

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>7. 火山</p> <p>7.1 検討の基本方針</p> <p>火山影響評価は、立地評価と影響評価の2段階で行った。立地評価では、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、設計対応不可能な火山事象が使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性について個別評価を行った。また、影響評価では、使用済燃料貯蔵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評価を行った。</p> <p>なお、設計対応不可能な火山事象の発生可能性が十分に小さいと判断された場合でも、過去の噴火による設計対応不可能な火山事象が使用済燃料貯蔵施設に到達したと考えられる火山についてはモニタリング対象とした。</p> <p>7.2 調査内容</p> <p>7.2.1 文献調査</p> <p>文献調査では、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山を抽出するため、使用済燃料貯蔵施設の敷地（以下、「敷地」という。）を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山（以下、「地理的領域内の第四紀火山」という。）について、火山噴出物、火山噴出中心位置、噴出物種類、活動時期、噴出物分布等を調査した。主な文献としては、以下のものがある。</p> <p>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（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、以下、「地質調査総合センター」という。）</p> <p>200万分の1「日本の火山（第3版）」（中野ほか編，2013）<sup>(1)</sup></p> <p>通商産業省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、以下、「地質調査所」という。）</p> <p>20万分の1地質図幅 はこだて おしまおしま 「函館及び渡島大島」（1984）<sup>(2)</sup></p>	<p>7. 火山</p> <p>7.1 検討の基本方針</p> <p>火山影響評価は、立地評価と影響評価の2段階で行った。立地評価では、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、設計対応不可能な火山事象が使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性について個別評価を行った。また、影響評価では、使用済燃料貯蔵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評価を行った。</p> <p>なお、設計対応不可能な火山事象の発生可能性が十分に小さいと判断された場合でも、過去の噴火による設計対応不可能な火山事象が使用済燃料貯蔵施設に到達したと考えられる火山についてはモニタリング対象とした。</p> <p>7.2 調査内容</p> <p>7.2.1 文献調査</p> <p>文献調査では、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山を抽出するため、使用済燃料貯蔵施設の敷地（以下、「敷地」という。）を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山（以下、「地理的領域内の第四紀火山」という。）について、火山噴出物、火山噴出中心位置、噴出物種類、活動時期、噴出物分布等を調査した。主な文献としては、以下のものがある。</p> <p>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（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、以下、「地質調査総合センター」という。）</p> <p>200万分の1「日本の火山（第3版）」（中野ほか編，2013）<sup>(1)</sup></p> <p>通商産業省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、以下、「地質調査所」という。）</p> <p>20万分の1地質図幅 はこだて おしまおしま 「函館及び渡島大島」（1984）<sup>(2)</sup></p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>しりや 「尻屋崎」(1972) <sup>(3)</sup></p> <p>のへじ 「野辺地」(1963) <sup>(4)</sup></p> <p>「青森（第2版）」(1993) <sup>(5)</sup></p> <p>50万分の1地質図幅</p> <p>「青森」(1960) <sup>(6)</sup></p> <p>気象庁編</p> <p>「日本活火山総覧（第4版）」(2013) <sup>(7)</sup></p> <p>西来ほか編</p> <p>「第四紀火山岩体・貫入岩体データベース」(2012) <sup>(8)</sup></p> <p>「第四紀噴火・貫入活動データベース」(2014) <sup>(9)</sup></p> <p>第四紀火山カタログ委員会編</p> <p>「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」(1999) <sup>(10)</sup></p> <p>青森県</p> <p>「青森県地質図（20万分の1）及び青森県の地質」(1998) <sup>(11)</sup></p> <p>海上保安庁海洋情報部</p> <p>「海域火山データベース」 <sup>(12)</sup></p> <p>町田・新井</p> <p>「新編 火山灰アトラス」(2011) <sup>(13)</sup></p> <p>安藤ほか</p> <p>「新版 地学教育講座2 地震と火山」(1996) <sup>(14)</sup></p> <p>7.2.2 地形調査・地質調査及び火山学的調査</p> <p>文献調査に続き、地理的領域内の第四紀火山について、活動履歴、噴火規模及びその影響範囲等を把握するため、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施した。</p> <p>地形調査では、主に国土地理院により撮影された縮尺4万分の1、2万分</p>	<p>しりや 「尻屋崎」(1972) <sup>(3)</sup></p> <p>のへじ 「野辺地」(1963) <sup>(4)</sup></p> <p>「青森（第2版）」(1993) <sup>(5)</sup></p> <p>50万分の1地質図幅</p> <p>「青森」(1960) <sup>(6)</sup></p> <p>気象庁編</p> <p>「日本活火山総覧（第4版）」(2013) <sup>(7)</sup></p> <p>西来ほか編</p> <p>「第四紀火山岩体・貫入岩体データベース」(2012) <sup>(8)</sup></p> <p>「第四紀噴火・貫入活動データベース」(2014) <sup>(9)</sup></p> <p>第四紀火山カタログ委員会編</p> <p>「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」(1999) <sup>(10)</sup></p> <p>青森県</p> <p>「青森県地質図（20万分の1）及び青森県の地質」(1998) <sup>(11)</sup></p> <p>海上保安庁海洋情報部</p> <p>「海域火山データベース」 <sup>(12)</sup></p> <p>町田・新井</p> <p>「新編 火山灰アトラス」(2011) <sup>(13)</sup></p> <p>安藤ほか</p> <p>「新版 地学教育講座2 地震と火山」(1996) <sup>(14)</sup></p> <p>7.2.2 地形調査・地質調査及び火山学的調査</p> <p>文献調査に続き、地理的領域内の第四紀火山について、活動履歴、噴火規模及びその影響範囲等を把握するため、地形調査、地質調査及び火山学的調査を実施した。</p> <p>地形調査では、主に国土地理院により撮影された縮尺4万分の1、2万分</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>の1及び1万分の1の空中写真，並びに同院発行の縮尺5万分の1及び2万5千分の1の地形図を使用して空中写真判読を実施し，主に敷地を中心とする半径30kmの範囲（以下，「敷地周辺」という。）及びその周辺地域に分布する火山地形を調査した。</p> <p>地質調査では，文献調査及び地形調査結果に基づき，火山噴出物の分布，噴出年代，噴出中心位置，噴出物種類，活動時期等を調査し，噴火規模，噴火タイプ，噴火パターン，活動間隔等を明らかにした。</p> <p>火山学的調査では，地質調査で確認された降下火砕物，火砕流堆積物を対象に分布の範囲，厚さ，粒径等を調査した。</p> <p>7.2.3 地球物理学的調査及び地球化学的調査</p> <p>使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山のうち，個別評価が必要な火山については，現在の活動状況を把握するために，必要に応じて地球物理学的調査及び地球化学的調査を実施した。</p> <p>地球物理学的調査では，地震波速度構造，比抵抗構造，地震活動及び地殻変動に基づき，マグマ溜りの規模，位置，マグマの供給系に関する地下構造について検討した。</p> <p>地球化学的調査では，火山ガス（噴気）の化学組成分析，温度等に基づき，現在の火山の状況について検討した。</p> <p>7.3 検討結果</p> <p>7.3.1 使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の抽出</p> <p>文献調査により，地理的領域内の第四紀火山について，活動履歴，噴火規模及びその影響範囲等を把握した。次に，完新世に活動を行った火山を抽出するとともに，完新世に活動を行っていない火山についても，最後の活動からの経過期間が活動期間中の最大休止期間よりも短いとみなされる火山を</p>	<p>の1及び1万分の1の空中写真，並びに同院発行の縮尺5万分の1及び2万5千分の1の地形図を使用して空中写真判読を実施し，主に敷地を中心とする半径30kmの範囲（以下，「敷地周辺」という。）及びその周辺地域に分布する火山地形を調査した。</p> <p>地質調査では，文献調査及び地形調査結果に基づき，火山噴出物の分布，噴出年代，噴出中心位置，噴出物種類，活動時期等を調査し，噴火規模，噴火タイプ，噴火パターン，活動間隔等を明らかにした。</p> <p>火山学的調査では，地質調査で確認された降下火砕物，火砕流堆積物を対象に分布の範囲，厚さ，粒径等を調査した。</p> <p>7.2.3 地球物理学的調査及び地球化学的調査</p> <p>使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山のうち，個別評価が必要な火山については，現在の活動状況を把握するために，必要に応じて地球物理学的調査及び地球化学的調査を実施した。</p> <p>地球物理学的調査では，地震波速度構造，比抵抗構造，地震活動及び地殻変動に基づき，マグマ溜りの規模，位置，マグマの供給系に関する地下構造について検討した。</p> <p>地球化学的調査では，火山ガス（噴気）の化学組成分析，温度等に基づき，現在の火山の状況について検討した。</p> <p>7.3 検討結果</p> <p>7.3.1 使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の抽出</p> <p>文献調査により，地理的領域内の第四紀火山について，活動履歴，噴火規模及びその影響範囲等を把握した。次に，完新世に活動を行った火山を抽出するとともに，完新世に活動を行っていない火山についても，最後の活動からの経過期間が活動期間中の最大休止期間よりも短いとみなされる火山を</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>抽出した。</p> <p>7.3.1.1 地理的領域内の第四紀火山</p> <p>地理的領域内の第四紀火山及び火山地質図を第7.3-1図に示す。</p> <p>地理的領域内には55の第四紀火山が分布する。</p> <p>敷地は、下北半島北部の津軽海峡側のほぼ中央部に位置し、この位置は火山フロントの東側にあたる。</p> <p>敷地北方には支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群、洞爺カルデラ、北海道駒ヶ岳、恵山、渡島大島等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められるが、敷地周辺には到達していない。</p> <p>敷地が位置する下北半島には、恐山、陸奥燧岳、大畑カルデラ、野平カルデラ等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められ、敷地を中心とする半径5km以内（以下、「敷地近傍」という。）に及んでいる。</p> <p>敷地南方には、八甲田カルデラ、十和田、岩木山、秋田焼山、八幡平火山群等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められるが、敷地周辺には到達していない。</p> <p>7.3.1.2 使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山</p> <p>地理的領域内の第四紀火山の活動期間を第7.3-1表に示す。</p> <p>完新世に活動を行った火山として、樽前山、風不死岳（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「樽前山」に含まれる。）、恵庭岳、倶多楽・登別火山群（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「倶多楽」に相当する。）、有珠山、北海道駒ヶ岳、恵山、渡島大島、恐山、岩木山、北八甲田火山群（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「八甲田山」に相当する。）、十和田、秋田焼山、八幡平火山群（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「八幡平」に相当する。）の14火山がある。</p> <p>なお、恐山は完新世に噴火した火山ではないが、「概ね過去1万年以内に噴</p>	<p>抽出した。</p> <p>7.3.1.1 地理的領域内の第四紀火山</p> <p>地理的領域内の第四紀火山及び火山地質図を第7.3-1図に示す。</p> <p>地理的領域内には55の第四紀火山が分布する。</p> <p>敷地は、下北半島北部の津軽海峡側のほぼ中央部に位置し、この位置は火山フロントの東側にあたる。</p> <p>敷地北方には支笏カルデラ、倶多楽・登別火山群、洞爺カルデラ、北海道駒ヶ岳、恵山、渡島大島等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められるが、敷地周辺には到達していない。</p> <p>敷地が位置する下北半島には、恐山、陸奥燧岳、大畑カルデラ、野平カルデラ等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められ、敷地を中心とする半径5km以内（以下、「敷地近傍」という。）に及んでいる。</p> <p>敷地南方には、八甲田カルデラ、十和田、岩木山、秋田焼山、八幡平火山群等があり、その周辺には火山岩及び火砕流堆積物が認められるが、敷地周辺には到達していない。</p> <p>7.3.1.2 使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山</p> <p>地理的領域内の第四紀火山の活動期間を第7.3-1表に示す。</p> <p>完新世に活動を行った火山として、樽前山、風不死岳（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「樽前山」に含まれる。）、恵庭岳、倶多楽・登別火山群（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「倶多楽」に相当する。）、有珠山、北海道駒ヶ岳、恵山、渡島大島、恐山、岩木山、北八甲田火山群（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「八甲田山」に相当する。）、十和田、秋田焼山、八幡平火山群（気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>による「八幡平」に相当する。）の14火山がある。</p> <p>なお、恐山は完新世に噴火した火山ではないが、「概ね過去1万年以内に噴</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」が活火山と定義されていることから、完新世に活動を行った火山として扱うこととした。</p> <p>完新世に活動を行っていない火山(41火山)のうち、ホロホロ・徳舜<sup>とくしゅんべつ</sup>警<sup>けい</sup>、オロフレ<sup>らいば</sup>・来馬<sup>しりべつだけ</sup>、尻別岳<sup>よこつだけ</sup>、横津岳<sup>たしろだけ</sup>、陸奥燧岳<sup>ふじさわもり</sup>、田代岳、藤沢森、南八甲田火山群、八甲田カルデラ、先十和田<sup>せんとわだ</sup>の10火山は、最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも短いとみなされる火山である。これらに対して、支笏カルデラ<sup>わしべつだけ</sup>、鷲別岳<sup>あぶた</sup>、洞爺カルデラ<sup>しゃまんべやま</sup>、洞爺中島、虻田、写万部山、ながいそ<sup>さらんべだけ</sup>、砂蘭部岳<sup>にごりかわ</sup>、濁川カルデラ<sup>おしまけなしやま</sup>、渡島毛無山<sup>きじびきやま</sup>、木地挽山<sup>えさんまるやま</sup>、恵山丸山、銭亀、はこだてやま<sup>しりうち</sup>、函館山<sup>おしまこじま</sup>、知内、渡島小島、大畑カルデラ<sup>おほうたけ</sup>、野平カルデラ<sup>だいらこまがたけ</sup>、於法岳、太良駒ヶ岳<sup>いかりがせき</sup>、碓ヶ関カルデラ<sup>みつもり</sup>、三ツ森<sup>あじゃらやま</sup>、阿闍羅山<sup>おきうら</sup>、沖浦カルデラ<sup>はっこうだくるもり</sup>、八甲田黒森<sup>はっこうだ</sup>、八甲田八幡岳<sup>はちまんだけ</sup>、稲庭岳<sup>いなにわだけ</sup>、七時雨山<sup>ななしぐれやま</sup>、荒木田山<sup>あらかだやま</sup>、高倉・黒森<sup>たかくら</sup>、柴倉岳<sup>しばくらだけ</sup>については、最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも長いとみなされる火山である。</p> <p>以上の結果、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山として、樽前山、風不死岳、恵庭岳、倶多楽・登別火山群、ホロホロ・徳舜警、オロフレ・来馬、尻別岳、有珠山、北海道駒ヶ岳、横津岳、恵山、渡島大島、陸奥燧岳、恐山、岩木山、田代岳、藤沢森、南八甲田火山群、北八甲田火山群、八甲田カルデラ、十和田、先十和田、秋田焼山、八幡平火山群の24火山を抽出した。</p> <p>7.3.2 使用済燃料貯蔵施設の立地評価</p> <p>7.3.2.1 個別評価が必要な火山の抽出</p> <p>使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の活動履歴に関する文献調査により、評価対象となる火山事象について第7.3-2表に整理した。</p> <p>火砕物密度流については全ての火山が対象となるが、恵庭岳、ホロホロ・徳舜警、渡島大島、藤沢森、八幡平火山群については、これらの活動履歴上、</p>	<p>火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」が活火山と定義されていることから、完新世に活動を行った火山として扱うこととした。</p> <p>完新世に活動を行っていない火山(41火山)のうち、ホロホロ・徳舜<sup>とくしゅんべつ</sup>警<sup>けい</sup>、オロフレ<sup>らいば</sup>・来馬<sup>しりべつだけ</sup>、尻別岳<sup>よこつだけ</sup>、横津岳<sup>たしろだけ</sup>、陸奥燧岳<sup>ふじさわもり</sup>、田代岳、藤沢森、南八甲田火山群、八甲田カルデラ、先十和田<sup>せんとわだ</sup>の10火山は、最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも短いとみなされる火山である。これらに対して、支笏カルデラ<sup>わしべつだけ</sup>、鷲別岳<sup>あぶた</sup>、洞爺カルデラ<sup>しゃまんべやま</sup>、洞爺中島、虻田、写万部山、ながいそ<sup>さらんべだけ</sup>、砂蘭部岳<sup>にごりかわ</sup>、濁川カルデラ<sup>おしまけなしやま</sup>、渡島毛無山<sup>きじびきやま</sup>、木地挽山<sup>えさんまるやま</sup>、恵山丸山、銭亀、はこだてやま<sup>しりうち</sup>、函館山<sup>おしまこじま</sup>、知内、渡島小島、大畑カルデラ<sup>おほうたけ</sup>、野平カルデラ<sup>だいらこまがたけ</sup>、於法岳、太良駒ヶ岳<sup>いかりがせき</sup>、碓ヶ関カルデラ<sup>みつもり</sup>、三ツ森<sup>あじゃらやま</sup>、阿闍羅山<sup>おきうら</sup>、沖浦カルデラ<sup>はっこうだくるもり</sup>、八甲田黒森<sup>はっこうだ</sup>、八甲田八幡岳<sup>はちまんだけ</sup>、稲庭岳<sup>いなにわだけ</sup>、七時雨山<sup>ななしぐれやま</sup>、荒木田山<sup>あらかだやま</sup>、高倉・黒森<sup>たかくら</sup>、柴倉岳<sup>しばくらだけ</sup>については、最後の活動からの経過期間が活動期間内の最大休止期間よりも長いとみなされる火山である。</p> <p>以上の結果、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山として、樽前山、風不死岳、恵庭岳、倶多楽・登別火山群、ホロホロ・徳舜警、オロフレ・来馬、尻別岳、有珠山、北海道駒ヶ岳、横津岳、恵山、渡島大島、陸奥燧岳、恐山、岩木山、田代岳、藤沢森、南八甲田火山群、北八甲田火山群、八甲田カルデラ、十和田、先十和田、秋田焼山、八幡平火山群の24火山を抽出した。</p> <p>7.3.2 使用済燃料貯蔵施設の立地評価</p> <p>7.3.2.1 個別評価が必要な火山の抽出</p> <p>使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山の活動履歴に関する文献調査により、評価対象となる火山事象について第7.3-2表に整理した。</p> <p>火砕物密度流については全ての火山が対象となるが、恵庭岳、ホロホロ・徳舜警、渡島大島、藤沢森、八幡平火山群については、これらの活動履歴上、</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>広範囲に及ぶ顕著な火砕物密度流の発生は認められない。また、樽前山、風不死岳、倶多楽・登別火山群、オロフレ・来馬、尻別岳、有珠山、北海道駒ヶ岳、横津岳、恵山、岩木山、田代岳、南八甲田火山群、北八甲田火山群、八甲田カルデラ、十和田、先十和田、秋田焼山については、各火山周辺の比較的広い範囲に火砕流堆積物が分布するものの、敷地周辺では認められない（第7.3-1図）。</p> <p>一方、恐山及び陸奥燧岳については、敷地周辺に位置しており、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれの発生が認められることから、恐山、陸奥燧岳を個別評価が必要な火山として選定した。</p> <p>7.3.2.2 個別評価結果</p> <p>個別評価が必要な火山については、活動性を詳細かつ総合的に評価する必要があることから、恐山、陸奥燧岳についてより詳細な文献調査、地形調査、地質調査及び火山学的調査、地球物理学的調査、地球化学的調査を実施した。</p> <p>(1) 恐山</p> <p>恐山は、下北半島の北部に位置し、その山体の大きさは、南北約25km、東西約17km、分布面積は約200km<sup>2</sup>である。気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>によれば、恐山は、流紋岩、デイサイト、安山岩からなる成層火山で、朝比奈岳、円山、大尽山等の小型の成層火山と溶岩ドームからなる外輪山に囲まれたカルデラを伴うとされている。敷地は、恐山の東北東約14kmに位置する。</p> <p>a. 活動履歴</p> <p>(a) 文献調査</p> <p>恐山は、火山フロントに位置する第四紀火山であり（中野ほか編、2013）<sup>(1)</sup>、宇曾利山湖のほとりには噴気孔や温泉が多く認められ、地熱・噴気活動が盛んであるとされる（気象庁編、2013）<sup>(7)</sup>。</p> <p>富樫（1977）<sup>(15)</sup>によれば、恐山の活動は、古い順に、釜臥山活動期、</p>	<p>広範囲に及ぶ顕著な火砕物密度流の発生は認められない。また、樽前山、風不死岳、倶多楽・登別火山群、オロフレ・来馬、尻別岳、有珠山、北海道駒ヶ岳、横津岳、恵山、岩木山、田代岳、南八甲田火山群、北八甲田火山群、八甲田カルデラ、十和田、先十和田、秋田焼山については、各火山周辺の比較的広い範囲に火砕流堆積物が分布するものの、敷地周辺では認められない（第7.3-1図）。</p> <p>一方、恐山及び陸奥燧岳については、敷地周辺に位置しており、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれの発生が認められることから、恐山、陸奥燧岳を個別評価が必要な火山として選定した。</p> <p>7.3.2.2 個別評価結果</p> <p>個別評価が必要な火山については、活動性を詳細かつ総合的に評価する必要があることから、恐山、陸奥燧岳についてより詳細な文献調査、地形調査、地質調査及び火山学的調査、地球物理学的調査、地球化学的調査を実施した。</p> <p>(1) 恐山</p> <p>恐山は、下北半島の北部に位置し、その山体の大きさは、南北約25km、東西約17km、分布面積は約200km<sup>2</sup>である。気象庁編（2013）<sup>(7)</sup>によれば、恐山は、流紋岩、デイサイト、安山岩からなる成層火山で、朝比奈岳、円山、大尽山等の小型の成層火山と溶岩ドームからなる外輪山に囲まれたカルデラを伴うとされている。敷地は、恐山の東北東約14kmに位置する。</p> <p>a. 活動履歴</p> <p>(a) 文献調査</p> <p>恐山は、火山フロントに位置する第四紀火山であり（中野ほか編、2013）<sup>(1)</sup>、宇曾利山湖のほとりには噴気孔や温泉が多く認められ、地熱・噴気活動が盛んであるとされる（気象庁編、2013）<sup>(7)</sup>。</p> <p>富樫（1977）<sup>(15)</sup>によれば、恐山の活動は、古い順に、釜臥山活動期、</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>主活動期、後カルデラ活動期に区分されている。釜臥山活動期においては、釜臥山及び障子山が形成され、釜臥山では玄武岩質安山岩の溶岩流及び同質の火砕物密度流を噴出し、障子山ではデイサイト質の溶岩流及び溶岩円頂丘並びに同質の火砕物密度流を噴出したとされている。主活動期においては、屏風山から大尽山、円山及び朝比奈岳に至る南東－北西方向に並ぶ火山群から主に安山岩質～デイサイト質の火砕物密度流及び溶岩流を噴出したとされている。主活動期末期には、これらの火山群の北東側山腹付近から噴出した正津川火砕流に伴ってカルデラが形成されたとしている。後カルデラ活動期においては、カルデラ内の北部に火砕丘が形成された後、安山岩～デイサイト質の火砕物密度流及び溶岩流並びに溶岩円頂丘を噴出し、剣山等が形成されたとしている。</p> <p>また、富樫（1977）<sup>(15)</sup>によれば、恐山起源の噴出物は、斑晶鉱物の構成、岩石組織、化学組成等の特徴から、釜臥山及び障子山の噴出物からなるマグマ系列並びに主活動期及び後カルデラ活動期の火山噴出物からなるマグマ系列に区分されている。「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」（第四紀火山カタログ委員会編，1999）<sup>(10)</sup>も同様に、恐山を構成する個別火山体として、釜臥山及び障子山の噴出物を「釜臥山」に、主活動期及び後カルデラ活動期の噴出物を「火砕流」に区分している。</p> <p>守屋（1979）<sup>(16)</sup>及び守屋（1983）<sup>(17)</sup>によれば、噴出物の組成、噴火タイプ、火山体の形状等の特徴に基づき、成層火山の発達過程は第1期～第4期に区分されており、守屋（1983）<sup>(17)</sup>によれば、恐山の活動がこの発達過程を既に経ており、第4期に位置づけられるとされている。</p> <p>青木（1990）<sup>(18)</sup>によれば、釜臥山の形成が約1.0Ma、溶岩円頂丘の</p>	<p>主活動期、後カルデラ活動期に区分されている。釜臥山活動期においては、釜臥山及び障子山が形成され、釜臥山では玄武岩質安山岩の溶岩流及び同質の火砕物密度流を噴出し、障子山ではデイサイト質の溶岩流及び溶岩円頂丘並びに同質の火砕物密度流を噴出したとされている。主活動期においては、屏風山から大尽山、円山及び朝比奈岳に至る南東－北西方向に並ぶ火山群から主に安山岩質～デイサイト質の火砕物密度流及び溶岩流を噴出したとされている。主活動期末期には、これらの火山群の北東側山腹付近から噴出した正津川火砕流に伴ってカルデラが形成されたとしている。後カルデラ活動期においては、カルデラ内の北部に火砕丘が形成された後、安山岩～デイサイト質の火砕物密度流及び溶岩流並びに溶岩円頂丘を噴出し、剣山等が形成されたとしている。</p> <p>また、富樫（1977）<sup>(15)</sup>によれば、恐山起源の噴出物は、斑晶鉱物の構成、岩石組織、化学組成等の特徴から、釜臥山及び障子山の噴出物からなるマグマ系列並びに主活動期及び後カルデラ活動期の火山噴出物からなるマグマ系列に区分されている。「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」（第四紀火山カタログ委員会編，1999）<sup>(10)</sup>も同様に、恐山を構成する個別火山体として、釜臥山及び障子山の噴出物を「釜臥山」に、主活動期及び後カルデラ活動期の噴出物を「火砕流」に区分している。</p> <p>守屋（1979）<sup>(16)</sup>及び守屋（1983）<sup>(17)</sup>によれば、噴出物の組成、噴火タイプ、火山体の形状等の特徴に基づき、成層火山の発達過程は第1期～第4期に区分されており、守屋（1983）<sup>(17)</sup>によれば、恐山の活動がこの発達過程を既に経ており、第4期に位置づけられるとされている。</p> <p>青木（1990）<sup>(18)</sup>によれば、釜臥山の形成が約1.0Ma、溶岩円頂丘の</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>形成が0.2Maとされている。</p> <p>小林ほか(2011)<sup>(19)</sup>によれば、屏風山-朝比奈岳火山群の年代測定結果等から、恐山の活動を約146万年前～約68万年前の溶岩流等の噴出に伴い山体を形成した活動(釜臥山を含む外輪山の活動)と約48万年前～約8万年前の宇曾利カルデラを中心とした火砕物密度流・降下火砕物主体の爆発的活動に大別し、小林・水上(2012)<sup>(20)</sup>によれば、前者を古恐山火山、後者を新恐山火山と定義し、これらの活動の間には、約20万年間の非活動期間が推定されるとしている。</p> <p>桑原・山崎(2001)<sup>(21)</sup>によれば、最近45万年間の恐山の噴出物は、下位より田名部Dテフラ(Tn-D)、田名部Cテフラ(Tn-C)、田名部Bテフラ(Tn-B)及び田名部Aテフラ(Tn-A)に区分され、Tn-C～Tn-Aは宇曾利カルデラ形成後に噴出したとされている。また、海成段丘堆積物との層位関係から、Tn-Dの噴出年代は海洋酸素同位体比ステージ(以下、「MIS」という。)10以前、Tn-C～Tn-Aの噴出時期はMIS8とされており、それ以降、恐山では周辺地域にテフラをもたらすような爆発的噴火はないとされている。</p> <p>恐山の噴出物の年代について、以下の放射年代値が得られている。</p> <p>釜臥山と障子山を構成する溶岩の年代としては、カリウム・アルゴン法年代測定(以下、「K-Ar年代測定」という。)により、それぞれ<math>0.74 \pm 0.06\text{Ma}</math>、<math>0.81 \pm 0.05\text{Ma}</math>の年代値が得られている(伴ほか、1992)<sup>(22)</sup>。朝比奈岳を構成する溶岩の年代として、K-Ar年代測定により<math>1.18 \pm 0.11\text{Ma}</math>及び<math>1.27 \pm 0.11\text{Ma}</math>の年代値が得られている(資源エネルギー庁、1994)<sup>(23)</sup>。また、恐山周辺に分布する火砕流堆積物の年代としては、電子スピン共鳴法年代測定により<math>0.32\text{Ma} \sim 0.19\text{Ma}</math>(Imai and Shimokawa, 1988)<sup>(24)</sup>、フィッシュン・トラック法年代測定(以下、「FT年代測定」という。)により<math>0.52 \pm 0.09\text{Ma}</math>(Tn-D: 桑</p>	<p>形成が0.2Maとされている。</p> <p>小林ほか(2011)<sup>(19)</sup>によれば、屏風山-朝比奈岳火山群の年代測定結果等から、恐山の活動を約146万年前～約68万年前の溶岩流等の噴出に伴い山体を形成した活動(釜臥山を含む外輪山の活動)と約48万年前～約8万年前の宇曾利カルデラを中心とした火砕物密度流・降下火砕物主体の爆発的活動に大別し、小林・水上(2012)<sup>(20)</sup>によれば、前者を古恐山火山、後者を新恐山火山と定義し、これらの活動の間には、約20万年間の非活動期間が推定されるとしている。</p> <p>桑原・山崎(2001)<sup>(21)</sup>によれば、最近45万年間の恐山の噴出物は、下位より田名部Dテフラ(Tn-D)、田名部Cテフラ(Tn-C)、田名部Bテフラ(Tn-B)及び田名部Aテフラ(Tn-A)に区分され、Tn-C～Tn-Aは宇曾利カルデラ形成後に噴出したとされている。また、海成段丘堆積物との層位関係から、Tn-Dの噴出年代は海洋酸素同位体比ステージ(以下、「MIS」という。)10以前、Tn-C～Tn-Aの噴出時期はMIS8とされており、それ以降、恐山では周辺地域にテフラをもたらすような爆発的噴火はないとされている。</p> <p>恐山の噴出物の年代について、以下の放射年代値が得られている。</p> <p>釜臥山と障子山を構成する溶岩の年代としては、カリウム・アルゴン法年代測定(以下、「K-Ar年代測定」という。)により、それぞれ<math>0.74 \pm 0.06\text{Ma}</math>、<math>0.81 \pm 0.05\text{Ma}</math>の年代値が得られている(伴ほか、1992)<sup>(22)</sup>。朝比奈岳を構成する溶岩の年代として、K-Ar年代測定により<math>1.18 \pm 0.11\text{Ma}</math>及び<math>1.27 \pm 0.11\text{Ma}</math>の年代値が得られている(資源エネルギー庁、1994)<sup>(23)</sup>。また、恐山周辺に分布する火砕流堆積物の年代としては、電子スピン共鳴法年代測定により<math>0.32\text{Ma} \sim 0.19\text{Ma}</math>(Imai and Shimokawa, 1988)<sup>(24)</sup>、フィッシュン・トラック法年代測定(以下、「FT年代測定」という。)により<math>0.52 \pm 0.09\text{Ma}</math>(Tn-D: 桑</p>	



事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>原, 2008)<sup>(25)</sup>, 0.18±0.04Ma (Tn-C (正津川火砕流): 桑原, 2006)<sup>(26)</sup>, 350±60ka (Tn-A: 桑原, 2012)<sup>(27)</sup>の年代値が得られている。また, 宇曾利カルデラ内の溶岩円頂丘の年代としては, K-Ar年代測定により, 0.2±0.5Ma (新エネルギー総合開発機構, 1986a)<sup>(28)</sup>の年代値が得られている。このほか, 恐山起源の軽石凝灰岩等のFT年代測定による約0.9Ma～約0.2Ma (電源開発株式会社, 2008)<sup>(29)</sup>の年代値が得られている。</p> <p>(b) 地形調査</p> <p>恐山周辺の地形図を第7.3-2図に示す。</p> <p>恐山は, 釜臥山 (標高 879m) を最高峰とし, その西側には障子山 (標高 863m) が分布する。釜臥山及び障子山の北方には, 東から屏風山 (標高 628m), 大尽山 (標高 828m), 円山 (標高 807m), 朝比奈岳 (標高 874m) 等が南東-北西方向に連なる外輪山の一部となり, その北東には宇曾利カルデラが形成されている。カルデラ内には, 宇曾利山湖 (標高 214m) があり, その北側には, 剣山 (標高 402m), 地蔵山 (標高 331m), 鶏頭山 (標高 321m) 等が分布する。釜臥山, 障子山等は比較的急峻な地形を呈するが, 恐山の北東斜面は緩やかな丘陵状を呈し, 開析が進行している。</p> <p>宇曾利山湖には, 小尽沢, 大尽沢等が流入する。また, 宇曾利山湖の北東から正津川が流出し, 正津川は恐山の北東斜面を流下して津軽海峡に注ぐ。大畑川, 出戸川及び美付川も同様に恐山の北東斜面を流下して津軽海峡に注ぐ。一方, 川内川, 高野川, 永下川, 大荒川, 田名部川等は, 恐山の西斜面～南斜面及び東斜面を流下して陸奥湾に注ぐ。</p> <p>(c) 地質調査及び火山学的調査</p> <p>恐山起源の噴出物の層序を第7.3-3表に示す。</p>	<p>原, 2008)<sup>(25)</sup>, 0.18±0.04Ma (Tn-C (正津川火砕流): 桑原, 2006)<sup>(26)</sup>, 350±60ka (Tn-A: 桑原, 2012)<sup>(27)</sup>の年代値が得られている。また, 宇曾利カルデラ内の溶岩円頂丘の年代としては, K-Ar年代測定により, 0.2±0.5Ma (新エネルギー総合開発機構, 1986a)<sup>(28)</sup>の年代値が得られている。このほか, 恐山起源の軽石凝灰岩等のFT年代測定による約0.9Ma～約0.2Ma (電源開発株式会社, 2008)<sup>(29)</sup>の年代値が得られている。</p> <p>(b) 地形調査</p> <p>恐山周辺の地形図を第7.3-2図に示す。</p> <p>恐山は, 釜臥山 (標高 879m) を最高峰とし, その西側には障子山 (標高 863m) が分布する。釜臥山及び障子山の北方には, 東から屏風山 (標高 628m), 大尽山 (標高 828m), 円山 (標高 807m), 朝比奈岳 (標高 874m) 等が南東-北西方向に連なる外輪山の一部となり, その北東には宇曾利カルデラが形成されている。カルデラ内には, 宇曾利山湖 (標高 214m) があり, その北側には, 剣山 (標高 402m), 地蔵山 (標高 331m), 鶏頭山 (標高 321m) 等が分布する。釜臥山, 障子山等は比較的急峻な地形を呈するが, 恐山の北東斜面は緩やかな丘陵状を呈し, 開析が進行している。</p> <p>宇曾利山湖には, 小尽沢, 大尽沢等が流入する。また, 宇曾利山湖の北東から正津川が流出し, 正津川は恐山の北東斜面を流下して津軽海峡に注ぐ。大畑川, 出戸川及び美付川も同様に恐山の北東斜面を流下して津軽海峡に注ぐ。一方, 川内川, 高野川, 永下川, 大荒川, 田名部川等は, 恐山の西斜面～南斜面及び東斜面を流下して陸奥湾に注ぐ。</p> <p>(c) 地質調査及び火山学的調査</p> <p>恐山起源の噴出物の層序を第7.3-3表に示す。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>恐山起源の噴出物は、下位より古恐山火山の噴出物と新恐山火山の噴出物に大別される。古恐山火山の噴出物は、屏風山から朝比奈岳にかけて南東－北東方向に連なる円錐型の火山群の火山噴出物（以下、「屏風山－朝比奈岳火山群噴出物」という。）、釜臥山、障子山等からなる円錐型の火山群の火山噴出物（以下、「釜臥山・障子山火山群噴出物」という。）に区分される。新恐山火山の噴出物は、恐山周辺に広く分布する火砕流堆積物及び降下火砕物等の火山噴出物（以下、「恐山周辺噴出物」という。）、宇曽利カルデラ内に分布する剣山及び鶏頭山等の溶岩ドーム群と降下火砕物からなる火山噴出物（以下、「宇曽利カルデラ内噴出物」という。）に区分される。</p> <p>i 屏風山－朝比奈岳火山群噴出物</p> <p>本火山群の噴出物は、主に溶岩流及び溶岩ドームからなり、宇曽利カルデラの東縁及び南縁～西縁の外輪山を構成している。富樫(1977)<sup>(15)</sup>によれば、本火山群の溶岩流は安山岩～デイサイトとされている。</p> <p>屏風山－朝比奈岳火山群は、釜臥山及び障子山の火山体よりも開析が進行するものの、地形的にこれらの火山体の一部を覆い、また、上位の恐山周辺噴出物に覆われる。これらの噴出物の分布は、火山体近傍に限られ、敷地近傍においては認められない。噴出年代については、K-Ar年代測定により、朝比奈岳の溶岩流で<math>1.46 \pm 0.05\text{Ma}</math>、大尽山の溶岩流で<math>0.99 \pm 0.06\text{Ma}</math>、円山の溶岩流で<math>0.92 \pm 0.06\text{Ma}</math>の年代値が得られた。また、屏風山の溶岩流については、K-Ar年代測定により<math>0.68 \pm 0.03\text{Ma}</math>、熱ルミネッセンス法年代測定（以下、「TL年代測定」という。）により<math>0.92 \pm 0.13\text{Ma}</math>の年代値が得られた。</p> <p>ii 釜臥山・障子山火山群噴出物</p> <p>釜臥山は主に溶岩流からなり、その山麓部にはスコリア質の火砕流堆積物が分布する。障子山は溶岩流及び溶岩ドームを主体とし、その</p>	<p>恐山起源の噴出物は、下位より古恐山火山の噴出物と新恐山火山の噴出物に大別される。古恐山火山の噴出物は、屏風山から朝比奈岳にかけて南東－北東方向に連なる円錐型の火山群の火山噴出物（以下、「屏風山－朝比奈岳火山群噴出物」という。）、釜臥山、障子山等からなる円錐型の火山群の火山噴出物（以下、「釜臥山・障子山火山群噴出物」という。）に区分される。新恐山火山の噴出物は、恐山周辺に広く分布する火砕流堆積物及び降下火砕物等の火山噴出物（以下、「恐山周辺噴出物」という。）、宇曽利カルデラ内に分布する剣山及び鶏頭山等の溶岩ドーム群と降下火砕物からなる火山噴出物（以下、「宇曽利カルデラ内噴出物」という。）に区分される。</p> <p>i 屏風山－朝比奈岳火山群噴出物</p> <p>本火山群の噴出物は、主に溶岩流及び溶岩ドームからなり、宇曽利カルデラの東縁及び南縁～西縁の外輪山を構成している。富樫(1977)<sup>(15)</sup>によれば、本火山群の溶岩流は安山岩～デイサイトとされている。</p> <p>屏風山－朝比奈岳火山群は、釜臥山及び障子山の火山体よりも開析が進行するものの、地形的にこれらの火山体の一部を覆い、また、上位の恐山周辺噴出物に覆われる。これらの噴出物の分布は、火山体近傍に限られ、敷地近傍においては認められない。噴出年代については、K-Ar年代測定により、朝比奈岳の溶岩流で<math>1.46 \pm 0.05\text{Ma}</math>、大尽山の溶岩流で<math>0.99 \pm 0.06\text{Ma}</math>、円山の溶岩流で<math>0.92 \pm 0.06\text{Ma}</math>の年代値が得られた。また、屏風山の溶岩流については、K-Ar年代測定により<math>0.68 \pm 0.03\text{Ma}</math>、熱ルミネッセンス法年代測定（以下、「TL年代測定」という。）により<math>0.92 \pm 0.13\text{Ma}</math>の年代値が得られた。</p> <p>ii 釜臥山・障子山火山群噴出物</p> <p>釜臥山は主に溶岩流からなり、その山麓部にはスコリア質の火砕流堆積物が分布する。障子山は溶岩流及び溶岩ドームを主体とし、その</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>山麓には火砕流堆積物が分布する。富樫（1977）<sup>(15)</sup>によれば、釜臥山の溶岩流は玄武岩質安山岩～安山岩、障子山の溶岩流はデイサイトとされている。</p> <p>これらの噴出物の分布は、火山体近傍に限られ、敷地近傍においては認められない。</p> <p>噴出年代は、伴ほか（1992）<sup>(22)</sup>によれば、K-Ar年代測定により釜臥山の溶岩流で0.74±0.06Ma、障子山の溶岩流で0.81±0.05Maの年代値が得られている。なお、障子山は、地形的に釜臥山の火山体を被覆している。</p> <p>iii 恐山周辺噴出物</p> <p>恐山周辺噴出物の層位関係及び年代測定結果を第7.3-3図に、恐山周辺における火砕流堆積物の分布を第7.3-4図に、主な降下火砕物の分布を第7.3-5図に示す。</p> <p>恐山周辺噴出物は、12層の火砕流堆積物、17層の降下火砕物及び3層の岩屑なだれ堆積物からなり、下位より戸沢川火砕流堆積物（Os-<sup>とざわ</sup>Tz）、八木沢火砕流堆積物（Os-Yg）及びOs-Ygfa、<sup>やぎさわ</sup>襲川岩屑なだれ堆積物、Os-Kyfa、高野川火砕流堆積物（Os-Ky）、大畑川岩屑なだれ堆積物、<sup>おとしのざわ</sup>落野沢火砕流堆積物（Os-0t）、Os-0tu、正津川岩屑なだれ堆積物、出戸川第1火砕流堆積物（Os-De1）、出戸川第1'火砕流堆積物（Os-De1'）、Os-De1u、Os-1、出戸川第2火砕流堆積物（Os-De2）、出戸川第3火砕流堆積物（Os-De3）、Os-2、正津川火砕流堆積物（Os-Sh）、Tn-C-2、Tn-C-3、<sup>ふたまたざわ</sup>二又沢火砕流堆積物（Os-Ft）、Os-3、Os-4、Tn-A-3、Os-5、Tn-A-5、Tn-A-6、<sup>せきね</sup>関根第1火砕流堆積物（Os-Sk1）、<sup>みやしろ</sup>関根第2火砕流堆積物（Os-Sk2）、Os-6、Tn-A-8、宮後テフラとなっている。</p> <p>（i）火山噴出物の種類及び分布</p> <p>火砕流堆積物のうち、Os-Tz、Os-Yg及びOs-Kyは恐山南斜面のみ</p>	<p>山麓には火砕流堆積物が分布する。富樫（1977）<sup>(15)</sup>によれば、釜臥山の溶岩流は玄武岩質安山岩～安山岩、障子山の溶岩流はデイサイトとされている。</p> <p>これらの噴出物の分布は、火山体近傍に限られ、敷地近傍においては認められない。</p> <p>噴出年代は、伴ほか（1992）<sup>(22)</sup>によれば、K-Ar年代測定により釜臥山の溶岩流で0.74±0.06Ma、障子山の溶岩流で0.81±0.05Maの年代値が得られている。なお、障子山は、地形的に釜臥山の火山体を被覆している。</p> <p>iii 恐山周辺噴出物</p> <p>恐山周辺噴出物の層位関係及び年代測定結果を第7.3-3図に、恐山周辺における火砕流堆積物の分布を第7.3-4図に、主な降下火砕物の分布を第7.3-5図に示す。</p> <p>恐山周辺噴出物は、12層の火砕流堆積物、17層の降下火砕物及び3層の岩屑なだれ堆積物からなり、下位より戸沢川火砕流堆積物（Os-<sup>とざわ</sup>Tz）、八木沢火砕流堆積物（Os-Yg）及びOs-Ygfa、<sup>やぎさわ</sup>襲川岩屑なだれ堆積物、Os-Kyfa、高野川火砕流堆積物（Os-Ky）、大畑川岩屑なだれ堆積物、<sup>おとしのざわ</sup>落野沢火砕流堆積物（Os-0t）、Os-0tu、正津川岩屑なだれ堆積物、出戸川第1火砕流堆積物（Os-De1）、出戸川第1'火砕流堆積物（Os-De1'）、Os-De1u、Os-1、出戸川第2火砕流堆積物（Os-De2）、出戸川第3火砕流堆積物（Os-De3）、Os-2、正津川火砕流堆積物（Os-Sh）、Tn-C-2、Tn-C-3、<sup>ふたまたざわ</sup>二又沢火砕流堆積物（Os-Ft）、Os-3、Os-4、Tn-A-3、Os-5、Tn-A-5、Tn-A-6、<sup>せきね</sup>関根第1火砕流堆積物（Os-Sk1）、<sup>みやしろ</sup>関根第2火砕流堆積物（Os-Sk2）、Os-6、Tn-A-8、宮後テフラとなっている。</p> <p>（i）火山噴出物の種類及び分布</p> <p>火砕流堆積物のうち、Os-Tz、Os-Yg及びOs-Kyは恐山南斜面のみ</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>に、0s-De1, 0s-De1', 0s-De2 及び 0s-De3 は北東斜面のみに分布する。一方、0s-0t 及び 0s-Sh は、恐山の南斜面と北東斜面の広い範囲に分布し、特に、0s-Sh は 0s-2 に伴って噴出した火砕物密度流であり、火砕流堆積物の中で最も分布範囲が広く、この火砕物密度流の噴出に伴ってカルデラが形成された。0s-Sh 以降に噴出した火砕物密度流では、0s-Ft は東斜面の狭い範囲に分布するが、0s-Sk1 及び 0s-Sk2 は東斜面～北東斜面にかけて広い範囲に分布する。これらの火砕流堆積物は、全体に塊状な層相を示し、細粒もしくは粗粒火山灰を基質として、軽石、デイサイト、安山岩等の火山礫を含む。</p> <p>敷地及び敷地付近のボーリング調査結果等によると、これらの火砕流堆積物のうち、0s-Sh, 0s-Ft 及び 0s-Sk1 が確認された。0s-Sh は、敷地西方では層厚約 5.6m～約 8.9mで、敷地内西縁では層厚約 3mで確認され、敷地内で消滅することを確認した。0s-Ft は敷地西方から、敷地内及び敷地東方まで層厚約 1.3m～約 2.3mで確認される。0s-Sk1 は、敷地東方では確認されないものの、敷地西方では層厚約 6.8mで確認され、敷地内では約 0.2m～約 2.7mで東に向かって層厚が薄くなる。これらのいずれの火砕流堆積物も、敷地以東の海食崖や海成段丘面上で認められないことから、敷地付近が分布の末端となっているものと判断される。</p> <p>岩屑なだれ堆積物のうち、大畑川岩屑なだれ堆積物及び正津川岩屑なだれ堆積物は、恐山北北東斜面から津軽海峡沿岸にかけて広く分布するが、敷地及び敷地近傍においては確認されない。なお、これらの岩屑なだれ堆積物は、カルデラ形成に伴って噴出した 0s-Sh の下位に存在し、また、現在の恐山の外輪山には、これらの崩壊源となる大規模な崩壊地形は認められないことから、カルデラ形成に伴って崩壊源も失われたと考えられる。</p>	<p>に、0s-De1, 0s-De1', 0s-De2 及び 0s-De3 は北東斜面のみに分布する。一方、0s-0t 及び 0s-Sh は、恐山の南斜面と北東斜面の広い範囲に分布し、特に、0s-Sh は 0s-2 に伴って噴出した火砕物密度流であり、火砕流堆積物の中で最も分布範囲が広く、この火砕物密度流の噴出に伴ってカルデラが形成された。0s-Sh 以降に噴出した火砕物密度流では、0s-Ft は東斜面の狭い範囲に分布するが、0s-Sk1 及び 0s-Sk2 は東斜面～北東斜面にかけて広い範囲に分布する。これらの火砕流堆積物は、全体に塊状な層相を示し、細粒もしくは粗粒火山灰を基質として、軽石、デイサイト、安山岩等の火山礫を含む。</p> <p>敷地及び敷地付近のボーリング調査結果等によると、これらの火砕流堆積物のうち、0s-Sh, 0s-Ft 及び 0s-Sk1 が確認された。0s-Sh は、敷地西方では層厚約 5.6m～約 8.9mで、敷地内西縁では層厚約 3mで確認され、敷地内で消滅することを確認した。0s-Ft は敷地西方から、敷地内及び敷地東方まで層厚約 1.3m～約 2.3mで確認される。0s-Sk1 は、敷地東方では確認されないものの、敷地西方では層厚約 6.8mで確認され、敷地内では約 0.2m～約 2.7mで東に向かって層厚が薄くなる。これらのいずれの火砕流堆積物も、敷地以東の海食崖や海成段丘面上で認められないことから、敷地付近が分布の末端となっているものと判断される。</p> <p>岩屑なだれ堆積物のうち、大畑川岩屑なだれ堆積物及び正津川岩屑なだれ堆積物は、恐山北北東斜面から津軽海峡沿岸にかけて広く分布するが、敷地及び敷地近傍においては確認されない。なお、これらの岩屑なだれ堆積物は、カルデラ形成に伴って噴出した 0s-Sh の下位に存在し、また、現在の恐山の外輪山には、これらの崩壊源となる大規模な崩壊地形は認められないことから、カルデラ形成に伴って崩壊源も失われたと考えられる。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>降下火砕物のうち、Os-Ygfa, Os-Kyfa, Os-Otu, Os-DeLu及びOs-1～Os-6は軽石を主体とした淘汰の良い火山礫からなる。このうち最も広い範囲に分布するOs-2は、恐山東麓において層厚100cm以上、敷地及び敷地付近のボーリング調査結果によると最大層厚約80cmで確認された。Tn-C-2, Tn-C-3, Tn-A-3, Tn-A-5, Tn-A-6及びTn-A-8は、桑原・山崎(2001)<sup>(21)</sup>によれば、マグマ水蒸気噴火に伴う火山噴出物とされており、小規模噴火を繰り返したことを示す細粒火山灰及び中粒火山灰の細互層からなり、火山豆石を含む特徴が認められる。このうち、最も広い分布を示すTn-A-8は恐山東麓において層厚約400cm以上、敷地東方の東<small>ひがし</small>通<small>どおり</small>村<small>いなざき</small>稲崎付近において層厚約110cmで確認された。また、宮後テフラは、主に変質した岩片や鉱物を含む淘汰の良い細粒火山灰からなり、火山ガラス及び新鮮な鉱物からなる本質物質を含まないことから、水蒸気噴火に伴う火山噴出物と判断される。この宮後テフラは、恐山東麓のむつ市内において層厚約10cmであり、敷地では確認されない。</p> <p>(ii) 噴出時期</p> <p>Os-Ygfa及びOs-Kyfaは、H<sub>2</sub>面堆積物を覆うローム層の最下部に挟在することから、これらの噴出時期はMIS13からMIS12の移行期と判断される。Os-Ygfaの上位に位置するOs-OtのTL年代測定による年代値は0.591±0.118Maである。</p> <p>Os-1は、H<sub>3</sub>面堆積物を覆い、H<sub>4</sub>面堆積物を覆うローム層中には認められない。同降下火砕物とH<sub>3</sub>面堆積物との間には層厚3mのローム層が分布し、Os-1直上には赤色土壌化帯が存在する。これらのことから、Os-1の噴出時期はMIS10～MIS9の移行期と判断される。</p> <p>Os-2及びOs-Shは、H<sub>4</sub>面堆積物を覆うローム層中及びH<sub>5</sub>'面堆積物下位の谷埋堆積物中に挟在することから、これらの噴出時期は</p>	<p>降下火砕物のうち、Os-Ygfa, Os-Kyfa, Os-Otu, Os-DeLu及びOs-1～Os-6は軽石を主体とした淘汰の良い火山礫からなる。このうち最も広い範囲に分布するOs-2は、恐山東麓において層厚100cm以上、敷地及び敷地付近のボーリング調査結果によると最大層厚約80cmで確認された。Tn-C-2, Tn-C-3, Tn-A-3, Tn-A-5, Tn-A-6及びTn-A-8は、桑原・山崎(2001)<sup>(21)</sup>によれば、マグマ水蒸気噴火に伴う火山噴出物とされており、小規模噴火を繰り返したことを示す細粒火山灰及び中粒火山灰の細互層からなり、火山豆石を含む特徴が認められる。このうち、最も広い分布を示すTn-A-8は恐山東麓において層厚約400cm以上、敷地東方の東<small>ひがし</small>通<small>どおり</small>村<small>いなざき</small>稲崎付近において層厚約110cmで確認された。また、宮後テフラは、主に変質した岩片や鉱物を含む淘汰の良い細粒火山灰からなり、火山ガラス及び新鮮な鉱物からなる本質物質を含まないことから、水蒸気噴火に伴う火山噴出物と判断される。この宮後テフラは、恐山東麓のむつ市内において層厚約10cmであり、敷地では確認されない。</p> <p>(ii) 噴出時期</p> <p>Os-Ygfa及びOs-Kyfaは、H<sub>2</sub>面堆積物を覆うローム層の最下部に挟在することから、これらの噴出時期はMIS13からMIS12の移行期と判断される。Os-Ygfaの上位に位置するOs-OtのTL年代測定による年代値は0.591±0.118Maである。</p> <p>Os-1は、H<sub>3</sub>面堆積物を覆い、H<sub>4</sub>面堆積物を覆うローム層中には認められない。同降下火砕物とH<sub>3</sub>面堆積物との間には層厚3mのローム層が分布し、Os-1直上には赤色土壌化帯が存在する。これらのことから、Os-1の噴出時期はMIS10～MIS9の移行期と判断される。</p> <p>Os-2及びOs-Shは、H<sub>4</sub>面堆積物を覆うローム層中及びH<sub>5</sub>'面堆積物下位の谷埋堆積物中に挟在することから、これらの噴出時期は</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>MIS 8～MIS 7の海進期と判断される。0s-2のTL年代測定による年代値は0.341±0.102Maである。</p> <p>0s-Ft, 0s-3, 0s-4, 0s-5, 0s-Sk1, 0s-Sk2, 0s-6及びマグマ水蒸気噴火に伴う降下火砕物は、H<sub>5</sub>'面堆積物を覆い、H<sub>5</sub>面堆積物に覆われることから、その噴出時期はMIS 7における小海退期と判断される。また、FT年代測定により、0s-Sk2で0.30±0.05Ma, 0s-6及びTn-A-8の上位に位置する起源不明の中野沢第2テフラ（以下、「NK-2」という。）では、0.21±0.05Maの年代値が得られている。</p> <p>宮後テフラは、むつ市宮後付近において洞爺テフラ（約11.5万年前～約11.2万年前）の約70cm上位に、阿蘇4テフラ（約9万年前～約8.5万年前）の約50cm上位に分布することから、その噴出時期は約8万年前～約6万年前と判断される。</p> <p>iv 宇曽利カルデラ内噴出物</p> <p>宇曽利カルデラ内の地質図を第7.3-6図に、宇曽利山湖岸に分布する堆積物の模式断面図を第7.3-7図に示す。</p> <p>(i) 火山噴出物の種類及び分布</p> <p>宇曽利山湖の北側には、剣山、地蔵山及び鶏頭山（以下、「北鶏頭山」と「南鶏頭山」に細分する。）の溶岩ドーム群と剣山を取り囲む火砕丘が分布する。溶岩ドーム群は安山岩～デイサイトからなる。また、宇曽利山湖北側の正津川沿いには、剣山を構成する溶岩や火砕物等をブロック状に含む小規模な岩屑なだれ堆積物が分布するが、敷地近傍において、これらの堆積物は認められない。</p> <p>ボーリング調査結果等によると、宇曽利山湖岸に分布する堆積物は、下位から、河成堆積物（土石流状堆積物含む）及び薄い崖錐・扇状地堆積物からなるA層、主に湖成堆積物からなるB層～E層、崖錐・扇状地堆積物からなるF層に区分される。</p>	<p>MIS 8～MIS 7の海進期と判断される。0s-2のTL年代測定による年代値は0.341±0.102Maである。</p> <p>0s-Ft, 0s-3, 0s-4, 0s-5, 0s-Sk1, 0s-Sk2, 0s-6及びマグマ水蒸気噴火に伴う降下火砕物は、H<sub>5</sub>'面堆積物を覆い、H<sub>5</sub>面堆積物に覆われることから、その噴出時期はMIS 7における小海退期と判断される。また、FT年代測定により、0s-Sk2で0.30±0.05Ma, 0s-6及びTn-A-8の上位に位置する起源不明の中野沢第2テフラ（以下、「NK-2」という。）では、0.21±0.05Maの年代値が得られている。</p> <p>宮後テフラは、むつ市宮後付近において洞爺テフラ（約11.5万年前～約11.2万年前）の約70cm上位に、阿蘇4テフラ（約9万年前～約8.5万年前）の約50cm上位に分布することから、その噴出時期は約8万年前～約6万年前と判断される。</p> <p>iv 宇曽利カルデラ内噴出物</p> <p>宇曽利カルデラ内の地質図を第7.3-6図に、宇曽利山湖岸に分布する堆積物の模式断面図を第7.3-7図に示す。</p> <p>(i) 火山噴出物の種類及び分布</p> <p>宇曽利山湖の北側には、剣山、地蔵山及び鶏頭山（以下、「北鶏頭山」と「南鶏頭山」に細分する。）の溶岩ドーム群と剣山を取り囲む火砕丘が分布する。溶岩ドーム群は安山岩～デイサイトからなる。また、宇曽利山湖北側の正津川沿いには、剣山を構成する溶岩や火砕物等をブロック状に含む小規模な岩屑なだれ堆積物が分布するが、敷地近傍において、これらの堆積物は認められない。</p> <p>ボーリング調査結果等によると、宇曽利山湖岸に分布する堆積物は、下位から、河成堆積物（土石流状堆積物含む）及び薄い崖錐・扇状地堆積物からなるA層、主に湖成堆積物からなるB層～E層、崖錐・扇状地堆積物からなるF層に区分される。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>このうち、E層には層厚約40cmで淘汰の良い粗粒火山灰層(以下、<sup>おにいし</sup>「鬼石テフラ」という。)が挟在する。鬼石テフラは変質した岩片及び鉱物からなり本質物質を含まないことから、水蒸気噴火に伴う噴出物と考えられる。また、本テフラは宇曾利カルデラ外では認められない。</p> <p>宇曾利山湖岸で確認した堆積物の堆積時期は、放射性炭素同位体年代測定(以下、「<sup>14</sup>C年代測定」という。)により、C層では43980±850y. B. P. ～30370±210y. B. P. の年代値を示し、温暖期を示す花粉帯を有することからMIS3と判断される。D層では25740±200y. B. P. ～21870±130y. B. P. の年代値を示し、寒冷期を示す花粉帯を有することからMIS2と判断される。E層では17800±100y. B. P. ～8190±70y. B. P. の年代値を示し、下部では寒冷期、上部では温暖期初期の花粉帯を有することからMIS2及びMIS1初期と判断される。F層では6450±40y. B. P. ～520±50y. B. P. の年代値を示し、温暖期の花粉帯を有することからMIS1と判断される。</p> <p>(ii) 噴出時期</p> <p>火砕丘については、FT年代測定により0.20±0.06Ma、TL年代測定により0.078±0.023Maの年代値が得られている。溶岩ドームについては、北鶏頭山ではFT年代測定により0.18±0.13Ma、南鶏頭山ではFT年代測定により0.08±0.03Ma、TL年代測定により0.156±0.047Maの年代値が、剣山ではFT年代測定により0.06±0.03Ma、TL年代測定により0.095±0.028Maの年代値がそれぞれ得られている。</p> <p>鬼石テフラについては、<sup>14</sup>C年代測定により、同テフラの下位で21870±130y. B. P.、上位の不整合面直上の湖成堆積物中で17600±100y. B. P. の年代値が得られていることから、本テフラの噴</p>	<p>このうち、E層には層厚約40cmで淘汰の良い粗粒火山灰層(以下、<sup>おにいし</sup>「鬼石テフラ」という。)が挟在する。鬼石テフラは変質した岩片及び鉱物からなり本質物質を含まないことから、水蒸気噴火に伴う噴出物と考えられる。また、本テフラは宇曾利カルデラ外では認められない。</p> <p>宇曾利山湖岸で確認した堆積物の堆積時期は、放射性炭素同位体年代測定(以下、「<sup>14</sup>C年代測定」という。)により、C層では43980±850y. B. P. ～30370±210y. B. P. の年代値を示し、温暖期を示す花粉帯を有することからMIS3と判断される。D層では25740±200y. B. P. ～21870±130y. B. P. の年代値を示し、寒冷期を示す花粉帯を有することからMIS2と判断される。E層では17800±100y. B. P. ～8190±70y. B. P. の年代値を示し、下部では寒冷期、上部では温暖期初期の花粉帯を有することからMIS2及びMIS1初期と判断される。F層では6450±40y. B. P. ～520±50y. B. P. の年代値を示し、温暖期の花粉帯を有することからMIS1と判断される。</p> <p>(ii) 噴出時期</p> <p>火砕丘については、FT年代測定により0.20±0.06Ma、TL年代測定により0.078±0.023Maの年代値が得られている。溶岩ドームについては、北鶏頭山ではFT年代測定により0.18±0.13Ma、南鶏頭山ではFT年代測定により0.08±0.03Ma、TL年代測定により0.156±0.047Maの年代値が、剣山ではFT年代測定により0.06±0.03Ma、TL年代測定により0.095±0.028Maの年代値がそれぞれ得られている。</p> <p>鬼石テフラについては、<sup>14</sup>C年代測定により、同テフラの下位で21870±130y. B. P.、上位の不整合面直上の湖成堆積物中で17600±100y. B. P. の年代値が得られていることから、本テフラの噴</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>出時期は約2万年前と判断される。</p> <p>宇曾利山湖岸にはMIS3以降の堆積物がほぼ連続的に堆積するが、火山噴出物として認められるのは鬼石テフラのみである。このことから、恐山においては、約8万年前～約6万年前の宮後テフラ噴出後、鬼石テフラ以外に顕著な噴火活動はなかったものと考えられる。したがって、恐山では、約8万年前の剣山溶岩ドームのマグマ噴火を最後にして、マグマが直接関与しない熱水活動が継続しているものと判断される。</p> <p>(d) 恐山の活動史</p> <p>恐山の活動期の区分を第7.3-4表に、マグマ噴出量とマグマ噴出率の時間変化を表す階段ダイヤグラムを第7.3-8図に示す。</p> <p>火山噴出物の層序、年代、噴火タイプ、噴火パターン、火山体の発達過程の特徴等により、恐山は、古恐山火山と新恐山火山の活動に大別され、古恐山火山においては、マグマが直接関与する活動である屏風山-朝比奈岳活動期、釜臥山活動期に区分される。一方、新恐山火山においては、マグマが直接関与する活動である先カルデラー火砕流活動期、カルデラ形成期、後カルデラー火砕流活動期及び剣山活動期とマグマが直接関与しない熱水活動期に区分される。</p> <p>古恐山火山は、釜臥山を含む外輪山を形成する溶岩流主体の活動で特徴づけられ、屏風山-朝比奈岳活動期には、屏風山から朝比奈岳にかけての南東-北西方向に連なる広い範囲において、安山岩～デイサイトの溶岩流及び溶岩ドーム群からなる屏風山-朝比奈岳火山群噴出物の噴出によって、屏風山-朝比奈岳に連なる火山群が形成された。活動期間は、年代測定結果から約146万年前～約68万年前と判断される。マグマ噴出量は約3.2 DRE km<sup>3</sup>（Dense Rock Equivalent：マグマ換算体積）と見積もられる。屏風山-朝比奈岳火山群噴出物の活動期</p>	<p>出時期は約2万年前と判断される。</p> <p>宇曾利山湖岸にはMIS3以降の堆積物がほぼ連続的に堆積するが、火山噴出物として認められるのは鬼石テフラのみである。このことから、恐山においては、約8万年前～約6万年前の宮後テフラ噴出後、鬼石テフラ以外に顕著な噴火活動はなかったものと考えられる。したがって、恐山では、約8万年前の剣山溶岩ドームのマグマ噴火を最後にして、マグマが直接関与しない熱水活動が継続しているものと判断される。</p> <p>(d) 恐山の活動史</p> <p>恐山の活動期の区分を第7.3-4表に、マグマ噴出量とマグマ噴出率の時間変化を表す階段ダイヤグラムを第7.3-8図に示す。</p> <p>火山噴出物の層序、年代、噴火タイプ、噴火パターン、火山体の発達過程の特徴等により、恐山は、古恐山火山と新恐山火山の活動に大別され、古恐山火山においては、マグマが直接関与する活動である屏風山-朝比奈岳活動期、釜臥山活動期に区分される。一方、新恐山火山においては、マグマが直接関与する活動である先カルデラー火砕流活動期、カルデラ形成期、後カルデラー火砕流活動期及び剣山活動期とマグマが直接関与しない熱水活動期に区分される。</p> <p>古恐山火山は、釜臥山を含む外輪山を形成する溶岩流主体の活動で特徴づけられ、屏風山-朝比奈岳活動期には、屏風山から朝比奈岳にかけての南東-北西方向に連なる広い範囲において、安山岩～デイサイトの溶岩流及び溶岩ドーム群からなる屏風山-朝比奈岳火山群噴出物の噴出によって、屏風山-朝比奈岳に連なる火山群が形成された。活動期間は、年代測定結果から約146万年前～約68万年前と判断される。マグマ噴出量は約3.2 DRE km<sup>3</sup>（Dense Rock Equivalent：マグマ換算体積）と見積もられる。屏風山-朝比奈岳火山群噴出物の活動期</p>	



事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>間中においては、釜臥山・障子山の活動（釜臥山活動期）によって、主に玄武岩質安山岩～安山岩、デイサイトの溶岩流及び溶岩ドームからなる釜臥山・障子山火山群噴出物を噴出した。活動期間は、年代測定結果から約80万年前～約76万年前と判断される。マグマ噴出量は約5.6 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。</p> <p>新恐山火山は、宇曽利カルデラを中心とする活動で特徴づけられ、先カルデラー火砕流活動期には、宇曽利カルデラ付近における爆発的な噴火活動に伴って降下火砕物及び火砕物密度流の噴出を繰り返した。降下火砕物は恐山の東方向に降下し、火砕物密度流は恐山山麓にまで流下した。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約48万年前～約30万年前と判断される。マグマ噴出量は約4.0 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。カルデラ形成期には、0s-2及び0s-Shの噴出に伴って宇曽利カルデラが形成された。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約27万年前と判断される。マグマ噴出量は約2.4 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。後カルデラー火砕流活動期には、宇曽利カルデラ内の北部を給源として、火砕物密度流及び降下火砕物の噴出を繰り返した。火砕物密度流は恐山周辺の東斜面～北東斜面を流下し、降下火砕物は恐山の東方向に降下した。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約25万年前～約20万年前と判断される。マグマ噴出量は約1.3 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。剣山活動期には、宇曽利山湖北側において、安山岩～デイサイトの溶岩ドーム群及び同質の火砕丘の噴出によって、北鶏頭山、南鶏頭山、剣山等が形成された。活動期間は、年代測定結果及び地形的な被覆関係から約20万年前～約8万年前と判断される。マグマ噴出量は約0.1 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。熱水活動期には、マグマの噴出は認められず、宇曽利山湖北側の噴気地帯周辺において、水蒸気噴火に伴う宮後テフラ及び鬼石テフラが噴出した。宮後テフラ</p>	<p>間中においては、釜臥山・障子山の活動（釜臥山活動期）によって、主に玄武岩質安山岩～安山岩、デイサイトの溶岩流及び溶岩ドームからなる釜臥山・障子山火山群噴出物を噴出した。活動期間は、年代測定結果から約80万年前～約76万年前と判断される。マグマ噴出量は約5.6 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。</p> <p>新恐山火山は、宇曽利カルデラを中心とする活動で特徴づけられ、先カルデラー火砕流活動期には、宇曽利カルデラ付近における爆発的な噴火活動に伴って降下火砕物及び火砕物密度流の噴出を繰り返した。降下火砕物は恐山の東方向に降下し、火砕物密度流は恐山山麓にまで流下した。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約48万年前～約30万年前と判断される。マグマ噴出量は約4.0 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。カルデラ形成期には、0s-2及び0s-Shの噴出に伴って宇曽利カルデラが形成された。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約27万年前と判断される。マグマ噴出量は約2.4 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。後カルデラー火砕流活動期には、宇曽利カルデラ内の北部を給源として、火砕物密度流及び降下火砕物の噴出を繰り返した。火砕物密度流は恐山周辺の東斜面～北東斜面を流下し、降下火砕物は恐山の東方向に降下した。活動期間は、海成段丘堆積物との層位関係から約25万年前～約20万年前と判断される。マグマ噴出量は約1.3 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。剣山活動期には、宇曽利山湖北側において、安山岩～デイサイトの溶岩ドーム群及び同質の火砕丘の噴出によって、北鶏頭山、南鶏頭山、剣山等が形成された。活動期間は、年代測定結果及び地形的な被覆関係から約20万年前～約8万年前と判断される。マグマ噴出量は約0.1 DRE km<sup>3</sup>と見積もられる。熱水活動期には、マグマの噴出は認められず、宇曽利山湖北側の噴気地帯周辺において、水蒸気噴火に伴う宮後テフラ及び鬼石テフラが噴出した。宮後テフラ</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>は恐山の東麓基部付近にまで達したが、鬼石テフラはカルデラ内のみ に分布に限られる。現在の宇曾利カルデラ付近では僅かな噴気活動が 認められることから、この活動期間は、最新のマグマ噴火により形成 された剣山溶岩ドームの年代測定結果と宮後テフラ及び広域に分布す る降下火砕物との層位関係から、約8万年前～現在と判断される。</p> <p>b. 現在の活動状況</p> <p>(a) 地球物理学的調査</p> <p>i 地震波速度構造</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>堀・長谷川（1999）<sup>(30)</sup>によれば、恐山山頂直下では、最上部マン トルから下部地殻にかけて低V<sub>p</sub>領域が認められ、低V<sub>p</sub>領域内の 深さ45km付近には、液体の存在を示すS波反射面が存在する。また、 このS波反射面の浅部延長方向にあたる低V<sub>p</sub>領域周縁部のモホ面 付近では深部低周波地震が発生している。これらの低V<sub>p</sub>領域及び S波反射面の分布は、恐山のマグマ供給系における深部マグマの形 態を表しており、深部低周波地震の発生はその活動状況を示してい るものとされている。</p> <p>(ii) 地震波トモグラフィ解析</p> <p>気象庁等の地震データ（観測期間1997年10月～2007年3月）に よる地震波速度構造の解析断面を第7.3-9図に示す。また、2000年 10月～2015年12月及び2016年4月～2018年6月に観測された地 震データに基づく、地震波速度構造データ(Matsubara et al., 2019) <sup>(31)</sup>から作図した解析断面を第7.3-10図に示す。</p> <p>双方の地震波速度構造とも、恐山直下では、低V<sub>p</sub>領域が深さ約 50kmから地表付近まで認められる。また、深さ約15km以深では高 V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域が認められる。</p>	<p>は恐山の東麓基部付近にまで達したが、鬼石テフラはカルデラ内のみ に分布に限られる。現在の宇曾利カルデラ付近では僅かな噴気活動が 認められることから、この活動期間は、最新のマグマ噴火により形成 された剣山溶岩ドームの年代測定結果と宮後テフラ及び広域に分布す る降下火砕物との層位関係から、約8万年前～現在と判断される。</p> <p>b. 現在の活動状況</p> <p>(a) 地球物理学的調査</p> <p>i 地震波速度構造</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>堀・長谷川（1999）<sup>(30)</sup>によれば、恐山山頂直下では、最上部マン トルから下部地殻にかけて低V<sub>p</sub>領域が認められ、低V<sub>p</sub>領域内の 深さ45km付近には、液体の存在を示すS波反射面が存在する。また、 このS波反射面の浅部延長方向にあたる低V<sub>p</sub>領域周縁部のモホ面 付近では深部低周波地震が発生している。これらの低V<sub>p</sub>領域及び S波反射面の分布は、恐山のマグマ供給系における深部マグマの形 態を表しており、深部低周波地震の発生はその活動状況を示してい るものとされている。</p> <p>(ii) 地震波トモグラフィ解析</p> <p>気象庁等の地震データ（観測期間1997年10月～2007年3月）に よる地震波速度構造の解析断面を第7.3-9図に示す。また、2000年 10月～2015年12月及び2016年4月～2018年6月に観測された地 震データに基づく、地震波速度構造データ(Matsubara et al., 2019) <sup>(31)</sup>から作図した解析断面を第7.3-10図に示す。</p> <p>双方の地震波速度構造とも、恐山直下では、低V<sub>p</sub>領域が深さ約 50kmから地表付近まで認められる。また、深さ約15km以深では高 V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域が認められる。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>これらの知見を総合的に解釈すると、深さ約 15km 以浅では低V<sub>p</sub>、かつ、低V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域が認められることから、水の存在が示唆される。また、深さ約 15km 以深では、低V<sub>p</sub>、かつ、高V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域が認められることから、マグマ等の流体が存在する可能性も考えられるが、恐山直下の上部地殻の少なくとも深さ約 15km 以浅に大規模なマグマ溜りが存在する可能性は小さいと判断される。</p> <p>ii 比抵抗構造</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>高倉 (1994)<sup>(32)</sup>によれば、恐山直下の深さ 10km までの比抵抗構造の特徴として、深さ 1 km に顕著な低比抵抗領域がみられ、その下位の重力基盤中にも弱い低比抵抗領域が認められるとされている。これらの比抵抗構造を形成する要因として、宇曾利山湖周辺は活発な熱水活動が認められる場所であることから、前者については、地熱活動に伴って生成された熱水変質帯あるいは塩濃度の高い熱水の貯留域の存在が、後者については、現在までの恐山の活動あるいは貫入岩の構造運動によって基盤中に生じた断裂が、熱水の上昇経路となっているとされている。</p> <p>(ii) 比抵抗構造解析</p> <p>恐山を通る東西及び南北方向の比抵抗構造の解析断面を第 7.3-11 図に示す。</p> <p>恐山直下の深さ 1 km～2 km に顕著な低比抵抗領域が認められ、高倉 (1994)<sup>(32)</sup>に示される熱水変質帯に相当しているものと考えられる。また、恐山西側の深さ約 6 km～13km に比抵抗のやや低い領域が認められる。この低比抵抗領域は、高倉 (1994)<sup>(32)</sup>に示されるように熱水の存在によるものと考えられ、地震波トモグラフィ解析結果において水の存在が示唆される低V<sub>p</sub>、かつ、低V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域とも</p>	<p>これらの知見を総合的に解釈すると、深さ約 15km 以浅では低V<sub>p</sub>、かつ、低V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域が認められることから、水の存在が示唆される。また、深さ約 15km 以深では、低V<sub>p</sub>、かつ、高V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域が認められることから、マグマ等の流体が存在する可能性も考えられるが、恐山直下の上部地殻の少なくとも深さ約 15km 以浅に大規模なマグマ溜りが存在する可能性は小さいと判断される。</p> <p>ii 比抵抗構造</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>高倉 (1994)<sup>(32)</sup>によれば、恐山直下の深さ 10km までの比抵抗構造の特徴として、深さ 1 km に顕著な低比抵抗領域がみられ、その下位の重力基盤中にも弱い低比抵抗領域が認められるとされている。これらの比抵抗構造を形成する要因として、宇曾利山湖周辺は活発な熱水活動が認められる場所であることから、前者については、地熱活動に伴って生成された熱水変質帯あるいは塩濃度の高い熱水の貯留域の存在が、後者については、現在までの恐山の活動あるいは貫入岩の構造運動によって基盤中に生じた断裂が、熱水の上昇経路となっているとされている。</p> <p>(ii) 比抵抗構造解析</p> <p>恐山を通る東西及び南北方向の比抵抗構造の解析断面を第 7.3-11 図に示す。</p> <p>恐山直下の深さ 1 km～2 km に顕著な低比抵抗領域が認められ、高倉 (1994)<sup>(32)</sup>に示される熱水変質帯に相当しているものと考えられる。また、恐山西側の深さ約 6 km～13km に比抵抗のやや低い領域が認められる。この低比抵抗領域は、高倉 (1994)<sup>(32)</sup>に示されるように熱水の存在によるものと考えられ、地震波トモグラフィ解析結果において水の存在が示唆される低V<sub>p</sub>、かつ、低V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>領域とも</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>整合する。</p> <p>以上のことから、恐山直下の少なくとも深さ約20km以浅には、大規模なマグマ溜りが存在する可能性は小さく、深部から連続する火道も認められない。</p> <p>iii 地震活動</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>気象庁編（2012）<sup>(33)</sup>の「地震年報」に基づく恐山周辺で発生した地震の震源分布（気象庁一元化以前：観測期間1923年1月～1997年9月）によれば、恐山直下では地震活動は低調である。また、気象庁観測部（1981）<sup>(35)</sup>及び仙台管区气象台（1990）<sup>(36)</sup>によれば、恐山において1979年及び1989年に実施した各2週間程度の機動観測においても、火山性の地震活動は低調であったとされている。</p> <p>岡田・長谷川（2000）<sup>(37)</sup>による東北日本で発生した地震の震源分布（観測期間1976年～1999年2月）によれば、恐山直下ではマグマ等の流体の移動に関連して発生する低周波地震は認められず、また、その他の地震活動も低調である。</p> <p>(ii) 恐山直下における最近の地震活動</p> <p>気象庁一元化震源データに基づく、下北半島周辺で発生した低周波地震を含む地震の震源分布（観測期間1997年10月～2018年12月）を第7.3-12図に示す。</p> <p>恐山直下では低周波地震は認められず、その他の地震活動も低調であり、文献調査による気象庁一元化震源以前の観測結果と整合する。</p> <p>iv 地殻変動</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>矢来（2002）<sup>(38)</sup>によれば、地球資源衛星「ふよう1号」（JERS-1）</p>	<p>整合する。</p> <p>以上のことから、恐山直下の少なくとも深さ約20km以浅には、大規模なマグマ溜りが存在する可能性は小さく、深部から連続する火道も認められない。</p> <p>iii 地震活動</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>気象庁編（2012）<sup>(33)</sup>の「地震年報」に基づく恐山周辺で発生した地震の震源分布（気象庁一元化以前：観測期間1923年1月～1997年9月）によれば、恐山直下では地震活動は低調である。また、気象庁観測部（1981）<sup>(35)</sup>及び仙台管区气象台（1990）<sup>(36)</sup>によれば、恐山において1979年及び1989年に実施した各2週間程度の機動観測においても、火山性の地震活動は低調であったとされている。</p> <p>岡田・長谷川（2000）<sup>(37)</sup>による東北日本で発生した地震の震源分布（観測期間1976年～1999年2月）によれば、恐山直下ではマグマ等の流体の移動に関連して発生する低周波地震は認められず、また、その他の地震活動も低調である。</p> <p>(ii) 恐山直下における最近の地震活動</p> <p>気象庁一元化震源データに基づく、下北半島周辺で発生した低周波地震を含む地震の震源分布（観測期間1997年10月～2018年12月）を第7.3-12図に示す。</p> <p>恐山直下では低周波地震は認められず、その他の地震活動も低調であり、文献調査による気象庁一元化震源以前の観測結果と整合する。</p> <p>iv 地殻変動</p> <p>(i) 文献調査</p> <p>矢来（2002）<sup>(38)</sup>によれば、地球資源衛星「ふよう1号」（JERS-1）</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>が取得した合成開口レーダ（以下、「SAR」という。）データ（観測期間1992年10月～1998年4月）を用いた干渉SAR解析では、恐山の山体には明瞭な地殻変動は観測されなかったとされている。また、安藤・北川（2008）<sup>(39)</sup>によれば、陸上観測技術衛星「だいち」（以下、「ALOS」という。）が取得したSARデータ（観測期間2007年7月～2008年7月）を用いた解析においても、恐山の山体には地殻変動は認められなかったとされている。</p> <p>Ozawa and Fujita（2013）<sup>(40)</sup>によれば、ALOSが取得したSARデータを用いた解析では、2011年東北地方太平洋沖地震後、秋田<small>くりこまやま ざおうざん あづまやま なすだけ</small>駒ヶ岳、栗駒山、蔵王山、吾妻山及び那須岳の各火山において、沈降を伴う局地的変形を示したとされているが、恐山では顕著な地殻変動は認められないとされている。</p> <p>(ii) 干渉SAR解析</p> <p>恐山付近を対象に、ALOSが取得したSARデータ（観測期間2006年8月～2008年10月）のうち、データ取得間隔が1年以上離れているデータペアを用いて作成した、5つの干渉画像を第7.3-13図に示す。これらの干渉画像をもとに地殻変動量を算出した結果、恐山付近においては顕著な地殻変動は認められない。</p> <p>(iii) 電子基準点データ解析</p> <p>国土地理院による恐山を囲む4地点（<small>さい かざまうら</small>佐井、風間浦、青森川内、むつ）の電子基準点と、恐山の外輪山頂部に設置した電子基準点（湯坂）との基線長変化（観測期間2011年8月～2018年12月）を第7.3-14図に示す。</p> <p>電子基準点の観測結果によれば、観測期間を通じて、各基線長に恐山周辺の火山活動を示すような、継続的な変位の累積は認められない。</p>	<p>が取得した合成開口レーダ（以下、「SAR」という。）データ（観測期間1992年10月～1998年4月）を用いた干渉SAR解析では、恐山の山体には明瞭な地殻変動は観測されなかったとされている。また、安藤・北川（2008）<sup>(39)</sup>によれば、陸上観測技術衛星「だいち」（以下、「ALOS」という。）が取得したSARデータ（観測期間2007年7月～2008年7月）を用いた解析においても、恐山の山体には地殻変動は認められなかったとされている。</p> <p>Ozawa and Fujita（2013）<sup>(40)</sup>によれば、ALOSが取得したSARデータを用いた解析では、2011年東北地方太平洋沖地震後、秋田<small>くりこまやま ざおうざん あづまやま なすだけ</small>駒ヶ岳、栗駒山、蔵王山、吾妻山及び那須岳の各火山において、沈降を伴う局地的変形を示したとされているが、恐山では顕著な地殻変動は認められないとされている。</p> <p>(ii) 干渉SAR解析</p> <p>恐山付近を対象に、ALOSが取得したSARデータ（観測期間2006年8月～2008年10月）のうち、データ取得間隔が1年以上離れているデータペアを用いて作成した、5つの干渉画像を第7.3-13図に示す。これらの干渉画像をもとに地殻変動量を算出した結果、恐山付近においては顕著な地殻変動は認められない。</p> <p>(iii) 電子基準点データ解析</p> <p>国土地理院による恐山を囲む4地点（<small>さい かざまうら</small>佐井、風間浦、青森川内、むつ）の電子基準点と、恐山の外輪山頂部に設置した電子基準点（湯坂）との基線長変化（観測期間2011年8月～2018年12月）を第7.3-14図に示す。</p> <p>電子基準点の観測結果によれば、観測期間を通じて、各基線長に恐山周辺の火山活動を示すような、継続的な変位の累積は認められない。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>(b) 地球化学的調査</p> <p>i 文献調査</p> <p>気象庁観測部（1981）<sup>(35)</sup>によれば、噴気活動が最も活発な宇曾利カルデラ内の地獄谷付近における噴気の温度は 100℃～102℃、火山ガス組成は H<sub>2</sub>S が 20%、CO<sub>2</sub> が 80%とされている。また、仙台管区气象台（1990）<sup>(36)</sup>によれば、地獄谷付近における噴気の高さは 3 m程度、噴気温度は 99℃とされている。円通寺境内北部の<sup>えんつうじ</sup>一帯では、噴気の高さは 1 m程度で、噴気温度は 93℃とされている。火山ガス組成はともに H<sub>2</sub>S 及び CO<sub>2</sub> から構成されるとしている。</p> <p>ii 噴気の化学組成</p> <p>地獄谷付近で認められる噴気活動を対象とした現地調査（2007年～2018年）及び火山ガス組成分析結果を第7.3-5表に示す。</p> <p>調査期間を通じて、噴気の色は白色、高さは数m～10m程度で、硫黄臭が認められた。また、火山ガスの噴出口における噴気温度は 100℃以下である。火山ガス組成の分析結果によれば、地獄谷周辺の噴気は CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>S を主体としており、鎌田ほか（1985）<sup>(41)</sup>における沸騰泉もしくは温泉ガスに分類され、マグマ由来の火山ガスの発生は認められない。</p> <p>c. 設計対応不可能な火山事象に対する評価</p> <p>恐山の活動履歴及び現在の活動状況に係わる調査結果によると、恐山ではマグマが直接関与する活動は認められず、熱水活動のみが継続しているものと判断される。</p> <p>また、「平成27年12月地震・火山月報（防災編）」（気象庁，2016）<sup>(42)</sup>によれば、恐山については、2007年12月1日に噴火予報（平常）を発表しているが、その後の火山活動に特段の変化はないとされている。</p> <p>一般的な成層火山の発達過程（守屋，1983）<sup>(17)</sup>及び恐山の活動の変遷</p>	<p>(b) 地球化学的調査</p> <p>i 文献調査</p> <p>気象庁観測部（1981）<sup>(35)</sup>によれば、噴気活動が最も活発な宇曾利カルデラ内の地獄谷付近における噴気の温度は 100℃～102℃、火山ガス組成は H<sub>2</sub>S が 20%、CO<sub>2</sub> が 80%とされている。また、仙台管区气象台（1990）<sup>(36)</sup>によれば、地獄谷付近における噴気の高さは 3 m程度、噴気温度は 99℃とされている。円通寺境内北部の<sup>えんつうじ</sup>一帯では、噴気の高さは 1 m程度で、噴気温度は 93℃とされている。火山ガス組成はともに H<sub>2</sub>S 及び CO<sub>2</sub> から構成されるとしている。</p> <p>ii 噴気の化学組成</p> <p>地獄谷付近で認められる噴気活動を対象とした現地調査（2007年～2018年）及び火山ガス組成分析結果を第7.3-5表に示す。</p> <p>調査期間を通じて、噴気の色は白色、高さは数m～10m程度で、硫黄臭が認められた。また、火山ガスの噴出口における噴気温度は 100℃以下である。火山ガス組成の分析結果によれば、地獄谷周辺の噴気は CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>S を主体としており、鎌田ほか（1985）<sup>(41)</sup>における沸騰泉もしくは温泉ガスに分類され、マグマ由来の火山ガスの発生は認められない。</p> <p>c. 設計対応不可能な火山事象に対する評価</p> <p>恐山の活動履歴及び現在の活動状況に係わる調査結果によると、恐山ではマグマが直接関与する活動は認められず、熱水活動のみが継続しているものと判断される。</p> <p>また、「平成27年12月地震・火山月報（防災編）」（気象庁，2016）<sup>(42)</sup>によれば、恐山については、2007年12月1日に噴火予報（平常）を発表しているが、その後の火山活動に特段の変化はないとされている。</p> <p>一般的な成層火山の発達過程（守屋，1983）<sup>(17)</sup>及び恐山の活動の変遷</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>に伴うマグマ噴出率の変化から総合的に評価すると、恐山のマグマが直接関与する活動は終息したと判断され、マグマ活動に起因する火山事象である火砕物密度流、溶岩流、新しい火口の開口、地殻変動が発生する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>敷地及び敷地近傍では岩屑なだれ堆積物は確認されていない。また、宇井編（1997）<sup>(43)</sup>によれば、岩屑なだれが到達し得る崩壊物の比高／到達距離の比は0.05以上とされている。これに対し、恐山の噴気中心近傍の剣山と敷地の比高／到達距離は約0.03（約390m／約13km）であり、岩屑なだれが到達し得る比高／到達距離の比よりも十分に小さいことから、岩屑なだれが敷地に到達する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>地すべり及び斜面崩壊についても同様に、土塊等が敷地に到達する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>以上のことから、恐山において設計対応不可能な火山事象が発生し、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>(2) 陸奥燧岳</p> <p>陸奥燧岳は、下北半島の北部に位置し、その山体の大きさは、南北約6km、東西約17km、分布面積は約90km<sup>2</sup>である。</p> <p>敷地は、陸奥燧岳の東北東約19kmに位置する。</p> <p>a. 活動履歴</p> <p>(a) 文献調査</p> <p>陸奥燧岳は、火山フロントに位置する第四紀火山（「日本の火山（第3版）」、中野ほか編、2013）<sup>(1)</sup>であるが、活火山には分類されていない（「日本活火山総覧（第4版）」、気象庁、2013）<sup>(7)</sup>。</p> <p>梅田（1992）<sup>(44)</sup>によれば、陸奥燧岳の活動は旧期と新期に大別され、新期はさらに3つのステージに分けられ、古い順に、第1期、第2期</p>	<p>に伴うマグマ噴出率の変化から総合的に評価すると、恐山のマグマが直接関与する活動は終息したと判断され、マグマ活動に起因する火山事象である火砕物密度流、溶岩流、新しい火口の開口、地殻変動が発生する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>敷地及び敷地近傍では岩屑なだれ堆積物は確認されていない。また、宇井編（1997）<sup>(43)</sup>によれば、岩屑なだれが到達し得る崩壊物の比高／到達距離の比は0.05以上とされている。これに対し、恐山の噴気中心近傍の剣山と敷地の比高／到達距離は約0.03（約390m／約13km）であり、岩屑なだれが到達し得る比高／到達距離の比よりも十分に小さいことから、岩屑なだれが敷地に到達する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>地すべり及び斜面崩壊についても同様に、土塊等が敷地に到達する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>以上のことから、恐山において設計対応不可能な火山事象が発生し、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>(2) 陸奥燧岳</p> <p>陸奥燧岳は、下北半島の北部に位置し、その山体の大きさは、南北約6km、東西約17km、分布面積は約90km<sup>2</sup>である。</p> <p>敷地は、陸奥燧岳の東北東約19kmに位置する。</p> <p>a. 活動履歴</p> <p>(a) 文献調査</p> <p>陸奥燧岳は、火山フロントに位置する第四紀火山（「日本の火山（第3版）」、中野ほか編、2013）<sup>(1)</sup>であるが、活火山には分類されていない（「日本活火山総覧（第4版）」、気象庁、2013）<sup>(7)</sup>。</p> <p>梅田（1992）<sup>(44)</sup>によれば、陸奥燧岳の活動は旧期と新期に大別され、新期はさらに3つのステージに分けられ、古い順に、第1期、第2期</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>及び第3期に区分されている。旧期火山噴出物は溶岩流及び火砕流堆積物からなり、主に北部に分布し、新期火山噴出物に比べて、溶岩流が卓越するとされている。新期第1期噴出物は降下火砕物や火砕流堆積物からなり、主に南東部に分布し、この時期に旧期山体の南東側で崩壊が生じたと考えられるとされている。新期第2期噴出物は火砕流堆積物からなり、主に南部に広く分布するとされている。新期第3期噴出物は溶岩流及び溶岩ドームからなり、陸奥燧岳山頂部等に分布するとされている。また、新期火山噴出物は海成段丘堆積物を覆うことから、約10万年前～約8万年前以降の活動によるものと考えられている。</p> <p>梅田・古澤（2004）<sup>(45)</sup>によれば、梅田（1992）<sup>(44)</sup>の新期第2期噴出物に含まれる<small>さとうがたいら</small>佐藤ヶ平火砕流堆積物の年代は、その上下層準で認められた降下火砕物とむつ低地に分布する降下火砕物との対比から、MIS10～MIS8のある時期、おそらく30数万年前とされている。また、梅田（1992）<sup>(44)</sup>の新期第3期噴出物に含まれる溶岩から約60万年前～約50万年前の年代値が得られている。これらのことから、陸奥燧岳は、約50万年前までに火砕物堆積物や溶岩からなる山体を形成した後、10万年以上の休止期を経て、大量の火砕物密度流を噴出したものと考えられている。</p> <p>梅田・檀原（2008）<sup>(46)</sup>によれば、佐藤ヶ平火砕流堆積物から約80万年前の年代値が得られたことから、80万年前頃に大量の火砕物密度流を噴出した後、50万年前頃までに山頂の溶岩を噴出したものと考えられている。</p> <p>富山ほか（2007）<sup>(47)</sup>によれば、最新期の噴出年代である30数万年前以降も熱水活動が継続していた可能性が高く、熱水活動の終焉時期は9万年前～7万年前程度とされている。</p>	<p>及び第3期に区分されている。旧期火山噴出物は溶岩流及び火砕流堆積物からなり、主に北部に分布し、新期火山噴出物に比べて、溶岩流が卓越するとされている。新期第1期噴出物は降下火砕物や火砕流堆積物からなり、主に南東部に分布し、この時期に旧期山体の南東側で崩壊が生じたと考えられるとされている。新期第2期噴出物は火砕流堆積物からなり、主に南部に広く分布するとされている。新期第3期噴出物は溶岩流及び溶岩ドームからなり、陸奥燧岳山頂部等に分布するとされている。また、新期火山噴出物は海成段丘堆積物を覆うことから、約10万年前～約8万年前以降の活動によるものと考えられている。</p> <p>梅田・古澤（2004）<sup>(45)</sup>によれば、梅田（1992）<sup>(44)</sup>の新期第2期噴出物に含まれる<small>さとうがたいら</small>佐藤ヶ平火砕流堆積物の年代は、その上下層準で認められた降下火砕物とむつ低地に分布する降下火砕物との対比から、MIS10～MIS8のある時期、おそらく30数万年前とされている。また、梅田（1992）<sup>(44)</sup>の新期第3期噴出物に含まれる溶岩から約60万年前～約50万年前の年代値が得られている。これらのことから、陸奥燧岳は、約50万年前までに火砕物堆積物や溶岩からなる山体を形成した後、10万年以上の休止期を経て、大量の火砕物密度流を噴出したものと考えられている。</p> <p>梅田・檀原（2008）<sup>(46)</sup>によれば、佐藤ヶ平火砕流堆積物から約80万年前の年代値が得られたことから、80万年前頃に大量の火砕物密度流を噴出した後、50万年前頃までに山頂の溶岩を噴出したものと考えられている。</p> <p>富山ほか（2007）<sup>(47)</sup>によれば、最新期の噴出年代である30数万年前以降も熱水活動が継続していた可能性が高く、熱水活動の終焉時期は9万年前～7万年前程度とされている。</p>	



事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>陸奥燧岳の噴出物の年代について、以下の放射年代値が得られている。</p> <p>溶岩の年代としては、K-Ar年代測定により、<math>0.73 \pm 0.05\text{Ma}</math> (伴ほか, 1992)<sup>(22)</sup>, <math>0.59 \pm 0.05\text{Ma}</math>, <math>0.50 \pm 0.08\text{Ma}</math> (梅田・古澤, 2004)<sup>(45)</sup>, TL年代測定により <math>0.28 \pm 0.11\text{Ma}</math> (新エネルギー総合開発機構, 1986a)<sup>(28)</sup>の年代値が得られている。火砕流堆積物の年代としては、FT年代測定により <math>0.81 \pm 0.14\text{Ma}</math>, <math>0.77 \pm 0.10\text{Ma}</math> (梅田・檀原, 2008)<sup>(46)</sup>, 約 <math>0.5\text{Ma}</math> (電源開発株式会社, 2008)<sup>(29)</sup>の年代値が得られている。</p> <p>(b) 地形調査</p> <p>陸奥燧岳周辺の地形図を第7.3-2図に示す。</p> <p>陸奥燧岳は、燧岳(標高781m)を最高峰とする火山山地である。北東斜面は著しく開析されており、津軽海峡に向けた谷地形が形成されている。この部分を除いては山体斜面の勾配は緩く、山麓では開析が進んでいるが、山頂南側の山腹には佐藤ヶ平と呼ばれる広い台地が広がっている。</p> <p>(c) 地質調査</p> <p>陸奥燧岳起源の火砕流堆積物の分布を第7.3-4図に示す。</p> <p>陸奥燧岳の山腹～山麓には、安山岩質～デイサイト質の火砕流堆積物等が広く分布し、その中央部～北部には安山岩の溶岩流が分布している。溶岩流には、火砕流堆積物の下位に分布する古期の溶岩流と火砕流堆積物の上位に分布する新期の溶岩流が認められ、一部に火砕流堆積物に挟まれる溶岩流も認められる。</p> <p>陸奥燧岳起源の火砕流堆積物は5層認められ、最上位の火砕流堆積物は佐藤ヶ平を形成している。露頭で観察される堆積状況から、少なくとも上位3層については比較的短い時間間隔で噴出したものと判断され、上から2層目の火砕流堆積物が、恐山起源の0s-Shの下位に土</p>	<p>陸奥燧岳の噴出物の年代について、以下の放射年代値が得られている。</p> <p>溶岩の年代としては、K-Ar年代測定により、<math>0.73 \pm 0.05\text{Ma}</math> (伴ほか, 1992)<sup>(22)</sup>, <math>0.59 \pm 0.05\text{Ma}</math>, <math>0.50 \pm 0.08\text{Ma}</math> (梅田・古澤, 2004)<sup>(45)</sup>, TL年代測定により <math>0.28 \pm 0.11\text{Ma}</math> (新エネルギー総合開発機構, 1986a)<sup>(28)</sup>の年代値が得られている。火砕流堆積物の年代としては、FT年代測定により <math>0.81 \pm 0.14\text{Ma}</math>, <math>0.77 \pm 0.10\text{Ma}</math> (梅田・檀原, 2008)<sup>(46)</sup>, 約 <math>0.5\text{Ma}</math> (電源開発株式会社, 2008)<sup>(29)</sup>の年代値が得られている。</p> <p>(b) 地形調査</p> <p>陸奥燧岳周辺の地形図を第7.3-2図に示す。</p> <p>陸奥燧岳は、燧岳(標高781m)を最高峰とする火山山地である。北東斜面は著しく開析されており、津軽海峡に向けた谷地形が形成されている。この部分を除いては山体斜面の勾配は緩く、山麓では開析が進んでいるが、山頂南側の山腹には佐藤ヶ平と呼ばれる広い台地が広がっている。</p> <p>(c) 地質調査</p> <p>陸奥燧岳起源の火砕流堆積物の分布を第7.3-4図に示す。</p> <p>陸奥燧岳の山腹～山麓には、安山岩質～デイサイト質の火砕流堆積物等が広く分布し、その中央部～北部には安山岩の溶岩流が分布している。溶岩流には、火砕流堆積物の下位に分布する古期の溶岩流と火砕流堆積物の上位に分布する新期の溶岩流が認められ、一部に火砕流堆積物に挟まれる溶岩流も認められる。</p> <p>陸奥燧岳起源の火砕流堆積物は5層認められ、最上位の火砕流堆積物は佐藤ヶ平を形成している。露頭で観察される堆積状況から、少なくとも上位3層については比較的短い時間間隔で噴出したものと判断され、上から2層目の火砕流堆積物が、恐山起源の0s-Shの下位に土</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>壤化の進んだ厚いローム層を介して確認されたことから、陸奥燧岳が火砕物密度流を噴出した時期は0s-Shの噴出時期（MIS8～MIS7の海進期）以前であると判断される。なお、火砕流堆積物を覆う溶岩流が燧岳山頂部等に認められるが、最上位の火砕流堆積物と燧岳山頂部の溶岩流は直接接しており、この間に大きな時間間隙はないものと判断される。これらの噴出物は、敷地及び敷地近傍において確認されない。</p> <p>なお、現在、陸奥燧岳において噴気活動は認められない。</p> <p>(d) 陸奥燧岳の活動史</p> <p>陸奥燧岳は、約0.8Maから活動を開始し、恐山起源の0s-Shの噴出時期（MIS8～MIS7間の海進期）以前には大規模な噴火を繰り返したが、それ以降は大規模な噴火は認められず、熱水活動の終焉時期は9万年前～7万年前程度である。また、陸奥燧岳の過去最大規模の噴火による火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれは、敷地及び敷地近傍に到達していない。</p> <p>b. 現在の活動状況</p> <p>(a) 地球物理学的調査</p> <p>i 文献調査</p> <p>気象庁編（2012）<sup>(33)</sup>の「地震年報」に基づく陸奥燧岳周辺で発生した地震の震源分布（気象庁一元化以前：観測期間1923年1月～1997年9月）によれば、陸奥燧岳直下では地震活動は低調である。</p> <p>岡田・長谷川（2000）<sup>(37)</sup>による東北日本で発生した地震の震源分布（観測期間1976年～1999年2月）によれば、陸奥燧岳直下ではマグマ等の流体の移動に関連して発生する低周波地震は認められず、その他の地震活動も低調である。</p> <p>ii 地震活動</p> <p>気象庁一元化震源データに基づく、下北半島周辺で発生した低周波</p>	<p>壤化の進んだ厚いローム層を介して確認されたことから、陸奥燧岳が火砕物密度流を噴出した時期は0s-Shの噴出時期（MIS8～MIS7の海進期）以前であると判断される。なお、火砕流堆積物を覆う溶岩流が燧岳山頂部等に認められるが、最上位の火砕流堆積物と燧岳山頂部の溶岩流は直接接しており、この間に大きな時間間隙はないものと判断される。これらの噴出物は、敷地及び敷地近傍において確認されない。</p> <p>なお、現在、陸奥燧岳において噴気活動は認められない。</p> <p>(d) 陸奥燧岳の活動史</p> <p>陸奥燧岳は、約0.8Maから活動を開始し、恐山起源の0s-Shの噴出時期（MIS8～MIS7間の海進期）以前には大規模な噴火を繰り返したが、それ以降は大規模な噴火は認められず、熱水活動の終焉時期は9万年前～7万年前程度である。また、陸奥燧岳の過去最大規模の噴火による火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれは、敷地及び敷地近傍に到達していない。</p> <p>b. 現在の活動状況</p> <p>(a) 地球物理学的調査</p> <p>i 文献調査</p> <p>気象庁編（2012）<sup>(33)</sup>の「地震年報」に基づく陸奥燧岳周辺で発生した地震の震源分布（気象庁一元化以前：観測期間1923年1月～1997年9月）によれば、陸奥燧岳直下では地震活動は低調である。</p> <p>岡田・長谷川（2000）<sup>(37)</sup>による東北日本で発生した地震の震源分布（観測期間1976年～1999年2月）によれば、陸奥燧岳直下ではマグマ等の流体の移動に関連して発生する低周波地震は認められず、その他の地震活動も低調である。</p> <p>ii 地震活動</p> <p>気象庁一元化震源データに基づく、下北半島周辺で発生した低周波</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>地震を含む地震の震源分布（観測期間1997年10月～2018年12月）を第7.3-12図に示す。</p> <p>陸奥燧岳直下では低周波地震の発生は認められず、陸奥燧岳付近では、その他の地震活動も低調であり、文献調査による気象庁一元化震源以前の観測結果とも整合する。</p> <p>c. 設計対応不可能な火山事象に対する評価</p> <p>陸奥燧岳の活動履歴及び現在の活動状況に係わる調査結果によると、陸奥燧岳のマグマ活動及び熱水活動は9万年前～7万年前に終わっており、マグマ活動に起因する火山事象である火砕物密度流、溶岩流、新しい火口の開口、地殻変動が発生する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>岩屑なだれ堆積物は敷地及び敷地近傍では確認されていない。また、陸奥燧岳については、恐山よりも敷地との離隔が大きいことから、岩屑なだれ、地すべり、斜面崩壊による土塊等が敷地に到達する可能性は十分小さいと判断される。</p> <p>以上のことから、陸奥燧岳において設計対応不可能な火山事象が発生し、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>7.3.3 使用済燃料貯蔵施設への影響評価</p> <p>使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山について、活動履歴や現在の活動状況を考慮し、使用済燃料貯蔵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、その影響を評価した。</p>	<p>地震を含む地震の震源分布（観測期間1997年10月～2018年12月）を第7.3-12図に示す。</p> <p>陸奥燧岳直下では低周波地震の発生は認められず、陸奥燧岳付近では、その他の地震活動も低調であり、文献調査による気象庁一元化震源以前の観測結果とも整合する。</p> <p>c. 設計対応不可能な火山事象に対する評価</p> <p>陸奥燧岳の活動履歴及び現在の活動状況に係わる調査結果によると、陸奥燧岳のマグマ活動及び熱水活動は9万年前～7万年前に終わっており、マグマ活動に起因する火山事象である火砕物密度流、溶岩流、新しい火口の開口、地殻変動が発生する可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>岩屑なだれ堆積物は敷地及び敷地近傍では確認されていない。また、陸奥燧岳については、恐山よりも敷地との離隔が大きいことから、岩屑なだれ、地すべり、斜面崩壊による土塊等が敷地に到達する可能性は十分小さいと判断される。</p> <p>以上のことから、陸奥燧岳において設計対応不可能な火山事象が発生し、使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さいと判断される。</p> <p>7.3.3 使用済燃料貯蔵施設への影響評価</p> <p>使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山について、活動履歴や現在の活動状況を考慮し、使用済燃料貯蔵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、その影響を評価した。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>7.3.3.1 降下火砕物</p> <p>(1) 検討対象の降下火砕物</p> <p>「新編 火山灰アトラス」(町田・新井, 2011)<sup>(13)</sup>等による, 地理的領域内外における主な降下火砕物の分布を第7.3-15図に示す。</p> <p>町田・新井(2011)<sup>(13)</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, 下位より給源不明の稲崎ガラス質2テフラ(Is-v2), 中野沢第1テフラ(NK-1), 中野沢第2テフラ(NK-2: 0.21±0.05Ma), 洞爺カルデラ起源の洞爺テフラ(Toya: 約11.5万年前～約11.2万年前), 阿蘇カルデラ起源の阿蘇4テフラ(Aso-4: 約9万年前～約8.5万年前), 恐山起源の宮後テフラ(約8万年前～約6万年前), 支笏カルデラ起源の支笏第1テフラ(Spfa-1: 42～44ka(町田・新井, 2011)<sup>(13)</sup>)及び白頭山起源の白頭山苦小牧テフラ(B-Tm: 10世紀(町田・新井, 2011)<sup>(13)</sup>)が挙げられる。これらのうち, 洞爺テフラ, 阿蘇4テフラ, 支笏第1テフラは, 巨大噴火に伴って噴出したものであるが, これら3テフラの給源火山に巨大噴火が差し迫った状況ではない。これら3テフラを除く敷地及び敷地近傍における実績層厚は, 白頭山苦小牧テフラと宮後テフラが10cmと最大である。</p> <p>白頭山苦小牧テフラについては, 分布の主軸が敷地方向と一致していることから, 風向等の不確かさの影響は小さい。一方, 宮後テフラについては, 分布の主軸が敷地方向と一致していないことから, 風向等の不確かさの影響が大きい。したがって, 降下火砕物シミュレーションの対象として, 宮後テフラを選定した。</p>	<p>7.3.3.1 降下火砕物</p> <p>(1) 検討対象の降下火砕物</p> <p>「新編 火山灰アトラス」(町田・新井, 2011)<sup>(13)</sup>等による, 地理的領域内外における主な降下火砕物の分布を第7.3-15図に示す。</p> <p>町田・新井(2011)<sup>(13)</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, 下位より給源不明の稲崎ガラス質2テフラ(Is-v2), 中野沢第1テフラ(NK-1), 中野沢第2テフラ(NK-2: 0.21±0.05Ma), 洞爺カルデラ起源の洞爺テフラ(Toya: 約11.5万年前～約11.2万年前), 阿蘇カルデラ起源の阿蘇4テフラ(Aso-4: 約9万年前～約8.5万年前), 恐山起源の宮後テフラ(約8万年前～約6万年前), 支笏カルデラ起源の支笏第1テフラ(Spfa-1: 42～44ka(町田・新井, 2011)<sup>(13)</sup>)及び白頭山起源の白頭山苦小牧テフラ(B-Tm: 10世紀(町田・新井, 2011)<sup>(13)</sup>)が挙げられる。これらのうち, 洞爺テフラ, 阿蘇4テフラ, 支笏第1テフラは, 巨大噴火に伴って噴出したものであるが, これら3テフラの給源火山に巨大噴火が差し迫った状況ではない。これら3テフラを除く敷地及び敷地近傍における実績層厚は, 白頭山苦小牧テフラと宮後テフラが10cmと最大である。白頭山苦小牧テフラと宮後テフラを比較すると, 白頭山苦小牧テフラの分布主軸は敷地方向を向いており, 宮後テフラの方がより風向等の不確かさの影響が大きいことから, 敷地及び敷地近傍において確認される降下火砕物のうち, 宮後テフラを検討対象として選定した。</p> <p>一方, 使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山のうち, 降下火砕物が施設に影響を及ぼす可能性がある火山として, 樽前山, 風不死岳, 恵庭岳, 倶多楽・登別火山群, 有珠山, 北海道駒ヶ岳, 恵山, 渡島大島, 恐山, 岩木山, 八甲田(南八甲田火山群, 北八甲田火山群及び八甲田カルデラ), 十和田の12火山を抽出した。なお, 十和田, 八甲田については過去に巨大噴火が発生しているが, 巨大噴火が差し迫った状況ではない。これら12火</p>	<p>記載の充実</p>

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>(2) 降下火砕物シミュレーション</p> <p>降下火砕物シミュレーションには、移流拡散モデルを用いた解析プログラム Tephra 2 を使用した。</p> <p>恐山起源の宮後テフラを対象とした降下火砕物シミュレーションの主な解析条件を第 7.3-6 表に示す。</p> <p>三沢空港における月別平均値（1981 年～2010 年）の風を用いた解析の結果、敷地における降下火砕物の堆積厚さは、分布主軸が敷地に向く 10 月 21 時の風のケースで最大（30cm）となった（第 7.3-16 図）。</p> <p>(3) 降下火砕物の密度</p> <p>敷地における堆積厚さが最大となる宮後テフラを対象として、露頭から採取した試料の密度試験を実施した結果、乾燥密度は約 0.8 g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度は約 1.4 g/cm<sup>3</sup>であった。</p> <p>(4) 設計に用いる降下火砕物の層厚と密度</p> <p>敷地及び敷地近傍における降下火砕物の実績層厚と降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ、設計に用いる降下火砕物の層厚を 30cm とした。また、設計に用いる降下火砕物の湿潤状態の密度を、宮後テフラを対象とした密度試験から得られた湿潤密度を保守的に評価した約 1.5 g/cm<sup>3</sup>とした。</p>	<p>山を給源とする降下火砕物について、敷地からの距離、方位及び噴火規模を考慮し、恐山起源の宮後テフラ、北海道駒ヶ岳起源の駒ヶ岳 d テフラ (Ko-d) 及び十和田起源の十和田中掬テフラ (To-Cu) を検討対象として選定した。</p> <p>以上のことから、敷地及び敷地近傍において確認される降下火砕物の実績に基づく宮後テフラに加え、十分な保守性を確保する観点から、駒ヶ岳 d テフラ、十和田中掬テフラの 3 テフラを検討対象として選定した。</p> <p>(2) 降下火砕物シミュレーション</p> <p>降下火砕物シミュレーションには、移流拡散モデルを用いた解析プログラム Tephra 2 を使用した。</p> <p>シミュレーションの結果、敷地における堆積厚さが最大となるのは恐山起源の宮後テフラであった。宮後テフラを対象とした降下火砕物シミュレーションの主な解析条件を第 7.3-6 表に示す。</p> <p>三沢空港における月別平均値（1981 年～2010 年）の風を用いた解析の結果、敷地における降下火砕物の堆積厚さは、分布主軸が敷地に向く 10 月 21 時の風のケースで最大（30cm）となった（第 7.3-16 図）。</p> <p>(3) 降下火砕物の密度</p> <p>敷地における堆積厚さが最大となる宮後テフラを対象として、露頭から採取した試料の密度試験を実施した結果、乾燥密度は約 0.8 g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度は約 1.4 g/cm<sup>3</sup>であった。</p> <p>(4) 設計に用いる降下火砕物の層厚と密度</p> <p>敷地及び敷地近傍における降下火砕物の実績層厚と降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ、設計に用いる降下火砕物の層厚を 30cm とした。また、設計に用いる降下火砕物の湿潤状態の密度を、宮後テフラを対象とした密度試験から得られた湿潤密度を保守的に評価した約 1.5 g/cm<sup>3</sup>とした。</p>	<p>記載の充実</p>

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>7.3.3.2 火山性土石流，火山泥流及び洪水</p> <p>敷地を中心とする半径120kmの範囲内に位置する火山のうち，恐山を除く火山では，各火山から敷地までには地形的障害が存在することから，これらの火山において火山性土石流，火山泥流及び洪水（降下火砕物等の二次的移動に伴う土石流を含む）が発生しても敷地に到達する可能性はない。</p> <p>恐山の北東斜面には，正津川，出戸川及び美付川が分布し，敷地は美付川流域に含まれ恐山と十分な離隔があることから（第7.3-2図），火山性土石流等が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性は十分小さい。</p> <p>7.3.3.3 火山から発生する飛来物（噴石）</p> <p>敷地を中心とする半径10kmの範囲には，使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山が存在しないことから，噴石が敷地に到達することはない，噴石が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。</p> <p>7.3.3.4 火山ガス</p> <p>敷地は外洋に面した海成段丘面上に位置し，火山ガスが敷地に滞留する地形条件ではないことから，火山ガスが使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。</p> <p>7.3.3.5 津波</p> <p>津波については「6. 津波」に記載するように，敷地周辺において火山による津波の記録は知られていない。また，既往の知見を大きく上回る仮想的大規模津波を想定していることから，火山による津波が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性は十分に小さい。</p>	<p>7.3.3.2 火山性土石流，火山泥流及び洪水</p> <p>敷地を中心とする半径120kmの範囲内に位置する火山のうち，恐山を除く火山では，各火山から敷地までには地形的障害が存在することから，これらの火山において火山性土石流，火山泥流及び洪水（降下火砕物等の二次的移動に伴う土石流を含む）が発生しても敷地に到達する可能性はない。</p> <p>恐山の北東斜面には，正津川，出戸川及び美付川が分布し，敷地は美付川流域に含まれ恐山と十分な離隔があることから（第7.3-2図），火山性土石流等が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性は十分小さい。</p> <p>7.3.3.3 火山から発生する飛来物（噴石）</p> <p>敷地を中心とする半径10kmの範囲には，使用済燃料貯蔵施設に影響を及ぼし得る火山が存在しないことから，噴石が敷地に到達することはない，噴石が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。</p> <p>7.3.3.4 火山ガス</p> <p>敷地は外洋に面した海成段丘面上に位置し，火山ガスが敷地に滞留する地形条件ではないことから，火山ガスが使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。</p> <p>7.3.3.5 津波</p> <p>津波については「6. 津波」に記載するように，敷地周辺において火山による津波の記録は知られていない。また，既往の知見を大きく上回る仮想的大規模津波を想定していることから，火山による津波が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性は十分に小さい。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>7.3.3.6 その他の火山事象</p> <p>施設に影響を及ぼし得る火山と敷地には十分な離隔があることから、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が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。</p> <p>7.4 火山活動のモニタリング</p> <p>7.4.1 モニタリング対象火山</p> <p>恐山はマグマ噴火が発生する可能性は十分小さいが、過去のマグマ噴火に伴う火砕物密度流が敷地に到達していることから、モニタリング対象火山とし、火山影響評価の根拠が維持されていることを継続的に確認する。</p> <p>7.4.2 モニタリング項目</p> <p>モニタリングにあたっては、公的機関の発表情報を収集・分析するとともに、地震活動、地殻変動、火山ガス等の観測及び解析・分析を行う。このうち、地震の発生回数、電子基準点間の基線長・比高等の変化に基づく判断基準を用いて常時監視を行う。なお、判断基準については、データを蓄積し、最新の知見を踏まえ継続的に改善していくものとする。</p> <p>7.4.3 定期的評価</p> <p>モニタリング結果については、定期的（原則として年1回）に開催する火山活動評価委員会において、火山専門家等の助言を得ながら、恐山の活動状況を確認する。</p> <p>なお、モニタリングの結果、観測データに有意な変化があった場合は、火山活動評価委員会を緊急招集し、火山専門家等の助言を踏まえ、火山活動のモニタリング強化や使用済燃料を収納した金属キャスクの搬入停止等、最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行うこととする。</p>	<p>7.3.3.6 その他の火山事象</p> <p>施設に影響を及ぼし得る火山と敷地には十分な離隔があることから、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が使用済燃料貯蔵施設に影響を与える可能性はない。</p> <p>7.4 火山活動のモニタリング</p> <p>7.4.1 モニタリング対象火山</p> <p>恐山はマグマ噴火が発生する可能性は十分小さいが、過去のマグマ噴火に伴う火砕物密度流が敷地に到達していることから、モニタリング対象火山とし、火山影響評価の根拠が維持されていることを継続的に確認する。</p> <p>7.4.2 モニタリング項目</p> <p>モニタリングにあたっては、公的機関の発表情報を収集・分析するとともに、地震活動、地殻変動、火山ガス等の観測及び解析・分析を行う。このうち、地震の発生回数、電子基準点間の基線長・比高等の変化に基づく判断基準を用いて常時監視を行う。なお、判断基準については、データを蓄積し、最新の知見を踏まえ継続的に改善していくものとする。</p> <p>7.4.3 定期的評価</p> <p>モニタリング結果については、定期的（原則として年1回）に開催する火山活動評価委員会において、火山専門家等の助言を得ながら、恐山の活動状況を確認する。</p> <p>なお、モニタリングの結果、観測データに有意な変化があった場合は、火山活動評価委員会を緊急招集し、火山専門家等の助言を踏まえ、火山活動のモニタリング強化や使用済燃料を収納した金属キャスクの搬入停止等、最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行うこととする。</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>7.5 参考文献</p> <p>(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・山元孝弘・岸本信行 編（2013）：日本の火山（第3版）概要及び付表，200万分の1地質編集 図，11，地質調査総合センター.</p> <p>(2) 秦 光男・上村不二雄・広島俊男（1984）：20万分の1地質図幅「函館 及び渡島大島」，地質調査所.</p> <p>(3) 秦 光男・対馬坤六・須田芳朗・小野吉彦（1972）：20万分の1地質図 幅「尻屋崎」，地質調査所.</p> <p>(4) 対馬坤六（1963）：20万分の1地質図幅「野辺地」，地質調査所.</p> <p>(5) 大沢 穠・三村弘二・広島俊男・中島和敏（1993）：20万分の1地質図 幅「青森（第2版）」，地質調査所.</p> <p>(6) 地質調査所（1960）：50万分の1地質図幅「青森」.</p> <p>(7) 気象庁編（2013）：「日本活火山総覧（第4版）」.</p> <p>(8) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編（2012）：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，60，地質調査総合センター.</p> <p>(9) 西来邦章，伊藤順一，上野龍之，内藤一樹，塚本 斉編（2014）：第四 紀噴火・貫入活動データベース．Ver. 1.00，地質調査総合センター.</p> <p>(10) 第四紀火山カタログ委員会編（1999）：「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」，特定非営利活動法人日本火山学会.</p> <p>(11) 箕浦幸治・小菅正裕・柴 正敏・根本直樹・山口義伸（1998）：青森県 地質図（20万分の1）及び青森県の地質，青森県.</p> <p>(12) 海上保安庁海洋情報部：海域火山データベース.</p> <p>(13) 町田 洋・新井房夫（2011）：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.</p> <p>(14) 安藤雅孝・角田史雄・早川由紀夫・平原和郎・藤田至則（1996）：新版</p>	<p>7.5 参考文献</p> <p>(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・山元孝弘・岸本信行 編（2013）：日本の火山（第3版）概要及び付表，200万分の1地質編集 図，11，地質調査総合センター.</p> <p>(2) 秦 光男・上村不二雄・広島俊男（1984）：20万分の1地質図幅「函館 及び渡島大島」，地質調査所.</p> <p>(3) 秦 光男・対馬坤六・須田芳朗・小野吉彦（1972）：20万分の1地質図 幅「尻屋崎」，地質調査所.</p> <p>(4) 対馬坤六（1963）：20万分の1地質図幅「野辺地」，地質調査所.</p> <p>(5) 大沢 穠・三村弘二・広島俊男・中島和敏（1993）：20万分の1地質図 幅「青森（第2版）」，地質調査所.</p> <p>(6) 地質調査所（1960）：50万分の1地質図幅「青森」.</p> <p>(7) 気象庁編（2013）：「日本活火山総覧（第4版）」.</p> <p>(8) 西来邦章・伊藤順一・上野龍之編（2012）：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，60，地質調査総合センター.</p> <p>(9) 西来邦章，伊藤順一，上野龍之，内藤一樹，塚本 斉編（2014）：第四 紀噴火・貫入活動データベース．Ver. 1.00，地質調査総合センター.</p> <p>(10) 第四紀火山カタログ委員会編（1999）：「日本の第四紀火山カタログ Ver. 1.0」，特定非営利活動法人日本火山学会.</p> <p>(11) 箕浦幸治・小菅正裕・柴 正敏・根本直樹・山口義伸（1998）：青森県 地質図（20万分の1）及び青森県の地質，青森県.</p> <p>(12) 海上保安庁海洋情報部：海域火山データベース.</p> <p>(13) 町田 洋・新井房夫（2011）：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.</p> <p>(14) 安藤雅孝・角田史雄・早川由紀夫・平原和郎・藤田至則（1996）：新版</p>	



事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>地学教育講座2 地震と火山, 東海大学出版会.</p> <p>(15) 富樫茂子 (1977): 恐山火山の岩石学的研究, 岩石鉱物鉱床学会誌, vol. 72, pp. 45-60.</p> <p>(16) 守屋以智雄 (1979): 日本の第四紀火山の地形発達と分類, 地理学評論, vol. 52, pp. 479-501.</p> <p>(17) 守屋以智雄 (1983): 日本の火山地形, 東京大学出版会.</p> <p>(18) 青木正博 (1990): マグマ性流体と金鉱化作用—恐山熱水系を例として—, 日本鉱山地質学会秋期講習会資料, pp. 79-82.</p> <p>(19) 小林 淳・水上啓治・岡島靖司 (2011): 恐山外輪山における屏風山—朝比奈岳火山群の年代と火山活動史, 日本火山学会講演予稿集, 2011, pp. 71.</p> <p>(20) 小林 淳・水上啓治 (2012): 恐山火山外輪山の年代と火山活動史—小目名沢石英安山岩の恐山火山の活動史上の位置づけに着目して—, 日本第四紀学会講演要旨集, 42, pp. 14-15.</p> <p>(21) 桑原拓一郎・山崎晴雄 (2001): テフラから見た最近 45 万年間の恐山火山の噴火活動史, 火山, vol. 46, pp. 37-52.</p> <p>(22) 伴 雅雄・大場与志男・石川賢一・高岡宣雄 (1992): 青麻—恐火山列, 陸奥燧岳, 恐山, 七時雨および青麻火山のK-Ar年代—東北日本弧第四紀火山の帯状配列の成立時期—, 岩鉱, vol. 87, pp. 39-49.</p> <p>(23) 資源エネルギー庁 (1994): 平成5年度 広域地質構造調査報告書 渡島・下北地域, 平成6年3月.</p> <p>(24) Imai, N. and Shimokawa, K. (1988): ESR dating of Quaternary tephra from Mt. Osore-zan using Al and Ti centres in quartz, Quater. Sci. Rev., vol. 7, pp. 523-527.</p> <p>(25) 桑原拓一郎 (2008): 下北半島北部に分布する田名部Dテフラのジルコン・フィッシュン・トラック年代, 地質調査研究報告, vol. 59, pp. 267</p>	<p>地学教育講座2 地震と火山, 東海大学出版会.</p> <p>(15) 富樫茂子 (1977): 恐山火山の岩石学的研究, 岩石鉱物鉱床学会誌, vol. 72, pp. 45-60.</p> <p>(16) 守屋以智雄 (1979): 日本の第四紀火山の地形発達と分類, 地理学評論, vol. 52, pp. 479-501.</p> <p>(17) 守屋以智雄 (1983): 日本の火山地形, 東京大学出版会.</p> <p>(18) 青木正博 (1990): マグマ性流体と金鉱化作用—恐山熱水系を例として—, 日本鉱山地質学会秋期講習会資料, pp. 79-82.</p> <p>(19) 小林 淳・水上啓治・岡島靖司 (2011): 恐山外輪山における屏風山—朝比奈岳火山群の年代と火山活動史, 日本火山学会講演予稿集, 2011, pp. 71.</p> <p>(20) 小林 淳・水上啓治 (2012): 恐山火山外輪山の年代と火山活動史—小目名沢石英安山岩の恐山火山の活動史上の位置づけに着目して—, 日本第四紀学会講演要旨集, 42, pp. 14-15.</p> <p>(21) 桑原拓一郎・山崎晴雄 (2001): テフラから見た最近 45 万年間の恐山火山の噴火活動史, 火山, vol. 46, pp. 37-52.</p> <p>(22) 伴 雅雄・大場与志男・石川賢一・高岡宣雄 (1992): 青麻—恐火山列, 陸奥燧岳, 恐山, 七時雨および青麻火山のK-Ar年代—東北日本弧第四紀火山の帯状配列の成立時期—, 岩鉱, vol. 87, pp. 39-49.</p> <p>(23) 資源エネルギー庁 (1994): 平成5年度 広域地質構造調査報告書 渡島・下北地域, 平成6年3月.</p> <p>(24) Imai, N. and Shimokawa, K. (1988): ESR dating of Quaternary tephra from Mt. Osore-zan using Al and Ti centres in quartz, Quater. Sci. Rev., vol. 7, pp. 523-527.</p> <p>(25) 桑原拓一郎 (2008): 下北半島北部に分布する田名部Dテフラのジルコン・フィッシュン・トラック年代, 地質調査研究報告, vol. 59, pp. 267</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>－270.</p> <p>(26) 桑原拓一郎 (2006) : 下北半島北部に分布する正津川軽石流堆積物のジルコン・フィッシュン・トラック年代, 地質学雑誌, vol.112, pp.294－297.</p> <p>(27) 桑原拓一郎 (2012) : 下北半島北部の田名部Aテフラのジルコン・フィッシュン・トラック年代測定, 第四紀研究, vol.51, pp.45－48.</p> <p>(28) 新エネルギー総合開発機構 (1986a) : 地熱開発促進調査報告書 No. 9, 下北地域.</p> <p>(29) 電源開発株式会社 (2008) : 大間原子力発電所原子炉設置許可申請書 平成16年3月 (平成17年6月一部補正, 平成18年2月一部補正, 平成18年10月一部補正, 平成19年3月一部補正, 平成20年3月一部補正).</p> <p>(30) 堀 修一郎・長谷川 昭 (1999) : 恐山直下の上部マントルに見出された顕著なS波反射面, 火山, vol.44, pp.83－91.</p> <p>(31) Matsubara, M., H. Sato, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Kanazawa, N. Takahashi, K. Suzuki and S. Kamiya (2019): Seismic velocity structure in and around the Japanese Island src derived from seismic tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data. Seismic Waves - Probing Earth System, IntechOpen, pp.1－19.</p> <p>(32) 高倉伸一 (1994) : 下北半島におけるMT法データと重力データの総合解釈, 地質調査所月報, vol.45, pp.689－702.</p> <p>(33) 気象庁編 (2012) : 気象庁震源データファイル, 地震年報 (DVD-ROM), 気象業務センター.</p> <p>(34) 気象庁 (2010～2018) : 気象庁一元化処理 震源要素, 防災科学技術研究所高感度地震観測網 (防災科研 Hi-net), <a href="https://hinetwww1.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja">https://hinetwww1.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja</a> (最終閲覧2019年5月)</p>	<p>－270.</p> <p>(26) 桑原拓一郎 (2006) : 下北半島北部に分布する正津川軽石流堆積物のジルコン・フィッシュン・トラック年代, 地質学雑誌, vol.112, pp.294－297.</p> <p>(27) 桑原拓一郎 (2012) : 下北半島北部の田名部Aテフラのジルコン・フィッシュン・トラック年代測定, 第四紀研究, vol.51, pp.45－48.</p> <p>(28) 新エネルギー総合開発機構 (1986a) : 地熱開発促進調査報告書 No. 9, 下北地域.</p> <p>(29) 電源開発株式会社 (2008) : 大間原子力発電所原子炉設置許可申請書 平成16年3月 (平成17年6月一部補正, 平成18年2月一部補正, 平成18年10月一部補正, 平成19年3月一部補正, 平成20年3月一部補正).</p> <p>(30) 堀 修一郎・長谷川 昭 (1999) : 恐山直下の上部マントルに見出された顕著なS波反射面, 火山, vol.44, pp.83－91.</p> <p>(31) Matsubara, M., H. Sato, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Kanazawa, N. Takahashi, K. Suzuki and S. Kamiya (2019): Seismic velocity structure in and around the Japanese Island src derived from seismic tomography including NIED MOWLAS Hi-net and S-net data. Seismic Waves - Probing Earth System, IntechOpen, pp.1－19.</p> <p>(32) 高倉伸一 (1994) : 下北半島におけるMT法データと重力データの総合解釈, 地質調査所月報, vol.45, pp.689－702.</p> <p>(33) 気象庁編 (2012) : 気象庁震源データファイル, 地震年報 (DVD-ROM), 気象業務センター.</p> <p>(34) 気象庁 (2010～2018) : 気象庁一元化処理 震源要素, 防災科学技術研究所高感度地震観測網 (防災科研 Hi-net), <a href="https://hinetwww1.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja">https://hinetwww1.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja</a> (最終閲覧2019年5月)</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>(35) 気象庁観測部（1981）：火山機動観測実施報告「恐山・御岳山」.</p> <p>(36) 仙台管区气象台（1990）：東北地域火山機動観測実施報告「鳴子・恐山」.</p> <p>(37) 岡田知己・長谷川 昭（2000）：東北地方地殻深部に発生する低周波微小地震の活動とモーメントテンソル解，火山，vol.45，pp.47-63.</p> <p>(38) 矢来博司（2002）：JERS-1の干渉SARによる火山地域の地殻変動の面的把握に関する研究（第2年次），平成14年度調査研究年報，国土地理院.</p> <p>(39) 安藤 忍・北川貞之（2008）：干渉SARでみた東北地方の活火山周辺における地殻変動，日本火山学会秋季大会講演予稿集，pp.147.</p> <p>(40) Ozawa, T. and Fujita, E.（2013）：Local deformations around volcanoes associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Journal of Geophysical Reserch (solid earth), vol.118, pp.390-405.</p> <p>(41) 鎌田政明・小沢竹二郎・村上悠紀雄・吉田 稔（1985）：地熱流体の化学—環境科学の視点から—，東京大学出版会.</p> <p>(42) 気象庁（2016）：平成27年12月 地震・火山月報（防災編）.</p> <p>(43) 宇井忠英編（1997）：火山噴火と災害，東京大学出版会.</p> <p>(44) 梅田浩司（1992）：下北半島，むつ燧岳火山の地質と岩石記載，岩鉱，vol.87，pp.420-429.</p> <p>(45) 梅田浩司・古澤 明（2004）：RIPL法によるテフラ降灰層準によるテフラ降灰層準の認定と最新の噴火活動の推定，月刊地球，vol.26，pp.395-400.</p> <p>(46) 梅田浩司・檀原 徹（2008）：フィッシュン・トラック年代によるむつ燧岳の活動年代の再検討，岩石鉱物科学，vol.37，pp.131-136.</p> <p>(47) 富山真吾・梅田浩司・花室孝広・高島 勲・林 信太郎・根岸義光・増留由起子（2007）：下北半島，むつ燧岳火山地域の变质帯と变质岩の熱</p>	<p>(35) 気象庁観測部（1981）：火山機動観測実施報告「恐山・御岳山」.</p> <p>(36) 仙台管区气象台（1990）：東北地域火山機動観測実施報告「鳴子・恐山」.</p> <p>(37) 岡田知己・長谷川 昭（2000）：東北地方地殻深部に発生する低周波微小地震の活動とモーメントテンソル解，火山，vol.45，pp.47-63.</p> <p>(38) 矢来博司（2002）：JERS-1の干渉SARによる火山地域の地殻変動の面的把握に関する研究（第2年次），平成14年度調査研究年報，国土地理院.</p> <p>(39) 安藤 忍・北川貞之（2008）：干渉SARでみた東北地方の活火山周辺における地殻変動，日本火山学会秋季大会講演予稿集，pp.147.</p> <p>(40) Ozawa, T. and Fujita, E.（2013）：Local deformations around volcanoes associated with the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Journal of Geophysical Reserch (solid earth), vol.118, pp.390-405.</p> <p>(41) 鎌田政明・小沢竹二郎・村上悠紀雄・吉田 稔（1985）：地熱流体の化学—環境科学の視点から—，東京大学出版会.</p> <p>(42) 気象庁（2016）：平成27年12月 地震・火山月報（防災編）.</p> <p>(43) 宇井忠英編（1997）：火山噴火と災害，東京大学出版会.</p> <p>(44) 梅田浩司（1992）：下北半島，むつ燧岳火山の地質と岩石記載，岩鉱，vol.87，pp.420-429.</p> <p>(45) 梅田浩司・古澤 明（2004）：RIPL法によるテフラ降灰層準によるテフラ降灰層準の認定と最新の噴火活動の推定，月刊地球，vol.26，pp.395-400.</p> <p>(46) 梅田浩司・檀原 徹（2008）：フィッシュン・トラック年代によるむつ燧岳の活動年代の再検討，岩石鉱物科学，vol.37，pp.131-136.</p> <p>(47) 富山真吾・梅田浩司・花室孝広・高島 勲・林 信太郎・根岸義光・増留由起子（2007）：下北半島，むつ燧岳火山地域の变质帯と变质岩の熱</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>ルミネッセンス年代, 岩石鉱物科学, vol. 36, pp. 111-121.</p> <p>(48) 山縣耕太郎 (2000) : 支笏火山 40ka 噴火の規模に関する検討, 上越教育大学研究紀要, vol. 19, pp. 445-460.</p> <p>(49) 古川竜太・中川光弘 (2009) : 後支笏カルデラ, 風不死火山の爆発的噴火活動と年代, 日本火山学会講演予稿集, A41.</p> <p>(50) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1991) : 平成元年度 地熱開発促進調査データ処理報告書, No. 22 登別地域 (第3次).</p> <p>(51) 新エネルギー総合開発機構 (1986b) : 昭和60年全国地熱資源総合調査 (第2次), 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査報告書要旨.</p> <p>(52) 中川光弘 (1998) : 5. 有珠火山 記憶に新しい昭和大噴火の傷あと, 高橋正樹・小林哲夫編 北海道の火山-フィールドガイド 日本の火山 3, pp. 92-115.</p> <p>(53) 久保和也・柴田 賢・石田正夫 (1988) : 西南北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類のK-Ar年代, 地質学雑誌, vol. 94, pp. 789-792.</p> <p>(54) 能條 歩・都郷義寛・鈴木明彦・嶋田智恵子・板木拓也 (1997) : 西南北海道日本海側熊石-乙部地域の鮮新統~更新統の堆積年代, 地球科学, vol. 51, pp. 245-250.</p> <p>(55) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1990) : 地熱開発促進調査報告書, No. 19, 八雲地域.</p> <p>(56) 柳井清治・鴈澤好博・古森康晴 (1992) : 最終氷期末期に噴出した濁川テフラの層序と分布, 地質学雑誌, vol. 98, pp. 125-136.</p> <p>(57) 黒墨秀行・土井宣夫 (2003) : 濁川カルデラの内部構造, 火山, vol. 48, pp. 259-274.</p> <p>(58) 鴈澤好博・紀藤典夫・柳井清治・貞方 昇 (2005) : 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, vol. 111,</p>	<p>ルミネッセンス年代, 岩石鉱物科学, vol. 36, pp. 111-121.</p> <p>(48) 山縣耕太郎 (2000) : 支笏火山 40ka 噴火の規模に関する検討, 上越教育大学研究紀要, vol. 19, pp. 445-460.</p> <p>(49) 古川竜太・中川光弘 (2009) : 後支笏カルデラ, 風不死火山の爆発的噴火活動と年代, 日本火山学会講演予稿集, A41.</p> <p>(50) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1991) : 平成元年度 地熱開発促進調査データ処理報告書, No. 22 登別地域 (第3次).</p> <p>(51) 新エネルギー総合開発機構 (1986b) : 昭和60年全国地熱資源総合調査 (第2次), 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査報告書要旨.</p> <p>(52) 中川光弘 (1998) : 5. 有珠火山 記憶に新しい昭和大噴火の傷あと, 高橋正樹・小林哲夫編 北海道の火山-フィールドガイド 日本の火山 3, pp. 92-115.</p> <p>(53) 久保和也・柴田 賢・石田正夫 (1988) : 西南北海道, 長万部地域の第三紀火山岩類のK-Ar年代, 地質学雑誌, vol. 94, pp. 789-792.</p> <p>(54) 能條 歩・都郷義寛・鈴木明彦・嶋田智恵子・板木拓也 (1997) : 西南北海道日本海側熊石-乙部地域の鮮新統~更新統の堆積年代, 地球科学, vol. 51, pp. 245-250.</p> <p>(55) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1990) : 地熱開発促進調査報告書, No. 19, 八雲地域.</p> <p>(56) 柳井清治・鴈澤好博・古森康晴 (1992) : 最終氷期末期に噴出した濁川テフラの層序と分布, 地質学雑誌, vol. 98, pp. 125-136.</p> <p>(57) 黒墨秀行・土井宣夫 (2003) : 濁川カルデラの内部構造, 火山, vol. 48, pp. 259-274.</p> <p>(58) 鴈澤好博・紀藤典夫・柳井清治・貞方 昇 (2005) : 北海道駒ヶ岳の最</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>pp. 581-589.</p> <p>(59) 三谷勝利・鈴木 守・松下勝秀・国府谷盛明 (1966) : 5万分の1地質図幅「大沼公園」及び同説明書, 北海道立地下資源調査所.</p> <p>(60) 広瀬 亘・岩崎深雪・中川光弘 (2000) : 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, vol. 106, pp. 120-135.</p> <p>(61) 新エネルギー総合開発機構 (1988) : 地熱開発促進調査報告書, No. 13, 南茅部地域.</p> <p>(62) 山縣耕太郎・町田 洋・新井房夫 (1989) : 銭亀-女那川テフラ: 津軽海峡函館沖から噴出した後期更新世のテフラ, 地理学評論, vol. 62, pp. 195-207.</p> <p>(63) 石原義光 (1988) : 地熱開発促進調査の地域レポート, [9] 下北地域, 地熱エネルギー, vol. 13, pp. 88-109.</p> <p>(64) 宝田晋治 (1991) : 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, vol. 36, pp. 11-23.</p> <p>(65) 工藤 崇・小林 淳・山元孝広・岡島靖司・水上啓治 (2011a) : 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, vol. 41, pp. 82-83.</p> <p>(66) 宝田晋治・村岡洋文 (2004) : 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), 地質調査総合センター.</p> <p>(67) 工藤 崇・檀原 徹・山下 透・植木岳雪・佐藤大介 (2011b) : 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, vol. 41, pp. 144-145.</p> <p>(68) 新エネルギー総合開発機構 (1987) : 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, 八甲田山地域火山地質図 (5万分の1)・</p>	<p>pp. 581-589.</p> <p>(59) 三谷勝利・鈴木 守・松下勝秀・国府谷盛明 (1966) : 5万分の1地質図幅「大沼公園」及び同説明書, 北海道立地下資源調査所.</p> <p>(60) 広瀬 亘・岩崎深雪・中川光弘 (2000) : 北海道中央部～西部の新第三紀火成活動の変遷: K-Ar年代, 火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, vol. 106, pp. 120-135.</p> <p>(61) 新エネルギー総合開発機構 (1988) : 地熱開発促進調査報告書, No. 13, 南茅部地域.</p> <p>(62) 山縣耕太郎・町田 洋・新井房夫 (1989) : 銭亀-女那川テフラ: 津軽海峡函館沖から噴出した後期更新世のテフラ, 地理学評論, vol. 62, pp. 195-207.</p> <p>(63) 石原義光 (1988) : 地熱開発促進調査の地域レポート, [9] 下北地域, 地熱エネルギー, vol. 13, pp. 88-109.</p> <p>(64) 宝田晋治 (1991) : 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, vol. 36, pp. 11-23.</p> <p>(65) 工藤 崇・小林 淳・山元孝広・岡島靖司・水上啓治 (2011a) : 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, vol. 41, pp. 82-83.</p> <p>(66) 宝田晋治・村岡洋文 (2004) : 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), 地質調査総合センター.</p> <p>(67) 工藤 崇・檀原 徹・山下 透・植木岳雪・佐藤大介 (2011b) : 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, vol. 41, pp. 144-145.</p> <p>(68) 新エネルギー総合開発機構 (1987) : 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, 八甲田山地域火山地質図 (5万分の1)・</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表（対令和2年3月申請）

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>八甲田山地域地熱地質編図（10万分の1）及び同説明書。</p> <p>(69) 工藤 崇・西村 健・佐々木 実・藤原大祐（2004）：八甲田―十和田火山地域における後期中新世～鮮新世火山岩のK-Ar年代とマグマ組成の時間変遷，日本地質学会講演要旨，0-192.</p> <p>(70) 山元孝広（2015）：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，地質調査総合センター.</p> <p>(71) 梅田浩司・林 信太郎・伴 雅雄・佐々木 実・大場 司・赤石和幸（1999）：東北日本，火山フロント付近の2.0Ma以降の火山活動とテクトニクスの推移，火山，vol.44，pp.233-249.</p> <p>(72) 工藤 崇（2018）：十和田湖周辺における前期～中期更新世火山活動史，地質調査研究報告，69，pp.165-200.</p> <p>(73) 八島隆一・大竹二男・長橋良隆（2001）：東北地方における後期中新世―鮮新世火山岩のK-Ar年代，地球科学，vol.55，pp.253-257.</p> <p>(74) 大口健志・大上和良・尾田太良（1986）：第2巻―その3―島弧横断ルートNo.15（大葛温泉―田山―浄法寺―二戸・久慈），新生代東北本州弧地質資料集，13p.</p> <p>(75) 和知 剛・千葉達朗・岡田智幸・土井宣夫・越谷 信・林信太郎・熊井修一（2002）：八幡平火山起源の完新世テフラ，地球惑星科学関連学会合同大会予稿集，V032-P005.</p> <p>(76) 須藤 茂（1992）：5万分の1仙岩地域中心部地熱地質図説明書，特殊地質図（21-5），地質調査所，73p.</p> <p>(77) Hayakawa, Y. (1985): Pyroclastic geology go Towada volcano, Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, vol. 60, pp. 507-592.</p> <p>(78) 山元孝広・須藤 茂（1996）：テフラ層序からみた磐梯火山の噴火活動史，地質調査所月報，vol.47，pp.335-359.</p> <p>(79) 萬年一剛（2013）：降下火山灰シミュレーションコード Tephra2 の理論</p>	<p>八甲田山地域地熱地質編図（10万分の1）及び同説明書。</p> <p>(69) 工藤 崇・西村 健・佐々木 実・藤原大祐（2004）：八甲田―十和田火山地域における後期中新世～鮮新世火山岩のK-Ar年代とマグマ組成の時間変遷，日本地質学会講演要旨，0-192.</p> <p>(70) 山元孝広（2015）：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，地質調査総合センター.</p> <p>(71) 梅田浩司・林 信太郎・伴 雅雄・佐々木 実・大場 司・赤石和幸（1999）：東北日本，火山フロント付近の2.0Ma以降の火山活動とテクトニクスの推移，火山，vol.44，pp.233-249.</p> <p>(72) 工藤 崇（2018）：十和田湖周辺における前期～中期更新世火山活動史，地質調査研究報告，69，pp.165-200.</p> <p>(73) 八島隆一・大竹二男・長橋良隆（2001）：東北地方における後期中新世―鮮新世火山岩のK-Ar年代，地球科学，vol.55，pp.253-257.</p> <p>(74) 大口健志・大上和良・尾田太良（1986）：第2巻―その3―島弧横断ルートNo.15（大葛温泉―田山―浄法寺―二戸・久慈），新生代東北本州弧地質資料集，13p.</p> <p>(75) 和知 剛・千葉達朗・岡田智幸・土井宣夫・越谷 信・林信太郎・熊井修一（2002）：八幡平火山起源の完新世テフラ，地球惑星科学関連学会合同大会予稿集，V032-P005.</p> <p>(76) 須藤 茂（1992）：5万分の1仙岩地域中心部地熱地質図説明書，特殊地質図（21-5），地質調査所，73p.</p> <p>(77) Hayakawa, Y. (1985): Pyroclastic geology go Towada volcano, Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, vol. 60, pp. 507-592.</p> <p>(78) 山元孝広・須藤 茂（1996）：テフラ層序からみた磐梯火山の噴火活動史，地質調査所月報，vol.47，pp.335-359.</p> <p>(79) 萬年一剛（2013）：降下火山灰シミュレーションコード Tephra2 の理論</p>	

事業変更許可申請書 添付四の内「7. 火山」前後対比表 (対令和2年3月申請)

令和2年7月27日  
リサイクル燃料貯蔵株式会社

令和2年3月 補正	令和2年7月 補正	備考
<p>と現状－第四紀学での利用を視野に，第四紀研究，vol.52，pp.173－187.</p> <p>(80) Bassinot, F. C., Labeyrie, L. D., Vincent, E., Quidelleur, X., Shackleton, N. J. and Lancelot, Y. (1994): The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. Earth Planet. Sci. Lett., 126, pp.91－108.</p> <p>(81) 小池一之・田村俊和・鎮西清高・宮城豊彦 (2005): 日本の地形3 東北, 東京大学出版会.</p> <p>「7.1」で用いる地図は，国土地理院の承認を得て，同院発行の数値地図 50 mメッシュ (標高) (日本－I) を使用したものである。</p> <p>(承認番号 平30情使，第1125号)</p>	<p>と現状－第四紀学での利用を視野に，第四紀研究，vol.52，pp.173－187.</p> <p>(80) Bassinot, F. C., Labeyrie, L. D., Vincent, E., Quidelleur, X., Shackleton, N. J. and Lancelot, Y. (1994): The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. Earth Planet. Sci. Lett., 126, pp.91－108.</p> <p>(81) 小池一之・田村俊和・鎮西清高・宮城豊彦 (2005): 日本の地形3 東北, 東京大学出版会.</p> <p>「7.1」で用いる地図は，国土地理院の承認を得て，同院発行の数値地図 50 mメッシュ (標高) (日本－I) を使用したものである。</p> <p>(承認番号 平30情使，第1125号)</p>	