30 原 機 （ 再 ） 054
平 成 30 年 11 月 9 日

原 子 力 規 制 委 員 会　殿

住　　所　茨城県那珂郡東海村大字舟石川 765 番地 1
申 請 者 名　国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
代表者の氏名　理　事　長　　児 玉　敏 雄

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
再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書

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 50 条の 5 第 3 項において準用する同法第 12 条の 6 第 3 項の規定に基づき，下記のとおり核燃料サイクル工学研究所　再処理施設の廃止措置計画変更認可の申請をいたします。

記

一．氏名又は名称及び住所並びに代表者の氏名
氏名又は名称　国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
住　　所　茨城県那珂郡東海村大字舟石川 765 番地 1
代表者の氏名　理事長　児玉　敏雄

二．工場又は事業所の名称及び所在地
名　　称　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
所　在　地　茨城県那珂郡東海村大字村松 4 番地 33

三．変更に係る事項

平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）に関し，次の事項の一部を別紙のとおり変更する。

六．性能維持施設の位置，構造及び設備並びにその性能，その性能を維持すべき期間並びに再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則（平成二十五年原子力委員会規則第二十九号）第二章及び第三章に定めるところにより難い特別の事情がある場合はその内容

四．変更の理由

安全対策の検討に用いる基準地震動，基準津波，設計竜巻及び火山事象を定めるため。

別紙

核燃料サイクル工学研究所　再処理施設　廃止措置計画変更認可申請書

変更前後比較表

核燃料サイクル工学研究所　再処理施設　廃止措置計画変更認可申請書　変更前後比較表

変更箇所を下線で示す。

変　更　前 平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受けた廃止措置計画	変　更　後	変更理由
六．性能維持施設の位置，構造及び設備並びにその性能，その性能を維持すべき期間並びに再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則（平成二十五年原子力規制委員会規則第二十九号）第二章及び第三章に定めるところにより難い特別の事情がある場合はその内容	六．性能維持施設の位置，構造及び設備並びにその性能，その性能を維持すべき期間並びに再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則（平成二十五年原子力規制委員会規則第二十九号）第二章及び第三章に定めるところにより難い特別の事情がある場合はその内容	
1 性能維持施設の位置，構造 1.1 性能維持施設の位置，構造 (1) 省略	1 性能維持施設の位置，構造 1.1 性能維持施設の位置，構造 (1) 変更なし	
(2)性能維持施設の一般構造 1）～3）省略	(2)性能維持施設の一般構造 1）～3）変更なし	
4）地震による損傷の防止 ①～③　省略	4）地震による損傷の防止 ①～③　変更なし	
	④ 基準地震動の策定に当たり実施する地質・地質構造評価については，隣接する原子力科学研究所の JRR-3 原子炉施設での敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造評価を参照する。 基準地震動の策定に当たり選定する敷地に大きな影響を及ぼすと予想される地震及び地震動については，JRR-3 原子炉施設における地震動評価のうち敷地周辺で想定される検討用地震を参照し，以下に示す地震学的見地から想定することが適切な地震及び地震動を考慮している。 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」 ・ Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震 ・ 2011 年東北地方太平洋沖型地震 ・ 茨城県南部の地震 「震源を特定せず策定する地震動」 ・ 加藤ほか（2004）による応答スペクトル ・ 2004 年北海道留萌支庁南部の地震 以上を踏まえ，再処理施設における「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，不確かさを考慮した地震動評価を行い，基準地震動 Ss を策定した。 地質・地質構造評価及び基準地震動の策定について別添 6-1-14 に示す。	○基準地震動を定めるため。

核燃料サイクル工学研究所　再処理施設　廃止措置計画変更認可申請書　変更前後比較表

変更箇所を下線で示す。

変　更　前 平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受けた廃止措置計画	変　更　後	変更理由
5)津波による損傷の防止 安全機能を有する施設は，隣接する原子力科学研究所の JRR-3 原子炉施設の津波に係る評価を踏まえて策定した基準津波(以下「基準津波」という。)により，その安全性が損なわれるおそれがないものとするよう検討する。また，基準津波(平成 29　年 9　月末までに策定済)については，本申請以降に廃止措置計画の変更申請を行う。 高放射性廃液を内蔵する設備については，基準津波に対する防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 なお，暫定津波シミュレーションから高放射性廃液貯蔵場(HAW)の浸水深を東京湾平均海面(以下「T.P.」という。)+12.8 m と評価しており，高放射性廃液を内蔵する建家開口部に浸水防止扉を設置している T.P.+14.4　m を超えるものではない。また，基準津波の襲来により電源供給機能を維持できない場合でも，崩壊熱除去機能，水素掃気機能等の安全機能を維持できるよう可搬型発電機を T.P.+約 18　m の地点に配備している。さらに，漂流物等により敷地内のアクセス性が低下した場合に備え，漂流物撤去用の重機を配備している。現状の安全対策及び検討中の安全対策の例を別添 6-1-4 に示す。 一方，高放射性廃液貯蔵場(HAW)に非常用電源を供給する第二中間開閉所及びガラス固化技術開発施設(TVF)開発棟に非常用電源を供給するガラス固化技術開発施設(TVF)管理棟については，T.P.+約 8　～11 m までの浸水防止対策を実施しているものの，基準津波が襲来した場合に電源供給機能を維持できない可能性があり，基準地震動に対する耐震性も不足する見通しである。現状よりさらに高い位置まで浸水防止対策を実施するには，建家等の耐震補強が必要となるが，既存建家及び設備直下の大規模な補強工事は，困難な状況である。さらに，蒸気及び水を供給する既存の設備についても，基準地震動に対する耐震性が不足する見通しであることから，浸水防止対策を実施するには，建家等の耐震補強が必要となるが，既存建家及び設備直下の大規模な補強工事は，困難な状況である。このため，再処理維持基準規則を踏まえた安全対策を実施できないおそれがあることから，より難い特別な事情を明確にした上で，可搬型設備等の代替策も視野に入れ，安全機能の維持や回復を検討する。その際，既に配備している可搬型設備の有効性を確認した上で，分散配置の仕方及び追加設備の必要性を検討し，その詳細について遅くとも平成 31 年度末までに定め，逐次廃止措置計画の変更申請を行う。 その他の防護対象施設については，基準津波に対する防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。	5)津波による損傷の防止 ① 安全機能を有する施設は，隣接する原子力科学研究所の JRR-3 原子炉施設の津波に係る評価を踏まえて策定した基準津波(以下「基準津波」という。)により，その安全性が損なわれるおそれがないものとするよう検討する。また，基準津波(平成 29　年 9　月末までに策定済)については，本申請以降に廃止措置計画の変更申請を行う。 高放射性廃液を内蔵する設備については，基準津波に対する防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 なお，暫定津波シミュレーションから高放射性廃液貯蔵場(HAW)の浸水深を東京湾平均海面(以下「T.P.」という。)+12.8 m と評価しており，高放射性廃液を内蔵する建家開口部に浸水防止扉を設置している T.P.+14.4　m を超えるものではない。また，基準津波の襲来により電源供給機能を維持できない場合でも，崩壊熱除去機能，水素掃気機能等の安全機能を維持できるよう可搬型発電機を T.P.+約 18 m の地点に配備している。さらに，漂流物等により敷地内のアクセス性が低下した場合に備え，漂流物撤去用の重機を配備している。現状の安全対策及び検討中の安全対策の例を別添 6-1-4 に示す。 一方，高放射性廃液貯蔵場(HAW)に非常用電源を供給する第二中間開閉所及びガラス固化技術開発施設(TVF)開発棟に非常用電源を供給するガラス固化技術開発施設(TVF)管理棟については，T.P.+約 8　～11 m までの浸水防止対策を実施しているものの，基準津波が襲来した場合に電源供給機能を維持できない可能性があり，基準地震動に対する耐震性も不足する見通しである。現状よりさらに高い位置まで浸水防止対策を実施するには，建家等の耐震補強が必要となるが，既存建家及び設備直下の大規模な補強工事は，困難な状況である。さらに，蒸気及び水を供給する既存の設備についても，基準地震動に対する耐震性が不足する見通しであることから，浸水防止対策を実施するには，建家等の耐震補強が必要となるが，既存建家及び設備直下の大規模な補強工事は，困難な状況である。このため，再処理維持基準規則を踏まえた安全対策を実施できないおそれがあることから，より難い特別な事情を明確にした上で，可搬型設備等の代替策も視野に入れ，安全機能の維持や回復を検討する。その際，既に配備している可搬型設備の有効性を確認した上で，分散配置の仕方及び追加設備の必要性を検討し，その詳細について遅くとも平成 31 年度末までに定め，逐次廃止措置計画の変更申請を行う。 その他の防護対象施設については，基準津波に対する防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。	○記載の適正化

核燃料サイクル工学研究所　再処理施設　廃止措置計画変更認可申請書　変更前後比較表

変更箇所を下線で示す。

変　更　前 平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受けた廃止措置計画	変　更　後	変更理由
	② 基準津波の策定に当たり選定する敷地に最も影響を及ぼす波源については，隣接する原子力科学研究所の JRR-3 原子炉施設での津波評価を参照し，以下に示す地震学的見地から想定することが適切な波源を考慮している。 ・2011 年東北地方太平洋沖型地震津波 ・茨城県沖から房総沖に想定する津波 ・海洋プレート内地震 ・海域の活断層による地殻内地震 ・陸上及び海底での地すべり並びに斜面崩壊 ・火山現象 以上を踏まえ，再処理施設に最も影響を与える津波波源を想定し，不確かさを考慮した津波評価を行い，基準津波を策定した。 基準津波の策定について別添 6-1-15 に示す。	○基準津波を定めるため。
6)外部からの衝撃による損傷の防止 ① 安全機能を有する施設は，想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合において，防護措置，基礎地盤の改良その他の適切な措置を行うよう検討する。 なお，自然現象の抽出は，国内外の文献等から再処理施設の立地及び周辺環境を踏まえて再処理施設の安全性に影響を与える可能性のある事象を選定する。 (a) 竜巻 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（平成 26 年 9 月 17 日原規技発第 1409172 号原子力規制委員会決定）に基づき，再処理施設の敷地で想定される基準竜巻・設計竜巻及びそれらから導かれる設計荷重に対して，防護措置その他の適切な措置を行う。	6)外部からの衝撃による損傷の防止 ① 安全機能を有する施設は，想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合において，防護措置，基礎地盤の改良その他の適切な措置を行うよう検討する。 なお，自然現象の抽出は，国内外の文献等から再処理施設の立地及び周辺環境を踏まえて再処理施設の安全性に影響を与える可能性のある事象を選定する。 (a) 竜巻 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（平成 26 年 9 月 17 日原規技発第 1409172 号原子力規制委員会決定）に基づき，再処理施設の敷地で想定される基準竜巻・設計竜巻及びそれらから導かれる設計荷重に対して，防護措置その他の適切な措置を行う。 竜巻に対する防護措置を行うための設計竜巻の最大風速は，100 m/s とした。設計竜巻の設定等について別添 6-1-16 に示す。 設計荷重は設計竜巻による風圧力による荷重，気圧差による荷重及び飛来物が施設に衝突する際の衝撃荷重等を適切に組み合わせた荷重を設定する。設定する設計飛来物は鋼製材（長さ 4.2 m×幅 0.3 m×高さ 0.2 m，質量 135 kg，飛来時の水平速度 51 m/s，飛来時の鉛直速度 34 m/s）とし，設計飛来物より運動エネルギー又は貫通力が大きなものに対し，施設からの離隔又は固縛等の適切な措置を行うよう検討する。	○設計竜巻を定めるため。
高放射性廃液を内蔵する設備については，基準竜巻・設計竜巻を設定した上で，防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 なお，竜巻発生時においても崩壊熱除去機能及び水素掃気機能を維持でき	高放射性廃液を内蔵する設備については，設定した設計竜巻を基に，防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 なお，竜巻発生時においても崩壊熱除去機能及び水素掃気機能を維持でき	

核燃料サイクル工学研究所　再処理施設　廃止措置計画変更認可申請書　変更前後比較表

変更箇所を下線で示す。

変　更　前 平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受けた廃止措置計画	変　更　後	変更理由
るよう可搬型発電機及び可搬型給水設備を既往の許認可を受けた設備から離して配備している。現状の安全対策及び検討中の安全対策の例を別添 6-1-5 に示す。 一方，高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)開発棟の屋上に設置している冷却設備については，設計飛来物により損傷する可能性があるが，竜巻防護対策(防護ネット等の設置)を施し飛来物からの損傷を防ぐ場合，重量の増加により建家の耐震性が確保できない可能性がある。このため，再処理維持基準規則を踏まえた安全対策を実施できないおそれがあることから，より難い特別な事情を明確にした上で，可搬型設備等の代替策も視野に入れ，安全機能の維持や回復を検討する。その際，既に配備している可搬型設備の有効性を確認した上で，分散配置の仕方及び追加設備の必要性を検討し，その詳細について遅くとも平成 31 年度末までに定め，逐次廃止措置計画の変更申請を行う。 その他の防護対象施設については，基準竜巻・設計竜巻に対して防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 (b)森林火災 省略 (c) 火　山 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061910 号原子力規制委員会決定)に基づき影響を評価する。 再処理施設への火山影響を評価するため，再処理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出，設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価及び再処理施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象の検討を行う。 安全上重要な施設は，想定される火山事象が発生した場合においても安全機能を損なわないものとし，火山影響評価を踏まえて，防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 (d)～(e)　省略 ②～③　省略 7)～48)　省略	るよう可搬型発電機及び可搬型給水設備を既往の許認可を受けた設備から離して配備している。現状の安全対策及び検討中の安全対策の例を別添 6-1-5 に示す。 一方，高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)開発棟の屋上に設置している冷却設備については，設計飛来物により損傷する可能性があるが，竜巻防護対策(防護ネット等の設置)を施し飛来物からの損傷を防ぐ場合，重量の増加により建家の耐震性が確保できない可能性がある。このため，再処理維持基準規則を踏まえた安全対策を実施できないおそれがあることから，より難い特別な事情を明確にした上で，可搬型設備等の代替策も視野に入れ，安全機能の維持や回復を検討する。その際，既に配備している可搬型設備の有効性を確認した上で，分散配置の仕方及び追加設備の必要性を検討し，その詳細について遅くとも平成 31 年度末までに定め，逐次廃止措置計画の変更申請を行う。 その他の防護対象施設については，基準竜巻・設計竜巻に対して防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 (b) 森林火災 変更なし (c) 火　山 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 13061910 号原子力規制委員会決定)に基づき影響を評価する。 想定する火山事象について別添 6-1-17 に示す。 再処理施設への火山影響を評価するため，再処理施設に影響を及ぼし得る火山事象として設定した層厚 50 cm，粒径 8.0 mm 以下，密度 0.3 g/cm^3（乾燥状態）～1.5 g/cm^3（湿潤状態）の降下火砕物に対し，防護措置その他適切な措置を行うよう検討する。 安全上重要な施設は，想定される火山事象が発生した場合においても安全機能を損なわないものとし，火山影響評価を踏まえて，防護措置その他の適切な措置を行うよう検討する。 (d)～(e)　変更なし ②～③　変更なし 7)～48)　変更なし	○想定する火山事象を定めるため。

核燃料サイクル工学研究所　再処理施設　廃止措置計画変更認可申請書　変更前後比較表

変更箇所を下線で示す。

変　更　前 平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受けた廃止措置計画	変　更　後	変更理由
2 性能維持施設の設備，その性能，その性能を維持すべき期間 省略	2 性能維持施設の設備，その性能，その性能を維持すべき期間 変更なし	
3 再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則第二章及び第三章に定めるところにより難い特別の事情 省略	3 再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則第二章及び第三章に定めるところにより難い特別の事情 変更なし	
表 6-1　省略	表 6-1　変更なし	
表 6-2　省略	表 6-2　変更なし	
別添 6-1-1～6-1-13　省略	別添 6-1-1～6-1-13　変更なし	
	別添 16-1-14　地質・地質構造評価及び基準地震動の策定	○基準地震動を定めるため。（新規作成）
	別添 16-1-15　基準津波の策定	○基準津波を定めるため。（新規作成）
	別添 16-1-16　基準竜巻及び設計竜巻の設定	○設計竜巻を定めるため。（新規作成）
	別添 16-1-17　火山影響評価	○想定する火山事象を定めるため。（新規作成）

別添6-1-14

地質・地質構造評価及び基準地震動の策定

1.地質・地質構造評価

1.1　概要

地質・地質構造評価に当たっては，陸域及び海域について，敷地からの距離に応じ，文献調査，変動地形学的調査，地表地質調査，地球物理学的調査等を実施し，地質・地質構造を把握するとともに震源として考慮する断層を評価している。

敷地は，原子力科学研究所（JRR-3）の約2 km南方に位置しており，敷地周辺及び近傍の地質・地質構造評価は同様である。原子力科学研究所（JRR-3）の地質・地質構造評価は，新規制基準適合性確認の審査が実施されており，最新の知見を踏まえた地質・地質構造評価がなされていることから，敷地周辺及び敷地近傍の地質・地質構造評価は，原子力科学研究所（JRR-3）の評価を参照することとする。

敷地については，敷地の地質・地質構造を把握するため，敷地全域について，文献調査，変動地形学的調査，地球物理学的調査及び地表地質調査を行うとともに，ボーリング調査等を実施した。

1.2　敷地周辺の地質・地質構造

1.2.1　調査内容

敷地周辺の地質・地質構造を把握するため，陸域については，文献調査，変動地形学的調査，地表地質調査，地球物理学的調査等を実施した。

また，海域については，文献調査のほか，海上音波探査及び他機関が実施した周辺海域の海上音波探査の記録解析を実施した。

1.2.2　調査結果

敷地周辺陸域の地形及び地質・地質構造は，文献調査，変動地形学的調査，地表地質調査，地球物理学的調査等の結果によると以下

のとおりである。

1.2.2.1　敷地周辺陸域の地形

敷地周辺陸域の地形図を図1-1に示す。

敷地周辺陸域は，茨城県の中央から北部に位置し，東側は太平洋に面している。敷地周辺陸域の地形は，八溝山地，久慈山地，多賀山地及び那珂台地周辺部に大別される。

敷地は，那珂台地の東部に位置する。

1.2.2.2　敷地周辺陸域の地質

敷地周辺陸域の地質層序表，敷地周辺陸域の地質図を図1-2に示す。これによると，八溝山地には，北部に，主に先新第三系の砂岩，頁岩，チャート等からなる堆積岩類が分布し，南部には主に新第三系の砂岩，泥岩及び礫岩からなる堆積岩類並びに火山砕屑岩類が分布する。久慈山地には，主に新第三系の砂岩，泥岩及び礫岩からなる堆積岩類，火山岩類及び火山砕屑岩類が分布する。多賀山地には，先新第三系の主に粘板岩～砂岩及び片岩～片麻岩類からなる堆積岩～変成岩類並びに花崗岩類等からなる深成岩類が分布する。また，多賀山地東方の常磐海岸台地の北部には，主に古第三系，新第三系の砂岩，泥岩，礫岩等からなる堆積岩類が分布する。那珂台地周辺部の丘陵地及び台地には，主に第四系更新統が広く分布し，那珂台地縁辺部には新第三系の泥岩等からなる堆積岩類が分布する。低地には完新統の沖積層が，海岸部には砂丘砂層が分布する。なお，ひたちなか市磯崎町から東茨城郡大洗町にかけての海岸部には，先新第三系の砂岩，泥岩，礫岩等からなる堆積岩類が小規模に分布する。

1.2.2.3　敷地周辺陸域の地質構造

(1)　概要

敷地周辺陸域の地質構造は，主に北部の山地からなる地域と，主に南部の台地及び低地からなる地域で異なった特徴を呈する。

北部における地質構造としては，久慈山地東部に阿武隈花崗岩類のカタクレーサイトからなるNNW-SSE方向に連続する幅4 km～5 kmの棚倉破砕帯がある。同破砕帯の東側の多賀山地には阿武隈花崗岩類及び変成岩類が広く分布し，さらに，その東側の常磐海岸台地には，それらを不整合に覆って古第三系漸新統及び新第三系中新統が東に緩く傾斜して分布している。また，棚倉破砕帯内部には，カタクレーサイトを不整合に覆う新第三系中新統の金砂郷層群（大槻（1975）[(1)]の北田気層，浅川層，男体山火山角礫岩，西染層，大門層，瑞龍層，源氏川層等に相当し，これらの地層を一括して「金砂郷層群」と仮称する。）及び東金砂山層が傾斜して分布し，同破砕帯の西側には，金砂郷層群が東に傾斜して分布している。これらの地層は，棚倉破砕帯西縁断層及び周囲に分布する断層並びに久慈川流域に分布するNNW-SSE方向及びNE-SW～E-W方向の断層で切断されている。

八溝山地には，新第三系に不整合で覆われる主にジュラ系の八溝層群が分布し，西又は北西に傾斜しており，数本の短い断層が分布している。

また，棚倉破砕帯の南部の久慈川下流部及び常磐海岸台地付近には，新第三系中新統を不整合に覆う新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層が，ほぼ水平に分布している。

南部における地質構造としては，台地及び低地に，主に第四系が広く分布する。

重力異常に関しては，大局的な地下深部構造を把握することを目的として，地質調査総合センター編「日本重力データベース　DVD版」（2013）[(2)]等を参考に重力異常図を作成した。敷地周辺の重力異常図を図1-3に示す。

敷地北方の多賀山地南西縁付近に認められる重力の急勾配構造については，坂本ほか（1972）[(3)]によれば，那珂市菅谷付近に低重力域の中心があり，東から西へ重力値が小さくなる。このことは，おそらく海岸沿いでは，多賀層の下位に先第三系の基盤が直接接して

おり，それより西方の内陸部では，多賀層の下位に新第三系が厚く発達していることを示すものであるとしている。また，吉岡ほか（2001）[4]及び長谷川（1988）[5]によれば，高重力異常域は高密度の古生層基盤岩の分布に一致し，急勾配構造は，棚倉構造線の南方端に対応するとしている。

これらの重力異常域と地下深部構造の関係を把握することを目的として，反射法地震探査等を実施した。反射法地震探査の測線位置図及び解釈図を図1-4に示す。これによると，多賀山地付近の高重力異常から那珂台地付近の低重力異常に向かって，先新第三系の基盤上面が深くなっており，基盤上面と重力異常が調和的であることが認められる。また，久慈川以北で地表に露出する棚倉破砕帯の南方延長に相当する地質構造がLine-1及びLine-2で認められ，重力異常は先新第三系の上面の高度分布を反映したものと判断される。また，Line-Aでは高重力異常から低重力異常に向かって先新第三系の上面が深くなっており，重力異常と調和的である。また，約5 km以浅の重力異常分布の高重力異常域及び低重力異常域の分布の傾向は，重力異常分布とほぼ同じであることから，重力異常分布には沈み込み帯の影響はほとんどなく，沈み込み帯等の影響除去前の重力異常分布とほぼ同じであり，反射法地震探査記録から判読した地下構造と調和的であると考えられる。

微小地震に関しては，気象庁地震カタログ[6]に基づき，微小地震分布図を作成した。2011年3月以降は，敷地北方の福島県と茨城県の県境付近及び敷地東方の海域と銚子沖付近で地震が集中して発生している。震源深さの分布によると，深さ10 km程度において内陸地殻内地震が，深さ80 km程度以浅では，太平洋プレートの二重深発地震面がみられる。同様に中小地震も2011年3月以降，敷地北方の福島県と茨城県の県境付近及び敷地東方の海域で，地震が集中して発生している（図1-5）。

a. 棚倉破砕帯付近の地震活動について

棚倉破砕帯の東側の地域（福島県浜通りから茨城県北部）では，

2011年東北地方太平洋沖地震発生以降，正断層型の内陸地殻内地震が多発しているが，棚倉破砕帯の地表断層位置と震央位置が離れており，棚倉破砕帯の走向とメカニズム解も調和的でないことより，棚倉破砕帯に関連する地震活動ではないものと考えられる。さらに，棚倉破砕帯の北方及び南方についても，地震が集中しているような状況は見られない。

b．海域断層（F8断層等）付近の地震活動について

敷地東側の海域では，2011年東北地方太平洋沖地震発生以降，内陸地殻内地震が多発しF16断層，F8断層及びA－1背斜の近傍で地震の発生が見られる。

(2)　敷地周辺陸域の断層及びリニアメント

敷地周辺陸域には，活断層研究会編（1991）[7]，今泉ほか編（2018）[8]，地震調査委員会（2015）[9]等により活断層，推定活断層等が記載されている（図1-6）。

敷地周辺陸域について，社団法人土木学会原子力土木委員会（1999）[10]，井上ほか（2002）[11]等を参考にするとともに，敷地周辺の地域特性を考慮して空中写真判読の基準を作成し，変動地形学的調査を実施した。敷地周辺陸域の変動地形学的調査結果を図1-7に，敷地周辺陸域の断層評価結果を図1-8に示す。

1.2.2.4　敷地前面海域の地形

敷地前面海域の海底地形図を図1-9に示す。

敷地前面海域の海底地形は，水深約130 m～約150 m付近の傾斜変換部を境にして，沿岸側の大陸棚とその沖合側の大陸斜面とに区分される。

大陸棚は，海岸から沖合方向に5／1,000程度の勾配で傾斜し，水深約200 m～約300 m付近に谷頭を有する数条の海底谷が認められるが，全体的には起伏に乏しい単調な海底地形を示している。

1.2.2.5　敷地前面海域の地質

敷地前面海域の地質は，上位からA層，B層，C層，D層及びE層の5層に区分される。海上音波探査測線図を図1-10に，海底地質図を図1-11に示す。

B層は，沿岸部の一部を除き広く分布しており，A層に覆われている範囲を除いては，海底面に広く露出している。本層は，沖合に向かって傾斜するプログラデーションパターン又は緩傾斜の平行層理パターンを示す。また，層内の軽微な不整合によりB_1層，B_2層及びB_3層に細区分される。本層は，未固結から半固結の砂，シルト及びそれらの互層からなると推定され，層厚は大陸棚中央部から大陸棚外縁付近にかけて約400 m～約700 mであり，下位層を不整合に覆っている。

C層は，北部及び那珂湊付近の沿岸部を除き広く分布しており，沖合では上位層に覆われている。本層は，比較的連続性のよい平行層理パターンを示す。また，層内の軽微な不整合により上位からC_1層及びC_2層に細区分される。本層は，砂岩，泥岩及びそれらの互層からなると推定される。層厚は約150 m～約500 mであり，下位層を不整合に覆っている。

D層は，那珂湊付近の沿岸部の一部を除き広く分布しており，北部の沿岸部を除きほとんどが上位層に覆われている。本層は，全般に平行層理パターンを示す。また，層内の不整合により上位からD_1層，D_2層及びD_3層に細区分される。本層は，砂岩，泥岩及びそれらの互層からなると推定される。層厚は敷地東方で最大約2,000 mであり，下位層を不整合に覆っている。

E層は，音響基盤で，調査海域の最下位層であり全域に分布し，大部分を上位層に覆われているが，磯崎町及び大洗町付近では海底面に露出する。本層は，無層理状パターン又は断片的な層理状パターンを示し，砂岩，泥岩，変成岩類，花崗岩類等からなると推定される。

海上音波探査記録から区分した各層は，陸域の地質との連続性，

敷地前面海域南部に位置する海上ボーリング「鹿島沖SK-1」（石油資源開発株式会社が実施）の試料を用いた米谷ほか（1981）[12]及び高柳（1984）[13]，同東部に位置する海上ボーリング「常陸沖-1」（帝国石油株式会社（現　国際石油開発帝石株式会社）ほかが実施）の試料を用いた亀尾・佐藤ほか（1999）[14]，奥田（1986）[15]等の結果から，A層は完新統に，B層は更新統に，C層は鮮新統～下部更新統に，D層は古第三系～中新統に，E層は先古第三系～古第三系にそれぞれ対比される。なお，高柳（1984）によれば，「鹿島沖SK-1」の深度160 m（B_1層とB_2層との境界付近に相当），280 m（B_2層中部に相当）及び380 m（B_2層最下部に相当）の各層準の地質年代は，それぞれ約13万年前，約27 万年前及び約46万年前であるとされている。

1.2.2.6　敷地前面海域の地質構造

(1)　海域の地質構造の概要

敷地前面海域において，E層及びD層の上面は，緩やかな起伏を伴いながら東方に傾斜し，沖合には盆状構造が認められる。両層内の一部には緩やかな褶曲構造が認められるほか，日立市沿岸部及び大洗町沿岸部には，沖側に張り出す高まりが認められる。C層はD層を覆うように堆積し，北部から中部の沿岸部では沖合に向かい緩く傾斜しており，南部の沿岸部ではやや急傾斜となっている。沖合部ではほぼ水平に堆積しており，その上面は緩やかな起伏を伴っている。なお，E層及びD層で認められた沿岸部の高まりはC層上面では不明瞭となる。B層は，大陸棚上では沖合に向かって傾斜するプログラデーション構造が認められる。さらに，最上位のA層は，海底面にほぼ平行に堆積している。

(2)　敷地前面海域の断層及び褶曲構造

敷地前面海域の文献調査結果では，主な断層として，棚橋ほか（2001）[16]により1条の断層が，奥田（1986）により3条の伏在断層が記載されている。これらは，川尻崎東方沖約22 km，敷地東方沖約

32 km，ひたちなか市那珂湊東方沖約36 km及び約44 kmに位置し，長さはそれぞれ約5 km，約4 km，約9 km及び約4 kmである。北東に分布する棚橋ほか（2001）による断層は，NW-SE走向，南西側落下の断層であり，奥田（1986）による断層は，いずれもN-S走向，相対的落下側は東の断層で，いずれも最新活動時期については記載されていない。敷地前面海域の海上音波探査結果から，これらの断層分布域には，海底面付近にB_2層及びB_1層が分布しており，少なくともB_1層に断層による変位・変形は認められない。このことから，いずれの断層も少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。なお，文献調査によれば，敷地前面海域以遠には前述の断層以外にもいくつかの断層が記載されているが，断層の長さと敷地からの距離を考慮すると，これらの断層が敷地に与える影響は小さいものと判断される。

一方，敷地前面海域の海上音波探査の結果から，連続性のある断層としてＦ１断層からF26断層が，背斜構造としてA－1背斜からA－4背斜が認められる。敷地前面海域の断層評価結果を図1-12に示す。

1.2.2.7　震源として考慮する断層の同時活動

震源として考慮する断層の分布図を図1-13に示す。震源として考慮する断層のうち，次の断層については同時活動を考慮するものとする。

(1)　棚倉破砕帯西縁断層（の一部）～棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層の同時活動

棚倉破砕帯西縁断層（の一部）と棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層については，これらの性状や位置関係等から同時活動を考慮することとし，その長さを約42 kmとする。

(2)　F3 断層～F4 断層の同時活動

F3断層の北中部及びF4b-1南部については，断層の走向，地層の落下方向及び地層の累積変位量が類似し，隣接することから，その長さを約16 kmとする。

(3)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動

F1断層の北方陸域においては，後期更新世以降の活動が否定できない北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層（粟田ほか（2011）[17] 及び丸山ほか（2014）[18] 等）が分布する。これらは後期更新世以降に同時活動した事実はなく，塩ノ平地震断層自体の今後50年間における地震発生確率はほぼ0 %であり，塩ノ平地震断層とF1断層及び北方陸域の断層が今後50年間で同時活動する場合の地震発生確率は更に小さいと評価される。しかしながら，断層の走向・傾斜の類似性等も勘案し，これらの断層の同時活動を考慮することとし，その長さを約58 kmとする。(図1-14)

1.3　敷地近傍の地質・地質構造

1.3.1　調査内容

敷地近傍の地質・地質構造を把握するため，敷地周辺の調査結果を踏まえ，敷地を中心とする半径約 5 km の範囲において実施した文献調査，変動地形学的調査，地表地質調査，地球物理学的調査，海上音波探査等は以下のとおりである。

1.3.2　調査結果

1.3.2.1　敷地近傍の地形

敷地近傍陸域の地形図を図1-15に示す。

敷地近傍陸域の地形は，台地，低地及び海岸砂丘から成り，敷地は新川河口右岸付近の低地及び台地に位置している。

台地は，標高約35 m～約20 mで，東側に徐々に高度を減じている。

低地は，北部の久慈川沿いや新川に沿ってまとまって分布する。

海岸砂丘は，敷地を含む海岸部に分布する。

敷地近傍海域の地形は，所々に緩い起伏及び人工改変が認められるが，全体的には水深30 m未満で，海岸線と平行に沖合に向かって緩やかな傾斜を示している。

1.3.2.2　敷地近傍の地質

敷地近傍陸域の地質層序，敷地近傍の地質図を図1-16に，地質

断面図を図1-17に示す。

敷地近傍陸域には，下位より新第三系中新統の多賀層群，新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層，第四系更新統の東茨城層群（坂本ほか（1981）[19]による石崎層，笠神層，見和層下部及び見和層中部に，大井・横山（2011）[20]による藪層，上泉層，清川層，横田層及び木下層の剣尺部層に，山元（2013）[21]による笠神層及び夏海層に相当する地層を一括して「東茨城層群」と仮称する。）及び段丘堆積物並びに第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布している。新第三系は第四系に広く覆われ，台地の縁辺部に露頭が認められる。

敷地近傍海域には，敷地前面海域で区分されたA層からE層のうち，A層，B層，C層及びD層が分布する。

1.3.2.3　敷地近傍の地質構造

(1)　敷地近傍の断層及びリニアメント

敷地近傍では，文献に断層及びリニアメントは記載されていない。

敷地近傍陸域の変動地形学的調査結果を図1-15に示す。敷地近傍陸域においては，変動地形学的調査の結果，リニアメントは判読されない。また，地表地質調査等の結果，久米層，東茨城層群及び段丘堆積物はほぼ水平に分布しており，震源として考慮する活断層は認められない。

1.4　敷地の地質・地質構造

1.4.1　調査内容

敷地の地質・地質構造を把握するため，敷地近傍の調査結果を踏まえ，敷地について実施した文献調査，変動地形学的調査，地表地質調査，ボーリング調査等は以下のとおりである。

1.4.2　調査結果

敷地の地質・地質構造を把握するため，詳細な地表地質調査を

実施した。また文献調査，変動地形学的調査，ボーリング調査等の調査結果と併せて，原縮尺5千分の1の地質図を作成し，敷地の地質・地質構造の検討を行った。

1.4.2.1　敷地の地形

敷地の地形図を図1-18に示す。

敷地は，那珂台地の東縁に位置し，東側の一部は太平洋に面している。

敷地は，標高約30 mの台地及び標高約6 mの沖積低地からなり，一部は砂丘に覆われている。台地は敷地近傍陸域のM1面に相当し，敷地の南部に分布し，一部は造成に伴う人工改変を受けている。低地は新川の河川沿いに分布している。

変動地形学的調査結果によると，敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない（図1-18）。

1.4.2.2　敷地の地質

敷地の地質層序，敷地の地質図を図1-19に示す。

敷地の地質は，新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層，第四系更新統のM1段丘堆積物及び完新統の沖積層，砂丘砂層等からなる。

(1)　久米層

久米層は，T.P.約0 m以深からボーリング調査下端のT.P.約-344 mまで分布することが確認されている。本層は，主に砂質泥岩からなり，軽石質凝灰岩及び細粒凝灰岩の薄層を挟む。

本層の地質年代は，実施した珪藻及び石灰質ナンノ化石分析結果によれば，下部鮮新統の上部～下部更新統である。

(2)　東茨城層群

東茨城層群は，主に砂，礫及びシルトからなり，層厚は最大約8 mである。本層群は，M1段丘堆積物に不整合に覆われていることか

ら，中部更新統と判断される。

(3)　M1段丘堆積物

M1段丘堆積物は，敷地の南部にM1面を形成して分布する。本堆積物は，主に砂からなり，礫及びシルトの薄層を伴う。層厚は最大約20 mである。

(4)　沖積層

沖積層は，敷地の低地部に分布し，主に礫，砂及びシルトからなる。敷地北部の埋没谷では，層厚は最大約60 mである。

(5)　　砂丘砂層

砂丘砂層は，主に敷地の北部に広く分布する。本層は，細粒砂から中粒砂よりなる。層厚は最大約8 mである。

(6)　盛土・埋土

盛土・埋土は，主に敷地東方の人工改変地及び再処理施設設置位置付近に分布する。盛土・埋土は，主に砂及び礫からなる。

1.4.2.3　敷地の地質構造

文献調査の結果，敷地及び敷地近傍に活構造の存在を指摘する文献はない。空中写真判読の結果，敷地及び敷地近傍にはリニアメント及び地すべり地形は認められない。

ボーリング調査結果によれば，久米層は敷地全域のT.P.約0 m以深に分布している。久米層中には，凝灰岩層及び軽石密集部や凝灰質泥岩層などの特徴的な岩相が認められ，このうち連続性のよい地層を鍵層と判断し，この連続性を検討した。鍵層の対比に当たっては，層相及び層準に加えて，火山灰分析を実施し対比の妥当性を確認した。検討の結果から，4層の軽石密集部・凝灰岩を鍵層と判断し，いずれの鍵層もボーリング孔間で追跡でき，ほぼ水平で連続的に分布していることを確認した（図1-20）。このことから，敷地には将来活動する可能性のある断層等は認められない。

（参考文献）

(1) 大槻憲四郎. 棚倉破砕帯の地質構造. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告. vol.76, 1975, pp.1-71.

(2) 地質調査総合センター編. 日本重力データベース DVD 版. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2013.

(3) 坂本亨, 田中啓策, 曽屋龍典, 野間泰二, 松野久也. 那珂湊地域の地質　地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）. 地質調査所, 1972.

(4) 吉岡敏和, 滝沢文教, 高橋雅紀, 宮崎一博, 坂野靖行, 柳沢幸夫, 高橋浩, 久保和也, 関陽児, 駒澤正夫, 広島俊男. 20 万分の 1 地質図幅「水戸」（第 2 版）. 地質調査所, 2001.

(5) 長谷川功：地震探査から見た関東平野の基盤構造, 地質学論集, vol.31, p.41-56, 1988

(6) 気象庁. 地震月報（カタログ編）. 2017-05-31 時点. ほか

(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) 地震調査委員会. 関東地域の活断層の長期評価（第一版）. 地震調査推進本部, 2015.

(10) 社団法人土木学会原子力土木委員会. 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）. 1999.

(11) 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. vol.54, 2002, pp.557-573.

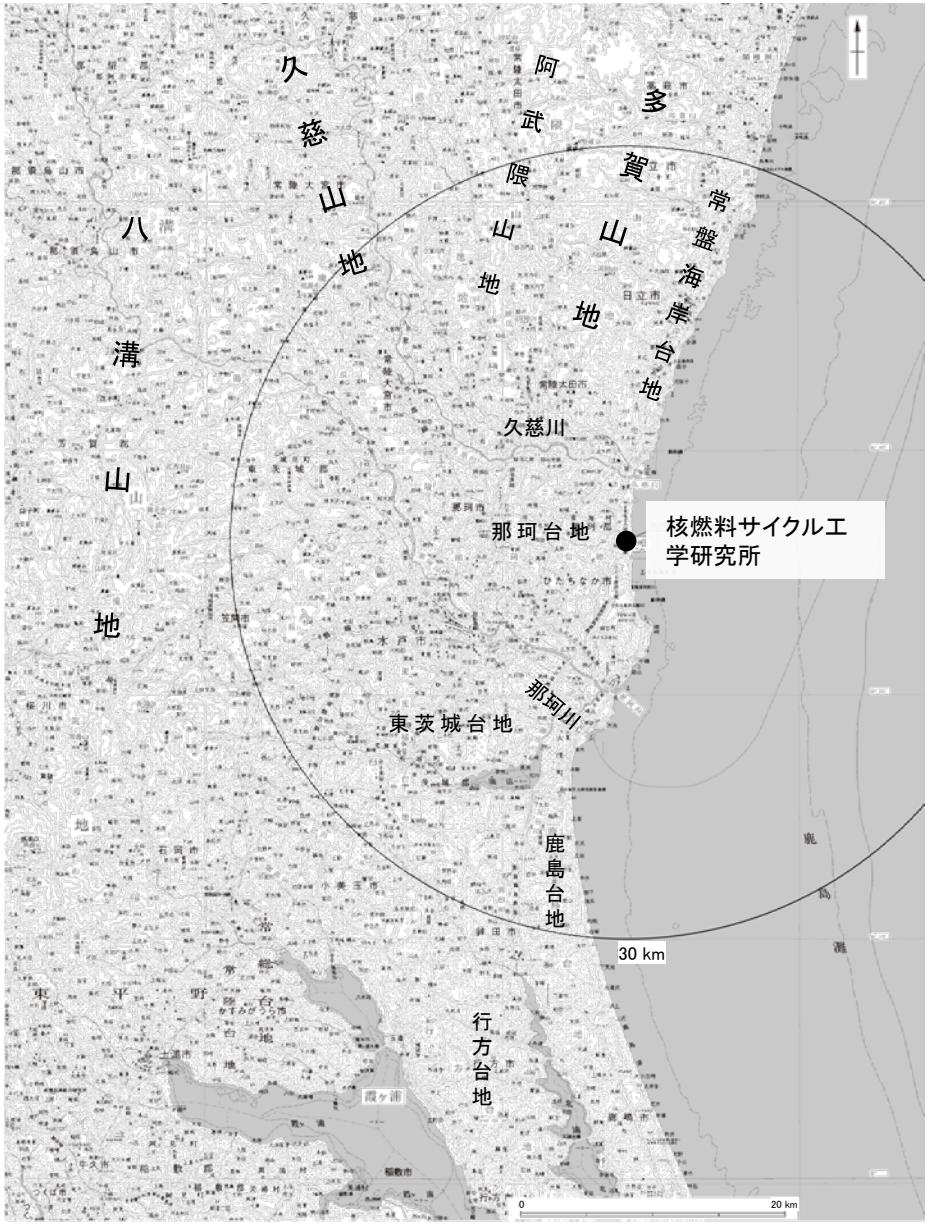
(12) 米谷盛寿郎, 井上洋子, 秋葉文雄. 6. 鹿島灘. 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料「続編」 土隆一編. 1981, pp.13-17.

(13) 高柳洋吉. 第四紀海洋古環境-鹿島沖 SK-1 の研究-. 地学雑誌. vol.93, 1984, pp.436-441.

(14) 亀尾浩司, 佐藤時幸. 石灰質ナンノ化石層序の最近の知見とその応用-とくに常磐海域坑井の新第三系・第四系層序について- . 石油技術協会誌. Vol.64, 1999, pp.16-27.

(15) 奥田義久. 海洋地質図「鹿島灘海底地質図」（20 万分の 1）. 地質調査所, 1986.

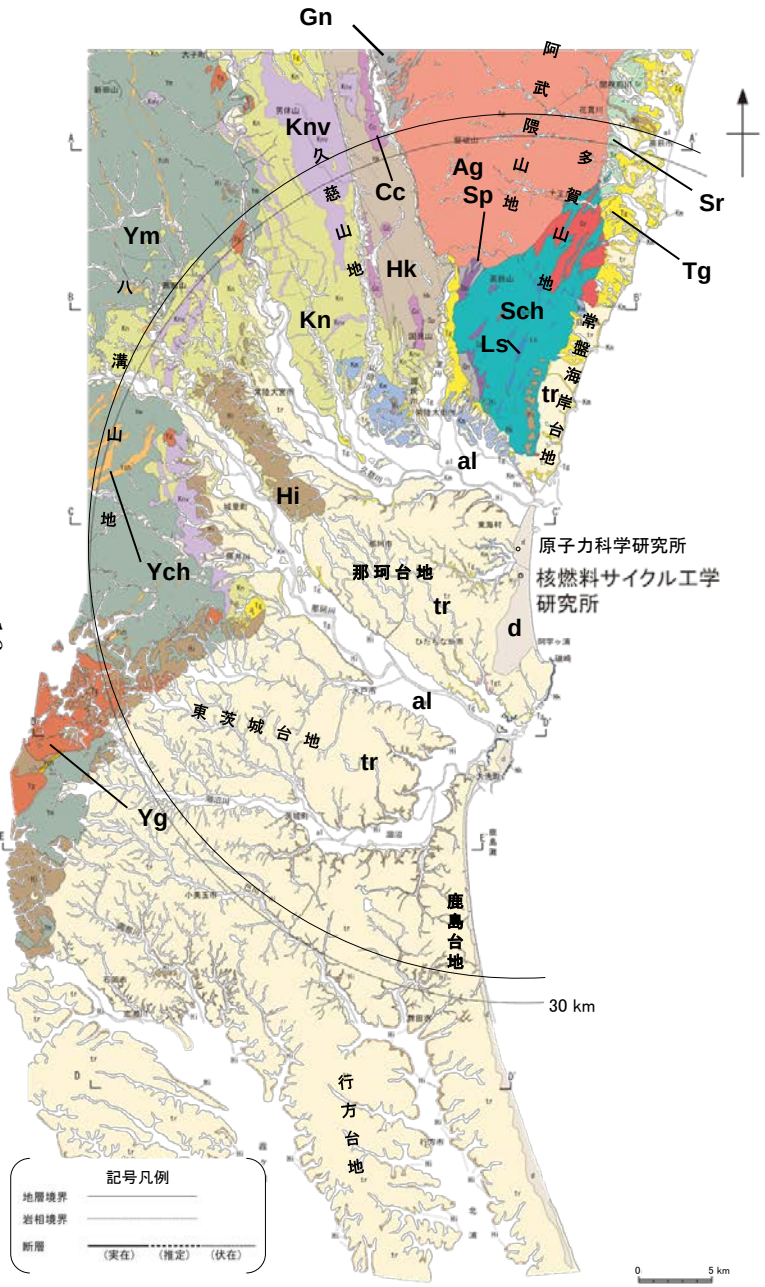
(16) 棚橋学，石原丈実，駒澤正夫．海洋地質図「塩屋埼沖海底地質図」（20 万分の 1）．地質調査所 ，2001.
(17) 粟田泰夫，丸山正，吾妻崇，斎藤英二，楮原京子，杉山雄一，吉岡敏和，谷口薫，安藤亮輔，吉見雅行，林田拓己，斎藤勝．2011 年福島県浜通りの地震で塩ノ平断層・湯ノ岳断層に沿って出現した地震断層の特性．シンポジウム「2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う内陸活断層の挙動と地震活動・地殻変動」及び日本活断層学会 2011 年度秋季学術大会，2011.
(18) 丸山正，吉見雅行，斎藤英二，齋藤勝変動地形・古地震学的検討に基づく 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震に関連する断層の活動性，地質調査総合センター速報　巨大地震による複合的地質災害に関する調査・研究報告書，2014.
(19) 坂本亨，相原輝雄，野間泰二．石岡地域の地質　地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）．地質調査所，1981.
(20) 大井信三，横山芳春．常陸台地の第四系下総層群の層序と堆積システムの時空変化．日本地質学会第 118 年学術大会見学旅行案内書，2011，pp.103-120.
(21) 山元孝広．東茨城台地に分布する更新統の新層序と MIS5-7 海面変化との関係--地下地質とテフラ対比による茨城層，見和層，夏海層，笠神層の再定義--，地質調査研究報告，Vol.64，2013，pp.225-249.



国土地理院発行　数値地図200000「白河」「水戸」「千葉」に加筆

この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。
（承認番号　平26情複、第337号）　及び
（承認番号　平26情複、第540号）
本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。

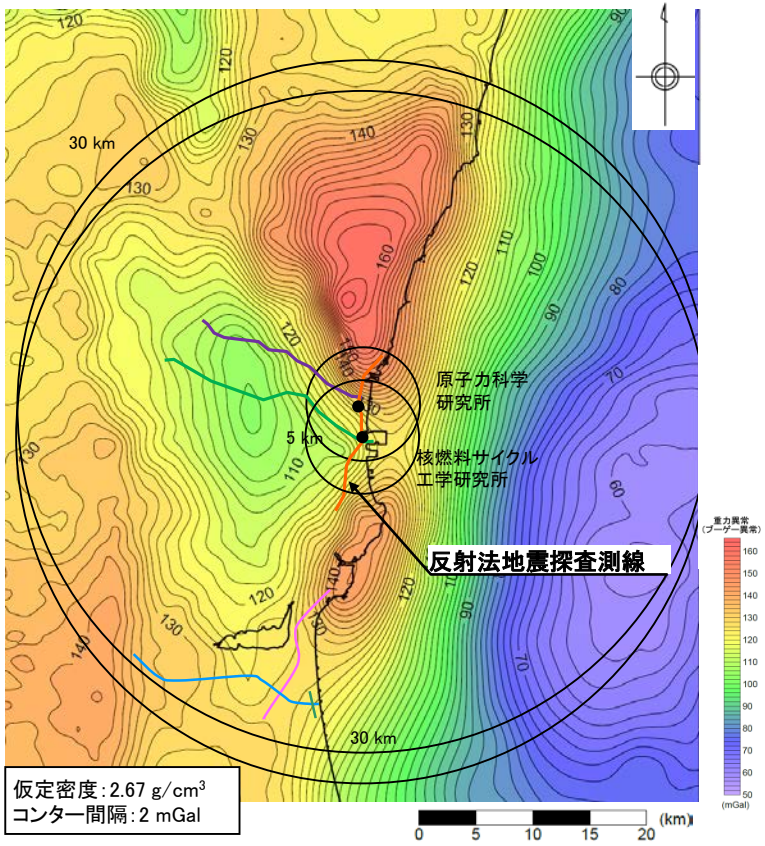
図1-1　敷地周辺陸域の地形図



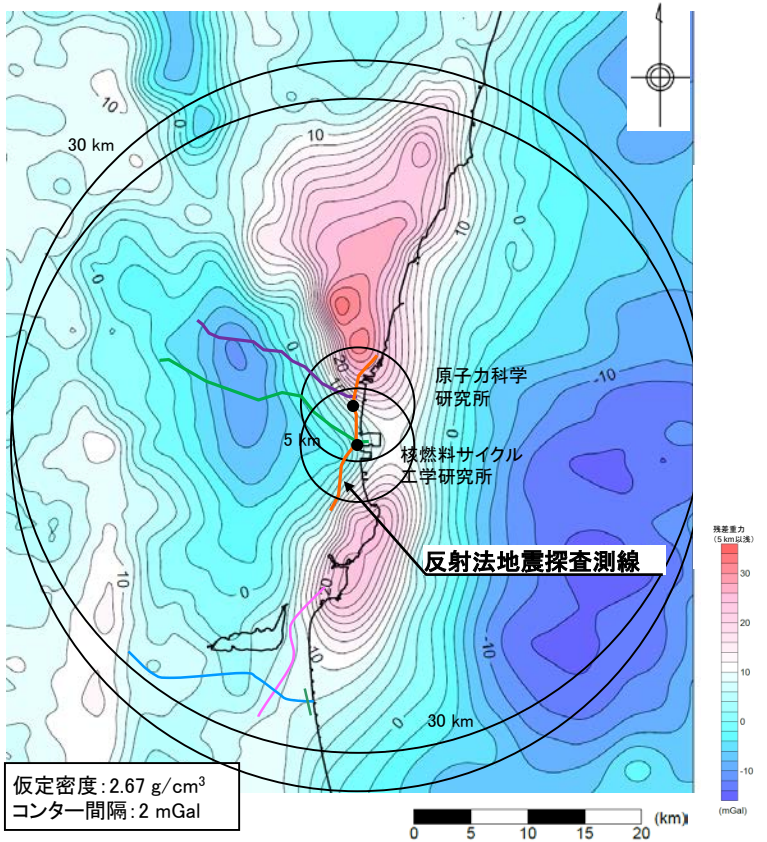
年代層序区分		八溝山地		久慈山地		多賀山地		那珂台地周辺部	
		地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相	地層名	主な層相・岩相
第四系	完新統	al 沖積層	砂・シルト・礫	al 沖積層	砂・シルト・礫	al 沖積層	砂・シルト・礫	d 砂丘砂層 al 沖積層	砂 砂・シルト・礫
	更新統	tr 段丘堆積物 Hi 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫	tr 段丘堆積物 Hi 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫	tr 段丘堆積物 Hi 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫	tr 段丘堆積物 Hi 東茨城層群	砂・シルト・礫 砂・シルト・礫
新第三系	鮮新統			Km 久米層	砂質泥岩	Km 久米層 Hn 鷲山層	砂質泥岩 軽石凝灰岩・凝灰質泥岩	Km 久米層	砂質泥岩
	中新統	Kn 金砂郷層群 Knv 火山岩類・火山砕屑岩類	砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩・デイサイト・凝灰岩	Tg 多賀層群 Tgt 凝灰岩 Hk 東金砂山層 Kn 金砂郷層群 Knv 火山岩類・火山砕屑岩類	砂質泥岩 礫岩・砂岩 砂岩・砂岩泥岩互層・泥岩・礫岩・デイサイト・凝灰岩	Tg 多賀層群	砂質泥岩	Tg 多賀層群 Tgt 凝灰岩 Kn 金砂郷層群	砂質泥岩 泥岩・砂岩・礫岩
古第三系	漸新統 始新統 暁新統					Sr 白水層群	砂岩・泥岩・礫岩・石炭		
白亜系		Yg 八溝花崗岩類		Ag 阿武隈花崗岩類 Cc カタクレーサイト		Ag 阿武隈花崗岩類 Cc カタクレーサイト		Nht 那珂湊層群及び大洗層	泥岩・砂岩・礫岩
ジュラ系 三畳系 ペルム系 石炭系 カンブリア系		Ys 八溝層群 Ych チャート	砂岩・頁岩・チャート			竹貫変成岩類 Gn 片麻岩類 日立古生層（日立変成岩類） Sch 片岩類～粘板岩等 Ls 石灰岩 Sp 蛇紋岩 Gr 花崗岩類			

□：深成岩類

図1-2 敷地周辺陸域の地質図



重力異常分布図
地質調査総合センター編「日本重力データベース　DVD版」
（2013）に加筆

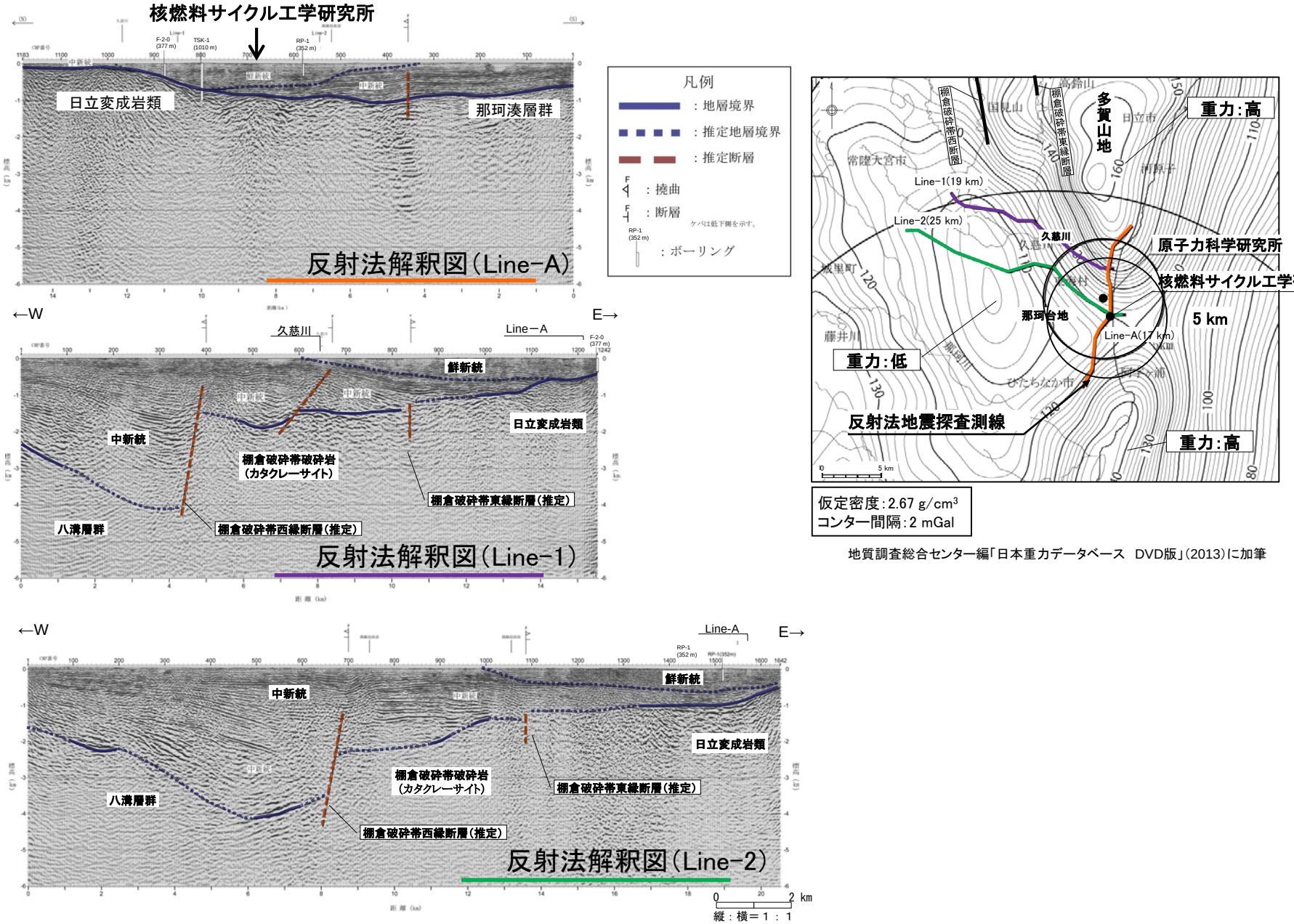


約5 km以浅の重力異常分布図※

※重力異常分布から，別途算出した約5 km
以深の重力分布を差し引いて求めた。

反射法地震探査測線　凡例
- Line-A（17 km）
- Line-B（13 km）
- Line-1（19 km）
- Line-C（3 km）
- Line-2（23 km）
- Line-3（19 km）

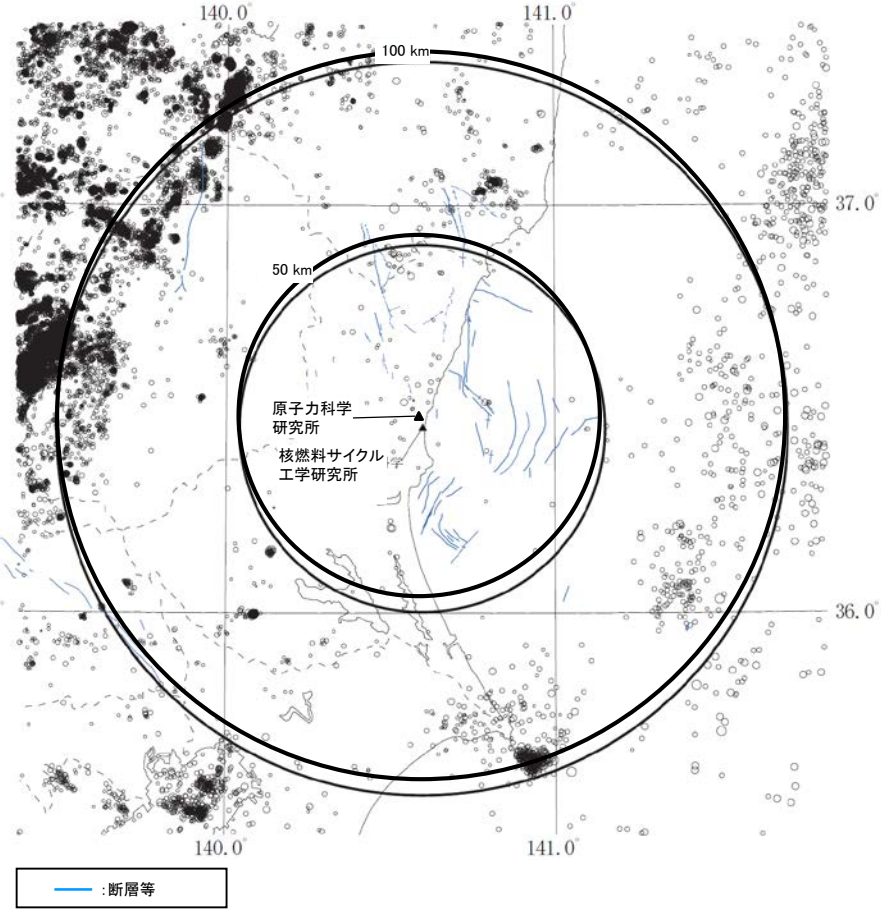
図1-3　敷地周辺の重力異常図



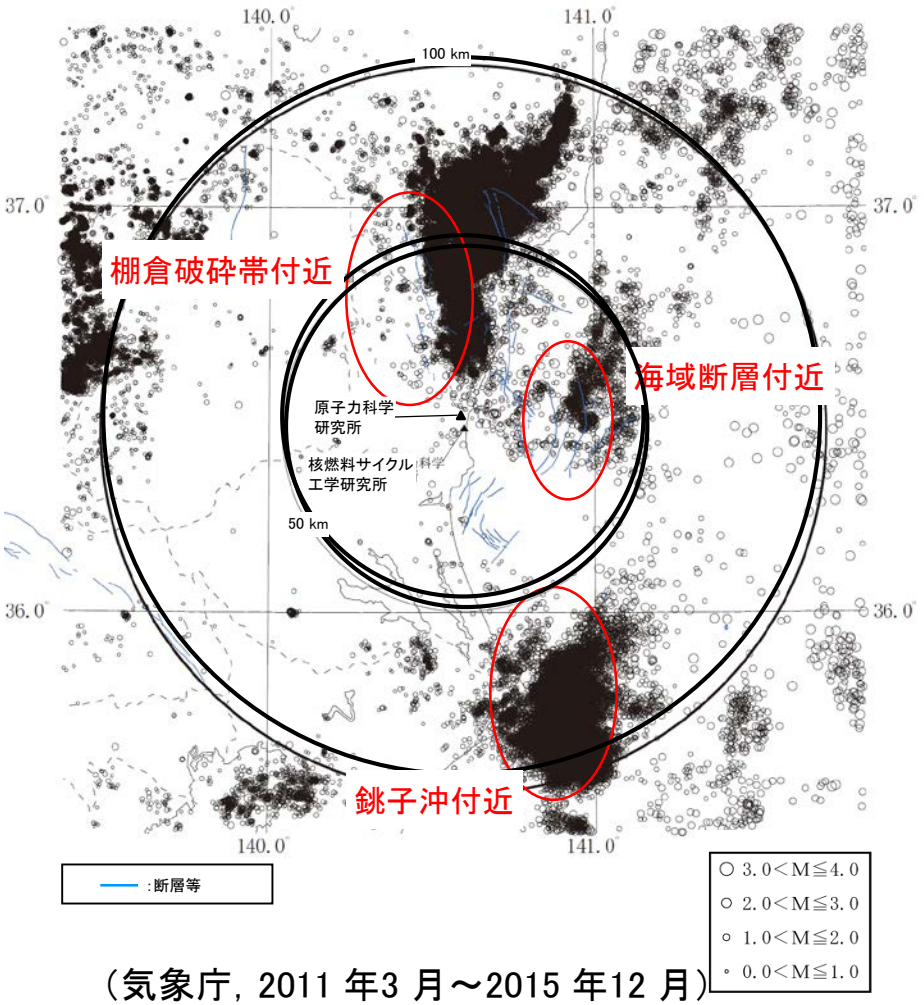
地質調査総合センター編「日本重力データベース　DVD版」(2013)に加筆

図1-4　反射法地震探査の測線位置図及び解釈図

2011 年東北地方太平洋沖地震発生前後の微小地震発生状況



（気象庁，1998 年1 月～2011 年2 月）



（気象庁，2011 年3 月～2015 年12 月）

図1-5 敷地周辺の微小地震分布（平面図）（M4.0以下，深さ20 km以浅）

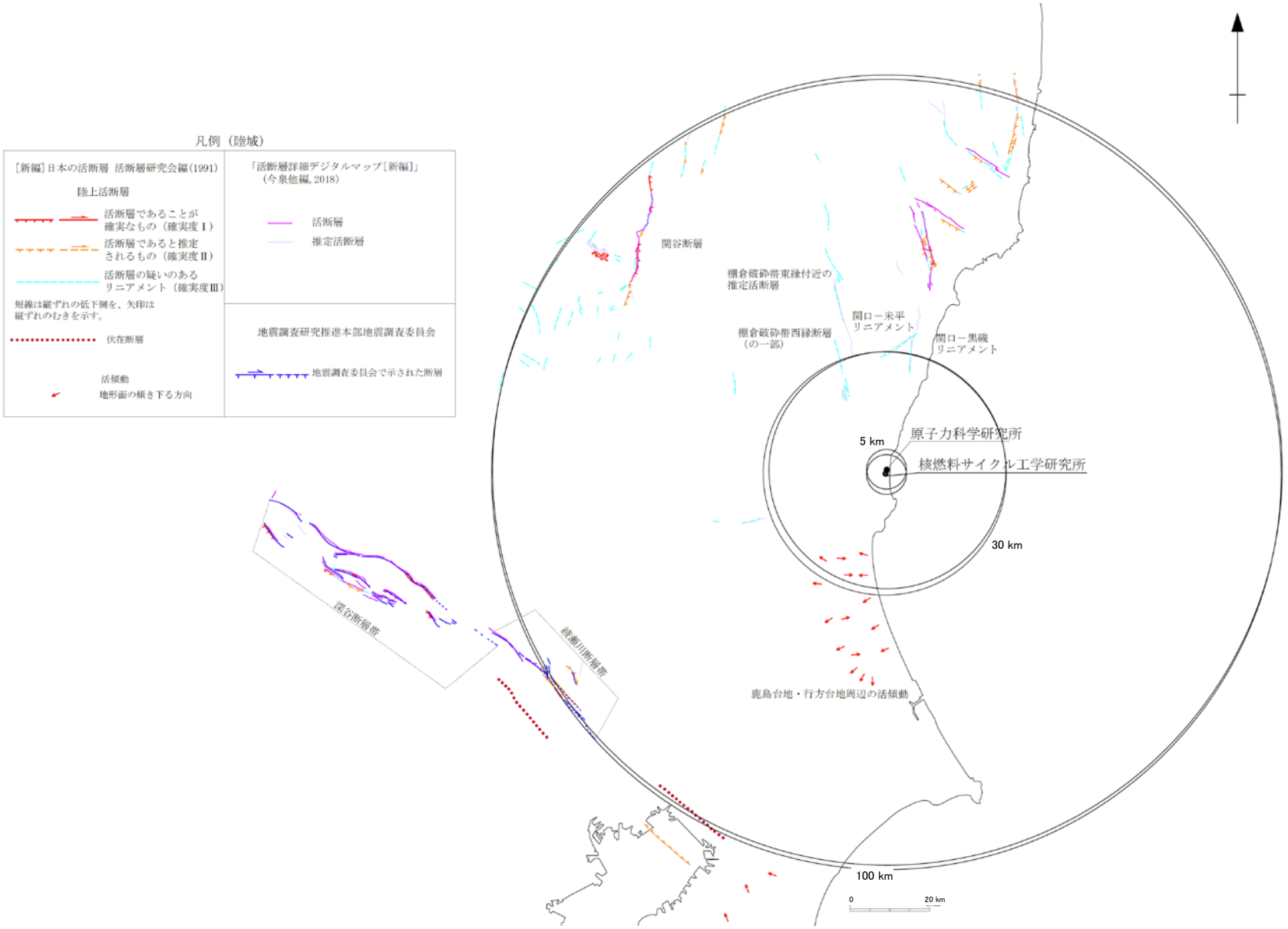
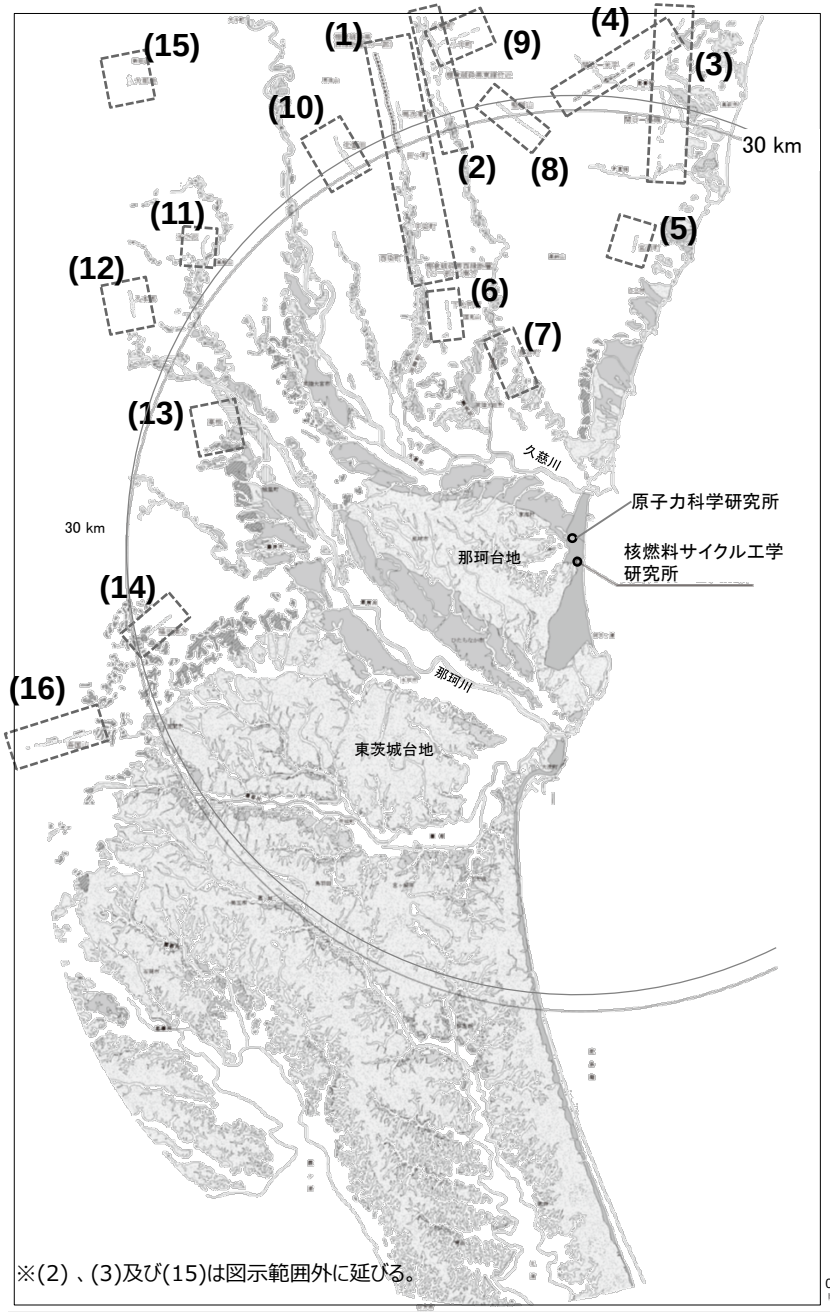


図1-6　文献による敷地周辺の主な断層分布



	名称
(1)	棚倉破砕帯西縁断層（の一部）
(2)	棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層
(3)	関口－黒磯リニアメント
(4)	関口－米平リニアメント
(5)	日立市宮田町付近リニアメント
(6)	常陸太田市下大門町付近リニアメント
(7)	常陸太田市長谷町付近リニアメント
(8)	竪破山南西付近リニアメント
(9)	常陸太田市小中町東方リニアメント
(10)	久慈郡大子町北富田付近リニアメント
(11)	常陸大宮市氷之沢付近ニアメント
(12)	常陸大宮市入本郷付近リニアメント
(13)	東茨城郡城里町高根付近リニアメント
(14)	笠間市福田南方付近リニアメント
(15)	栃木県那珂川大那地付近リニアメント
(16)	吾国山断層

：既往文献に記載されているものに相当するリニアメント

：既往文献に記載されていないリニアメント

凡　例

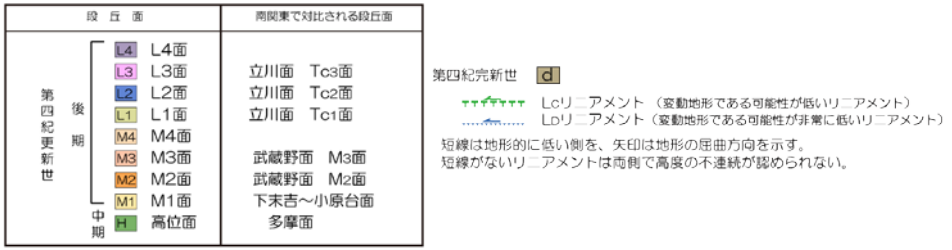
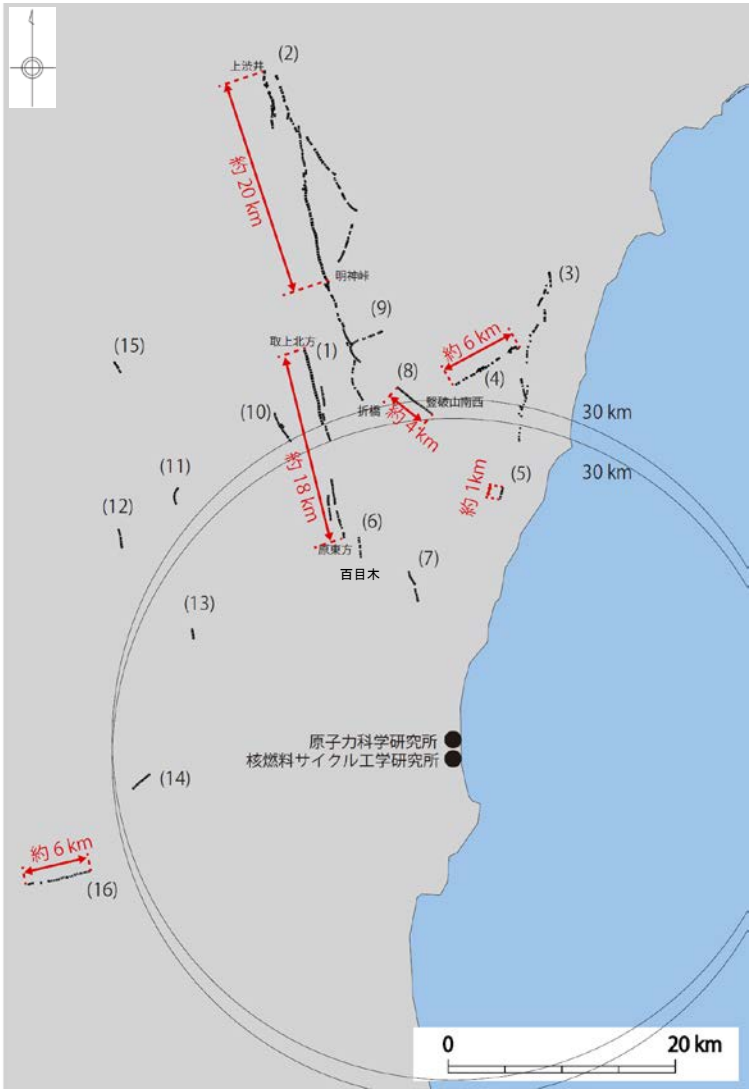


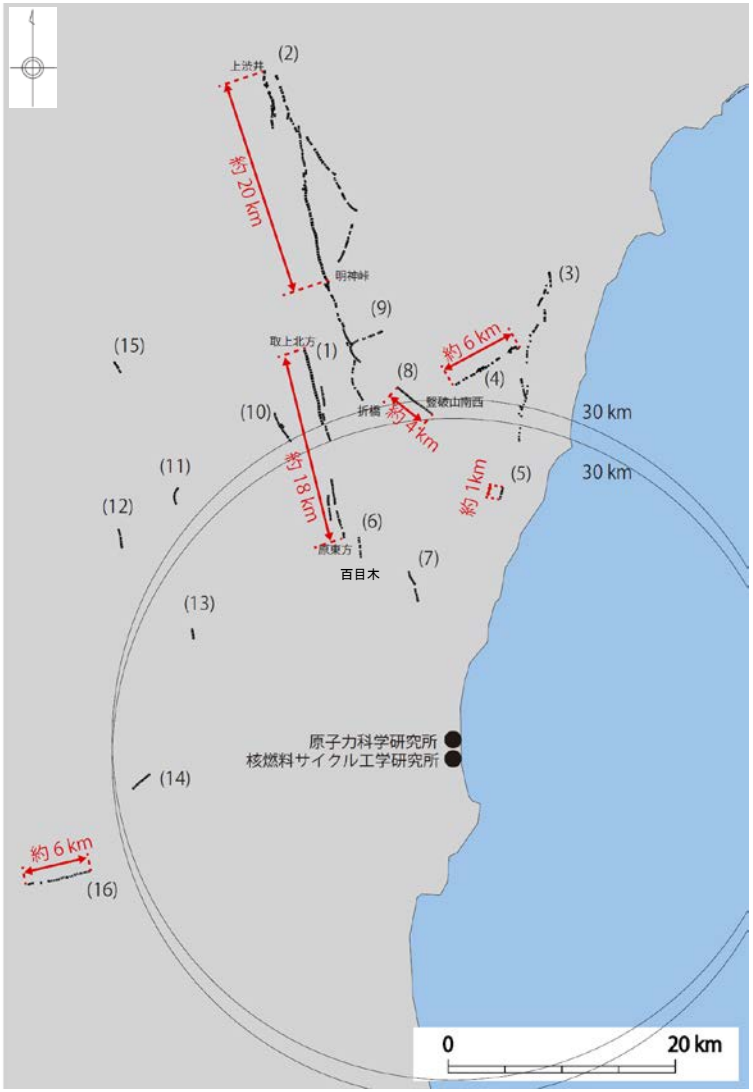
図1−7　敷地周辺陸域の変動地形学的調査



	名称	評価	震源として考慮する活断層とする区間	評価長さ (km)
(1)	棚倉破砕帯西縁断層（の一部）*	震源として考慮する活断層として評価する。 ⇒上載地層法で明確に後期更新世以降の活動が否定できない。	取上北方~百目木（約13 km） 百目木~原東方（中染、西染付近のリニアメント約5 km）	約18
(2)	棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層	［上渋井~明神峠］ 震源として考慮する活断層して評価する。 ➢ 上載地層法で明確に後期更新世以降の活動が否定できない。	上渋井~明神峠	約20
		［明神峠~折橋町］ 竹貫変成岩類と東金砂山層の侵食に対する抵抗性の差を反映した急斜面等によるものと判断した。 ➢ リニアメントと一致する断層は認められない。 ➢ リニアメントは竹貫変成岩類と東金砂山層の不整合境界にほぼ一致している。	なし	–
(3)	関口－黒磯リニアメント	ほとんどが日立変成岩類等及び阿武隈花崗岩類と漸新統の白水層群との地層境界にほぼ一致しており，主としてこれらの侵食に対する抵抗性の差を反映した断続的で不鮮明な三角状の急斜面等によるものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ M1丘面にリニアメントは認められない。	なし	–
(4)	関口－米平リニアメント	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層法で明確に後期更新世以降の活動が否定できない。	金成北東~米平東方	約 6
(5)	日立市宮田町付近リニアメント	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層法で明確に後期更新世以降の活動が否定できない。	宮田町付近	約1
(6)	常陸太田市下大門町付近リニアメント	大門層の泥岩・砂岩互層と砂岩との境界，又は東金砂山層の礫岩と大門層の砂岩との侵食に対する抵抗性の差を反映した，やや断続的な急斜面等によるものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは大門層の泥岩・砂岩互層と砂岩との境界，又は東金砂山層の礫岩と大門層の砂岩との境界とほぼ一致している。	なし	–
(7)	常陸太田市長谷町付近リニアメント	日立変成岩類と多賀層群の侵食に対する抵抗性の差を反映した， 断続的で不鮮明な急斜面，鞍部等によるものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは日立変成岩類と多賀層群の堆積岩との不整合境界にほぼ一致している。	なし	–

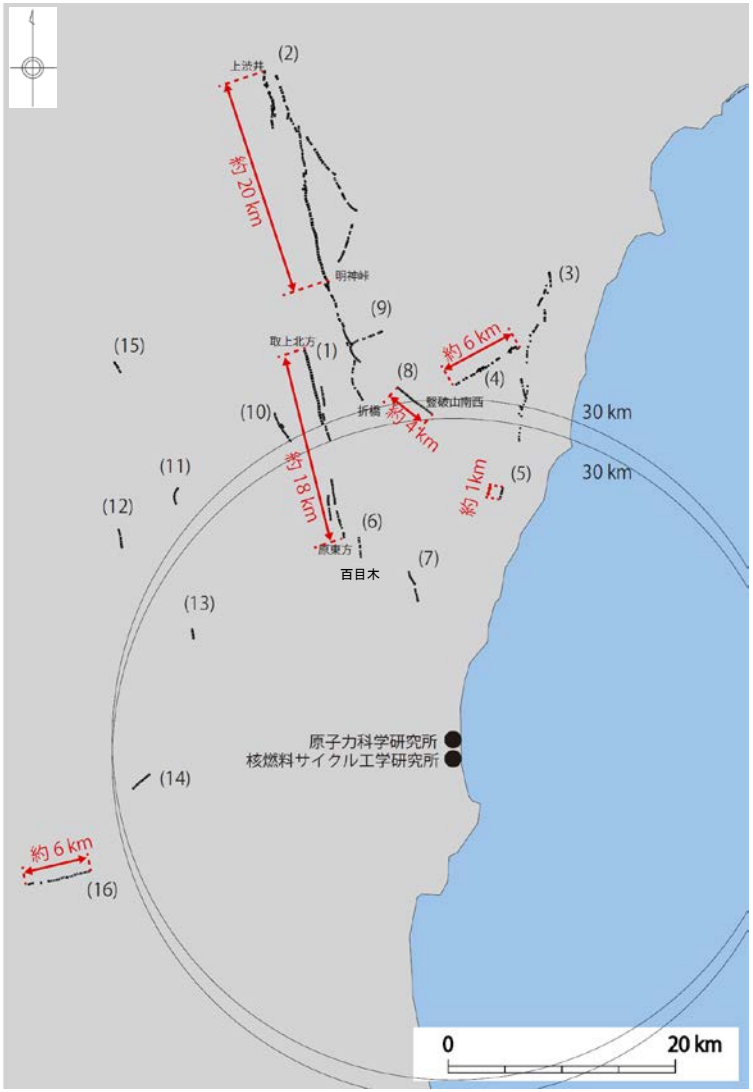
＊ 中染付近・西染付近のリニアメントを含む。

図1-8（1） 敷地周辺陸域の断層評価結果



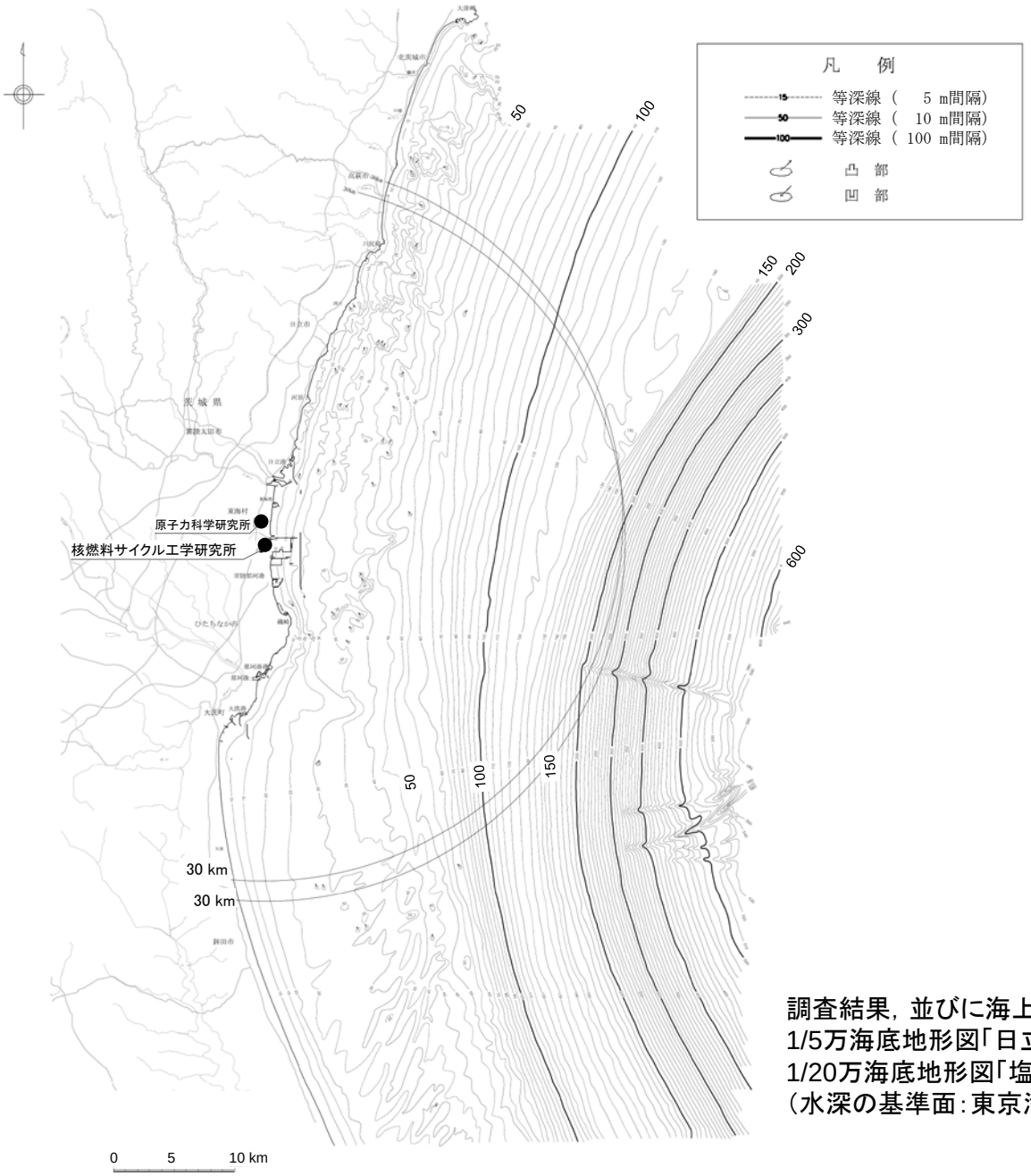
	名称	評価	震源として考慮する活断層とする区間	評価長さ (km)
(8)	竪破山南西付近リニアメント	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層法で明確に後期更新世以降の活動が否定できない。	竪破山南西付近	約4
(9)	常陸太田市小中町東方リニアメント	同方向の節理又は竹貫変成岩類への阿武隈花崗岩類の貫入境界とその周辺との侵食に対する抵抗性の差を反映した，断続的で不鮮明な三角状の急崖，直線状の谷等によるものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは同方向の節理又は阿武隈花崗岩類の貫入境界とほぼ一致している。	なし	－
(10)	久慈郡大子町北富田付近リニアメント	浅川層の凝灰質砂岩と凝灰岩類又は凝灰岩類と男体山火山角礫岩類との侵食に対する抵抗性の差を反映した，断続的で不鮮明な鞍部，急斜面等によるものであると判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは浅川層の凝灰質砂岩，凝灰岩類及び男体山火山角礫岩類の岩相境界とほぼ一致している。	なし	－
(11)	常陸大宮市氷之沢付近ニアメント	八溝層群の頁岩と砂岩・頁岩互層の侵食に対する抵抗性の差を反映した，断続的で不鮮明な急傾斜面，鞍部等によるものであると判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは八溝層群の頁岩と砂岩・頁岩互層の境界とほぼ一致している。	なし	－
(12)	常陸大宮市入本郷付近リニアメント	八溝層群と金砂郷層群の侵食に対する抵抗性の差を反映した，断続的な三角状の急斜面等によるものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは八溝層群と北田気層の不整合境界とほぼ一致している。	なし	－
(13)	東茨城郡城里町高根付近リニアメント	高位段丘形成時の侵食崖を反映した，不鮮明でやや断続的な急斜面によるものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは高位段丘堆積物の分布域の西縁となっている。	なし	－

図1-8(2) 敷地周辺陸域の断層評価結果



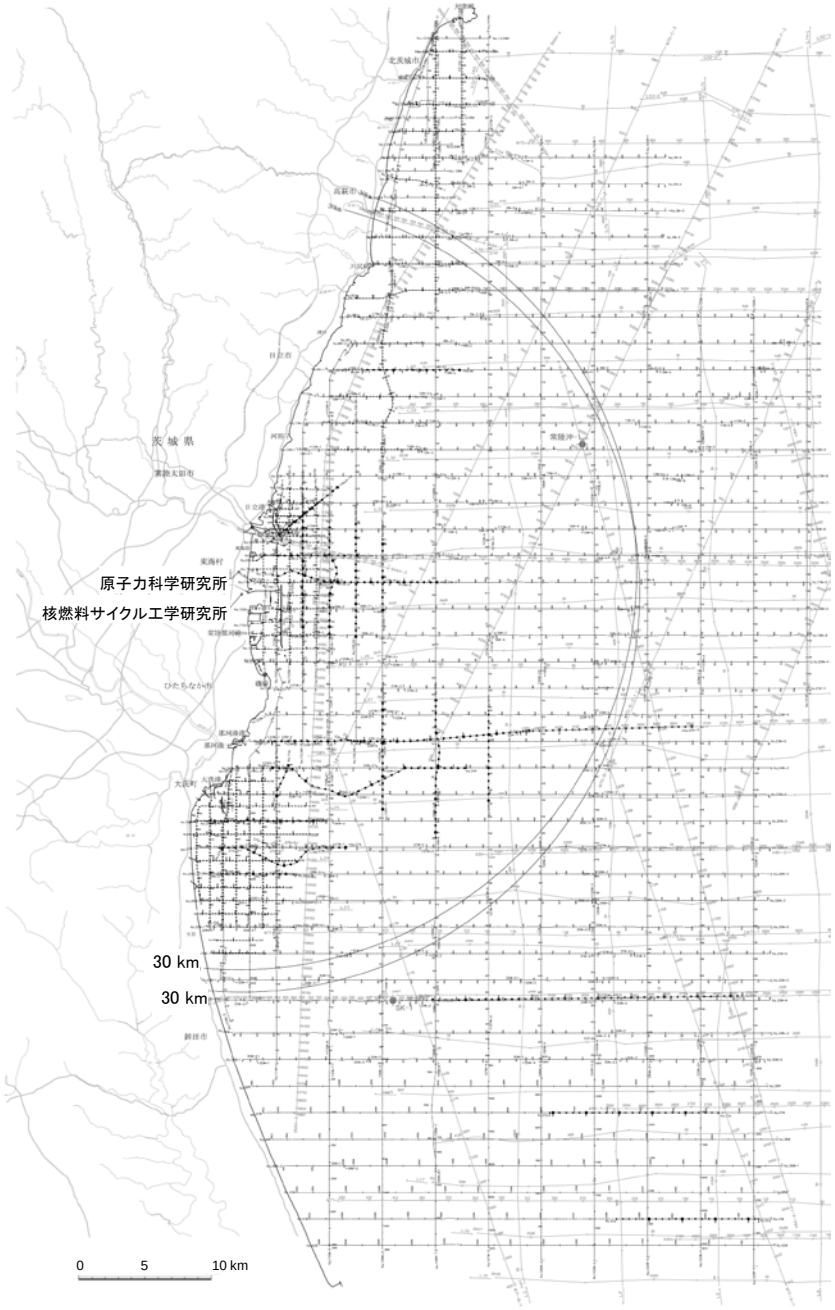
	名称	評価	震源として考慮する活断層とする区間	評価長さ(km)
(14)	笠間市福田南方付近リニアメント	八溝層群の頁岩，砂岩・頁岩互層，石灰岩，チャート等の侵食に対する抵抗性の差を反映した，不鮮明な鞍部等によるものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは八溝層群の頁岩，砂岩・頁岩互層，石灰岩，チャート等の岩相境界とほぼ一致している。	なし	－
(15)	栃木県那珂川大那地付近リニアメント	八溝層群への花崗閃緑岩の貫入境界及び八溝層群のチャート，砂岩及び砂岩・頁岩互層の侵食に対する抵抗性の差を反映したものと判断した。 ➢ リニアメントに対応する断層は認められない。 ➢ リニアメントは八溝層群のチャート，砂岩及び砂岩・頁岩互層の岩相境界，八溝層群に貫入する花崗閃緑岩の貫入とほぼ一致している。	なし	－
(16)	吾国山断層	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層法で明確に後期更新世以降の活動が否定できない。	福原東方～沢口	約6
(17)	鹿島台地・行方台地周辺の活傾動	➢ 文献等で示されている活傾動の位置付近には，リニアメントは判読されず，また断層等は認められないことから，少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断した。	なし	

図1-8(3) 敷地周辺陸域の断層評価結果



調査結果，並びに海上保安庁水路部
1/5万海底地形図「日立」，「那珂湊」及び
1/20万海底地形図「塩屋埼沖」，「鹿島灘」により編集。
（水深の基準面：東京湾中等潮位（T.P.＝0 m））

図1-9　敷地前面海域の海底地形図



凡　　例

No._G,Gn　日本原子力発電㈱・(独)日本原子力研究開発機構による
調査測線（ﾌﾞｰﾏｰ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ，2007,2008年調査）　47測線　298.8 km

No._W　日本原子力発電㈱・(独)日本原子力研究開発機構による
調査測線（ｳｫｰﾀｰｶﾞﾝ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ，2008年調査）　62測線　2089.6 km

No._A　日本原子力発電㈱・(独)日本原子力研究開発機構による
調査測線（ｴｱｶﾞﾝ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ，2008年調査）　15測線　171.0 km

No._G,Line　(独)日本原子力研究開発機構による
調査測線（ﾌﾞｰﾏｰ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ，2008年調査）　20測線　116.3 km

No._W　(独)日本原子力研究開発機構による
調査測線（ｳｫｰﾀｰｶﾞﾝ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ，2008年調査）　20測線　427.8 km

No._HA,OA–　(独)日本原子力研究開発機構による

L.26　地質調査所「鹿島灘海底地質図」（1/20万）による

C.52　地質調査所「塩屋埼沖海底地質図」（1/20万）による
調査測線(ｴｱｶﾞﾝ・ｼﾝｸﾞﾙﾁｬﾝﾈﾙ，1981,1982年調査）10測線 239.8 km

K84,SN94,M86　石油公団・石油開発公団による調査測線
（ｴｱｶﾞﾝ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ，1970～1994年調査）　28測線　963.5 km

SK-1　石油資源開発㈱による試掘井
「鹿島沖SK-1」

常陸沖-1　帝国石油㈱他による試掘井
「常陸沖-1」

図1-10　海上音波探査測線図

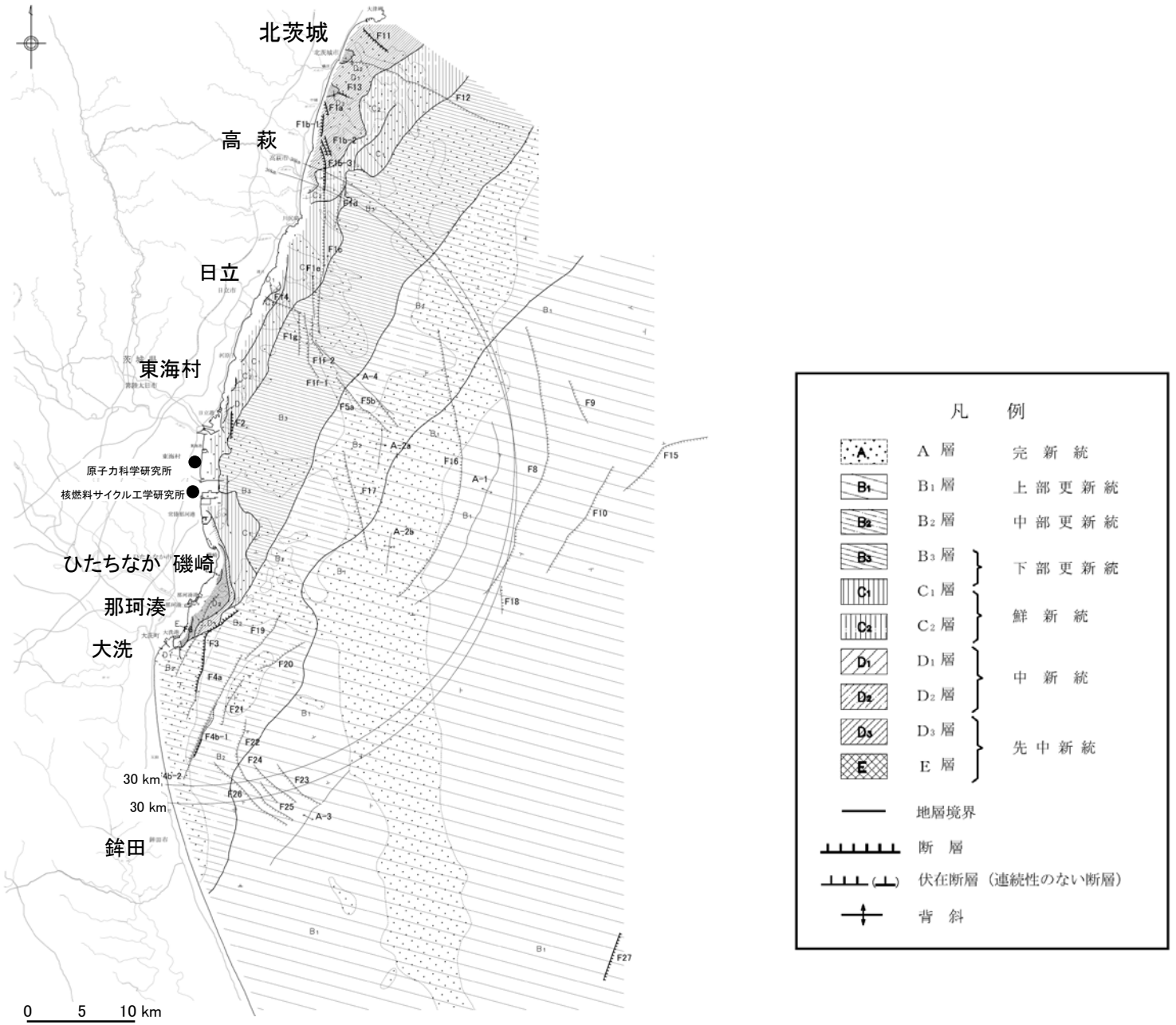
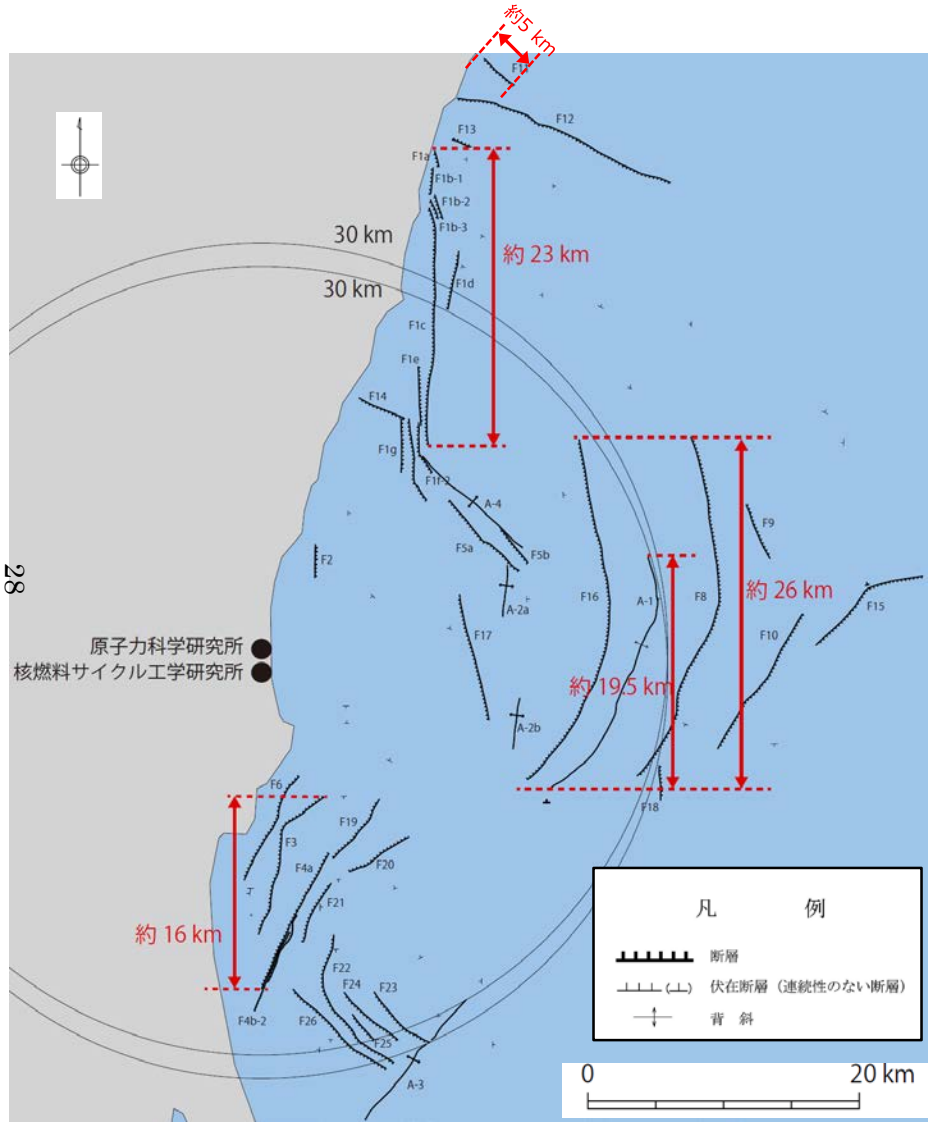
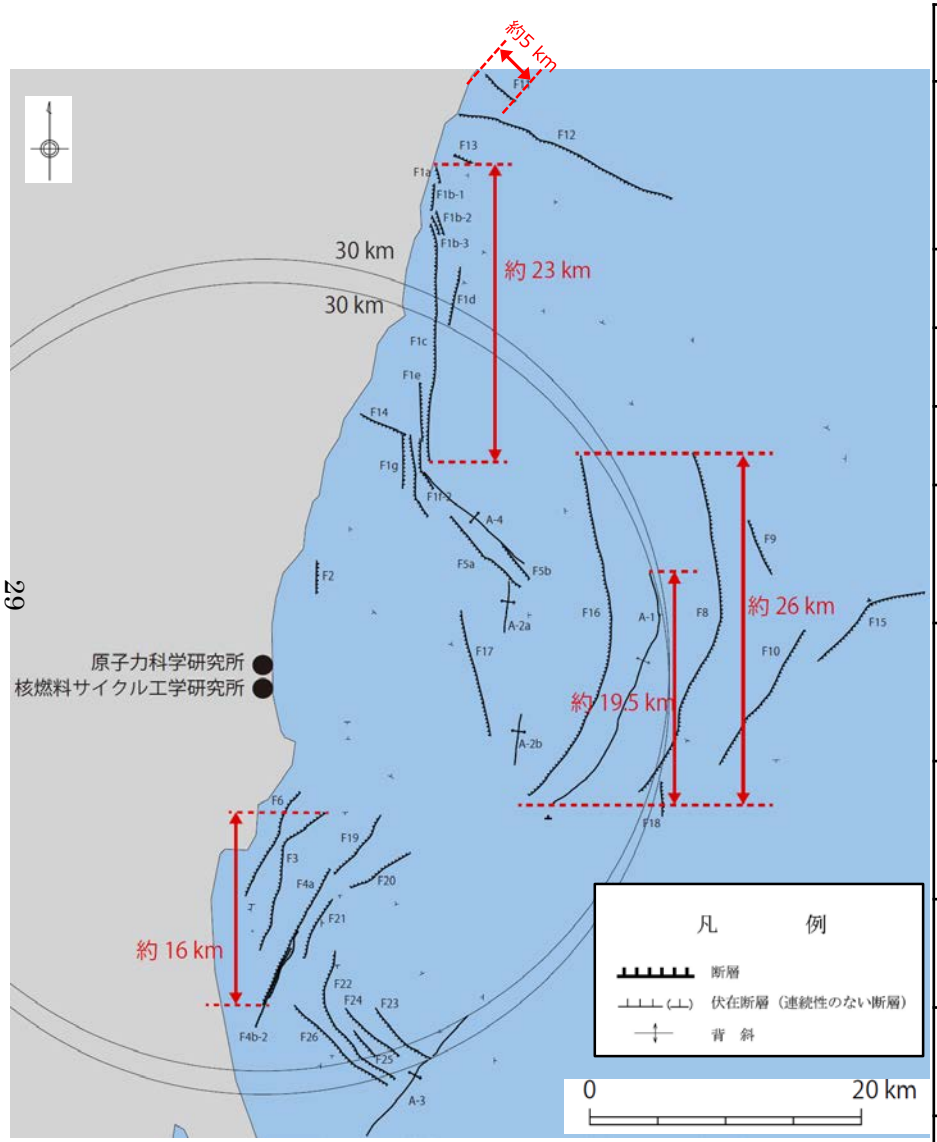


図1-11 敷地前面海域の海底地質図



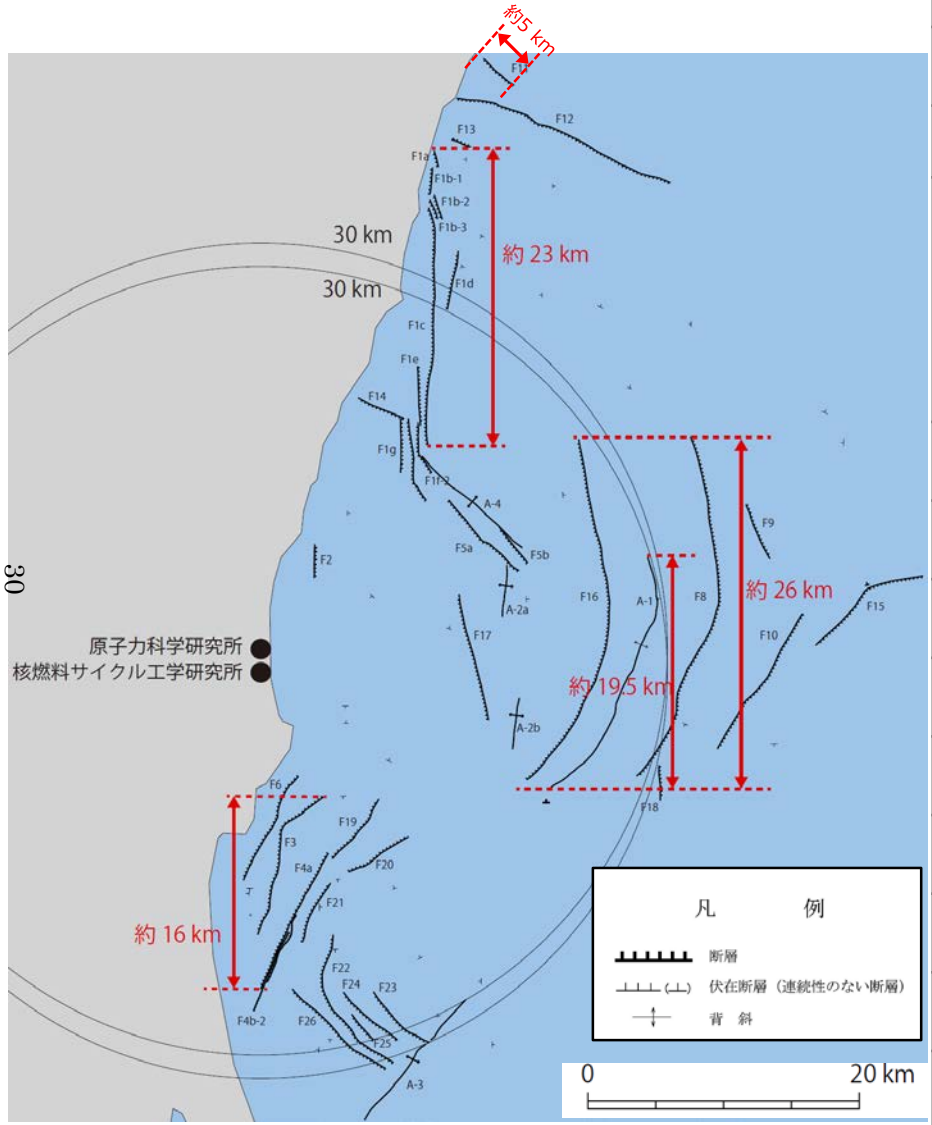
名称	評価	評価長さ（km）
F11断層	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ F12断層と同様の走向で近接していること，陸域にリニアメントは判読されないこと等から，F12断層と活動時期が同じであると考えられる。 ➢ しかしながら，後期更新世の地層との関係を直接確認できないことから，活動性を評価することとする。	約5
F12断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C2層（鮮新統）上部に変位・変形なし。	―
F13断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ 西部では上載地層が分布しておらず、上載地層法による判断ができないものの、東部ではD1層（中新統）上部には変位・変形が認められず、F12断層とも同様の走向で近接していること、陸域にリニアメントは判読されないこと等から、F12断層同様後期更新世以降の活動はないものと評価。	―
F1断層	[F1a，F1b-1，F1b-2，F1b-3及びF1c断層] 震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層で明確に後期更新世以降の活動が否定できない。	約23
	[F1d断層，F1e断層，F1f-1断層，F1f-2断層及びF1g断層] ➢ 中期更新世より新しい地層に変位・変形を与えていない。	
F5a断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B2層（中部更新統）上部に変位・変形なし。	―
F5b断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B2層（中部更新統）上部に変位・変形なし。	―
A-4背斜	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B2層（中部更新統）に変形なし。	―
F14断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ D1層（中新統）上部に変位・変形なし。	―

図1-12(1)　敷地前面海域の断層評価結果



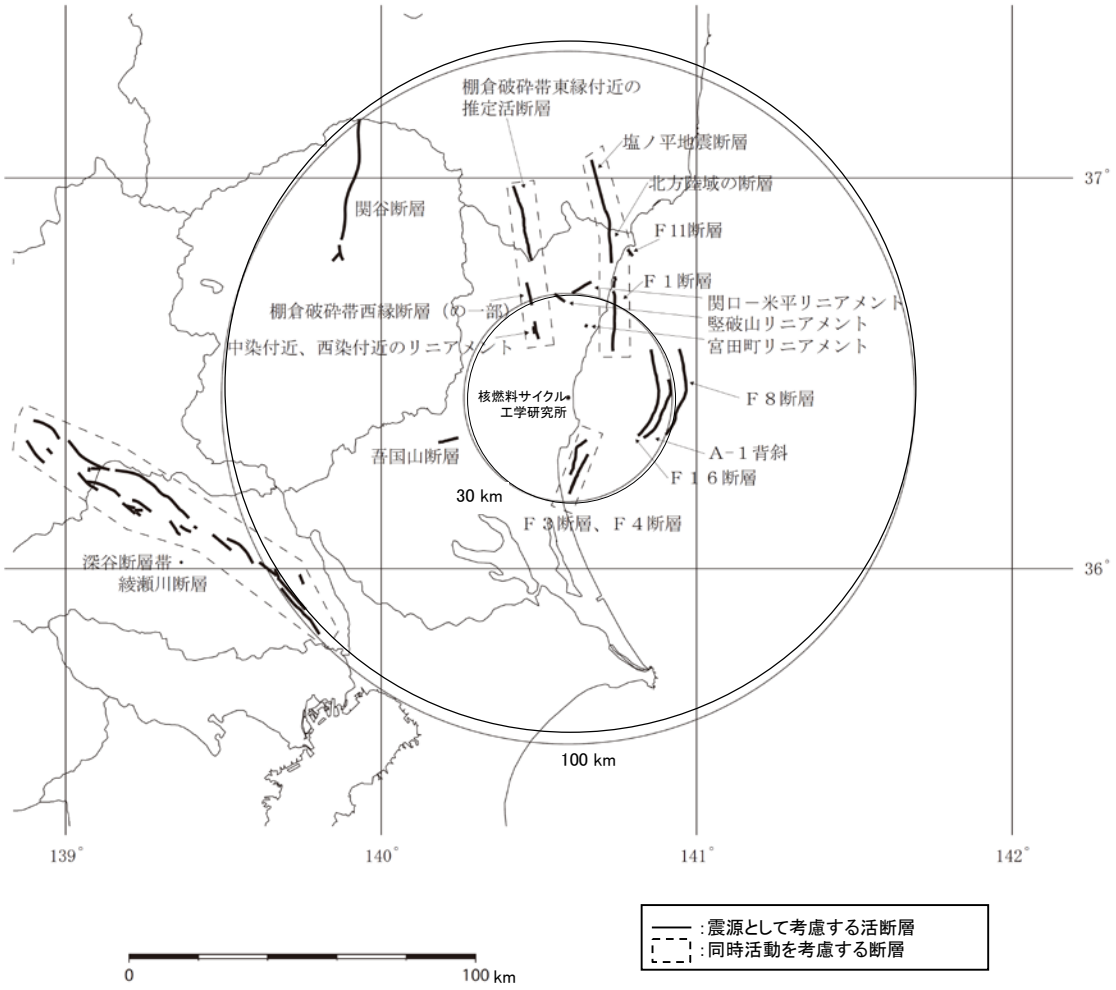
名称	評価	評価長さ（km）
F2断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ 海底面付近に露出する後期更新世以前の地層に変位・変形が認められるが、D1層（中新統）下部以下の地層に変位・変形が認められないことから地震を起こすような断層ではないと評価。	―
F17断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ D1層（中新統）上部に変位・変形なし。	―
A-2a背斜	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B3層（下部更新統）に変形なし。	―
A-2b背斜	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B2層（中部更新統）に変形なし。	―
F16断層	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層で後期更新世以降の活動が否定できるものの，東北地方太平洋沖地震以降，近傍でまとまった地震が発生しており，活動した可能性が否定できない。	約26
A-1背斜	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層で後期更新世以降の活動が否定できるものの，東北地方太平洋沖地震以降，近傍でまとまった地震が発生しており，活動した可能性が否定できない。	約19.5
F8断層	震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 上載地層で後期更新世以降の活動が否定できるものの，東北地方太平洋沖地震以降，近傍でまとまった地震が発生しており，活動した可能性が否定できない。	約26
F18断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ D1層（中新統）に変位・変形なし	―
F9断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B3層（下部更新統）上部に変位・変形なし。	―
F10断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B2層（中部更新統）上部に変位・変形なし。	―

図1-12(2)　敷地前面海域の断層評価結果



名称	調査結果	評価長さ (km)
F15断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B2層（中部更新統）上部に変位・変形なし。	―
F3断層 F4断層	[F3断層（北部及び中部）、F4断層（F4b-1南部）] 震源として考慮する活断層として評価する。 ➢ 海底面付近に分布するB2層（中期更新世）より古い地層に変位・変形を与えており，後期更新世の地層が分布していないことから，後期更新世以降の活動性が否定できない。 [F3断層南部，F4a断層，F4b-1断層北部，F4b-2断層] 少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ B2層（中期更新世）より新しい地層に変位・変形を与えていない。	約16
F6断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C1層（鮮新統）に変位・変形なし。	―
F19断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C2層（鮮新統）に変位・変形なし。	―
F20断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C1層（鮮新統）に変位・変形なし。	―
F21断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ D1層（中新統）上部に変位・変形なし。	―
F22断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ D1層（中新統）上部に変位・変形なし。	―
F23断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C1層（鮮新統）に変位・変形なし。	―
F24断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C1層（鮮新統）に変位・変形なし。	―
F25断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ D1層（中新統）上部に変位・変形なし	―
F26断層	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C1層（鮮新統）に変位・変形なし。	―
A-3背斜	少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。 ➢ C1層（鮮新統）に変形なし。	―

図1-12(3)　敷地前面海域の断層評価結果



No.	断層名	評価長さ（km）
1	関谷断層	40
2	深谷断層帯・綾瀬川断層	103
3	F3断層～F4断層の同時活動	16
4	関口ー米平リニアメント	6
5	竪破山リニアメント	4
6	宮田町リニアメント	1
7	吾国山断層	6
8	F8断層	26
9	F16断層	26
10	A－1背斜	19
11	棚倉破砕帯西縁断層（の一部）～棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層の同時活動 ＊中染付近・西染付近のリニアメントを含む。	42
12	F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動	58
13	F11断層	5

【注】 変動地形の可能性のある地形を「リニアメント」という。

- 敷地周辺・敷地近傍の地質・地質構造に関する調査の結果、上記の断層を震源として考慮する活断層として評価する。

図1-13 震源として考慮する断層

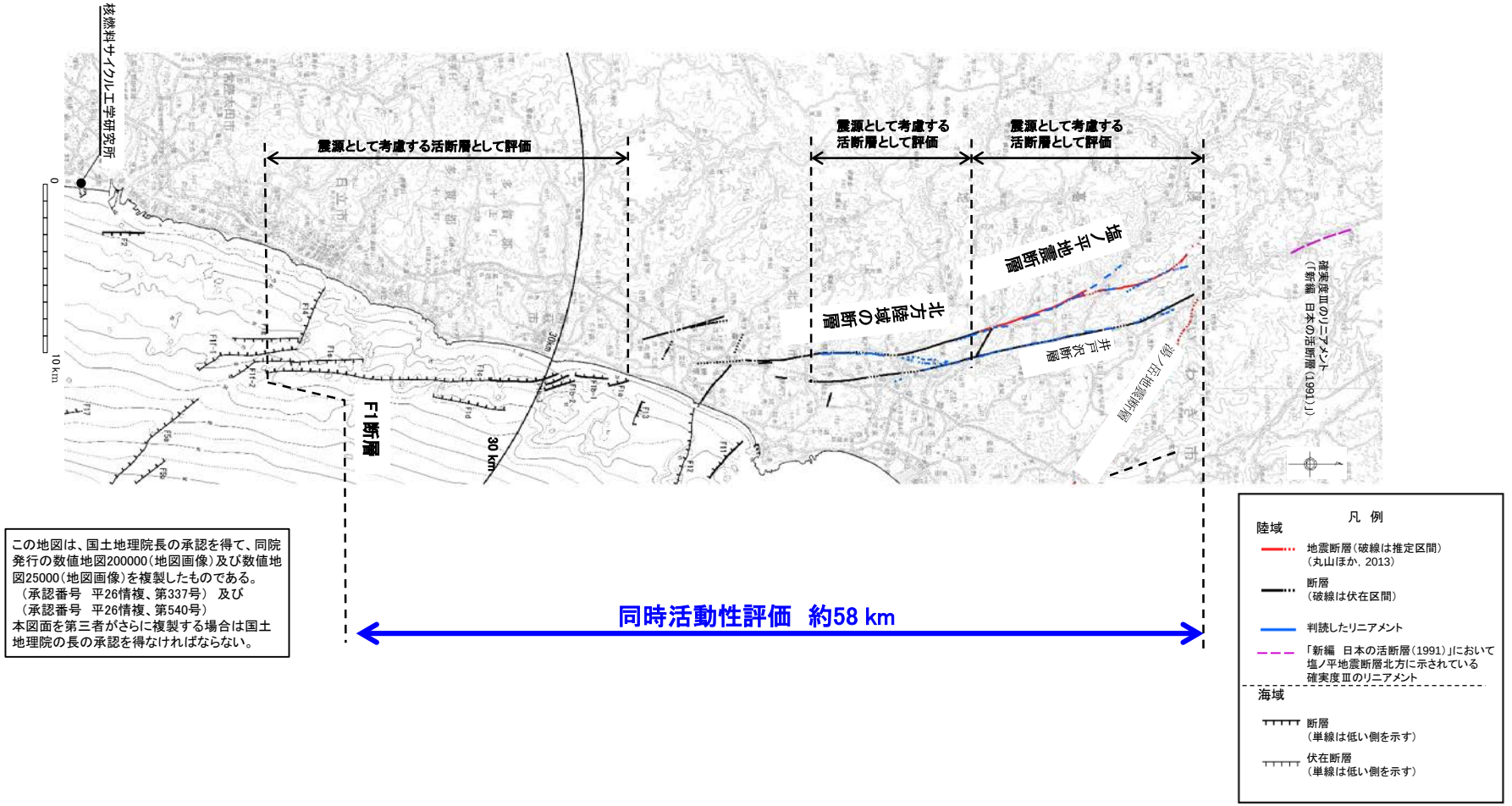
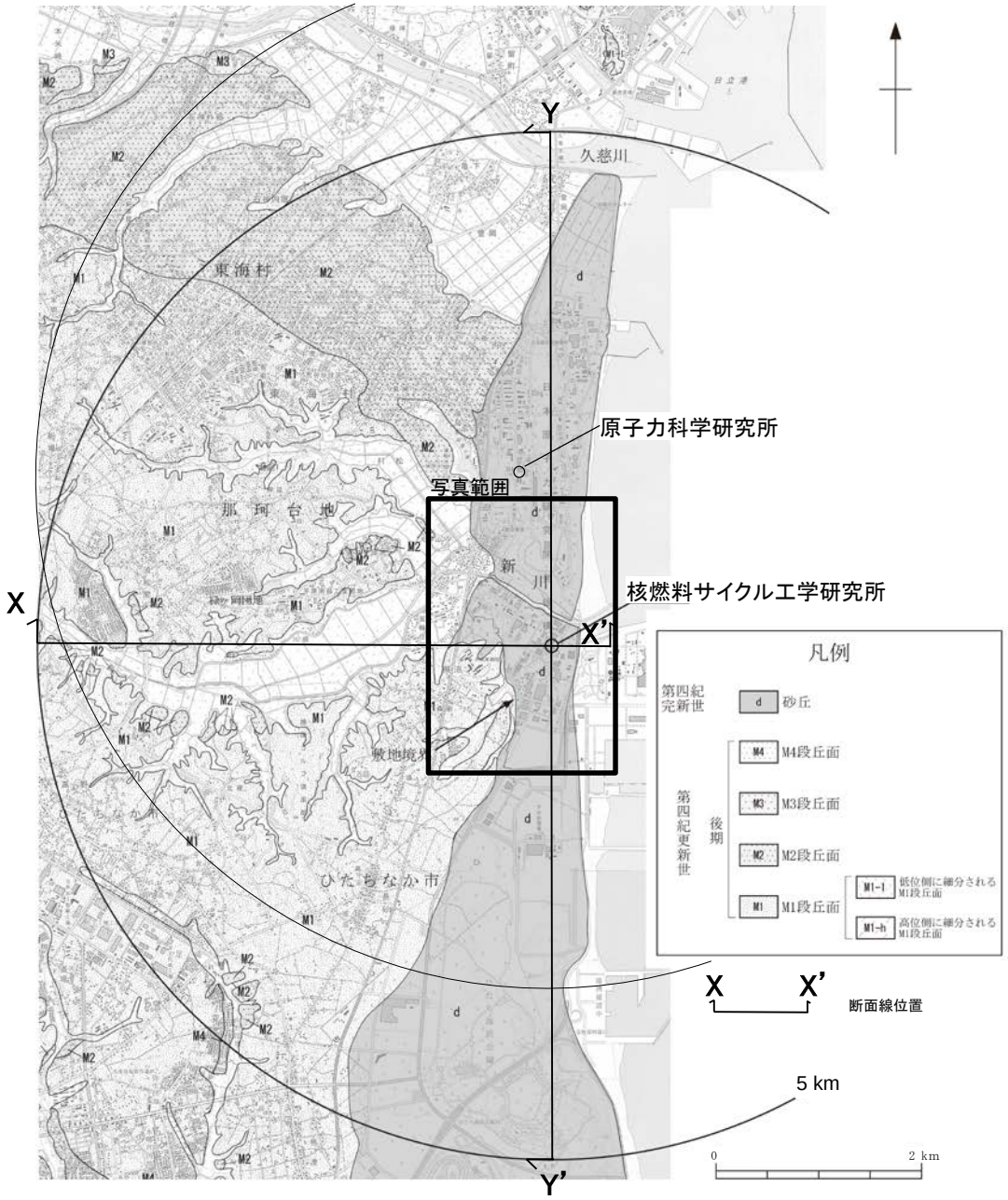
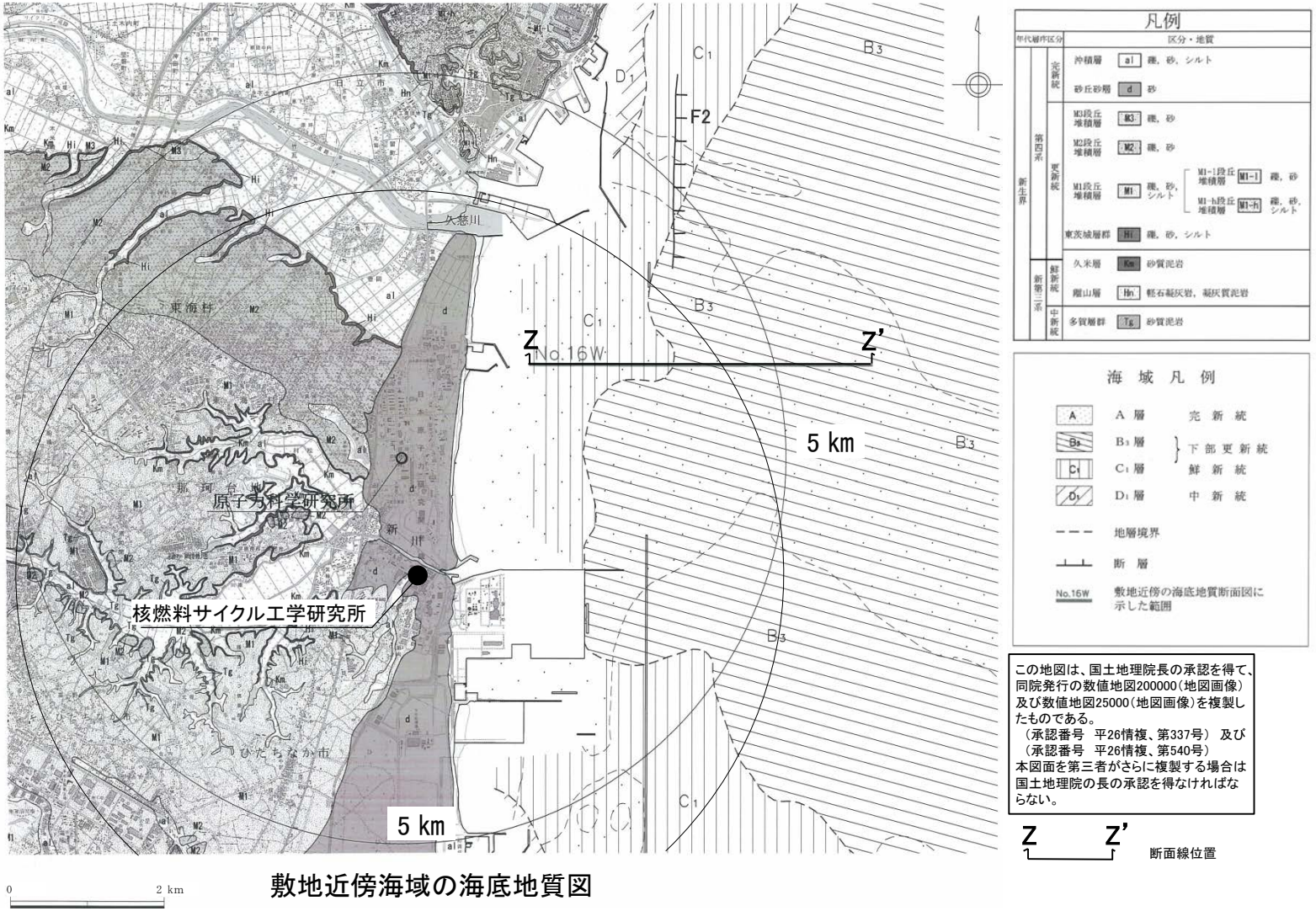


図1-14 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動性の評価



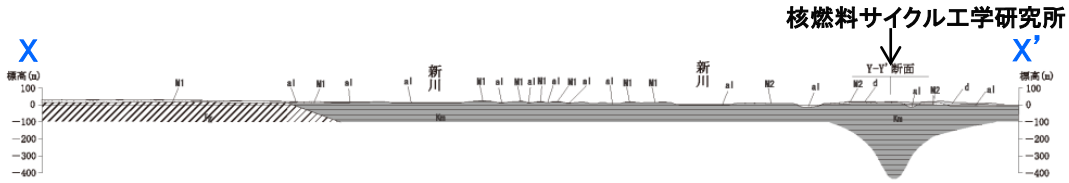
※）撮影時点において、敷地は、耕作地、林地等であり、著しい地形改変はされていない。（1947 年撮影）

図1-15 敷地近傍の地形図及び変動地形学的調査結果図

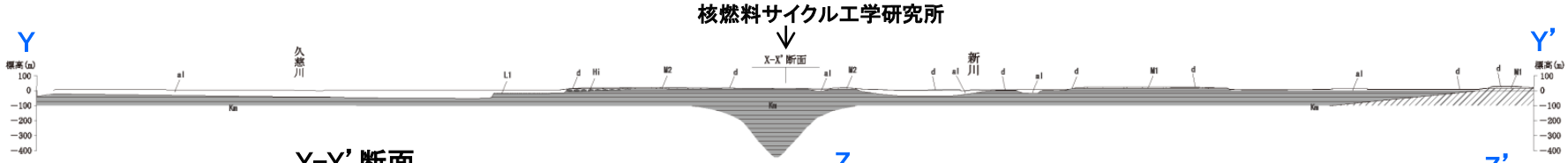


敷地近傍海域の海底地質図

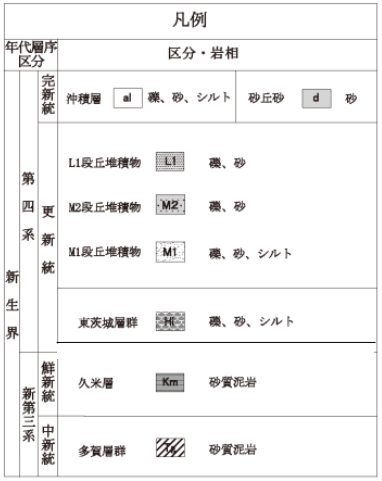
図1-16 敷地近傍海域の海底地質図

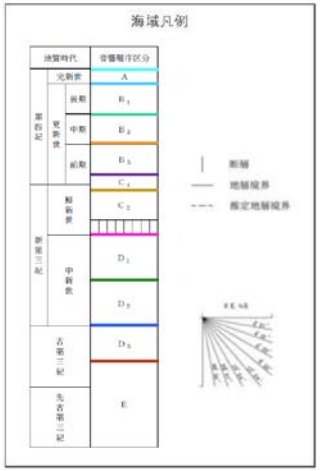


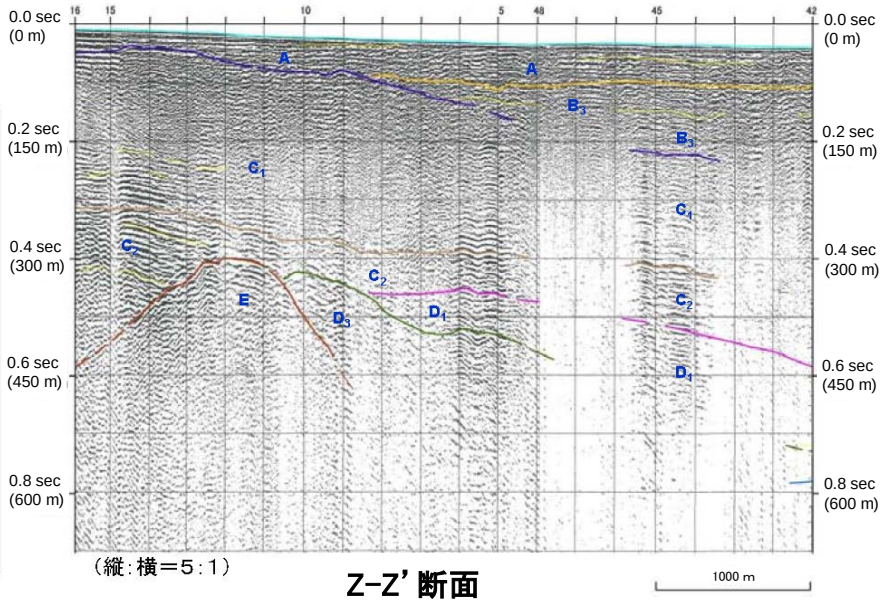
X-X' 断面



Y-Y' 断面







Z-Z' 断面

図1-17 敷地近傍の地質・地質構造【地質断面図】

東海村都市計画図に加筆

図1-18 敷地の地形図及び段丘面区分図

凡 例

年代層序区分		区分・岩相			
第四系	完新統	沖積層 al	礫、砂、シルト	砂丘砂層 d	砂
	更新統	M１段丘堆積物 M1	礫、砂、シルト		
		東茨城層群 Hi	礫、砂、シルト		

0 100 200 300 400 500 m

東海村都市計画図に加筆

図1-19 敷地の地質図

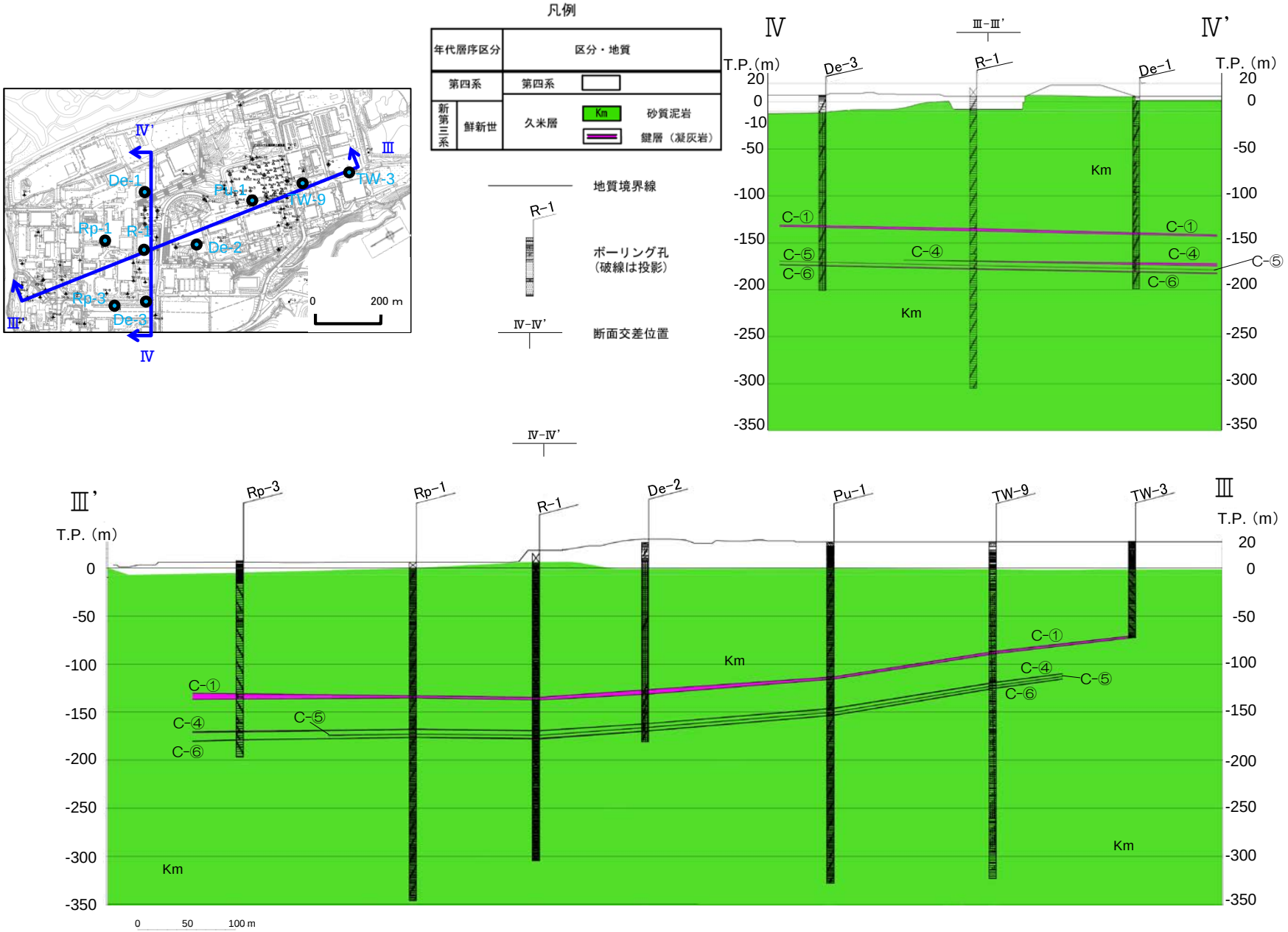


図1-20　敷地の地質・地質構造（鍵層の連続性）

2　基準地震動の策定

2.1　概要

基準地震動Ssの策定に当たり，敷地ごとに震源を特定して策定する地震動において選定する敷地に大きな影響を与えると予想される地震（以下「検討用地震」という。）及び震源を特定せず策定する地震動において考慮する地震については，隣接する原子力科学研究所（JRR-3）における地震動評価を参照する。JRR-3の地震動評価では，敷地周辺における過去の被害地震及び活断層の分布状況並びに国等が想定する地震等，最新の知見を踏まえ，以下に示す地震学的見地から想定することが適切な地震及び地震動を考慮している。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」

- F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震
- 2011 年東北地方太平洋沖型地震
- 茨城県南部の地震

「震源を特定せず策定する地震動」

- 加藤ほか（2004）[(1)] に基づき設定した応答スペクトル
- 2004 年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

以上を踏まえ，再処理施設における「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，不確かさを考慮した地震動評価を行い，基準地震動Ssを策定する。

2.2　敷地周辺の地震発生状況

2.2.1　過去の被害地震

宇佐美ほかの「日本被害地震総覧」（2013）[(2)] 及び気象庁の「気象庁地震カタログ」（2017）[(3)] に記載されている被害地震のうち，敷地からの震央距離が約 200 km 以内の被害地震の震央分布を図 2-1 に示す。ここで，地震の規模及び震央位置は，1922 年以前の地震については宇佐美ほか（2013）[(2)] を，1923 年以降の地震については気象庁（2017）[(3)] を用いている。

2.2.2　活断層の分布状況

敷地周辺で実施した地質調査の結果に基づく敷地周辺の活断層等の分布を図 2-2 に示す。

2.3　敷地及び敷地近傍の地盤振動特性

2.3.1　解放基盤表面の設定

地質調査によると，新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層は敷地及び敷地近傍でほぼ水平で相当な拡がりを持って分布しており，敷地内において G.L.約-6 m 以深からボーリング調査下端の G.L.約-344 m まで分布している。また，PS 検層結果によると G.L.-309 m 以深で S 波速度がおおむね 0.7 km/s 以上となり，著しい風化も見られない。以上を踏まえ，G.L.-309 m の位置に解放基盤表面を設定する。なお，地震動評価のうち応答スペクトルに基づく手法における解放基盤表面での地盤の弾性波速度値を，P 波速度については 1.855 km/s と，S 波速度については 0.7 km/s と設定する。敷地における解放基盤表面の設定を図 2-3 に示す。

2.3.2　地盤構造モデル

地震動評価に用いる地盤構造モデルについては，解放基盤表面付近以浅をモデル化した浅部の地盤構造モデルと，解放基盤表面付近以深をモデル化した深部の地盤構造モデルを設定する。

浅部の地盤構造モデルは，地震観測記録から表層地盤の影響を取り除くはぎとり解析に用いることとし，敷地内で実施したボーリング孔（RP-1）における PS 検層等の地質構造調査結果を踏まえ，その付近に設置された地中地震計から得られた地震観測記録を用いて最適化したものを採用する。

一方，深部の地盤構造モデルは，敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価及び震源を特定せず策定する地震動の評価に用いることとし，敷地及び敷地周辺で実施した微動アレイ探査や地震波速度トモグラフィ解析等の地質構造調査結果を踏まえて最適化したものを採用する。

浅部の地盤構造モデルを表 2-1 に，深部の地盤構造モデルを表 2-2 に示す。

2.4　基準地震動 Ss

2.4.1　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

地震発生様式ごとに，敷地に大きな影響を及ぼすと予想される地震を検討用地震として選定する。

(i) 内陸地殻内地震

敷地周辺における過去の被害地震及び活断層の分布状況を踏まえ，

敷地への影響が大きい F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震を検討用地震として選定する。

（ⅱ）プレート間地震

敷地周辺における過去の被害地震及び地震動評価機関によって想定される地震を踏まえ，敷地への影響が大きい 2011 年東北地方太平洋沖地震の本震を検討用地震として選定する。なお，以降の地震動の評価に当たっては，2011 年東北地方太平洋沖型地震として扱う。

（ⅲ）海洋プレート内地震

敷地周辺における過去の被害地震及び地震動評価機関によって想定される地震を踏まえ，敷地への影響が大きい茨城県南部の地震を検討用地震として選定し，中央防災会議（2004）[(4)]（2013）[(5)]の知見を踏まえて地震動評価を行う。

(2) 検討用地震の地震動評価

(i) 内陸地殻内地震

a. 基本震源モデルの設定

F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の基本震源モデルは，原則として地震調査研究推進本部（2017）[(6)]による震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（以下「強震動予測レシピ」という。）及び地質調査結果に基づき設定する。

設定した基本震源モデルの断層パラメータを表 2-3 に，断層モデルを図 2-4 に示す。

b. 不確かさを考慮するパラメータの選定

地震動評価における不確かさとして，短周期レベル，断層傾斜角及びアスペリティ位置について考慮する。

地震動評価において考慮する各検討ケースを表 2-4 に，設定した各検討ケースの断層パラメータを表 2-5 に，断層モデルを図 2-5 に示す。

c. 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価は，Noda *et al.*（2002）[(7)]に基づき行うものとし，福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震による補正係数を考慮し，Noda *et al.*（2002）[(7)]による内陸地殻内地震に対する補正については考慮しない。設定した補正係数を図 2-6 に示す。

表 2-4 に示す検討ケースを対象として，上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを図 2-7 に示す。

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は，経験的グリーン関数法及び波数積分法を用いたハイブリッド法により行う。要素地震の諸元を表 2-6 に，震央位置を図 2-8 に示す。

表 2-4 に示す各検討ケースを対象として，上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを図 2-9 に示す。

（ⅱ）プレート間地震

a. 基本震源モデルの設定

2011 年東北地方太平洋沖型地震の基本震源モデルは，諸井ほか（2013）[8] における検討を踏まえ，強震動予測レシピに基づき設定する。

設定した基本震源モデルの断層パラメータを表 2-7 に，断層モデルを図 2-10 に示す。

b. 不確かさを考慮するパラメータの選定

地震動評価における不確かさとして，SMGA 位置，短周期レベル及び両者の重畳について考慮する。

地震動評価において考慮する各検討ケースを表 2-8 に，設定した各検討ケースの断層パラメータを表 2-9 に，断層モデルを図 2-11 に示す。

c. 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

2011 年東北地方太平洋沖地震の本震のような複雑な震源過程から生成される強震動を，短周期から長周期にわたり精度良く評価できる距離減衰式はないと考えられるため，応答スペクトルに基づく手法による地震動評価として，2011 年東北地方太平洋沖地震の本震における解放基盤波を基に，それを包絡した応答スペクトルを用いる。

上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを図 2-12 に示す。

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は，経験的グリーン関数法により行う。要素地震の諸元を表 2-10 に，震央位置を図 2-13 に示す。

表 2-8 に示す各検討ケースを対象として，上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを図 2-14 に示す。

（ⅲ）海洋プレート内地震

a. 基本震源モデルの設定

茨城県南部の地震の基本震源モデルは，原則として最新の知見である中央防災会議（2013）[5] に基づき設定する。

設定した基本震源モデルの断層パラメータを表 2-11 に，断層モデルを図 2-15 に示す。

b. 不確かさを考慮するパラメータの選定

地震動評価における不確かさとして，断層傾斜角，アスペリティ位置，応力降下量及び地震規模について考慮する。

地震動評価において考慮する各検討ケースを表 2-12 に，設定した各検討ケースの断層パラメータを表 2-13 に，断層モデルを図 2-16 に示す。

c. 応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価は，Noda *et al.*（2002）[7] に基づき行うものとし，陸域寄りで発生した海洋プレート内地震による補正係数を考慮する。設定した補正係数を図 2-17 に示す。

表 2-12 に示す各検討ケースを対象として，上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを図 2-18 に示す。

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は，統計的グリーン関数法により行う。

表 2-12 に示す各検討ケースを対象として，上記の手法に基づき算定した応答スペクトルを図 2-19 に示す。

2.4.2 震源を特定せず策定する地震動

(1) 評価方針

震源を特定せず策定する地震動の策定に当たっては，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で得られた震源近傍における観測記録を収集し，それらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定する。

(2) 既往の知見

加藤ほか（2004）[1] は，内陸地殻内地震を対象として，詳細な地質学的調査によっても震源位置と地震規模をあらかじめ特定できない地震（以下「震源を事前に特定できない地震」という。）による震源近傍の硬質地盤上における強震記録を用いて，震源を事前に

特定できない地震による水平成分の地震動の上限スペクトルを提案している。この加藤ほか（2004）[1] による「震源を事前に特定できない地震」は，「震源を特定せず策定する地震動」と同等の考え方に基づく知見と考えられる。

以上を踏まえ，加藤ほか（2004）[1] による水平成分の応答スペクトルに対し，Noda *et al.*（2002）[7] の方法を用いて敷地の地盤物性を考慮した水平成分及び鉛直成分の応答スペクトルを「震源を特定せず策定する地震動」として考慮する。

加藤ほか（2004）[1] に基づき設定した応答スペクトルを図 2-20 に示す。

(3) 検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集

震源と断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震に関する震源近傍の観測記録の収集においては，震源断層がほぼ地震発生層の厚さ全体に広がっているものの，地表地震断層としてその全容を表すまでには至っていない Mw6.5 以上の地震及び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，震源の位置も規模も分からない地震として，地震学的見地から全国共通で考慮すべき Mw6.5 未満の地震を対象とする。検討対象地震を表 2-14 に示す。

(i) Mw6.5 以上の地震

表 2-14 に示す検討対象地震のうち，Mw6.5 以上の地震である 2008 年岩手・宮城内陸地震及び 2000 年鳥取県西部地震は，事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し，地表付近に一部痕跡が確認された地震である。これらの地震の震源域と敷地近傍には，地質・地質構造，変動地形，火山フロント，地震地体構造，応力場等について地域差があると考えられる。

2008 年岩手・宮城内陸地震の震源域と敷地近傍の比較を表 2-15 に，2000 年鳥取県西部地震の震源域と敷地近傍の比較を表 2-16 に示す。表に示すように，震源域と敷地近傍の特徴には類似性がないことから，敷地近傍において 2008 年岩手・宮城内陸地震及び 2000 年鳥取県西部地震と同様の地震が発生する可能性は低いと考えられるため，観測記録の収集対象外とする。

(ⅱ) Mw6.5 未満の地震

表 2-14 に示した検討対象地震のうち，2008 年岩手・宮城内陸地震及び 2000 年鳥取県西部地震を除いた 14 地震について，震源近傍

の観測記録を収集し，その地震動レベルを整理した。その結果，加藤ほか（2004）[1] による応答スペクトルとの比較から敷地に及ぼす影響が大きいと考えられる記録として，2004 年北海道留萌支庁南部地震，2011 年茨城県北部地震，2013 年栃木県北部地震，2011 年和歌山県北部地震及び 2011 年長野県北部地震における防災科学技術研究所の強震観測網 K-NET 及び KiK-net 観測点の記録を選定した。このうち，2004 年北海道留萌支庁南部地震の記録については，佐藤ほか（2013）[9] により K-NET 港町観測点において詳細な地盤調査及び基盤地震動の推定が行われ，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 K-NET 港町観測点の地盤構造モデルの不確かさを考慮した基盤地震動を評価する。

(4) 震源を特定せず策定する地震動の設定

震源を特定せず策定する地震動として，「2.4.2（2）既往の知見」で示した加藤ほか（2004）[1] に基づき設定した応答スペクトル及び「2.4.2（3）検討対象地震の選定と震源近傍の観測記録の収集（ⅱ）Mw6.5 未満の地震」で評価した基盤地震動に K-NET 港町観測点と敷地の解放基盤表面相当位置の地盤物性の相違（S 波速度で K-NET 港町観測点 938 m/s に対し，敷地は表 2-2 に示す地盤構造モデル（深部）において 700 m/s）による影響等を考慮して評価した地震動の応答スペクトルを考慮する。

ここで，解放基盤表面相当位置の地盤物性の相違による影響等を考慮する際には，「地盤物性の影響を考慮した検討」と「PS 検層に基づく検討」を踏まえた地盤構造モデルを用いて評価した地震動に，保守性を考慮する。検討に当たり設定した地盤構造モデルを表 2-17 に示す。

以上を踏まえた，「震源を特定せず策定する地震動」の応答スペクトルを図 2-21 に示す。

2.4.3 基準地震動 Ss の策定

基準地震動 Ss は，「2.4.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「2.4.2 震源を特定せず策定する地震動」の評価に基づき，敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動として策定する。

(1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動

Ss

(i) 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 Ss

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 Ss は，「2.4.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」における各検討用地震の応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果を全て包絡するように設定した基準地震動 Ss-D とする（水平成分を Ss-D_H と，鉛直成分を Ss-D_V とする。）。

各検討用地震の応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトルを比較したものを図 2-22 に示す。 また，基準地震動 Ss-D 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表 2-18 に示す。

(ⅱ) 断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss

断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss は，「2.4.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」における各検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と，前節で示した基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトルを比較し，包絡関係を考慮して選定する。

各検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトルを比較したものを図 2-23 に示す。図 2-23 より，包絡関係を考慮して選定した基準地震動 Ss-1 及び基準地震動 Ss-2 の応答スペクトルを図 2-24 に示す。

(2) 震源を特定せず策定する地震動に基づく基準地震動 Ss

震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 Ss は，「2.4.2 震源を特定せず策定する地震動」における震源を特定せず策定する地震動の評価結果と，「2.4.3 (1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動 Ss」に示す基準地震動 Ss を比較し，包絡関係を考慮して選定する。

震源を特定せず策定する地震動の評価結果と基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトルを比較したものを図 2-25 に示す。図 2-25 より，基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトルが全ての周期帯において震源を特定せず策定する地震動の評価結果を上回ることを確認した。

(3) 基準地震動 Ss の応答スペクトル

「2.4.3 (1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく

基準地震動 Ss」及び「2.4.3（2）震源を特定せず策定する地震動に基づく基準地震動 Ss」を踏まえて策定した基準地震動 Ss の応答スペクトルを図 2-26 に示す。

(4) 基準地震動 Ss の時刻歴波形

基準地震動 Ss の時刻歴波形は，応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波と，断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss-1 及び基準地震動 Ss-2 の地震波とする。

基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波は，乱数の位相を持つ正弦波の重ね合わせによって作成するものとし，振幅包絡線の経時的変化については，Noda *et al.*（2002）[(7)]の方法に基づき，表 2-19 に示す形状とする。

策定した基準地震動 Ss-D の時刻歴波形を図 2-27 に，断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss-1 及び基準地震動 Ss-2 の時刻歴波形を図 2-28 に示す。また，基準地震動 Ss の最大加速度値を表 2-20 に示す。

(参考文献)

(1) 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－. 日本地震工学会論文集. vol.4, no.4, 2004, pp.46-86.
(2) 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, 724p.
(3) 気象庁. 地震月報（カタログ編）. 2017-05-31 時点. ほか
(4) 中央防災会議. 中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」（第 12 回）地震ワーキンググループ報告書. 2004-11-17.
(5) 中央防災会議. 首都直下地震モデル検討会「首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書」. 2013-12-19.
(6) 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」）. 2017.
(7) 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. OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Istanbul, 16-18 October, 2002.

(8) 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．日本地震工学会第 10 回年次大会梗概集．2013，pp.381-382.

(9) 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．電力中央研究所報告．2013.

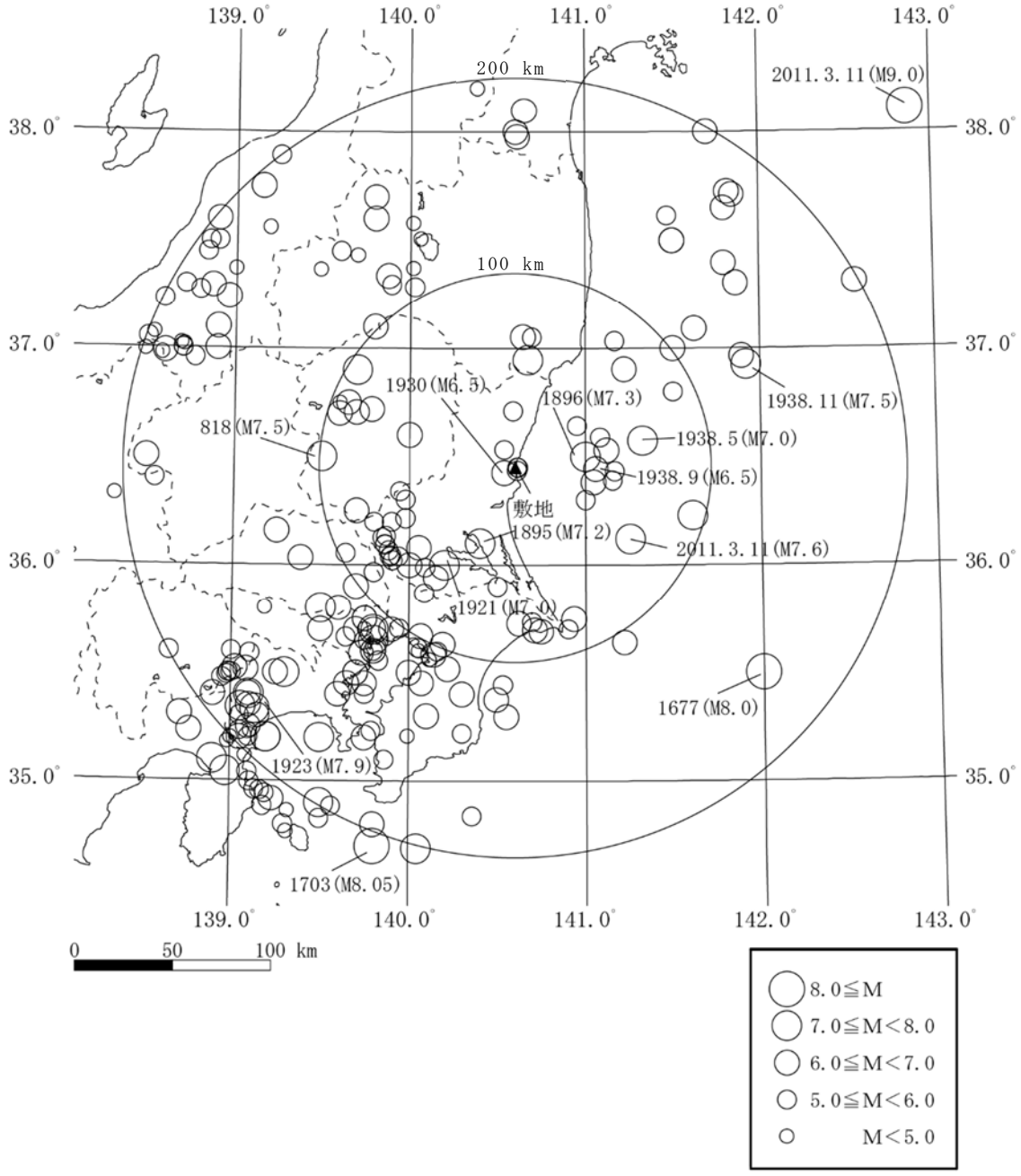


図 2-1　敷地周辺における過去の被害地震の震央分布

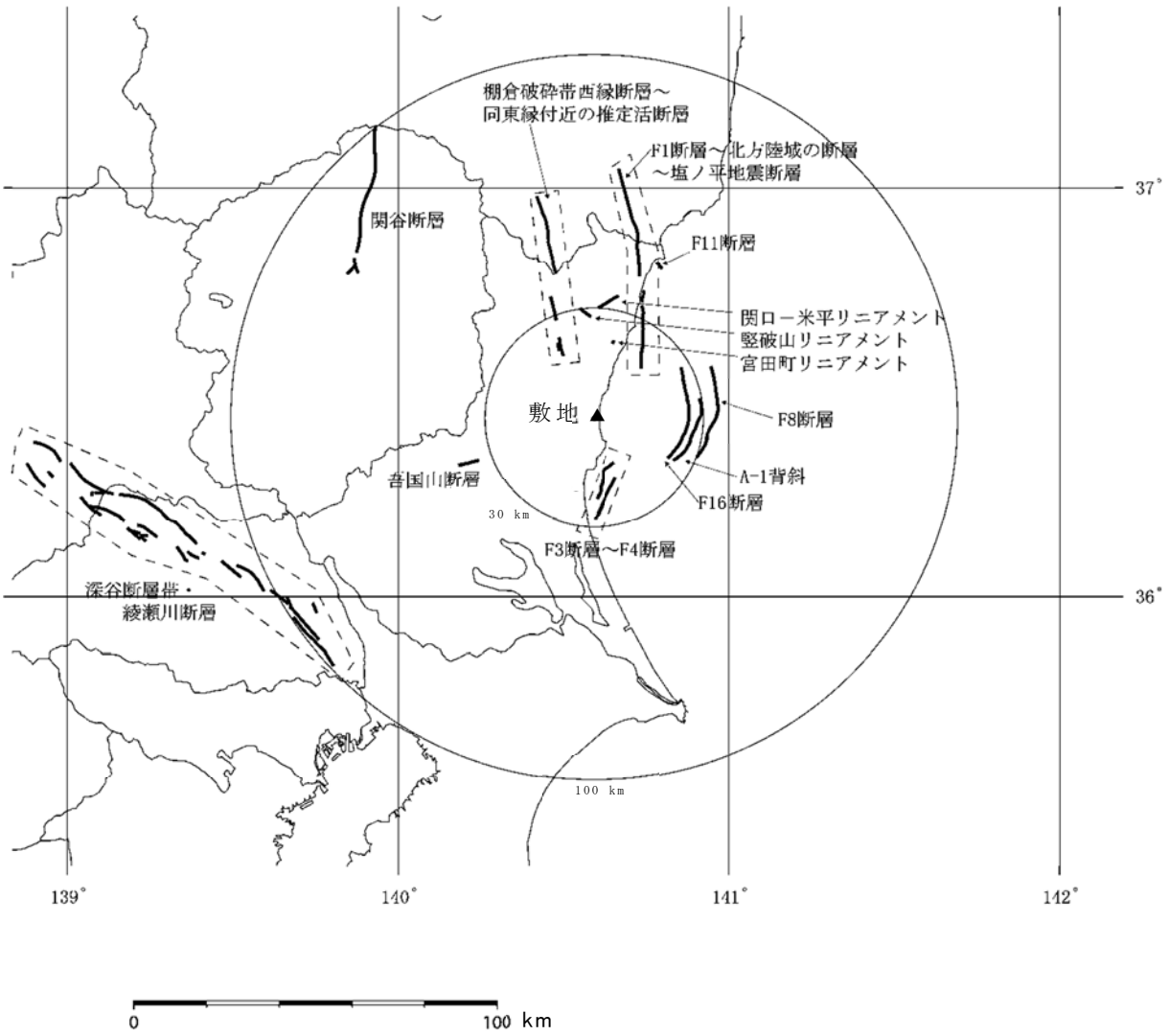
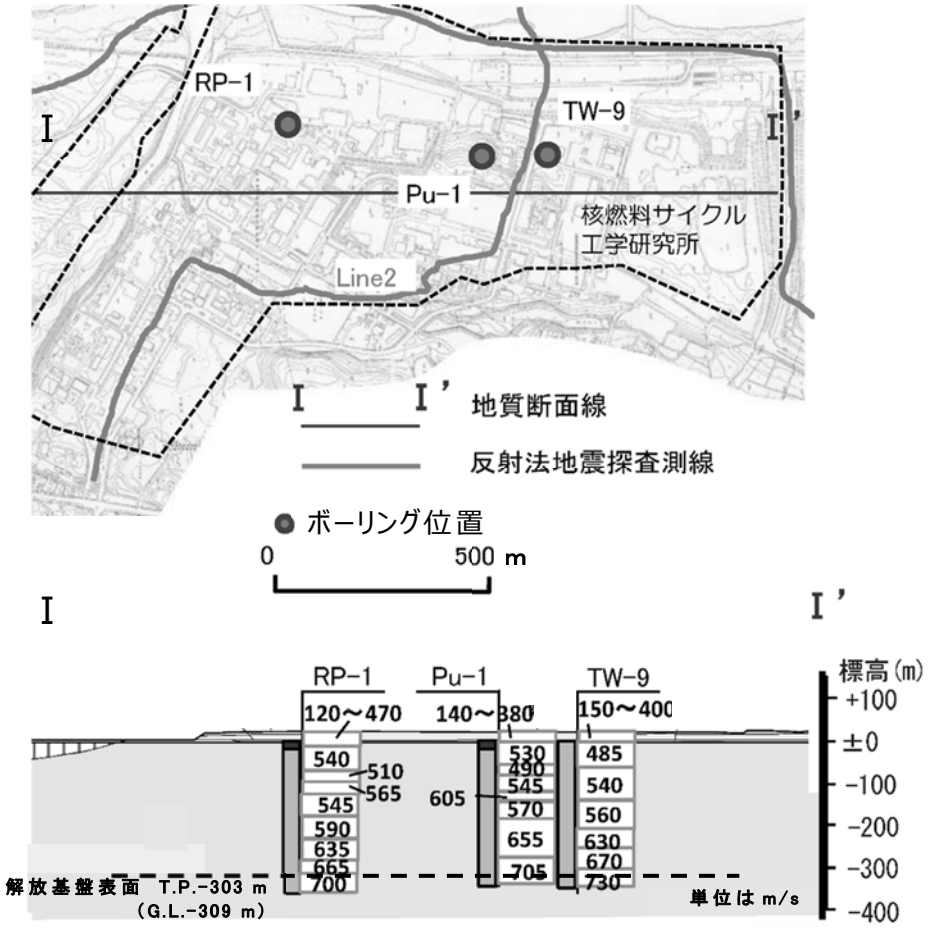


図 2-2　地質調査結果に基づく敷地周辺の活断層等の分布



※ 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定）改訂以降に実施した調査結果を記載

図 2-3　敷地における解放基盤表面の設定

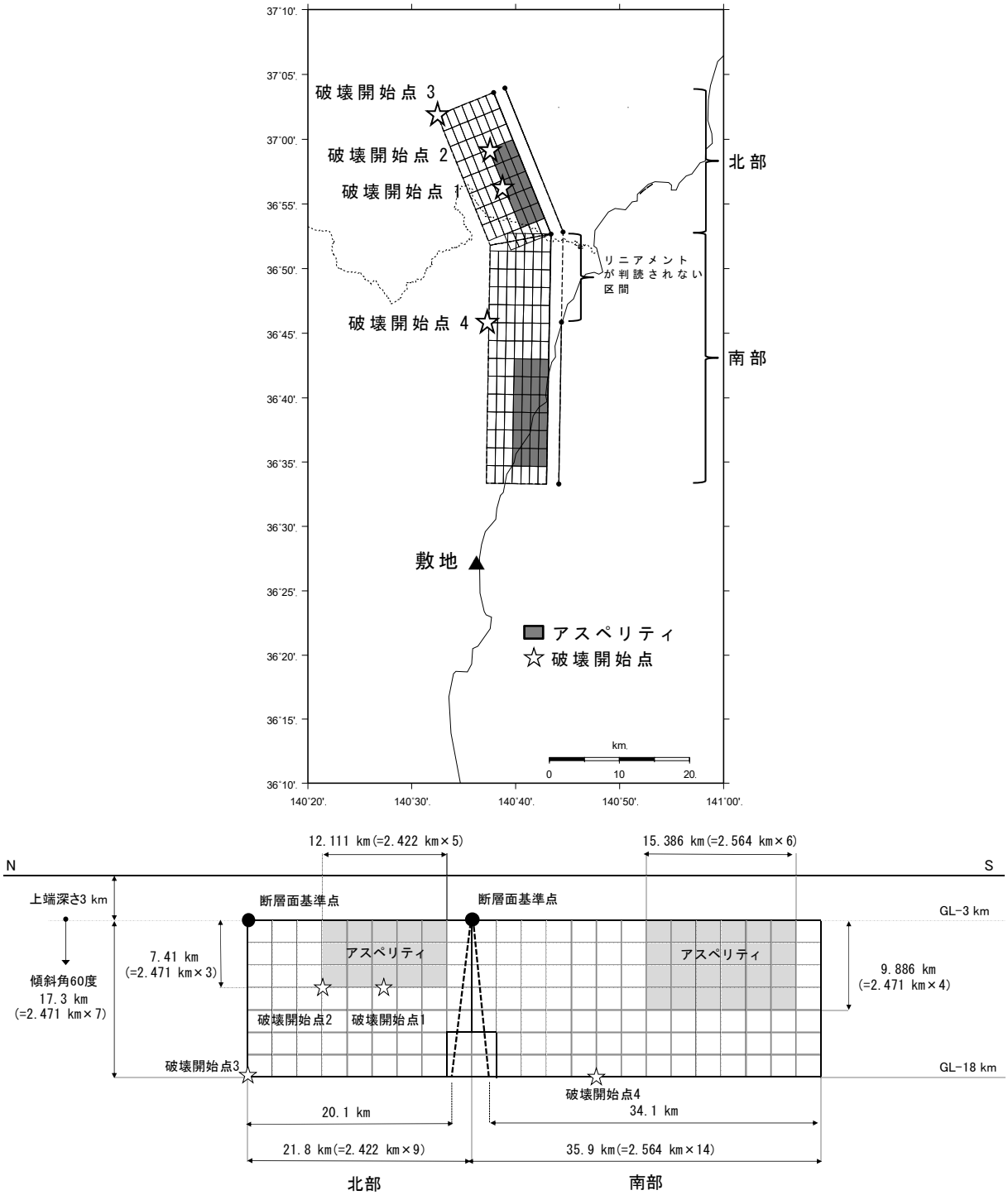


図 2-4　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の

断層モデル（基本震源モデル）

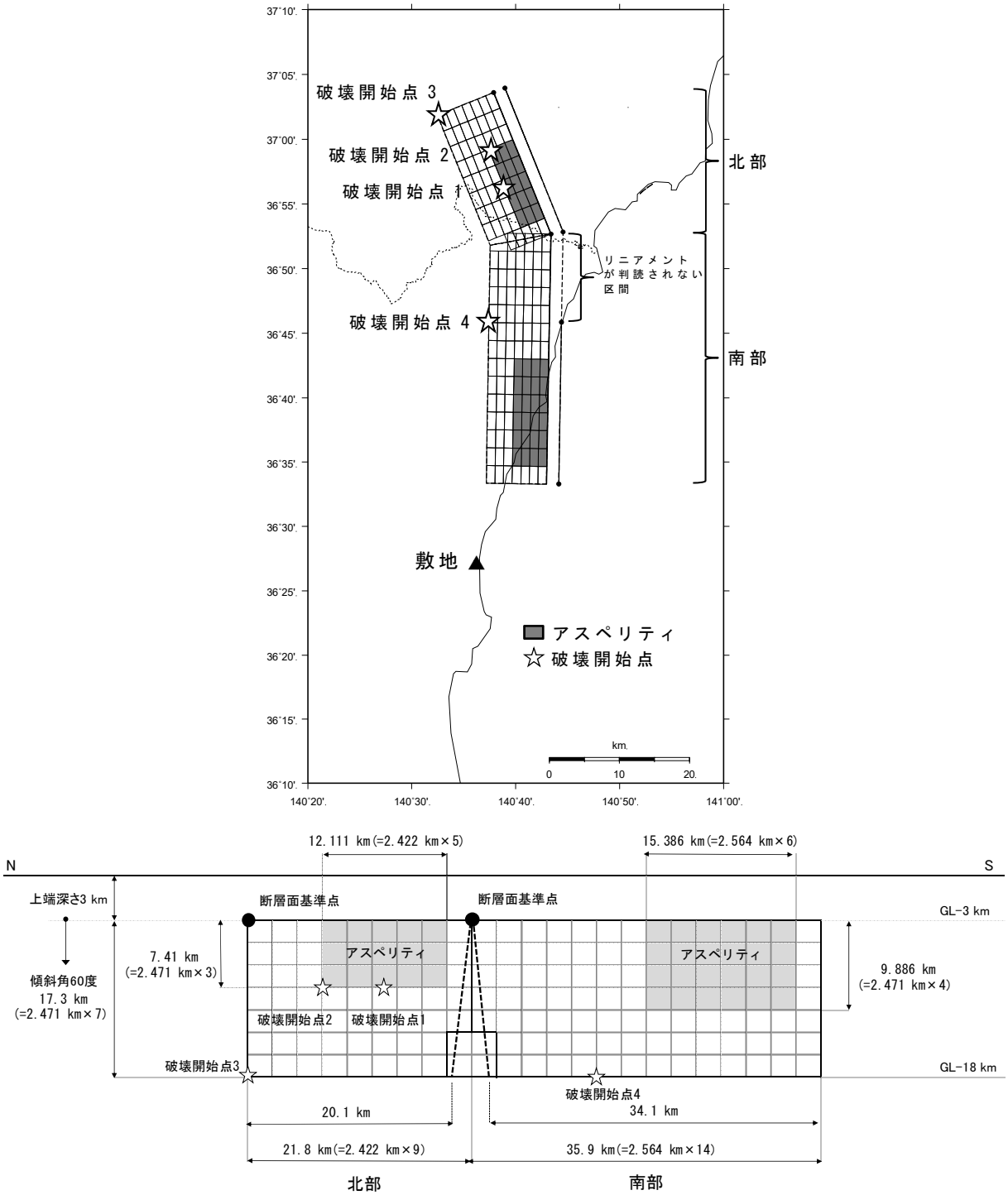


図 2-5(1)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデル（不確かさを考慮したケース：短周期レベル）

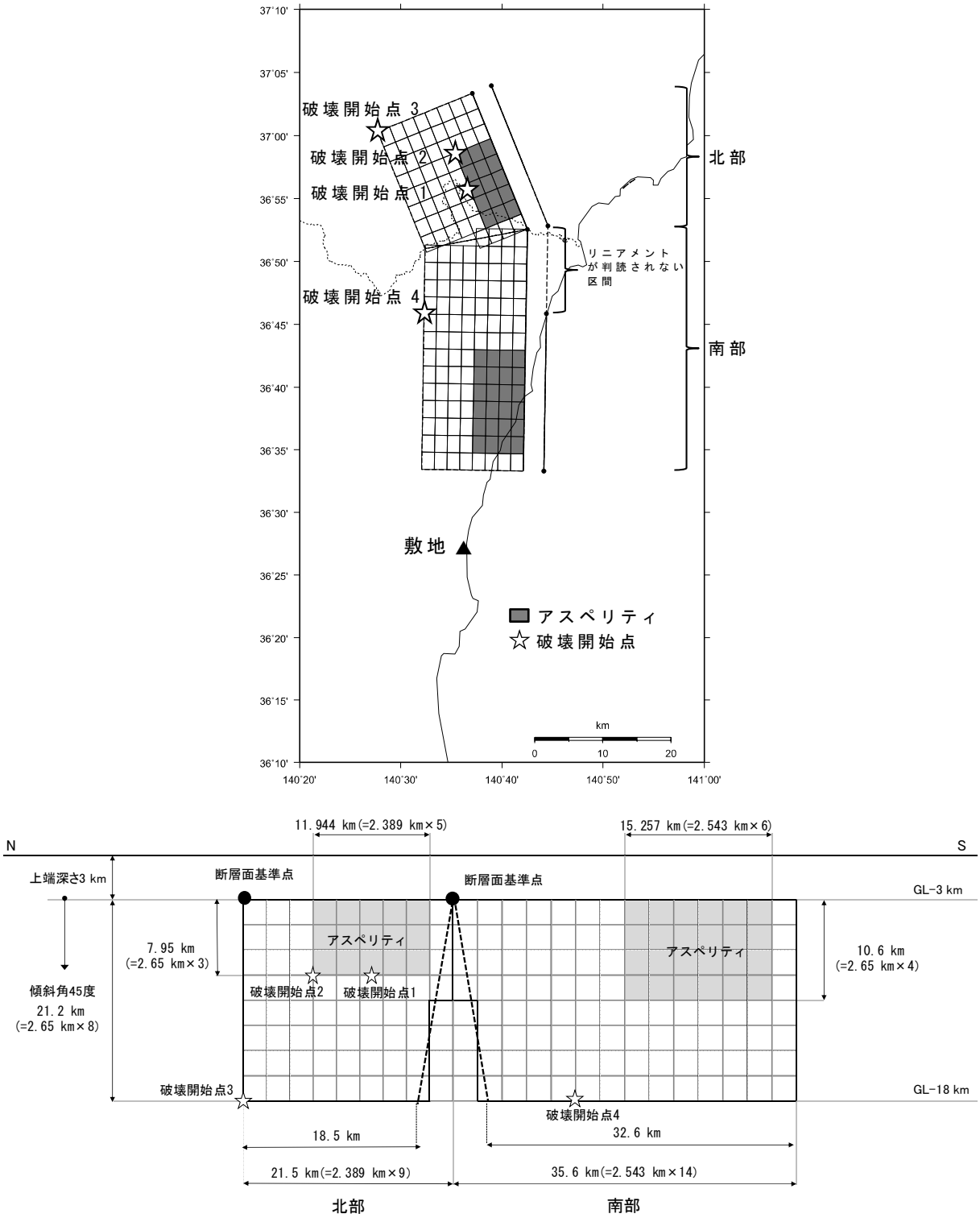


図 2-5(2)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデル（不確かさを考慮したケース：断層傾斜角）

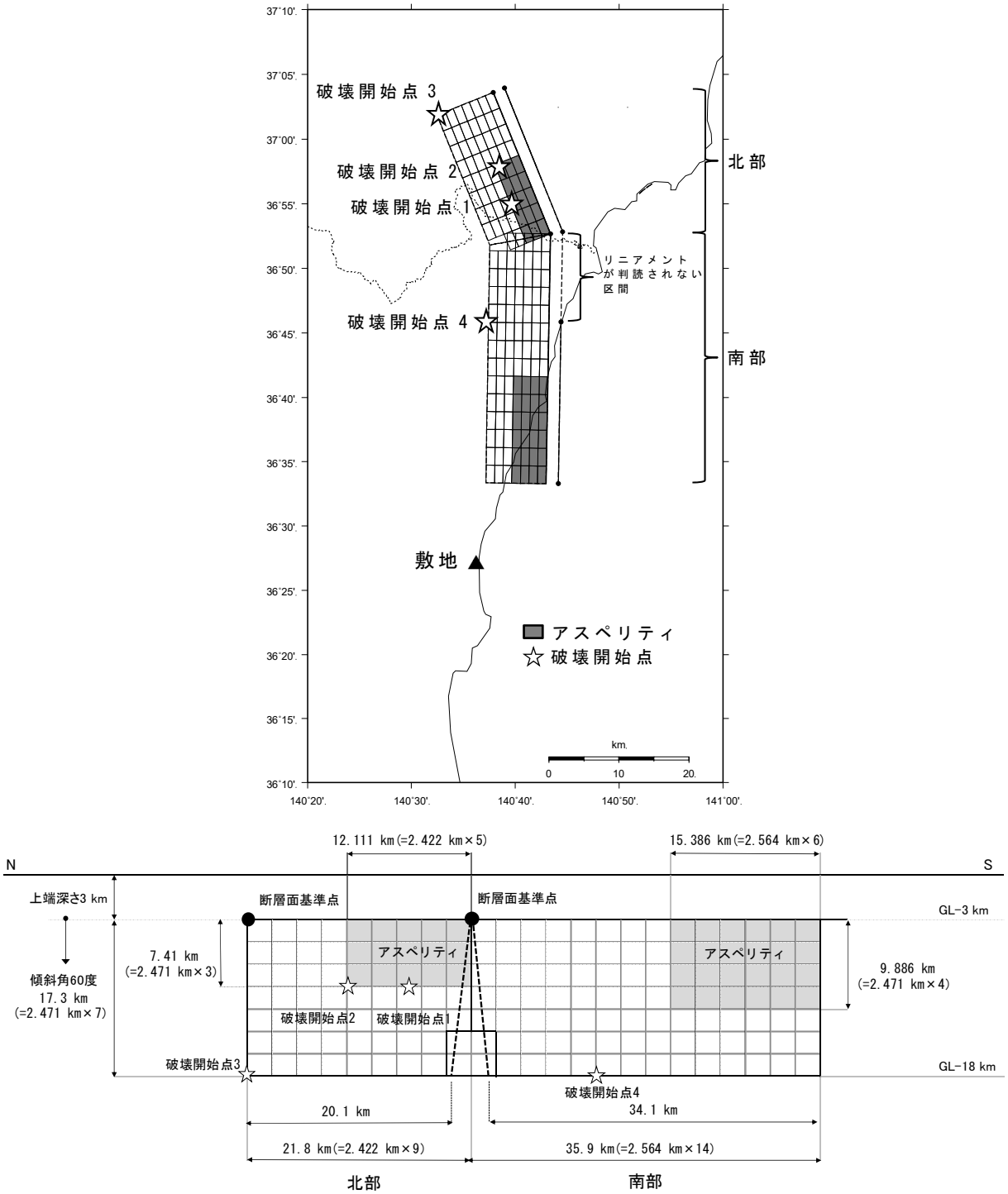
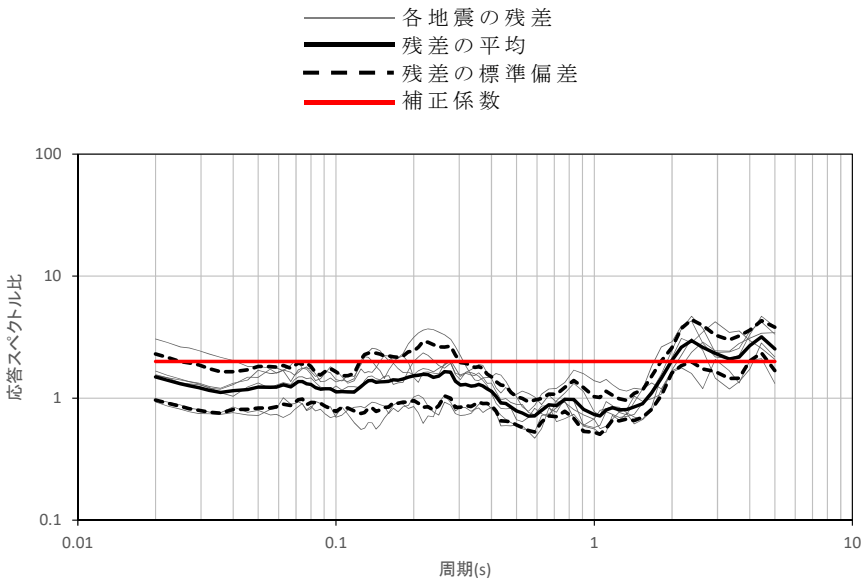
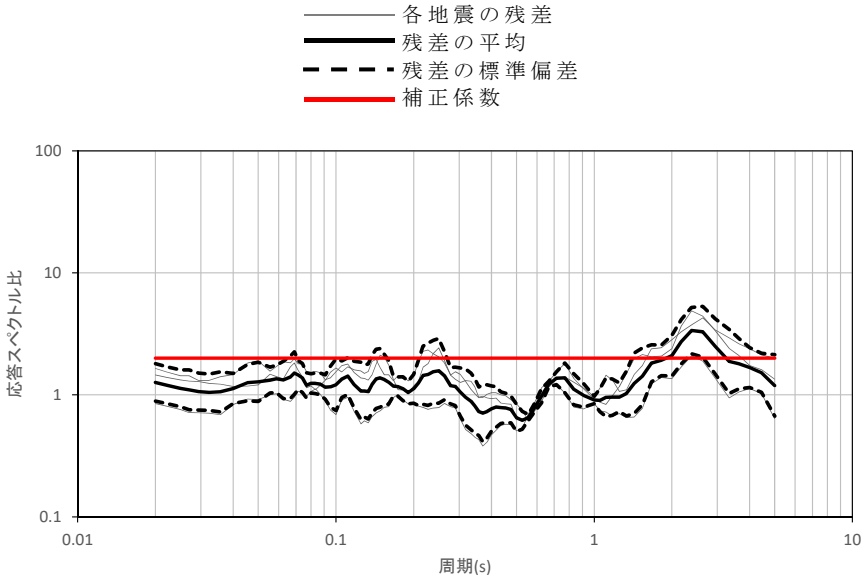


図 2-5(3)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデル（不確かさを考慮したケース：アスペリティ位置）



（水平成分）



（鉛直成分）

図 2-6　解放基盤波と Noda *et al.*(2002)の方法による応答スペクトルの比

（福島県と茨城県の県境付近で発生した内陸地殻内地震）

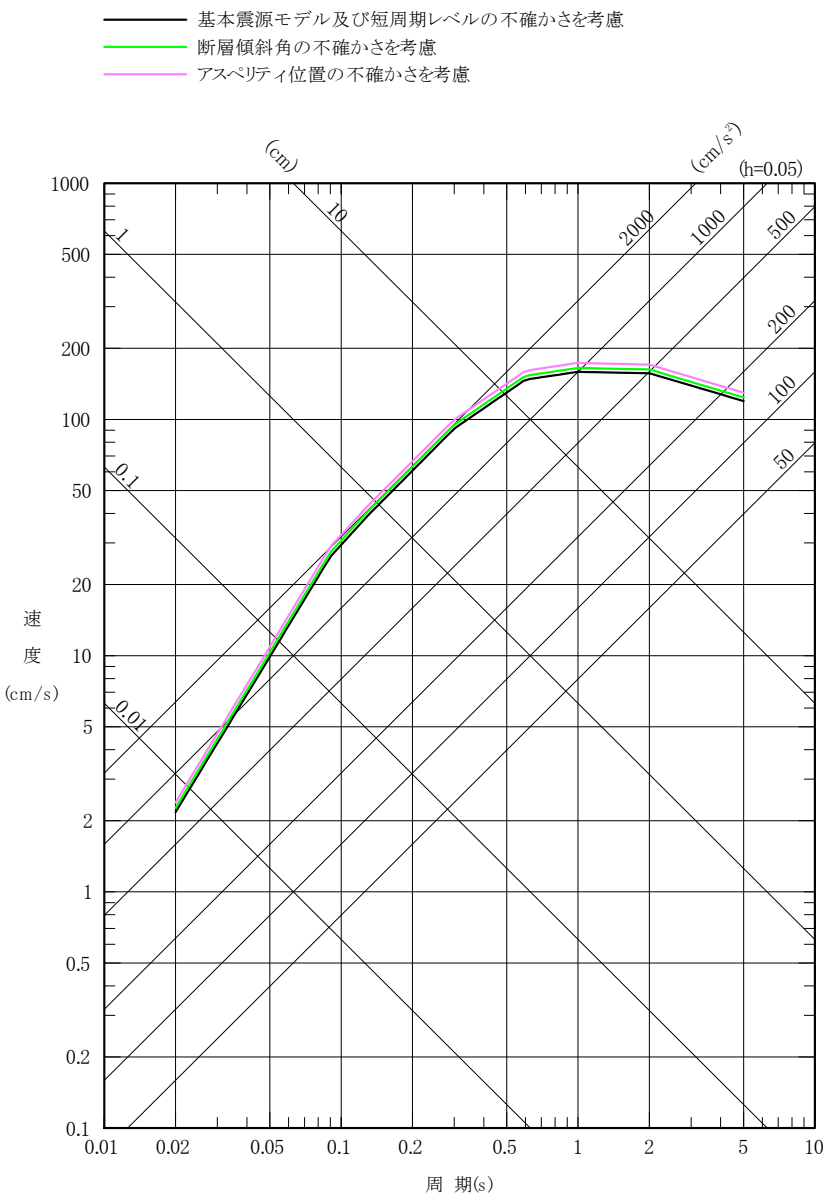


図 2-7(1)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果

（水平成分）

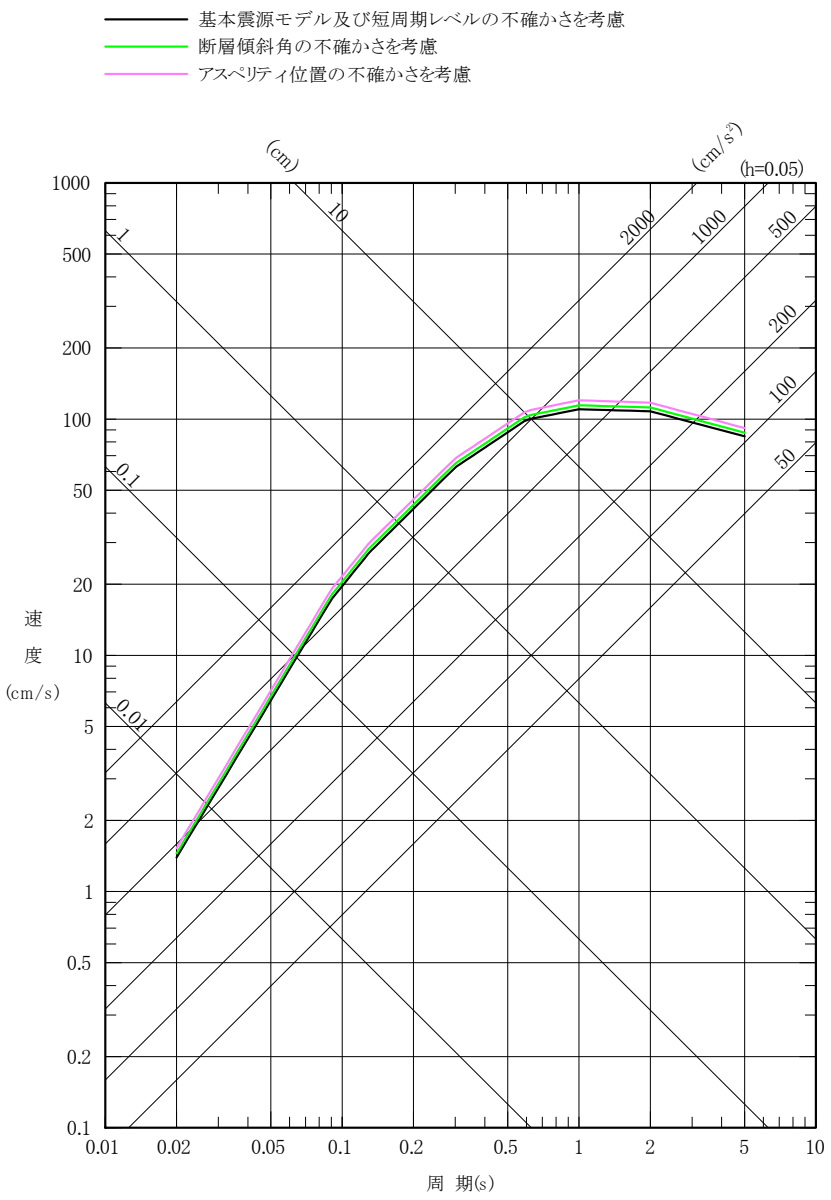


図 2-7(2)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果

（鉛直成分）

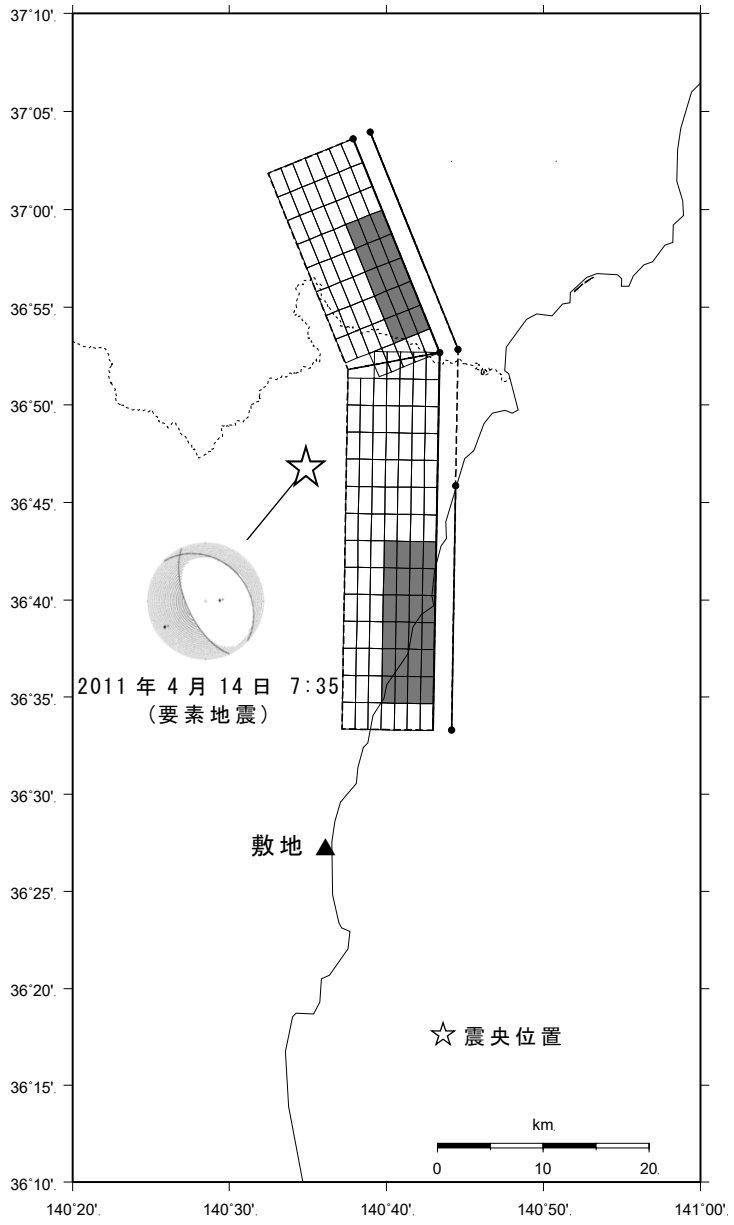


図 2-8　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の地震動評価に用いる要素地震の震央位置

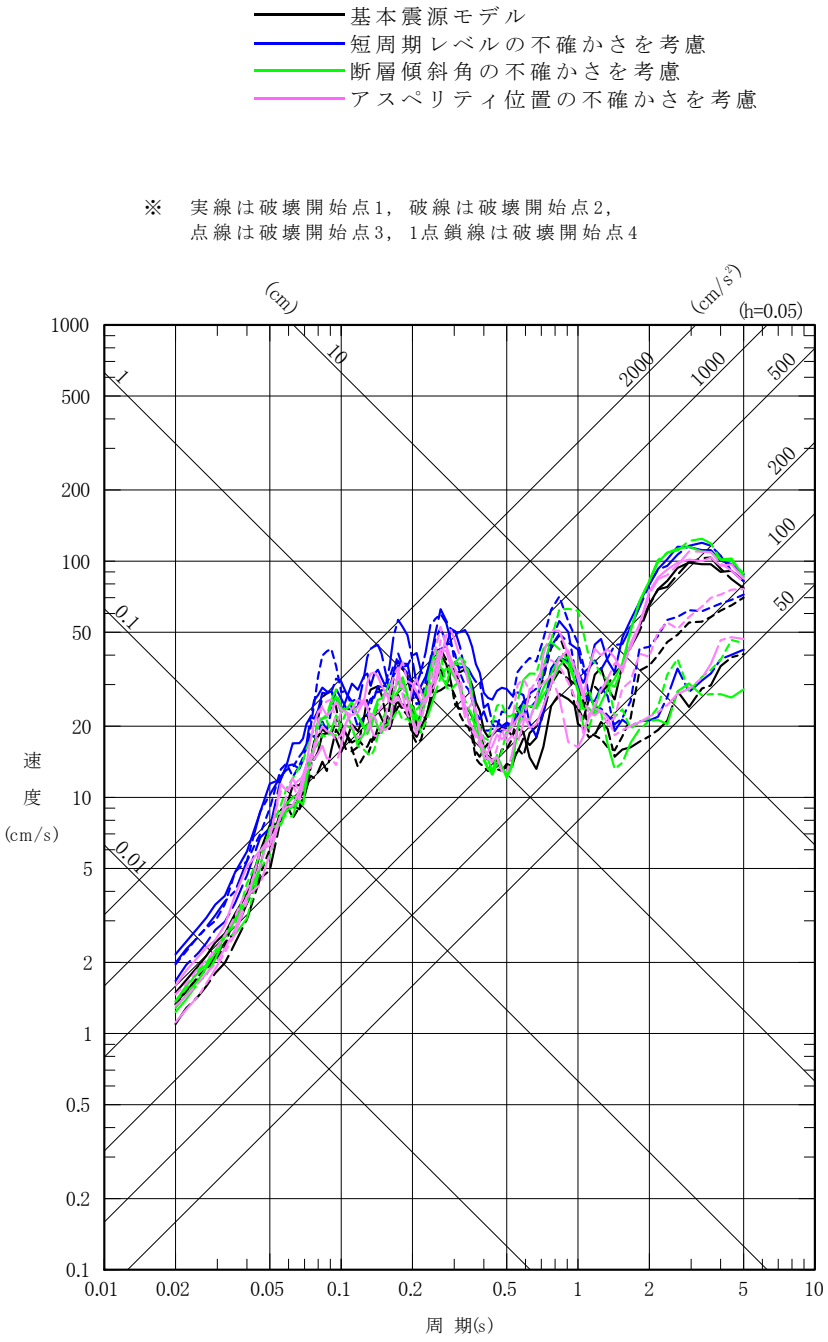


図 2-9(1)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（NS 成分）

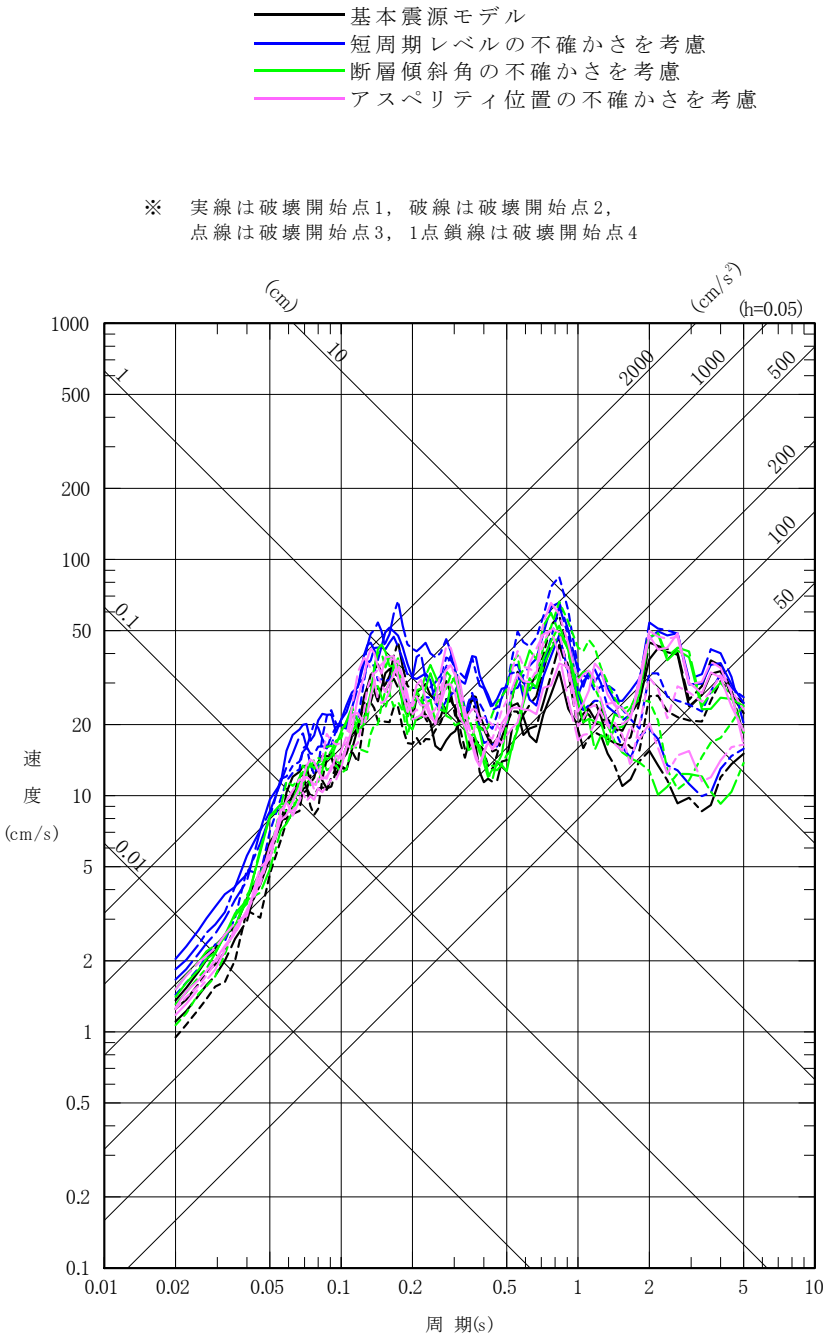


図 2-9(2)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（EW 成分）

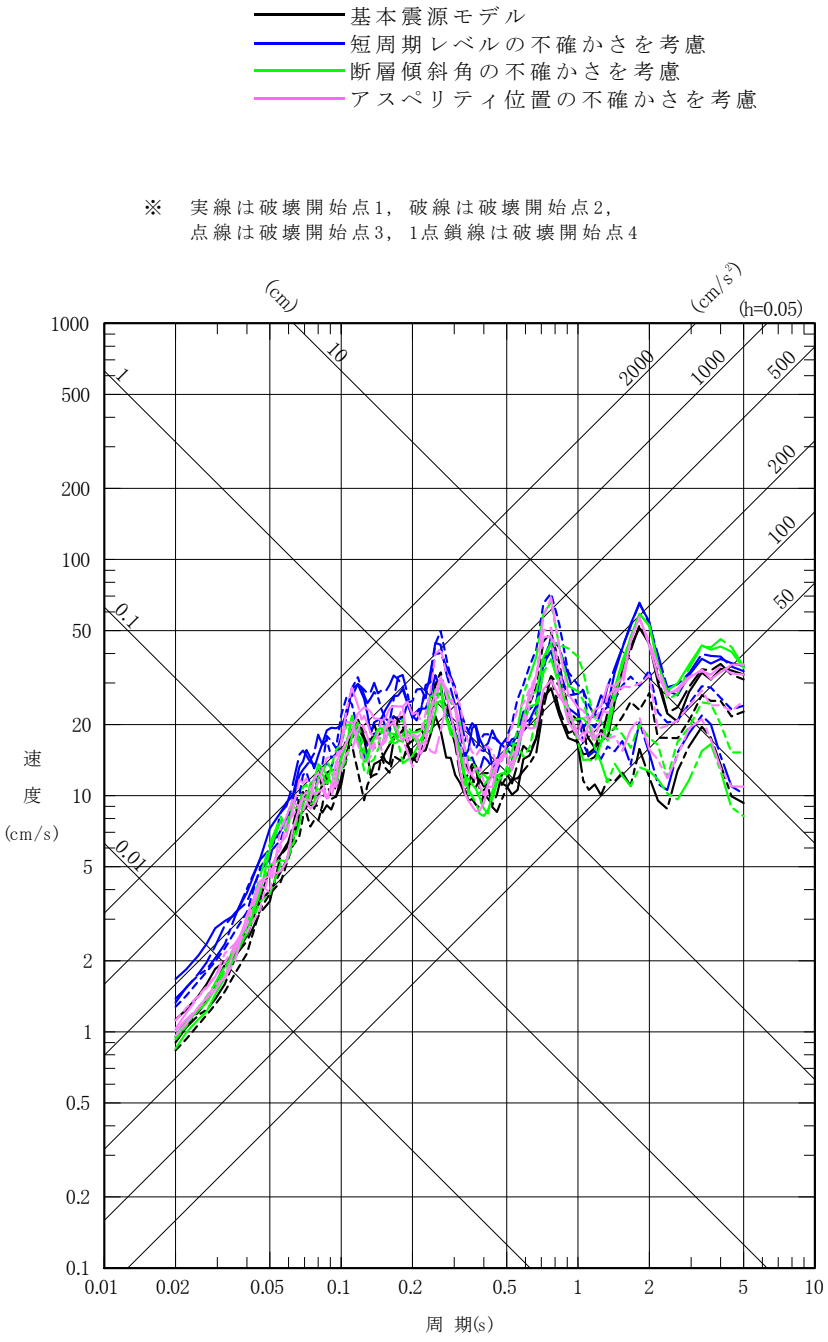


図 2-9(3)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（UD 成分）

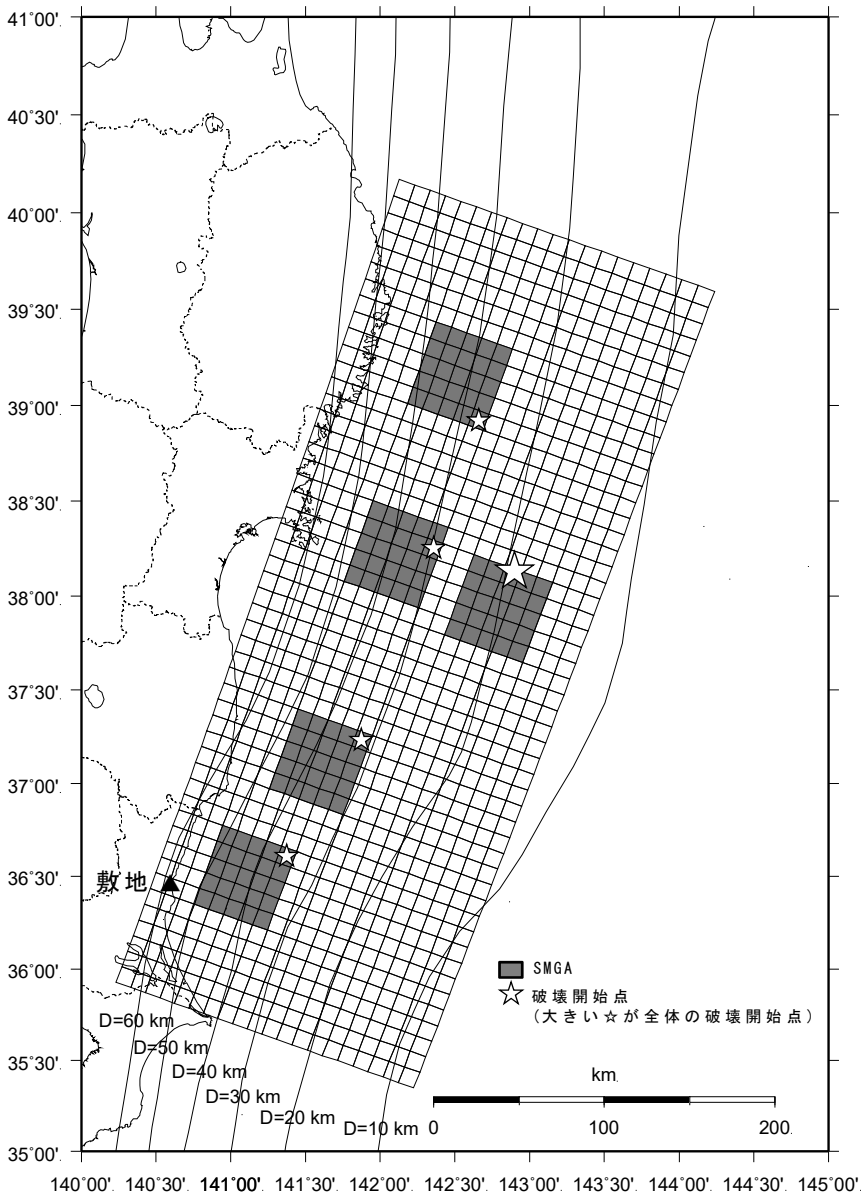


図 2-10　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル

（基本震源モデル）

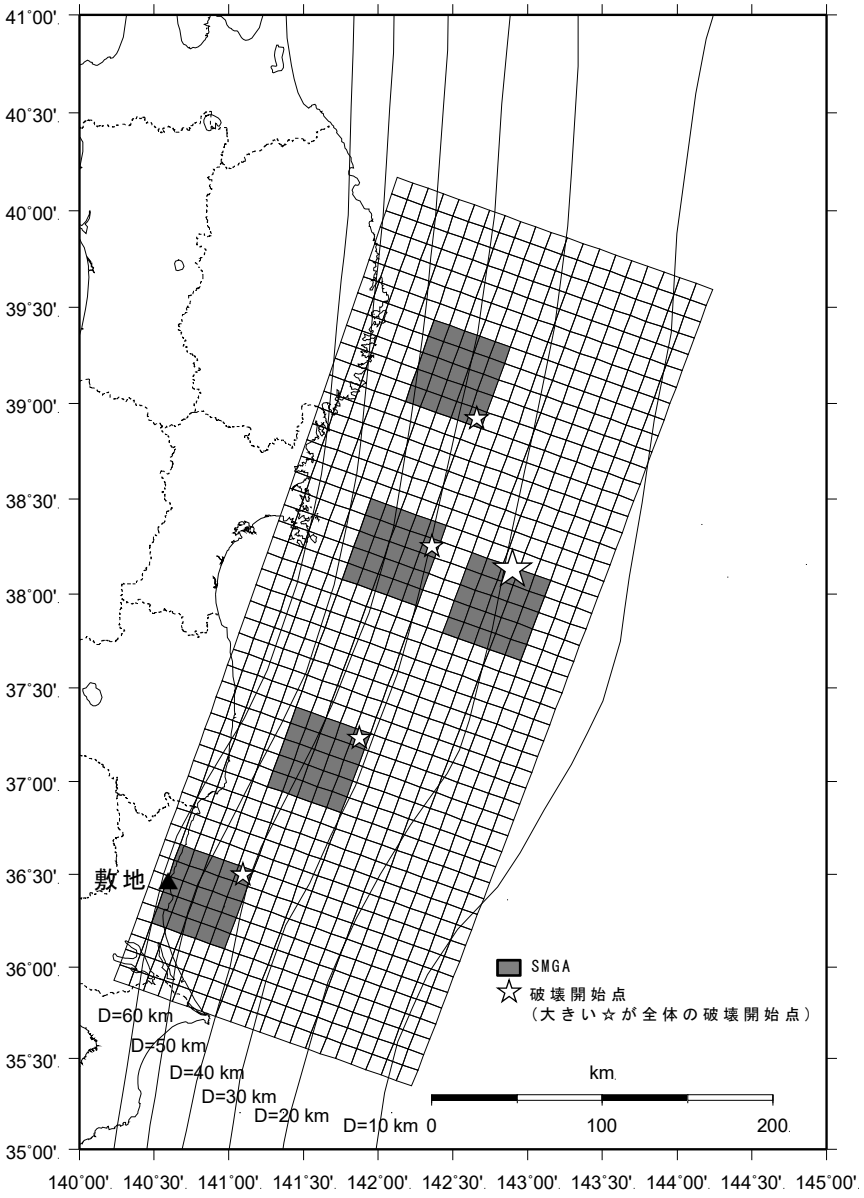


図 2-11(1)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル

（不確かさを考慮したケース：SMGA 位置）

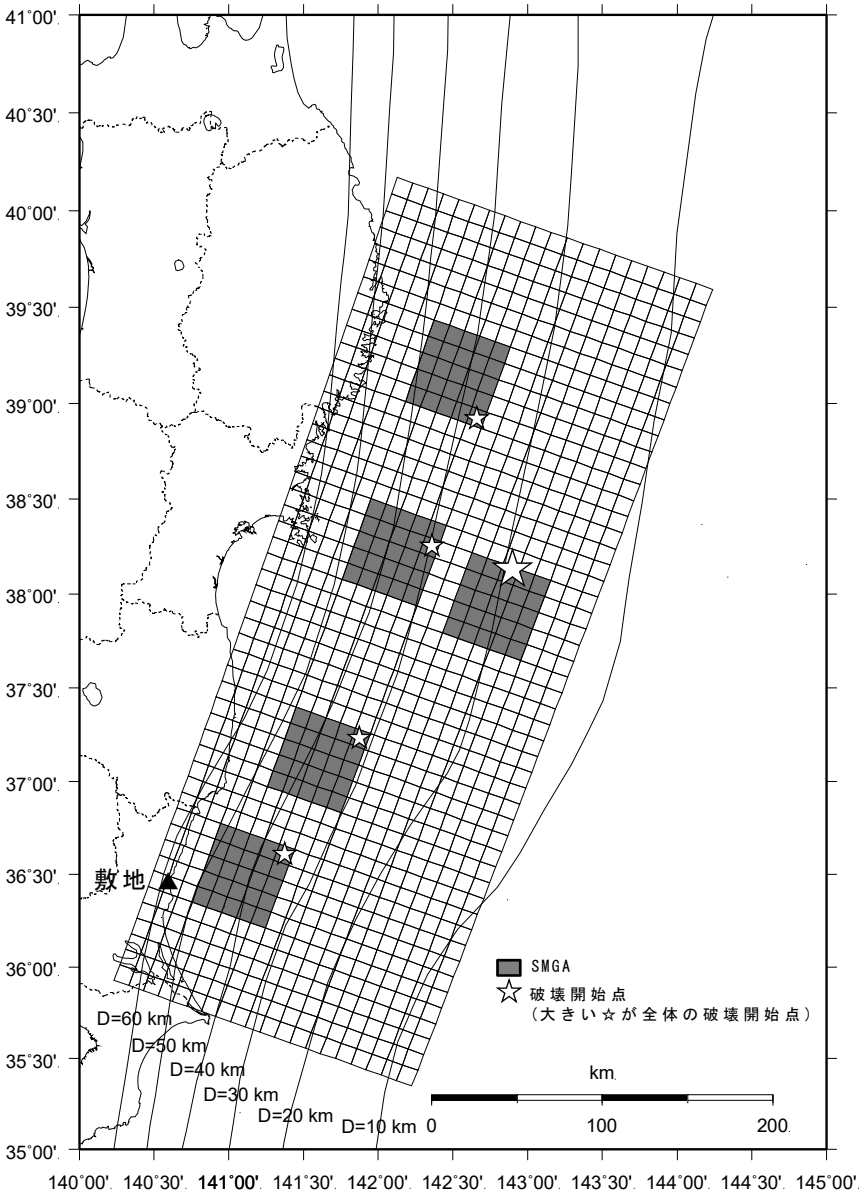


図 2-11(2)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル

（不確かさを考慮したケース：短周期レベル）

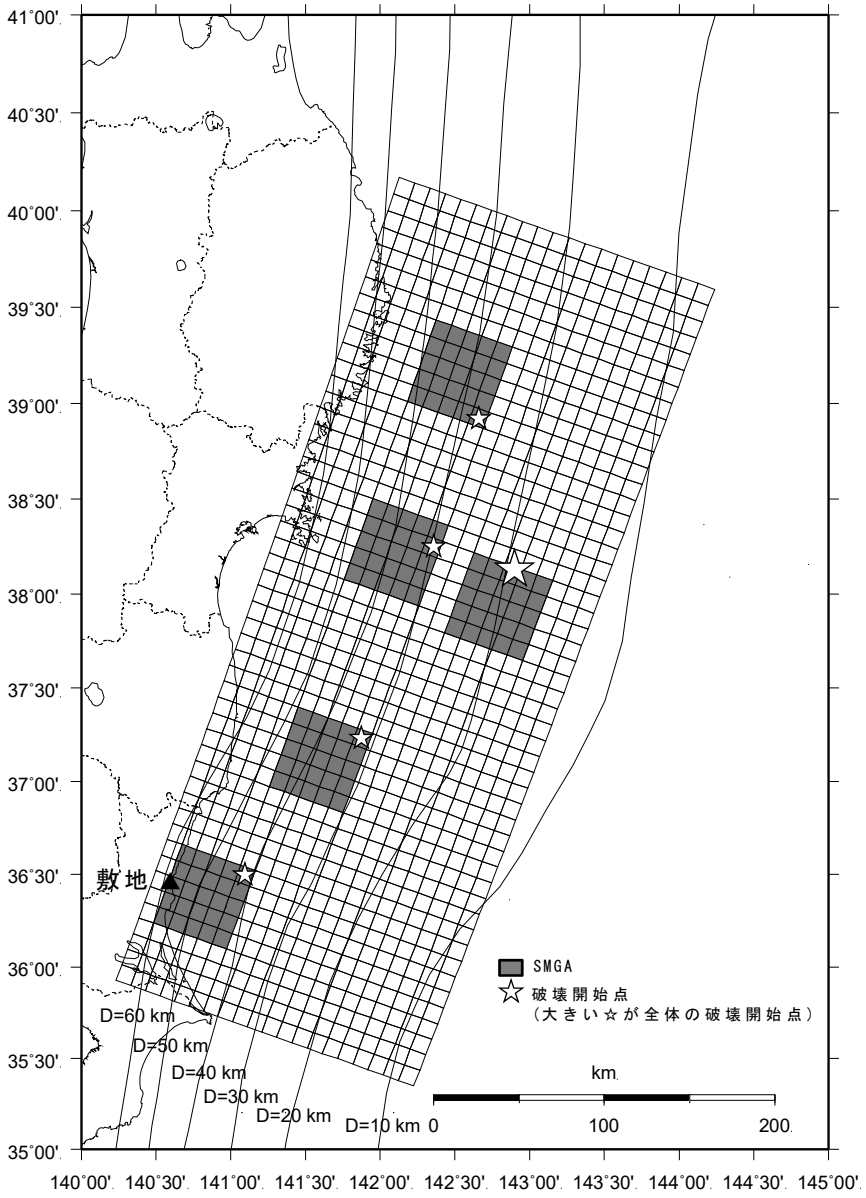


図 2-11(3)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデル

（不確かさを考慮したケース：SMGA 位置と短周期レベルの不確かさの重畳）

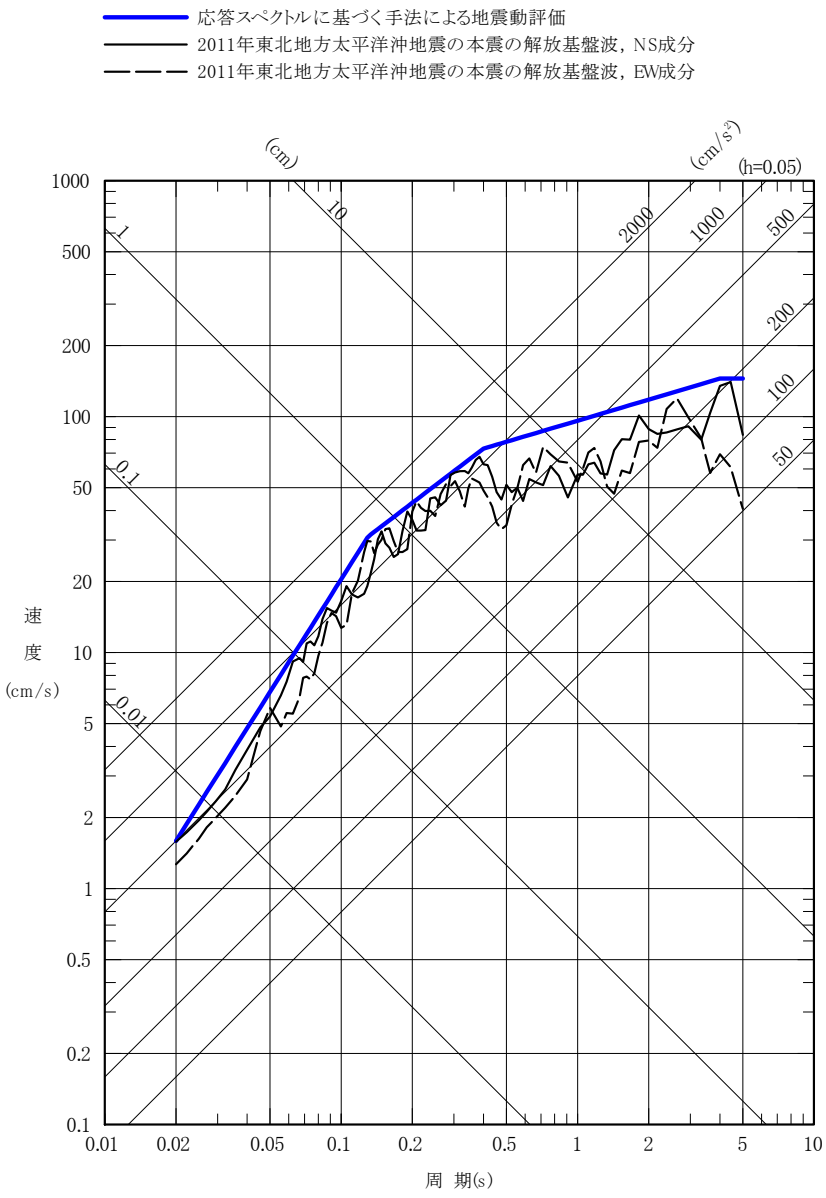


図 2-12(1)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の
応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果と
2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波の比較
（水平成分）

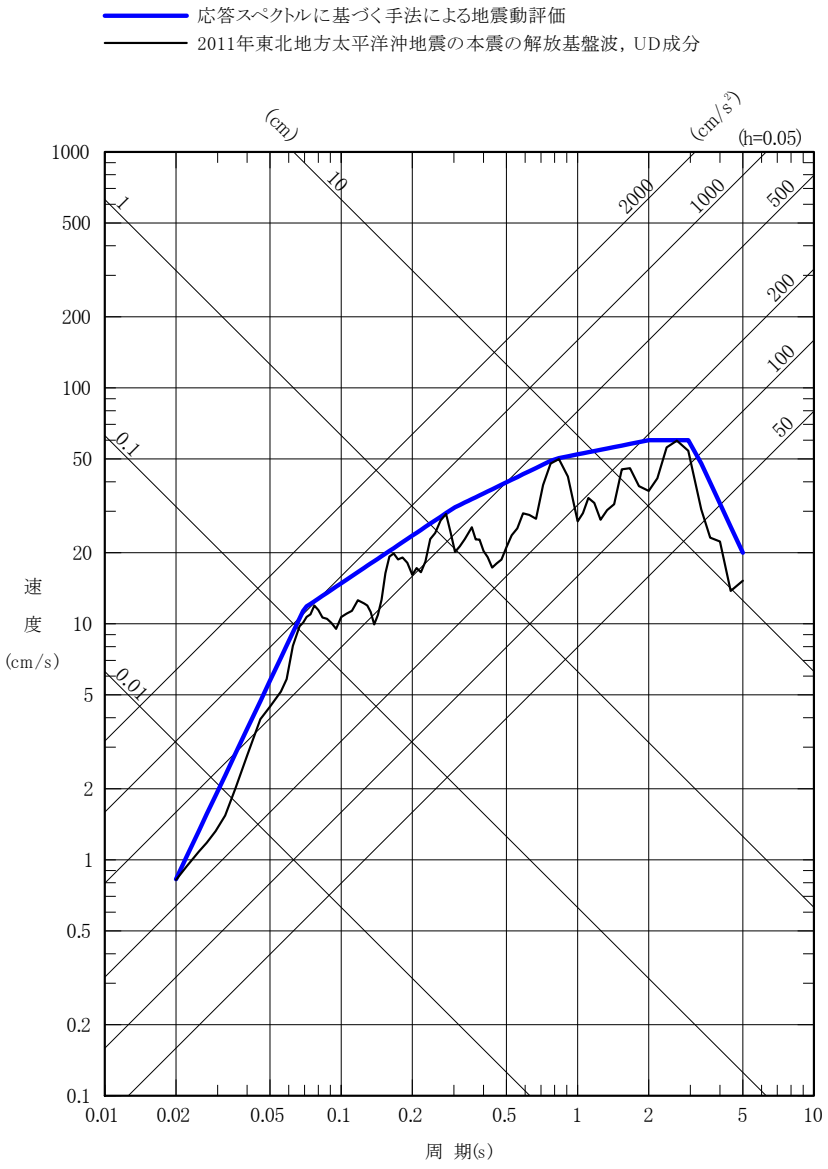


図 2-12(2)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果と

2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の解放基盤波の比較

（鉛直成分）

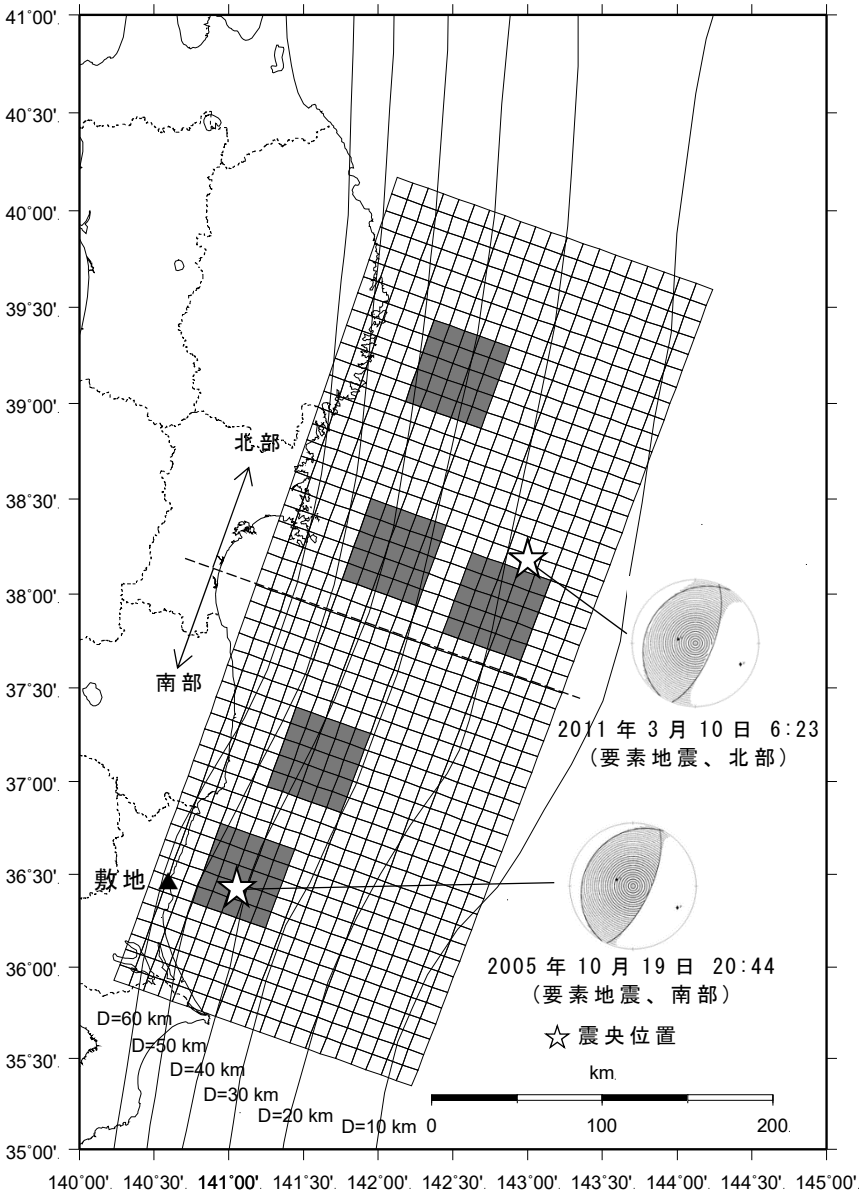


図 2-13　2011 年東北地方太平洋沖型地震の

地震動評価に用いる要素地震の震央位置

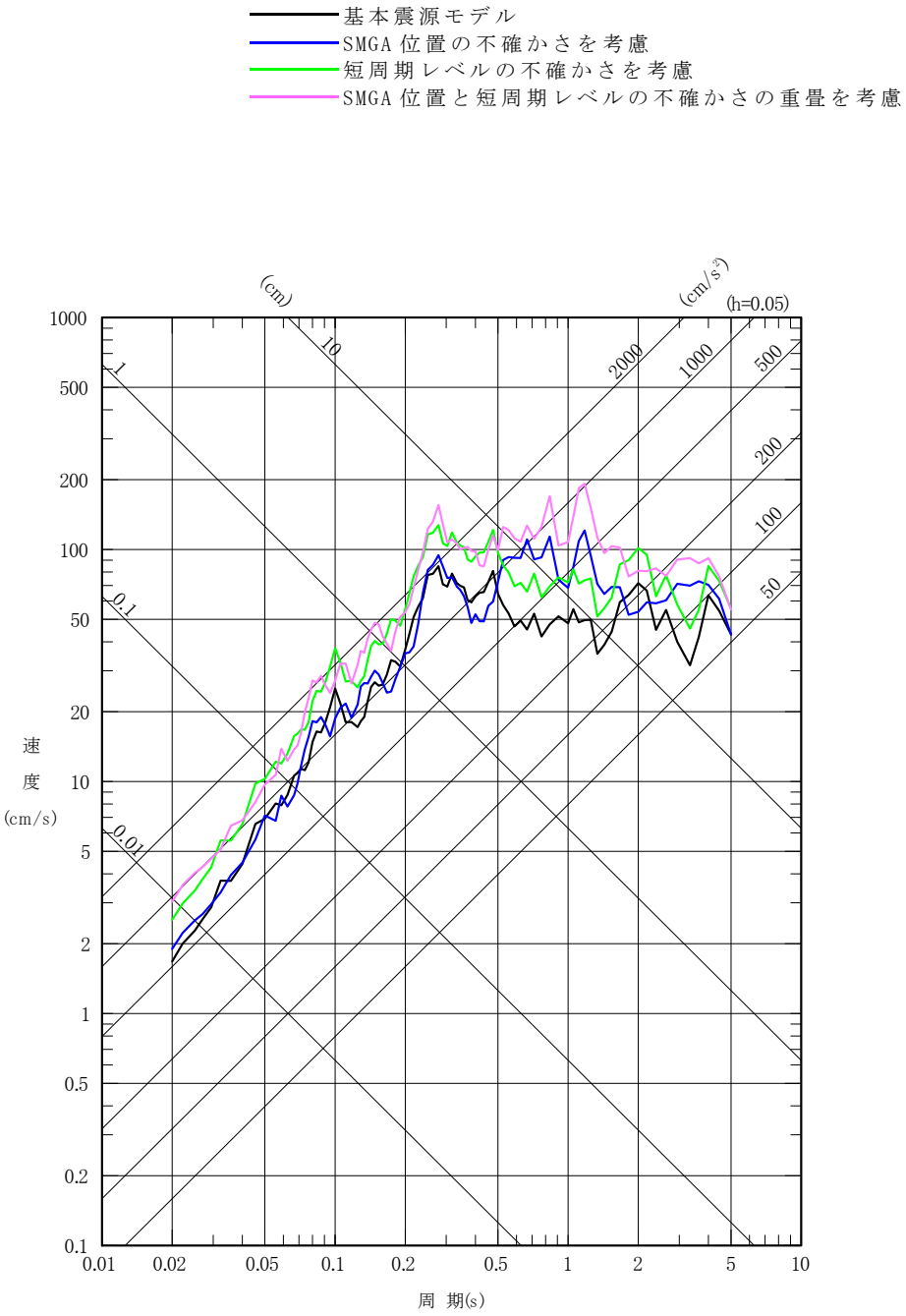


図 2-14(1)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（NS 成分）

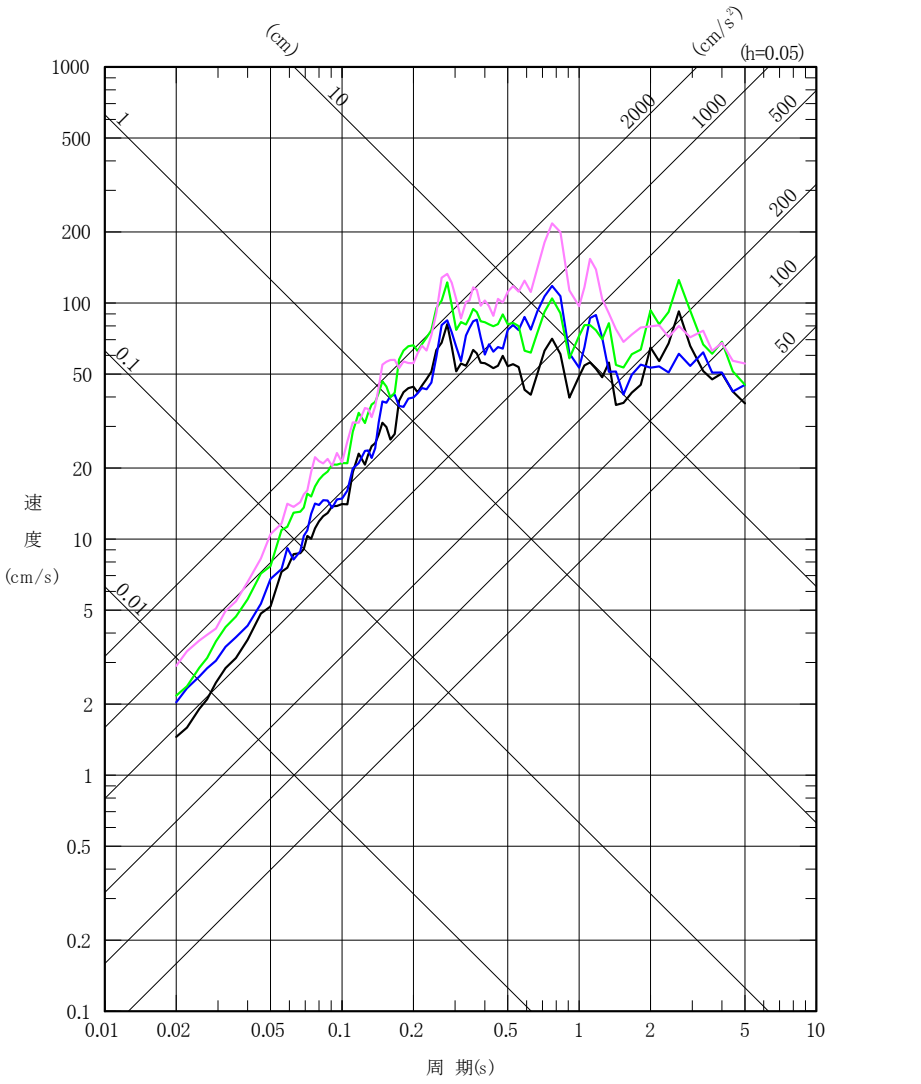


図 2-14(2)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（EW 成分）

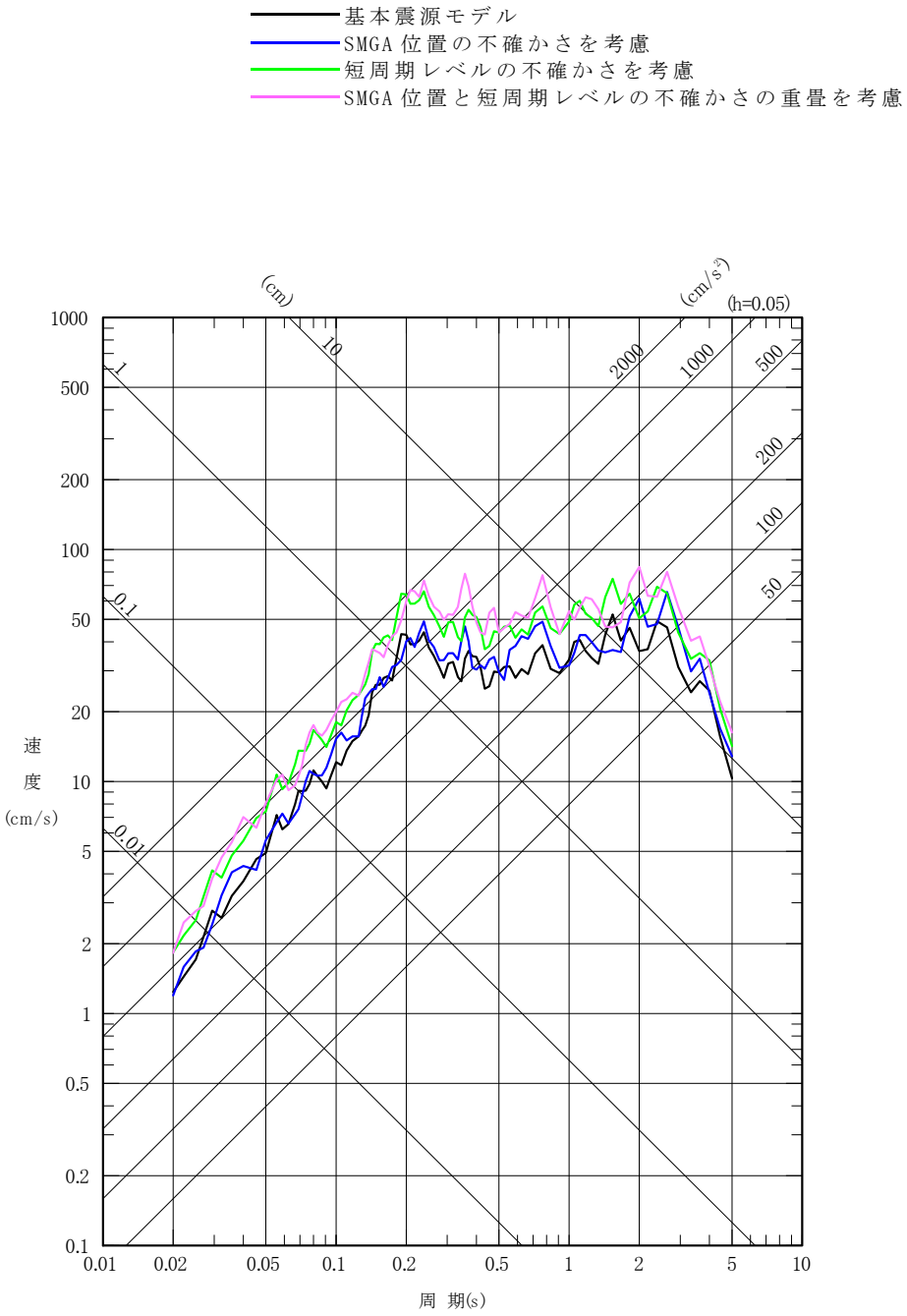


図 2-14(3)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（UD 成分）

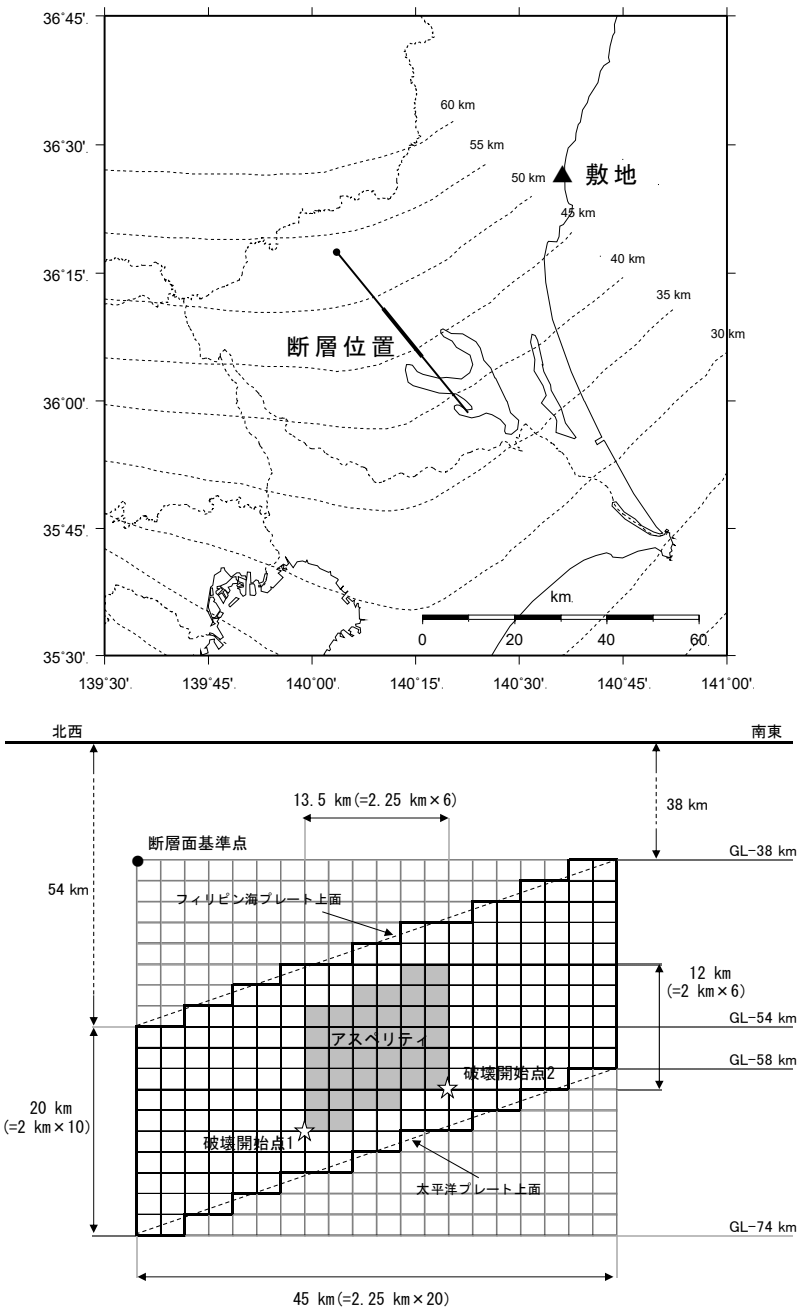


図 2-15　茨城県南部の地震の断層モデル

（基本震源モデル）

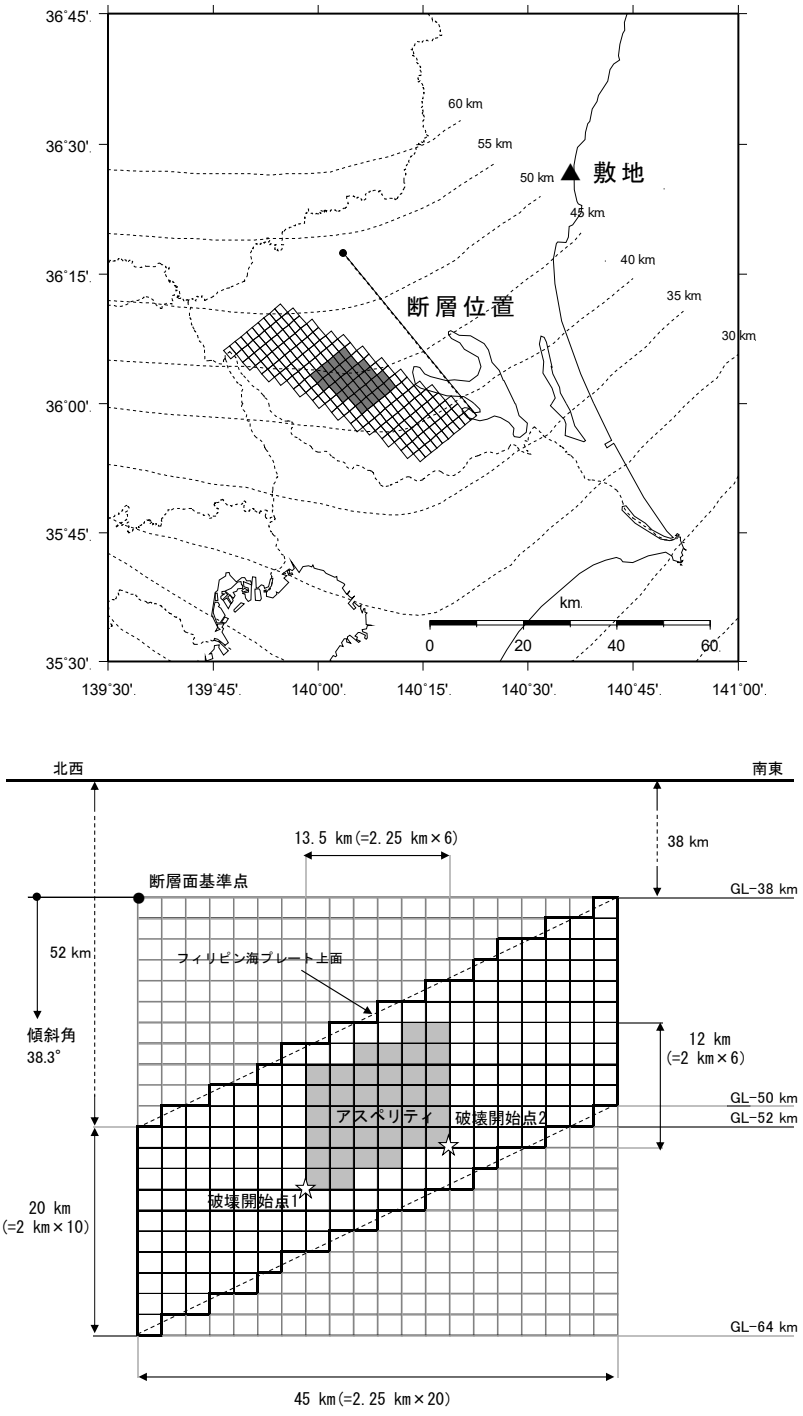


図 2-16(1)　茨城県南部の地震の断層モデル

（不確かさを考慮したケース：断層傾斜角）

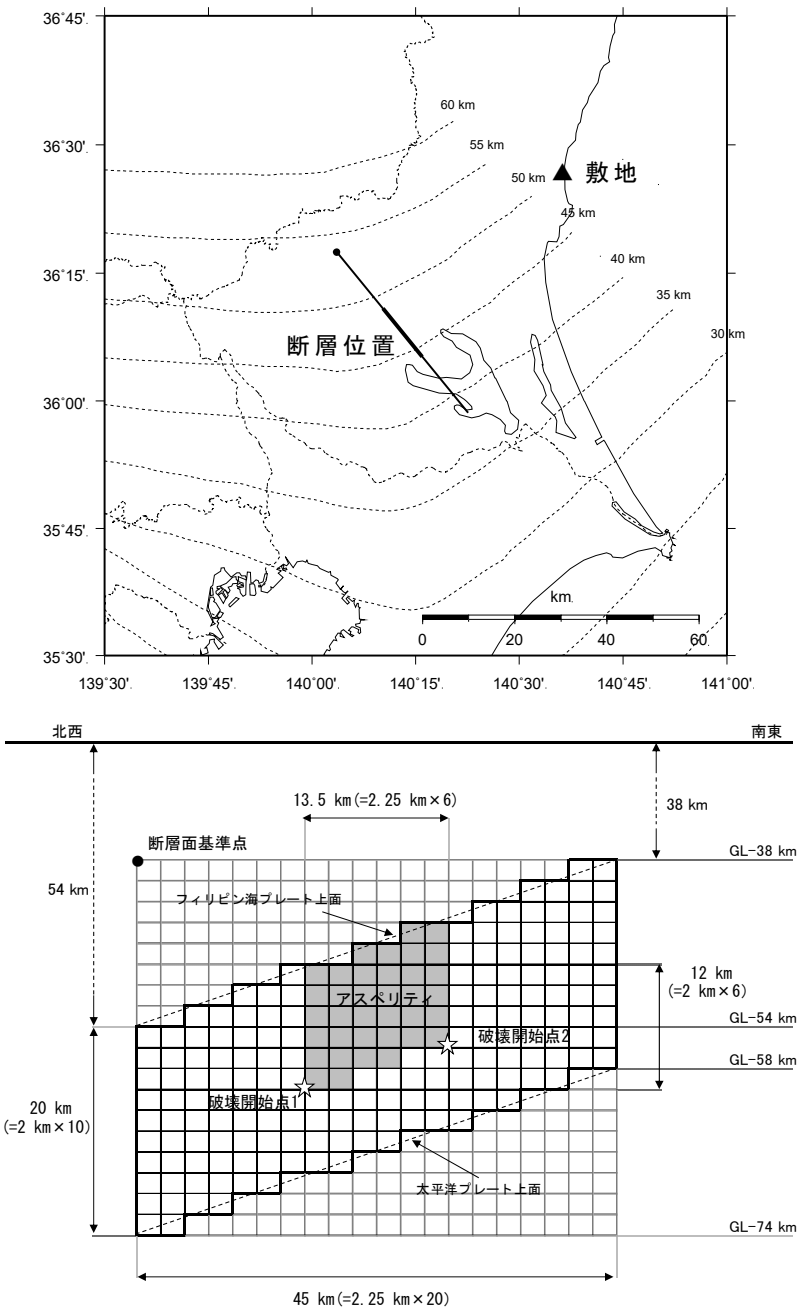


図 2-16(2)　茨城県南部の地震の断層モデル

（不確かさを考慮したケース：アスペリティ位置）

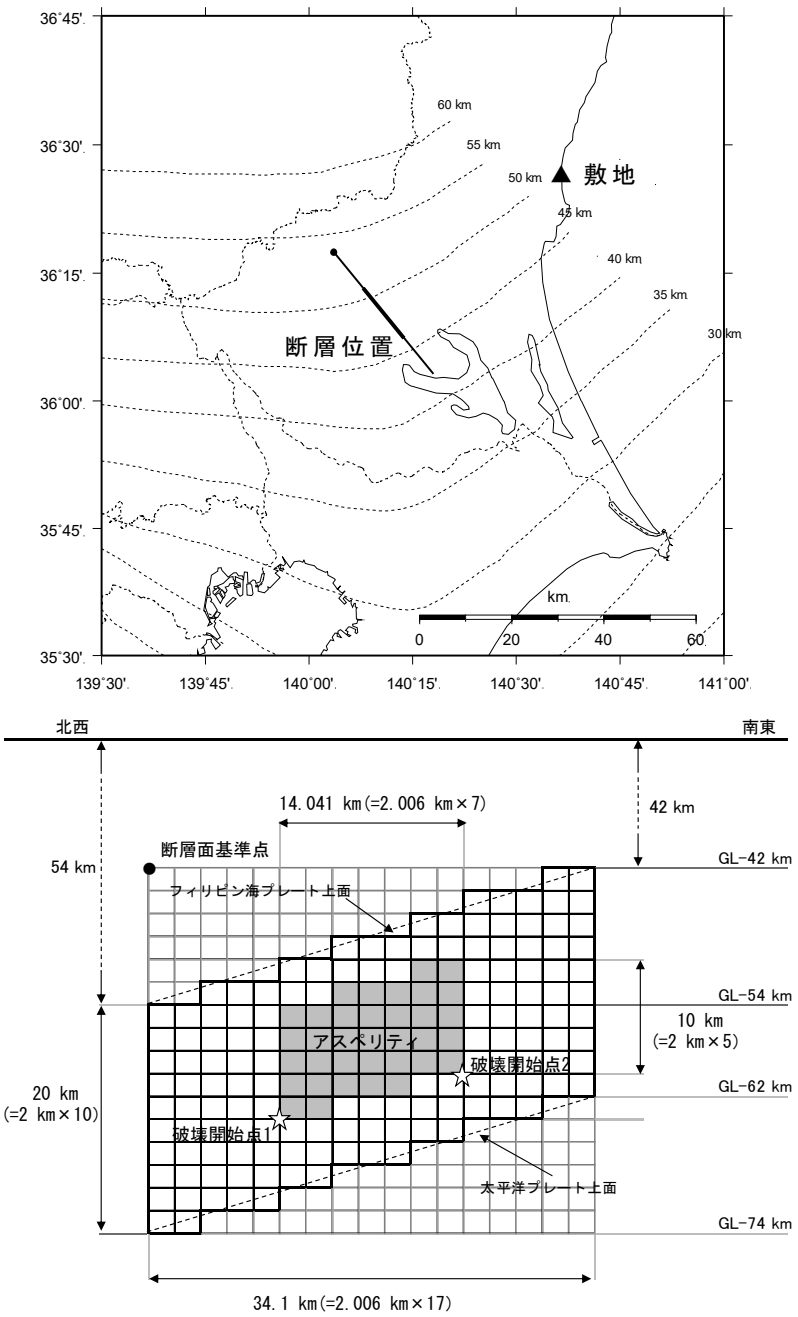


図 2-16(3)　茨城県南部の地震の断層モデル

（不確かさを考慮したケース：応力降下量）

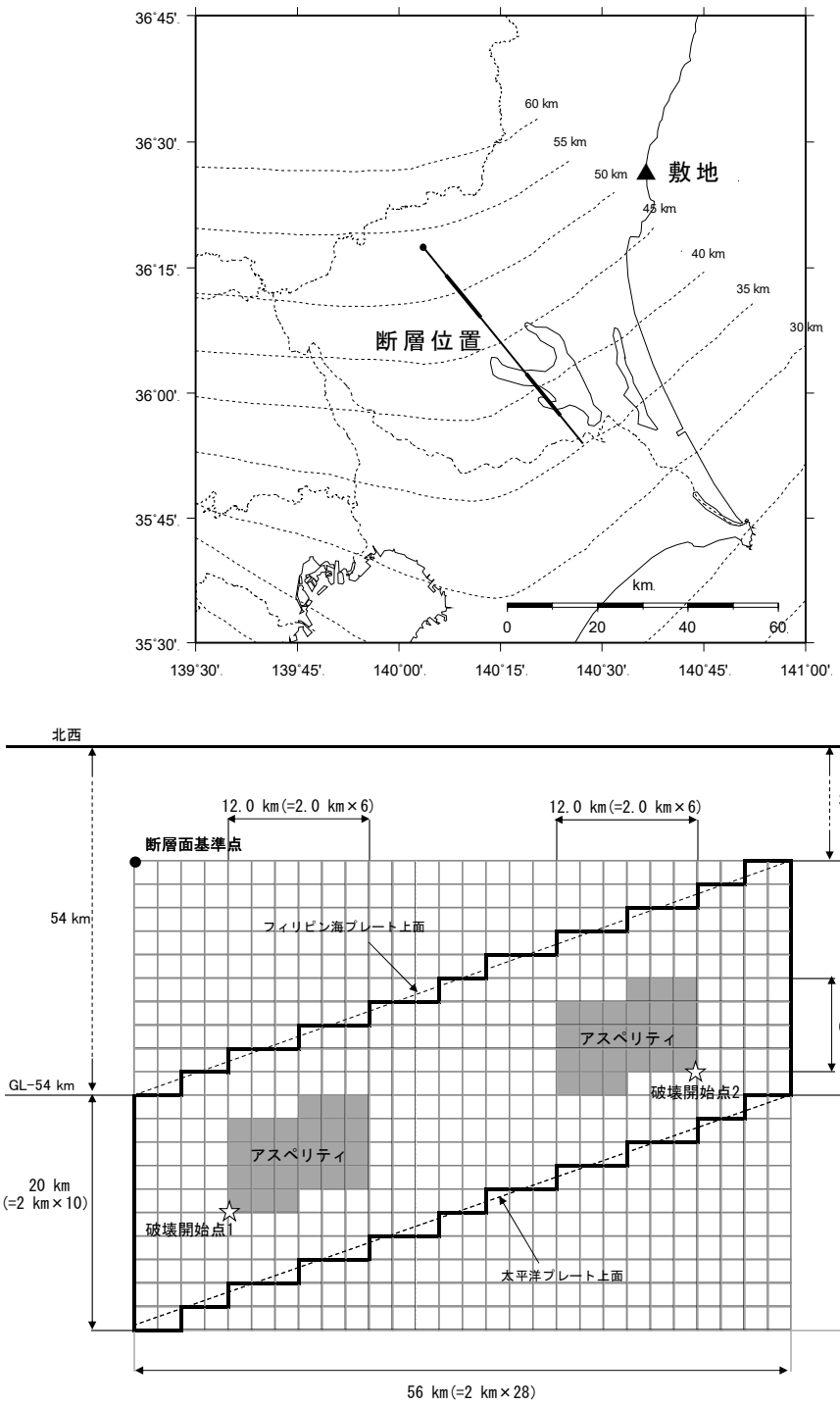
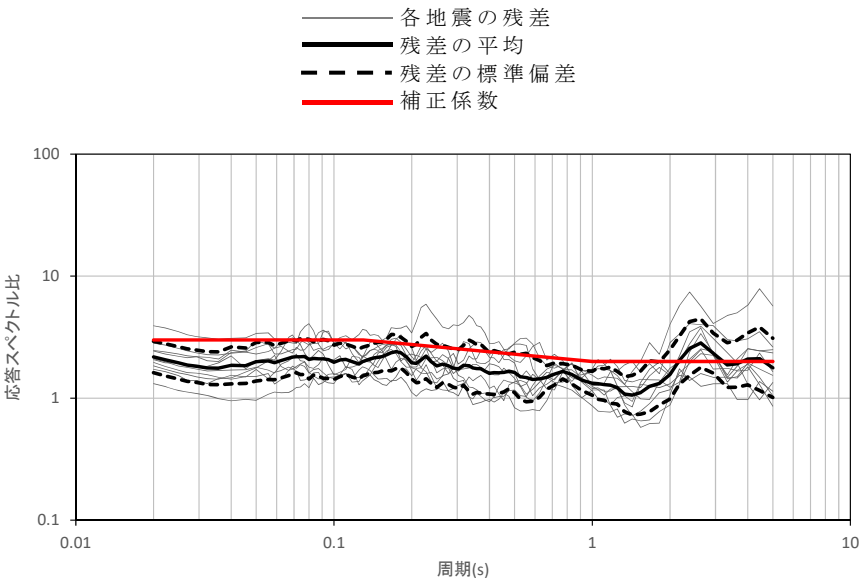
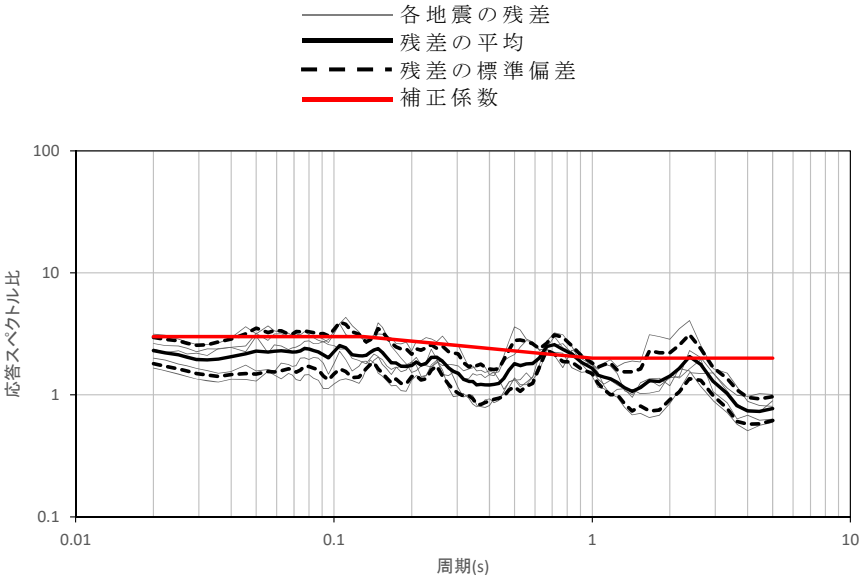


図 2-16(4)　茨城県南部の地震の断層モデル

（不確かさを考慮したケース：地震規模）



（水平成分）



（鉛直成分）

図 2-17　解放基盤波と Noda *et al.*(2002)の方法による応答スペクトルの比

（陸域寄りで発生した海洋プレート内地震）

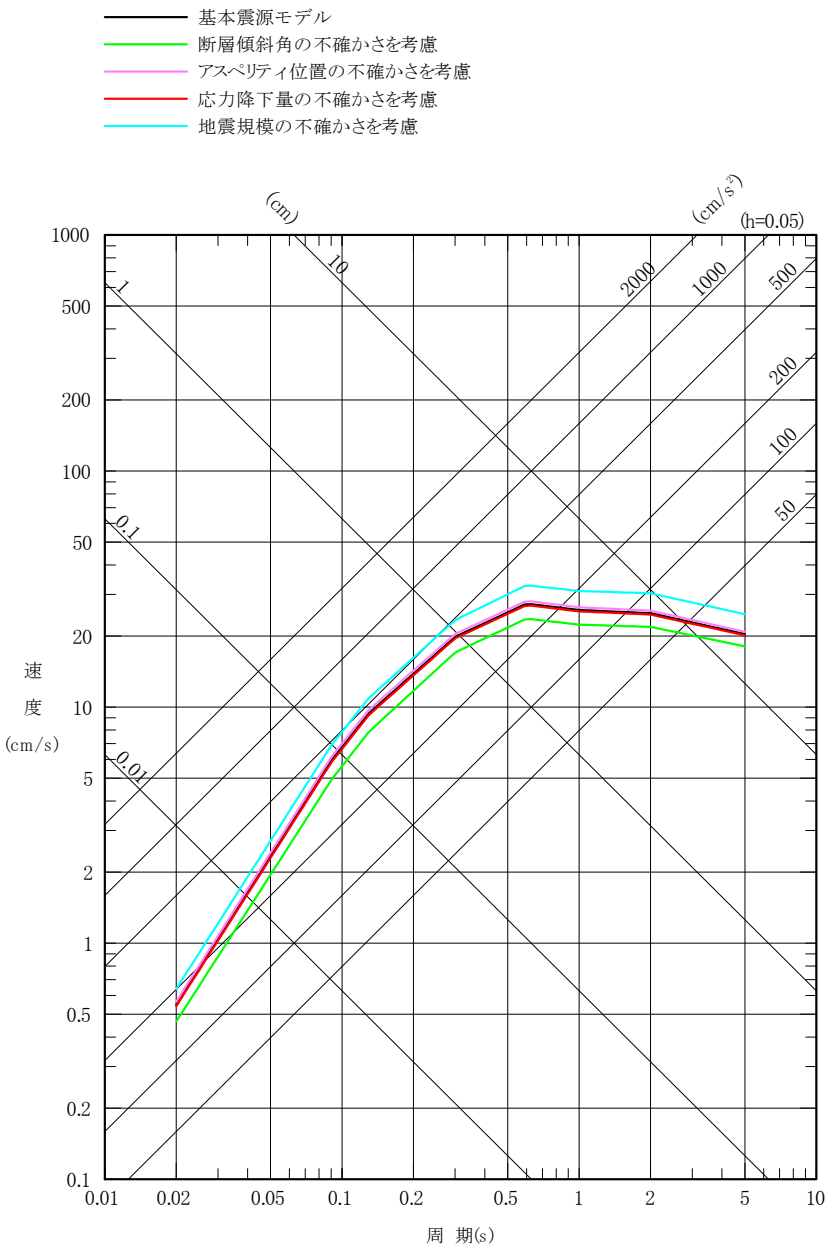


図 2-18(1)　茨城県南部の地震の

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果

（水平成分）

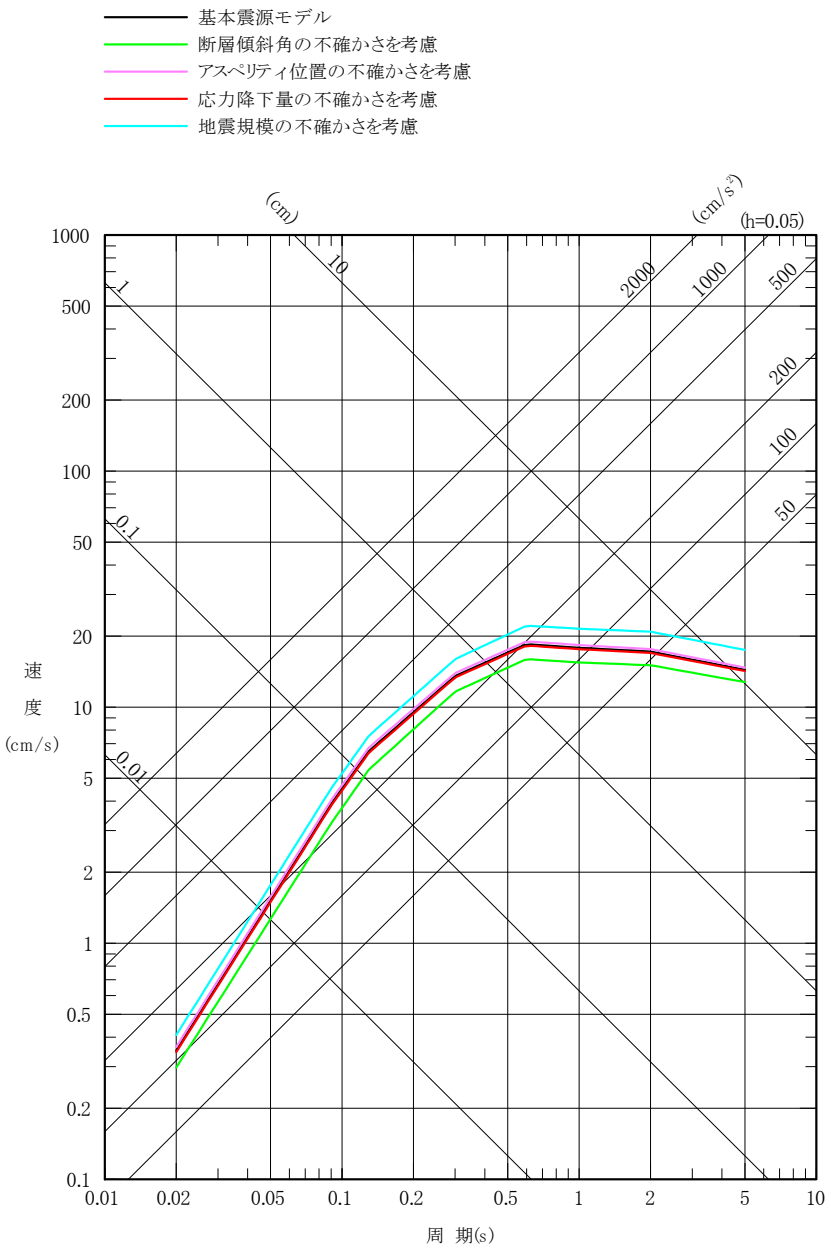


図 2-18(2)　茨城県南部の地震の

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価結果

（鉛直成分）

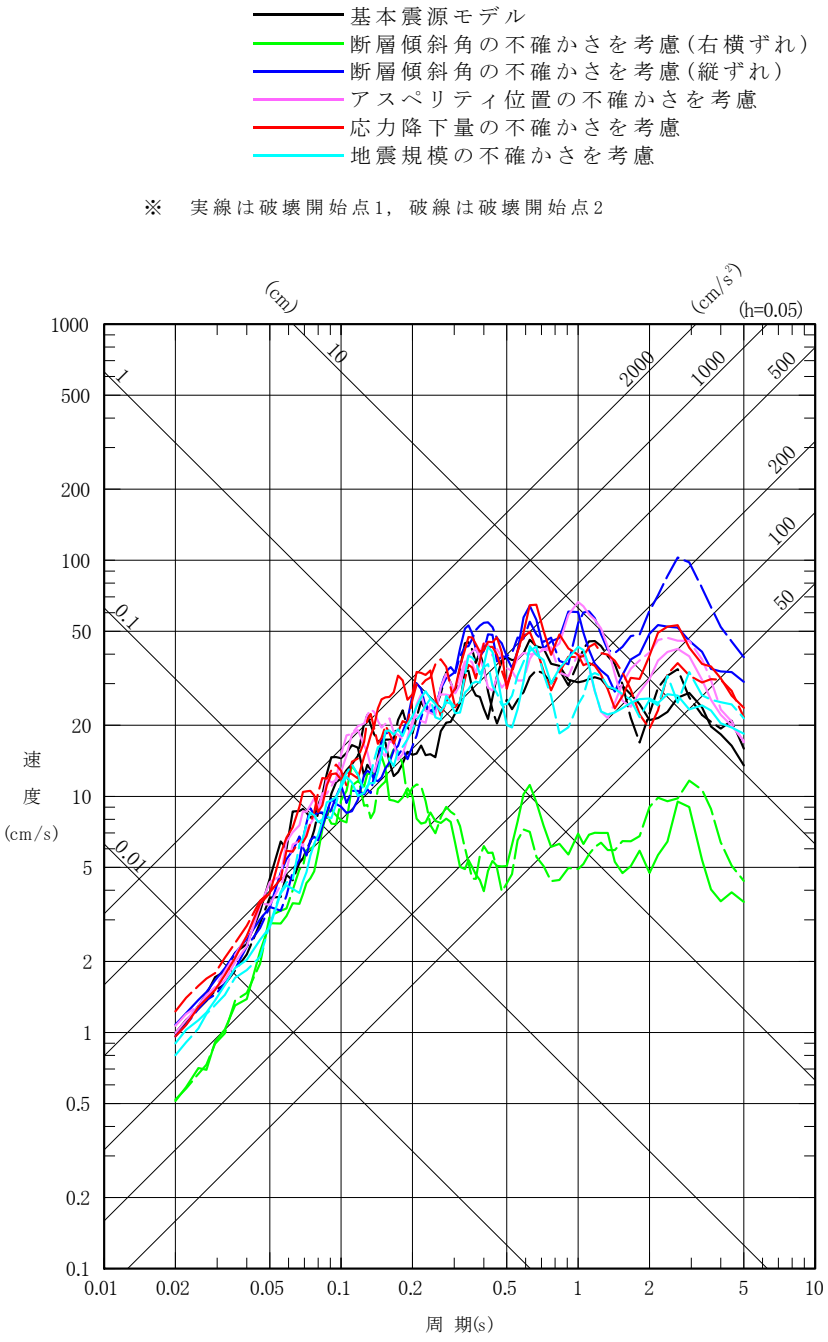


図 2-19(1)　茨城県南部の地震の

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（NS 成分）

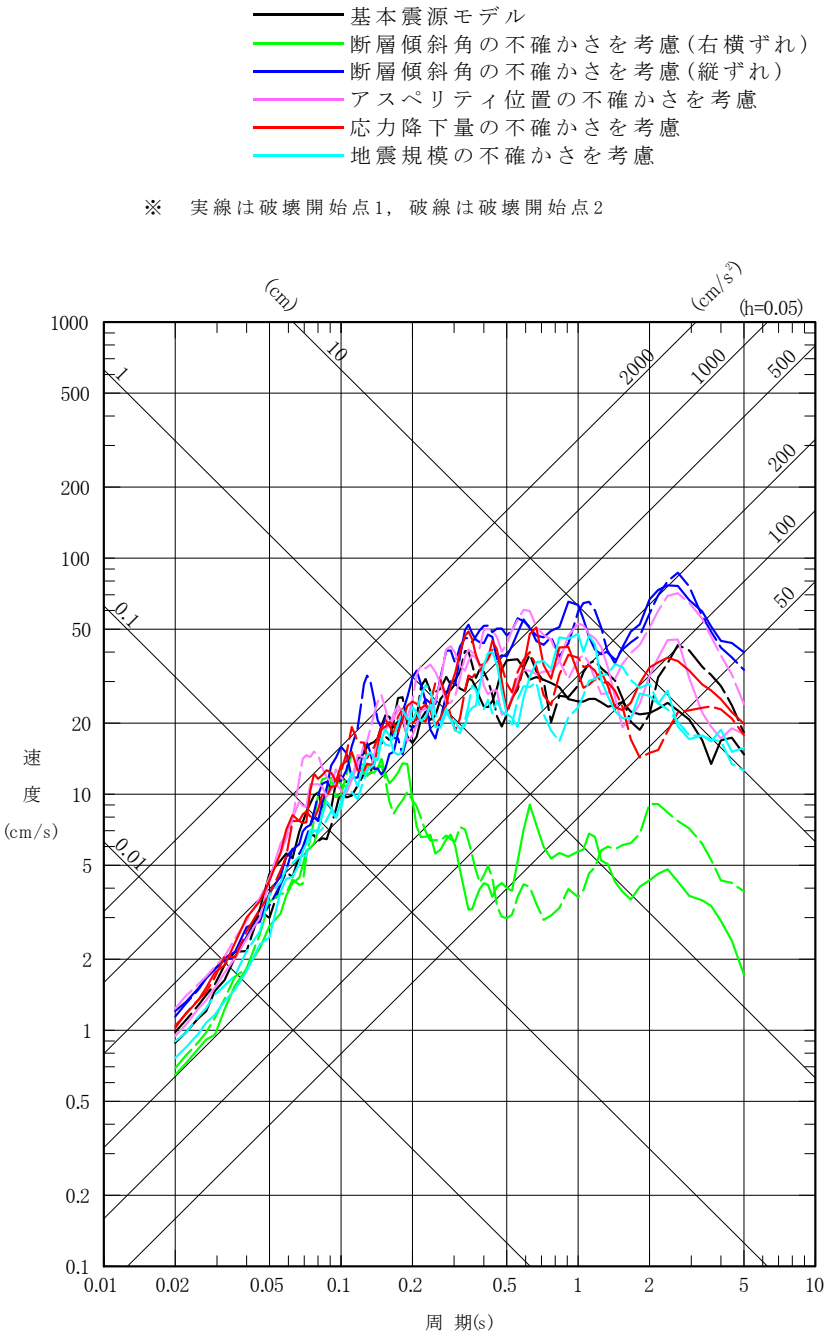


図 2-19(2)　茨城県南部の地震の

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（EW 成分）

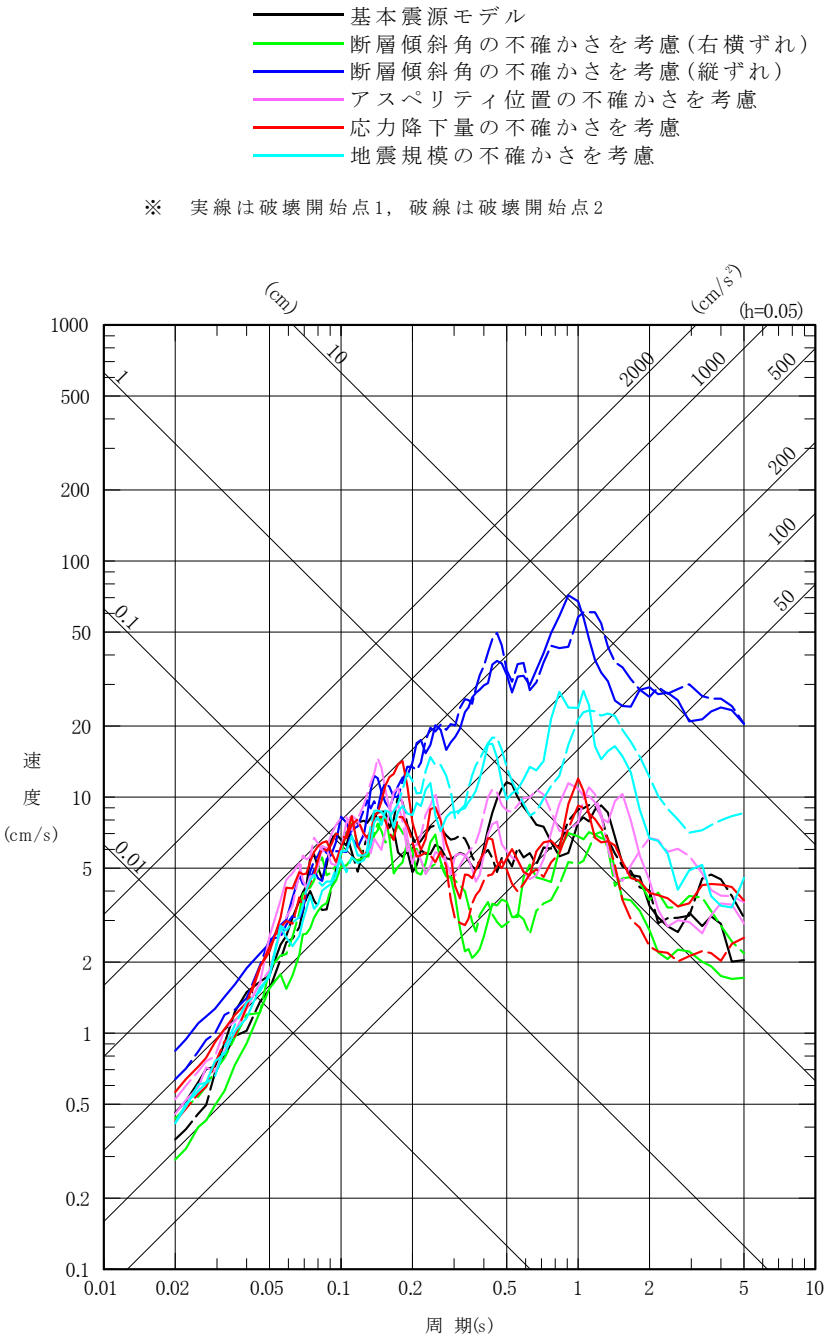


図 2-19(3)　茨城県南部の地震の

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

(UD 成分)

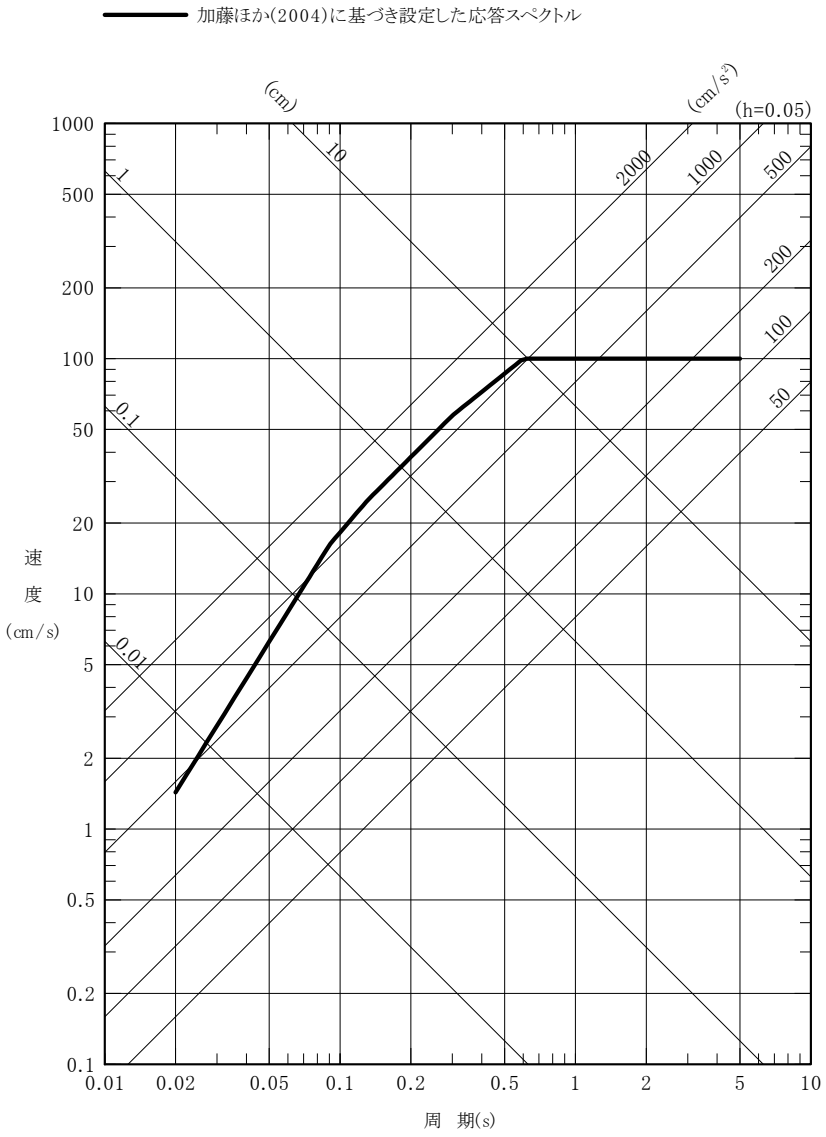


図 2-20(1)　加藤ほか（2004）に基づき設定した応答スペクトル

（水平成分）

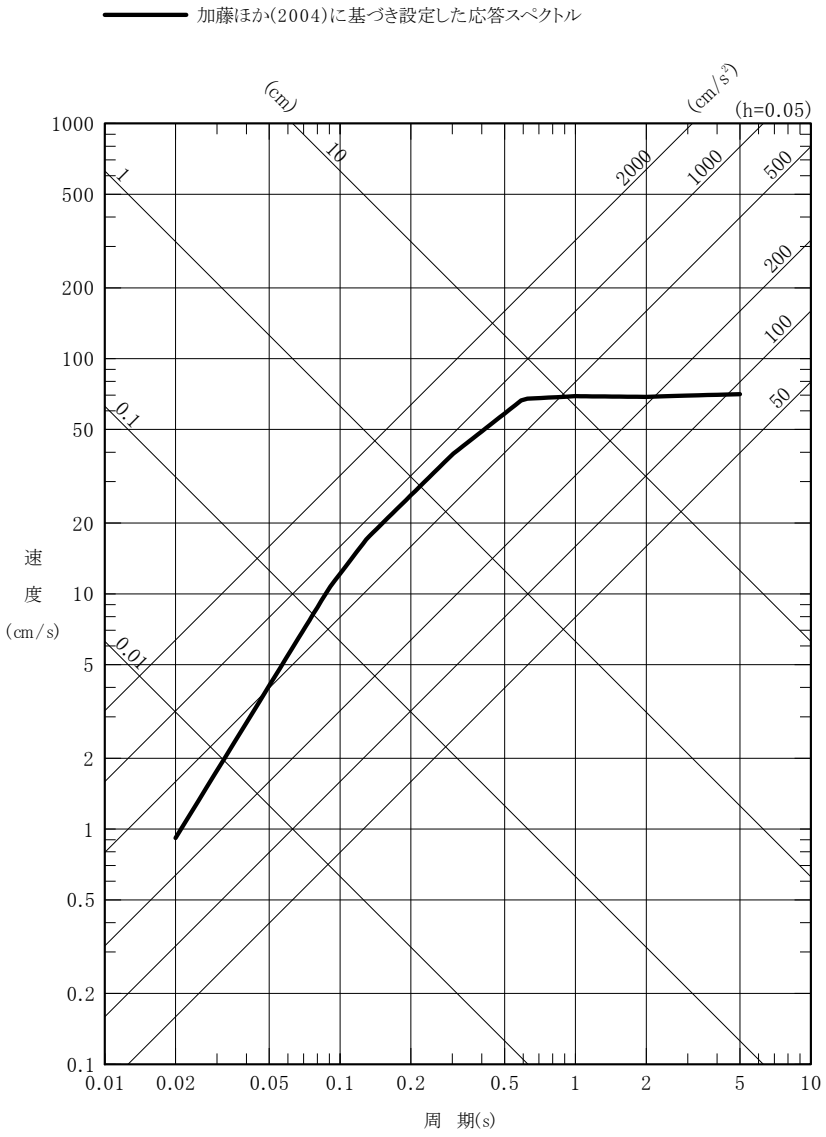


図 2-20(2)　加藤ほか（2004）に基づき設定した応答スペクトル

（鉛直成分）

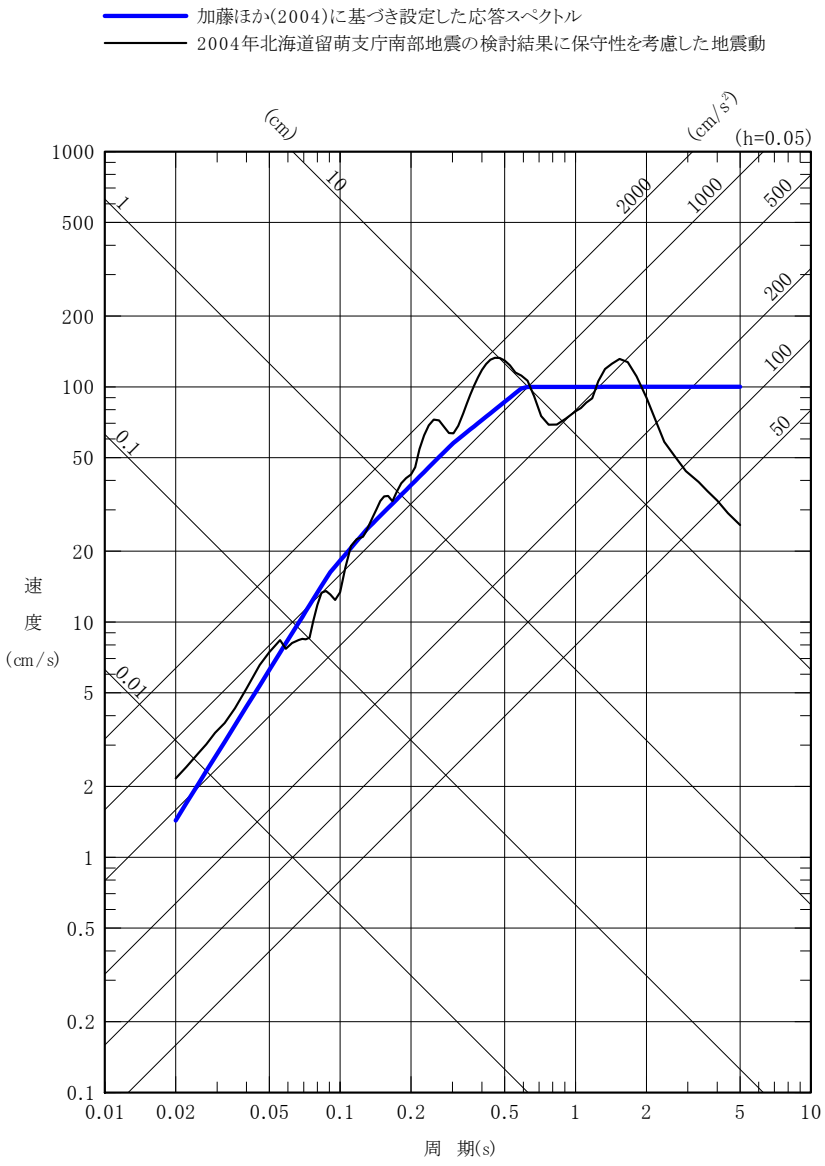


図 2-21(1)　震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

（水平成分）

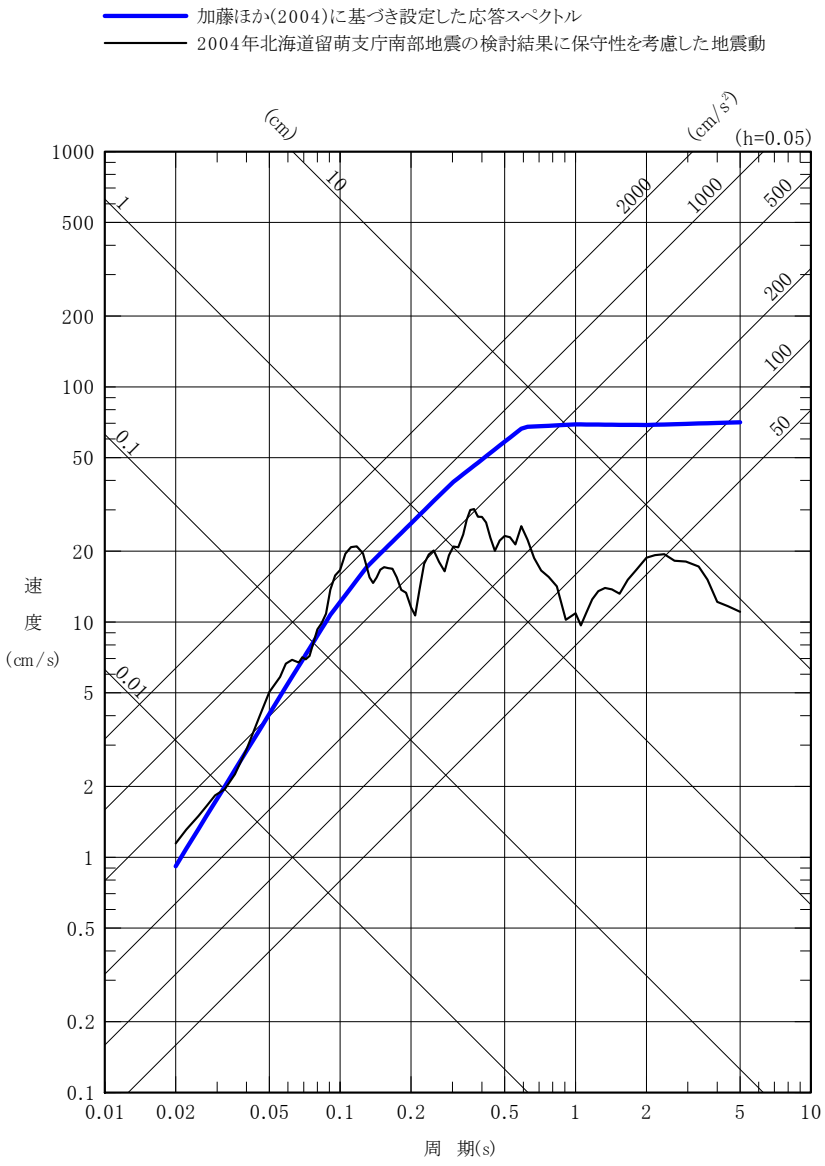


図 2-21(2)　震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

（鉛直成分）

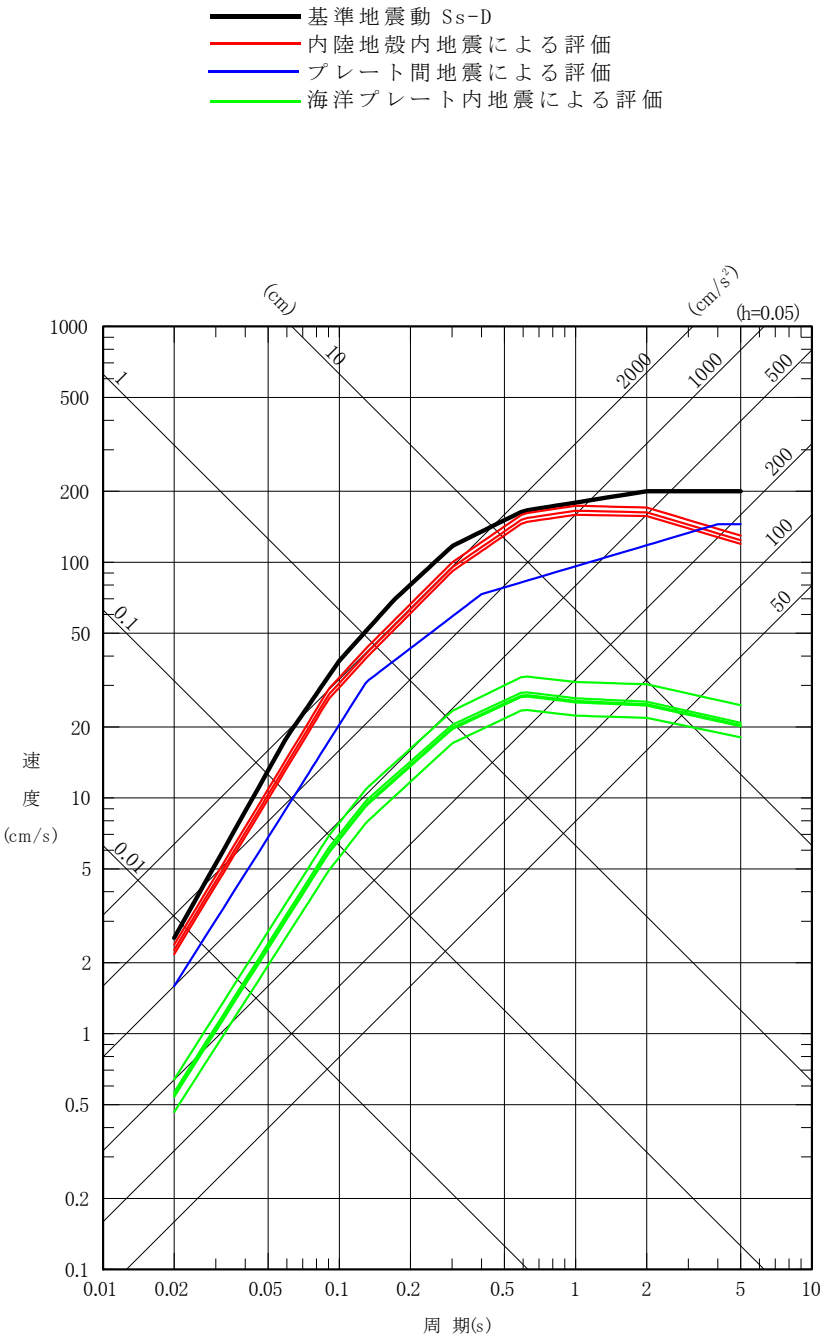


図 2-22(1)　基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトル

（水平成分、$Ss\text{-}D_H$）

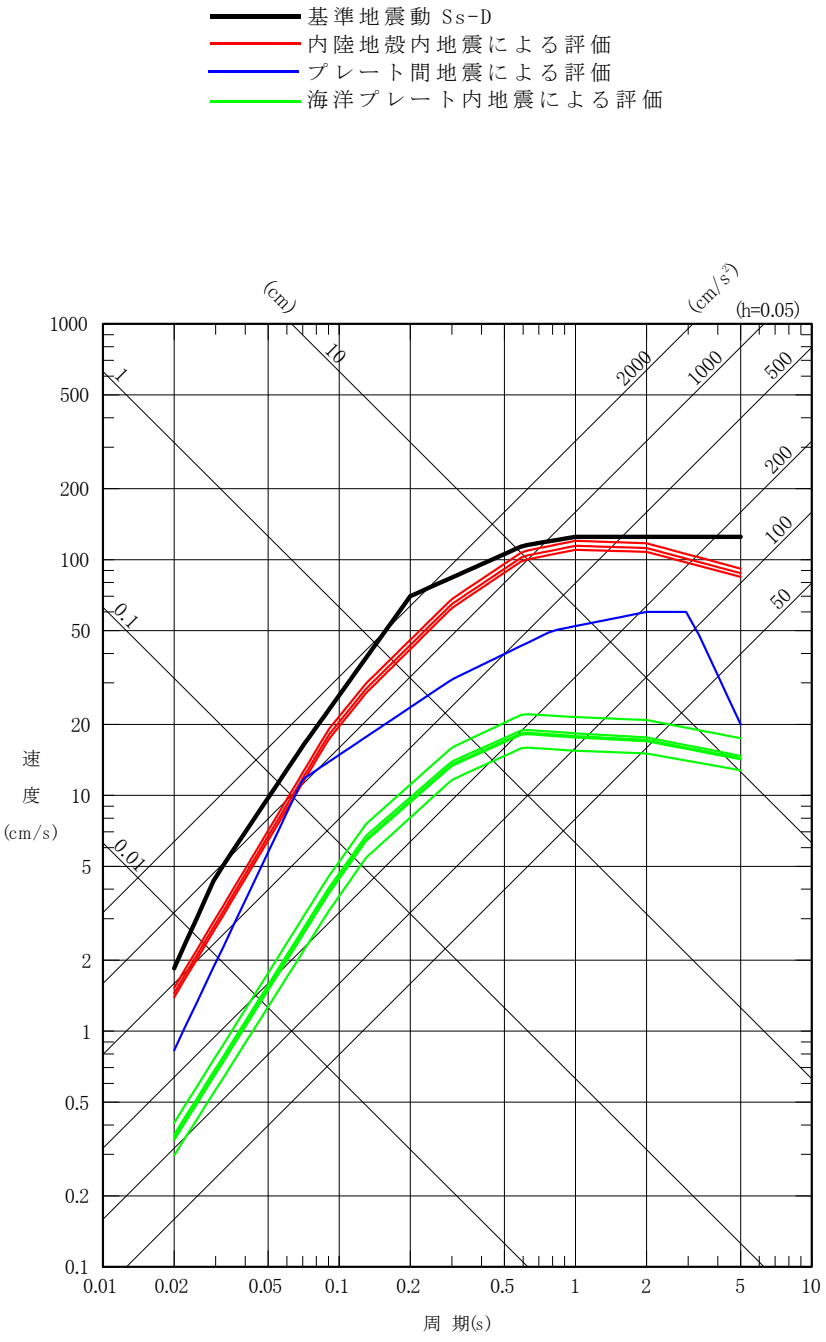


図 2-22(2)　基準地震動 Ss-D の設計用応答スペクトル

（鉛直成分、$Ss\text{-}D_V$）

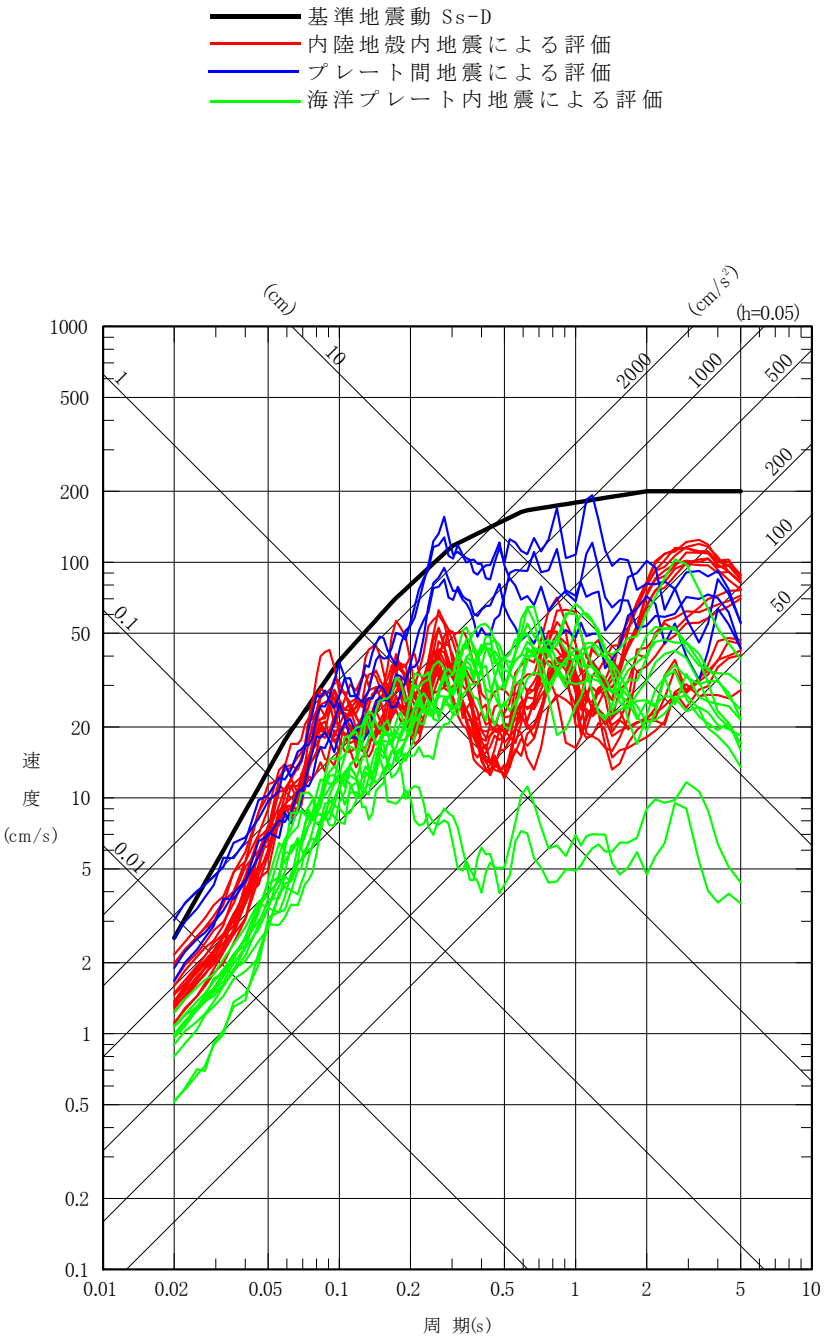


図 2-23(1)　基準地震動 Ss-D と

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較

（NS 成分）

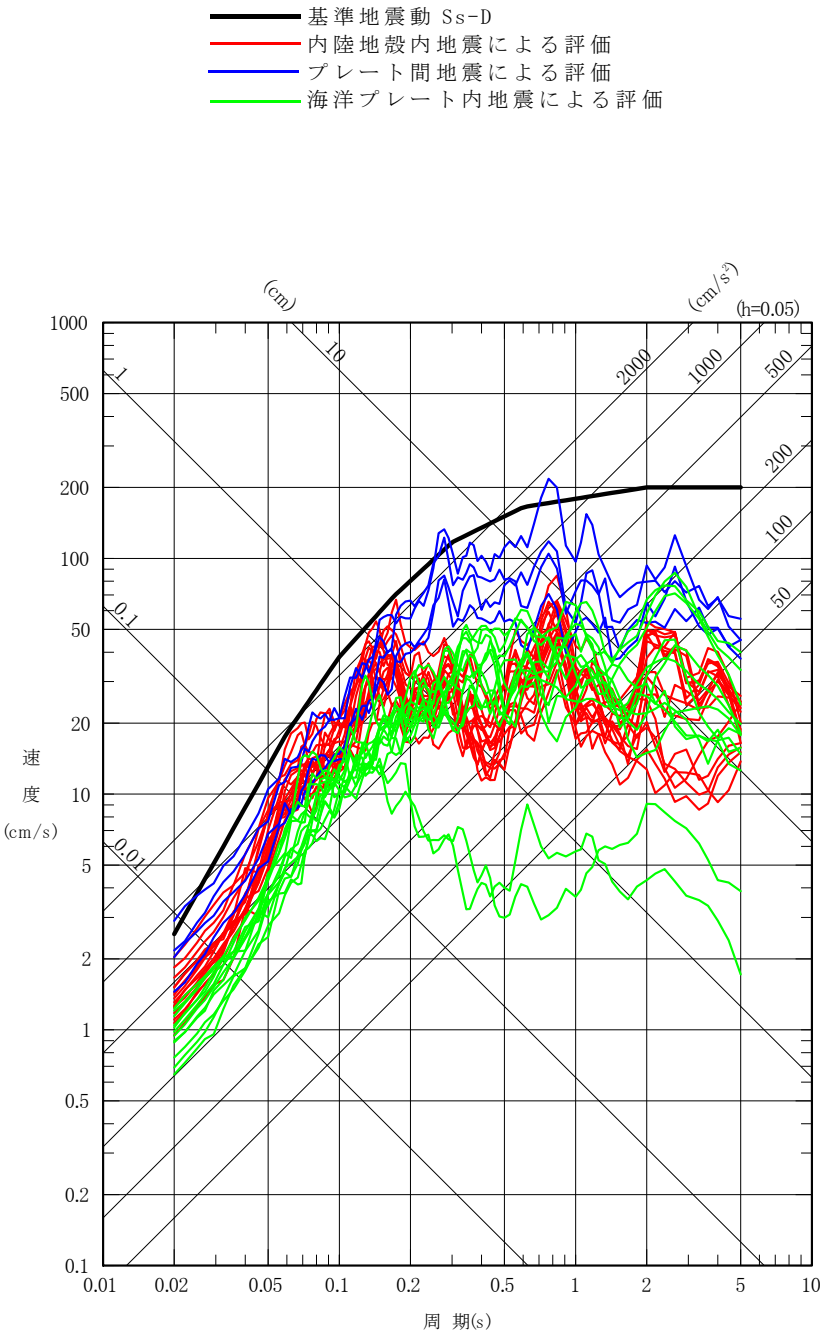


図 2-23(2)　基準地震動 Ss-D と

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較

（EW 成分）

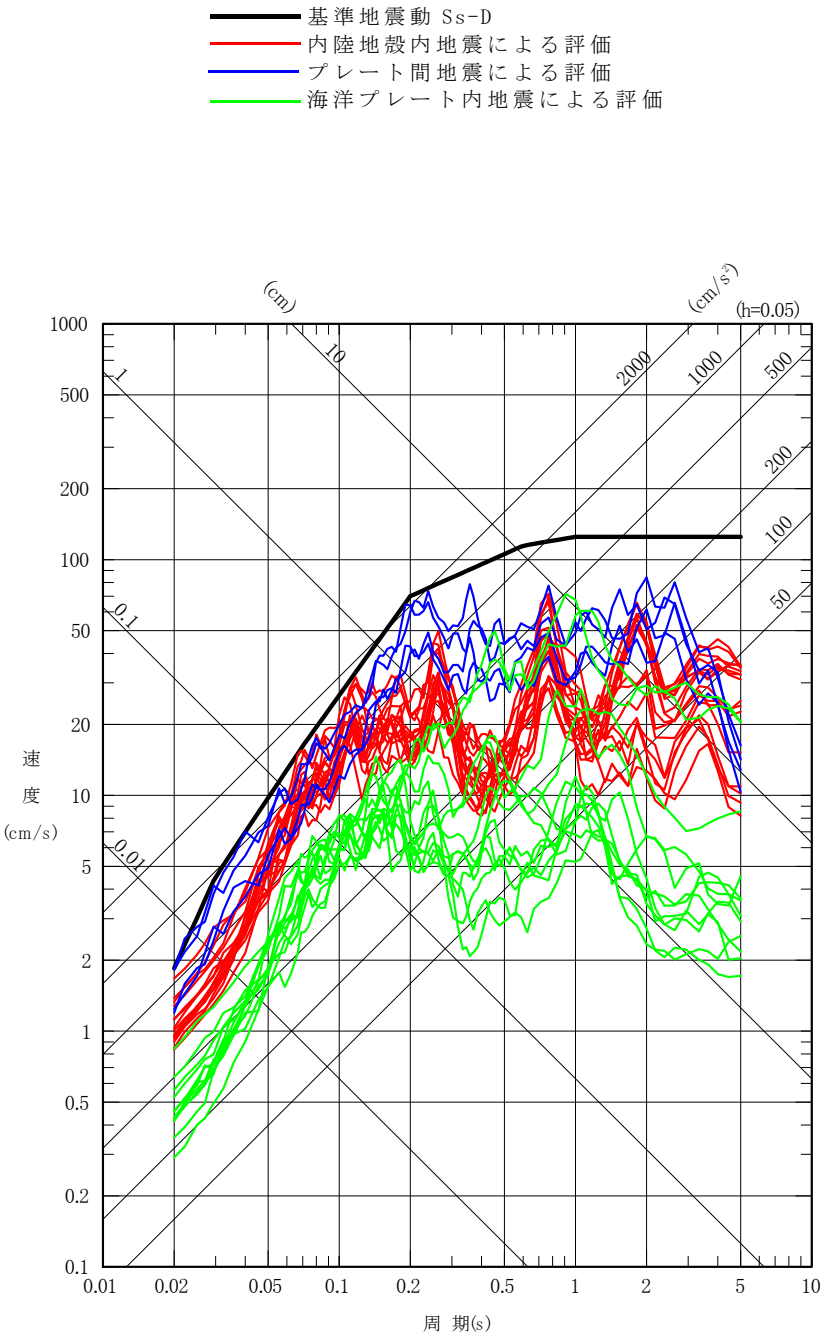


図 2-23(3)　基準地震動 Ss-D と

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較

（UD 成分）

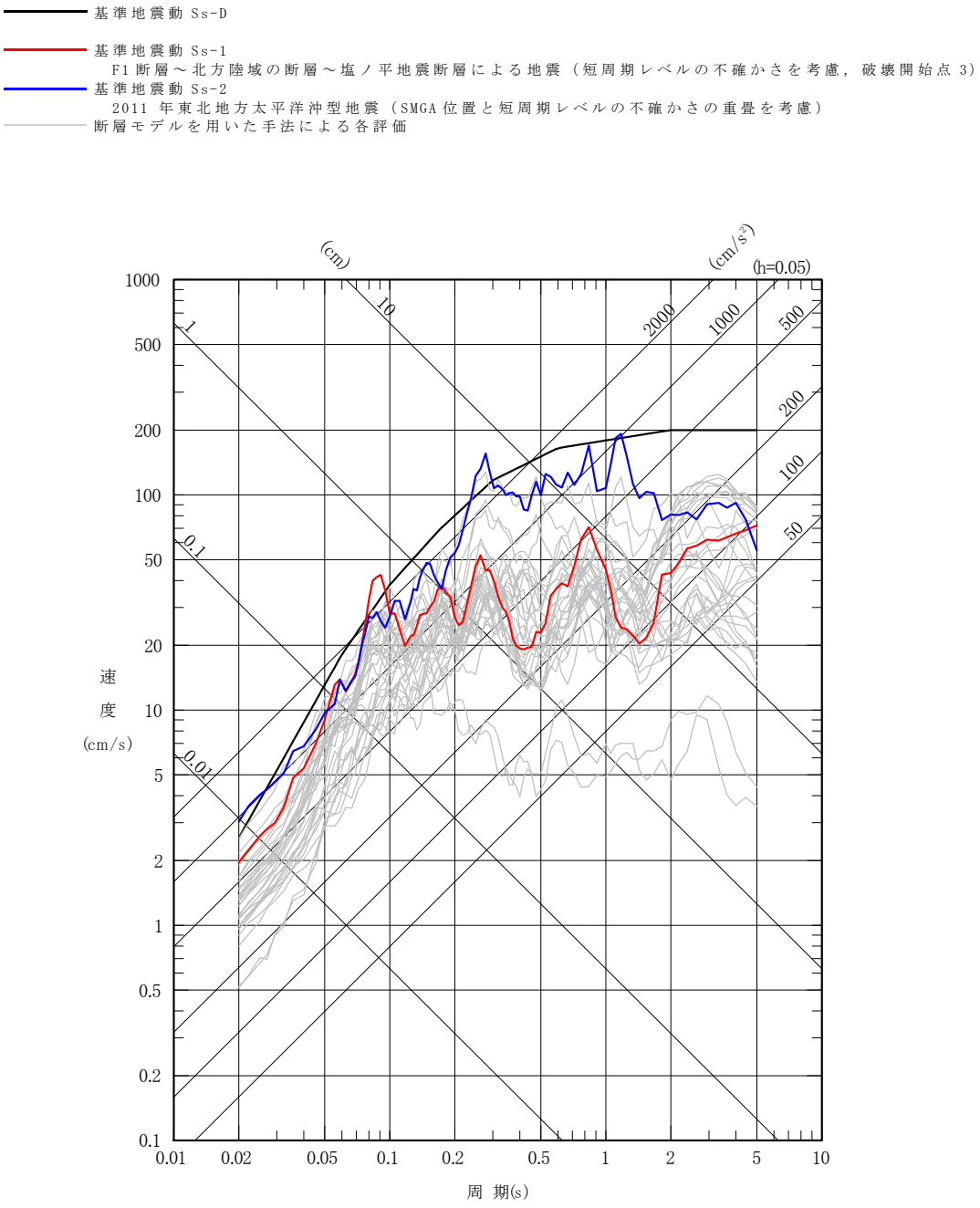


図 2-24(1)　基準地震動 Ss-D と

断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss の比較

（NS 成分）

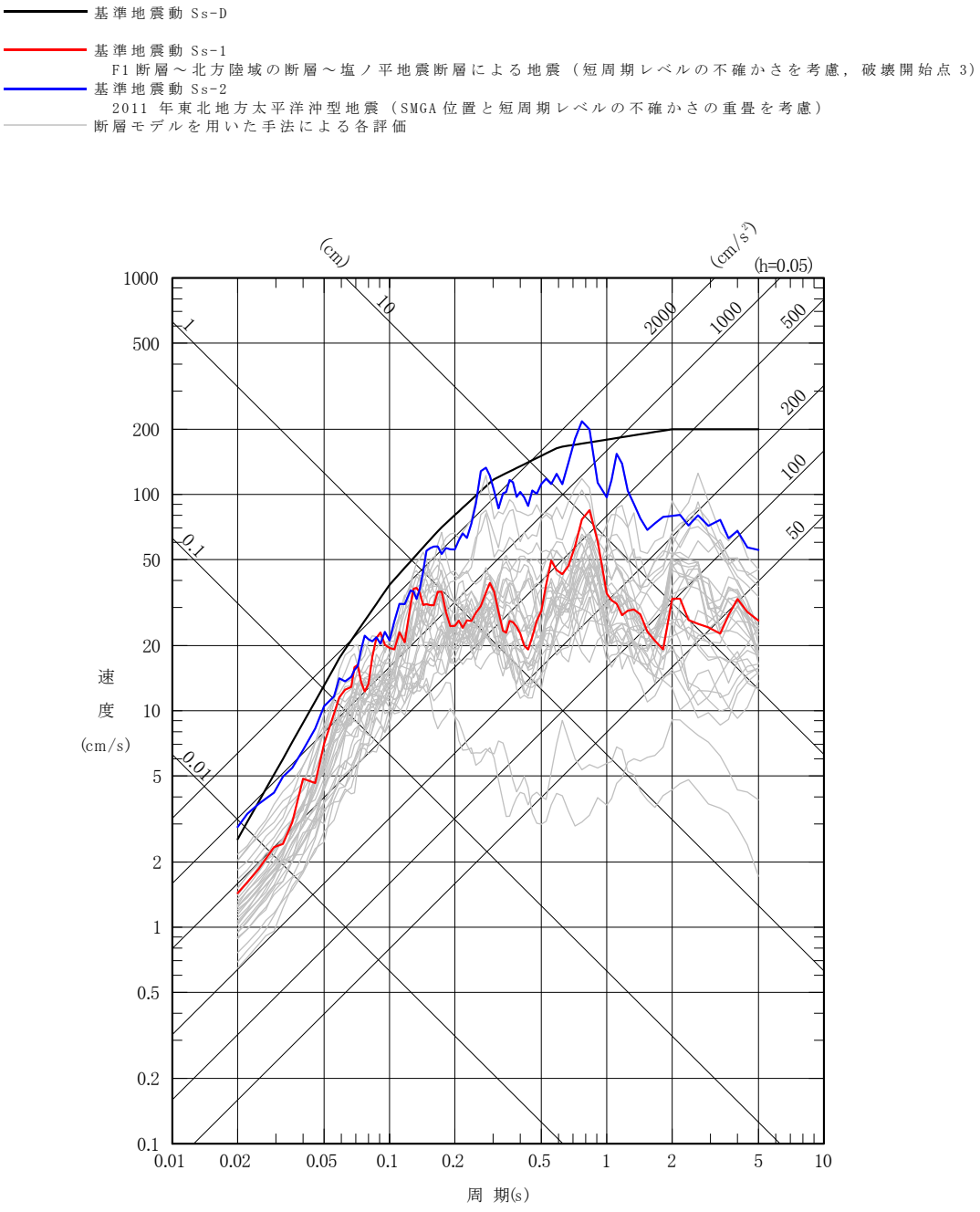


図 2-24(2)　基準地震動 Ss-D と

断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss の比較

（EW 成分）

基準地震動 Ss-D

基準地震動 Ss-1
F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさを考慮，破壊開始点 3）

基準地震動 Ss-2
2011 年東北地方太平洋沖型地震（SMGA 位置と短周期レベルの不確かさの重畳を考慮）

断層モデルを用いた手法による各評価

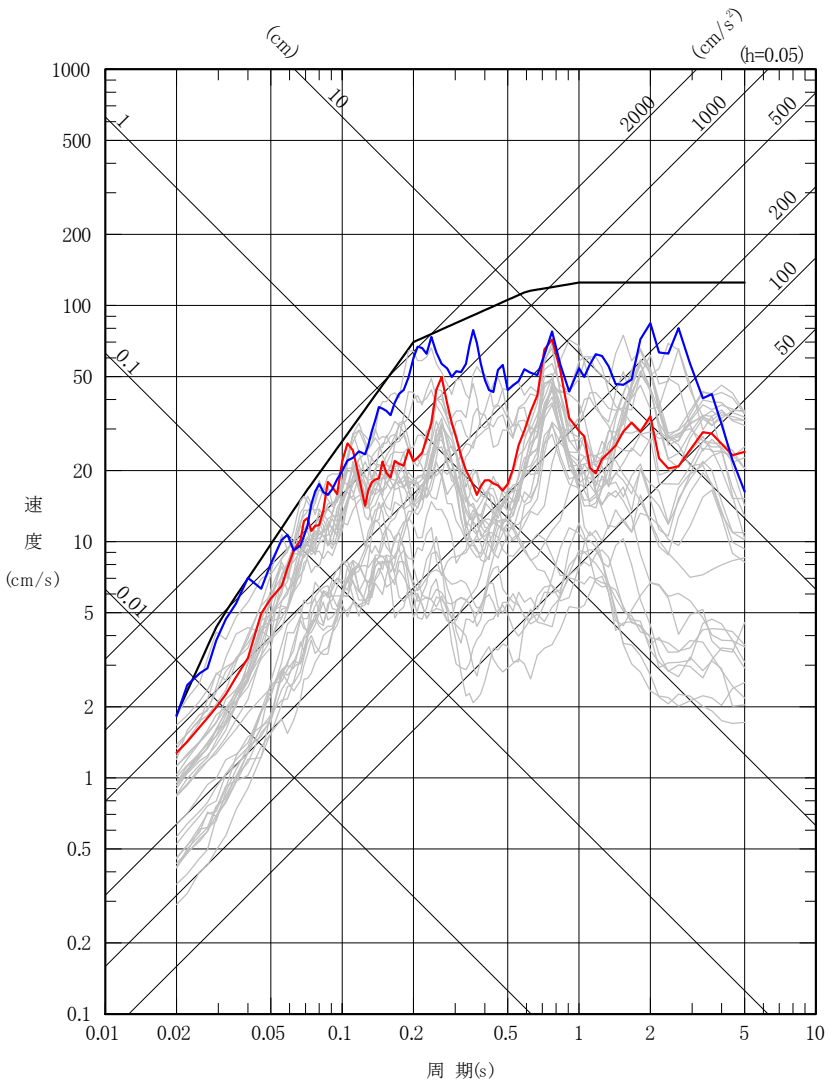


図 2-24(3)　基準地震動 Ss-D と

断層モデルを用いた手法による基準地震動 Ss の比較

（UD 成分）

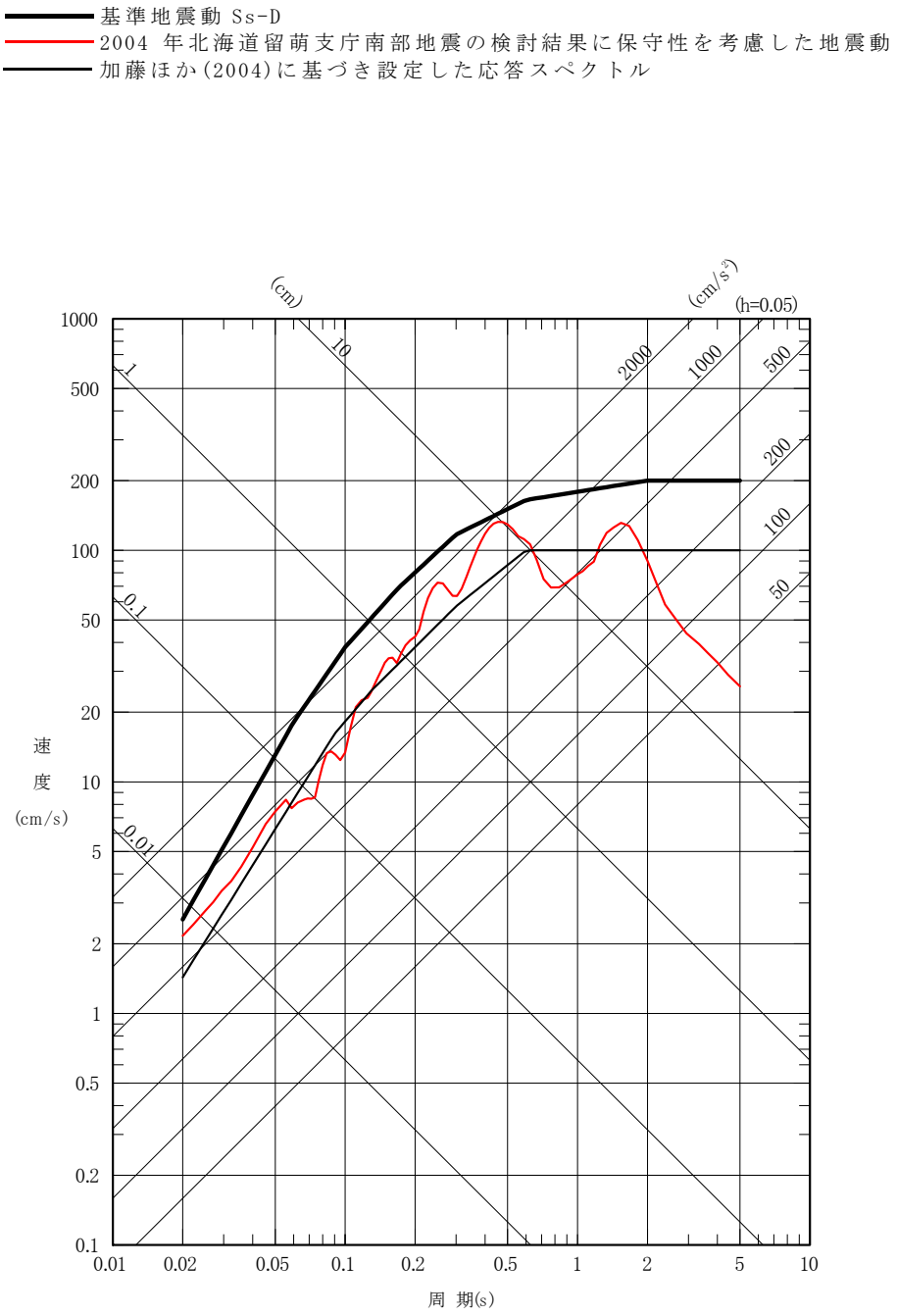


図 2-25(1)　基準地震動 Ss-D と震源を特定せず策定する地震動の比較

（水平成分）

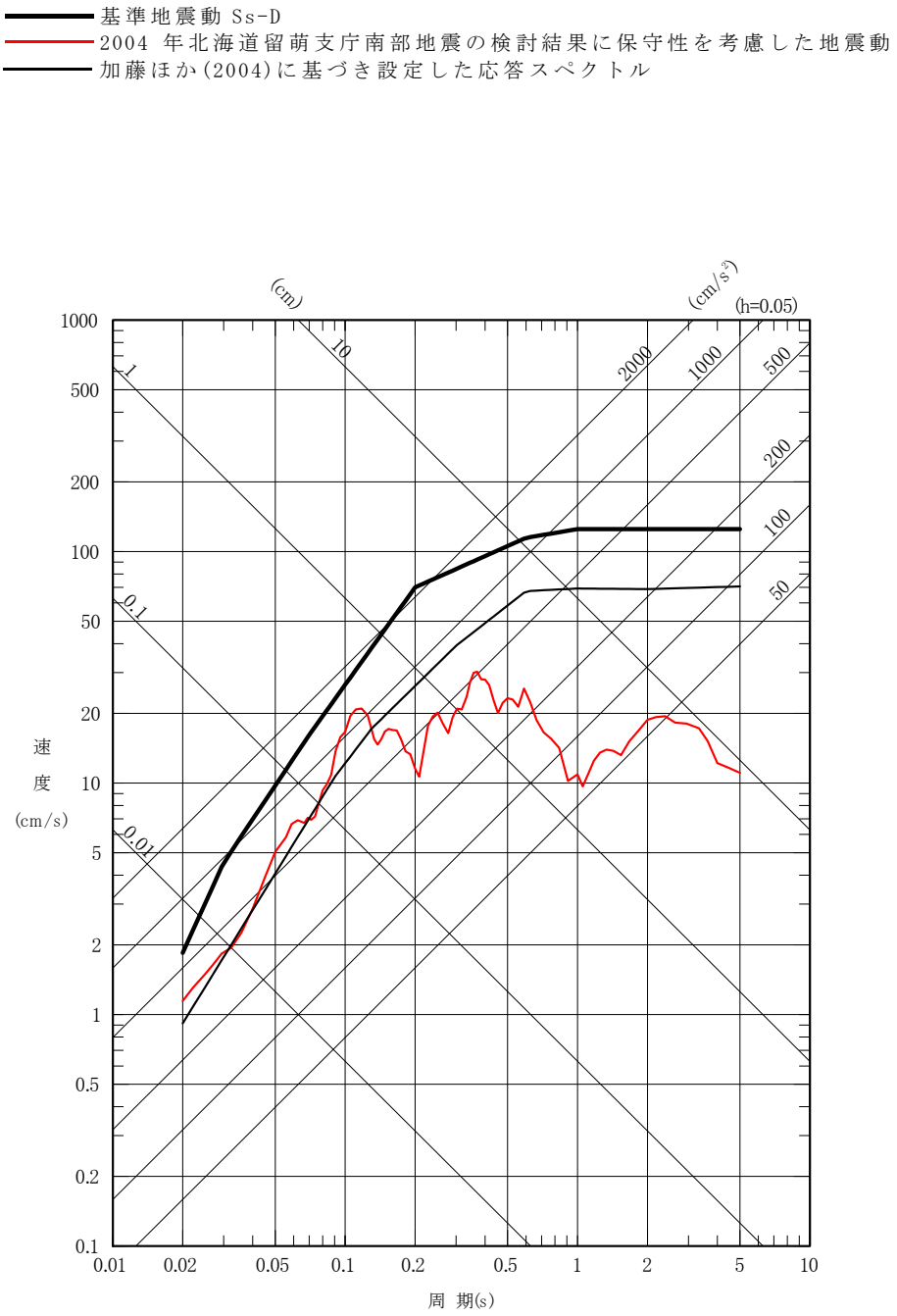


図 2-25(2)　基準地震動 Ss-D と震源を特定せず策定する地震動の比較

（鉛直成分）

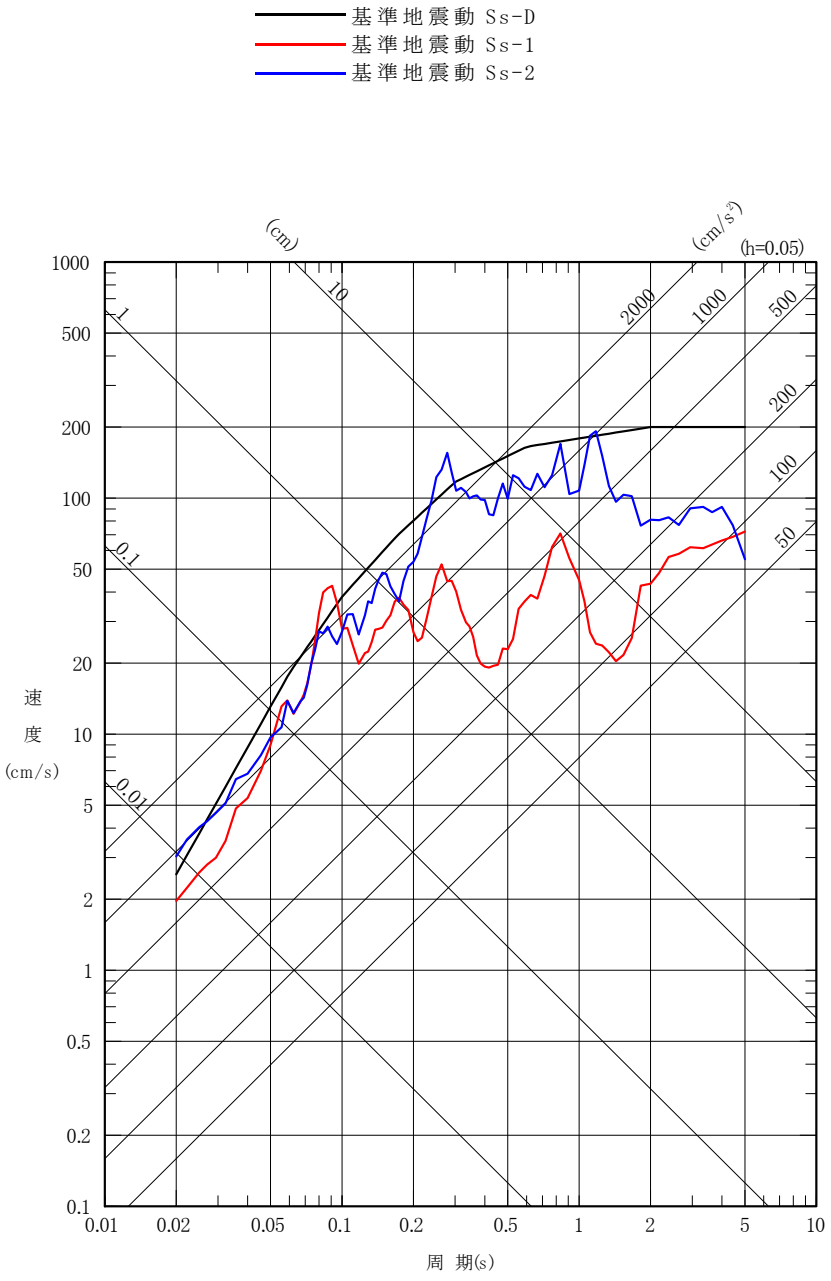


図 2-26(1)　基準地震動 Ss の応答スペクトル

（NS 成分）

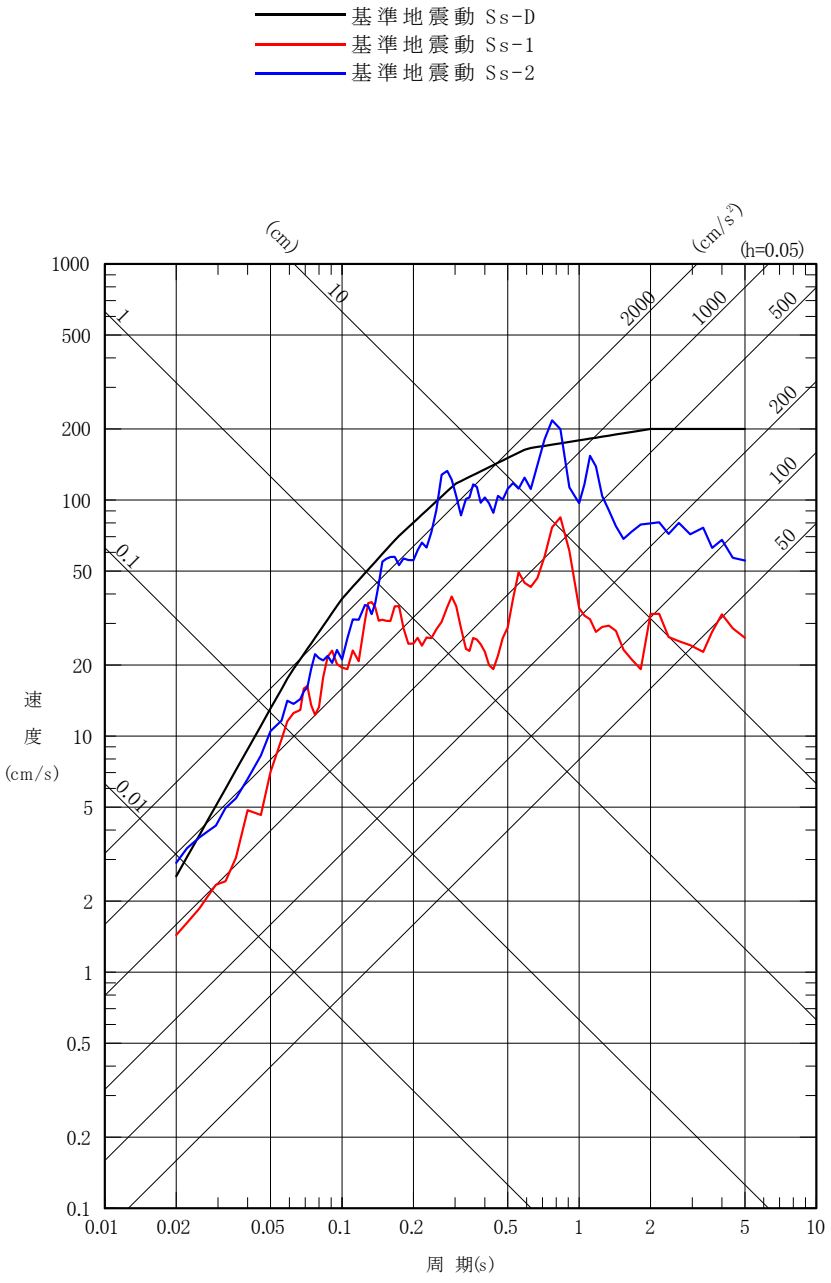


図 2-26(2)　基準地震動 Ss の応答スペクトル

（EW 成分）

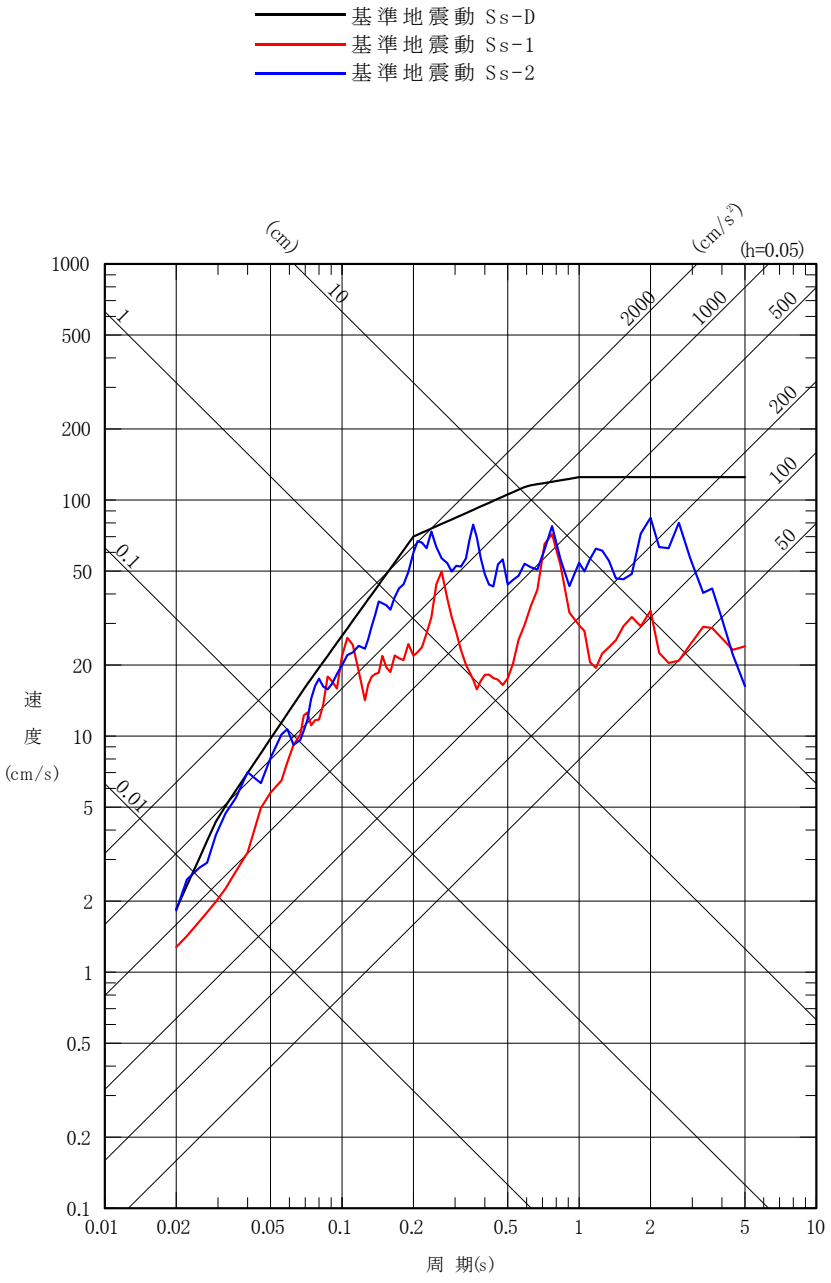
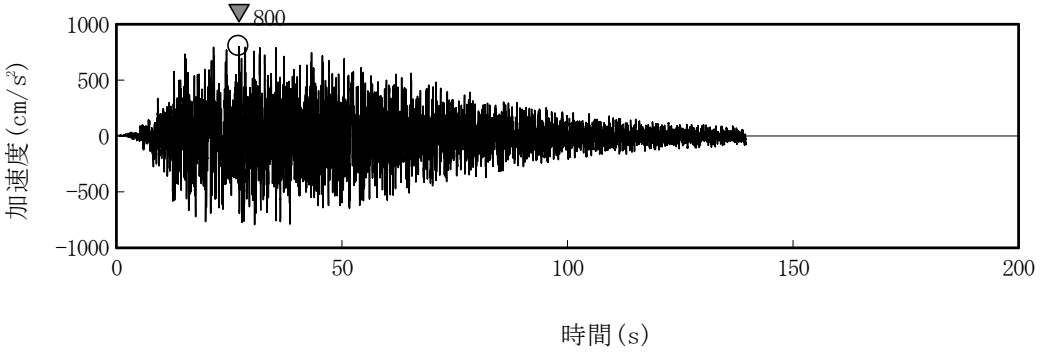
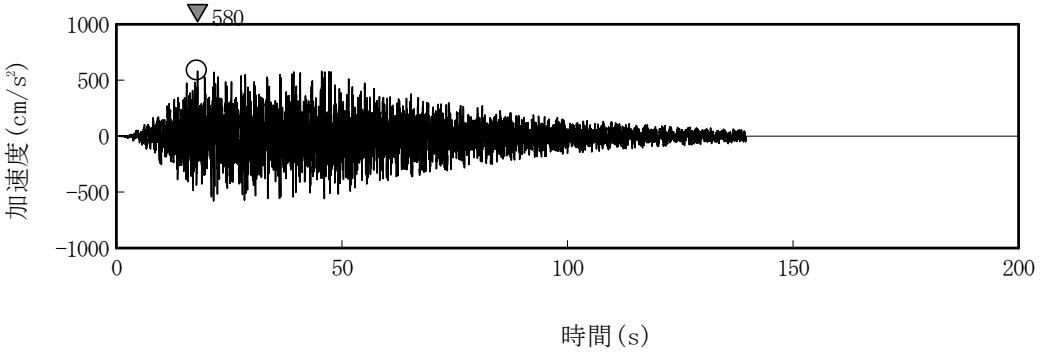


図 2-26(3)　基準地震動 Ss の応答スペクトル

（UD 成分）

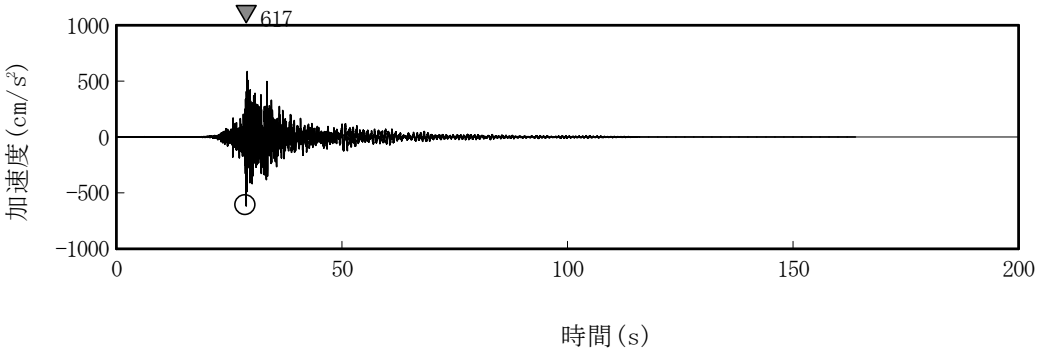


（水平成分）

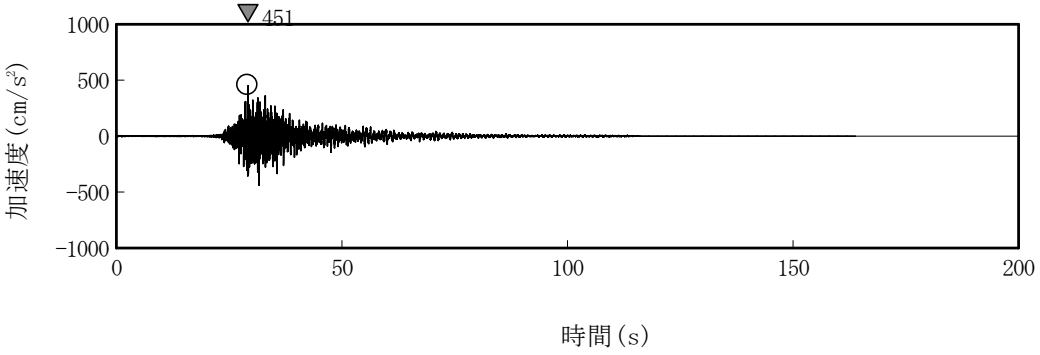


（鉛直成分）

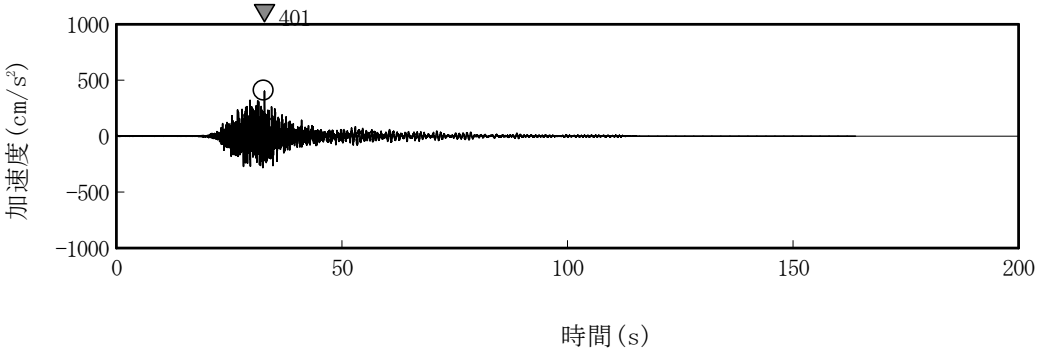
図 2-27　基準地震動 Ss-D の時刻歴波形



（NS 成分）

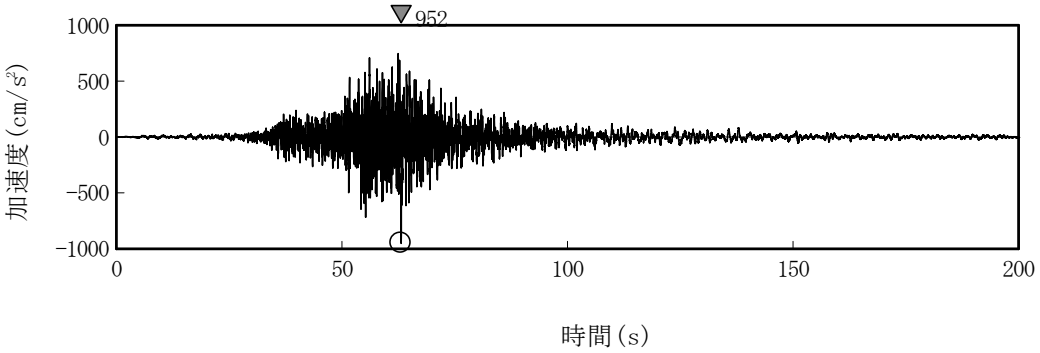


（EW 成分）

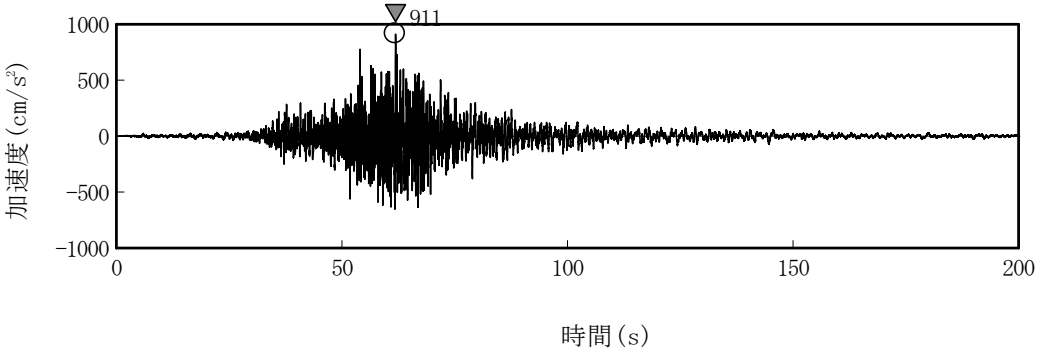


（UD 成分）

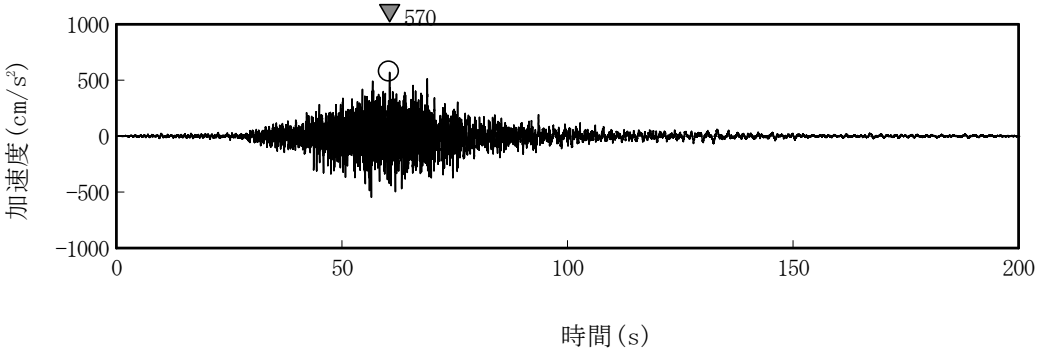
図 2-28(1)　基準地震動 Ss-1 の時刻歴波形



（NS 成分）



（EW 成分）



（UD 成分）

図 2-28(2)　基準地震動 Ss-2 の時刻歴波形

表 2-1　敷地の地盤構造モデル（浅部）

上面 G.L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm^3)	水平成分			鉛直成分		
			S波速度※1 (m/s)	減衰定数※1、2		P波速度※1 (m/s)	減衰定数※1、2	
				h_0	α		h_0	α
0	3	1.65	105 (101、103)	0.879 (0.578、0.938)	0.247 (0.188、0.141)	253 (250)	0.379 (0.391)	0.256 (0.391)
-3	3	1.65	193 (194、184)			627 (638)		
-6	1	1.83	462 (424、510)	0.318 (0.172、0.109)	0.994 (0.984、0.422)	1512 (1383)	0.978 (0.813)	1.025 (1.000)
-7	9	1.83	440 (448、388)			1406 (1361)		
-16	10	1.94	458 (470、549)			1704 (1993)		
-26	42	1.94	570 (511、463)			1759 (1873)		
-68	30	1.77	594 (599、606)			1866 (1764)		
-98	1.14	1.86	563 (595、535)	0.042 (0.063、0.047)	1.947 (1.000、1.000)	1576 (1895)	0.339 (0.219)	1.969 (1.000)
-99.14	24.86	1.86	525 (538、513)			1917 (1784)		
-124	51	1.88	532 (581、529)			1891 (1743)		
-175	46	1.74	574 (656、562)			2066 (1865)		
-221	46	1.81	589 (512、605)			1745 (1895)		
-267	42	1.79	617 (591、532)			1682 (1621)		
-309	41	1.74	700			1855		
-350	∞	1.74	700			1855		

※ 敷地内の地質調査結果及び地震観測記録を用いて最適化した地盤構造モデル

※1　括弧内の数値は2011年東北地方太平洋沖地震の本震の解析に使用。なお、水平成分の左側はNS成分を、右側はEW成分を示す。

※2　$h=h_0 \times f^{-\alpha}$　ここでfは周波数(Hz)

表 2-2　敷地の地盤構造モデル（深部）

上面 G.L. (km)	層厚 (km)	密度※1 (g/cm^3)	水平成分			鉛直成分		
			S波速度 (km/s)	減衰定数※2		P波速度※3 (km/s)	減衰定数※2	
				Qs	hs		Qp	hp
0.000	0.309	－	－	－	－	－	－	－
-0.309	0.338	1.71	0.700	100	0.005	1.855	100	0.005
-0.647	0.323	2.11	1.200			2.610		
-0.970	0.009	2.24	1.500			3.100		
-0.979	0.021	2.42	2.000			3.950		
-1.000	0.010	2.57	2.500			4.800		
-1.010	3.790	2.66	2.900	$110\times f^{0.69}$	$0.0045\times f^{-0.69}$	5.490	$110\times f^{0.69}$	$0.0045\times f^{-0.69}$
-4.800	12.640	2.70	3.600			5.960		
-17.440	14.560	2.80	4.170			6.810		
-32.000	∞	3.20	4.320			7.640		

※　敷地内及び敷地周辺の地質調査結果を用いて最適化した地盤構造モデル

※1　G.L.-0.647 km～G.L.-4.800 kmはLudwig *et al*.(1970) 、G.L.-4.800 km以深はiasp91(Kennett *et al*.(1991))を踏まえて設定

※2　fは周波数(Hz)、G.L.-1.010 km以深は佐藤ほか(1994) を踏まえて設定

※3　G.L.-0.647 km～G.L.-4.800 kmはYoshimura *et al*.(1982)を踏まえて設定

表 2-3　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の

断層パラメータ（基本震源モデル）

項目		設定値			設定方法
		全体	北部	南部	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)		57.7 54.2	21.8 20.1	35.9 34.1	活断層調査結果による位置を基に設定
断層傾斜角(°)		60(西傾斜)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)		3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定
断層幅W(km)		17.3	17.3	17.3	地震発生層と断層傾斜角から設定
断層面積S(km^2)		967.9	362.4	605.5	断層面より算定
破壊伝播様式		同心円状	同心円状	同心円状	―
地震モーメントM_0(N・m)		5.21E+19	1.65E+19	3.56E+19	$M_0=\{S/(4.24\times10^{-11})\}^2/10^7$ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配
剛性率(N/m^2)		3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu=\rho\beta^2$, ρ=2.7 g/cm^3, β=3.6 km/s (βは敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ，ρは地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル（暫定版）」を参考に設定)
平均すべり量D(cm)		153.9	130.1	168.1	$D=M_0/(\mu S)$
平均応力降下量$\Delta\sigma$(MPa)		3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000)による
破壊伝播速度Vr(km/s)		2.59	2.59	2.59	$Vr=0.72\beta$（Geller(1976)による）
短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)		1.98E+19	―	―	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$
アスペリティ	面積S_a(km^2)	212.9	79.7	133.2	$S_a=0.22S$
	平均すべり量D_a(cm)	307.7	260.1	336.2	$D_a=2D$
	地震モーメントM_{0a}(N・m)	2.29E+19	7.26E+18	1.57E+19	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
	応力降下量$\Delta\sigma_a$(MPa)	14.09	14.09	14.09	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma\times S/S_a$
	短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)	1.89E+19	1.16E+19	1.49E+19	$A=4\pi r_a\Delta\sigma_a\beta^2$
背景領域	面積S_b(km^2)	755.0	282.7	472.3	$S_b=S-S_a$
	平均すべり量D_b(cm)	110.5	93.4	120.7	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM_{0b}(N・m)	2.92E+19	9.24E+18	1.99E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力$\Delta\sigma_b$(MPa)	2.82	2.82	2.82	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$

表 2-4　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の検討ケース

ケース名	断層長さ (km)	断層上端深さ (km)	断層下端深さ (km)	断層幅 (km)	断層傾斜角 (°)	アスペリティ位置	破壊開始点	短周期レベル
基本震源モデル	58	3	18	17.3	60 (西傾斜)	断層端部から1マス空けて配置	複数設定し影響の大きい破壊開始点を選定	平均
短周期レベルの不確かさを考慮	58	3	18	17.3	60 (西傾斜)	断層端部から1マス空けて配置	基本震源モデルと同様の位置に設定	基本震源モデルの1.5倍
断層傾斜角の不確かさを考慮	58	3	18	21.2	45 (西傾斜)	断層端部から1マス空けて配置	基本震源モデルと同様の位置に設定	平均
アスペリティ位置の不確かさを考慮	58	3	18	17.3	60 (西傾斜)	敷地により近くなるように断層端部に配置	基本震源モデルと同様の位置に設定	平均

※ 応答スペクトルに基づく手法における基本震源モデルと短周期レベルの不確かさを考慮したケースは共通

表 2-5(1)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の

断層パラメータ（不確かさを考慮したケース：短周期レベル）

項目		設定値			設定方法
		全体	北部	南部	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)		57.7 54.2	21.8 20.1	35.9 34.1	活断層調査結果による位置を基に設定
断層傾斜角(°)		60(西傾斜)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)		3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定
断層幅W(km)		17.3	17.3	17.3	地震発生層と断層傾斜角から設定
断層面積S(km^2)		967.9	362.4	605.5	断層面より算定
破壊伝播様式		同心円状	同心円状	同心円状	―
地震モーメントM_0(N・m)		5.21E+19	1.65E+19	3.56E+19	$M_0=\{S/(4.24\times10^{-11})\}^2/10^7$ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配
剛性率(N/m^2)		3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu=\rho\beta^2$, ρ=2.7 g/cm^3, β=3.6 km/s (βは敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ，ρは地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル（暫定版）」を参考に設定)
平均すべり量D(cm)		153.9	130.1	168.1	$D=M_0/(\mu S)$
平均応力降下量$\Delta\sigma$(MPa)		3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu' ura(2000)による
破壊伝播速度Vr(km/s)		2.59	2.59	2.59	$Vr=0.72\beta$（Geller(1976)による）
短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)		1.98E+19	―	―	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$
アスペリティ	面積S_a(km^2)	212.9	79.7	133.2	$S_a=0.22S$
	平均すべり量D_a(cm)	307.7	260.1	336.2	$D_a=2D$
	地震モーメントM_{0a}(N・m)	2.29E+19	7.26E+18	1.57E+19	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
	応力降下量$\Delta\sigma_a$(MPa)	21.14	21.14	21.14	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma\times S/S_a\times1.5$
	短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)	2.83E+19	1.73E+19	2.24E+19	$A=4\pi r_a\Delta\sigma_a\beta^2$
背景領域	面積S_b(km^2)	755.0	282.7	472.3	$S_b=S-S_a$
	平均すべり量D_b(cm)	110.5	93.4	120.7	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM_{0b}(N・m)	2.92E+19	9.24E+18	1.99E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力$\Delta\sigma_b$(MPa)	4.23	4.23	4.23	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$

表 2-5(2)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の

断層パラメータ（不確かさを考慮したケース：断層傾斜角）

項目		設定値			設定方法
		全体	北部	南部	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)		57.1 51.1	21.5 18.5	35.6 32.6	活断層調査結果による位置を基に設定
断層傾斜角(°)		45(西傾斜)	45(西傾斜)	45(西傾斜)	活断層調査結果の不確かさなどを踏まえ設定
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)		3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定
断層幅W(km)		21.2	21.2	21.2	地震発生層と断層傾斜角から設定
断層面積S(km^2)		1146.9	424.0	722.9	断層面より算定
破壊伝播様式		同心円状	同心円状	同心円状	－
地震モーメントM_0(N・m)		7.32E+19	2.27E+19	5.05E+19	$M_0=\{S/(4.24\times10^{-11})\}^2/10^7$ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配
剛性率(N/m^2)		3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu=\rho\beta^2$, ρ=2.7 g/cm^3, β=3.6 km/s (βは敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ，ρは地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル（暫定版）」を参考に設定)
平均すべり量D(cm)		182.3	152.9	199.6	$D=M_0/(\mu S)$
平均応力降下量$\Delta\sigma$(MPa)		3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu' ura(2000)による
破壊伝播速度Vr(km/s)		2.59	2.59	2.59	$Vr=0.72\beta$ (Geller(1976)による)
短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)		2.22E+19	－	－	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$
アスペリティ	面積S_a(km^2)	252.3	93.3	159.0	$S_a=0.22S$
	平均すべり量D_a(cm)	364.6	305.7	399.2	$D_a=2D$
	地震モーメントM_{0a}(N・m)	3.22E+19	9.98E+18	2.22E+19	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
	応力降下量$\Delta\sigma_a$(MPa)	14.09	14.09	14.09	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma\times S/S_a$
	短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)	2.06E+19	1.25E+19	1.63E+19	$A=4\pi r_a\Delta\sigma_a\beta^2$
背景領域	面積S_b(km^2)	894.6	330.7	563.9	$S_b=S-S_a$
	平均すべり量D_b(cm)	130.9	109.7	143.3	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM_{0b}(N・m)	4.10E+19	1.27E+19	2.83E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力$\Delta\sigma_b$(MPa)	2.82	2.82	2.82	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$

表 2-5(3)　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の断層パラメータ（不確かさを考慮したケース：アスペリティ位置）

項目		設定値			設定方法
		全体	北部	南部	
断層上端長さ(km) 断層下端長さ(km)		57.7 54.2	21.8 20.1	35.9 34.1	活断層調査結果による位置を基に設定
断層傾斜角(°)		60(西傾斜)	60(西傾斜)	60(西傾斜)	活断層調査結果に基づき設定
断層上端深さ(km) 断層下端深さ(km)		3 18	3 18	3 18	微小地震の発生及び地下構造から設定
断層幅W(km)		17.3	17.3	17.3	地震発生層と断層傾斜角から設定
断層面積S(km^2)		967.9	362.4	605.5	断層面より算定
破壊伝播様式		同心円状	同心円状	同心円状	―
地震モーメントM_0(N・m)		5.21E+19	1.65E+19	3.56E+19	$M_0=\{S/(4.24\times10^{-11})\}^2/10^7$ 全体の地震モーメントを断層面積の1.5乗比で分配
剛性率(N/m^2)		3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	$\mu=\rho\beta^2$, ρ=2.7 g/cm^3, β=3.6 km/s (βは敷地周辺を対象にした地震波速度トモグラフィ，ρは地震調査研究推進本部(2009a)の「全国1次地下構造モデル（暫定版）」を参考に設定)
平均すべり量D(cm)		153.9	130.1	168.1	$D=M_0/(\mu S)$
平均応力降下量$\Delta\sigma$(MPa)		3.1	3.1	3.1	Fujii and Matsu'ura(2000)による
破壊伝播速度Vr(km/s)		2.59	2.59	2.59	$Vr=0.72\beta$ (Geller(1976)による)
短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)		1.98E+19	―	―	$A=2.46\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$
アスペリティ	面積S_a(km^2)	212.9	79.7	133.2	$S_a=0.22S$
	平均すべり量D_a(cm)	307.7	260.1	336.2	$D_a=2D$
	地震モーメントM_{0a}(N・m)	2.29E+19	7.26E+18	1.57E+19	$M_{0a}=\mu S_a D_a$
	応力降下量$\Delta\sigma_a$(MPa)	14.09	14.09	14.09	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma\times S/S_a$
	短周期レベルA(N・m/s^2)(参考)	1.89E+19	1.16E+19	1.49E+19	$A=4\pi r_a\Delta\sigma_a\beta^2$
背景領域	面積S_b(km^2)	755.0	282.7	472.3	$S_b=S-S_a$
	平均すべり量D_b(cm)	110.5	93.4	120.7	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメントM_{0b}(N・m)	2.92E+19	9.24E+18	1.99E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力$\Delta\sigma_b$(MPa)	2.82	2.82	2.82	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$

表 2-6　F1 断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震の

地震動評価に用いる要素地震の諸元

項目		設定値
発生日時		2011 年 4 月14 日 7 時 35 分
気象庁マグニチュード		5.1
震央位置	東経（°）	140.57
	北緯（°）	36.78
震源深さ（km）		8.8
走向（°）※		155 ; 314
傾斜（°）※		63 ; 29
すべり角（°）※		−80 ; −109
地震モーメント（N・m）※		2.41×10^{16}
コーナー周波数（Hz）		1.2
応力降下量（MPa）		7.54

※ F-netによる

表 2-7　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ

（基本震源モデル）

項目			設定値	設定方法
走向		θ(°)	200	F-net
傾斜角1(東側)		δ_1(°)	12	壇ほか(2005)
傾斜角2(西側)		δ_2(°)	21	壇ほか(2005)
すべり角		λ(°)	88	F-net
長さ		L(km)	500	断層面積に基づき算定
幅		W(km)	200	断層面積に基づき算定
基準点北緯		N(°)	38.1035	本震の震源位置(気象庁)
基準点東経		E(°)	142.8610	本震の震源位置(気象庁)
基準点深さ		H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)
上端深さ		h_u(km)	12.3	$h_u=H-w_1\sin\delta_1$, w_1=55 km
下端深さ		h_l(km)	68.9	$h_l=H+(100-w_1)\sin\delta_1+100\sin\delta_2$
断層面積		S(km^2)	100000	logS=M−4.0, 佐藤(1989)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	3.08	$M_0=16/7\times(S/\pi)^{3/2}\Delta\sigma$
地震モーメント		M_0(N·m)	4.00E+22	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震
平均すべり量		D(cm)	854.3	$D=M_0/(\mu S)$
剛性率		μ(N/m^2)	4.68E+10	$\mu=\rho V_s^2$, ρ=3.08 g/cm^3 地震調査研究推進本部 (2002)，(2005)
せん断波速度		V_s(km/s)	3.9	地震調査研究推進本部 (2002)，(2005)
破壊伝播速度		V_r(km/s)	3.0	地震調査研究推進本部 (2002)，(2005)
SMGA全体	面積	S_a(km^2)	12500	$S_a=cS$, c=0.125
	地震モーメント	M_{0a}(N·m)	1.00E+22	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	すべり量	D_a(cm)	1708.6	$D_a=2\times D$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	24.6	$\Delta\sigma_a=S/S_a\times\Delta\sigma$
	短周期レベル	A_a(N·m/s^2)	2.97E+20	$A_a=(\Sigma A_{ai}^2)^{1/2}=5^{1/2}A_{a1}$
各SMGA	面積	S_{a1}(km^2)	2500	$S_{a1}=S_a/5$
	地震モーメント	M_{0a1}(N·m)	2.00E+21	$M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{1.5}/\Sigma S_{ai}^{1.5}=M_{0a}/5$
	すべり量	D_{a1}(cm)	1708.6	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}$(MPa)	24.6	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$
	短周期レベル	A_{a1}(N·m/s^2)	1.33E+20	$A_{a1}=4\pi r_1\Delta\sigma_{a1}V_s^2$, $r_1=(S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	τ_{a1}(s)	8.33	$\tau_{a1}=0.5W_{ai}/V_r$, W_{ai}:SMGA幅
背景領域	面積	S_b(km^2)	87500	$S_b=S-S_a$
	地震モーメント	M_{0b}(N·m)	3.00E+22	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	すべり量	D_b(cm)	732.2	$D_b=M_{0b}/\mu S_b$
	応力降下量	$\Delta\sigma_b$(MPa)	4.9	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
	ライズタイム	τ_b(s)	33.33	$\tau_b=0.5W/V_r$, W:断層幅
Q値		Q	110f$^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-8　2011 年東北地方太平洋沖型地震の検討ケース

ケース名	断層設定位置	地震規模	断層傾斜角（°）	SMGA位置	短周期レベル
基本震源モデル	フィリピン海プレートの北東限を考慮し，三陸沖中部から茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	過去の地震発生状況を踏まえ配置	当該地域で発生した過去の地震の短周期レベルに基づき設定
SMGA位置の不確かさを考慮	フィリピン海プレートの北東限を考慮し，三陸沖中部から茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	茨城県沖のSMGA位置を敷地近傍に配置	当該地域で発生した過去の地震の短周期レベルに基づき設定
短周期レベルの不確かさを考慮	フィリピン海プレートの北東限を考慮し，三陸沖中部から茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	過去の地震発生状況を踏まえ配置	基本震源モデルの1.5倍
SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳を考慮	フィリピン海プレートの北東限を考慮し，三陸沖中部から茨城県沖に設定	Mw9.0	12(東半分) 21(西半分)	茨城県沖のSMGA位置を敷地近傍に配置	基本震源モデルの1.5倍

表 2-9(1)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ

（不確かさを考慮したケース：SMGA 位置）

項目			設定値	設定方法
走向		θ(°)	200	F-net
傾斜角1(東側)		δ_1(°)	12	壇ほか(2005)
傾斜角2(西側)		δ_2(°)	21	壇ほか(2005)
すべり角		λ(°)	88	F-net
長さ		L(km)	500	断層面積に基づき算定
幅		W(km)	200	断層面積に基づき算定
基準点北緯		N(°)	38.1035	本震の震源位置(気象庁)
基準点東経		E(°)	142.8610	本震の震源位置(気象庁)
基準点深さ		H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)
上端深さ		h_u(km)	12.3	$h_u=H-w_1\sin\delta_1$, w_1=55 km
下端深さ		h_l(km)	68.9	$h_l=H+(100-w_1)\sin\delta_1+100\sin\delta_2$
断層面積		S(km^2)	100000	logS=M−4.0, 佐藤(1989)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	3.08	$M_0=16/7\times(S/\pi)^{3/2}\Delta\sigma$
地震モーメント		M_0(N·m)	4.00E+22	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震
平均すべり量		D(cm)	854.3	$D=M_0/(\mu S)$
剛性率		μ(N/m^2)	4.68E+10	$\mu=\rho V_s^2$, ρ=3.08 g/cm^3 地震調査研究推進本部 (2002)，(2005)
せん断波速度		V_s(km/s)	3.9	地震調査研究推進本部 (2002)，(2005)
破壊伝播速度		V_r(km/s)	3.0	地震調査研究推進本部 (2002)，(2005)
SMGA全体	面積	S_a(km^2)	12500	$S_a=cS$, c=0.125
	地震モーメント	M_{0a}(N·m)	1.00E+22	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	すべり量	D_a(cm)	1708.6	$D_a=2\times D$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	24.6	$\Delta\sigma_a=S/S_a\times\Delta\sigma$
	短周期レベル	A_a(N·m/s^2)	2.97E+20	$A_a=(\Sigma A_{ai}^2)^{1/2}=5^{1/2}A_{a1}$
各SMGA	面積	S_{a1}(km^2)	2500	$S_{a1}=S_a/5$
	地震モーメント	M_{0a1}(N·m)	2.00E+21	$M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{1.5}/\Sigma S_{ai}^{1.5}=M_{0a}/5$
	すべり量	D_{a1}(cm)	1708.6	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}$(MPa)	24.6	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$
	短周期レベル	A_{a1}(N·m/s^2)	1.33E+20	$A_{a1}=4\pi r_1\Delta\sigma_{a1}V_s^2$, $r_1=(S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	τ_{a1}(s)	8.33	$\tau_{a1}=0.5W_{ai}/V_r$, W_{ai}:SMGA幅
背景領域	面積	S_b(km^2)	87500	$S_b=S-S_a$
	地震モーメント	M_{0b}(N·m)	3.00E+22	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	すべり量	D_b(cm)	732.2	$D_b=M_{0b}/\mu S_b$
	応力降下量	$\Delta\sigma_b$(MPa)	4.9	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
	ライズタイム	τ_b(s)	33.33	$\tau_b=0.5W/V_r$, W:断層幅
Q値		Q	110f$^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-9(2)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ

（不確かさを考慮したケース：短周期レベル）

項目			設定値	設定方法
走向		θ(°)	200	F-net
傾斜角1(東側)		δ_1(°)	12	壇ほか(2005)
傾斜角2(西側)		δ_2(°)	21	壇ほか(2005)
すべり角		λ(°)	88	F-net
長さ		L(km)	500	断層面積に基づき算定
幅		W(km)	200	断層面積に基づき算定
基準点北緯		N(°)	38.1035	本震の震源位置(気象庁)
基準点東経		E(°)	142.8610	本震の震源位置(気象庁)
基準点深さ		H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)
上端深さ		h_u(km)	12.3	$h_u=H-w_1\sin\delta_1$, w_1=55 km
下端深さ		h_l(km)	68.9	$h_l=H+(100-w_1)\sin\delta_1+100\sin\delta_2$
断層面積		S(km^2)	100000	logS=M-4.0, 佐藤(1989)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	3.08	$M_0=16/7\times(S/\pi)^{3/2}\Delta\sigma$
地震モーメント		M_0(N·m)	4.00E+22	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震
平均すべり量		D(cm)	854.3	$D=M_0/(\mu S)$
剛性率		μ(N/m^2)	4.68E+10	$\mu=\rho V_s^2$, ρ=3.08 g/cm^3 地震調査研究推進本部(2002)，(2005)
せん断波速度		V_s(km/s)	3.9	地震調査研究推進本部(2002)，(2005)
破壊伝播速度		V_r(km/s)	3.0	地震調査研究推進本部(2002)，(2005)
SMGA全体	面積	S_a(km^2)	12500	S_a=cS, c=0.125
	地震モーメント	M_{0a}(N·m)	1.00E+22	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	すべり量	D_a(cm)	1708.6	$D_a=2\times D$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	37.0	$\Delta\sigma_a=S/S_a\times\Delta\sigma\times1.5$
	短周期レベル	A_a(N·m/s^2)	4.46E+20	$A_a=(\Sigma A_{ai}^2)^{1/2}=5^{1/2}A_{a1}$
各SMGA	面積	S_{a1}(km^2)	2500	$S_{a1}=S_a/5$
	地震モーメント	M_{0a1}(N·m)	2.00E+21	$M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{1.5}/\Sigma S_{ai}^{1.5}=M_{0a}/5$
	すべり量	D_{a1}(cm)	1708.6	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}$(MPa)	37.0	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$
	短周期レベル	A_{a1}(N·m/s^2)	1.99E+20	$A_{a1}=4\pi r_1\Delta\sigma_{a1}V_s^2$, $r_1=(S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	τ_{a1}(s)	8.33	$\tau_{a1}=0.5W_{ai}/V_r$, W_{ai}:SMGA幅
背景領域	面積	S_b(km^2)	87500	$S_b=S-S_a$
	地震モーメント	M_{0b}(N·m)	3.00E+22	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	すべり量	D_b(cm)	732.2	$D_b=M_{0b}/\mu S_b$
	応力降下量	$\Delta\sigma_b$(MPa)	7.4	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
	ライズタイム	τ_b(s)	33.33	$\tau_b=0.5W/V_r$, W:断層幅
Q値		Q	110f$^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-9(3)　2011 年東北地方太平洋沖型地震の断層パラメータ

（不確かさを考慮したケース：SMGA 位置と短周期レベルの不確かさの重畳）

項目			設定値	設定方法
走向		θ(°)	200	F-net
傾斜角1(東側)		δ_1(°)	12	壇ほか(2005)
傾斜角2(西側)		δ_2(°)	21	壇ほか(2005)
すべり角		λ(°)	88	F-net
長さ		L(km)	500	断層面積に基づき算定
幅		W(km)	200	断層面積に基づき算定
基準点北緯		N(°)	38.1035	本震の震源位置(気象庁)
基準点東経		E(°)	142.8610	本震の震源位置(気象庁)
基準点深さ		H(km)	23.7	本震の震源位置(気象庁)
上端深さ		h_u(km)	12.3	$h_u=H-w_1\sin\delta_1$, w_1=55 km
下端深さ		h_l(km)	68.9	$h_l=H+(100-w_1)\sin\delta_1+100\sin\delta_2$
断層面積		S(km^2)	100000	logS=M-4.0, 佐藤(1989)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	3.08	$M_0=16/7\times(S/\pi)^{3/2}\Delta\sigma$
地震モーメント		M_0(N･m)	4.00E+22	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	9.0	2011年東北地方太平洋沖地震
平均すべり量		D(cm)	854.3	$D=M_0/(\mu S)$
剛性率		μ(N/m^2)	4.68E+10	$\mu=\rho V_s^2$, ρ=3.08 g/cm^3 地震調査研究推進本部(2002)，(2005)
せん断波速度		V_s(km/s)	3.9	地震調査研究推進本部(2002)，(2005)
破壊伝播速度		V_r(km/s)	3.0	地震調査研究推進本部(2002)，(2005)
SMGA全体	面積	S_a(km^2)	12500	S_a=cS, c=0.125
	地震モーメント	M_{0a}(N･m)	1.00E+22	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	すべり量	D_a(cm)	1708.6	$D_a=2\times D$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	37.0	$\Delta\sigma_a=S/S_a\times\Delta\sigma\times1.5$
	短周期レベル	A_a(N･m/s^2)	4.46E+20	$A_a=(\Sigma A_{ai}^2)^{1/2}=5^{1/2}A_{a1}$
各SMGA	面積	S_{a1}(km^2)	2500	$S_{a1}=S_a/5$
	地震モーメント	M_{0a1}(N･m)	2.00E+21	$M_{0a1}=M_{0a}S_{a1}^{1.5}/\Sigma S_{ai}^{1.5}=M_{0a}/5$
	すべり量	D_{a1}(cm)	1708.6	$D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}$(MPa)	37.0	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$
	短周期レベル	A_{a1}(N･m/s^2)	1.99E+20	$A_{a1}=4\pi r_1\Delta\sigma_{a1}V_s^2$, $r_1=(S_{a1}/\pi)^{1/2}$
	ライズタイム	τ_{a1}(s)	8.33	$\tau_{a1}=0.5W_{ai}/V_r$, W_{ai}:SMGA幅
背景領域	面積	S_b(km^2)	87500	$S_b=S-S_a$
	地震モーメント	M_{0b}(N･m)	3.00E+22	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	すべり量	D_b(cm)	732.2	$D_b=M_{0b}/\mu S_b$
	応力降下量	$\Delta\sigma_b$(MPa)	7.4	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
	ライズタイム	τ_b(s)	33.33	$\tau_b=0.5W/V_r$, W:断層幅
Q値		Q	110f$^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-10　2011 年東北地方太平洋沖型地震の

地震動評価に用いる要素地震の諸元

（要素地震（北部））

項目		設定値
発生日時		2011 年 3 月10 日 6 時 23 分
気象庁マグニチュード		6.8
震央位置	東経（°）	143.05
	北緯（°）	38.17
震源深さ（km）		9.3
走向（°）※		22 ； 213
傾斜（°）※		68 ； 23
すべり角（°）※		85 ； 101
地震モーメント（N・m）※		5.51×10^{18}
コーナー周波数（Hz）		0.22
応力降下量（MPa）		11.8

※ F-netによる

（要素地震（南部））

項目		設定値
発生日時		2005 年 10 月 19 日 20 時 44 分
気象庁マグニチュード		6.3
震央位置	東経（°）	141.04
	北緯（°）	36.38
震源深さ（km）		48.3
走向（°）※		25 ； 209
傾斜（°）※		68 ； 22
すべり角（°）※		88 ； 94
地震モーメント（N・m）※		3.18×10^{18}
コーナー周波数（Hz）		0.31
応力降下量（MPa）		12.5

※ F-netによる

表 2-11　茨城県南部の地震の断層パラメータ

（基本震源モデル）

項目			設定値	設定方法
基準点（断層北西端）		N(°)	36.291	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端
		E(°)	140.06	
上端深さ		h(km)	38～54	フィリピン海プレートの上面位置
気象庁ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		Mj	7.3	Mj=Mw
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	7.3	中央防災会議(2013)
地震モーメント		M_0(N･m)	1.12E+20	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
走向		θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域
傾斜角		δ(°)	90	中央防災会議(2013)
ずれの種類		―	右横ずれ	長谷川ほか(2013)
すべり角		λ(°)	180	長谷川ほか(2013)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)
断層面積		S(km^2)	900	中央防災会議(2013)
長さ		L(km)	45	L=S/W
幅		W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ
密度		ρ(g/cm^3)	2.875	$\mu=\rho V_s^2$
せん断波速度		V_s(km/s)	4.0	佐藤(2003)
剛性率		μ(N/m^2)	4.6E+10	中央防災会議(2013)
平均すべり量		D(m)	2.55	$D=M_0/(\mu S)$
破壊伝播速度		V_r(km/s)	2.9	中央防災会議(2013)
高周波遮断係数		f_{max}(Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震
アスペリティ	面積	S_a(km^2)	150	中央防災会議(2013)
	すべり量	D_a(m)	5.1	$D_a=2D$
	地震モーメント	M_{0a}(N･m)	3.52E+19	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル（参考）	A(N･m/s^2)	8.61E+19	$A_a=4\pi r_a \Delta\sigma_a V_s^2$
背景領域	面積	S_b(km^2)	750	$S_b=S-S_a$
	すべり量	D_b(m)	2.23	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメント	M_{0b}(N･m)	7.7E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力	$\Delta\sigma_b$(MPa)	12.4	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
Q値		Q	$110f^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-12　茨城県南部の地震の検討ケース

ケース名	地震規模 M	断層傾斜角（°）	応力降下量（MPa）	アスペリティ位置	震源位置	等価震源距離（km）
基本震源モデル	7.3	90	62	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する 領域のうち敷地に近い位置	74.4
断層傾斜角の不確かさを考慮	7.3	38	62	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する 領域のうち敷地に近い位置	81.9
アスペリティ位置の不確かさを考慮	7.3	90	62	敷地に近くなるように海洋性地殻内の上端に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する 領域のうち敷地に近い位置	73.1
応力降下量の不確かさを考慮	7.3	90	77.59	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する 領域のうち敷地に近い位置	75.1
地震規模の不確かさを考慮	7.4	90	62	海洋性マントルの最上部に配置	フィリピン海プレート内の地震を想定する 領域のうち敷地に近い位置	74.5

表 2-13(1)　茨城県南部の地震の断層パラメータ

（不確かさを考慮したケース：断層傾斜角）

項目			設定値	設定方法
基準点（断層北西端）		N(°)	36.291	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端
		E(°)	140.06	
上端深さ		h(km)	38～52	フィリピン海プレートの上面位置
気象庁ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		Mj	7.3	Mj=Mw
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	7.3	中央防災会議(2013)
地震モーメント		M_0(N･m)	1.12E+20	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
走向		θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域
傾斜角		δ(°)	38	敷地へ向く傾斜角
ずれの種類		―	右横ずれ	長谷川ほか(2013)
		―	縦ずれ	破壊の進行方向が敷地に向かう設定
すべり角		λ(°)	180	長谷川ほか(2013):右横ずれの場合
		λ(°)	90	逆断層:縦ずれの場合
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)
断層面積		S(km^2)	900	中央防災会議(2013)
長さ		L(km)	45	L=S/W
幅		W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ
密度		ρ(g/cm^3)	2.875	$\mu=\rho V_s^2$
せん断波速度		V_s(km/s)	4.0	佐藤(2003)
剛性率		μ(N/m^2)	4.6E+10	中央防災会議(2013)
平均すべり量		D(m)	2.55	$D=M_0/(\mu S)$
破壊伝播速度		V_r(km/s)	2.9	中央防災会議(2013)
高周波遮断係数		f_{max}(Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震
アスペリティ	面積	S_a(km^2)	150	中央防災会議(2013)
	すべり量	D_a(m)	5.1	$D_a=2D$
	地震モーメント	M_{0a}(N･m)	3.52E+19	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル（参考）	A($N･m/s^2$)	8.61E+19	$A_a=4\pi r_a \Delta\sigma_a V_s^2$
背景領域	面積	S_b(km^2)	750	$S_b=S-S_a$
	すべり量	D_b(m)	2.23	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメント	M_{0b}(N･m)	7.7E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力	$\Delta\sigma_b$(MPa)	12.4	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
Q値		Q	$110f^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-13(2)　茨城県南部の地震の断層パラメータ

（不確かさを考慮したケース：アスペリティ位置）

項目			設定値	設定方法
基準点（断層北西端）		N(°)	36.291	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端
		E(°)	140.06	
上端深さ		h(km)	38～54	フィリピン海プレートの上面位置
気象庁ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		Mj	7.3	Mj=Mw
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	7.3	中央防災会議(2013)
地震モーメント		M_0(N･m)	1.12E+20	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
走向		θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域
傾斜角		δ(°)	90	中央防災会議(2013)
ずれの種類		―	右横ずれ	長谷川ほか(2013)
すべり角		λ(°)	180	長谷川ほか(2013)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)
断層面積		S(km^2)	900	中央防災会議(2013)
長さ		L(km)	45	L=S/W
幅		W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ
密度		ρ(g/cm^3)	2.875	$\mu=\rho V_s^2$
せん断波速度		V_s(km/s)	4.0	佐藤(2003)
剛性率		μ(N/m^2)	4.6E+10	中央防災会議(2013)
平均すべり量		D(m)	2.55	$D=M_0/(\mu S)$
破壊伝播速度		V_r(km/s)	2.9	中央防災会議(2013)
高周波遮断係数		f_{max}(Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震
アスペリティ	面積	S_a(km^2)	150	中央防災会議(2013)
	すべり量	D_a(m)	5.1	$D_a=2D$
	地震モーメント	M_{0a}(N･m)	3.52E+19	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル（参考）	A(N･m/s^2)	8.61E+19	$A_a=4\pi r_a \Delta\sigma_a V_s^2$
背景領域	面積	S_b(km^2)	750	$S_b=S-S_a$
	すべり量	D_b(m)	2.23	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメント	M_{0b}(N･m)	7.7E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力	$\Delta\sigma_b$(MPa)	12.4	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
Q値		Q	$110f^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-13(3)　茨城県南部の地震の断層パラメータ

（不確かさを考慮したケース：応力降下量）

項目			設定値	設定方法
基準点（断層北西端）		N(°)	36.291	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端
		E(°)	140.06	
上端深さ		h(km)	42～54	フィリピン海プレートの上面位置
気象庁ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		Mj	7.3	Mj=Mw
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	7.3	中央防災会議(2013)
地震モーメント		M_0(N･m)	1.12E+20	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
走向		θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域
傾斜角		δ(°)	90	中央防災会議(2013)
ずれの種類		―	右横ずれ	長谷川ほか(2013)
すべり角		λ(°)	180	長谷川ほか(2013)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	15.37	$\Delta\sigma=(7\pi^{1.5}/16)(M_0/S^{1.5})$
断層面積		S(km^2)	681	$S=(49\pi^4\beta^4M_0^2)/(16A^2S_a)$
長さ		L(km)	34.07	L=S/W
幅		W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ
密度		ρ(g/cm^3)	2.875	$\mu=\rho V_s^2$
せん断波速度		V_s(km/s)	4.0	佐藤(2003)
剛性率		μ(N/m^2)	4.6E+10	中央防災会議(2013)
平均すべり量		D(m)	3.58	$D=M_0/(\mu S)$
破壊伝播速度		V_r(km/s)	2.9	中央防災会議(2013)
短周期レベル		A(N･m/s^2)	1.02E+20	$A=9.84\times10^{17}\times M_0^{1/3}$[dyne-cm]（笹谷ほか(2006)の$M_0$-A関係）
高周波遮断係数		f_{max}(Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震
アスペリティ	面積	S_a(km^2)	135	$S_a=1.25\times10^{-16}M_0^{2/3}$[dyne-cm]（笹谷ほか(2006)の$M_0$-$S_a$関係）
	すべり量	D_a(m)	7.16	$D_a=2D$
	地震モーメント	M_{0a}(N･m)	4.45E+19	$M_{0a}=\mu D_aS_a$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	77.59	$\Delta\sigma_a=A/(4\pi\beta^2)/(S_a/\pi)^{0.5}$
背景領域	面積	S_b(km^2)	546	$S_b=S-S_a$
	すべり量	D_b(m)	2.70	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメント	M_{0b}(N･m)	6.77E+19	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力	$\Delta\sigma_b$(MPa)	15.52	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
Q値		Q	$110f^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-13(4)　茨城県南部の地震の断層パラメータ

（不確かさを考慮したケース：地震規模）

項目			設定値	設定方法
基準点（断層北西端）		N(°)	36.291	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域の北端
		E(°)	140.06	
上端深さ		h(km)	34～54	フィリピン海プレートの上面位置
気象庁ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		Mj	7.4	Mj=Mw
ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ		M_W	7.4	与条件
地震モーメント		M_0(N･m)	1.58E+20	$\log M_0=1.5M_w+9.1$, Hanks and Kanamori (1979)
走向		θ(°)	140.7	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレート内の地震を想定する領域
傾斜角		δ(°)	90	中央防災会議(2013)
ずれの種類		―	右横ずれ	長谷川ほか(2013)
すべり角		λ(°)	180	長谷川ほか(2013)
平均応力降下量		$\Delta\sigma$(MPa)	10.3	中央防災会議(2013)
断層面積		S(km^2)	1120	与条件より算定
長さ		L(km)	56	L=S/W
幅		W(km)	20	中央防災会議(2013)のフィリピン海プレートの厚さ
密度		ρ(g/cm^3)	2.875	$\mu=\rho V_s^2$
せん断波速度		V_s(km/s)	4.0	佐藤(2003)
剛性率		μ(N/m^2)	4.6E+10	中央防災会議(2013)
平均すべり量		D(m)	3.08	$D=M_0/(\mu S)$
破壊伝播速度		V_r(km/s)	2.9	中央防災会議(2013)
高周波遮断係数		f_{max}(Hz)	13.5	地震調査研究推進本部の海溝型地震
アスペリティ全体	面積	S_a(km^2)	187	$S_a=0.167S$
	すべり量	D_a(m)	6.15	$D_a=2D$
	地震モーメント	M_{0a}(N･m)	5.28E+19	$M_{0a}=\mu D_a S_a$
	応力降下量	$\Delta\sigma_a$(MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル（参考）	A_a(N･m/s^2)	9.61E+19	$A_a=4\pi r_a \Delta\sigma_a V_s^2$
各アスペリティ	面積	S_{a1}(km^2)	93	$S_{a1}=S_a/2$
	すべり量	D_{a1}(m)	6.15	$D_{a1}=D_a$
	地震モーメント	M_{0a1}(N･m)	2.64E+19	$M_{0a1}=\mu D_{a1} S_{a1}$
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}$(MPa)	62	中央防災会議(2013)
	短周期レベル（参考）	A_{a1}(N･m/s^2)	6.79E+19	$A_{a1}=4\pi r_{a1} \Delta\sigma_{a1} V_s^2$
背景領域	面積	S_b(km^2)	933	$S_b=S-S_a$
	すべり量	D_b(m)	2.46	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$
	地震モーメント	M_{0b}(N･m)	1.06E+20	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$
	実効応力	$\Delta\sigma_b$(MPa)	12.4	$\Delta\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$
Q値		Q	$110f^{0.69}$	佐藤ほか(1994)

表 2-14　検討対象とする内陸地殻内地震

No	地震名	日時	規模
1	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14, 08:43	Mw6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06, 13:30	Mw6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/03/12, 03:59	Mw6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26, 17:31	Mw6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/07/26, 07:13	Mw6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11, 03:12	Mw6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13, 14:38	Mw6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03, 16:58	Mw5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/03/15, 22:31	Mw5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/06/25, 18:50	Mw5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/03/19, 18:56	Mw5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/02/25, 16:23	Mw5.8
13	2004年北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14, 14:56	Mw5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20, 06:11	Mw5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/03/10, 02:25	Mw5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05, 19:18	Mw5.0

表 2-15　2008 年岩手・宮城内陸地震の震源域と敷地近傍の比較

項目	比較結果	2008年岩手・宮城内陸地震の震源域	敷地近傍
地質	△	・震源域近傍には，主に中新統から鮮新統の堆積岩・火山岩等，第四系の火山岩類が分布する。	・敷地近傍には，中新統の堆積岩，鮮新統の堆積岩，更新統の段丘堆積物等，完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。
地質構造	×	・震源域近傍には，中新世以降に形成された褶曲構造が認められる。 ・カルデラが密集することから，地質構造が複雑である。	・敷地近傍に広く分布する鮮新統～下部更新統(久米層)及びこれを不整合に覆う上部更新統はほぼ水平に分布している。 ・敷地近傍にカルデラは分布しない。
変動地形等	×	・下記の観点より，震源域近傍は変動地形等の認識が難しい地域である。 －震源域は山間部に位置し，近傍に河成段丘が一部分布するのみであり，指標となる地形が少ない。 －大規模地すべりを含めた地すべりが密集している。 ・田力ほか(2009)によると，杁木立付近には短いながら明瞭な断層変位地形があり，低位段丘礫層堆積期以降に複数回，比較的活発な活動を繰り返していることが明らかとなった。	・下記の観点より，敷地近傍は変動地形等が認識しやすい地域である。 －陸域には後期更新世以降に形成された段丘面が広く分布している。 －地すべりが認められない。 －海域には堆積層からなる鮮新統及び下部更新統が水平に広く分布している。 ・変動地形学的調査の結果，敷地近傍陸域に変動地形は認められない。
火山	×	・火山フロントに近接する。	・火山フロントの遠方に位置する。
地震地体構造	×	・東北日本弧内帯（8C） (垣見ほか(2003))	・東北日本弧外帯（8B） (垣見ほか(2003))
応力場	×	・防災科学技術研究所(2013)において，ひずみ集中帯と指摘されている。 ・東西圧縮の逆断層型が卓越	・ひずみ集中帯と指摘している文献はない。 ・敷地周辺の茨城県北部では南西－北東引張の正断層型が卓越

【凡例】　○：類似性あり，△：類似性低い～一部あり，×：類似性なし

表 2-16　2000 年鳥取県西部地震の震源域と敷地近傍の比較

項目	比較結果	2000年鳥取県西部地震の震源域	敷地近傍
地質	×	・震源域近傍には，主に白亜系～古第三系の花崗岩及び中新統の安山岩～玄武岩の岩脈が分布する。	・敷地近傍には，中新統の堆積岩，鮮新統の堆積岩，更新統の段丘堆積物等，完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。
地質構造	×	・第四紀中期以降に新たに断層面を形成して，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。	・敷地近傍に広く分布する鮮新統～下部更新統(久米層)及びこれを不整合に覆う上部更新統はほぼ水平に分布している。
変動地形等	×	・下記の観点より，震源域近傍は変動地形等の認識が難しい地域である。 － 岡田(2002)によると，震源域近傍の活断層の特徴として，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。 ・震源域に震源断層の方向とほぼ一致する短く断続するリニアメント群が判読されるとともにリニアメント沿いで水平に近い条線をもつ断層露頭が多く確認され，これらの断層は横ずれ断層に伴うフラワー構造を呈して地下では1本の断層に収斂すると推測されている。	・下記の観点より，敷地近傍は変動地形等が認識しやすい地域である。 － 陸域には後期更新世以降に形成された段丘面が広く分布している。 － 地すべりが認められない。 － 海域には堆積層からなる鮮新統及び下部更新統が水平に広く分布している。 ・変動地形学的調査の結果，敷地近傍陸域に変動地形は認められない。
火山	×	・火山フロントに近接する。	・火山フロントの遠方に位置する。
地震地体構造	×	・中国山地・瀬戸内海（10C5）(垣見ほか(2003))	・東北日本弧外帯（8B）(垣見ほか(2003))
応力場	×	・西村(2014)において，ひずみ集中帯と指摘されている。 ・東西圧縮の横ずれ断層型が卓越	・ひずみ集中帯と指摘している文献はない。 ・敷地周辺の茨城県北部では南西－北東引張の正断層型が卓越

【凡例】　○：類似性あり，△：類似性低い～一部あり，×：類似性なし

表 2-17　震源を特定せず策定する地震動の設定に用いる地盤構造モデル

（地盤物性の影響を考慮した検討）

上面 G.L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm^3)	水平成分			鉛直成分		
			S波速度 (m/s)	減衰定数※		P波速度 (m/s)	減衰定数※	
				h_0	α		h_0	α
0	309	–	–	–	–	–	–	–
−309	338	1.71	700	0.042	1.947	1855	0.339	1.969
−647	323	2.11	1200			2610		
−970	9	2.24	1500			3100		
−979	21	2.42	2000			3950		
−1000	10	2.57	2500			4800		

※ $h=h_0 \times f^{-\alpha}$　ここでfは周波数(Hz)

（PS検層に基づく検討）

上面 G.L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm^3)	水平成分			鉛直成分		
			S波速度 (m/s)	減衰定数※		P波速度 (m/s)	減衰定数※	
				h_0	α		h_0	α
0	309	–	–	–	–	–	–	–
−309	95	1.71	700	0.042	1.947	1855	0.339	1.969
−404	95	1.71	767			1950		
−499	95	1.71	855			2060		
−594	53	1.71	950			2200		
−647	323	2.11	1200			2610		
−970	9	2.24	1500			3100		
−979	21	2.42	2000			3950		
−1000	10	2.57	2500			4800		

※ $h=h_0 \times f^{-\alpha}$　ここでfは周波数(Hz)

表 2-18　設計用応答スペクトルのコントロールポイント

（水平成分）

応答スペクトル		コントロールポイント							
		T_A	T_B	T_C	T_D	T_E	T_F	T_G	T_H
$Ss-D_H$	周期 (s)	0.02	0.06	0.10	0.17	0.30	0.60	2.00	5.00
	速度 (cm/s)	2.546	18.144	38.197	68.994	116.979	165.000	200.000	200.000

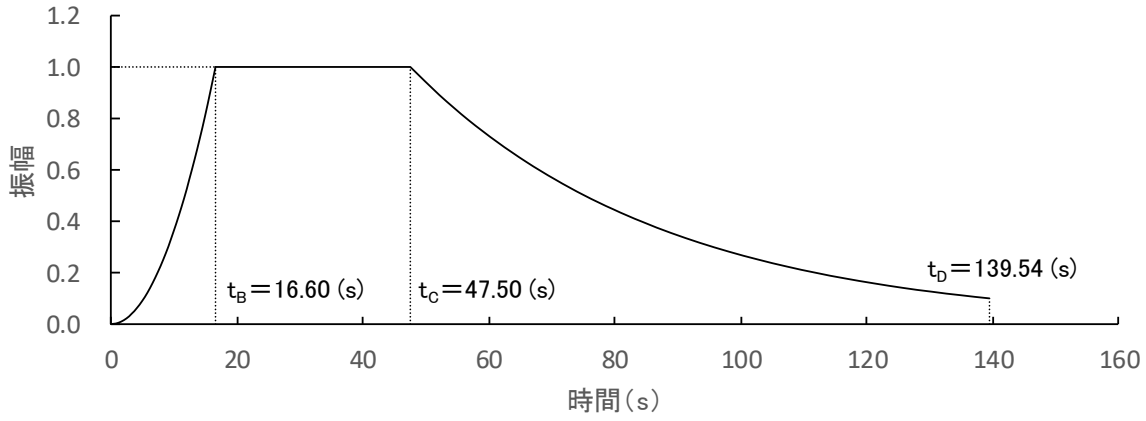
（鉛直成分）

応答スペクトル		コントロールポイント						
		T_A	T_B	T_C	T_D	T_E	T_F	T_G
$Ss-D_V$	周期 (s)	0.02	0.03	0.07	0.20	0.60	1.00	5.00
	速度 (cm/s)	1.846	4.536	16.154	70.028	114.592	125.000	125.000

※ T_A～T_Hは周期(s)

表 2-19　振幅包絡線の経時的変化

種別	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的変化(s)		
		t_B	t_C	t_D
Ss-D_H	139.54	16.60	47.50	139.54
Ss-D_V	139.54	16.60	47.50	139.54



M＝8.3，Xeq＝136.5 kmとして評価

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

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

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

$$E(t)=\begin{cases}(t/t_B)^2 & 0 \le t \le t_B \\ 1 & t_B \le t \le t_C \\ \exp[(\ln 0.1)(t-t_C)/(t_D-t_C)] & t_C \le t \le t_D\end{cases}$$

表 2-20　基準地震動 Ss の最大加速度

基準地震動		最大加速度 (cm/s^2)		
		NS成分	EW成分	UD成分
Ss-D	応答スペクトル手法による基準地震動	800		580
Ss-1	F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震 （短周期レベルの不確かさ，破壊開始点3）	617	451	401
Ss-2	2011年東北地方太平洋沖型地震 （SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳）	952	911	570

基準津波の策定

1. 概要

基準津波の策定に当たり選定する敷地に最も影響を及ぼす波源については，近隣の原子力科学研究所(JRR-3)での津波評価を参照する。なお JRR-3 の津波評価では，最新の知見を踏まえ，地質構造及び地震活動性等の地震学的見地から想定することが適切な波源を選定しており，津波発生要因としては以下の要因を検討している。

・2011 年東北地方太平洋沖型地震津波
・茨城県沖から房総沖に想定する津波
・海洋プレート内地震
・海域の活断層による地殻内地震
・陸上及び海底での地すべり並びに斜面崩壊
・火山現象

評価の結果，原子力科学研究所(JRR-3)敷地に最も影響を及ぼす波源としては，茨城県沖から房総沖に想定する津波波源としている。

以上を踏まえ，再処理施設敷地に最も影響を及ぼす波源として茨城県沖から房総沖に想定する津波波源を選定し，基準津波を策定した。

2. 基準津波の策定

2.1 津波の水位評価

(1) 評価方法

基準津波は，敷地の代表的な地点の津波高さを指標とし，特性化波源モデルにより不確かさを考慮したパラメータスタディを実施して，敷地への影響が最も大きくなるような津波を選定し，策定する。施設は海から取水しないため，水位上昇側の評価のみ実施する。敷地の代表的な地点としては，新川河口付近の 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波の痕跡高調査地点のうち最も海域側にある地点を選定した(以降，「核サ研 1 地点」と呼ぶ。)。なお，水位評価は土木学会(2016)[(1)]を参考に実施した。

(2) 特性化波源モデルの設定

特性化波源モデルについては，原子力科学研究所(JRR-3)での検討を踏まえ，茨城県沖から房総沖の範囲において平均応力降下量⊿σを3.0 Mpa，剛性率μを4.7×10^{10} N/m^2，断層の平均すべり量を6.1 mとするモーメントマグニチュードＭｗ8.7の波源を設定した。またすべりの不均一性について超大すべり域，大すべり域及び背景領域を設定し，すべり量をそれぞれ平均すべり量の4倍，2倍，0.62倍に，面積を全体のおよそ5 %，15 %，80 %となるように設定した。超大すべり域，大すべり域については，海溝軸付近に配置した。

特性化波源モデルの諸元を図1-1に示す。

(3) パラメータスタディ

特性化波源モデルにおける大すべり域，超大すべり域の位置について，茨城県沖から房総沖の範囲で南北に移動させ，波源位置の不確かさを考慮したパラメータスタディを実施し，最も水位が大きくなる波源位置を選定した。選定された波源位置において，断層の破壊開始点，破壊伝播速度及び立ち上がり時間の不確かさを合理的と考えられる範囲で変化させたパラメータスタディを実施した。

具体的には，破壊伝播速度については，1.0 km/s～3.0 km/s の範囲で設定した。破壊開始点については，複数設定した，立ち上がり時間については，30秒及び60秒を設定した。パラメータスタディの設定を図1-2に，数値シミュレーションの計算条件を表1-1に，計算格子を図1-3に示す。またパラメータスタディの結果を表1-2及び表1-3に示す。

(4) 評価結果

津波高さの評価結果を図1-4に示す。

2.2 基準津波の選定

以上の検討結果に基づき，水位上昇側で敷地に最も影響を及ぼす波源となる，茨城県沖から房総沖に想定する津波波源（大すべりの位置：ケース2，破壊開始点：⑥，破壊伝播速度：3.0 km/s，立ち上がり時間：30秒）を，基準津波の波源とする。

基準津波は，時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう，敷地前面の沖合い約19 kmの位置で策定した。基準津波策定位置を図1-5に，基準津波策定位置における時刻歴波形を図1-6に示す。

なお，基準津波による核サ研1地点での津波高さはT.P.+11.1 m（浸水深8.1 m)であり，茨城県(2012)[(2)]による津波評価を上回ることを確認した。茨城県による浸水深分布図について図1-7に示す。

（参考文献）

(1)　土木学会. 原子力発電所の津波評価技術 2016 平成 28 年 9 月. 土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会, 2016, 2017-09-06, <http://committees.jsce.or.jp/ceofnp/node/84>.

(2)　茨城県. “茨城県津波浸水想定／茨城県” 平成 24 年 8 月. 茨城沿岸津波対策検討委員会, 2012, 2016-03-18, <http://www.pref.ibaraki.jp/doboku/kasen/coast/035100.html>.

表 1-1　計算条件

項目	条件	備考
計算領域	北海道から千葉房総付近までの太平洋 （南北約 1300 km、東西約 800 km）	
メッシュ構成	沖合 4320 m→2160 m→720 m→沿岸域 240 m→敷地周辺 80 m→40 m→20 m→10 m→5 m	
基礎方程式	非線形長波理論	
計算スキーム	スタッガード格子、リープ・フロッグ法	
初期変位量	Mansinha and Smylie(1971)の方法	立ち上がり時間 30 秒
境界条件	沖側：後藤・小川(1982)の自由透過の条件 陸側：敷地周辺(計算格子間隔 80 m～5 m)の領域は小谷ほか(1998)の陸上遡上境界条件それ以外は完全反射条件	
越流条件	防波堤：本間公式(1940) 護岸：相田公式(1977)	
防潮堤	鉛直無限壁	
海底摩擦係数	マニングの粗度係数(n = 0.03 $m^{-1/3}s$)	
水平渦動粘性係数	考慮していない(Ｋｈ = 0)	
計算時間間隔	⊿ｔ ＝ 0.05 秒	C.F.L.条件を満たすように設定
計算時間	津波発生後 240 分間	十分な計算時間となるように設定
潮位条件	朔望平均満潮位：T.P.+0.61 m 敷地の地盤変動量：0.44 m	茨城港常陸那珂港区(茨城港日立港区)の潮位表(昭和 59 年～平成 21 年)を用いて設定

表 1-2(1)　パラメータスタディ結果（大すべり域，超大すべり域の位置）

（波源位置のパラメータスタディ結果:A モデル）

位置		核サ研１地点
		津波高さ(T.P. m)
基準	A-1	10.5
南へ 10 km 移動	A-2	10.8
南へ 20 km 移動	A-3	10.8
南へ 30 km 移動	A-4	10.5
南へ 40 km 移動	A-5	9.9
南へ 50 km 移動	A-6	9.2
南へ 60 km 移動	A-7	8.4
南へ 70 km 移動	A-8	7.7
南へ 80 km 移動	A-9	6.9
南へ 90 km 移動	A-10	6.0

（波源位置のパラメータスタディ結果:B モデル）

位置		核サ研１地点
		津波高さ(T.P. m)
北へ 10km 移動※	B-1	10.9
基準	B-2	11.0（11.00）
南へ 10 km 移動	B-3	11.0（10.94）
南へ 20 km 移動	B-4	10.6
南へ 30 km 移動	B-5	10.1
南へ 40 km 移動	B-6	9.4
南へ 50 km 移動	B-7	8.5
南へ 60 km 移動	B-8	7.8
南へ 70 km 移動	B-9	7.0

※大すべり域は基準の位置、超大すべり域のみ移動

表 1-2(2)　パラメータスタディ結果（破壊開始点，破壊伝播速度，立ち上がり時間）

（破壊開始点、破壊伝播速度のパラメータスタディ結果）

B-2 位置	原科研 1 地点　津波高さ(T.P. m)				
	破壊伝播速度				
破壊開始点	1.0 km/s	1.5 km/s	2.0 km/s	2.5 km/s	3.0 km/s
①	9.9	10.3	10.5	10.6	10.7
②	9.7	10.1	10.3	10.5	10.6
③	10.2	10.4	10.6	10.7	10.8
④	10.7	10.9	11.0	11.0	11.0
⑤	10.5	10.6	10.7	10.8	10.8
⑥	10.8	11.0	11.0	11.0	11.1

立ち上がり時間：30 秒

（立ち上がり時間のパラメータスタディ結果）

B-2 位置	破壊開始点⑥，破壊伝播速度：3.0 km/s
立ち上がり時間(秒)	核サ研 1 地点 津波高さ(T.P. m)
30	11.1
60	10.8

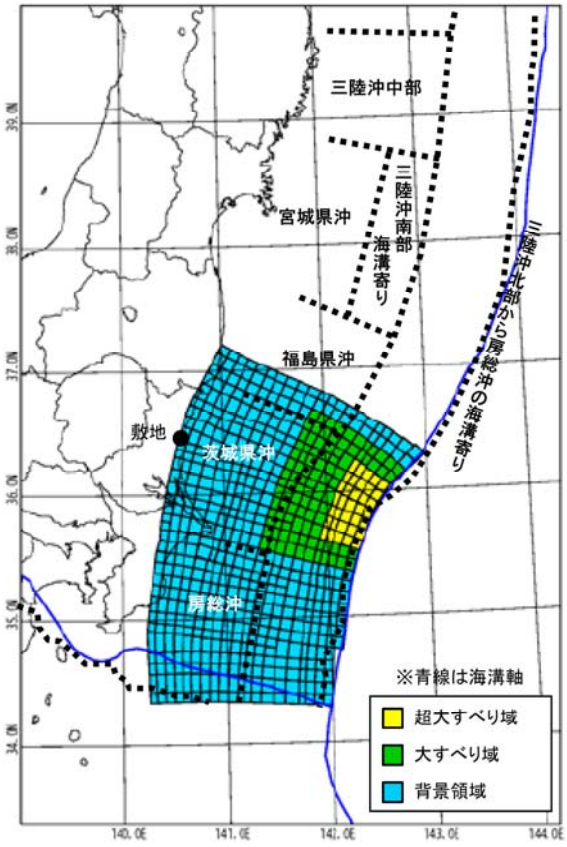
表 1-3　パラメータスタディ結果

選定された敷地に最も影響する波源パラメータ				津波高さ （核サ研 1 地点）
大すべり域，超大すべり域の位置	破壊開始点	破壊伝播速度	立ち上がり時間	
B-2 位置 （基準）	⑥	3.0 km/s	30 秒	T.P.+11.1 m

パラメータ	設定値
断層面積：S	53684 km^2
平均応力降下量：$\Delta\sigma$	3.0 MPa
剛性率：μ	4.7×10^{10} N/m^2
モーメントマグニチュード：Mw	8.7
平均すべり量：D	6.1 m
地震モーメント：M_0	1.5×10^{22} N m

パラメータ		設定値
超大すべり域	すべり量	24.3 m
	面積比率（断層面積）	全体面積の5 %（2659 km^2）※
大すべり域	すべり量	12.1 m
	面積比率（断層面積）	全体面積の15 %（8231 km^2）※
背景領域	すべり量	3.8 m
	面積比率（断層面積）	全体面積の80 %（42794 km^2）※

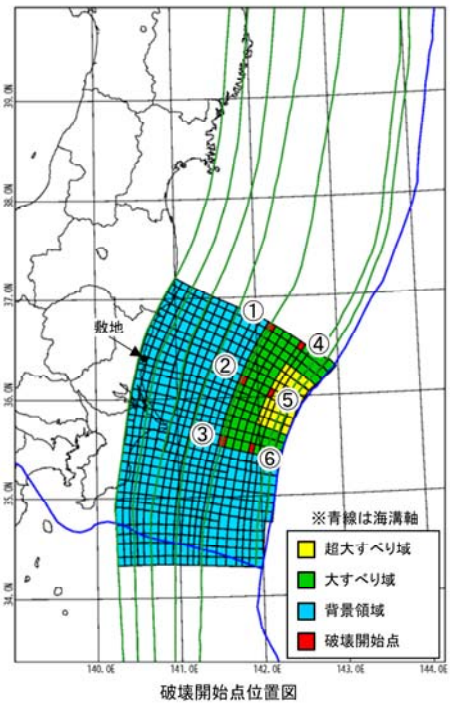
※ 断層面積は右図の特性化波源モデル値
ただし，超大すべり域，大すべり域の位置により若干変動する



特性化波源モデル（一例）

図 1-1　茨城沖から房総沖に想定する津波波源モデル

項目	設定値
破壊開始点	①～⑥（右図参照）
破壊伝播速度	1.0 km/s，1.5 km/s，2.0 km/s， 2.5 km/s，3.0 km/s
立ち上がり時間	30 秒，60 秒



破壊開始点位置図

図 1-2　断層の破壊伝播現象を考慮したパラメータスタディの設定

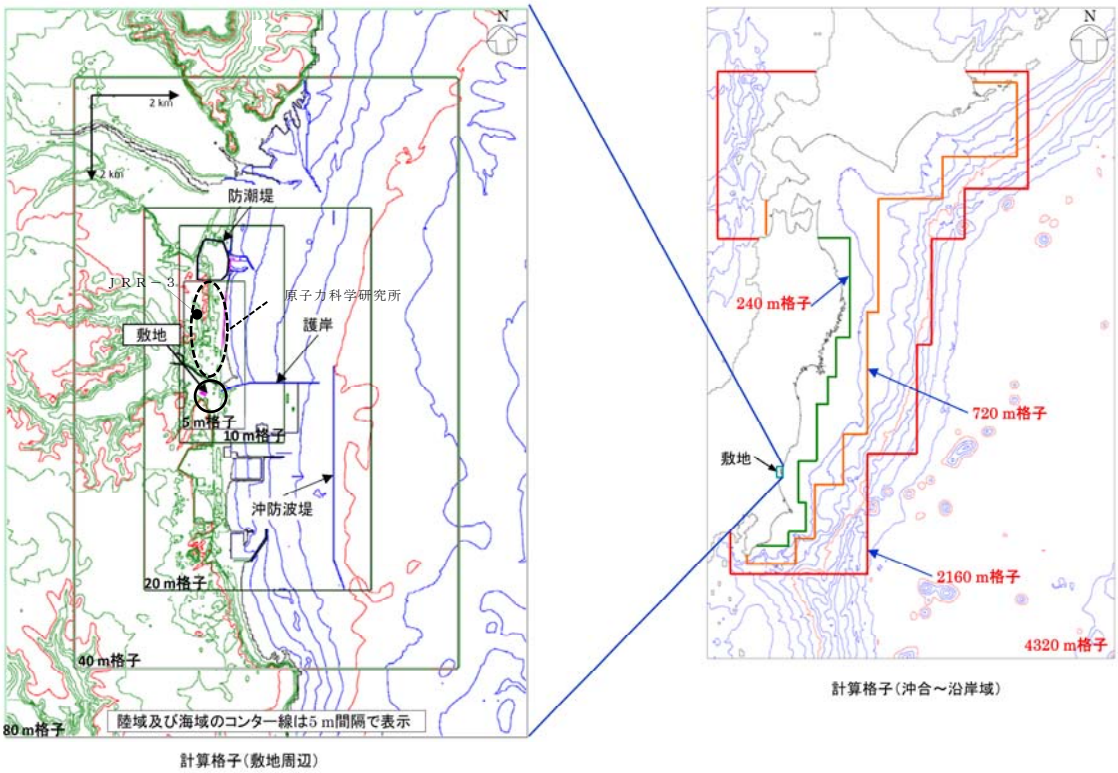

N
2 km
2 km
防潮堤
ＪＲＲ－３
原子力科学研究所
護岸
敷地
5 m格子
10 m格子
沖防波堤
20 m格子
40 m格子
80 m格子
陸域及び海域のコンター線は5 m間隔で表示
計算格子（敷地周辺）
N
240 m格子
720 m格子
敷地
2160 m格子
4320 m格子
計算格子（沖合～沿岸域）

図 1-3　計算格子

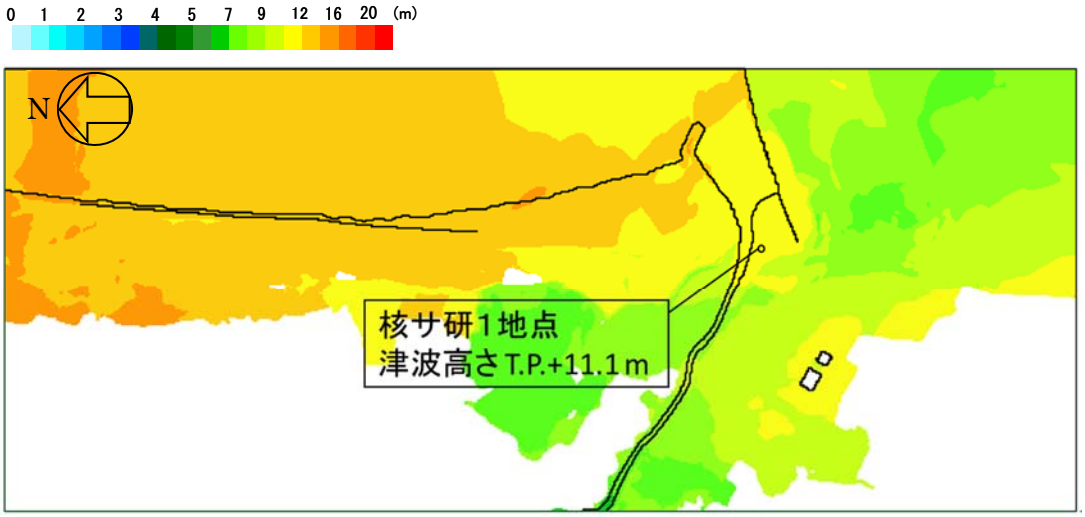


図 1-4　津波高さ評価結果

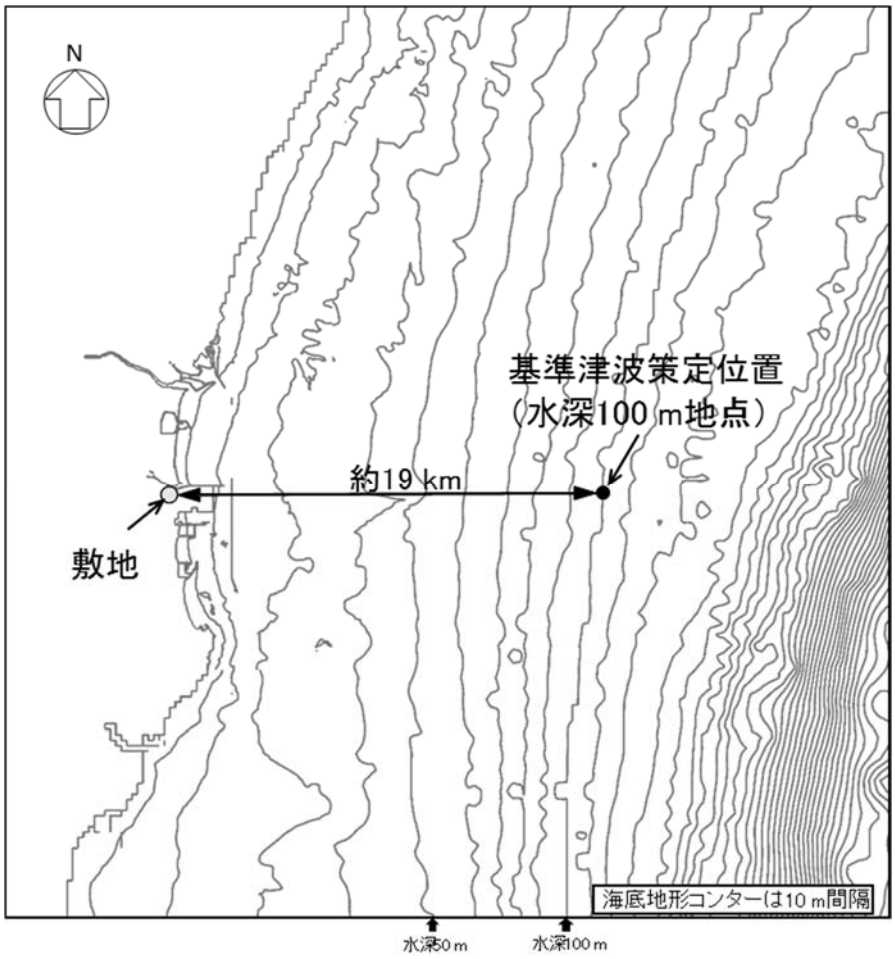


図 1-5　基準津波策定位置

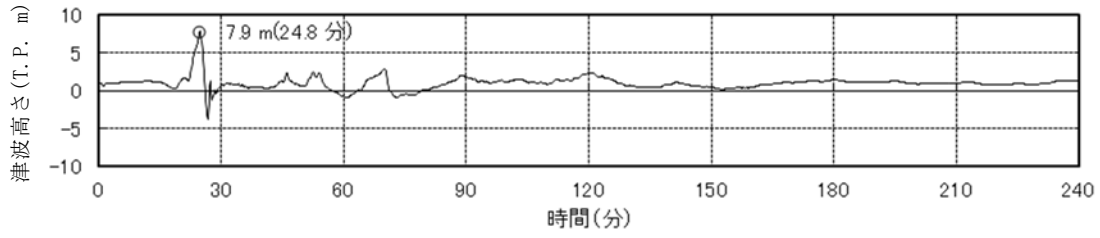


図 1-6　基準津波策定位置における時刻歴波形

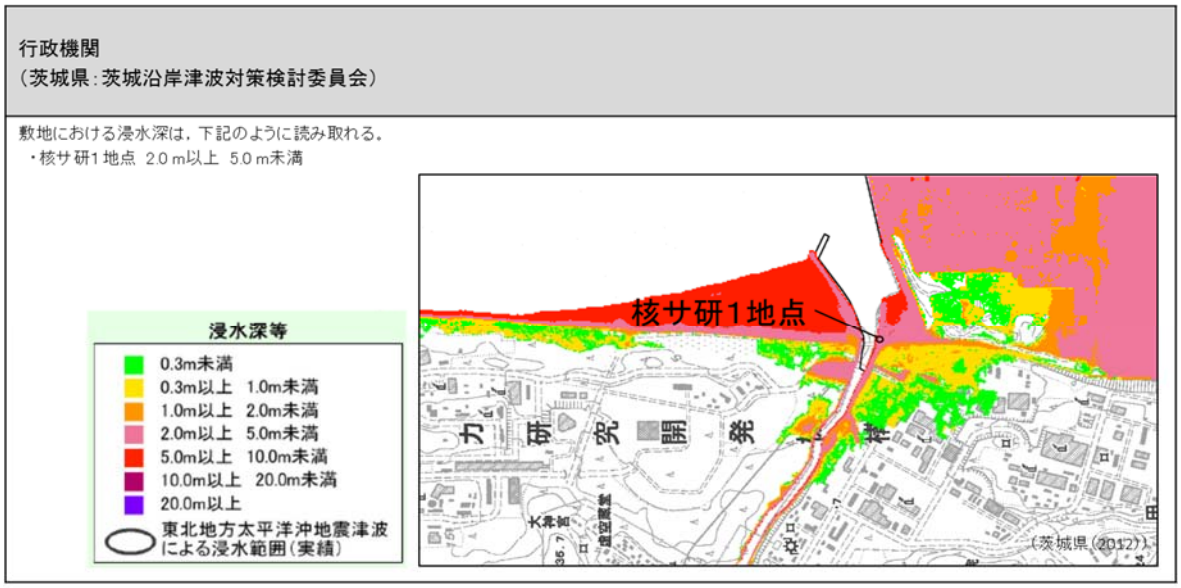


図 1-7　行政機関による評価

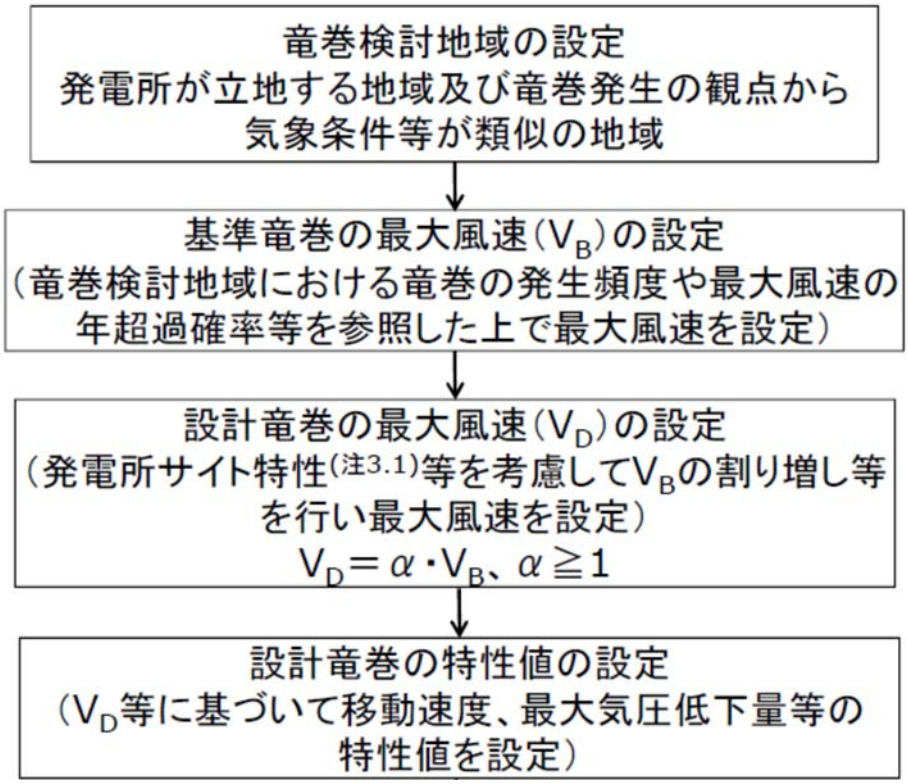
基準竜巻及び設計竜巻の設定

1. 基準竜巻及び設計竜巻の設定

1.1 概要

再処理施設の竜巻影響評価は,「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド[(1)]」(以下「竜巻影響評価ガイド」という。)に基づき実施する。「竜巻影響評価ガイド[(1)]」によると，竜巻影響評価に用いる基準竜巻及び設計竜巻の設定は，図 1.1－1 のフローで行うこととされている。

ここでは,「竜巻影響評価ガイド[(1)]」の記載における「発電所」を「再処理施設」とみなして評価及び設定を行う。



(注 3.1)　地形効果による竜巻の増幅特性等)

図 1.1-1　基準竜巻及び設計竜巻の設定フロー

1.2 竜巻検討地域の設定

1.2.1 気象総観場の分析

気象庁の「竜巻等の突風データベース[2]」にて公開されている総観場を，低気圧，台風，停滞前線，局所性降雨，季節風，その他(高気圧等)の 6 つに分類した。その際に，独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究[3]」（以下，東京工芸大委託成果という。）を参考にした。

「竜巻等の突風データベース[2]」にて公開されている 1961 年 1 月～2016 年 3 月の竜巻の発生位置を図 1.2.1-1 に，発生要因別の分布図を図 1.2.1-2～図 1.2.1-7 に示す。

これらから低気圧起因による竜巻は全国で発生していることが分かる。台風起因による竜巻は，宮城県より南の太平洋側にて発生しており，日本海側では発生していないこと，停滞前線起因による竜巻は北海道では発生していないこと及び局所性降雨起因による竜巻は内陸部でも発生が見られることが分かる。一方，季節風やその他（高気圧等）の起因による竜巻は比較的少ないことが分かる。

また，都道府県別の竜巻発生要因数と発生要因比率についても算出し，その結果を図 1.2.1-8～図 1.2.1-9 に示す。都道府県別の竜巻発生要因数を見ると，本州より南では沖縄県での発生数が多く，次いで太平洋側では高知県，宮崎県，鹿児島県，千葉県，静岡県，愛知県に発生が確認できる。日本海側では，秋田県，新潟県，石川県で多く発生が見られる。

都道府県別の竜巻発生要因比率では，全国的に低気圧起因の比率が高く，次いで停滞前線起因の比率となる。特に停滞前線は広島県，岡山県，香川県，愛媛県の瀬戸内海付近に多く見られることが分かる。また，台風起因は太平洋側にのみ見られ，日本海側では発生しておらず，特に宮城県から東京都，静岡県から三重県，高知県，宮崎県から鹿児島県で発生が確認できる。

停滞前線起因と台風起因による竜巻に地域性が見られ，その発生数を表 1.2.1-1 に示す。

発生数及び起因別の発生数を比較して，宮城県～和歌山県，徳島県～高知県，宮崎県～鹿児島県，沖縄県の地域に多数の竜巻が発生していることが分かる。

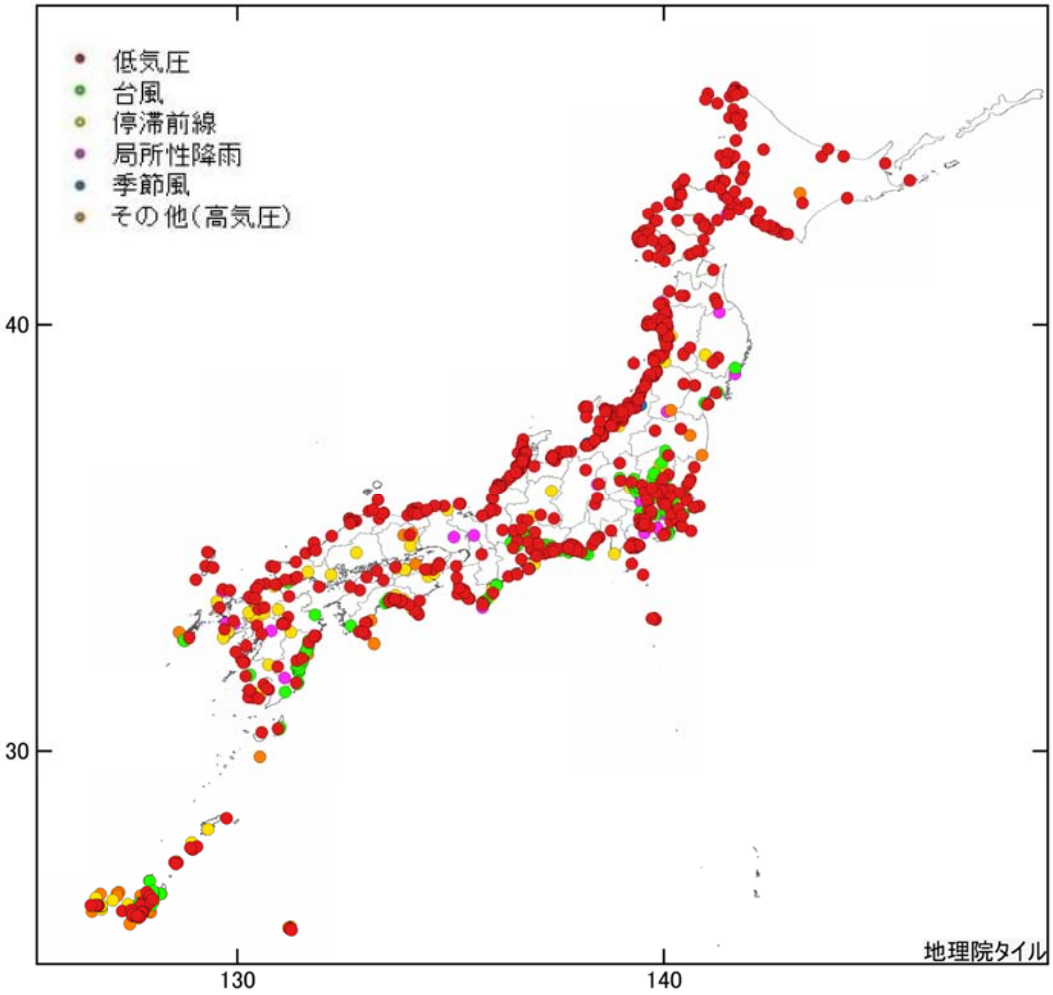


図 1.2.1-1　1961 年 1 月～2016 年 3 月に発生した竜巻の分布

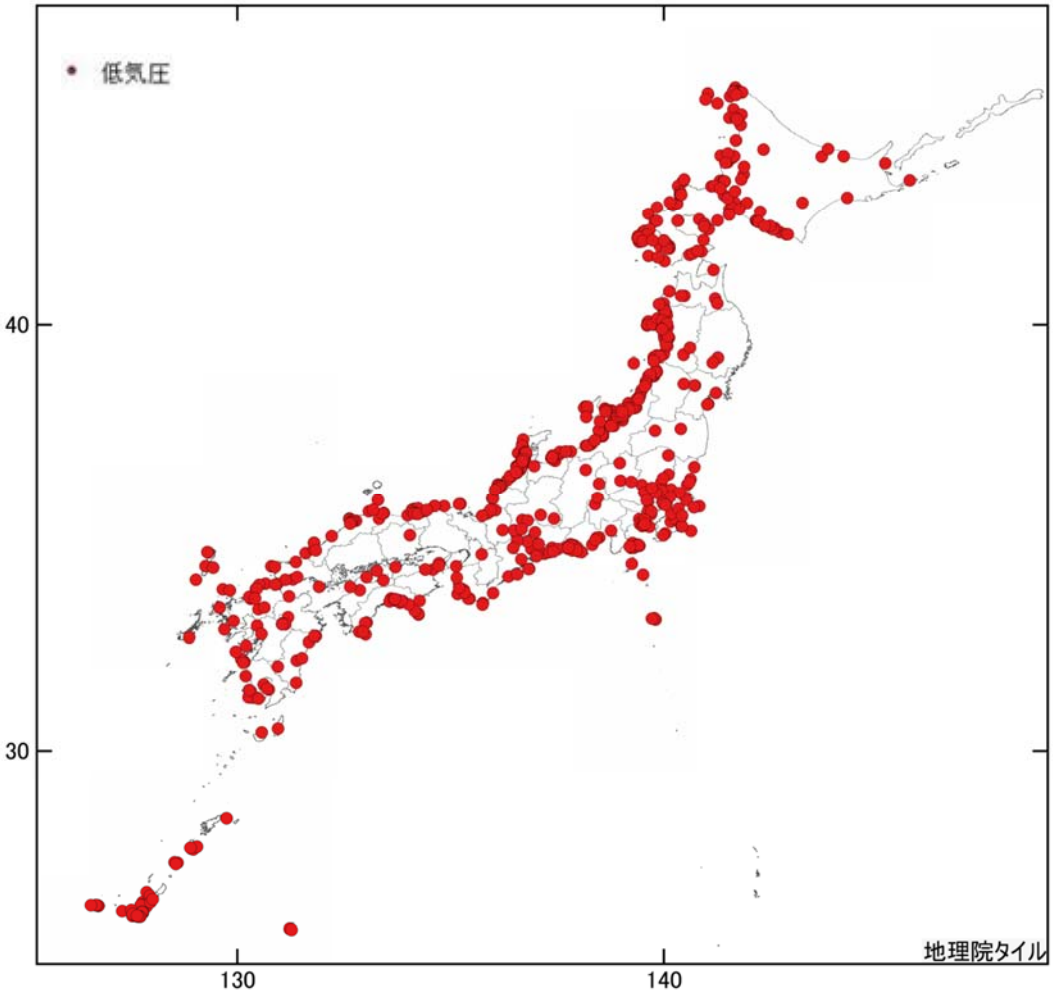


図 1.2.1-2　1961 年 1 月～2016 年 3 月に発生した「低気圧」が原因による竜巻の分布

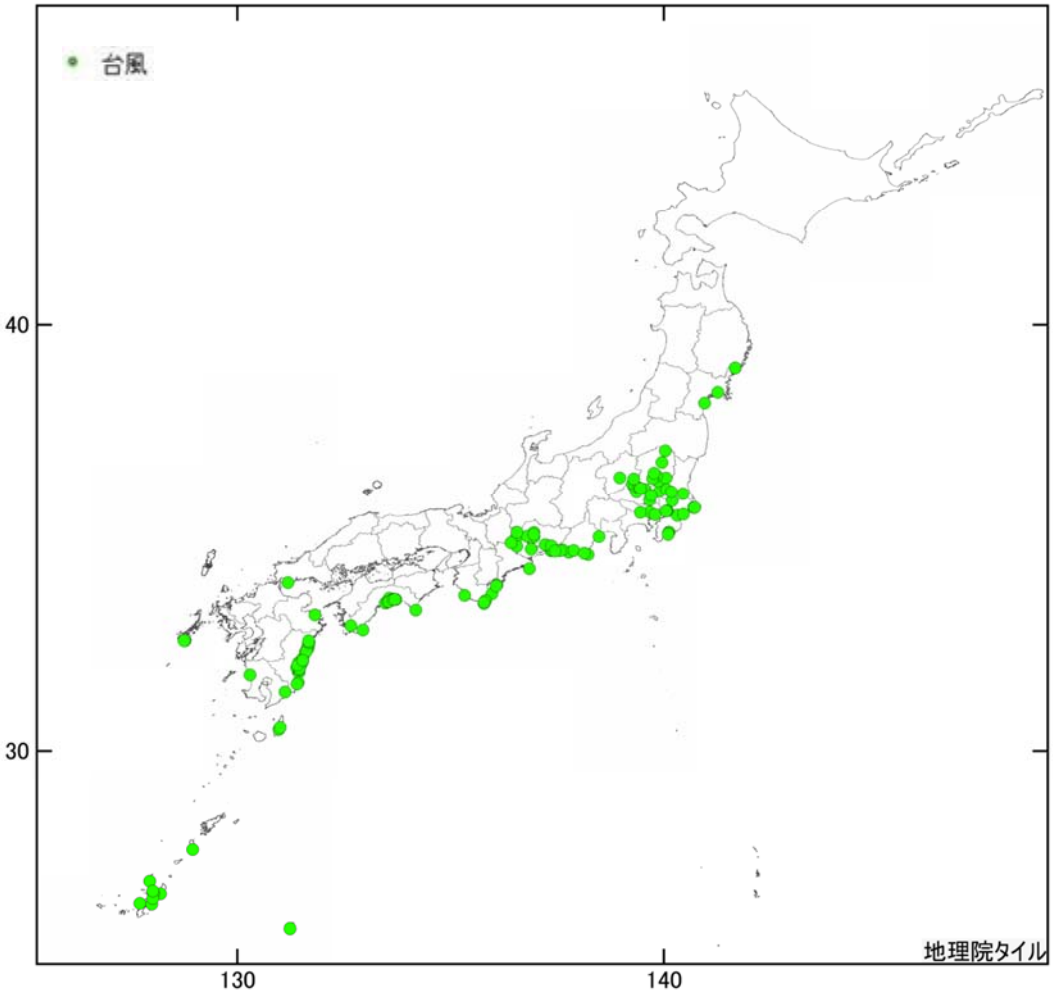


図 1.2.1-3　1961 年 1 月～2016 年 3 月に発生した「台風」が原因による竜巻の分布

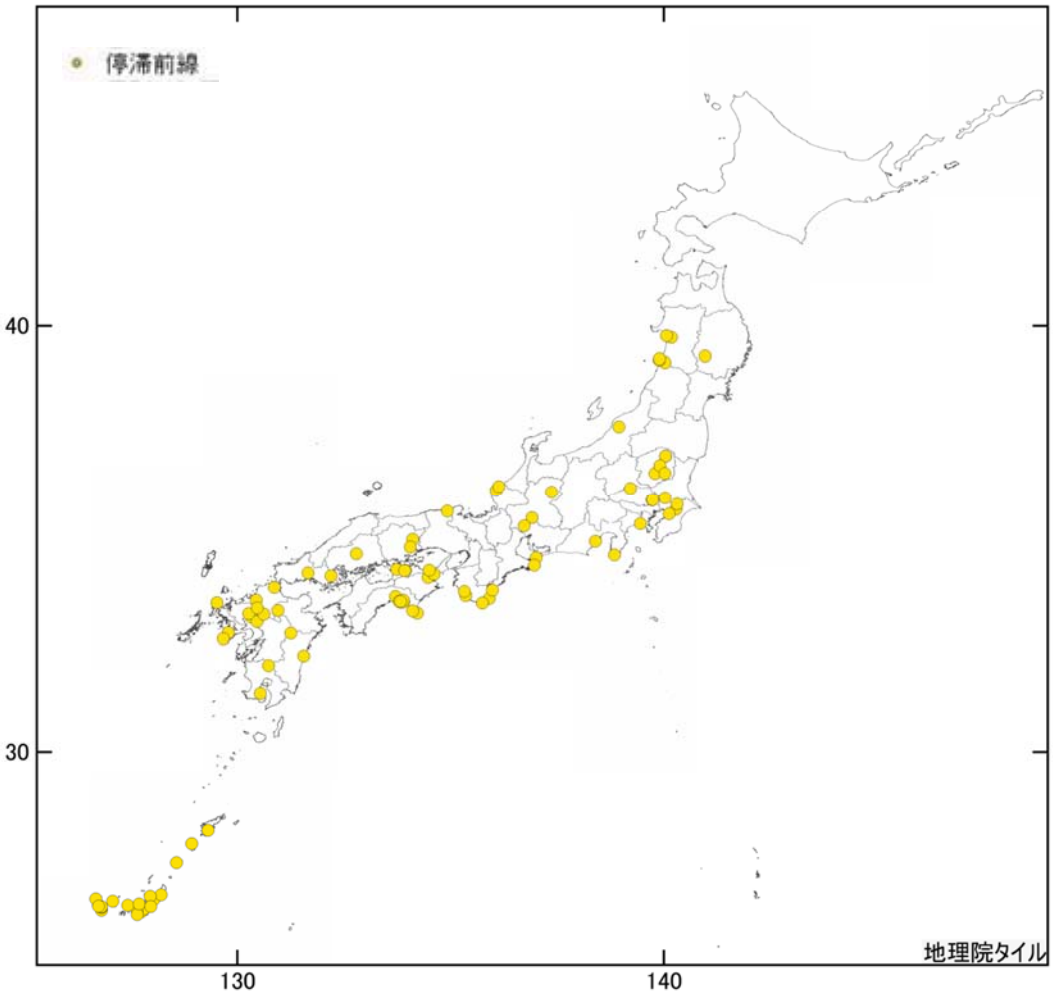


図 1.2.1-4　1961 年 1 月～2016 年 3 月に発生した「停滞前線」が原因による竜巻の分布

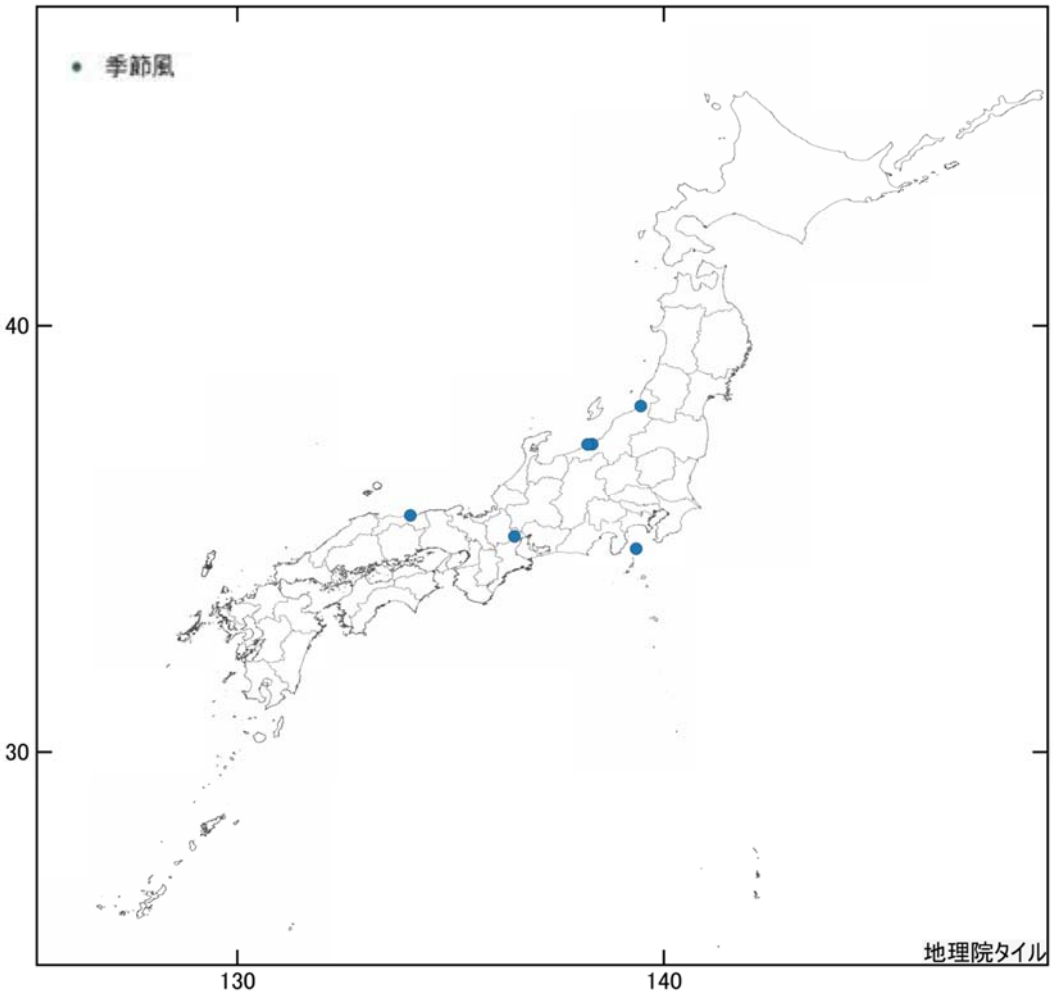


図 1.2.1-5　1961 年 1 月～2016 年 3 月に発生した「季節風」が原因による竜巻の分布

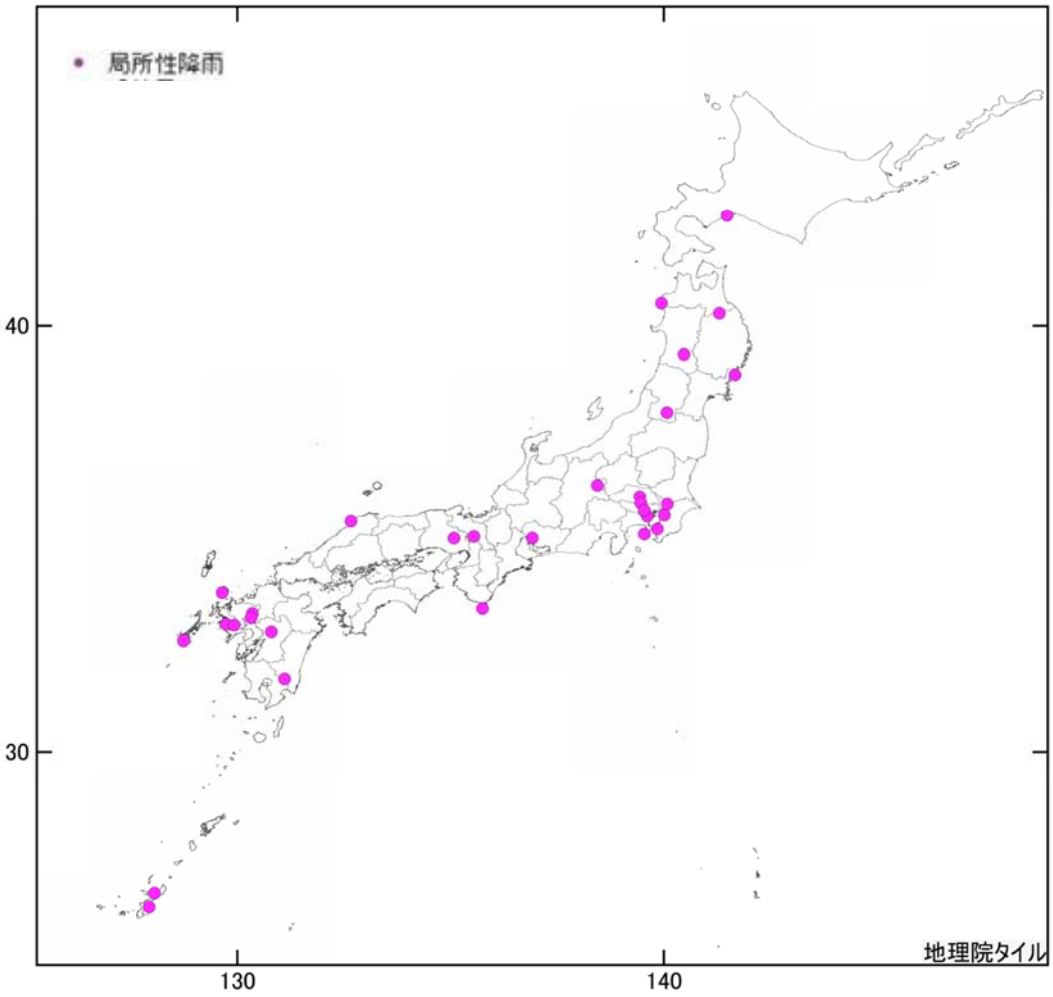


図 1.2.1-6　1961 年 1 月～2016 年 3 月に発生した「局所性降雨」が原因による竜巻の分布

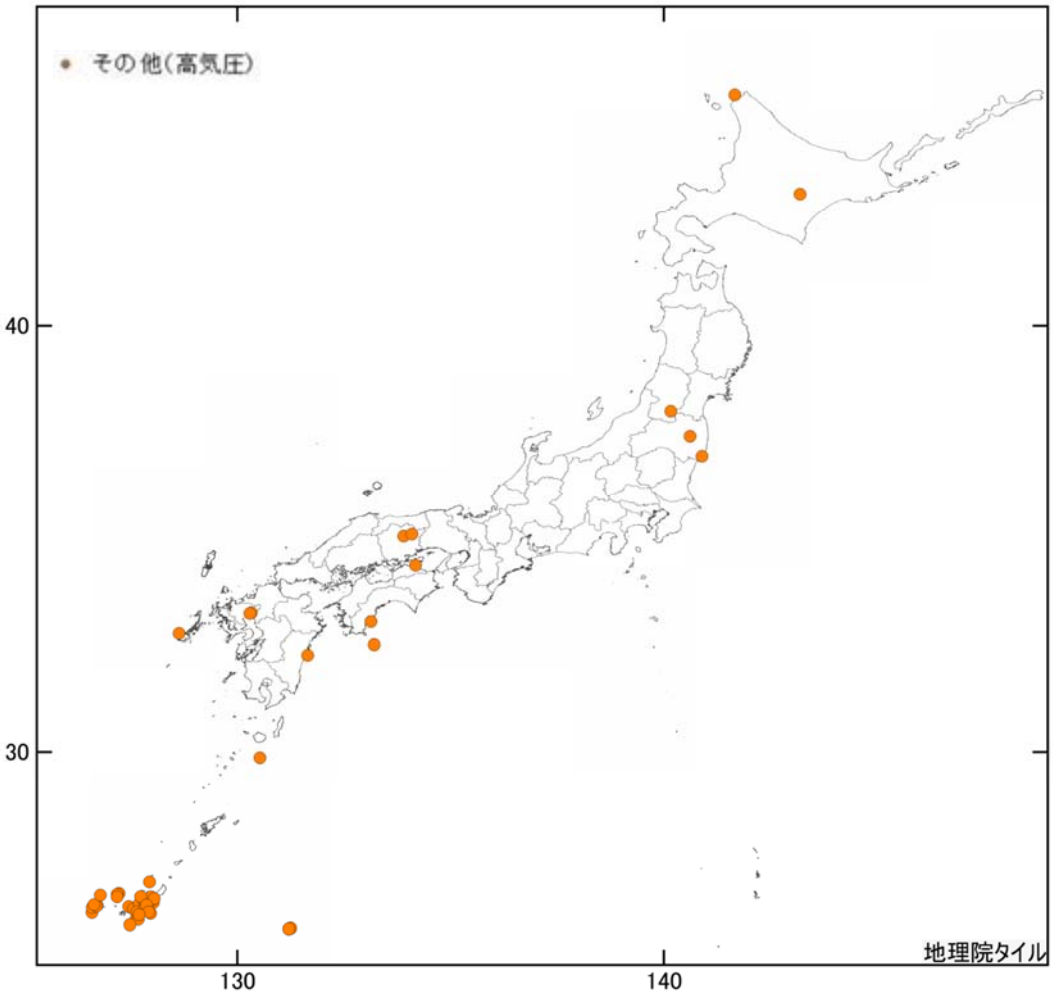


図 1.2.1-7　1961 年 1 月～2016 年 3 月に発生した「その他（高気圧等）」が原因による竜巻の分布

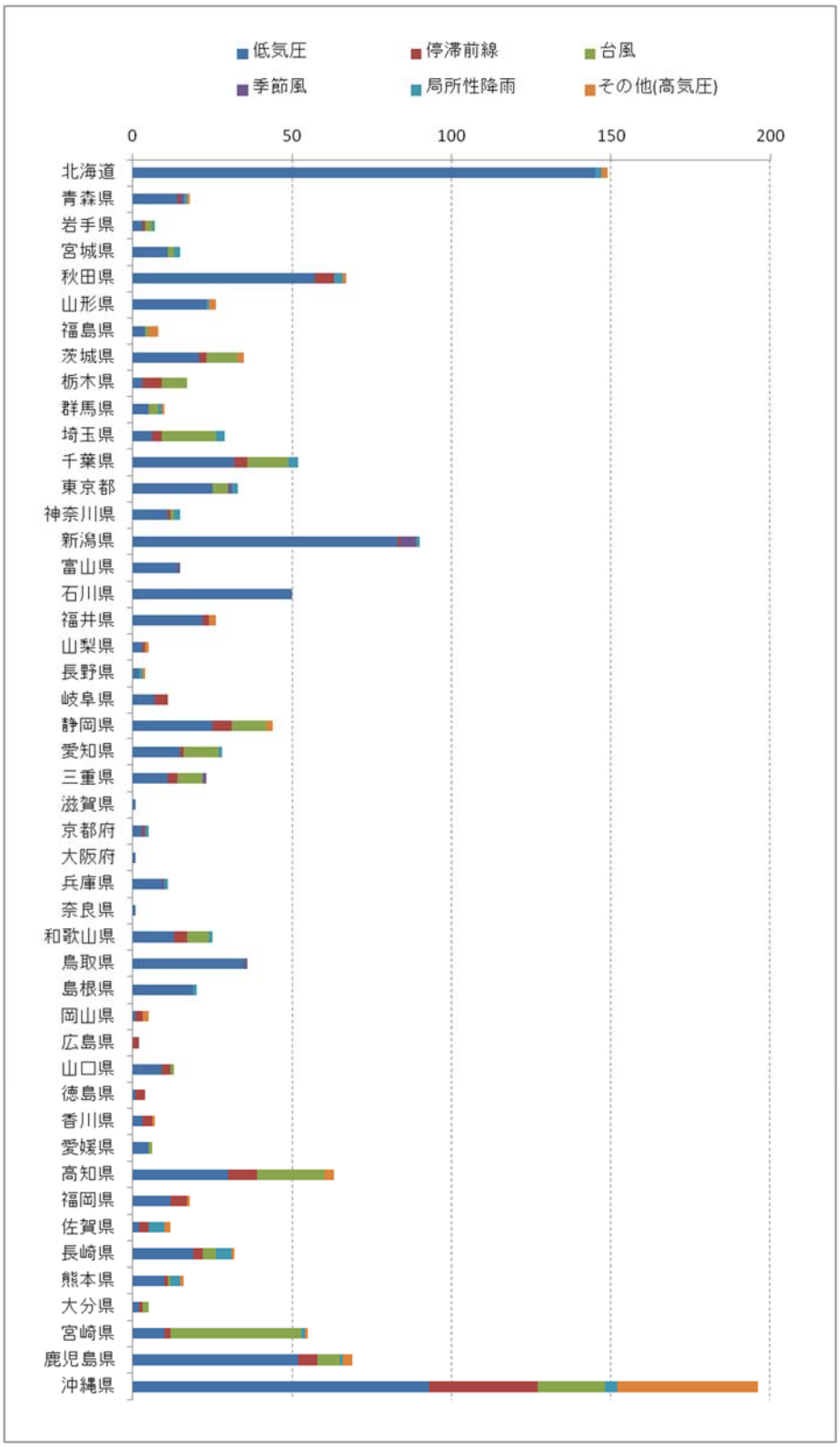


図　1.2.1-8　都道府県別の竜巻発生要因数

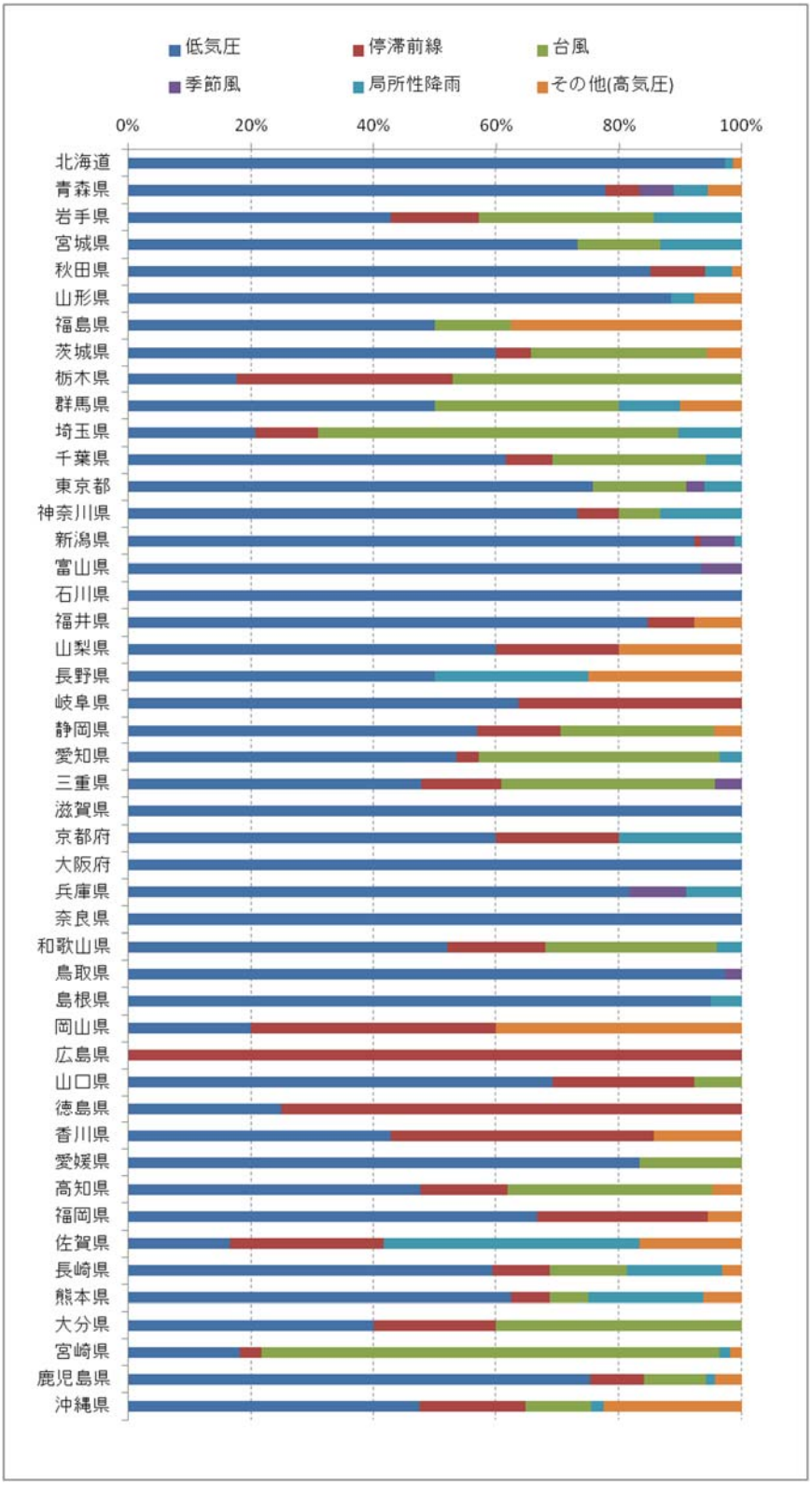


図 1.2.1-9　都道府県別の竜巻発生要因比率

表 1.2.1-1　停滞前線と台風起因による発生数の比較

広島、岡山、香川、愛媛		宮城～和歌山、徳島～高知、宮崎～鹿児島、沖縄	
竜巻発生数	停滞前線起因による竜巻発生数	竜巻発生数	台風起因による竜巻発生数
20	7	721	187

1.2.2 竜巻検討地域の設定

前述の総観場の分析より，台風起因の竜巻が非常に多く地域性があることから，竜巻の発生が確認された領域（太平洋側の宮城県から沖縄県にかけて）に注目することにする。また，この範囲に再処理施設が立地していることからも竜巻検討地域に適していると考えられる。

「竜巻影響評価ガイド[(1)]」により，この領域の海岸線から陸側及び海側それぞれ 5 km の範囲に複数の候補領域を設定し，それぞれの領域における竜巻の発生数を集計し，比較して竜巻検討地域を決定する。

竜巻検討地域の候補及び竜巻の発生数と単位面積当たりの発生数を図 1.2.2-1 及び表 1.2.2-1 に示す。

これより，竜巻の発生数と単位面積当たりの発生数が最も多い領域⑥を竜巻検討地域とする。

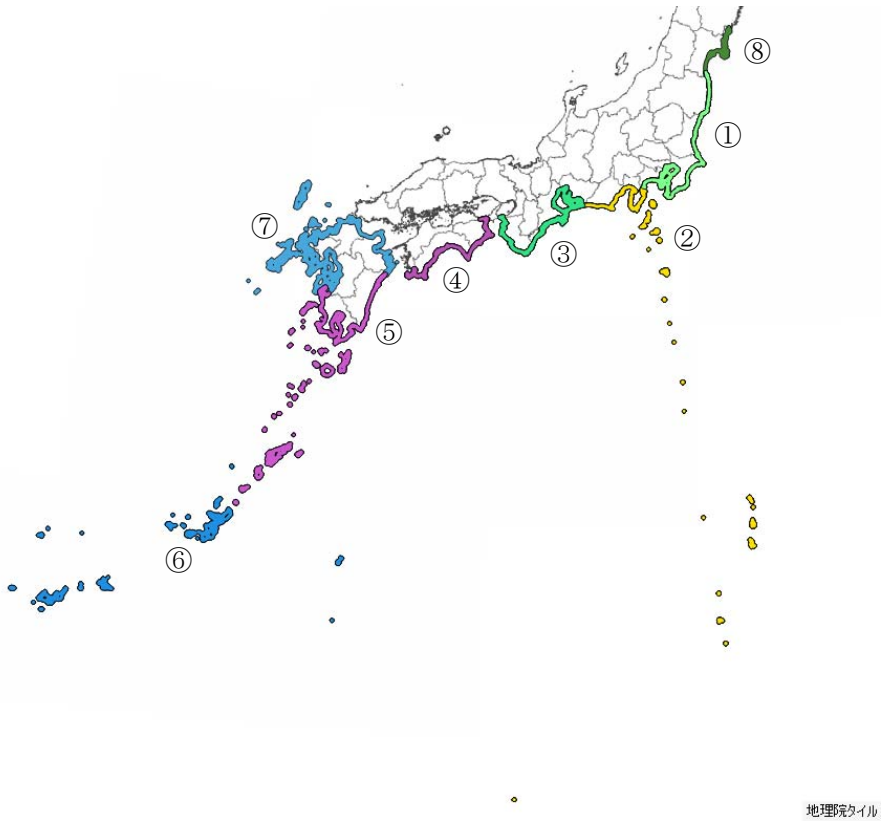


図 1.2.2-1　竜巻検討地域の候補

表 1.2.2-1　竜巻検討地域の候補毎の竜巻発生数と単位面積当たりの発生数

竜巻検討地域候補		面積(km^2)	発生数	単位面積当たり発生数（個/年/km^2）
①	福島県～神奈川県	7,935	44	1.00E-04
②	福島県～静岡県	16,218	76	8.48E-05
③	福島県～和歌山県	24,048	125	9.41E-05
④	福島県～高知県	29,267	173	1.07E-04
⑤	福島県～鹿児島県	47,377	236	9.02E-05
⑥	福島県～沖縄県	57,699	361	1.13E-04
⑦	福島県～九州全県	80,370	405	9.12E-05
⑧	宮城県～沖縄県	60,338	367	1.10E-04

「気象庁の竜巻等の突風データベース[(2)]」を基に，竜巻検討地域において1961年から2016年に発生した竜巻の一覧を次のページに示す。

竜巻検討地域において発生した竜巻について

気象庁「竜巻等の突風データベース[2]」を基に，竜巻検討地域において，1961 年から 2016 年 3 月に発生した竜巻の一覧を示す。

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
F3 相当								
1	竜巻	1999 年 09 月 24 日 11 時 07 分	34 度 42 分 4 秒	137 度 23 分 5 秒	愛知県	豊橋市	F3	台風
2	竜巻	1990 年 02 月 19 日 15 時 15 分	31 度 15 分 38 秒	130 度 16 分 35 秒	鹿児島県	枕崎市	(F2～F3)	寒冷前線　暖気の移流　その他(低気圧)
3	竜巻	1978 年 02 月 28 日 21 時 20 分	35 度 32 分 1 秒	139 度 41 分 50 秒	神奈川県	川崎市	F2～F3	寒冷前線　暖気の移流
4	竜巻	1969 年 12 月 07 日 18 時 00 分	34 度 45 分 4 秒	137 度 22 分 46 秒	愛知県	豊橋市	(F2～F3)	二つ玉低気圧
5	竜巻	1968 年 09 月 24 日 19 時 05 分	32 度 7 分 16 秒	131 度 32 分 8 秒	宮崎県	高鍋町	(F2～F3)	台風
6	竜巻	1967 年 10 月 28 日 03 時 12 分	35 度 42 分 3 秒	140 度 43 分 10 秒	千葉県	飯岡町	(F2～F3)	台風

*F スケール（藤田スケール）とは，1971 年にシカゴ大学の藤田哲也氏により考案された竜巻の強さを評定するための尺度である。F0 ～ F5 までに分かれており，相当する風速は，F0 は 17～32 m/s，F1 は 33～49 m/s，F2 は 50～69 m/s，F3 は 70～92 m/s，F4 は 93～116 m/s，F5 は 117～142 m/s に相当する[4]。

*藤田スケールは，ア）被害の詳細な情報等から推定できたもの，イ）文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものがあり，F2 以上の事例ではア）とイ）を区別し，イ）の場合には値を括弧で囲んでいる。F0～F1 の事例では，ア）とイ）の区別は行っていない[2]。

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
F2相当								
7	竜巻	2011年11月18日19時10分	27度49分44秒	128度55分58秒	鹿児島県	大島郡徳之島町	F2	停滞前線　暖気の移流
8	竜巻	2006年11月18日12時47分	26度31分18秒	128度2分42秒	沖縄県	名護市	F2	停滞前線
9	竜巻	2006年09月17日14時03分	32度32分39秒	131度41分1秒	宮崎県	延岡市	F2	台風
10	竜巻	2006年03月28日16時00分	33度25分0秒	135度45分0秒	和歌山県	串本町	F1～F2	日本海低気圧　寒冷前線
11	竜巻	2004年09月30日03時07分	35度31分59秒	139度47分41秒	東京都	大田区	F1～F2	台風
12	竜巻	2002年04月03日07時50分	26度22分30秒	127度48分10秒	沖縄県	沖縄市	F2	東シナ海低気圧　気圧の谷　暖気の移流
13	竜巻	2000年09月11日17時55分	34度43分12秒	136度53分35秒	愛知県	南知多町	F2	台風　停滞前線
14	竜巻	1999年09月24日12時10分	34度47分45秒	137度21分54秒	愛知県	小坂井町	F2	台風
15	竜巻	1998年02月17日02時30分	26度22分53秒	126度44分45秒	沖縄県	久米島具志川村	F1～F2	停滞前線
16	竜巻	1997年03月29日12時00分	26度6分1秒	127度39分34秒	沖縄県	糸満市	F2	寒冷前線
17	竜巻	1996年07月05日14時40分	35度33分27秒	140度10分28秒	千葉県	千葉市	F2	日本海低気圧　温暖前線
18	竜巻	1994年08月20日10時18分	24度48分34秒	125度13分4秒	沖縄県	伊良部町	F2	台風

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
19	竜巻	1993年09月03日20時22分	33度28分48秒	133度31分33秒	高知県	吾川郡春野町	F2	台風
20	竜巻	1991年04月07日00時05分	26度20分48秒	126度44分48秒	沖縄県	島尻郡具志川村	F1～F2	暖気の移流　寒冷前線
21	竜巻	1991年04月07日00時03分	26度20分46秒	126度44分22秒	沖縄県	島尻郡具志川村	F2	暖気の移流　寒冷前線
22	竜巻	1990年12月11日17時47分	35度5分14秒	140度2分10秒	千葉県	鴨川市	(F2)	暖気の移流　気圧の谷　雷雨(熱雷を除く)
23	竜巻	1990年04月03日22時15分	26度27分23秒	127度51分52秒	沖縄県	国頭郡金武町	F2	寒冷前線
24	竜巻	1989年07月04日16時15分	26度18分50秒	127度50分6秒	沖縄県	沖縄市	F2	停滞前線　暖気の移流
25	竜巻	1987年01月05日07時55分	26度19分43秒	127度52分13秒	沖縄県	勝連町	(F2)	寒冷前線
26	竜巻	1985年09月28日13時55分	31度17分3秒	130度20分20秒	鹿児島県	枕崎市	(F1～F2)	東シナ海低気圧
27	竜巻	1985年08月31日05時30分	32度23分39秒	131度38分14秒	宮崎県	日向市	(F1～F2)	台風　暖気の移流
28	竜巻	1983年09月25日15時00分	26度55分34秒	127度56分53秒	沖縄県	伊是名村	(F2)	台風
29	竜巻	1979年05月27日12時25分	36度14分50秒	140度33分0秒	茨城県	鹿島郡旭村	(F1～F2)	気圧の谷　寒気の移流　雷雨(熱雷を除く)
30	竜巻	1975年02月15日16時20分	34度45分10秒	139度21分13秒	東京都	大島町	(F1～F2)	季節風　寒気の移流
31	竜巻	1975年02月06日07時00分	27度41分20秒	128度55分18秒	鹿児島県	大島郡伊仙町	(F2)	南岸低気圧

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
32	竜巻	1974年07月08日03時30分	34度37分24秒	138度8分7秒	静岡県	小笠郡浜岡町	(F1～F2)	台風　梅雨前線
33	竜巻	1974年07月06日16時40分	33度32分4秒	133度38分30秒	高知県	南国市	(F1～F2)	台風　暖気の移流
34	竜巻	1972年06月06日20時30分	26度5分30秒	127度41分48秒	沖縄県	糸満市	(F1～F2)	東シナ海低気圧　暖気の移流
35	竜巻	1971年08月31日09時00分	35度37分14秒	140度5分3秒	千葉県	千葉市	(F2)	台風
36	竜巻	1969年08月23日10時15分	35度5分48秒	140度6分29秒	千葉県	鴨川町	(F1～F2)	台風
37	竜巻	1968年09月24日19時20分	32度6分44秒	131度31分52秒	宮崎県	高鍋町	(F2)	台風
38	竜巻	1968年09月24日17時25分	32度5分16秒	131度31分16秒	宮崎県	高鍋町	(F2)	台風
39	竜巻	1968年08月28日12時30分	33度32分0秒	133度39分0秒	高知県	南国市	(F1～F2)	台風
40	竜巻	1967年10月28日02時05分	35度7分6秒	140度7分22秒	千葉県	鴨川町	(F2)	台風
41	竜巻	1967年03月23日15時04分	35度43分50秒	140度50分6秒	千葉県	銚子市	(F1～F2)	寒冷前線
42	竜巻	1965年10月14日21時40分	35度35分20秒	139度42分40秒	東京都	大田区	(F1～F2)	温暖前線
43	竜巻	1964年01月17日15時40分	33度4分2秒	139度48分26秒	東京都	八丈町	F2	南岸低気圧
44	竜巻	1962年12月30日08時25分	34度39分7秒	138度4分21秒	静岡県	千浜村	(F1～F2)	二つ玉低気圧　温暖前線

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
45	竜巻	1962年08月26日08時25分	34度35分43秒	138度13分29秒	静岡県	榛原郡御前崎町	(F1～F2)	台風
46	竜巻	1962年08月26日04時00分	34度38分49秒	137度46分34秒	静岡県	浜松市	(F2)	台風
47	竜巻	1962年07月02日14時30分	35度56分50秒	140度30分20秒	茨城県	稲敷郡東村	(F2)	温暖前線　梅雨前線　局地性じょう乱

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場	
			緯度	経度	都道府県	市町村			
F1相当									
48	竜巻	2015年09月06日21時30分	35度34分33秒	140度7分36秒	千葉県	千葉市	F1	停滞前線	
49	竜巻	2015年08月30日04時00分	33度39分16秒	135度21分26秒	和歌山県	西牟婁郡白浜町	F1	停滞前線	暖気の移流
50	竜巻	2015年05月12日07時30分	27度40分6秒	128度57分17秒	鹿児島県	大島郡伊仙町	F1	台風	暖気の移流
51	竜巻	2014年07月10日06時20分	33度32分26秒	133度41分34秒	高知県	香南市	F1	台風	暖気の移流
52	竜巻	2014年07月10日06時20分	33度31分49秒	133度39分5秒	高知県	南国市	F1	台風	暖気の移流
53	竜巻	2013年12月10日01時30分	33度32分37秒	133度40分48秒	高知県	南国市	F1	寒冷前線	
54	竜巻	2013年12月10日01時30分	33度32分57秒	133度41分55秒	高知県	香南市	F1	寒冷前線	
55	竜巻	2013年09月15日18時05分	33度28分23秒	135度47分4秒	和歌山県	東牟婁郡串本町	F1	台風	暖気の移流
56	竜巻	2013年09月15日17時10分	33度30分47秒	135度49分16秒	和歌山県	東牟婁郡串本町	F1	台風	暖気の移流
57	竜巻	2013年09月15日14時30分	33度26分43秒	135度47分2秒	和歌山県	東牟婁郡串本町	F1	台風	暖気の移流
58	竜巻	2012年09月18日18時30分	34度41分19秒	137度51分21秒	静岡県	磐田市	F1	暖気の移流	
59	竜巻	2011年05月28日05時00分	24度22分21秒	124度12分54秒	沖縄県	石垣市	F1	台風	

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
60	竜巻	2010年12月03日07時30分	35度18分16秒	139度33分4秒	神奈川県	鎌倉市	F0～F1	日本海低気圧　暖気の移流
61	竜巻	2009年10月08日04時30分	35度32分42秒	140度27分43秒	千葉県	山武郡九十九里町	F1	台風　暖気の移流
62	竜巻	2008年12月05日15時30分	35度36分28秒	139度42分37秒	東京都	品川区	F1	寒冷前線
63	竜巻	2008年10月24日02時30分	34度15分5秒	136度49分44秒	三重県	志摩市	F1	南岸低気圧
64	竜巻	2008年10月07日14時30分	26度35分41秒	127度57分31秒	沖縄県	名護市	F0～F1	停滞前線
65	竜巻	2008年03月27日19時00分	31度27分51秒	130度41分52秒	鹿児島県	垂水市	F1	東シナ海低気圧
66	竜巻	2008年03月27日17時20分	31度45分23秒	130度11分54秒	鹿児島県	いちき串木野市	F1	東シナ海低気圧
67	竜巻	2007年04月18日07時55分	24度44分21秒	125度15分48秒	沖縄県	宮古島市	F1	寒冷前線
68	竜巻	2007年03月15日14時55分	26度21分50秒	127度44分22秒	沖縄県	中頭郡読谷村	F1	気圧の谷　暖気の移流
69	竜巻	2007年02月14日15時40分	33度48分53秒	135度12分8秒	和歌山県	日高郡印南町	F1	日本海低気圧　寒冷前線
70	竜巻	2007年02月14日06時20分	26度13分30秒	127度18分12秒	沖縄県	島尻郡座間味村	F0～F1	寒冷前線　暖気の移流
71	竜巻	2006年11月26日15時35分	32度47分5秒	132度51分31秒	高知県	土佐清水市	F1	南岸低気圧　暖気の移流
72	竜巻	2006年11月22日13時00分	26度37分48秒	128度12分54秒	沖縄県	東村	F1	停滞前線　暖気の移流

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
73	竜巻	2006年09月17日13時30分	32度20分17秒	131度37分10秒	宮崎県	日向市	F1	台風
74	竜巻	2006年09月17日12時10分	31度34分15秒	131度24分8秒	宮崎県	日南市	F1	台風
75	竜巻	2006年04月20日12時10分	35度21分15秒	139度28分50秒	神奈川県	藤沢市	F1	寒冷前線
76	竜巻	2006年01月19日19時10分	28度8分35秒	129度18分56秒	鹿児島県	瀬戸内町	F1	停滞前線
77	竜巻	2005年09月05日10時10分	31度56分25秒	131度27分29秒	宮崎県	宮崎市	F1	台風
78	竜巻	2005年05月01日15時00分	33度33分45秒	133度36分20秒	高知県	高知市	F0～F1	その他(低気圧)　暖気の移流
79	竜巻	2005年01月27日17時00分	26度21分53秒	127度44分16秒	沖縄県	読谷村	F1	寒冷前線　暖気の移流
80	竜巻	2004年09月29日23時01分	34度40分30秒	137度27分0秒	愛知県	豊橋市	F0～F1	台風
81	竜巻	2004年09月27日20時50分	26度41分44秒	128度1分10秒	沖縄県	今帰仁村	F1	台風
82	竜巻	2004年09月27日20時30分	26度31分11秒	128度1分7秒	沖縄県	名護市	F1	台風
83	竜巻	2003年10月12日10時00分	33度30分0秒	133度50分0秒	高知県	安芸市	F0～F1	停滞前線　暖気の移流
84	竜巻	2003年09月12日13時00分	33度29分29秒	133度33分34秒	高知県	高知市	F1	台風　暖気の移流
85	竜巻	2003年08月08日07時20分	32度19分3秒	131度35分52秒	宮崎県	日向市	F0～F1	台風

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
86	竜巻	2003年08月08日01時40分	31度36分36秒	131度25分37秒	宮崎県	日南市	F0～F1	台風
87	竜巻	2003年06月19日09時00分	32度28分32秒	131度39分29秒	宮崎県	東臼杵郡門川町	F1	台風
88	竜巻	2002年12月16日18時10分	33度16分14秒	134度9分40秒	高知県	室戸市	F0～F1	日本海低気圧　暖気の移流
89	竜巻	2002年10月07日03時50分	35度14分40秒	139度39分50秒	神奈川県	横須賀市	F1	日本海低気圧　雷雨(熱雷を除く)　暖気の移流
90	竜巻	2002年10月07日03時05分	34度47分1秒	139度21分11秒	東京都	大島町	F1	日本海低気圧
91	竜巻またはダウンバースト	2002年10月06日22時38分	34度43分13秒	136度53分46秒	愛知県	南知多町	F1	二つ玉低気圧
92	竜巻	2002年10月06日14時50分	31度33分38秒	130度37分11秒	鹿児島県	鹿児島市	F1	寒冷前線
93	竜巻	2002年01月21日12時15分	34度38分57秒	137度19分36秒	愛知県	田原町	F1	二つ玉低気圧　温暖前線　暖気の移流
94	竜巻	2001年10月01日07時00分	33度45分36秒	135度18分50秒	和歌山県	南部町	F0～F1	日本海低気圧　暖気の移流
95	竜巻	2000年12月25日13時37分	34度45分0秒	139度17分30秒	東京都	大島町	F1	寒気の移流
96	竜巻	2000年09月11日08時10分	33度40分33秒	135度58分23秒	和歌山県	新宮市	F0～F1	台風　停滞前線　暖気の移流
97	竜巻	1999年11月15日05時07分	32度59分12秒	132度59分51秒	高知県	大方町	F0～F1	日本海低気圧　寒気の移流
98	竜巻	1999年11月01日07時00分	34度50分36秒	137度1分59秒	愛知県	西尾市	F1	日本海低気圧

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
99	竜巻	1999年10月27日21時00分	36度39分54秒	140度42分59秒	茨城県	多賀郡十王町	F1	南岸低気圧
100	竜巻	1999年09月24日12時51分	35度1分16秒	136度47分45秒	愛知県	海部郡弥富町	F1	台風
101	竜巻	1999年09月24日11時56分	34度49分24秒	137度13分7秒	愛知県	蒲郡市	F1	台風
102	竜巻	1999年09月24日03時00分	33度31分27秒	133度37分17秒	高知県	南国市	F1	台風　暖気の移流
103	竜巻	1999年05月04日09時50分	34度37分5秒	137度12分46秒	愛知県	渥美郡赤羽根町	F1	日本海低気圧
104	竜巻	1999年04月10日16時00分	33度31分1秒	133度48分5秒	高知県	芸西村	F1	その他(低気圧)　気圧の谷
105	竜巻	1998年10月17日14時50分	32度10分10秒	131度32分0秒	宮崎県	児湯郡川南町	F0～F1	台風
106	竜巻	1998年09月18日16時02分	31度54分29秒	131度27分3秒	宮崎県	宮崎市	F1	台風
107	竜巻	1998年02月19日23時43分	25度49分1秒	131度13分45秒	沖縄県	南大東村	F1	その他(低気圧)
108	竜巻	1997年11月17日08時00分	33度6分0秒	139度46分40秒	東京都	八丈町	F1	温暖前線　暖気の移流
109	竜巻	1997年09月16日13時19分	33度32分50秒	133度40分27秒	高知県	南国市	F1	台風　暖気の移流
110	竜巻	1997年09月14日06時50分	30度33分13秒	131度0分20秒	鹿児島県	熊毛郡中種子町	F1	台風
111	竜巻	1997年04月07日17時20分	35度31分6秒	139度36分50秒	神奈川県	横浜市	F0～F1	雷雨(熱雷を除く)

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
112	竜巻	1996年07月01日06時10分	31度22分28秒	130度32分27秒	鹿児島県	喜入町	F1	停滞前線
113	竜巻	1996年03月30日05時30分	31度15分10秒	130度21分52秒	鹿児島県	枕崎市	F1	寒冷前線　日本海低気圧
114	竜巻	1995年09月23日09時05分	26度23分9秒	127度59分42秒	沖縄県	与那城町	F1	台風
115	竜巻	1994年10月12日10時22分	33度31分11秒	133度47分22秒	高知県	芸西村	F0～F1	日本海低気圧　暖気の移流
116	竜巻	1994年09月29日19時00分	34度40分56秒	137度34分8秒	静岡県	新居町	F0～F1	台風
117	竜巻	1994年09月29日17時35分	34度48分57秒	137度14分8秒	愛知県	蒲郡市	F1	台風
118	竜巻	1994年09月29日17時30分	34度40分50秒	137度21分30秒	愛知県	豊橋市	F1	台風
119	竜巻	1994年03月23日02時00分	27度40分14秒	128度58分4秒	鹿児島県	大島郡伊仙町	F0～F1	その他(低気圧)
120	竜巻	1993年12月01日01時10分	31度26分28秒	130度44分21秒	鹿児島県	垂水市	F1	寒冷前線
121	竜巻	1993年12月01日00時30分	31度15分5秒	130度26分26秒	鹿児島県	指宿郡頴娃町	F1	寒冷前線　暖気の移流
122	竜巻	1993年09月03日15時45分	32度30分31秒	131度40分30秒	宮崎県	延岡市	F0～F1	台風
123	竜巻	1993年09月03日13時00分	32度49分23秒	132度56分45秒	高知県	土佐清水市	F1	台風
124	竜巻	1993年05月27日01時50分	26度13分56秒	127度45分8秒	沖縄県	西原町	F1	梅雨前線

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
125	竜巻	1992年09月22日10時00分	26度38分0秒	128度2分6秒	沖縄県	名護市	F1	台風
126	竜巻	1992年02月15日09時25分	26度21分36秒	126度43分31秒	沖縄県	島尻郡具志川村	F1	寒冷前線
127	竜巻	1992年01月06日03時30分	27度22分7秒	128度31分47秒	鹿児島県	大島郡知名町	F1	東シナ海低気圧　寒冷前線　暖気の移流
128	竜巻	1991年11月28日16時30分	33度33分30秒	135度26分50秒	和歌山県	日置川町	F0～F1	南岸低気圧
129	竜巻	1991年11月28日11時45分	31度35分58秒	131度22分51秒	宮崎県	日南市	F1	南岸低気圧
130	竜巻	1991年02月13日22時27分	26度11分52秒	127度41分4秒	沖縄県	那覇市	F1	東シナ海低気圧　暖気の移流
131	竜巻	1990年12月12日00時20分	36度22分50秒	140度37分40秒	茨城県	海上～那珂湊市	F1	寒気の移流　局地性じょう乱　その他
132	竜巻	1990年03月12日06時30分	34度15分23秒	136度50分34秒	三重県	志摩郡志摩町	F1	日本海低気圧　寒冷前線
133	竜巻	1989年09月22日14時00分	34度19分0秒	135度8分0秒	大阪府	泉南郡岬町	F1	寒冷前線
134	竜巻	1988年09月25日09時40分	33度27分22秒	135度45分29秒	和歌山県	串本町	F1	寒冷前線　暖気の移流
135	竜巻	1986年12月19日01時30分	34度36分45秒	137度12分15秒	愛知県	渥美郡赤羽根町	F1	閉塞前線
136	竜巻	1985年10月05日18時45分	33度34分6秒	133度33分40秒	高知県	高知市	F1	台風　大陸高気圧　暖気の移流
137	竜巻	1985年10月05日18時40分	33度27分22秒	133度28分17秒	高知県	土佐市	F1	台風　太平洋高気圧　暖気の移流

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
138	竜巻またはダウンバースト	1983年09月25日15時30分	26度37分48秒	128度11分59秒	沖縄県	東村	F1	台風
139	竜巻	1983年03月12日06時20分	26度5分33秒	127度41分5秒	沖縄県	糸満市	F1	東シナ海低気圧　その他
140	竜巻	1980年10月14日02時15分	32度0分51秒	131度29分11秒	宮崎県	宮崎市	F1	台風
141	竜巻	1980年10月14日01時30分	31度50分46秒	131度26分50秒	宮崎県	宮崎市	F1	台風
142	竜巻	1980年10月13日20時10分	30度30分35秒	130度58分39秒	鹿児島県	中種子町	F1	台風
143	竜巻	1979年09月03日16時29分	31度55分20秒	131度25分10秒	宮崎県	宮崎市	F1	台風
144	竜巻	1978年02月10日05時30分	31度25分49秒	130度16分40秒	鹿児島県	加世田市	F1	寒冷前線　暖気の移流
145	竜巻	1976年10月23日07時20分	26度11分6秒	127度43分2秒	沖縄県	南風原村	F1	東シナ海低気圧　暖気の移流
146	竜巻	1976年02月28日14時00分	32度5分8秒	130度10分20秒	鹿児島県	阿久根市	F1	不安定線
147	竜巻	1975年11月15日18時15分	35度28分51秒	140度25分6秒	千葉県	大網白里町	F1	南岸低気圧
148	竜巻	1975年11月15日16時22分	34度7分5秒	139度30分56秒	東京都	三宅島三宅村	F1	南岸低気圧　温暖前線
149	竜巻	1975年11月14日20時40分	33度30分28秒	134度16分28秒	高知県	安芸郡東洋町	F1	南岸低気圧　温暖前線
150	竜巻	1975年08月22日14時30分	33度52分32秒	136度5分10秒	三重県	熊野市	F1	台風

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
151	竜巻	1974年07月08日03時00分	34度41分18秒	137度53分20秒	静岡県	磐田郡福田町	F1	台風　停滞前線
152	竜巻	1974年06月06日12時50分	34度59分14秒	138度25分37秒	静岡県	静岡市	F0～F1	気圧の谷
153	竜巻	1974年03月13日13時20分	36度56分52秒	140度53分52秒	福島県	いわき市	F1	移動性高気圧
154	竜巻	1972年06月06日23時30分	27度21分30秒	128度35分57秒	鹿児島県	大島郡知名町	F1	寒冷前線
155	竜巻	1971年08月31日04時00分	35度0分53秒	138度28分52秒	静岡県	清水市	F0～F1	台風
156	竜巻	1968年09月24日15時30分	31度51分30秒	131度26分0秒	宮崎県	宮崎市	F1	台風
157	竜巻	1961年10月07日10時10分	34度59分33秒	138度29分24秒	静岡県	清水市	F1	寒冷前線
158	竜巻	1961年01月24日13時45分	31度15分7秒	130度22分26秒	鹿児島県	川辺郡知覧町	F1	寒冷前線

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
F0相当								
159	竜巻	2015年09月06日23時50分	34度36分30秒	138度50分38秒	静岡県	賀茂郡南伊豆町	F0	停滞前線　暖気の移流
160	竜巻	2015年09月06日17時30分	33度45分4秒	135度19分33秒	和歌山県	日高郡みなべ町	F0	停滞前線
161	竜巻	2015年08月30日01時10分	33度17分44秒	134度6分47秒	高知県	室戸市	F0	停滞前線
162	竜巻	2015年08月17日14時00分	35度20分38秒	139度27分7秒	神奈川県	藤沢市	F0	停滞前線
163	竜巻	2015年08月17日00時00分	33度46分55秒	135度58分57秒	三重県	南牟婁郡紀宝町	F0	停滞前線
164	竜巻	2015年08月08日13時50分	24度20分30秒	124度11分50秒	沖縄県	石垣市	F0	台風
165	竜巻	2015年04月15日14時00分	34度56分5秒	138度23分50秒	静岡県	静岡市	F0	寒気の移流
166	竜巻	2014年08月09日06時00分	33度51分15秒	136度4分19秒	三重県	熊野市	F0	台風　暖気の移流
167	竜巻	2014年08月08日10時30分	33度17分19秒	134度11分8秒	高知県	室戸市	F0	台風　停滞前線
168	竜巻	2014年02月15日09時10分	35度42分9秒	140度42分29秒	千葉県	旭市	F0	南岸低気圧　暖気の移流
169	竜巻	2013年10月06日07時20分	32度7分26秒	131度32分2秒	宮崎県	児湯郡高鍋町	F0	台風　暖気の移流　移動性高気圧
170	竜巻	2013年09月15日21時10分	34度15分37秒	136度50分58秒	三重県	志摩市	F0	台風　暖気の移流

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
171	竜巻	2013年09月04日14時20分	34度28分49秒	136度39分41秒	三重県	伊勢市	F0	暖気の移流　前線帯
172	竜巻	2013年09月04日11時50分	33度30分28秒	133度50分34秒	高知県	安芸市	F0	南岸低気圧　寒冷前線
173	竜巻	2013年09月04日06時30分	32度55分20秒	132度39分50秒	高知県	宿毛市	F0	台風　停滞前線　暖気の移流
174	竜巻	2013年03月18日12時45分	27度42分30秒	128度54分2秒	鹿児島県	大島郡伊仙町	F0	寒冷前線
175	竜巻	2012年11月13日15時20分	34度14分21秒	134度35分15秒	徳島県	鳴門市	F0	寒気の移流
176	竜巻	2012年10月23日09時30分	34度41分45秒	137度57分6秒	静岡県	袋井市	F0	寒冷前線　暖気の移流
177	竜巻	2012年10月23日00時00分	33度25分27秒	134度1分3秒	高知県	安芸郡奈半利町	F0	寒冷前線　暖気の移流
178	竜巻	2012年08月14日03時50分	33度30分56秒	133度49分33秒	高知県	安芸市	F0	停滞前線　暖気の移流
179	竜巻	2012年07月12日05時00分	33度31分7秒	133度47分54秒	高知県	安芸郡芸西村	F0	梅雨前線
180	竜巻	2012年06月05日03時20分	25度49分20秒	131度14分14秒	沖縄県	島尻郡南大東村	F0	台風
181	竜巻	2012年02月28日17時40分	26度21分20秒	127度58分15秒	沖縄県	うるま市	F0	停滞前線
182	竜巻	2011年10月21日21時30分	32度46分44秒	132度56分57秒	高知県	土佐清水市	F0	暖気の移流
183	竜巻	2011年10月14日07時30分	32度41分12秒	131度48分29秒	宮崎県	延岡市	F0	暖気の移流

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
184	竜巻	2011年07月18日19時10分	34度47分13秒	136度33分11秒	三重県	津市	F0	台風　暖気の移流
185	竜巻	2011年02月11日00時20分	26度10分0秒	127度39分20秒	沖縄県	豊見城市	F0	停滞前線
186	竜巻	2010年11月22日15時30分	27度23分1秒	128度34分31秒	鹿児島県	大島郡和泊町	F0	停滞前線　暖気の移流
187	竜巻	2010年11月01日05時20分	35度30分16秒	140度25分50秒	千葉県	山武郡九十九里町	F0	南岸低気圧
188	竜巻	2010年10月22日10時50分	26度21分45秒	126度44分51秒	沖縄県	島尻郡久米島町	F0以下	停滞前線　暖気の移流
189	竜巻	2010年10月09日18時00分	35度2分34秒	139度59分30秒	千葉県	南房総市	F0	その他(低気圧)
190	竜巻	2010年09月28日09時15分	34度49分20秒	138度19分25秒	静岡県	焼津市	F0	二つ玉低気圧
191	竜巻	2010年09月13日14時20分	26度55分57秒	127度56分32秒	沖縄県	島尻郡伊是名村	F0	太平洋高気圧
192	竜巻	2010年08月11日16時55分	33度32分20秒	133度43分1秒	高知県	香南市	F0	台風　暖気の移流
193	竜巻	2010年07月09日14時40分	33度35分18秒	135度54分36秒	和歌山県	東牟婁郡那智勝浦町	F0	梅雨前線
194	竜巻	2010年06月25日19時00分	32度14分59秒	131度33分33秒	宮崎県	児湯郡都農町	F0	梅雨前線
195	竜巻	2010年04月29日02時00分	33度30分14秒	133度52分26秒	高知県	安芸市	F0	寒冷前線
196	竜巻	2010年02月01日09時30分	31度13分43秒	130度29分55秒	鹿児島県	南九州市	F0	東シナ海低気圧　寒冷前線

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
197	竜巻	2010年02月01日09時10分	31度25分51秒	130度17分2秒	鹿児島県	南さつま市	F0	東シナ海低気圧　寒冷前線
198	竜巻	2009年11月13日17時00分	32度10分27秒	131度31分7秒	宮崎県	児湯郡川南町	F0	その他(低気圧)
199	竜巻	2009年11月11日09時00分	34度39分7秒	138度4分11秒	静岡県	掛川市	F0	寒気の移流
200	竜巻	2009年08月08日15時20分	24度51分28秒	125度17分19秒	沖縄県	宮古島市	F0	台風
201	竜巻	2009年07月25日11時00分	33度32分39秒	133度53分40秒	高知県	安芸市	F0	梅雨前線
202	竜巻	2009年03月09日12時30分	26度5分40秒	127度41分35秒	沖縄県	糸満市	F0	寒冷前線
203	竜巻	2008年10月07日12時20分	26度20分0秒	126度48分43秒	沖縄県	島尻郡久米島町	F0未満	停滞前線
204	竜巻	2008年09月21日13時00分	34度9分20秒	134度36分50秒	徳島県	鳴門市	F0未満	停滞前線
205	竜巻	2008年08月16日13時25分	35度37分13秒	140度3分43秒	千葉県	千葉市	F0以下	台風　停滞前線　雷雨(熱雷)
206	竜巻	2008年07月22日17時30分	26度12分7秒	127度45分56秒	沖縄県	島尻郡与那原町	F0未満	気圧の谷
207	竜巻	2008年06月29日02時30分	33度30分24秒	133度54分15秒	高知県	安芸市	F0	梅雨前線
208	竜巻	2008年05月01日18時00分	30度31分33秒	130度57分19秒	鹿児島県	熊毛郡中種子町	F0	その他(低気圧)
209	竜巻	2008年04月09日17時00分	31度15分37秒	130度15分50秒	鹿児島県	枕崎市	F0	東シナ海低気圧

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
210	竜巻	2008年04月07日11時20分	32度43分21秒	133度0分30秒	高知県	土佐清水市	F0	その他(低気圧)
211	竜巻	2006年09月25日11時40分	25度51分20秒	131度15分10秒	沖縄県	南大東村	F0	その他
212	竜巻	2003年10月12日04時25分	32度32分49秒	131度40分54秒	宮崎県	延岡市	F0	その他(低気圧)
213	竜巻またはダウンバースト	2002年10月15日21時30分	34度40分8秒	137度59分34秒	静岡県	磐田郡浅羽町, 小笠郡大須賀町, 小笠郡大東町	F0	日本海低気圧　寒冷前線
214	竜巻	2001年05月29日13時00分	35度0分20秒	136度55分5秒	愛知県	東海市	F0	局地性降水
215	竜巻	2001年01月13日07時35分	26度8分43秒	127度41分26秒	沖縄県	糸満市	F0	寒冷前線
216	竜巻	1999年06月30日09時30分	35度9分8秒	138度45分55秒	静岡県	富士市	F0	日本海低気圧　寒冷前線
217	竜巻	1998年10月17日15時00分	32度25分13秒	131度39分49秒	宮崎県	日向市	F0	台風
218	竜巻	1998年02月14日19時55分	24度23分26秒	123度44分55秒	沖縄県	竹富町	F0	寒冷前線
219	竜巻	1998年01月14日10時50分	26度10分23秒	127度38分51秒	沖縄県	豊見城村	F0	寒冷前線　暖気の移流
220	竜巻	1997年11月28日09時30分	27度19分45秒	128度33分35秒	鹿児島県	知名町	F0	東シナ海低気圧　暖気の移流
221	竜巻	1995年09月23日08時50分	26度24分18秒	127度42分59秒	沖縄県	読谷村	F0	台風
222	竜巻	1994年10月04日17時30分	33度32分8秒	133度40分50秒	高知県	南国市	F0	暖気の移流

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
223	竜巻	1994年10月04日17時15分	33度32分17秒	133度43分31秒	高知県	香美郡赤岡町	F0	暖気の移流
224	竜巻	1993年01月23日17時30分	24度22分35秒	123度45分11秒	沖縄県	竹富町	F0	停滞前線
225	竜巻	1991年11月28日22時00分	34度22分30秒	139度15分0秒	東京都	新島若郷	F0	南岸低気圧

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
Fスケール不明の陸上竜巻								
226	竜巻または漏斗雲	2015年10月08日11時50分	26度10分1秒	127度41分55秒	沖縄県	豊見城市	不明	その他(高気圧)
227	竜巻	2013年03月18日11時07分	24度22分16秒	124度12分53秒	沖縄県	石垣市	不明	気圧の谷
228	竜巻	2012年11月14日09時40分	34度3分0秒	135度8分53秒	和歌山県	有田郡湯浅町	不明	寒気の移流
229	竜巻	2009年08月08日15時10分	24度47分0秒	125度16分0秒	沖縄県	宮古島市	不明	台風
230	竜巻	2008年08月08日16時45分	24度21分8秒	124度7分13秒	沖縄県	石垣市	不明	その他(低気圧)
231	竜巻または漏斗雲	2008年07月22日17時40分	26度11分54秒	127度46分7秒	沖縄県	島尻郡与那原町付近	不明	気圧の谷
232	竜巻または漏斗雲	2008年07月22日17時40分	26度11分54秒	127度46分7秒	沖縄県	島尻郡与那原町付近	不明	気圧の谷
233	竜巻	2007年10月09日12時30分	32度8分44秒	130度6分16秒	鹿児島県	出水郡長島町	不明	東シナ海低気圧
234	竜巻または漏斗雲	2007年09月14日15時05分	32度34分19秒	131度40分28秒	宮崎県	延岡市	不明	台風
235	竜巻	2004年06月01日14時15分	26度17分47秒	127度48分45秒	沖縄県	北中城村	不明	梅雨前線　暖気の移流
236	竜巻	1999年11月02日16時40分	34度55分40秒	138度23分50秒	静岡県	静岡市	不明	その他(前線)　寒気の移流
237	竜巻	1993年01月07日10時30分	33度47分50秒	135度14分30秒	和歌山県	印南町	不明	南岸低気圧

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
238	竜巻	1992年11月19日11時10分	32度41分5秒	131度50分33秒	宮崎県	北浦町	不明	不安定線　移動性高気圧
239	竜巻	1992年04月15日16時55分	33度33分30秒	135度25分0秒	和歌山県	日置川町	不明	寒冷前線
240	竜巻	1991年02月13日18時00分	26度26分4秒	127度46分49秒	沖縄県	国頭郡恩納村	不明	東シナ海低気圧　暖気の移流
241	竜巻	1990年09月19日14時00分	34度42分10秒	137度37分40秒	静岡県	浜松市，舞阪町，雄踏町	不明	台風
242	竜巻	1972年06月06日20時30分	26度8分40秒	127度41分8秒	沖縄県	糸満市	不明	東シナ海低気圧　暖気の移流
243	竜巻	1971年09月08日02時00分	35度42分0秒	140度43分30秒	千葉県	飯岡町	(不明)	台風
244	竜巻	1971年08月31日10時50分	35度42分1秒	140度42分11秒	千葉県	飯岡町	不明	台風
245	竜巻	1971年08月31日07時15分	35度3分51秒	140度6分7秒	千葉県	鴨川市	不明	台風
246	竜巻	1964年05月24日14時55分	35度37分47秒	139度38分7秒	東京都	世田谷区	不明	寒冷前線　暖気の移流

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
Fスケール不明の水上竜巻								
247	竜巻	2015年09月16日07時00分	24度21分34秒	123度39分46秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
248	竜巻	2015年09月16日07時00分	24度21分34秒	123度39分46秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
249	竜巻	2015年09月16日07時00分	24度21分34秒	123度39分46秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
250	竜巻	2015年09月16日07時00分	24度21分34秒	123度39分46秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
251	竜巻	2015年09月05日18時10分	25度50分13秒	131度12分31秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
252	竜巻	2015年09月05日17時50分	25度50分13秒	131度12分31秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
253	竜巻	2015年08月25日14時10分	33度38分6秒	135度19分51秒	和歌山県	(海上)	不明	台風
254	竜巻	2015年07月27日16時25分	24度31分5秒	124度14分26秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
255	竜巻	2015年07月27日16時13分	24度20分7秒	124度3分58秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
256	竜巻	2015年05月20日15時00分	24度47分23秒	125度10分35秒	沖縄県	(海上)	不明	梅雨前線
257	竜巻または漏斗雲	2014年09月16日08時50分	34度14分29秒	134度24分34秒	香川県	(海上)	不明	気圧の谷　寒気の移流
258	竜巻または漏斗雲	2014年09月16日08時40分	34度14分29秒	134度24分34秒	香川県	(海上)	不明	気圧の谷　寒気の移流

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
259	竜巻	2014年09月16日08時10分	26度13分43秒	127度55分30秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
260	竜巻または漏斗雲	2014年09月09日15時20分	24度45分53秒	125度16分42秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
261	竜巻	2014年09月09日10時14分	24度43分11秒	125度28分42秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
262	竜巻または漏斗雲	2014年09月03日13時40分	26度23分33秒	127度52分17秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
263	竜巻	2014年09月01日12時40分	26度18分48秒	127度49分41秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
264	竜巻	2014年08月31日09時36分	26度32分37秒	128度3分5秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
265	竜巻または漏斗雲	2014年06月18日14時30分	24度32分45秒	124度19分15秒	沖縄県	(海上)	不明	梅雨前線
266	竜巻	2014年05月23日12時20分	24度18分28秒	124度7分8秒	沖縄県	(海上)	不明	梅雨前線
267	竜巻	2014年04月02日16時40分	30度26分14秒	130度34分25秒	鹿児島県	(海上)	不明	二つ玉低気圧
268	竜巻	2013年12月04日09時00分	36度18分20秒	140度36分0秒	茨城県	(海上)	不明	気圧の谷
269	竜巻	2013年09月03日15時35分	31度23分5秒	131度7分20秒	鹿児島県	(海上)	不明	台風
270	竜巻	2013年06月03日10時18分	24度54分50秒	125度14分55秒	沖縄県	(海上)	不明	梅雨前線
271	竜巻	2012年12月15日16時00分	27度44分4秒	129度3分18秒	鹿児島県	(海上)	不明	寒冷前線

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
272	竜巻	2012年12月15日15時48分	27度44分4秒	129度3分18秒	鹿児島県	（海上）	不明	寒冷前線
273	竜巻	2012年09月16日12時30分	33度41分22秒	135度59分54秒	和歌山県	（海上）	不明	暖気の移流
274	竜巻	2012年07月08日08時33分	26度35分2秒	127度58分42秒	沖縄県	（海上）	不明	太平洋高気圧
275	竜巻	2012年05月13日16時57分	24度53分54秒	125度15分27秒	沖縄県	（海上）	不明	気圧の谷
276	竜巻	2012年05月13日12時56分	24度42分42秒	125度19分3秒	沖縄県	（海上）	不明	気圧の谷
277	竜巻	2012年05月09日08時40分	34度53分50秒	136度48分0秒	愛知県	（海上）	不明	気圧の谷　寒気の移流
278	竜巻	2011年12月04日07時10分	34度49分0秒	139度24分40秒	東京都	（海上）	不明	寒気の移流
279	竜巻	2011年12月04日07時10分	34度49分0秒	139度24分40秒	東京都	（海上）	不明	寒気の移流
280	竜巻	2011年12月04日07時00分	34度49分25秒	139度23分30秒	東京都	（海上）	不明	寒気の移流
281	竜巻	2011年12月04日06時45分	34度47分50秒	139度25分45秒	東京都	（海上）	不明	寒気の移流
282	竜巻または漏斗雲	2011年11月30日11時08分	26度24分52秒	127度41分54秒	沖縄県	（海上）	不明	停滞前線　気圧の谷
283	竜巻	2011年08月22日16時17分	26度29分0秒	127度49分0秒	沖縄県	（海上）	不明	太平洋高気圧
284	竜巻または漏斗雲	2011年08月22日14時15分	24度51分0秒	125度21分0秒	沖縄県	（海上）	不明	太平洋高気圧

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
285	竜巻	2011年02月25日17時20分	26度14分0秒	127度39分0秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
286	竜巻	2011年02月03日10時00分	26度7分0秒	127度39分0秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
287	竜巻	2010年10月07日17時00分	33度2分48秒	133度8分2秒	高知県	(海上)	不明	その他(高気圧)
288	竜巻	2010年10月02日17時00分	26度22分0秒	126度42分0秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
289	竜巻	2010年10月02日15時50分	26度23分0秒	126度43分0秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
290	竜巻	2010年09月23日10時05分	33度28分47秒	135度44分45秒	和歌山県	(海上)	不明	停滞前線
291	竜巻	2010年08月18日11時36分	26度25分0秒	127度42分0秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
292	竜巻または漏斗雲	2010年08月14日17時20分	26度23分0秒	127度44分0秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
293	竜巻	2010年08月04日12時25分	34度33分0秒	137度1分0秒	愛知県	(海上)	不明	暖気の移流
294	竜巻	2010年07月28日16時20分	26度30分0秒	128度1分0秒	沖縄県	(海上)	不明	暖気の移流
295	竜巻または漏斗雲	2010年07月25日14時45分	26度35分0秒	127度11分0秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
296	竜巻	2009年09月15日11時40分	26度26分0秒	127度58分0秒	沖縄県	(海上)	不明	暖気の移流
297	竜巻	2009年08月08日15時30分	24度38分0秒	124度38分0秒	沖縄県	(海上)	不明	台風

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
298	竜巻	2009年07月30日17時50分	26度18分0秒	127度34分0秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
299	竜巻または漏斗雲	2009年07月06日18時54分	24度18分16秒	124度3分2秒	沖縄県	石垣市	不明	暖気の移流
300	竜巻	2009年07月06日16時35分	26度35分0秒	127度57分0秒	沖縄県	(海上)	不明	暖気の移流
301	竜巻	2009年06月26日13時10分	26度14分24秒	127度39分3秒	沖縄県	(海上)	不明	梅雨前線
302	竜巻または漏斗雲	2009年02月26日11時50分	24度55分27秒	125度16分4秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)
303	竜巻	2008年11月08日10時25分	25度47分38秒	131度16分25秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
304	竜巻	2008年11月03日11時55分	34度15分0秒	134度30分0秒	徳島県	(海上)	不明	その他(前線)　寒気の移流
305	竜巻	2008年10月27日16時00分	35度15分20秒	140度25分40秒	千葉県	(海上)	不明	寒気の移流
306	竜巻	2008年10月27日15時50分	35度15分20秒	140度25分30秒	千葉県	(海上)	不明	寒気の移流
307	竜巻	2008年10月27日15時50分	35度15分20秒	140度25分40秒	千葉県	(海上)	不明	寒気の移流
308	竜巻	2008年10月27日15時40分	35度15分20秒	140度25分20秒	千葉県	(海上)	不明	寒気の移流
309	竜巻	2008年10月27日15時30分	35度15分20秒	140度25分0秒	千葉県	(海上)	不明	寒気の移流
310	竜巻または漏斗雲	2008年10月10日17時20分	26度5分38秒	127度43分38秒	沖縄県	糸満市	不明	気圧の谷

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
311	竜巻または漏斗雲	2008年10月07日12時35分	26度21分5秒	126度49分0秒	沖縄県	(海上)	不明	停滞前線
312	竜巻	2008年10月07日11時30分	26度20分0秒	126度49分0秒	沖縄県	(海上)	不明	停滞前線
313	竜巻	2008年10月07日11時00分	26度16分0秒	126度49分0秒	沖縄県	(海上)	不明	停滞前線
314	竜巻	2008年09月21日11時03分	34度22分0秒	136度58分0秒	三重県	(海上)	不明	停滞前線
315	竜巻	2008年08月26日14時12分	28度24分0秒	129度45分0秒	鹿児島県	(海上)	不明	暖気の移流
316	竜巻	2008年08月16日13時45分	35度36分57秒	140度3分20秒	千葉県	(海上)	不明	台風　停滞前線　雷雨(熱雷)
317	竜巻または漏斗雲	2008年08月08日13時40分	26度15分0秒	127度31分0秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(低気圧)
318	竜巻	2008年07月22日17時40分	26度11分54秒	127度47分10秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
319	竜巻	2008年07月22日17時08分	26度11分6秒	127度47分8秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
320	竜巻	2008年07月22日17時05分	26度11分6秒	127度47分8秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
321	竜巻	2008年07月07日09時30分	26度11分46秒	127度58分7秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧
322	竜巻	2008年07月03日15時00分	26度30分2秒	128度0分1秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧　気圧の谷
323	竜巻または漏斗雲	2008年05月27日13時00分	24度52分35秒	125度20分14秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
324	竜巻または漏斗雲	2008年05月27日12時30分	24度55分7秒	125度19分31秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
325	竜巻	2008年05月27日11時41分	24度52分39秒	125度18分42秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
326	竜巻	2008年05月19日16時50分	34度36分44秒	137度1分14秒	愛知県	(海上)	不明	気圧の谷　南岸低気圧
327	竜巻または漏斗雲	2008年04月23日16時23分	34度39分43秒	137度24分43秒	愛知県	豊橋市	不明	気圧の谷
328	竜巻	2008年03月25日21時04分	35度16分57秒	139度31分36秒	神奈川県	(海上)	不明	気圧の谷　寒気の移流
329	竜巻	2008年03月25日20時57分	35度15分40秒	139度29分57秒	神奈川県	(海上)	不明	気圧の谷　寒気の移流
330	竜巻	2008年03月25日20時53分	35度18分16秒	139度26分34秒	神奈川県	(海上)	不明	気圧の谷　寒気の移流
331	竜巻	2007年10月14日12時55分	34度32分35秒	137度0分30秒	三重県	(海上)	不明	停滞前線　気圧の谷
332	竜巻または漏斗雲	2007年10月09日16時00分	32度4分8秒	130度8分23秒	鹿児島県	(海上)	不明	東シナ海低気圧
333	竜巻	2007年10月09日14時00分	32度9分12秒	130度5分33秒	鹿児島県	(海上)	不明	東シナ海低気圧
334	竜巻または漏斗雲	2007年09月02日13時02分	24度19分29秒	124度16分44秒	沖縄県	(海上)	不明	太平洋高気圧　雷雨(熱雷)
335	竜巻または漏斗雲	2007年08月29日13時40分	26度3分29秒	127度40分48秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)　気圧の谷
336	竜巻または漏斗雲	2007年08月29日13時25分	26度5分6秒	127度38分6秒	沖縄県	(海上)	不明	その他(高気圧)　気圧の谷

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
337	竜巻	2007年08月28日17時30分	26度40分12秒	128度3分36秒	沖縄県	(海上)	不明	雷雨(熱雷)
338	竜巻	2007年08月28日15時40分	26度20分40秒	127度56分0秒	沖縄県	(海上)	不明	雷雨(熱雷)
339	竜巻	2007年05月31日17時30分	35度13分0秒	139度51分0秒	千葉県	(海上)	不明	雷雨(熱雷を除く)　寒気の移流
340	竜巻	2006年11月06日12時00分	33度42分0秒	135度20分0秒	和歌山県	(海上)	不明	日本海低気圧
341	竜巻	2006年09月19日17時30分	33度29分33秒	133度34分14秒	高知県	(海上)	不明	寒気の移流
342	竜巻	2006年08月29日14時16分	26度40分0秒	127度52分30秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
343	竜巻	2003年01月11日15時40分	33度5分25秒	139度43分19秒	東京都	(海上)	不明	気圧の谷
344	竜巻	2001年08月04日15時27分	26度21分52秒	126度41分12秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
345	竜巻	2001年08月04日15時00分	26度21分52秒	126度41分12秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
346	竜巻	2001年07月09日17時59分	24度49分39秒	125度7分44秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
347	竜巻	2001年07月08日16時14分	24度46分54秒	125度14分41秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
348	竜巻	2000年08月07日17時55分	35度32分30秒	140度0分52秒	千葉県	(海上)	不明	雷雨(熱雷)
349	竜巻	1999年08月12日10時18分	26度21分40秒	126度41分12秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷

No.	現象区別	発生日時	発生場所				Fスケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
350	竜巻	1999年07月21日11時20分	26度6分3秒	127度38分19秒	沖縄県	(海上)	不明	熱帯低気圧(台風以外)
351	竜巻	1999年07月03日12時30分	26度34分30秒	127度58分0秒	沖縄県	(海上)	不明	停滞前線　暖気の移流
352	竜巻	1998年09月24日17時27分	26度9分1秒	127度38分41秒	沖縄県	(海上)	不明	気圧の谷
353	竜巻	1998年04月18日13時15分	32度59分50秒	133度2分2秒	高知県	(海上)	不明	南岸低気圧
354	竜巻	1997年09月06日15時30分	33度14分37秒	134度13分20秒	高知県	(海上)	不明	停滞前線　暖気の移流
355	竜巻	1997年05月20日13時30分	33度40分0秒	135度10分0秒	和歌山県	(海上)	不明	南岸低気圧　寒気の移流
356	竜巻	1997年05月03日10時50分	26度6分30秒	127度32分30秒	沖縄県	(海上)	不明	寒冷前線
357	竜巻	1994年10月04日17時05分	33度31分17秒	133度42分9秒	高知県	(海上)	不明	暖気の移流
358	竜巻	1994年10月04日17時05分	33度31分8秒	133度41分30秒	高知県	(海上)	不明	暖気の移流
359	竜巻	1994年10月04日17時05分	33度31分15秒	133度41分47秒	高知県	(海上)	不明	暖気の移流
360	竜巻	1992年05月17日14時33分	26度21分49秒	126度41分8秒	沖縄県	(海上)	不明	東シナ海低気圧　暖気の移流
361	竜巻	1992年03月31日14時55分	26度26分0秒	127度56分0秒	沖縄県	(海上)	不明	東シナ海低気圧　暖気の移流

1.3 基準竜巻の最大風速の設定

基準竜巻の最大風速は，過去に発生した竜巻による最大風速（V_{B1}）及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）のうち，大きな風速を設定する。

1.3.1 過去に発生した竜巻による最大風速（V_{B1}）

気象庁の「竜巻等の突風データベース[(2)]」から，竜巻検討地域内で 1961 年 1 月から 2016 年 3 月に発生した竜巻の最大である F3 スケール相当以上の竜巻を表 1.3.1-1 に示す。F3 スケールにおける風速は 70 m/s～92 m/s であることから，過去に発生した竜巻による最大風速（V_{B1}）を 92 m/s とする。

表 1.3.1-1　1961 年 1 月から 2016 年 3 月に発生した F3 スケール相当以上の竜巻

発生日時	発生場所				F スケール
	発生緯度	発生経度	都道府県	市町村	
1967 年 10 月 28 日 03 時 12 分	35 度 42 分 3 秒	140 度 43 分 10 秒	千葉県	飯岡町	F2～F3
1968 年 09 月 24 日 19 時 05 分	32 度 7 分 16 秒	131 度 32 分 8 秒	宮崎県	高鍋町	F2～F3
1969 年 12 月 07 日 18 時 00 分	34 度 45 分 4 秒	137 度 22 分 46 秒	愛知県	豊橋市	F2～F3
1978 年 02 月 28 日 21 時 20 分	35 度 32 分 1 秒	139 度 41 分 50 秒	神奈川県	川崎市	F2～F3
1990 年 02 月 19 日 15 時 15 分	31 度 15 分 38 秒	130 度 16 分 35 秒	鹿児島県	枕崎市	F2～F3
1999 年 09 月 24 日 11 時 07 分	34 度 42 分 4 秒	137 度 23 分 5 秒	愛知県	豊橋市	F3

1.3.2 竜巻最大風速のハザード曲線の算定フロー

竜巻最大風速のハザード曲線は,「竜巻影響評価ガイド[(1)]」に従い算出する。算出においては東京工芸大委託成果[(3)]も参考にする。算出フローを図 1.3.2-1 に示す。

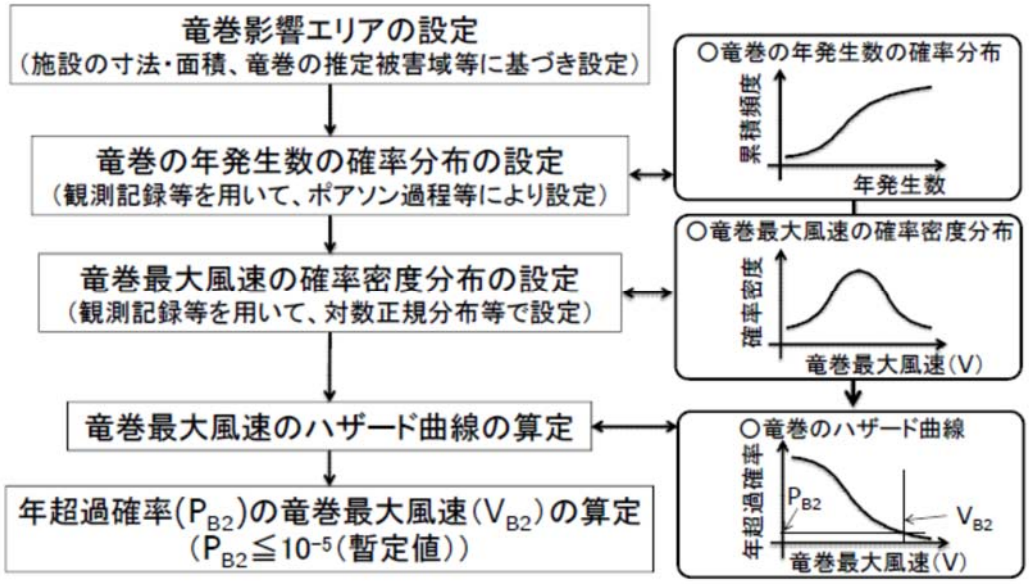


図 1.3.2-1　ハザード曲線の算出フロー

竜巻最大風速のハザード曲線は，竜巻検討地域全体（海岸線から海側及び陸側それぞれ 5 km 全域），及び竜巻検討地域を海岸線に沿って 1 km 範囲ごとに細分化したケースを作成し，これらの年超過確率 10^{-5} の風速のうち，最も大きなものを V_{B2} として設定する。

1.3.3 発生頻度の分析

「竜巻等の突風データベース[2]」では，観測年代によって観測精度が異なっている。そこで，下記のとおり観測データの補正を実施，年発生数の確率分布に関する統計データを推定した。

① F0，F スケール不明の竜巻については，観測体制が強化される以前は見過ごされた可能性が高いことから，観測体制が強化された 2007 年以降の統計量を基にする。

② F1 の竜巻については，1991 年前後で観測体制及び竜巻の集計方法が変わり，年間発生数が以前の 30 年間に比べ，発生数を明らかに上回ることから，観測体制が強化された 1991 年以降の統計量を基にする。

③ F2 以上の竜巻については，見逃されることが少なかったとして，1961 年以降の全期間の統計量を基にする。

④ F スケール不明の海上で発生し，上陸せずに消滅した竜巻（以下，「海上竜巻」という。）については，その竜巻の F スケールを推定することは困難であることから，「海岸線から海上 5 km の範囲における海上竜巻の発生特性が，海岸線から内陸 5 km の範囲における陸上竜巻の発生特性と同様である」という仮定に基づき，陸上竜巻（上陸竜巻含む）の F スケール別発生比率で按分し，各 F スケールで発生した竜巻に加える。また，F スケール不明の陸上竜巻（上陸竜巻含む）は，痕跡が残らないほど小さかったとして，F0 相当の竜巻であったとする。

竜巻の発生数の分析結果を表 1.3.3-1 に示す。竜巻検討地域において 1961 年 1 月から 2016 年 3 月までの 55.25 年間に 361 個の竜巻が観測され，1152 個の竜巻が発生したと推定した。

表 1.3.3-1　竜巻発生数の分析結果

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	水上不明	不明小計	合計
55.25 年	発生数	6	41	111	67	225	21	115	136	361
1961.01～2016.03	平均値	0.11	0.74	2.01	1.21	4.07	0.38	2.08	2.46	6.53
	標準偏差	0.31	0.92	1.94	2.47	3.46	0.73	4.63	5.04	7.66
25.25 年	発生数	1	15	83	67	166	15	115	130	296
1991.01～2016.03	平均値	0.04	0.59	3.29	2.65	6.57	0.59	4.55	5.15	11.72
	標準偏差	0.20	0.76	2.00	3.13	3.44	0.81	6.03	6.52	8.80
9.25 年	発生数	0	1	23	52	76	9	93	102	178
2007.01～2016.03	平均値	0.00	0.11	2.49	5.62	8.22	0.97	10.05	11.03	19.24
	標準偏差	0.00	0.32	1.83	3.68	4.20	0.99	7.38	8.09	10.93

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	6	41	182	365	594
1961.01～2016.03	平均値	0.11	0.74	3.29	6.61	10.75
疑似陸上	標準偏差	0.31	0.92	1.98	3.84	4.99

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	12	80	353	707	1152
1961.01～2016.03	平均値	0.22	1.45	6.39	12.80	20.85
疑似全竜巻	標準偏差	0.34	1.14	3.36	6.66	10.25

竜巻の年発生数の確率分布については，竜巻は極めて稀に発生する事象であり，東京工芸大委託成果[(3)]を参考にして，ポリヤ分布とポアソン分布の年発生数に対する適合性を検討し，ポリヤ分布がポアソン分布よりも適合性が高いことを確認した（図 1.3.3-1）。

図 1.3.3-2 に年平均値と標準偏差に対するポリヤ分布を示す。

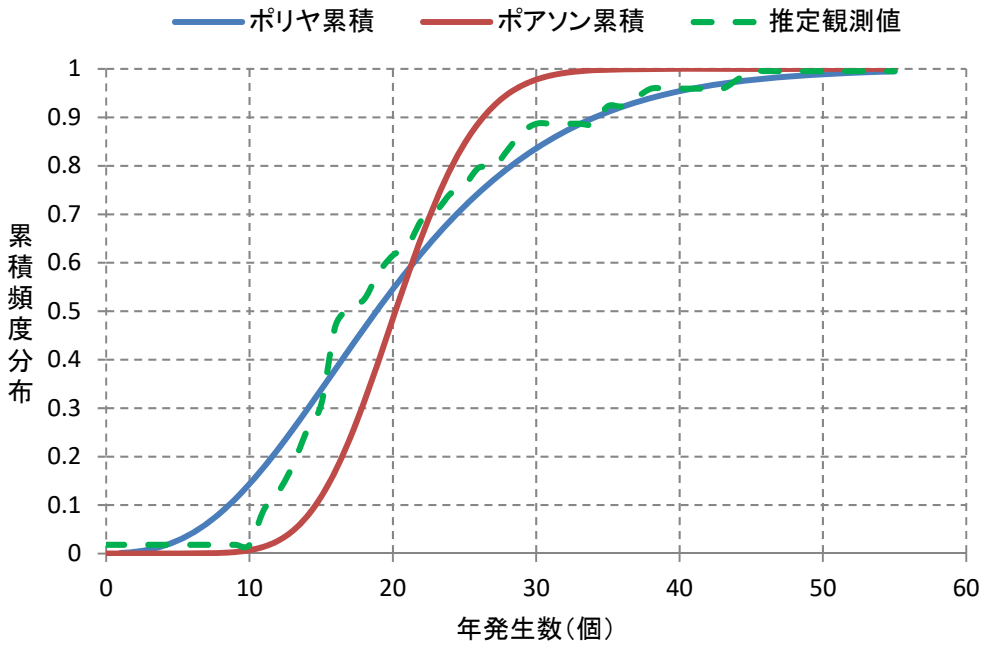


図 1.3.3-1　竜巻検討地域における竜巻の年発生数の推定値とポリヤ分布，ポアソン分布の比較

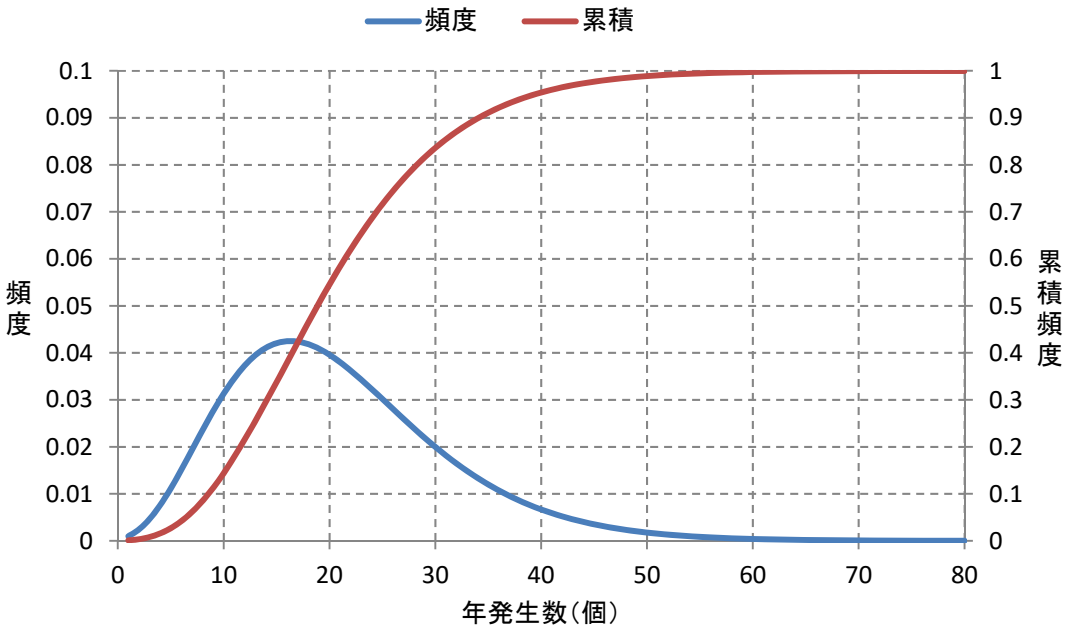


図 1.3.3-2　竜巻の年発生数と確率密度分布（ポリヤ分布）

1.3.4 竜巻風速，被害幅及び被害長さの確率密度分布，相関係数

被害幅及び被害長さについても発生数と同様に疑似 55.25 年間の統計量から算出する。被害幅及び被害長さのデータは，竜巻発生数評価時のデータに比べて少ない。そこで，先に作成した疑似 55.25 年間の竜巻発生数に対応した被害幅及び被害長さの統計量は以下の手順で作成した。

① 1961 年以降の被害幅及び被害長さのデータを使用して，F スケール毎に分類する。
② F スケール毎に，①の手順で得た被害幅及び被害長さのデータを大きい順に並び替え，55.25 年間の発生数分だけ繰り返しサンプリングを行い，疑似 55.25 年の被害幅及び被害長さのデータを作成する。
③ ②の手順で作成した疑似 55.25 年間のデータに対して平均値，標準偏差を算出する。表 1.3.4-1 に疑似 55.25 年のデータから算出した被害幅及び被害長さの統計量を示す。

表 1.3.4-1　疑似 55.25 年の被害幅，被害長さの統計量

		F3	F2	F1	F0	計
	発生数	12	80	353	707	1152
被害幅	平均	525.00	250.75	131.22	81.74	113.26
単位：m	標準偏差	706.30	412.83	173.60	62.58	178.53
被害長さ	平均	13.93	4.95	2.20	1.21	1.91
単位：km	標準偏差	14.13	3.98	2.14	0.96	2.73

表 1.3.4-1 を基に発生数，被害幅，被害長さのデータから確率密度分布を求める。その際に東京工芸大委託成果[(3)]を参考にして，確率密度関数が対数正規分布に従うものとした。

① 竜巻風速の確率密度分布
竜巻風速の算定結果を図 1.3.4-1，図 1.3.4-2 に示す。観測結果を適切に表現できており，風速の大きいエリアにおいても不自然な形となっていない。
② 竜巻の被害幅の確率密度分布
被害幅の算定結果を図 1.3.4-3，図 1.3.4-4 に示す。算定結果は，超過確率の図より観測結果を適切に推定できていることが分かる。
③ 竜巻の被害長さの確率密度分布
被害幅の算定結果を図 1.3.4-5，図 1.3.4-6 に示す。算定結果は，超

過確率の図より観測結果を適切に推定できていることが分かる。

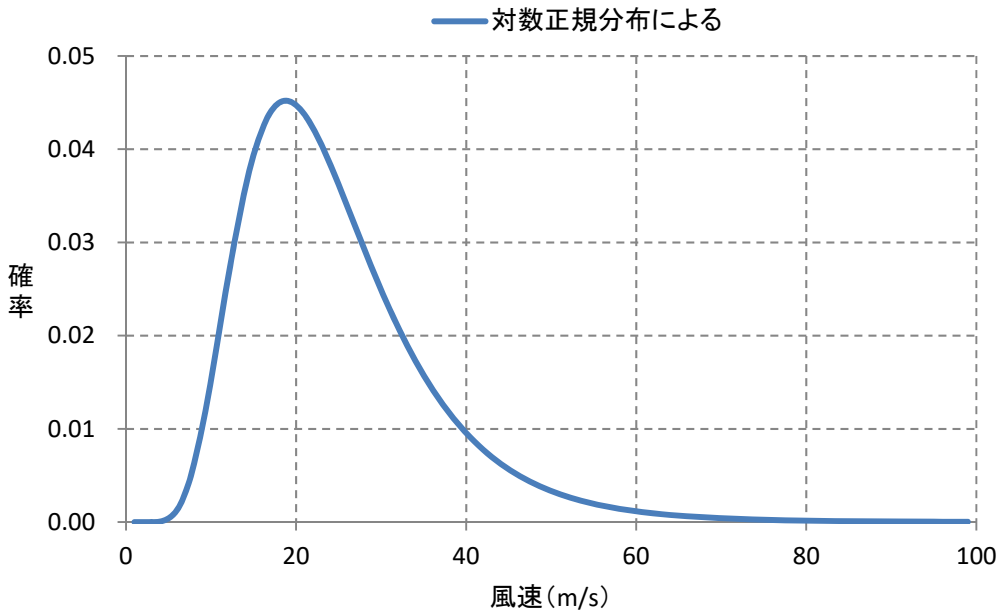


図 1.3.4-1　最大風速の確率密度分布

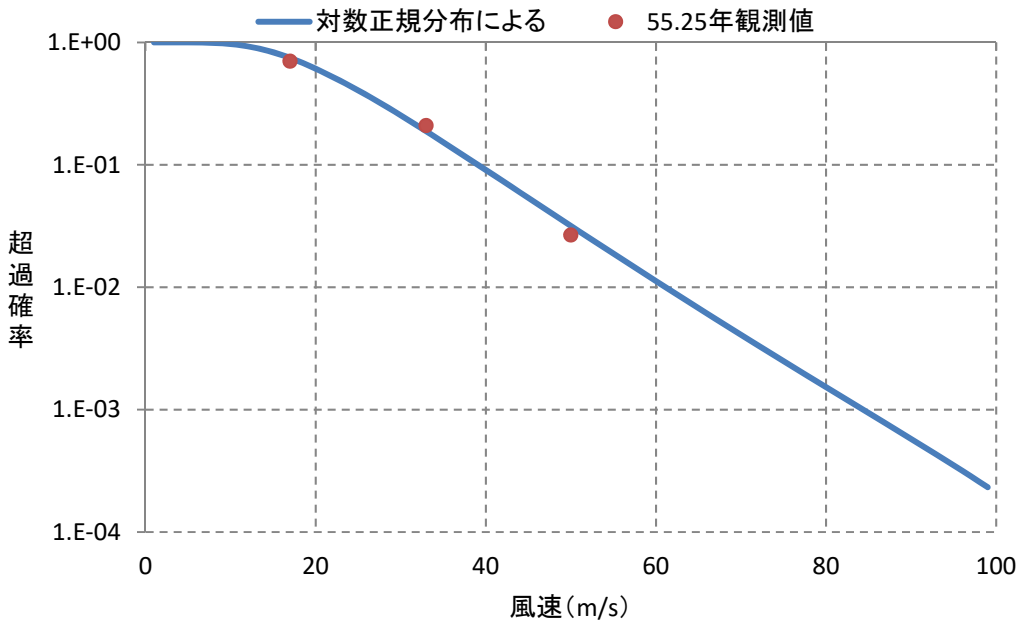


図 1.3.4-2　最大風速の超過確率

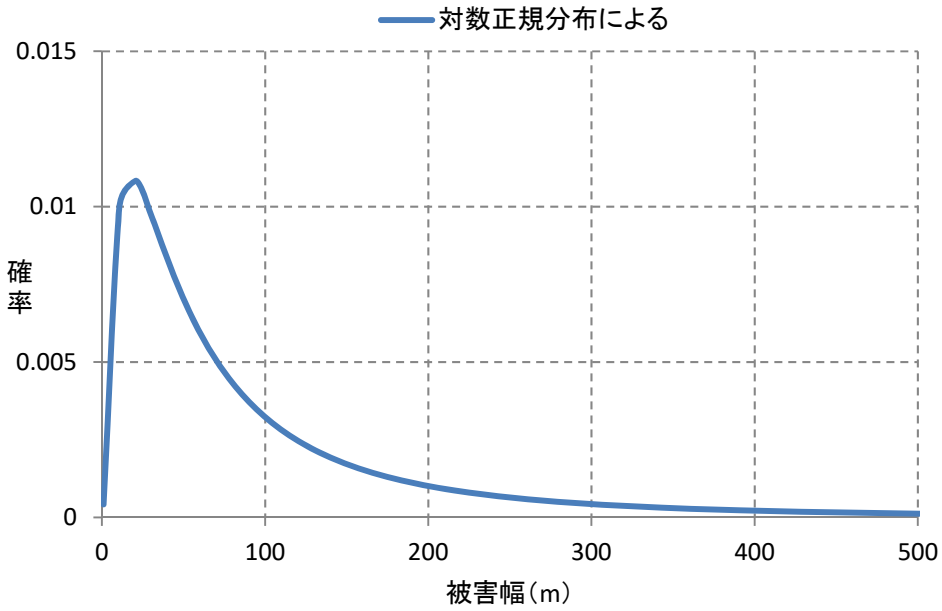


図 1.3.4-3　被害幅の確率密度分布

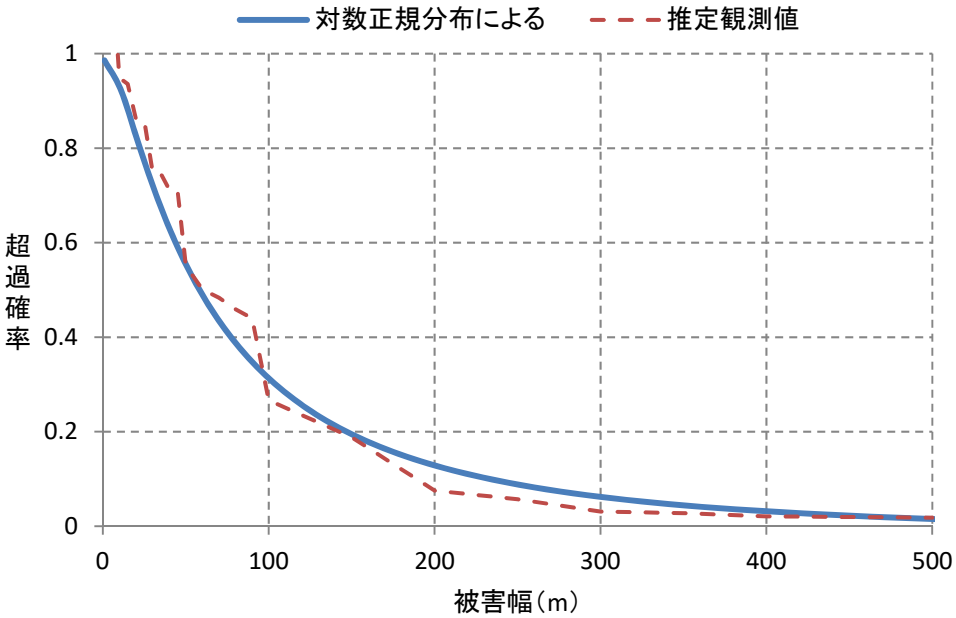


図 1.3.4-4　被害幅の超過確率

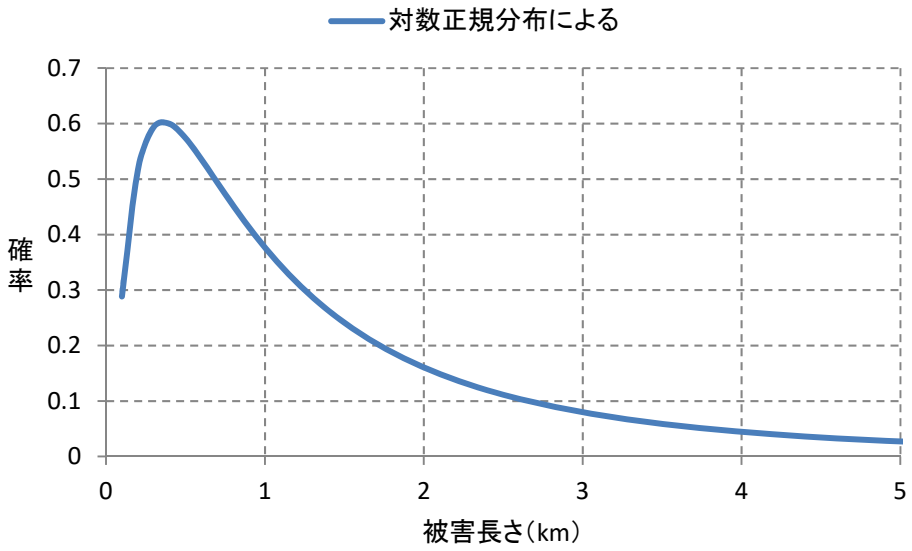


図 1.3.4-5　被害長さの確率密度分布

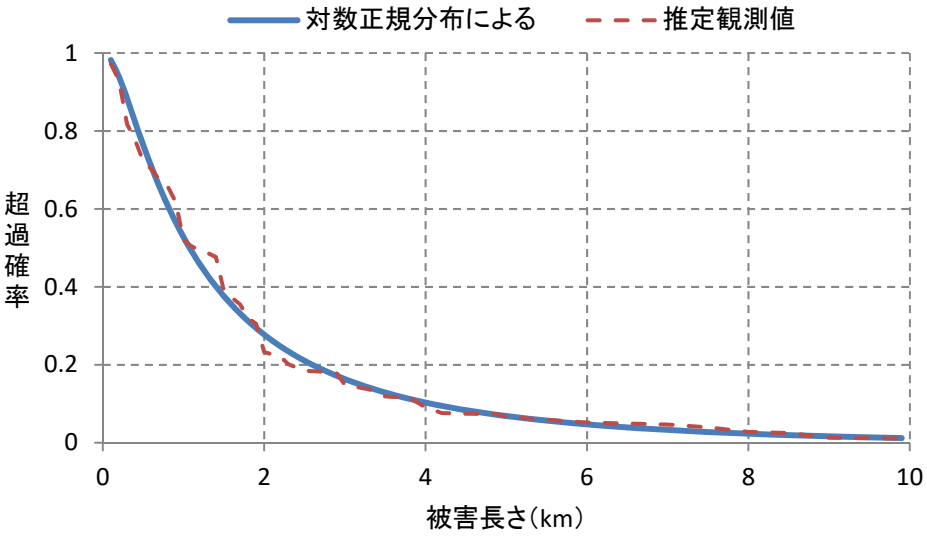


図 1.3.4-6　被害長さの超過確率

相関係数は，過去に発生した竜巻の最大風速，被害幅及び被害長さの関係を評価することから，繰り返しサンプリングを行った疑似 55.25 年のデータでなく，観測データからその対数値の相関係数を算出した。被害規模の小さい F スケール不明や F0 の竜巻の発生数は F3，F2 竜巻に比べて発生数が多いため，疑似 55.25 年のデータでは多数の繰り返しサンプリングが行われている。その影響により F3，F2 竜巻の相関性が薄れている可能性があるため，疑似データではなく観測データを利用した。

また風速，被害幅，被害長さのうち 3 変量がそろっているデータは少ないため，データ数量確保のために少なくとも 2 変量の比較が行える観測データで評価した。相関係数を表 1.3.4-2 に示す。

表 1.3.4-2　風速，被害幅，被害長さの対数値の相関係数

	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.259	0.418
被害幅	－	1.000	0.943
被害長さ	－	－	1.000

1.3.5 竜巻影響エリアの設定

再処理施設の竜巻防護施設を包絡する直径750ｍの円形領域を竜巻影響エリアとして設定した。竜巻影響エリアを図 1.3.5-1 に示す。

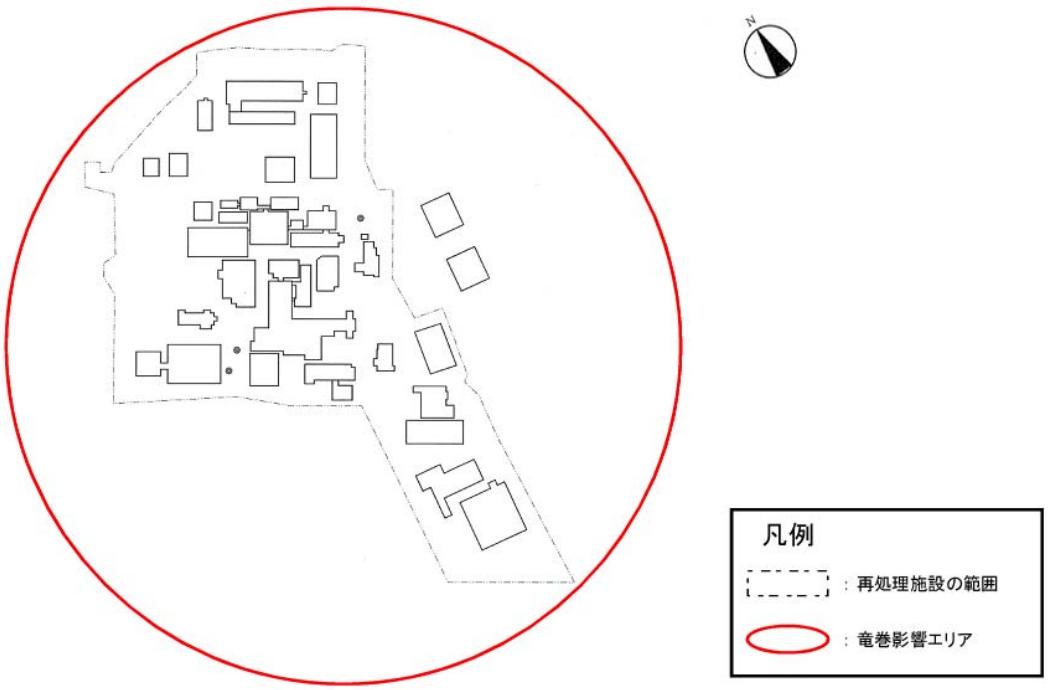


図 1.3.5-1　竜巻影響エリアと再処理施設との位置関係

また，竜巻影響エリアを円形としたため，ハザード計算において竜巻の移動方向に対する依存性は生じない。

1.3.6 ハザード曲線の算定方法

「竜巻影響評価ガイド[1]」では，東京工芸大委託成果[3]を参考に，竜巻に遭遇し，かつ竜巻風速がある値以上になる確率モデルの推定法として，Wen and Chu[5]による方法を例示している。東京工芸大委託成果[3]では，竜巻の発生がポアソン過程に従うと仮定した場合,竜巻の発生年発生数の確率分布は,式(1)に示すポリヤ分布の適合性が良いとされている。本ハザード曲線の算定においても，これに倣い適合性の良いポリヤ分布により設定した。

$$P_T(N)=\frac{(\nu T)^N}{N!}\left(1+\beta\nu T\right)^{-N-1/\beta}\prod_{k=1}^{N-1}\left(1+\beta k\right) \qquad (1)$$

ここで,

N：竜巻の発生数

ν：竜巻の年平均発生数

T：年数

β ：分布のパラメータであり次式で示される。

$$\beta=\left(\frac{\sigma^2}{\nu}-1\right)\times\frac{1}{\nu} \qquad (2)$$

ここで， σ ：竜巻の年発生数の標準偏差

竜巻影響評価の対象とする構造物が 1 つの竜巻に遭遇し,その竜巻の風速が V_0 以上となる確率を $R(V_0)$ とした場合，T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し，かつ竜巻風速が V_0 以上となる確率は，式（1）から導出され以下の式（3）となる。

$$P_{V_0,T}(D)=1-\left[1+\beta\nu R(V_0)T\right]^{-1/\beta} \qquad (3)$$

ここで,

D：対象とする構造物が風速 V_0 以上の竜巻風速に遭遇する事象

$R(V_0)$：評価対象構造物が 1 つの竜巻に遭遇し，竜巻風速が V_0 以上となる確率であり，次式で表される。

$$R(V_0)=\frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \qquad (4)$$

ここで,

$DA(V_0)$：1つの竜巻により被害を受け竜巻風速がV_0以上となる面積

$E[DA(V_0)]$：$DA(V_0)$の期待値

A_0：竜巻影響評価の対象地域の面積（57,804.89 km^2）

ハザード曲線は，式（4）を式（3）に代入することにより算定できる。

次に$E[DA(V_0)]$の求め方を説明する。

1個の竜巻の風速がV_0以上となる面積$DA(V_0)$は以下のように表される。

$$\begin{aligned} DA(V_0) &= WL + HL + WG + AB \quad ;V \geqq V_0 \\ DA(V_0) &= 0 \qquad\qquad\qquad\quad ;V < V_0 \end{aligned} \qquad (5)$$

ここで，Wは竜巻の被害幅，Lは被害長さ，A，Bは構造物の寸法，HとGは竜巻の被害幅や長さ方向への構造物の投影長さである。

上記の関係を竜巻風速，被害幅，被害長さの確率密度分布を用いると，$DA(V_0)$の期待値は式（6）のように表すことができる。

$$\begin{aligned} E[DA(V_0)] &= \int_0^{\infty}\int_0^{\infty}\int_{V_0}^{\infty} W(V_0)\, l\, f(V,w,l)\, dV\, dw\, dl \\ &+ \int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\int_{V_0}^{\infty} H(\alpha)\, l\, f(V,l,\alpha)\, dV dl\, d\alpha + \int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\int_{V_0}^{\infty} W(V_0) G(\alpha)\, f(V,w,\alpha)\, dV dw\, d\alpha \\ &+ AB\int_{V_0}^{\infty} f(V)dV \end{aligned} \qquad (6)$$

ここで,

V：竜巻最大風速

w：竜巻の被害幅

l：竜巻の被害長さ
α：竜巻の移動方向
f（・）：確率密度分布
H（α），G（α）：それぞれ竜巻の被害長さ及び被害幅方向に沿った面に竜巻影響評価対象構造物を投影した時の長さであり，次式で表される。

$$H(\alpha) = B|\sin\alpha| + A|\cos\alpha|$$

$$G(\alpha) = A|\sin\alpha| + B|\cos\alpha|$$

式（6）の右辺第一項は，竜巻の被害幅と被害長さの積，つまり被害面積を表しており，いわゆる点構造物に対する被害を，第二項及び第三項は，被害幅・被害長さと構造物寸法の積，つまり構造物の被害面積を表す。第四項は構造物面積 AB に依存する項である。

$W(V_0)$は，竜巻の被害幅のうち風速が V_0 を超える部分の幅であり，式（7）により算出される。この式により，被害幅内の風速分布に応じて被害様相に分布があることが考慮されている。

$$W(V_0) = \left(\frac{V_{min}}{V_0}\right)^{1/1.6} w \qquad (7)$$

ここで V_{min} は Gale intensity と呼ばれ，被害が発生し始める風速に位置づけられる。気象庁が使用している風力階級では，風力 8 が疾強風（gale：17.2～20.7 m/s），風力 9 は大強風（strong gale：20.8 m/s～24.4 m/s）と分類されており，風力 9 では「屋根瓦が飛び，人家に被害が出始める」とされている。

以上を参考にして，V_{min} =25 m/s とした。この値は F0（17～32 m/s）のほぼ中央値に相当する。

また，$H(\alpha)$及び $G(\alpha)$はそれぞれ，竜巻の被害長さ及び被害幅方向に沿った面に竜巻影響評価対象物を投影したときの長さである。1.3.5 項で竜巻影響エリアを円形で設定しているため，H，G ともに竜巻影響エリアの直径 750 m

で一定（竜巻の移動方向に依存しない。）となる。従って，式（6）は式（6’）と表すことができる。

$$E\left[DA(V_0)\right]=\int_0^{\infty}\int_0^{\infty}\int_{V_0}^{\infty} W(V_0)\, l\, f(V,w,l)\, dV\, dw\, dl$$
$$+L\int_0^{\infty}\int_{V_0}^{\infty} lf(V,l)dVdl+L\int_0^{\infty}\int_{V_0}^{\infty} W(V_0)f(V,w)dVdw+S\int_{V_0}^{\infty} f(V)dV \qquad (6')$$

ここで，

L：竜巻影響エリアの直径

S：竜巻影響エリアの面積

式（6’）における同時密度関数 f は，2 変量あるいは 3 変量の対数正規分布である。一般的に 2 変量(x, y)又は 3 変量(x, y, z)の対数正規分布は，以下の式（8）又は式（9）のように表される。

$$f(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}}\frac{1}{xy}\exp\left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left\{\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2-2\rho\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)+\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right\}\right] \qquad (8)$$

$$f(x,y,z)=\frac{1}{(2\pi)^{3/2}\left|\begin{matrix}\sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz}\\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz}\\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2\end{matrix}\right|^{1/2}}\times\frac{1}{xyz}$$
$$\times\exp\left[-\frac{1}{2}\begin{pmatrix}\ln(x)-\mu_x & \ln(y)-\mu_y & \ln(z)-\mu_z\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz}\\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz}\\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2\end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix}\ln(x)-\mu_x\\ \ln(y)-\mu_y\\ \ln(z)-\mu_z\end{pmatrix}\right] \qquad (9)$$

μ，σ，ρ は ln(x)，ln(y)，ln(z)の平均値，標準偏差及び相関係数であり，

1.3.4 項で求めた竜巻風速，被害幅，被害長さの確率密度分布の平均値，標準偏差及び相関係数を適用して，同時確率密度関数 f を定義した。

1.3.7 竜巻最大風速のハザード曲線

算定した竜巻最大風速のハザード曲線を図 1.3.7-1 に示す。

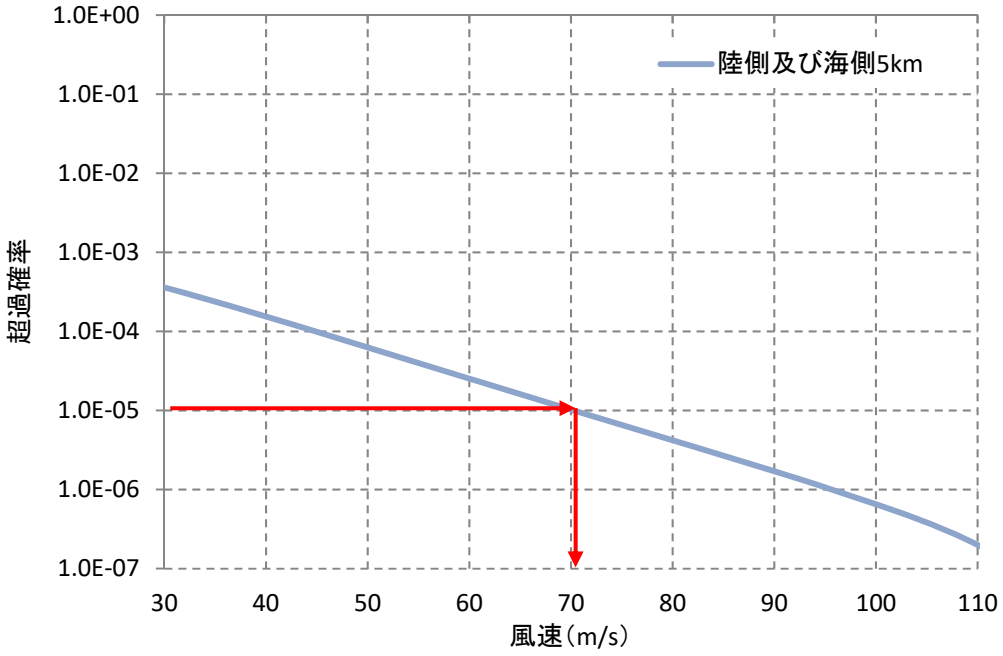


図 1.3.7-1　竜巻最大風速のハザード曲線（竜巻検討地域：陸側及び海側 5 km）

年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻風速は 70 m/s となった。

「竜巻影響評価ガイド[(1)]」では竜巻検討地域全域（陸側及び海側 5 km）に加えて，少なくとも 1 km 幅ごとに竜巻の年発生数の確率分布を算定するとされており，竜巻検討地域を 1 km 幅に細分化した場合について算定を行った。

なお，海側の 1 km 以遠については，全て F スケールが不明であるため，ハザード曲線の算定は不可能である。竜巻検討地域を 1 km 幅に細分化したときの諸元を表 1.3.7-1～表 1.3.7-6 に示す。竜巻検討地域を 1 km 幅に細分化したときの竜巻検討地域の面積は，陸側及び海側 5 km の 57,804.89 km^2 の 1/10 の値で算出した。

表 1.3.7-1　陸側 0-1 km の領域における統計量

＜発生数＞

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	水上不明	不明小計	合計
55.25 年	発生数	4	34	83	49	170	18	0	18	188
1961.01～2016.03	平均値	0.07	0.62	1.50	0.89	3.08	0.33	0.00	0.33	3.40
	標準偏差	0.26	0.91	1.68	1.83	2.63	0.66	0.00	0.66	3.01
25.25 年	発生数	0	11	63	49	123	16	0	16	139
1991.01～2016.03	平均値	0.00	0.44	2.50	1.94	4.87	0.63	0.00	0.63	5.50
	標準偏差	0.00	0.76	1.81	2.32	2.62	0.80	0.00	0.80	3.03
9.25 年	発生数	0	0	18	39	57	10	0	10	67
2007.01～2016.03	平均値	0.00	0.00	1.95	4.22	6.16	1.08	0.00	1.08	7.24
	標準偏差	0.00	0.00	1.62	2.51	3.02	1.05	0.00	1.05	3.65

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	4	34	138	293	469
疑似陸上竜巻	平均値	0.07	0.62	2.50	5.30	8.49
	標準偏差	0.26	0.91	1.80	3.12	4.14
55.25 年	発生数	4	34	138	293	469
疑似全竜巻	平均値	0.07	0.62	2.50	5.30	8.49
	標準偏差	0.26	0.91	1.80	3.12	4.14

＜被害幅／被害長さ＞

疑似竜巻		F3	F2	F1	F0	計
55.25年	発生数	4	34	138	293	469
被害幅	平均	612.50	155.74	159.57	97.17	124.17
単位:m	標準偏差	925.90	119.68	220.24	62.81	161.57
被害長さ	平均	3.04	1.20	0.77	0.68	0.77
単位:km	標準偏差	3.11	0.58	0.46	0.40	0.56

＜相関係数＞

	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.184	0.204
被害幅	-	1.000	0.830
被害長さ	-	-	1.000

※被害長さについては，各竜巻の発生地点と消滅地点を結ぶ線分が 1 km 幅の領域にかかる長さから算出

表 1.3.7-2　陸側 1-2 km の領域における統計量

＜発生数＞

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	水上不明	不明小計	合計
55.25 年	発生数	4	17	46	22	89	4	0	4	93
1961.01～2016.03	平均値	0.07	0.31	0.83	0.40	1.61	0.07	0.00	0.07	1.68
	標準偏差	0.26	0.60	1.01	1.22	1.60	0.26	0.00	0.26	1.65
25.25 年	発生数	0	5	34	22	61	2	0	2	63
1991.01～2016.03	平均値	0.00	0.20	1.35	0.87	2.42	0.08	0.00	0.08	2.50
	標準偏差	0.00	0.40	1.12	1.69	1.81	0.27	0.00	0.27	1.86
9.25 年	発生数	0	0	11	19	30	2	0	2	32
2007.01～2016.03	平均値	0.00	0.00	1.19	2.05	3.24	0.22	0.00	0.22	3.46
	標準偏差	0.00	0.00	0.74	2.38	2.36	0.42	0.00	0.42	2.39

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	4	17	75	126	222
1961.01～2016.03	平均値	0.07	0.31	1.36	2.28	4.02
疑似陸上	標準偏差	0.26	0.60	1.11	2.31	2.68
55.25 年	発生数	4	17	75	126	222
1961.01～2016.03	平均値	0.07	0.31	1.36	2.28	4.02
疑似全竜巻	標準偏差	0.26	0.60	1.11	2.31	2.68

＜被害幅／被害長さ＞

疑似竜巻		F3	F2	F1	F0	計
55.25年	発生数	4	17	75	126	222
被害幅	平均	612.50	167.65	178.27	94.13	137.52
単位:m	標準偏差	925.90	246.79	240.41	49.40	206.33
被害長さ	平均	1.27	1.40	0.96	0.73	0.87
単位:km	標準偏差	0.51	1.00	0.56	0.41	0.56

＜相関係数＞

	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.251	0.227
被害幅	-	1.000	0.742
被害長さ	-	-	1.000

※被害長さについては，各竜巻の発生地点と消滅地点を結ぶ線分が 1 km 幅の領域にかかる長さから算出

表 1.3.7-3　陸側 2-3 km の領域における統計量

＜発生数＞

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	水上不明	不明小計	合計
55.25 年	発生数	3	14	29	11	57	2	0	2	59
1961.01～2016.03	平均値	0.05	0.25	0.52	0.20	1.03	0.04	0.00	0.04	1.07
	標準偏差	0.23	0.61	0.76	0.44	1.09	0.19	0.00	0.19	1.10
25.25 年	発生数	0	4	19	11	34	0	0	0	34
1991.01～2016.03	平均値	0.00	0.16	0.75	0.44	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35
	標準偏差	0.00	0.37	0.83	0.58	1.05	0.00	0.00	0.00	1.05
9.25 年	発生数	0	0	7	7	14	0	0	0	14
2007.01～2016.03	平均値	0.00	0.00	0.76	0.76	1.51	0.00	0.00	0.00	1.51
	標準偏差	0.00	0.00	0.67	0.67	0.97	0.00	0.00	0.00	0.97

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	3	14	42	42	101
1961.01～2016.03	平均値	0.05	0.25	0.76	0.76	1.83
疑似陸上	標準偏差	0.23	0.61	0.82	0.67	1.19
55.25 年	発生数	3	14	42	42	101
1961.01～2016.03	平均値	0.05	0.25	0.76	0.76	1.83
疑似全竜巻	標準偏差	0.23	0.61	0.82	0.67	1.19

＜被害幅／被害長さ＞

疑似竜巻		F3	F2	F1	F0	計
55.25年	発生数	3	14	42	42	101
被害幅	平均	750.00	327.14	243.33	91.43	206.83
単位:m	標準偏差	1082.82	550.17	285.83	74.69	340.02
被害長さ	平均	1.48	1.81	1.23	0.63	1.07
単位:km	標準偏差	0.79	1.90	0.72	0.28	0.95

＜相関係数＞

	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.322	0.202
被害幅	-	1.000	0.830
被害長さ	-	-	1.000

※被害長さについては，各竜巻の発生地点と消滅地点を結ぶ線分が 1 km 幅の領域にかかる長さから算出

表 1.3.7-4　陸側 3-4 km の領域における統計量

＜発生数＞

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	水上不明	不明小計	合計
55.25 年	発生数	5	12	17	3	37	2	0	2	39
1961.01～2016.03	平均値	0.09	0.22	0.31	0.05	0.67	0.04	0.00	0.04	0.71
	標準偏差	0.29	0.53	0.50	0.23	0.82	0.19	0.00	0.19	0.83
25.25 年	発生数	1	5	12	3	21	1	0	1	22
1991.01～2016.03	平均値	0.04	0.20	0.48	0.12	0.83	0.04	0.00	0.04	0.87
	標準偏差	0.20	0.40	0.51	0.33	0.80	0.20	0.00	0.20	0.83
9.25 年	発生数	0	1	6	3	10	1	0	1	11
2007.01～2016.03	平均値	0.00	0.11	0.65	0.32	1.08	0.11	0.00	0.11	1.19
	標準偏差	0.00	0.32	0.52	0.48	0.67	0.32	0.00	0.32	0.74

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	5	12	27	24	68
1961.01～2016.03	平均値	0.09	0.22	0.49	0.43	1.23
疑似陸上	標準偏差	0.29	0.53	0.50	0.69	1.03
55.25 年	発生数	5	12	27	24	68
1961.01～2016.03	平均値	0.09	0.22	0.49	0.43	1.23
疑似全竜巻	標準偏差	0.29	0.53	0.50	0.69	1.03

＜被害幅／被害長さ＞

疑似竜巻		F3	F2	F1	F0	計
55.25年	発生数	5	12	27	24	68
被害幅	平均	590.00	362.50	170.74	106.67	212.79
単位:m	標準偏差	808.86	589.66	91.61	75.22	347.45
被害長さ	平均	2.74	1.45	0.92	1.10	1.21
単位:km	標準偏差	3.10	0.74	0.33	0.17	0.97

＜相関係数＞

	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.272	0.175
被害幅	-	1.000	0.610
被害長さ	-	-	1.000

※被害長さについては，各竜巻の発生地点と消滅地点を結ぶ線分が 1 km 幅の領域にかかる長さから算出

表 1.3.7-5　陸側 4-5 km の領域における統計量

＜発生数＞

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	水上不明	不明小計	合計
55.25 年	発生数	4	10	16	5	35	1	0	1	36
1961.01～2016.03	平均値	0.07	0.18	0.29	0.09	0.63	0.02	0.00	0.02	0.65
	標準偏差	0.26	0.51	0.53	0.35	0.86	0.13	0.00	0.13	0.86
25.25 年	発生数	1	4	9	5	19	0	0	0	19
1991.01～2016.03	平均値	0.04	0.16	0.36	0.20	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75
	標準偏差	0.20	0.37	0.56	0.49	0.92	0.00	0.00	0.00	0.92
9.25 年	発生数	0	0	3	4	7	0	0	0	7
2007.01～2016.03	平均値	0.00	0.00	0.32	0.43	0.76	0.00	0.00	0.00	0.76
	標準偏差	0.00	0.00	0.48	0.70	0.67	0.00	0.00	0.00	0.67

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	4	10	20	24	58
1961.01～2016.03	平均値	0.07	0.18	0.36	0.43	1.05
疑似陸上	標準偏差	0.26	0.51	0.56	0.69	1.01
55.25 年	発生数	4	10	20	24	58
1961.01～2016.03	平均値	0.07	0.18	0.36	0.43	1.05
疑似全竜巻	標準偏差	0.26	0.51	0.56	0.69	1.01

＜被害幅／被害長さ＞

疑似竜巻		F3	F2	F1	F0	計
55.25年	発生数	4	10	20	24	58
被害幅	平均	712.50	391.00	152.00	130.00	222.76
単位:m	標準偏差	878.80	610.20	84.64	50.73	360.61
被害長さ	平均	2.72	1.22	0.91	0.32	0.84
単位:km	標準偏差	0.96	0.29	0.30	0.12	0.70

＜相関係数＞

	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.313	0.661
被害幅	-	1.000	0.620
被害長さ	-	-	1.000

※被害長さについては，各竜巻の発生地点と消滅地点を結ぶ線分が 1 km 幅の領域にかかる長さから算出

表 1.3.7-6　海側 0-1 km の領域における統計量

＜発生数＞

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	水上不明	不明小計	合計
55.25 年	発生数	1	12	31	11	55	7	40	47	102
1961.01～2016.03	平均値	0.02	0.22	0.56	0.20	1.00	0.13	0.72	0.85	1.85
	標準偏差	0.13	0.46	1.01	0.62	1.43	0.38	1.72	1.85	2.85
25.25 年	発生数	0	5	25	11	41	5	40	45	86
1991.01～2016.03	平均値	0.00	0.20	0.99	0.44	1.62	0.20	1.58	1.78	3.41
	標準偏差	0.00	0.49	1.25	0.86	1.79	0.40	2.28	2.41	3.59
9.25 年	発生数	0	0	6	8	14	2	30	32	46
2007.01～2016.03	平均値	0.00	0.00	0.65	0.86	1.51	0.22	3.24	3.46	4.97
	標準偏差	0.00	0.00	1.07	1.23	2.07	0.42	3.09	3.29	5.04

		F3	F2	F1	F0	小計
55.25 年	発生数	1	12	55	60	128
1961.01～2016.03	平均値	0.02	0.22	1.00	1.09	2.32
疑似陸上	標準偏差	0.13	0.46	1.24	1.48	2.24
55.25 年	発生数	3	29	132	144	308
1961.01～2016.03	平均値	0.05	0.52	2.39	2.61	5.57
疑似全竜巻	標準偏差	0.14	0.57	1.87	2.28	4.18

＜被害幅／被害長さ＞

疑似竜巻		F3	F2	F1	F0	計
55.25年	発生数	3	29	132	144	308
被害幅	平均	2000.00	143.79	105.04	70.00	110.76
単位:m	標準偏差	0.00	72.62	122.04	66.82	211.40
被害長さ	平均	8.09	0.55	0.54	0.10	0.41
単位:km	標準偏差	0.00	0.92	0.53	0.07	0.91

＜相関係数＞

対数	最大風速	被害幅	被害長さ
最大風速	1.000	0.477	0.167
被害幅	-	1.000	0.838
被害長さ	-	-	1.000

※被害長さについては，各竜巻の発生地点と消滅地点を結ぶ線分が 1 km 幅の領域にかかる長さから算出

竜巻検討地域を 1 km 幅に細分化した場合と竜巻検討地域全域（陸側及び海側 5 km）のハザード曲線を図 1.3.7-2 に示す。

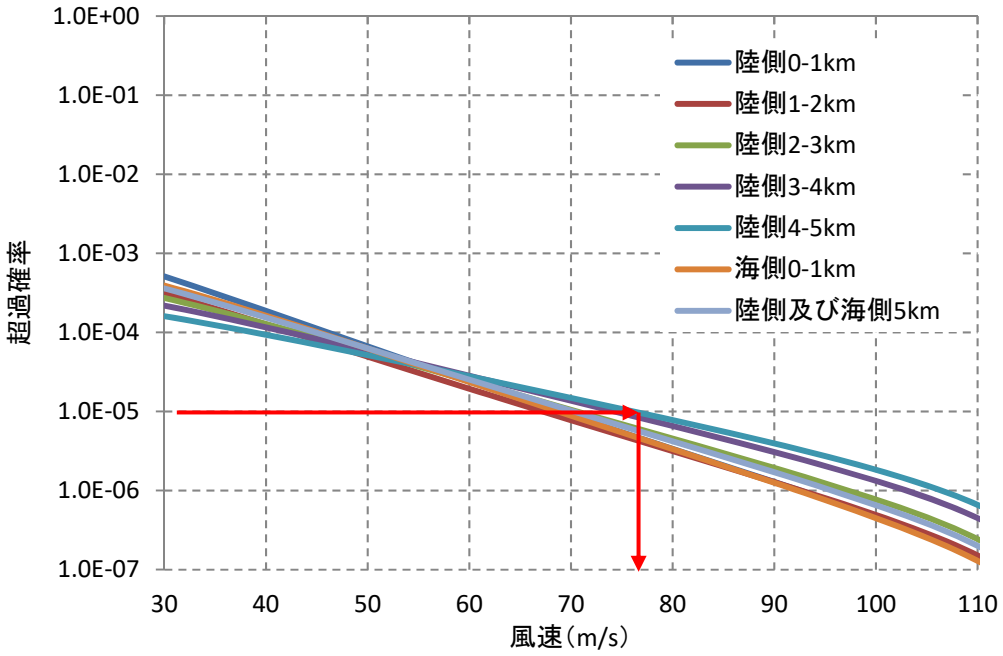


図 1.3.7-2　竜巻検討地域を 1 km 幅に細分化した場合のハザード曲線
（陸側及び海側 5 km のハザード曲線も記載）

年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻風速は陸側 4-5 km の領域の 76 m/s となった。ハザード曲線から読み取った各竜巻検討地域における年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻風速を表 1.3.7-7 に示す。

表 1.3.7-7　各竜巻検討地域における年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻風速

領域	陸側及び海側 5 km	海 0-1 km	陸 0-1 km	陸 1-2 km	陸 2-3 km	陸 3-4 km	陸 4-5 km
10^{-5}/年での最大風速（m/s）	70	68	68	67	70	74	76

1.3.8 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）

表 1.3.7-7 に示すとおり，竜巻検討地域全域（陸側及び海側 5 km）及び 1 km 幅毎のハザード曲線において，年超過確率 10^{-5} での風速の最大値は 76 m/s であり，これを最大風速 V_{B2} とする。

1.3.9 基準竜巻の最大風速（V_B）

1.3 項に示すとおり，基準竜巻の最大風速 V_B は V_{B1} と V_{B2} のうち大きな風速とすることから，再処理施設の敷地における基準竜巻の最大風速 V_B は表 1.3.9-1 に示すとおり，92 m/s となる。

表 1.3.9-1　基準竜巻の最大風速

過去最大竜巻による最大風速 V_{B1}(m/s)	ハザード曲線による最大風速 V_{B2}(m/s)	基準竜巻の最大風速 V_B(m/s)
92	76	92

1.4 設計竜巻の設定

再処理施設が立地する地域の特性として，周辺の地形を考慮して，基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し，設計竜巻の最大風速を設定した。設計竜巻の特性値は設計竜巻の最大風速より，「竜巻影響評価ガイド[1]」に示される手法に基づき設定した。

1.4.1 設計竜巻の最大風速の設定

(1) 再処理施設周辺の地形

竜巻のような回転する流れでは，角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため，竜巻の渦が上り斜面を移動する時，基本的に渦は弱まり，下り斜面を移動する時には強まる。

再処理施設が立地する敷地周辺は，標高約 5～30 m 程度のなだらかな地形であり，敷地周辺の地形において，竜巻渦の旋回強度に影響を及ぼすと考えられるマイクロスケール（数百 m）規模の起伏は認められないことから，再処理施設周辺で発生する竜巻の地形効果による増幅の可能性は低いとした。

(2) 設計竜巻の最大風速（V_D）

再処理施設では，地形効果による竜巻の増幅を考慮する必要はないと考えるが，現状では竜巻の観測数等のデータが十分とまでは言い切れず不確実性があることを考慮し，設計竜巻の最大風速（V_D）は，基準竜巻の最大風速（V_B）92 m／s を安全側に切り上げた 100 m／s とする。

1.4.2 設計竜巻の特性値の設定

(1) 設計竜巻の特性値の設定手法

設計竜巻の特性値として，設計竜巻の最大風速（V_D）より，「竜巻影響評価ガイド[1]」に示される手法に基づき次の 5 項目を設定した。

a. 設計竜巻の移動速度（V_T）

設計竜巻の移動速度（V_T）は，「竜巻影響評価ガイド[1]」に基づき，日本の竜巻の観測記録に基づいた竜巻移動速度（平均値）と最大風速（V_D）との関係（東京工芸大委託成果[3]による。）を参考として設定されている以下の式を用いて算定した。

$$V_T = 0.15 \cdot V_D$$

ここで，

V_D（m／s）：設計竜巻の最大風速

b. 設計竜巻の最大接線風速（V_{Rm}）

設計竜巻の最大接線風速（V_{Rm}）は，「竜巻影響評価ガイド[1]」に基づき，米国NRCの基準類[6]を参考として設定されている以下の式を用いて算定した。

$$V_{Rm} = V_D - V_T$$

ここで，

V_D（m／s）：設計竜巻の最大風速

V_T（m／s）：設計竜巻の移動速度

c. 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径（R_m）

設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径（R_m）には，「竜巻影響評価ガイド[1]」に基づき，日本における竜巻の観測記録を基に提案された竜巻モデル（東京工芸大委託成果[3]による。）に準拠して以下の値を用いた。

$$R_m = 30 \text{ (m)}$$

d. 設計竜巻の最大気圧低下量（ΔP_{max}）

設計竜巻の最大気圧低下量（ΔP_{max}）は，「竜巻影響評価ガイド[1]」に基づき，米国NRCの基準類[6]を参考として設定されているランキン渦モデルによる風速分布に基づいた以下の式を用いて算定した。

$$\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}{}^2$$

ここで,

ρ ：空気密度（1.226 kg/m^3）

V_{Rm}（m／s）：設計竜巻の最大接線風速

e. 設計竜巻の最大気圧低下率（$(dp/dt)_{max}$）

設計竜巻の最大気圧低下率（$(dp/dt)_{max}$）は,「竜巻影響評価ガイド[1]」に基づき，米国 NRC の基準類[6]を参考として設定されているランキン渦モデルによる風速分布に基づいた以下の式を用いて算定した。

$$(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$$

ここで,

V_T（m／s）：設計竜巻の移動速度

R_m（m）：設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径

(2) 設計竜巻の特性値の設定結果

設計竜巻の 5 項目の特性値の設定結果を表 1.4.2-1 に示す。

表 1.4.2-1　設計竜巻の特性値

最大風速 V_D (m/s)	移動速度 V_T (m/s)	最大接線 風速 V_{Rm} (m/s)	最大接線 風速半径 R_m (m)	最大気圧 低下量 ΔP_{max} (hPa)	最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s)
100	15	85	30	89	45

(参考文献)

(1) 原子力規制委員会，原子力発電所の竜巻影響評価ガイド，原規技発第1409172号，2014，pp. 1－28p.

(2) 気象庁，竜巻等の突風データベース，http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html（参照：2018年2月28日）

(3) 東京工芸大学,平成21～22 年度原子力安全基盤調査研究(平成22 年度)竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究（独立行政法人原子力安全基盤機構の委託研究)，2011，pp. 1－301

(4) 気象庁，日本版改良藤田スケールに関するガイドライン，2015，pp. 3－13

(5) Wen. Y. K and Chu. S. L.，Tornado risks and design wind speed，American Society of Civil Engineering，Journal of the Structural Division，Vol. 99，Issue 12，1973，pp. 2409－2421

(6) U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION，REGULATORY GUIDE 1.76 DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS Revision 1，2007，pp. 1－10

火山影響評価

1.　火　山

1.1　検討の基本方針

自然現象に対する設計上の考慮として，想定される自然現象が発生した場合においても，再処理施設が安全機能を損なわないことを確認するため，再処理施設における火山影響評価を実施する。

再処理施設の火山影響評価は「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づき実施する。

初めに立地評価として再処理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い，抽出された火山を対象に火砕物密度流，溶岩流及び降下火砕物他の火山事象が再処理施設に影響を及ぼす可能性について評価を行う。

1.2　調査内容及び検討内容

1.2.1　文献調査

第四紀における活動が認められる火山（以下「第四紀火山」という。）のうち，再処理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を目的として，第四紀火山について，再処理施設の敷地（以下「敷地」という。）を中心とする半径 160 km の範囲（以下「地理的領域」という。）を対象に文献調査を実施した。

主な文献としては「日本活火山総覧（第 3 版）」（気象庁編（2013）[(1)]），「日本の第四紀火山カタログ」（第四紀火山カタログ委員会編（1999）[(2)]），「日本の第四紀火山」（産業技術総合研究所地質調査総合センター（2012）[(3)]），「日本の火山（第 3 版）」（中野他（2013）[(4)]），20 万分の 1 地質図幅「新潟（第 2 版）」（2010）[(5)]，「福島」（2003）[(6)]，「高田」（1994）[(7)]，「日光」（2000）[(8)]，「白河」（2007）[(9)]，「長野」（1998）[(10)]，「宇都宮」（1991）[(11)]，「水戸（第 2 版）」（2001）[(12)]，「甲府」（2002）[(13)]，「東京」（1987）[(14)]，「千葉」（1983）[(15)]，「横須賀」（1980）[(16)]，「大喜多」（1980）[(17)]，「第四紀噴火・貫入活動データベース」（西来他（2016）[(18)]），「海域火山データベース」（海上保安庁海

洋情報部（2013）[19]）及び「新編火山灰アトラス」（町田・新井（2011）[20]）がある。

これらの文献に基づき，地理的領域内の第四紀火山を抽出し，火山噴出物の種類，分布，地形，規模，活動間隔等を把握した。

1.2.2 地形・地質及び火山学的調査

火山の活動履歴や火山噴出物の種類，分布，噴出時期等を把握するため，文献調査により，敷地周辺における地形・地質及び火山学的調査を実施した。

1.3 再処理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

文献調査の結果によれば，地理的領域内に 32 の第四紀火山が分布する（図 1.3－1）。各火山の形式，活動年代及び最後の活動からの経過期間を表 1.3－1 に示す。

これらの火山について，再処理施設に影響を及ぼし得る火山を抽出した。

1.3.1 完新世に活動を行った火山

完新世に活動を行った火山としては，高原山，那須岳，男体・女峰火山群，日光白根山，赤城山，燧ヶ岳（ひうちがたけ），安達太良山，磐梯山，沼沢，吾妻山及び榛名（はるな）山の 11 の火山があり，将来の活動可能性が否定できない火山として抽出した。

(1) 高原山

高原山は，栃木県日光市北部に位置する第四紀火山であり，成層火山と溶岩ドームで構成される。敷地からの距離は約 90 km である。活動年代は，約 30 万年前～約 6500 年前とされている（西来他（2016）[18]）。高原山の活動履歴については鈴木（1993）[21]，井上他（1994）[22]，奥野他（1997）[23]，山元（2012）[24]，弦巻（2012）[25]，山元（2013a）[26] 及び中野他（2013）[4] を参照し

た。

高原山は，井上他（1994）[22] 等によれば第３期から第７期に区分され，奥野他（1997）[23] 等によれば約 6500 年前には（マグマ）水蒸気噴火が発生したとされる。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(2) 那須岳

那須岳は，栃木県・福島県境付近に位置する第四紀火山であり，成層火山で構成される。敷地からの距離は約 95 km である。活動年代は，約 50 万年前以降で，最新噴火は 1963 年とされている（西来他（2016）[18]）。那須岳の活動履歴の評価に当たっては鈴木（1992）[27]，伴・高岡（1995）[28]，山元（1997）[29]，山元（2012）[24]，中野他（2013）[4]，気象庁編（2013）[1] 及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30] を参照した。

那須岳は，南月山，茶臼岳，朝日岳，三本槍岳，甲子旭岳，二岐山の成層火山の集合体である（伴・高岡（1995）[28]）。最新活動期の茶臼岳は，山元（2012）[24]，山元（1997）[29] 等によれば約 1.9 万年前以降に活動し，A.D.1963 年には水蒸気噴火が発生したとされる。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(3) 男体・女峰火山群

男体・女峰火山群は，栃木県日光市に位置する第四紀火山であり，成層火山と溶岩ドームで構成される。敷地からの距離は約 106 km である。活動年代は，約 90 万年前以降で，最新の噴火は約 7000 年前（男体山）とされている（西来他（2016）[18]）。男体・女峰火山群の活動履歴の評価に当たっては村本（1992）[31]，鈴木他（1994）[32]，佐々木（1994）[33]，第四紀火山カタログ委員会編（1999）[2]，山元（2013a）[26]，中野他（2013）[4] 及び石崎他（2014）[34] を参照した。

男体・女峰火山群は，女峰赤薙火山，日光溶岩ドーム群，男体火山，三ツ岳火山により構成され，最新活動期である男体火山

は 2.4 万年前から活動し（山元（2013a）[26]），7 千年前にはマグマ水蒸気噴火が発生したとされる。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(4) 日光白根山

日光白根山は，栃木県・群馬県境に位置する第四紀火山であり，溶岩流，小型楯状火山及び溶岩ドームで構成される。敷地からの距離は約 117 km である。活動年代は約 2 万年前以降で，最新噴火は 1890 年とされている（西来他（2016）[18]）。日光白根山の活動履歴の評価に当たっては奥野他（1993）[35]，佐々木他（1993）[36]，鈴木他（1994）[32]，高橋他（1995）[37]，第四紀火山カタログ委員会編（1999）[2]，中野他（2013）[4]，気象庁編（2013）[1] 及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30] を参照した。

日光白根山の活動は新期と古期に区分され，約 2 万年前以降～A.D.1890 年に活動したとされる（奥野他（1993）[35] 等）。また，確認されている有史時代以降の活動は，全て水蒸気噴火であるとされる（佐々木他（1993）[36]）。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(5) 赤城山

赤城山は，群馬県前橋市北部に位置する第四紀火山であり，複成火山－カルデラ，溶岩ドームで構成される。敷地からの距離は約 127 km である。活動年代については，30 万年前より古くから活動し，最新噴火は 1251 年とされている（西来他（2016）[18]）。赤城山の活動履歴の評価に当たっては大森（1986）[38]，鈴木（1990）[39]，富田他（1994）[40]，宇井（1997）[41]，青木他（2008）[42]，高橋他（2012）[43]，及川（2012）[44]，山元（2014a）[45]，山元（2014b）[46]，山元（2016）[47]，気象庁編（2013）[1] 及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30] を参照した。

赤城山の活動は中央火口丘形成期，新期成層火山形成期，古

期成層火山形成期に分けられる。最新活動期の中央火口丘形成期は 4.4 万年前に開始され，最新の噴火は 1251 年噴火であり，この噴火による降下火砕物が確認されている（山元（2014a）[45]，青木他（2008）[43]，及川（2012）[44] 等）。一方で，早川（1999）[48] によれば，1251 年噴火に対応する堆積物は確認されておらず，1251 年噴火の根拠とされる吾妻鏡の記録は，噴火ではなく山火事の記録である可能性が指摘されている。しかし，及川（2012）[44] 等では，1251 年の水蒸気噴火による堆積物の可能性がある火山灰層が認められ，同時期の噴火を記録した別の歴史記録も報告されている。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(6) 燧ヶ岳

燧ヶ岳は，福島県檜枝岐村に位置する第四紀火山であり，成層火山で構成される。敷地からの距離は約 131 km である。活動年代は約 16 万年前以降で，最新噴火は 1544 年とされている（西来他（2016）[18]）。燧ヶ岳の活動履歴の評価に当たっては早川他（1997）[49]，山元（1999）[50]，山元（2012）[24]，中野他（2013）[4]，気象庁編（2013）[1] 及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30] を参照した。

燧ヶ岳は，燧ヶ岳七入テフラ等の噴出から活動を開始したとされ，460 年前には御池岳溶岩ドームを形成したとされる。（山元（2012）[24]，早川他（1997）[49] 等）。最新の噴火活動は，1544 年の水蒸気噴火である。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(7) 安達太良山

安達太良山は，福島県郡山市北部に位置する第四紀火山であり，複成火山と溶岩ドームで構成される。敷地からの距離は約 135 km である。活動年代は約 55 万年前～A.D.1900 年とされている（西来他（2016）[18]）。安達太良山の活動履歴の評価に当たっては第四紀火山カタログ委員会編（1999）[2]，山元・阪口

（2000）[51]，藤縄他（2001）[52]，藤縄・鎌田（2005）[53]，長谷川他（2011）[54]，中野他（2013）[4]，気象庁編（2013）[1]及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30]を参照した。

安達太良山は早期，ステージ1，ステージ2，ステージ3に区分され，ステージ1は55万年前から活動し，最新活動期であるステージ3は約25万年前から活動したとされる（藤縄他（2001）[52]等）。最新の噴火では，A.D.1900年にマグマ水蒸気噴火が確認されている（山元・阪口（2000）[51]等）。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(8) 磐梯山

磐梯山は，福島県耶麻郡北東部に位置する第四紀火山であり，複成火山である。敷地からの距離は約137 kmである。活動年代は約70万年前～A.D.1888年とされている（西来他（2016）[18]）。磐梯山の活動履歴の評価に当たっては三村（1994）[55]，三村・中村（1995）[56]，梅田他（1999）[57]，長谷川他（2011）[54]，山元（2012）[24]，中野他（2013）[4]，気象庁編（2013）[1]及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30]を参照した。

磐梯山は先磐梯火山，古磐梯火山，磐梯火山に区分され，約70万年前から活動を開始したとされる（山元（2012）[24]，三村（1994）[55]等）。また，最新活動期である磐梯火山は8万年前から活動し，最新の噴火である1888年の噴火では，水蒸気噴火に伴う山体崩壊による岩屑なだれ，火砕サージ等が発生した（長谷川他（2011）[54]等）。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(9) 沼沢

沼沢は，福島県金山町に位置する第四紀火山であり，溶岩ドーム，カルデラで構成される。敷地からの距離は約145 kmである。活動年代は約11万年前～約5400年前（西来他（2016）

[18]）である。沼沢の活動履歴の評価に当たっては山元（1995）[58]，山元（2003）[59]，山元（2012）[24]，中野他（2013）[4]を参照した。

沼沢は 11 万年前～約 5400 年前に活動し，沼沢芝原テフラ，惣山溶岩ドーム，沼沢前山溶岩ドーム，沼沢湖テフラ等を噴出したとされる。最新の活動である沼沢湖テフラの噴出に伴ってカルデラが形成された（山元（2003）[59]，（2012）[24] 等）。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(10) 吾妻山

吾妻山は，福島県猪苗代町付近に位置する第四紀火山であり，複成火山，溶岩流，小型楯状火山及び火砕丘で構成される。敷地からの距離は約 150 km である。活動年代は約 130 万年前～A.D.1977 年とされている（西来他（2016）[18]）。吾妻山の活動履歴の評価に当たっては NEDO（1991）[60]，第四紀火山カタログ委員会編（1999）[2]，高橋・小林（1999）[61]，山元（2005）[62]，長谷川他（2011）[54]，山元（2012）[24]，中野他（2013）[4]，気象庁編（2013）[1] 及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30] を参照した。

吾妻山は，古一切経山，東吾妻山，高山，一切経山等に区分される（高橋・小林（1999）[61]，NEDO（1991）[60] 等）。また，最新の活動は浄土平周辺で発生しており，最新噴火として 1977 年に小規模な噴火が発生したとされる（高橋・小林（1999）[61]）。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

(11) 榛名山

榛名山は，群馬県高崎市に位置する第四紀火山であり，成層火山－カルデラ，溶岩ドーム及び火砕丘で構成される。敷地からの距離は約 157 km である。活動年代は約 50 万年前以降で，最新噴火は 6 世紀後半～7 世紀初頭とされている（西来他（2016）[18]）。榛名山の活動履歴の評価に当たっては大森（1986）[38]，

Soda（1996）[63]，第四紀火山カタログ委員会編（1999）[2]，下司（2013）[64]，山元（2013a）[26]，中野他（2013）[4]，気象庁編（2013）[1] 及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2014）[30] を参照した。

榛名山は古期榛名火山，新期榛名火山に区分される（下司（2013）[64] 等）。最新の噴火では，プリニー式噴火により降下火砕物，火砕流として榛名二ツ岳伊香保テフラが噴出したとされた（山元（2013b）[65]）。

完新世に活動を行った火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が短い火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

1.3.2 完新世に活動を行っていない火山のうち将来の火山活動可能性が否定できない火山

完新世に活動を行っていない 21 の火山のうち，最後の活動終了からの期間が過去の最大休止期間より短いとみなされる場合は，将来の活動可能性が否定できないと判断し，その結果，笹森山と子持山の 2 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。

(1) 笹森山

笹森山は，福島県福島市南西部に位置する第四紀火山であり，複成火山である可能性がある。敷地からの距離は約 136 km である。活動年代は約 370 万年前～約 200 万年前とされている（中野他（2013）[4]）。笹森山の活動履歴の評価に当たっては阪口（1995）[66]，第四紀火山カタログ委員会編（1999）[2]，長橋他（2004）[67]，中野他（2013）[4]，山元（2015）[68] を参照した。

笹森山は笹森山安山岩と蓬莱火砕流からなるとされ，最新の噴火活動は，最末期の蓬莱火砕流から 190 万年～180 万年のフィッショントラック年代が報告されている（山元（2015）[68]）。

上記文献結果等より，活動年代は約 370 万年前～約 180 万年前であり，全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が短い火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽

出した。

(2) 子持山

子持山は，群馬県沼田市・渋川市境に位置する第四紀火山であり，複成火山と溶岩ドームで構成される。敷地からの距離は約145 km である。活動年代は約 90 万年前～約 20 万年前とされている（中野他（2013）[4]）。子持山の活動履歴の評価に当たっては飯塚（1996）[69] と中野他（2013）[4] を参照した。

子持山の活動は，綾戸活動期，前期子持火山活動期，後期子持火山活動期に区分される。また，綾戸活動期と前期子持火山活動期の間に少なくとも約 30 万年間の休止期があったとされる（飯塚（1996）[69] 及び中野他（2013）[4]）。

上記文献結果等より，全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が短い火山であることから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した。

1.3.3 再処理施設に影響を及ぼし得る火山

「1.3.1 完新世に活動を行った火山」及び「1.3.2 完新世に活動を行っていない火山のうち将来の火山活動可能性が否定できない火山」より，再処理施設に影響を及ぼし得る火山として，高原山，那須岳，男体・女峰火山群，日光白根山，赤城山，燧ヶ岳，安達太良山，笹森山，磐梯山，沼沢，子持山，吾妻山及び榛名山の 13 火山を抽出した。

1.4 火山活動に関する個別評価

1.4.1 活動履歴に関する文献調査

再処理施設に影響を及ぼし得る火山（13 火山）について，活動履歴に関する文献調査の結果により，評価の対象となる火砕物密度流，溶岩流等の火山事象の顕著な発生実績及び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について表 1.4－1 に整理した。

火砕物密度流については，各火山の過去最大規模の火砕物密度

流の分布から到達可能性範囲を検討した結果，いずれも山体周辺に限られ，敷地周辺までの到達は認められない（図 1.4－1，図 1.4－2）。また，高原山と日光白根山については活動履歴上，噴出物は火砕岩，降下火砕物が主であり，火砕物密度流の発生は認められない。

溶岩流，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊については，再処理施設に影響を及ぼし得る火山（13 火山）のうち，敷地に最も近い高原山でも敷地から約 90 km と十分離れている。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判断される。

新しい火口の開口及び地殻変動については，敷地は，再処理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てい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判断される。

以上のことから，再処理施設に影響を及ぼし得る火山（13 火山）については過去最大規模の噴火を想定しても，火砕物密度流，溶岩流等の火山事象が再処理施設に影響を及ぼす可能性は十分に低いと評価し，火山活動のモニタリングは不要と判断した。

1.5 火山事象の影響評価

再処理施設に影響を及ぼし得る火山（13 火山）について，再処理施設の廃止措置中における活動可能性と規模を考慮し，再処理施設の安全性に影響を与える可能性について検討した。

なお，降下火砕物については，地理的領域外の火山も含めてその影響を評価した。

1.5.1 降下火砕物

(1) 層厚に関する評価

町田・新井（2011）[20]，山元（2013a）[26] 等に基づき，敷地周辺に分布が確認または推定される降下火砕物を確認した。そのうち，噴出源が同定できる降下火砕物については，当該火山の将来の噴火の可能性について噴火履歴等から検討した。一方，噴出

源が同定できない降下火砕物については，その堆積状況より検討した。敷地周辺で分布が推定される主な降下火砕物の給源火山と敷地の距離，敷地での層厚，噴火規模及び再処理施設の廃止措置中における同規模の噴火の可能性の有無について，文献調査の結果の整理を表 1.5－1 に示し，再処理施設の廃止措置中に同規模の噴火の可能性のある降下火砕物の分布を図 1.5－1 に示す。

a. 降下火砕物の給源を特定できる火山の同規模噴火の可能性

(a) 満美穴テフラ，日光早乙女テフラ，日光行川テフラ，日光矢板テフラ（男体・女峰火山群）

満美穴テフラ，日光早乙女テフラ，日光行川テフラ及び日光矢板テフラは男体女峰火山群を給源火山とし，それぞれ約 10 万年前，約 13 万年前，約 14 万年前に噴出したとされる（山元（2012）[24]）。

佐々木（1994）[33] によれば，男体・女峰火山群において，約 60 万年前から約 7 万年前までは女峰赤薙火山が活動し，日光溶岩ドーム群の活動を経て，約 2 万年前以降に男体火山，三ツ岳火山，日光白根火山が活動したとされる。

上記を踏まえると，満美穴テフラ，日光早乙女テフラ，日光行川テフラ及び日光矢板テフラが噴出されたのは女峰赤薙火山の活動期であり，現在の活動は男体火山の活動期であると考えられる。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における満美穴テフラ，日光早乙女テフラ，日光行川テフラ及び日光矢板テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(b) 真岡テフラ（飯士山）

真岡テフラは飯士山を給源火山とし，約 22 万年前に噴出したとされる（山元（2013a）[26]）。

西来他（2016）[18]，中野他（2013）[4]，赤石・ 梅田（2002）[70] によれば，飯士山の活動形式は成層火山であり，その活動年代は約 30 万年前～約 20 万年前とされている。

上記を踏まえると，全活動期間よりも最後の活動からの期間が

長いことから，飯士山は将来の活動可能性はない火山と判断される。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における真岡テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(c) 谷口テフラ，大峰テフラ（爺ヶ岳），恵比須峠福田テフラ，丹生川テフラ（穂高岳）

谷口テフラ及び大峰テフラの給源火山である爺ヶ岳，並びに恵比須峠福田テフラ及び丹生川テフラの給源火山である穂高岳はいずれも飛騨山脈に位置する第四紀火山である（及川（2003）[71]）。

及川（2003）[71]によれば，飛騨山脈での火成活動はステージ1～3の3つの活動期に区分され，谷口テフラ，大峰テフラ，恵比須峠福田テフラ，丹生川テフラを発生させた時期はいずれもステージ1（2.5 Ma～1.5 Ma）である。

現在の活動期はステージ3（0.8 Ma～0 Ma）であり，東西圧縮応力場のもとで，成層火山形成を主体とした活動が継続していることから，飛騨山脈においてステージ1で発生した大規模な噴火の発生可能性は十分に小さいと考えられる。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中において谷口テフラ，大峰テフラ，恵比須峠福田テフラ，丹生川テフラと同規模の噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(d) 姶良Ｔｎテフラ（姶良カルデラ）

姶良Ｔｎテフラは，南九州の姶良カルデラを給源火山とし，約2.8万年前～約3万年前に噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）

現在の姶良カルデラの活動期は，Nagaoka（1988）[72]に基づけば，後カルデラ火山噴火ステージであると考えられる。破局的噴火の活動間隔（約6万年以上）は，最新の破局的噴火である約4万年前の姶良Ｔｎテフラの噴出からの経過期間と比べ十分に長く，破局的噴火に先行して発生するプリニー式噴火ステージの兆候が認められないことから，破局的噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における，姶良Ｔｎ

テフラと同規模噴火の可能性は十分に小さいと判断される。

(e) 鬼界アカホヤテフラ，鬼界葛原テフラ（鬼界カルデラ）

鬼界アカホヤテフラは約 7,300 年前に，鬼界葛原テフラは約 9.5 万年前に，いずれも鬼界カルデラを給源火山として噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。現在の鬼界カルデラの活動期は，Nagaoka（1988）[72] による後カルデラ火山噴火ステージ（薩摩硫黄島）と考えられる。また，鬼界カルデラにおける破局的噴火の活動間隔は約 5 万年以上であり，最新の破局的噴火からの経過期間（約 0.7 万年）に比べて十分長いことから，破局的噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における鬼界アカホヤテフラ及び鬼界葛原テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

阿蘇 4 テフラは約 8.5 万年前～約 9 万年前に，阿蘇 3 テフラは約 13 万年前に，いずれも阿蘇カルデラを給源火山として噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

Nagaoka（1988）[72] に基づけば，現在の阿蘇カルデラの活動期は，最新の破局的噴火（約 9 万年前の阿蘇 4 テフラの噴出）以降，阿蘇山において草千里ヶ浜軽石等の多様な噴火様式による小規模噴火が発生していることから，阿蘇山における後カルデラ期の活動と考えられる。破局的噴火の最短の活動間隔（約 2 万年）は，最新の破局的噴火からの経過期間（約 9 万年）と比べて短いため，破局的噴火のマグマ溜まりを形成している可能性，破局的噴火を発生させるマグマ供給系ではなくなっている可能性が考えられる。苦鉄質火山噴出物及び珪長質火山噴出物の給源火口の分布（三好他（2005）[73]）から，地下に大規模な珪長質マグマ溜まりは存在していないと考えられる。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における阿蘇 4，阿蘇 3 テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(f) 大山倉吉テフラ（大山火山）

大山倉吉テフラは，約 5.5 万年前に大山を給源火山として噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

守屋（1983）[74] の日本の第四紀火山の地形発達過程に基づく分類によれば，大山は最終期である第 4 期とされる。また，米倉（2001）[75] によれば，一般にこの第 4 期の噴出量は第 1 期～第 3 期と比べて少なく，数 km^3 とされる。

山元（2014b）[46] による活動履歴情報の整理に基づけば，約 40 万年前以降，最も規模の大きな噴火は大山倉吉テフラ噴火であるが，これに至る活動間隔は，大山倉吉テフラ噴火以降の経過期間に比べて十分に長く，次の大山倉吉テフラ規模の噴火までには十分な時間的余裕があると考えられる。

ただし，噴出量が数 km^3 以下の規模の噴火については，大山倉吉テフラ噴火以前もしくは以降においても繰り返し発生している。また，Zhao et al.（2011）[76] によれば，大山火山の地下深部に広がる低速度層と，大山火山の西方地下で発生している低周波地震の存在から，地下深部にはマグマ溜まりが存在している可能性が示唆される。保守的に，この低速度層をマグマ溜まりとして評価した場合，その深度は 20 km 以深に位置し，これは爆発的噴火を引き起こす珪長質マグマの浮力中立点の深度 7 km（東宮（1997）[77]）よりも深い位置に相当する。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における大山倉吉テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(g) 御嶽第 1 テフラ（御嶽山）

御嶽第 1 テフラは，約 9.5 万年前～約 10 万年前に御嶽山を給源火山として噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

御嶽山の活動は，山元（2014b）[46] 及び及川他（2014）[78] によれば，古期御嶽火山と新期御嶽火山に分けられ，現在は新期御嶽火山の活動期であり，御嶽第 1 テフラは約 10 万年前に発生したとされる。また，木村（1993）[79] によれば，新期御嶽火山の活動は 3 つのステージに分けられ，御嶽第 1 テフラをもたらした噴火が発生したステージはO1 ステージ（デイサイト－流

紋岩質のプリニー式噴火と，カルデラ陥没及び溶岩ドームの形成）であり，現在は山頂付近の小円錐火山群の形成期であるＯ３ステージであるとされる。

なお，及川他（2014）[78]によれば，過去１万年以内に少なくとも４回のマグマ噴火が確認されている。

以上のことから，御嶽山においては，現在の活動期（Ｏ３ステージ）が今後も継続すると考えられることから，再処理施設の廃止措置中における御嶽第１テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(h) 立川ローム上部ガラス質テフラ，浅間板鼻黄色テフラ（浅間山）

立川ローム上部ガラス質テフラは約 1.5 万年前～約 1.6 万年前に，浅間板鼻黄色テフラは約 1.5 万年前～約 1.65 万年前に，浅間山を給源火山として噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

高橋他（2013）[80]によれば，浅間山の活動は，黒斑火山，仏岩火山，前掛火山に区分される。高橋・安井（2013）[81]によれば，最新期の活動である前掛火山は約 1 万年前（山元（2014b）[46]）から活動を開始したとされる。

山元（2014b）[46]によれば，立川ローム上部ガラス質テフラ及び浅間板鼻黄色テフラは仏岩火山の活動であり，現在は前掛火山の活動となっており，2015 年にはごく小規模な噴火が発生し，微量の降灰が確認された（気象庁（2015）[82]）。

なお，現在の活動での最大規模の噴火は，浅間Ｂテフラであるが，敷地周辺（半径約 30 km 以内）で確認または分布は推定されない。

(i) 箱根火山群（箱根東京テフラ，箱根吉沢下部７テフラ）

箱根東京テフラは約 6.6 万年前に，箱根吉沢下部 7 テフラは約 12.8 万年前～約 13.2 万年前の間に，箱根火山群を給源火山として噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

長井・高橋（2008）[83]によれば，箱根火山群の活動は，初期の陸上火山活動であるステージ 1，玄武岩～安山岩質成層火山

群形成期のステージ 2，安山岩質成層火山群及び独立単成火山群形成期のステージ 3，カルデラ及び単成火山群形成期のステージ 4，前期中央火口丘形成期のステージ 5，爆発的噴火期のステージ 6，後期中央火口丘形成期のステージ 7 に区分される。

山元（2014b）[46] によれば，箱根東京テフラは爆発的噴火を主体としていたステージ 6，箱根吉沢下部 7 テフラはステージ 5 で発生した降下火砕物である。現在は中央火口丘での溶岩ドームの活動であるステージ 7 であり，顕著な降下火砕物の発生は確認されない。

以上のことから，箱根火山群については，現在の活動期（ステージ 7）が今後も継続すると考えられることから，再処理施設の廃止措置中における箱根東京テフラ及び箱根吉沢下部 7 テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

（j） 飯縄山（飯縄上樽 a テフラ）

飯縄上樽 a テフラは，約 13 万年前に飯縄山を給源火山として噴出したテフラである（町田・新井（2011）[20]）。

飯縄山は，第 1 活動期と第 2 活動期の 2 つの活動期間に大別され，第 1 活動期は，約 34 万年前ごろ，第 2 活動期は約 20 万年前にはじまり，飯縄上樽 a テフラは第 2 活動期に発生した（早津他（2008）[84]）。早津他（2008）[84] によれば，飯縄山は妙高火山群を構成する火山の 1 つであり，その活動は玄武岩質マグマによって開始し，デイサイト質マグマの活動によって終わるとされ，飯縄山の第 2 活動期においても噴出するマグマの性質が玄武岩質から安山岩質，安山岩質からデイサイト質へと変化したとされる。また，第 2 活動期は，飯縄上樽 a テフラ噴出後の活動である溶岩ドーム群の活動を最後に急速に衰退し，約 6 万年前の水蒸気爆発の発生以降，噴火の痕跡は確認されず，噴気活動や高温の温泉の湧出等は全く認められないことから，現在，火山活動は完全に停止状態にあると考えられる（早津他（2008）[84]）。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における飯縄上樽 a テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(k) 大町 Apm テフラ群（樅沢岳）

大町 Apm テフラ群は，樅沢岳を給源火山として噴出した広域テフラ群である（町田・新井（2011）[20]）。

西来他（2016）[18]，中野他（2013）[4]，原山（1990）[85]，町田・新井（2011）[20] 等によれば，火山の活動形式は火砕流であり，その活動年代は約 40 万年～約 30 万年前とされている。

上記を踏まえると，樅沢岳は全活動期間より，最後の活動終了からの期間が長いことから，将来の活動可能性はないと判断される。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における大町 Apm テフラ群と同規模噴火の可能性は十分に小さいと判断される。

(l) 貝塩上宝テフラ（上宝）

貝塩上宝テフラは，上宝を給源として噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

西来他（2016）[18]，中野他（2013）[4] によれば，火山の活動形式は火砕流であり，その活動期間は約 60 万年前とされている。また，鈴木（2000）[86] 等によれば，約 62 万年前から約 60 万年前の間に大規模な噴火が発生し，貝塩給源火道から上宝火砕流及び貝塩上宝テフラが噴出したとされる。上宝は全活動期間よりも最後の活動終了からの期間が長いことから，将来の活動可能性はないと判断される。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における貝塩上宝テフラと同規模噴火の可能性は十分に小さいと判断される。

(m) 八甲田国本テフラ（八甲田カルデラ）

八甲田国本テフラは，約 76 万年前に八甲田カルデラ（八甲田火山）を給源火山とし噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

気象庁編（2013）[1] によれば，八甲田火山は，南八甲田火山群，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～北東に存在するとされている。中野他（2013）[4] 及び工藤他（2011）[87] によれば，八甲田火山の活動を，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），0.9 Ma（八甲田黄瀬），0.76 Ma（八甲田第１期）及び 0.4 Ma（八甲田第２期）に大規模火砕流を噴出したとされている。八甲田火山は，110 万年前から活動を開始し，南八甲田火山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の活動が継続している。八甲田国本テフラは八甲田カルデラの活動で発生したものであり，現在は北八甲田群の活動である。

以上のことから，再処理施設の廃止措置中における八甲田国本テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

(n) 玉川 R4 テフラ（玉川カルデラ）

玉川 R4 テフラは，約 200 万年前に玉川カルデラを給源火山とし噴出した広域テフラである（町田・新井（2011）[20]）。

鈴木・中山（2007）[88] によれば，敷地周辺に玉川 R4 テフラの分布が示され，その降灰年代は 2.0 Ma と推定されるとしている。梅田他（1999）[57] によれば，東北日本の 2 Ma 以降の火山活動は，活動年代，噴出量，噴火様式及び広域応力場変遷の観点から次の 3 ステージに区分される。ステージ 1（2 Ma～1 Ma）では，弱圧縮応力場の環境下で大規模珪長質火砕流の噴出が卓越したとされる。ステージ 2（1 Ma～0.6 Ma）では，強圧縮場の環境下で成層火山の活動が卓越したとされる。ステージ 3（0.6 Ma 以降）では，強圧縮場におかれ，脊梁山脈全体で断層運動が活発化し，大規模珪長質火砕流，成層火山の活動が共に認められ，マグマ噴出量が増大したとされる。

現在の東北日本における火山活動はステージ 3 に相当することに加え，高橋（1995）[89] によれば，大量の珪長質マグマを蓄積するには低地殻歪速度が必要であるとされることから，再処理施設の廃止措置中における玉川 R4 テフラと同規模噴火の発生可能性は十分に小さいと判断される。

b. 給源火山が特定できない降下火砕物

敷地周辺で確認された給源火山が特定できない降下火砕物は，敷地から南西に約 34 km の茨城県笠間町大古山の涸沼川沿いで

確認される「涸沼川テフラ」（山元（2013a）[26]）の 1 つである。本テフラは見和層下部のエスチュアリー相泥質堆積物中に再堆積物として挟まれる層厚 15 ㎝の軽石質の粗粒火山灰であるとされている（山元（2013a）[26]）。また，涸沼川テフラは敷地近傍においてその分布が認められないことから，敷地への影響は十分に小さいと判断される。

c． 設計上考慮する降下火砕物の層厚の検討

文献調査の結果から，敷地周辺で分布が推定される主な降下火砕物のうち，噴出源が同定でき，再処理施設の廃止措置中における同規模の噴火の可能性のある降下火砕物として，赤城山を給源とする赤城鹿沼テフラ，赤城水沼 1 テフラ，赤城水沼 8－9 テフラ，赤城行川テフラ，赤城水沼 2 テフラ，赤城水沼 8 テフラ，男体・女峰火山群を給源とする男体今市テフラ，男体七本桜テフラ，沼沢を給源とする沼沢芝原テフラ，高原山を給源とする高原戸室山 2 テフラ，榛名山を給源とする榛名八崎テフラ及び燧ケ岳を給源とする燧ヶ岳七入テフラが挙げられる。

一方，噴出源が同定できない降下火砕物として，涸沼川テフラが認められる。

これらの降下火砕物のうち，敷地周辺において層厚とその噴火規模が最も大きい降下火砕物は赤城鹿沼テフラであり，設計上考慮する降下火砕物として詳細に検討を行った。

(a) 降下火砕物の分布状況

赤城鹿沼テフラの分布に関する以下の文献調査の結果及び敷地周辺で実施された既往の地質調査の結果から，赤城鹿沼テフラの敷地及び敷地近傍での最大の層厚は 20 cm であることが確認されるが，敷地周辺における層厚のばらつきを考慮した場合，過去の分布状況から想定される層厚として最大 40 cm と評価される。

ｲ. 文献調査

降下火砕物の等層厚線図から，敷地において最も層厚が大きい降下火砕物は赤城鹿沼テフラと判断され，その堆積厚さは敷

地周辺では「新編　火山灰アトラス」（町田・新井（2011）[20]）によれば 10 cm～40 cm，山元（2013a）[26]では 16 cm～32 cm，敷地近傍で 20 cm程度の層厚が示されている。町田・新井（2011）[20]と山元（2013a）[26]に示される赤城鹿沼テフラの分布傾向はおおむね整合しており，山元（2013a）[26]において確認される敷地付近での層厚は 20 cm 程度であるが，敷地の南側に赤城山から敷地までの距離と同程度の位置に 34 cm～38 cm の層厚が示されている。

ﾛ. 地質調査

再処理施設の近隣の原子力施設である日本原子力発電株式会社（JAPC）の東海第二原子力発電所における敷地周辺の地質調査の結果（JAPC（2017）[105]）によると，赤城鹿沼テフラの分布状況は文献調査の結果と整合しており，敷地及び敷地近傍で約 15 cm～約 20 cm としている（図 1.5－2)。また，再処理施設敷地から西方約 3 km に位置する東海駅地点の地質調査（JAPC（2017）[105]）においては，露頭の一部に段丘堆積物を削り込む谷が認められ，この谷部を埋めるように，男体今市テフラ等をレンズ状に含む風化火山灰（谷埋め堆積物）とそれをさらに削り込んで分布する腐植土が認められるとしており，本露頭における赤城鹿沼テフラの層厚は最大約 20 cm であるとしている（図 1.5－3)。

(b) 降下火砕物シミュレーション

現在の気象条件での敷地における降下火砕物の層厚を検討するため，敷地周辺における堆積厚さが最も大きい赤城鹿沼テフラの給源火山である赤城山を対象に，数値シミュレーション（Tephra2）を用いて降下火砕物の堆積量を推定した。

山元（2016）[47]，高橋他（2012）[43]及び守屋（1979）[90]によれば，赤城山の活動は約 50 万年前から溶岩と火砕岩を主とした噴火様式の古期成層山の活動から始まり，約 22 万年前の山体崩壊を境に，その後，新期成層火山の火山となっている。新期成層火山についても 3 つの活動期に分けられ，赤城鹿沼テフラは現在の活動ステージである後カルデラ期に発生した降下火砕物であ

るとされる。現在の赤城山の活動ステージにおいて最大規模の降下火砕物噴火は赤城鹿沼テフラであり，その噴出量は 2 DRE km^3（見かけ体積 5 km^3）とされている（図 1.5－4)。このことを踏まえ，解析条件の噴出量には見かけ体積 5 km^3 を設定し，その他のパラメータについては，町田・新井（2011）[20] 及び山元（2013a）[26] の等層厚線図と解析結果とがおおむね整合する解析条件を設定した。主な解析条件については表 1.5－2 に示す。

風向・風速は，気象庁が行っているラジオゾンデの定期観測データ（観測地点：館野）を用いて行った。

月別平年解析の結果，1 年を通じて偏西風の影響を受け，分布主軸が東から東北東に向く傾向があり，敷地における降下火砕物の堆積厚さは 7 月の 9 時の風のケースで最大（約 15 cm）となる（図 1.5－5)。さらに，層厚が最大となった 7 月の 9 時を基本ケースとして，噴煙柱・風速・風向の 3 つの要素について，不確かさに関する検討を行った（図 1.5－6)。その結果，風速の不確かさを考慮した場合が最大となり，その層厚は約 20 cm である。

(c) 降下火砕物の分布事例

赤城鹿沼テフラと同規模の噴火の降灰分布について，町田・新井（2011）[20] 等により確認した。その層厚の分布と噴出源との距離を整理した結果，赤城山と敷地の距離（約 127 km）での層厚は最大でも約 23 cm であった。

d. 設計上考慮する降下火砕物の層厚の設定

上記を踏まえ，降下火砕物の分布状況，シミュレーション及び分布事例による検討結果から総合的に判断し，設計上考慮する降下火砕物の層厚を保守的に 50 cmとする。

(2) 粒径及び密度に関する評価

a. 粒径

山元（2013a）[26] によると，敷地は赤城鹿沼テフラの 8 mm と

4 mm の等粒径線の間に位置する。また，東海第二原子力発電所で実施した敷地での赤城鹿沼テフラの粒度分布を土質試験によって確認した結果（JAPC（2017）[105]），最大 4.7 mm であったとされている。

以上のことから，8.0 mm 以下と設定する。

b．密度

富田他（1994）[40] によれば，笠間地区における赤城鹿沼テフラの密度は湿潤状態で 1.0 g/cm^3，乾燥状態で 0.3 g/cm^3 である。また，東海第二原子力発電所で実施した地質調査（土質試験）により敷地における赤城鹿沼テフラの密度を確認した結果（JAPC（2017）[105]），湿潤密度で最大約 1.1 g/cm^3，乾燥密度で最小約 0.3 g/cm^3 であったとされている。

一方で，宇井（1997）[41] によれば，乾燥した火山灰は密度が 0.4 g/cm^3～0.7 g/cm^3 であるが，湿ると 1.2 g/cm^3 を超えることがあるとされている。

以上のことから，湿潤密度は 1.5g/cm^3，乾燥密度は 0.3g/cm^3 と設定する。

1.5.2 火山性土石流，火山泥流及び洪水

再処理施設に影響を及ぼし得る 13 火山のうち，敷地から 120 kmの範囲内には高原山，那須岳，日光白根山及び男体・女峰火山群の 4 火山が位置する。敷地は那珂台地よりも久慈川側に位置し，いずれの火山の山麓の河川の流域にも含まれない。文献調査の結果，西方約 20 km の那珂川に沿う瓜連丘陵に火山性土石流堆積物である粟河軽石が分布する（坂本・宇野沢（1976）[91]）。しかしながら，那珂川の流下方向は敷地へ向かってなく，那珂川と敷地の間には那珂台地が分布している（図 1.5－7）。また，本堆積物以外の火山性土石流堆積物は敷地周辺に認められない。以上のことから，火山性土石流，火山泥流及び洪水が再処理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。

1.5.3　火山から発生する飛来物（噴石）

再処理施設に影響を及ぼし得る 13 火山のうち，最も近いものでも敷地から約 90 km と十分離れていることから，火山から発生する飛来物の再処理施設への影響はないと判断される。

1.5.4　火山ガス

再処理施設に影響を及ぼし得る 13 火山のうち，最も近いものでも敷地から約 90 km と十分離れていること及び敷地は太平洋に面しており火山ガスが滞留するような地形条件ではないことから，火山ガスの再処理施設への影響はないと判断した。

1.5.5　その他の事象

再処理施設に影響を及ぼし得る 13 火山のうち，最も近いものでも敷地から約 90 km と十分離れていることから，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について，再処理施設への影響はないと判断した。

(参考文献)

(1) 気象庁，日本活火山総覧（第 4 版），気象業務支援センター，2013，1500p

(2) 第四紀火山カタログ委員会，日本の第四紀火山カタログ，火山，vol.44，no.6，1999， pp.285-289

(3) 産業技術総合研究所地質調査総合センター，日本の第四紀火山，
https://gbank.gsj.jp/volcano－QV/VOL_JP/index.htm，Ver.1.49，更新 :2012，6.25

(4) 中野俊他，日本の火山（第 3 版），産業技術総合研究所地質調査総合センター，2013

(5) 高橋浩他，20 万分の 1 地質図幅「新潟（第 2 版)」，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2010

(6) 久保和也他，20 万分の 1 地質図幅「福島」，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2003

(7) 竹内圭史他，20 万分の 1 地質図幅「高田」，工業技術院地質調査所，1994
(8) 山元孝広他，20 万分の 1 地質図幅「日光」，工業技術院地質調査所，2000
(9) 久保和也他，20 万分の 1 地質図幅「白河」，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2007
(10) 中野俊他，20 万分の 1 地質図幅「長野」，工業技術院地質調査所，1998
(11) 須藤定久他，20 万分の 1 地質図幅「宇都宮」，工業技術院地質調査所，1991
(12) 吉岡敏和他，20 万分の 1 地質図幅「水戸（第 2 版)」，工業技術院地質調査所，2001
(13) 尾崎正紀他， 20 万分の 1 地質図幅「甲府」，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2002
(14) 坂本亨他，20 万分の 1 地質図幅「東京」，工業技術院地質調査所，1987
(15) 宇野沢昭他，20 万分の 1 地質図幅「千葉」，工業技術院地質調査所，1983
(16) 三梨昂他，20 万分の 1 地質図幅「横須賀」，工業技術院地質調査所，1980
(17) 三梨昂，須田芳朗，20 万分の 1 地質図幅「大多喜」，工業技術院地質調査所，1980
(18) 西来邦章他，第四紀噴火・貫入活動データベース，https://gbank.gsj.jp/quatigneous/index_qvir.php（参照：2017 年 3 月 24 日）
(19) 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/kaikiDB/list－2.htm
（参照：2017 年 3 月 24 日）
(20) 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，2011，360p
(21) 鈴木毅彦，北関東那須野原周辺に分布する指標テフラ層，地学雑誌，vol.102，no.1，1993，pp.73－90
(22) 井上道則他，東北本州弧，高原火山群における山体形成史とマグマの成因，核理研研究報告，vol.7，no.2，1994，pp.169－198

(23) 奥野充他，北関東，高原火山の約 6500cal yr BP の噴火，火山，vol.42，no.6，1997，pp.393－402
(24) 山元孝広，福島－栃木地域における過去約 30 万年間のテフラの再記載と定量化，地質調査研究報告，vol.63，no.3-4，2012，pp.35－91
(25) 弦巻賢介，東北日本弧南部，高原火山における山体形成史とマグマ供給系の発達，日本火山学会講演予稿集，2012，p.56
(26) 山元孝広，栃木－茨城地域における過去約 30 万年間のテフラの再記載と定量化，地質調査研究報告，vol.64，no.9/10，2013a，pp.251－304
(27) 鈴木毅彦，那須火山のテフロクロノロジー，火山，vol.37，no.5，1992，pp.251－263
(28) 伴雅雄，高岡宣雄，東北日本弧，那須火山群の形成史，岩鉱，vol.90，1995，pp.195－214
(29) 山元孝広，テフラ層序から見た那須茶臼岳火山の噴火史，地質学雑誌，vol.103，no.7，1997，pp.676－691
(30) 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），https://gbank.gsj.jp/volcano/eruption/ （参照：2018 年 10 月 9 日）
(31) 村本芳英，日光火山群東方地域に分布する中・後期更新世テフラ－日光火山群の噴火史－，静岡大学地球科学研究報告，vol.18，1992，pp.59－91
(32) 鈴木毅彦他，テフラからみた日光火山群の噴火史，月刊地球，vol.16，1994，pp.215－221
(33) 佐々木 実，日光火山群の岩石学，月刊地球，vol.16，no.4，1994，pp.221－230
(34) 石崎泰男他，男体火山の最近 17000 年間の噴火史，火山，vol.59，no.3，2014，pp.185 - 206
(35) 奥野充他，那須・高原・日光白根火山の完新世テフラの加速器 14C 年代，日本火山学会講演予稿集，1993，p.92
(36) 佐々木 実他，日光火山群，日光白根火山および三ツ岳火山の地質と岩石，弘前大学理学部地球科学科報告，vol.40，1993，pp.101－117

(37) 高橋正樹他，日光白根火山下マグマ供給システムの岩石学的モデル，月間地球，vol.17，1995，pp.113－119
(38) 大森昌衛，日本の地質 3　関東地方，共立出版，1986，335p
(39) 鈴木毅彦，テフロクロノロジーからみた赤城火山最近 20 万年間の噴火史，地学雑誌，vol.99，no.2，1990，pp.60－75
(40) 富田平四郎他，地域，深さによる鹿沼土の物理的構成と各種物理性の差異について，土壌の物理性，第 69 号，1994，pp.11－21
(41) 宇井忠英，火山噴火と災害，東京大学出版会，1997，232p
(42) 青木かおり他，鹿島沖海底コア MD01－2421 の後期更新世テフラ層序，第四紀研究，vol.47，no.6，2008，pp.391－407
(43) 高橋正樹他，赤城火山噴出物の全岩化学組成－分析データ 381 個の総括－，日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要，no.47，2012，pp.341－400
(44) 及川輝樹，赤城山と栗駒山の歴史時代の噴火記録，日本火山学会講演予稿集，2012，p.140
(45) 山元孝広，赤城火山の噴火履歴の再検討と定量化，日本火山学会講演予稿集，2014a，p.29
(46) 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.613，2014b，7p
(47) 山元孝広，赤城火山軽石噴火期のマグマ噴出率と組成の変化，地質学雑誌，vol.122，no.3，2016，pp.109－126
(48) 早川由紀夫，赤城山は活火山か？，地球惑星科学関連学会合同大会，As－012，1999，1p
(49) 早川由紀夫他，燧ヶ岳火山の噴火史，地学雑誌，vol.106，no.5，1997，pp.660－664
(50) 山元孝広，福島－栃木地域に分布する 30－10 万年前のプリニー式降下火砕物：沼沢・燧ヶ岳・鬼怒沼・砂子原火山を給源とするテフラ群の層序，地質調査所月報，vol.50，no.12，1999，pp.743－767
(51) 山元孝広，阪口圭一，テフラ層序からみた安達太良火山，

最近約 25 万年間の噴火活動，地質学雑誌，vol.106，no.12，2000，pp.865－882
(52) 藤縄明彦他，安達太良火山の K－Ar 年代：安達太良火山形成史の再検討，火山，vol.46，no.3，2001，pp.95－106
(53) 藤縄明彦，鎌田光春，安達太良火山の最近 25 万年間における山体形成史とマグマ供給系の変遷，岩石鉱物科学，vol.34，2005，pp.35－58
(54) 長谷川健他他，活火山ランク B の三火山，地質学雑誌，vol.117，Supplement，2011，pp.33－48
(55) 三村弘二，磐梯火山の放射年代－概報－，地質調査所月報，vol.45，no.10，1994，pp.565－571
(56) 三村弘二，中村洋一，磐梯山の地質形成史と岩石，磐梯火山，1995，pp.87－101
(57) 梅田浩司他，東北日本，火山フロント付近の 2.0 Ma 以降の火山活動とテクトニクスの推移，火山，vol.44，no.5，1999，pp.233－249
(58) 山元孝広，沼沢火山における火砕流噴火の多様性，沼沢湖および水沼火砕堆積物の層序，火山，vol.40，no.2，1995，pp.67－81
(59) 山元孝広，東北日本，沼沢火山の形成史：噴出物層序，噴出年代及びマグマ噴出量の再検討，地質調査研究報告，vol.54，no.9/10，2003，pp.323－340
(60) 新エネルギー，産業技術総合開発機構（NEDO），磐梯地域火山地質図及び地熱地質編図説明書，全国地熱資源総合調査（第３次）広域熱水流動系調査火山性熱水対流系地域タイプ③，1991，p.80
(61) 高橋正樹，小林哲夫，吾妻火山－雄大な爆裂カルデラと中央火口丘を歩く－，東北の火山フィールドガイド日本の火山④，築地書館，1999，pp.89－104
(62) 山元孝広，福島県，吾妻火山の最近７千年間の噴火史：吾妻－浄土平火山噴出物の層序とマグマ供給系，地質学雑誌，vol.111，no.2，2005，pp.94－110
(63) Soda，T.，Explosive activities of Haruna volcano and their impacts on human life in the sixth century A.D，Geographical reports of

Tokyo Metropolitan University, no.31, 1996, pp.37－52
(64) 下司信夫, 詳細火山データ集：榛名火山, 日本の火山, https//gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/haruna/index.html （参照：2017年3月24日）
(65) 山元孝広, 東茨城台地に分布する更新統の新層序とMIS5－7海面変化との関係：地下地質とテフラ対比による茨城層, 見和層, 夏海層, 笠神層の再定義, 地質調査所報告, vol.64, no.9/10, 2013b, pp.225－249
(66) 阪口圭一, 5万分の1地質図幅「二本松地域の地質」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 1995, p.66
(67) 長橋良隆他, 福島市南西部に分布する鮮新世「笹森山安山岩」のK－Ar年代, 地球科学, vol.58, 2004, pp.407－412
(68) 山元孝広, 新たに認定された第四紀火山の放射年代：笹森山火山, 地質調査研究報告, vol.66, no.1/2, 2015, pp.15－20
(69) 飯塚義之, 子持火山の地質と活動年代, 岩鉱, vol.91, 1996, pp.73－85
(70) 赤石和幸, 梅田浩司, 新潟県飯士火山の形成史とK－Ar年代（演旨）日本鉱物学会年会, 日本岩石鉱物鉱床学会学術講演会講演要旨集, 2002, p.304
(71) 及川輝樹, 飛騨山脈の隆起と火成活動の時空的関連, 第四紀研究, vol.42, no.3, 2003, pp.141－156
(72) Nagaoka S., The late quaternary tephra layers from the caldera volcanoes in and around kagoshima bay, southern kyushu, Japan, Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, no.23, 1988, pp.49－122
(73) 三好雅也他, 阿蘇カルデラ形成後に活動した多様なマグマとそれらの因果関係について, 火山, vol.50, no.5, 2005, pp.269－283
(74) 守屋以智雄, 日本の火山地形, 東京大学出版会, 1983, p.135
(75) 米倉伸之, 日本の地形〈1〉総説, 東京大学出版会, 2001, p.349

(76) Zhao D. et al, Low－frequency earthquakes and tomography in western Japan: Insight into fluid and magmatic activity, Journal of Asian Earth Sciences, vol.42, issue.6, 2011, pp.1381－1393
(77) 東宮昭彦，実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ，月刊地球，vol.19，no.11，1997，pp.720－724
(78) 及川輝樹他，御嶽山の噴火－その歴史と2014年噴火，科学，vol.84，no.12，2014，pp.1218－1225
(79) 木村純一，後期更新世の御岳火山：火山灰層序と火山層序学を用いた火山活動史の再検討，地球科学，vol.47，no.4，1993，pp.301－321
(80) 高橋正樹他，浅間黒斑火山崩壊カルデラ壁北部仙人岩付近のプロキシマル火砕岩相－牙溶岩グループの火山角礫岩・凝灰角礫岩および仙人溶岩グループの溶結火砕岩－，日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要，no.48，2013，pp.141－168
(81) 高橋正樹・安井真也，浅間前掛火山のプロキシマル火山地質学及び巡検案内書－浅間前掛火山黒豆河原周辺の歴史時代噴出物－，火山，vol.58，no.1，2013，pp.311－328
(82) 気象庁，浅間山の火山活動解説資料，火山活動解説資料（平成27年6月24日18時30分），気象庁地震火山部火山監視・情報センター，2015，10p
(83) 長井雅史，高橋正樹，箱根火山の地質と形成史，神奈川県立博物館研究調査報告（自然），vol.13，2008，pp.25－42.
(84) 早津賢二他，妙高火山群　多世代火山のライフヒストリー，実業公報社，2008，424p
(85) 原山 智，上高地地域の地質，地域地質研究報告，5万分の1地質図幅，地質調査所，1990，175p
(86) 鈴木毅彦，飛騨山脈貝塚給源火道起源の貝塚上宝テフラを用いた中期更新世前半の地形面編年，地理学評論，73A－1，2000，pp.1－25
(87) 工藤 崇他，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，pp.144－145
(88) 鈴木毅彦，中山俊雄，東北日本弧，仙岩地熱地域を給源と

する 2.0Ma に噴出した大規模火砕流に伴う広域テフラ，火山，vol.52，no.1，2007，pp.23－38
(89) 高橋正樹，大規模珪長質火山活動と地殻歪速度，火山，vol.40，no.1，1995，pp.33－42
(90) 守屋以智雄，日本の第四紀火山の地形発達と分類，地理学評論，52－9，1979，pp.479－501
(91) 坂本亨，宇野沢昭，茨城県瓜連丘陵の第四系と久慈川・那珂川の河谷発達史，地質調査所月報，vol.27，no.10，1976，pp.655－664
(92) 三村弘二，東北日本，猫魔火山の地質と放射年代，火山，vol.47，no.4，2002，pp.217－225
(93) Tamura I. et al, Characteristics for the recognition of Pliocene and early Pleistocene marker tephras in central Japan, Quaternary International 178, 2008, pp.85－99
(94) 大石雅之，四阿火山を起源とする噴出物の岩石記載的特徴とテフラ分布，地学雑誌，vol.118，no.6，2009，pp.1237－1246
(95) 鈴木毅彦，海洋酸素同位体ステージ 5－6 境界に降下した飯縄上樽テフラ群とその編年学的意義，第四紀研究，vol.40，no.1，2001，pp.29－41
(96) 鈴木毅彦他，東北日本の大規模火砕流は広域テフラを生産したか？，月間地球，vol.23，no.9，2001，pp.610－613
(97) Newhall, C., Self, S., The Volcanic Explosivity Index (VEI) 'An Estimate of Explosive Magnitude for Historical Volcanism, Journal of Geophysical Research, vol. 87, no. C2, 1982, pp.1231－1238
(98) 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，vol.52，no.4，2013，pp.173－ 187
(99) 山崎正男，日光火山群，地球科学，vol.36，1958，pp.27－35
(100) 山元孝広，磐梯火山最初期噴出物におけるマグマ組成の時間変化：裏磐梯高原コアの化学分析結果，火山，vol.56，

no.6，2011，pp.189－200
（101）山元孝広，須藤 茂，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，no.6，1996，pp.335－359
（102）小荒井衛他，磐梯山の地形発達史，「火山地域における土砂災害発生予測手法の開発に関する国際共同研究」「岩屑流発生場に関する研究」分科会研究成果，磐梯火山，1995，pp.135－143
（103）山元孝広，長谷部忠夫，福島県只見町叶津の埋没化石林の放射性炭素年代：沼沢火山水沼噴火年代の再検討，地質学雑誌，vol.120，no.1，2014，pp.1－9
（104）早田 勉，6世紀における榛名火山の2回の噴火とその災害，第四紀研究，vol.27，no.4，1989，pp.297－312
（105）日本原子力発電株式会社（JAPC），東海第二発電所発電用原子炉設置変更許可申請書 （発電用原子炉施設の変更）添付書類六の一部補正，2017，pp. 6-7-1 ～ 6-7-78

表 1.3-1　　地理的領域内の第四紀火山における活動可能性

No.	火山名※1	敷地からの距離 (km)	火山の形式※2	活動年代※3 (千年前)	全活動期間 (千年)	最後の活動からの期間(千年前)	再処理施設に影響を及ぼし得る火山 (13 火山)	
							完新世に活動を行った火山 (11 火山)	将来の活動可能性が否定できない火山 (2 火山)
1	高原山	90	複成火山，溶岩ドーム	300 ～	300	6.5	○	－
2	塩原カルデラ	92	カルデラ－火砕流	350 ～ 300	50	300	×	×
3	那須岳	95	複成火山	500 ～	500	A.D.1963	○	－
4	塔のへつりカルデラ群	101	カルデラ－火砕流，溶岩ドーム	1400 ～ 1000	400	1000	×	×
5	二岐山	106	複成火山，溶岩ドーム	140 ～ 90	50	90	×	×
6	男体・女峰火山群	106	複成火山，溶岩ドーム	900※4 ～	900	7※4	○	－
7	会津布引山	111	複成火山	1400	－	1400	×	×
8	根名草山	117	溶岩ドーム	300	－	300	×	×
9	日光白根山	117	溶岩流及び小型楯状火山，溶岩ドーム	20 ～	20	A.D.1890	○	－
10	皇海山	117	複成火山	1600 ～ 900	700	900	×	×
11	錫ヶ岳	118	複成火山？	2700 ～ 2100	600	2100	－	×
12	桧和田カルデラ	120	カルデラ－火砕流，溶岩ドーム	3000 ～ 2600	400	2600	×	×
13	鬼怒沼	121	溶岩流，火砕流	240	－	240	×	×
14	四郎岳	123	複成火山？	2200	－	2200	×	×
15	沼上山	125	複成火山	1100	－	1100	×	×
16	赤城山	127	複成火山－カルデラ，溶岩ドーム	300 ～	300	A.D.1251	○	－

※1，2　火山名，火山の形式は中野他（2013）[4] に基づく。
※3　活動年代は，中野他（2013）[4] も含め，それ以降に公表された第四紀火山に関するデータを収集・整理した「第四紀噴火・貫入岩体データベース」（西来他（2016）[18]）を基本にして評価した。
※4　大真名子山，女峰山を含んだ年代を示している中野他（2013）[4] に基づき評価した。

○：該当する
×：該当しない
－：検討対象外

第 1.3-1　　地理的領域内の第四紀火山における活動可能性

No.	火山名※1	敷地からの距離（km）	火山の形式※2	活動年代※3（千年前）	全活動期間（千年）	最後の活動からの期間（千年前）	原子力再処理施設に影響を及ぼし得る火山（13 火山）	
							完新世に活動を行った火山（11 火山）	将来の活動可能性が否定できない火山
17	博士山	130	複成火山	2800 ～ 2500	300	2500	×	×
18	燧ヶ岳	131	複成火山	160 ～	160	A.D. 1544	○	－
19	アヤメ平	132	複成火山	1600	－	1600	×	×
20	安達太良山	135	複成火山，溶岩ドーム	550 ～	550	A.D. 1900	○	－
21	笹森山	136	複成火山？	3700 ～ 1800※4	1900	1800	×	○
22	磐梯山	137	複成火山	700 ～	700	A.D. 1888	○	－
23	上州武尊山	138	複成火山	1200 ～ 1000	200	1000	×	×
24	猫魔ヶ岳	140	複成火山	1430※5 ～ 400※5	1030	400	×	×※5
25	砂子原カルデラ	140	カルデラ，溶岩ドーム	290 ～ 220	70	220	×	×
26	奈良俣カルデラ	143	カルデラ－火砕流	2100	－	2100	×	×
27	沼沢	145	溶岩ドーム，カルデラ	110 ～	110	5.4	○	－
28	子持山	145	複成火山，溶岩ドーム	900 ～ 200	700	200	×	○
29	吾妻山	150	複成火山，溶岩流及び小型楯状火山，火砕丘	1300 ～	1300	A.D. 1977	○	－
30	小野子山	150	複成火山	1300 ～ 1200	100	1200	×	×
31	浅草岳	159	複成火山	1700 ～ 1500	200	1500	×	×
32	榛名山	157	複成火山－カルデラ，溶岩ドーム，火砕丘	500 ～	500	6 世紀後半～7 世紀初頭	○	－

※1，2　火山名，火山の形式は中野他（2013）[4]に基づく。
※3　活動年代は，中野他（2013）[4]も含め，それ以降に公表された第四紀火山に関するデータを収集・整理した「第四紀噴火・貫入岩体データベース」」（西来他（2016）[18]）を基本にして評価した。
※4　笹森山起源の火砕流堆積物のフィッション・トラック年代を示している山元（2015）[68]による。
※5　活動休止期間が明確に記される知見である三村（2002）[92]に基づき，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長いとみなせる火山として評価した。

○：該当する
×：該当しない
－：検討対象外

表 1.4-1　　火砕物密度流，溶岩流等の敷地への到達可能性

No.	火山名	敷地からの距離(km)	火砕物密度流(160km)		溶岩流，岩屑なだれ，地すべり及び斜面崩壊 (50km)	新しい火口の開口 地殻変動
			到達可能性範囲(km)	評価結果		
1	高原山	90	－	活動履歴上，噴出物は溶岩や火砕岩，降下火砕物が主であり，火砕物密度流の発生実績は認められない	敷地と火山の距離から，再処理施設に影響を及ぼす可能性はない。	敷地は，火山フロントより前弧側(東方)に位置すること，敷地周辺では火成活動は確認されていないことから，この事象が再処理施設の廃止措置期間中に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。
3	那須岳	95	17	敷地と火砕物密度流の到達可能性範囲の距離から，再処理施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。		
6	男体・女峰 火山群	106	18			
9	日光白根山	117	－	活動履歴上，噴出物は溶岩や火砕岩，降下火砕物が主であり，火砕物密度流の発生実績は認められない		
16	赤城山	127	24	敷地と火砕物密度流の到達可能性範囲の距離から，再処理施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さい。		
18	燧ケ岳	131	6			
20	安達太良山	135	16			
21	笹森山	136	13			
22	磐梯山	137	10			
27	沼沢	145	17			
28	子持山	145	6			
29	吾妻山	150	19			
32	榛名山	157	23			

表 1.5-1　降下火砕物の文献調査結果

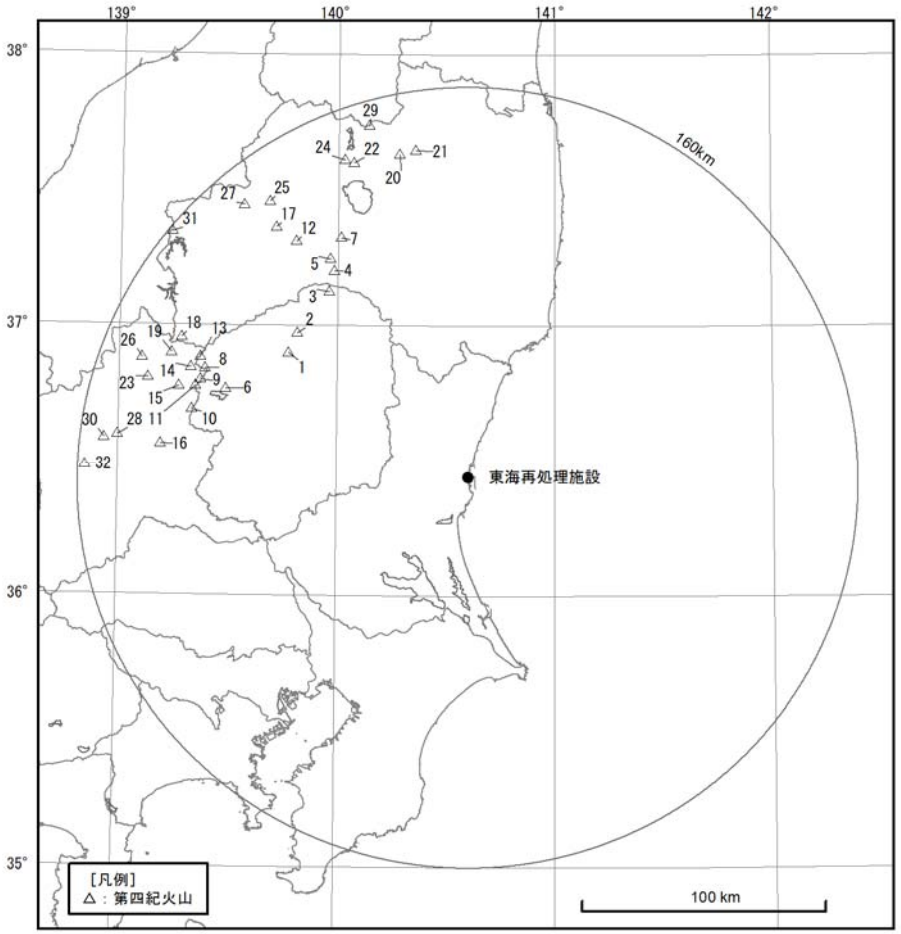
敷地周辺及び敷地近傍で確認される主な降下火砕物	記号	敷地の層厚	火山から敷地への方向（距離（km））	給源火山（内：地理的領域内，外：地理的領域外）		発電所再処理施設廃止措置中の同規模噴火の可能性（○：あり，×：可能性は十分に小さい）		降下火砕物の噴火規模※（ＶＥＩ）
赤城鹿沼テフラ	Ag-KP	10 cm～40 cm*1	東（約 127km）	内	赤城山	○	－	5
男体今市テフラ	Nt-I	16 cm～32 cm*2	東南東（約 106km）	内	男体・女峰火山群	○	－	4
満美穴テフラ	Nk-Ma	32 cm以下*3	東南東（約 106km）	内	男体・女峰火山群	×	女峰赤薙火山の活動で発生した降下火砕物であり。現在は男体山，三ツ岳火山の活動が継続	5
真岡テフラ	MoP	16 cm～32 cm*2	東南東（約 169km）	外	飯士山	×	将来の活動可能性のない火山	5
恵比須峠福田テフラ	Ebs-Fkd	約 30 cm*4	東（約 km）	外	飛騨山脈（穂高岳）	×	将来の活動可能性のない火山	7?
谷口テフラ	Tng	30 cm以下*4	東（約 256km）	外	飛騨山脈（鎗ヶ岳）	×	将来の活動可能性のない火山	?
丹生川テフラ（穂高-Kd39）	Nyg（Htk-Kd39）	10 cm～20cm*4	東（約 km）	外	飛騨山脈（穂高岳）	×	将来の活動可能性のない火山	?
姶良Ｔｎテフラ	AT	10 cm～20 cm*1	東北東（約 km）	外	姶良カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	7
赤城水沼１テフラ	Ag-MzP1	5 cm～20 cm*1	東（約 127km）	内	赤城山	○	－	4
鬼界アカホヤテフラ	K-Ah	0 cm～20 cm*1	北東（約 1141km）	外	鬼界カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	7
男体七本桜テフラ	Nt-S	0～20ｃｍ*1	東南東（約 106km）	内	男体・女峰火山群	○	－	4
赤城水沼９－１０テフラ	Ag-MzP9-10	16 cm以下*2	東（約 127km）	内	赤城山	○	－	4
沼沢芝原テフラ	Nm-SB	16 cm以下*3	南東（約 145km）	内	沼沢	○	－	4
高原戸室山２テフラ	Tk-TM2	8 cm～16 cm*2	東南東（約 99km）	内	高原山	○	－	5
日光早乙女テフラ	Nk-SO	16 cm以下*3	東南東（約 106km）	内	男体・女峰火山群	×	女峰赤薙火山の活動で発生した降下火砕物であり，現在は男体山，三ツ岳火山の活動が継続	4
日光行川テフラ	Nk-NM	16 cm以下*3						5
日光矢板テフラ	Nk-YT	16 cm以下*3						4
鬼怒沼黒田原テフラ	Kn-KD	16 cm以下*3	東南東（約 121ｋｍ）	内	鬼怒沼	×	将来の活動可能性のない火山	5
阿蘇４テフラ	Aso-4	15 cm以下*1	東北東（約 km）	外	阿蘇カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	7
榛名八崎テフラ	Hr-HP	0 cm～10 cm*1	東（約 157km）	内	榛名山	○	－	4
赤城行川２テフラ	Ag-NM2	4 cm以下*2	東（約 127km）	内	赤城山	○	－	4
赤城水沼２テフラ	Ag-MzP2	4 cm～8 cm*2	東（約 127km）	内	赤城山	○	－	4
鬼界葛原テフラ	K-Kz	2 cm～5 cm*1	北東（約 km）	外	鬼界カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	7
大山倉吉テフラ	DKP	0 cm～5 cm*1	東北東（約 km）	外	大山	×	数 km^3 以下の噴火活動が継続	6
赤城水沼８テフラ	Ag-MzP8	8 cm以下*2	東（約 127km）	内	赤城山	○	－	4
燧ヶ岳七入テフラ	Hu-NN	8 cm以下*3	東南東（約 131km）	内	燧ヶ岳	○	－	5
大峰テフラ（大峰-SK110）	Omn（Omn-SK110）	10 cm以下*4	東（約 km）	外	飛騨山脈（鎗ヶ岳）	×	将来の活動可能性のない火山	6?
御嶽第１テフラ	On-Pm1	0 cm～10 cm*1	東北東（約 km）	外	御嶽山	×	山頂付近における小規模の噴火活動が継続	6
立川ローム上部ガラス質テフラ	UG	0 cm以上*1	東（約 187km）	外	浅間山	×	仏岩期の活動で発生した降下火砕物であり。現在は前掛火山の活動が継続	6
浅間板鼻黄色テフラ	As-YP	0 cm以上*1						5
四阿菅平２テフラ	Azy-SgP2	0 cm以上*5	東（約 197km）	外	四阿山	○	－	5
箱根東京テフラ	Hk-TP	0 cm以上*1	北東（約 km）	外	箱根火山群	×	現在は溶岩ドームの活動が継続（顕著な降下火砕物発生はない）	6
箱根吉沢下部７テフラ	Hk-K1p7	0cm 以上*1						5
飯縄上樽ａテフラ	In-Kta	0 cm以上*6	東（約 224km）	外	飯縄山	×	現在は活動停止期が継続	?
大町Ａｐｍテフラ群	Tky-Ng1	0 cm以上*7	東（約 km）	外	飛騨山脈（槍沢岳）	×	将来の活動可能性のない火山	6?
貝塩上宝テフラ	KMT	0 cm以上*1	東（約 km）	外	飛騨山脈（上宝）	×	将来の活動可能性のない火山	6?
八甲田１テフラ（八甲田国本テフラ，Kul）	Hkd1	0 cm以上*8	南（約 km）	外	八甲田カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	?
玉川Ｒ４テフラ	Tmg-R4	0 cm以上*9	南（約 km）	外	玉川カルデラ	×	将来の活動可能性のない火山	6
阿蘇３テフラ	Aso-3	0 cm以上*1	東北東（約 km）	外	阿蘇カルデラ	×	現在は後カルデラ火山の活動が継続	7
溜沼川テフラ	－	（再堆積）*2,10	－	－		－	－	－

＊１：町田・新井（2011）[20]，＊２：山元（2013a）[26]，＊３：山元（2012）[24]，＊４：Tamura et al（2008）[93]，＊５：大石（2009）[94]，＊６：鈴木（2001）[95]，＊７：鈴木・早川（1990）[39]，＊８：鈴木他（2001）[96]，＊９：鈴木・中山（2007）[88]，＊１０：山元（2013b）[65]

■ 再処理施設運用期間中の同規模噴火の可能性が十分に小さい。
□ 再処理施設運用期間中の同規模噴火の可能性あり。

表 1.5-2　　降下火砕物シミュレーションの主な解析条件

設定噴火規模	パラメータ		単位	設定値	設定根拠等
赤城鹿沼テフラ	噴出量（見かけ体積量）		km^3	5	山元（2016）[47] 及び山元（2013a）[26] に基づき設定 （見かけ体積量に降下火砕物の密度 800kg/m^3 を乗じた 4.0×10^{12}kg を設定）
	噴煙柱高度		km	25	同程度の規模の噴火（VEI5）の一般値（Newhall and Self（1982）[97] による）に基づいて設定
	噴煙柱分割高さ		m	100	萬年（2013）[98] より設定
	粒径	最大	mm	1,024	Tephra2 の configfile に示された珪長質噴火の一般値
		最小	mm	1/1,024	Tephra2 の configfile に示された珪長質噴火の一般値
		中央	mm	1/2	Tephra2 の configfile に示される他の噴火事例に基づいて設定（エトナ 1998 年噴火の例を参照）
		標準偏差	mm	1/3	Tephra2 の configfile に示される他の噴火事例に基づいて設定（エトナ 1998 年噴火の例を参照）
	粒子密度		t/m^3	1.0	噴出物を構成する粒子が全て軽石と想定。なお，山元（2013a）[26] において赤城鹿沼テフラは発泡の良い軽石火山礫からなるとされており，東海第二原子力発電所で実施された地質調査においても軽石主体であることが確認されている。
	見かけの渦拡散係数		m^2/s	0.04	萬年（2013）[98] より設定
	拡散係数		m^2/s	10,000	萬年（2013）[98] より設定
	Fall Time Threshold		s	3,600	萬年（2013）[98] より設定
	Plume Ratio		-	0.1	Tephra2 の configfile に示された事例に基づく一般値
	給源	X（東距）	m	338,296	「日本の火山（第 3 版）」（中野他（2013）[4]）より設定
		Y（北距）	m	4,047,614	
		標高	m	1,828	

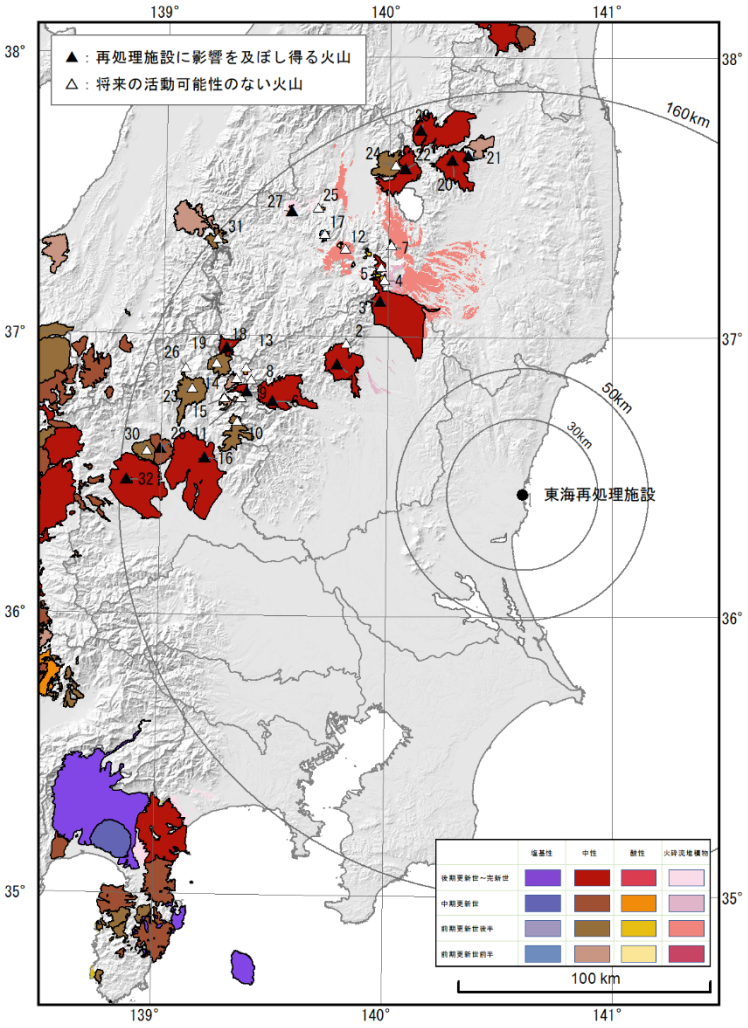


中野他（2013）[4]に基づき作成

（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

No.	第四紀火山	敷地からの距離（km）	No.	第四紀火山	敷地からの距離（km）
1	高原山	90	17	博士山	130
2	塩原カルデラ	92	18	燧ヶ岳	131
3	那須岳	95	19	アヤメ平	132
4	塔のへつりカルデラ群	101	20	安達太良山	135
5	二岐山	106	21	笹森山	136
6	男体・女峰火山群	106	22	磐梯山	137
7	会津布引山	111	23	上州武尊山	138
8	根名草山	117	24	猫魔ヶ岳	140
9	日光白根山	117	25	砂子原カルデラ	140
10	皇海山	117	26	奈良俣カルデラ	143
11	錫ヶ岳	118	27	沼沢	145
12	桧和田カルデラ	120	28	子持山	145
13	鬼怒沼	121	29	吾妻山	150
14	四郎岳	123	30	小野子山	150
15	沼上山	125	31	浅草岳	159
16	赤城山	127	32	榛名山	157

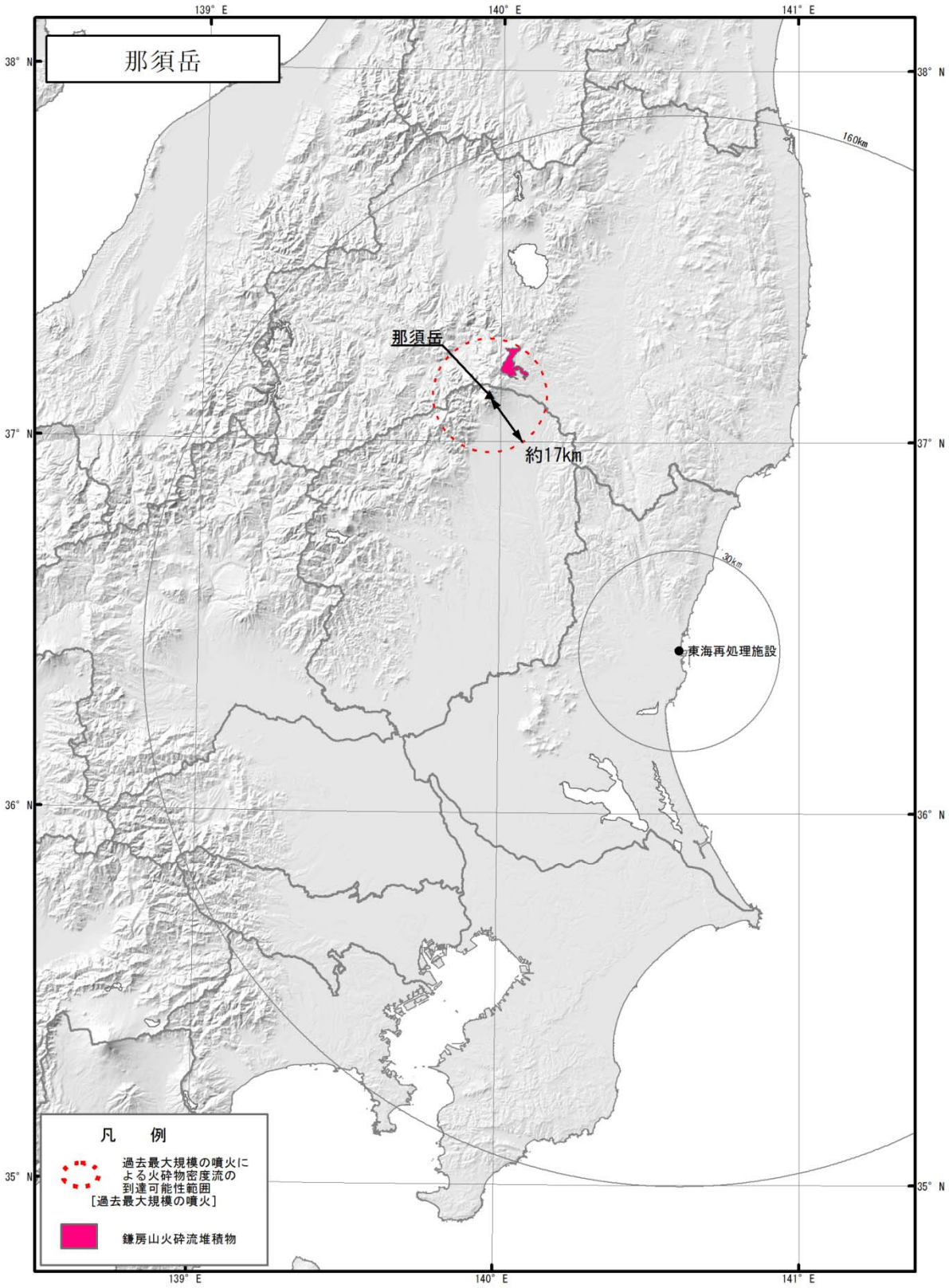
図 1.3-1　　地理的領域内の第四紀火山



中野他（2013）[4] に基づき作成（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

No.	第四紀火山	敷地からの距離（km）	No.	第四紀火山	敷地からの距離（km）
1	高原山	90	17	博士山	130
2	塩原カルデラ	92	18	燧ヶ岳	131
3	那須岳	95	19	アヤメ平	132
4	塔のへつり カルデラ群	101	20	安達太良山	135
5	二岐山	106	21	笹森山	136
6	男体・女峰 火山群	106	22	磐梯山	137
7	会津布引山	111	23	上州武尊山	138
8	根名草山	117	24	猫魔ヶ岳	140
9	日光白根山	117	25	砂子原 カルデラ	140
10	皇海山	117	26	奈良俣 カルデラ	143
11	錫ヶ岳	118	27	沼沢	145
12	桧和田 カルデラ	120	28	子持山	145
13	鬼怒沼	121	29	吾妻山	150
14	四郎岳	123	30	小野子山	150
15	沼上山	125	31	浅草岳	159
16	赤城山	127	32	榛名山	157

図 1.4-1　　地理的領域内の火山地質図

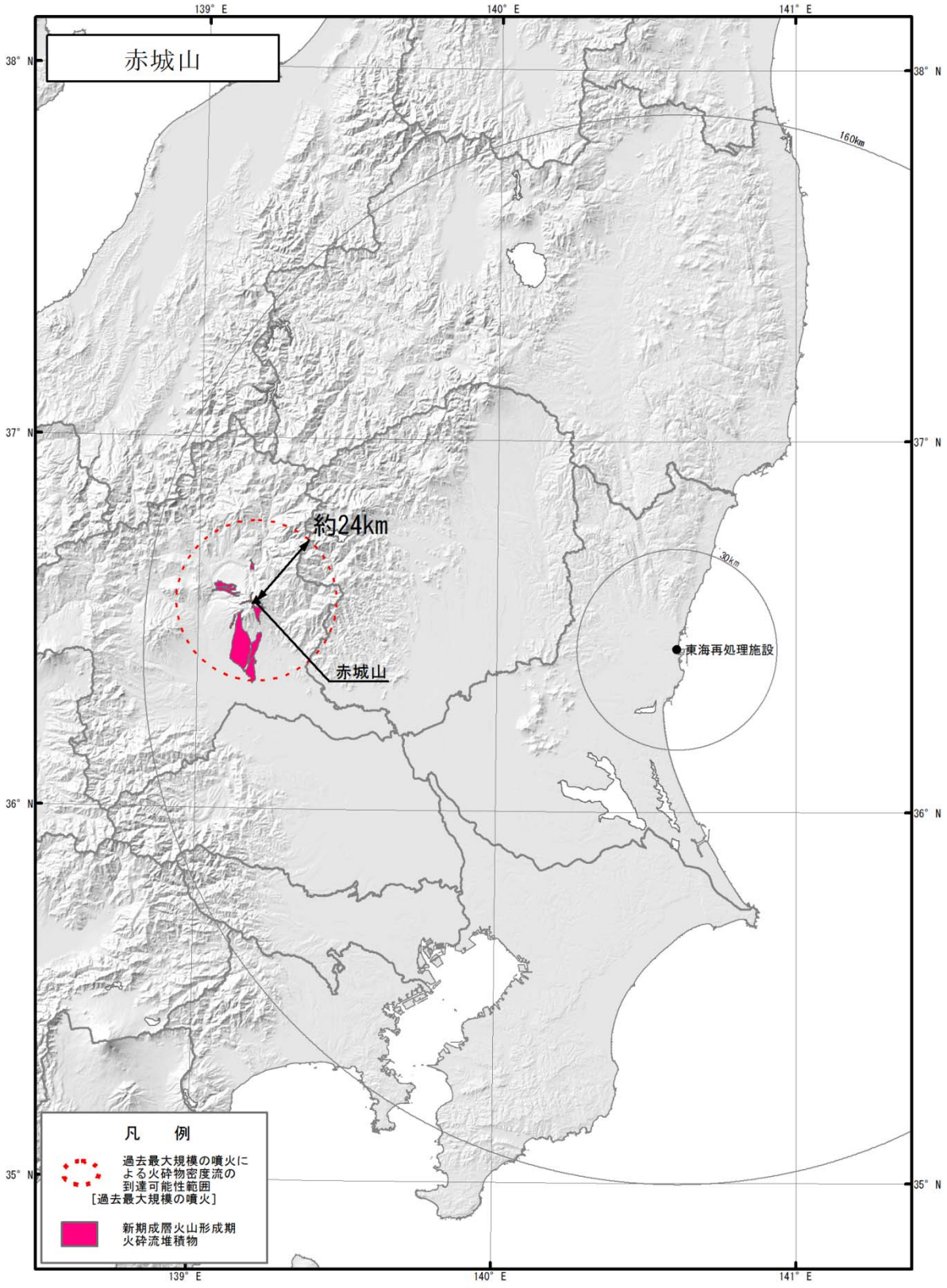


伴・高岡（1995）[28] に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（1/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（那須岳）

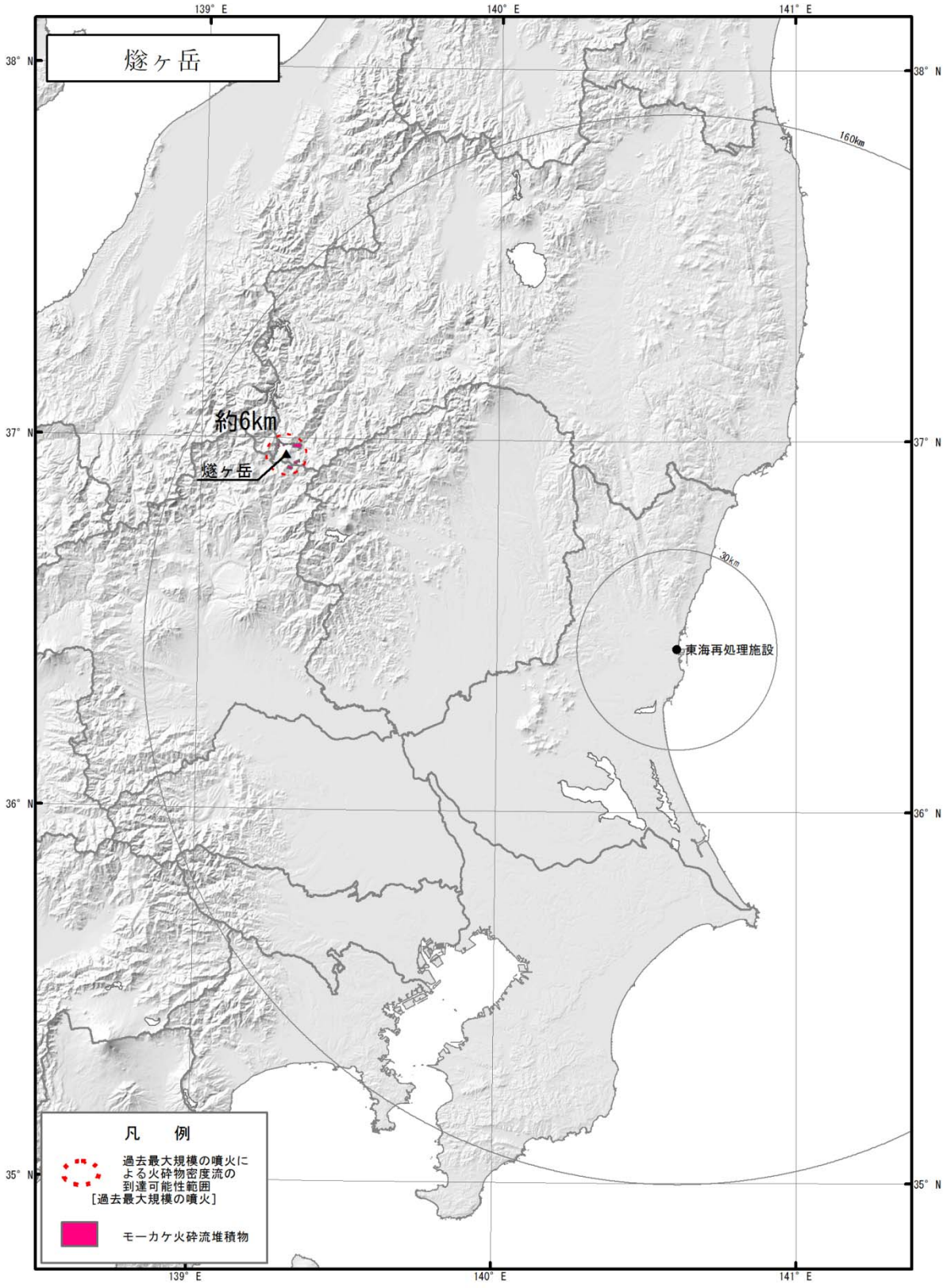
佐々木（1994）(33)，山崎（1958）(99) に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（2/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（男体・女峰火山群）



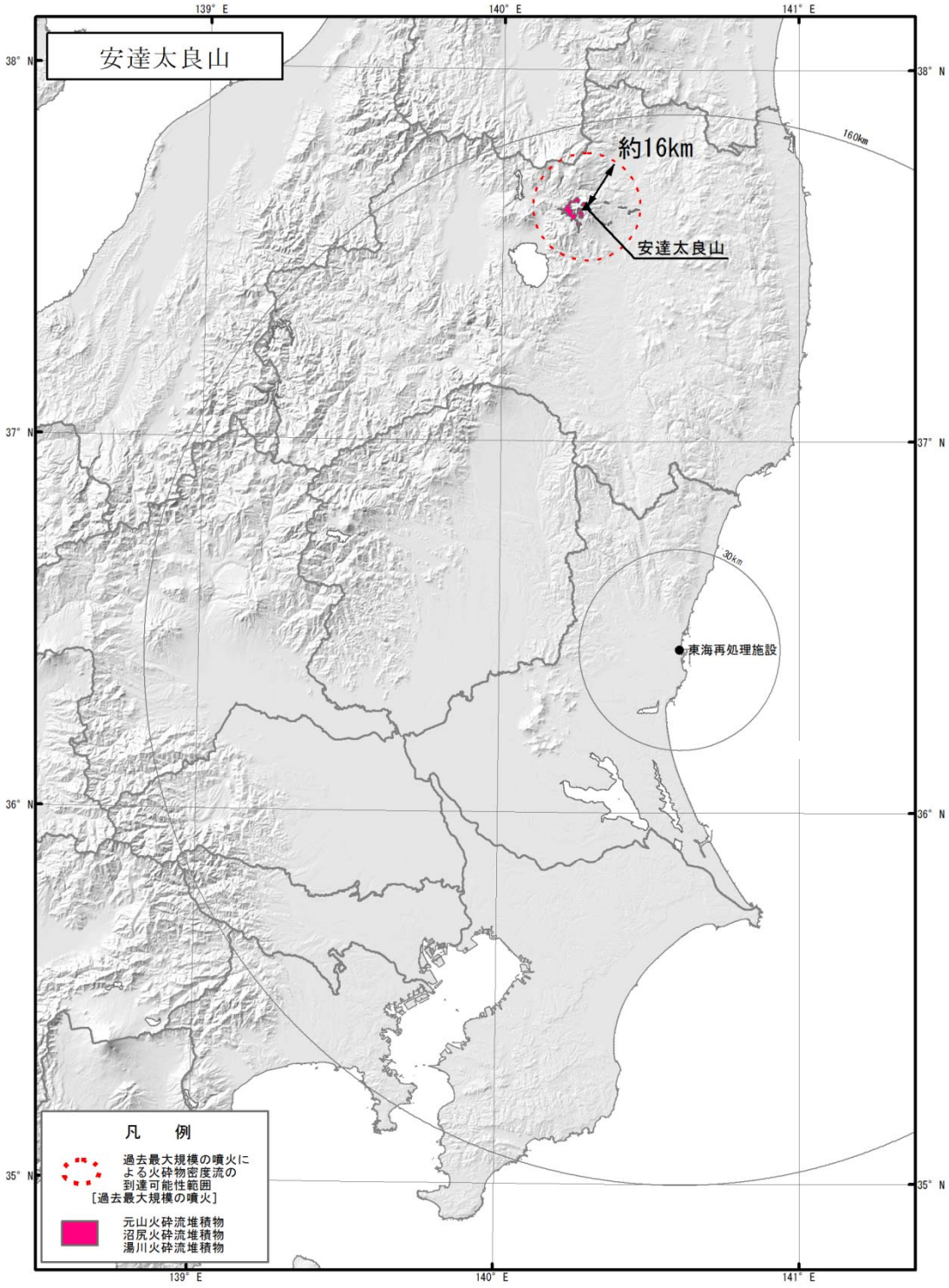
高橋他（2012）[43] に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（3/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（赤城山）



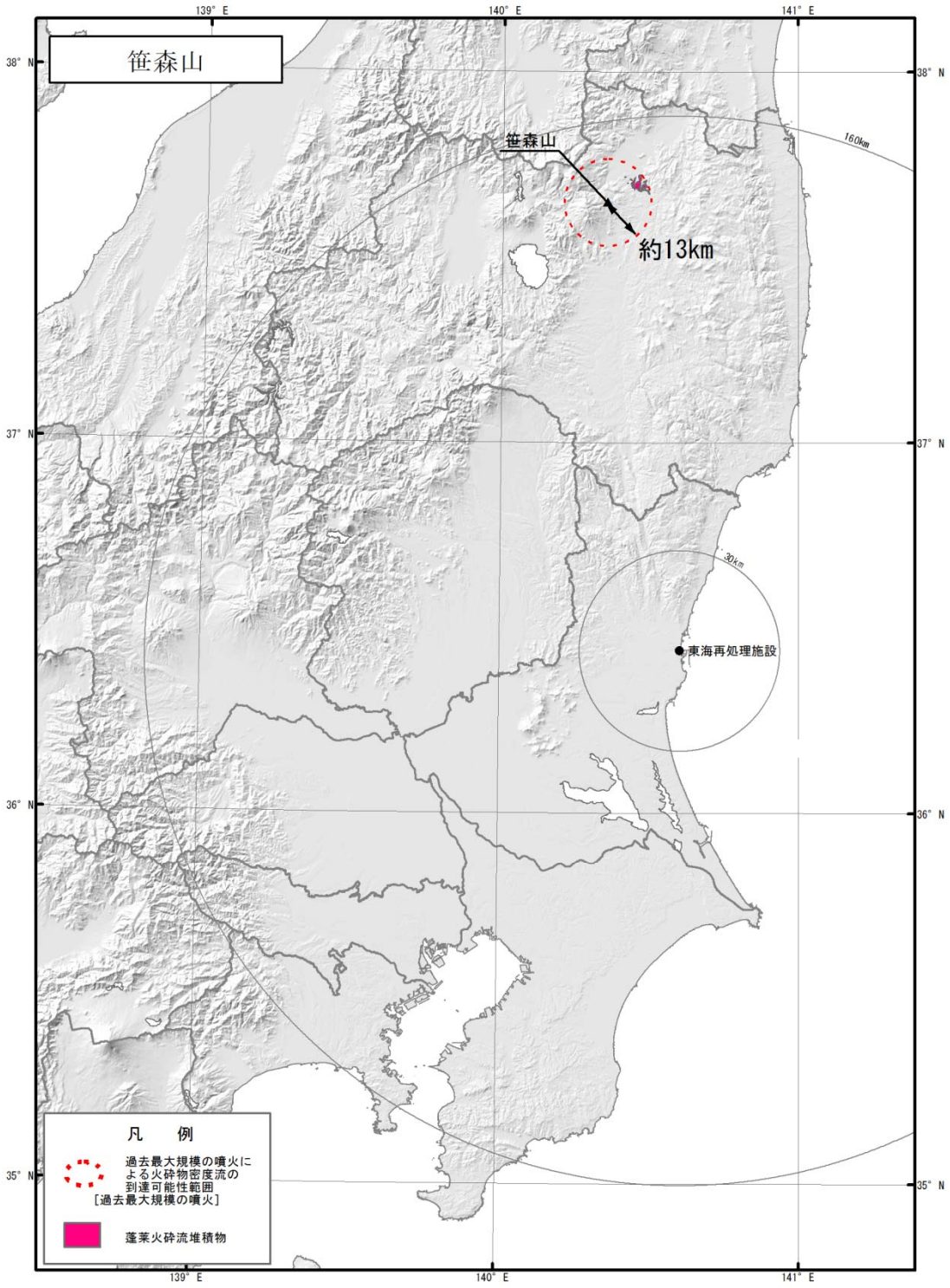
早川他（1997）[49]に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

第 1.4-2（4/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（燧ケ岳）



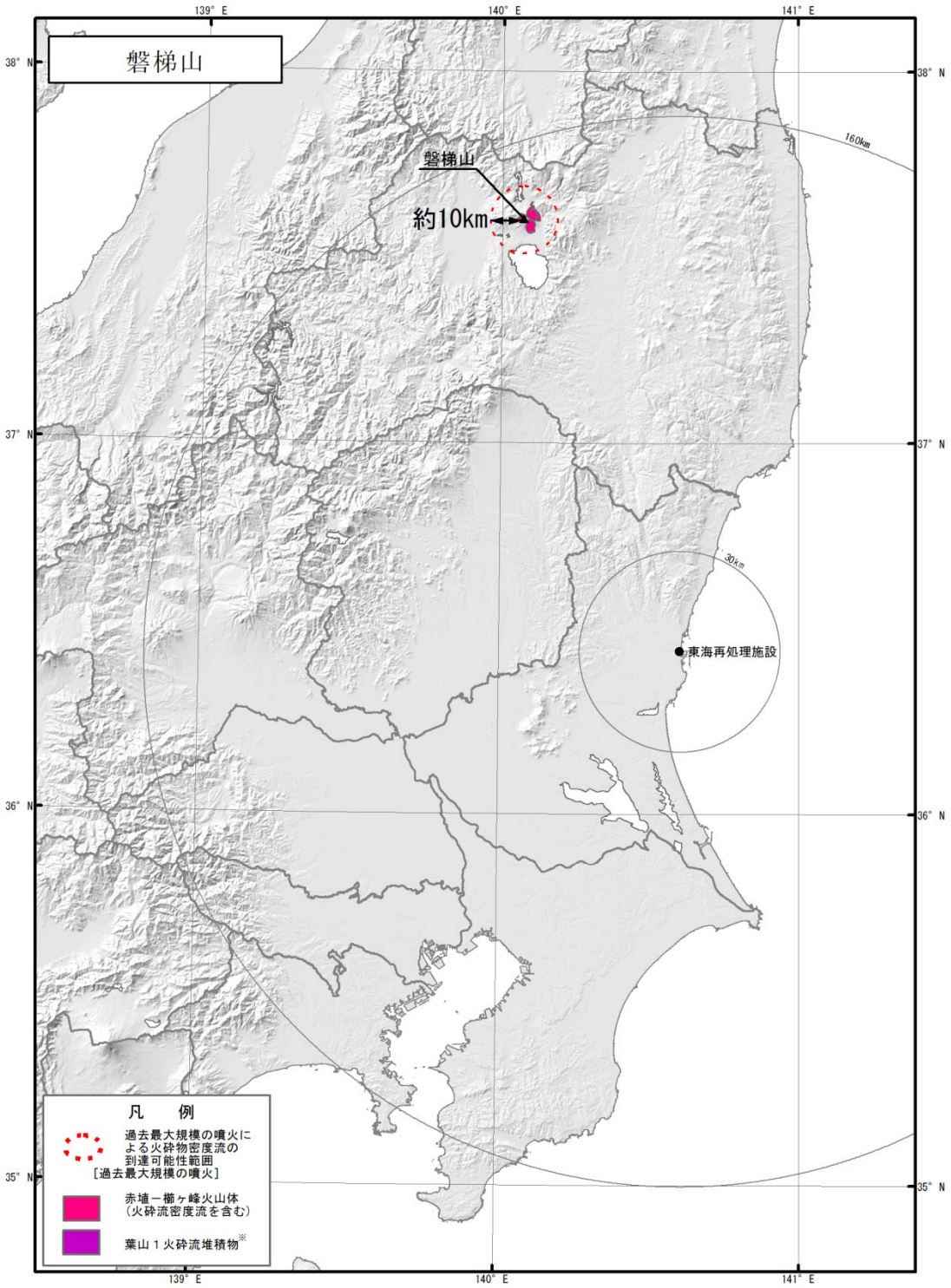
山元・阪口（2000）[51] に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（5/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（安達太良山）



山元（2015）[68] に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

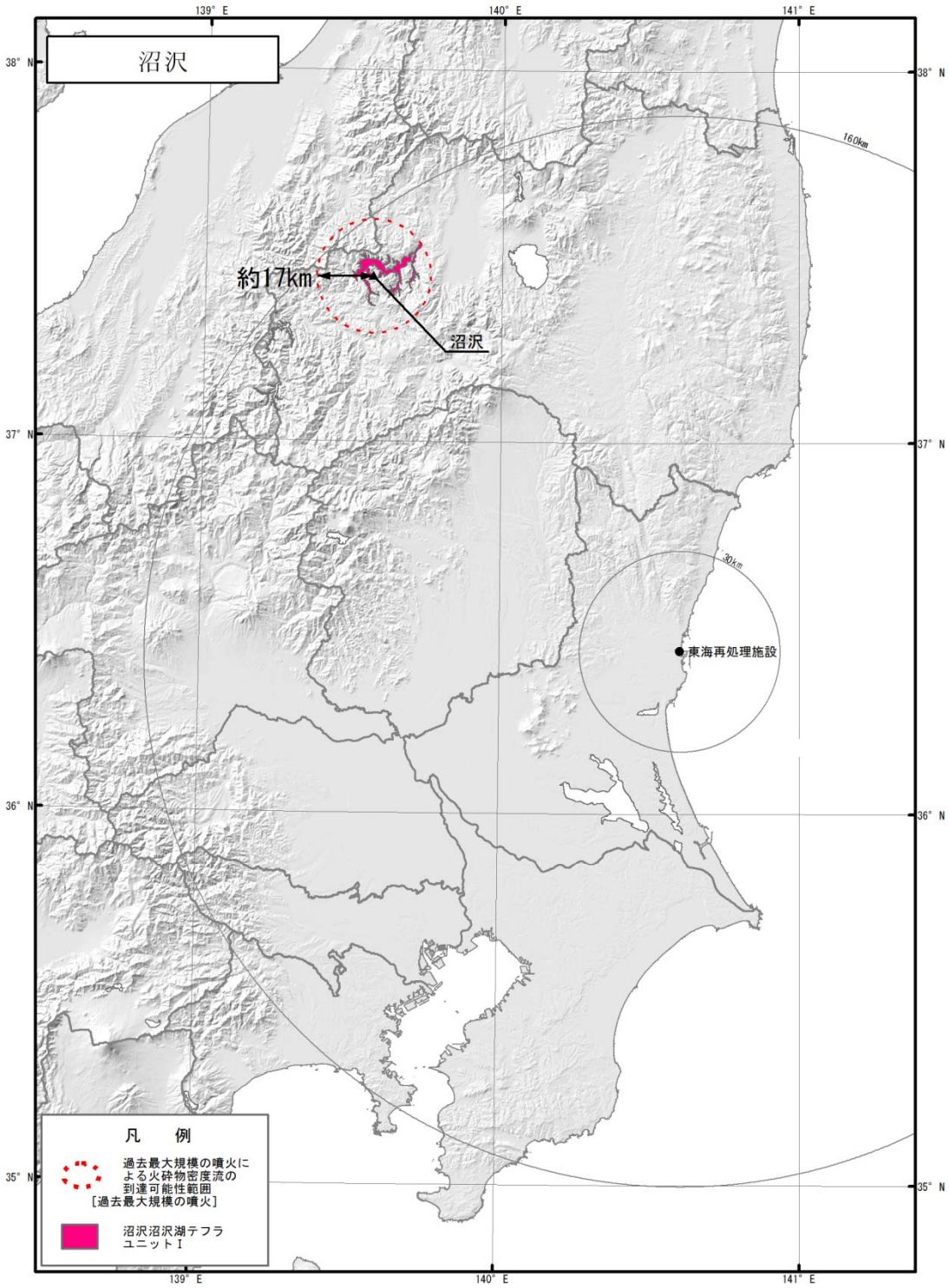
図 1.4-2（6/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（笹森山）



山元（2011）(100)，山元・須藤（1995）(101)，小荒井他（1995）(102) に基づき作成
※葉山１火砕流堆積物は過去最大規模の噴火ではないが，到達距離としては最大であるため併記

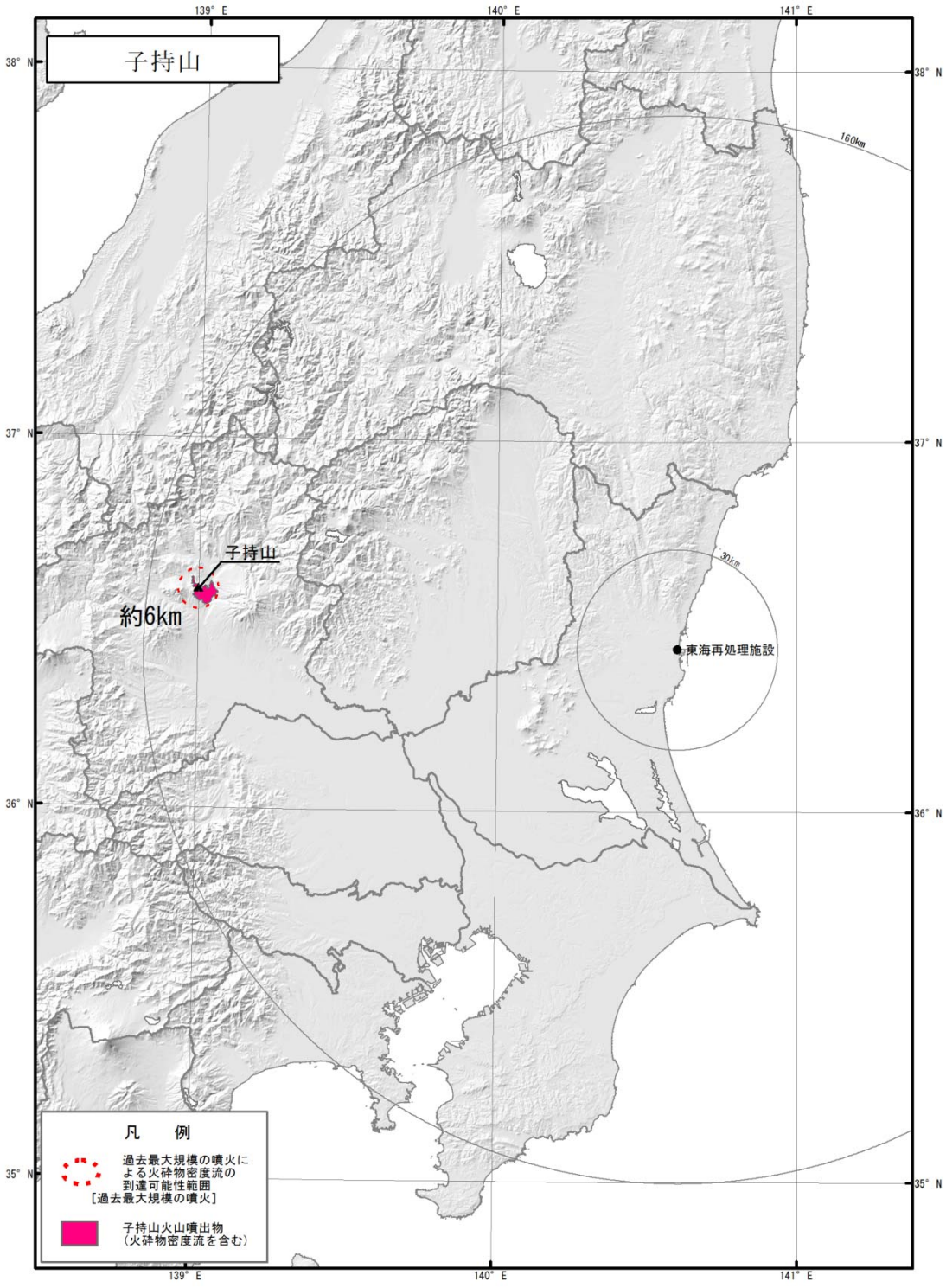
（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（7/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（磐梯山）



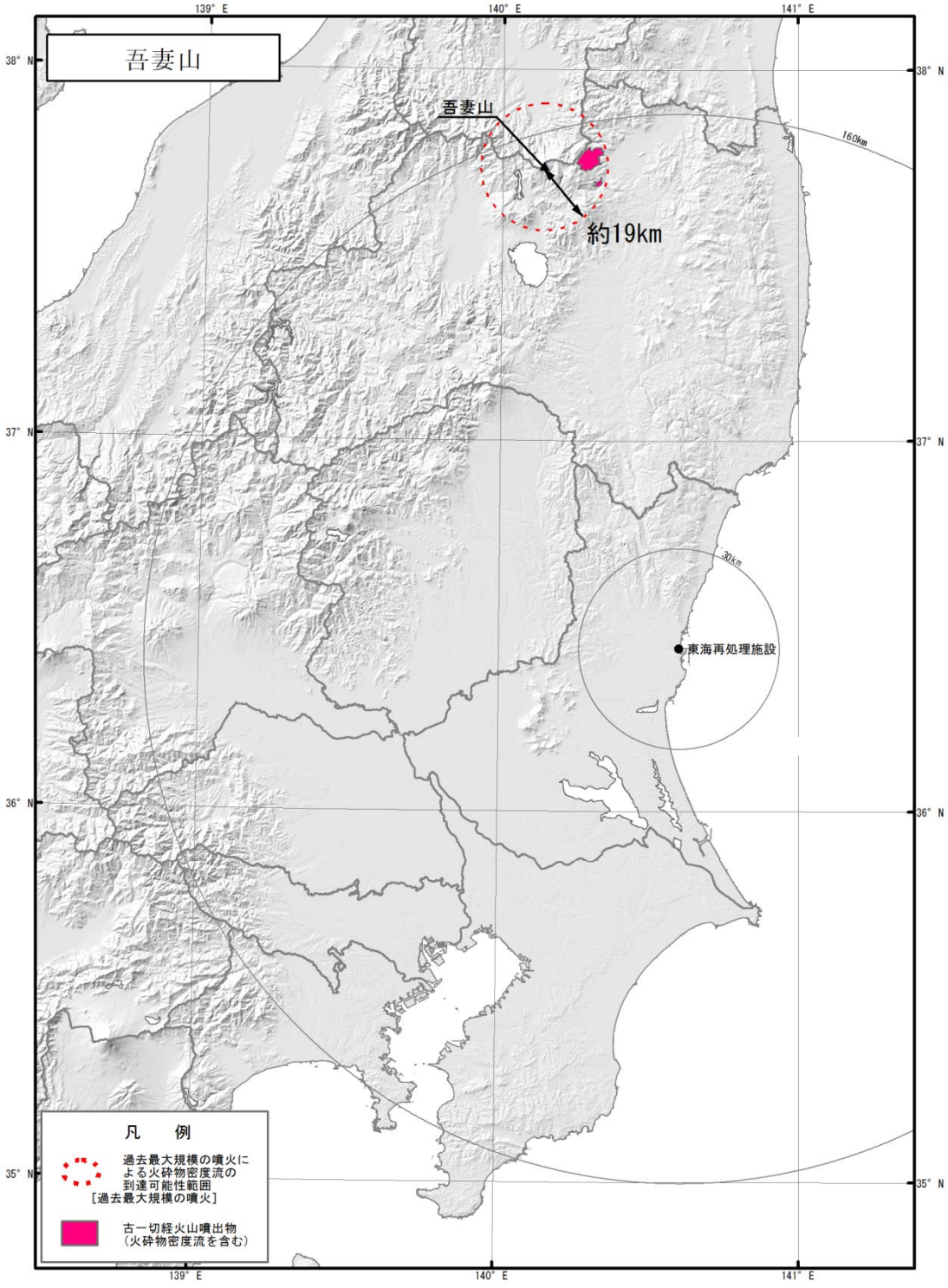
山元（2003）[59]，山元・長谷部（2014）[103] に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（8/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（沼沢）



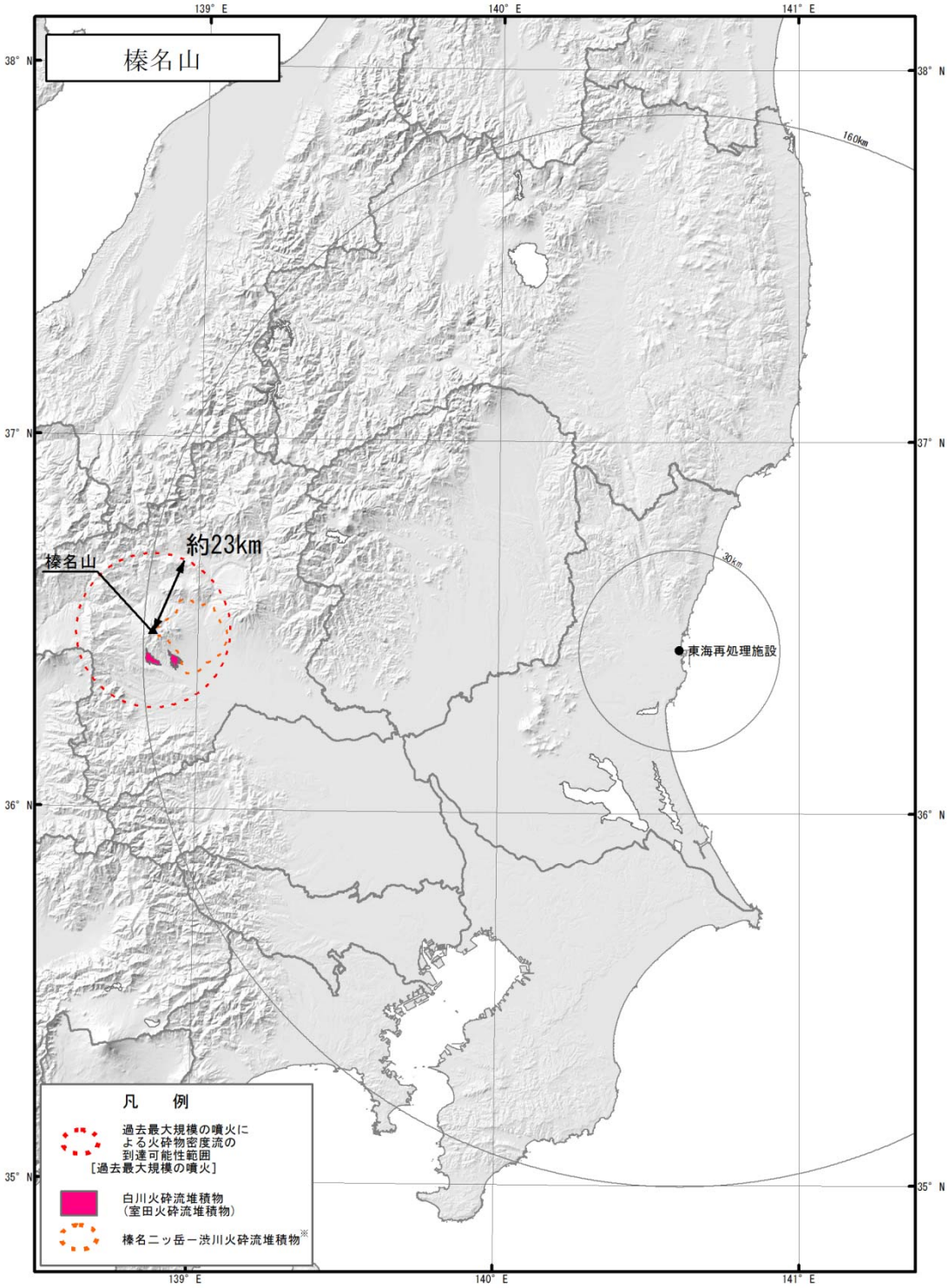
飯塚（1996）[69]に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（9/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（子持山）



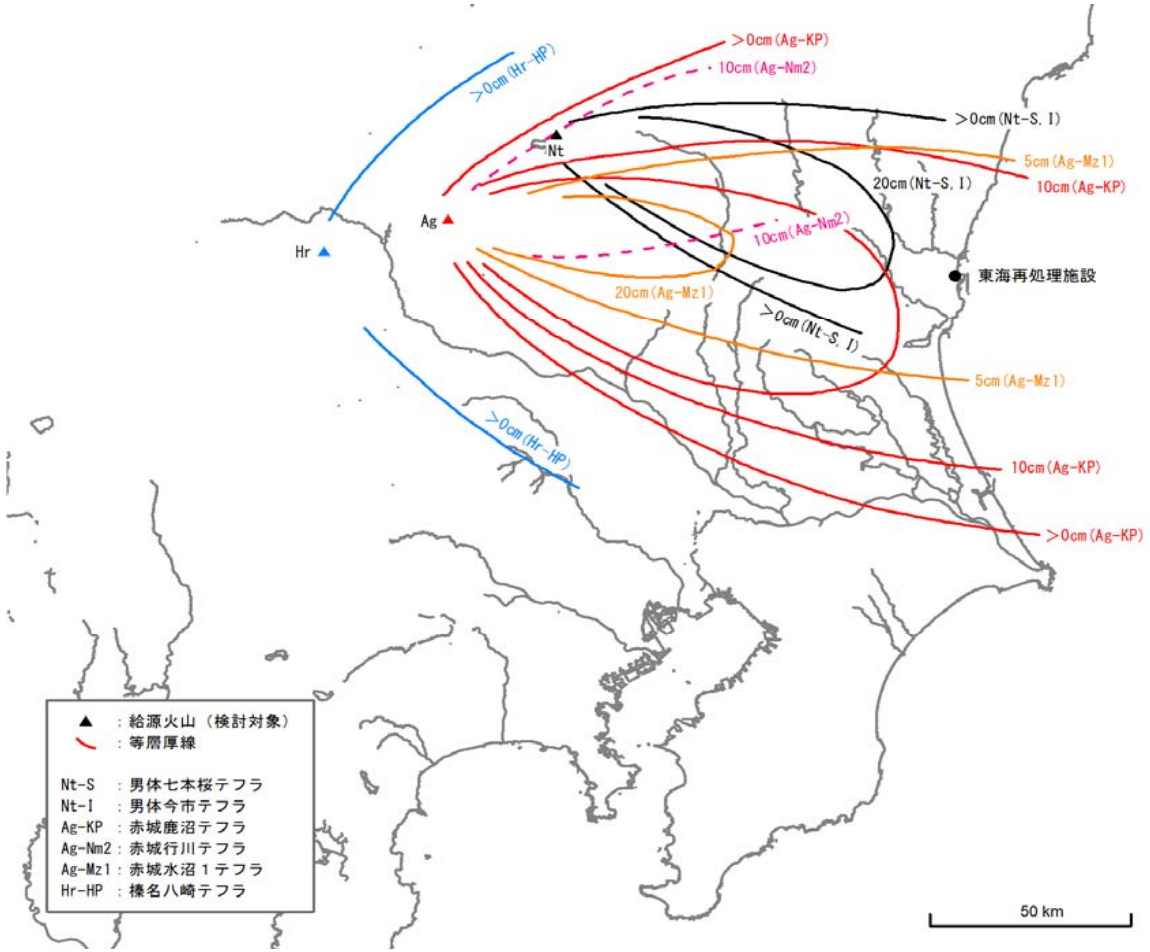
長谷川他（2011）[54] に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.4-2（10/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（吾妻山）



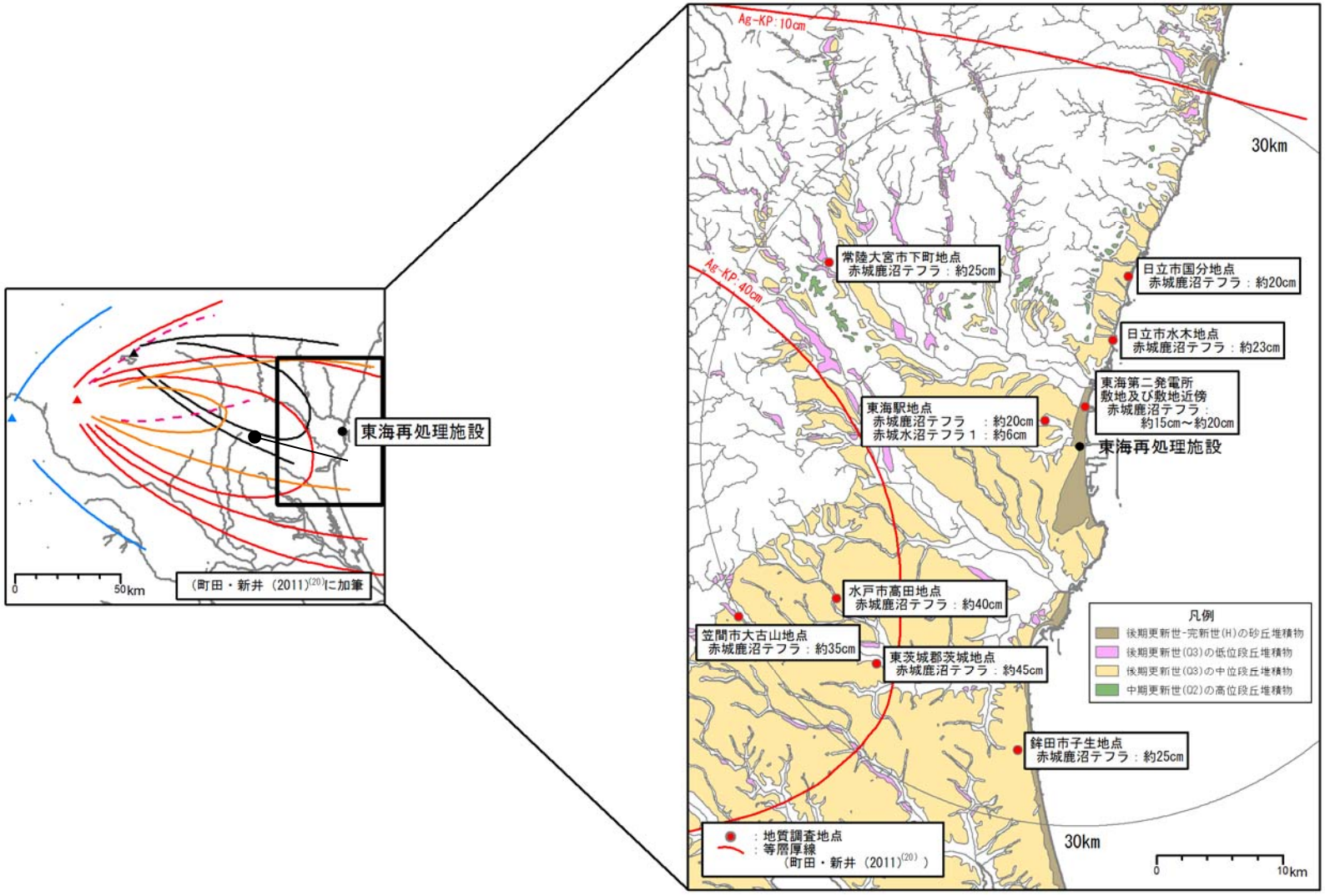
大森編（1986）(38)，早田（1989）(104) に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）
※榛名二ツ岳－渋川火砕流堆積物（火砕サージを含む）は過去最大規模の噴火ではないが到達距離としては最大であるため併記

図 1.4-2（11/11）　　火砕物密度流の到達可能性範囲（榛名山）



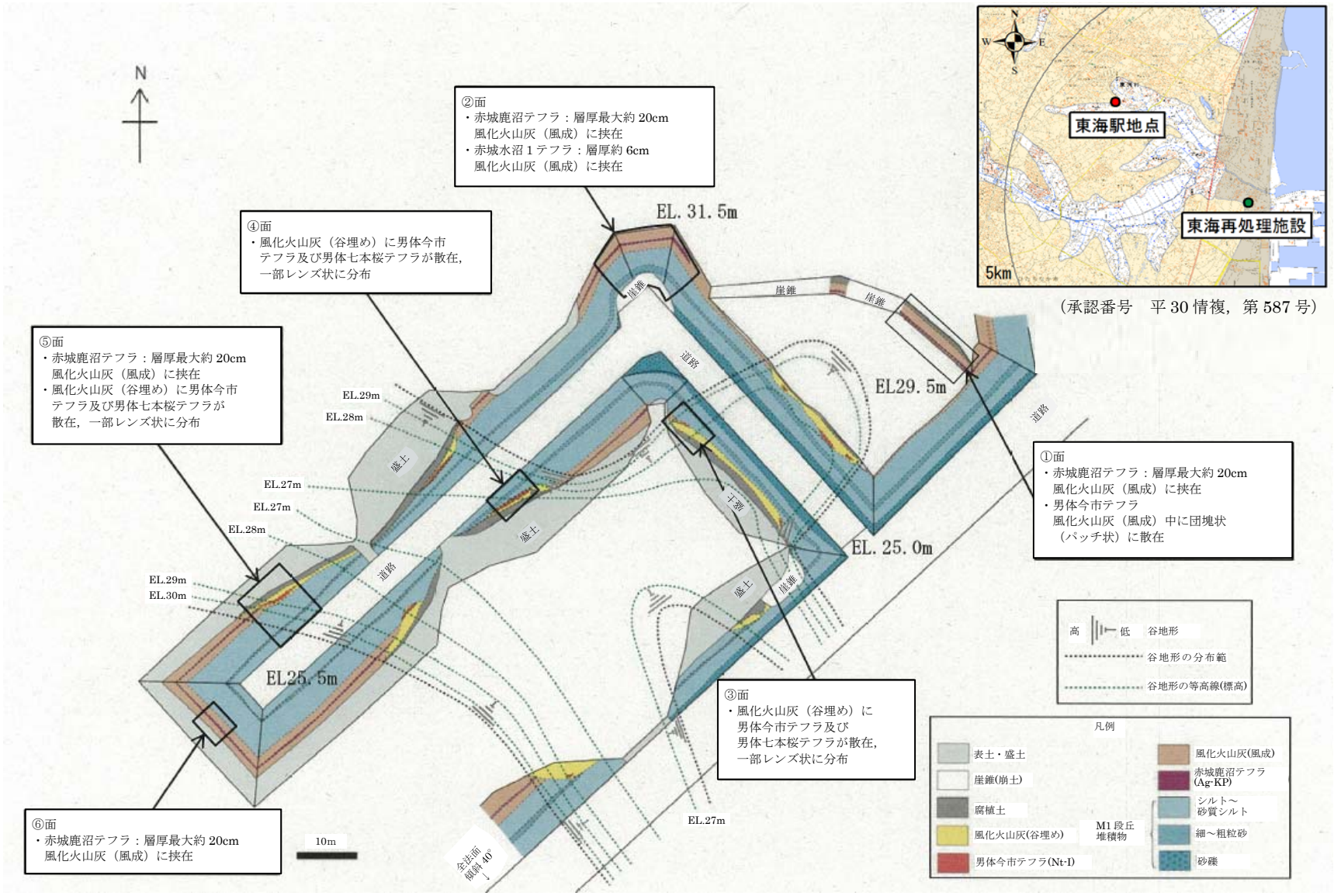
町田・新井（2011）[20]に基づき作成　　（承認番号　平 30 情使，第 653 号）

図 1.5－1　敷地周辺の主な降下火砕物の分布



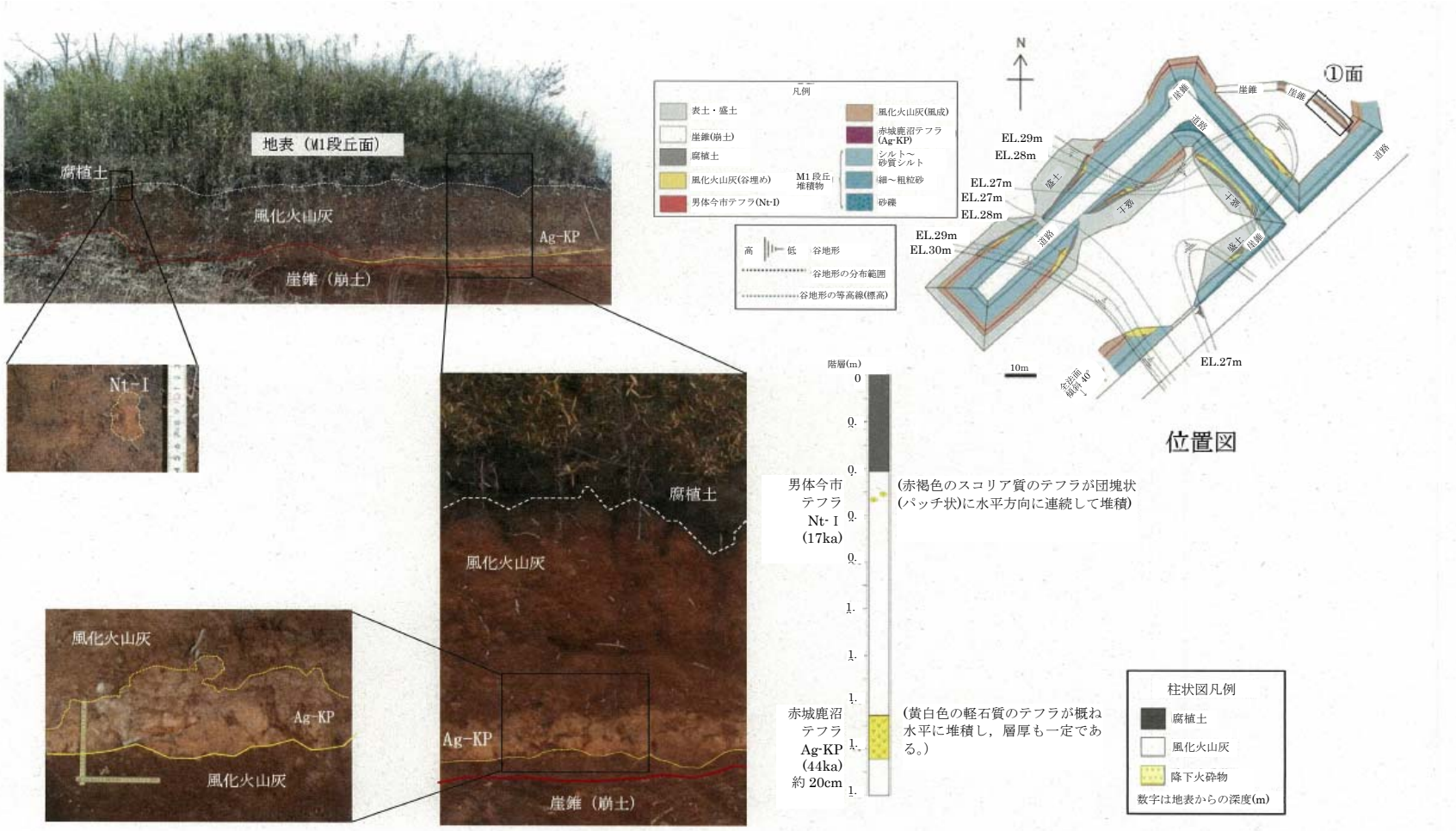
JAPC(2017)[105]より引用・加筆
（承認番号　平30情使，第653号）

図 1.5－2　　敷地及び敷地周辺で確認された赤城鹿沼テフラの層厚



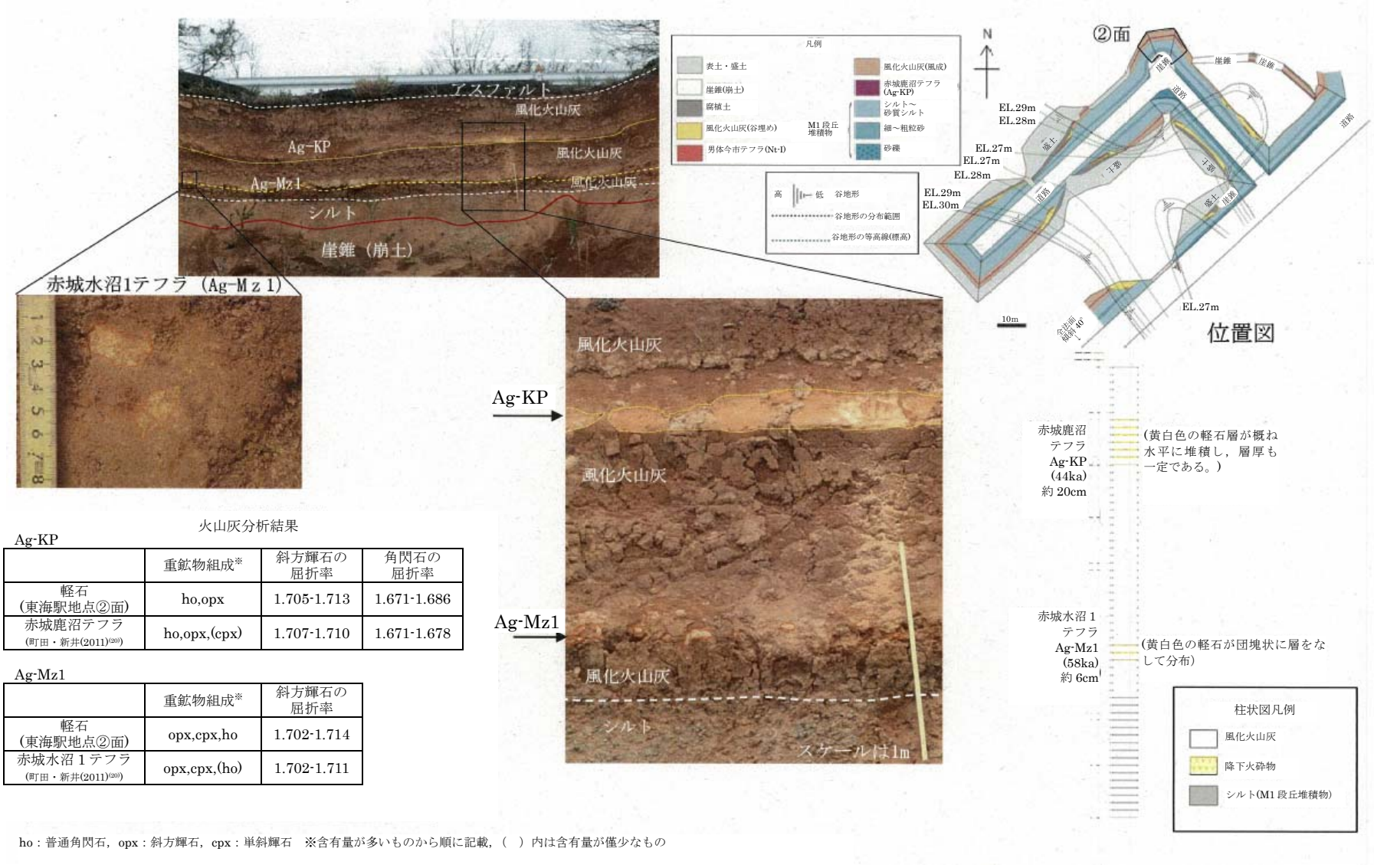
JAPC(2017)[105]より引用・加筆

図 1.5－3（1/7）　敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状（東海駅地点）



JAPC(2017)[105]より引用

図 1.5－3（2/7）　敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状（東海駅地点①面）



火山灰分析結果

Ag-KP

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石（東海駅地点②面）	ho,opx	1.705-1.713	1.671-1.686
赤城鹿沼テフラ（町田・新井(2011)[200]）	ho,opx,(cpx)	1.707-1.710	1.671-1.678

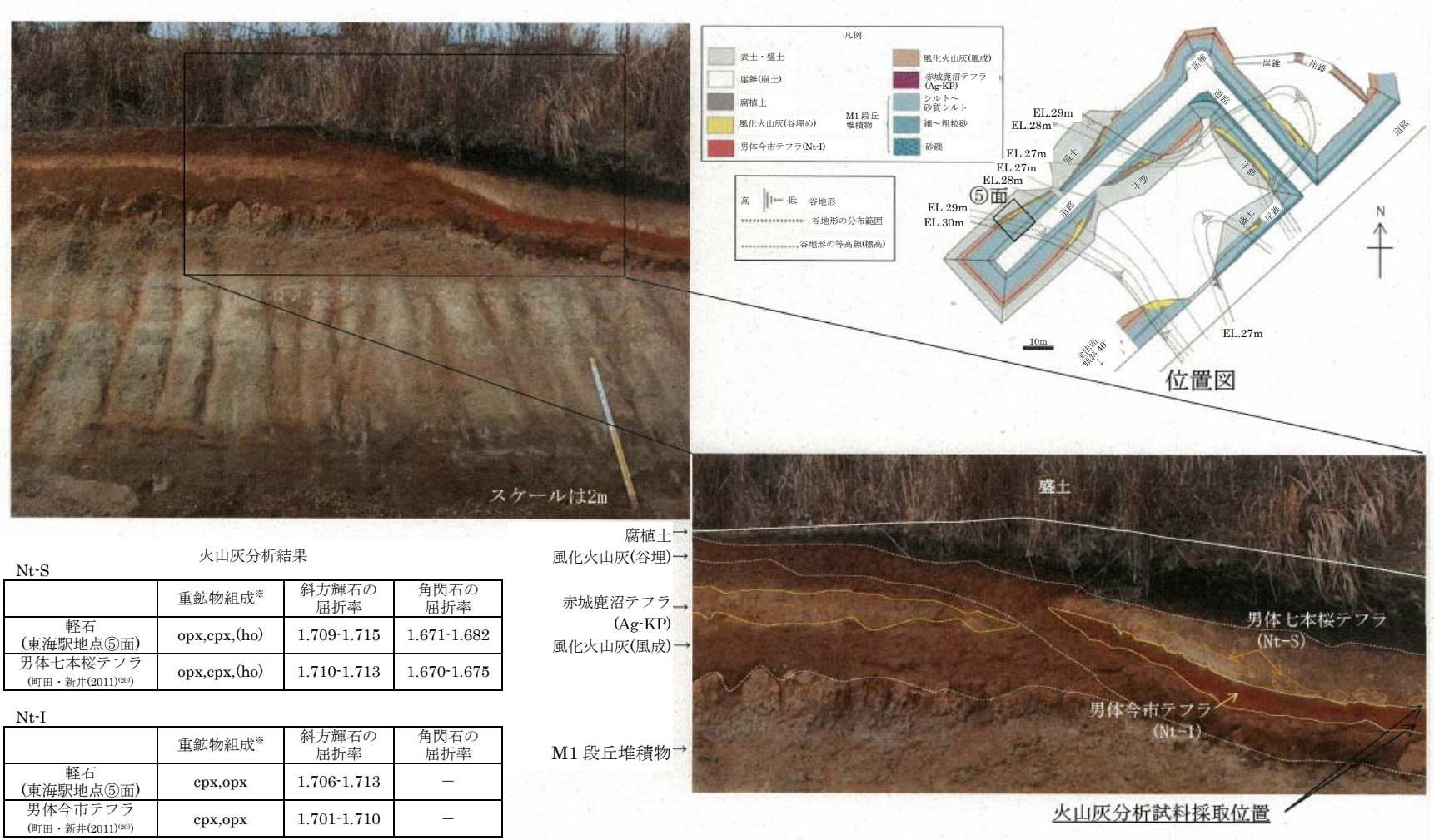
Ag-Mz1

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率
軽石（東海駅地点②面）	opx,cpx,ho	1.702-1.714
赤城水沼１テフラ（町田・新井(2011)[200]）	opx,cpx,(ho)	1.702-1.711

ho：普通角閃石，opx：斜方輝石，cpx：単斜輝石　※含有量が多いものから順に記載，（ ）内は含有量が僅少なもの

JAPC(2017)[105]より引用

図 1.5－3（3/7）　敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状（東海駅地点②面）



火山灰分析結果

Nt-S

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石 (東海駅地点⑤面)	opx,cpx,(ho)	1.709-1.715	1.671-1.682
男体七本桜テフラ (町田・新井(2011)[200])	opx,cpx,(ho)	1.710-1.713	1.670-1.675

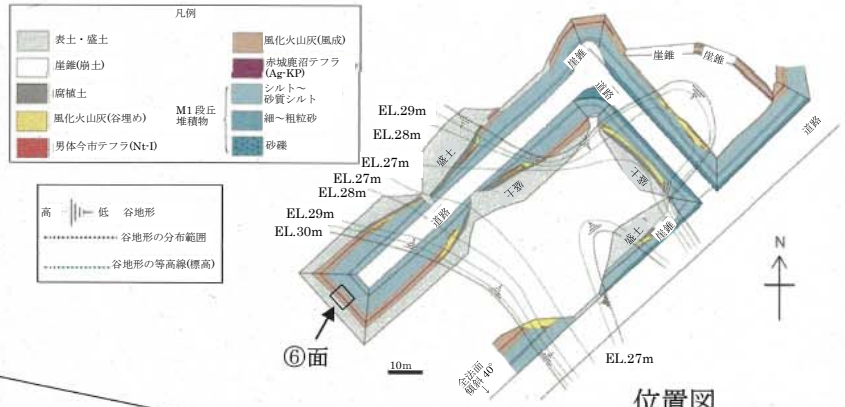
Nt-I

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石 (東海駅地点⑤面)	cpx,opx	1.706-1.713	－
男体今市テフラ (町田・新井(2011)[200])	cpx,opx	1.701-1.710	－

ho：普通角閃石，opx：斜方輝石，cpx：単斜輝石　※含有量が多いものから順に記載，（ ）内は含有量が僅少なもの

JAPC(2017)[105]より引用

図 1.5－3（4/7）　敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状（東海駅地点⑤面）



火山灰分析結果

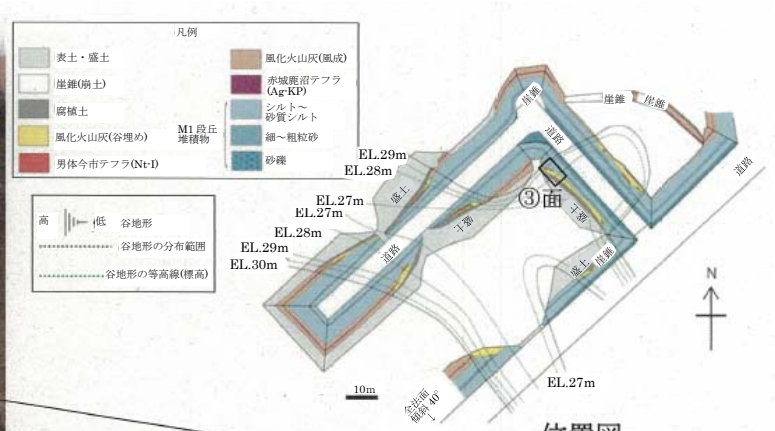
Ag-KP

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石 (東海駅地点⑥面)	ho,opx,(cpx)	1.703-1.715	1.670-1.685
赤城鹿沼テフラ (町田・新井(2011)[20])	ho,opx,(cpx)	1.707-1.710	1.671-1.678

ho：普通角閃石，opx：斜方輝石，cpx：単斜輝石　※含有量が多いものから順に記載，（ ）内は含有量が僅少なもの

JAPC(2017)[105]より引用

図 1.5－3（5/7）　敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状（東海駅地点⑥面）



火山灰分析試料採取位置

火山灰分析結果

Nt-S

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石(東海駅地点③面)	opx,cpx,(ho)	1.710-1.714	1.672-1.678
男体七本桜テフラ(町田・新井(2011)[200])	opx,cpx,(ho)	1.710-1.713	1.670-1.675

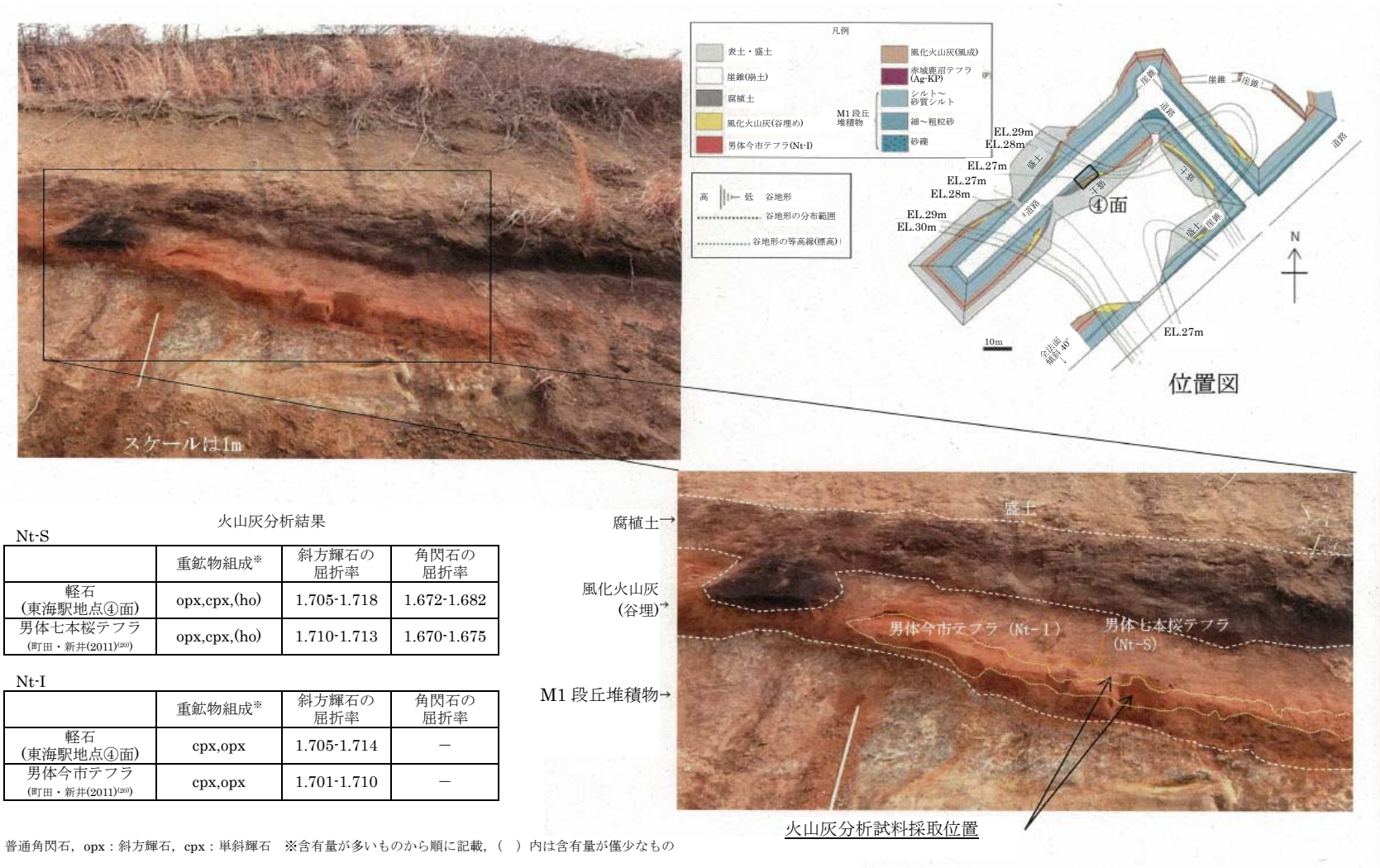
Nt-I

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石(東海駅地点③面)	cpx,opx	1.700-1.714	－
男体今市テフラ(町田・新井(2011)[200])	cpx,opx	1.701-1.710	－

ho：普通角閃石，opx：斜方輝石，cpx：単斜輝石　※含有量が多いものから順に記載，（ ）内は含有量が僅少なもの

JAPC(2017)[105]より引用

図 1.5－3（6/7）　敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状（東海駅地点③面）



火山灰分析結果

Nt-S

	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石 (東海駅地点④面)	opx,cpx,(ho)	1.705-1.718	1.672-1.682
男体七本桜テフラ (町田・新井(2011)[200])	opx,cpx,(ho)	1.710-1.713	1.670-1.675

Nt-I

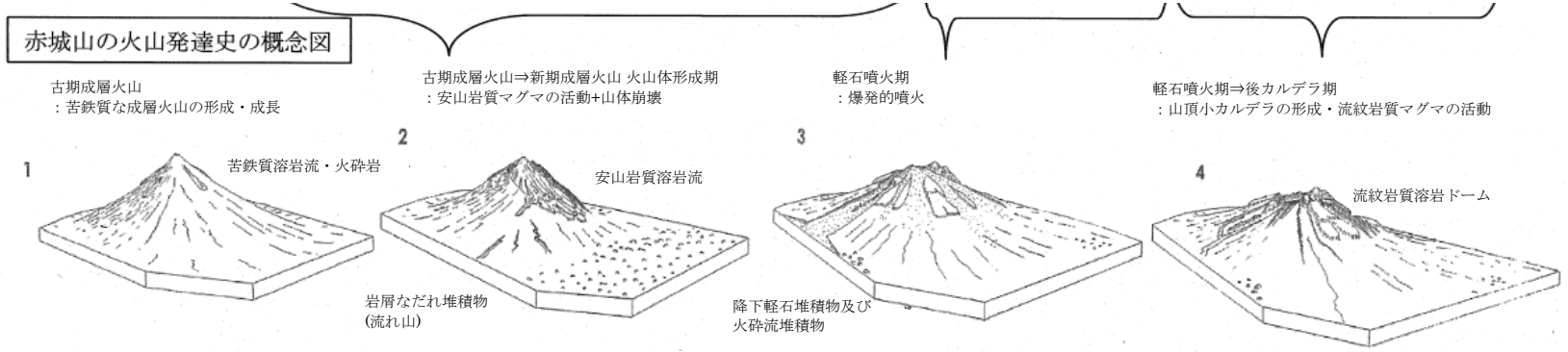
	重鉱物組成※	斜方輝石の屈折率	角閃石の屈折率
軽石 (東海駅地点④面)	cpx,opx	1.705-1.714	－
男体今市テフラ (町田・新井(2011)[200])	cpx,opx	1.701-1.710	－

ho：普通角閃石，opx：斜方輝石，cpx：単斜輝石　※含有量が多いものから順に記載，（ ）内は含有量が僅少なもの

JAPC(2017)[105]より引用

図 1.5－3（7/7）　敷地近傍の赤城鹿沼テフラの産状（東海駅地点④面）

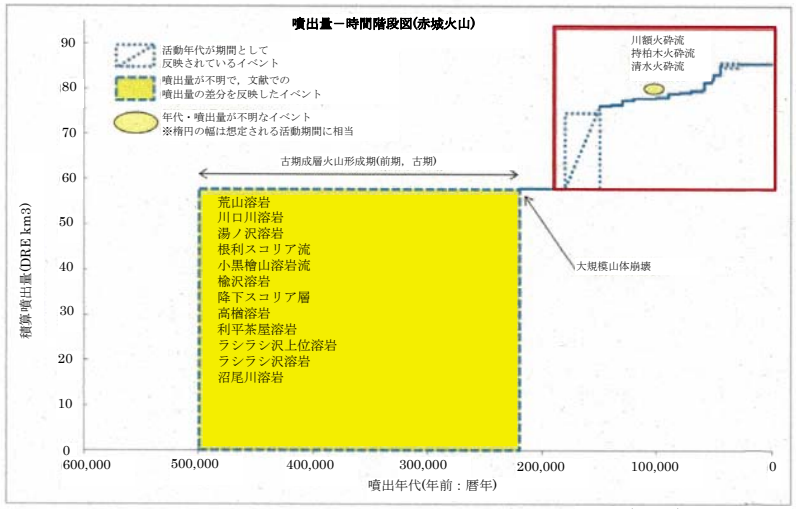
活動期	古期成層火山	－	新期成層火山		
			火山体形成期	軽石噴火期 (山頂カルデラの形成)	後カルデラ期 (中央火口丘形成期)
活動期間	50 万年前～22 万年前	22 万年前	22 万年前～15 万年前	15 万年前～4.4 万年前	4.4 万年前以降 (溶岩ドームは AT に覆われる)
マグマ噴出量	約 46 DRE km^3 (第四紀火山カタログ委員会編(1999)を引用し算出)	－	20 DRE km^3	約 8 DRE km^3 (カルデラ形成時期(約 6 万年前の大胡軽石流噴火)を挟んでマグマ噴出率が急増)	2.5 DRE km^3
山体形成様式	成層火山の形成・成長	山体崩壊	成層火山体の再生	火山麓扇状地の拡大, 山頂カルデラの形成	中央火口丘の形成
主な噴火様式	溶岩・火砕岩の流出	(水蒸気噴火に起因)	溶岩・火砕岩の流出	プリニー式噴火 (降下軽石，火砕流)	溶岩・火砕岩の流出
主な噴出物	荒山溶岩, 利平茶屋溶岩, 沼尾川溶岩　等	梨木岩屑なだれ	下田沢泥流, 花見ヶ原下火砕流, 桝形山溶岩　等	大胡軽石流・赤城水沼 1 降下軽石, 棚下軽石流・赤城水沼 8 降下軽石 等	赤城鹿沼テフラ 1251 年噴火噴出物(？), 小沼溶岩, 小沼(降下)火山礫　等
マグマ組成	玄武岩～デイサイト	－	安山岩, 一部デイサイト	安山岩～デイサイト	デイサイト～流紋岩



活動期整理表は山元（2016）[47]，高橋他（2012）[43]，発達モデル図は守屋（1979）[85] に基づき作成

JAPC(2017)[105]より引用

図 1.5－4（1/2）　赤城山の火山発達史の整理



山元(2014b)[46]に加筆

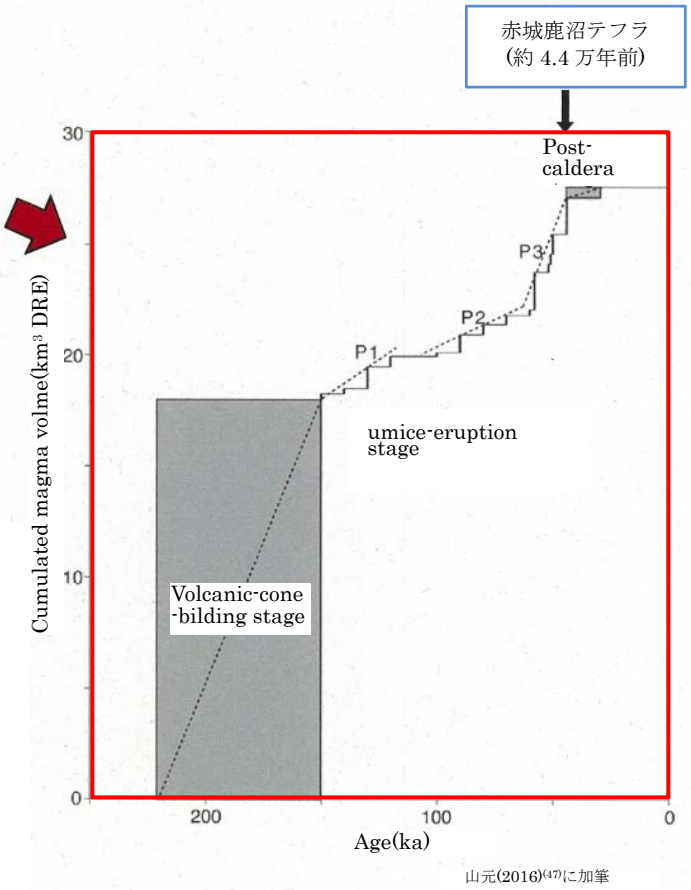
赤城鹿沼テフラ

Dense-rock equivalent volume in km³(2300kg/m³)

Unit	Lava& pyroclastics	Pumice flow	Pumice fall	Total
Post-caldera lavas	5.E-01			5.E-01
Ag-KP			2.E+00	2.E+00
Garan Pyroclastics	6.E-01			6.E-01
Ag-UP			2.E-01	2.E-01
Ag-NM1+Nagumo PFD		7.E-03	4.E-01	4.E-01
Ag-NM2+Toshimaru PFD		1.E-01	3.E-01	4.E-01
Ag-MzP1+Ogo PFD		2.E+00	1.E-01	2.E+00
Ag-MzP2			3.E-01	3.E-01
Ag-MzP3			4.E-01	4.E-01
Ag-MzP4+Wakubara PFD		4.E-01	5.E-02	5.E-01
Ag-MzP5			8.E-01	8.E-01
Ag-MzP6			2.E-01	2.E-01
Ag-MzP7+Fujiki PFD		6.E-02	4.E-01	5.E-01
Ag-MzP8+Tanashita PFD		8.E-01	2.E-01	1.E+00
Ag-MzP9-10+Fudo PFD		1.E-02	2.E-01	2.E-01
Ag-Orp+Itoi PFD		1.E-01	1.E-01	2.E-01
Lava&pyroclastics of younger stratovolcano	2.E+01			2.E+01

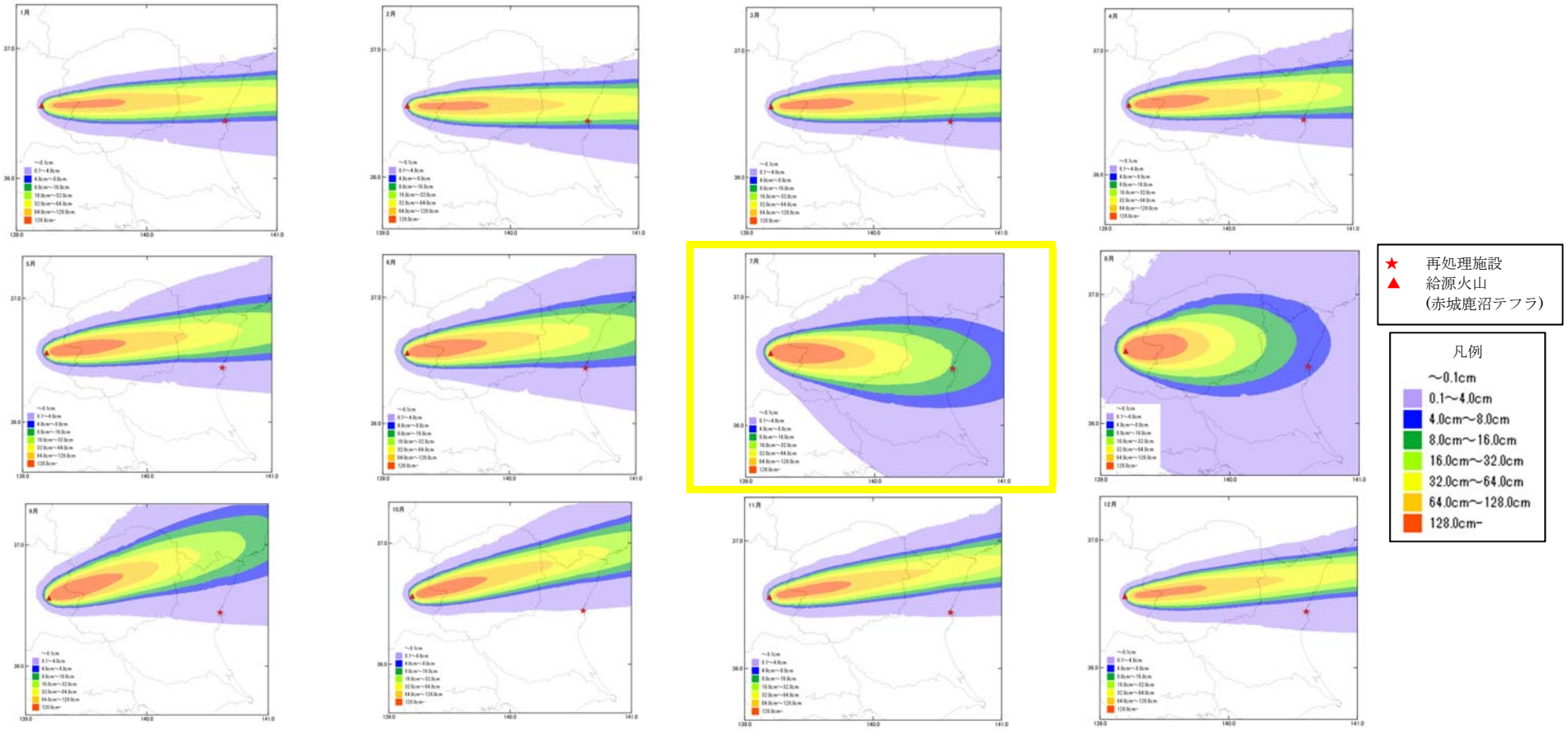
Table2.Dense-rock equivalent volumes of the eruption units from younger Akagi Volcano.Data for the pumice falls are taken from Yamamoto(2012,2013a).

山元(2016)[47]に加筆



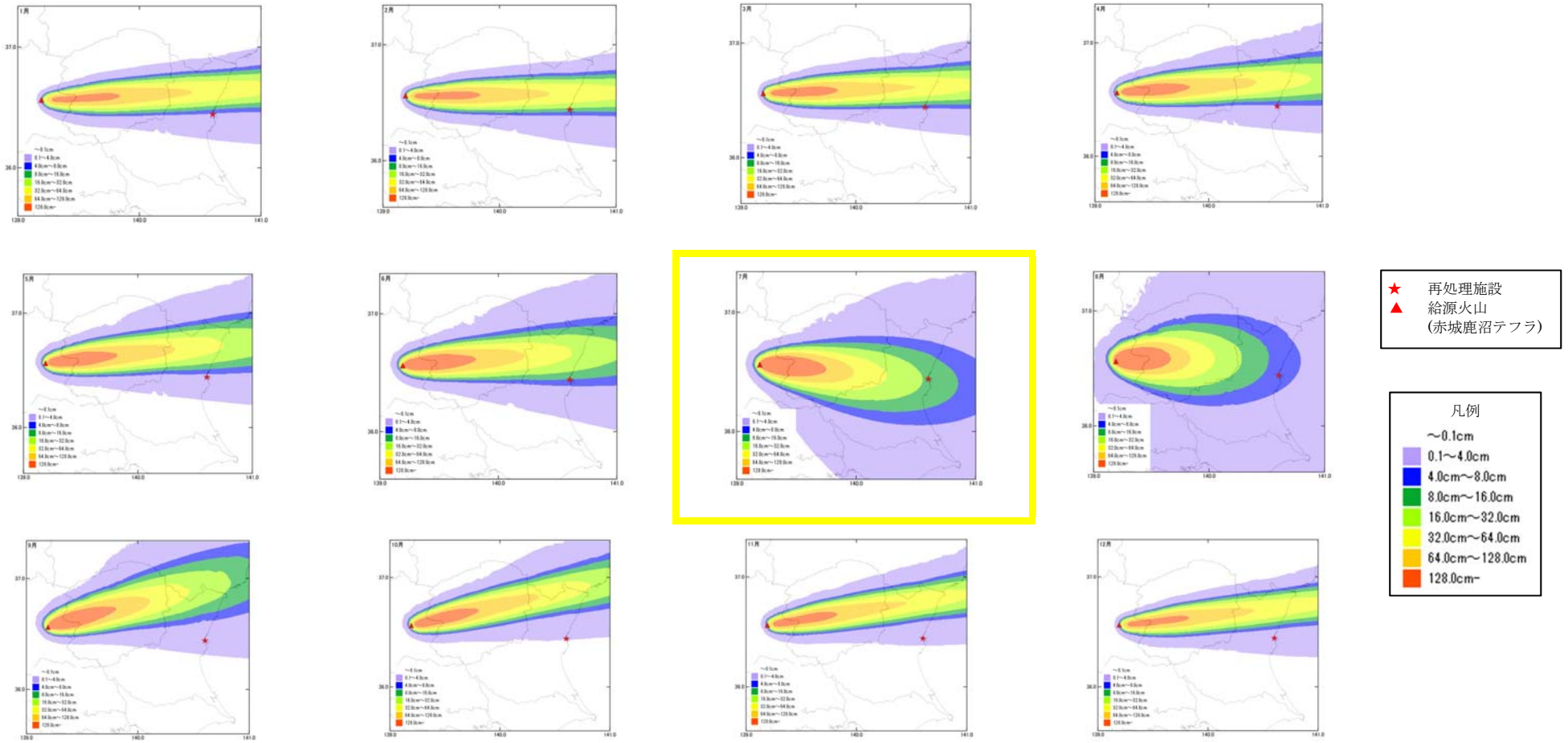
山元(2016)[47]に加筆

図 1.5－4（2/2）　赤城山の活動履歴



JAEA東海(単位：cm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北	4.88	13.80	4.00	3.25	1.75	4.00	15.00	5.00	0.30	0.09	0.18	0.91
南	4.50	12.50	3.63	2.88	1.63	3.75	15.00	5.00	0.28	0.09	0.16	0.85
平均	4.7	13.2	3.8	3.1	1.7	3.9	15.0	5.0	0.3	0.1	0.2	0.9

図 1.5-5（1/2）　月別平年解析結果（9 時）

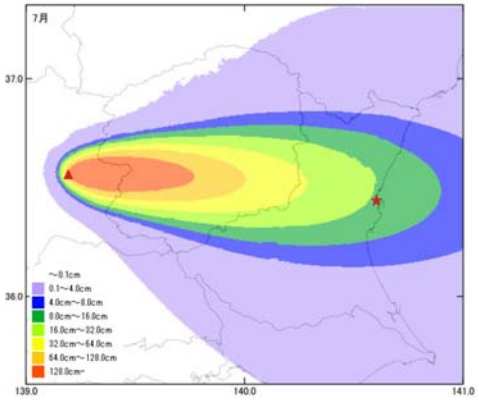


JAEA東海(単位:cm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北	3.50	12.00	5.00	3.50	2.63	7.75	13.75	5.75	0.51	0.11	0.24	0.91
南	3.25	11.00	4.50	3.13	2.38	7.38	13.75	5.63	0.48	0.11	0.23	0.85
平均	3.4	11.5	4.8	3.3	2.5	7.6	13.8	5.7	0.5	0.1	0.2	0.9

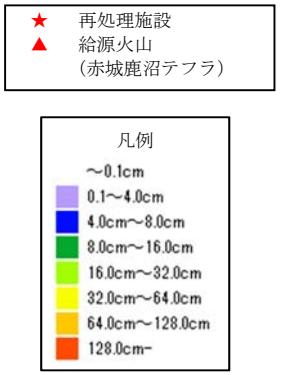
図 1.5-5 (2/2)　月別平年解析結果 (21 時)

【基本ケース】

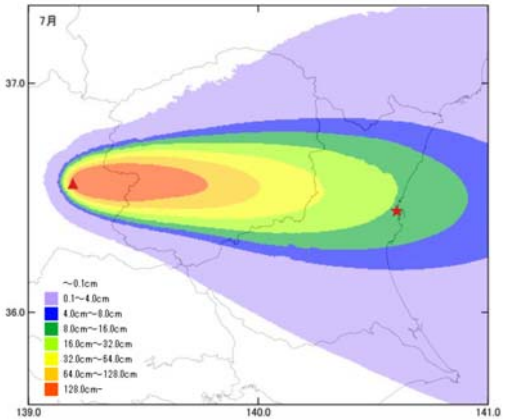
■噴煙柱高度：25 km



堆積厚さ：15.0 cm



◇噴煙柱高度：20 km



堆積厚さ：13.8 cm

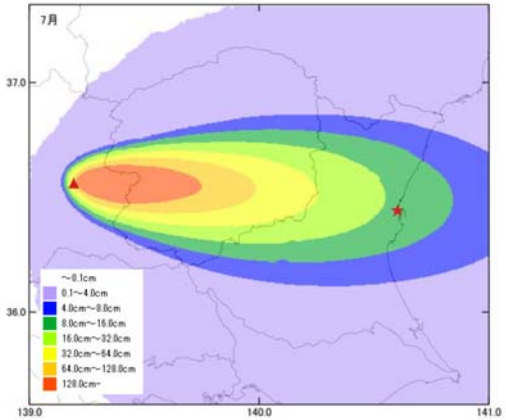
←

－5 km

→

＋5 km

◇噴煙柱高度：30 km



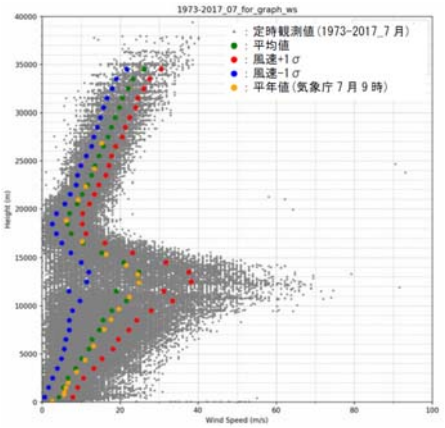
堆積厚さ：13.8 cm

7 月（9 時）の平年値の風（1981 年～2010 年）

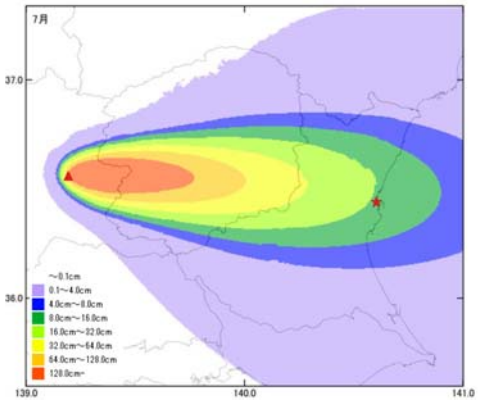
図 1.5-6（1/3） 不確かさ検討結果（噴煙柱高度）

【基本ケース】

■7 月（9 時）の平年値の風



風速±1σの風速データ

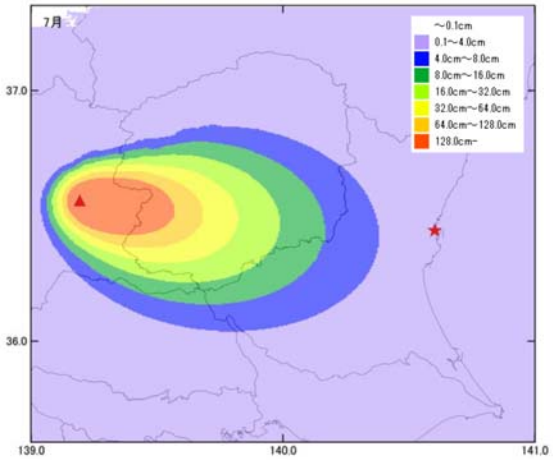


堆積厚さ：15.0 ㎝

★ 再処理施設
▲ 給源火山
（赤城鹿沼テフラ）

凡例
~0.1cm
0.1~4.0cm
4.0cm~8.0cm
8.0cm~16.0cm
16.0cm~32.0cm
32.0cm~64.0cm
64.0cm~128.0cm
128.0cm~

◇風速-1σの堆積分布



堆積厚さ：2.3 ㎝

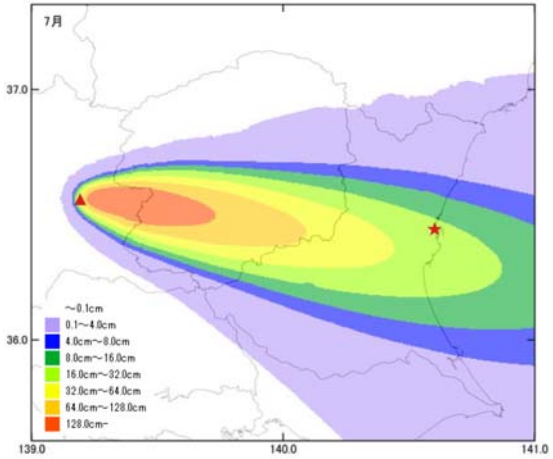
←

風速[小]

→

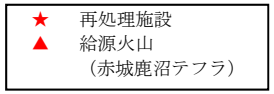
風速[大]

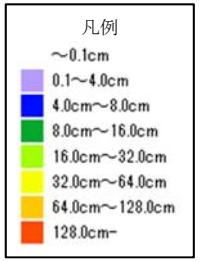
◇風速+1σの堆積分布

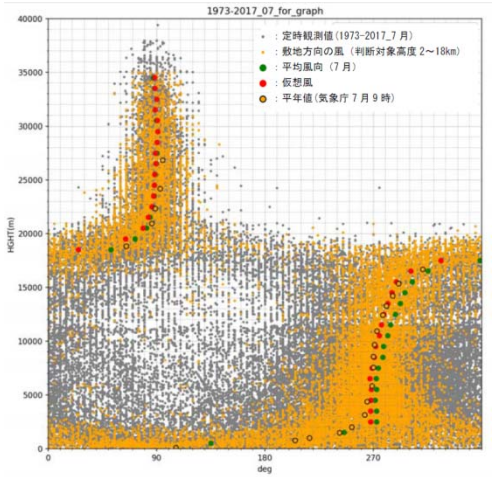


堆積厚さ：20.0 ㎝

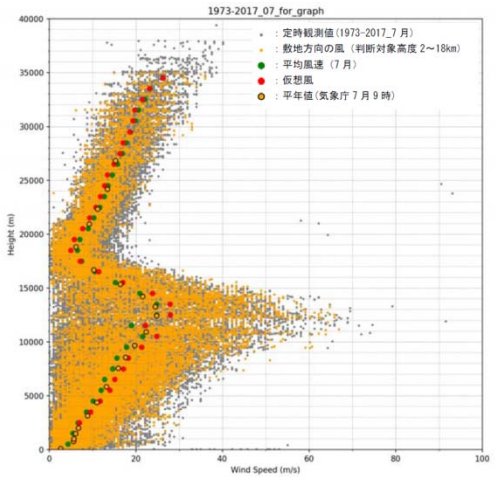
図 1.5-6（2/3）　不確かさ検討結果（風速）







敷地方向の風の風向データ

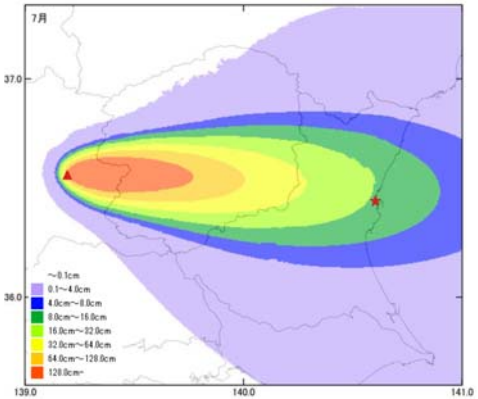


敷地方向の風の風速データ

【基本ケース】

◇敷地方向の風

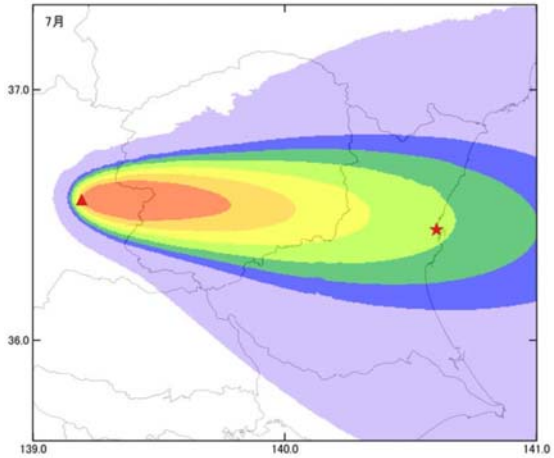
■7 月（9 時）の平年値の風



堆積厚さ：15.0 cm

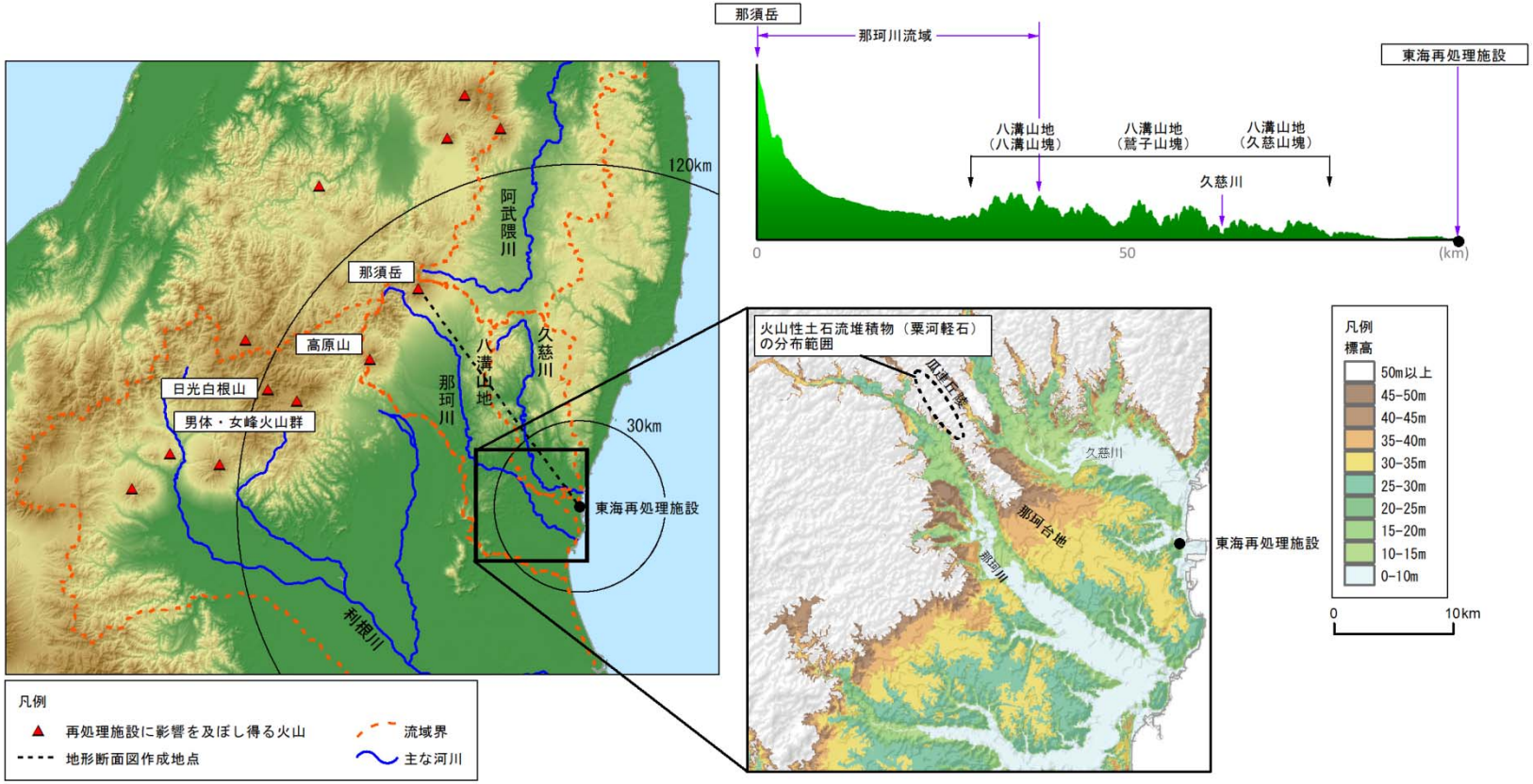
→

敷地方向の風



堆積厚さ：17.5 cm

図 1.5-6（3/3）　不確かさ検討結果（風向）



JAPC(2017)[105]より引用・加筆

（承認番号　平30情使，第653号）

図1.5-7 敷地周辺の地形及び火山性土石流堆積物の分布状況