

令和３年（行コ）第１３６号 東海第二原子力発電所運転差止等請求控訴事件

一審原告 大石 光伸 外

一審被告 日本原子力発電株式会社

控訴審準備書面（１８）

（地震観測記録の元データ（デジタルデータ）の開示・検証の重要性）

２０２５（令和７）年７月９日

東京高等裁判所

第２２民事部ハに係 御中

一審原告ら訴訟代理人

弁護士 河 合 弘 之

外

(本書面のサマリー)

1 本書面の目的 (第1の1、2)

本書面は、一審被告が、東海第2原発の敷地で観測収集した、後述する地震観測記録の元データ（デジタルデータ、以下「本件元データ」という。）に関し、以下の2点を求めるものである。

- ① 一審被告に対し、原子力規制委員会（以下「原規委」という。）の審査時に、本件元データを提出したか否かを釈明させること。
- ② 一審被告に対し、本件元データを、本件訴訟において開示させること。

2 求釈明の必要性 - 審査過程における「調査欠落」の解明 (第2の3)

まず、一審被告が原規委に本件元データを提出していないとすれば、それは本件の帰趨を左右する重要事実である。仮に、本件元データが原規委に提出されていないのであれば、それ自体が、原規委の判断過程に「看過し難い過誤・欠落」があったことを基礎づける決定的な事実となる。

なぜならば、一審被告の安全評価は本件元データに全面的に依拠しており、そのため、その提出がなければ、原規委は、

(a) 評価の土台となる「本件元データ」を一切見ず、

(b) データの「選び方」という評価の核心部分も全く検証しなかった、

ことになるからである。これは、審査の形式すら成り立っていない深刻な瑕疵（調査欠落）である。

よって、一審被告が上記釈明において提出の事実を具体的に明らかにできない場合、その時点で原規委の許認可は不合理であり、本件原発の稼働によって、一審原告らの生命・身体を侵害する具体的危険があることが事実上推認される。

3 開示請求の必要性 - 評価内容の「不合理」の解明 (第2の4、5)

仮に、貴裁判所が上記2の主張（調査欠落のみによる危険の推認）での判断に

躊躇されるのであれば、本件訴訟の場において、より具体的に評価内容の不合理性を明らかにする必要がある。そのために、一審被告による本件元データの開示が不可欠である。

本件は、情報を独占する一審被告に「事案解明義務」が課されるべき情報偏在型訴訟であり、専門家からの科学的疑義や一審被告に対する信頼の欠如に鑑み、一審被告の評価に対する客観的検証が不可欠な事案である。一審被告は、その根拠となる本件元データを開示する訴訟上の義務を負う。

もし一審被告が、この開示を合理的な理由なく拒絶し続けるならば、それは事案解明義務を果たしていないことにほかならない。その場合、伊方原発最高裁判決等を踏まえ、「一審被告の地震動評価等は、客観的な本件元データを適切に踏まえて導き出したといえない不合理なものである」との事実が認定されるべきである。

そして、一審被告の評価自体が不合理と認定される以上、それを鵜呑みにし、その評価が合理的だと判断した原規委の審査過程に「看過し難い過誤・欠落」があったことは明白であり、結論として、やはり本件原発の稼働によって、一審原告らの生命・身体を侵害する具体的危険の存在が推認される。

4 結論

よって、貴裁判所に対し、一審被告への求釈明及び開示命令という適切な訴訟指揮を強く求める。

(本書面の目次)

第 1	申立て	5
1	求釈明の申立て	5
2	本件原発敷地内における地震観測記録の開示請求	5
(1)	地下構造評価に用いられた地震観測記録	5
(2)	地震動評価に用いられた地震観測記録	6
(3)	その他	6
第 2	申立ての理由	6
1	これまでの経緯	6
2	一審被告による地震観測記録を用いた評価の実態	7
(1)	地下構造評価における利用	7
(2)	地震動評価における利用	9
(3)	小括	9
3	原規委による審査の致命的欠陥（判断過程の過誤・欠落）〔第 1 の 1〕 ..	10
(1)	原規委の審査書等に本件元データが参照された記載がみられないこと ..	10
(2)	本件元データが原規委に提出されていないことが推認されること	10
(3)	原規委の判断の不合理性	10
4	本件訴訟におけるデータ開示の必要性〔第 1 の 2〕	12
(1)	原規委の審査における過誤・欠落の効果	12
(2)	データ開示の必要性を基礎づける本件訴訟の構造的特質	12
5	開示を命じるべき法的根拠（事案解明義務）〔第 1 の 2〕	15
(1)	情報偏在型訴訟における事案解明義務の法理	15
(2)	本件における一審被告の事案解明義務違反	15
(3)	義務違反の効果	16
(4)	結論	16

第 1 申立て

1 求釈明の申立て

一審原告らは、一審被告に対して、下記(1)(2)の事項を明らかにするよう求める。

- (1) 一審被告は、原規委に対して、下記 2 において一審原告らが特定する地震観測記録の本件元データ（デジタルデータ、ただし形式の如何を問わない）を提出したか。
- (2) 本件元データを原規委に提出している場合には、その提出日、提出先、提出形式（文書名、ファイル名）

2 本件原発敷地内における地震観測記録の開示請求

一審原告らは、一審被告に対し、下記(1)から(3)の地震観測記録の本件元データ（テキストファイル（ASCII フォーマット）で開ける形式のデジタルデータ）の提出を求める。

なお、本件元データの提出にあたっては、ファイルフォーマット（サンプリング周波数、データの単位、データ開始の時刻、成分名など）についての説明を付すよう求める。一例として、防災科学研究所のものを、本書面末尾に別紙 1 として添付する。

(1) 地下構造評価に用いられた地震観測記録

ア 本件原発の解放基盤表面（E.L.-370m）に相当する深さで得られた 2004 年 3 月から 2013 年 9 月までの地震観測記録のうち、KiK-net ひたちなか（IBRH18）観測点で同時に観測された、マグニチュード 4.0 以上、震源距離 200km 以内の 191 地震の観測記録（甲 D53「東海第二発電所 基準地震動の策定について」4-30 頁～4-34 頁参照）。

イ 本件原発の解放基盤表面以浅で得られた 1996 年 8 月から 2013 年 9 月までの地震観測記録のうち、マグニチュード 5.0 以上、震源距離 200km 以内の 305 地

震の観測記録（甲 D53、4-44 頁～4-48 頁参照）。

(2) 地震動評価に用いられた地震観測記録

ア 「応答スペクトル手法による評価」において、補正係数の算出や解放基盤波の採用に用いられた、敷地での観測記録が存在する全ての地震の観測記録（甲 D53、4-120 頁、4-142 頁参照）。

イ 「断層モデルを用いた手法による地震動評価」（経験的グリーン関数法）において、要素地震として用いられた以下の地震の観測記録。

(7) 海洋プレート間地震の要素地震

- ・ 2011 年 3 月 10 日 地震（M6.8、深さ 9.3km、地震モーメント $5.51\text{E}+18 \text{ N} \cdot \text{m}$ ）（甲 D53、4-137 頁）
- ・ 2009 年 2 月 1 日 地震（M5.8、深さ 47.0km、地震モーメント $4.65\text{E}+17 \text{ N} \cdot \text{m}$ ）（甲 D53、4-137 頁）

(4) 海洋プレート内地震の要素地震

- ・ 2014 年 11 月 12 日 地震（M4.8、深さ 65.8km、地震モーメント $2.59\text{E}+16 \text{ N} \cdot \text{m}$ ）（甲 D53、4-171 頁）

(5) 内陸地殻内地震の要素地震

- ・ 2011 年 4 月 14 日 地震（M5.1、深さ 8.8km、地震モーメント $2.41\text{E}+16 \text{ N} \cdot \text{m}$ ）（甲 D53、4-194 頁）

(3) その他

上記(1)及び(2)に含まれない、本件原発敷地内で得られたマグニチュード 4.0 以上、震源距離 200km 以内の全ての地震観測記録。

第 2 申立ての理由

1 これまでの経緯

- (1) 一審原告らは、原審段階から一貫して、一審被告の主張する安全評価の合理性を検証するため、敷地内で収集した地震観測記録の本件元データの開示を求めてきた（２０１９年１０月７日付当事者照会）。
- (2) しかし、一審被告は「提出の必要性が無い」との一点張りでこれを拒否し続けたため（令和２年２月２１日付準備書面(16)）、一審原告らは、審理スケジュールの都合から、文書提出命令等の司法的判断を経ることなく結審することに同意した。
- (3) 控訴審においても、一審原告らは改めて開示を求めたが（令和３年８月３１日付控訴理由書(2)５８頁～６５頁等）、一審被告は「一審原告らの模索的な求めに応ずる考えにない」などと述べ、依然として開示を拒絶している（令和３年１２月２１日付控訴答弁書７頁）。
- (4) 一審被告のこのような開示拒絶の姿勢は、本件の中核的争点である基準地震動評価の妥当性について、原告らによる実質的な検証を不可能にさせ、公正な訴訟進行の観点から到底許容されるものではない。

２ 一審被告による地震観測記録を用いた評価の実態

一審被告は、本件原発に係る基準地震動を策定するにあたり、その根幹部分である「地下構造評価」と「地震動評価」において、第１で掲げた本件元データを広範に用いている。これは、一審被告自身が提出した書証（甲 D53）からも明らかである。甲 D53 号証は大部であるので、必要となる部分は、本書面の末尾に別紙２として添付する。

(1) 地下構造評価における利用

- ア 一審被告は、「東海第二発電所の地下構造が水平成層かつ均質であることを確認するため、地震観測記録と地球物理学的調査を組合せ、地震基盤の位置や形状、地震波速度構造等の調査・解析を実施した」と述べている（甲 D53、4-23 頁）。

イ 具体的には、以下の検討において、敷地内の地震観測記録を根拠として実際に用いている。

(7) 解放基盤表面における検討

「東海第二発電所の解放基盤表面（E.L.-370m）に相当する深さで観測した地震記録と敷地周辺で観測した地震記録を…比較することにより、両観測点周辺の地下構造が地震動に及ぼす影響について確認する」とし、第 1 の 1 (1) で掲げた 191 地震のデータを用いて加速度応答スペクトル比を算定し、「震源特性及び伝播経路特性による影響を除去することが可能であり、応答スペクトル比は、東海第二発電所敷地周辺の地下構造による影響を表すことができる」と結論付けている（甲 D53、4-30 頁）。

(イ) 浅部地下構造の検討

「解放基盤表面より浅部の地盤が水平成層構造であることを地震観測記録を用いて検討するため、東海第二発電所敷地内の鉛直アレイ地震計で得られた地震観測記録を…比較検討した」とし、第 1 の 1 (2) で掲げた 305 地震のデータを用いて、深度の異なる観測記録の応答スペクトル比を算定している（甲 D53、4-44 頁）。

(ウ) 地盤モデルの同定

さらに、「地震観測記録から求めた伝達関数に、一次元波動論に基づく理論伝達特性を当てはめる逆解析により、地盤モデルを同定した」と述べ（甲 D53、4-116 頁、117 頁）、観測記録そのものが地盤モデルを決定づける重要な要素となっていることを自認している。

ウ このように、地下構造が「水平成層かつ均質」であるという、後続の全ての評価の前提となる重大な結論が、まさしく敷地内で観測された本件元データに依拠して導かれているのである。

(2) 地震動評価における利用

地下構造評価に留まらず、具体的な地震動の強さを評価する過程においても、地震観測記録は不可欠な要素として用いられている。

ア 応答スペクトル手法

海洋プレート間地震及び海洋プレート内地震の評価において、「評価にあたり、地震観測記録から算出した補正係数を考慮する。なお、敷地での観測記録が存在する地震については、その解放基盤波を採用する」と明記されている（甲 D53、4-120 頁、4-142 頁）。観測記録の有無やその内容が、評価結果を直接左右する構造となっている。

イ 断層モデルを用いた手法（経験的グリーン関数法）

さらに、震源近傍で発生する地震の評価においては、「震源近傍で発生した適切な要素地震の観測記録が敷地で得られているため、経験的グリーン関数法により評価する」と述べ（甲 D53、4-135 頁、4-169 頁、4-192 頁）、第 1 の 2 (2) で掲げた複数の地震の観測記録を「要素地震」として波形合成を行っている。

この手法は、実際に観測された中小地震の波形（要素地震）を重ね合わせることで大地震の波形をシミュレートするものであり、どの「要素地震」の観測記録を選択するかによって、評価結果は全く異なるものとなる。まさに、本件元データそのものが、評価結果を構成する部品となっているのである。

(3) 小括

以上のとおり、一審被告が主張する本件原発の安全評価は、その根幹部分において、本件元データに全面的に依拠している。それは単なる参考資料ではなく、安全評価に係る判断過程そのものであり、評価の結果だけを見ても、判断過程が適切であるか否かを判断することはできない。

3 原規委による審査の致命的欠陥（判断過程の過誤・欠落）〔第1の1〕

(1) 原規委の審査書等に本件元データが参照された記載がみられないこと

これほどまでに重要な役割を果たす本件元データであるが、原規委の基準適合判断の過程が示されているはずの審査書を見ても、原規委が本件元データの提出を受けたとか、元データを踏まえて被告の評価の妥当性を検証したとかいった記載は見当たらない。

(2) 本件元データが原規委に提出されていないことが推認されること

むしろ、一審被告の主張を踏まえれば、以下のとおり、本件元データが一審被告から原規委に提出されておらず、したがって、原規委による検証が一切行われていないことが強く窺われる。

ア 一審被告は、自らの評価内容は「原子力規制委員会のホームページで公開されている審査資料においても明らかにされている」（令和3年12月21日付控訴答弁書7頁）と主張する。しかし、そこで公開されているのは、あくまでも甲D53に代表される「評価の結果」をまとめた報告書にすぎない。そこには、計算結果のグラフや採用された要素地震のリストが示されているだけであり、その計算の元となった波形データや、選択されなかった他の無数の観測記録のデータは一切含まれていない。

イ 仮に一審被告が本件元データを原規委に提出しているというのであれば、その提出日、提出先、提出形式（文書名、ファイル名）等を具体的に明らかにすべきである。それができないというのであれば、本件元データが提出されておらず、原規委による本件元データに基づく実質的検証が行われていないことの何よりの証左となる。

(3) 原規委の判断の不合理性

原規委による本件元データに基づく検証が一切行われていないとすれば、それ

は、伊方原発最高裁判決が指摘する「判断の過程に看過し難い過誤、欠落」が存在することにほかならず、一審被告の評価及び本件審査の信頼性を根底から覆すものというほかない。このことは、以下の二つの側面から明らかである。

ア 評価の土台となる「元のデータ」を見ない（形式的欠落）

科学的評価の正当性は、その土台となる「元のデータ」の信頼性なくしては成り立たない。一審被告の地震動評価という「結論」の妥当性を審査するには、その評価の元となった本件元データが不可欠である。それにもかかわらず、その元のデータが原規委に提出されておらず、検証されていないのであれば、評価内容の当否を論じる以前の、論証の形式すら成り立っていない重大な「調査欠落」にほかならない。

イ データの「選び方」という核心部分も検証しない（実質的欠落）

さらに問題は深刻である。地震の評価では、膨大なデータの中から、どのデータを分析に使うかという評価者の「選び方」こそが、結論を大きく左右する。もし、評価者に都合の良いデータだけを選ぶような恣意的な選択が行われれば、結論はいかようにも操作されうる。したがって、審査を行う原規委には、この「選び方」が恣意的でなく合理的であることを厳しくチェックする極めて重要な責務がある。

しかし、その検証に不可欠なはずの元のデータが提出すらされていないのであれば、原規委はこの最も重要な責務を完全に放棄したことになる。一審被告がなぜそのデータを選んだのか等、その判断過程は完全にブラックボックスのままであり、これは審査の核心部分が全く検証されていないことを意味する「実質的欠落」である。

ウ 小括

以上のとおり、原規委による本件元データに基づく検証が一切行われていないとすれば、原規委による本件原発に対する許認可は、①評価の土台となる「元のデータ」を見ない（形式的欠落）、②データの「選び方」という核心部分も検証

しない（実質的欠落）という、二重の致命的な欠陥を抱えている。したがって、そのような場合には、基準適合判断の看過し難い過誤・欠落が認定されるべきである。

4 本件訴訟におけるデータ開示の必要性〔第1の2〕

(1) 原規委の審査における過誤・欠落の効果

原規委による審査に上記3のような「看過し難い過誤・欠落」が存在する以上、その許認可は不合理であり、本件原発が原子炉等規制法の要求する安全水準に達していることについての担保はない。原判決が示した判断枠組みに照らせば、これだけでも、本件原発稼働行為による生命・身体侵害の具体的危険が事実上推認されるはずである。

したがって、貴裁判所がこの判断過程審査の原則論に則るのであれば、本件訴訟において改めて地震観測記録の検証を行うまでもなく、一審原告らの請求は認められるべきである。

(2) データ開示の必要性を基礎づける本件訴訟の構造的特質

他方で、仮に貴裁判所が、原規委の審査の欠陥（調査欠落）だけでは具体的危険を認定するのに不十分であると判断するのであれば、本件訴訟の場において、一審被告に本件元データを開示させ、一審原告らが専門家の助力を得て一審被告の判断過程の妥当性を検証する機会を与えるべきである。その必要性は、以下の本件訴訟の構造的特質によって基礎づけられる。

ア 著しい証拠の偏在

検証に不可欠な本件元データは、すべて一審被告が独占的に管理しており、一審原告らにはアクセスする手段がない。この情報の非対称性は、「**当事者対等の原則**」及び「**武器公平の原則**」を有名無実化するものである。情報を持つ一審被告に情報を開示させることは、この不公平な状況を是正するために不可欠で

ある。

イ 客観的検証の必要性

(7) 専門家による疑義の存在

一審被告の地下構造評価については、地震動評価の専門家である国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所の野津厚氏から、その手法と結論に対して具体的な疑問が呈されている。野津氏は、一審被告が「水平成層構造」の根拠とする KiK-net ひたちなか観測点とのスペクトル比の比較について、震源の深さや方位によるばらつきが大きく、一概に「水平成層」と結論づけることには無理があると指摘している。

このような専門家からの科学的・具体的な疑義が存在する以上、その評価の妥当性を判断するためには、誰もが同じ結論を再現できるか、すなわち、本件元データから一審被告の主張する評価結果が客観的に導き出せるかを検証することが不可欠である。

(イ) 一審被告の信頼性の欠如 - データ改竄・隠蔽の前科

さらに深刻なのは、一審被告に対する信頼性が根本的に欠如している点である。

記憶に新しいのは、敦賀原発 2 号機の新規制基準適合性審査において、原子炉建屋直下の断層の活動性を評価する上で決定的に重要な地質調査資料（ボーリング柱状図）の記述を、少なくとも十数カ所にわたって書き換えていたという、科学者倫理を根底から踏みにじるデータ改竄事件である。これは、自社に不都合なデータを隠蔽・改竄することに何のためらいも持たない、一審被告の企業体質を如実に示すものである。

また、本件原発においても、津波対策の要である防潮堤の基礎部分において、地盤改良工事の施工不良があったにもかかわらず、その事実を隠蔽していたことが発覚している。

自らにとって不都合なデータは改竄し、不都合な事実を隠蔽する。このような前科を持つ一審被告が提出する「評価結果」を、本件元データの裏付けなしに信

用することなど、到底できるはずがない。本件評価においても、自らの結論に都合の良い観測記録だけを選択し、不都合な記録を無視・隠蔽しているのではないかという疑義は、極めて真っ当で自然なものである。

(ウ) 原子力災害の甚大性・不可逆性

そして何よりも、本件訴訟が扱う対象は、原発の安全確保の有無である。原発は、後述する伊方原発最高裁判決でも言及されているように「安全性が確保されないときは、当該原子炉施設の従業員やその周辺住民等の生命、身体に重大な危害を及ぼし、周辺の環境を放射能によって汚染するなど、深刻な災害を引き起こすおそれがある」施設である。その被害は、他のいかなる公害・災害とも比較にならないほど甚大かつ不可逆的である。

このように極めて深刻なリスクを内包する施設については、まさに伊方原発最高裁判決が旧炉規法24条1項3号・4号の趣旨に関して「原子炉施設の安全性が確保されないときは、当該原子炉施設の従業員やその周辺住民等の生命、身体に重大な危害を及ぼし、周辺の環境を放射能によって汚染するなど、深刻な災害を引き起こすおそれがあることに堪がみ、右災害が万が一にも起こらないようにするため」のもの（下線は引用者）と判示したように、厳格な安全審査が不可欠である。専門家から疑義が呈され、事業者の信頼性が地に落ちている現状において、その評価の根幹をなす本件元データの検証を抜きに安全が確保されていると判断することは、絶対に許されない。

ウ データ開示の容易性と公共性

一審被告は、これまで開示を拒否する理由として、作業の膨大さや技術的な困難を挙げたことは一度もない。それは当然であり、一審被告は自らの評価のために、これらの地震観測記録をデジタルデータとして整理・保管しているはずである。そのデータをコピーして提出することに、特段の困難や過度な負担が生じるはずがない。

そもそも、地震観測記録、特に甚大な被害をもたらしうる巨大インフラの安全

性評価に用いられるデータは、一企業の私有物である以上に、国民の生命と安全を守るための基礎となる公共財としての性質を色濃く帯びる。防災科学技術研究所等が観測データを広く公開しているように、その公共性に鑑みれば、開示はむしろ当然の責務とさえ言える。一審被告も、被害が発生した地震については観測記録を公開・販売してきた実績があり、開示が不可能でないことは自ら証明している。

5 開示を命じるべき法的根拠（事案解明義務）【第1の2】

(1) 情報偏在型訴訟における事案解明義務の法理

本件のように、情報・証拠が一方当事者に著しく偏在する「情報偏在型訴訟」においては、立証責任の原則を形式的に貫くことの不合理を是正するため、わが国の民事訴訟実務と判例理論において、立証責任の原則を形式的に貫くことの不合理を是正するための法理が確立されている。

例えば、伊方原発最高裁判決では、情報・証拠を独占する側（本件では一審被告）は、自らの主張の合理性を「相当の根拠、資料に基づき」具体的に主張・立証する必要がある、これを尽くさない場合には、その主張に不合理な点があることが事実上推認される、とされている。この最高裁の法理は、学説でいう「事案解明義務」の考え方と軌を一にするものと捉えることもできる。「事案解明義務」の考え方は、訴訟上の信義則（民事訴訟法第2条）の具体的な現れといえる。

(2) 本件における一審被告の事案解明義務違反

上記最高裁判例の法理は、本件私法上の差止請求訴訟においても、その構造的類似性から当然に妥当する。この点、原判決も261頁において同旨を判示している。

しかるに、一審被告は、自らの安全評価の根幹をなす本件元データの開示を頑

なに拒否し続けている。これは、最高裁がいう「相当の根拠、資料」のまさに根源部分の提出を拒絶するものであり、自らに課された事案解明義務を根本から放棄するに等しい。評価の「結果」だけを提示し、その基礎となった「本件元データ」を秘匿したのでは、一審被告の主張立証が尽くされたとはいえず、訴訟当事者として著しく信義に反する態度である。

(3) 義務違反の効果

一審被告が事案解明義務に違反し、本件元データの開示を拒み続けるのであれば、原判決がいうように、「義務違反の効果として、当該事項については本件発電所の安全性に欠けるところがあり人格権侵害の具体的な危険の存在が事実上推定される」という効果が発生するというべきである。

伊方原発最高裁判決にも見られる「事実上推認される」という効果について、元最高裁調査官である田中豊弁護士は、『事実認定の考え方と実務 第2版』26頁において、「事実審裁判所が原告の主張した不合理の評価根拠事実の存在を『認定』することが相当であるとの趣旨」と解説している。すなわち、一審被告が自らの評価の合理性を「相当の根拠、資料」によって立証できない以上、その評価は客観的・科学的根拠を欠く不合理なものであるという事実が、裁判所によって認定されるべきなのである。

一審被告が合理的な理由なく本件元データの開示を拒み続ける以上、その態度は、開示によって自らの主張に不都合な事実が明らかになることを強く推認させるものと評価すべきである。

(4) 結論

よって、一審被告が今後も本件元データの開示を拒否し、事案解明義務を果たさないのであれば、貴裁判所は、一審被告が行った地下構造評価及び地震動評価について、客観的な本件元データを適切に踏まえて導き出したといえない不合理

なものであるとの事実を認定し、一審原告らの人格権侵害の具体的危険の存在を事実上推定すべきである。

したがって、一審原告らは、貴裁判所が、民訴法 149 条等に基づく訴訟指揮権を適切に行使し、一審被告に対し、第 1 で申立てた求釈明に応じさせるとともに、同項記載の本件元データを速やかに開示するよう強く命じられることを求めるものである。

以 上

以下に実際の強震データの例で、強震データファイルのK-NET ASCIIフォーマットを解説します。

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
Origin Time      2006/01/18 23:25:00<LF>      (1) 地震発生時刻
Lat.             37.798<LF>                    (2) 震央北緯
Lon.             142.200<LF>                    (3) 震央東経
Depth. (km)      36<LF>                        (4) 震源深さ
Mag.             5.7<LF>                        (5) マグニチュード
Station Code     MYG002<LF>                    (6) 観測点コード
Station Lat.     38.7262<LF>                   (7) 観測点北緯
Station Lon.     141.5109<LF>                  (8) 観測点東経
Station Height(m) 79<LF>                       (9) 観測点標高
Record Time      2006/01/18 23:25:46<LF>      (10) 記録開始時刻
Sampling Freq(Hz) 100Hz<LF>                   (11) サンプリング周波数
Duration Time(s) 108<LF>                       (12) 計測時間
Dir.             N-S<LF>                       (13) チャンネル
Scale Factor     3920(gal)/6182761<LF>         (14) スケールファクタ
Max Acc. (gal)   48.060<LF>                    (15) 最大加速度
Last Correction  2006/01/18 23:25:31<LF>      (16) 最終校正時刻
Memo.            <LF>                           (17) 備考
      8009      9006      7998      8001      8009      8007      8002      8005<LF>
      8006      8003      8003      8005      8005      8003      8001      8004<LF>
      8008      8004      7998      8002      8009      8005      8001      8002<LF>
      :
      :
      :
      8005      8003      8000      8004      8010      8008      8001      8001<LF>
      8006      8006      8000      8000      8005      8009      8004      7999<LF>
      8003      8007      8004      8000      8000      8005      8009      8005<LF>
[EOF]
-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

```

- (10)記録開始時刻
この時刻は強震計の遅延時間”1 5 秒”の効果を含んでいます。したがって、真のスタート時刻を求めるためにはこの時刻から1 5 秒を引いて下さい。

- (13)チャンネル
K-NETの強震データは、1つの強震記録につき3チャンネルです。各チャンネルと強震データファイルの拡張子の関係は以下です。

チャンネル	拡張子
N-S	NS
E-W	EW
U-D	UD

K-NET海底地震計設置方位については[こちら](#)をご覧ください。

KiK-netの強震データは、1つの強震記録につき通常6チャンネルです。各チャンネルと強震データファイルの拡張子の関係は以下です。

チャンネル	地中／地表	拡張子
1	地中	NS1
2	地中	EW1
3	地中	UD1
4	地表	NS2
5	地表	EW2
6	地表	UD2

※[KiK-netの強震計センサ設置方位について\(最新更新日:2007/04/20\)](#)をご覧ください

- (15)最大加速度
データ全長の平均値（オフセット）を引いた値の最大値です。

- (18行目以降)強震データ
符号付き7桁整数です。

※K-NET Binaryフォーマットは[こちら](#)をご覧ください。

[マニュアル目次 閉じる](#)

東海第二発電所 基準地震動の策定について

平成29年11月10日
日本原子力発電株式会社

地下構造評価の方針

東海第二発電所の地下構造が水平成層かつ均質であることを確認するため、地震観測記録と地球物理学的調査を組合せ、地震基盤の位置や形状、地震波速度構造等の調査・解析を実施した。

● 地震観測記録による地下構造評価

解放基盤表面における検討

- ・地震観測記録の到来方向による検討により、解放基盤表面より深部の地下構造が水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

浅部地下構造の検討

- ・解放基盤表面以浅の地震観測記録を用いて、敷地地盤の地下構造が水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

● 地球物理学的調査による地下構造評価

地球物理学的調査 敷地周辺

- ・屈折法地震探査
- ・微動アレイ探査
- ・重力異常分布(文献)

敷地内

- ・単点微動測定
- ・微動アレイ探査

3次元地下構造モデル

作 成

確 認

解析による検討

- ・2次元FEMモデル
→ 東西断面, 南北断面
- ・敷地の西側及び南側に見られる深い基盤形状による影響を検討
- ・敷地地盤の地下構造は水平成層かつ均質とみなして評価できることを確認

なお、東海第二発電所の地震動評価においては、地震観測記録を用いた経験的グリーン関数法を用いている。

東海第二発電所の地表・地中地震計について

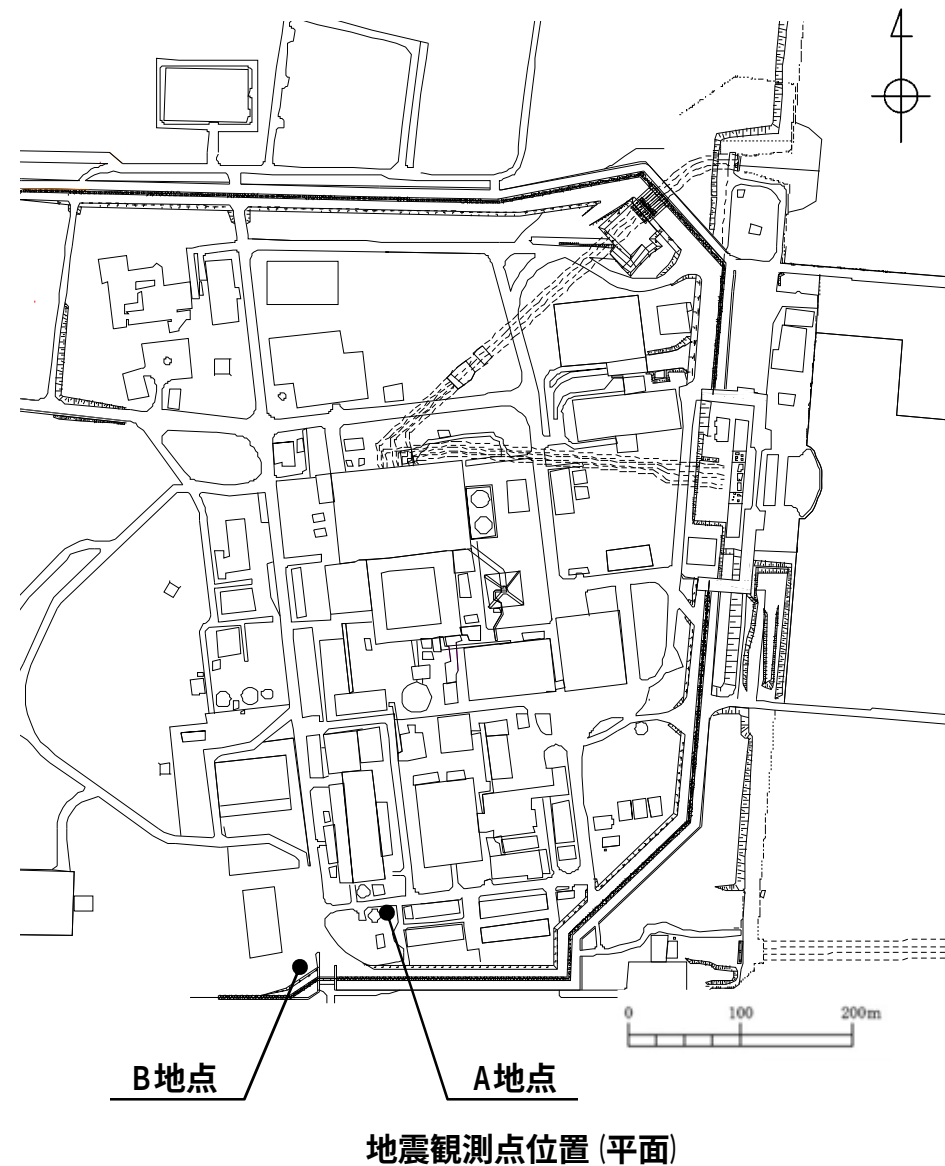
東海第二発電所では、敷地地盤において以下のとおり、地震観測を実施している。

地震観測点位置 (深さ方向)

●: 地震計
設置位置

	標高	地震観測点位置		
	E.L.	A地点	B地点	地 層
地 表	+8m (G.L.)	●		第四系
原子炉建屋 人工岩盤下端相当	-15m -17m	●		新第三系
	-192m	●		
解放基盤表面相当	-372m	●		
地震基盤相当	約-700m			先新第三系
	-992m		●	
観測開始		1996年3月	2012年8月	

※ G.L. = E.L.8.0m



検討の目的・評価方法

● 検討の目的

東海第二発電所の解放基盤表面 (E.L.-370m) に相当する深さで観測した地震記録と敷地周辺で観測した地震記録を震央の方位ごとに分類し、地震波の到来方向による地震動特性の差異を比較することにより、両観測点周辺の地下構造が地震動に及ぼす影響について確認する。

● 評価方法

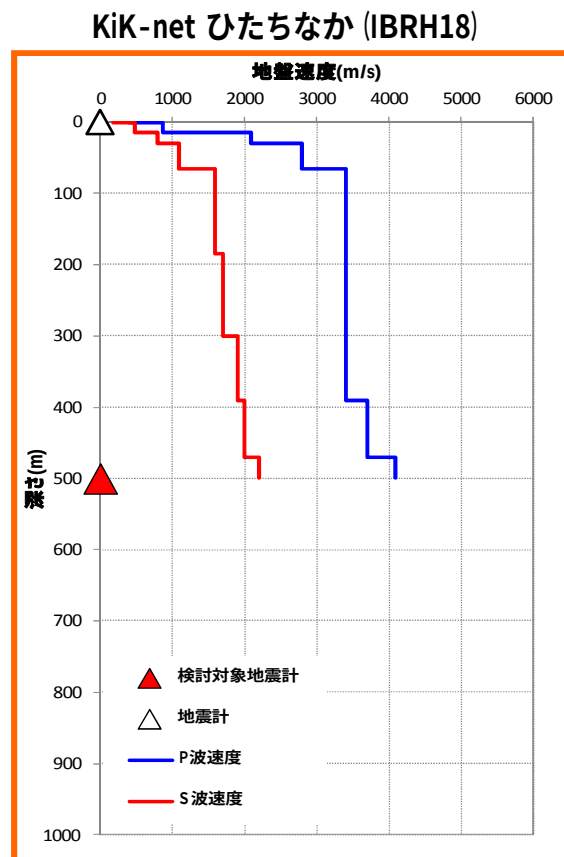
東海第二発電所の解放基盤表面相当の深さで得られた2004年3月から2013年9月までの地震観測記録のうち、KiK-netひたちなか (IBRH18) 観測点で同時に観測されたマグニチュード4.0以上、震源距離200km以内の191地震を対象に、加速度応答スペクトル比 (東海第二発電所／KiK-netひたちなか) を算定した。

KiK-netひたちなか観測点は、東海第二発電所の周辺に位置するため、同一の地震におけるスペクトル比を算定することにより、震源特性及び伝播経路特性による影響を除去することが可能であり、応答スペクトル比は、東海第二発電所敷地周辺の地下構造による影響を表すことができる。

$$R_{TKI2/IBRH18}(T) = \frac{S_{TKI2}(T) \cdot X_{TKI2}}{S_{IBRH18}(T) \cdot X_{IBRH18}}$$

$R_{TKI2/IBRH18}(T)$	: 応答スペクトル比
$S_{TKI2}(T)$	: 東海第二発電所観測記録の加速度応答スペクトル
$S_{IBRH18}(T)$	: KiK-netひたちなか観測記録の加速度応答スペクトル
X_{TKI2}	: 東海第二発電所から震源までの距離
X_{IBRH18}	: KiK-netひたちなかから震源までの距離

地震観測点の地盤状況と地震計設置位置

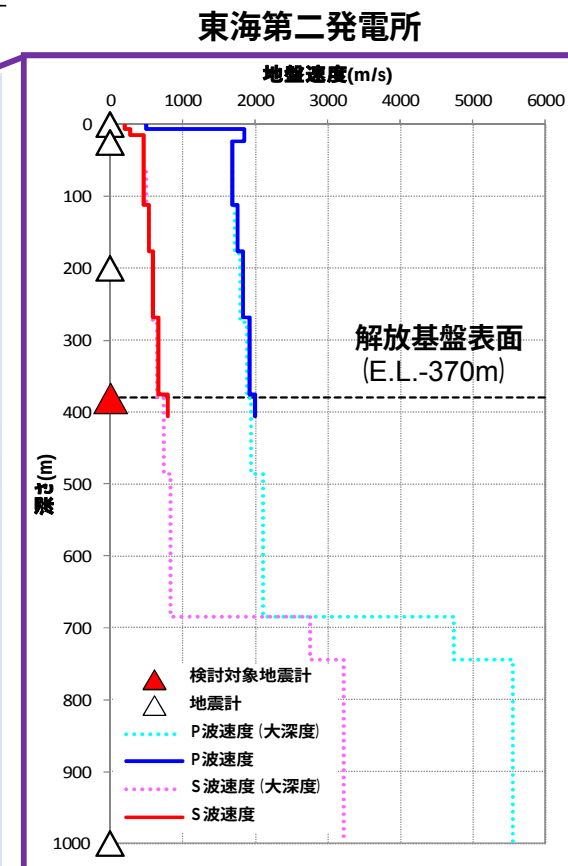


観測開始 2003年5月

〔上記地盤速度構造図は、防災科学技術研究所 強震観測網 (<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>) を基に作成



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図、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28情復 第124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。



観測開始 1996年3月
(E.L.-992mの地震計は2012年8月)

検討対象地震 (1/3)

検討対象期間：2004年3月～2013年9月 検討対象地震数：北側 60地震，東側 61地震，南側 42地震，西側 28地震，合計 191地震

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
北	A	2011/03/19	18:56	36.784	140.572	5.37	6.1	354.9	35.4	81.4
北	A	2011/09/21	22:30	36.737	140.577	8.64	5.2	355.0	30.2	74.0
北	A	2011/03/11	14:54	36.713	140.582	9.53	5.7	355.3	27.6	70.9
北	A	2011/11/20	10:23	36.711	140.588	8.99	5.3	356.5	27.2	71.7
北	A	2011/03/19	08:49	36.737	140.605	4.95	5.3	359.6	30.1	80.7
北	A	2011/09/23	17:15	36.693	140.618	4.17	5.1	2.3	25.2	80.6
北	A	2013/07/23	12:02	37.104	140.685	7.76	5.2	5.6	71.2	83.8
北	A	2011/04/11	17:16	36.946	140.673	6.42	7.0	6.3	53.6	83.2
北	A	2013/09/20	02:25	37.051	140.695	16.69	5.9	6.9	65.5	75.7
北	A	2011/03/23	07:12	37.085	140.788	7.60	6.0	13.2	70.6	83.9
北	A	2011/05/25	05:36	37.112	140.832	6.61	5.0	15.6	74.5	84.9
北	A	2011/09/29	19:05	37.133	140.870	8.84	5.4	17.5	77.6	83.5
北	D	2011/03/11	16:30	37.365	141.260	26.96	5.9	30.1	115.5	76.9
北	D	2011/03/16	13:14	37.535	141.581	25.33	5.6	35.9	146.9	80.2
北	D	2012/11/03	07:34	37.618	141.749	29.44	5.0	38.1	163.3	79.8
北	D	2011/03/12	04:45	37.490	141.666	25.70	5.2	39.4	147.7	80.1
北	D	2011/06/18	20:31	37.618	141.821	27.65	6.0	39.8	167.4	80.6
北	D	2012/04/12	23:50	37.452	141.734	26.80	5.9	42.2	148.5	79.8
北	D	2011/06/04	01:00	36.990	141.211	29.61	5.5	42.7	79.4	69.5
北	D	2011/03/20	10:30	36.939	141.177	29.31	5.5	44.0	73.2	68.2
北	G	2008/06/02	00:58	38.304	141.885	46.07	4.8	28.6	233.3	78.8
北	G	2013/04/14	22:25	37.533	141.406	51.01	5.3	30.8	138.1	69.7
北	G	2011/09/19	03:32	37.767	141.608	48.20	5.2	31.3	169.7	74.1
北	G	2008/03/24	22:29	37.305	141.272	59.20	4.6	32.3	110.4	61.8
北	G	2011/07/25	03:51	37.709	141.627	45.81	6.3	33.0	165.1	74.5
北	G	2013/05/18	14:47	37.709	141.629	46.34	6.0	33.1	165.2	74.3
北	G	2012/03/30	13:38	37.516	141.473	46.41	5.1	33.2	139.8	71.6
北	G	2011/04/06	22:54	37.634	141.572	45.90	5.3	33.2	155.5	73.6
北	G	2013/01/10	21:48	37.515	141.472	48.44	5.0	33.3	139.6	70.9
北	G	2011/07/08	03:35	37.097	141.130	55.48	5.6	33.5	84.2	56.6
北	G	2011/10/10	11:45	37.508	141.486	46.99	5.6	33.8	139.6	71.4
北	G	2012/04/01	23:04	37.077	141.133	53.04	5.9	34.6	82.5	57.3
北	G	2011/05/20	16:28	37.452	141.485	40.72	5.2	35.3	134.5	73.2
北	G	2012/12/15	13:27	37.297	141.349	59.02	5.3	35.4	113.6	62.5
北	G	2011/04/03	16:38	37.626	141.650	46.80	5.4	35.5	158.7	73.6
北	G	2005/04/01	13:44	37.058	141.141	49.89	4.1	35.9	81.2	58.4
北	G	2013/07/20	01:39	37.505	141.572	45.23	5.4	36.4	143.8	72.5
北	G	2004/05/10	15:38	37.341	141.437	52.25	4.4	37.1	122.0	66.8

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
北	G	2005/09/11	05:06	37.064	141.174	50.34	4.5	37.2	83.5	58.9
北	G	2012/03/25	22:22	37.676	141.769	49.47	5.2	37.2	169.5	73.7
北	G	2012/12/29	16:19	37.068	141.183	51.04	5.0	37.5	84.3	58.8
北	G	2012/01/23	20:45	37.060	141.191	51.68	5.1	38.2	84.0	58.4
北	G	2011/08/19	14:36	37.649	141.797	51.15	6.5	38.5	168.7	73.1
北	G	2007/11/12	09:20	36.774	140.916	56.70	4.1	38.9	44.0	37.8
北	G	2011/10/26	02:08	36.962	141.147	30.45	5.0	41.1	73.3	67.4
北	G	2011/08/12	03:22	36.969	141.161	52.26	6.1	41.4	74.6	55.0
北	G	2008/02/22	20:27	36.941	141.154	49.52	4.2	42.6	71.9	55.4
北	G	2011/11/24	04:24	37.330	141.613	45.41	6.1	42.8	131.3	70.9
北	G	2011/05/14	08:35	37.328	141.628	40.92	5.9	43.3	132.1	72.8
北	-	2009/08/18	06:58	36.862	140.217	92.00	4.4	321.7	56.1	31.4
北	-	2006/04/24	13:28	38.289	139.826	154.05	4.8	341.4	213.8	54.2
北	-	2008/08/26	15:16	36.982	140.476	108.66	4.1	348.5	58.5	28.3
北	-	2005/05/27	17:07	38.534	140.585	109.59	4.9	359.5	229.6	64.5
北	-	2005/07/16	15:26	36.914	140.834	64.38	4.0	22.2	53.7	39.8
北	-	2008/03/19	23:18	37.047	140.963	65.12	4.2	26.2	71.9	47.8
北	-	2006/04/10	09:21	37.501	141.280	79.91	4.7	27.3	129.6	58.3
北	-	2006/09/09	19:36	38.283	142.036	66.82	4.9	31.7	238.1	74.3
北	-	2007/01/25	16:55	36.956	141.007	85.47	4.1	33.2	65.1	37.3
北	-	2012/08/26	03:36	36.968	141.083	89.98	5.2	37.3	70.1	37.9
北	-	2004/05/08	09:10	36.701	140.862	62.30	4.2	41.1	34.7	29.1
東	D	2011/08/13	23:00	37.009	141.400	26.30	5.0	49.4	93.0	74.2
東	D	2011/03/29	19:54	37.409	142.470	13.37	6.6	57.2	196.2	86.1
東	D	2012/04/12	20:19	36.829	141.343	28.81	5.6	58.3	77.2	69.5
東	D	2012/04/14	18:25	36.773	141.342	24.35	5.0	62.4	74.1	71.8
東	D	2008/07/21	20:30	37.137	142.341	27.38	6.1	63.8	171.8	80.9
東	E	2011/07/29	23:53	36.688	142.134	29.00	5.6	79.3	138.9	78.2
東	E	2011/05/31	04:36	36.512	140.931	15.05	5.0	79.8	29.5	63.0
東	E	2011/06/09	19:38	36.497	140.971	12.59	5.7	83.8	32.8	69.0
東	E	2012/02/06	07:05	36.462	141.022	16.54	5.0	90.6	37.2	66.0
東	E	2012/08/28	22:55	36.396	141.875	26.98	5.0	93.5	114.0	76.7
東	E	2008/05/08	01:03	36.295	141.916	22.00	5.8	98.8	119.0	79.5
東	E	2008/05/08	01:16	36.275	141.979	18.00	6.3	99.4	125.0	81.8
東	E	2011/06/21	17:49	35.760	141.474	21.10	5.5	134.8	110.6	79.2
東	G	2005/04/04	02:57	37.373	141.754	43.97	5.3	45.1	143.5	73.0
東	G	2008/03/24	12:40	37.120	141.447	47.81	5.3	45.7	104.4	65.4
東	G	2011/07/19	10:38	37.326	141.758	30.80	5.4	46.7	140.1	77.6

方位角：東海第二発電所から震央位置を望む方向を北から時計回りの角度で示している。

震央距離：東海第二発電所から震央位置までの距離を示している。

見かけの入射角：震央距離と震源深さから求めた震源方向の角度を示している。垂直が0度，水平が90度となる。

見かけの入射角 = $\tan^{-1}$ (震央距離 / 震源深さ)

検討対象地震 (2/3)

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
東	G	2008/05/02	14:41	37.235	141.661	44.59	5.1	47.5	127.0	70.6
東	G	2012/01/12	12:20	36.968	141.304	33.35	5.9	48.0	83.6	68.2
東	G	2011/07/31	03:53	36.903	141.221	57.31	6.5	48.4	73.3	52.0
東	G	2011/03/22	18:19	37.316	141.910	43.00	6.4	50.5	149.7	74.0
東	G	2008/07/19	11:39	37.521	142.265	31.55	6.9	51.1	188.4	80.5
東	G	2012/04/13	21:12	36.957	141.374	31.31	5.2	51.3	87.6	70.3
東	G	2012/12/30	08:05	36.963	141.393	34.95	5.1	51.6	89.3	68.6
東	G	2011/09/08	22:38	37.273	141.924	39.61	5.2	52.3	147.7	75.0
東	G	2012/04/19	12:33	36.944	141.391	33.53	5.1	52.7	87.9	69.1
東	G	2012/04/13	19:10	36.947	141.422	31.54	6.0	53.5	90.4	70.8
東	G	2012/12/15	14:46	36.822	141.209	32.27	5.0	53.5	66.8	64.2
東	G	2011/03/30	22:19	36.650	140.932	49.95	5.0	54.9	35.6	35.5
東	G	2012/11/09	12:51	36.878	141.380	32.50	5.5	56.3	82.8	68.6
東	G	2012/08/21	01:42	36.906	141.449	45.72	5.1	56.8	89.7	63.0
東	G	2008/07/05	16:49	36.643	140.952	49.69	5.2	57.5	36.6	36.4
東	G	2013/02/09	13:43	36.844	141.360	32.64	5.2	57.9	79.3	67.6
東	G	2013/04/06	05:00	36.750	141.294	48.52	5.2	62.7	69.1	54.9
東	G	2011/03/17	21:54	36.738	141.309	47.01	5.7	64.2	69.7	56.0
東	H	2012/12/19	03:36	36.696	142.105	35.00	5.1	78.8	136.5	75.6
東	H	2011/05/24	20:49	36.400	141.122	44.43	5.0	98.8	46.8	46.5
東	H	2004/04/04	08:02	36.390	141.154	48.99	5.8	99.5	49.8	45.5
東	H	2008/05/08	02:31	36.288	141.811	58.16	5.4	100.0	109.9	62.1
東	H	2005/08/08	00:06	36.340	141.446	46.03	5.6	100.3	76.6	59.0
東	H	2011/12/05	10:01	36.246	141.972	48.00	5.2	100.8	124.9	69.0
東	H	2008/05/08	01:02	36.231	141.949	60.00	6.4	101.8	123.2	64.0
東	H	2013/07/20	15:06	36.232	141.932	33.00	5.4	101.9	121.7	74.8
東	H	2011/05/10	19:14	36.226	141.863	58.00	5.4	102.9	115.8	63.4
東	H	2008/05/08	01:45	36.228	141.608	50.57	7.0	106.1	93.6	61.6
東	H	2011/09/15	17:00	36.255	141.483	50.88	6.3	106.3	82.1	58.2
東	H	2008/05/08	03:19	36.228	141.542	54.33	5.0	107.2	88.0	58.3
東	H	2011/08/22	20:23	36.107	141.984	34.00	6.1	107.4	130.0	75.3
東	H	2006/03/13	13:06	36.057	141.766	59.00	5.1	113.2	113.6	62.6
東	H	2004/03/11	11:34	36.322	141.008	47.52	5.3	113.8	39.4	39.7
東	H	2006/03/13	13:15	36.068	141.670	56.03	5.1	114.5	105.3	62.0
東	H	2011/03/11	15:15	36.121	141.253	42.70	7.6	123.2	69.5	58.4
東	-	2012/01/03	03:28	36.377	141.899	60.25	5.0	94.5	116.3	62.6
東	-	2011/07/07	00:15	36.375	141.788	76.38	5.9	95.1	106.4	54.3
東	-	2008/05/31	14:03	36.373	141.784	68.18	5.1	95.2	106.1	57.3

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
東	-	2011/06/22	06:15	36.294	141.850	73.00	5.0	99.3	113.2	57.2
東	-	2008/05/05	09:26	36.279	141.877	74.86	5.1	99.9	115.9	57.1
東	-	2008/05/08	01:12	36.285	141.707	69.76	5.2	101.2	100.8	55.3
東	-	2008/05/09	08:21	36.193	141.976	68.58	5.8	103.4	126.6	61.6
東	-	2006/02/03	15:10	36.229	141.612	63.29	5.3	105.9	94.0	56.0
東	-	2006/02/03	13:37	36.215	141.611	62.08	5.9	106.9	94.4	56.7
東	-	2006/02/03	14:41	36.220	141.581	62.63	5.0	107.0	91.6	55.6
南	B	2008/04/06	21:55	36.013	140.161	60.49	4.3	218.7	64.3	46.7
南	C	2005/04/11	15:34	35.569	140.185	72.95	4.4	201.1	106.5	55.6
南	C	2005/07/23	16:34	35.582	140.139	73.08	6.0	203.4	106.8	55.6
南	C	2006/09/07	10:57	35.658	140.177	69.12	4.6	203.5	97.6	54.7
南	C	2008/09/21	07:17	35.616	140.062	70.83	4.8	207.7	106.4	56.3
南	C	2006/08/31	17:18	35.632	140.025	75.61	4.8	209.7	106.3	54.6
南	C	2006/06/20	06:47	35.807	140.113	65.69	4.6	211.4	85.5	52.5
南	C	2012/05/29	01:36	35.806	140.087	63.99	5.2	212.7	86.9	53.6
南	F	2013/01/22	04:46	35.874	140.937	16.03	5.1	155.6	72.1	77.5
南	F	2012/01/27	13:19	35.777	140.983	14.37	5.0	156.0	83.7	80.3
南	F	2011/08/06	16:14	35.340	141.157	28.11	5.2	158.1	134.5	78.2
南	F	2011/03/16	12:52	35.837	140.907	9.97	6.1	158.8	74.8	82.4
南	F	2011/03/17	21:32	35.630	140.979	27.87	5.7	160.0	98.6	74.2
南	F	2013/04/04	13:42	35.767	140.918	12.27	5.1	160.1	82.5	81.5
南	F	2011/12/03	05:55	35.352	140.322	22.02	5.2	191.8	126.2	80.1
南	I	2011/05/20	09:46	35.802	141.176	35.86	5.8	145.0	89.8	68.2
南	I	2013/04/29	22:01	35.809	141.126	34.40	5.6	147.2	86.6	68.3
南	I	2011/03/18	17:01	35.822	141.112	34.58	5.4	147.4	84.7	67.8
南	I	2012/11/16	17:25	35.357	141.230	30.24	5.5	155.3	135.3	77.4
南	I	2013/02/19	21:27	35.346	141.199	37.21	5.6	156.6	135.3	74.6
南	I	2011/03/22	12:38	35.264	141.237	36.97	5.9	156.7	145.0	75.7
南	I	2005/05/19	10:14	35.559	141.082	33.35	5.4	156.8	109.3	73.0
南	I	2012/06/06	04:31	34.993	141.371	37.02	6.3	156.9	177.5	78.2
南	I	2011/07/25	20:54	35.245	141.232	36.96	5.7	157.2	146.8	75.9
南	I	2006/09/07	03:06	35.590	141.057	38.21	5.1	157.2	105.3	70.1
南	I	2008/04/25	18:52	35.684	140.723	48.23	4.8	173.1	87.4	61.1
南	I	2005/05/15	19:01	35.755	140.703	50.77	4.7	173.7	79.3	57.4
南	I	2005/05/30	07:34	35.691	140.707	51.21	4.7	174.0	86.5	59.4
南	I	2005/07/22	09:27	35.746	140.695	50.31	4.4	174.3	80.2	57.9
南	I	2005/06/20	01:15	35.734	140.695	50.65	5.6	174.4	81.6	58.2
南	I	2012/04/25	05:22	35.723	140.679	43.12	5.5	175.5	82.7	62.5

方位角：東海第二発電所から震央位置を望む方向を北から時計回りの
角度で示している。

震央距離：東海第二発電所から震央位置までの距離を示している。

見かけの入射角：震央距離と震源深さから求めた震源方向の角度を示
している。垂直が0度、水平が90度となる。

見かけの入射角 = $\tan^{-1}$ (震央距離 / 震源深さ)

検討対象地震 (3/3)

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
南	I	2006/12/04	06:08	35.744	140.654	49.24	4.5	176.9	80.2	58.5
南	I	2013/06/06	12:28	35.644	140.656	50.01	5.0	177.2	91.3	61.3
南	I	2011/05/22	07:06	35.730	140.644	48.33	5.5	177.6	81.8	59.4
南	I	2005/04/11	07:22	35.727	140.621	51.51	6.1	179.1	82.0	57.9
南	I	2007/08/16	04:15	35.444	140.531	30.77	5.3	183.5	113.6	74.8
南	I	2008/05/01	07:34	35.438	140.436	35.82	4.6	187.7	115.1	72.7
南	-	2012/04/29	19:28	35.716	140.601	48.26	5.8	180.4	83.2	59.9
南	-	2006/10/14	06:38	34.895	140.305	64.42	5.1	189.0	176.4	69.9
南	-	2012/08/20	20:42	35.917	140.442	57.20	5.2	193.7	62.7	47.6
南	-	2011/03/16	22:39	35.917	140.440	53.41	5.4	193.9	62.8	49.6
南	-	2006/02/01	20:35	35.761	140.004	101.02	5.1	214.9	95.2	43.3
西	B	2005/10/16	16:05	36.039	139.938	47.12	5.1	232.0	76.5	58.4
西	B	2007/03/22	10:28	35.959	139.808	78.49	4.2	232.2	91.3	49.3
西	B	2008/03/09	06:13	36.057	139.949	47.10	4.4	232.7	74.5	57.7
西	B	2012/06/01	17:48	36.028	139.875	43.69	5.1	233.7	81.8	61.9
西	B	2007/11/11	19:48	36.048	139.902	44.08	4.3	234.0	78.5	60.7
西	B	2008/08/20	15:13	36.057	139.901	45.14	4.6	234.6	78.0	59.9
西	B	2007/06/02	14:43	36.135	140.034	49.84	4.6	234.6	63.2	51.7
西	B	2011/07/15	21:01	36.164	140.083	66.36	5.4	234.6	57.7	41.0
西	B	2006/07/06	15:17	36.139	140.032	50.36	4.0	235.0	63.1	51.4
西	B	2007/05/08	21:01	36.060	139.890	46.32	4.5	235.3	78.6	59.5
西	B	2007/01/09	13:18	36.050	139.798	78.55	4.3	237.8	86.1	47.6
西	B	2007/06/04	13:33	36.090	139.864	47.58	4.4	238.2	78.7	58.8
西	B	2006/03/13	12:41	36.235	140.100	55.64	4.1	240.8	52.2	43.2
西	B	2005/07/28	19:15	36.126	139.846	51.12	5.0	241.3	78.0	56.8
西	B	2008/04/04	19:01	36.120	139.828	53.48	5.0	241.5	79.8	56.2
西	B	2007/06/01	07:28	36.094	139.681	59.39	4.5	243.9	92.8	57.4
西	B	2007/10/17	22:33	36.168	139.823	55.20	4.1	245.1	77.7	54.6
西	B	2006/05/01	16:00	36.136	139.732	58.97	4.4	245.3	86.7	55.8
西	B	2006/04/20	12:40	36.231	139.781	58.42	4.3	250.9	78.6	53.4
西	B	2006/04/02	20:46	36.231	139.779	58.56	4.3	250.9	78.8	53.4
西	-	2012/01/28	07:43	35.489	138.977	18.16	5.4	234.1	182.6	84.3
西	-	2008/03/25	00:54	36.043	139.628	118.06	4.0	242.2	99.7	40.2
西	-	2007/01/05	06:40	36.388	139.957	92.26	4.0	261.8	58.9	32.6
西	-	2005/08/17	09:30	36.419	139.796	89.98	4.1	266.2	72.9	39.0
西	-	2005/05/08	15:04	36.631	139.493	9.67	4.5	280.7	101.4	84.6
西	-	2011/03/12	03:59	36.986	138.598	8.38	6.7	288.4	188.5	87.5
西	-	2013/02/25	16:23	36.874	139.413	2.84	6.3	293.3	115.9	88.6
西	-	2005/08/21	11:29	37.298	138.712	16.73	5.0	299.2	192.5	85.0

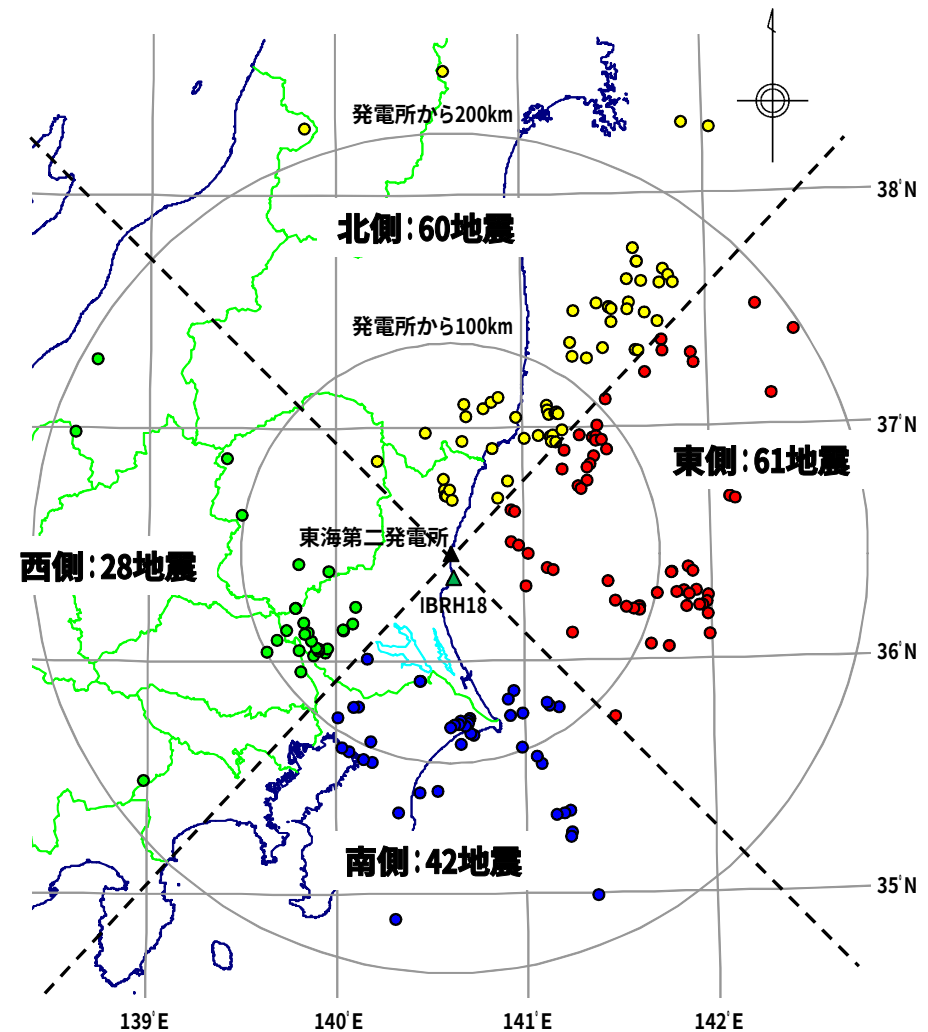
方位角：東海第二発電所から震央位置を望む方向を北から時計回りの角度で示している。

震央距離：東海第二発電所から震央位置までの距離を示している。

見かけの入射角：震央距離と震源深さから求めた震源方向の角度を示している。垂直が0度、水平が90度となる。

見かけの入射角 = $\tan^{-1}$ (震央距離 / 震源深さ)

● 4領域に分割した検討



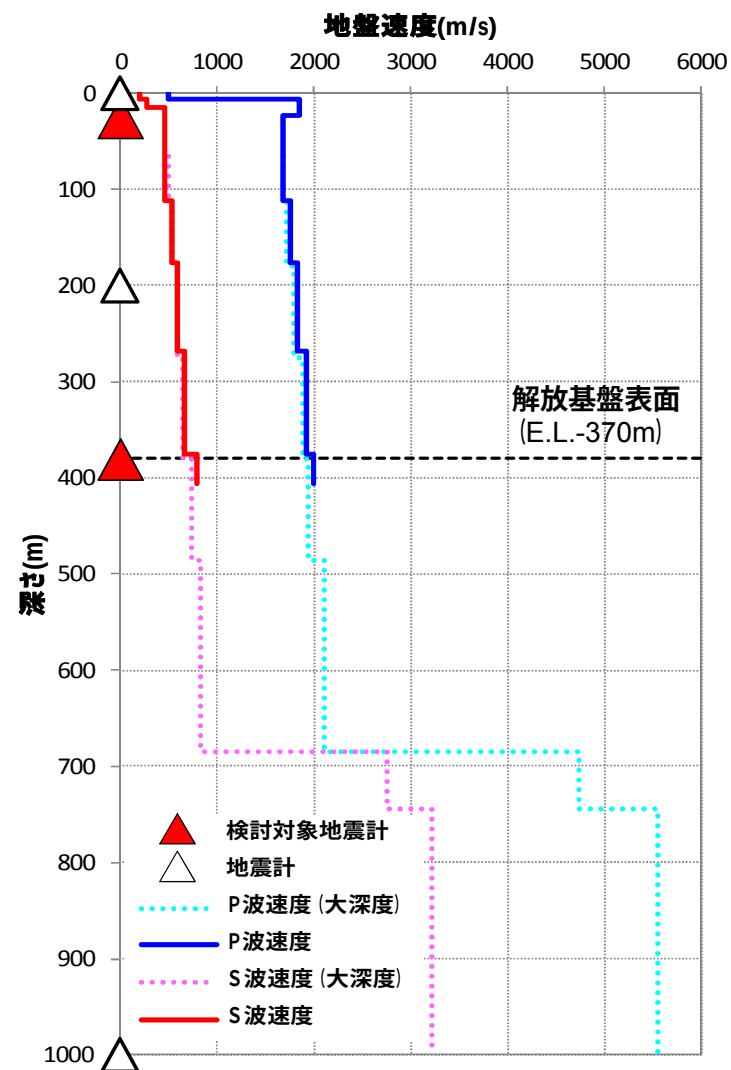
検討の目的・評価方法

● 検討の目的

解放基盤表面より浅部の地盤が水平成層構造であることを地震観測記録を用いて検討するため、東海第二発電所敷地内の鉛直アレイ地震計で得られた地震観測記録を、地震波の到来方向ごとに深度の異なる地震観測記録の応答スペクトル比で比較検討した。

● 評価方法

東海第二発電所の解放基盤表面以浅で得られた1996年8月から2013年9月までの地震観測記録のうち、マグニチュード5.0以上、震源距離200km以内の305地震を対象に、加速度応答スペクトル比 (E.L.-17m／E.L.-372m) を算定した。



地盤速度と地震計設置深度

※ G.L. = E.L.8.0m

検討対象地震 (1/5)

検討対象期間：1996年8月～2013年9月 検討対象地震数：北側 84地震，東側 149地震，南側 57地震，西側 15地震，合計 305地震

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
北	A	2011/03/19	18:56	36.784	140.572	5.37	6.1	354.9	35.4	81.4
北	A	2011/09/21	22:30	36.737	140.577	8.64	5.2	355.0	30.2	74.0
北	A	2011/04/14	07:35	36.778	140.573	8.77	5.1	355.1	34.8	75.9
北	A	2011/03/11	14:54	36.713	140.582	9.53	5.7	355.3	27.6	70.9
北	A	2011/11/20	10:23	36.711	140.588	8.99	5.3	356.5	27.2	71.7
北	A	2011/03/19	08:49	36.737	140.605	4.95	5.3	359.6	30.1	80.7
北	A	2011/04/11	17:26	37.063	140.623	5.25	5.4	1.3	66.2	85.5
北	A	2011/03/11	15:11	36.865	140.619	6.41	5.5	1.4	44.3	81.8
北	A	2011/09/23	17:15	36.693	140.618	4.17	5.1	2.3	25.2	80.6
北	A	2011/04/11	20:42	36.966	140.635	10.58	5.9	2.6	55.5	79.2
北	A	2011/04/12	14:07	37.053	140.644	15.08	6.4	2.9	65.2	77.0
北	A	2011/04/12	00:57	37.062	140.653	10.64	5.0	3.6	66.3	80.9
北	A	2013/07/23	12:02	37.104	140.685	7.76	5.2	5.6	71.2	83.8
北	A	2011/04/11	17:16	36.946	140.673	6.42	7.0	6.3	53.6	83.2
北	A	2013/09/20	02:25	37.051	140.695	16.69	5.9	6.9	65.5	75.7
北	A	2011/04/13	10:07	36.915	140.707	4.52	5.7	10.1	50.7	84.9
北	A	2011/04/11	18:05	36.989	140.731	12.39	5.1	10.8	59.1	78.2
北	A	2011/04/11	17:17	36.891	140.715	9.18	5.7	11.6	48.2	79.2
北	A	2011/03/23	07:13	37.035	140.769	0.93	5.8	12.9	64.8	89.2
北	A	2011/03/23	07:12	37.085	140.788	7.60	6.0	13.2	70.6	83.9
北	A	2011/03/23	07:34	37.098	140.796	6.69	5.5	13.5	72.2	84.7
北	A	2011/03/23	07:53	37.073	140.797	4.85	5.1	14.1	69.5	86.0
北	A	2011/05/06	02:04	37.098	140.809	6.36	5.2	14.4	72.5	85.0
北	A	2011/04/14	12:08	36.984	140.773	10.75	5.4	14.4	59.4	79.7
北	A	2011/05/25	05:36	37.112	140.832	6.61	5.0	15.6	74.5	84.9
北	A	2011/09/29	19:05	37.133	140.870	8.84	5.4	17.5	77.6	83.5
北	D	2011/03/11	17:40	37.424	141.273	29.91	6.0	29.0	121.8	76.2
北	D	2011/04/11	13:51	37.470	141.324	28.89	5.0	29.6	128.4	77.3
北	D	2011/03/12	11:52	37.225	141.151	15.66	5.1	29.8	97.3	80.9
北	D	2011/03/11	16:30	37.365	141.260	26.96	5.9	30.1	115.5	76.9
北	D	2011/03/12	02:30	37.412	141.310	18.34	5.0	30.6	122.3	81.5
北	D	2011/03/16	13:14	37.535	141.581	25.33	5.6	35.9	146.9	80.2
北	D	2011/03/11	15:05	37.519	141.622	22.48	5.9	37.4	147.8	81.4
北	D	2012/11/03	07:34	37.618	141.749	29.44	5.0	38.1	163.3	79.8
北	D	2011/03/12	04:45	37.490	141.666	25.70	5.2	39.4	147.7	80.1
北	D	2011/06/18	20:31	37.618	141.821	27.65	6.0	39.8	167.4	80.6
北	D	2011/03/11	21:56	37.794	142.048	28.99	5.3	40.6	195.2	81.6
北	D	2013/07/04	00:06	37.263	141.494	26.75	5.0	41.6	118.7	77.3

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
北	D	2012/04/12	23:50	37.452	141.734	26.80	5.9	42.2	148.5	79.8
北	D	2011/06/04	01:00	36.990	141.211	29.61	5.5	42.7	79.4	69.5
北	D	2011/10/03	01:49	37.338	141.636	17.58	5.3	43.2	133.3	82.5
北	D	2011/03/15	22:37	37.624	142.001	29.51	5.3	43.6	178.6	80.6
北	D	2011/03/20	10:30	36.939	141.177	29.31	5.5	44.0	73.2	68.2
北	G	2013/04/14	22:25	37.533	141.406	51.01	5.3	30.8	138.1	69.7
北	G	2011/09/19	03:32	37.767	141.608	48.20	5.2	31.3	169.7	74.1
北	G	2011/03/11	17:31	37.468	141.377	30.71	5.9	31.5	130.6	76.8
北	G	2011/07/25	03:51	37.709	141.627	45.81	6.3	33.0	165.1	74.5
北	G	2011/05/15	08:50	37.656	141.583	47.66	5.1	33.0	158.0	73.2
北	G	2013/05/18	14:47	37.709	141.629	46.34	6.0	33.1	165.2	74.3
北	G	2012/03/30	13:38	37.516	141.473	46.41	5.1	33.2	139.8	71.6
北	G	2011/04/06	22:54	37.634	141.572	45.90	5.3	33.2	155.5	73.6
北	G	2013/01/10	21:48	37.515	141.472	48.44	5.0	33.3	139.6	70.9
北	G	2011/07/08	03:35	37.097	141.130	55.48	5.6	33.5	84.2	56.6
北	G	2005/10/22	22:12	37.080	141.121	51.96	5.6	33.8	82.1	57.7
北	G	2011/10/10	11:45	37.508	141.486	46.99	5.6	33.8	139.6	71.4
北	G	2012/04/01	23:04	37.077	141.133	53.04	5.9	34.6	82.5	57.3
北	G	2011/03/20	14:55	37.663	141.650	42.17	5.4	34.6	162.0	75.4
北	G	2011/03/11	20:00	37.723	141.730	46.06	5.5	35.3	171.5	75.0
北	G	2011/05/20	16:28	37.452	141.485	40.72	5.2	35.3	134.5	73.2
北	G	2011/03/11	16:54	37.669	141.684	35.43	5.5	35.4	164.3	77.8
北	G	2012/12/15	13:27	37.297	141.349	59.02	5.3	35.4	113.6	62.5
北	G	2011/04/03	16:38	37.626	141.650	46.80	5.4	35.5	158.7	73.6
北	G	2011/03/11	22:56	37.666	141.722	46.36	5.3	36.4	166.1	74.4
北	G	2013/07/20	01:39	37.505	141.572	45.23	5.4	36.4	143.8	72.5
北	G	2000/11/16	18:31	37.497	141.572	45.64	5.2	36.6	143.1	72.3
北	G	2001/10/02	17:19	37.729	141.814	40.76	5.5	37.1	176.5	77.0
北	G	2012/03/25	22:22	37.676	141.769	49.47	5.2	37.2	169.5	73.7
北	G	2012/12/29	16:19	37.068	141.183	51.04	5.0	37.5	84.3	58.8
北	G	2012/01/23	20:45	37.060	141.191	51.68	5.1	38.2	84.0	58.4
北	G	2011/08/19	14:36	37.649	141.797	51.15	6.5	38.5	168.7	73.1
北	G	2011/03/11	14:58	37.689	141.934	35.20	6.6	40.6	179.9	78.9
北	G	2011/10/26	02:08	36.962	141.147	30.45	5.0	41.1	73.3	67.4
北	G	2011/08/12	03:22	36.969	141.161	52.26	6.1	41.4	74.6	55.0
北	G	2011/03/17	21:35	37.221	141.444	45.39	4.9	41.5	112.2	68.0
北	G	2011/11/24	04:24	37.330	141.613	45.41	6.1	42.8	131.3	70.9
北	G	2011/05/14	08:35	37.328	141.628	40.92	5.9	43.3	132.1	72.8

方位角：東海第二発電所から震央位置を望む方向を北から時計回りの
角度で示している。

震央距離：東海第二発電所から震央位置までの距離を示している。

見かけの入射角：震央距離と震源深さから求めた震源方向の角度を示
している。垂直が0度，水平が90度となる。

見かけの入射角 = $\tan^{-1}$ (震央距離 / 震源深さ)

検討対象地震 (2/5)

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
北	G	2011/03/11	16:16	37.141	141.417	47.71	5.3	43.8	104.1	65.4
北	G	2011/03/11	19:35	37.070	141.343	49.10	5.1	44.2	93.9	62.4
北	G	2011/04/28	18:27	37.413	141.782	43.53	5.7	44.5	148.4	73.6
北	G	2000/07/01	05:33	37.313	141.662	42.18	5.2	44.7	133.0	72.4
北	-	1998/08/03	20:09	37.210	139.995	7.60	5.2	326.7	98.9	85.6
北	-	1997/02/20	05:21	37.388	141.155	88.49	5.4	25.4	113.4	52.0
北	-	1998/04/09	17:45	36.945	141.017	94.87	5.4	34.5	64.6	34.3
北	-	2012/08/26	03:36	36.968	141.083	89.98	5.2	37.3	70.1	37.9
東	D	2011/08/13	23:00	37.009	141.400	26.30	5.0	49.4	93.0	74.2
東	D	2011/03/11	19:21	37.346	141.906	21.98	5.5	49.5	151.4	81.7
東	D	2011/03/15	22:27	37.599	142.299	10.03	6.2	49.6	196.2	87.1
東	D	2011/03/12	00:32	37.307	142.173	13.56	5.3	55.8	168.0	85.4
東	D	2011/03/11	17:04	37.260	142.110	19.17	5.9	56.2	160.4	83.2
東	D	2011/03/29	19:54	37.409	142.470	13.37	6.6	57.2	196.2	86.1
東	D	2011/03/12	03:11	37.171	142.026	25.55	6.0	57.9	148.8	80.3
東	D	2012/04/12	20:19	36.829	141.343	28.81	5.6	58.3	77.2	69.5
東	D	2011/03/12	05:25	37.083	141.886	28.42	5.1	58.7	133.1	77.9
東	D	2011/03/11	21:13	37.225	142.218	26.00	6.2	59.1	166.6	81.1
東	D	2001/02/25	06:53	37.190	142.255	15.83	5.9	60.9	167.6	84.6
東	D	2001/02/26	15:08	37.155	142.269	27.00	5.5	62.2	166.9	80.8
東	D	2012/04/14	18:25	36.773	141.342	24.35	5.0	62.4	74.1	71.8
東	D	2011/03/18	03:55	37.142	142.523	9.00	5.7	65.7	186.8	87.2
東	D	2011/05/15	19:25	37.071	142.492	5.91	5.1	67.7	181.2	88.1
東	D	2011/03/11	16:56	37.049	142.569	11.24	6.2	69.1	186.8	86.6
東	D	2011/03/11	18:19	36.562	140.954	15.34	5.0	70.9	32.9	65.0
東	D	2011/03/11	18:04	36.551	140.956	16.53	5.3	73.2	32.7	63.2
東	D	2011/03/11	18:55	36.750	141.802	0.00	5.4	73.2	111.5	90.0
東	D	2011/03/11	17:52	36.772	141.948	0.11	5.6	73.8	124.7	89.9
東	E	2011/04/09	10:25	36.780	142.250	19.72	5.1	76.2	151.1	82.6
東	E	2011/03/17	17:25	36.681	141.851	17.21	5.4	77.5	113.9	81.4
東	E	2011/07/29	23:53	36.688	142.134	29.00	5.6	79.3	138.9	78.2
東	E	2011/05/31	04:36	36.512	140.931	15.05	5.0	79.8	29.5	63.0
東	E	2011/03/11	20:44	36.697	142.451	13.00	5.7	80.6	167.0	85.5
東	E	2011/06/09	19:38	36.497	140.971	12.59	5.7	83.8	32.8	69.0
東	E	2011/03/11	16:14	36.557	142.041	25.00	6.8	85.1	128.9	79.0
東	E	2011/03/12	08:59	36.498	141.480	28.43	5.5	87.1	78.3	70.1
東	E	2011/03/11	21:24	36.460	141.874	23.00	5.2	89.9	113.6	78.6
東	E	2012/02/06	07:05	36.462	141.022	16.54	5.0	90.6	37.2	66.0

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
東	E	2011/03/11	22:16	36.427	141.843	28.00	5.7	91.9	111.0	75.8
東	E	2012/08/28	22:55	36.396	141.875	26.98	5.0	93.5	114.0	76.7
東	E	2011/03/11	17:01	36.354	141.951	16.66	5.5	95.5	121.2	82.2
東	E	2011/03/12	00:19	36.322	142.055	18.00	5.7	96.6	130.9	82.2
東	E	2011/03/11	22:34	36.285	141.930	23.00	5.6	99.2	120.4	79.2
東	E	2011/03/12	03:17	36.258	141.804	16.00	5.7	101.8	109.9	81.7
東	E	2011/03/11	21:28	36.203	141.861	23.00	5.1	104.2	116.3	78.8
東	E	2011/03/12	09:45	36.162	141.932	20.00	5.6	105.4	123.7	80.8
東	E	2011/03/12	00:42	36.130	141.902	16.37	5.5	107.4	122.2	82.4
東	E	2011/03/12	00:13	36.054	142.002	22.82	6.7	109.6	133.4	80.3
東	E	2011/03/11	23:53	36.006	142.138	13.00	5.4	109.9	146.8	84.9
東	E	2011/03/11	17:10	36.057	141.709	18.45	5.4	114.3	108.9	80.4
東	E	2011/03/18	09:41	35.986	141.831	28.00	5.4	115.5	122.3	77.1
東	E	2011/03/12	05:23	35.958	141.663	9.66	5.4	120.4	110.4	85.0
東	E	2011/11/17	18:42	35.819	141.900	19.94	5.1	121.3	136.7	81.7
東	E	2011/03/23	00:03	35.875	141.764	22.68	5.8	121.9	123.0	79.6
東	E	2011/03/22	22:50	35.861	141.781	21.61	6.0	122.1	125.2	80.2
東	E	2011/03/24	05:43	35.959	141.258	26.76	5.2	133.7	81.2	71.8
東	E	2011/06/21	17:49	35.760	141.474	21.10	5.5	134.8	110.6	79.2
東	G	2005/04/04	02:57	37.373	141.754	43.97	5.3	45.1	143.5	73.0
東	G	2000/01/09	13:02	37.291	141.664	42.92	5.1	45.5	131.4	71.9
東	G	2011/03/12	05:34	36.947	141.224	49.07	5.1	45.7	76.8	57.4
東	G	2001/04/12	16:01	37.276	141.677	43.61	5.1	46.4	131.1	71.6
東	G	2011/07/19	10:38	37.326	141.758	30.80	5.4	46.7	140.1	77.6
東	G	2011/03/12	10:46	37.367	141.825	36.43	5.2	47.0	147.6	76.1
東	G	2011/03/12	03:44	36.871	141.155	47.33	5.0	47.3	66.5	54.5
東	G	2011/03/11	15:12	37.228	141.645	38.90	6.7	47.3	125.4	72.8
東	G	2001/08/04	20:42	37.342	141.807	37.67	5.0	47.4	144.6	75.4
東	G	1999/02/01	01:51	37.128	141.526	44.96	5.3	47.9	110.1	67.8
東	G	2012/01/12	12:20	36.968	141.304	33.35	5.9	48.0	83.6	68.2
東	G	2011/07/31	03:53	36.903	141.221	57.31	6.5	48.4	73.3	52.0
東	G	1998/08/16	23:05	37.251	141.759	42.06	5.3	49.4	134.7	72.7
東	G	2011/03/22	18:19	37.316	141.910	43.00	6.4	50.5	149.7	74.0
東	G	2012/04/13	21:12	36.957	141.374	31.31	5.2	51.3	87.6	70.3
東	G	2012/12/30	08:05	36.963	141.393	34.95	5.1	51.6	89.3	68.6
東	G	2011/09/08	22:38	37.273	141.924	39.61	5.2	52.3	147.7	75.0
東	G	2012/04/19	12:33	36.944	141.391	33.53	5.1	52.7	87.9	69.1
東	G	2012/04/13	19:10	36.947	141.422	31.54	6.0	53.5	90.4	70.8

方位角：東海第二発電所から震央位置を望む方向を北から時計回りの
角度で示している。

震央距離：東海第二発電所から震央位置までの距離を示している。

見かけの入射角：震央距離と震源深さから求めた震源方向の角度を示
している。垂直が0度、水平が90度となる。

見かけの入射角 = $\tan^{-1}$ (震央距離 / 震源深さ)

検討対象地震 (3/5)

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
東	G	2012/12/15	14:46	36.822	141.209	32.27	5.0	53.5	66.8	64.2
東	G	2011/03/18	11:47	37.187	141.866	44.31	5.2	54.2	137.9	72.2
東	G	2011/03/30	22:19	36.650	140.932	49.95	5.0	54.9	35.6	35.5
東	G	2011/03/11	15:44	36.640	140.915	49.57	5.3	54.9	33.7	34.2
東	G	2012/11/09	12:51	36.878	141.380	32.50	5.5	56.3	82.8	68.6
東	G	2011/03/11	14:51	37.311	142.238	33.00	6.8	56.7	173.0	79.2
東	G	2012/08/21	01:42	36.906	141.449	45.72	5.1	56.8	89.7	63.0
東	G	2013/02/09	13:43	36.844	141.360	32.64	5.2	57.9	79.3	67.6
東	G	2011/04/11	06:35	36.742	141.155	52.71	5.1	57.9	57.8	47.6
東	G	1999/10/05	09:38	37.356	142.430	56.62	5.2	58.2	190.1	73.4
東	G	2002/07/24	05:05	37.232	142.316	30.00	5.9	60.3	174.6	80.2
東	G	2011/04/30	14:06	36.760	141.281	36.94	5.3	61.4	68.6	61.7
東	G	2013/04/06	05:00	36.750	141.294	48.52	5.2	62.7	69.1	54.9
東	G	2011/03/17	21:54	36.738	141.309	47.01	5.7	64.2	69.7	56.0
東	G	2011/03/11	16:28	36.891	141.874	44.02	6.2	67.0	122.7	70.3
東	G	2001/09/04	23:54	36.757	141.473	41.92	5.3	67.1	83.9	63.5
東	G	2011/03/12	11:34	36.744	141.613	45.70	5.2	70.8	95.2	64.3
東	G	2002/02/12	22:44	36.590	141.083	47.79	5.7	72.0	44.8	43.1
東	G	2011/03/23	19:43	36.683	141.455	50.96	5.1	72.1	79.6	57.4
東	H	2012/03/21	21:01	36.752	142.394	41.00	5.0	78.2	163.0	75.9
東	H	2012/12/19	03:36	36.696	142.105	35.00	5.1	78.8	136.5	75.6
東	H	2011/03/11	20:16	36.628	141.709	42.54	5.5	79.4	100.3	67.0
東	H	2000/07/21	03:39	36.529	141.119	49.37	6.4	81.1	46.4	43.2
東	H	2011/03/11	17:12	36.549	141.386	32.46	6.6	82.3	70.4	65.3
東	H	2011/03/11	16:49	36.555	141.967	34.43	5.5	85.0	122.3	74.3
東	H	1999/10/16	17:14	36.462	141.534	39.00	5.2	90.0	83.1	64.9
東	H	2011/03/12	00:07	36.378	141.525	40.58	5.4	96.5	83.0	63.9
東	H	2011/03/11	20:13	36.321	141.947	37.00	5.6	97.2	121.3	73.0
東	H	2011/03/11	16:44	36.301	141.901	60.00	5.6	98.6	117.6	63.0
東	H	2011/05/24	20:49	36.400	141.122	44.43	5.0	98.8	46.8	46.5
東	H	2004/04/04	08:02	36.390	141.154	48.99	5.8	99.5	49.8	45.5
東	H	2005/08/08	00:06	36.340	141.446	46.03	5.6	100.3	76.6	59.0
東	H	2011/12/05	10:01	36.246	141.972	48.00	5.2	100.8	124.9	69.0
東	H	2013/07/21	18:52	36.271	141.811	54.00	5.0	101.0	110.2	63.9
東	H	1998/03/23	18:37	36.369	141.182	48.60	5.4	101.6	52.7	47.3
東	H	2011/03/11	20:56	36.281	141.675	40.34	5.3	101.8	98.0	67.6
東	H	2013/07/20	15:06	36.232	141.932	33.00	5.4	101.9	121.7	74.8
東	H	2011/03/20	16:56	36.205	141.987	57.00	5.2	102.7	127.3	65.9

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
東	H	2011/05/10	19:14	36.226	141.863	58.00	5.4	102.9	115.8	63.4
東	H	2002/10/21	01:06	36.369	141.124	49.66	5.4	102.9	47.6	43.8
東	H	2011/03/11	21:49	36.243	141.762	35.45	5.3	103.1	106.6	71.6
東	H	2005/10/19	20:44	36.382	141.043	48.32	6.3	103.3	40.2	39.8
東	H	1999/01/02	01:20	36.233	141.710	46.00	5.1	104.3	102.3	65.8
東	H	2000/08/19	21:41	36.274	141.480	45.66	5.5	104.9	81.2	60.7
東	H	2002/06/19	18:16	36.192	141.804	58.00	5.4	105.4	111.7	62.6
東	H	2011/03/23	04:09	36.220	141.682	52.20	5.0	105.4	100.3	62.5
東	H	2011/03/22	21:04	36.231	141.627	48.42	5.9	105.6	95.2	63.0
東	H	2011/03/21	14:08	36.240	141.577	48.87	5.0	105.8	90.6	61.7
東	H	2011/09/15	17:00	36.255	141.483	50.88	6.3	106.3	82.1	58.2
東	H	2011/03/11	21:59	36.148	141.914	35.00	5.3	106.3	122.6	74.1
東	H	2011/08/22	20:23	36.107	141.984	34.00	6.1	107.4	130.0	75.3
東	H	2011/03/12	02:23	36.119	141.924	32.00	5.2	107.6	124.4	75.6
東	H	2011/03/11	17:19	36.157	141.716	35.54	6.8	108.7	105.3	71.4
東	H	2006/03/13	13:06	36.057	141.766	59.00	5.1	113.2	113.6	62.6
東	H	2001/07/31	13:59	36.085	141.662	43.07	5.1	113.7	103.8	67.5
東	H	2004/03/11	11:34	36.322	141.008	47.52	5.3	113.8	39.4	39.7
東	H	2006/03/13	13:15	36.068	141.670	56.03	5.1	114.5	105.3	62.0
東	H	2011/11/02	01:21	36.006	141.766	41.00	5.0	115.7	116.0	70.5
東	H	2011/03/12	04:58	36.256	141.053	42.51	4.8	120.0	46.3	47.5
東	H	1999/03/02	16:12	35.679	142.130	53.00	6.3	122.0	162.7	72.0
東	H	2011/03/11	23:56	35.972	141.570	31.21	5.8	122.1	102.5	73.1
東	H	1998/12/17	21:49	36.057	141.383	40.16	5.1	122.8	83.2	64.2
東	H	2011/03/23	01:12	35.811	141.837	34.74	5.4	122.9	132.4	75.3
東	H	2011/03/12	04:08	36.286	140.948	34.71	5.2	122.9	36.5	46.5
東	H	2011/03/11	15:15	36.121	141.253	42.70	7.6	123.2	69.5	58.4
東	H	2011/03/22	14:59	35.803	141.817	39.06	5.1	123.7	131.4	73.4
東	H	2011/03/11	16:42	36.079	141.233	37.46	5.4	127.2	70.8	62.1
東	H	2011/03/11	20:46	36.062	141.175	41.18	5.4	131.1	68.0	58.8
東	H	2011/03/11	17:35	36.069	141.133	37.31	5.2	132.8	64.6	60.0
東	-	2012/01/03	03:28	36.377	141.899	60.25	5.0	94.5	116.3	62.6
東	-	2011/07/07	00:15	36.375	141.788	76.38	5.9	95.1	106.4	54.3
東	-	2011/03/28	14:44	36.362	141.865	72.90	5.3	95.4	113.4	57.3
東	-	2011/05/28	22:46	36.302	142.133	77.18	5.0	97.1	138.2	60.8
東	-	2012/06/22	06:15	36.294	141.850	73.00	5.0	99.3	113.2	57.2
東	-	2011/03/30	14:29	36.124	142.471	80.00	6.3	102.2	171.7	65.0
東	-	2011/04/01	23:44	36.240	141.653	63.37	5.2	104.7	97.2	56.9

方位角：東海第二発電所から震央位置を望む方向を北から時計回りの
角度で示している。

震央距離：東海第二発電所から震央位置までの距離を示している。

見かけの入射角：震央距離と震源深さから求めた震源方向の角度を示
している。垂直が0度、水平が90度となる。

見かけの入射角 = $\tan^{-1}$ (震央距離 / 震源深さ)

検討対象地震 (4/5)

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
東	-	2006/02/03	15:10	36.229	141.612	63.29	5.3	105.9	94.0	56.0
東	-	2006/02/03	13:37	36.215	141.611	62.08	5.9	106.9	94.4	56.7
東	-	2006/02/03	14:41	36.220	141.581	62.63	5.0	107.0	91.6	55.6
東	-	2011/03/22	10:13	36.086	141.936	69.06	5.0	109.0	126.6	61.4
東	-	2011/04/14	15:08	35.517	142.465	28.00	6.0	121.6	197.9	81.9
南	B	1997/03/23	14:58	35.969	140.107	71.46	5.1	219.3	71.1	44.9
南	C	1998/01/14	02:17	35.617	140.233	77.98	5.0	199.8	100.1	52.1
南	C	1999/09/13	07:56	35.598	140.160	75.81	5.1	202.8	104.4	54.0
南	C	2005/07/23	16:34	35.582	140.139	73.08	6.0	203.4	106.8	55.6
南	C	1998/08/29	08:46	35.633	140.029	64.60	5.3	209.5	106.0	58.7
南	C	2012/05/29	01:36	35.806	140.087	63.99	5.2	212.7	86.9	53.6
南	F	2011/03/11	15:57	35.819	141.182	27.53	6.2	144.1	88.5	72.7
南	F	2013/01/22	04:46	35.874	140.937	16.03	5.1	155.6	72.1	77.5
南	F	2012/01/27	13:19	35.777	140.983	14.37	5.0	156.0	83.7	80.3
南	F	2011/03/16	05:30	35.285	141.224	24.16	5.8	156.8	142.4	80.4
南	F	2011/08/06	16:14	35.340	141.157	28.11	5.2	158.1	134.5	78.2
南	F	2011/03/16	12:52	35.837	140.907	9.97	6.1	158.8	74.8	82.4
南	F	2011/03/17	21:32	35.630	140.979	27.87	5.7	160.0	98.6	74.2
南	F	2013/04/04	13:42	35.767	140.918	12.27	5.1	160.1	82.5	81.5
南	F	2011/04/13	08:36	35.487	140.879	26.90	5.3	167.2	111.4	76.4
南	F	2011/04/12	08:08	35.482	140.868	26.27	6.4	167.7	111.7	76.8
南	F	2011/12/03	05:55	35.352	140.322	22.02	5.2	191.8	126.2	80.1
南	I	2011/03/11	18:55	36.232	140.880	45.10	5.0	136.6	35.8	38.4
南	I	2011/03/11	16:45	35.993	141.074	41.15	5.0	141.2	67.2	58.5
南	I	2011/03/11	15:17	35.964	141.082	34.29	5.9	142.4	70.2	64.0
南	I	2011/03/11	20:20	35.795	141.200	38.55	5.6	144.2	91.6	67.2
南	I	2011/05/20	09:46	35.802	141.176	35.86	5.8	145.0	89.8	68.2
南	I	2011/03/11	23:00	36.148	140.879	43.42	5.4	145.2	42.9	44.7
南	I	2000/12/05	01:47	35.835	141.143	34.86	5.5	145.3	85.0	67.7
南	I	2013/04/29	22:01	35.809	141.126	34.40	5.6	147.2	86.6	68.3
南	I	2011/03/18	17:01	35.822	141.112	34.58	5.4	147.4	84.7	67.8
南	I	1996/09/11	11:37	35.639	141.217	51.99	6.4	148.9	107.0	64.1
南	I	2002/02/11	10:09	35.786	141.089	34.72	5.2	149.9	87.0	68.3
南	I	1996/08/17	21:00	35.565	141.233	45.48	5.0	150.4	114.8	68.4
南	I	2011/03/12	04:24	35.759	141.041	35.13	5.7	153.4	87.6	68.2
南	I	2011/03/30	21:51	35.444	141.228	30.12	5.3	153.5	126.4	76.6
南	I	2000/07/21	14:16	35.253	141.322	37.14	5.7	154.2	149.3	76.0
南	I	2001/04/17	09:39	35.617	141.089	37.54	5.0	155.1	103.7	70.1

4領域	9領域	発震日時		震央位置		震源深さ (km)	マグニ チュード	方位角 (度)	震央距離 (km)	見かけの 入射角 (度)
				緯度(度)	経度(度)					
南	I	2012/11/16	17:25	35.357	141.230	30.24	5.5	155.3	135.3	77.4
南	I	2013/02/19	21:27	35.346	141.199	37.21	5.6	156.6	135.3	74.6
南	I	2011/03/22	12:38	35.264	141.237	36.97	5.9	156.7	145.0	75.7
南	I	2005/05/19	10:14	35.559	141.082	33.35	5.4	156.8	109.3	73.0
南	I	2012/06/06	04:31	34.993	141.371	37.02	6.3	156.9	177.5	78.2
南	I	2011/07/25	20:54	35.245	141.232	36.96	5.7	157.2	146.8	75.9
南	I	2006/09/07	03:06	35.590	141.057	38.21	5.1	157.2	105.3	70.1
南	I	2002/10/16	13:04	35.835	140.903	34.00	5.0	159.1	74.9	65.6
南	I	2005/09/09	16:15	35.590	140.947	37.54	5.0	162.4	101.9	69.8
南	I	2000/06/03	17:54	35.690	140.747	48.06	6.1	171.6	87.0	61.1
南	I	1998/06/14	22:17	35.465	140.749	46.43	5.7	173.4	111.8	67.5
南	I	2005/06/20	01:15	35.734	140.695	50.65	5.6	174.4	81.6	58.2
南	I	2012/04/25	05:22	35.723	140.679	43.12	5.5	175.5	82.7	62.5
南	I	2001/05/25	15:55	35.759	140.666	47.18	5.0	176.1	78.6	59.0
南	I	2013/06/06	12:28	35.644	140.656	50.01	5.0	177.2	91.3	61.3
南	I	2011/05/22	07:06	35.730	140.644	48.33	5.5	177.6	81.8	59.4
南	I	2005/04/11	07:22	35.727	140.621	51.51	6.1	179.1	82.0	57.9
南	-	2012/04/29	19:28	35.716	140.601	48.26	5.8	180.4	83.2	59.9
南	-	2006/10/14	06:38	34.895	140.305	64.42	5.1	189.0	176.4	69.9
南	-	2012/08/20	20:42	35.917	140.442	57.20	5.2	193.7	62.7	47.6
南	-	2011/03/16	22:39	35.917	140.440	53.41	5.4	193.9	62.8	49.6
南	-	1999/07/15	07:56	35.936	140.441	49.64	5.0	194.3	60.7	50.7
南	-	1997/09/08	08:40	35.558	140.002	108.59	5.1	208.6	114.5	46.5
南	-	2006/02/01	20:35	35.761	140.004	101.02	5.1	214.9	95.2	43.3
西	B	2005/10/16	16:05	36.039	139.938	47.12	5.1	232.0	76.5	58.4
西	B	2012/06/01	17:48	36.028	139.875	43.69	5.1	233.7	81.8	61.9
西	B	2011/07/15	21:01	36.164	140.083	66.36	5.4	234.6	57.7	41.0
西	B	1996/12/21	10:28	36.096	139.861	53.11	5.6	238.7	78.6	55.9
西	B	2005/07/28	19:15	36.126	139.846	51.12	5.0	241.3	78.0	56.8
西	B	2011/04/02	16:55	36.207	139.962	53.63	5.0	243.8	64.6	50.3
西	B	2002/06/14	11:42	36.216	139.977	56.99	5.1	244.1	62.9	47.8
西	B	2001/07/20	06:02	36.162	139.813	55.17	5.0	244.9	78.9	55.0
西	-	2012/01/28	07:43	35.489	138.977	18.16	5.4	234.1	182.6	84.3
西	-	2011/04/12	07:26	36.819	138.606	0.00	5.6	282.9	183.2	90.0
西	-	2011/03/12	04:31	36.949	138.573	0.78	5.9	287.0	189.5	89.8
西	-	2011/03/12	03:59	36.986	138.598	8.38	6.7	288.4	188.5	87.5
西	-	2001/01/04	13:18	36.957	138.769	11.23	5.3	288.9	173.0	86.3
西	-	2013/02/25	16:23	36.874	139.413	2.84	6.3	293.3	115.9	88.6
西	-	2005/08/21	11:29	37.298	138.712	16.73	5.0	299.2	192.5	85.0

方位角：東海第二発電所から震央位置を望む方向を北から時計回りの
角度で示している。

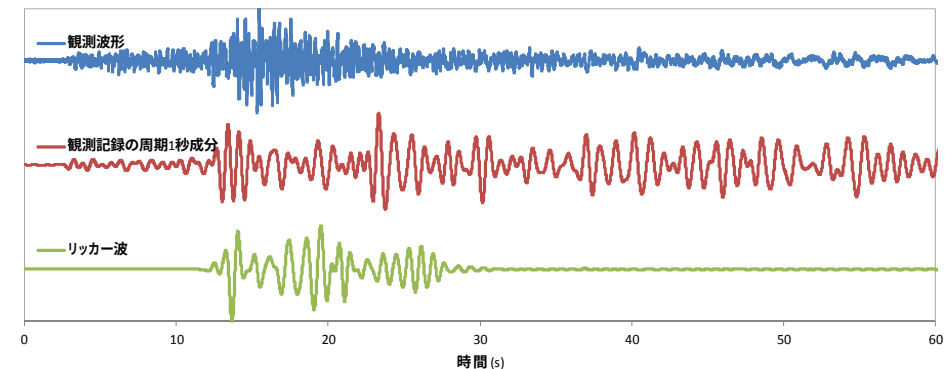
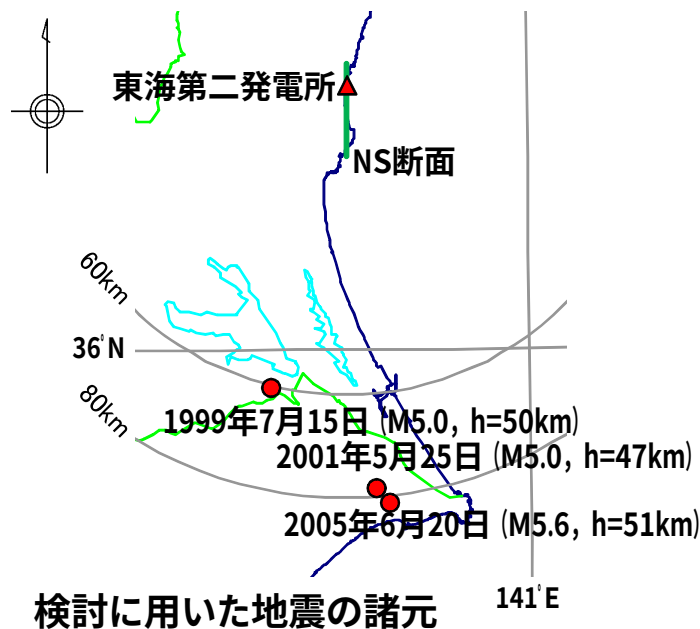
震央距離：東海第二発電所から震央位置までの距離を示している。

見かけの入射角：震央距離と震源深さから求めた震源方向の角度を示
している。垂直が0度、水平が90度となる。

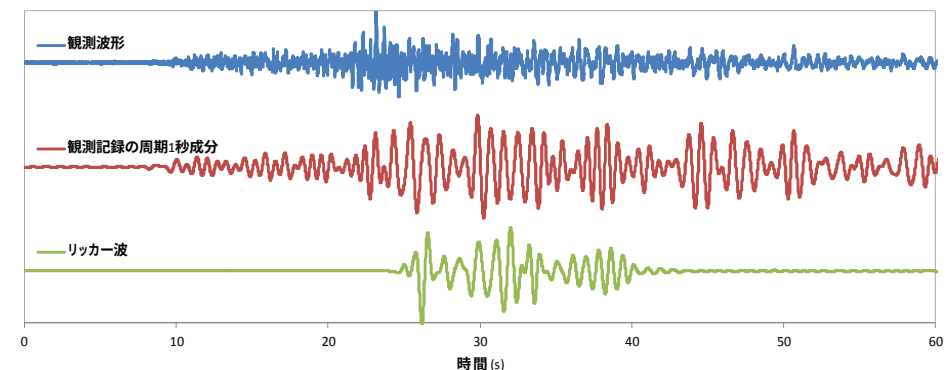
見かけの入射角 = $\tan^{-1}$ (震央距離 / 震源深さ)

解析結果 一応答波形と地震観測記録の比較一

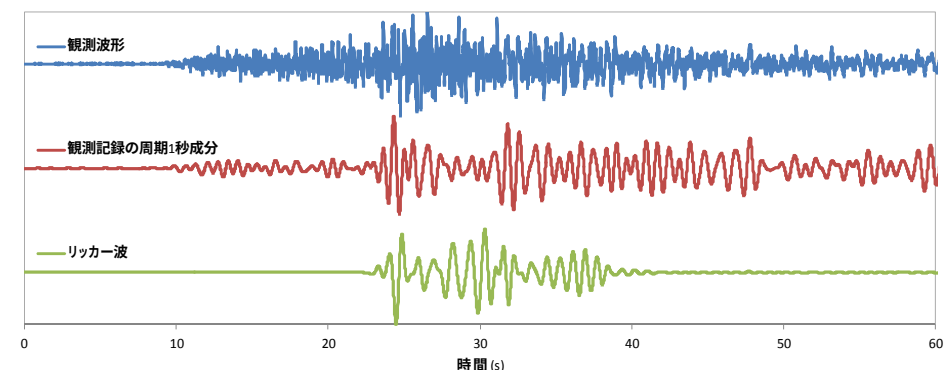
- ・NS断面に中心周期1.0秒のリッカー波を入射角40度で入力すると、他のケースより後続波が顕著に表れる特徴が見られるため、敷地での観測記録に同様の特徴が見られるか検討した。
- ・検討方法は、敷地での地震観測記録に周期1.0秒を強調するバンドパスフィルタ処理を行い、中心周期1.0秒のリッカー波を入射角40度でNS断面に入力した場合の発電所位置での応答波と比較した。
- ・解析結果のような主要動の後に後続波が複数回到達する様子は観測記録にも見られ、解析結果と観測記録が整合していることが確認できた。



1999年7月15日 茨城県南部



2001年5月25日 千葉県北東部



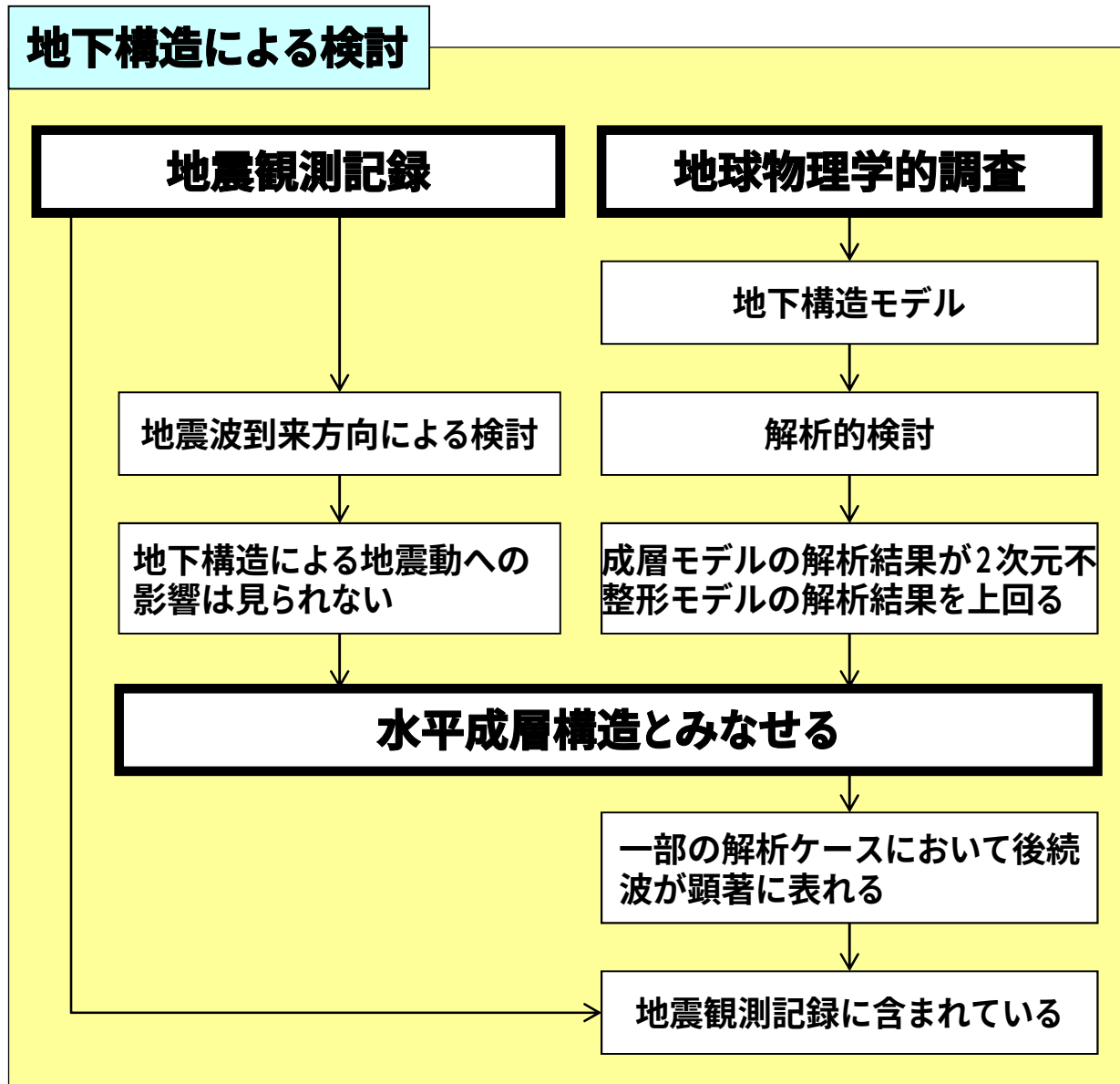
2005年6月20日 千葉県北東部

広域地盤モデルによる深部地下構造検討のまとめ

- 敷地の西側及び南側に見られる基盤 ($V_s=3\text{km/s}$ 相当) の上面が深くなる基盤形状による影響を地盤モデルを用いた解析により検討し、以下の結果が得られた。

- ・ 発電所位置での短周期入力波の最大振幅は、基盤が深い地域と同程度である。
- ・ 発電所位置での長周期入力波の最大振幅は、基盤が深い地域より小さくなる。
- ・ 1次元モデルと2次元モデルの主要動部における波形(位相)は同様である。
- ・ 主要動付近の振幅は、成層モデル鉛直入射と成層モデル斜め入射が概ね同程度の振幅となり、2次元不整形モデルは同程度またはそれ以下である。
- ・ NS断面に中心周期1.0秒のリッカー波を入射角40度で入力すると、他のケースより後続波が顕著に表れる特徴が見られるものの、後続波の振幅は、主要動の振幅と同程度またはそれ以下である。
- ・ このように、各ケースにおいて成層モデル鉛直入射の最大振幅が2次元不整形モデルの最大振幅を上回ることより、発電所直下の地下構造を水平成層構造とみなして地震動が評価できることを確認した。
- ・ なお、一部の解析ケースにおいて後続波が顕著に表れ、主要動の振幅と同程度またはそれ以下となる特徴については、地震観測記録に含まれており、地震観測記録と解析結果が整合的であることを確認した。

広域地盤モデルによる深部地下構造検討のまとめ



地震動評価

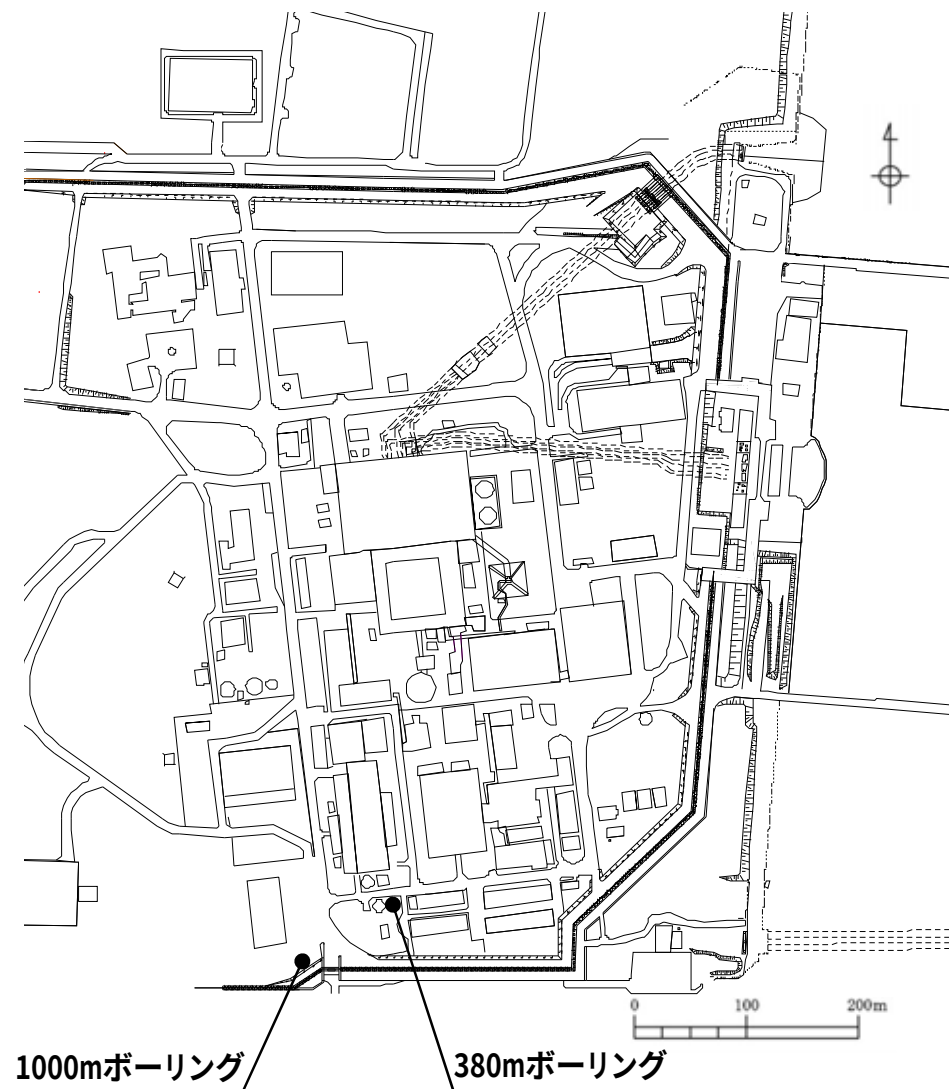
応答スペクトルに基づく地震動評価

地震の発生様式や地域性を考慮して地震波の伝播特性の影響を評価し、応答スペクトルに反映させる。

断層モデルを用いた手法による地震動評価

観測記録の精度や想定する震源断層の特徴を踏まえ、要素地震としての適性について慎重に検討した上で、経験的グリーン関数法による地震動評価を行う。

- 地震観測記録を用いた地震波の到来方向による検討や、地球物理学的調査に基づき作成した地下構造モデルによる解析的検討の結果より、東海第二発電所の地下構造は水平成層とみなせることを確認したので、地盤調査結果と地震観測記録を用いて、一次元波動論に基づき地盤モデルを設定する。
- 東海第二発電所の敷地では、1993年に深さ380m程度の解放基盤表面までを対象としたボーリング調査を実施するとともに、ボーリング孔を利用した鉛直アレイ地震観測を開始した。その後、2011年までに深さ1000m程度のボーリング調査を追加実施した。
- 解放基盤表面以浅については、ボーリング調査結果と地震観測記録を用いた地盤同定解析を実施した。
- 東海第二発電所敷地直下の地盤モデルは、解放基盤表面以浅を地震観測記録により同定した解析モデルを用い、解放基盤表面以深に深さ1000m程度のボーリング調査結果を組み合わせ設定することとした。



地盤モデルの検討に用いたボーリング位置 (平面)

P S検層結果 (ダウンホール法)

[380mボーリング]

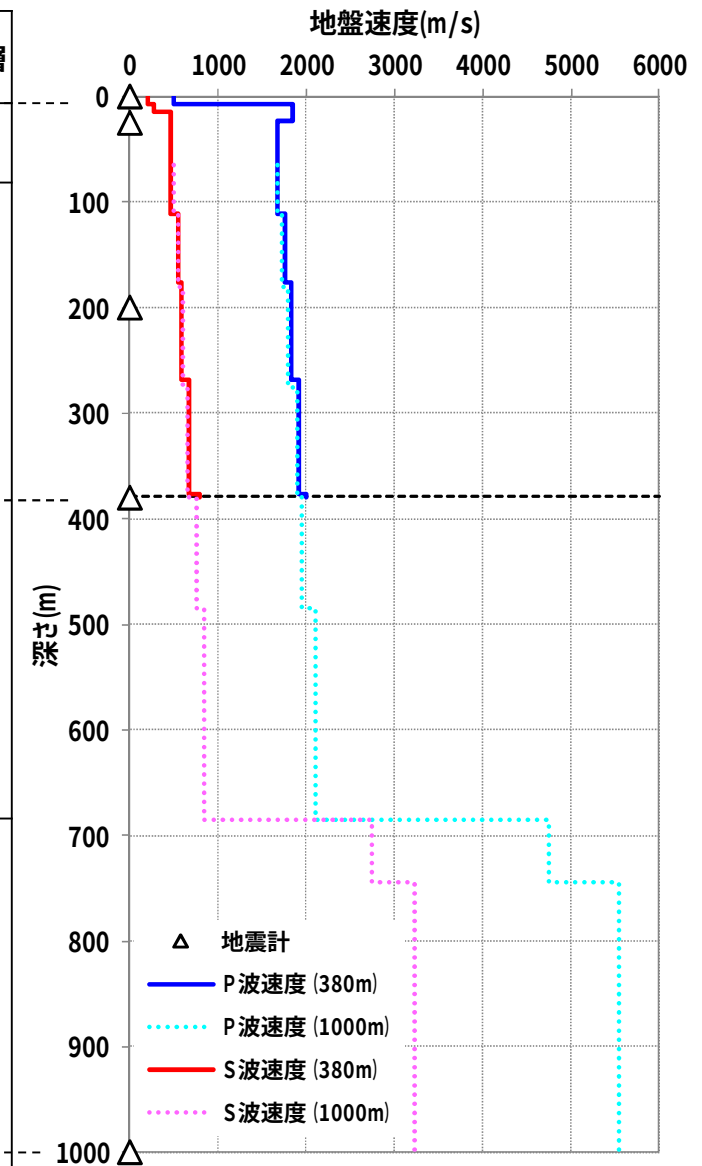
上端深さ (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	地層
0	210	500	第四系
7	280	1850	
15	470	1850	
23	460	1680	新第三系
114	540	1760	
176	590	1830	
268	670	1920	
376	790	2000	
380	—	—	

※ G.L. = E.L.8.0m

注) 1000mボーリングにおける65m以浅のS波速度とP波速度, 485m以浅の減衰定数は取得していない。

[1000mボーリング]

上端深さ (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	減衰定数		地層
			水平	鉛直	
—	—	—	—	—	—
65	500	1680	—	—	新第三系
110	540	1730	—	—	
180	600	1790	—	—	
275	650	1890	—	—	
380	750	1950	—	—	
485	840	2110	0.0246	0.0103	
685	2750	4740	0.0725	0.0397	先新第三系
745	3220	5550	0.0154	0.0102	
1000	—	—	—	—	



浅部地盤の同定解析 [水平動]

●地盤モデルの同定結果 (水平動)

- ・地震観測記録から求めた伝達関数に、一次元波動論に基づく理論伝達特性を当てはめる逆解析により、地盤モデルを同定した。
- ・初期値は、380mボーリングの調査結果とし、S波速度と減衰定数について同定した。
- ・解析手法は遺伝的アルゴリズムを用い、乱数の初期値を変えた5通りの計算結果の平均値を採用した。
- ・解析パラメータについては、山中・石田(1995)を参考に設定した。

同定解析における初期値, 探索範囲, 同定結果 (水平動)

固定パラメータ					初期値	探索範囲		同定結果	
G.L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm ³)	地層区分	地層	S波速度 (m/s)	S波速度	減衰 h(f)=h ₀ ×f ^{-α}	S波速度 (m/s)	減衰定数 h(f)=h ₀ ×f ^{-α}
▲ 0.0									
	2.5	1.71	砂	第四系	210	初期値の 0.6～1.2倍	h ₀ :0.010～1.000 α:0.00～1.00	130	h ₀ :0.236 α:0.75
	4.5							151	
	7.0	8.0	1.66		礫混じり砂	280		308	
	15.0				シルト			478	
	23.0	8.0	1.82		砂礫	470		477	h ₀ :0.072 α:0.93
▲	91.0	1.69	砂質 泥岩		新第三系	460		477	
	114.0	62.0		1.74		540		557	
	176.0	92.0		1.78		590		669	
268.0	108.0	1.82		670		756			
376.0	4.0	1.85		790		790			
▽									
▲ -380.0	—								

▲: 地震計設置位置
▽: 解放基盤表面

同定対象

※ G.L. = E.L. 8.0m

浅部地盤の同定解析 [鉛直動]

●地盤モデルの同定結果 (鉛直動)

- ・地震観測記録から求めた伝達関数に、一次元波動論に基づく理論伝達特性を当てはめる逆解析により、地盤モデルを同定した。
- ・初期値は、380mボーリングの調査結果とし、P波速度と減衰定数について同定した。
- ・解析手法は遺伝的アルゴリズムを用い、乱数の初期値を変えた5通りの計算結果の平均値を採用した。
- ・解析パラメータについては、山中・石田(1995)を参考に設定した。

同定解析における初期値, 探索範囲, 同定結果 (鉛直動)

固定パラメータ					初期値	探索範囲		同定結果	
G.L. (m)	層厚 (m)	密度 (g/cm ³)	地層区分	地層	P波速度 (m/s)	P波速度	減衰 h(f)=h ₀ ×f ^{-α}	P波速度 (m/s)	減衰定数 h(f)=h ₀ ×f ^{-α}
▲ 0.0		1.71	砂	第四系	500	100～500 (m/s)	h ₀ :0.010～1.000 α:0.00～1.00	280	h ₀ :0.203 α:0.21
	2.5							403	
	4.5								
	-7.0	1.66	礫混じり砂		1850	1589			
	8.0		シルト						
	-15.0	1.82	砂礫			1509			
-23.0									
▲	91.0	1.69	砂質 泥岩	新第三系	1680			1753	h ₀ :0.203 α:0.93
	-114.0	62.0			1.74	1760		1742	
	-176.0	92.0			1.78	1830		2067	
▲	-268.0	108.0			1.82	1920	2256		
	-376.0	1.85							
▽	4.0					2000	2000		
▲ -380.0	—								

▲: 地震計設置位置
▽: 解放基盤表面

□ 同定対象

※ G.L. = E.L. 8.0m

地盤モデルの設定

設定した地盤モデル

- ①解放基盤表面以浅の地盤モデルは、地盤同定解析結果を基に設定した。
- ②解放基盤表面以深の地盤モデルは、1000mボーリングの調査結果を基に設定した。
- ③なお、解放基盤表面以深の最上層のS波速度、P波速度及び密度については、地盤モデルにおける物性値の連続性を考慮し、解放基盤表面以浅の地盤モデルにおける最下層の数値とした。
- ④減衰定数については、解放基盤表面から地震基盤までは信岡ほか(2012)、地震基盤以深については佐藤ほか(1994)に基づき設定した。

▽解放基盤表面 (E.L.-370m)

▽地震基盤 (E.L.-677m)

※ E.L. (m)	層厚 (m)	S波速度 (m/s)	P波速度 (m/s)	密度 (g/cm ³)	減衰定数							
					水平	鉛直						
① 8.0	2.5	130	280	1.71	$0.236f^{0.752}$	$0.203f^{0.21}$						
5.5							4.5	151	403			
1.0		8.0	308							1589	1.66	
-7.0												8.0
-15.0							91.0	477	1753			
-106.0	62.0	557	1742	1.74	$0.072f^{0.931}$	$0.203f^{0.93}$						
-168.0	92.0	669	2067	1.78								
-260.0	108.0	756	2256	1.82								
-368.0	2.0	790	2000	1.85								
-370.0	107.0	③ 790	2000	1.85			④ 0.02	0.01				
-477.0	200.0	840	2110	1.96								
-677.0	60.0	2750	4740	2.63	$Q=110f^{0.69}$							
-737.0	265.0	3220	5550	2.70								
-1002.0	-	3220	5550	2.70								

※ G.L. = E.L.8.0m

検討用地震の選定：選定フロー

検討用地震の候補

過去の被害地震

- ・磐城・常陸・安房・上総・下総の地震
- ・1896年鹿島灘の地震
- ・関東大地震
- ・那珂川下流域の地震
- ・塩屋崎沖の地震
- ・1938年鹿島灘の地震
- ・福島県東方沖地震
- ・2011年東北地方太平洋沖地震の本震
- ・2011年東北地方太平洋沖地震の最大余震

各機関が想定した震源による地震

- ・茨城県南部の地震（中央防災会議）
- ・茨城県沖の地震（地震調査研究推進本部）

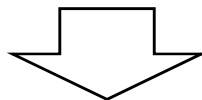
評価手法

検討用地震の候補について応答スペクトル手法により評価を行う。手法はNoda et al.(2002)を用いる。評価にあたり、地震観測記録から算出した補正係数を考慮する。なお、敷地での観測記録が存在する地震については、その解放基盤波を採用する。



補正係数の算出

鹿島灘付近で発生した地震の応答スペクトル比を検討し、当該地域で発生した地震について短周期側で4倍の補正係数を考慮する。

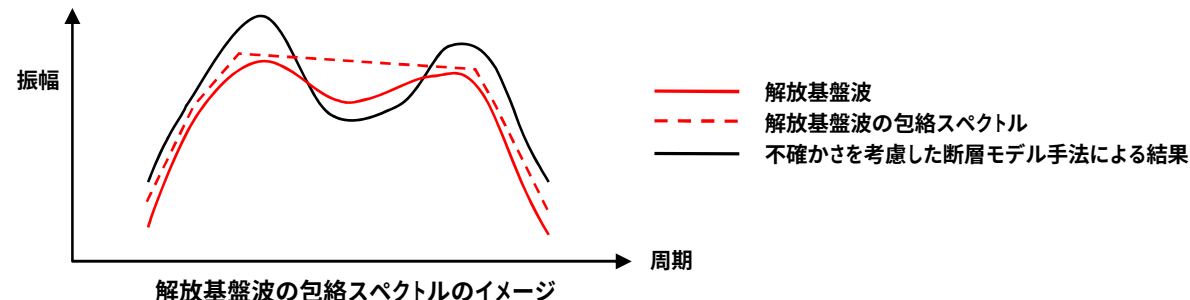


敷地に対して最も影響の大きい地震をプレート間地震の検討用地震として選定する。

地震動評価手法

■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ような巨大地震では、複数の強震動生成域が時間的にも空間的にも離れて連動し、敷地での揺れは、特に短周期域において敷地近傍の強震動生成域の影響が支配的となる特徴がある。こ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よく評価でき、実務に活用されている実績のある距離減衰式はないと考えられる。
- ・一方、東海第二発電所においては、2011年東北地方太平洋沖地震における岩盤上の観測記録が得られていることから、距離減衰式による評価の代わりに、この地震の解放基盤波を基に地震動を設定する。設定に際しては、解放基盤波と断層モデル手法による結果を比較した際に、解放基盤波が不確かさを考慮した断層モデル手法による結果を上回る周期帯がでてくる場合が考えられるので、そのような周期帯に余裕を持たせるよう解放基盤波を包絡した応答スペクトルを設定する。この包絡した応答スペクトルを応答スペクトルに基づく手法による地震動評価とする。



- ・なお、余裕の考慮については、解放基盤波を一律係数倍する方法も考えられるが、解放基盤波が不確かさを考慮した断層モデル手法による結果を上回る周期帯に対してより多くの余裕を持たせるためには、スペクトルの山谷が一律に係数倍されるよりも、振幅レベルの小さい谷の部分がより効果的に包絡される包絡スペクトルの方が適していると考えられる。

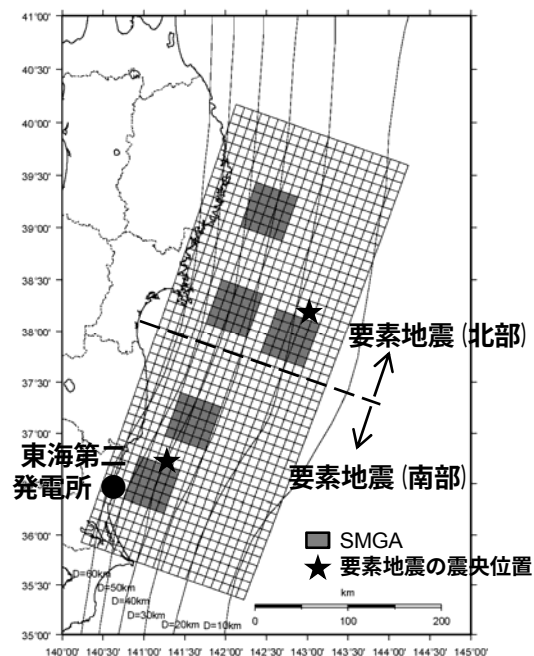
■断層モデルを用いた手法による地震動評価

震源近傍で発生した適切な要素地震の観測記録が敷地で得られているため、経験的グリーン関数法により評価する。また、敷地への影響の観点から、震源の不確かさを考慮する。

断層モデル手法による評価：要素地震の選定

■要素地震の選定方法

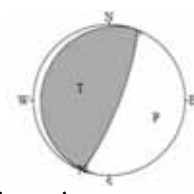
- ・要素地震の選定においては、設定した断層モデルと同じ震源メカニズムを有する地震とした。
- ・震源断層が広域になることから、北部の領域と南部の領域からそれぞれ要素地震を選定した。
- ・断層面の北半分については要素地震（北部）を、断層面の南半分については要素地震（南部）をそれぞれ用いた。



要素地震の震央位置

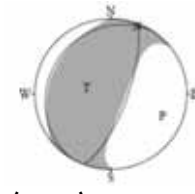
要素地震 (北部)

発生日 2011年3月10日
地震規模※1 M6.8
震源深さ※1 9.3km
地震モーメント※2 $5.51E+18(N \cdot m)$



要素地震 (南部)

発生日 2009年2月1日
地震規模※1 M5.8
震源深さ※1 47.0km
地震モーメント※2 $4.65E+17(N \cdot m)$



要素地震のメカニズム解 (下半球)

※1 気象庁による。
※2 F-netによる。

検討用地震の選定：選定フロー

検討用地震の候補

過去の被害地震や各機関が想定した震源による地震について、太平洋プレートやフィリピン海プレートの内部で発生した地震を整理した。

[フィリピン海プレートの内部で発生する地震]
(過去の被害地震)
・霞ヶ浦付近の地震※1
・茨城県龍ヶ崎付近の地震
(各機関が想定した震源による地震)
・中央防災会議 (2004) による茨城県南部の地震
・中央防災会議 (2013) による茨城県南部の地震※2

[太平洋プレートの内部で発生する地震]
(各機関が想定した震源による地震)
・地震調査研究推進本部による震源断層を予め特定しにくい地震 (陸域)
・地震調査研究推進本部による震源断層を予め特定しにくい地震 (海域) ※2
・地震調査研究推進本部による海溝寄りのプレート内地震※2

※1 首都直下地震防災・減災特別プロジェクトによると太平洋プレート内地震の可能性が指摘されているが、信頼性は中程度とされていることから敷地への影響を考慮しフィリピン海プレートとして扱う。
※2 設置変更許可申請時からの追加検討による。

評価手法

検討用地震の候補について、Noda et al.(2002)の手法による評価を実施した。評価にあたり、地震観測記録から算出した補正係数を考慮した。

補正係数の算出

陸域寄りで発生した海洋プレート内地震の補正係数を当該場所で発生した太平洋プレート及びフィリピン海プレートの両方の地震に考慮した。

敷地周辺で発生したフィリピン海プレート内地震が限られる。

検討用地震の選定結果

敷地においては、太平洋プレートよりもフィリピン海プレートの方が相対的に近いため、同じ地震規模である「地震調査研究推進本部による震源断層を予め特定しにくい地震」に対して、全周期帯にわたり「中央防災会議 (2004) 及び中央防災会議 (2013) による茨城県南部の地震」が最も影響の大きい評価結果となっている。以上のことから、検討用地震はフィリピン海プレート内地震である「茨城県南部の地震 (M7.3)」で代表させる。

地震動評価手法

■応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

Noda et al.(2002)の手法による評価を実施する。評価にあたり、陸域寄りの場所で発生したプレート内地震の補正係数を考慮する。

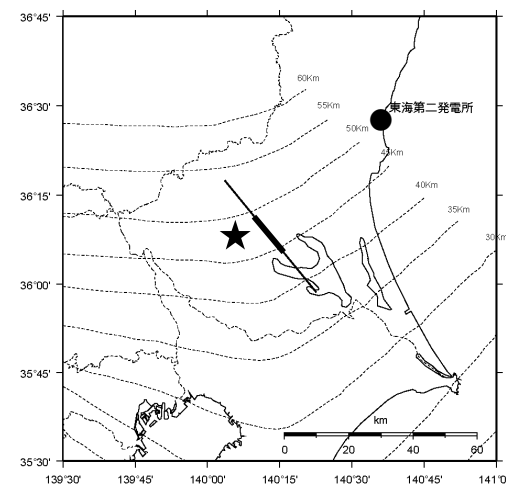
■断層モデルを用いた手法による地震動評価

震源近傍で発生した適切な要素地震の観測記録が敷地で得られているため、経験的グリーン関数法により評価する。波形合成はDan et al.(1989)の手法に基づき実施する。

断層モデル手法による評価：要素地震の選定 (1/2)

■要素地震の選定結果

基本震源モデル及び不確かさを考慮した各モデルの断層面と地震波の到来方向がほぼ等しく、伝播特性とサイト特性が共通であると考えられる2014年11月12日の地震 (M4.8) を要素地震として選定する。なお、この要素地震は、想定する断層面と震源メカニズムが異なるため、合成に際しては放射特性係数の補正の必要性について検討したうえで使用する。



★ 要素地震の震央位置
— アスペリティ

基本震源モデルの断層面と
要素地震の震央位置との関係

震源メカニズムの比較



要素地震のメカニズム解 (下半球)

※1 気象庁による。
※2 F-netによる。

地震	メカニズム解			放射特性係数	
	走向 (度)	傾斜 (度)	すべり (度)	F_{SV}	F_{SH}
要素地震 (2014.11.12, M4.8)	4	64	88	0.54	0.20
茨城県南部の地震 (Mw7.3)	140.7	90	180	メッシュごとの方位角, 射出角を用いて算定 (参考) 0.10※3 (参考) 0.66※3	

※3 アスペリティの中心位置 (方位角約45度, 射出角約137度) で算定した場合

地震動評価手法

■応答スペクトルに基づく手法による地震動評価

- ・ 解放基盤表面における地震動として評価できること、震源の広がりを考慮できること、敷地における地震観測記録等を用いて諸特性が考慮できること、さらに水平方向及び鉛直方向の地震動を評価できることから、Noda et al.(2002)を採用する。
- ・ 地震動評価に際しては、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する。日本電気協会(2016)による内陸地殻内地震に対する補正は行わない。
- ・ 地震規模は松田式によりM7.8とする。

応答スペクトルに基づく手法による評価ケース

評価ケース	地震規模 M	等価震源距離 (km)	補正係数
基本震源モデル	7.8	26.3	考慮
短周期レベルの不確かさ	7.8	26.3	考慮
断層傾斜角の不確かさ	7.8	25.3	考慮
アスペリティ位置の不確かさ	7.8	24.4	考慮

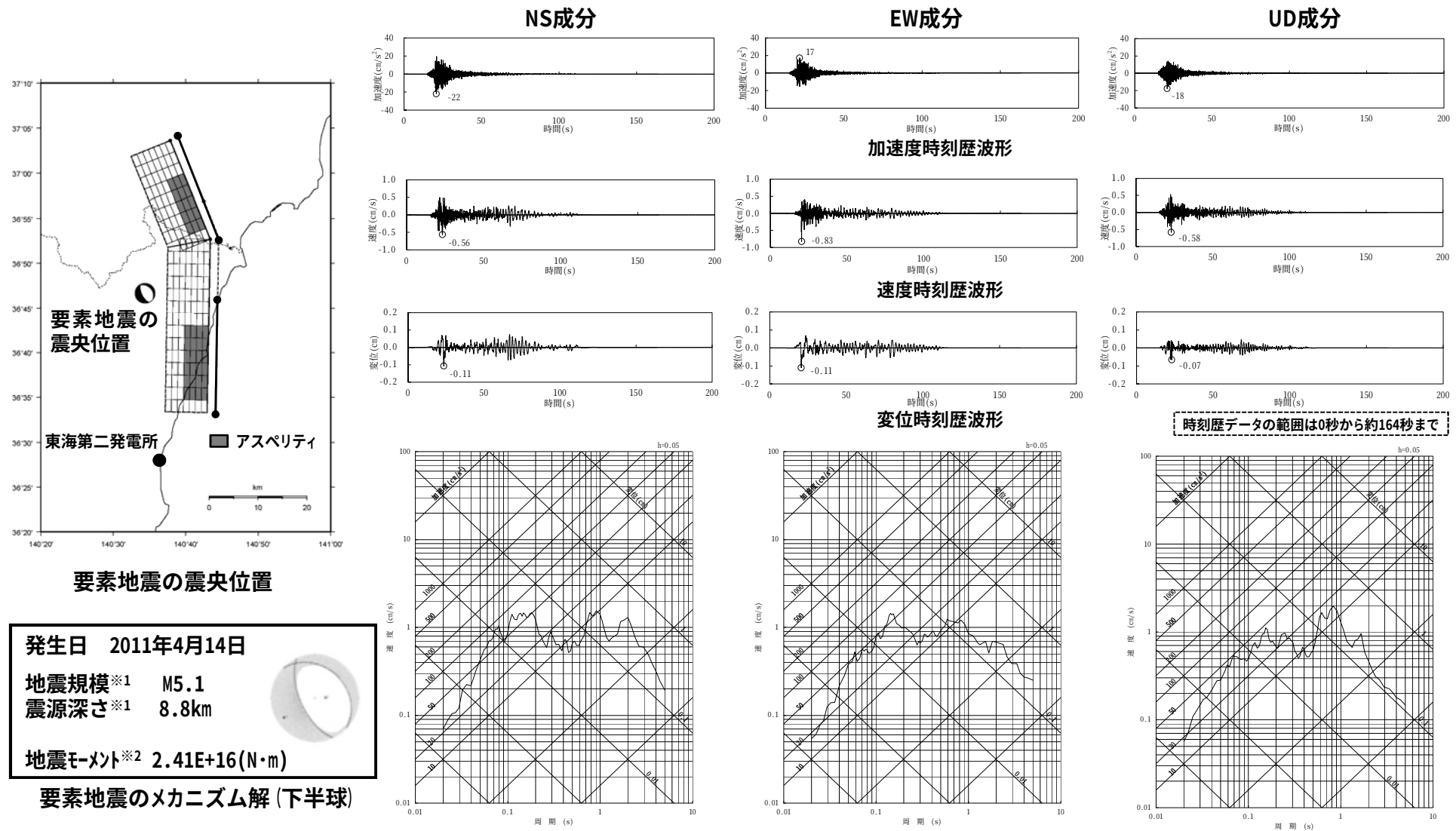
■断層モデルを用いた手法による地震動評価

震源近傍で発生した適切な要素地震の観測記録が敷地で得られているため、経験的グリーン関数法により評価する。波形合成はDan et al.(1989)の手法に基づき実施する。

断層モデル手法による評価：要素地震の選定

■要素地震の選定結果

設定した断層モデル近辺で発生した同じ断層タイプ（正断層）の地震で、規模がM5程度である2011年4月14日の地震（M5.1）を選定する。



※1 気象庁による。

※2 F-netによる。