反射面が認められ、断層を示唆するような不連続は認められず、ボーリング調査結果等に基づく地質構造と整合する（添3-ロ(ハ)第28図(3)参照）。

また、イ断層、ロ1断層及びロ2断層と同様に軟質細粒物を挟む断層の有無を確認することを目的として、出戸西方断層南方のボーリングコア等に認められる断層の性状分類を行い（添3-ロ(ハ)第32図参照）、確認された断層を対象に針貫入試験を実施した（添3-ロ(ハ)第2表参照）。出戸西方断層及び軟質細粒物を挟む断層の針貫入試験結果は測定下限値以下であり、

軟質細粒物を挟む断層はB測線以北では確認されるが、C測線以南では認められない。なお、C測線以南においても測定下限値以下の箇所が認められるが、せん断面及び破碎部を伴わないこと、断層部だけではなく周辺の母岩でも測定下限値以下を確認したこと、また、D測線及びE測線の同層準では測定下限値以下を確認していないことから、断層の影響によるものではなく、また、連続的に分布するものではないと判断した。

断層南方延長トレンチ東端の調査結果に加え、同トレンチ東側の低位段丘面（L<sub>1</sub>面）にみられる低崖において実施した地形調査結果及びボーリング調査結果によると、低崖の西側に砂丘砂層が認められること及び、鷹架層中に出戸西方断層と同様の特徴を持つ断層は認められないことを確認した。このことから、低位段丘面（L<sub>1</sub>面）にみられる低崖は砂丘砂層の高まりによるものと判断した。

さらに、出戸川南方の海上音波探査記録の検討結果より、出戸西方断層南方からF-d断層に連続するような活構造は認められないことを確認した。

### (iii) 断層南方の向斜構造に係る地質調査結果

尾駮沼付近から鷹架沼付近にかけて認められるNE-SW方向の軸をもつ非対称な向斜構造の上載地層である六ヶ所層の分布を把握することを目的として、尾駮沼南岸及び鷹架沼南岸において、地表地質調査、ボーリング調査及び地質年代測定を実施した。調査位置を添3-ロ(ハ)第16図に示す。

尾駮沼南岸において実施したボーリング調査結果によると、鷹架層上部層は、それに挟まれる鍵層（砂岩）の分布から、向

斜軸の北西側で急傾斜を示し、南東側で緩傾斜を示しており、向斜軸を挟んで非対称な特徴を示す（添3-ロ(ハ)第33図参照）。尾駁沼南岸の向斜構造西縁部において実施したボーリング調査結果によると、南東に傾斜して分布する鷹架層上部層及び砂子又層下部層を、不整合に覆って六ヶ所層がほぼ水平に分布する（添3-ロ(ハ)第34図参照）。

鷹架沼南岸において実施した地表地質調査結果によると、地質は下位より鷹架層上部層、砂子又層下部層、六ヶ所層、中位段丘堆積層等からなる（添3-ロ(ハ)第35図参照）。向斜軸から西翼部にかけて重点的に実施したボーリング調査及び地表地質調査結果によると、ボーリングコア及び複数の露頭において砂子又層下部層と六ヶ所層との不整合を確認した（添3-ロ(ハ)第36図及び添3-ロ(ハ)第37図参照）。砂子又層下部層の地質構造は、北西から南東に向かうにつれて傾斜を減じ、ボーリング地点及びT k h 露頭付近で約 $40^{\circ}$ ～ $30^{\circ}$  南東傾斜を示し、露頭3及び露頭4で約 $20^{\circ}$  南東傾斜を示す（添3-ロ(ハ)第38図(1)、添3-ロ(ハ)第38図(4)及び添3-ロ(ハ)第38図(5)参照）。向斜軸の南東の露頭5、露頭1及び露頭2では傾斜方向を転じ、 $1^{\circ}$ ～ $4^{\circ}$ の緩い北西傾斜を示す（添3-ロ(ハ)第38図(2)、添3-ロ(ハ)第38図(3)及び添3-ロ(ハ)第38図(6)参照）。すなわち、砂子又層下部層は向斜軸の北西側で急傾斜を示し、南東側で緩傾斜を示しており、向斜軸を挟んで非対称な特徴を示す。六ヶ所層は、下位の砂子又層下部層を不整合に覆い、大局的には約15m～20mのほぼ一定の層厚で東に緩く傾斜しており、向斜構造を形成する下位層とは非

調和な分布を示している（添3ーロ(ハ)第35図参照）。六ヶ所層の内部構造に着目すると、最下位に基底礫を伴うシルト・砂互層が分布し、その上位にシルトが累重しており、このシルトを削り込んで礫混り砂（非海成層）が分布し、その上位に細粒砂、粗粒砂及びシルトが累重している。これらはチャネル状に分布すると解釈される礫混り砂（非海成層）を除いて、いずれもほぼ水平に分布しており、向斜構造を形成した構造運動の影響を受けていないものと判断される（添3ーロ(ハ)第37図参照）。また、T k h 露頭と露頭1の標高データ等から算出される中位段丘堆積層（M<sub>1</sub>面堆積物）基底面の勾配は約1.2%であり、添3ーロ(ハ)第33図に示す⑰測線の中位面（M<sub>1</sub>面）の勾配1.1%と調和的である。

T k h 露頭及び露頭3において、砂子又層下部層に挟まれる凝灰岩を対象に年代測定を実施したところ、フィッション・トラック法では $3.7 \pm 0.3 \text{Ma}$ 、 $3.8 \pm 0.4 \text{Ma}$  及び  $3.9 \pm 0.4 \text{Ma}$  の年代値が得られ、ウランー鉛法では $4.0 \pm 0.1 \text{Ma}$  の年代値が得られた。これらから、砂子又層下部層は、新第三系鮮新統であると判断した。また、T k h 露頭において、六ヶ所層の標高26.5m付近に挟まれる粗粒火山灰を対象に年代測定を実施したところ、フィッション・トラック法では $0.5 \pm 0.1 \text{Ma}$  の年代値が得られ、ウランー鉛法では $378 \pm 3 \text{ka}$  の年代値が得られた。さらに、露頭1において、六ヶ所層の標高10.5m付近に挟まれる軽石質粗粒火山灰を対象にフィッション・トラック法による年代測定を実施したところ、 $1.3 \pm 0.2 \text{Ma}$  の年代値が得られた。これらから、六ヶ所層は第四系下部～中部更新統であ

ると判断した。

以上のことから、尾駮沼付近から鷹架沼付近にかけて認められるNE-SW方向の軸をもつ非対称な向斜構造を形成した構造運動は六ヶ所層の堆積中及び堆積後には認められないと判断した。また、同構造は、出戸西方断層とは方向及び活動時期が異なることから、一連の構造ではないことが明らかとなった。

#### (iv) 断層北端付近の地質調査結果

棚沢川左岸から御宿山東方の馬門川付近にかけて、泊層の地質分布から、ほぼN-S走向及びNNE-S SW走向の2条の西落ちの正断層が推定される。このうち、東側に位置するN-S走向の断層沿いには、L<sub>D</sub>リニアメントが断続的に判読される。

棚沢川以北においては、一部の尾根筋にL<sub>D</sub>リニアメントが断続的に判読されるが、北川左岸に分布する高位段丘面(H<sub>2</sub>面)付近で実施した地表地質調査及びボーリング調査の結果によると、リニアメントを挟んだ東西の高位段丘面に高度不連続は認められず、被覆層の境界にも不連続は認められない(添3-ロ(ハ)第16図及び添3-ロ(ハ)第39図参照)。

棚沢川北方の断層沿いには、OT-1露頭及びOT-2露頭が認められる(添3-ロ(ハ)第40図(1)及び添3-ロ(ハ)第40図(2)参照)。北川左岸付近に確認されるOT-2露頭の地質観察結果によると、被覆層との関係は確認できないものの、泊層の凝灰角礫岩とセピオライト脈とを境するシャープな断層面が認められ、破碎幅は約15cmであり、断層面には軟質で直線的な粘土状破碎部が認められる。OT-2露頭から定方位でブロックサンプリングを行い、採取した試料の研磨片観察結果及び

C T画像観察結果を添3-ロ(ハ)第41図(2)に、薄片観察結果を添3-ロ(ハ)第42図(2)にそれぞれ示す。これらの結果から、最新活動を示す断層面の変位センスは逆断層である。

馬門川右岸付近に確認されるOT-1露頭の地質観察結果によると、被覆層との関係は確認できないものの、泊層の安山岩溶岩とセピオライト脈とを境する断層面が認められ、破碎幅は約1cmであり、顕著な破碎部は認められず、断層面は固結している。OT-1露頭から定方位でブロックサンプリングを行い、採取した試料の研磨片観察結果及びC T画像観察結果を添3-ロ(ハ)第41図(1)に、薄片観察結果を添3-ロ(ハ)第42図(1)にそれぞれ示す。これらの結果から、最新活動を示す断層面の変位センスは正断層であり、出戸西方断層の変位センスとは一致しない。なお、OT-1露頭以北にはリニアメント・変動地形は判読されない。

さらに、棚沢川から物見崎付近の海上音波探査記録の検討結果より、出戸西方断層北端付近から太平洋側に連続するような活構造は認められないことを確認した。

(v) 棚沢川北方の平野部を対象にした地質調査結果

棚沢川北方の平野部を対象に実施したボーリング調査結果等によると、段丘面構成層は主に砂礫からなる河成層であり、段丘面構成層の層相分布は東西方向に連続し、その勾配は原地形と概ね整合的である(添3-ロ(ハ)第13図参照)。また、東京電力株式会社(2010)<sup>(59)</sup>が実施した地形・地質調査結果によると、扇状地面及び中位段丘面が単調に東方へ緩く傾斜しており、リニアメント・変動地形は判読されず、河川沿いに確認さ

れる泊層も緩傾斜を示しており、断層及びその構造を示唆する地質構造は認められない（添3-ロ(ハ)第43図参照）。

v. 文献が指摘する出戸西方断層帯の北部を対象にした地質調査結果

今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が棚沢川右岸から中山崎にかけて図示・記載する出戸西方断層帯の北部における「活断層」の存否を把握することを目的として、馬門川周辺に2本の測線（MK測線及びIB測線）を配して地表地質調査及びボーリング調査を実施した。

馬門川左岸において今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が最も確実とする「断層崖」直近の平坦面上にて、断層線の走向と概ね直交するようにMK測線を配し、斜めボーリング、鉛直ボーリング及び地表地質調査を実施した。その結果、地質は大局的に緩い西傾斜を示す泊層の安山岩溶岩、火山角礫岩等からなり、それらに出戸西方断層の存在を示唆する断層及び地質構造は認められない。（添3-ロ(ハ)第44図(1)参照）

馬門川南方において今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が最も確実とする「断層崖」を横断するようにIB測線を配し、ボーリング調査を実施した。その結果、地質は泊層の安山岩溶岩、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）等からなり、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）の上位には洞爺火山灰（11.2～11.5万年前）、十和田レッド火山灰（約8万年前）等を挟むローム層、扇状地堆積物が分布する。洞爺火山灰（11.2～11.5万年前）は今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が図示する「断層崖」を横断する東西でほぼ水平に連続しており、IB-1孔からIB-4孔間の泊層と中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）と

の不整合面の勾配 (3.7%) と洞爺火山灰 (11.2~11.5万年前) の勾配 (3.6%) はほぼ平行に連続していることから、出戸西方断層の存在を示唆するような断層は推定されない。なお、今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup> が図示する「断層崖」の西側には、礫混りシルトからなる扇状地堆積物が最大層厚 5 m 程度で分布しており、この東側には分布していないことから、この「断層崖」は扇状地堆積物の堆積状況を判読したものと判断される (添 3-ロ (ハ) 第 44 図 (2) 参照)。

- vi. 文献が指摘する出戸西方断層帯の北端付近に係る地質調査結果
- 今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup> 図示する出戸西方断層帯の北端付近の中位段丘面の旧汀線高度を把握することを目的として、中山崎周辺に 9 本の測線 (北から NK f 測線, NK a 測線, NK b 測線, NKN 測線, NK c 測線, NK 測線, NK d' 測線, NK S 測線, NK g 測線) を配してボーリング調査を実施した。その結果、地質は基盤をなす泊層の玄武岩溶岩, 安山岩溶岩, 凝灰角礫岩等と、これを不整合で覆う中位段丘堆積層 ( $M_1$  面堆積物) 等からなる。中位段丘面 ( $M_1$  面) の構成層は分布しないか極めて薄い砂や円礫層等からなる。特に NK 測線においては、泊層を直接覆う風成の火山灰層の下部に洞爺火山灰 (11.2~11.5万年前) を挟んでおり、段丘面は波食台の様相を呈している。NK c 測線以北では中位段丘面は古期扇状地堆積物に広く覆われており、その下位に中位段丘面が埋没していることから、中位段丘面 ( $M_1$  面) の旧汀線高度 (地形面) は古期扇状地堆積層の厚さに対応して異なっている。一方、旧汀線高度 (泊層上限) は概ね標高 26m 前後で一定であり、今泉ほか編 (2018) <sup>(8)</sup> の出戸西方断層帯の



北端付近を境として系統的な高度不連続は認められない（添3-ロ(ハ)第45図及び添3-ロ(ハ)第46図参照）。

今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>はNK測線及びNK S測線付近の中位段丘面上に西向き傾動を図示している。これらについて、NK測線の調査結果によると、NK-4孔付近における中位段丘面（M<sub>1</sub>面）の浸食地形と古砂丘堆積物の高まりからなる、やや西傾斜の地形面範囲を判読したものと判断される（添3-ロ(ハ)第46図(2)参照）。NK S測線の調査結果によると、NK S-3孔及びNK S-4孔とこれより西側にみられるような古期扇状地堆積物の層厚の違いによる段丘面の傾斜が、みかけ緩傾斜になっている範囲を判読したものと判断される（添3-ロ(ハ)第46図(3)参照）。

NKN測線では、西側が高く、東側が低い泊層上限高度の不連続が崖状に認められる。崖の東側には石英粒子を多く含む円礫混り砂が泊層を直接覆っており、阿蘇4火山灰（8.5～9万年前）を挟む湿地堆積物に覆われることから中位段丘堆積物（M<sub>3</sub>面堆積物）と判断される。崖の西側は段丘堆積物が分布しないものの、NK測線のテフラ層序から標高23m付近の平坦面をMIS 5eのM<sub>1</sub>面とした。この結果から、崖はMIS 5eから5cにかけての海水準変動に伴う段丘崖と判断されるが、断層崖の可能性について確認するため、NKN-8孔及びNKN-9孔により崖直下における泊層中の地質確認を行った結果、断層は認められない（添3-ロ(ハ)第46図(2)参照）。

以上のことから、今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>が指摘する出戸西方断層帯の北端付近には出戸西方断層の存在を示唆する断層及び地

質構造は存在しないと判断した。

vii. 総合評価

出戸西方断層周辺には、六ヶ所村泊馬門川右岸付近から同村棚沢川を経て同村老部川（南）右岸付近までの約11km間にL<sub>B</sub>、L<sub>C</sub>及びL<sub>D</sub>リニアメントが判読される。

地表地質調査結果によると、老部川（南）左岸のL<sub>C</sub>リニアメントに対応する位置において、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）に西上がりの変位を与える逆断層が認められる（D-1露頭（H16））。D-1露頭（H16）では、中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）の上面に、約4mの鉛直変位が認められ、その上位の十和田レッド火山灰（約8万年前）及び十和田大不動火山灰（約3.2万年前）に断層変位が及んでいる。

老部川（南）右岸のL<sub>D</sub>リニアメント位置に対応するZ測線より南には、リニアメント・変動地形は判読されず、出戸西方断層と同じ西傾斜の逆断層は認められない。

断層南方延長トレンチにおいて確認されるイ断層、ロ1断層及びロ2断層については、連続性が乏しく、累積性が認められないものの、基盤岩上面及び第四系に変位・変形を与えていることから、これら断層を出戸西方断層の副次的な断層として安全側に評価した。これら副次的な断層は、断層南方延長トレンチ位置と概ね一致するB測線から南へ約245mの位置であるC測線以南には確認されず、鷹架層の地質構造は、C測線付近以北ではN-S走向、C測線付近以南ではNE-SW走向を示し、出戸西方断層沿いに認められる急傾斜構造は、南方に向かって傾斜が緩くなることから、C測線付近を境に鷹架層の地質構造に差異がみられる

(添3-ロ(ハ)第47図参照)。

なお、尾駮沼南岸及び鷹架沼南岸における地質調査結果によると、尾駮沼付近から鷹架沼付近にかけて認められるNE-SW方向の軸をもつ非対称な向斜構造を形成した構造運動は、六ヶ所層の堆積中及び堆積後には認められない。また、同構造は、出戸西方断層とは方向及び活動時期が異なることから、一連の構造ではない。

棚沢川北方の北川左岸付近に確認されるOT-2露頭における断層の破碎幅は約15cmであり、断層面には軟質で直線的な粘土状破碎部が認められ、薄片観察の結果、最新活動を示す断層面の変位センスは逆断層である。しかし、馬門川右岸付近に確認されるOT-1露頭における断層の破碎幅は約1cmであり、顕著な破碎部は認められず、断層面は固結している。薄片観察の結果、最新活動を示す断層面の変位センスは正断層であり、出戸西方断層の変位センスとは異なる。なお、OT-1露頭以北にリニアメント・変動地形は判読されない。

なお、今泉ほか編(2018)<sup>(8)</sup>が図示する出戸西方断層帯北部及び北端付近で実施した地質調査結果によると、棚沢川右岸から中山崎に至る同(2018)<sup>(8)</sup>の出戸西方断層帯の北部に対応した出戸西方断層の存在を示唆する断層及び地質構造は存在しない。

さらに、海上音波探査記録の検討結果等から、出戸西方断層は、海側に連続しないことを確認した。

以上のように、出戸西方断層及び出戸西方断層の副次的な断層は、第四紀後期更新世に形成された中位段丘堆積層に変位・変形を与えていることから、第四紀後期更新世以降の活動性を考慮す

ることとし、その長さをOT-1露頭からC測線までの約11kmと評価した。

(b) 二又付近のリニアメント・変動地形

i. 文献調査結果

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、六ヶ所村二又の北西付近に、長さ約2.3km、E-W方向のリニアメント及び長さ約1.8km、NNW-SSE方向のリニアメントを図示し、「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」としている。

山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>、今泉ほか編(2018)<sup>(8)</sup>及び工藤ほか(2021)<sup>(11)</sup>は当該リニアメントを図示していない。

ii. 変動地形学的調査結果

六ヶ所村二又周辺の空中写真判読図を添3-ロ(ハ)第48図に示す。

六ヶ所村二又の北西付近には、E-W方向のL<sub>D</sub>リニアメント(以下、「二又西方リニアメント」という。)及びNW-SSE方向のL<sub>D</sub>リニアメント(以下、「二又北方リニアメント」という。)が判読される。

二又西方リニアメントは、長さが約1.5kmで、高位面(H<sub>4</sub>面)上にみられる北側が低い撓み状の崖からなる。リニアメントは、二又川を挟んで西側と東側に分かれ、両者の直線性はよくない。このうち、東側のL<sub>D</sub>リニアメントが、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>による確実度Ⅲのリニアメントにほぼ対応する。

二又北方リニアメントは、長さが約2kmで、山腹斜面上にみられる南西側が低い傾斜変換部の断続からなる。なお、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメントは、二又北

方リニアメントの南西側の直線状の谷にほぼ位置している。

### iii. 地表地質調査結果

六ヶ所村二又周辺の地質平面図を添3-ロ(ハ)第49図に示す。

二又周辺には、新第三系中新統の泊層及び鷹架層、新第三系鮮新統の砂子又層下部層が分布する。また、これらを不整合に覆って第四系下部～中部更新統の六ヶ所層及び第四系中部更新統の高位段丘堆積層が広く分布し、沢沿いの一部に第四系上部更新統の低位段丘堆積層が局所的に分布する。

#### (i) 二又西方リニアメント

六ヶ所村<sup>ひばりたい</sup>雲雀平付近では、砂子又層下部層を覆って高位段丘堆積層(H<sub>4</sub>面堆積物)が分布する。高位面(H<sub>4</sub>面)上からのハンドオーガーボーリング調査結果によると、二又西方リニアメント及び活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>による確実度Ⅲのリニアメントを挟んで、高位段丘堆積層(H<sub>4</sub>面堆積物)上面がほぼ水平に分布しており、高度不連続は認められない(添3-ロ(ハ)第50図参照)。

また、雲雀平付近の高位面(H<sub>4</sub>面)上では、風成砂からなる砂丘状の地形的な高まりが多くみられる。

#### (ii) 二又北方リニアメント

六ヶ所村<sup>だいさんふたまた</sup>第三二又付近では、砂子又層下部層及び六ヶ所層が同斜構造をなして分布する。二又北方リニアメントを横断する沢の両岸には、砂子又層下部層の露頭が断続的に分布しており、粗粒砂岩中に挟まれる軽石質砂岩、礫岩、軽石密集層等の地層がリニアメント位置を横断して連続的に分布している。判読されるL<sub>D</sub>リニアメントの位置は、砂子又層下部層の粗粒砂

岩と、これに挟まれる硬質な礫岩又は含礫砂岩の岩相境界にほぼ対応している（添3-ロ(ハ)第51図参照）。

なお、二又北方リニアメントの南西側にある直線状の谷に、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>による確実度Ⅲのリニアメントが位置するが、リニアメントの両側で砂子又層下部層中の軽石密集層が連続して分布しており、両岸に狭小に分布する中位段丘堆積層（M<sub>2</sub>面堆積物）の下面にも高度差が認められない（添3-ロ(ハ)第52図参照）。

#### iv. 総合評価

##### (i) 二又西方リニアメント

二又西方リニアメントは、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメントと概ね対応する。

地表地質調査の結果、二又西方リニアメント及び活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>による確実度Ⅲのリニアメントを挟んで、高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）上面に高度不連続は認められないことから、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

また、L<sub>D</sub>リニアメントの位置は、高位面（H<sub>4</sub>面）上に認められる砂丘状の高まりにほぼ対応していることから、二又西方リニアメントは、風成砂による砂丘状の高まりが撓み状の崖と類似した地形を呈しているものであると判断した。

##### (ii) 二又北方リニアメント

二又北方リニアメントの両側では、砂子又層下部層の地質構造に不連続は認められないことから、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

また、L<sub>D</sub>リニアメントの位置は、砂子又層下部層中の岩相境界にほぼ対応していることから、二又北方リニアメントは岩質の差を反映した浸食地形であると判断した。

なお、この南西側にある直線状の谷に、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>による確実度Ⅲのリニアメントが位置するが、リニアメントの両側で砂子又層下部層の地質構造に不連続は認められず、中位段丘堆積層(M<sub>2</sub>面堆積物)の下面に高度差が認められないことから、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

### (c) 戸鎖付近のリニアメント・変動地形

#### i. 文献調査結果

活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>は、六ヶ所村戸鎖付近に、長さ約2.2km、E-W方向の「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」を図示している。

山崎ほか(1986)<sup>(3)</sup>、今泉ほか編(2018)<sup>(8)</sup>及び工藤ほか(2021)<sup>(11)</sup>は当該リニアメントを図示していない。

#### ii. 変動地形学的調査結果

六ヶ所村戸鎖周辺の空中写真判読図を添3-ロ(ハ)第53図に示す。

六ヶ所村戸鎖南方には、E-W方向のL<sub>D</sub>リニアメント(以下、「戸鎖南方リニアメント」という。)が断続的に判読される。

戸鎖南方リニアメントは、長さが約3kmで、高位面(H<sub>4</sub>面)と高位面(H<sub>5</sub>面)とを境する北側が低い崖、高位面(H<sub>5</sub>面)上を開析する北側が低い崖等の連続性のよい配列からなる。

なお、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニ

アメントは、戸鎖南方リニアメントの約1 km南方の直線状の谷にほぼ位置している。

### iii. 地表地質調査結果

六ヶ所村戸鎖周辺の地質平面図を添3-ロ(ハ)第54図に示す。

戸鎖周辺には、主に新第三系中新統の鷹架層、新第三系鮮新統の砂子又層下部層、第四系下部～中部更新統の六ヶ所層、第四系中部更新統の高位段丘堆積層、第四系上部更新統の中位段丘堆積層等が分布する。

六ヶ所村戸鎖の南には、砂子又層下部層とこれを覆う中位段丘堆積層(M<sub>2</sub>面堆積物)等からなる露頭が認められる。本露頭においては、戸鎖南方リニアメントの位置を挟んで、砂子又層下部層が連続して分布しており、断層は認められない。リニアメント位置では、洞爺火山灰(11.2～11.5万年前)を挟む中位段丘堆積層(M<sub>2</sub>面堆積物)が、砂子又層下部層を削り込んで傾斜不整合で接している(添3-ロ(ハ)第55図参照)。

この露頭の東方では、戸鎖南方リニアメントの位置を挟んで、高位段丘堆積層(H<sub>5</sub>面堆積物)下面がほぼ水平に連続して分布しており、リニアメントは風成砂からなる砂丘状の地形的な高まりに対応している。さらにこの東方で判読されるL<sub>D</sub>リニアメントは高位面(H<sub>4</sub>面)と高位面(H<sub>5</sub>面)とを境する段丘崖に対応している(添3-ロ(ハ)第56図参照)。

なお、戸鎖南方リニアメントの約1 km南に、活断層研究会編(1991)<sup>(7)</sup>による確実度Ⅲのリニアメントが位置するが、リニアメントの両側に分布するオレンジ軽石(約17万年前)はほぼ水平に分布しており、高位段丘堆積層(H<sub>4</sub>面堆積物)の下面にも



高度不連続は認められない（添3-ロ(ハ)第57図参照）。

#### iv. 総合評価

六ヶ所村戸鎖の南の露頭では、戸鎖南方リニアメントの位置を挟んで、砂子又層下部層が連続して分布しており、断層は認められない。リニアメントは、M<sub>2</sub>面形成期における旧汀線地形を反映したものであると判断した。また、この露頭の東方では、L<sub>D</sub>リニアメントの位置を挟んで、高位段丘堆積層（H<sub>5</sub>面堆積物）下面がほぼ水平に連続して分布しており、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。さらにこの東方で判読されるL<sub>D</sub>リニアメントは高位面（H<sub>4</sub>面）と高位面（H<sub>5</sub>面）とを境する段丘崖に対応している。リニアメントは、風成砂からなる砂丘状の地形的な高まり及び段丘崖の形態を反映したものであると判断した。

また、この約1km南の直線状の谷に、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>による確実度Ⅲのリニアメントが位置するが、リニアメントの両側に分布する高位段丘堆積層（H<sub>4</sub>面堆積物）の下面に高度不連続は認められないことから、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しないものと判断した。

#### (d) 老部川（南）上流付近のリニアメント・変動地形

##### i. 文献調査結果

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>は、六ヶ所村の老部川（南）上流付近に、長さ約2.8km、NW-S E方向の「活断層の疑のあるリニアメント（確実度Ⅲ）」を図示している。

山崎ほか（1986）<sup>(3)</sup>、今泉ほか編（2018）<sup>(8)</sup>及び工藤ほか（2021）<sup>(11)</sup>は当該リニアメントを図示していない。

## ii. 変動地形学的調査結果

老部川（南）上流付近には、リニアメント・変動地形は判読されない。

なお、活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が図示する確実度Ⅲのリニアメントは、老部川（南）沿いの直線状の谷にほぼ位置している。

## iii. 地表地質調査結果

六ヶ所村老部川（南）上流周辺の地質平面図及び地質断面図を添3-ロ(ハ)第58図に示す。

老部川（南）上流周辺には、主に新第三系中新統の鷹架層及び泊層と、これを覆う第四系中部更新統の高位段丘堆積層等が分布する。泊層は、主に凝灰角礫岩及び安山岩溶岩からなる。老部川（南）の両岸には泊層の安山岩溶岩が層状に分布するが、リニアメント位置を挟んで不連続は認められない。

また、老部川（南）上流の河床部には、リニアメント位置を横断して、凝灰角礫岩を主体とする泊層の連続露頭が認められるが、この泊層中に断層は認められない（添3-ロ(ハ)第59図参照）。

## iv. 総合評価

活断層研究会編（1991）<sup>(7)</sup>が老部川（南）上流付近に図示している確実度Ⅲのリニアメント周辺には、リニアメント・変動地形は判読されない。

確実度Ⅲのリニアメントは、直線状の谷にほぼ位置し、泊層の連続露頭に断層は認められず、泊層の安山岩溶岩もリニアメント位置を挟んで不連続は認められない。

以上のことから、老部川（南）上流付近の確実度Ⅲのリニアメント周辺には、第四紀後期更新世以降に活動した断層は存在しな

いものと判断した。

(ホ) MOX燃料加工施設の耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤

(1) 調査内容

① ボーリング調査

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の基礎地盤の地質・地質構造を把握するための資料を得るとともに、岩石試験供試体の採取及びボーリング孔を利用したの原位置試験を実施するために、耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近でボーリング調査を実施した。掘削に当たっては、ロータリ型ボーリングマシンを使用し、掘削孔径76mm～86mmのオールコアボーリングとした。

採取したボーリングコアについては詳細な観察を行い、地質柱状図を作成した。また、他の調査結果と併せて原縮尺千分の1の地質図を作成し、耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の基礎地盤の地質・地質構造について検討を行った。

調査位置を添3-ロ(ホ)第1図に示す。

② 岩石試験

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤の物理特性及び力学特性を明らかにし、施設の設計及び施工の基礎資料を得るため、基礎地盤から採取した試料を用いて、物理試験及び力学試験を実施した。

試料の採取は、添3-ロ(ホ)第1図に示すボーリング孔位置及び試験掘坑内で実施した。

試験は、日本工業規格、地盤工学会等<sup>(63)～(67)</sup>に準拠して実施した。

a. 試験項目

物理特性を明らかにする試験として、湿潤密度、含水比、土粒子

密度等を計測する物理試験を実施した。また、強度特性及び変形特性を明らかにする試験として、引張強度試験、三軸圧縮試験、ポアソン比測定、圧密試験、三軸クリープ試験、繰返し三軸試験（変形特性）及び繰返し三軸試験（強度特性）を実施した。

## b. 試験方法

### (a) 引張強度試験

圧裂試験を実施し、引張強度を求めた。供試体寸法は、原則として直径約5cm、長さ約5cmとした。

### (b) 三軸圧縮試験

三軸圧縮試験を実施するにあたり、試料の採取深度の有効土被り圧相当で圧密を行い、非排水状態のもと軸荷重を載荷する方法（以下、「CU条件」という。）で実施し、強度定数及び変形係数を求めた。なお、一部の岩種については非排水状態で所定の側圧のもとで軸荷重を載荷する方法（以下、「UU条件」という。）も実施した。

軸荷重の載荷は一定のひずみ速度で実施した。供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cmとした。

### (c) ポアソン比測定

ポアソン比は、三軸圧縮試験実施時に2重セル法を用いて計測し、算出した。

### (d) 圧密試験

0.10MPa, 0.29MPa, 0.49MPa, 0.98MPa, 1.96MPa, 3.92MPa, 7.85MPa, 15.7MPa, 31.4MPa及び62.8MPaの10段階の圧密圧力で実施し、圧密降伏応力を求めた。供試体寸法は、直径約4cm、高さ約2cmとした。

(e) 三軸クリープ試験

供試体に所定の側圧を負荷し、次いで、0.49MPaの軸差応力を約30日間負荷する方法で三軸クリープ試験を実施した。試験は、所定の圧密応力で圧密した後、排水状態のもと軸荷重を載荷する方法（以下、「CD条件」という。）で実施し、クリープ係数を求めた。

側圧は、0.05MPa、0.10MPa、0.49MPa及び0.98MPaの4種類とした。供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cmとした。

(f) 繰返し三軸試験（変形特性）

供試体を採取深度の有効土被り圧相当の圧密応力で圧密した後、非排水状態で周波数1Hzの一定振幅の繰返し荷重（正弦波）を段階的に加える方法で繰返し三軸試験を実施した。試験結果から、正規化せん断弾性係数 $G/G_0$ 及び減衰率 $h$ （%）のひずみ依存性を求めた。供試体寸法は、原則として直径約5cm、高さ約10cmとした。

(g) 繰返し三軸試験（強度特性）

供試体を採取深度の有効土被り圧相当の圧密応力で圧密した後、非排水状態で周波数0.5Hzの一定振幅の繰返し荷重（正弦波）を10波を1段階として、軸差応力及び振幅を段階的に増加させながら加える方法で繰返し三軸試験を実施した。添3-ロ(ホ)第1表に試験条件、添3-ロ(ホ)第2図に載荷パターンを示す。供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cmと、直径約12.5cm、高さ約25cmの2種類とした。

③ PS 検層

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び設置位

置付近の力学特性を明らかにし、施設的设计及び施工の基礎資料を得るため、添3-ロ(ホ)第1図に示すボーリング孔において、延長約13600mのP S検層を実施した。試験は、土質工学会(1989)<sup>(68)</sup>及び地盤工学会(2013)<sup>(69)</sup>に準拠し、原則として2m間隔に孔中受振器を設け、地上で重錘落下及び板たたき法によって起振する方法で測定を実施した。得られた各深度の受振記録から走時曲線を作成し、基礎地盤及び設置位置付近のP波及びS波の伝播速度を求めた。

P S検層の概略を添3-ロ(ホ)第3図に示す。

#### ④ 土質試験

f-1断層、f-2断層、新第三系鮮新統(以下、「PP1」という。)、第四系下部～中部更新統(以下、「PP2」という。)、第四系中部更新統～完新統(以下、「PH」という。)、造成盛土、埋戻し土及び流動化処理土(A)の物理特性及び力学特性を明らかにするため、以下の土質試験を実施した。試料の採取は、添3-ロ(ホ)第1図に示すボーリング孔位置で実施した。

試験は、日本工業規格、地盤工学会等<sup>(63), (65), (70)</sup>に準拠して実施した。

##### a. 試験項目

物理特性を明らかにする試験として、湿潤密度、含水比、土粒子密度等を計測する物理試験を実施した。また、強度特性及び変形特性を明らかにする試験として、三軸圧縮試験、ポアソン比測定、繰返し三軸試験(変形特性)、繰返し単純せん断試験及び超音波速度測定を実施した。

##### b. 試験方法

###### (a) 三軸圧縮試験

三軸圧縮試験はCU条件で実施し、強度定数及び変形係数を求

めた。なお、PP1については、採取深度の有効土被り圧相当の圧密応力で圧密した後、分布深度を考慮した側圧のもとUU条件で実施した。

軸荷重の荷重は一定のひずみ速度で実施した。供試体寸法は、原則として、直径約5cm、高さ約10cmとした。

(b) ポアソン比測定

ポアソン比は、三軸圧縮試験実施時に2重セル法を用いて計測し、算出した。

(c) 繰返し三軸試験（変形特性）

供試体を採取深度の有効土被り圧相当の圧密応力で圧密した後、非排水状態で周波数1Hzの一定振幅の繰返し荷重（正弦波）を段階的に加える方法で繰返し三軸試験を実施した。試験結果から、正規化せん断弾性係数 $G/G_0$ 及び減衰率 $h$ （%）のひずみ依存性を求めた。供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cmとした。

(d) 繰返し単純せん断試験

上載圧を与えた後、周波数1Hzの一定振幅の繰返しせん断荷重（正弦波）を段階的に加える方法で繰返し単純せん断試験を実施した。試験結果から、正規化せん断弾性係数 $G/G_0$ 及び減衰率 $h$ （%）のひずみ依存性を求めた。

上載圧は、試料採取地点の有効土被り圧及び分布深度を考慮して選択した。供試体寸法は、直径約10cm、高さ約4cmと、直径約5cm、高さ約2cmの2種類とした。

(e) 超音波速度測定

三軸圧縮状態で圧密応力を段階的に増加させながら、P波速度及びS波速度の測定を実施した。試験結果から、 $f-1$ 断層及び



f - 2 断層の動せん断弾性係数及び動ポアソン比を求めた。

圧密応力は、0.05MPa～3.00MPaの範囲の5段階又は6段階とした。供試体寸法は、直径約5cm、高さ約5cmとした。

## (2) 調査結果

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近における地質・地質構造及び力学特性を以下に記載する。

### ① 耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の地質・地質構造

#### a. 地質

ボーリング調査結果等を基に作成した原縮尺千分の1の地質図を添3-ロ(ホ)第4図に、主な地質柱状図を添3-ロ(ホ)第5図に示す。

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の地質は、「ロ.(二)(2)② 敷地内の地質」に記載のとおり、鷹架層下部層、同層中部層及び同層上部層からなる。また、各施設の基礎底面付近の地質は、f - 1断層の東側では鷹架層中部層が分布し、f - 1断層とf - 2断層に挟まれた地域では鷹架層下部層及び同層中部層が分布し、f - 2断層の西側では主に鷹架層上部層が分布する。

鷹架層下部層は、下位より泥岩層及び細粒砂岩層に区分される。泥岩層は、堆積岩である泥岩及び凝灰質砂岩並びに火山碎屑岩である砂質軽石凝灰岩からなる。細粒砂岩層は、堆積岩である細粒砂岩からなる。

鷹架層中部層は、下位より粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層及び軽石混り砂岩層に区分される。粗粒砂岩層は、堆積岩である礫岩及び粗粒砂岩並びに火山碎屑岩である砂質軽石凝灰岩からなる。軽石凝灰岩

層は、堆積岩である礫岩及び軽石質砂岩並びに火山砕屑岩である軽石凝灰岩及び凝灰岩からなる。軽石混り砂岩層は、堆積岩である軽石混り砂岩、砂岩・泥岩互層、礫混り砂岩及び砂岩・凝灰岩互層並びに火山砕屑岩である砂質軽石凝灰岩からなる。なお、これらのうち礫岩及び軽石混り砂岩は、他の岩種に比べて不均質である。

鷹架層上部層は、泥岩層からなり、鷹架層下部層の泥岩に比べてやや軟質な堆積岩である泥岩からなる。

鷹架層は各岩種とも節理が少なく、耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置のボーリングコアの採取率は100%で、*R. Q. D.* の平均は99.5%である。

なお、鷹架層上限面付近では、風化の影響により健岩部に比べてやや軟質な部分、あるいは節理がやや多い部分が認められる。

#### b. 岩盤分類

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の岩盤が鷹架層の火山砕屑岩及び堆積岩からなることから、日本電気協会(1987)<sup>(71)</sup>の軟質岩盤分類基準案に示されている考え方にに基づき岩盤分類を行った。

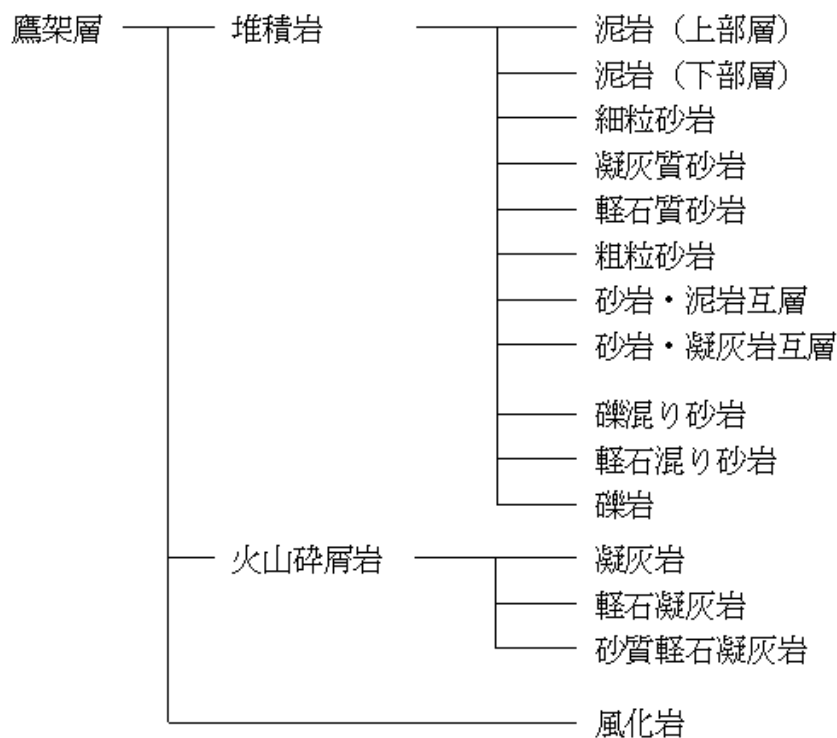
火山砕屑岩及び不均質な堆積岩については、不均質軟岩(軟岩Ⅲ類)の岩盤分類の考え方にに基づき、岩種・岩相による区分を基本とした岩盤分類を行った。

上記以外の堆積岩については、準硬質軟岩(軟岩Ⅰ類)に区分されるものの、節理が少なく、風化の影響も鷹架層上限面付近に限定されるため、岩種・岩相による区分を基本とした岩盤分類を行った。

以上の岩盤分類の結果、鷹架層の火山砕屑岩は、凝灰岩、軽石凝灰岩及び砂質軽石凝灰岩に区分した。また、鷹架層の堆積岩は、泥

岩（上部層），泥岩（下部層），細粒砂岩，凝灰質砂岩，軽石質砂岩，粗粒砂岩，砂岩・泥岩互層，砂岩・凝灰岩互層，礫混り砂岩，軽石混り砂岩及び礫岩に区分した。なお，鷹架層上限面付近の風化部は，新鮮な岩石とは異なることから，独立した岩盤分類上の区分とした。

以上のとおり，本地点の岩盤については，岩種・岩相による区分を基本として，以下に示す15種類の岩種・岩相名とした。



上記の岩盤分類にPP1，PP2，PH，断層（f系断層），造成盛土，埋戻し土，流動化処理土及びマンメイドロック（以下，「MMR」という。）を含めた解析用地盤分類を用いて，岩盤分類図を添3-ロ(ホ)第6図に示す。

### c. 地質構造

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近に分布

する鷹架層中には、敷地をNE-SW～NNE-SSW走向で縦断するf-1断層，f-2断層，これらの断層から派生する断層であるf-1a断層，f-1b断層及びf-2a断層並びにこれらの断層に切られるE-W～ENE-WSW走向のsf系断層が分布する。また，常設重大事故等対処施設のうち，「第2保管庫・貯水所（第2軽油貯槽含む）」の基礎地盤にはsf-6断層が存在するが，この断層は，「ロ．(二)(2)④ 敷地内の地質構造」に記載のとおり，f系断層に切られること等から，将来活動する可能性のある断層等ではない（添3-ロ(二)第12図参照）。

## ② 岩石試験結果

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤である鷹架層から採取した試料による岩石試験結果を以下に示す。

### a. 物理特性

ボーリングコアから標高46m～標高-209mの範囲で採取した4123個の試料について，物理試験を実施した。

湿潤密度と標高 $Z$  (m) の関係を添3-ロ(ホ)第2表(1)～添3-ロ(ホ)第2表(3)，添3-ロ(ホ)第7図(1)及び添3-ロ(ホ)第7図(2)に示す。また，含水比，土粒子密度及び間隙比の試験結果を添3-ロ(ホ)第3表に示す。

### b. 引張強度

物理試験と同様の範囲から採取した640個の供試体について，引張強度試験を実施した。

引張強度と標高 $Z$  (m) の関係を添3-ロ(ホ)第4表及び添3-ロ(ホ)第8図に示す。

c. 三軸圧縮試験結果（強度特性）

物理試験と同様の範囲で採取した314個の供試体について、三軸圧縮試験（CU条件）を実施した。

原則として採取深度の有効土被り圧相当の圧密応力で実施した試験結果の最大主応力差をもとに求めた非排水せん断強度  $s_u$  と標高  $Z$ (m) の関係を添3-口(ホ)第2表(1)～添3-口(ホ)第2表(3)、添3-口(ホ)第9図(1)及び添3-口(ホ)第9図(3)に示す。また、応力-ひずみ曲線において最大主応力差を過ぎた後、一定値に収束した時点の主応力差をもとに残留強度を設定し、残留強度  $s_{ur}$  と標高  $Z$  (m) の関係を添3-口(ホ)第2表(1)～添3-口(ホ)第2表(3)、添3-口(ホ)第9図(2)及び添3-口(ホ)第9図(3)に示す。

d. 三軸圧縮試験結果（変形特性）

三軸圧縮試験（CU条件）による初期変形係数  $E_o$  と標高  $Z$  (m) の関係を添3-口(ホ)第2表(1)～添3-口(ホ)第2表(3)、添3-口(ホ)第10図(1)及び添3-口(ホ)第10図(3)に示す。

e. ポアソン比

三軸圧縮試験（CU条件）によるポアソン比と標高  $Z$  (m) の関係を添3-口(ホ)第2表(1)～添3-口(ホ)第2表(3)、添3-口(ホ)第10図(2)及び添3-口(ホ)第10図(3)に示す。

f. 圧密降伏応力

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の基礎面付近から採取した凝灰岩3個及び軽石凝灰岩3個の供試体について、凝灰岩では圧密圧力62.8MPaまで、軽石凝灰岩では圧密圧力31.4MPaまでの圧密試験を行った。この結果は、添3-口(ホ)第5表及び添3-口(ホ)第11図に示すとおりである。

間隙比一圧密圧力曲線からCasagrandeの方法により求めた圧密降伏応力  $p_c$  の平均値は、凝灰岩が10.8MPa、軽石凝灰岩が4.2MPaである。

g. クリープ係数

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の基礎面付近から採取した凝灰岩4個及び軽石凝灰岩4個の供試体について、軸差応力0.49MPaで三軸クリープ試験（CD条件）を行った。この結果は、添3-ロ(ホ)第6表及び添3-ロ(ホ)第12図に示すとおりである。

ひずみ-時間曲線を

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \varepsilon_e + \varepsilon_c \\ &= \varepsilon_e \{1 + \alpha(1 - e^{-\beta t})\}\end{aligned}$$

で近似させて算出したクリープ係数の平均値は、凝灰岩で  $\alpha$  が0.17、 $\beta$  が0.33 d<sup>-1</sup>、軽石凝灰岩で  $\alpha$  が0.16、 $\beta$  が0.23 d<sup>-1</sup>である。

h. 動的変形特性（ひずみ依存性）

ボーリングコアから採取した134個の供試体について、繰返し三軸試験（変形特性）を実施した。この結果の正規化せん断弾性係数  $G/G_0$  とせん断ひずみ  $\gamma$ （%）の関係及び減衰率  $h$ （%）とせん断ひずみ  $\gamma$ （%）の関係は添3-ロ(ホ)第13図(1)～添3-ロ(ホ)第13図(15)に示すとおりであり、正規化せん断弾性係数  $G/G_0$  とせん断ひずみ  $\gamma$ （%）の関係及び減衰率  $h$ （%）とせん断ひずみ  $\gamma$ （%）の関係の近似式をそれぞれ求め添3-ロ(ホ)第2表(1)～添3-ロ(ホ)第2表(3)に示す。

i. 繰返し三軸試験結果（強度特性）

ボーリングコアから採取した供試体について、繰返し三軸試験（強度特性）を実施した。この試験結果から求めた動的強度と同一ボー

リング孔の同一深度の三軸圧縮試験による静的強度の関係は添3-口(ホ)第14図に示すとおりであり、動的強度は静的強度を下回っていない。

### ③ P S 検層結果

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び設置位置付近で実施した岩盤試験結果を以下に示す。

#### a. P S 検層による弾性波速度

ボーリング孔を利用して実施したP S 検層によるP波及びS波速度を添3-口(ホ)第7表に、主なボーリング孔でのP S 検層結果を添3-口(ホ)第15図に示す。

弾性波速度は深度方向に増大する傾向を示す。

#### b. 動せん断弾性係数

P S 検層によるS波速度  $V_S$  及び同一ボーリング孔の各深度の供試体の湿潤密度  $\rho_t$  から次式により動せん断弾性係数  $G_o$  を求めた。

$$G_o = \rho_t \times V_S^2$$

動せん断弾性係数  $G_o$  と標高  $Z$  (m) の関係を添3-口(ホ)第2表(1)～添3-口(ホ)第2表(3)、添3-口(ホ)第16図(1)及び添3-口(ホ)第16図(3)に示す。

#### c. 動ポアソン比

動せん断弾性係数  $G_o$  を求めたボーリング孔のP S 検層によるP波速度  $V_P$  及びS波速度  $V_S$  から次式により動ポアソン比  $\nu_d$  を求めた。

$$\nu_d = \frac{(V_P/V_S)^2 - 2}{2\{(V_P/V_S)^2 - 1\}}$$

動ポアソン比  $\nu_d$  と標高  $Z$  (m) の関係を添 3-口 (ホ) 第 2 表 (1) ~ 添 3-口 (ホ) 第 2 表 (3), 添 3-口 (ホ) 第 16 図 (2) 及び添 3-口 (ホ) 第 16 図 (3) に示す。

#### ④ 土質試験結果

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設設置位置付近の f-1 断層, f-2 断層, PP1, PP2, PH, 造成盛土, 埋戻し土及び流動化処理土 (A) を対象にした土質試験結果を以下に示す。

##### a. 物理特性

ボーリングコアから採取した PP1, PP2, PH, 造成盛土, 埋戻し土及び流動化処理土 (A) の 336 個の試料について, また, トレンチ近傍からブロックサンプリングにより採取した f-1 断層及び f-2 断層の 36 個の試料について物理試験を実施した。湿潤密度と標高  $Z$  (m) 又は地表からの深度  $D$  (G. L. -m) の関係を添 3-口 (ホ) 第 2 表 (4), 添 3-口 (ホ) 第 2 表 (5), 添 3-口 (ホ) 第 7 図 (2) 及び添 3-口 (ホ) 第 7 図 (3) に示す。含水比, 土粒子密度及び間隙比の試験結果を添 3-口 (ホ) 第 8 表に示す。

##### b. 三軸圧縮試験結果 (強度特性)

物理試験と同様の範囲から採取した 238 個の供試体について, 三軸圧縮試験 (CU 条件) を実施した。三軸圧縮試験結果から求めた非排水せん断強度  $s_u$  と圧密応力  $p$  (MPa) の関係を添 3-口 (ホ) 第 2 表 (4), 添 3-口 (ホ) 第 2 表 (5) 及び添 3-口 (ホ) 第 9 図 (4) ~ 添 3-口 (ホ) 第 9 図 (6) に示す。また, 応力-ひずみ曲線において最大非排水せん断強度を過ぎた後, 一定値に収束した時点の主応力差をもとに残留強度を設定し, 残留強度  $s_{ur}$  と圧密応力  $p$  (MPa) の関係を添 3-口 (ホ) 第 2 表 (4), 添 3-口 (ホ) 第 2 表 (5) 及び添 3-口 (ホ) 第 9 図 (4) ~



添3-ロ(ホ)第9図(6)に示す。

また、PP1については、三軸圧縮試験結果からモール・クーロンの破壊規準で設定した強度定数と標高 $Z$  (m) の関係を添3-ロ(ホ)第2表(4)及び添3-ロ(ホ)第9図(7)に示す。

c. 三軸圧縮試験結果 (変形特性)

三軸圧縮試験による初期変形係数 $E_0$ と土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 $p$  (MPa) 又は標高 $Z$  (m) の関係を添3-ロ(ホ)第2表(4)、添3-ロ(ホ)第2表(5)及び添3-ロ(ホ)第10図(4)～添3-ロ(ホ)第10図(7)に示す。

d. ポアソン比

三軸圧縮試験 (CU条件) 実施時にポアソン比測定を実施した。ポアソン比 $\nu$ と標高 $Z$  (m) の関係を添3-ロ(ホ)第2表(4)、添3-ロ(ホ)第2表(5)及び添3-ロ(ホ)第10図(4)～添3-ロ(ホ)第10図(7)に示す。

e. 動的変形特性 (ひずみ依存性)

ボーリングコアから採取したPP1, PP2, PH, 造成盛土, 埋戻し土及び流動化処理土 (A) の72個の供試体について、繰返し三軸試験 (変形特性) を実施した。また、ボーリングコアから採取したPP2及びPHの4個の供試体並びにトレンチ近傍からブロックサンプリングにより採取した $f-1$ 断層及び $f-2$ 断層の12個の供試体について、繰返し単純せん断試験を実施した。

これらの結果の正規化せん断弾性係数 $G/G_0$ とせん断ひずみ $\gamma$  (%) の関係及び減衰率 $h$  (%) とせん断ひずみ $\gamma$  (%) の関係は添3-ロ(ホ)第13図(16)～添3-ロ(ホ)第13図(23)に示すとおりであり、正規化せん断弾性係数 $G/G_0$ とせん断ひずみ $\gamma$  (%) の関係及び減衰率 $h$  (%)

とせん断ひずみ  $\gamma$  (%) の関係の近似式をそれぞれ求め、添3-ロ(ホ)第2表(4)及び添3-ロ(ホ)第2表(5)に示す。

f. 超音波速度

トレンチ近傍からブロックサンプリングにより採取した f-1 断層及び f-2 断層の4個の供試体について、超音波速度測定を実施した。この結果は、添3-ロ(ホ)第9表に示すとおりである。

圧密応力0.05MPa~3.00MPaの範囲で実施した測定結果によると、圧密応力の増加に伴い増大する傾向が認められる。

g. 動せん断弾性係数

f-1 断層及び f-2 断層を対象として実施した超音波速度測定によるS波速度  $V_s$  及び供試体の湿潤密度  $\rho_t$  から動せん断弾性係数  $G_0$  を求めた。この結果を添3-ロ(ホ)第2表(4)、添3-ロ(ホ)第9表及び添3-ロ(ホ)第16図(4)に示す。

一方、PP1、PP2、PH、造成盛土、埋戻し土及び流動化処理土(A)については、動せん断弾性係数  $G_0$  はPS検層によるS波速度  $V_s$  及び同一ボーリング孔の供試体の湿潤密度  $\rho_t$  より求めた。この結果を添3-ロ(ホ)第2表(4)、添3-ロ(ホ)第2表(5)及び添3-ロ(ホ)第16図(5)~添3-ロ(ホ)第16図(8)に示す。

h. 動ポアソン比

f-1 断層及び f-2 断層については、超音波速度測定によるP波速度  $V_p$  及びS波速度  $V_s$  から動ポアソン比  $\nu_d$  を求めた。この結果を添3-ロ(ホ)第2表(4)、添3-ロ(ホ)第9表及び添3-ロ(ホ)第16図(4)に示す。また、PP1、PP2、PH、造成盛土、埋戻し土及び流動化処理土(A)については、動ポアソン比  $\nu_d$  はPS検層によるP波速度  $V_p$  及びS波速度  $V_s$  より求めた。この結果を添

3-口(ホ)第2表(4), 添3-口(ホ)第2表(5)及び添3-口(ホ)第16図(5)~添3-口(ホ)第16図(8)に示す。

## (へ) 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価

### (1) 基礎地盤の安定性評価

基礎地盤の安定性評価について、評価対象施設として添3-ロ(へ)第1図に示す耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設に対し、以下の検討を行い評価した。

#### ① 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

##### a. 評価手法

基礎地盤のすべり、基礎地盤の支持力及び基礎底面の傾斜に関する安全性については、2次元有限要素法による動的解析により検討した。

有限要素法による動的解析では、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮するため、等価線形化法による周波数応答解析手法を用いた。なお、常時応力は、地盤の自重計算により求まる初期応力、建屋基礎掘削に伴う解放力及び建屋・埋戻し土の荷重を考慮した有限要素法による静的解析により求めた。各評価項目における詳細な評価手法は以下のとおりである。

#### (a) 基礎地盤のすべりに対する評価手法

地盤のすべりに対する安全性については、常時応力と動的解析により求まる地震時増分応力を重ね合わせた地震時応力に基づき、想定すべり面上の応力状態を考慮し、すべり面上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値が評価基準値1.5以上を満足していることを確認した。

なお、想定すべり面は、評価対象施設直下のすべり面及び評価対象施設と隣接する施設の直下を連続して通るすべり面に加え、断層を通るすべり面を設定した。

(b) 基礎地盤の支持力に対する評価手法

基礎地盤の支持力については、常時応力と動的解析により求まる地震時増分応力を重ね合わせた地震時応力から算出した接地圧が、岩盤支持力試験における最大荷重から設定した評価基準値を下回っていることより、接地圧に対して十分な支持力を有していることを確認した。

(c) 基礎底面の傾斜に対する評価手法

基礎底面の傾斜に対する安全性については、動的解析により求まる地震時の評価対象施設基礎底面の傾斜が、評価基準値の目安である1/2000を下回っていることを確認した。

なお、地殻変動による基礎地盤の影響評価については、「ロ。(へ)(1)③ 地殻変動による基礎地盤の影響評価」に評価手法を記載する。

b. 評価条件

(a) 解析用物性値の設定

解析用物性値は、岩石試験、P S 検層及び土質試験から得られた各種物性値に基づいて設定した。解析用物性値を添3-ロ(へ)第1表に示す。

(b) 解析対象断面

評価対象施設のうち、小規模施設（「重油貯槽」、 「第1軽油貯槽」及び「第2軽油貯槽」）については、近接する評価対象施設と同様に直接又はMMRを介して岩盤に支持されており、規模・接地圧が小さいことから、近接する評価対象施設の評価に代表させることとし、評価対象施設から上記の小規模施設を除いた施設を解析対象施設とした（添3-ロ(へ)第2表参照）。

解析対象断面の設定に当たっては、解析対象施設に直交する2断面を基本とし、近接する建屋の影響を考慮するため、複数の建屋が含まれる断面を解析対象断面として選定した。解析対象断面位置図を添3-ロ(へ)第1図に示す。

(c) 解析モデル及び境界条件

ボーリング調査等の結果を用いて作成した岩盤分類図に基づき、日本電気協会(2008)<sup>(72)</sup>に準拠し、添3-ロ(へ)第2図に示す解析用要素分割図を作成した。モデル下端深さは、建屋底面幅の1.5倍～2倍以上である標高-150mまで、側方境界は建屋幅の2.5倍以上としてモデル化を行った。要素分割に当たっては、地盤のせん断波速度、解析で考慮する最大周波数等を勘案した。また、f系断層についてはジョイント要素を用い、土木学会(2009)<sup>(73)</sup>に準拠し、以下の式を用いてせん断バネ定数及び垂直バネ定数を設定した。

$$k_s = \frac{G}{t}$$

$$k_n = \frac{2(1-\nu_d)}{1-2\nu_d} \frac{G}{t}$$

$k_s$  : せん断バネ定数 (N/mm<sup>3</sup>)

$k_n$  : 垂直バネ定数 (N/mm<sup>3</sup>)

$G$  : 断層のせん断弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$t$  : 断層モデル化の幅 (mm)

$\nu_d$  : 断層の動ポアソン比

評価対象施設の建屋モデルは、土木学会(2009)<sup>(73)</sup>を参考に、質点系モデルと等価な振動特性の有限要素モデルとした。

解析モデルの境界条件を添3-ロ(へ)第3図に示す。常時解析

における境界条件は、モデル下端を固定境界、側方を鉛直ローラー境界とした。また、地震時解析における境界条件は、モデル下端を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界とした。

#### (d) 地下水位の設定

解析用地下水位は、保守的に地表面あるいは建屋基礎上端に設定した。

#### (e) 地震力

動的地震力としては、「ニ. (へ) (3) 基準地震動  $S_s$ 」に示す基準地震動  $S_s$  ( $S_s - A$ ,  $S_s - B 1 \sim B 5$  及び  $S_s - C 1 \sim C 5$ ) を用いた。なお、水平方向のみ設定されている基準地震動 ( $S_s - C 4$ ) の鉛直動として、添付書類五「ホ. (ハ) (3) ② 一関東評価用地震動 (鉛直)」に示す工学的に水平方向の地震動から設定した鉛直方向の評価用地震動 (以下、「一関東評価用地震動 (鉛直)」という。) を用いた。

入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動を、1次元波動論による地震応答解析により、2次元解析モデルの入力位置で評価したものをを用いた。入力地震動の考え方を添3-ロ(へ)第4図に示す。また、 $S_s - A$  及び  $S_s - C 5$  については水平地震動及び鉛直地震動の位相反転、 $S_s - C 1 \sim C 4$  については水平地震動の位相反転を考慮した場合についても検討した。

### c. 評価結果

#### (a) 基礎地盤のすべり

各断面における最小すべり安全率一覧表を添3-ロ(へ)第3表に示す。評価対象施設のうち耐震重要施設等 (常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む) の最小すべり安全率はE-E断面で

4.0（「燃料加工建屋」下部かつ断層を通るすべり）であり、また、常設重大事故等対処施設の最小すべり安全率はC-C断面で3.7（「緊急時対策建屋」の底面を通るすべり）であることから、すべり安全率の評価基準値1.5以上を十分に満足している。また、各断面における想定すべり面ごとのすべり安全率一覧表を添3-ロ（へ）第4表に示す。

地盤物性のばらつきを考慮した場合（強度について「平均値－ $1.0 \times$ 標準偏差（ $\sigma$ ）」とした）についても、すべり安全率の評価基準値1.5以上を十分に満足している。

S<sub>s</sub>-C4については、解析対象施設の基礎地盤のすべり安全率に影響を与える0.3秒～0.5秒の周期帯において、S<sub>s</sub>-C1に包絡されていることから、S<sub>s</sub>-C1の評価をもって十分なすべり安全裕度を確保していると工学的に判断した。さらに、S<sub>s</sub>-C4（水平）と一関東評価用地震動（鉛直）を同時入力した解析の結果、添3-ロ（へ）第5図に示すとおり、S<sub>s</sub>-C1が支配的な地震動であり、添3-ロ（へ）第5表に示すとおり、耐震重要施設等（常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む）の最小すべり安全率はA-A断面及びE-E断面で6.2（「燃料加工建屋」下部かつ断層を通るすべり）であり、また、常設重大事故等対処施設の最小すべり安全率はC-C断面で4.9（「緊急時対策建屋」の底面を通るすべり）であることから、すべり安全率の評価基準値1.5以上を十分に満足している。

以上のことから、評価対象施設の基礎地盤は、地震力によるすべりに対して十分な安全性を有している。



(b) 基礎地盤の支持力

基礎底面の支持力に対する解析結果を添3-ロ(へ)第6表に示す。解析対象施設の基礎底面における耐震重要施設等（常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む）の地震時最大接地圧は、「燃料加工建屋」で2.6MPaであり、また、常設重大事故等対処施設の地震時最大接地圧は「第1保管庫・貯水所」で1.3MPaであることから、評価基準値である7.5MPaを大きく下回っている。

S s - C 4（水平）と一関東評価用地震動（鉛直）による解析結果を添3-ロ(へ)第7表に示す。解析対象施設の基礎底面における耐震重要施設等（常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む）の地震時最大接地圧は、「燃料加工建屋」で2.1MPaであり、また、常設重大事故等対処施設の地震時最大接地圧は「第1保管庫・貯水所」で1.2MPaであることから、評価基準値である7.5MPaを大きく下回っている。

以上のことから、評価対象施設の基礎地盤は、接地圧に対して十分な支持力を有している。

(c) 基礎底面の傾斜

基礎底面の相対変位と傾斜に対する解析結果を添3-ロ(へ)第8表に示す。解析対象施設の基礎底面における耐震重要施設等（常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む）の最大傾斜は、「燃料加工建屋」で1/4800（底面両端の最大相対変位は18.4mm）であり、また、常設重大事故等対処施設の最大傾斜は「緊急時対策建屋」で1/10400（底面両端の最大相対変位は5.5mm）であることから、評価基準値の目安である1/2000を下回っている。

S s - C 4（水平）と一関東評価用地震動（鉛直）による解析

結果を添3-ロ(へ)第9表に示す。解析対象施設の基礎底面における耐震重要施設等（常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む）の最大傾斜は、「燃料加工建屋」で1/8600であり、また、常設重大事故等対処施設の最大傾斜は「緊急時対策建屋」で1/16200であることから、評価基準値の目安である1/2000を下回っている。

以上のことから、評価対象施設の基礎地盤は、傾斜に対して十分な安全性を有している。

## ② 周辺地盤の変状による施設への影響評価

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設については、岩盤に直接又はMMRを介して支持されていることから、周辺地盤の変状（不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下）の影響を受けるおそれはない。

## ③ 地殻変動による基礎地盤の影響評価

敷地近傍の断層（出戸西方断層）の活動に伴い生ずる地盤の傾斜について、食い違い弾性論に基づき算定し、解析対象施設の基礎底面における傾斜を評価した。なお、評価に用いる断層パラメータは、添3-ロ(へ)第10表に示す地震動評価に用いたパラメータとし、地殻変動量はOkada（1992）<sup>(74)</sup>の手法により算出した。地殻変動による基礎底面の傾斜に対する解析結果を添3-ロ(へ)第11表に示す。解析対象施設の基礎底面における耐震重要施設等（常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む）の最大傾斜は「燃料加工建屋」で1/17900、常設重大事故等対処施設の最大傾斜は「第2保管庫・貯水所」で1/15400である。出戸西方断層に起因する地震動（S<sub>s</sub>-A及びS<sub>s</sub>-B1～B5）による傾斜との重畳を考慮した場合においても、解析対象施設の基礎底面における耐震重要施設等（常設重大事故等対処施設を兼ねる施設を含む）の最大傾斜は「燃料加工建屋」で1/5100であり、また、常設重

大事故等対処施設の最大傾斜は「緊急時対策建屋」の1/7500であることから、評価基準値の目安である1/2000を下回っている。

以上のことから、評価対象施設の基礎地盤は、地殻変動による傾斜に対して十分な安全性を有している。

## (2) 周辺斜面の安定性評価

地震力により評価対象施設に重大な影響を与える周辺斜面は存在しない（添3-ロ(ニ)第10図参照）。

## 参考文献

- (1) 今井功. 5万分の1地質図幅「近川」及び説明書. 工業技術院地質調査所, 1961.
- (2) 上村不二雄. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅): 浅虫地域の地質. 工業技術院地質調査所, 1983.
- (3) 山崎晴雄, 栗田泰夫, 加藤碩一, 衣笠善博. 50万分の1活構造図「青森」. 工業技術院地質調査所, 1986.
- (4) 北村信, 岩井武彦, 多田元彦. 20万分の1青森県地質図及び地質説明書. 青森県, 1972.
- (5) 箕浦幸治, 小菅正裕, 柴正敏, 根本直樹, 山口義伸. 20万分の1青森県地質図及び地質説明書. 青森県, 1998.
- (6) 活断層研究会編. 日本の活断層—分布図と資料. 東京大学出版会, 1980.
- (7) 活断層研究会編. 新編 日本の活断層—分布図と資料. 東京大学出版会, 1991.
- (8) 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤浩之, 中田高編. 活断層詳細デジタルマップ [新編]. 東京大学出版会, 2018.
- (9) 北村信編. 新生代東北本州弧地質資料集. 宝文堂, 1986.
- (10) 日本地質学会編. 日本地方地質誌2 東北地方. 朝倉書店, 2017.
- (11) 工藤崇, 小松原純子, 内野隆之, 昆慶明, 宮川歩夢. 20万分の1地質図幅「野辺地」(第2版). 産業総合技術研究所地質調査総合センター, 2021.
- (12) 玉木賢策. 20万分の1八戸沖海底地質図及び説明書. 工業技術院地質調査所, 1978.
- (13) 奥田義久. 20万分の1下北半島沖海底地質図及び説明書. 工業技術

院地質調査所, 1993.

- (14) 国土地理院. 10万分の1沿岸域広域地形図及び土地条件図「陸奥湾」. 建設省国土地理院, 1982.
- (15) 海上保安庁水路部. 20万分の1海底地形図「八戸沖」. 海上保安庁水路部, 1973.
- (16) 海上保安庁水路部. 20万分の1海底地質構造図「八戸沖」. 海上保安庁水路部, 1973b.
- (17) 海上保安庁水路部. 20万分の1海底地形図「下北半島沖」. 海上保安庁水路部, 1974.
- (18) 海上保安庁水路部. 20万分の1海底地質構造図「下北半島沖」. 海上保安庁水路部, 1975.
- (19) 海上保安庁水路部. 5万分の1海底地形図:5万分の1海底地質構造図及び調査報告「むつ小川原」. 海上保安庁水路部, 1982.
- (20) 海上保安庁水路部. 5万分の1海底地形図:5万分の1海底地質構造図及び調査報告「八戸」. 海上保安庁水路部, 1996.
- (21) 海上保安庁水路部. 5万分の1海底地形図:5万分の1海底地質構造図及び調査報告「尻屋崎」. 海上保安庁水路部, 1998.
- (22) 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐垣, 日野亮太, 野原壯, 阿部寛信, 坂井眞一, 向山建二郎. 日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史. 海洋調査技術, 2001, vol. 13, no. 1.
- (23) 産業技術総合研究所地質調査総合センター. 数値地図P-2「日本重力データベースDVD版」. 独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2013.
- (24) 中塚正, 大熊茂雄. 日本空中磁気DB による対地 1,500m 平滑面で

の磁気異常分布データの編集：地質調査総合センター研究資料集。  
独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター，2009，no.  
516.

- (25) 地震調査委員会. 日本の地震活動, 1999.
- (26) 気象庁. 「気象庁地震カタログ」, 1951～2015年.
- (27) 岡村行信. 音波探査プロフィールに基づいた海底活断層の認定. 地質調査所月報, 2000, Vol. 51.
- (28) 多田隆治, 水野達也, 飯島東. 青森県下北半島北東部新第三系の地質とシリカ・沸石続成作用. 地質学雑誌, 1988, vol. 94.
- (29) 芳賀正和, 山口寿之. 下北半島東部の新第三系—第四系の層序と珪藻化石. 国立科学博物館研究報告, 1990, vol. 16.
- (30) 柴崎達雄, 青木滋, 小松直幹, 大森隆一郎, 藤田至則. 青森県下北半島南部の地質と地下水. 藤本教授記念論文集, 1958.
- (31) 青森県. 土地分類基本調査5万分の1表層地質図「陸奥横浜」. 青森県, 1970a.
- (32) 青森県. 土地分類基本調査5万分の1表層地質図「平沼」. 青森県, 1970b.
- (33) Kanazawa, K. . Early Pleistocene glacio-eustatic sea-level fluctuations as deduced from periodic changes in cold- and warm-water molluscan associations in the Shimokita Peninsula, North-east Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1990, 79.
- (34) 村岡洋文, 高倉伸一. 10万分の1八甲田地熱地域地質図及び説明書：特殊地質図 (21-4) . 工業技術院地質調査所, 1988.
- (35) 工藤崇, 檀原徹, 山下透, 植木岳雪, 佐藤大介. “八甲田カルデラ

- 起源火砕流堆積物の層序の再検討” . 日本第四紀学会講演要旨集, 2011, no. 41.
- (36) 高島勲, 本多朔郎, 納谷宏. 青森県八甲田地域の火砕流堆積物のTL年代. 岩石鉱物鉱床学雑誌, 1990, vol. 85.
- (37) 岩井淳一. 青森県東部の更新統. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, 1951, vol. 40.
- (38) 宮内崇裕. 東北日本北部における後期更新世海成面の対比と編年. 地理学評論, 1988, vol. 61.
- (39) 町田洋, 新井房夫. 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺] . 東京大学出版会, 2011.
- (40) 東北地方第四紀研究グループ. 東北地方における第四紀海水準変化: 日本の第四系. 地学団体研究会専報, 1969, no. 15.
- (41) 土木学会. 原子力発電所の立地多様化技術—断層活動性評価技術— (C級活断層の分類と電子スピン共鳴法による断層年代測定) . 土木学会原子力土木委員会, 1999.
- (42) 井上大榮, 宮腰勝義, 上田圭一, 宮脇明子, 松浦一樹. 2000年鳥取県西部地震震源域の活断層調査. 地震第2輯, 2002, vol. 54, no. 4.
- (43) 長崎康彦. 岩石磁気と磁気異常から得られる地質情報, A Case Study : 東北日本前弧陸棚における岩石磁気測定と地磁気異常解析: 石油の開発と備蓄. 石油公団, 1997, vol. 30, no. 6.
- (44) Chinzei, K. Younger Tertiary geology of the Mabechi River Valley, Northeast Honshu, Japan. Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, 1966.
- (45) 工藤崇. 5万分の1地質図幅「十和田」. 独立行政法人産業技術総合

研究所地質調査総合センター，2005.

- (46) 藤田至則，宮城一男，松山力，木村千恵子. 「むつ小川原・石油備蓄基地建設予定地」における“活断層”問題－特に“島弧変動論”の立場から－. 新潟大災害研年報，1980，vol. 2.
- (47) 北村信，藤井敬三. 下北半島東部の地質構造について－とくに下北断層の意義について－. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告，1962，vol. 56.
- (48) 青森県. 津軽山地西縁断層帯及び野辺地断層帯に関する調査：平成7年度地震調査研究交付金成果報告書（概要版）. 青森県，1996.
- (49) 小池一之，町田洋編. 日本の海成段丘アトラス. 東京大学出版会，2001.
- (50) 東北電力株式会社. 東通原子力発電所原子炉設置許可申請書，平成8年8月（平成9年7月一部補正，平成10年5月一部補正），1998.
- (51) 宮内崇裕，佐藤比呂志，八木浩司，越後智雄，佐藤尚登. 1:25,000都市圏活断層図「青森」. 国土地理院技術資料，2001，D・1-No. 388.
- (52) 池田安隆，今泉俊文，東郷正美，平川一臣，宮内崇裕，佐藤比呂志編. 第四紀逆断層アトラス. 東京大学出版会，2002.
- (53) 地震調査委員会. 折爪断層の長期評価について. 2004a.
- (54) 地震調査委員会. 津軽山地西縁断層帯の長期評価について. 2004b.
- (55) 地震調査委員会. 青森湾西岸断層帯の長期評価について. 2004c.
- (56) 大和伸友. “五戸川流域の地形面”. 駒沢大学大学院地理学研究，1989，no. 19.
- (57) 青森県. 入内断層及び折爪断層に関する調査，平成8・9年度地震調査研究交付金成果報告書（概要版）. 青森県，1998.



- (58) 青池寛. 「ちきゅう」下北半島沖慣熟航海掘削コアについて. 月刊地球, 2008, vol. 30.
- (59) 東京電力株式会社. 東通原子力発電所原子炉設置許可申請書 平成18年9月 (平成19年3月一部補正, 平成21年4月一部補正, 平成21年12月一部補正, 平成22年4月一部補正), 2010.
- (60) 池田安隆. “下北半島沖の大陸棚外縁断層”. 科学, 2012, vol. 82.
- (61) 渡辺満久, 中田高, 鈴木康弘. “下北半島南部における海成段丘の撓曲変形と逆断層運動”. 活断層研究, 2008, no. 29.
- (62) 渡辺満久. “六ヶ所断層周辺における海成段丘面の変形と地形発達”. 活断層研究, 2016, no. 44.
- (63) 土質工学会. 土質試験法 (第2回改訂版). 土質工学会, 1979.
- (64) 土質工学会. 土質試験の方法と解説. 土質工学会, 1990.
- (65) 地盤工学会. 地盤材料試験の方法と解説. 地盤工学会, 2009.
- (66) 土木学会岩盤力学委員会. 軟岩の調査・試験の指針 (案) -1991年版-, 土木学会, 1991.
- (67) 地盤工学会. 新規制定地盤工学会基準・同解説 (2013年度版). 地盤工学会, 2014.
- (68) 土質工学会. 岩の調査と試験. 土質工学会, 1989.
- (69) 地盤工学会. 地盤調査の方法と解説. 地盤工学会, 2013.
- (70) 物理探鉱技術協会. 物理探鉱第15巻第1号. 物理探鉱技術協会, 1962.
- (71) 日本電気協会電気技術基準調査委員会. JEAG 4601-1987. 原子力発電所耐震設計技術指針. 日本電気協会, 1987.
- (72) 日本電気協会原子力規格委員会. JEAG 4601-2008. 原子力発電所耐

震設計技術指針. 日本電気協会, 2008.

- (73) 土木学会原子力土木委員会. 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>. 土木学会, 2009.
- (74) Okada, Y. . Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space . Bulletin of the Seismological Society of America, 1992, vol.82-2.

添3-口(へ)第8表 基礎底面の相対変位と傾斜に対する解析結果  
(基準地震動)

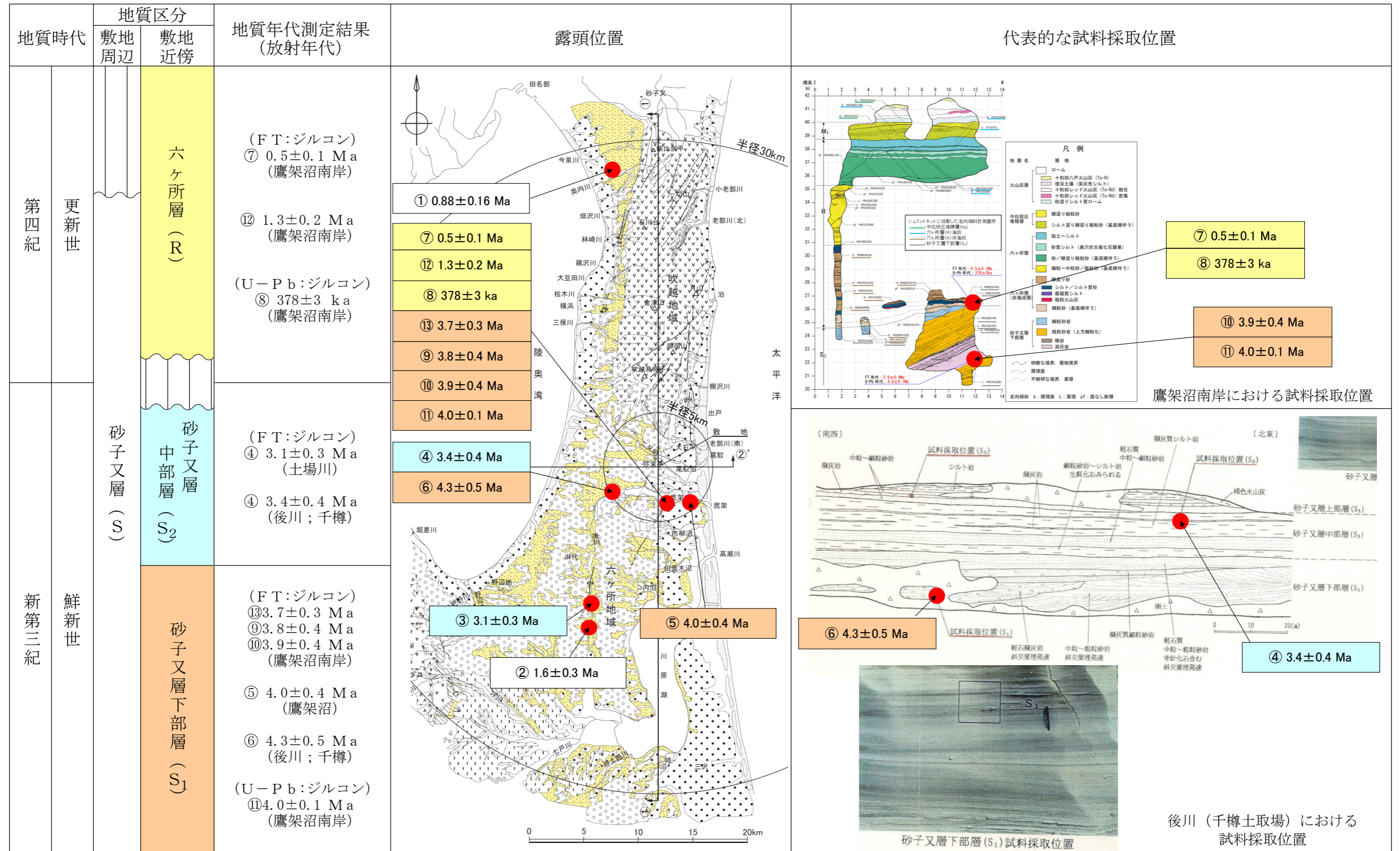
番号	解析対象施設	断面方向	地震動 ※1	モデル建屋幅 (cm)	最大相対変位量 (mm) ※2	傾斜
1	燃料加工建屋*	N S	Ss-C1 (+, +)	8730	16.1 [7.71]	1/5400
		E W	Ss-C1 (+, +)	8830	18.4 [7.72]	1/4800
2	緊急時対策建屋**	N S	Ss-C1 (-, +)	5800	5.5 [7.68]	1/10400
		E W	Ss-C1 (-, +)	7400	6.6 [7.67]	1/11100
3	第1保管庫・貯水所**	N S	Ss-C5 (+, +)	5200	3.9 [12.16]	1/13400
		E W	Ss-C1 (-, +)	11300	6.5 [8.25]	1/17400
4	第2保管庫・貯水所**	N S	Ss-C5 (+, +)	5200	3.0 [8.07]	1/17600
		E W	Ss-C1 (+, +)	11300	6.0 [7.87]	1/18700

※1 (+, +) 位相反転なし (+, -) 鉛直位相反転 \* 耐震重要施設等と常設重大事故等対処施設を兼ねる施設  
 (-, +) 水平位相反転 (-, -) 水平鉛直位相反転 \*\* 常設重大事故等対処施設  
 ※2 [ ] は発生時刻 (秒)

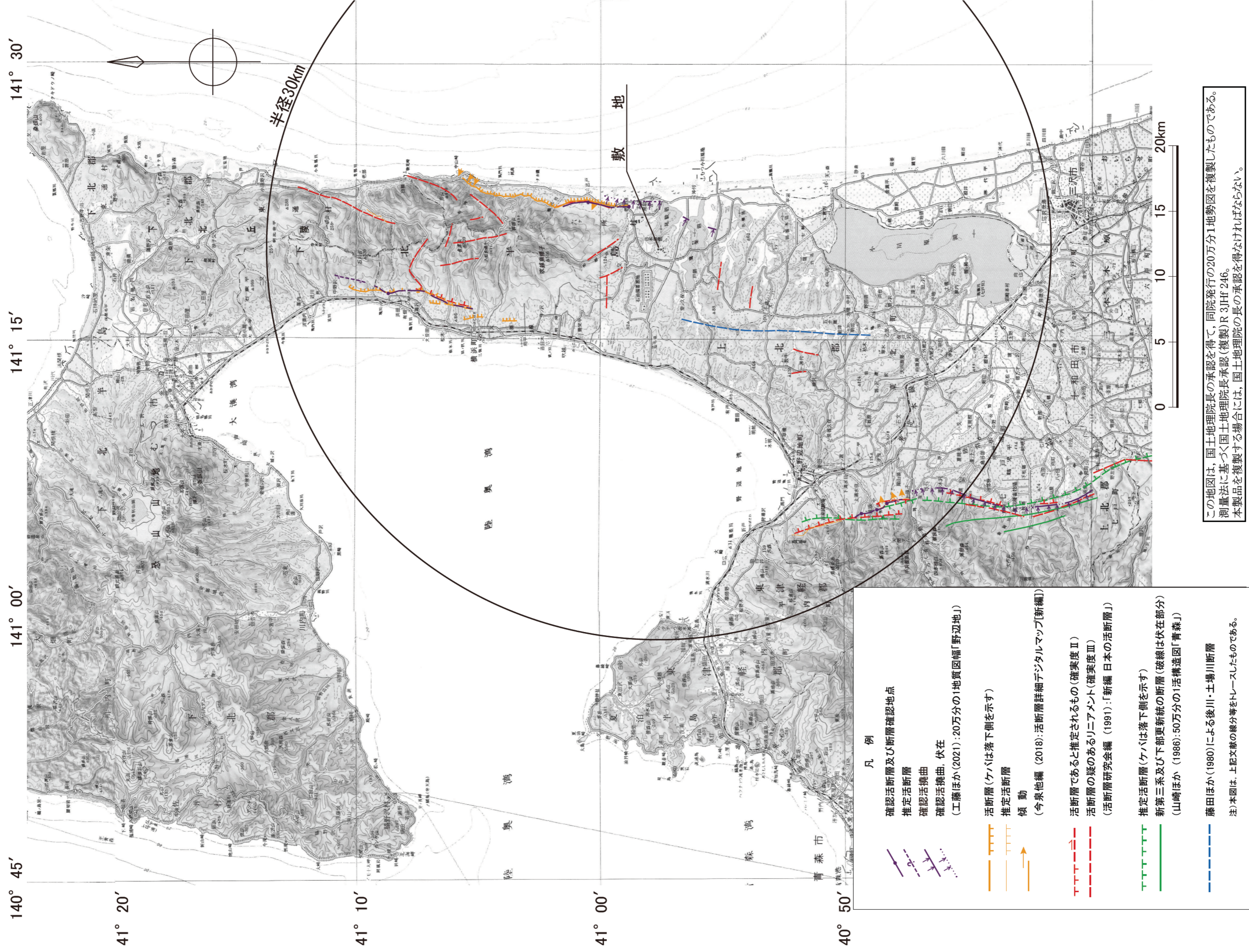
添3-口(へ)第9表 基礎底面の傾斜に対する解析結果  
(Ss-C4 (水平) 及び一関東評価用地震動 (鉛直))

番号	解析対象施設	断面方向	地震動 ※1	傾斜 ※2
1	燃料加工建屋*	N S	Ss-C4 EW (+, +)	1/9500 [8.44]
		E W	Ss-C4 EW (-, +)	1/8600 [8.45]
2	緊急時対策建屋**	N S	Ss-C4 EW (-, +)	1/16200 [8.20]
		E W	Ss-C4 EW (+, +)	1/18800 [7.42]
3	第1保管庫・貯水所**	N S	Ss-C4 NS (-, +)	1/16700 [7.80]
		E W	Ss-C4 EW (-, +)	1/25700 [8.95]
4	第2保管庫・貯水所**	N S	Ss-C4 NS (-, +)	1/25700 [7.67]
		E W	Ss-C4 EW (-, +)	1/43300 [8.57]

※1 (+, +) 位相反転なし (-, +) 水平位相反転 \* 耐震重要施設等と常設重大事故等対処施設を兼ねる施設  
 ※2 [ ] は発生時刻 (秒) \*\* 常設重大事故等対処施設

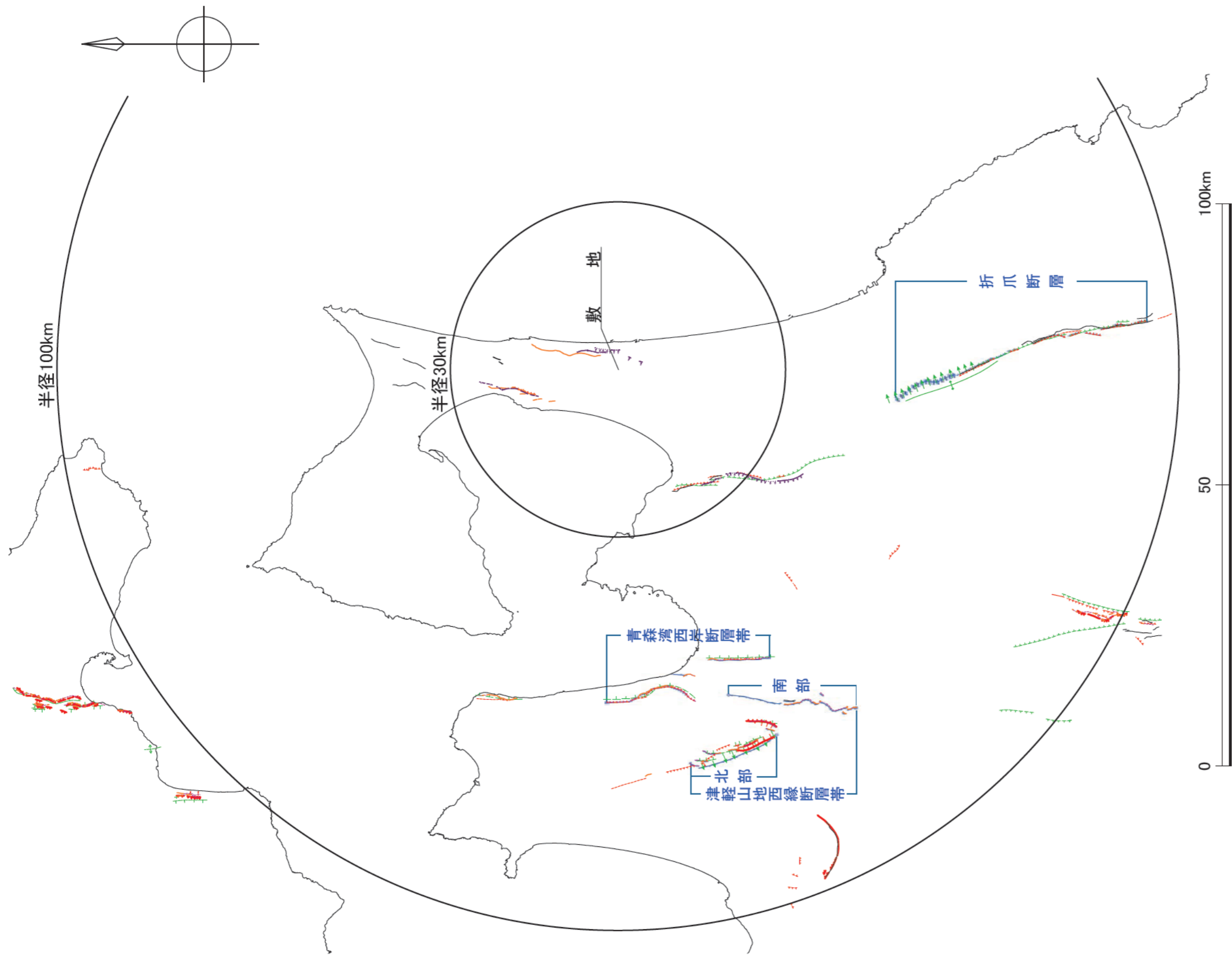


添3-口(口)第5図 六ヶ所層及び砂子又層の地質年代測定結果図



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図を複製したものである。  
 測量法に基づく国土地理院長承認(複製)R 3JHf 246。  
 本製品を複製する場合には、国土地理院の長の承認を得なければならない。

添3-10 (ロ) 第11図 敷地周辺陸域の活断層分布図 (半径30km範囲)



凡 例

<p>工藤ほか(2021)</p> <p>確認活断層および断層確認地点</p> <p>推定活断層</p> <p>確認活断層</p> <p>確認活断層, 伏在</p>	<p>今泉ほか編(2018)</p> <p>活断層</p> <p>活断層(位置やや不明確)</p> <p>活断層(伏在部)</p> <p>推定活断層</p>	<p>山崎ほか(1986)</p> <p>活断層(主として第四紀後期に活動したもの)</p> <p>推定断層(同上)</p> <p>上記の断層における変位の向き (矢印は走向ずれの方向、ケバは落下側を示す)</p> <p>第四紀後期層の背斜軸</p> <p>第四紀後期層の撓曲</p> <p>第四紀後期層の傾動方向</p>
--	--	---

活断層研究会編(1991)

—+— 活断層であることが確実なもの(確実度 I)

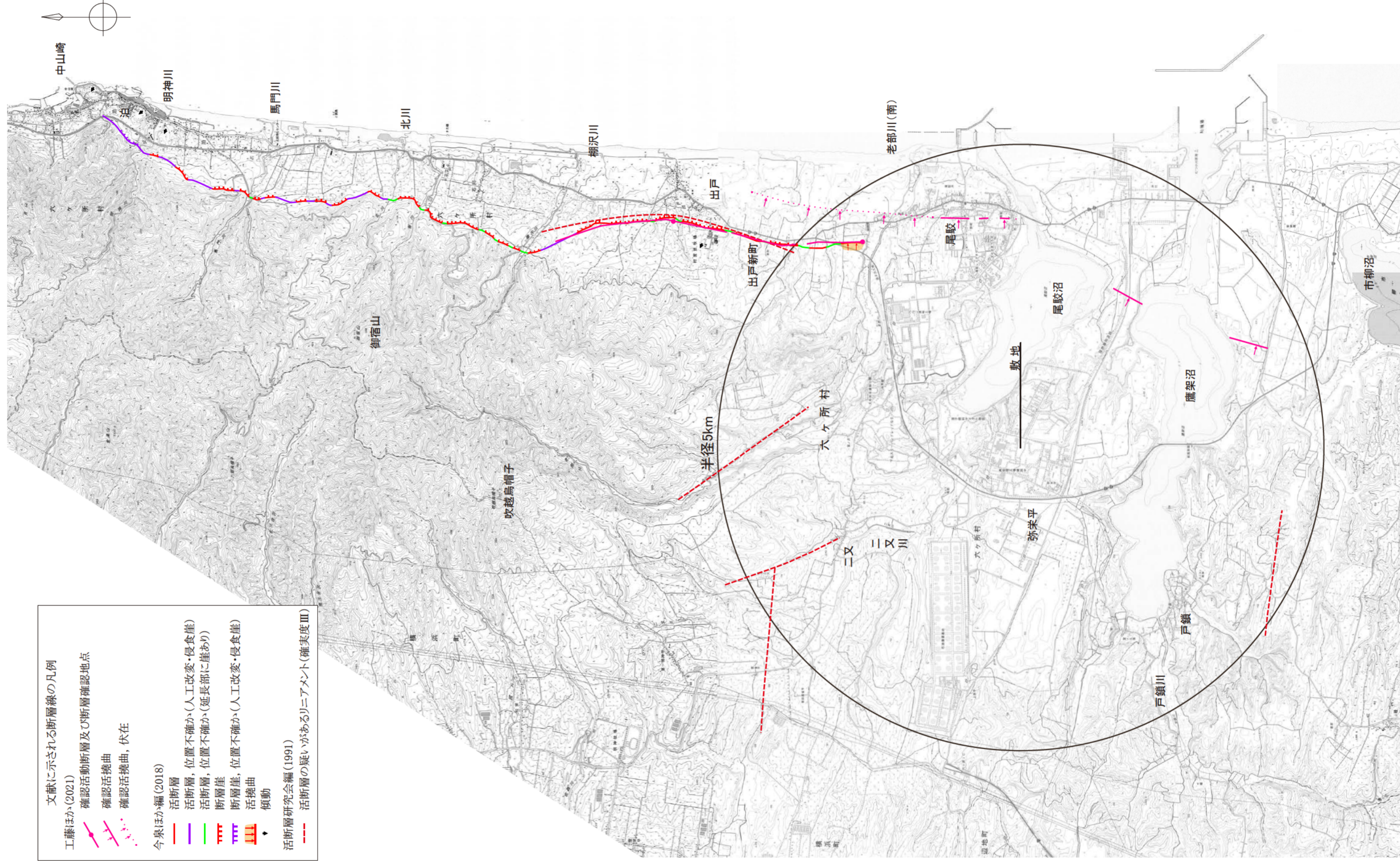
—+— 活断層であると推定されるもの(確実度 II)

○ 短線は縦ずれの低下側を示す。

青字は地震調査委員会(2004)の評価

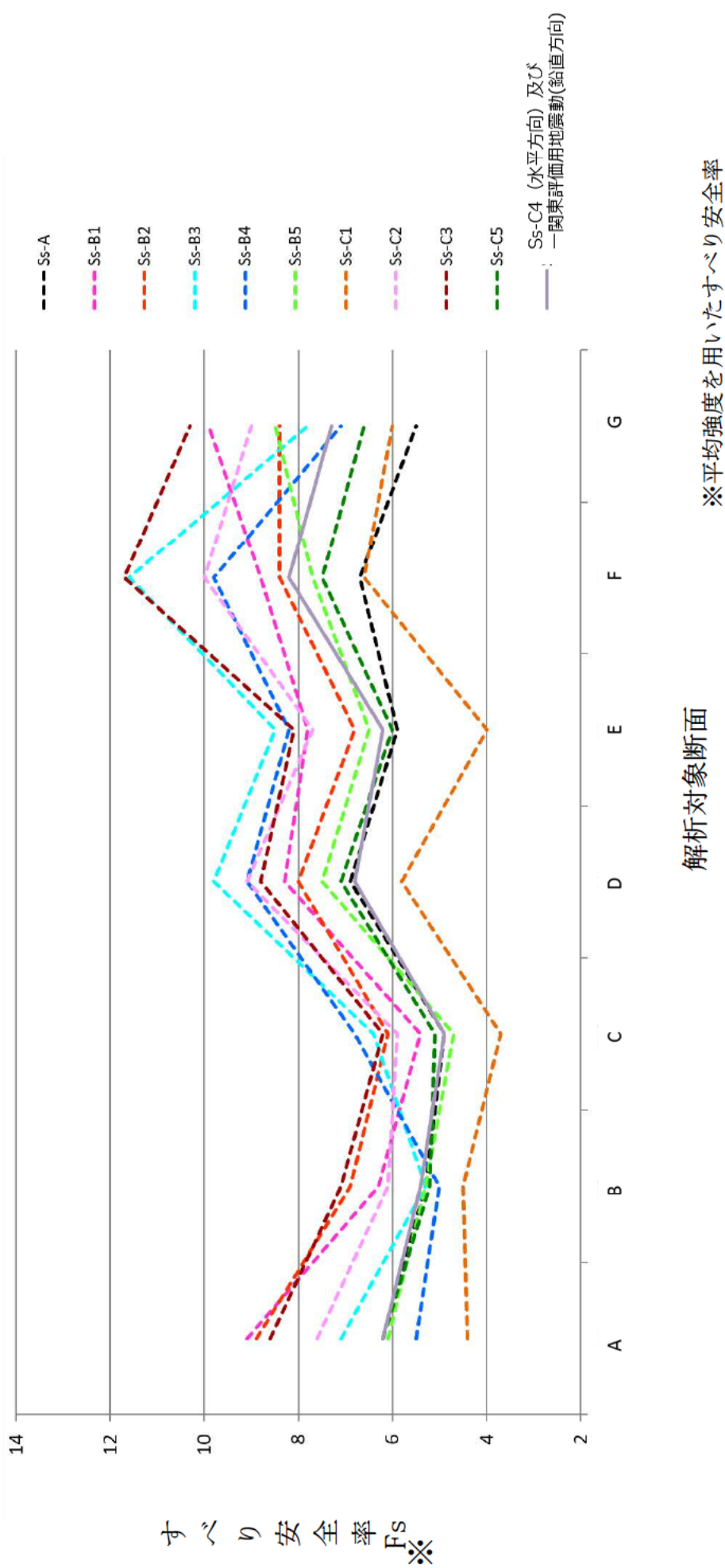
添3-10 (口) 第111図 敷地を中心とする半径100 k m 範囲の陸域の活断層分布図

- 文献に示される断層線の凡例
- 工藤ほか(2021)
    - 確認活動断層及び断層確認地点
    - 確認活拗曲
    - 確認活拗曲, 伏在
  - 今泉ほか編(2018)
    - 活断層
    - 活断層, 位置不確か(人工改変・侵食崖)
    - 活断層, 位置不確か(延長部に崖あり)
    - 断層崖
    - 断層崖, 位置不確か(人工改変・侵食崖)
    - 活拗曲
    - 傾動
  - 活断層研究会編(1991)
    - 活断層の疑いがあるリニアメント(確実度Ⅲ)



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分1地形図を複製したものである。  
 測量法に基づく国土地理院長承認(複製)R 3JHf 246。  
 本製品を複製する場合には、国土地理院長の承認を得なければならぬ。

添3-10 (ハ) 第9図 敷地近傍の活断層分布図(半径約5km範囲)



添3-ロ(〜)第5図 各断面における入力地震動毎のすべり安全率の比較



## 二. 地 震

### (へ) 基準地震動 $S_s$

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、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それぞれ策定する。

#### (1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

##### ① 検討用地震の選定

「(二) 地震の分類」に基づき、地震発生様式等により分類した地震ごとに敷地に顕著な影響を及ぼすと予想される検討用地震を選定する。

##### a. プレート間地震

青森県東方の沖合では、プレート間地震が過去に繰り返し発生しており、1968年十勝沖地震 ( $M7.9$ ) は敷地に最も影響を及ぼした地震である。地震調査委員会 (2004) <sup>(27)</sup> は、既往の研究成果を基に1968年十勝沖地震の震源域に発生する地震を「三陸沖北部の地震 ( $M_w8.3$ )」として震源モデルを設定している。したがって、地震調査委員会 (2004) <sup>(27)</sup> による「三陸沖北部の地震 ( $M_w8.3$ )」(以下「想定三陸沖北部の地震」という。) をプレート間地震の検討用地震の選定に当たって考慮する。

2011年東北地方太平洋沖地震 ( $M_w9.0$ ) は、三陸沖南部海溝寄り、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの一部、三陸沖中部、宮城県沖、福島県沖及び茨城県沖の領域を震源域とする地震であり、敷地に対する影響は小さかったものの、同地震

の知見を踏まえ同規模の地震が敷地前面で発生するとして、  
「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」をプレート間地震の検討用地震の選定に当たって考慮する。震源領域としては、敷地前面の三陸沖北部の領域を含むように、「三陸沖北部～宮城県沖の連動」及び「三陸沖北部～根室沖の連動」のそれぞれの場合について考慮する。

また、地震調査委員会（2017）<sup>(87)</sup>は、17世紀に北海道東部に大きな津波をもたらした地震が発生したとされることから、千島海溝沿いで発生する、北海道東部に巨大な津波をもたらす地震を「超巨大地震（17世紀型）」とし、地震規模はM8.8程度以上としている。したがって、十勝沖から択捉島沖を震源領域としたM8.8程度以上の「超巨大地震（17世紀型）」を検討用地震の選定に当たって考慮する。

「想定三陸沖北部の地震」と「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の震源パラメータの比較を添3-ニ第8表に、想定する断層面の位置を添3-ニ第29図に示す。

「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」は、設定した断層モデルにおいて敷地前面の三陸沖北部の領域を含めてモデル化しており、「想定三陸沖北部の地震」より地震規模が大きく、直近の強震動生成域（以下「SMGA」という。）は「想定三陸沖北部の地震」の直近のSMGAの短周期レベルを上回っており、さらに、「想定三陸沖北部の地震」の断層面全体の短周期レベルの値とほぼ等しい値となっている。さらに、直近のSMGAと敷地との距離についても「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の方が近い。したがって、敷地に

対する影響は、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の方が「想定三陸沖北部の地震」を上回ると考えられる。

一方、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震（三陸沖北部～根室沖の連動）」の断層面図と「超巨大地震（17世紀型）」の評価対象領域を添3-ニ第30図に示す。「超巨大地震（17世紀型）」は十勝沖から択捉島沖を震源領域としたM8.8程度以上の超巨大地震とされるが、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」が $M_w9.0$ の規模を考慮した上で、敷地に最も近い三陸沖北部の領域を震源領域に設定していること、そして、「超巨大地震（17世紀型）」の震源領域は千島海溝の北東側に延びて敷地から遠くなることから、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の方が敷地への影響が大きいと考えられる。

以上のことから、敷地への影響については、「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」が最も大きいと考えられ、プレート間地震の検討用地震として「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」を選定する。検討用地震として選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の断層面の位置を添3-ニ第31図に示す。

なお、敷地前面のプレート間地震については地震調査委員会（2019）<sup>(88)</sup>の知見があるが、 $M_w9.0$ の規模を考慮した上で敷地に最も近い三陸沖北部の領域に震源領域を設定している「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の方が、敷地への影響が大きいと評価した。

## b. 海洋プレート内地震

敷地周辺で考慮する海洋プレート内地震については、地震の発生機構やテクトニクス的背景の類似性が認められる地域で過去に発生した地震を考慮した上で、敷地周辺の適切な位置に震源を考慮する。

三陸沖北部の領域に隣接する北海道の千島海溝沿いにおいては、二重深発地震面下面の地震の活動が優勢であるのに対し、敷地を含む東北地方の日本海溝沿いは、二重深発地震面上面の地震の活動が優勢であるという特徴を有する<sup>(20)(21)</sup>。北海道の千島海溝沿いにおいては、過去に二重深発地震面下面の地震として、1994年北海道東方沖地震（M8.2）が発生しているのに対し、過去に東北地方で発生した二重深発地震面における大規模な地震は、2003年宮城県沖の地震（M7.1）及び2011年宮城県沖の地震（M7.2）といった二重深発地震面上面の地震であり、M7クラスに達する二重深発地震面下面の被害地震は知られていない。

北海道東部について、Kita et al. (2010)<sup>(21)</sup>はDown dip extension型（DE型）の地震発生層が厚いとしており、Seno and Yoshida (2004)<sup>(28)</sup>は浅く大きな海洋プレート内地震が発生する傾向があるとしている。一方、敷地を含む東北地方については、Kita et al. (2010)<sup>(21)</sup>はDown dip Compression型（DC型）の地震発生層が厚いとしており、Seno and Yoshida (2004)<sup>(28)</sup>は浅く大きな海洋プレート内地震が知られていない地域としている。以上のことから、北海道東部と東北地方は異なるテクトニクスとなっていると考えられるため、千島海溝沿いで発生した1994年北海道東方沖地震（M8.2）は検討

用地震の選定に当たって考慮しない。

以上より，過去に東北地方で発生した海洋プレート内地震を，タイプ別に二重深発地震面上面の地震，二重深発地震面下面の地震及び沖合の浅い地震に分類した上で，敷地に対して影響の大きい地震の抽出を行い，検討用地震を選定する。影響の大きい地震の抽出に当たり，地震規模には，各分類の領域で発生した最大の地震規模を考慮することとし，その設定位置は，地震のタイプごとの発生位置に応じて敷地との距離が最小となる位置とする。

二重深発地震面上面の地震については，2011年宮城県沖の地震（M7.2），二重深発地震面下面の地震については，2008年岩手県沿岸北部の地震（M6.8），沖合の浅い地震については，2011年三陸沖の地震（M7.3）をそれぞれ考慮する。

それぞれの地震について，解放基盤表面における地震動の応答スペクトルを予測し，敷地の地盤特性等を反映することが可能なNoda et al. (2002)<sup>(29)</sup>の方法に基づき地震動を評価し，敷地への影響を相対的に比較した結果を添3-ニ第32図に示す。添3-ニ第32図より，敷地との距離が最も近い二重深発地震面上面の地震が，敷地に対する影響が最も大きい地震と考えられることから，東北地方で最大規模の2011年宮城県沖の地震（M7.2）と同様の地震が敷地前面で発生することを考慮した二重深発地震面上面の地震を「想定海洋プレート内地震」として検討用地震に選定する。検討用地震として選定した「想定海洋プレート内地震」の断層面の位置を添3-ニ第33図に示す。

なお、敷地前面の海洋プレート内地震については地震調査委員会（2019）<sup>(88)</sup>の知見があるが、同等の規模を考慮した上で敷地との距離が最小となる位置に震源を設定している「想定海洋プレート内地震」の方が、敷地への影響が大きいと評価した。

### c. 内陸地殻内地震

#### (a) 地震発生層の設定

内陸地殻内地震の地震動評価に用いる地震発生層の上端深さ及び下端深さについては、文献等に基づき以下のとおり設定した。

原子力安全基盤機構（2004）<sup>(31)</sup>によれば、敷地を含む東北東部の領域では、添3-2第9表及び添3-2第34図に示すとおり、地震発生層上端に相当するD10%は6.2km、地震発生層下端に相当するD90%は13.8kmとなっている。

また、敷地周辺の内陸地殻内で発生した小・微小地震に対する上記と同様の検討によると、添3-2第10表及び添3-2第35図に示すとおりD10%は8.2km、D90%は15.3kmとなっている。

長谷川ほか（2004）<sup>(32)</sup>によれば、東北日本の内陸地殻内地震が発生する深さについては、およそ15km程度以浅であり、それより深部の地殻は温度が高くなり、急激な断層運動である地震としては変形せず、流動変形が卓越するとされている。

敷地周辺における地震波トモグラフィ解析結果を添3-2第36図に示す。地震波トモグラフィ解析により再決定さ

れた震源の深さの下限は概ね深さ15km程度となっているほか、それよりも深部ではP波速度が小さくなる傾向となっており、長谷川ほか（2004）<sup>(32)</sup>と整合している。

また、Tanaka and Ishikawa（2005）<sup>(33)</sup>によれば、微小地震のD90%とキュリ一点深度の間には相関があるとされている。大久保（1984）<sup>(34)</sup>及びTanaka and Ishikawa（2005）<sup>(33)</sup>によれば、敷地周辺のキュリ一点深度は約15kmとなっており、敷地周辺の微小地震の発生状況から推定されるD90%の値及び地震波トモグラフィ解析により再決定された震源の深さの下限と整合している。

以上を踏まえ、内陸地殻内地震の地震動評価に用いる地震発生層の上端深さを3km、下端深さを15kmと設定した。

#### (b) 検討用地震として考慮する活断層

敷地周辺の活断層による地震が敷地に及ぼす影響を検討するために、添3-2第3表に示す主な敷地周辺の活断層のうち、断層長さの短い出戸西方断層及びF-d断層を除く活断層から想定される地震のマグニチュード<sup>(30)</sup>、震央距離及び敷地で想定される震度の関係について添3-2第37図に示す。この図より、敷地に影響を与えるおそれがあると考えられる地震として、「折爪断層による地震」、「横浜断層による地震」及び「上原子断層～七戸西方断層による地震」を選定する。

一方、断層長さの短い出戸西方断層及びF-d断層については、震源断層が地震発生層の上端から下端まで拵がっているとし、同じ地震規模を考慮した場合、敷地により近

い「出戸西方断層による地震」の方が敷地に与える影響が大きい地震となることから、敷地に影響を与えるおそれがあると考えられる地震として「出戸西方断層による地震」を選定する。

敷地に影響を与えるおそれがあると考えられる地震として選定した上記4地震の断層面の位置を添3-ニ第38図に示す。上記4地震のうち、応答スペクトルに基づく方法により、敷地への影響が相対的に大きい地震を検討用地震として選定する。応答スペクトルに基づく方法は、海洋プレート内地震と同様にNoda et al. (2002)<sup>(29)</sup>の方法を用いる。Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>の方法に基づき地震動を評価した結果を添3-ニ第39図に示す。この図より、検討用地震として「出戸西方断層による地震」を選定する。

d. 日本海東縁部の地震

日本海東縁部の地震については、「(ニ)(4) 日本海東縁部の地震」のとおり、敷地に大きな影響を及ぼすような地震はないことから、検討用地震として選定しない。

② 検討用地震の地震動評価

「(へ)(1)① 検討用地震の選定」において選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」, 「想定海洋プレート内地震」及び「出戸西方断層による地震」について、地震動評価を実施する。

検討用地震の地震動評価においては、地震の発生様式に応じた特性を考慮するとともに、「(ホ) 敷地地盤の振動特性」に示した、敷地における地震観測記録等から得られる敷地地盤の



振動特性を考慮する。検討用地震による地震動は、「応答スペクトルに基づく方法」及び「断層モデルを用いた手法」により評価する。

「応答スペクトルに基づく方法」では、検討用地震の地震規模、震源距離等から、適用条件及び適用範囲について検討した上で、適切な評価式を用いる。

「断層モデルを用いた手法」では、敷地において要素地震として適切な地震の観測記録が得られている場合は経験的グリーン関数法<sup>(35)(36)(37)</sup>を用い、得られていない場合は統計的グリーン関数法<sup>(23)(24)(37)</sup>を用いる。

#### a. プレート間地震

##### (a) 基本モデルの設定

プレート間地震の検討用地震として選定した「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」については、地震調査委員会（2004）<sup>(27)</sup>及び諸井ほか（2013）<sup>(38)</sup>に基づき震源モデルを設定した。

断層面の設定に当たっては、敷地前面の三陸沖北部の領域を含む領域の連動を考慮し、「三陸沖北部～宮城県沖の連動」及び「三陸沖北部～根室沖の連動」について、それぞれモデルを設定した。

各領域におけるSMGAの位置については、モデル化する領域ごとに諸井ほか（2013）<sup>(38)</sup>と同様に、過去に発生した地震<sup>(27)(38)(39)</sup>を参照して地域性を考慮した位置に設定した。各領域のSMGAは、三陸沖北部の領域では1968年十勝沖地震や1994年三陸はるか沖地震の発生位置に、三陸沖中部以南の

領域では地震調査委員会（2012）<sup>(17)</sup>のセグメントごとに1つずつ，十勝沖の領域では2003年十勝沖地震の発生位置に，根室沖の領域では1973年根室半島沖地震の発生位置よりも領域内において敷地に近い位置にそれぞれ配置した。三陸沖中部以南の領域での設定に当たっては，既往の地震観測記録の再現に関する入倉（2012）<sup>(78)</sup>の知見を参照した。

SMGAの面積は，諸井ほか（2013）<sup>(38)</sup>に基づき断層面積に対する面積比（以下「SMGA面積比」という。）が12.5%となるよう設定した。

SMGAの短周期レベルは，諸井ほか（2013）<sup>(38)</sup>に基づきSMGA面積比12.5%相当の地震モーメントと短周期レベルの関係を基本としている。諸井ほか（2013）<sup>(38)</sup>に基づくSMGA面積比12.5%相当の地震モーメントと短周期レベルの関係は，2011年東北地方太平洋沖地震の短周期レベルと整合することが確認されている佐藤（2010）<sup>(86)</sup>のスケーリング則を上回っている（添3-ニ第40図参照）。ここで，敷地に近く影響が大きいSMGA 1及びSMGA 2の短周期レベルについては，1994年三陸はるか沖地震（M7.6）及び1978年宮城県沖地震（M7.4）が諸井ほか（2013）<sup>(38)</sup>に基づくSMGA面積比12.5%相当の地震モーメントと短周期レベルの関係をそれぞれ1.3倍及び1.4倍上回っていることから，割増率として1.4倍を考慮した。一方，SMGA 3～7については，敷地から遠く影響が小さいため，諸井ほか（2013）<sup>(38)</sup>に基づくSMGA面積比12.5%相当の短周期レベルに設定した。

なお，破壊開始点については，複数の位置を設定した。

基本モデルの検討ケース一覧を添 3 - 2 第11表に示す。基本モデルの断層モデル及び断層パラメータを添 3 - 2 第41図及び添 3 - 2 第12表に示す。また、断層モデルのパラメータの設定フローを添 3 - 2 第42図に示す。

ここで、2011年東北地方太平洋沖地震については、各種の震源モデルが提案されていることから、これらと比較することで「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルで設定したSMGA面積、短周期レベル及びSMGA面積比の妥当性について確認する。「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルと、田島ほか(2013)<sup>(80)</sup>が取りまとめた各種震源モデルを比較した結果、基本モデルのSMGA面積、短周期レベルは各種震源モデルを概ね上回る値となっており、過小な設定とはなっていない(添 3 - 2 第13表(a)参照)。また、諸井ほか(2013)<sup>(38)</sup>に示されているSMGA面積比を変えた場合のSMGAの短周期レベルと、SMGA面積比を12.5%としている「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルのSMGAの短周期レベルを比較した結果、敷地に近く影響が大きいSMGA 1 及びSMGA 2 の短周期レベルは、諸井ほか(2013)<sup>(38)</sup>の検討におけるSMGAの短周期レベルの最大値を上回っていることから、基本モデルのSMGA面積比は過小な設定とはなっていない(添 3 - 2 第13表(b)参照)。さらに、内閣府(2020)<sup>(89)(90)</sup>で提案されている日本海溝沿いの巨大地震の強震動予測モデルと比較した結果、敷地に近く影響が大きいと考えられるSMGAは、「2011年東北地方太

「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の基本モデルと内閣府（2020）<sup>(89)(90)</sup>で概ね同じ位置であり，基本モデルの応力降下量及び短周期レベルは内閣府（2020）<sup>(89)(90)</sup>の設定値を上回っていることから，基本モデルは過小な設定とはなっていない。

(b) 不確かさを考慮するパラメータの選定

「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」の不確かさとしては，基本モデルで既往最大の地震規模を考慮していること及び1978年宮城県沖地震を踏まえ短周期レベルを嵩上げしていることから，SMGAの位置の不確かさのみ考慮することとし，敷地に最も近いSMGA 1の位置を敷地直近（断層面西端）に移動させたケースを考慮する。

なお，破壊開始点については，SMGAの位置を移動させたケースについても，複数の位置を設定した。

不確かさケースの検討ケース一覧を添3-ニ第11表に示す。不確かさケースの断層モデル及び断層パラメータは，添3-ニ第43図及び添3-ニ第12表に示すように設定した。また，断層モデルのパラメータの設定フローを添3-ニ第42図に示す。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

「2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震」は，既往の距離減衰式に対して外挿になること，また，敷地に対して断層面が大きく広がっていることから，距離減衰式による評価が困難であるため，断層モデルを用いた手法により地震動評価を行う。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価では、敷地において要素地震として利用可能な観測記録が得られていることから、経験的グリーン関数法<sup>(35)(36)</sup>を用いる。

要素地震としては、各領域で発生した同様の震源メカニズムをもつ地震を用いることとし、三陸沖北部の領域に対して2001年8月14日の地震(M6.4)、三陸沖中南部の領域に対して2015年5月13日の地震(M6.8)、宮城県沖の領域に対して2011年3月10日の地震(M6.8)、十勝沖の領域に対して2008年9月11日の地震(M7.1)、根室沖の領域に対して2004年11月29日の地震(M7.1)の敷地における観測記録を用いる。各要素地震の震源パラメータを添3-ニ第14表に、各要素地震の震央位置及び観測記録の波形を添3-ニ第44図に示す。

基本モデル及び不確かさケースの断層モデルを用いた地震動評価結果の応答スペクトルを添3-ニ第45図に示す。

b. 海洋プレート内地震

(a) 基本モデルの設定

海洋プレート内地震の検討用地震として選定した「想定海洋プレート内地震」については、地震調査委員会(2016)<sup>(76)</sup>を基に基本モデルの断層モデル及び断層パラメータを設定した。

地震規模は、同一テクトニクス内の東北地方で発生した二重深発地震面上面の地震の最大地震である、2011年4月7日宮城県沖の地震と同規模(M7.2,  $M_w$ 7.1)とした。

短周期レベルは、地震調査委員会（2016）<sup>(76)</sup>による海洋プレート内地震の標準的な短周期レベルを考慮し設定した。

断層面の位置は、敷地前面の沈み込む海洋プレートと敷地との距離が最小となる位置の海洋性マントル内に設定した<sup>(41)</sup>。

なお、破壊開始点については、複数の位置を設定した。

基本モデルの検討ケースを添3-ニ第15表に示す。基本モデルの断層モデル及び断層パラメータは、添3-ニ第46図及び添3-ニ第16表に示すように設定した。また、断層モデルのパラメータの設定フローを添3-ニ第47図に示す。

#### (b) 不確かさを考慮するパラメータの選定

「想定海洋プレート内地震」の不確かさとしては、短周期レベル、断層位置及び地震規模を考慮する。

短周期レベルの不確かさとしては、原田・釜江（2011）<sup>(42)</sup>の知見を踏まえ、短周期レベルの値を地震調査委員会（2016）<sup>(76)</sup>による値の1.5倍としたケースを設定した。

断層位置の不確かさとしては、断層面上端が海洋性地殻の上端に位置するよう設定した上で、アスペリティを断層面上端に配置したケースを設定した。

地震規模の不確かさとしては、2011年4月7日宮城県沖の地震の地震規模を上回る $M_w7.4$ としたケースを設定した。

なお、破壊開始点については、それぞれの不確かさケースについて、複数の位置を設定した。

不確かさケースの検討ケース一覧を添3-ニ第15表に示す。不確かさケースの断層モデル及び断層パラメータは、

添3-ニ第46図，添3-ニ第48図及び添3-ニ第17表に示すように設定した。また，断層モデルのパラメータの設定フローを添3-ニ第47図に示す。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトルに基づく地震動評価には，解放基盤表面の地震動として評価できること，震源の拡がりやが考慮できること，敷地の地震観測記録を用いて諸特性が考慮できること，水平方向及び鉛直方向の地震動が評価できることといった特徴を有する評価手法であり，地震規模に対応する震源距離が適用範囲にあることから，Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>を用いた。

敷地における海洋プレート内地震による観測記録の応答スペクトルとNoda et al. (2002)<sup>(29)</sup>の方法に基づく応答スペクトルとの比を添3-ニ第49図に示す。観測記録の応答スペクトルは，Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>に基づく応答スペクトルに対して，2～3倍程度となっている。「想定海洋プレート内地震」の応答スペクトルに基づく評価に当たっては，Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>に基づく応答スペクトルに対し，全周期帯で3倍の補正を行った。

基本モデル及び各不確かさケースの応答スペクトルに基づく地震動評価結果の応答スペクトルを添3-ニ第50図に示す。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

「想定海洋プレート内地震」の断層モデルを用いた手法による地震動評価では，適切な要素地震となる地震観測記

録が敷地で得られていないことから、統計的グリーン関数法<sup>(23)(24)</sup>を用いる。統計的グリーン関数法<sup>(23)(24)</sup>に用いる地下深部構造モデルについては、「(ホ)(3) 深部地盤モデル」に示した深部地盤モデルを用いる。

基本モデル及び各不確かさケースの断層モデルを用いた地震動評価結果の応答スペクトルを添3-ニ第51図に示す。

### c. 内陸地殻内地震

#### (a) 基本モデルの設定

内陸地殻内地震の検討用地震として選定した「出戸西方断層による地震」については、孤立した短い断層による地震として、震源断層が地表断層長さ以上に広がっていること及び震源断層が地震発生層の上端から下端まで広がっていることを考慮した上で、その地震規模を $M_w6.5$ とした。断層傾斜角は反射法地震探査結果に基づき $70^\circ$ に設定し、断層幅は地震発生層厚さと断層傾斜角を考慮し12.8kmとした。震源断層長さは、地震規模が $M_w6.5$ となるように、断層幅を考慮して28.7kmとし、その地震モーメントは $7.51 \times 10^{18} \text{N} \cdot \text{m}$ となる。

アスペリティの位置については、敷地への影響が大きくなるように、アスペリティの南端を出戸西方断層の南端に、また、アスペリティの上端を断層モデルの上端に設定した。

なお、破壊開始点については、複数の位置を設定した。

基本モデルの検討ケースを添3-ニ第18表に示す。基本モデルの断層モデル及び断層パラメータについては、地震調査委員会(2016)<sup>(76)</sup>に基づき、添3-ニ第52図及び添3



ーニ第19表に示すように設定した。また、断層モデルのパラメータの設定フローを添3ーニ第53図に示す。

(b) 不確かさを考慮するパラメータの選定

「出戸西方断層による地震」の不確かさとしては、短周期レベル及び断層傾斜角について考慮する。

短周期レベルの不確かさケースについては、2007年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ、基本モデルにおける値の1.5倍の値を考慮した地震動評価を行う。

出戸西方断層については、地質調査結果に基づき、高角の逆断層であることが確認されているが、念のため、断層傾斜角の不確かさケースとして、断層傾斜角を45°に設定した地震動評価を行う。

出戸西方断層が敷地の極近傍に位置しており、基準地震動 $S_s$ の策定に支配的な断層であることから、不確かさの考え方が地震動評価結果に与える影響が非常に大きいことを踏まえ、短周期の地震動レベルに影響する短周期レベルの不確かさと、長周期の地震動レベルに影響する地震モーメントが大きくなる設定である断層傾斜角の不確かさを重畳させたケースについても考慮し、全周期帯での評価が保守的になるように地震動評価を行う。

なお、破壊開始点については、それぞれの不確かさケースについて、複数の位置を設定した。

不確かさケースの検討ケース一覧を添3ーニ第18表に示す。不確かさケースの断層モデル及び断層パラメータは、添3ーニ第52図、添3ーニ第54図及び添3ーニ第20表に示

すように設定した。また、断層モデルのパラメータの設定フローを添3-ニ第53図に示す。

(c) 応答スペクトルに基づく地震動評価

出戸西方断層による地震による評価ケースの諸元と、Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>の距離減衰式の作成及び適用性検討に用いられている諸元を比較した結果、出戸西方断層による地震については、Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>にて定められている極近距離よりもさらに近距離の地震となっていることから、Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>の適用範囲外とした。

応答スペクトルに基づく地震動評価を行う際には、当該モデルの地震規模及び敷地との距離の関係を踏まえ、国内外において提案されているNoda et al. (2002)<sup>(29)</sup>以外の距離減衰式<sup>(45)~(53)</sup>による評価を行う。評価に用いる距離減衰式を添3-ニ第21表に示す。

添3-ニ第55図に、基本モデル及び各不確かさケースの応答スペクトルに基づく地震動評価結果の応答スペクトルを示す。

(d) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

出戸西方断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価では、敷地において要素地震として利用可能な観測記録が得られていることから経験的グリーン関数法<sup>(35)(36)</sup>を用いる。要素地震については、考慮する地震の断層面近傍の内陸地殻内で発生し、地質調査結果と整合的な震源メカニズムをもつ出戸西方断層近傍で発生した1999年9月13日の地震(M4.0)を用いることとする。要素地震の

諸元を添3-ニ第22表に、要素地震の震央位置及び観測記録の波形を添3-ニ第56図に示す。

基本モデル及び各不確かさケースの断層モデルを用いた地震動評価結果の応答スペクトルを添3-ニ第57図に示す。

## (2) 震源を特定せず策定する地震動

### ① 評価方法

震源を特定せず策定する地震動の評価に当たっては、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震を検討対象地震として選定し、それらの地震時に得られた震源近傍における観測記録を収集し、敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定した。

採用する地震観測記録の選定に当たっては、敷地周辺との地域差を検討するとともに、観測記録と添3-ニ第58図に示す加藤ほか(2004)<sup>(54)</sup>の応答スペクトルとの大小関係を考慮する。

### ② 検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震の震源近傍の観測記録の収集においては、以下の「地域性を考慮する地震動」及び「全国共通に考慮すべき地震動」の2種類の地震を対象とする。

- ・「地域性を考慮する地震動」として、震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に拮がっているものの、地表地震断層としてその全容を現すまでに至っていない $M_w$ 6.5程度以上の地震
- ・「全国共通に考慮すべき地震動」として、断層破壊領域が地震発生層内部に留まり、国内においてどこでも発生する

と考えられる地震で、震源の位置及び規模が推定できない地震として地震学的検討から全国共通に考慮すべき $M_w6.5$ 程度未満の地震、及び「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（別記3）」における震源近傍の多数の地震観測記録に基づいて策定された標準応答スペクトル（以下「標準応答スペクトル」という。）

検討対象地震を添3-ニ第23表に、標準応答スペクトルを添3-ニ第72図に示す。

a. 「地域性を考慮する地震動」（ $M_w6.5$ 程度以上の地震）

添3-ニ第23表に示した検討対象地震のうち、 $M_w6.5$ 程度以上の2008年岩手・宮城内陸地震及び2000年鳥取県西部地震の震源域と敷地周辺との地域差を検討し、観測記録収集対象の要否について検討を行う。

(a) 2008年岩手・宮城内陸地震

2008年岩手・宮城内陸地震の震源域近傍は、新第三紀以降の火山岩類及び堆積岩類が広く分布し、断続的な褶曲構造が認められ、東西圧縮応力による逆断層により脊梁山脈を成長させている地域である。さらに、火山フロントに位置し、火山噴出物に広く覆われており断層変位基準となる段丘面の分布が限られている。また、産業技術総合研究所（2009）<sup>(55)</sup>によるひずみ集中帯分布図によれば、震源近傍は、地質学的・測地学的ひずみ集中帯の領域内にある。

一方、敷地周辺では、断層変位基準となる海成段丘面が広く分布していること、火山フロントの海溝側に位置し顕著な火山噴出物が認められないこと、地質学的・測地学的

ひずみ集中帯の領域外に位置していること等，震源域近傍との地域差は認められる。しかしながら，敷地周辺では震源域と同様に東西圧縮応力による逆断層型の地震が発生していることや，火山岩類及び堆積岩類が分布し，褶曲構造の分布が認められること等，一部で類似点も認められる。

以上のことから，更なる安全性向上の観点から，より保守的に2008年岩手・宮城内陸地震を観測記録収集対象として選定する。

地震観測記録の収集に当たっては，断層最短距離30 km以内に位置するK-NET観測点及びKiK-net観測点の地震観測記録に加えて，震源近傍に位置する荒砥沢ダム及び栗駒ダムにおける地震観測記録を対象とし，18地点の地震観測記録を収集した。

収集した地震観測記録の応答スペクトルに対して，加藤ほか（2004）<sup>(54)</sup>の応答スペクトルを上回る地震観測記録はK-NET観測点5地点，KiK-net観測点5地点，ダム2地点の合計12地点であり，このうち，K-NET観測点については，AVS30（地表から深さ30mまでの平均S波速度）が500m/s以上の地震観測記録は1地点であったことから，合計8地点の地震観測記録を抽出した。

抽出した地震観測記録の分析・評価として，地盤応答等による特異な影響の評価及び基盤地震動を算定するための地盤モデルの妥当性確認を実施した。その結果，地盤の非線形性や特異な増幅特性が無く，基盤地震動を算定する地盤モデルについて，観測記録の伝達関数を再現できること

を確認したK-NET一関観測点，KiK-net花巻南観測点，KiK-net金ヶ崎観測点及び栗駒ダム（右岸地山）の4地点の観測記録を信頼性の高い基盤地震動が評価可能な観測記録として選定した。これに加えて，KiK-net一関東観測点については，地表観測記録に地盤の非線形性及び観測点周辺の地形の影響が一部含まれており，鉛直方向の観測記録の伝達関数を再現できていないことから信頼性の高い基盤地震動の評価は困難であるものの，水平方向については地表観測記録を概ね再現できることから基盤地震動として選定可能と判断し，水平方向のみ基盤地震動が適切に評価可能な観測記録として選定した。

選定した5地点の観測記録の中で，大きな基盤地震動として，栗駒ダム（右岸地山），KiK-net金ヶ崎観測点及びKiK-net一関東観測点（水平方向のみ）を，震源を特定せず策定する地震動に考慮する基盤地震動として選定した。

基盤地震動として選定した各観測点位置のS波速度は，栗駒ダムで700m/s以上，KiK-net金ヶ崎観測点で540m/s，KiK-net一関東観測点で680m/sといずれの観測点も敷地の解放基盤表面のS波速度と同等あるいは低い値となっていることから，地盤のS波速度による補正を行わないこととした。

以上より，栗駒ダム（右岸地山），KiK-net金ヶ崎観測点及びKiK-net一関東観測点（水平方向のみ）の基盤地震動に保守性を考慮し，震源を特定せず策定する地震動として，「2008年岩手・宮城内陸地震（栗駒ダム[右岸地山]）」，

「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net金ヶ崎）」及び「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net一関東）」を採用する。

(b) 2000年鳥取県西部地震

2000年鳥取県西部地震は、西北西－東南東の圧縮応力による横ずれ断層の地震とされている。

岡田（2002）<sup>(56)</sup>によれば、震源域周辺に活断層は記載されておらず、第四紀中期以降に新たな断層面を形成して、断層が発達しつつあり、活断層の発達過程としては、初期ないし未成熟な段階にあるとしている。井上ほか（2002）<sup>(57)</sup>によれば、震源域付近の地質・地質構造は、白亜紀から古第三紀の花崗岩を主体とし、新第三紀中新世に貫入した安山岩～玄武岩質の岩脈が頻繁に分布していることが示されており、これら岩脈の特徴として、貫入方向が今回の震源断層に平行である北西－南東方向であることが挙げられている。また、第四系の分布・地形面の発達状況は、明瞭な断層変位基準の少ない地域である。

一方、敷地周辺は、東西圧縮応力による逆断層として、出戸西方断層等が認められる地域であり、地形・地質調査等から、活断層の認定が可能である。敷地周辺の地質・地質構造は、主に新第三系中新統の泊層、鷹架層や第四系中部～上部更新統の段丘堆積層等が分布し、大規模な岩脈の分布は認められない。また、断層変位基準となる海成段丘面が広く認められる地域である。

なお、2000年鳥取県西部地震震源域と敷地周辺の地震地

体構造は、全ての文献において異なる地震地体構造区分とされている。

以上より、2000年鳥取県西部地震震源域と、敷地周辺地域とは活断層の特徴、地質・地質構造等に地域差が認められると判断されることから、2000年鳥取県西部地震は観測記録収集対象外とする。

b. 「全国共通に考慮すべき地震動」 ( $M_w$ 6.5程度未満の地震)

添3-ニ第23表に示した検討対象地震のうち、 $M_w$ 6.5程度未満の14地震について、震源近傍の観測記録を収集して、その地震動レベルを整理した。

その結果、加藤ほか(2004)<sup>(54)</sup>を一部周期帯で上回る地震観測記録として2004年北海道留萌支庁南部地震、2013年栃木県北部地震、2011年茨城県北部地震、2011年和歌山県北部地震及び2011年長野県北部地震の観測記録を抽出した。

抽出した観測記録のうち、2013年栃木県北部地震、2011年茨城県北部地震、2011年和歌山県北部地震及び2011年長野県北部地震については、記録の再現が可能な地盤モデルが構築できず、基盤地震動の評価が困難であることから、震源を特定せず策定する地震動に考慮しない。

一方、2004年北海道留萌支庁南部地震については、震源近傍のK-NET港町観測点において、佐藤ほか(2013)<sup>(58)</sup>が詳細な地盤調査に基づいて基盤地震動の推定を行っており、信頼性の高い基盤地震動が得られていることから、これらを参考に地下構造モデルを設定し、基盤地震動を評価する。この基盤地震動に保守性を考慮し、震源を特定せず策定する地震動と



して「2004年北海道留萌支庁南部地震（K-NET港町）」を採用する。

また、標準応答スペクトルの考慮に当たっては、地震基盤面において、添3-ニ第72図に示す標準応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成し、添3-ニ第7表に示す深部地盤モデルを用いて解放基盤表面における地震動（以下「標準応答スペクトルを考慮した地震動」という。）を設定する。地震基盤面における模擬地震波は、複数の方法について検討を行った上で、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。模擬地震波の継続時間と振幅包絡線は添3-ニ第73図の形状とし、振幅包絡線の経時的変化を添3-ニ第32表に示す。地震基盤面における模擬地震波の作成結果を添3-ニ第33表、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添3-ニ第74図及び時刻歴波形を添3-ニ第75図に示す。

#### c. 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

震源を特定せず策定する地震動として採用した「2008年岩手・宮城内陸地震（栗駒ダム[右岸地山]）」、「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net金ヶ崎）」、「2008年岩手・宮城内陸地震（KiK-net一関東）」、「2004年北海道留萌支庁南部地震（K-NET港町）」及び「標準応答スペクトルを考慮した地震動」の応答スペクトルを添3-ニ第59図に示す。

### (3) 基準地震動 $S_s$

「(へ)(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「(へ)(2) 震源を特定せず策定する地震動」の評価結果に

に基づき，基準地震動  $S_s$  を策定する。

① 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動  $S_s$

a. 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動  $S_s$

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動  $S_s$  は，設計用応答スペクトルに適合する設計用模擬地震波により表すものとする。

(a) 設計用応答スペクトル

「(へ)(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」において応答スペクトルに基づく手法により評価した検討用地震の基本モデル及び不確かさケースの地震動評価結果を添 3 - ニ第60図に示す。これらを上回るように設定した  $S_s - A_H$  の設計用応答スペクトルを添 3 - ニ第60図 (1) に， $S_s - A_V$  の設計用応答スペクトルを添 3 - ニ第60図 (2) に示す。

$S_s - A_H$  及び  $S_s - A_V$  の設計用応答スペクトルのコントロールポイントの値を添 3 - ニ第24表に示す。

(b) 設計用模擬地震波

基準地震動  $S_s - A_H$  及び  $S_s - A_V$  の設計用模擬地震波は  $S_s - A_H$  及び  $S_s - A_V$  の設計用応答スペクトルに適合するように作成し，地震動の振幅包絡線の経時的変化に基づいて，正弦波の重ね合わせによって作成する。基準地震動  $S_s - A_H$  及び  $S_s - A_V$  の設計用模擬地震波の継続時間と振幅包絡線は添 3 - ニ第61図の形状とし，振幅包絡線の経時的変化を添 3 - ニ第25表に示す。

基準地震動  $S_s - A_H$  及び  $S_s - A_V$  の設計用模擬地震波の作成結果を添 3 - 2 第 26 表に、設計用応答スペクトルに対する設計用模擬地震波の応答スペクトルの比を添 3 - 2 第 62 図に示す。策定した基準地震動  $S_s - A_H$  及び  $S_s - A_V$  の設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形を添 3 - 2 第 63 図に示す。

b. 断層モデルを用いた手法による基準地震動  $S_s$

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」における断層モデルを用いた手法による地震動評価結果について、基準地震動  $S_s - A$  の設計用応答スペクトルを一部周期帯で上回るケースのうち、添 3 - 2 第 27 表に示す 5 ケースを基準地震動  $S_s - B_1$ ,  $S_s - B_2$ ,  $S_s - B_3$ ,  $S_s - B_4$  及び  $S_s - B_5$  として設定した。その応答スペクトルを添 3 - 2 第 64 図に、加速度時刻歴波形を添 3 - 2 第 65 図に示す。

② 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動  $S_s$

「震源を特定せず策定する地震動」は基準地震動  $S_s - A$  の設計用応答スペクトルを一部周期帯で上回ることから、添 3 - 2 第 28 表に示す 5 波を基準地震動  $S_s - C_1$ ,  $S_s - C_2$ ,  $S_s - C_3$ ,  $S_s - C_4$  (水平方向のみ) 及び  $S_s - C_5$  として設定した。その応答スペクトルを添 3 - 2 第 66 図に、加速度時刻歴波形を添 3 - 2 第 67 図に示す。

(4) 基準地震動  $S_s$  の年超過確率

日本原子力学会 (2007) <sup>(59)</sup> に基づいて算定した敷地における地震動の一樣ハザードスペクトルと基準地震動  $S_s$  の応答スペクトルを比較する。

震源については、地震発生様式ごとに「特定震源モデルに基づく評価」及び「領域震源モデルに基づく評価」に分けて考慮することとし、確率論的地震ハザードに大きな影響を及ぼす認識論的不確かさを選定し、ロジックツリーを作成する。ロジックツリーは、地震調査委員会（2013）<sup>(43)</sup>の考え方に基づき作成する。

地震調査委員会（2013）<sup>(43)</sup>では、「領域震源モデルに基づく評価」に用いる各領域の地震規模の設定に当たり、「モデル1」及び「モデル2」の2つの考え方を示しており、「モデル1」においては地震調査委員会（2012）<sup>(17)</sup>で用いられている各領域の地震規模を用い、「モデル2」においては地震規模が確率論的地震ハザード評価に与える影響を検討するために、各領域に「モデル1」より大きな地震規模を用いている。敷地での確率論的地震ハザード評価における「領域震源モデルに基づく評価」では、「モデル1」に加え「モデル2」についてもロジックツリーの分岐として考慮する。

設定したロジックツリーを添3-ニ第68図に示す。また、特定震源モデルのうち、出戸西方断層以外の断層による地震において評価対象とする活断層の諸元を添3-ニ第29表に、領域震源におけるロジックツリーの分岐ごとの最大地震規模を添3-ニ第30表に示す。

なお、プレート間地震及び海洋プレート内地震の長期評価に関する地震調査委員会（2019）<sup>(88)</sup>の知見があるが、本知見における地震規模及び発生間隔は、敷地での確率論的地震ハザード評価における設定と同等もしくは包絡されるものであることか

ら、敷地での確率論的地震ハザード評価に影響はない。

基準地震動  $S_s - A$  及び  $S_s - B 1 \sim B 5$  の応答スペクトルと年超過確率ごとの一様ハザードスペクトルの比較を添 3 - ニ第69図に示す。基準地震動  $S_s - A$  及び  $S_s - B 1 \sim B 5$  の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$  程度である。

また、「震源を特定せず策定する地震動」に基づき設定した基準地震動  $S_s - C 1 \sim C 5$  の応答スペクトルと内陸地殻内地震の領域震源による一様ハザードスペクトルの比較を添 3 - ニ第70図に示す。基準地震動  $S_s - C 1 \sim C 5$  の年超過確率は、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$  程度である。

#### (5) 建屋底面位置における地震動評価

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の耐震設計では、解放基盤表面以浅の地盤モデルを作成し、建屋底面位置における地震動を評価する必要がある。

耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設のうち、「燃料加工建屋」の解放基盤表面以浅の地盤モデルを添 3 - ニ第31表に示す。また、基準地震動  $S_s$  による建屋底面位置での地震動の加速度波形、基準地震動  $S_s$  との応答スペクトルによる比較、解放基盤表面～建屋底面位置間の地震動の最大加速度分布及び最大せん断ひずみ分布を添 3 - ニ第71図に示す。解放基盤表面～建屋底面位置間において、基準地震動  $S_s$  に特異な増幅はなく、地盤に顕著なせん断ひずみも認められない。

(ト) 参考文献一覧

- (1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会編. 日本の地震活動：  
-被害地震から見た地域別の特徴-. 第2版, 財団法人地震予知総合研究振興会, 2009.
- (2) 文部省震災予防評議会編. 増訂 大日本地震史料. 第一巻～  
第三巻, 鳴鳳社, 1941-1943.
- (3) 武者金吉. 日本地震史料. 毎日新聞社, 1951.
- (4) 東京大学地震研究所編. 新収 日本地震史料. 東京大学地震  
研究所. 第一巻～第五巻, 補遺, 続補遺, 1981-1993.
- (5) 宇佐美龍夫編. 日本の歴史地震史料. 拾遺, 拾遺別巻, 拾遺  
二, 拾遺三, 1998-2005.
- (6) 国立天文台編. 理科年表. 平成28年版, 丸善, 2015.
- (7) 宇佐美龍夫. 日本被害地震総覧599-2012. 東京大学出版会,  
2013.
- (8) 宇佐美龍夫. Study of Historical Earthquakes in Japan.  
1979, 東京大学地震研究所彙報, vol. 54.
- (9) 宇津徳治. 日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表：  
1885年～1980年. 1982, 東京大学地震研究所彙報, vol. 57.
- (10) 気象庁. 「地震年報」等. 1951-2015.7.
- (11) 宇津徳治. 地震活動総説. 東京大学出版会, 1999.
- (12) 青森県. 青森県大震災の記録：-昭和43年の十勝沖地震-.  
1969.
- (13) 気象庁. 災害時地震・津波速報：平成6年（1994年）三陸はる  
か沖地震. 1995.
- (14) 気象庁, 消防庁. 震度に関する検討会報告書, 平成21年3月.

2009.

- (15) 村松郁栄. 震度分布と地震のマグニチュードとの関係. 1969, 岐阜大学教育学部研究報告, no. 4.
- (16) 勝又護, 徳永規一. 震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応. 1971, 験震時報, vol. 36.
- (17) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価 (第二版) について. 2012.
- (18) 活断層研究会編. [新編] 日本の活断層: 分布図と資料. 東京大学出版会, 1991.
- (19) Masahiro Kosuga ; Tamao Sato ; Akira Hasegawa ; Toru Matsuzawa ; Sadaomi Suzuki ; Yoshinobu Motoya . Spatial distribution of intermediate-depth earthquakes with horizontal or vertical nodal planes beneath northeastern Japan. 1996, Physics of the Earth and Planetary Interiors 93.
- (20) 迫田浩司, 岡田知己, 菅ノ又淳一, 長谷川昭. 2003年5月26日宮城県沖地震 (M7.1) と二重深発地震面上面の地震活動: -スラブ内大地震震源域における地震活動の特徴抽出-. 2004, 地震第2輯, vol. 57.
- (21) Saeko Kita ; Tomomi Okada ; Akira Hasegawa ; Junichi Nakajima ; Toru Matsuzawa . Existence of interplane earthquakes and neutral stress boundary between the upper and lower planes of the double seismic zone beneath Tohoku and Hokkaido, northeastern Japan. 2010, Tectonophysics 496.
- (22) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 全国地震動予測地

図：-地図を見て私の街の揺れを知る-。2010.

- (23) DAVID M. BOORE. STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH-FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA. 1983. Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 73, no. 6.
- (24) 入倉孝次郎, 香川敬生, 関口春子. 経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良. 1997, 日本地震学会講演予稿集.
- (25) 梅田尚子, 小林喜久二. 地震記録の逆解析による地下構造推定手法の適用性に関する検討. 2010, 日本建築学会学術講演梗概集, 構造Ⅱ.
- (26) 小林喜久二, 久家英夫, 植竹富一, 真下貢, 小林啓美. 伝達関数の多地点同時逆解析による地盤減衰の推定: その3 Q値の基本式に関する検討. 1999, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B2, 構造Ⅱ.
- (27) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 三陸沖北部の地震を想定した強震動評価. 2004.
- (28) Tetsuo Seno ; Masaki Yoshida. Where and why do large shallow intraslab earthquakes occur ?. 2004, Physics of the Earth and Planetary Interiors 141.
- (29) Shizuo Noda ; Kazuhiko Yashiro ; Katsuya Takahashi ; Masayuki Takemura ; Susumu Ohno ; Masanobu Tohdo ; Takahide Watanabe. RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES. 2002, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Oct.16-18, Istanbul.



- (30) 松田時彦. 活断層から発生する地震の規模と周期について. 1975, 地震第2輯, vol. 28.
- (31) 原子力安全基盤機構. 平成15年度 地震記録データベース SANDELのデータ整備と地震発生上下限層深さの評価に関する報告書. 2004, JNES/SAE04-0017.
- (32) 長谷川昭, 中島淳一, 海野徳仁, 三浦哲, 諏訪謡子. 東北日本弧における地殻の変形と内陸地震の発生様式. 2004, 地震第2輯, vol. 56.
- (33) Akiko Tanaka ; Yuzo Ishikawa. Crustal thermal regime inferred from magnetic anomaly data and its relationship to seismogenic layer thickness : The Japanese islands case study. 2005, Physics of the Earth and Planetary Interiors, vol. 152.
- (34) 大久保泰邦. 全国のキュリ一点解析結果. 1984, 地質ニュース, no. 362.
- (35) Kojiro Irikura . PREDICTION OF STRONG ACCELERATION MOTIONS USING EMPIRICAL GREEN'S FUNCTION. 1986, 第7回日本地震工学シンポジウム.
- (36) 壇一男, 佐藤俊明. 断層の非一様すべり破壊を考慮した半経験的波形合成法による強震動予測. 1991, 日本建築学会構造系論文集, no. 509.
- (37) 釜江克弘, 入倉孝次郎, 福知保長. 地震のスケーリング則に基づいた大地震時の強震動予測 : 統計的波形合成法による予測. 1991, 日本建築学会構造系論文集, no. 430.
- (38) 諸井孝文, 広谷浄, 石川和也, 水谷浩之, 引間和人, 川里健,

- 生玉真也，釜田正毅．標準的な強震動レシピに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現．2013，日本地震工学会第10回年次大会梗概集．
- (39) 地震調査研究推進本部地震調査委員会．千島海溝沿いの地震活動の長期評価（第二版）．2004．
- (40) 笹谷努，森川信之，前田宜浩．スラブ内地震の震源特性．2006，北海道大学地球物理学研究報告，no. 69．
- (41) Junichi Nakajima ; Akira Hasegawa ; Saeko Kita. Seismic evidence for reactivation of a buried hydrated fault in the Pacific slab by the 2011 M9.0 Tohoku earthquake. 2011, Geophysical Research Letters, vol. 38.
- (42) 原田怜，釜江克宏．2011年4月7日宮城県沖のスラブ内地震の震源のモデル化．2011，  
[http://www.rrl.kyoto-u.ac.jp/jishin/eq/tohoku2/20110407miyagioki\\_slab.pdf](http://www.rrl.kyoto-u.ac.jp/jishin/eq/tohoku2/20110407miyagioki_slab.pdf)（参照 2011-06-02）
- (43) 地震調査研究推進本部地震調査委員会．今後の地震動ハザード評価に関する検討：～2013年における検討結果～．2013．
- (44) 地震調査研究推進本部地震調査委員会．震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）．2009．
- (45) Tatsuo Kanno ; Akira Narita ; Nobuyuki Morikawa ; Hiroyuki Fujikawa ; Yoshimitsu Fukushima. A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data. 2006, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 96, no. 3.
- (46) Jhon X. Zhao ; Jian Zhang ; Akihiro Asano ; Yuki Ohno ;

- Taishi Oouchi ; Toshimasa Takahashi ; Hiroshi Ogawa ; Kojiro Irikura ; Hong K. Thio ; Paul G. Somerville ; Yasuhiro Fukushima ; Yoshimitsu Fukushima. Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period. 2006, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 96, no. 3.
- (47) 内山泰生, 翠川三郎. 震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式. 2006, 日本建築学会構造系論文集, no. 606.
- (48) 片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔, 日下部毅明. 短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式. 2006, 土木学会論文集A, vol. 62, no. 4.
- (49) Norman A. Abrahamson ; Walter J. Silva ; Ronnie Kamai. Summary of the ASK14 Ground Motion Relation for Active Crustal Regions. 2014, Earthquake Spectra, vol. 30, no. 3.
- (50) David M. Boore ; Jonathan P. Stewart ; Emel Seyhan ; Gail M. Atkinson. NGA-West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% Damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes. 2014, Earthquake Spectra, vol. 30, no. 3.
- (51) Kenneth W. Campbell ; Yousef Bozorgnia. NGA-West2 Ground Motion Model for the Average Horizontal Components of PGA, PGV, and 5% Damped Linear Acceleration Response Spectra. 2014, Earthquake Spectra, vol. 30, no. 3.
- (52) Brian S. -J. Chiou ; Robert R. Youngs. Update of the Chiou and Youngs NGA Model for the Average Horizontal

- Component of Peak Ground Motion and Response Spectra. 2014, Earthquake Spectra, vol. 30, no. 3.
- (53) I. M. Idriss. An NGA-West2 Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes. 2014, Earthquake Spectra, vol. 30, no. 3.
- (54) 加藤研一, 宮腰勝義, 武村雅之, 井上大榮, 上田圭一, 壇一男. 震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル: -地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討-. 2004, 日本地震工学会論文集, vol. 4, no. 4.
- (55) 産業技術総合研究所. 地質学的歪みと測地学的歪みの集中域と地震との関係. 2009, 地震予知連絡会会報, vol. 81.
- (56) 岡田篤正. 山陰地方の活断層の諸特徴. 2002, 活断層研究, no. 22.
- (57) 井上大榮, 宮腰勝義, 上田圭一, 宮脇明子, 松浦一樹. 2000年鳥取県西部地震震源域の活断層調査. 2002, 地震第2輯, vol. 54.
- (58) 佐藤浩章, 芝良昭, 東貞成, 功刀卓, 前田宜浩, 藤原広行. 物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部地震の地震によるK-NET港町観測点 (HKD020) の基盤地震動とサイト特性評価. 2013, 電力中央研究所報告.
- (59) 日本原子力学会. 日本原子力学会標準 原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準: 2007. 2007.
- (60) 長谷川昭, 海野徳仁, 高木章雄, 鈴木貞臣, 本谷義信, 亀谷

- 悟，田中和夫，澤田義博．北海道および東北地方における微小地震の震源分布：-広域の験震データの併合処理-．1983，地震第2輯，vol. 36.
- (61) 佐藤良輔，阿部勝征，岡田義光，島崎邦彦，鈴木保典．日本の地震断層パラメーター・ハンドブック．1989，鹿島出版会．
- (62) Paul Somerville ; Kojiro Irikura ; Robert Graves ; Sumio Sawada ; David Wald ; Norman Abrahamson ; Yoshinori Iwasaki ; Takao Kanagawa ; Nancy Smith ; Akira Kowada. Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion. 1999, Seismological Research Letters, vol. 70.
- (63) 佐藤智美，巽誉樹．全国の強震記録に基づく内陸地震と海溝性地震の震源・伝播・サイト特性．2002，日本建築学会構造系論文集，vol. 556.
- (64) ROBERT J. GELLER. SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES. 1976. Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 66, no. 5.
- (65) 浅野公之，岩田知孝，入倉孝次郎．2003年5月26日に宮城県沖で発生したスラブ内地震の震源モデルと強震動シミュレーション．2004，地震第2輯，vol. 57.
- (66) 武村雅之．日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係．1990，地震第2輯，vol. 43.
- (67) 入倉孝次郎，三宅弘恵．シナリオ地震の強震動予測．2001，地学雑誌，vol. 110.

- (68) 物理探査学会. 図解物理探査. 1989.
- (69) 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透. 断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震測のための震源断層のモデル化. 2001, 日本建築学会構造系論文集, vol. 545.
- (70) 鶴来雅人, 田居優, 入倉孝次郎, 古和田明. 経験的サイト増幅特性評価手法に関する検討. 1997, 地震第2輯, vol. 50.
- (71) Hiroo Kanamori. The Energy Release in Great Earthquakes. 1977, Journal of Geophysical Research, vol. 82.
- (72) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 「全国を概観した地震動予測地図」報告書. 2005.
- (73) 武村雅之. 日本列島における地殻内地震のスケーリング則: 地震断層の影響および地震被害との関連. 1998, 地震第2輯, vol. 51.
- (74) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 青森県西岸断層帯の長期評価について. 2004.
- (75) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 津軽山地西縁断層帯の長期評価について. 2004.
- (76) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」). 2016.
- (77) 岩田知孝, 入倉孝次郎. 観測された地震波から, 震源特性・伝播経路特性及び観測点近傍の地盤特性を分離する試み. 1986, 地震第2輯, vol. 39.
- (78) 入倉孝次郎. 海溝型巨大地震の強震動予測のための震源モデルの構築. 2012, 第40回地盤震動シンポジウム.

- (79) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所. 広域帯地震観測網 F-net.  
<http://www.fnet.bosai.go.jp>, (参照 2016-12-26) .
- (80) 田島礼子, 松元康広, 司宏俊, 入倉孝次郎. 内陸地殻内および沈み込みプレート境界で発生する巨大地震の震源パラメータに関するスケーリング則の比較研究. 2013, 地震第2輯, vol. 66.
- (81) Susumu Kurahashi ; Kojiro Irikura. Short-Period Source Model of the 2011  $M_w$  9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. 2013, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 103, no. 2B.
- (82) Kimiyuki Asano ; Tomotaka Iwata. Source model for strong ground motion generation in the frequency range 0.1-10 Hz during the 2011 Tohoku earthquake. 2012, Earth Planets Space, vol. 64.
- (83) 佐藤智美. 経験的グリーン関数法に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデル：-プレート境界地震の短周期レベルに着目して-. 2012, 日本建築学会構造系論文集, vol. 77, no. 675.
- (84) 川辺秀憲, 釜江克弘. 2011年東北地方太平洋沖地震の震源のモデル化. 2013, 日本地震工学会論文集, vol. 13, no. 2.
- (85) 佐藤智美. 中小地震の応力降下量の断層タイプ・震源深さ依存性及び地域性に関する研究. 2003, 土木学会地震工学論文集, vol. 27.
- (86) 佐藤智美. 逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻

内地震の短周期レベルのスケーリング則．2010，日本建築学会  
構造系論文集，vol. 75，no. 651.

- (87) 地震調査研究推進本部地震調査委員会．千島海溝沿いの地震  
活動の長期評価（第三版）．地震調査研究推進本部，2017.
- (88) 地震調査研究推進本部地震調査委員会．日本海溝沿いの地震  
活動の長期評価．地震調査研究推進本部，2019.
- (89) 内閣府．“日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討  
について（概要報告）”．内閣府ホームページ．2020，  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko\\_chishima/model/  
index.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/index.html)，（参照 2021-10-20）．
- (90) 内閣府．“内閣府 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデ  
ル検討会／強震断層モデル（2）強震断層パラメータ”．一般  
社団法人 社会基盤情報流通推進協議会 G空間情報センターホ  
ームページ．2020-12-23 更新，  
<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/1-02>，（参照  
2021-10-20）．



添3-2第27表 基準地震動S s - B 1 ~ B 5

基準地震動		最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
		NS 方向	EW 方向	UD 方向
S s - B 1	出戸西方断層による地震 (短周期レベルの不確かさケース) [破壊開始点2]	410	487	341
S s - B 2	出戸西方断層による地震 (短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース) [破壊開始点1]	429	445	350
S s - B 3	出戸西方断層による地震 (短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース) [破壊開始点2]	443	449	406
S s - B 4	出戸西方断層による地震 (短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース) [破壊開始点3]	538	433	325
S s - B 5	出戸西方断層による地震 (短周期レベルと断層傾斜角の不確かさを重畳させたケース) [破壊開始点4]	457	482	370

添3-2第28表 基準地震動S<sub>s</sub>-C1~C5

基準地震動		最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
		NS 方向	EW 方向	UD 方向
S <sub>s</sub> -C1	2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NE T港町)	620		320
S <sub>s</sub> -C2	2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム[右岸地山])	450 <sup>※1</sup>	490 <sup>※2</sup>	320
S <sub>s</sub> -C3	2008年岩手・宮城内陸地震 (K i K-n e t金ヶ崎)	430	400	300
S <sub>s</sub> -C4	2008年岩手・宮城内陸地震 (K i K-n e t-関東)	540	500	—
S <sub>s</sub> -C5	標準応答スペクトルを考慮した地震動	617		394

※1：ダム軸方向

※2：上下流方向

添3-2第31表 解放基盤表面以浅の地盤モデル (燃料加工建屋)

標高 T.M.S.L. (m)	単位体積 重量 (kN/m <sup>3</sup> )	動ポアソン 比 $\nu_d$	S波速度 $V_S$ (m/s)	P波速度 $V_P$ (m/s)	剛性低下率 $G/G_0-\gamma$	減衰定数 $h-\gamma$
建屋底面 ▽ 31.53						
9.0	15.30	0.428	660	1860	軽石凝灰岩のひずみ依存特性 を設定	
-28.0	15.59	0.392	810	1920		
-49.0	18.24	0.348	1090	2260	軽石質砂岩のひずみ依存特性 を設定	
解放基盤表面 ▼ -49.0	18.24	0.348	1090	2260	細粒砂岩のひずみ依存特性 を設定	
-70.0	18.24	0.348	1090	2260	—	

添3-ニ第32表 標準応答スペクトルに基づく地震基盤面における  
 模擬地震波の振幅包絡線の経時的変化

標準応答 スペクトル	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的変化 (s)		
		$T_b$	$T_c$	$T_d$
水平方向	28.03	3.31	15.06	28.03
鉛直方向	28.03	3.31	15.06	28.03

添3-ニ第33表 標準応答スペクトルに基づく地震基盤面における  
模擬地震波の作成結果

標準応答 スペクトル	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	SI比	応答スペクトル比		
			平均値	最小値	標準偏差
水平方向	600	1.01	1.00	0.86	0.04
鉛直方向	400	1.00	1.01	0.86	0.04

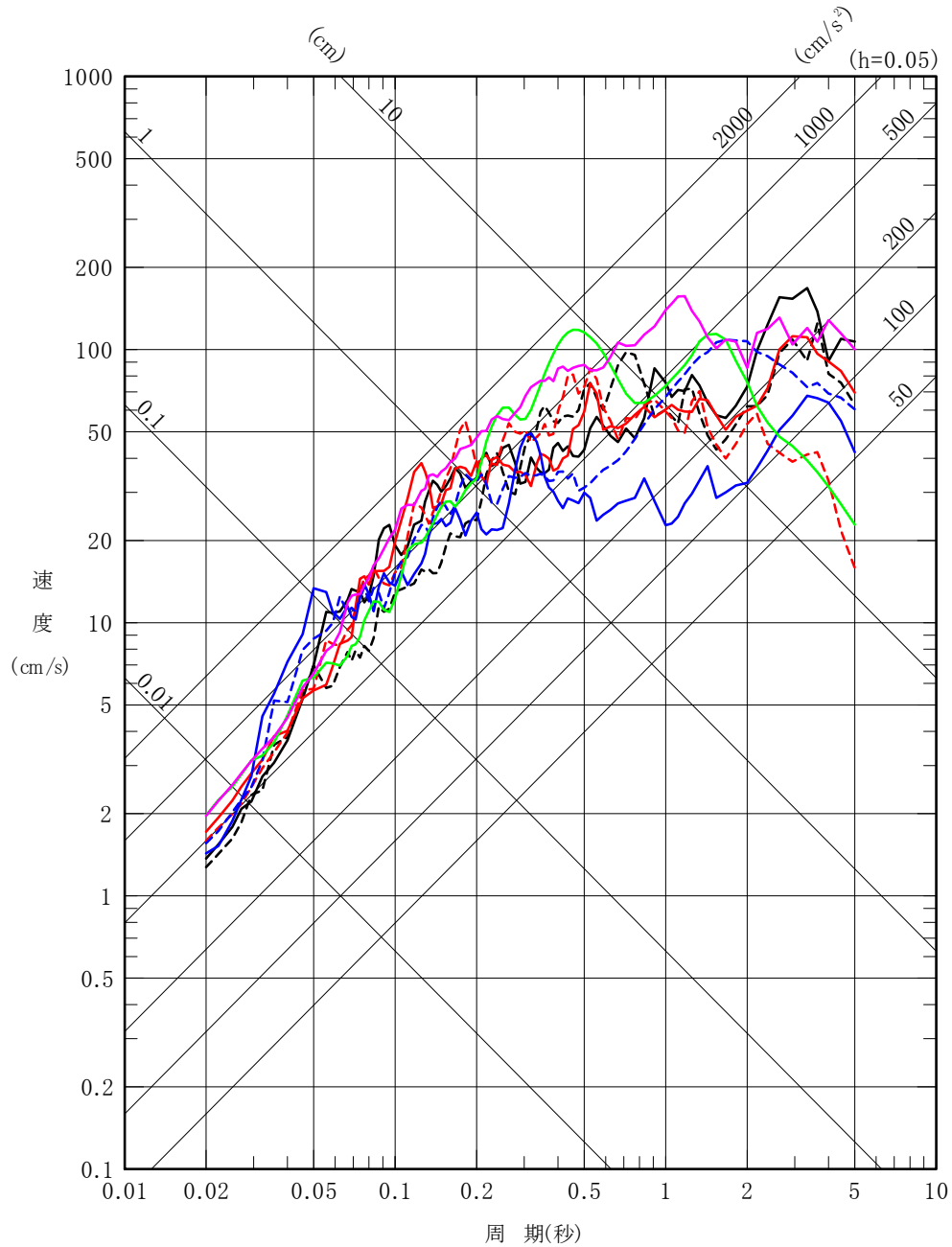
$$SI比 = \frac{\int_{0.1}^{2.5} S_v(T) dt}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{S}_v(T) dt}$$

$S_v(T)$  : 模擬地震波の応答スペクトル (cm/s)

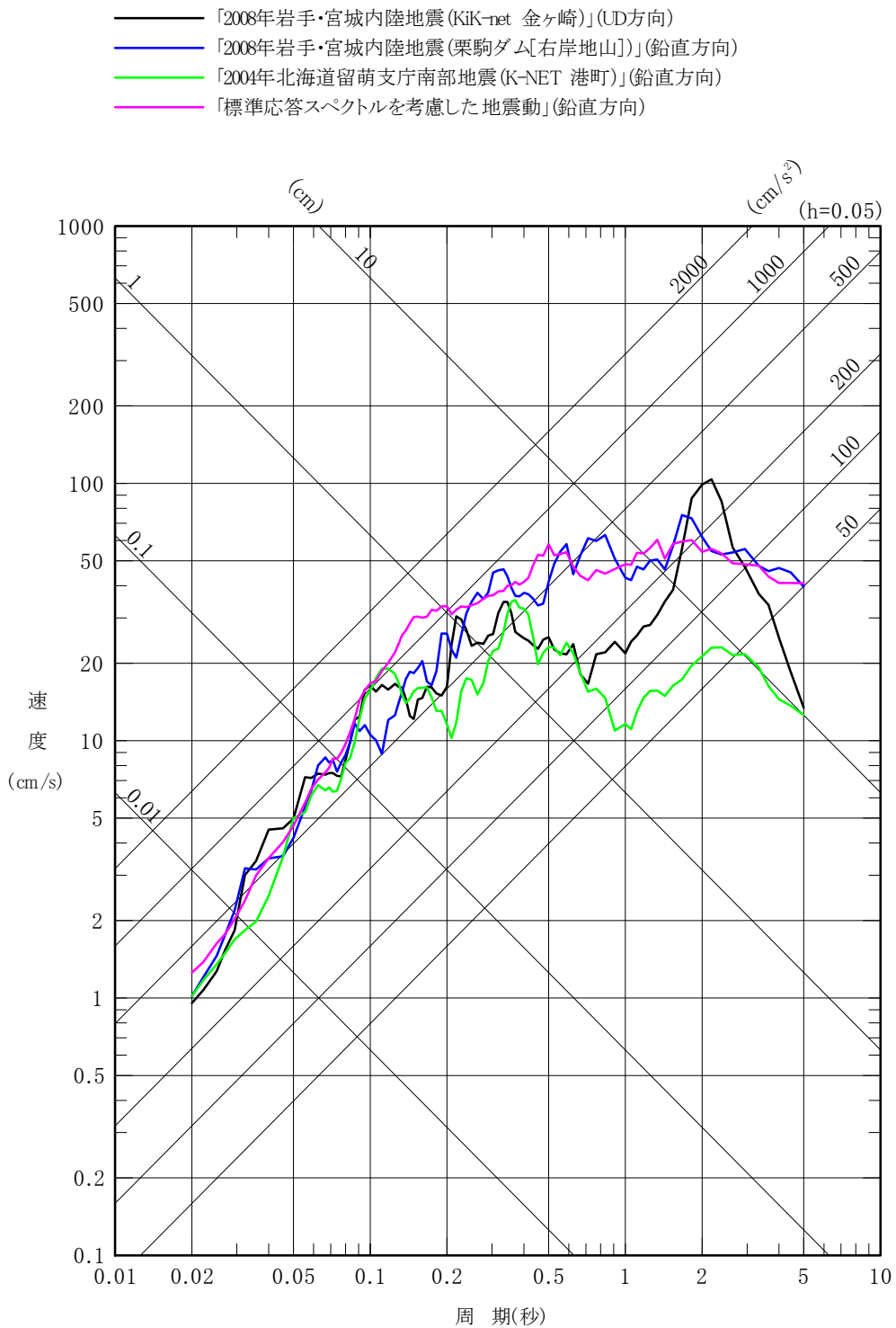
$\bar{S}_v(T)$  : 標準応答スペクトル (cm/s)

T : 固有周期 (s)

- 「2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 金ヶ崎)」(NS方向)
- - - 「2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 金ヶ崎)」(EW方向)
- 「2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 一関東)」(NS方向)
- - - 「2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 一関東)」(EW方向)
- 「2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山])」(ダム軸方向)
- - - 「2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山])」(上下流方向)
- 「2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET 港町)」(水平方向)
- 「標準応答スペクトルを考慮した地震動」(水平方向)

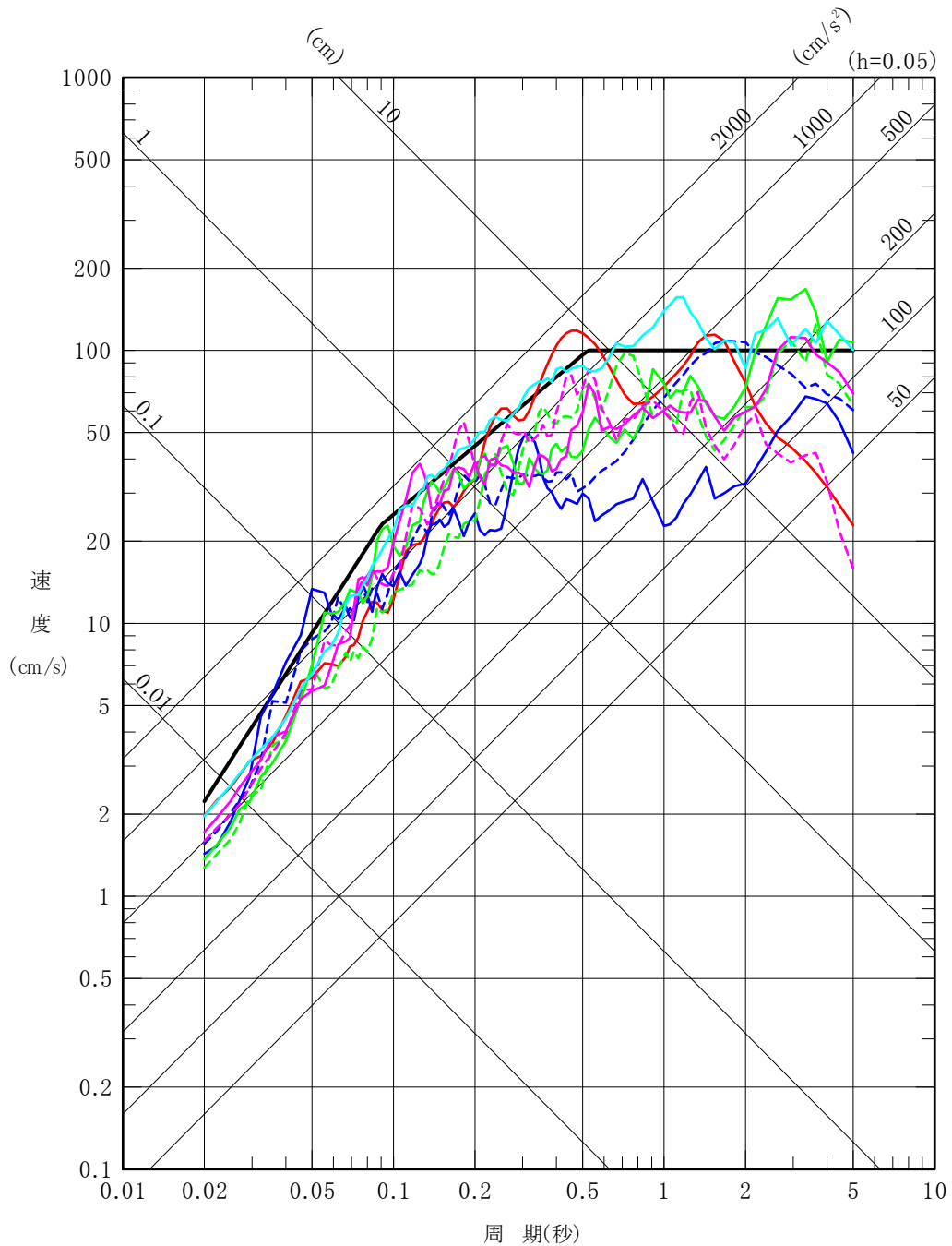


添3-ニ第59図(1) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル  
(水平方向)



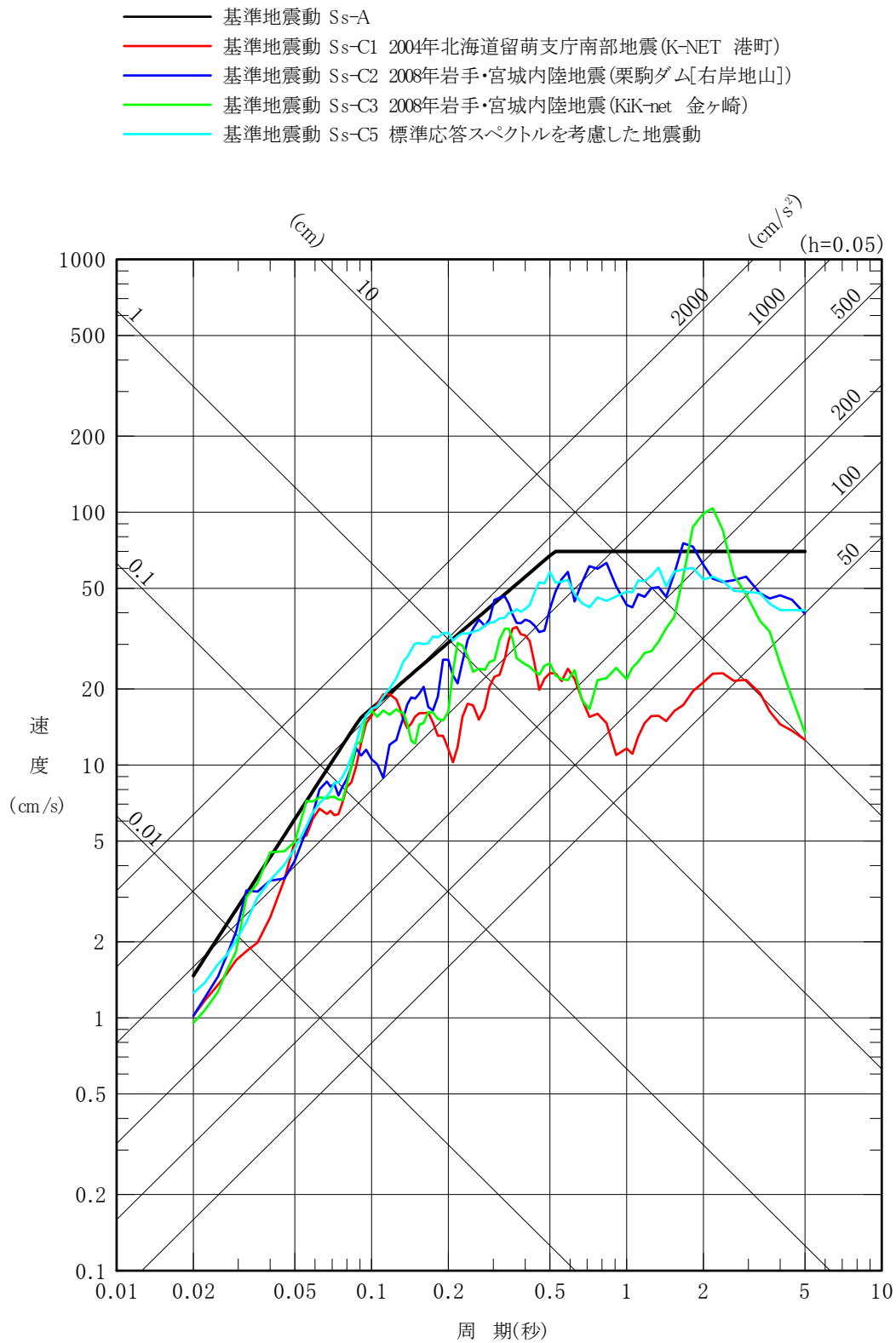
添3-ニ第59図(2) 震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル (鉛直方向)

- 基準地震動 S<sub>s</sub>-A
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-C1 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET 港町) 水平方向
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-C2 2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]) ダム軸方向
- - - 基準地震動 S<sub>s</sub>-C2 2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]) 上下流方向
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-C3 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 金ヶ崎) NS方向
- - - 基準地震動 S<sub>s</sub>-C3 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 金ヶ崎) EW方向
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-C4 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 一関東) NS方向
- - - 基準地震動 S<sub>s</sub>-C4 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net 一関東) EW方向
- 基準地震動 S<sub>s</sub>-C5 標準応答スペクトルを考慮した地震動

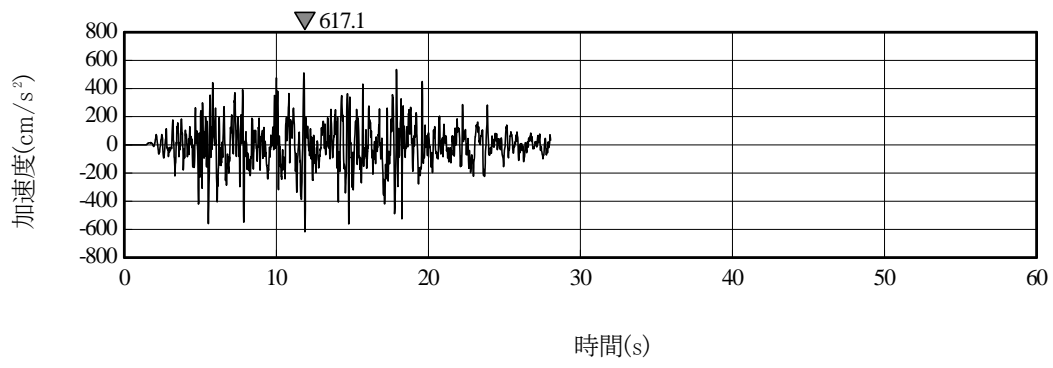


添3-ニ第66図(1) 基準地震動S<sub>s</sub>-C (C1~C5) の応答スペクトル (水平方向)

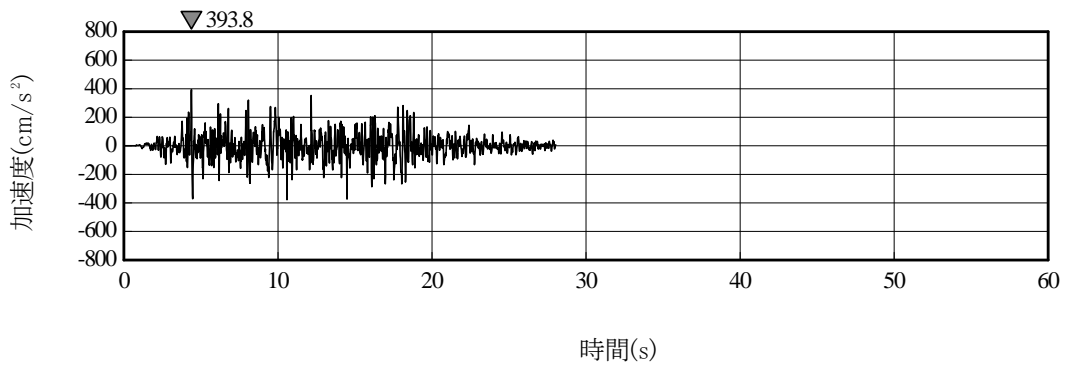




添3-ニ第66図(2) 基準地震動Ss-C (C1~C3, C5) の  
 応答スペクトル (鉛直方向)

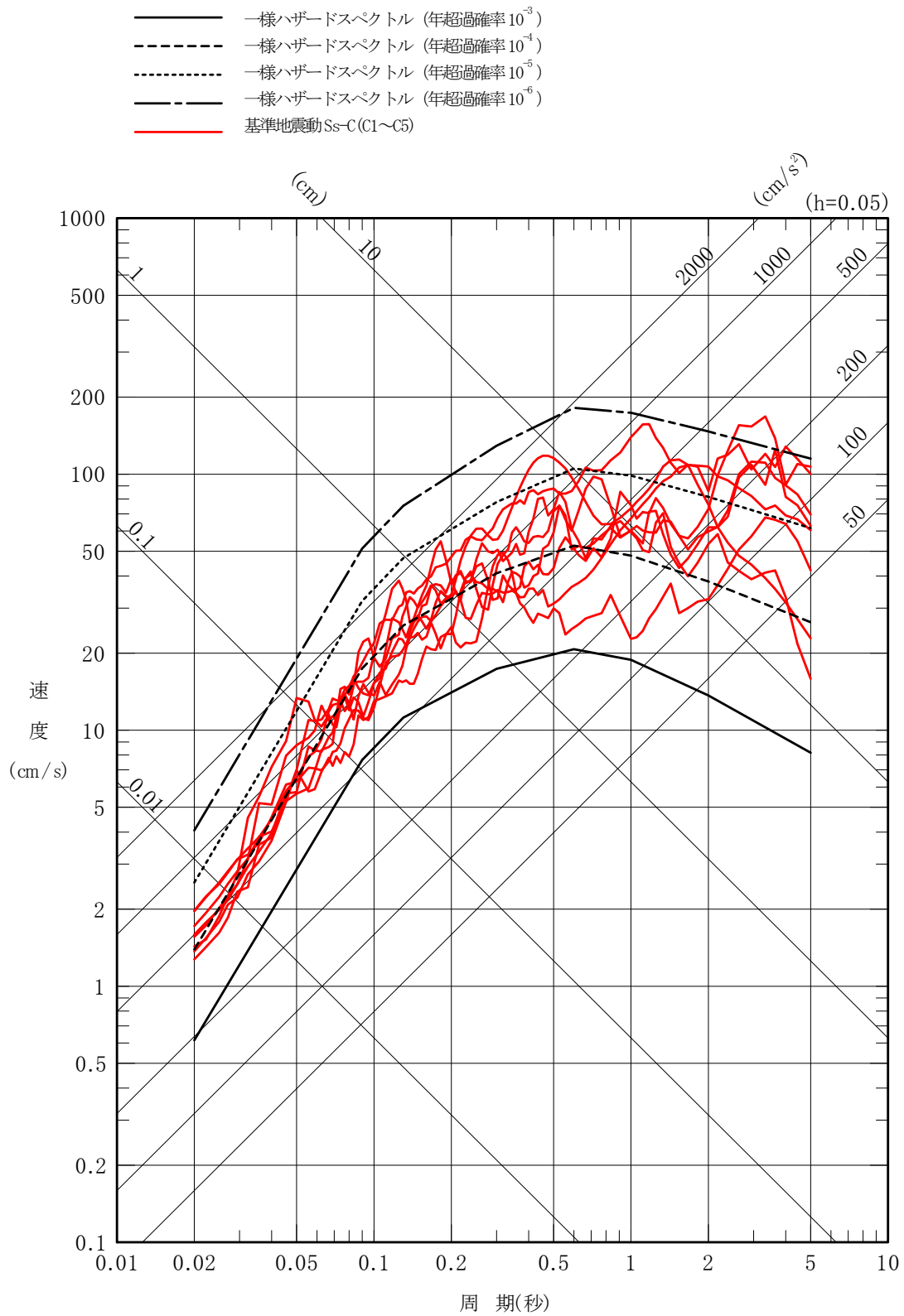


(a) NS方向

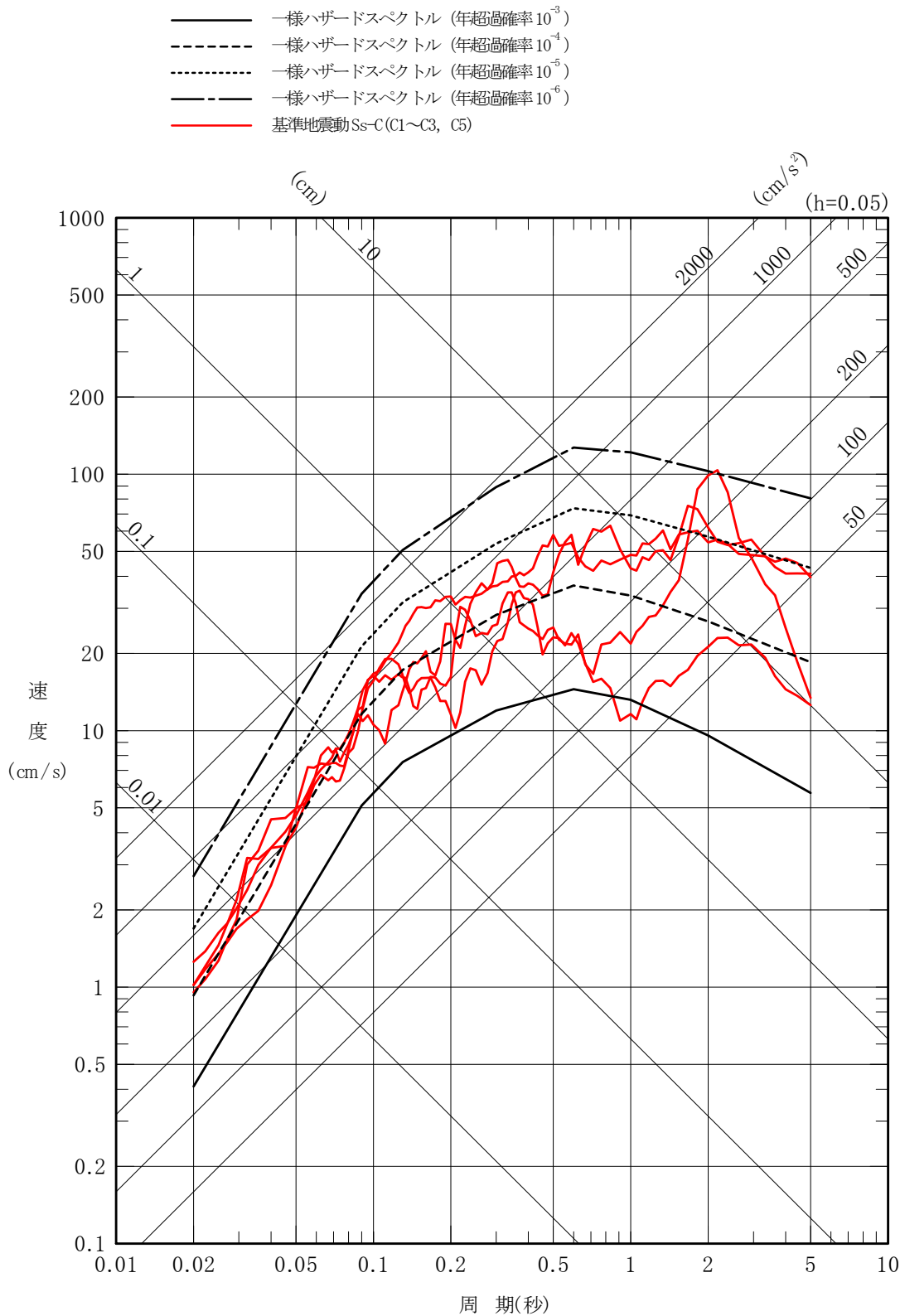


(b) EW方向

添3-ニ第67図(5) 基準地震動S<sub>s</sub>-C5の加速度時刻歴波形



添3-ニ第70図(1) 基準地震動 Ss-C (C1~C5) と一様ハザードスペクトル (領域震源 (内陸地殻内地震)) の比較 (水平方向)

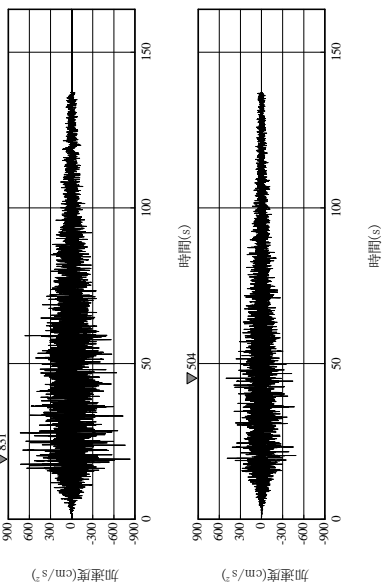


添3-ニ第70図(2) 標準地震動 Ss-C (C1~C3, C5) と一様ハザードスペクトル (領域震源 (内陸地殻内地震)) の比較 (鉛直方向)

(水平方向)

最大加速度：

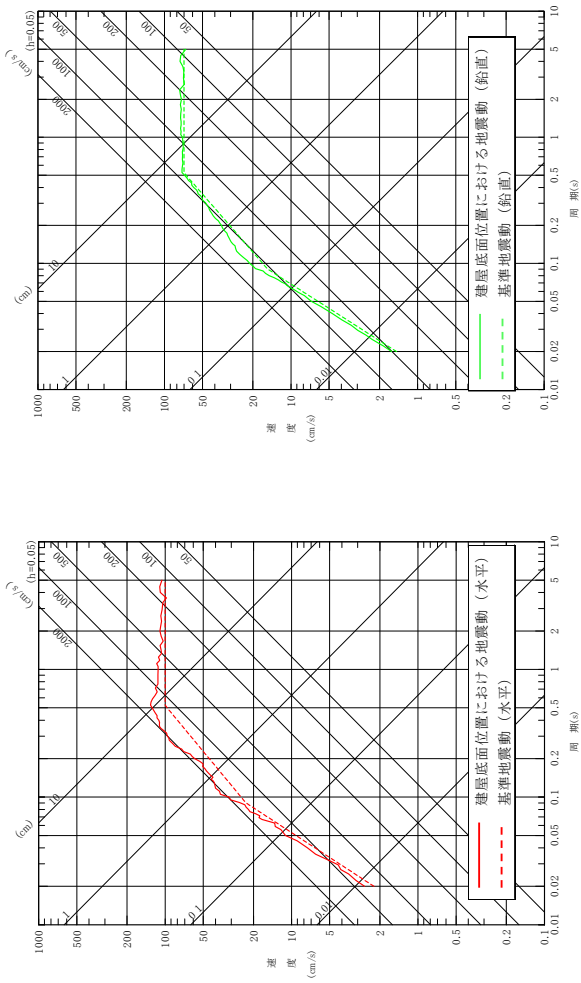
831  $\text{cm/s}^2$



(鉛直方向)

最大加速度：

504  $\text{cm/s}^2$

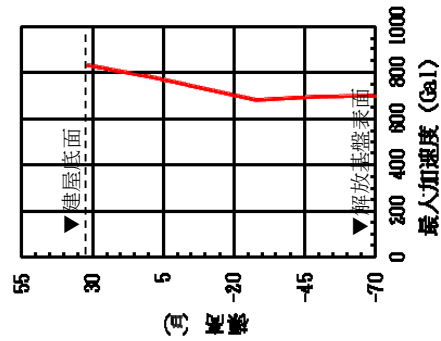


(a) 加速度時刻歴波形

(水平方向)

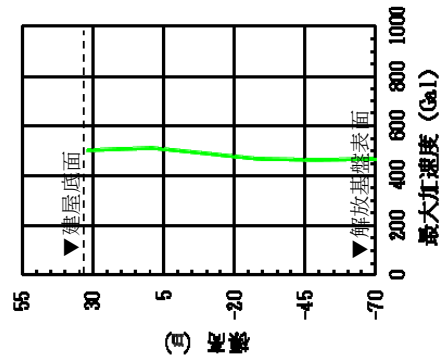
(b) 応答スペクトル

(鉛直方向)

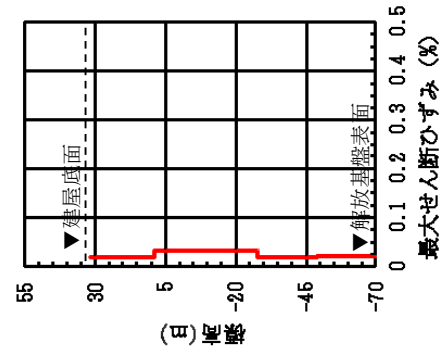


(水平方向)

(c) 最大加速度分布



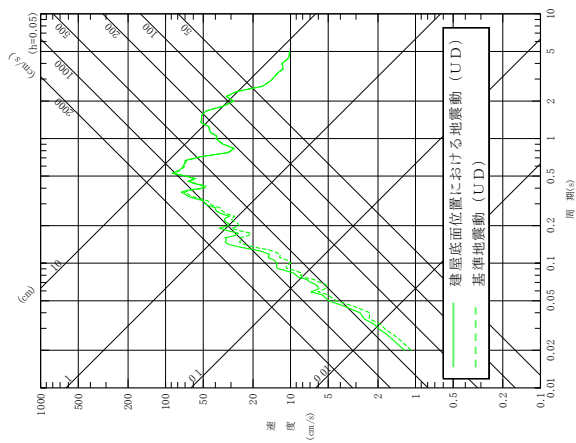
(鉛直方向)



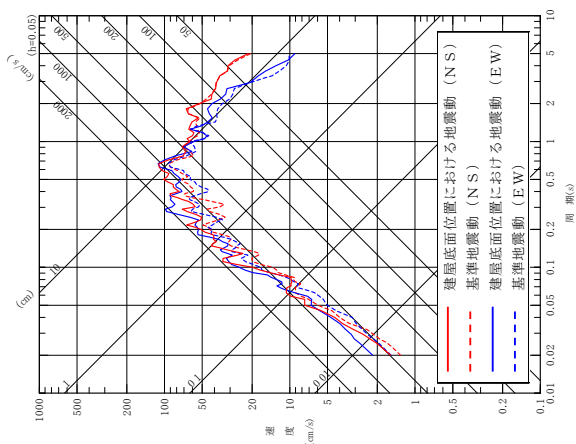
(水平方向)

(d) 最大せん断ひずみ分布

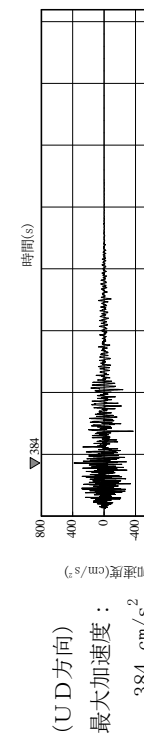
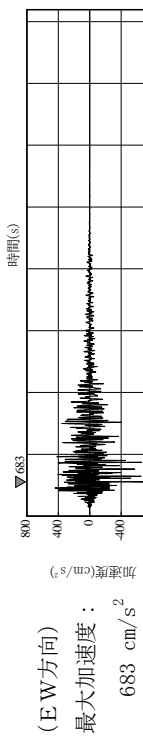
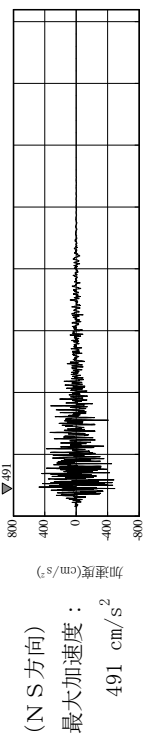
添3-2第71図(1) 建屋底面位置における地震動 (S s - A, 燃料加工建屋)



(鉛直方向)

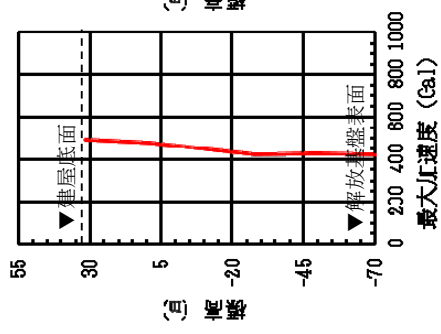
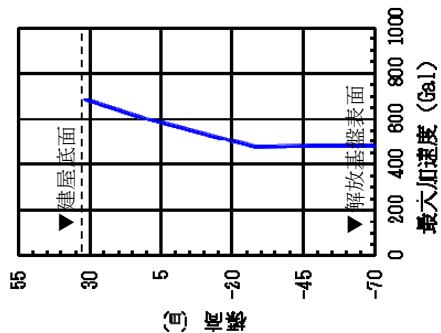
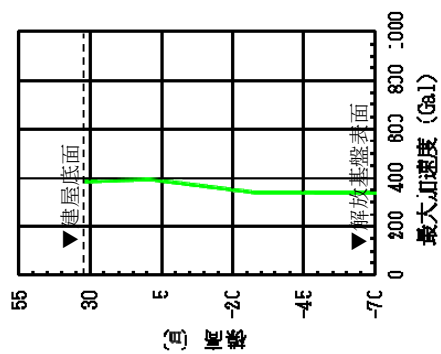
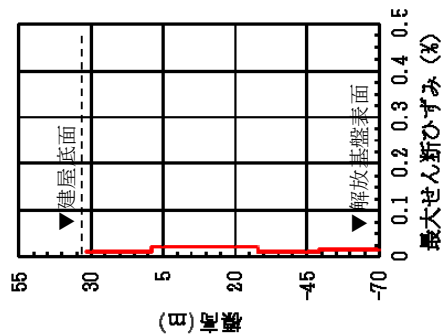
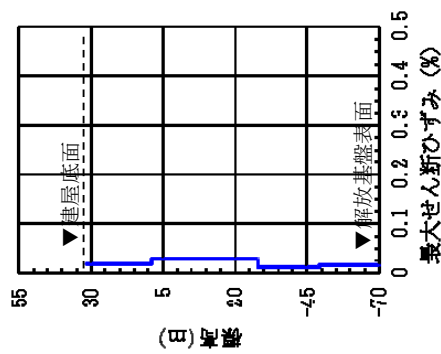


(水平方向)



(a) 加速度時刻歴波形

(b) 応答スペクトル



(EW方向)

(NS方向)

(UD方向)

(EW方向)

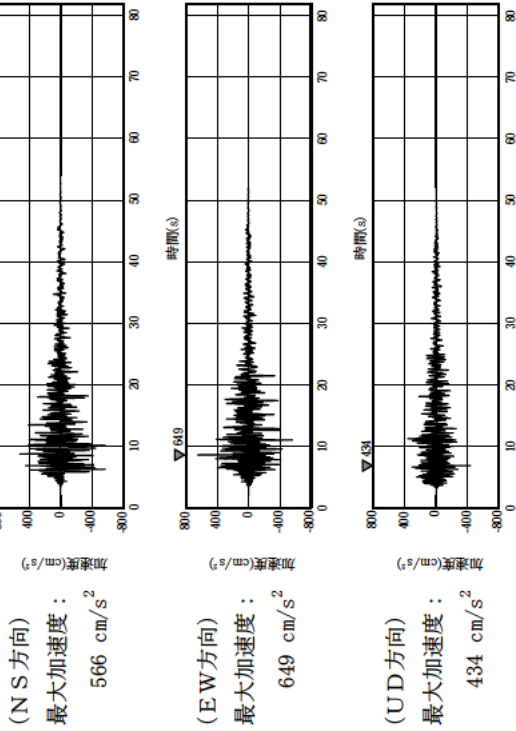
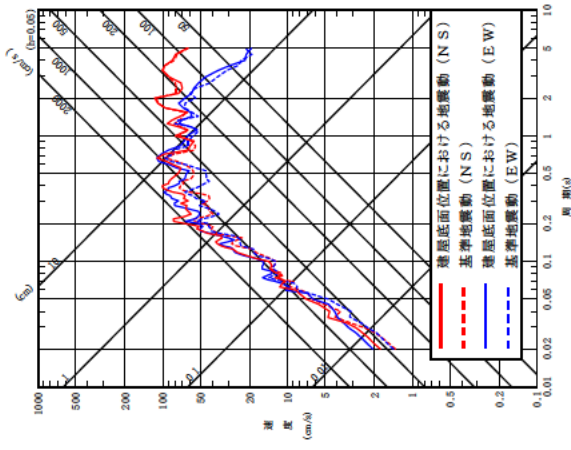
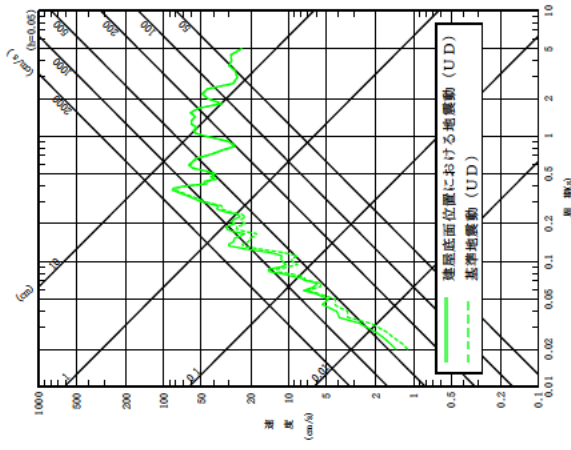
(NS方向)

(c) 最大加速度分布

(d) 最大せん断ひずみ分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動S s を、PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

添3-1-2第71図(2) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 1, 燃料加工建屋)

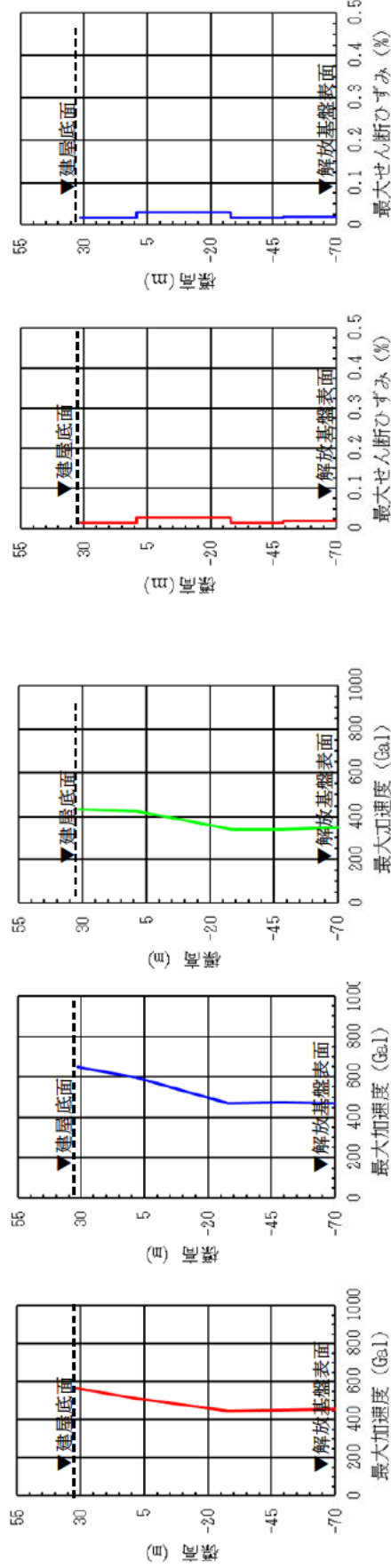


(a) 加速度時刻歴波形

(水平方向)

(鉛直方向)

(b) 応答スペクトル



(NS方向)

(EW方向)

(UD方向)

(c) 最大加速度分布

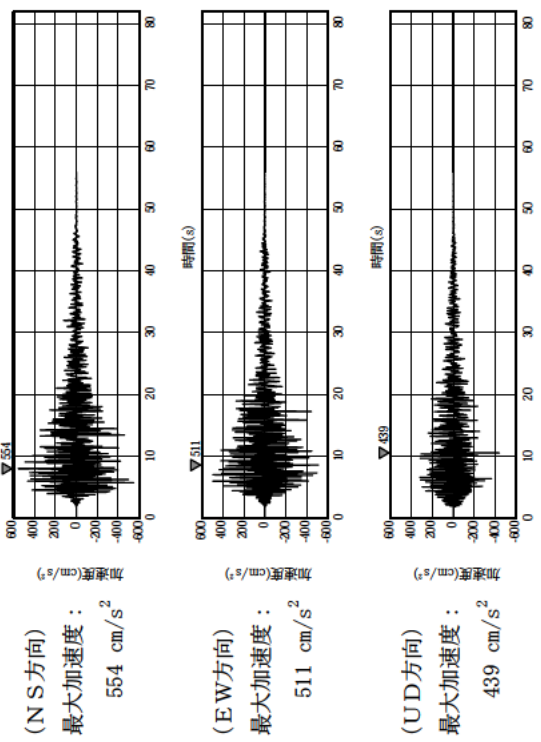
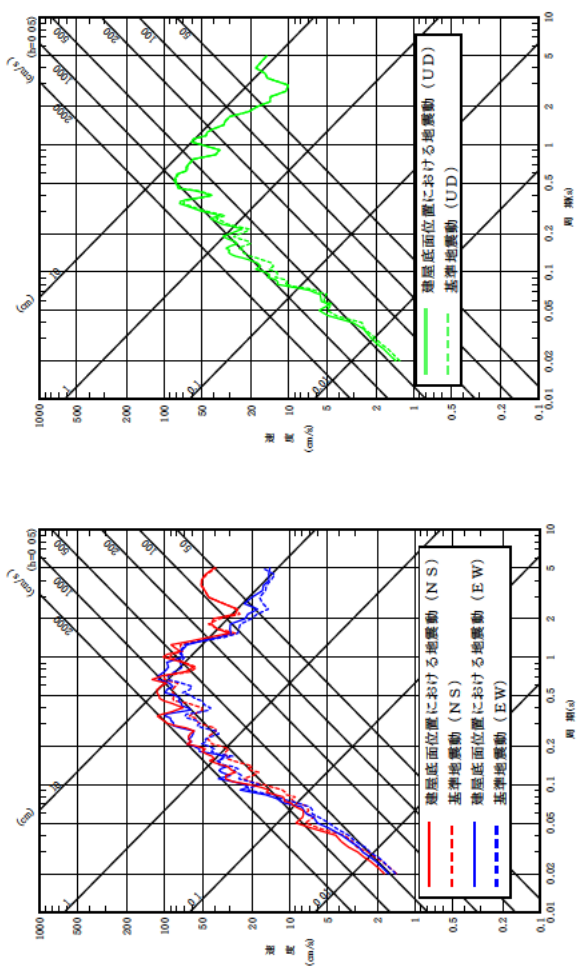
(NS方向)

(EW方向)

(d) 最大せん断ひずみ分布

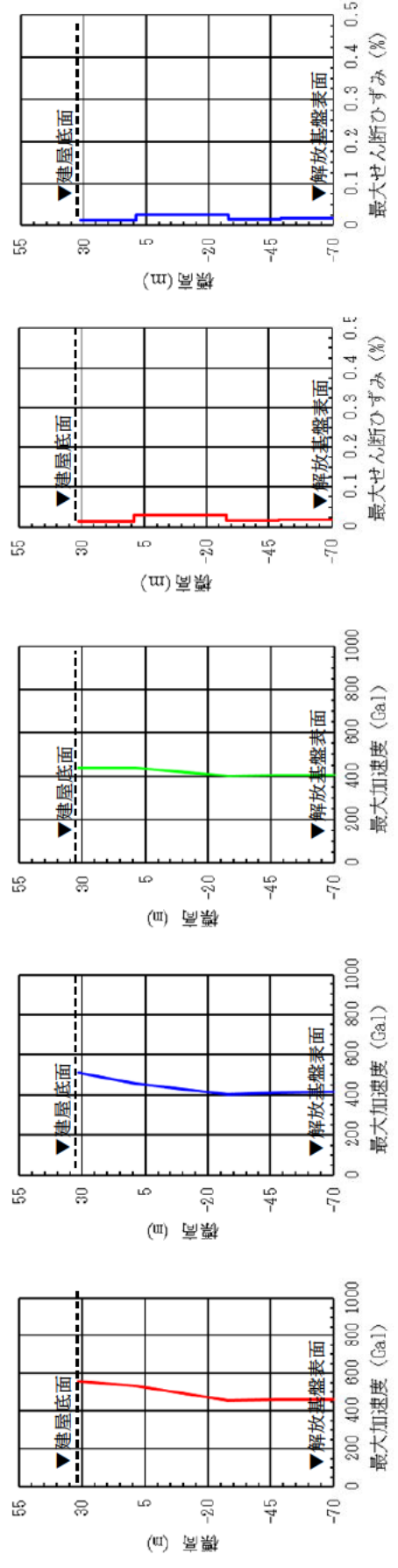
※TN (True North) を基準として策定した基準地震動S sを, PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

### 添3-2第71図(3) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 2, 燃料加工建屋)



(a) 加速度時刻歴波形

(b) 応答スペクトル



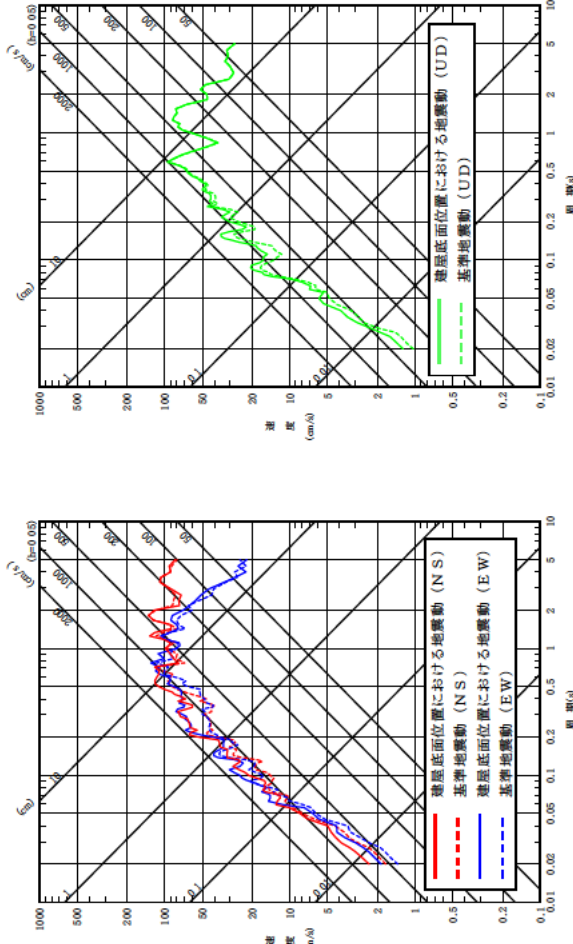
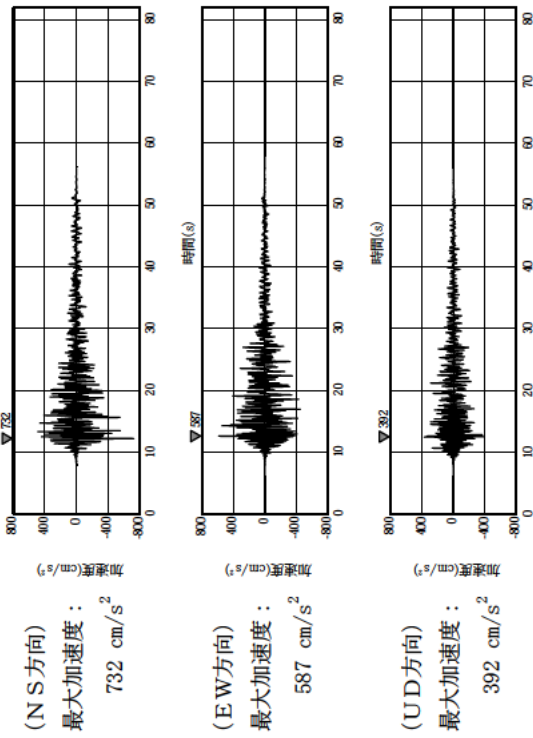
(NS方向) (EW方向) (UD方向)

(c) 最大加速度分布 (d) 最大せん断ひずみ分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動Sを、PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

添3-1-2第71図(4) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 3, 燃料加工建屋)



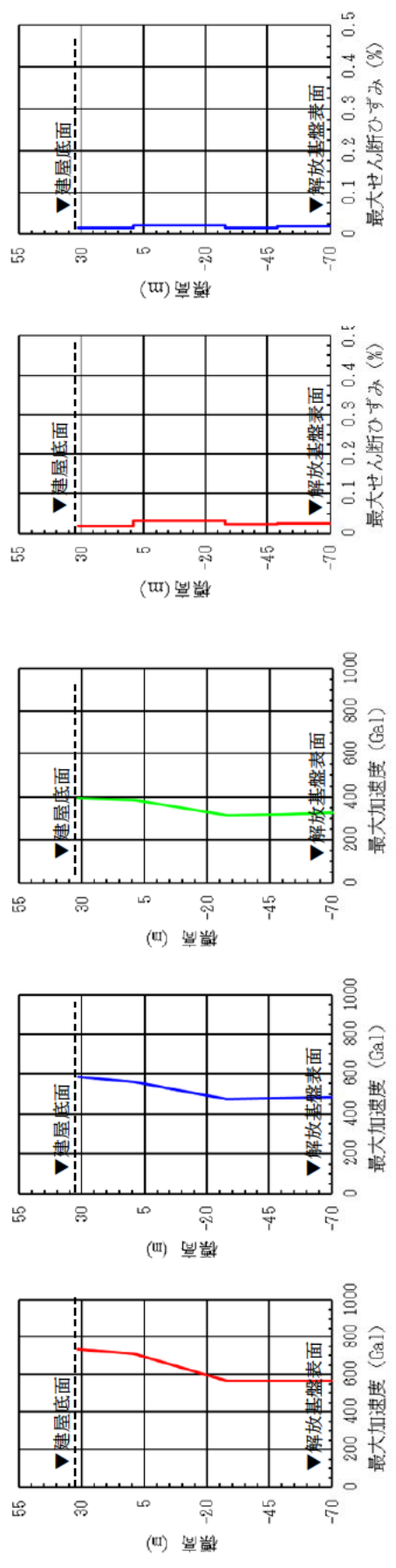


(a) 加速度時刻歴波形

(鉛直方向)

(水平方向)

(b) 応答スペクトル



(NS方向)

(EW方向)

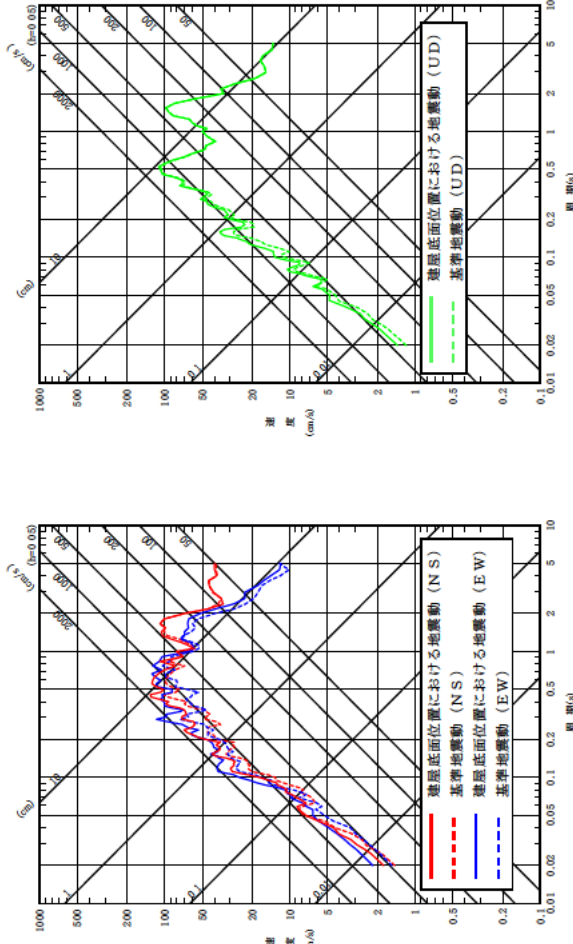
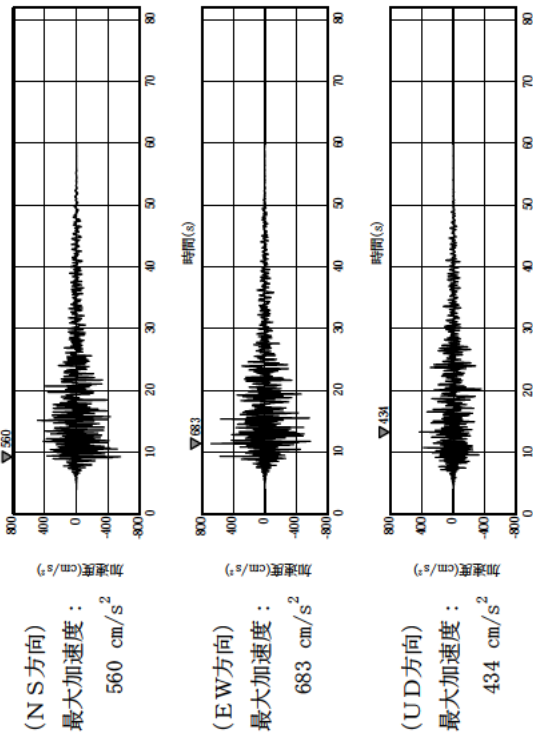
(UD方向)

(c) 最大加速度分布

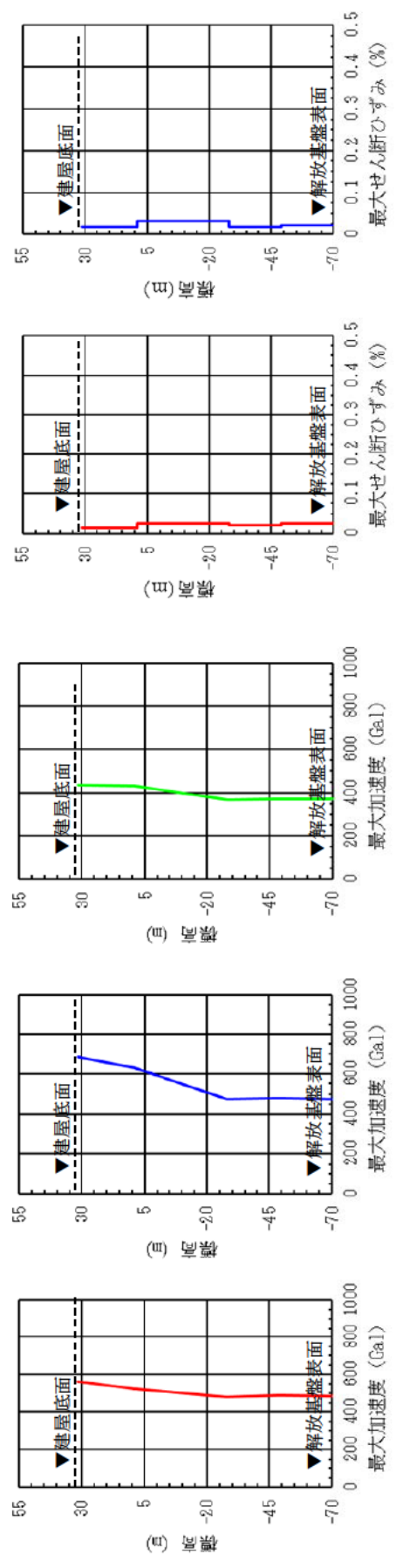
(d) 最大せん断ひずみ分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動S sを、PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

添 3 - 二 第 71 図 (5) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 4, 燃料加工建屋)



(a) 加速度時刻歴波形



(NS方向) (EW方向) (UD方向)

(c) 最大加速度分布

※TN (True North) を基準として策定した基準地震動S sを、PN (Plant North) を基準に変換して建屋底面位置における地震動を評価

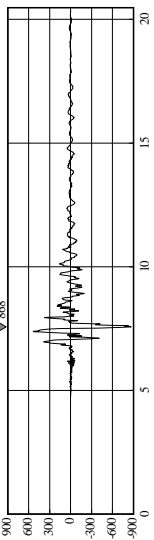
(d) 最大せん断ひずみ分布

添3-1-2第71図(6) 建屋底面位置における地震動 (S s - B 5, 燃料加工建屋)

(水平方向)

最大加速度：

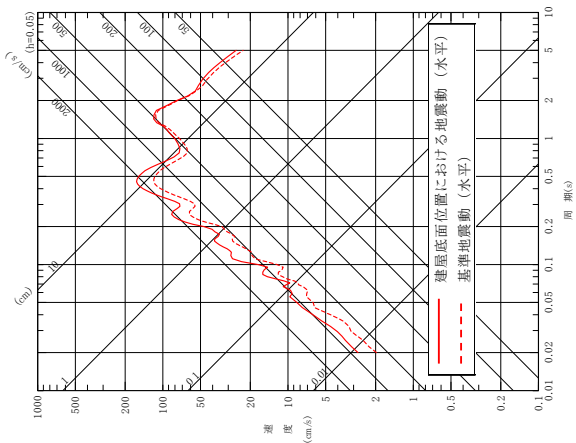
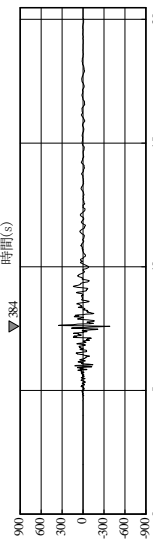
868  $\text{cm}/\text{s}^2$



(鉛直方向)

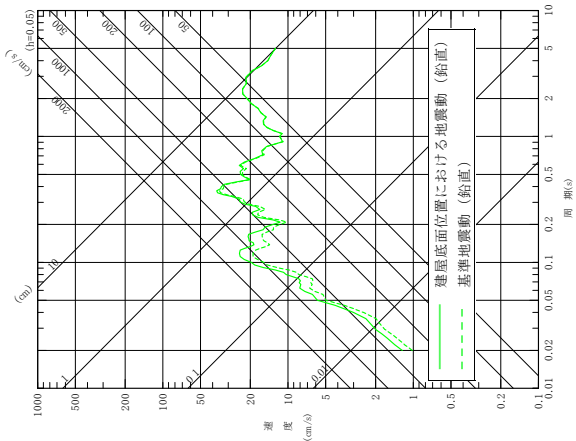
最大加速度：

384  $\text{cm}/\text{s}^2$



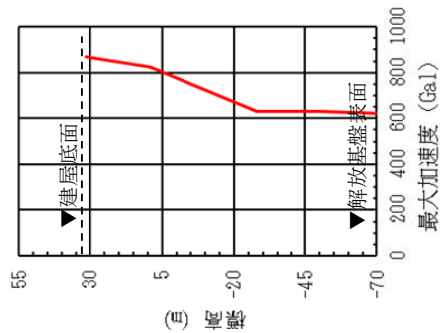
(水平方向)

(a) 加速度時刻歴波形



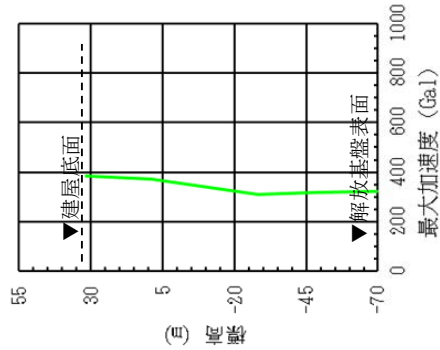
(鉛直方向)

(b) 応答スペクトル



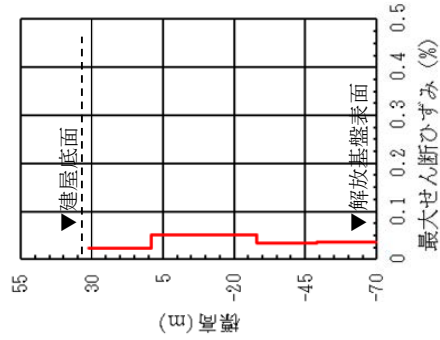
(水平方向)

(c) 最大加速度分布

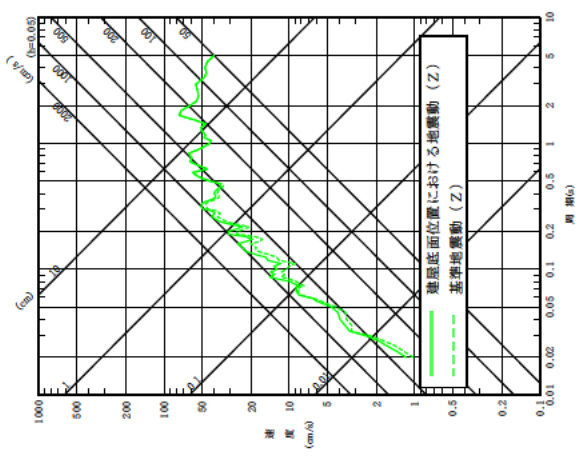


(鉛直方向)

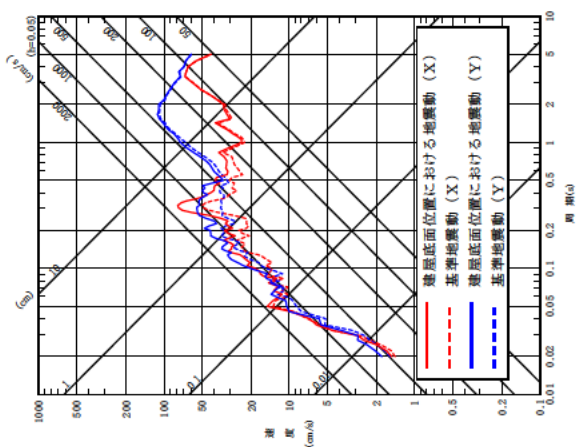
(d) 最大せん断ひずみ分布



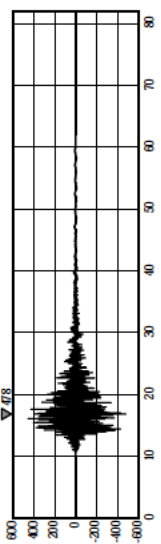
添3-1-2第71図(7) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 1, 燃料加工建屋)



(鉛直方向)

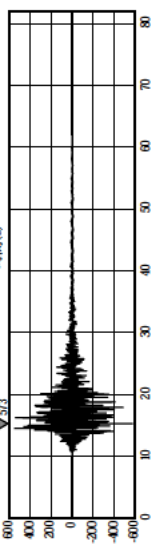


(水平方向)



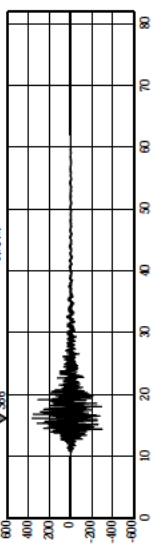
(X方向)

最大加速度：  
478  $\text{cm/s}^2$



(Y方向)

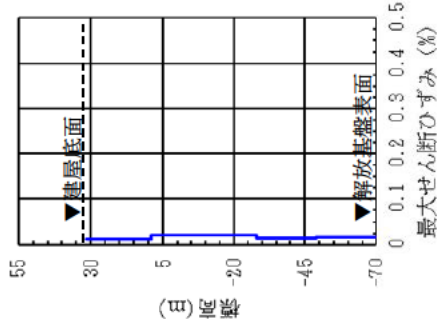
最大加速度：  
573  $\text{cm/s}^2$



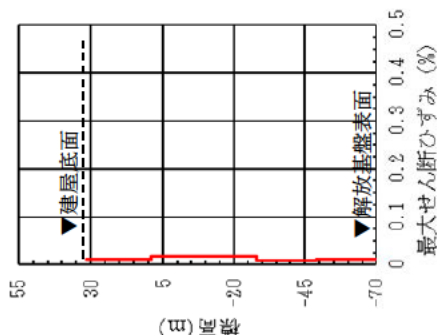
(Z方向)

最大加速度：  
366  $\text{cm/s}^2$

(a) 加速度時刻歴波形

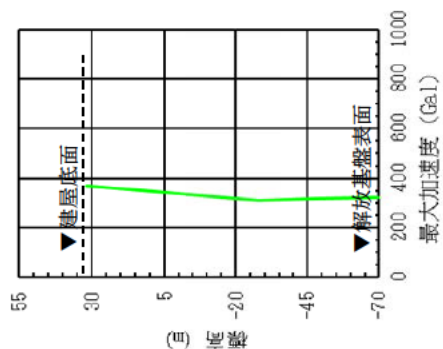


(b) 応答スペクトル

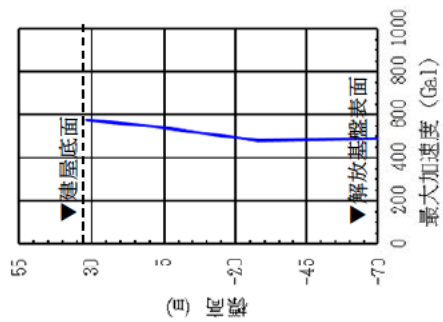


(X方向)

(d) 最大せん断ひずみ分布

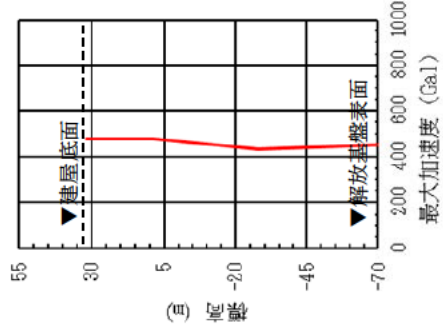


(Z方向)



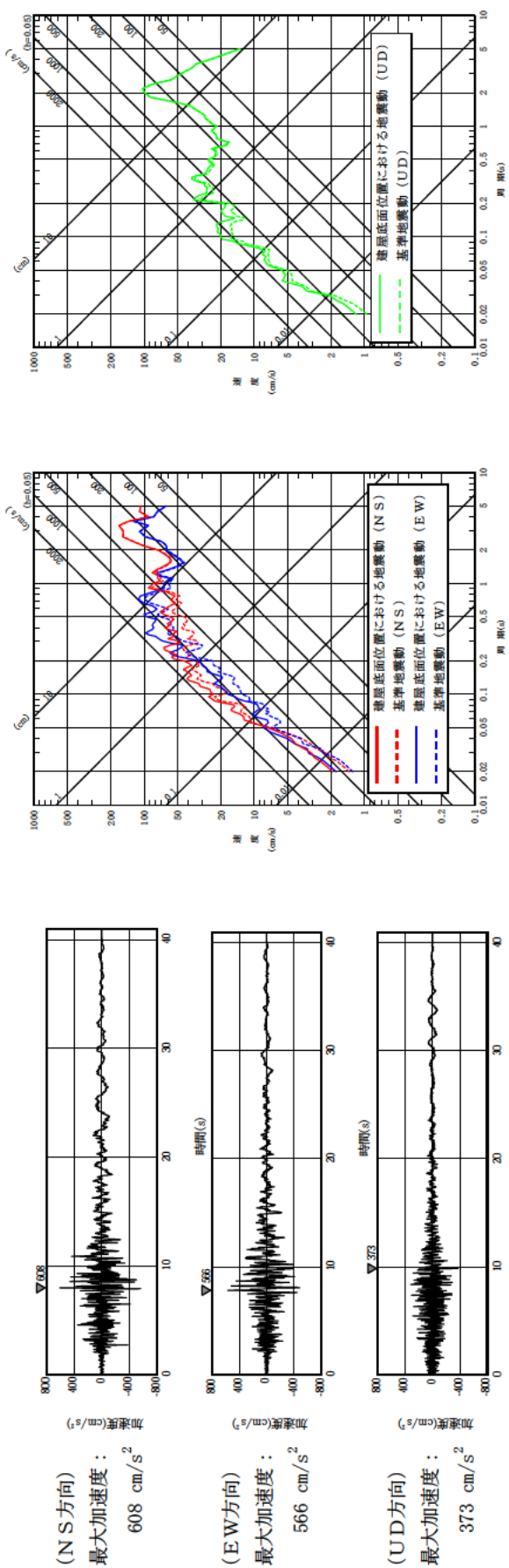
(Y方向)

(c) 最大加速度分布



(X方向)

添 3 - 2 第 71 図 (8) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 2, 燃料加工建屋)

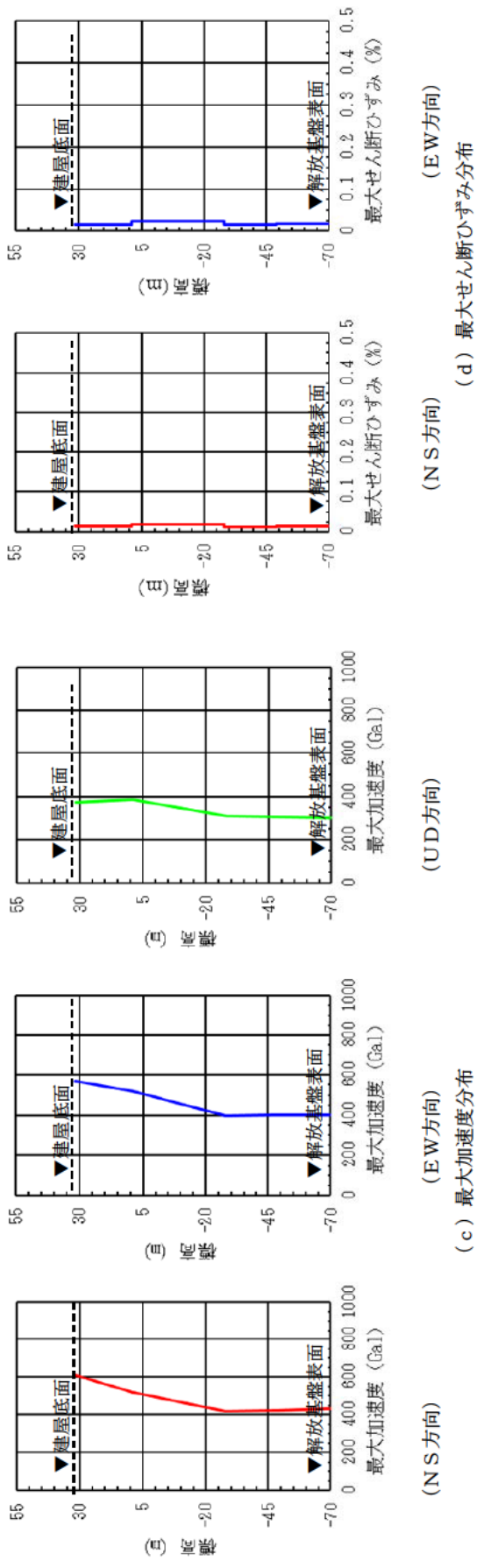


(a) 加速度時刻歴波形

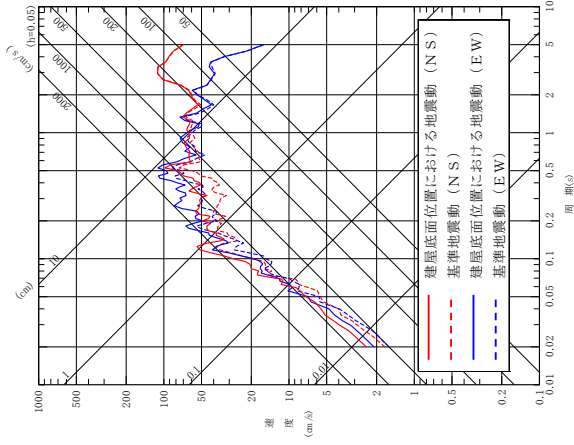
(水平方向)

(鉛直方向)

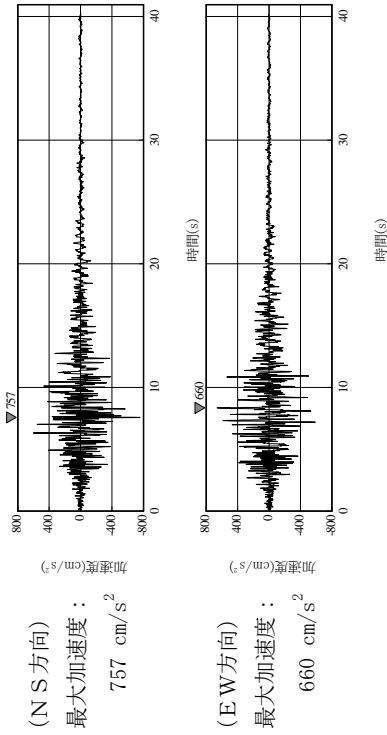
(b) 応答スペクトル



添3-1-2第71図(9) 建屋底面位置における地震動 (Ss-C3, 燃料加工建屋)



(水平方向)



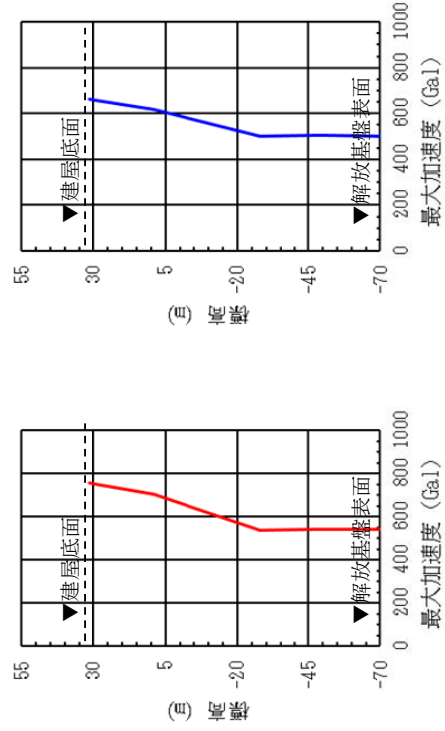
(N S方向)

最大加速度：  
757  $\text{cm/s}^2$

(E W方向)

最大加速度：  
660  $\text{cm/s}^2$

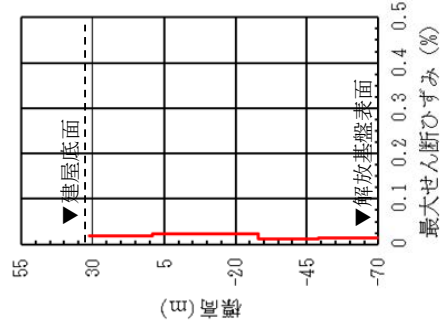
(a) 加速度時刻歴波形



(N S方向)

(c) 最大加速度分布

(E W方向)



(N S方向)

(d) 最大せん断ひずみ分布

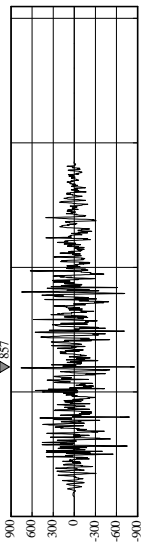
(E W方向)

添3-1-2第71図(10) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 4, 燃料加工建屋)

(水平方向)

最大加速度：

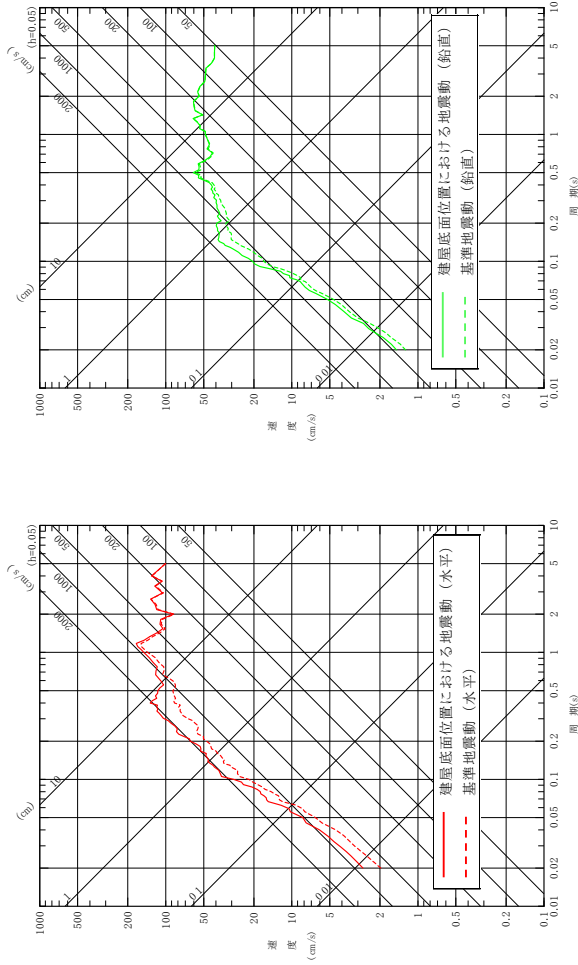
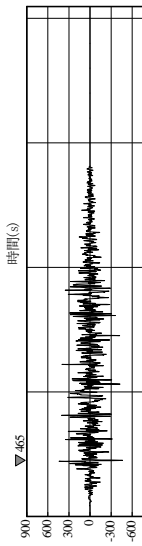
857  $\text{cm/s}^2$



(鉛直方向)

最大加速度：

465  $\text{cm/s}^2$

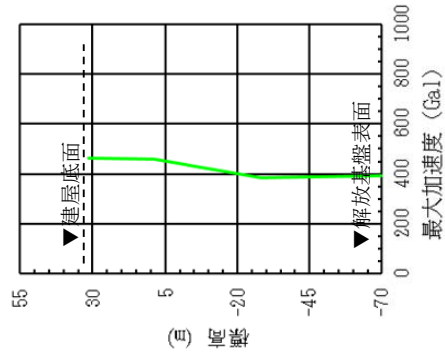
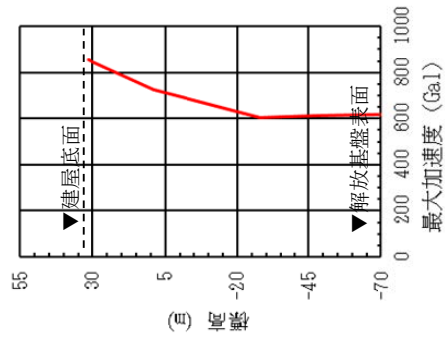


(水平方向)

(鉛直方向)

(a) 加速度時刻歴波形

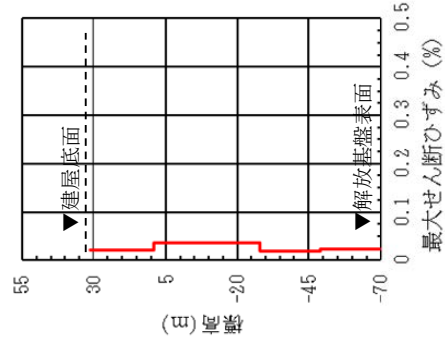
(b) 応答スペクトル



(水平方向)

(鉛直方向)

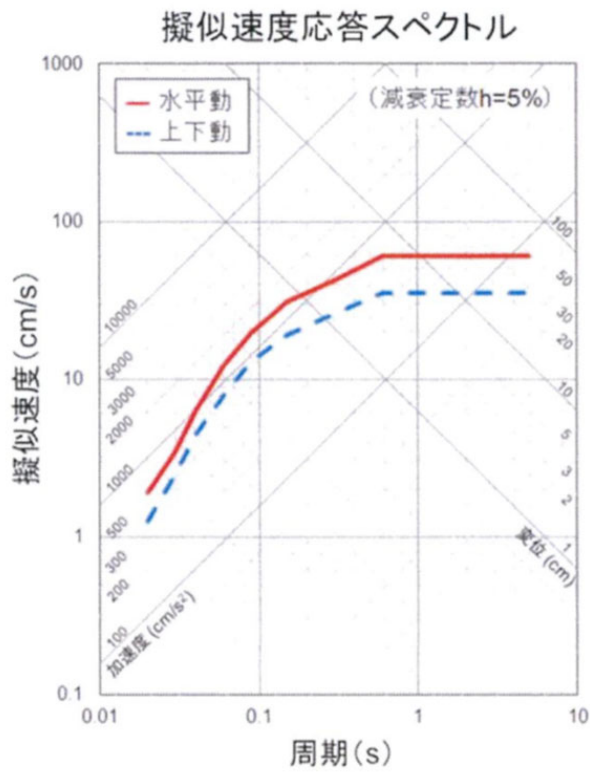
(c) 最大加速度分布



(水平方向)

(d) 最大せん断ひずみ分布

添3-2第71図(11) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 5, 燃料加工建屋)

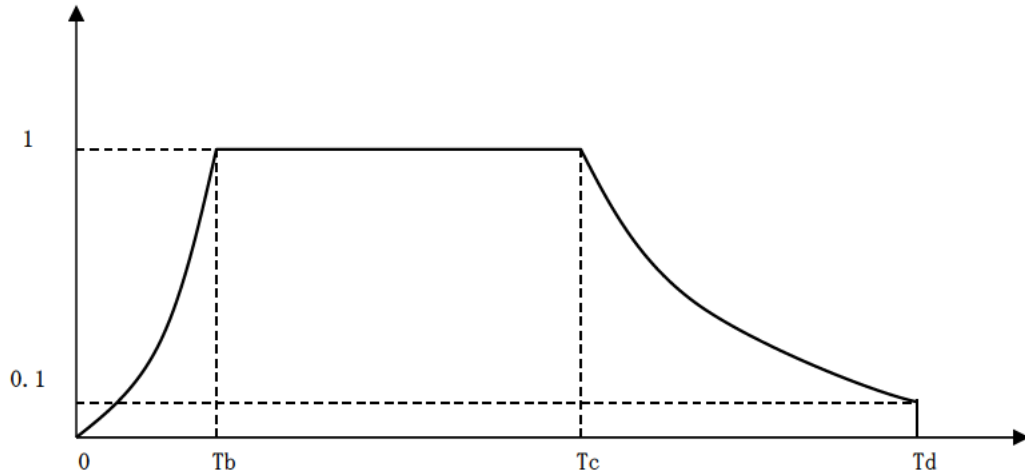


### コントロールポイント

周期 (s)	水平動	上下動
	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

添 3 - ニ 第 72 図 標準応答スペクトル





Noda et al. (2002)<sup>(29)</sup>による。

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

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

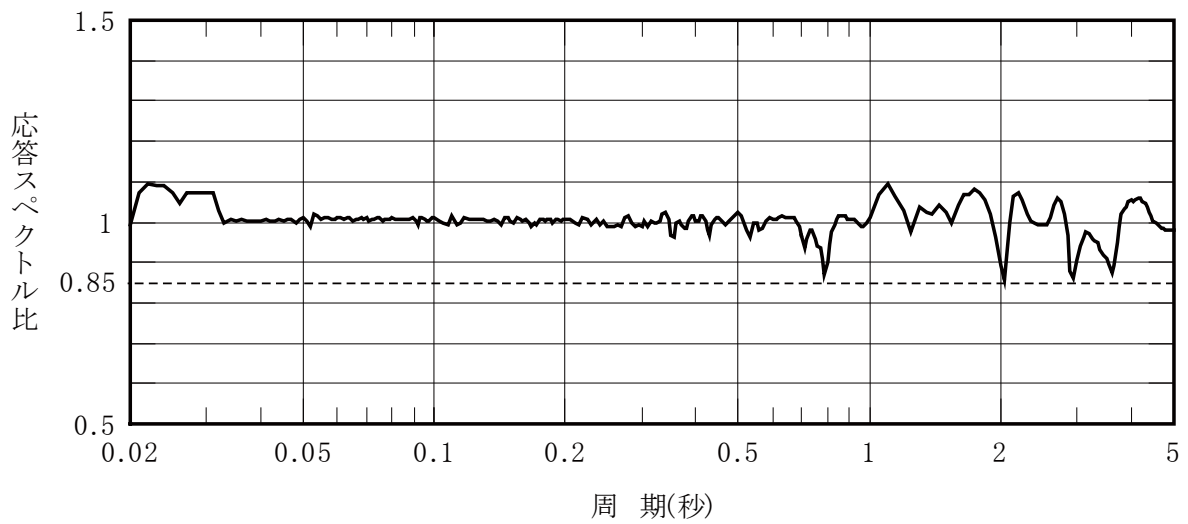
$$T_d - T_c = 10^{0.17M+0.54\log X_{eq}-0.6}$$

ここで、

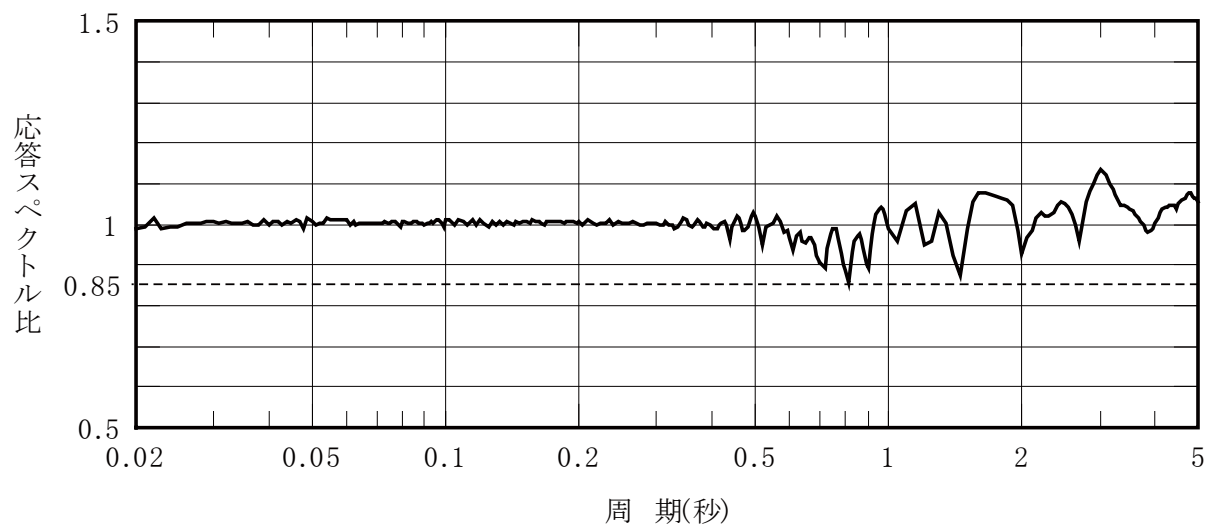
$$M=6.9$$

$$X_{eq}=10 \text{ km}$$

添3-ニ第73図 継続時間及び振幅包絡線の経時的変化

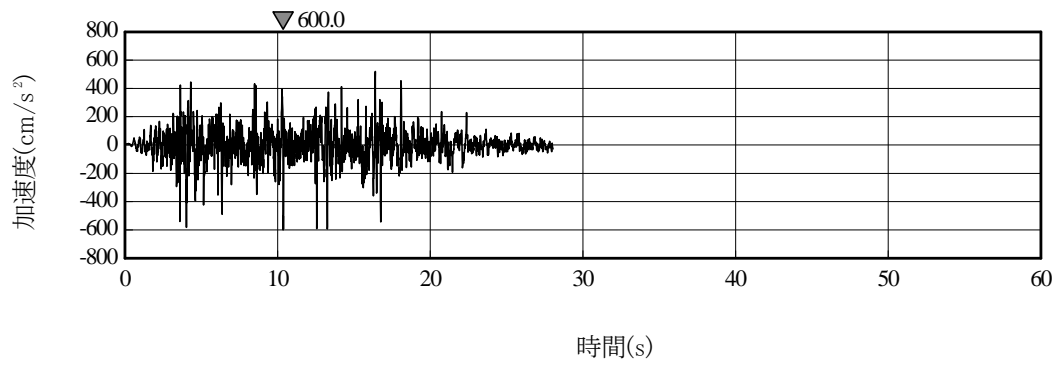


(a) 水平方向

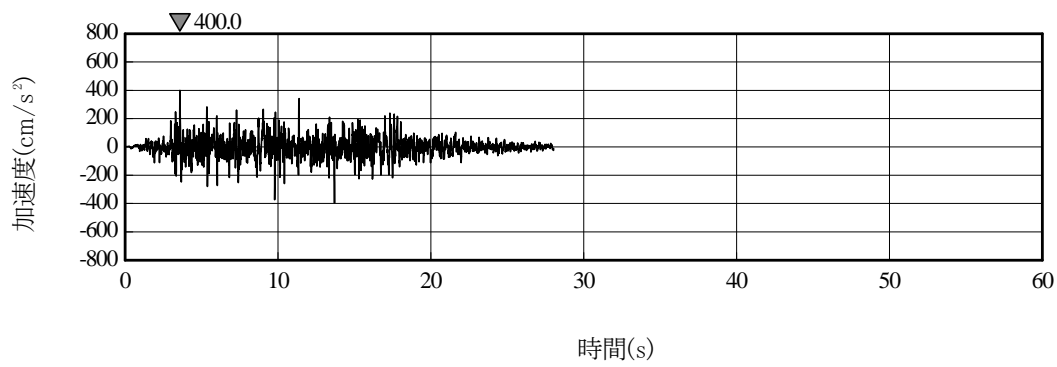


(b) 鉛直方向

添3-ニ第74図 標準応答スペクトルに基づく地震基盤面における  
模擬地震波の応答スペクトル比



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

添3-ニ第75図 標準応答スペクトルに基づく地震基盤面における  
模擬地震波の時刻歴波形

## へ. 津 波

### (ハ) 既往知見を踏まえた津波の評価

#### (1) 地震に起因する津波の評価

##### ① 対象とする地震

地震に起因する津波の評価においては、敷地に影響を与える可能性がある津波の波源として、プレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震について検討した。

##### ② 数値シミュレーションの手法

数値シミュレーションにおける主な計算条件、計算領域、水深及び格子分割については、添 3-へ第 5 表、添 3-へ第 6 図及び添 3-へ第 7 図に示す既往津波の再現性の確認と同様の条件とした。

評価位置については、尾駁沼の形状を踏まえ、添 3-へ第 9 図に示す尾駁沼奥の地点を選定した。また、尾駁沼入り口前面には防波堤が設置されていることから、防波堤を考慮して検討を行った。

さらに、津波による影響を評価するに当たっては、朔望平均満潮位及び地殻変動量を考慮した津波高について評価することとした。

##### ③ プレート間地震に起因する津波の評価

プレート間地震は、地震調査委員会（2012）<sup>(16)</sup>で示されている三陸沖北部のプレート間地震、津波地震及び2011年東北地方太平洋沖地震で得られた知見を踏まえ、三陸沖北部と隣り合う領域の連動を考慮した連動

型地震について検討した。

連動型地震については，三陸沖北部から北方の千島海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震（以下，「北方への連動型地震」という。）及び三陸沖北部から南方の日本海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震（以下，「南方への連動型地震」という。）が考えられるが，ここでは北方への連動型地震の波源モデルを設定して検討を実施する。一方，南方への連動型地震については青森県海岸津波対策検討会（2012）<sup>(35)</sup>の結果を参照する。なお，南方への連動型地震については地震調査委員会（2019）<sup>(52)</sup>の知見もあるが，敷地前面の三陸沖北部に超大すべり域及び大すべり域を設定した青森県海岸津波対策検討会（2012）<sup>(35)</sup>の方が敷地への影響は大きいと評価した。

#### a. 基本モデル

##### (a) 三陸沖北部のプレート間地震

三陸沖北部のプレート間地震の波源モデルについては，1856年の津波が古記録より推定されていることから，同一海域で発生し各地の津波高が数多く観測されている1968年十勝沖地震に伴う津波を対象とすることとし，前述の既往津波を再現する波源モデルをもとに，地震規模が既往最大の $M_w$  8.4となるようにスケーリング則に基づき設定した。添3-へ第10図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果，

評価位置における津波高は T.M.S.L. + 1.38 m であった。

(b) 津波地震

津波地震の波源モデルについては，土木学会 (2002) <sup>(26)</sup> で示されている 1896 年明治三陸地震津波の波源モデル (地震規模は既往最大の  $M_w 8.3$ ) を設定した。添 3-へ 第 11 図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果，評価位置における津波高は T.M.S.L. + 1.28 m であった。

(c) 北方への連動型地震

北方への連動型地震の波源モデルについては，日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 (2006) <sup>(49)</sup>，文部科学省測地学分科会 (2014) <sup>(50)</sup> 及び地震調査委員会 (2017) <sup>(48)</sup> を参考に，敷地前面の三陸沖北部から根室沖までの領域を想定波源域として設定した。

波源モデルの設定に当たり，断層面積は地震調査委員会 (2004) <sup>(51)</sup> 及び地震調査委員会 (2012) <sup>(16)</sup> を参考にプレート面形状を設定した上で算定した。波源モデルの平均すべり量については，地震の規模に関するスケーリング則と地震モーメントの定義式から算定し，その際の平均応力降下量については内閣府 (2012) <sup>(27)</sup> を参考に 3.0 MPa と設定し，剛性率については土木学会

(2016)<sup>(47)</sup>を参考に $5.0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ と設定した。

すべり量の不均質性については，内閣府(2012)<sup>(27)</sup>を参考に，超大すべり域及び大すべり域のすべり量をそれぞれ平均すべり量の4倍，2倍に，面積をそれぞれ全体面積の5%程度，15%程度(超大すべり域と合わせて20%程度)となるように設定した。超大すべり域の位置については，基本的には三陸沖北部及び十勝沖・根室沖の領域にそれぞれ存在すると想定されるが，保守的に敷地前面の三陸沖北部にひとつにまとめ，内閣府(2012)<sup>(27)</sup>及び青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(35)</sup>を参考にプレート境界浅部のすべりが大きくなるよう配置した。大すべり域の位置は超大すべり域を取り囲むように配置した。

さらに，上述のとおり設定したモデルに対し，超大すべり域及び大すべり域を考慮した平均応力降下量が約3 MPaとなるように地震モーメント(すべり量)の調整を行い， $M_w 9.04$ のモデルを設定した。また，ライズタイムについては60秒とした。

添3-へ第12図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果，評価位置における津波高はT.M.S.L.+2.32mであった。

b. 不確かさの考慮に係る評価

三陸沖北部のプレート間地震，津波地震及び北方への連動型地震のうち，評価位置における津波高が最大となる北方への連動型地震について，波源特性，波源位置及び破壊開始点の不確かさを考慮し評価を実施した。さらに，不確かさの考慮において評価位置における津波高が最大となるケースと，南方への連動型地震である青森県海岸津波対策検討会（2012）<sup>(35)</sup>の結果の比較を行い，津波高の高いケースをプレート間地震に起因する津波の最大ケースとして評価した。

波源特性の不確かさについては，すべり量の不確かさを考慮したすべり量割増モデル及びすべり分布の不確かさを考慮した海溝側強調モデルを設定した。添3-へ第13図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果，評価位置における津波高は，すべり量割増モデルでT.M.S.L.+3.01m，海溝側強調モデルでT.M.S.L.+3.00mであった。

波源位置の不確かさについては，すべり量割増モデル及び海溝側強調モデルのそれぞれについて，北へ約50km移動させたケース並びに南へ約50km，約100km及び約150km移動させたケースを設定した。数値シミュレーションを実施した結果，評価位置における津波高が最大となるのは，すべり量割増モデル



を南に約100km移動させたケースで、T.M.S.L. + 3.65mであった。

破壊開始点の不確かさについては、波源位置を變動させた検討において評価位置における津波高が最大となるすべり量割増モデルを南に約100km移動させたケースについて、内閣府（2012）<sup>(27)</sup>を参考に複数設定した。添3-へ第14図に示す位置で破壊開始点を設定し数値シミュレーションを実施した結果、評価位置における津波高が最大となるのは、破壊開始点としてP6を設定したケースで、T.M.S.L. + 4.00mであった（添3-へ第15図参照）。

南方への連動型地震については、青森県海岸津波対策検討会（2012）<sup>(35)</sup>によると、六ヶ所村沿岸に來襲する津波高について、敷地近傍においてはT.M.S.L. + 10mに達しておらず、公表された浸水深分布からも、耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設の設置される敷地に津波は到達していないことが確認できる（添3-へ第16図参照）。一方、北方への連動型地震は、添3-へ第15図に示すとおり、敷地近傍の海岸線上における津波高はT.M.S.L. + 10m以上であり、北方への連動型地震に起因する津波が南方への連動型地震に起因する津波を上回る結果であった。また、青森県（2021）<sup>(53)</sup>においては、内閣府（2020）<sup>(54)</sup>の知見に基づく青森県海岸津波対策検討会の追加検討結果

に係る報告を踏まえた青森県の津波浸水想定が示されたが，六ヶ所村沿岸に想定される津波の規模観は既往知見と同等であり，津波評価への影響はない（添 3 - へ第17図参照）。

以上より，プレート間地震に起因する津波について，評価位置における津波高が最大となるのは，北方への連動型地震のすべり量割増モデルを南に約100km移動させ破壊開始点をP 6 と設定したケースであり，その津波高は評価位置においてT.M.S.L. +4.00mであった。

#### c. 尾駁沼の固有周期に係る検討

評価位置は尾駁沼の奥に位置していることから，評価位置における津波高の算出に当たり，尾駁沼の固有周期の影響が数値シミュレーションに反映されていることを確認するため，尾駁沼の固有周期に係る検討を実施した。

尾駁沼の固有周期を確認するため，添 3 - へ第 7 図に示す敷地近傍の計算領域において，周期を変化させた正弦波を入力し，評価位置における水位増幅率を求めた結果を添 3 - へ第18図に示す。沖合い位置に対する評価位置の水位増幅率は，15分程度の周期帯においてピークを示し，それ以外の周期帯については減衰していることから，尾駁沼の固有周期は15分程度であると評価した。

次に，添 3 - へ第15図に示すケースの数値シミュ

レーションによる水位変動量時刻歴波形を用いて周波数分析を実施した結果を添3-へ第19図に示す。評価位置において15分程度の周期帯が卓越しており、正弦波入力による検討で評価した尾駸沼の固有周期の影響を捉えていることを確認した。

なお、尾駸沼の固有周期を踏まえ、数値シミュレーションで設定している格子間隔の妥当性について検討した結果、添3-へ第20図に示すとおり、格子間隔が土木学会（2016）<sup>(47)</sup>により算定される格子間隔の目安に対して十分小さいことを確認した。

以上のことから、評価位置における津波高の結果には、数値シミュレーションにより尾駸沼の固有周期の影響が反映されていると評価した。

#### ④ 海洋プレート内地震に起因する津波の評価

海洋プレート内地震は、地震調査委員会（2012）<sup>(16)</sup>で示されている正断層型の地震について検討した。

海洋プレート内地震の波源モデルについては、土木学会（2002）<sup>(26)</sup>で示されている1933年昭和三陸地震津波の波源モデルをもとに、地震規模が既往最大の $M_w$  8.6となるようにスケーリング則に基づき設定した。添3-へ第21図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L.+1.35mであった。

以上を踏まえると、海洋プレート内地震に起因する

津波は、プレート間地震に起因する津波を上回るものではない。

- ⑤ 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価
- 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価を行うに当たり、添 3-へ 第22図に示す敷地周辺海域の活断層について、阿部（1989）<sup>(36)</sup>の簡易予測式により推定津波高を検討した。

簡易予測式による推定津波高を添 3-へ 第 6 表に示す。海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の推定津波高は最大でも 0.3m であり、プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さい。

## (2) 地震以外の要因に起因する津波の評価

- ① 地すべり等に起因する津波の評価

### a. 対象地すべりの選定

文献調査によると、敷地周辺における陸上及び海底の地すべり並びに斜面崩壊による歴史津波の記録は知られていない。また、陸上地すべりについて、防災科学技術研究所（2009）<sup>(37)</sup>及び防災科学技術研究所（2013）<sup>(38)</sup>によると、敷地周辺陸域の海岸付近において大規模な地すべり地形は認められない。加えて、海底地すべりについても、徳山ほか（2001）<sup>(39)</sup>によると、敷地周辺海域には海底地すべり地形は認められない。

一方、下北半島太平洋側前面海域の大陸棚部付近を対象に海底地形調査を実施した結果、複数の地す

べり地形が抽出されたことから，抽出された地すべり地形に基づく数値シミュレーションにより敷地への影響を評価した。抽出された海底地すべり地形を添 3 - へ第 23 図に示す。

抽出された海底地すべり地形のうち，地すべり地形の崩壊規模から数値シミュレーションの対象とする地すべりとして S L S - 2 を選定し，地すべり前の海底地形を復元した。海底地すべり地形の断面を添 3 - へ第 24 図に示す。

#### b. 海底地すべりの数値シミュレーションの手法

海底地すべりの数値シミュレーションの手法としては，二層流モデル (Maeno and Imamura (2007) <sup>(40)</sup>) 及び Kinematic landslide モデル (佐竹・加藤 (2002) <sup>(41)</sup>) を用いた。

数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深及び格子分割を添 3 - へ第 25 図に，主な計算条件を添 3 - へ第 7 表に示す。

#### c. 評価結果

数値シミュレーションの結果，評価位置前面における津波高は，二層流モデルで 0.07m，Kinematic landslide モデルで 0.20m であり，プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さい。

#### ② 火山現象に起因する津波の評価

文献調査によると，敷地周辺に大きな影響を及ぼした，火山現象による歴史津波の記録は知られていない

ことから、火山現象に起因する津波については、影響は極めて小さいと評価した。

### (3) まとめ

既往知見を踏まえた津波の評価として、地震及び地震以外の要因に起因する津波について評価を行った結果、評価位置における津波高が最大となるのは、プレート間地震に起因する津波のうち、北方への連動型地震のすべり量割増モデルを南に約100km移動させ破壊開始点をP6と設定したケースであり、想定される津波の規模観は評価位置においてT.M.S.L.+4.00m程度であった。なお、地震以外の要因に起因する津波の影響は非常に小さいことから、地震に起因する津波との重畳を考慮したとしても想定される津波の規模観への影響はない。

(ホ) 参考文献一覧

- (1) 宇佐美龍夫，石井寿，今村隆正，武村雅之，松浦律子．日本被害地震総覧 599-2012．東京大学出版会，2013．
- (2) 渡辺偉夫．日本被害津波総覧 [第2版]．東京大学出版会，1998．
- (3) 気象庁．“各種データ・資料”．気象庁ホームページ．  
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>，  
(参照 2014-08-18)．
- (4) 国立天文台編．平成26年 理科年表 机上版 第87冊．丸善出版，2014．
- (5) 羽鳥徳太郎．“三陸沖歴史津波の規模の再検討”．津波工学研究報告．東北大学災害科学国際研究所（津波工学研究分野），2000，第17号．
- (6) 中央气象台．昭和八年三月三日三陸沖強震及津波報告．験震時報，1933，第7巻，2号別刷．
- (7) 伊木常誠．“三陸地方津浪実況取調報告”．震災予防調査会報告，1897，第11号．
- (8) 松尾春雄．“三陸津浪調査報告”．内務省土木試験所報告，1933，第24号．
- (9) 松尾春雄．“三陸津浪調査報告（追加）”．内務省土木試験所報告，1934，第27号．
- (10) 地震研究所．“昭和8年3月3日三陸地方津浪に関する論文及報告”．東京帝国大学地震研究所彙報，1934，別冊第1号．

- (11) 岸力. “1968年十勝沖地震調査報告 津波－北海道東北沿岸－”. 1968年十勝沖地震調査報告, 1968年十勝沖地震調査委員会編, 1969.
- (12) 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター. “第2編 調査報告”. 津波工学研究報告, 東北大学災害科学国際研究所(津波工学研究分野), 2004, 第21号.
- (13) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ. “調査情報”. 東北地方太平洋沖地震津波情報. <http://www.coastal.jp/ttjt/>, (参照 2014-09-01).
- (14) チリ津波合同調査班. “津波の高さの測定方法および基準並に最高波来襲時刻について”. 1960年5月24日チリ地震津波に関する論文及び報告. 東京大学地震研究所, 1961.
- (15) 気象庁. “第2章 各地の踏査および調査報告”. 昭和35年5月24日チリ地震津波調査報告. 気象庁技術報告, 1961, 第8号.
- (16) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について. 地震調査研究推進本部, 2012.
- (17) 相田勇. “三陸沖の古い津波のシミュレーション”. 東京大学地震研究所彙報, 1977, 第52号.
- (18) 今村文彦, 高橋重雄, 藤間功司, 富田孝史, 有川太郎. “2010年チリ地震津波の被害調査報告”. 土木学会附属土木図書館ホームページ



震災報告デジタルアーカイブ .  
[http://www.jsce.or.jp/library/eq\\_repo/Vol13/13/Chile.html](http://www.jsce.or.jp/library/eq_repo/Vol13/13/Chile.html), (参照 2014-09-01) .

- (19) 都司嘉宣, 大年邦雄, 中野晋, 西村裕一, 藤間功司, 今村文彦, 柿沼太郎, 中村有吾, 今井健太郎, 後藤和久, 行谷佑一, 鈴木進吾, 城下英行, 松崎義孝. “2010年チリ中部地震による日本での津波被害に関する広域現地調査”. 土木学会論文集 B 2 (海岸工学), 2010, Vol.66, No. 1 .
- (20) 都司嘉宣, 上田和枝, 佐竹健治. “日本で記録された1700年1月(元禄十二年十二月)北米巨大地震による津波”. 地震, 1998, 第2輯, 第51巻.
- (21) 河田恵昭, 小池信昭, 嘉戸重仁, 井上雅夫. “わが国沿岸部における遠地津波の伝播特性について”. 海洋工学論文集, 1998, 第45巻.
- (22) 後藤智明, 小川由信. Leap-frog法を用いた津波の数値計算法. 東北大学工学部土木工学科, 1982.
- (23) 小谷美佐, 今村文彦, 首藤伸夫. “GISを利用した津波遡上計算と被害推定法”. 海岸工学論文集, 1998, 第45巻.
- (24) 本間仁. “低溢流堰堤の流量係数”. 土木学会誌, 1940, 第26巻.
- (25) L.Mansinha ; D.E.Smylie. “The displacement fields of inclined faults”. Bulletin of the seismological Society of America, 1971, Vol.61,

No. 5 .

- (26) 土木学会原子力土木委員会津波評価部会．原子力発電所の津波評価技術．土木学会，2002.
- (27) 内閣府．“南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）津波断層モデル編－津波断層モデルと津波高・浸水域等について－”．内閣府ホームページ．<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/index.html>，（参照 2015-12-02）．
- (28) 日本水路協会．日本近海30秒グリッド水深データ第二版 M1406-M1508. Ver2.0.0，海洋情報研究センター，2011-08-04，（CD-ROM）．
- (29) 日本水路協会．海底地形デジタルデータM7000シリーズ M7009（Ver.2.0），M7010（Ver.2.0）．海洋情報研究センター，2008，（CD-ROM）．
- (30) 日本水路協会．海底地形デジタルデータM7000シリーズ M7006（Ver.2.1）．海洋情報研究センター，2009，（CD-ROM）．
- (31) 日本水路協会．海底地形デジタルデータM7000シリーズ M7004（Ver.2.2），M7005（Ver.2.2），M7007（Ver.2.1）．海洋情報研究センター，2012，（CD-ROM）．
- (32) 海上保安庁．“東北沖海底地形データセット”．海上保安庁海洋情報部，（入手 2014-09-18）．
- (33) I H O・I O C．“大洋水深総図”．General Bathymetric Chart of the Oceansホームページ．

- <http://www.gebco.net/> , (入手 2014-09-25) .
- (34) 国土地理院. “基盤地図10mメッシュ(標高)” . 基盤地図情報ダウンロードサービス. 国土地理院ホームページ. <https://fgd.gsi.go.jp/download/> , (入手 2014-09-25) .
- (35) 青森県海岸津波対策検討会. “第4回青森県海岸津波対策検討会資料” . 青森県庁県土整備部河川砂防課 . 青森県庁ホームページ . <http://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-kentokai.html> , (参照 2014-09-01) .
- (36) 阿部勝征. “地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測” . 東京大学地震研究所彙報, 1989, Vol. 64.
- (37) 防災科学技術研究所. 地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」. 防災科学技術研究所研究資料, 2009, 第329号.
- (38) 防災科学技術研究所. 地すべり地形分布図第54集「浦河・広尾」. 防災科学技術研究所研究資料, 2013, 第382号.
- (39) 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐垣, 日野亮太, 野原壯, 阿部寛信, 坂井真一, 向山建二郎. “日本周辺海域中新世末期以降の構造発達史” . 海洋調査技術, 2001, vol. 13, No. 1 .
- (40) Fukashi Maeno ; Fumihiko Imamura. “Numerical

investigations of tsunamis generated by pyroclastic flows from the Kikai caldera, Japan” . Geophysical Research Letters , AGU Publications, 2007, Vol.34, L23303.

- (41) 佐竹健治, 加藤幸弘. “1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた”. 号外 海洋, 海洋出版株式会社, 2002, 号外28.
- (42) 杉野英治, 岩渕洋子, 橋本紀彦, 松末和之, 蛭澤勝三, 亀田弘行, 今村文彦. “プレート間地震による津波の特性化波源モデルの提案”. 日本地震工学会論文集, 2014, 第14巻, 第5号.
- (43) Jean M.Johnson ; Kenji Satake . “ Asperity Distribution of the 1952 Great Kamchatka Earthquake and its Relation to Future Earthquake Potential in Kamchatka” . Pure and Applied Geophysics, 1999, 154.
- (44) Yushiro Fujii ; Kenji Satake . “ Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data” . Pure and Applied Geophysics, 2012, 170.
- (45) Jean M.Johnson ; Kenji Satake ; Sanford R.Holdahl ; Jeanne Sauber. “ The 1964 Prince William Sound earthquake:Joint inversion of tsunami and geodetic data ” . Journal of

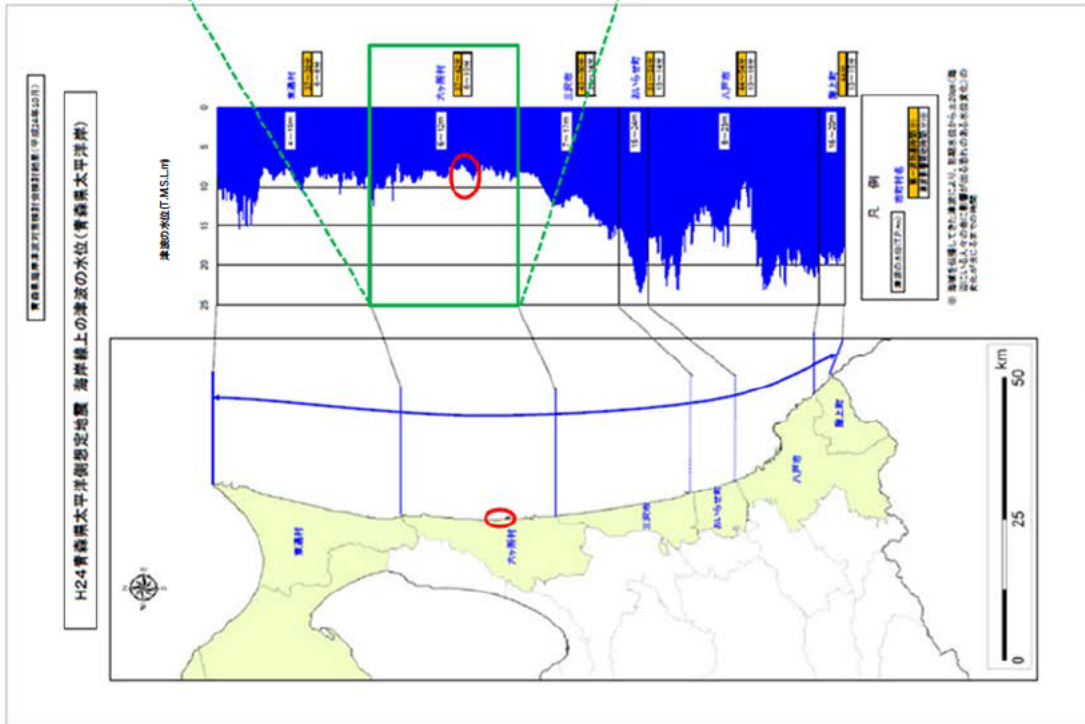
Geophysical Reserch, 1996, vol.101, No.B1.

- (46) Yuichiro Tanioka ; Yudhicara ; Tomohiro Kususose ; S.Kathiroli ; Yuichi Nishimura ; Sin-Iti Iwasaki ; Kenji Satake. “Rupture process of the 2004 great Sumatra-Andaman earthquake estimated from tsunami waveforms” . Earth Planets Space, 2006, 58.
- (47) 土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会. 原子力発電所の津波評価技術2016. 土木学会, 2016.
- (48) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第三版). 地震調査研究推進本部, 2017.
- (49) 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会. 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告. 内閣府中央防災会議, 2006.
- (50) 文部科学省測地学分科会. 北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築. 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成25年度年次報告 (機関別), 2014, 課題番号1002.
- (51) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第二版) について. 地震調査研究推進本部, 2004.
- (52) 地震調査研究推進本部地震調査委員会. 日本海溝沿いの地震活動の長期評価. 地震調査研究推進本部,

2019.

- (53) 青森県. “津波浸水想定の設定”. 青森県庁県土整備部河川砂防課. 青森県庁ホームページ. <https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kendo/kasensabo/tunami-sinsuisoutei.html>, (参照2021-10-20).
- (54) 内閣府. “日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について（概要報告）”. 内閣府ホームページ. [http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko\\_chishima/model/index.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaiko_chishima/model/index.html), (参照 2021-10-20).

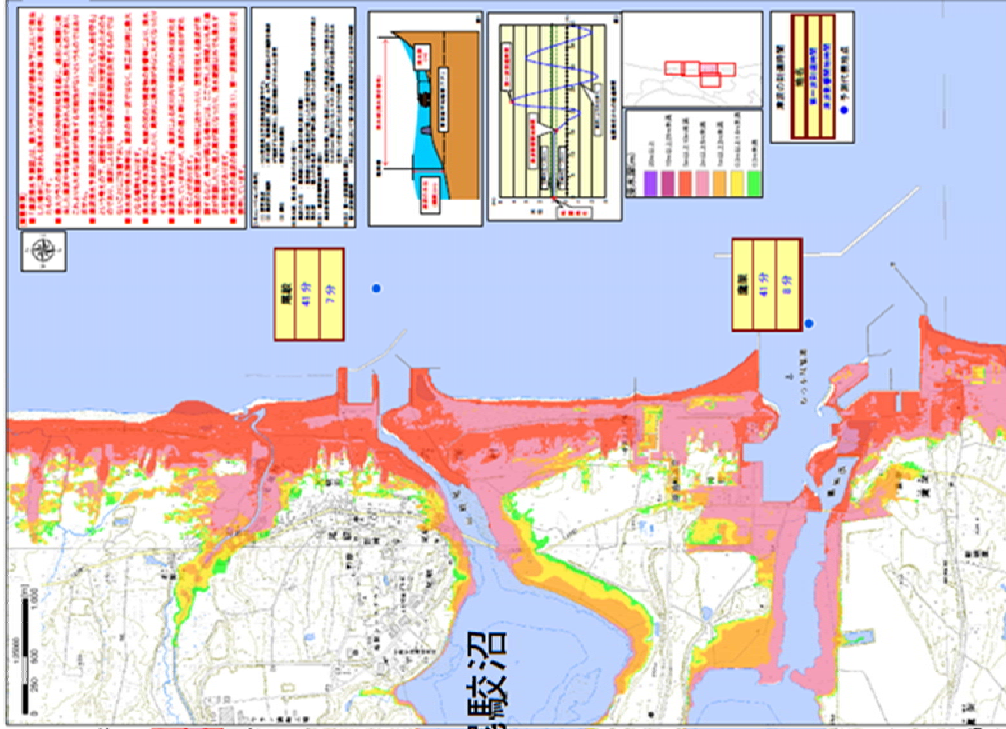
津波の水位(T.M.S.L.m)



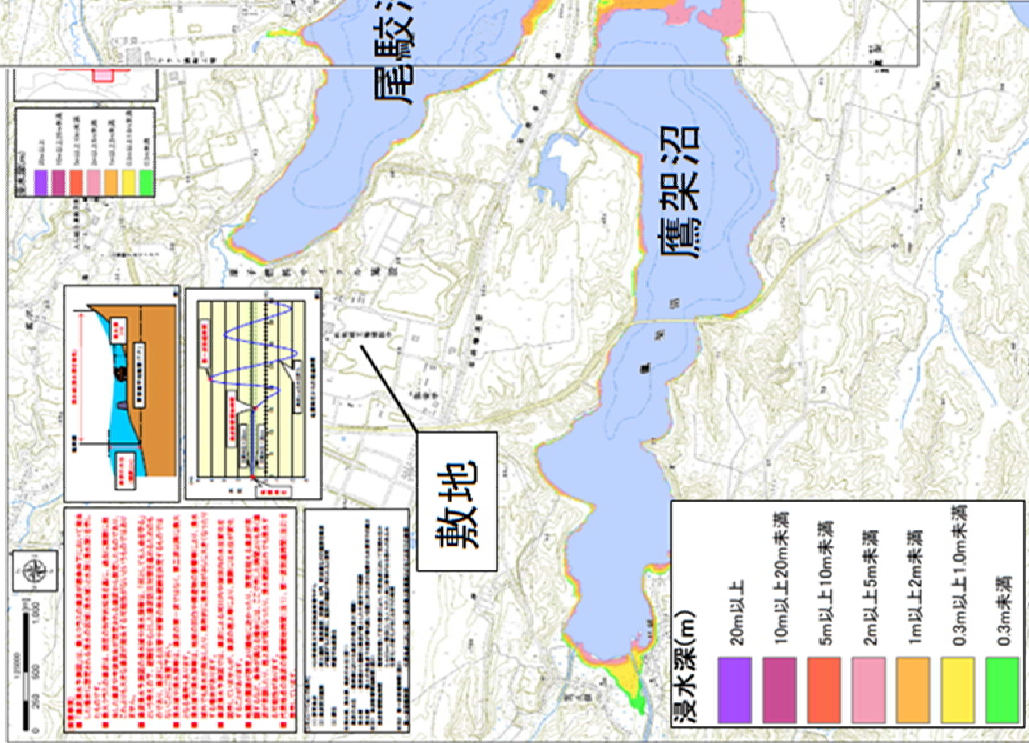
青森県海岸津波対策検討会 (2012) <sup>(35)</sup> より抜粋・一部加筆

添3-1-16 図(1) 青森県海岸津波対策検討会 (2012) <sup>(35)</sup> の検討結果 (海岸線上の津波の水位)

青森県津波浸水予測図（六ヶ所村 4/5）



青森県津波浸水予測図（六ヶ所村 3/5）



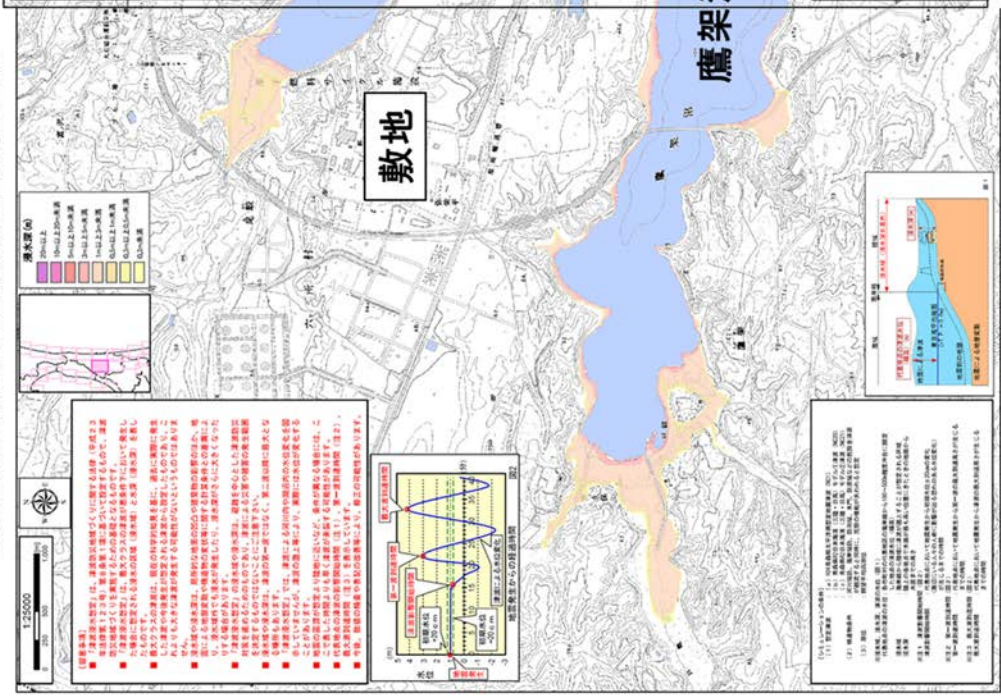
青森県海岸津波対策検討会（2012）<sup>(35)</sup>より抜粋・一部加筆

添3-1-16図(2) 青森県海岸津波対策検討会（2012）<sup>(35)</sup>の検討結果（津波浸水予測図）

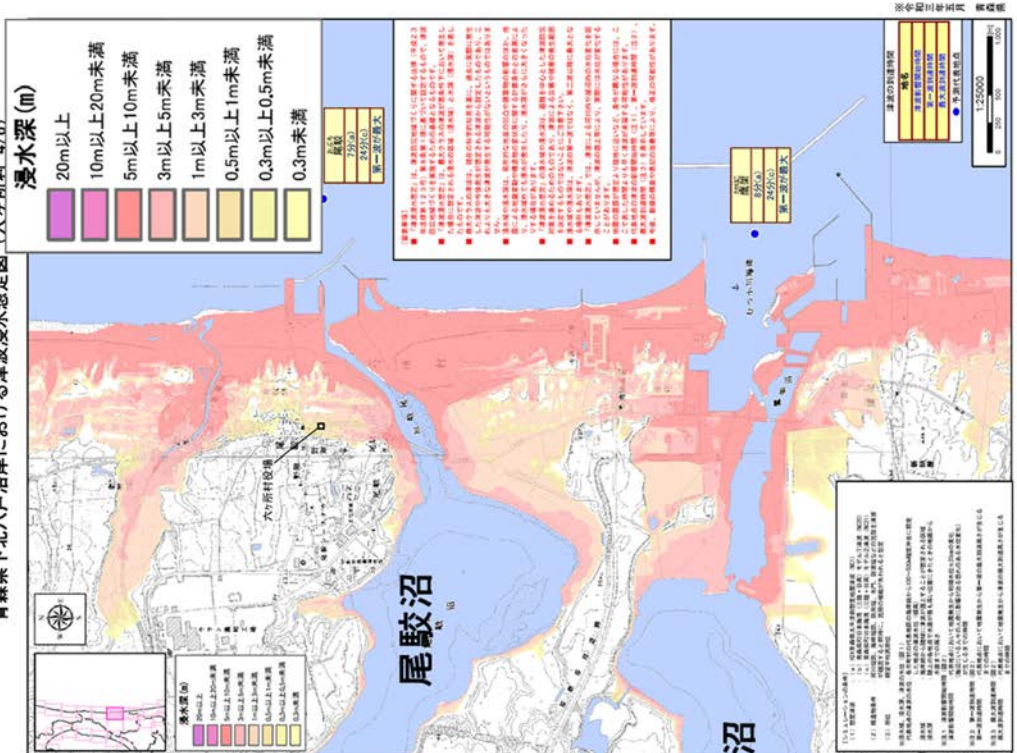




青森県下北八戸沿岸における津波浸水想定図（六ヶ所村 3/6）



青森県下北八戸沿岸における津波浸水想定図（六ヶ所村 4/6）



青森県 (2021) (53) より抜粋・一部加筆

添3-1-17図(2) 青森県 (2021) (53) における津波浸水想定図

## ト．火 山

### (ハ) 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域内の第四紀火山の分布を添 3 - ト第 1 表及び添 3 - ト第 1 図に、火山地質図を添 3 - ト第 2 図に示す。地理的領域内には 47 の第四紀火山が分布する。敷地が位置する下北半島は、北側は津軽海峡に、東側は太平洋に、西側は陸奥湾にそれぞれ面している。敷地は、下北半島南部の太平洋側に位置し、この位置は火山フロントの前弧側（東方）にある。

地理的領域内の第四紀火山の形式、活動年代及び最後の活動からの経過期間を添 3 - ト第 2 表に示す。これらの火山について、施設に影響を及ぼし得る火山を抽出した。

#### (1) 完新世に活動を行った火山

「日本の火山（第 3 版）」（中野ほか編，2013）<sup>(1)</sup>及び「日本活火山総覧（第 4 版）」（気象庁編，2013）<sup>(2)</sup>を参照し、地理的領域内の第四紀火山のうち、完新世に活動を行った火山（以下、「活火山」という。）を抽出した。

その結果、<sup>ほっかいどうこまがたけ</sup>北海道駒ヶ岳、<sup>えさん</sup>恵山、<sup>おそれざん</sup>恐山、<sup>いわきさん</sup>岩木山、<sup>はっこうだ</sup>北八甲田火山群（気象庁編（2013）<sup>(2)</sup>による「八甲田山」に相当する。）、<sup>とわだ</sup>十和田、<sup>あきたやけやま</sup>秋田焼山、<sup>はちまんたい</sup>八幡平火山群（気象庁編（2013）<sup>(2)</sup>による「八幡平」に相当する。）、<sup>いわてさん</sup>岩手山及び<sup>あきたこまがたけ</sup>秋田駒ヶ岳の 10 火山を完新世に活動を行った火山として抽出した。

#### (2) 完新世に活動を行っていない火山

完新世に活動を行っていない火山（37 火山）について、「日本の火山（第 3 版）」（中野ほか編，2013）<sup>(1)</sup>等の記載年代に基づき、最後の噴火から現在までの経過期間の方が、全活動期

間あるいは活動期間内の最大休止期間よりも短いとみなせる場合は、将来の活動可能性が否定できない火山と評価した。

その結果、横津岳<sup>よこつだけ</sup>、陸奥燧岳<sup>むつひうちだけ</sup>、田代岳<sup>たしろだけ</sup>、藤沢森<sup>ふじさわもり</sup>、南八甲田火山群、八甲田カルデラ<sup>はちまんだけ</sup>、八幡岳火山群、先十和田<sup>たまがわ</sup>、玉川カルデラ<sup>あみはり</sup>、網張火山群<sup>にゅうとう</sup>、乳頭・高倉<sup>たかくら</sup>及び荷葉岳<sup>かようだけ</sup>の 12 火山を将来の活動可能性が否定できない火山として抽出した。

### (3) 施設に影響を及ぼし得る火山

施設に影響を及ぼし得る火山として、「(ハ) (1) 完新世に活動を行った火山」及び「(ハ) (2) 完新世に活動を行っていない火山」より、北海道駒ヶ岳、恵山、恐山、岩木山、北八甲田火山群、十和田、秋田焼山、八幡平火山群、岩手山、秋田駒ヶ岳、横津岳、陸奥燧岳、田代岳、藤沢森、南八甲田火山群、八甲田カルデラ、八幡岳火山群、先十和田、玉川カルデラ、網張火山群、乳頭・高倉及び荷葉岳の 22 火山を抽出した。

## (二) 施設に影響を及ぼし得る火山の火山活動に関する個別評価

### (1) 詳細調査対象火山の抽出

施設に影響を及ぼし得る火山（22 火山）について、活動履歴に関する文献調査により、立地評価の対象となる設計対応不可能な火山事象の発生実績、過去最大規模の噴火による火山噴出物の敷地への到達可能性等について添 3 - ト 第 3 表に整理した。

火砕物密度流については、敷地近傍では火砕流堆積物の分布は認められないものの、十和田及び八甲田カルデラの過去最大規模の噴火における火砕流の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれる（添 3 - ト 第 3 図，添 3 - ト 第 4 図参照）。一方、十和田及び八甲田カルデラ以外の施設に影響を及ぼし得る火山については、発生実績や敷地からの離隔等より、火砕物密度流が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

溶岩流，岩屑<sup>がんせつ</sup>なだれ，地滑り及び斜面崩壊については、敷地から 50km 以内に分布する恐山，八甲田カルデラ及び八幡岳火山群が評価対象火山となる。恐山については、溶岩流，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊に伴う堆積物は敷地周辺には分布しない。一方，八甲田カルデラについては，溶岩流，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊の発生実績が認められない。八幡岳火山群については，溶岩流に伴う堆積物は敷地周辺には分布せず，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊の発生実績は認められない。その他の 19 火山については，敷地から 50km 以内に分布しないことから，評価対象外である。したがって，これらの火山事象が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

新しい火口の開口及び地殻変動については，敷地が，施設に

影響を及ぼし得る火山の過去の火口及びその近傍に位置しないこと，並びに火山フロントより前弧側（東方）に位置することから，これらの火山事象が敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価した。

以上のことから，施設に影響を及ぼし得る火山（22 火山）の火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は，過去最大規模の噴火を想定しても，施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

一方，火砕物密度流については，敷地及び敷地近傍が十和田及び八甲田カルデラの火砕流の到達可能性範囲に含まれることから，十和田及び八甲田カルデラについて，詳細な調査・検討を実施した。なお，八甲田カルデラについては，隣接する南八甲田火山群及び北八甲田火山群を含めて「八甲田山」として詳細な調査・検討を実施した。

## （2） 十和田

気象庁編（2013）<sup>(2)</sup>によると，十和田は先カルデラ成層火山群，十和田カルデラ及び後カルデラ成層火山・溶岩ドームからなるとしている。その活動は，Hayakawa（1985）<sup>(10)</sup>によると，先カルデラ期，カルデラ形成期及び後カルデラ期に区分されるとしている。

Hayakawa（1985）<sup>(10)</sup>及び工藤ほか（2011）<sup>(11)</sup>によると，カルデラ形成期に火砕流を伴う規模の大きな噴火を3回（十和田奥瀬火砕流，十和田大不動火砕流，十和田八戸火砕流）起こしている（添3-ト第5図参照）。

一方，Yamamoto et al.（2018）<sup>(12)</sup>は，地球化学的特徴から十

和田奥瀬火砕流を噴出した噴火を先カルデラ期とみなすとしており、見解が分かれている（添3-ト第6図参照）。

Hayakawa (1985) <sup>(10)</sup>によると、後カルデラ期に毛馬内火砕流（見かけの噴出量は約5 km<sup>3</sup>）を噴出したとしている。

これらの噴火のうち巨大噴火に該当する噴火は、十和田大不動火砕流（見かけの噴出量は約40 km<sup>3(10)</sup>）及び十和田八戸火砕流（見かけの噴出量は約40 km<sup>3(10)</sup>）を噴出した噴火（以下、それぞれを「噴火エピソードN」及び「噴火エピソードL」という。）である。したがって、この2回の巨大噴火と最後の巨大噴火（噴火エピソードL）以降の噴火を対象に評価を実施した。

なお、十和田奥瀬火砕流（見かけの噴出量は約10 km<sup>3(10)</sup>）を噴出した噴火は巨大噴火に該当しないが、噴火の様式と規模に基づきカルデラ形成期として整理した。

## ① 巨大噴火の可能性評価

### a. 活動履歴

工藤ほか (2011) <sup>(11)</sup>によると、現在の活動期である後カルデラ期は、高頻度（噴火間隔3400年以下）かつ一回の噴出量が2.5 DRE km<sup>3</sup>以下であり、カルデラ形成期の低頻度（噴火間隔22000年～4000年）かつ一回の噴出量1.2 DRE km<sup>3</sup>～20.3 DRE km<sup>3</sup>とは異なるとしている（添3-ト第5図参照）。一方で、十和田の10万年前以降のマグマ供給率はほぼ一定であり、また、後カルデラ期は先カルデラ期後期と活動様式が類似していることから、今後マグマ供給率が減少しなければ、長期的（数万年スケール）には再びカルデラ形成期に移行する可能性が指摘されるとしている。しかし、過去の活動履歴から、大規

模噴火の前には数万年にわたって局在的な低噴出率期（噴火エピソードNの前は  $0.07\text{DREkm}^3/\text{千年}$ ，噴火エピソードLの前は  $0.12\text{DREkm}^3/\text{千年}$ ）が先行するとしており，現在の活動は，約 15000 年間にわたって高噴出率期 ( $0.70\text{DREkm}^3/\text{千年}$ ) にあり，噴出量  $1\text{DREkm}^3$  以下の小規模噴火も数多く発生していることから，現状ではカルデラ形成期のような状態に至っていないと考えられるとしている。したがって，今後も短期的（数百年～数千年スケール）には，過去 15000 年間と同様な活動が継続すると推定され，仮に，今後カルデラ形成を伴う大規模噴火が発生するとしても数万年先になると予想されるとしている。なお，工藤ほか（2011）<sup>(11)</sup>の「カルデラ形成を伴う大規模噴火」は，「巨大噴火」に相当する。

一方，Yamamoto et al.（2018）<sup>(12)</sup>において，階段ダイアグラム（添3-ト第6図参照）が示されており，これに基づき噴出率の傾向を確認した結果，カルデラ形成期の巨大噴火前は低噴出率期（噴火エピソードNの前は約  $0.11\text{DREkm}^3/\text{千年}$ ，噴火エピソードLの前は約  $0.15\text{DREkm}^3/\text{千年}$ ）であるが，現在の後カルデラ期は高噴出率期（約  $0.71\text{DREkm}^3/\text{千年}$ ）となっている。これは，工藤ほか（2011）<sup>(11)</sup>による噴出率の傾向と同様である。

また，文献調査により，十和田における近い将来の巨大噴火の発生可能性に言及した文献について調査した結果，高橋（2008）<sup>(13)</sup>及び工藤ほか（2011）<sup>(11)</sup>には，現状，巨大噴火の可能性が低いとする主旨の知見は認められるが，巨大噴火が起こる可能性があるとする知見は認められない。また，十和



田火山防災協議会（2018）<sup>(14)</sup>による十和田火山災害想定影響範囲図においても、巨大噴火を想定していない。

## b. 地質調査及び火山学的調査

十和田における巨大噴火に伴う2回の大規模火砕流（十和田大不動火砕流及び十和田八戸火砕流）の噴出物を対象に調査を実施し、その分布を確認した。十和田近傍から敷地を中心とした地域にかけての地質柱状図を添3-ト第7図に示す。なお、巨大噴火には該当しないものの、十和田奥瀬火砕流は敷地には到達していないことを確認した。

### (a) 十和田大不動火砕流

十和田大不動火砕流を伴う巨大噴火では、火砕流の噴出に先立って爆発的噴火に伴う降下火砕物（十和田切田テフラ<sup>きりだ</sup>）が噴出しており、火砕流堆積物の直下に、この堆積物が認められる。十和田大不動火砕流堆積物及び十和田切田テフラの分布を添3-ト第8図に示す。

十和田大不動火砕流堆積物は、六ヶ所鷹架西<sup>たかほこ</sup>（Loc. 33）及び野辺地目ノ越<sup>めのこし</sup>1（Loc. 50）において、ローム層中に軽石混じり火山灰層（火砕流堆積物）が層厚約16cm及び約3cmのパッチ状として認められる。

また、敷地を含むさらに北方の地域では、層相から火砕流堆積物と判断できないものの、ローム層中に十和田大不動火砕流起源に対比される径約1cm以下の軽石が認められ、敷地内（Loc. 26）においては最大平均粒径約4mmの軽石が認められる（添3-ト第9図参照）。

したがって、十和田大不動火砕流は敷地に到達した可能

性が高いと考えられるが，火砕流堆積物の分布及びその層相の特徴より，敷地はその到達末端に位置すると評価した。一方，十和田切田テフラは，北方に向かって層厚を減じ，東北<sup>さびしろ</sup>淋代 2 (Loc. 19)，六ヶ所<sup>ひらぬま</sup>平沼 1 (Loc. 23) 等において層厚約 3 cm～約 7 cm で確認した。

(b) 十和田八戸火砕流

十和田八戸火砕流を伴う巨大噴火では，火砕流の噴出に先立って爆発的噴火に伴う降下火砕物（十和田八戸テフラ）が噴出しており，火砕流堆積物の直下に，この堆積物が認められる。十和田八戸火砕流堆積物及び十和田八戸テフラの分布を添 3 - ト第 10 図に示す。

十和田八戸火砕流堆積物は，塊状無層理で淘汰が悪く，軽石を主体として褐灰～灰白色火山灰の基質からなる。敷地近傍では，ローム層中に軽石混じり火山灰層（火砕流堆積物）が層厚約 5 cm～約 20cm のパッチ状として認められ，敷地内 (Loc. 26) においても，層厚約 20cm のパッチ状を呈する火砕流堆積物として確認した（添 3 - ト第 9 図参照）。

また，敷地より北方の地域では，層相から火砕流堆積物と判断できないものの，ローム層中に十和田八戸火砕流起源に対比される径約 1 cm 以下の軽石が認められる。

したがって，十和田八戸火砕流は敷地に到達したと考えられるが，火砕流堆積物の分布及びその層相の特徴より，敷地はその到達末端に位置すると評価した。一方，十和田八戸テフラは，北方に向かい急激に層厚を減じ，三沢市野口 (Loc. 17) より北方では確認できない。

### c. 地球物理学的調査

下司 (2016) <sup>(15)</sup>によると、大規模噴火が発生するためには、その火山のシステムにあらかじめマグマを蓄積させておくことが必要であるとしており、この大規模噴火を引き起こすマグマシステムは、下部地殻物質の部分溶融等による珪長質メルトの生成、発生したメルトの分離・上昇、上部地殻への集積等が起こり、地殻全体に広がる巨大で複雑なシステムであると考えられるとしている。また、物理探査（地球物理学的調査）によってカルデラ火山の地下に検出されつつある低速度領域や低比抵抗領域は、このような部分溶融した貫入岩体の複合体を見ていると考えられるとしており、カルデラの陥没量とカルデラ形成噴火の噴出量がほぼ一致するとしている。なお、下司 (2016) <sup>(15)</sup>の「大規模噴火」の噴火規模は、「巨大噴火」の噴火規模を包含する。

以上のことから、巨大噴火に直接寄与する上部地殻におけるマグマ溜まりは、カルデラを超える範囲まで部分溶融域が広がっていると考えられるため、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性及び大規模なマグマの移動・上昇等の活動に着目して地球物理学的調査を実施し、現在のマグマ溜まりの状況について評価した。

地球物理学的調査として、地震波速度構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討を実施した。流体の存在に敏感な比抵抗構造と、流体のうちメルトか水か推定可能な地震波速度構造は相補的な関係であるため、これらより、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性を把握し

た。また、地震活動及び地殻変動に関する調査を行い、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を把握した。

(a) 地震波速度構造及び比抵抗構造

地震波速度構造について、Nakajima et al. (2001)<sup>(16)</sup>によると、火山フロントに沿った最上部マントルの低 $V_p$ 、低 $V_s$ 及び高 $V_p/V_s$ は、大量のメルトの存在を示唆している。また、火山フロントに沿った下部地殻のうち活火山の直下の低 $V_p$ 、低 $V_s$ 及び高 $V_p/V_s$ は、メルトの存在を示唆している。加えて、火山フロントに沿った上部地殻のうち活火山の直下の低 $V_p$ 、低 $V_s$ 及び低 $V_p/V_s$ は、水の存在を示唆している（添3-11 図参照）。中島 (2017)<sup>(17)</sup>によると、Nakajima et al. (2001)<sup>(16)</sup>の解析結果等から、東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており、上部地殻内には大規模な (>10km) マグマ溜まりは存在しないとしている（添3-12 図参照）。

防災科学技術研究所 HP 上の「日本列島下の三次元地震波速度構造（海域拡大 2019 年版）」（Matsubara et al., 2019)<sup>(18)</sup>の地震波トモグラフィ解析結果（添3-13 図参照）及び Hi-net や東北大学等の観測点の観測データを用いた地震波トモグラフィ解析結果（添3-14 図参照）に基づくと、いずれの結果でも十和田直下の上部地殻内（約 20km 以浅）に、メルトの存在を示唆する顕著な低 $V_p$ かつ高 $V_p/V_s$ 領域は認められない。

一方、比抵抗構造について、Kanda and Ogawa (2014)<sup>(19)</sup>

によると、インダクションベクトルの実部は本質的に低比抵抗の方向を指す傾向があるとしている。Kanda and Ogawa (2014) <sup>(19)</sup>のインダクションベクトル（添3-15 図参照）に基づく、16 秒周期では、十和田に向くベクトルは認められず、顕著な低比抵抗異常は推定できない。また、磁場3成分を用いたインバージョン解析により、インダクションベクトルを再現できる北東北の三次元比抵抗構造が示されており、その解析結果（添3-16 図参照）に基づく、十和田直下の上部地殻内にマグマ若しくは高塩濃度流体を示唆する顕著な低比抵抗領域は認められない。

地震波速度構造及び比抵抗構造を統合的に解釈すると、十和田直下の上部地殻内に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高 $V_p/V_s$ かつ低比抵抗領域は認められない。

#### (b) 地震活動

気象庁一元化震源カタログ（地震月報（カタログ編）<sup>(20)</sup>（期間：1997年10月～2017年12月）及び気象庁一元化処理震源要素<sup>(21)</sup>（期間：2018年1月～2018年12月））より作成した十和田付近の震央分布及び地震活動の時間変化を添3-17 図に示す。地震は、十和田の後カルデラ期の最新の噴火（十和田a）の火口である十和田湖中湖付近及びその周辺の震源深さ5km～10km 付近に集中する一方で、低周波地震はそれらよりやや深い25km～35km 付近で発生している。

また、「十和田の火山活動解説資料（平成26年1月）」

(気象庁, 2014) <sup>(22)</sup>によると, 2014年1月27日昼前から夜にかけて地震活動が活発な状況になったが, 27日の夜から地震回数は減少し, 2月に入ってから概ね静穏な状況であり, 低周波地震, 火山性微動は観測されていないとしている。また, 火山活動に特段の変化はなく, 噴火の兆候は認められず, 2007年12月1日の噴火予報(平常)の発表以降, 予報警報事項に変更はないとしている。

### (c) 地殻変動

国土地理院(2018) <sup>(23)</sup>によると, 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震後の余効変動が, 東日本の広い範囲で見られるとしている。

国土地理院による電子基準点データから作成した十和田周辺の基準点間の基線長(斜距離成分)の時間変化(期間:2003年1月~2018年12月)を添3-18図に示す。十和田では, 2011年東北地方太平洋沖地震以降の余効変動が継続しているが, 地震発生前を含め, 十和田を中心とした地域では, この余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

また, 「十和田の火山活動解説資料(平成26年1月)」(気象庁, 2014) <sup>(22)</sup>において, 2014年1月に地震活動が活発化した際の地殻変動観測結果によると, 地震増加時及びその前後で十和田付近の地殻変動に変化は認められないとしている。

加えて, 第131回火山噴火予知連絡会資料(気象庁, 2015) <sup>(24)</sup>によると, 十和田周辺における干渉SARの解析

結果（2014年9月4日と2014年10月16日）について、ノイズレベルを超える位相変化は認められないとしており、第143回火山噴火予知連絡会資料（気象庁，2019）<sup>(25)</sup>においても、十和田周辺における干渉SARの解析結果（2015年10月8日と2018年10月18日）について、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められないとしている。

さらに、国土地理院による基盤地図情報及び一等水準点検測成果収録を基に作成した、十和田付近の一等水準路線の上下変動（添3-ト第19図）によると、大館付近において局所的な変動はあるが、十和田に最も近い碓ヶ関付近の一等水準点には継続的な変位の累積は認められず、十和田を中心とした継続的な変位の累積は認められない。

#### (d) 地球物理学的調査の評価

地震波速度構造，比抵抗構造，地震活動及び地殻変動に関する検討の結果，現状，十和田直下の上部地殻内(約20km以浅)には，巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さく，大規模なマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候も認められない。

#### d. 巨大噴火の可能性評価のまとめ

活動履歴から，巨大噴火が発生したカルデラ形成期と現在の活動期である後カルデラ期は，噴火の頻度・噴出量・噴出率が異なる（巨大噴火前には数万年間の低噴出率期が先行する傾向が見られるが，後カルデラ期は高噴出率期である）こと等から，現状ではカルデラ形成期のような状態には至っていないと考えられる（工藤ほか，2011）<sup>(11)</sup>。

地質調査及び火山学的調査結果から、敷地は、巨大噴火に伴う2回の大規模火砕流であるカルデラ形成期の十和田八戸火砕流及び十和田大不動火砕流の到達末端に位置すると評価した。

地球物理学的調査の結果、現状、十和田直下の上部地殻内(約20km以浅)には、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さく、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候も認められない。

文献調査の結果、十和田について、高橋(2008)<sup>(13)</sup>及び工藤ほか(2011)<sup>(11)</sup>には、現状、巨大噴火の可能性が低いとする主旨の知見は認められるが、巨大噴火が起こる可能性があるとする知見は認められない。また、十和田火山防災協議会(2018)<sup>(14)</sup>による十和田火山災害想定影響範囲図においても、巨大噴火を想定していない。

以上のことから、十和田の現在の活動状況は、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。

## ② 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価

### a. 活動履歴

最後の巨大噴火(噴火エピソードL)以降の活動期である後カルデラ期は、1000年単位で頻繁に噴火を続けており、後カルデラ期と同規模の活動可能性は十分小さいと判断できない。



したがって、最後の巨大噴火以降の火山活動の評価対象としては、後カルデラ期の最大規模の火砕流を伴う噴火である、噴火エピソードAの毛馬内火砕流（見かけの噴出量は約5 km<sup>3</sup><sup>(10)</sup>）とした（添3-ト第20図参照）。

#### b. 地質調査及び火山学的調査

町田・新井（2011）<sup>(9)</sup>及び Hayakawa（1985）<sup>(10)</sup>は、毛馬内火砕流堆積物を十和田カルデラから主に河川沿いに図示している。また、十和田火山防災協議会（2018）<sup>(14)</sup>は、広井ほか（2015）<sup>(26)</sup>等を考慮し、毛馬内火砕流堆積物及びOYU-2bの火砕サージ堆積物の確認地点を基に、十和田カルデラの周囲約20kmの範囲を火砕流・火砕サージの推定到達範囲として図示している。それらを併せて添3-ト第21図に示す。

いずれの知見においても、毛馬内火砕流は、敷地には到達していない。

#### c. 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価のまとめ

活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より、最後の巨大噴火以降の最大規模の毛馬内火砕流が敷地に到達していないことから、火砕物密度流が施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。また、火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は、「(二) (1) 詳細調査対象火山の抽出」に記載するように、敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

### (3) 八甲田山

気象庁編（2013）<sup>(2)</sup>によると、八甲田山は、少なくとも17以上の成層火山や溶岩ドームからなり、南八甲田火山群及び北

八甲田火山群に区分され、八甲田カルデラは、北八甲田火山群の直下～北東に存在するとしている。

中野ほか編（2013）<sup>(1)</sup>及び宝田・村岡（2004）<sup>(27)</sup>によると、南八甲田火山群は、八甲田カルデラの先カルデラ火山であり、約 1.1Ma～0.3Ma に活動したとしている。

村岡・高倉（1988）<sup>(28)</sup>によると、八甲田カルデラの噴出物として、八甲田第 1 期火砕流堆積物及び八甲田第 2 期火砕流堆積物が示されている。

中野ほか編（2013）<sup>(1)</sup>及び工藤ほか（2011）<sup>(29)</sup>によると、八甲田山の活動を南八甲田火山群、八甲田カルデラ及び北八甲田火山群の活動に区分し、このうち、八甲田カルデラにおいては、約 1 Ma（八甲田中里川）、0.90Ma（八甲田<sup>おうせ</sup>黄瀬）、0.76Ma（八甲田第 1 期）及び 0.40Ma（八甲田第 2 期）に大規模火砕流を噴出したとしている。

工藤ほか（2004）<sup>(30)</sup>によると、北八甲田火山群は、八甲田カルデラの形成後の約 40 万年前以降に活動を開始した後カルデラ火山群であるとしている。

これらを踏まえた八甲田山の各火山の分布と階段ダイアグラムを添 3 - ト第 22 図に示す。

これらの噴火のうち、巨大噴火に該当する噴火は、八甲田カルデラの八甲田第 1 期火砕流（見かけの噴出量は  $37\text{km}^3$ <sup>(5)</sup>）及び八甲田第 2 期火砕流（見かけの噴出量は  $36\text{km}^3$ <sup>(5)</sup>）を噴出した噴火である。したがって、この 2 回の巨大噴火と最後の巨大噴火（八甲田第 2 期火砕流を噴出した噴火）以降の噴火を対象に評価を実施した。

## ① 巨大噴火の可能性評価

### a. 活動履歴

八甲田山は、約 110 万年前から活動を開始し、南八甲田火山群及び八甲田カルデラの活動後、最近 30 万年間では北八甲田火山群のみ活動が継続している。

工藤ほか（2004）<sup>(30)</sup>によると、北八甲田火山群は、八甲田カルデラの形成後の約 40 万年前以降に活動を開始した後カルデラ火山群である。また、北八甲田火山群の噴出率及び活動様式の時間変化から、その火山活動のピークは 40 万年前～10 万年前までの間にあったと考えられ、10 万年前以降の火山活動は比較的低調になっているとしている。加えて、噴出中心が火山群中央部に収束する傾向が認められることから、北八甲田火山群の活動は、長期的にみると終息へと向かいつつある状態と解釈できるとしている（添 3-ト第 23 図参照）。

また、文献調査により、八甲田山における近い将来の巨大噴火の発生可能性に言及した文献について調査した結果、現状、巨大噴火が起こる可能性があるとする知見は認められず、八甲田山火山防災協議会（2014）<sup>(31)</sup>による火山災害予想区域図においても、巨大噴火を想定していない。

### b. 地質調査及び火山学的調査

八甲田山において、過去最大規模の火砕物密度流を噴出した八甲田カルデラの噴出物を対象に調査を実施した。

村岡・高倉（1988）<sup>(28)</sup>、第四紀火山カタログ委員会編（1999）<sup>(5)</sup>によると、八甲田第 1 期火砕流の見かけの噴出量は 37km<sup>3</sup>、八甲田第 2 期火砕流の見かけの噴出量は 36 km<sup>3</sup>とさ

れているが、八甲田第1期火砕流堆積物は、工藤ほか（2006）<sup>(32)</sup>、工藤ほか（2011）<sup>(29)</sup>等によって示された年代測定、化学分析結果等によると、異なる時代の複数の火砕流堆積物で構成されている可能性があるとして示されている。これらのことから、2回の巨大噴火のうち八甲田第2期火砕流が、八甲田山の過去最大規模の火砕流であると評価した。

八甲田第2期火砕流堆積物は、添3-ト第24図に示すように、八甲田山周辺に広く分布し、敷地方向では八甲田山から東北町西部にかけて分布し、八甲田山近傍のこほろない小幌内川林道（Loc. A05）及び十和田砂土路（Loc. A01）では層厚約6 m及び約4 m、東北南平赤川支流（Loc. B13）では層厚約2.5 m以上の火砕流堆積物として確認した。一方、東北ちようじゃくぼ長者久保西方（Loc. B01）においては、オレンジテフラ、かつち甲地軽石（工藤（2005）<sup>(33)</sup>による「八甲田白ベタテフラ」に相当する。）及び複数の降下火砕物（ふくろまち袋町テフラ群：桑原（2004）<sup>(34)</sup>の「袋町1～13 テフラ」に相当する。）が確認され、これらの間に挟まる袋町9 a テフラは、概ね淘汰良好な軽石を主体とすることから、降下火砕物と評価した。また、その年代及び鉱物的特徴（石英を非常に多く含む等）は、八甲田第2期の噴出物と類似することから、八甲田第2期の噴火に伴って噴出した降下火砕物と考えられる。しかし、本地点では、同噴火に伴う火砕流堆積物は確認できない。このことは、本地点には、八甲田第2期の噴火に伴う火砕流は到達していないことを示唆している（添3-ト第25図参照）。加えて、桑原（2004）<sup>(34)</sup>及び桑原ほか（2007）<sup>(35)</sup>によると、野辺地町袋町地点にお

ける露頭から，降下火砕物等の層序等に関する報告がされているが，八甲田第2期火砕流堆積物は認められていない。

以上のことから，これらの地点より北方に位置する敷地に火砕流は到達していないと評価した。

### c. 地球物理学的調査

地球物理学的調査として，十和田と同様に，地震波速度構造，比抵抗構造，地震活動及び地殻変動に関する検討を実施した。流体の存在に敏感な比抵抗構造と，流体のうちメルトか水か推定可能な地震波速度構造は相補的な関係であるため，これらより，巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性を把握した。また，地震活動及び地殻変動に関する調査を行い，大規模なマグマの移動・上昇等の活動を把握した。

#### (a) 地震波速度構造及び比抵抗構造

地震波速度構造について，Nakajima et al. (2001)<sup>(16)</sup>によると，火山フロントに沿った最上部マンツルの低 $V_p$ ，低 $V_s$ 及び高 $V_p/V_s$ は，大量のメルトの存在を示唆している。また，火山フロントに沿った下部地殻のうち活火山の直下の低 $V_p$ ，低 $V_s$ 及び高 $V_p/V_s$ は，メルトの存在を示唆している。加えて，火山フロントに沿った上部地殻のうち活火山の直下の低 $V_p$ ，低 $V_s$ 及び低 $V_p/V_s$ は，水の存在を示唆している（添3-ト第11図参照）。中島(2017)<sup>(17)</sup>によると，Nakajima et al. (2001)<sup>(16)</sup>の解析結果等から，東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており，上部地殻内には大規模な(>10km) マグマ溜まりは存在しないと

している（添 3 - ト第 12 図参照）。

防災科学技術研究所 HP 上の「日本列島下の三次元地震波速度構造（海域拡大 2019 年版）」（Matsubara et al., 2019）<sup>(18)</sup>の地震波トモグラフィ解析結果（添 3 - ト第 13 図参照）及び Hi-net や東北大学等の観測点の観測データを用いた地震波トモグラフィ解析結果（添 3 - ト第 14 図参照）に基づくと、いずれの結果でも八甲田山直下の上部地殻内（約 20km 以浅）に、メルトの存在を示唆する顕著な低  $V_p$  かつ高  $V_p/V_s$  領域は認められない。

一方、比抵抗構造について、Kanda and Ogawa (2014) <sup>(19)</sup>によると、インダクションベクトルの実部は本質的に低比抵抗の方向を指す傾向があるとしている。小川 (1991) <sup>(36)</sup>によると、周期 64 秒のインダクションベクトル（添 3 - ト第 26 図参照）では津軽海峡の誘導電流の影響で北向き成分が卓越するとしているが、調査域の東半分のインダクションベクトルの北向き成分が小さいことから深部に低比抵抗異常が存在することを示唆しているとしている。また、小川 (1991) <sup>(36)</sup>の広域的な比抵抗構造の影響も考慮した二次元比抵抗構造（添 3 - ト第 27 図参照）によると、八甲田地域の深度 10km 以深に低比抵抗帯が存在するとしているが、八甲田山直下の上部地殻内の 10km 以浅に顕著な低比抵抗領域は認められない。

地震波速度構造及び比抵抗構造を統合的に解釈すると、八甲田山直下の上部地殻内の 10km 以深は低比抵抗領域であるが、その領域は低  $V_p$  かつ低  $V_p/V_s$  であることから、

上部地殻内に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高 $V_p/V_s$ かつ低比抵抗領域は認められない。

(b) 地震活動

気象庁一元化震源カタログ（地震月報（カタログ編）<sup>(20)</sup>（期間：1997年10月～2017年12月）及び気象庁一元化処理震源要素<sup>(21)</sup>（期間：2018年1月～2018年12月））より作成した八甲田山付近の震央分布及び地震活動の時間変化を添3-ト第28図に示す。八甲田山においては、通常地震が観測期間を通じて北八甲田火山群付近の深さ10km以浅に集中している。

また、「八甲田山の火山活動解説資料（令和元年10月7日）」（気象庁，2019）<sup>(37)</sup>によると、2019年10月7日6時以降、大岳山頂の西約4km、深さ約1km付近を震源とする地震が増加し、14時までに61回発生したとしている。また、2018年4月10日に日回数22回を観測するなど、これまでも周辺で一時的な地震の増加がみられたが、低周波地震及び火山性微動は観測されておらず、地震活動以外に火山活動の活発化は認められないとし、噴火予報（噴火警戒レベル1，活火山であることに留意）の予報事項に変更は無いとしている。

加えて、「火山の状況に関する解説情報（八甲田山第3号）令和元年10月8日16時00分」（気象庁，2019）<sup>(38)</sup>によると、2019年10月7日6時頃から始まった八甲田山周辺での地震は、2019年10月8日10時以降観測されていないとしている。加えて、低周波地震や火山性微動は観測され

ておらず、地殻変動に火山活動に伴う変化はみられないとしている。また、監視カメラによる観測では、地獄沼付近及び大岳周辺に特段の変化はみられず、火山活動の活発化を示す変化は認められないとしている。

### (c) 地殻変動

国土地理院 (2018) <sup>(23)</sup>によると、平成 23 年(2011 年) 東北地方太平洋沖地震後の余効変動が、東日本の広い範囲で見られるとしている。

国土地理院による電子基準点データから作成した八甲田山周辺の基準点間の基線長(斜距離成分)の時間変化(期間:1997年1月~2018年12月)を添3-ト第29図に示す。

八甲田山では、2011年東北地方太平洋沖地震前において、十和田-黒石及び青森A-十和田の基準点間で継続的な縮みが確認されていた。しかし、2011年東北地方太平洋沖地震以降、すべての基線において余効変動が継続している。

また、「八甲田山の火山活動解説資料(平成26年6月)」(気象庁,2014) <sup>(39)</sup>によると、2013年2月頃以降わずかな膨張を示す地殻変動がみられていたが、8月頃から鈍化し、11月頃からは停滞しその状態が続いているとしている。

加えて、第131回火山噴火予知連絡会資料(気象庁,2015) <sup>(24)</sup>によると、八甲田山周辺における干渉SARの解析結果(2014年9月4日と2014年10月16日)について、ノイズレベルを超える位相変化は認められないとしており、第143回火山噴火予知連絡会資料(気象庁,2019) <sup>(25)</sup>において、八甲田山周辺における干渉SARの解析結果(2015



年10月8日と2018年10月18日)について、山頂の西側周辺で衛星視線方向伸長の位相変化が認められるが、気象ノイズによる可能性があるとしている。

さらに、国土地理院による基盤地図情報及び一等水準点検測成果収録を基に作成した、八甲田山付近の一等水準路線の上下変動(添3-ト第30図参照)によると、青森及び藤崎町付近において地盤沈下による局所的な変動はあるが、八甲田山に最も近い青森付近の一等水準点には継続的な変位の累積は認められず、八甲田山を中心とした継続的な変位の累積は認められない。

#### (d) 地球物理学的調査の評価

地震波速度構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討の結果、現状、八甲田山直下の上部地殻内(約20km以浅)には、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さく、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候も認められない。

#### d. 巨大噴火の可能性評価のまとめ

活動履歴について、工藤ほか(2004)<sup>(30)</sup>によると、八甲田カルデラの形成後の約40万年前以降に活動を開始した後カルデラ火山群である北八甲田火山群について、その活動のピークは40万年前～10万年前までの間にあったと考えられ、10万年前以降の火山活動は比較的低調になっており、長期的にみると終息へと向かっているとしている。

地質調査及び火山学的調査結果から、2回の巨大噴火のうち過去最大規模の噴火である八甲田第2期火砕流は敷地に到

達していないと評価した。

地球物理学的調査の結果、現状、八甲田山直下の上部地殻内(約 20km 以浅)には、巨大噴火が可能な量のマグマ溜まりが存在する可能性は十分小さく、大規模なマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候も認められない。

文献調査の結果、八甲田山について、現状、巨大噴火が起こる可能性があるとする知見は認められず、八甲田山火山防災協議会(2014)<sup>(31)</sup>による火山災害予想区域図においても、巨大噴火を想定していない。

以上のことから、八甲田山の現在の活動状況は、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。

## ② 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価

### a. 活動履歴

最後の巨大噴火(八甲田第2期火砕流を噴出した噴火)以降の活動について、北八甲田火山群は、工藤ほか(2004)<sup>(30)</sup>によると、八甲田カルデラの形成後の約40万年前以降に活動を開始した後カルデラ火山群であるとしていることから、北八甲田火山群における最大規模の火山活動を評価した。

一方、八甲田カルデラの先カルデラ火山である南八甲田火山群については、宝田・村岡(2004)<sup>(27)</sup>によると、約1.1Ma頃に活動を開始し八甲田カルデラ形成後の約0.3Maまで活動したとしていることから、最後の巨大噴火(約40万年前)以

降，約 30 万年前までの活動における最大規模の火山活動を評価した。

#### b. 地質調査及び火山学的調査

工藤ほか（2004）<sup>(30)</sup>によると，最後の巨大噴火以降の火山活動である北八甲田火山群（40 万年前以降）の活動における最大規模の噴火に伴う噴出物は高田大岳溶岩類（たかだおおだけ3.2DREkm<sup>3</sup>）であり，その分布は噴出中心付近に限られ，敷地が位置する北東方向では，八甲田カルデラを越えて分布していない。なお，北八甲田火山群の全噴出物や岩屑なだれを含め，八甲田カルデラを越えて分布していない（添 3 - ト第 31 図参照）。

一方，宝田・村岡（2004）<sup>(27)</sup>によると，八甲田カルデラの先カルデラ火山である南八甲田火山群について，最後の巨大噴火（約 40 万年前）以降，約 30 万年前まで活動したとされるが，それらの噴出物の分布は南八甲田火山群の山体周辺に限られ，敷地が位置する北東方向では，八甲田カルデラを越えて分布していない（添 3 - ト第 32 図参照）。

#### c. 最後の巨大噴火以降の火山活動の評価のまとめ

活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より，後カルデラ火山群である北八甲田火山群の最大規模の噴火に伴う噴出物である高田大岳溶岩類の分布は噴出中心付近に限られ，敷地が位置する北東方向では，八甲田カルデラを越えて分布していない。一方，南八甲田火山群は最後の巨大噴火以降，約 30 万年前まで活動したとされるが，それらの噴出物の分布は南八甲田火山群の山体周辺に限られ，敷地が位置する北東方向では，八甲田カルデラを越えて分布していない。

また、新しい火口の開口及び地殻変動については、「(二)  
(1) 詳細調査対象火山の抽出」に記載するように、敷地  
において発生する可能性は十分に小さいと評価した。

以上のことから、八甲田山の最後の巨大噴火以降の火山活  
動に伴う設計対応不可能な火山事象は、発生実績や敷地と火  
山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと  
評価した。

#### (4) まとめ

施設に影響を及ぼし得る火山(22火山)を対象に、設計対応  
不可能な火山事象について、発生実績、過去最大規模の噴火等  
の知見に基づき敷地への到達可能性について評価した。

火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象については、  
発生実績や敷地と火山の離隔等から、過去最大規模の噴火を想  
定しても、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さい。

一方、火砕物密度流については、文献調査の結果、十和田及  
び八甲田カルデラの巨大噴火に伴う火砕流の到達可能性範囲に  
敷地若しくは敷地近傍が含まれることから、十和田及び八甲田  
山について、詳細な調査・検討を実施した。

十和田の巨大噴火の可能性評価については、地質調査及び火  
山学的調査の結果、敷地は巨大噴火による火砕流の末端に位置  
すると考えられるが、活動履歴、地震波速度構造、比抵抗構造、  
地震・地殻変動データ等から、巨大噴火が差し迫った状態では  
なく、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な  
根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨  
大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。また、最後の巨大

噴火以降の火山活動については、活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より、最後の巨大噴火以降の最大規模の火砕流が敷地に到達していないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さく、火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象は、敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

八甲田山の巨大噴火の可能性評価については、地質調査及び火山学的調査の結果、巨大噴火による火砕流は敷地に到達していないと考えられ、活動履歴、地震波速度構造、比抵抗構造、地震・地殻変動データ等から、巨大噴火が差し迫った状態ではなく、巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていないことから、施設の運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと評価した。また、最後の巨大噴火以降の火山活動については、活動履歴及び地質調査・火山学的調査の結果より、設計対応不可能な火山事象は、発生実績や敷地と火山の離隔等から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

(へ) 施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象の影響評価

施設に影響を及ぼし得る火山（22 火山）について、現状における活動可能性及び規模を考慮し、施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象について検討した。

なお、降下火砕物については、地理的領域外の火山を含めてその影響を評価した。

(1) 降下火砕物

① 給源を特定できる降下火砕物

「新編 火山灰アトラス」（町田・新井，2011）<sup>(9)</sup>等による、地理的領域内外における降下火砕物の分布を添 3 ート第 33 図及び添 3 ート第 34 図に示す。

町田・新井（2011）<sup>(9)</sup>及び地質調査により、敷地及び敷地近傍において確認される主な降下火砕物として、下位より、甲地軽石、オレンジテフラ、洞爺火山灰、鬼界葛原テフラ<sup>きかいとづらはら</sup>、阿蘇 4 テフラ、十和田レッドテフラ、支笏第 1 テフラ<sup>しこつ</sup>、十和田切田テフラ、始良 T n テフラ<sup>あいら</sup>、十和田八戸テフラ、濁川テフラ、十和田中掇テフラ<sup>ちゅうせり</sup>、十和田 a テフラ及び白頭山苦小牧テフラ<sup>はくとうさん とまこまい</sup>が挙げられる（添 3 ート第 4 表参照）。

地理的領域内の火山を給源とする降下火砕物のうち、十和田のオレンジテフラ、十和田レッドテフラ及び十和田切田テフラは最後の巨大噴火以前の、また十和田八戸テフラは最後の巨大噴火の噴出物であり、現在は、最後の巨大噴火以降の活動である後カルデラ期の活動が継続していることから、これらの降下火砕物を評価対象外とした。加えて、濁川テフラの給源である濁川カルデラは「(ハ) 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出」

において、施設に影響を及ぼし得る火山ではないと評価したことから、評価対象外とした。

一方、地理的領域外の火山を給源とする降下火砕物のうち、巨大噴火に伴う噴出物である洞爺火山灰、鬼界葛原テフラ、阿蘇4テフラ、支笏第1テフラ及び始良Tnテフラを噴出した各火山は現在、後カルデラ火山の活動を継続しており同規模噴火の可能性は十分小さいことから、これらの降下火砕物を評価対象外とした。このうち、敷地及び敷地近傍での層厚が最も大きい洞爺火山灰（20cm～30cm）を噴出した洞爺カルデラの階段ダイアグラムを添3-ト第35図に示す。

以上のことから、評価対象となる降下火砕物は、甲地軽石、十和田中撤テフラ、十和田aテフラ及び白頭山苦小牧テフラである。文献調査及び地質調査の結果、敷地における層厚が最も大きい降下火砕物は甲地軽石であり（添3-ト第4表参照）、敷地内の複数の地点で確認した（添3-ト第36図参照）。再堆積を含む層厚が最大であるKP-1孔（添3-ト第37図参照）において、軽石が比較的密に集積する主部（層厚21cm）と、その上位に堆積する甲地軽石を含む再堆積層（火山灰質シルト：層厚22cm）を確認したことから、再堆積を含む甲地軽石の層厚を43cmと評価した。

## ② 給源不明な降下火砕物

地質調査により敷地及び敷地近傍において確認した主な給源不明な降下火砕物として、A～Dテフラがある（添3-ト第4表参照）。これらの降下火砕物のうち、最も層厚が大きい降下火砕物はCテフラ（約12cm）である。

### ③ 降下火砕物シミュレーション

降下火砕物シミュレーションの実施に当たって、解析可能な給源を特定できる降下火砕物について、同規模噴火の可能性、地質調査結果（最大層厚）、敷地と火山との離隔及び噴出量を検討し、敷地に最も影響を与える甲地軽石を対象に解析を実施した。

本解析は、移流拡散モデルを用いた解析プログラムであり、降下火砕物が全て降下するまで、一定方向に同じ風速の風が吹き続けるという保守性を考慮した上で実施した。

降下火砕物シミュレーションに用いる入力パラメータについては、甲地軽石が 28 万年前～18 万年前の噴火と非常に古く、噴火に係る入力パラメータの情報が乏しいことから、工藤ほか（2004）<sup>(30)</sup>の等層厚線の分布主軸方向の風を抽出・平均した風を用いて、その等層厚線を概ね再現できる解析結果（添 3 ー ト 第 38 図参照）に基づき設定した。再現解析結果を踏まえた入力パラメータを添 3 ー ト 第 5 表に示す。

月別平年値の風を用いた解析の結果は、敷地における降下火砕物の層厚が 6.0cm～25cm となる（添 3 ー ト 第 39 図参照）。

一方、不確かさの検討については、敷地が八甲田山の北東方向に位置していることから、敷地方向の風を考慮した風向の不確かさの影響が最も大きくなると考えられる。したがって、八甲田山から敷地に向かう風を抽出・平均して作成した敷地方向の風を用いた風向の不確かさケースを実施した結果、敷地での層厚が 53cm となった（添 3 ー ト 第 40 図参照）。

### ④ 降下火砕物の密度



軽石の密度に関する文献調査の結果、新版地学事典（2007）<sup>(40)</sup>によると、軽石について、火山砕屑物の一種で、多孔質で見かけ密度が小さく淡色を呈するとしている。また、小尾ほか（2019）<sup>(41)</sup>において、細粒火山灰との比較検討として有史以降の噴火の軽石を対象とした堆積密度を計測しており、乾燥状態では約 0.4g/cm<sup>3</sup>～約 1.2g/cm<sup>3</sup>、自然状態では約 0.5g/cm<sup>3</sup>～約 1.3g/cm<sup>3</sup>、湿潤状態（試料を2日間浸水させて計測した密度）では約 0.6g/cm<sup>3</sup>～約 1.3g/cm<sup>3</sup>の結果を示している。

層厚が最大となる甲地軽石を対象に密度試験を実施した結果、乾燥密度は 0.43g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度は 1.16g/cm<sup>3</sup>、飽和密度は 1.25g/cm<sup>3</sup>であり（添3-ト第41図参照）、文献調査結果と整合的である。

#### ⑤ 設計に用いる降下火砕物の層厚及び密度

敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物のうち、給源を特定できる降下火砕物については、甲地軽石の層厚が最大で、地質調査によると再堆積を含み43cmであり、文献調査によると20cm～50cmである。また、給源不明な降下火砕物については、Cテフラの層厚が最大で、地質調査の結果、約12cmである。加えて、現状における同規模の噴火の可能性、地質調査結果及び噴出量等を踏まえ、甲地軽石を対象とした降下火砕物シミュレーションを実施した結果、風向の不確かさを考慮したケースにおいて、敷地での層厚は53cmとなった。

甲地軽石の密度試験の結果、乾燥密度 0.43g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度 1.16g/cm<sup>3</sup>、飽和密度 1.25g/cm<sup>3</sup>である。

以上のことから、設計に用いる降下火砕物の層厚を55cm、密

度を  $1.3\text{g}/\text{cm}^3$  (湿潤状態) とする。

## (2) その他の火山事象

その他の火山事象として、土石流・火山泥流及び洪水、火山から発生する飛来物（噴石）、火山ガス、津波、<sup>せいしん</sup>静振、大気現象、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常について、文献調査、地質調査等の結果より検討した。

土石流・火山泥流及び洪水については、敷地近傍には敷地を中心とする半径 120km の範囲に存在する、施設に影響を及ぼし得る火山を起源とする土石流・火山泥流及び洪水に伴う堆積物は確認されず、また、敷地は、太平洋及び陸奥湾を境にする下北半島<sup>せきりょう</sup>脊梁部の台地上に位置し、これらの火山を源流に有する河川流域に含まれないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

火山から発生する飛来物（噴石）については、敷地を中心とする半径 10km の範囲には、施設に影響を及ぼし得る火山が分布しないことから、噴石が敷地に到達することはなく、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

火山ガスについては、敷地は、太平洋及び陸奥湾を境にする下北半島脊梁部の台地上に位置し、火山ガスが敷地に滞留する地形ではないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

津波については、「へ. 津 波」に記載するように、敷地周辺に大きな影響を及ぼした、火山現象による歴史津波の記録は知られていないことから、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

静振，大気現象，火山性地震とこれに関連する事象，熱水系及び地下水の異常については，火山と敷地とは十分な離隔があることから，施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

## 参考文献

- (1) 中野俊, 西来邦章, 宝田晋治, 星住英夫, 石塚吉浩, 伊藤順一, 川辺禎久, 及川輝樹, 古川竜太, 下司信夫, 石塚治, 山元孝広, 岸本清行編. “日本の火山”. 第四紀火山. Ver. 2.38, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2013, 2021-09-22 更新. [https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat\\_Vol/index.html](https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html), (参照 2021-10-04) .
- (2) 気象庁編. 日本活火山総覧 (第4版) . 2013.
- (3) 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之編. 第四紀火山岩体・貫入岩体データベース 地質調査総合センター速報. No. 60, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2012.
- (4) 西来邦章, 伊藤順一, 上野龍之, 内藤一樹, 塚本齊編. 第四紀噴火・貫入活動データベース. Ver. 1.00, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2014.
- (5) 第四紀火山カタログ委員会編. 日本の第四紀火山カタログ. 1999.
- (6) 産業技術総合研究所地質調査総合センター編. 1 万年噴火イベントデータ集. Ver. 2.3, 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2017.
- (7) 海上保安庁海洋情報部. “海域火山データベース” . <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>, (参照 2016-09-06) .
- (8) 山元孝広. 日本の主要第四紀火山の積算マグマ噴出量階段図. 地質調査総合センター研究資料集. No. 613, 産総研地質調査総合センター, 2015.

- (9) 町田洋, 新井房夫. 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 2011.
- (10) Yukio Hayakawa. Pyroclastic Geology of Towada Volcano. Bulletin of the Earthquake Research Institute University of Tokyo, 1985, Vol. 60.
- (11) 工藤崇, 小林淳, 山元孝広, 岡島靖司, 水上啓治. “十和田火山における噴火活動様式の時代変遷と長期的予測”. 日本第四紀学会講演要旨集. 徳島, 2011-08-26/28, 日本第四紀学会, 2011.
- (12) Takahiro Yamamoto ; Takashi Kudo ; Osamu Isizuka. Temporal variations in volumetric magma eruption rates of Quaternary volcanoes in Japan. Earth, Planets and Space, 2018, Vol. 70.
- (13) 高橋正樹. 破局噴火-秒読みに入った人類壊滅の日. 祥伝社新書, 2008.
- (14) 十和田火山防災協議会. “十和田火山災害想定影響範囲図”. 青森県防災危機管理課・秋田県総合防災課・鹿角市総務課・小坂町総務課. 青森県防災ホームページ.  
<http://www.bousai.pref.aomori.jp/DisasterFireDivision/council/towadaAgreement/index.html>, (参照 2018-03-27) .
- (15) 下司信夫. 大規模火砕噴火と陥没カルデラ : その噴火準備と噴火過程. 火山. 2016, Vol. 61, No. 1.
- (16) Junichi Nakajima ; Toru Matsuzawa ; Akira Hasegawa ; Dapeng Zhao. Three-dimensional structure of Vp, Vs and Vp/Vs and beneath northeastern Japan : Implications for arc

- migmatism and fluids. Journal of Geophysical Research, 2001, Vol. 106, No. B01.
- (17) 中島淳一. 東北地方の火山周辺の地震波速度・減衰構造：地殻構造と低周波地震・S波反射面との関係. 東京大学地震研究所彙報. 2017, Vol. 92.
- (18) Makoto Matsubara ; Hiroshi Sato ; Kenji Uehira ; Masashi Mochizuki ; Toshihiko Kanazawa ; Narumi Takahashi ; Kensuke Suzuki ; Shin' ichiro Kamiya. "Seismic Velocity Structure in and around the Japanese Island Arc Derived from Seismic Tomography Including NIED MOWLAS Hi-net and S-net Data". Seismic Waves - Probing Earth System. Masaki Kanao, ed. IntechOpen, 2019.
- (19) Wataru Kanda ; Yasuo Ogawa. Three-dimensional electromagnetic imaging of fluids and melts beneath the NE japan arc revisited by using geomagnetic transfer function data. Earth, Planets and Space, 2014, Vol. 66.
- (20) 気象庁. 地震月報 (カタログ編) . 気象庁ホームページ.  
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/hypo.html>  
1 (参照 2019-03-17)
- (21) 防災科学技術研究所. 気象庁一元化処理震源要素. 防災科学技術研究所ホームページ.  
<https://hinetwww11.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja> (参照 2019-03-17)
- (22) 気象庁. 十和田の火山活動解説資料 (平成 26 年 1 月) . 2014.
- (23) 国土地理院. 平成 30 年 5 月の地殻変動. 国土地理院ホームペ

- ージ. <http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2018-goudou0608.html> (参照 2018-06-08)
- (24) 気象庁. 第 131 回火山噴火予知連絡会資料. 2015-02-24.
- (25) 気象庁. 第 143 回火山噴火予知連絡会資料. 2019-02-27.
- (26) 広井良美, 宮本毅, 田中倫久. 十和田火山平安噴火 (噴火エピソードA) の噴出物層序及び噴火推移の再検討. 火山. 2015, Vol. 60, No. 2.
- (27) 宝田晋治, 村岡洋文. 八甲田山地域の地質 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2004.
- (28) 村岡洋文, 高倉伸一. 10 万分の 1 八甲田地熱地域地質図説明書 特殊地質図. 通商産業省 工業技術院 地質調査所, 1988, No. 21.
- (29) 工藤崇, 檀原徹, 山下透, 植木岳雪, 佐藤大介. “八甲田カルデラ起源火砕流堆積物の層序の再検討”. 日本第四紀学会講演要旨集. 徳島, 2011-08-26/28, 日本第四紀学会, 2011.
- (30) 工藤崇, 宝田晋治, 佐々木実. 東北日本, 北八甲田火山群の地質と火山発達史. 地質学雑誌. 2004, Vol. 110, No. 5.
- (31) 八甲田山火山防災協議会. “火山災害予想区域図 (数値シミュレーション計算結果)”. 第 5 回八甲田山火山防災協議会, 平成 26 年 3 月 26 日, 14p. 青森県防災ホームページ.  
<http://www.bousai.pref.aomori.jp/DisasterFireDivision/council/hakkodaAgreement/index.html> (参照 2018-03-27).
- (32) 工藤崇, 植木岳雪, 宝田晋治, 佐々木寿, 佐々木実. 八甲田カルデラ南東地域に分布する鮮新世末期～中期更新世火砕流堆

- 積物の層序と給源カルデラ. 地学雑誌. 2006, Vol. 115, No. 1.
- (33) 工藤崇. 十和田地域の地質 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2005.
- (34) 桑原拓一郎. 青森県東部上北平野における海成段丘構成物の層序と相対的海面変化. 地質学雑誌. 2004, Vol. 110, No. 2.
- (35) 桑原拓一郎, 檀原徹, 山下透. 青森県, 上北平野北部に分布する袋町 1~9 テフラの記載岩石学的特徴. 第四紀研究. 2007, Vol. 46, No. 1.
- (36) 小川康雄. 八甲田火山群の深部比抵抗構造に関する考察. 地質調査所報告. 1991, No. 275.
- (37) 気象庁. 八甲田山の火山活動解説資料 (令和元年 10 月 7 日). 2019.
- (38) 気象庁. “火山の状況に関する解説情報 (八甲田山第 3 号) 令和元年 10 月 8 日 16 時 00 分発表”. 気象庁ホームページ. [http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/volinfo/VK20191008160000\\_203.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/volinfo/VK20191008160000_203.html), (参照 2019-11-25)
- (39) 気象庁. 八甲田山の火山活動解説資料 (平成 26 年 6 月). 2014.
- (40) 地学団体研究会 新版地学事典編集委員会編. 新版地学事典. 平凡社, 2007.
- (41) 小尾亮, 藤沢康弘, 厚井高志, 池田暁彦, 堤宏徳, 山本陽子. “降灰後の土石流発生に関わる火山灰特性 (軽石の堆積密度) について”. 2019年度砂防学会研究発表会概要集. 岩手, 2019-5-21/23. 砂防学会, 2019.
- (42) 雁澤好博, 紀藤典夫, 柳井清治, 貞方昇. 北海道駒ヶ岳の最



- 初期テフラの発見と初期噴火活動史の検討. 地質学雑誌. 2005, Vol. 111, No. 10.
- (43) 高田倫義, 中川光弘. “南西北海道, 横津火山群の地質と岩石: 150万年間の活動様式とマグマ化学組成の時間変遷”. 日本地質学会第123年学術大会講演要旨. 東京・桜上水, 2016-9-10/12, 日本地質学会, 2016.
- (44) 新エネルギー総合開発機構. No. 13-南茅部地域- 地熱開発促進調査報告書. 1988.
- (45) 宝田晋治. 岩屑流の流動・堆積機構-田代岳火山起源の岩瀬川岩屑流の研究-. 火山. 1991, Vol. 36, No. 1.
- (46) 新エネルギー総合開発機構. 全国地熱資源総合調査(2次)火山性熱水対流系地域タイプ③八甲田地域火山地質図 1:50,000・八甲田地域地熱地質編図 1:100,000 及び同説明書. 1987.
- (47) 工藤崇. 十和田湖周辺地域における前期～中期更新世火山活動史. 地質調査研究報告. 2018, Vol. 69, No. 3.
- (48) 須藤茂. 5万分の1仙岩地域中心部地熱地質図説明書(21-5). 地質調査所, 1992.
- (49) 工藤崇, 内野隆之, 濱崎聡志. 十和田湖地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2019.
- (50) 早川由紀夫. 十和田火山中掇テフラ層の分布, 粒度組成, 年代. 火山第2集. 1983, Vol. 28, No. 3.
- (51) 萬年一剛. 降下火山灰シミュレーションコード Tephra2 の理論と現状-第四紀学での利用を視野に. 第四紀研究. 2013, Vol. 52, No. 4.

- (52) 内閣府（防災担当），消防庁，国土交通省水管理・国土保全局砂防部，気象庁．火山防災マップ作成指針．2013．
- (53) 気象庁．気象観測統計指針．2018．
- (54) 中川久夫，中馬教允，石田琢二，松山力，七崎修，生出慶司，大池昭二，高橋一．十和田火山発達史概要．東北大學理學部地質學古生物學教室研究邦文報告．1972，No. 73．
- (55) 土井宣夫．盛岡市付近に分布する十和田一大不動・八戸火砕流堆積物の産状．日本地質学会東北支部会報．1993，No. 22．
- (56) 村岡洋文，山口靖，長谷紘和．八甲田地熱地域で見出されたカルデラ群．地質調査所報告．1991，No. 275．
- (57) 大沢穠，三村弘二，広島俊男，中島和敏．20 万分の 1 地質図幅 青森 第 2 版．通商産業省 工業技術院 地質調査所，1993．
- (58) 大沢穠，須田芳朗．20 万分の 1 地質図幅 弘前及び深浦．工業技術院 地質調査所，1978．
- (59) 長森英明，宝田晋治，吾妻崇．青森西部地域の地質，地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）．産業技術総合研究所 地質調査総合センター，2013．
- (60) 青森県史編さん自然部会．青森県史 自然編 地学．青森県史友の会，2001．
- (61) Yasuo Ogawa. Preliminary interpretation on detailed magnetovariational profilings in the Northern Tohoku district, Journal of geomagnetism and geoelectricity, 1987, Vol. 39.
- (62) 上嶋誠．MT 法による電気伝導度構造研究の現状．2009，地震第 2 輯，vol. 61．

- (63) Koji Umeda ; Masao Ban ; Shintaro Hayashi ; Tomohiro Kusano. Tectonic shortening and coeval volcanism during the Quaternary, Northeast Japan arc. *Journal of Earth System Science*, 2013, Vol. 122, No. 1.
- (64) 近藤玲介, 塚本すみ子, 工藤崇, 遠藤邦彦, 小林淳, 坂本竜彦. レス堆積物の pIRIR 年代測定による十和田火山周辺におけるテフラ降下年代の推定. 日本第四紀学会講演要旨集. 埼玉, 2012-08-20/22, 日本第四紀学会, 2012.
- (65) 工藤崇, 小林淳. 十和田火山, 先カルデラ期～カルデラ形成期テフラの放射年代測定. *地質調査研究報告*. 2013, Vol. 64, No. 9/10.
- (66) 桑原拓一郎. 青森県上北平野に分布する白ベタテフラ (WP) のジルコン・フィッシュョン・トラック年代. *第四紀研究*. 2007, Vol. 45, No. 5.
- (67) リサイクル燃料貯蔵株式会社. リサイクル燃料備蓄センター使用済燃料貯蔵事業許可申請書 平成 19 年 3 月 (平成 21 年 4 月一部補正, 平成 21 年 6 月一部補正, 平成 21 年 8 月一部補正, 平成 21 年 12 月一部補正, 平成 22 年 4 月一部補正) .
- (68) 曾屋龍典, 勝井義雄, 新井田清信, 堺幾久子, 東宮昭彦. 有珠火山地質図 (第 2 版). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 2007.
- (69) 中川光弘, 松本亜希子, 田近淳, 広瀬亘, 大津直. 有珠火山の噴火史の再検討: 寛文噴火 (1663 年) と明和噴火 (1769 年) に挟まれた 17 世紀末の先明和噴火の発見. *火山*. 2005, Vol. 50, No. 2.

添3-1 表 地理的領域内の第四紀火山  
(中野ほか編 (2013) (1)に基づき作成)

火山名	位置		敷地からの 離隔 (km)	火山名	位置		敷地からの 離隔 (km)
	北緯	東経			北緯	東経	
1 砂淵部岳 (さくらんぶだけ)	42° 08' 21"	140° 14' 05"	160	25 藤沢森 (ふじさわもり)	40° 31' 53"	140° 48' 14"	65
2 瀧川カルデラ (たごりかわ)	42° 07' 11"	140° 26' 47"	148	26 南八甲田火山群 (みなみはっこうだ)	40° 36' 12"	140° 50' 33"	57
3 渡島毛無山 (おしまげなしやま)	42° 05' 15"	140° 28' 14"	144	27 北八甲田火山群 (きたはっこうだ)	40° 39' 32"	140° 52' 38"	51
4 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ)	42° 03' 48"	140° 40' 38"	134	28 八甲田カルデラ (はっこうだ)	40° 41' 00"	140° 55' 00"	46
5 木地挽山 (きじひきやま)	41° 57' 07"	140° 36' 09"	126	29 八幡岳火山群 (はちまんだけ)	40° 42' 11"	140° 59' 54"	40
6 權津岳 (ごんつだけ)	41° 56' 16"	140° 46' 17"	118	30 十和田 (じゅうわだ)	40° 28' 12"	140° 52' 45"	66
7 恵山丸山 (えさんまるやま)	41° 51' 07"	141° 05' 35"	101	31 先十和田 (せんじゅうわだ)	40° 27' 10"	141° 00' 05"	63
8 恵山 (えさん)	41° 48' 16"	141° 09' 58"	95	32 稲庭岳 (いなにわだけ)	40° 11' 54"	141° 02' 47"	88
9 銭亀 (ぜにかめ)	41° 44' 21"	140° 51' 05"	95	33 七時雨山 (ななしぐれやま)	40° 04' 09"	141° 06' 20"	101
10 函館山 (はこだてやま)	41° 45' 33"	140° 42' 14"	103	34 荒木田山 (あらかたやま)	40° 01' 35"	141° 02' 27"	107
11 知内 (しりうち)	41° 32' 33"	140° 22' 17"	103	35 高倉・黒森 (たかくら・くろもり)	40° 04' 06"	140° 55' 23"	105
12 渡島小島 (おしまこじま)	41° 21' 27"	139° 48' 27"	135	36 秋田麓山 (あきたたげやま)	39° 57' 49"	140° 45' 25"	121
13 陸奥磐岳 (むつひうちだけ)	41° 26' 20"	141° 03' 10"	58	37 八幡平火山群 (はちまんたい)	39° 57' 28"	140° 51' 14"	118
14 大畑カルデラ (おおはた)	41° 22' 00"	140° 59' 00"	54	38 柴倉岳 (しばくらだけ)	39° 59' 44"	140° 42' 49"	119
15 野平カルデラ (のひら)	41° 16' 00"	140° 52' 00"	51	39 森吉山 (もりよしさん)	39° 58' 36"	140° 32' 38"	128
16 於法岳 (おほうだけ)	41° 15' 47"	140° 57' 29"	46	40 玉川カルデラ (たまがわ)	39° 54' 00"	140° 46' 38"	127
17 恐山 (おそれさん)	41° 16' 42"	141° 07' 11"	39	41 岩手山 (いわてさん)	39° 51' 09"	141° 00' 04"	126
18 岩木山 (いわきさん)	40° 39' 21"	140° 18' 11"	93	42 網張火山群 (あみはり)	39° 51' 03"	140° 57' 06"	127
19 大島駒ヶ岳 (だいらこまがたけ)	40° 24' 46"	140° 15' 04"	109	43 乳頭・高倉 (にゅうとう・たかくら)	39° 48' 17"	140° 50' 18"	135
20 田代岳 (たしろだけ)	40° 25' 42"	140° 24' 31"	98	44 秋田駒ヶ岳 (あきたこまがたけ)	39° 45' 40"	140° 47' 57"	141
21 碓ヶ関カルデラ (いかりがせき)	40° 30' 35"	140° 36' 35"	79	45 荷葉岳 (かようだけ)	39° 48' 23"	140° 43' 50"	138
22 三ツ森 (みつもり)	40° 29' 54"	140° 41' 49"	74	46 大仏岳 (だいはつだけ)	39° 48' 49"	140° 30' 56"	145
23 阿闍羅山 (あじからやま)	40° 29' 37"	140° 35' 36"	81	47 田沢湖カルデラ (たざわこ)	39° 43' 14"	140° 39' 43"	149
24 沖浦カルデラ (おきうら)	40° 34'	140° 44'	67				

添3-1ト第2表 地理的領域内の第四紀火山における活動可能性

(中野ほか編 (2013) (1), 西来ほか編 (2012) (3), 西来ほか編 (2014) (4) 等に基づき作成)

火山名*	形式*	活動年代* (千年前)	最後の活動 からの 経過期間 (千年前)	原予力施設に影響を及ぼし 得る火山(2火山)		火山名*	形式*	活動年代* (千年前)	最後の活動 からの 経過期間 (千年前)	原予力施設に影響を及ぼし 得る火山(2火山)	
				完新世に活動 を行った火山 (1.0火山)	将来の活動可能性が 否定できない火山 (1.2火山)					完新世に活動 を行った火山 (1.0火山)	将来の活動可能性が 否定できない火山 (1.2火山)
1 砂礫層 (さらかんだけ)	複成火山	1,800	1,800			29 八幡岳火山群 (はちまんだけ)	複成火山	2,500	1400 <sup>91</sup> 1170 <sup>92</sup>		
2 瀬川カルデラ (せがわがわ)	カルデラ-火砕流	15	15			30 千早田 (ちはやた)	カルデラ-火砕流 溶岩ドーム	200	AD915	○	
3 篠崎毛無山 (せしまけなしやま)	溶岩流	前期更新世 前半	前期更新世 後半以降			31 先十和田 (せんじゅうだ)	複成(複合)火山	620 2530 <sup>93</sup>	~ 450	450	○
4 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ)	複成火山	30以前 110 <sup>94</sup>	or AD2000		○	32 稲庭岳 (いなだて)	複成火山	3,000	~ 2,600	2,600	
5 木地峠山 (きじびせやま)	複成火山	1,900	or 1,900以降	約1900		33 七時峠山 (ななときやま)	複成火山, 溶岩ドーム, カルデラ-火砕流	1,100	~ 900	900	
6 横津岳 (よこつだけ)	複成火山	1,100 1,710 <sup>94</sup>	or 140 <sup>95</sup>	140	○	34 荒木田山 (あらかたやま)	複成火山	2,100	~ 1,900	1,900	
7 黒山 (くろさん)	複成火山 溶岩ドーム	200	~ AD1874	200		35 高倉・黒森 (たかくら・くろもり)	複成火山	3,200	~ 2,500	2,500	
8 鉄亀 (てがめ)	カルデラ-火砕流	50	~ AD1874	-	○	36 八幡平火山群 (はちまんたい)	複成火山	500	~ AD1997	-	○
9 沼積山 (ぬせきさん)	複成火山	45	45			37 柴倉岳 (しばぐらだけ)	複成(複合)火山	2,600 1,200	~ 2000 <sup>91</sup>	1,200	
10 知内 (ちうち)	複成火山 溶岩ドーム	1,200 2,500	~ 1,400	900 1,400		38 赤吉山 (あかよしさん)	複成火山 溶岩ドーム	1,100	~ 700	700	
11 渡島小島 (わたしまこじま)	複成火山	160	~ 110	110		39 玉川カルデラ (たまがわ)	カルデラ-火砕流	2,000	and AD1919	1,000	○
12 野尻カルデラ (のじりかた)	カルデラ	1,200	~ 500	500	○	40 岩手山 (いわたてさん)	複成火山	700	~ AD1919	-	
13 野尻カルデラ (のじりかた)	カルデラ	3,000	~ 1,800	1,800		41 乳頭・高倉 (ちゆうとう・たかくら)	複成(複合)火山 溶岩ドーム	1,620	~ 300	300	○
14 岩木山 (いわきさん)	複成火山 溶岩ドーム	1,900	1,900	1,900		42 秋田駒ヶ岳 (あきたこまがたけ)	複成火山, 溶岩流 小形複状火山	600	~ 100	100	○
15 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	2,000	2,000	2,000		43 荷葉岳 (かようだけ)	複成火山, 溶岩流, 小型 複状火山, 溶岩ドーム	100	~ AD1971	-	
16 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	1,300	~ 20	20	○ <sup>91</sup>	44 大仏岳 (だいぶつだけ)	複成火山	3,000	~ 2,100	2,100	○
17 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	650	~ AD1863	AD1863	○	45 田原湖カルデラ (たはらこ)	カルデラ	1,800	~ 1,400	1,400	
18 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	200	~ 600以降	600以降							
19 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	600	~ 35~15.5 <sup>96</sup>	35~15.5 <sup>96</sup>							
20 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	2,600	~ 2,300	2,300							
21 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	1,900	~ 1,300	1,300							
22 阿南川 (あなんがわ)	複成(複合)火山	1,000	1,000	1,000							
23 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	1,700 <sup>97</sup> 900 <sup>97</sup>	~ 700 <sup>97</sup>	1,100 <sup>97</sup> 700 <sup>97</sup>							
24 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	3,500	~ 1,700	1,700	○						
25 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	1,100	~ 300	300	○						
26 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	400	~ 0.6~0.4	0.6~0.4	○						
27 阿南川 (あなんがわ)	複成火山	900	~ 400	400	○ <sup>98</sup>						

※中野ほか編 (2013) (1), 西来ほか編 (2012) (3) 及び西来ほか編 (2014) (4) 等に基づき作成

91: 気象庁編 (2013) (1) による部分火山に該当するため抽出

92: 最後の活動からの経過期間が活動期間内(溶岩ドーム)よりも短いとみなせる火山

93: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、北東部駒ヶ岳(北東部駒ヶ岳)が阿南川(阿南川)の下位に認められ、その年代を 110ka と推定している

94: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、横津岳のグループ1の活動は 1,710ka から開始したとされる

95: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、横津岳に含まれる阿南川(阿南川)噴出物の年代として 2,530ka (0.7ka) が得られている

96: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、阿南川(阿南川)噴出物の年代として 1,550ka (約 1.55 万年) が得られている

97: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、阿南川(阿南川)噴出物の年代として 1,100ka (約 1.1 万年) が得られている

98: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、阿南川(阿南川)噴出物の年代として 900ka (約 0.9 万年) が得られている

99: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、阿南川(阿南川)噴出物の年代として 400ka (約 0.4 万年) が得られている

100: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、阿南川(阿南川)噴出物の年代として 2.53ka (約 2.53 千年) が得られている

101: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、阿南川(阿南川)噴出物の年代として 0.6ka (約 0.6 千年) が得られている

102: 西来ほか編 (2012) (3) によれば、阿南川(阿南川)噴出物の年代として 0.4ka (約 0.4 千年) が得られている

添3-ト第3表 設計対応不可能な火山事象とその噴出物の敷地への到達可能性評価

(地理的領域内の第四紀火山の文献調査結果に基づき作成)

火山名	敷地からの 離隔 (km)	設計対応不可能な火山事象				
		火砕物 密度流	溶岩流	岩屑なだれ, 地滑り及び 斜面崩壊	新しい火口 の開口	地殻変動
		検討対象となる火山の敷地からの離隔				
		160km以内	50km以内	50km以内	—	—
4 北海道駒ヶ岳 (ほっかいどうこまがたけ)	134	○ (7km)	検討不要		○*1	○*1
6 横津岳 (よこつだけ)	118	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
8 恵山 (えさん)	95	○ (4km)	検討不要		○*1	○*1
13 陸奥燧岳 (むつひうちだけ)	58	○ (8km)	検討不要		○*1	○*1
17 恐山 (おそれざん)	39	○ (15km)	○ (9km)	○ (15km)	○*1	○*1
18 岩木山 (いわきさん)	93	○ (6km)	検討不要		○*1	○*1
20 田代岳 (たしろだけ)	98	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
25 藤沢森 (ふじさわもり)	65	◎	検討不要		○*1	○*1
26 南八甲田火山群 (みなみはっこうだ)	57	○ (13km)	検討不要		○*1	○*1
27 北八甲田火山群 (きたはっこうだ)	51	○ (10km)	検討不要		○*1	○*1
28 八甲田カルデラ (はっこうだ)	46	× (42km)	◎	◎	○*1	○*1
29 八幡岳火山群 (はちまんだけ)	40	○ (9km)	○ (9km)	◎	○*1	○*1
30 十和田 (とわだ)	66	× (100km)	検討不要		○*1	○*1
31 先十和田 (せんとうだ)	63	○ (24km)	検討不要		○*1	○*1
36 秋田焼山 (あきたやけやま)	121	○ (12km)	検討不要		○*1	○*1
37 八幡平火山群 (はちまんたい)	118	◎	検討不要		○*1	○*1
40 玉川カルデラ (たまがわ)	127	○ (41km)	検討不要		○*1	○*1
41 岩手山 (いわてさん)	126	○ (20km)	検討不要		○*1	○*1
42 網張火山群 (あみはり)	127	○ (8km)	検討不要		○*1	○*1
43 乳頭・高倉 (にゅうとう・たかくら)	135	◎	検討不要		○*1	○*1
44 秋田駒ヶ岳 (あきたこまがたけ)	141	○ (13km)	検討不要		○*1	○*1
45 荷葉岳 (かようだけ)	138	◎	検討不要		○*1	○*1

◎：当該火山の活動履歴上、発生実績が認められない火山事象

○：当該火山の活動履歴上、発生実績は認められるが、敷地近傍への到達可能性が十分に小さい火山事象

×：過去の最大規模の噴火による火山噴出物が、敷地及び敷地近傍に到達した可能性のある火山事象

( )内の距離：過去の最大規模の噴火による火山噴出物の到達距離

検討不要：敷地からの離隔による判断

\*1：敷地は過去の火口及びその近傍に位置しないことによる

添3-ト第4表 評価対象とする降下火砕物の選定及び諸元

	敷地と火山の距離	敷地及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物	年代 (ka)	噴出源 ( ) : 該当噴火の活動時期	現状における同規模の噴火の可能性 (○ : 有り, × : 可能性は十分小さい)		各降下火砕物の最大層厚	
							手法	敷地及び敷地近傍最大層厚
各降下火砕物の諸元	半径160km内	十和田aテフラ (To-a)	AD915 <sup>*1</sup>	十和田 (後カルデラ期)	○	—	地質調査	約5cm以下 (パッチ状) <sup>*1</sup>
							文献調査	0cm~5cm <sup>*4*5</sup>
		十和田中撤テフラ (To-Cu)	(6.2) <sup>*2</sup>	十和田 (後カルデラ期)	○	—	地質調査	約5cm <sup>*1</sup>
							文献調査	10cm以下 <sup>*4*5*6</sup>
		甲地軽石 (WP)	(280~180)	北八甲田火山群	○	—	地質調査	約43cm (敷地内) <sup>*2</sup>
							文献調査	20cm~50cm <sup>*8</sup>
		濁川テフラ (Ng)	(15) <sup>*4</sup>	濁川カルデラ	×	将来の活動可能性が十分に小さい火山	地質調査	約1cm <sup>*1</sup>
							文献調査	ほぼなし <sup>*4</sup>
	十和田八戸テフラ (To-HP)	(15.5) <sup>*3</sup>	十和田 (カルデラ形成期)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約21cm <sup>*1</sup>	
						文献調査	0cm~10cm <sup>*4*7</sup>	
	十和田切田テフラ (To-KR)	(36) <sup>*2</sup>	十和田 (カルデラ形成期)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約3cm <sup>*1</sup>	
						文献調査	0cm~10cm <sup>*4*7</sup>	
	十和田レッドテフラ (To-Rd)	(61) <sup>*2</sup>	十和田 (カルデラ形成期)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約20cm (パッチ状)	
						文献調査	0cm~10cm <sup>*4*7</sup>	
	オレンジテフラ (Or-P)	(約170)	十和田 (先カルデラ期)	×	現在は後カルデラ期が継続	地質調査	約29cm	
						文献調査	30cm以下 <sup>*8</sup>	
	半径160km外	白頭山苦小牧テフラ (B-Tm)	(1) <sup>*4</sup>	白頭山	○	—	地質調査	約3cm以下 (パッチ状) <sup>*1</sup>
							文献調査	5cm~10cm <sup>*4</sup>
		始良Tnテフラ (AT)	(30~28) <sup>*4</sup>	始良カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認
							文献調査	0cm~5cm <sup>*4</sup>
支笏第1テフラ (Spfa-1)		(44~42) <sup>*4</sup>	支笏カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認	
						文献調査	0cm以上 <sup>*4</sup>	
阿蘇4テフラ	(90~85) <sup>*4</sup>	阿蘇カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	層厚不明瞭		
					文献調査	15cm以上 <sup>*4</sup>		
鬼界葛原テフラ (K-Tz)	(95) <sup>*4</sup>	鬼界カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	未確認		
					文献調査	0cm~2cm <sup>*4</sup>		
洞爺火山灰 (Toya)	(115~112) <sup>*4</sup>	洞爺カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	地質調査	約10cm		
					文献調査	20cm~30cm <sup>*4</sup>		
給源不明	Aテフラ	—	給源不明	—	—	地質調査	約7cm	
						文献調査	—	
	Bテフラ	—	給源不明	—	—	地質調査	約11cm	
						文献調査	—	
						地質調査	約12cm	
						文献調査	—	
						地質調査	約10cm	
						文献調査	—	

\*1: 中野ほか編 (2013) <sup>(1)</sup>, \*2: 工藤ほか (2019) <sup>(9)</sup>, \*3: 工藤ほか (2011) <sup>(11)</sup>, \*4: 町田・新井 (2011) <sup>(9)</sup>, \*5: Hayakawa (1985) <sup>(10)</sup>, \*6: 早川 (1983) <sup>(50)</sup>, \*7: 工藤 (2005) <sup>(33)</sup>, \*8: 工藤ほか (2004) <sup>(30)</sup>

※1: 文献の等層厚線図によると敷地及び敷地近傍でも堆積が予想されるものの地質調査からは確認出来ないため、その周辺での層厚を記載

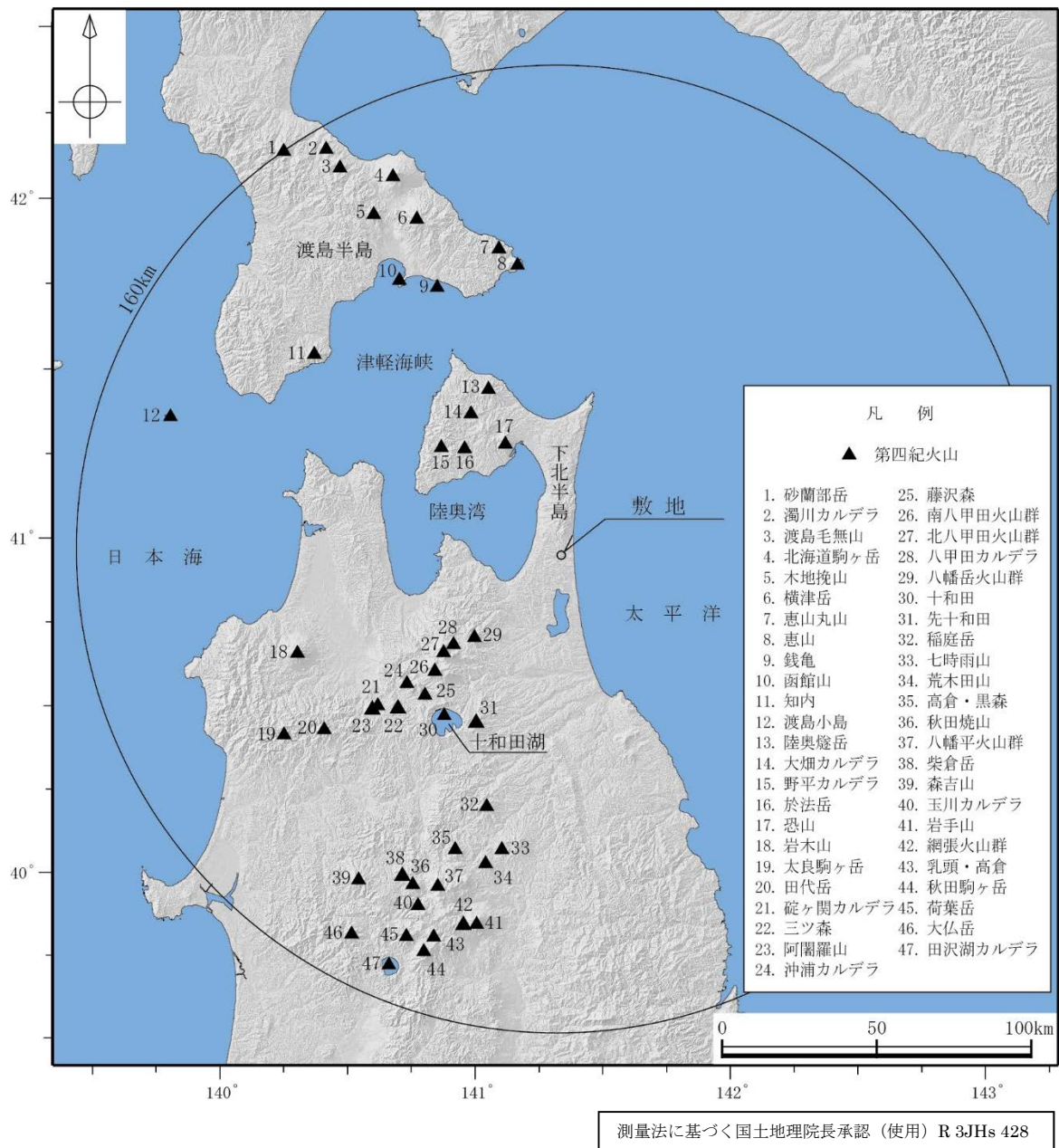
※2: 再堆積を含む

添3-ト第5表 降下火砕物シミュレーションの主な入力パラメータ

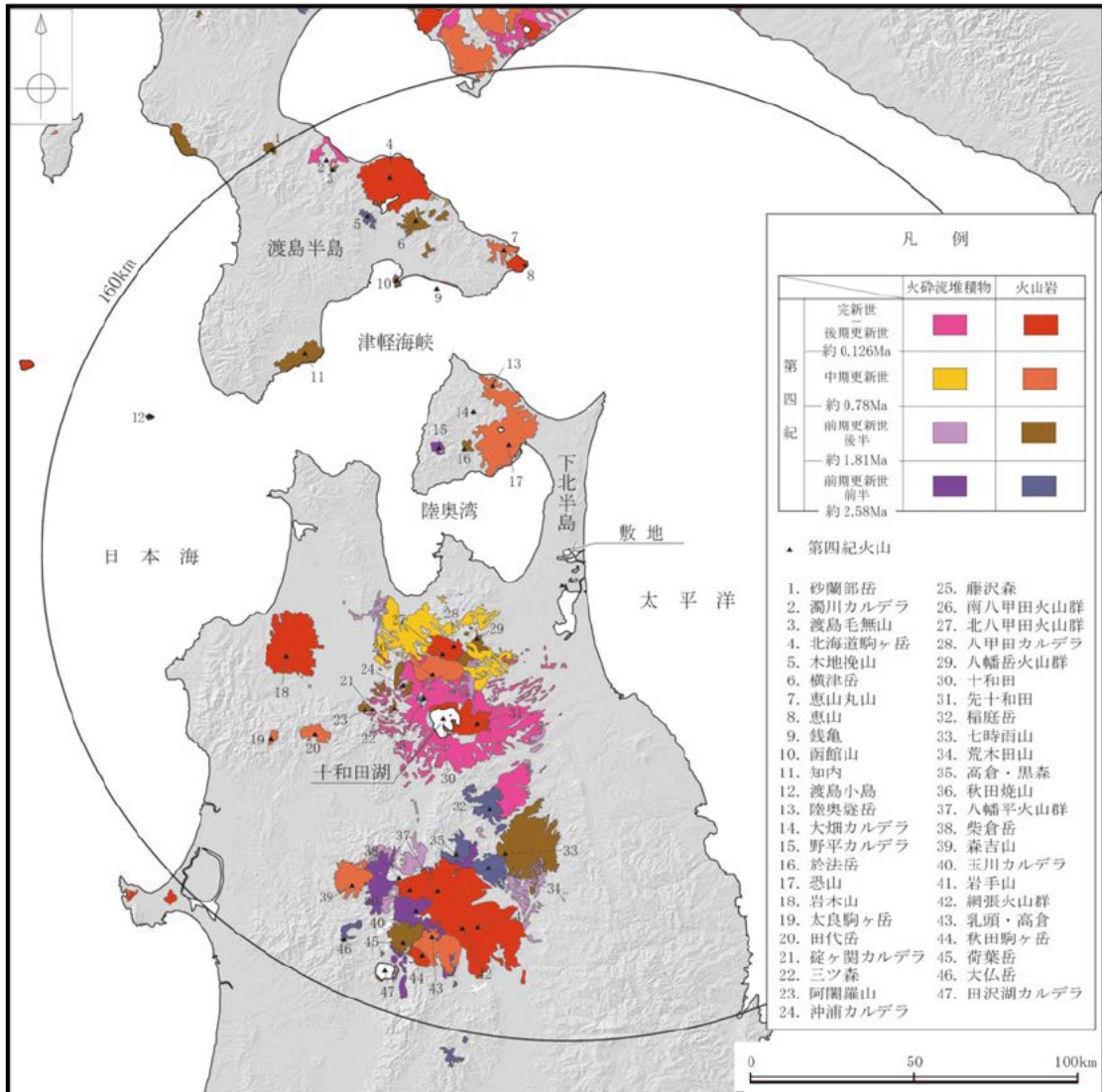
想定 噴火規模	パラメータ	単位	値	設定根拠等	
甲地軽石	噴出物量	kg	$8.25 \times 10^{12}$	工藤ほか(2004) <sup>(30)</sup> の甲地軽石の噴出量： 3.3DREkm <sup>3</sup> 、マグマ密度：2.5t/m <sup>3</sup> に基づき設定	
	噴煙柱高度	m	25,000	再現解析の結果に基づき設定	
	粒径	最大	φ (2 <sup>-φ</sup> mm)	-10 ( $1.02 \times 10^3$ mm)	Tephra2 推奨値
		最小	φ (2 <sup>-φ</sup> mm)	10 ( $9.77 \times 10^{-4}$ mm)	Tephra2 推奨値
		中央	φ (2 <sup>-φ</sup> mm)	-3 (8mm)	再現解析の結果に基づき設定
		標準偏差	φ	2.5	再現解析の結果に基づき設定
	岩片密度	t/m <sup>3</sup>	2.6	Tephra2 推奨値	
	軽石粒子密度	t/m <sup>3</sup>	1.0	Tephra2 推奨値	
	渦拡散係数	m <sup>2</sup> /s	0.04	萬年(2013) <sup>(51)</sup> に基づき設定	
	拡散係数	m <sup>2</sup> /s	75,000	再現解析の結果に基づき設定	
	Fall Time Threshold	s	3,600	萬年(2013) <sup>(51)</sup> に基づき設定	
	給源	X座標 (UTM : 54N)	m	489,622	大岳山頂の UTM 座標
		Y座標 (UTM : 54N)	m	4,500,900	
		標高	m	1,584	大岳山頂の標高
	風	月別平年値の風※		気象庁の1981~2010年の30年間の観測値の平均をもとに算出(秋田地方気象台)	
		風向の不確かさの風		ワイオミング大学のHP上の1973~2018年の秋田地方気象台の高層気象観測データを用いて、敷地方向の風を抽出し作成	
標高 データ	500mメッシュ		国土地理院の数値地図50mを 解析用に500mメッシュに変換		

※ 「火山防災マップ作成指針」(内閣府ほか, 2013)<sup>(52)</sup>によると、シミュレーションに用いる風向・風速は、気象庁ホームページの気象庁統計情報にある過去の気象データ検索(高層)で紹介されている月平均値を使うと良いとされており、この月平均値の風は、気象観測統計指針(気象庁, 2018)<sup>(53)</sup>において「その時々気象や天候を評価する基準」として示されている月別平年値の風に相当する。



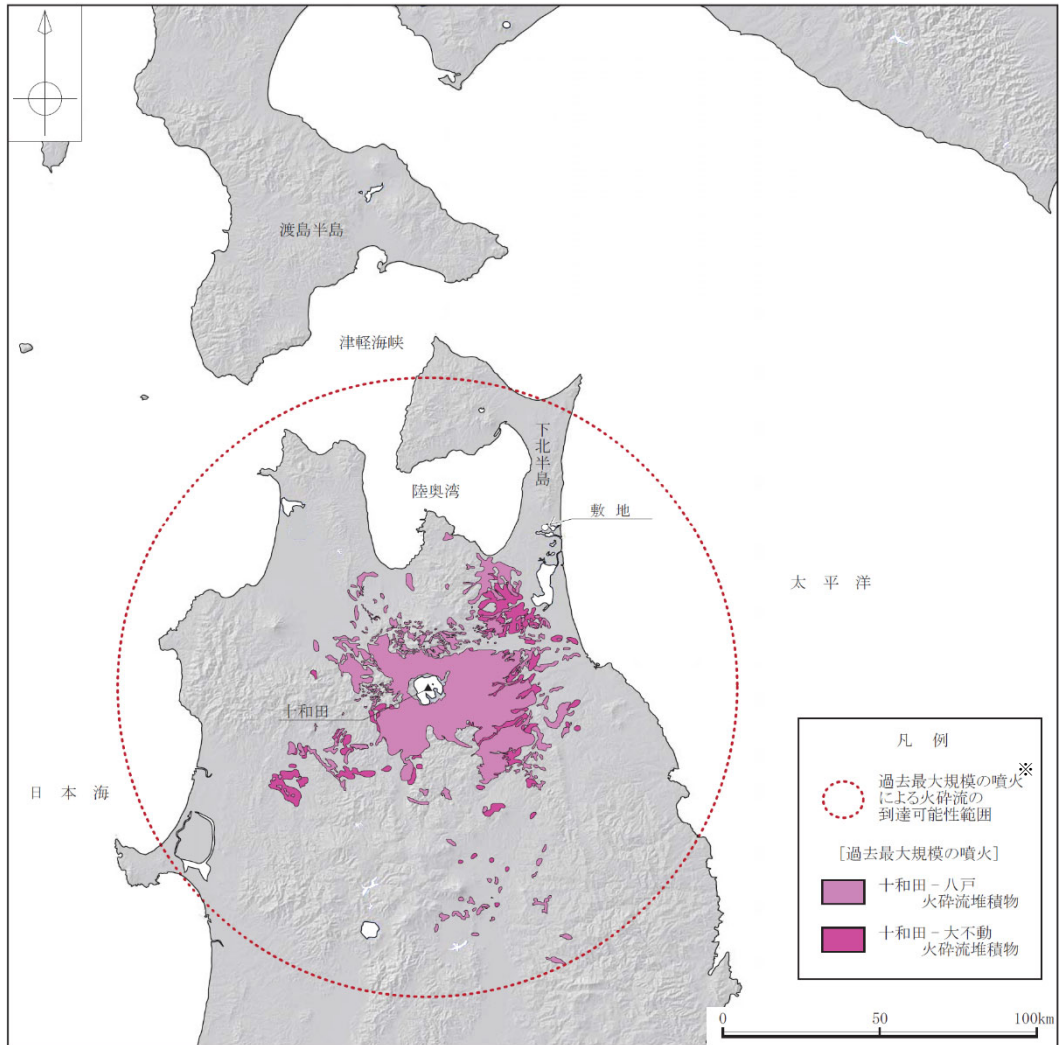


添3-ト第1図 地理的領域内の第四紀火山  
 (中野ほか編 (2013) <sup>(1)</sup>に基づき作成)



測量法に基づく国土地理院長承認 (使用) R 3JHs 428

添3-ト第2図 地理的領域内の火山地質図  
(中野ほか編 (2013) <sup>(1)</sup>に基づき作成)

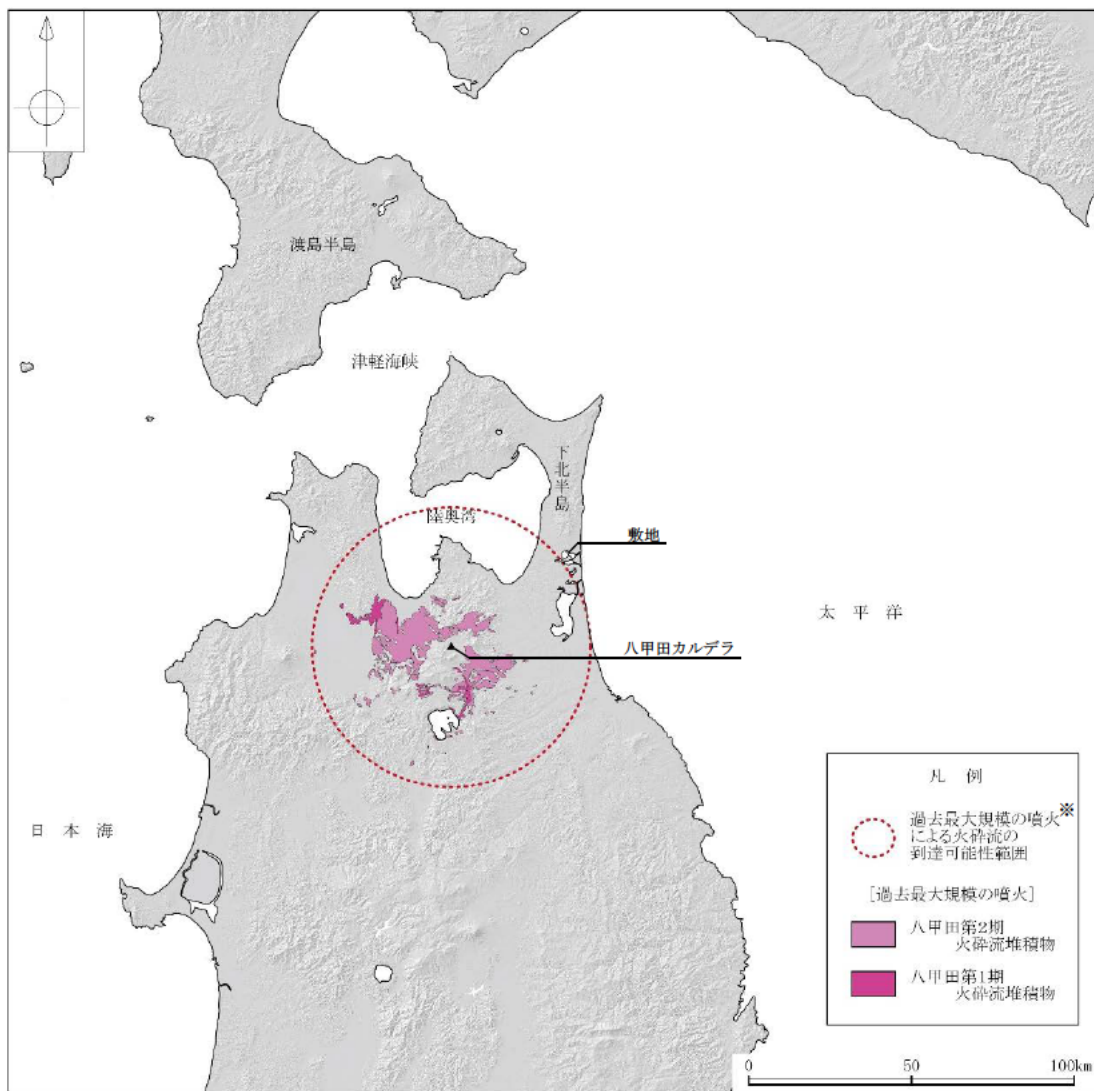


※到達可能性範囲は、火山を中心に過去の最大規模の噴火に伴う火砕流の最大到達距離を半径とし、円を描いた。

測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 3JHs 428

### 添3-ト第3図 十和田における過去最大規模の噴火による火砕流堆積物の分布と到達可能性範囲

（中川ほか（1972）<sup>(54)</sup>，土井（1993）<sup>(55)</sup>，村岡ほか（1991）<sup>(56)</sup>，大沢ほか（1993）<sup>(57)</sup>，大沢・須田（1978）<sup>(58)</sup>，町田・新井（2011）<sup>(9)</sup>，長森ほか（2013）<sup>(59)</sup>に基づき作成）

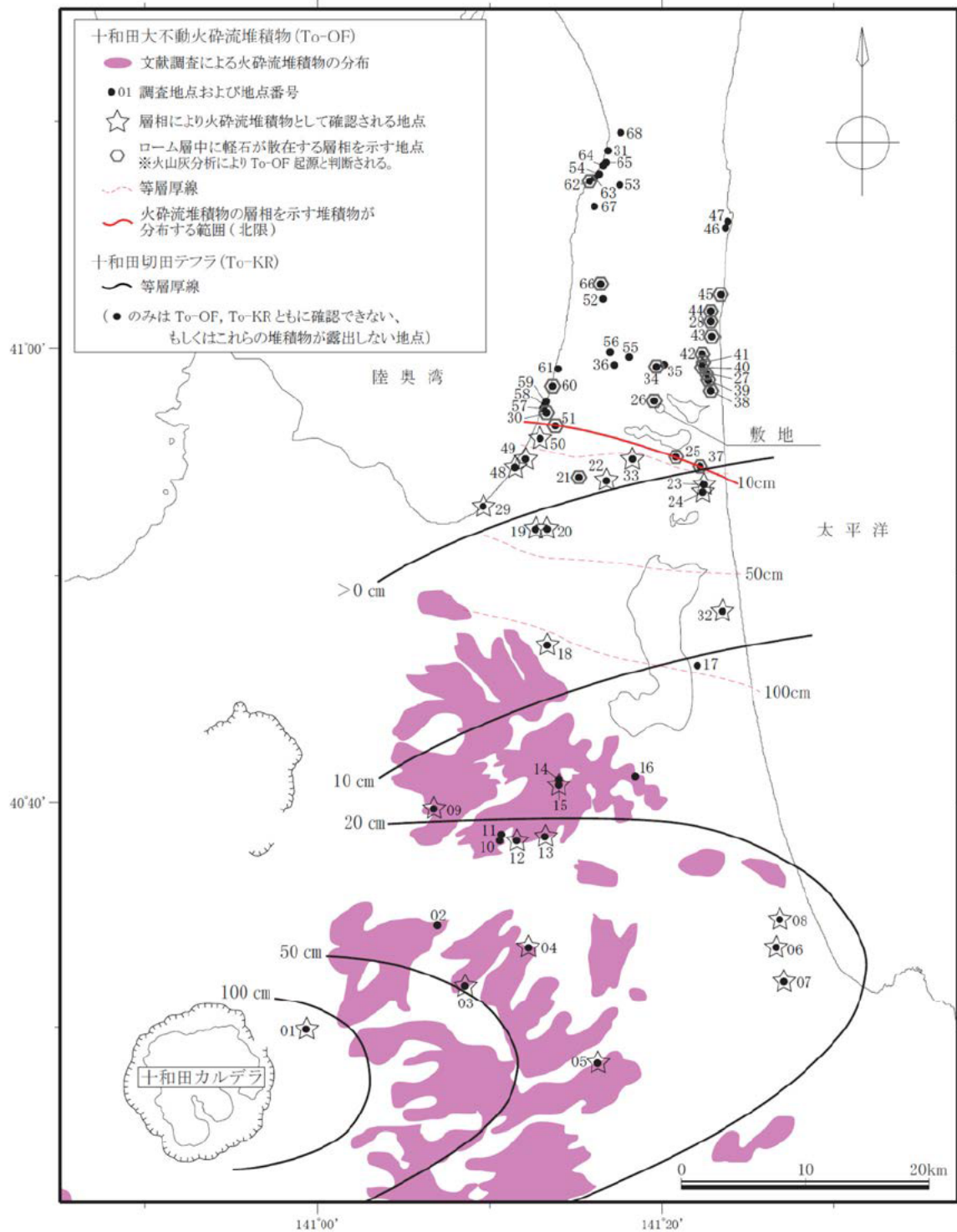


※到達可能性範囲は、火山を中心に過去の最大規模の噴火に伴う火砕流の最大到達距離を半径とし、円を描いた。

測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 3JHs 428

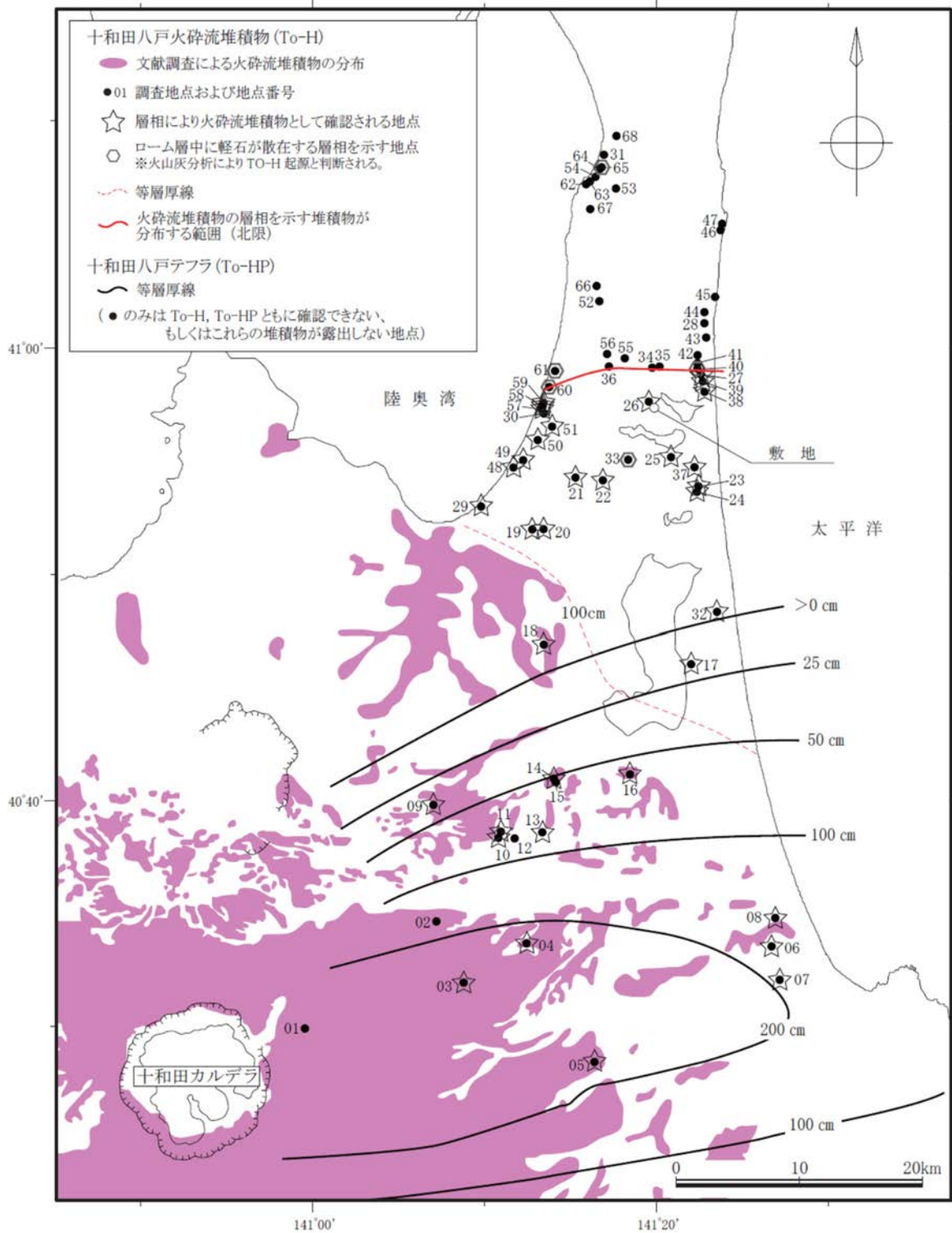
#### 添3-ト第4図 八甲田カルデラにおける過去最大規模の噴火による火砕流堆積物の分布と到達可能性範囲

(村岡・高倉 (1988) <sup>(28)</sup>, 村岡ほか (1991) <sup>(56)</sup>, 大沢ほか (1993) <sup>(57)</sup>, 青森県史編さん自然部会 (2001) <sup>(60)</sup>, 長森ほか (2013) <sup>(59)</sup>, 工藤ほか (2019) <sup>(49)</sup>に基づき作成)



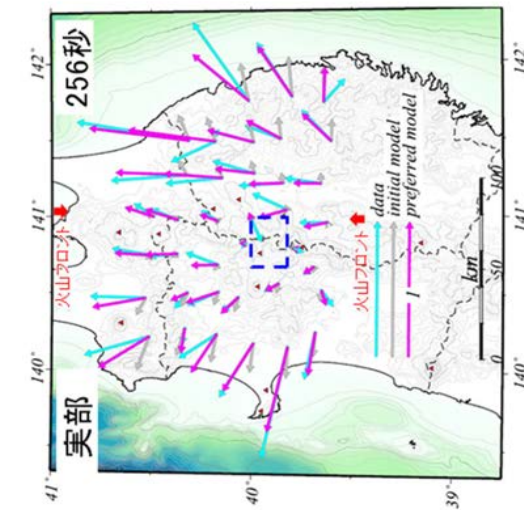
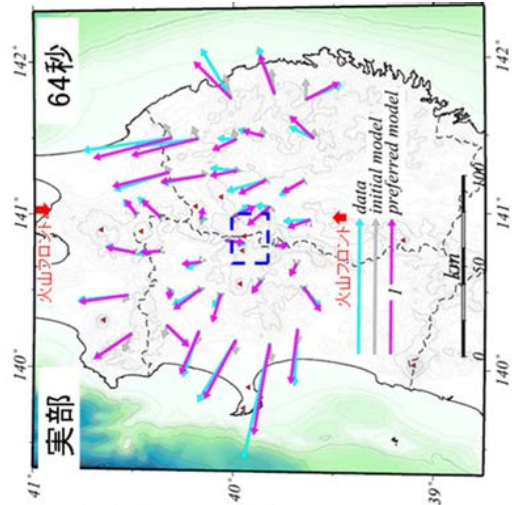
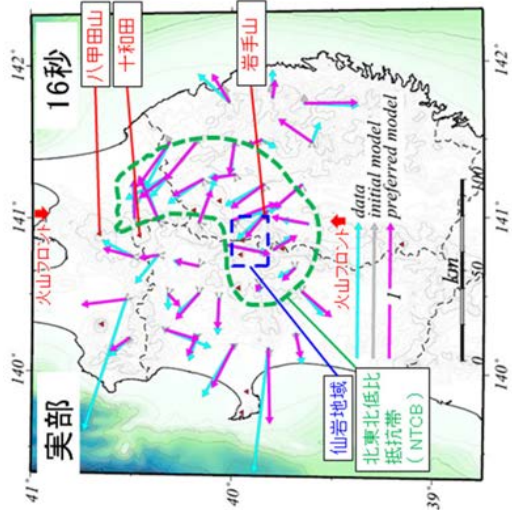
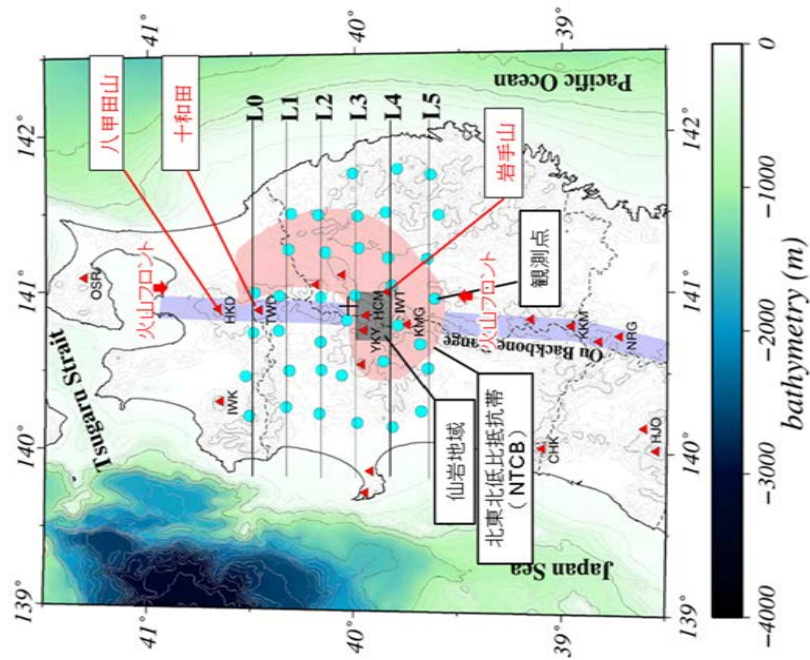
(土井 (1993)<sup>(68)</sup> 及び町田・新井 (2011)<sup>(9)</sup> に基づき当社が作成)

添 3 - ト 第 8 図 十和田大不動火砕流堆積物の分布及び  
十和田切田テフラの等層厚線図  
(各調査地点の地質柱状図は添 3 - ト 第 7 図に示す)



(土井 (1993)<sup>(55)</sup>, 村岡ほか (1991)<sup>(56)</sup>, 大沢ほか (1993)<sup>(57)</sup>, 大沢・須田 (1978)<sup>(58)</sup>及び町田・新井 (2011)<sup>(9)</sup>に基づき当社が作成)

添3-ト第10図 十和田八戸火砕流堆積物の分布及び十和田八戸テフラの等層厚線図  
(各調査地点の地質柱状図は添3-ト第7図に示す)

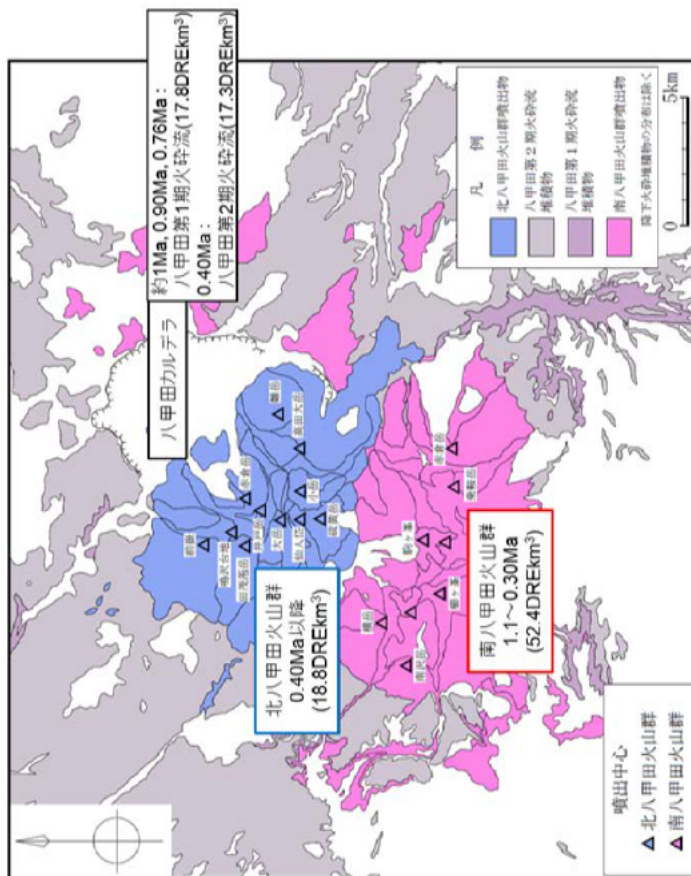


Kanda and Ogawa(2014)<sup>(19)</sup>のインダクションベクトルのうち青矢印は、Ogawa(1987)<sup>(61)</sup>で示された観測データに基づくインダクションベクトルと同じ。

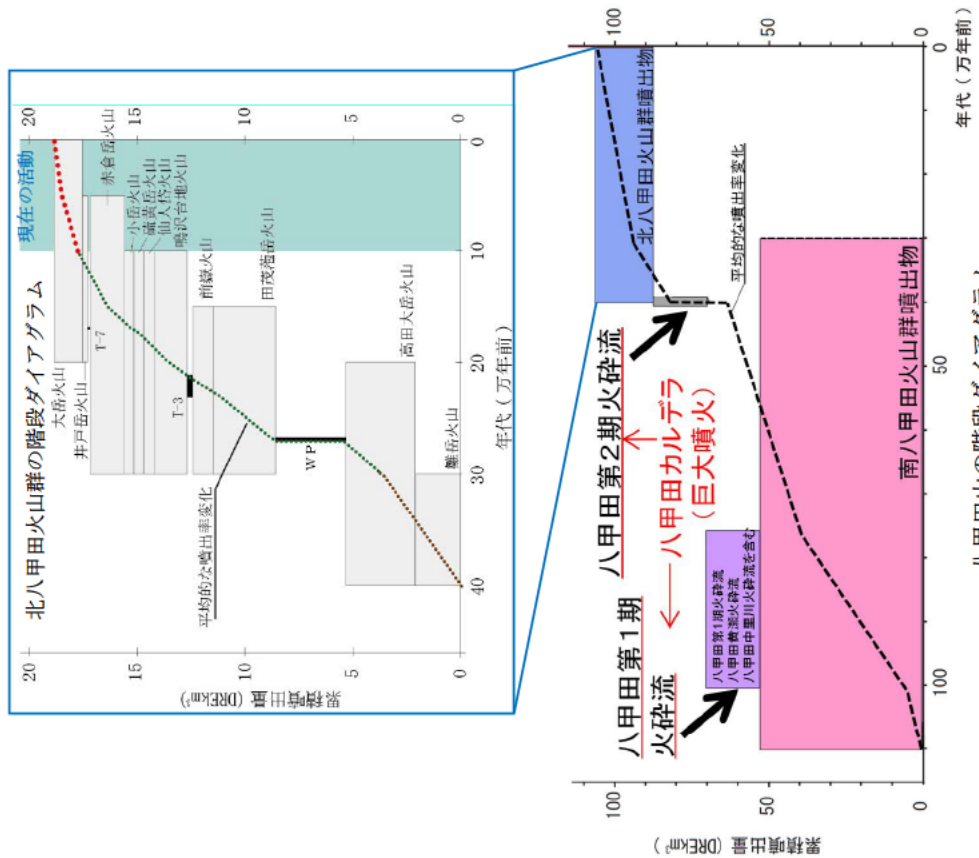
Skin depthは、観測する周波数帯域の電磁場がどれくらいの深さの情報を持っているかの指標となる。上嶋(2009)<sup>(62)</sup>に基づけば、大地の比抵抗を100 Ω mと仮定すると、

- ・16秒周期では深さ約20km以浅
- ・64秒周期では深さ約40km以浅
- ・256秒周期では深さ約80km以浅の比抵抗構造を反映する。

添3-ト第15図 北東北における観測及びモデル化されたインダクションベクトル (Kanda and Ogawa (2014) <sup>(19)</sup>に加筆)



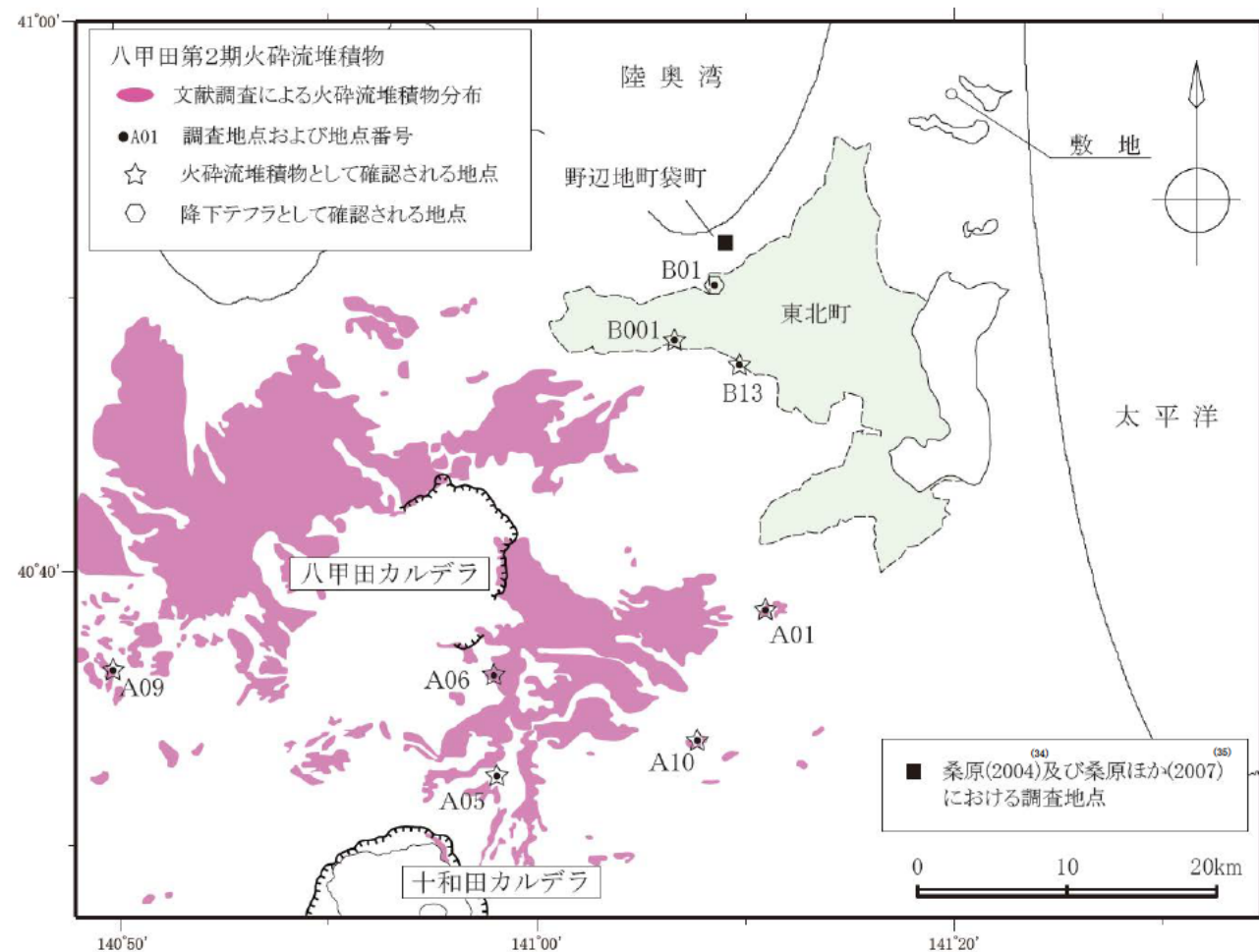
八甲田山の地質図



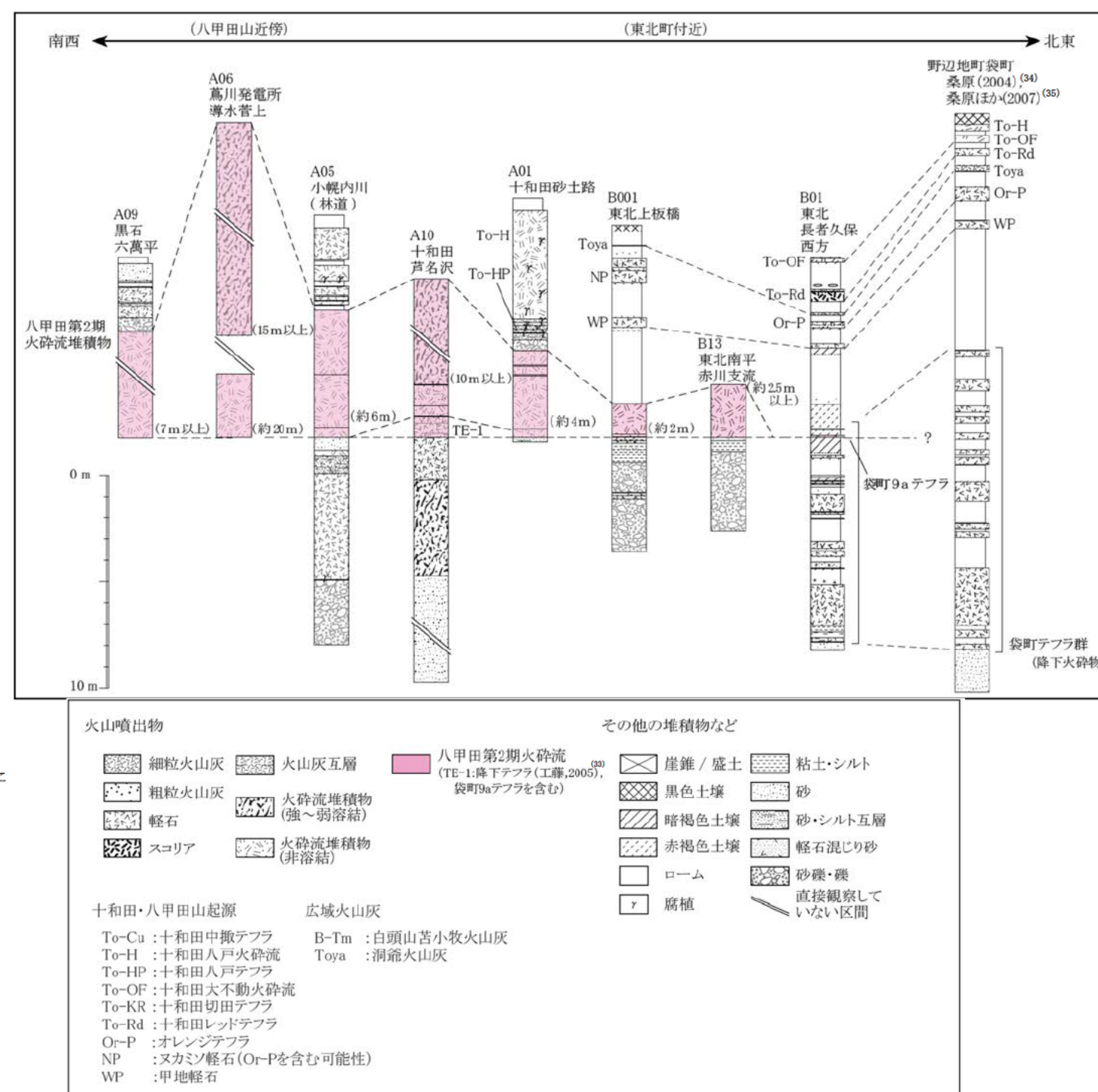
添3-1ト第22図 八甲田山の噴出物の分布と階段ダイアグラム

(村岡・高倉 (1988) <sup>(28)</sup>, 宝田・村岡 (2004) <sup>(27)</sup>, 中野ほか編 (2013) <sup>(1)</sup>, 工藤ほか (2011) <sup>(29)</sup>, Umeda et al. (2013) <sup>(63)</sup>, 工藤ほか (2004) <sup>(30)</sup>に基づき作成)





(村岡・高倉 (1988)<sup>(28)</sup>, 村岡ほか (1991)<sup>(29)</sup>, 大沢ほか (1993)<sup>(27)</sup>, 青森県史編さん自然部会 (2001)<sup>(60)</sup>, 桑原 (2004)<sup>(34)</sup>及び桑原ほか (2007)<sup>(35)</sup>に基づき作成)

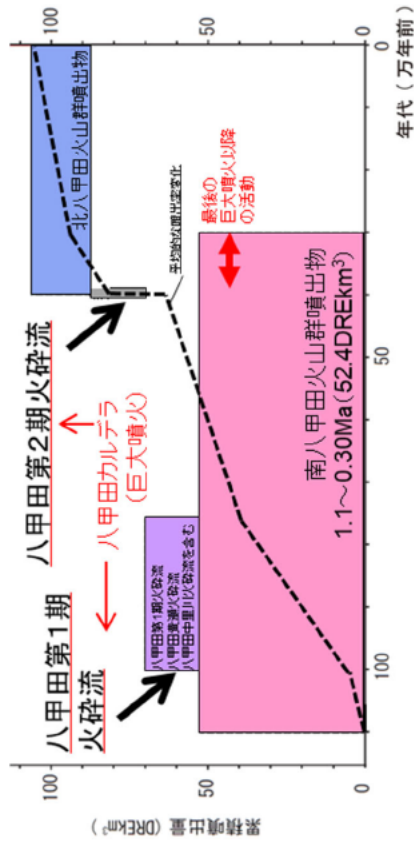


添3-ト第24図 八甲田第2期火砕流堆積物に着目した地質柱状図

### 南八甲田火山群起源の火山噴出物

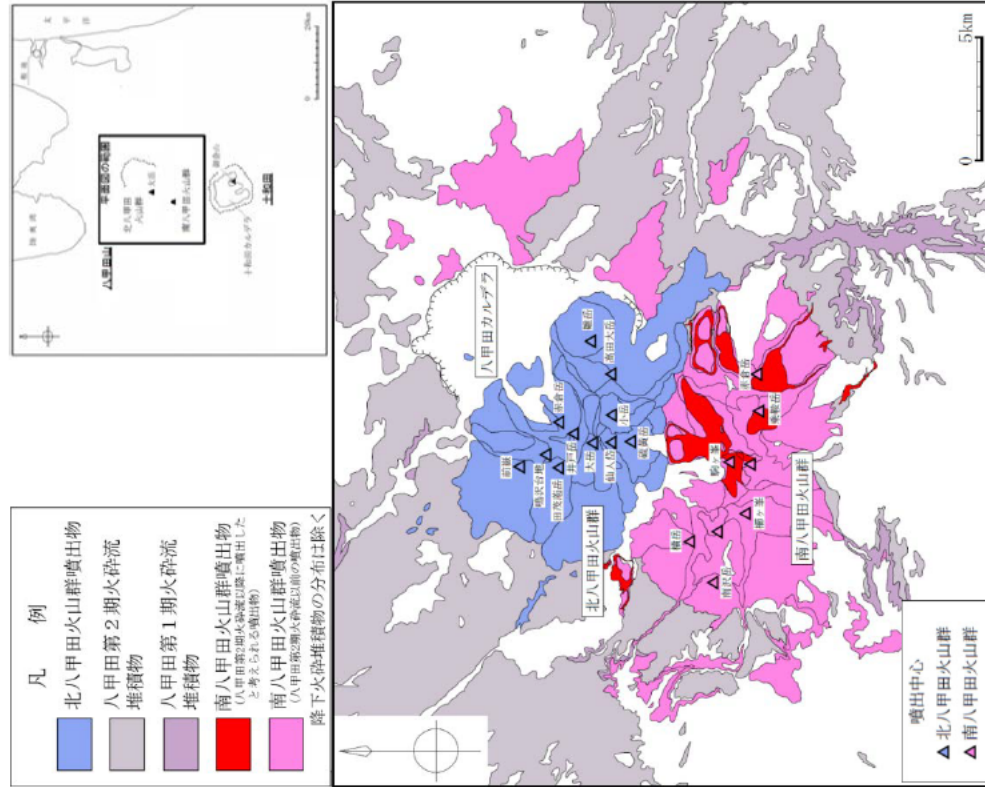
噴出物	噴火様式	年代	体積
駒ヶ峯溶岩, 駒ヶ峯火砕岩	溶岩流, 溶岩ドーム, 火砕岩	0.3Ma	最後の 巨大噴火以降 の活動
黄金平溶岩	溶岩流	0.3Ma	
南八甲田第3ステージ溶岩・火砕岩	成層火山体: 溶岩流, 火砕岩	0.5Ma~0.3Ma	52.4 km <sup>3</sup> (DRE)
蕨川火砕堆積物	降下火砕物, 火砕流	0.65Ma~0.35Ma	
南八甲田第2ステージ溶岩・火砕岩	成層火山体: 溶岩流, 火砕岩	0.8Ma~0.6Ma	
黄瀬川火砕流	火砕流	1.0Ma~0.8Ma	
南八甲田第1ステージ溶岩・火砕岩	成層火山体: 溶岩流, 火砕岩	1.1Ma~0.8Ma	

宝田・村岡 (2004) (27), Umeda et al. (2013) (63)に基づき作成。  
 なお、蕨川火砕堆積物は八甲田第2期火砕流 (0.4Ma) よりも下位層準である。



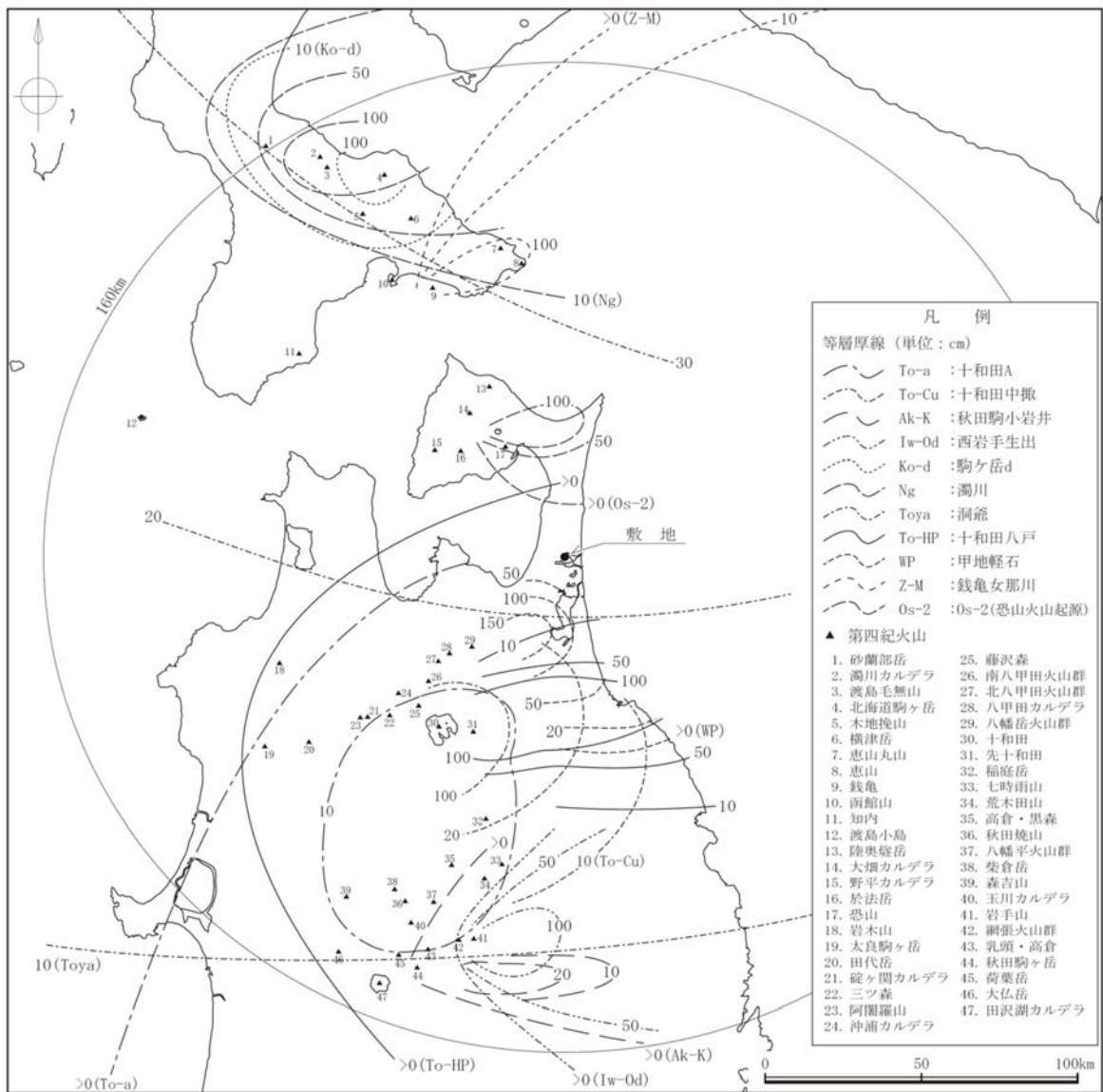
年代は中野ほか編 (2013) (1), 噴出量は Umeda et al. (2013) (63), 工藤ほか (2004) (30) 及び  
 工藤ほか (2011) (29) に基づく

### 八甲田山の階段ダイアグラム



八甲田山起源の火山噴出物の分布

添 3 - ト 第 32 図 南八甲田火山群起源の設計対応不可能な火山事象の分布



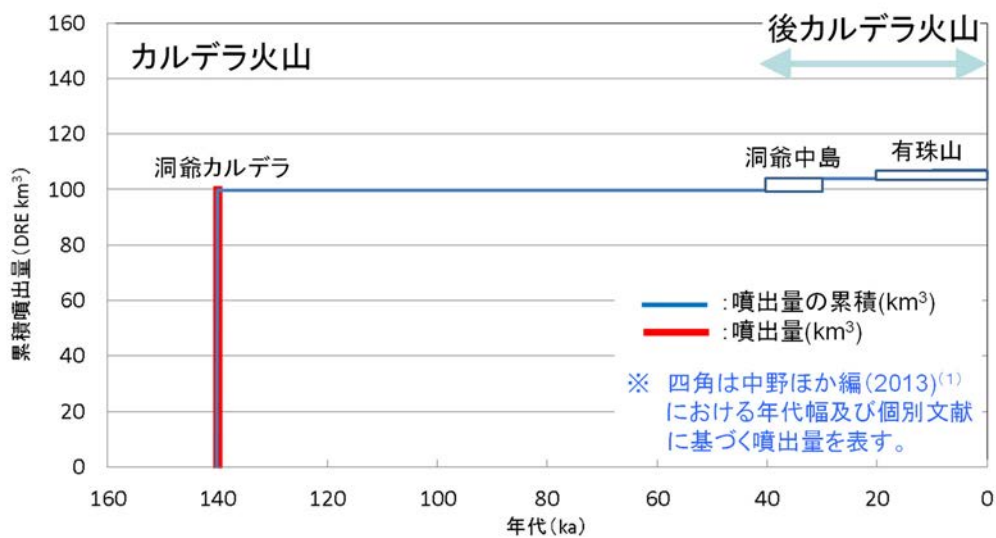
(第四紀火山の位置及び名称は、中野ほか編 (2013) <sup>(1)</sup>に基づき作成)  
 (降下火砕物の名称及び等層厚線は、町田・新井 (2011) <sup>(9)</sup>、工藤ほか (2004) <sup>(30)</sup>及びリサイクル燃料貯蔵株式会社 (2007) <sup>(67)</sup>に基づき作成)

添3-ト第33図 地理的領域内の第四紀火山起源の主な降下火砕物の分布  
 (敷地及び敷地近傍に分布する主な降下火砕物については地理的領域外のものも併せて示す)

洞爺カルデラ・洞爺中島・有珠山の活動履歴

年代 (ka)	活動期, 火山名	主要噴出物名	噴出量 (DRE km <sup>3</sup> )	参考文献
AD.2000	後カルデラ火山	有珠山	2000年噴火 1663年噴火(Us-b) 有珠外輪山溶岩 等	中野ほか編(2013) <sup>(1)</sup> 町田・新井(2011) <sup>(9)</sup> 菅屋ほか(2007) <sup>(68)</sup> 中川ほか(2005) <sup>(69)</sup> 第四紀火山カタログ委員会編(1999) <sup>(5)</sup>
20ka 30ka 40ka		洞爺中島	中島火山噴出物	
140ka	カルデラ火山	洞爺カルデラ	洞爺火砕流 洞爺火山灰※	

※町田・新井(2011)<sup>(9)</sup>によると、  
11.2~11.5万年前に噴出したテフラとしている。



添3-ト第35図 洞爺カルデラの階段ダイアグラム

添 付 書 類 五

変更後における加工施設の安全設計に関する説明書

平成 22 年 5 月 13 日付け平成 17・04・20 原第 18 号をもって加工の事業の許可を受け、その後、令和 2 年 12 月 9 日付け原規規発第 2012091 号をもって変更の許可を受けた核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX 燃料加工施設）の添付書類五の記述のうち、下記内容を変更する。

記

イ．安全設計

(ロ) 安全機能を有する施設

(5) 地震による損傷の防止

① 安全機能を有する施設の耐震設計

d. 地震力の算定方法

(b) 動的地震力

図

添 5 第 10 図(4) 弾性設計用地震動の応答スペクトル（水平方向）

添 5 第 10 図(5) 弾性設計用地震動の応答スペクトル（鉛直方向）

添 5 第 11 図(11) 弾性設計用地震動 S d - C 5 の加速度時刻歴波形

添5第13図(1) 弾性設計用地震動  $S_d - C$  ( $C_1 \sim C_5$ ) と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

添5第13図(2) 弾性設計用地震動  $S_d - C$  ( $C_1 \sim C_3, C_5$ ) と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

## イ. 安全設計

### (ロ) 安全機能を有する施設

#### (5) 地震による損傷の防止

##### ① 安全機能を有する施設の耐震設計

##### d. 地震力の算定方法

##### (b) 動的地震力

Sクラスの施設の設計に適用する動的地震力は、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、建物・構築物の三次元応答性状及びそれによる機器・配管系への影響を考慮し、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

Bクラスの施設のうち支持構造物の振動と共振のおそれのあるものについては、上記Sクラスの施設に適用する弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものから定める入力地震動を入力として、建物・構築物の三次元応答性状及びそれによる機器・配管系への影響を考慮し、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響確認に当たっては、水平2方向及び鉛直方向の地震力の影響が考えられる施設、設備に対して、許容限界の範囲内にとどまることを確認する。

弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率の値が、目安として0.5を下回らないよう基準地震動に係数を乗じて設定する。

ここで、基準地震動に乗じる係数は、工学的判断として、MOX燃料加工施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比

率に対応する値とする。

再処理施設の弾性設計用地震動については、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定,平成13年3月29日一部改訂)」に基づく基準地震動S1が設計上果たしてきた役割を一部担うものであることとされていることから,応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動 $S_s-A$ に乗ずる係数は,平成4年12月24日付け4安(核規)第844号をもって事業の指定を受け,その後,平成9年7月29日付け9安(核規)第468号,平成14年4月18日付け平成14・04・03原第13号,平成17年9月29日付け平成17・09・13原第5号及び平成23年2月14日付け平成22・02・19原第11号で変更の許可を受けた再処理事業指定申請書の基準地震動S1(以下「再処理施設の基準地震動S1」という。)の応答スペクトルを下回らないよう配慮した値としている。

MOX燃料加工施設が再処理施設と共用する施設に,基準地震動を適用して耐震設計を行う緊急時対策建屋及び弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものを適用して耐震設計を行う洞道搬送台車があるため,弾性設計用地震動と基準地震動との応答スペクトルの比率は再処理施設と同様に設定する。

具体的には,工学的判断により,敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち基準地震動 $S_s-B$ 1からB5及び震源を特定せず策定する地震動のうち基準地震動 $S_s-C$ 1からC5に対して係数0.5を乗じた地震動,敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のうち基準地震動 $S_s-A$ に対しては,再処理施設の基準地震動S1の応答スペクトルを下回らないよう,再処理施設と同様に係数0.52を乗じた地震動を弾性設計用地震動として設定する。



また、建物・構築物及び機器・配管系に同じ値を採用することで、弾性設計用地震動に対する設計に一貫性をとる。

弾性設計用地震動の最大加速度を下表に、応答スペクトルを添5第10図に、弾性設計用地震動の加速度時刻歴波形を添5第11図に、弾性設計用地震動と解放基盤表面における地震動の一樣ハザードスペクトルの比較を添5第12図及び添5第13図に示す。

弾性設計用地震動Sd-A及びSd-B 1からB 5の年超過確率は概ね $10^{-3}$ ~ $10^{-4}$ 程度、Sd-C 1からC 5の年超過確率は概ね $10^{-3}$ ~ $10^{-5}$ 程度である。

弾性設計用地震動	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )		
	NS 方向	EW 方向	UD 方向
Sd-A	364		243
Sd-B 1	205	244	171
Sd-B 2	215	222	175
Sd-B 3	221	225	203
Sd-B 4	269	216	162
Sd-B 5	229	241	185
Sd-C 1	310		160
Sd-C 2	225 <sup>(注1)</sup>	245 <sup>(注2)</sup>	160
Sd-C 3	215	200	150
Sd-C 4	270	250	—
Sd-C 5	309		197

(注1) ダム軸方向

(注2) 上下流方向

また、耐震重要度分類に応じて定める動的地震力を以下に示す。

項目	耐震 重要度分類	動的地震力	
		水平	鉛直
建物・構築物	S	$K_h(S_s)$ <sup>(注1)</sup>	$K_v(S_s)$ <sup>(注3)</sup>
		$K_h(S_d)$ <sup>(注2)</sup>	$K_v(S_d)$ <sup>(注4)</sup>
	B	$K_h(S_d/2)$ <sup>(注5)</sup>	$K_v(S_d/2)$ <sup>(注6)</sup>
	C	—	—
機器・配管系	S	$K_h(S_s)$ <sup>(注1)</sup>	$K_v(S_s)$ <sup>(注3)</sup>
		$K_h(S_d)$ <sup>(注2)</sup>	$K_v(S_d)$ <sup>(注4)</sup>
	B	$K_h(S_d/2)$ <sup>(注5)</sup>	$K_v(S_d/2)$ <sup>(注6)</sup>
	C	—	—

(注1)  $K_h(S_s)$ は、水平方向の基準地震動に基づく水平地震力。

(注2)  $K_h(S_d)$ は、水平方向の弾性設計用地震動に基づく水平地震力。

(注3)  $K_v(S_s)$ は、鉛直方向の基準地震動に基づく鉛直地震力。

(注4)  $K_v(S_d)$ は、鉛直方向の弾性設計用地震動に基づく鉛直地震力。

(注5)  $K_h(S_d/2)$ は、水平方向の弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものに基づく水平地震力であって、Bクラスの施設の地震動に対して共振のおそれのある施設について適用する。

(注6)  $K_v(S_d/2)$ は、鉛直方向の弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものに基づく鉛直地震力であって、Bクラスの施設の地震動に対して共振のおそれのある施設について適用

する。

#### i. 入力地震動

地質調査の結果によれば、重要なMOX燃料加工施設の設置位置周辺は、新第三紀の鷹架層たかほこが十分な拡がりを持って存在することが確認されている。

解放基盤表面は、この新第三紀の鷹架層たかほこのS波速度が0.7km/s以上を有する標高約-70mの位置に想定することとする。

基準地震動は、解放基盤表面で定義する。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動については、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を考慮して作成したものとするとともに、必要に応じて地盤の非線形応答を考慮することとし、地盤のひずみに応じた地盤物性値を用いて作成する。また、必要に応じて敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

#### ii. 動的解析法

##### (i) 建物・構築物

動的解析に当たっては、対象施設の形状、構造特性、振動特性等を踏まえ、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じて十分な調査に基づく適切な解析条件を設定する。動的解析は、原則として、時刻歴応答解析法を用いて求めるものとする。

建物・構築物の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性、振動特性、減衰特性を十分考慮して評価し、集中質点系に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用及び埋込み効果を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、地盤の剛性等を考慮して定める。地盤の剛性等については、必要に応じて地盤の非線形応答を考慮することとし、地盤のひずみに応じた地盤物性値に基づくものとする。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものを用いる。

地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。

基準地震動及び弾性設計用地震動に対する応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

構築物のうち洞道の動的解析に当たっては、洞道と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法を用いる。地震応答解析手法は、地盤及び洞道の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形又は非線形解析のいずれかによる。地盤の地震応答解析モデルは、洞道と地盤の動的相互作用を考慮できる有限要素法を用いる。洞道の地震応答解析に用いる減衰定数については、地盤と洞道の非線形性を考慮して適切に設定する。

(ii) 機器・配管系

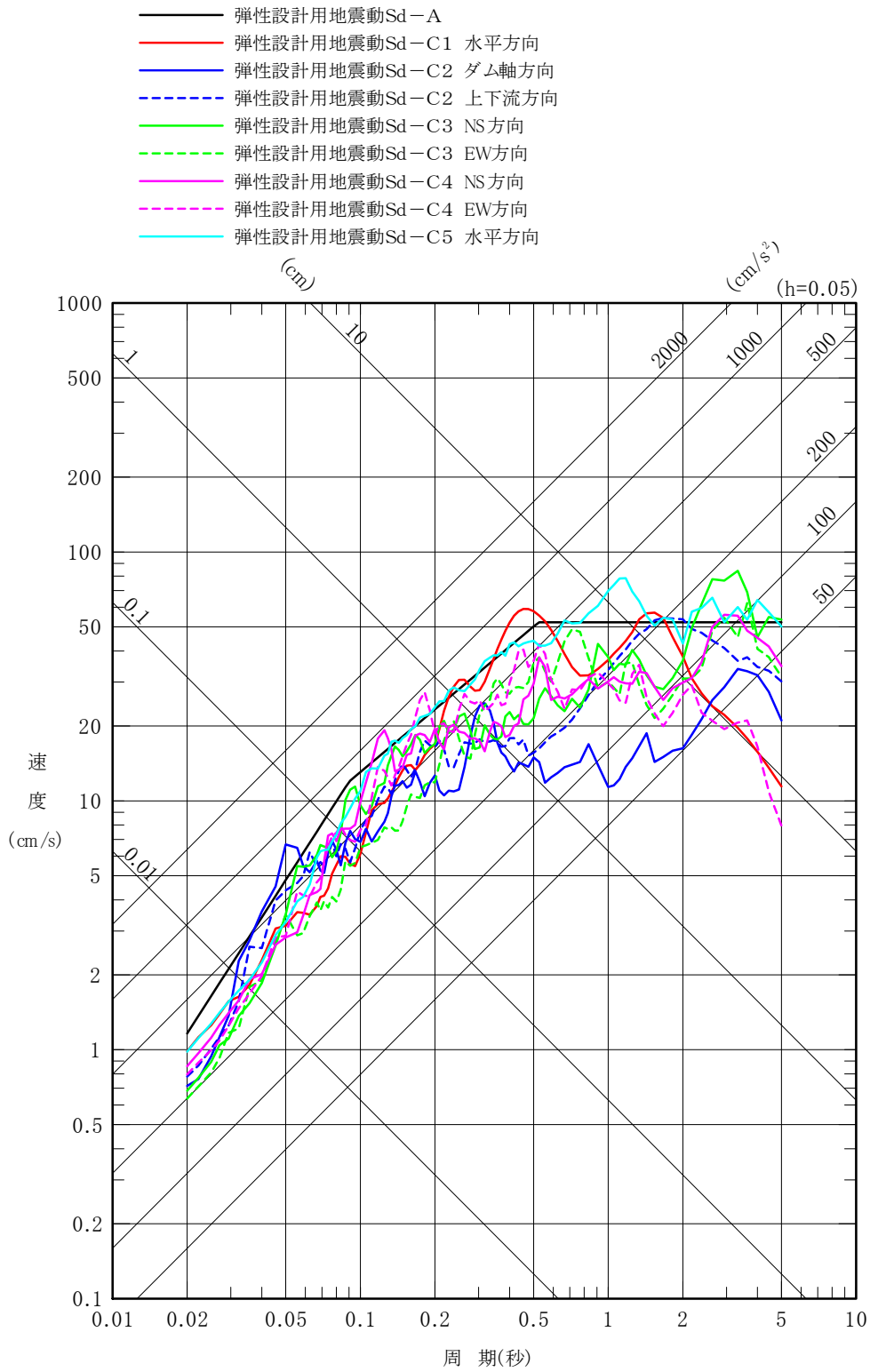
機器については、その形状を考慮して、1質点系又は多質点

系モデルに置換し，設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

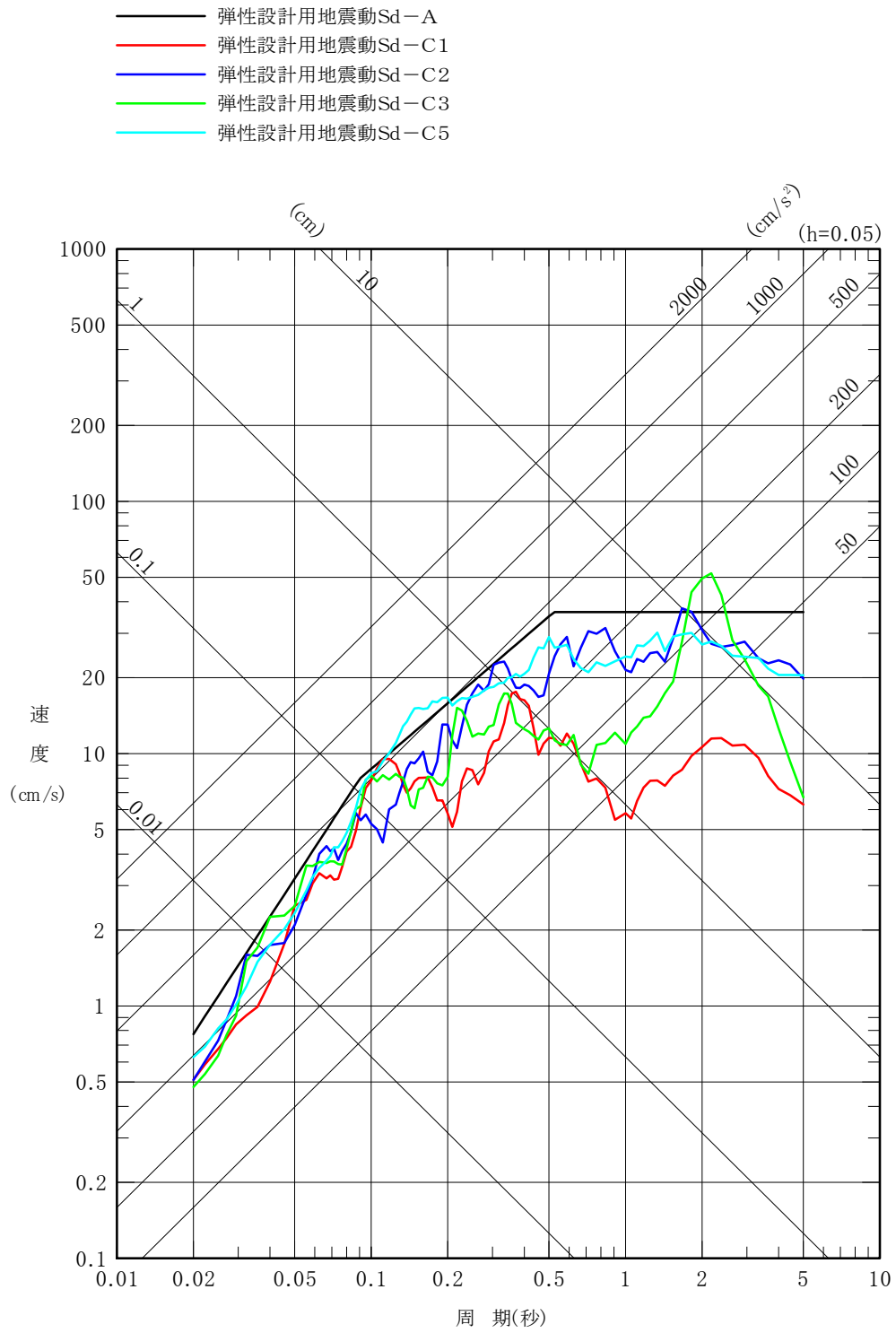
配管系については，適切なモデルを作成し，設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法により応答を求める。

なお，剛性の高い機器・配管系は，その設置床面の最大床応答加速度の1.2倍の加速度を静的に作用させて地震力を算定する。

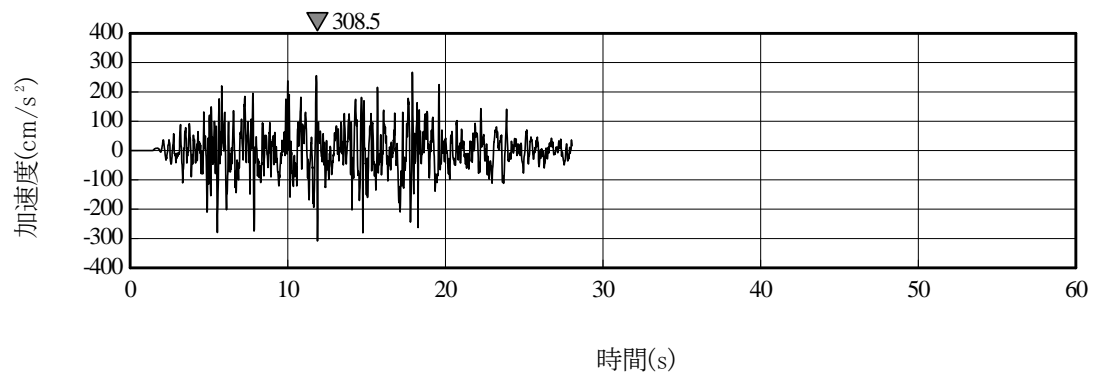
動的解析に用いる減衰定数は，既往の振動実験，地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。



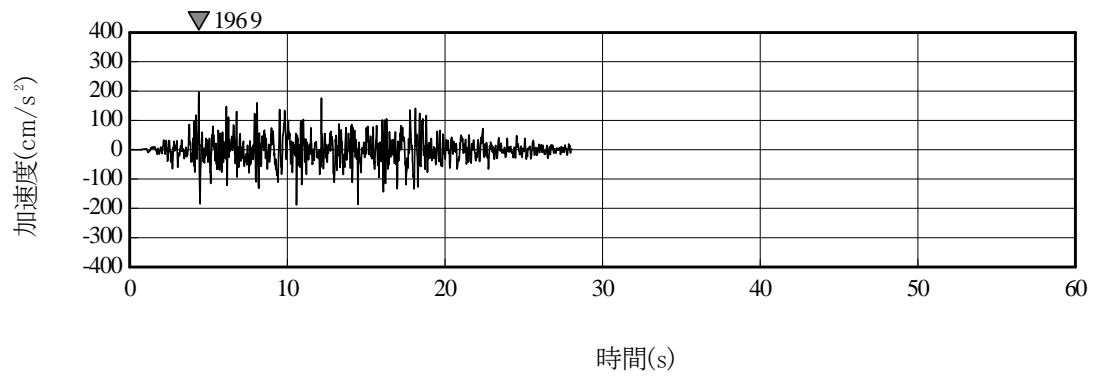
添5第10図(4) 弾性設計用地震動の応答スペクトル (水平方向)



添5第10図(5) 弾性設計用地震動の応答スペクトル(鉛直方向)



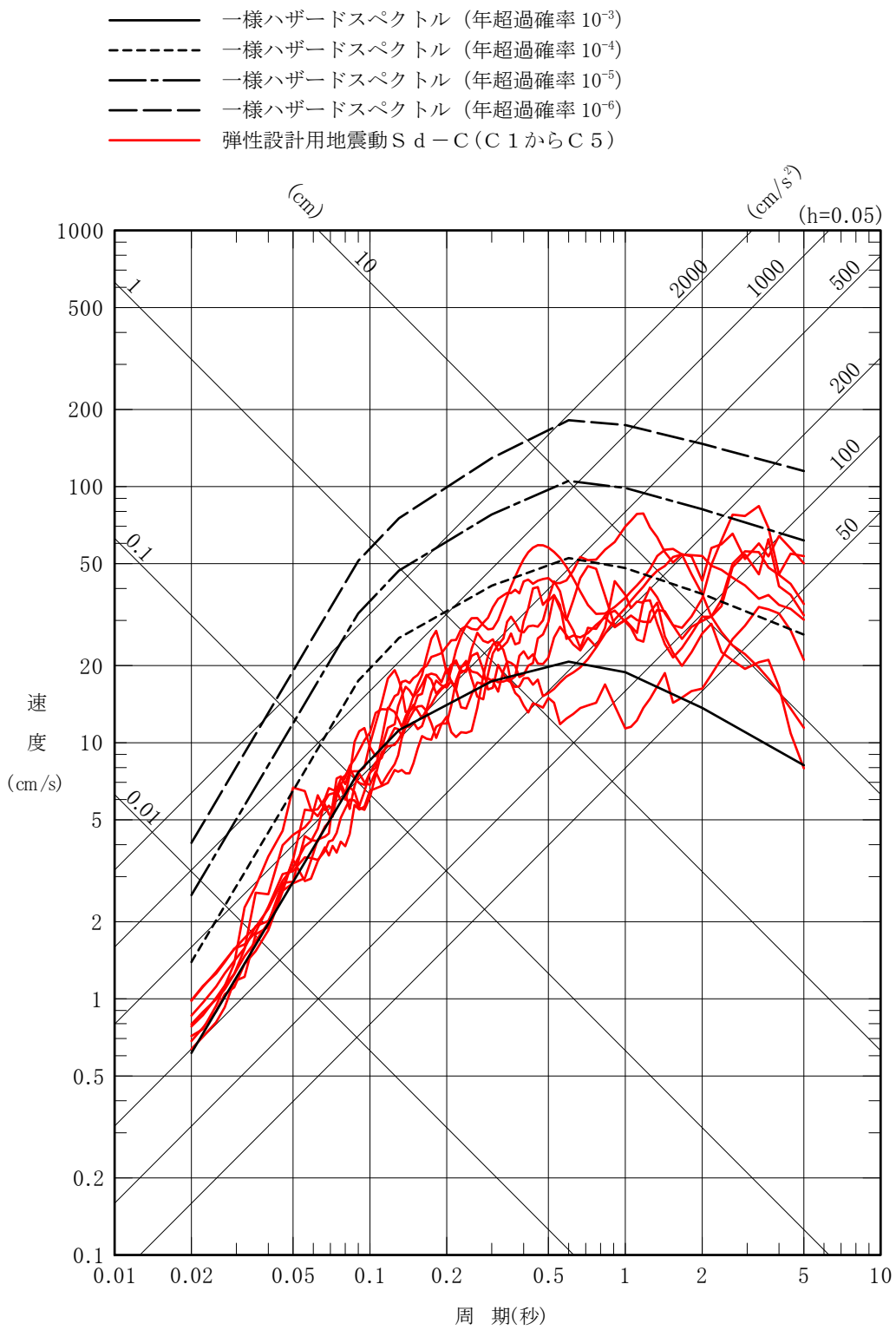
(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

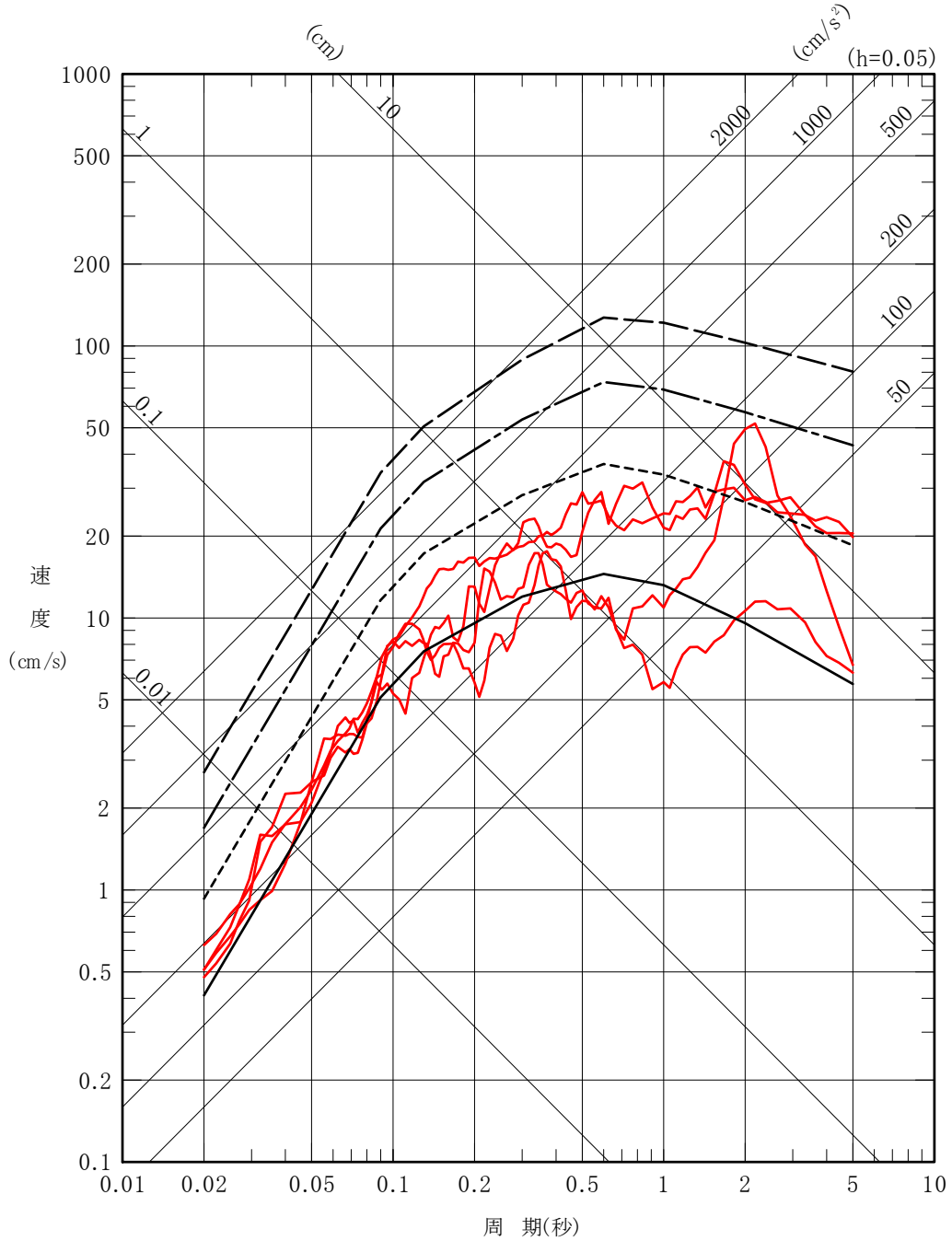
添5第11図(11) 弾性設計用地震動S d - C 5の加速度時刻歴波形





添5第13図(1) 弾性設計用地震動 S d - C (C 1 から C 5) と一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

- 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-3}$ )
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-4}$ )
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-5}$ )
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率  $10^{-6}$ )
- 弾性設計用地震動 S d - C (C 1 から C 3, C 5)



添5第13図(2) 弾性設計用地震動 S d - C (C 1 から C 3, C 5) と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

添付書類 八

変更後における加工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

イ．概要	8-1
ロ．基本方針	8-2
ハ．設計活動に係る品質管理の実績	8-4
(イ) 本申請における設計に係る組織 (組織内外の相互関係及び情報伝達含む。)	8-4
(ロ) 本申請における設計の各段階とその審査	8-5
(ハ) 本申請における設計に係る品質管理の方法	8-5
(ニ) 本申請における調達管理の方法	8-8
(ホ) 本申請における文書及び記録の管理	8-9
(ヘ) 本申請における不適合管理	8-9
ニ．その後の工事等の活動に係る品質管理の方法等	8-10
(イ) その後の工事等の活動に係る組織 (組織内外の相互関係及び情報伝達含む。)	8-10
(ロ) その後の設計，工事等の各段階とその審査	8-10
(ハ) その後の設計に係る品質管理の方法	8-10
(ニ) 工事に係る品質管理の方法	8-12
(ホ) 使用前事業者検査の方法	8-13
(ヘ) 設工認における調達管理の方法	8-14
(ト) その後の設計，工事等における文書及び記録の管理	8-15
(チ) その後の不適合管理	8-15
ホ．適合性確認対象設備の施設管理	8-16

表

添8第1表	設計及び調達の実施の体制……………	8-17
添8第2表	本申請における設計の各段階及び調達 (事業変更許可本文七号との関係) ……	8-18

図

添8第1図	組織図……………	8-19
添8第2図	令和2年3月31日以前の組織図……………	8-20

## イ. 概要

本説明書は、変更後におけるMOX燃料加工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として、品質管理に関する事項に基づき、MOX燃料加工施設の当該事業変更許可申請（以下「本申請」という。）に当たって実施した設計活動に係る品質管理の実績及びその後の工事等の活動に係る品質管理の方法、組織等に係る事項を記載する。

## ロ. 基本方針

本説明書では、本申請における、「設計活動に係る品質管理の実績」及び「その後の工事等の活動に係る品質管理の方法、組織等に係る事項」を、以下のとおり説明する。

### (1) 設計活動に係る品質管理の実績

「設計活動に係る品質管理の実績」として、実施した設計の管理の方法を「ハ. 設計活動に係る品質管理の実績」に記載する。

具体的には、組織について「ハ. (イ) 本申請における設計に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「ハ. (ロ) 本申請における設計の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「ハ. (ハ) 本申請における設計に係る品質管理の方法」に、調達管理の方法について「ハ. (ニ) 本申請における調達管理の方法」に、文書管理について「ハ. (ホ) 本申請における文書及び記録の管理」に、不適合管理について「ハ. (ヘ) 本申請における不適合管理」に記載する。

### (2) その後の工事等の活動に係る品質管理の方法、組織等に係る事項

その後の工事等の活動に係る品質管理の方法、組織等に係る事項については、「ニ. その後の工事等の活動に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「ニ. (イ) その後の工事等の活動に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「ニ. (ロ) その後の設計、工事等の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「ニ. (ハ) その後の設計に係る品質管理の方法」, 「ニ. (ニ) 工事に係る品質管理の方法」及び「ニ. (ホ) 使用前事業者検査の方法」に、設計及び工事の計画の認可申請（以下「設工

認」という。)における調達管理の方法について「ニ. (へ) 設工認における調達管理の方法」に、文書管理について「ニ. (ト) その後の設計, 工事等における文書及び記録の管理」に、不適合管理について「ニ. (チ) その後の不適合管理」に記載する。

また, 設工認に基づき, 「加工施設の技術基準に関する規則 (令和2年原子力規制委員会規則第6号) (以下「技術基準規則」という。)」への適合性を確保するために必要となる設備 (以下「適合性確認対象設備」という。) の施設管理について, 「ホ. 適合性確認対象設備の施設管理」に記載する。



## ハ. 設計活動に係る品質管理の実績

本申請に当たって実施した設計に係る品質管理は、核燃料物質加工事業変更許可申請書（MOX燃料加工施設）本文における七. 加工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（以下「事業変更許可本文七号」という。）に基づき以下のとおり実施する。

なお、本申請における設計及び調達に係る業務のうち令和2年3月31日までに実施した業務は、事業変更許可本文七号に基づくものではないことから、令和2年3月31日までに実施した業務の実績については、本申請における活動実績に応じて記載する。

### (イ) 本申請における設計に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）

設計及び調達は、添8第1図に示す組織に係る体制で実施する。

なお、本申請における設計及び調達に係る業務のうち令和2年3月31日以前に実施した調達業務は添8第2図に示す組織に係る体制で実施した。

また、設計（「(ハ) 本申請における設計に係る品質管理の方法」）及び調達（「(ニ) 本申請における調達管理の方法」）の各プロセスを主管する箇所を添8第1表に示す。

添8第1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、担当する設備に関する設計及び調達について、責任と権限を持つ。

#### (1) 設計に係る組織

設計は、添8第1表に示す主管箇所のうち、「(ハ) 本申請における設計に係る品質管理の方法」に係る箇所が設計を主管する組織として実施する。

この設計に必要な資料の作成を行うため、添8第1図に示す体制を

定めて設計に係る活動を実施する。

なお、本申請において上記による体制で実施した。

(2) 調達に係る組織

調達は、添8第1表に示す組織の調達を主管する箇所で実施する。

なお、本申請において上記による体制で実施した。

(ロ) 本申請における設計の各段階とその審査

本申請における設計は、本申請における申請書作成及びこれに付随する基本的な設計として、事業変更許可本文七号「ト. (ハ)設計開発」のうち、必要な事項に基づき以下のとおり実施する。

本申請における設計の各段階及び調達と事業変更許可本文七号との関係を添8第2表に示す。

設計を主管する箇所の長は、添8第2表に示すアウトプットに対する審査（以下「レビュー」という。）を実施するとともに、記録を管理する。

また、設計の各段階におけるレビューについては、添8第1表に示す設計を主管する組織の中で当該設備の設計に関する専門家を含めて実施する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

(ハ) 本申請における設計に係る品質管理の方法

設計を主管する箇所の長は、本申請における設計として、「(1) 設計に用いる情報の明確化」、「① 申請書作成のための設計」及び「② 設計のアウトプットに対する検証」の各段階を実施する。

以下に各段階の活動内容を示す。

(1) 設計に用いる情報の明確化

設計を主管する箇所の長は、本申請に必要な設計に用いる情報を明確にする。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

(2) 設計及び設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、本申請における設計を以下のとおり実施する。

① 申請書作成のための設計

設計を主管する箇所の長は、本申請における申請書作成のための設計を実施する。

また、設計を主管する箇所の長は、本申請における申請書の作成に必要な基本的な設計の品質を確保する上で重要な活動となる、「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、個別に管理事項を実施し品質を確保する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

② 設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、「(2) 設計及び設計のアウトプットに対する検証」のアウトプットが設計のインプット（「(1) 設計に用いる情報の明確化」）で与えられた要求事項に対する適合性を確認した上で、要求事項を満たしていることの検証を、組織の要員に指示する。

ただし、当該設計を行った要員に当該設計の検証をさせない。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

### ③ 申請書の作成

事業許可に係る官庁申請を主管する箇所長は、設計を主管する箇所長が実施する本申請における申請書作成のための設計からのアウトプットを基に、本申請に必要な申請書を作成する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

### ④ 申請書の承認

事業許可に係る官庁申請を主管する箇所長は、本申請に必要な申請書を、燃料製造安全委員会及び品質・保安会議へ付議し、審議を受ける。

また、事業許可に係る官庁申請を主管する箇所長は、燃料製造安全委員会及び品質・保安会議の審議を得た本申請における申請書について、原子力規制委員会への提出手続きの承認を得る。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

## (3) 設計における変更

設計を主管する箇所長は、設計の変更が必要となった場合、各設計結果のうち、影響を受けるものについて必要な設計を実施し、影響を受けた段階以降の設計結果を必要に応じ修正する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

## (4) 新検査制度移行に際しての本申請における設計管理の特例

設計を主管する箇所長が実施する本申請における設計管理の対象となる業務のうち、令和2年3月31日までに実施した本申請における申請書作成に係る基本設計に係る調達製品の検証については、事業変更許可本文七号に基づく設計管理は適用しない。

## (二) 本申請における調達管理の方法

調達を主管する箇所の長は、調達管理を確実にするために、以下に示す管理を実施する。

### (1) 供給者の技術的評価

調達を主管する箇所の長は、供給者が当社の要求事項に従って調達物品等を供給する技術的な能力を判断の根拠として、供給者の技術的評価を実施する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

### (2) 供給者の選定

調達を主管する箇所の長は、本申請における設計に必要な調達を行う場合、調達に必要な要求事項を明確にし、「ハ. (二)(1) 供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。

また、調達を主管する箇所の長は、供給者に対して品質保証計画書を提出させ審査する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

### (3) 調達管理

調達を主管する箇所の長は、調達に関する品質マネジメントシステムに係る活動を行うに当たって、以下に基づき業務を実施する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

#### ① 仕様書の作成

調達を主管する箇所の長は、業務の内容に応じ、調達物品等要求事項を含めた仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理する。

(「② 調達した役務の検証」参照)

② 調達した役務の検証

調達を主管する箇所の長は、調達した役務が調達物品等要求事項を満たしていることを確実にするために調達した役務の検証を行う。

供給者先で検証を実施する場合は、あらかじめ仕様書で検証の要領及び調達した役務のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。

(4) 請負会社他品質監査

供給者に対する監査を主管する箇所の長は、供給者の品質マネジメントシステムに係る活動及び健全な安全文化を育成し維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、請負会社他品質監査を実施する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

(ホ) 本申請における文書及び記録の管理

本申請における設計に係る文書及び記録については、品質マネジメント文書、それらに基づき作成される品質記録であり、これらを適切に管理する。

なお、本申請において上記による活動を実施した。

(へ) 本申請における不適合管理

本申請に基づく設計において発生した不適合については、適切に処置を行う。

## ニ. その後の工事等の活動に係る品質管理の方法等

その後の工事等の活動に係る品質管理の方法，組織等に係る事項については，事業変更許可本文七号に基づき以下のとおり実施する。

### (イ) その後の工事等の活動に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）

その後の工事等の活動は，添8第1図に示す組織に係る体制で実施する。

### (ロ) その後の設計，工事等の各段階とその審査

#### (1) 設計及び工事等のグレード分けの適用

設計及び工事等におけるグレード分けは，MOX燃料加工施設の安全上の重要度に応じて行う。

#### (2) 設計及び工事等の各段階とその審査

設計又は工事を主管する箇所の長及び検査を担当する箇所の長は，その後における設計及び工事等の各段階において，レビューを実施するとともに，記録を管理する。

なお，設計の各段階におけるレビューについては，設計及び工事を主管する組織の中で当該設備の設計に関する専門家を含めて実施する。

### (ハ) その後の設計に係る品質管理の方法

設計を主管する箇所の長は，設工認における技術基準規則等への適合性を確保するための設計を実施する。

#### (1) 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化

その後の設計を主管する箇所の長は，設工認に必要な要求事項を明確にする。

(2) 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定

その後の設計を主管する箇所の長は、各条文の対応に必要な適合性確認対象設備を抽出する。

(3) 設計及び設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則等への適合性を確保するための設計を実施する。

① 基本設計方針の作成（設計1）

設計を主管する箇所の長は、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項に対する設計を漏れなく実施するために、技術基準規則の条文ごとに各条文に関連する要求事項を用いて設計項目を明確にした基本設計方針を作成する。

② 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備に対し、変更があった要求事項への適合性を確保するための詳細設計を、「設計1」の結果を用いて実施する。

③ 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理

設計を主管する箇所の長は、詳細設計の品質を確保する上で重要な活動となる、「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、個別に管理事項を実施し、品質を確保する。

④ 設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、「(3) 設計及び設計のアウトプットに対する検証」のアウトプットが設計のインプット（「(1) 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」及び「(2) 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定」参照）で与えられた要求事項に



対する適合性を確認した上で、要求事項を満たしていることの検証を、組織の要員に指示する。

なお、この検証は適合性確認を実施した者の業務に直接関与していない上位職位の者に実施させる。

#### ⑤ 設工認申請書の作成

設工認申請に係る総括を主管する箇所の長は、設計を主管する箇所の長が実施する設計からのアウトプットを基に、設工認申請書を作成する。

#### ⑥ 設工認申請書の承認

設工認申請に係る総括を主管する箇所の長は、設工認申請書を、燃料製造安全委員会へ付議し、審議を受けた後に承認を得る。

### (4) 設計における変更

設計を主管する箇所の長は、設計対象の追加又は変更が必要となった場合、各設計結果のうち、影響を受けるものについて必要な設計を実施し、影響を受けた段階以降の設計結果を必要に応じ修正する。

## (二) 工事に係る品質管理の方法

工事を主管する箇所の長は、具体的な設備の設計の実施及びその結果を反映した設備を導入するために必要な工事を、「(へ) 設工認における調達管理の方法」の管理を適用して実施する。

### (1) 具体的な設備の設計の実施（設計3）

工事を主管する箇所の長は、工事段階において、要求事項に適合するための具体的な設計（設計3）を実施し、決定した具体的な設備の設計結果を取りまとめる。

## (2) 具体的な設備の設計に基づく工事の実施

工事を主管する箇所の長は、要求事項に適合する設備を設置するための工事を実施する。

## (ホ) 使用前事業者検査の方法

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、使用前事業者検査を計画し、工事実施箇所からの独立性を確保した検査体制のもと、実施する。

### (1) 使用前事業者検査での確認事項

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するために、以下の項目について検査を実施する。

- ① 実設備の仕様の適合性確認
- ② 品質マネジメントシステムに係る検査

### (2) 使用前事業者検査の計画

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、使用前事業者検査を計画する。

### (3) 検査計画の管理

検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長は、使用前事業者検査の実施時期及び使用前事業者検査が確実に行われることを管理する。

#### (4) 使用前事業者検査の実施

使用前事業者検査は、検査要領書の作成、検査体制を確立して実施する。

#### (へ) 設工認における調達管理の方法

調達又は契約を主管する箇所の長は、設工認で行う調達管理を確実にするために、品質管理に関する事項に基づき以下に示す管理を実施する。

##### (1) 供給者の技術的評価

契約を主管する箇所の長は、供給者が当社の要求事項に従って調達物品等を供給する技術的な能力を判断の根拠として、供給者の技術的評価を実施する。

##### (2) 供給者の選定

調達を主管する箇所の長は、設工認に必要な調達を行う場合、原子力安全に対する影響、供給者の実績等を考慮し、業務の重要度に応じてグレード分けを行うとともに、調達に必要な要求事項を明確にし、契約を主管する箇所の長へ供給者の選定を依頼する。

また、契約を主管する箇所の長は、「(1) 供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。

##### (3) 調達物品等の調達管理

調達を主管する箇所の長は、調達に関する品質マネジメントシステムに係る活動を行うに当たって、原子力安全に対する影響及び供給者の実績等を考慮し、以下に基づき業務を実施する。

###### ① 仕様書の作成

調達を主管する箇所の長は、業務の内容に応じ、調達物品等要求事項を含めた仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理する。

(「② 調達物品等の管理」参照)

② 調達物品等の管理

調達を主管する箇所の長は、当社が仕様書で要求した製品が確実に納品されるよう調達物品等が納入されるまでの間、製品に応じた必要な管理を実施する。

③ 調達物品等の検証

調達を主管する箇所の長は、調達物品等が調達物品等要求事項を満たしていることを確実にするために調達物品等の検証を行う。

供給者先で検証を実施する場合、あらかじめ仕様書で検証の要領及び調達物品等のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。

(4) 請負会社他品質監査

供給者に対する監査を主管する箇所の長は、供給者の品質マネジメントシステムに係る活動及び健全な安全文化を育成し維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、請負会社他品質監査を実施する。

(ト) その後の設計、工事等における文書及び記録の管理

その後の設計、工事等における文書及び記録については、事業変更許可本文七号に示す文書、それらに基づき作成される品質記録であり、これらを適切に管理する。

(チ) その後の不適合管理

その後の設計、工事及び試験・検査において発生した不適合については、適切に処置を行う。

#### ホ. 適合性確認対象設備の施設管理

工事を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備について、技術基準規則への適合性を使用前事業者検査の結果により確認し、適合性確認対象設備の使用開始後においては、施設管理に係る業務プロセスに基づきMOX燃料加工施設の安全上の重要度に応じた点検計画を策定し保全を実施することにより、適合性を維持する。

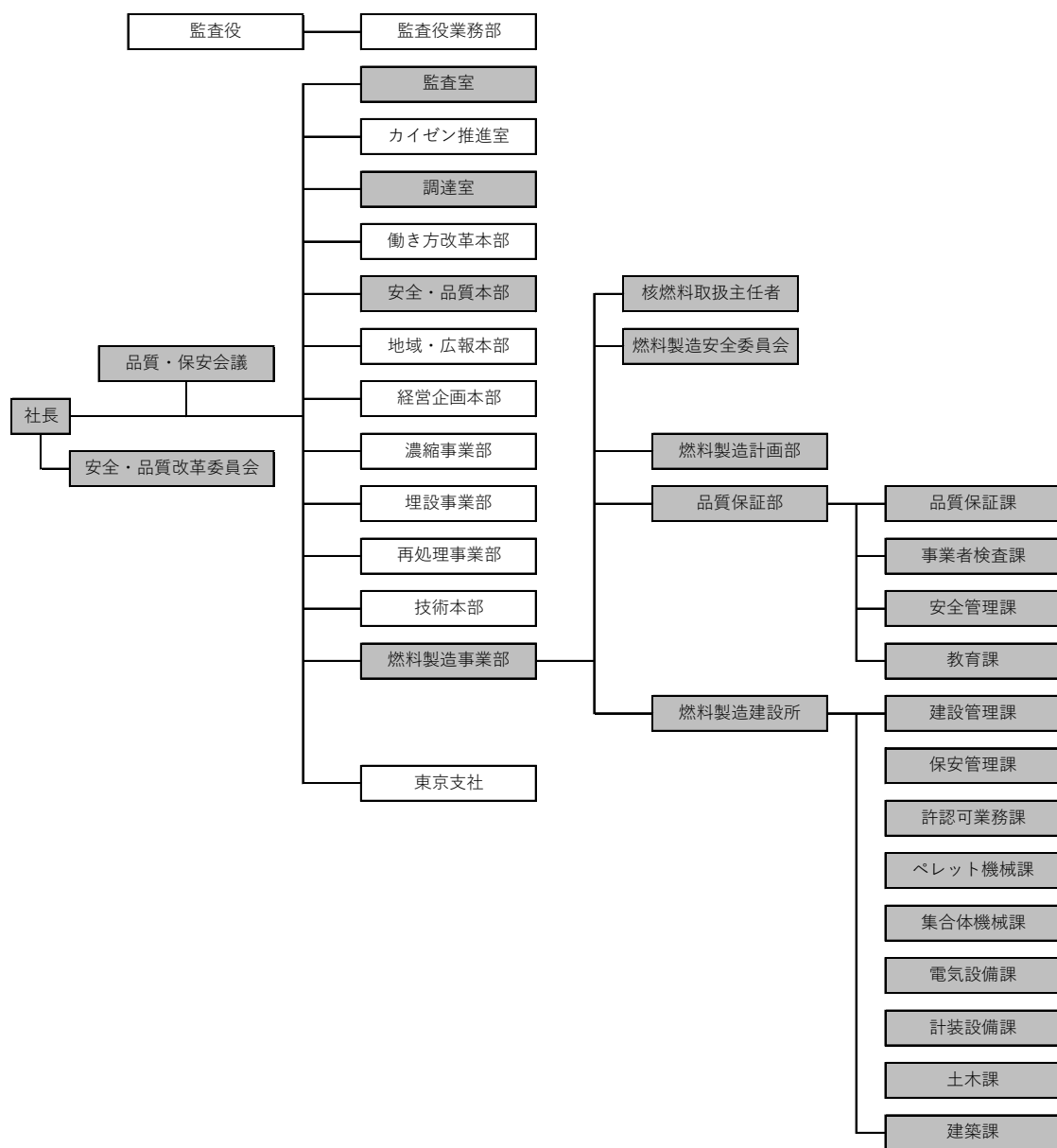
添8第1表 設計及び調達の実施の体制

プロセス		主管箇所
ハ. (ハ)	本申請における 設計に係る品質 管理の方法	燃料製造事業部
ハ. (ニ)	本申請における 調達管理の方法	燃料製造建設所

添8第2表 本申請における設計の各段階及び調達  
(事業変更許可本文七号との関係)

各段階		事業変更許可本文七号の対応項目	概要	
設計	ハ. (ハ)	本申請における設計に係る品質管理の方法	ト. (ハ)(1) 設計開発計画	本申請及びこれに付随する基本設計を実施するための計画
	ハ. (ハ)(1)	設計に用いる情報の明確化	ト. (ハ)(2) 設計開発に用いる情報	本申請及びこれに付随する基本設計の要求事項の明確化
	ハ. (ハ)(2) ①※	申請書作成のための設計	ト. (ハ)(3) 設計開発の結果に係る情報	本申請における申請書作成のための設計
	ハ. (ハ)(2) ②	設計のアウトプットに対する検証	ト. (ハ)(5) 設計開発の検証	本申請及びこれに付随する基本設計の妥当性のチェック
	ハ. (ハ)(3) ※	設計における変更	ト. (ハ)(7) 設計開発の変更の管理	設計対象の追加や変更時の対応
調達	ハ. (ニ)	本申請における調達管理の方法	ト. (ニ) 調達	本申請に必要な設計に係る調達管理

※：「ハ. (ロ) 本申請における設計の各段階とその審査」で述べている「設計の各段階におけるレビュー」の各段階を示す。



(   : MOX燃料加工施設の加工の事業に関する部署) (令和3年12月1日現在)

添8第1図 組織図



