

JAERI-Data/Code

2001-009



JP0150349



原研大洗サイトにおける鉛直アレー
地震動観測データベース

2001年3月

蛭沢 勝三・山田 博幸・堤 英明・柴田 勝之
安藤 和博*・馬場 治・鈴木 偉之*

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越し下さい。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布を行っております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 〒319-1195, Japan.

原研大洗サイトにおける鉛直アレー地震動観測データベース

日本原子力研究所東海研究所地震情報伝達研究特別チーム

蛭沢 勝三・山田 博幸・堤 英明・柴田 勝之・安藤 和博*・馬場 治+・鈴木 偉之**

(2001年1月31日 受理)

原研では、大洗研究所に高温工学試験研究炉(HTR: High Temperature Engineering Test Reactor)を建設するに当たって、地震時の敷地地盤の振動特性を把握するために加速度地震計4台(GL-1.2m, GL.-31m, GL.-95m, GL.-174m(せん断波速度 V_s : 1020m/s の地盤))からなる鉛直アレー地震動観測システムを設置し、1987年12月から観測を開始した。観測は、地震計の更新や地震計2台(GL.-35m, GL.-250m)の追加を行い現在も継続している。地震計は、東西(EW)、南北(NS)の水平2成分と鉛直(UD)1成分からなるサーボ型加速度計である。2000年3月までに71地震を観測した。これらのデータは、(財)震災予防協会のフォーマットで整理している。

本報告書は、1987年12月から2000年3月までの鉛直アレー地震動観測システムによって得られた観測地震動をデータベースとしてまとめたものである。観測記録に加えて、敷地内地盤のせん断波速度等の物性値や観測地震動の周波数特性も集録している。

東海研究所：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

+大洗研究所 高温工学試験研究炉開発部

*現在、佐藤工業(株) 中央技術研究所

**現在、日本アドバンステクノロジー(株)

Earthquake Observation Database in JAERI Oarai Site obtained by Vertical Instrument Arrays
from 1987~2000

Katsumi EBISWA, Hiroyuki YAMADA, Hideaki TSUTSUMI, Katsuyuki SHIBATA, Kazuhiro ANDO*,
Osamu BABA⁺ and Hideyuki SUZUKI**

Seismic Emergency Information System Research Team
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 31, 2001)

In order to obtain the seismic design data for the construction of High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR) in the Oarai Research Establishment of the Japan Atomic Energy Research Institute. The observation of earthquakes has been carried out since 1987 by using vertical instrument array system, which was installed to investigate the soil behavior in the Oarai site under the earthquake ground motions. This system consists of four acceleration seismographs which are attached at the depth of GL -1.2, -31, -95 and -174 m (shear velocity:1020m/sec). Afterward two seismographs were added at the GL -35 and -250 m. All seismographs are the servo types with NS, EW and UD directions. 71- earthquakes were observed during December 1987 to March 2000. The database of acceleration time histories by these earthquakes are being pigeonholed based on the format of the Association for Earthquake Disaster Prevention.

This report compiles earthquake observation database and the soil properties such as velocities of P wave and S wave of soil in the site and frequency characteristics of acceleration time histories.

Keywords : *Earthquake, Observation, Seismograph, Vertical Instrument Array, Database, Soil Properties*

+ Department of HTTR Project, Oarai Research Establishment

* Sato kogyo Co., Ltd.,

** Nihon Advanced Technology Co., Ltd.,

目 次

1. まえがき	1
2. 観測システム設置サイトの立地条件	2
2.1 設置サイトの位置	2
2.2 敷地周辺陸域及び海域の地形・地質・地質構造	2
2.2.1 陸域	2
2.2.2 海域	3
2.3 敷地内の地質構成及び地盤の物理・力学特性	4
2.3.1 地質構成	4
2.3.2 地盤の物理・力学特性	5
2.4 敷地周辺の地震地体構造と地震活動度	6
2.4.1 地震地体構造	6
2.4.2 地震活動度	6
3. 観測システムの設置条件と仕様・構成	34
3.1 観測システムの設置位置	34
3.2 観測システムの更新	34
3.3 観測システムの構成・仕様	34
3.3.1 観測システムの構成	34
3.3.2 観測システムの仕様	35
4. 観測データの整理	42
4.1 データベースの構成	42
4.2 データベースの定義	43
4.2.1 テーブル群 OARTABL	43
4.2.2 データファイル群 OARDATA	44
4.2.3 検索ファイル OARINDX	44
5. 観測データの概要	52
5.1 観測データの地震緒元及び最大加速度一覧	52
5.2 代表的観測波形と周波数特性	53
6. データベースの利用手続き	80
7. まとめ	81
謝辞	82
参考文献	83
付録	84

Contents

1. Introduction	1
2. Geographical Condition of the Site of Vertical Instrument Arrays.....	2
2.1 Location and System	2
2.2 Topography, Geological Age, Geological Structure of Land and Sea Areas in the Vicinity of Site	2
2.2.1 Land Area.....	2
2.2.2 Sea Area	3
2.3. Geological Structure and Physical and Mechanical Characteristics	4
2.3.1 Geological Structure	4
2.3.2 Physical and Mechanical Characteristics of Soil	5
2.4 Seismo-tectonic Structure and Seismic Activity Around the Site	6
2.4.1 Seismo-tectonic Structure	6
2.4.2 Seismic Activity	6
3. Site Condition of the System and Configuration and Specification.....	34
3.1 Location of Observation System in Oarai Site	34
3.2 Renewal of the System	34
3.3 Configuration and Specification of the System	34
3.3.1 Configuration	34
3.3.2 Specification	35
4. Pigeonhole of Data	42
4.1 Structure of Data Base	42
4.2 Definition of Data Base.....	43
4.2.1 Table Group “OARTABL”	43
4.2.2 Data File Group “OARDATA”	44
4.2.3 Index File “OARINDX”	44
5. Outline of Earthquakes Data.....	52
5.1 Summery of Specification of Earthquakes and Acceleration Time Histories in Records	52
5.2 Examples of Acceleration Time Histories and Their Frequency Characteristics	53
6. Procedure for Use	80
7. Conclusion	81
Acknowledgements	82
References	83
Appendices	84

1. まえがき

原研では、大洗研究所に高温工学試験研究炉(HTR: High Temperature Engineering Test Reactor)を建設するに当たって、敷地地盤を把握するためにボーリング調査、弾性波探査及び地下水位調査等を実施した。また、地震時の敷地地盤の振動特性を把握するために地震計4台(GL-1.2m、GL-31m、GL-95m、GL-174m(せん断波速度 V_s : 1010m/s の地盤))からなる鉛直アレー地震動観測システムを設置し、1987年12月から観測を行っている。観測は、地震計の更新や地震計2台(GL-35m、GL-250)の追加を行い継続している。大洗研周辺は、多くの有感地震の発生地域であり、周波数特性の異なる地震動の震源域でもある鹿島灘に面していると共に、敷地周辺地盤が成層構造を成しており、地盤伝播特性を把握する上で良好な条件を有する地域である。

これらの地震計は、東西(EW)、南北(NS)水平2成分と鉛直(UD)1成分からなるサーボ型加速度計で構成されている。1987年から2000年3月までに71地震を観測した。これまでの観測データのうちGL-1.2mにおける水平及び鉛直最大加速度は、186.95と69.26 Galである。これらのデータは、(財)震災予防協会のフォーマットで整理している。

本報告書は、鉛直アレー地震動観測システムによって得られた1987年12月から2000年1月までの観測データについてまとめたものであり、観測データに加えて敷地内地盤のせん断波速度等の物性値や観測地震動の周波数特性も示している。

2. 観測システム設置サイトの立地条件

2. 1 設置サイトの位置

鉛直アレー地震動観測システムは、**図 2. 1** に示す茨城県大洗町の原研大洗研究所敷地内に 1987 年に設置された。観測点は、北緯 36. 263 度、東経 140. 549 度、標高 37. 17m に位置している。

2. 2 敷地周辺陸域及び海域の地形・地質・地質構造

2. 2. 1 陸域

(1) 地 形

敷地周辺陸域の地形区分図を**図 2. 2** に示す。敷地周辺の地形は、ほぼ平坦な台地と洗掘された沖浅低地からなり、敷地周辺半径 30 km 範囲内に存在する山地地形はきわめて少ない。また、敷地東方部は、鹿島灘に面している。

以下、敷地周辺陸域地形の概要を山地、台地及び低地に分けて述べる。

1) 山 地

敷地周辺の山地としては、北方には阿武隈山地の南端を構成する多賀山地と久慈山地が、北西方には八溝山地の南方に突出した鷲子山塊が、西方には鶏足山塊及び筑波山塊があり、これらはいずれも敷地から 25 km から 30 km 離れている。南方には、山地地形は見られない。

2) 台 地

敷地は鹿島台地に立地しており、周辺には那珂台地、東茨城台地及び行方台地、西方には新治台地、筑波稲敷台地、結城台地及び猿島台地がある。これらのうち、鹿島台地及び周辺 3 台地は、標高 30m から 40m 程度の平坦な台地地形を形成し、第四紀の最終間氷期の海面上昇により堆積した海成層（見和層＝成田層上部）からなる隆起海岸平野であるとされている。また、鹿島台地の分水嶺は東偏し、台地西部の緩斜面は北浦に注ぐ小河川に侵食を受けている。

3) 低 地

敷地周辺に見られる低地は、河川沿いや湖沼の沿岸に広がっている。河川沿いの主な低地は久慈川や那珂川流域に、湖沼岸沿いの低地は湊沼や北浦沿岸に見られる。この他、鹿島灘沿岸の台地の東縁部には海岸砂丘が発達しており、その規模は那珂台地で最大幅 3 km に達するものの、多くは数百 m 程度である。

(2) 地 質

敷地周辺半径約 30 km の陸域の地質平面図を**図 2. 3** に、地質断面図を**図 2. 4** に、地質総括を表 2. 1 に示す。

以下、敷地周辺陸域の地質概要を山地、台地及び低地に分けて述べる。

1) 山 地

敷地北方の阿武隈山地は、古生代の堆積岩類が広域変成作用を受けて形成された変成岩類と、これを貫く白亜紀後期の花崗岩類を主体とし、山地東縁の丘陵部は、古第三紀から新第三紀の堆

積岩類より構成される。一方、北西から西方の八溝山地は、中～古生代の堆積岩類と、これを貫く花崗岩類を主体とし、同辺に新第三紀の堆積岩類や火山性堆積物の他変成岩が分布する。

2) 台地及び低地

敷地周辺半径約 30 km 範囲の台地及び低地のほとんどは、第四紀の半固結～未固結堆積物からなる。また、ローム層で覆われた台地、これを閼析した沖積低地及び鹿島灘沿岸に発達する海岸砂丘が占めている。

図 2.4 及び表 2.1 によると、敷地周辺に分布する先第四系は、下位より大洗層、中新統及び鮮新一下部更新統（以下、鮮新統と呼ぶ）の順で構成され、第四系は、下位より石崎層、見和層、段丘礫層、ローム層及び沖積層の順で構成されている。これら各層の特徴を表 2.2 に示す。

(3) 地質構造

敷地周辺地質構造のうち、活断層分布とリニアメントについて述べる。活断層分布状況を図 2.5 に、諸元を表 2.3 に示す。敷地近傍断層としては、半径約 30 km 以内に吾国山断層だけである。

敷地周辺半径約 30 km の陸域では、敷地に影響を及ぼすリニアメントは見あたらない。

2. 2. 2 海域

(1) 地 形

敷地周辺の海底地形を図 2.6 に示す。図から、敷地東方の鹿島灘は、沖合約 30 km 付近まで陸棚が続き、それ以遠では勾配が急になる。陸棚縁は、海岸線と同様に東に開いた弧状を示している。

鹿島灘の陸棚の地形は、水深 20m 以浅、25～50m、40～60m 及び 100～140m の 4 つの地形面に分けられ、いずれも第四紀更新世最末期以降、繰り返し発生した海水面の上下動により形成されたと考えられている。水深 20～50m の海底は、全体として平坦であるが、比高 10m 未満の多数の谷によって刻まれ、起伏に富み、これらの谷状地形は、鹿島台地中部以南の海底に広く分布している。それらの谷方向は、現海岸線に対して明らかに斜交しており、谷間は約 2 km の等間隔で配列しており、海進時の一時的な海退に伴い形成されたものと考えられている。

(2) 地質及び地質構造

鹿島灘の地質及び地質構造データは、海上保安庁水路部、地質調査所及び活断層研究会のものがあるが、ここでは、地質調査所のもの^(2.1)に基づいて述べる。

地質調査所による調査は、主に反射法音波探査によるものである。図 2.7 に「鹿島灘沖海底地質構造図」を示す。主な断層としては、敷地東方約 35 km に長さ約 8 km の東落ちの伏在断層（図中断層⑤）と、東南東約 70 km に長さ約 9 km の更新統上面まで達する東落ちの断層（図中断層⑥）が見られる。

2. 3 敷地内の地質構成及び地盤の物理・力学特性

2. 3. 1 地質構成

敷地内の地質構成は、ボーリング調査及び弾性波探査結果に基づきを求めた。
以下、これらの概要について述べる。

(1) ボーリング調査による地質構成

ボーリング調査は、**図 2.8** に示すように敷地内 82 箇所で行った。**図 2.8** 中に示す A-A 断面と F-F 断面での柱状図をそれぞれ**図 2.9(1)**と**図 2.9(2)**に示す。**表 2.4** に敷地内地層の主な特徴を示す。これらの図表から、敷地内の地質構造は、東西方向、南北方向共にきれいな成層構造をしていることが分かる。

(2) 弾性波探査による地質構成

弾性波探査は、**図 2.10** に示すような探査側線位置で行った。**図 2.11(1)及び(2)**に弾性波探査による P 波速度の断面図を示す。図中には、弾性波探査との比較のために各測線に近いボーリング柱状図を示す。測線の位置により P 波速度で 1700m/s と 2500m/s との境界（中新統上面）を確認できた場所を**図 2.10** 中に太い破線で示している。

図 2.11(1)及び(2)から、P 波の各速度層はボーリング柱状図と次のように対応づけられる。

- ①最上部に P 波速度が 300m/s の層は、ボーリング柱状図のローム層（Lm）と対応する。
探査測線上では、ほぼ全線の最上面に認められ、層厚は 5m 以下で変動は少ない。
 - ②P 波速度が 1000m/s の層は、ボーリング柱状図の見和層上部層の中砂層（Mu - S₁）と対応する。探査測線上では全線にわたって認められ、中間に P 波速度 500m/s の層を挟む箇所がある。層厚の変動は、低地では薄く 5m 程度、台地では約 20m 程度である。
 - ③P 波速度が 500m/s の層は、ボーリング柱状図の見和層上部層のシルト層（Mu - C）に対応し、P 波速度が 1000m/s の層の下部または同層に挟まれて存在する。探査測線上では、その存在が明確に認められない部分がある。層厚は 5m 以下である。
 - ④P 波速度が 1200m/s の層は、ボーリング柱状図の見和層上部層の中砂層（Mu - S₂）、見和層中部層（Mm）、石崎層細砂層（Is - S₁）に対応する。これらの各層は、P 波速度の差が小さいために識別が困難であるため、図では同一速度層として扱っている。この速度層は、全探査測線上に認められ、層厚は約 10m から約 25m である。
 - ⑤P 波速度が 1700m/s の層は、ボーリング柱状図の Is - S₁ 以深の石崎層および鮮新統（Tm、Ts）に対応する。これらの各層の識別が困難であるため、図では同一速度層として扱っている。この速度層は全探査測線上に認められ、下面位置が確認されていない所もあるが、層厚は 130m から 140m である。
 - ⑥P 波速度が 2500m/s の層は、ボーリング柱状図の中新統（Tm・s）に対応する。この層の上面位置は、確認されている範囲では TP - 約 125m から TP - 約 140m である。
- これらを総合すると、弾性波探査結果とボーリング調査結果による地質構成はよく整合しており、鮮新統以浅の各層はほぼ成層を成しており、水平方向の連続性は良好である。また、調

査の精度を超えるような鉛直方向のずれ、不連続面は認められない。

2. 3. 2 地盤の物理・力学特性

敷地内地盤の物理・力学特性は、2.3.1 で述べたボーリング孔やコアを用いて求めた。対象ボーリング孔は、2.3.1 で述べたボーリング孔のうち、深さ 200m のボーリングが 3 本、100m のボーリングが 6 本である。孔径は 2 種類で、不攪乱試料が採取された。採取コアによる室内土質及び岩石試験、原位置試験としての標準貫入試験、PS 検層、孔壁加圧試験等及び浅層反射法探査等が行われた。また、敷地内の地下水位についての調査も行った。

以下に、これらの試験内容及び試験結果について述べる。

(1) 試験内容

1) ボーリングコアによる室内土質及び岩石試験

室内土質試験としては、9 本のボーリングコアを用いて、単位体積重量、間隙比、平均粒径等の物理特性、一軸圧縮強度、粘着力、内部摩擦角の強度特性、静的変形係数、圧密降伏応力等の変形特性を求めた。室内岩石試験としては、3 本のボーリングコアを用いて、単位体積重量、間隙比、吸水率等の物理特性、一軸圧縮強度、粘着力、内部摩擦角の強度特性、静的変形係数、P 波速度、せん断波速度の変形特性を求めた。

2) 原位置試験

PS 検層では、9 本のボーリング孔を対象として、サスペンション法と板たたき法により原位置での P 波速度と S 波速度を求めた。表 2.5 に PS 検層結果を示す。

孔壁加圧試験では、静的及び動的加圧試験を行い、原位置での静的及び動的地盤定数（初期側方圧、降伏応力、破壊応力、地盤反力係数、静的変形係数）を求めた。標準貫入試験により N 値を求めた。

3) 浅層反射法探査

ボーリング孔間の地層の連続性と地盤速度値を把握するために、東西・南北方 200m の測線長を対象とし、P 波による重錘落下方式と S 波による電磁ハンマー板たたき方式により P 波と S 波を測定し、地盤構造を作成した。

4) 地下水位調査

地下水位は、図 2.12 に示す測定位置で実施した。

(2) 調査結果

1) 地盤の物理・力学特性

敷地内地盤の物理・力学特性を表 2.6 に、動的物性値 ($G/G_0-\gamma$, $h-\gamma$) の代表例を図 2.13 に示す。

2) 地下水位

敷地での地下水位の常水面は、TP + 約 4.5m ~ TP + 約 8.7m の位置にある。

2. 4 敷地周辺の地震地体構造と地震活動度

2. 4. 1 地震地体構造

敷地周辺の地震地体構造としては、**図 2.14** に示すようにユーラシアプレートに太平洋及びフィリピン海プレートがそれぞれ潜り込む構造となっている。従って、地震の発生様式としては、ユーラシアプレート内で発生するプレート内地震と、プレート境界付近で発生するプレート境界地震とがある。大洗サイト周辺は、我が国有数の有感地震の発生地域である。

2. 4. 2 地震活動度

(1) 歴史地震の概要

主な歴史地震の諸元と分布をそれぞれ**表 2.7** と**図 2.15** に示す。大洗サイト周辺でのマグニチュード別の襲来頻度は、水戸気象台での大正 14 年から昭和 62 年までの地震記録によると、震度Ⅲ（約 10～25Gal）の地震が、1 年に約 5～6 回程度、震度Ⅳ（約 25～80Gal）の地震が、1 年に 1 回程度、震度Ⅴ（約 80～250Gal）の地震が、10 年に 1 回程度である。

表 2.1 敷地周辺の地質総括表

時 代		層 序・岩 相	摘 要	
第 四 紀	完新世	沖 積 層	海 進：河谷の埋積	
	更 新 世	埋没段丘礫層 低位段丘礫層 上市段丘礫層	↑ ローム層 茨城粘土層	海 退：河岸段丘の形成 陸 化
		見和層	上部層 砂 中部層 礫 下部層 シルト礫	海 進：波食台の形成 河谷の埋積
		石 崎 層	砂	
新第三紀層		鮮新統—下部更新統	砂・シルト	鮮新世—更新前期の 浮遊性有孔虫 Venericardia panda など Sagarites など
		中 新 統	シルト岩	
古第三紀または 白亜紀後期		大 洗 層	礫岩	大洗植物群

表 2.2 敷地周辺の地質の特徴

地層名	地 層 の 特 徴
沖積層	久慈川、那珂川、涸沼川等の河川沿いに発達していて、その基底には埋没段丘と深い谷がかくされている。層相は基底部に礫層が発達し、その上部に陸成々と考えられる泥炭層を含む砂～泥質砂を主とした層が続き、上部には海成の貝化石を多産する軟弱な粘土～シルト層が堆積している。
ローム層	台地のほぼ全域を一様に覆う褐色の風成火山灰層で、敷地周辺では全体で2～4mの層厚を示す。全体として、ほぼ塊状均質で中部には鹿沼軽石層を挟在する。鹿沼軽石層より上位の部分は、下部に比べて明るい褐色を呈しており、層厚は1m～1.5m程度あり、また、下位の部分は層厚が1m～1.5m程度で、上部に比べてやや暗色を呈し、幾分粘土化して締まっている ^(2. 1) 。 鹿沼軽石層は赤城火山を供給源とするもので、1～2mm大の軽石粒を主とする降下堆積物で、特有の黄白色を呈している。
段丘礫層	涸沼川および那珂川下流の沿岸に認められる。涸沼川の沿岸には埋没段丘礫層と低位礫層があり、層厚はそれぞれ1m～4mおよび5m前後である。細礫混じりで淘汰のわるい中粒ないし粗粒砂を主体としている。那珂川下流には上市段丘礫層があり、層厚は5m～6mで、通常5cm大以下の径の砂岩、貢岩、チャート、安山岩、花崗岩などの円～亜円礫よりなり、礫は一段に密集してほぼ水列の配列していることが多い ^(2. 1) 。
見和層	更新世後期の海進に伴って形成された海成層であり、堆積年代の相違により上部・中部・下部の3部層に分けられる。上層部が海進最盛期の砂～礫混じり砂層であるのに対し、中部・下部層はそれ以前の凹地を埋めて堆積した層であり、下部層は敷地の北部に分布し、敷地下では分布していないが、中部・上部層は敷地付近ではほぼ水平に分布している。
石崎層	暗青灰色の淘汰のよい細流砂を主体とし、一部細礫を混入する層、貝殻砂層およびシルト層の薄層が挟まれる。敷地付近ではほぼ水平に分布している。
鮮新統	主として、泥岩～砂岩からなり、暗オリーブ灰色から暗緑色を呈している。鮮新等上面は、敷地付近ではほぼ水平に分布している。
中新統	主として、泥岩～砂岩からなり、暗青灰色～青灰色をしている。中新統上面は、敷地付近ではやや南に傾斜している。
大洗層	層厚1000m以上の礫岩からなり、走向NNW-SSE傾斜30°Eの単斜構造を示す。敷地の北方に当たる大洗海岸周辺に広く露出しているが、敷地直下では認められていない。

表 2.3 敷地周辺活断層の諸元

断層名	断層中心までの距離(km)	確実度*1	活動度*2	長さ(km)	マグニチュード*3 (M)
関谷断層	約 100	I	A	40	7.5
湯本塩原断層群	約 100	I	B	5	6.0
綾瀬川断層	約 90	II	B	35	7.4
湯の岳断層	約 90	II	B	6	6.1
荒川断層	約 100	II	B	20	7.0
赤井断層	約 100	II	C	5	6.0
大倉断層群	約 100	II	C	2	5.3
井戸沢断層	約 80	II		10	6.5
吾国山断層	約 30	III		5.5	6.1
水府村中染 東西 西染 東西	約 40	III		4, 1.5 3, 2	5.8, 5.1 5.6, 5.3
雨引観音	約 40	III		1.5	5.1
棚倉破砕帯西縁断層	約 50	III		7	6.2
関口-黒磯 関口-米平	約 50	III		10 10	6.5 6.5
鳥山町東方	約 50	III		5	6.0

*1: 確実度 I ; 活断層であることが確実なもの

II ; 活断層と推定されるもの

III ; 活断層の疑いのあるリニアメント

*2: 活動度 A ; 平均変位速度 (認定に用いた第四紀の基準地形や第四紀層の変位位置をその形成時期から現在までの年数で割った値) が 1m/1000 年以上 10m/1000 年未満のもの

B ; 平均変位速度が 0.1m/1000 年以上 1m/1000 年未満のもの

C ; 平均変位速度が 0.01m/1000 年以上 0.1m/1000 年未満のもの

*3: マグニチュード (M)

松田式⁽²⁻²⁾; $\text{Log } L = 0.6M - 2.9$

表 2.4(1) 敷地内地層の層相

地 層			標 高 TP(m)	平均 層厚 (m)	地 層 の 特 徴	
ローム層 (L _m)			+37.10	3.5	暗黄褐色を示し、多孔質である。黒色の炭化物を斑点状に含み、径 1mm 程度の軽石粒を全体に含んでいる。また、深度 1.8~2.0m 付近に 1~2mm 大の黄灰色の軽石層（鹿沼軽石層と考えられる。）を挟んでいる。この軽石層より上部は風成の細粒火山灰であるのに対し、下位のローム層はやや粘土化するとともに砂分が混入している。	
			+33.80	5.4	褐鉄鉱を含むため、全体に黄褐灰色をしている。径 1~5mm の黒斑状の有機物が混入している。淘汰は比較的良好、ラミナのみられるところもある。また、所によってシルト分を含むこともある。	
見 部 層	上	中砂層 (M _u -S ₁)	+28.40	1.5	灰白色を示し、砂や有機物が混入しているところもある。また、部分的に褐鉄鉱が沈着し、斑点状に褐色化している。これより下部は砂質シルト層となり、厚くなるところもみられる。	
		シルト層 (M _u -C)	+26.90	6.2	全般的に上部よりシルト混じり中砂、中~粗砂、礫混じり粗砂である。これより下部ほど粗粒化を示している。淘汰は比較的良好、上部の所々で褐鉄鉱の沈着が見られる。また、この層の上部ではシルト層を挟在することもある。下部の礫は 2~5mm の円礫が多くみられる。	
		中砂層 (M _u -S ₂)	+20.70	1.9	礫の最大径 50mm、平均径 5~10mm、礫率 10~30%である。ただし、No. 4-b、No. 7、No. 8 No. 9 孔ではこの層の上位の礫混じり砂層との境界は明瞭ではない。	
	和 部 層	中	砂礫層 (M _m -S _{g1})	+18.80	2.6	粒径は、細砂、中砂、粗砂と一定せず、細礫を含むことが多い。礫は薄層状に入ることが多く、複数枚挟むこともある。No. 4-b 孔ではシルト層を挟み、No. 5 孔ではヒメスナホリムシの成痕化石がみられる
			砂層 (M _m -S)	+16.20	5.7	連続性のよい層で、礫の最大径は 100mm に達することもあるが、平均的には 10~20mm のものが多く、亜円礫~亜角礫の形状を示している。礫率は 10~70%と大きく変動するが、この層の中央部のやや下位に礫の密集する部分がある。礫種はチャート、砂岩が多く、花崗岩や安山岩類も含んでいる。また、この層の上部には貝化石片を含むところもある。
		層	砂礫層 (M _m -S _{g2})	+10.50		

表 2.4(2) 敷地内地層の層相

地 層		標 高 TP (m)	平均層 厚 (m)	地 層 の 特 徴
石 崎 層	細砂層 (Is-S1)	+10.50	12.7	均質塊状の細砂を主体とし、最下部に貝殻片・礫細礫混じり砂層が混じっている。
	シルト層 (Is-C)	-2.20	1.1	細砂混じり～細砂質であり、火山灰が混入している。暗緑灰色を示し、生痕化石がみられる。
	細～中砂層 (Is-S ₂)	-3.30	25.5	シルト混じり細砂～細砂～中砂からなるが、主体は細砂である。貝殻片を混入することが多く、中央部に厚さ 0.5m 程度のシルト層を 2～3 挟んでいる所があるが、連続性は若干よくない。基底部に貝殻や礫を混入している層が必ず存在する。
	シルト混じり 砂層 (Is-Sc)	-28.80	6.3	全体にシルト分の多い細砂層で特徴づけられ、シルト混じり細砂層で特徴づけられ、シルト混じり細砂層と細砂層が互層をなす場合、細砂層中にシルトの薄層を多く挟在するところなどがあり、シルト分の多い所では、成痕化石や有機物の混入がみられる。
	細砂層 (Is-S ₃)	-35.10	12.4	細砂を主体とし、まれにシルト分を含有しており下部では中粒砂となる。貝殻片、軽石粒、礫を混入していることもあるが、極めて均質で下位塊状の層々を示している。
	砂礫層 (Is-Sg)	-47.50	1.4	ボーリング孔毎に層相は異なり、砂礫層となる所があるほか、礫混じり砂層で、下位の砂質泥岩との境界は不整合である。
	細～中砂層 (Is-S ₄)	-48.90	5.1	シルト分を混入することが多く、細礫を含んでいることもある塊状の砂層で、下位の砂質泥岩との境界は不整合である。
			-54.00	46.0
鮮 新 統	砂質 泥岩	Tm (上)		均質塊状の泥岩であり、砂分の含有量は変化するが、全体として層相は類似している。著しい生痕化石の産出のため、色調はまだら状となる。混入物としては、貝化石片や軽石粒が少量であるが、頻繁にみられる。
		Tm (下)		
	シルト質砂岩 (Ts)		11.8	シルト分が多く、下位層と狭い範囲で漸移する。均質塊状であるが、貝化石や軽石粒の混入がみられ基底部分には砂礫が分布する所があるが、厚さは一定しない。
			-135.40	—
中 新 統 (Tm・s)				砂岩・泥岩の互層であり、上部層に比べ硬さにおいて格段の差がある。ボーリングコアは長さ 0.1m～1m 以上の棒状となることが多く、所々に潜在クラックが認められる。また、ボーリング No.3 孔の中新統上部の一部はやや風化を受け、岩片状コアとなっている。層相は 0.05m～2m 程度の砂岩・泥岩の単層からなる有律互層である。

表 2.5 PS 検層結果

地 層		標 高 Tp (m)	平均 厚層 (m)	P S 検 層				現場透水 試験	
				サスペンション法		板たたき法			
				S 波 速 度 Vs (m/s)	P 波 速 度 Vp (m/s)	S 波 速 度 Vs (m/s)	P 波 速 度 Vp (m/s)	透 水 係 数 k (cm/s)	
ローム 層	Lm	+37.10	3.3	170	880	110	270	—	
見 和 層	上部層	Mu-S1	+33.80	5.4	350	930	330	610	4.36×10^{-4}
		Mu-G	+28.40	1.5	300	1000			—
		Mu-S2	+26.90	6.2	430	1070	420	750	—
	中部層	Mm-Sg1	+20.70	1.9	490	1200			—
		Mm-S	+18.80	2.6	450	1050			—
		Mm-Sg2	+16.20	5.7	610	1370			670
	石 崎 層	Is-S1	+10.50	12.7	430	1580	410	1640	2.12×10^{-4}
Is-C		-2.20	1.1	370	1590	—			
Is-S2		-3.30	25.5	370	1580	380	1650	9.04×10^{-4}	
Is-Sc		-28.80	6.3	390	1580	400		—	
Is-S3		-35.10	12.4	440	1630	450	1720	6.72×10^{-4}	
Is-Sg		-47.50	1.4	510	1700	530	1840	4.19×10^{-4}	
Is-S4		-48.90	5.1	500	1680	520	1790	—	
鮮 新 統	Tm (上)	-54.00	46.0	480	1630	530	1680	5.55×10^{-7}	
	Tm (下)	-100.00	23.6	580	1680	550	1630		
	Ts	-123.60	11.8	62	1760	580	1820	1.23×10^{-5}	
中新統	Tm·s	-135.40	—	1010	2170	1020	2450	2.66×10^{-7}	

注1) 標高、層厚は9本のボーリングの平均である。また、表中の数値は各層の平均値である。

表 2.6 敷地内地盤の物理・力学特性の緒元

地層	標高 TP(m)	物理特性			強度特性			変形特性										
		単位体積重量 γ (t/m^3)	細粒分含有率 Fc (%)	平均粒径 D50 (mm)	N 値	粘着力 c (kg/m^2)	内部摩擦角 Φ ($^\circ$)	静的特性			動的特性							
								ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G_s ($\times 10^4 t/m^2$)	ヤング係数 E_s ($\times 10^4 t/m^2$)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	ポアソン比 ν	初期せん断弾性係数 ($\times 10^4 t/m^2$)	初期ヤング係数 ($\times 10^4 t/m^2$)			
	+36.5																	
D-Δ層	+33.0	1.33	64.9	0.035	9	1.93	1.93	0.46	0.07	0.20	230	850	0.46	0.72	2.10			
	+28.5	1.93	7.8	0.29	47	2.81	2.81	0.43	0.34	0.96	350	980	0.43	2.41	6.88			
見和層	+27.0	1.78	68.9	0.021	22	1.56	1.56	0.45	0.12	0.35	300	970	0.45	1.63	4.72			
	+16.0	1.82	11.6	0.29	91	2.37	2.37	0.41	0.37	1.03	440	1100	0.41	3.60	10.12			
	+10.0	2.05	3.6	2.50	161	1.07	1.07	0.33	0.37	1.03	650	1300	0.33	8.84	23.57			
	-2.0	1.93	6.8	0.18	101	1.17	1.17	0.46	0.53	1.55	430	1590	0.46	3.64	10.64			
石崎層	-3.5	1.89	44.9	0.09	65	2.11	2.11	0.47	1.05	3.09	380	1580	0.47	2.78	8.17			
	-28.0	1.85	17.6	0.14	74	1.82	1.82	0.47	0.51	1.51	370	1580	0.47	2.58	7.59			
	-43.0	1.87	32.7	0.12	82	1.57	1.57	0.47	0.83	2.43	390	1580	0.47	2.90	8.51			
	-54.0	2.02	9.1	0.21	134	1.36	1.36	0.45	1.00	2.92	490	1680	0.45	4.95	14.39			
鮮新統	-98.0	1.79	-	-	-	-	-	0.45	1.37	3.98	480	1630	0.45	4.21	12.23			
	-123.0	1.82	-	-	-	-	-	-	-	-	540	1680	0.44	5.42	15.63			
	-138.5	1.86	-	-	-	-	-	-	-	-	590	1730	0.43	6.61	18.84			
中新統	-138.5	1.99	-	-	-	-	-	-	-	-	1020	2170	0.36	21.13	57.47			

表 2.7 敷地周辺での主な歴史地震の緒元

順位	番号	年・月・日	北緯 (°)	東経 (°)	マグニ チュード	震央距離 (km)	震源深さ (km)	最大速度振幅 (cm/s)	地名および地震名
1	312	1898.1.15	36.10	140.40	7.2	23	30*	8.87	霞ヶ浦付近
2	314	1896.1.9	36.50	141.00	7.3	48	30*	5.84	鹿島灘
3	149	1703.12.31	34.70	139.80	8.2	186	29**	3.47	江戸・関東諸国、元禄地震
4	423	1921.12.8	36.00	140.20	7.0	43	50*	3.11	竜ヶ崎付近
5	430	1923.9.1	35.10	139.50	7.9	160	23**	2.89	関東南部、関東大地震
6	11	818.-.-	35.20	139.30	7.9	163	23**	2.80	関東諸国
7	134	1683.6.18	36.75	139.65	7.3	97	14**	2.66	日光
8	459	1930.6.1	36.57	140.62	6.5	35	30	2.55	那珂川下流域
9	131	1677.11.4	37.00	141.50	7.4	118	15**	2.29	磐城・常陸・安房・上総・下総
10	108	1649.7.30	35.70	139.75	7.1	95	12**	2.07	武蔵・下野
11	491	1938.9.22	36.40	141.02	6.5	45	30	2.04	鹿島灘
12	308	1894.6.20	35.70	139.80	7.0	92	11**	1.89	東京湾北部
13	22	878.11.1	35.50	139.30	7.4	141	15**	1.75	関東諸国
14	488	1938.5.23	36.65	141.58	7.0	102	0	1.65	塩屋崎沖
15	262	1855.11.11	35.65	139.80	6.9	96	10**	1.55	江戸および付近、江戸地震
16	103	1646.6.9	37.70	141.70	7.6	190	18**	1.47	陸前
17	435	1924.1.15	35.50	139.20	7.3	148	14**	1.41	丹沢山塊
18	135	1683.10.20	36.80	139.70	6.8	97	9**	1.34	日光
19	432	1923.9.2	34.90	140.20	7.3	154	14**+	1.33	千葉県勝浦沖
20	492	1938.11.5	37.33	142.18	7.5	188	30	1.28	福島県東方沖、福島県東方沖地震

注1：カタログに震源深さの記載がないもの (**印で示す。) については、次式より求めた。
 $H=100.53M-1.435$

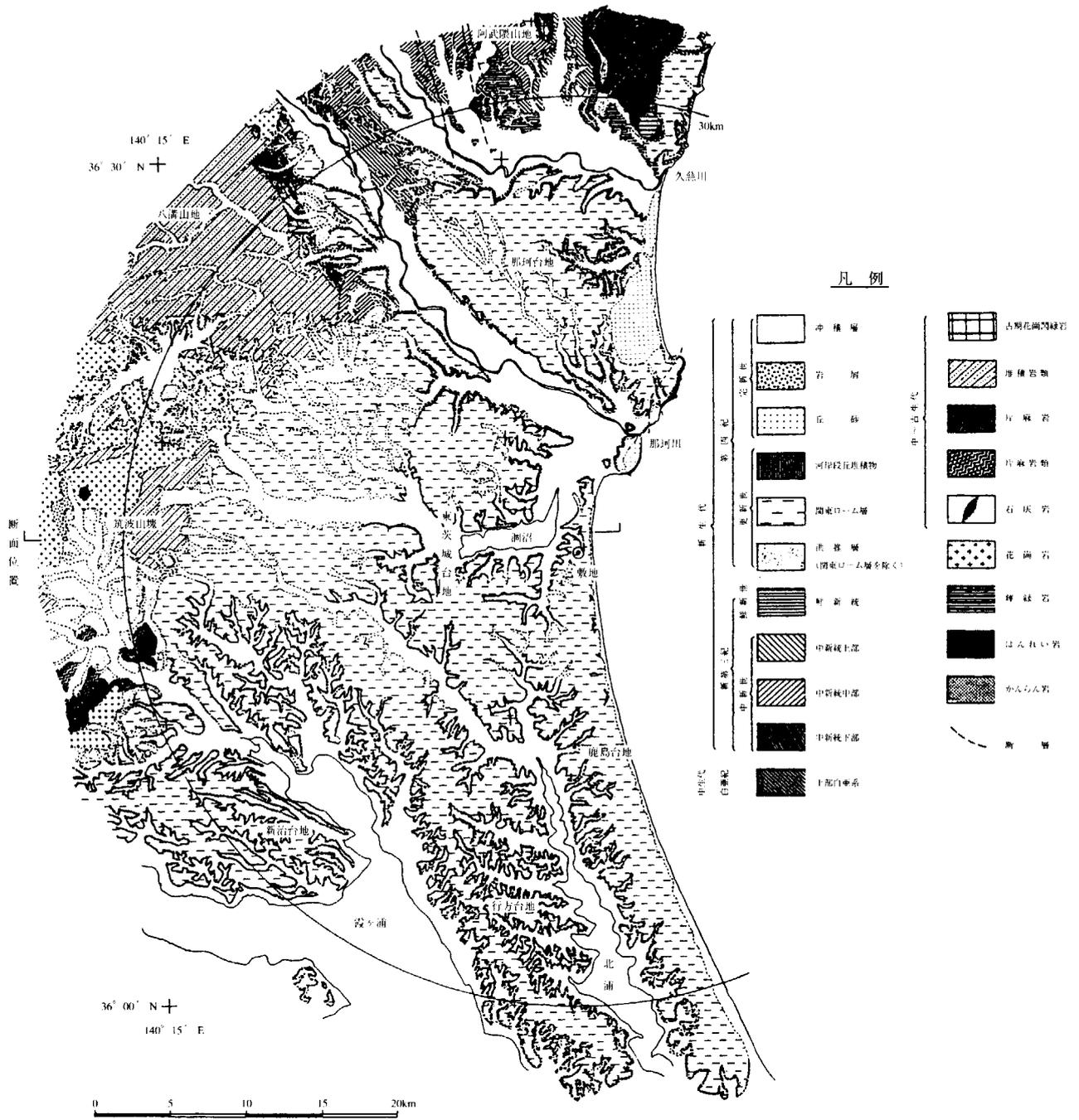
ただし、*印で示すものは以下の文献により定めた。

- ①霞ヶ浦付近の地震 (1895.1.18)：野口^(2.3)、宇佐美ら^(2.4)により 30km
- ②鹿島灘の自信 (1896.1.9)：海野ら^(2.5)により 30km
- ③龍ヶ崎付近の地震 (1921.12.8)：石橋ら^(2.6)により 50km

注2：最大速度振幅は金井式によった。

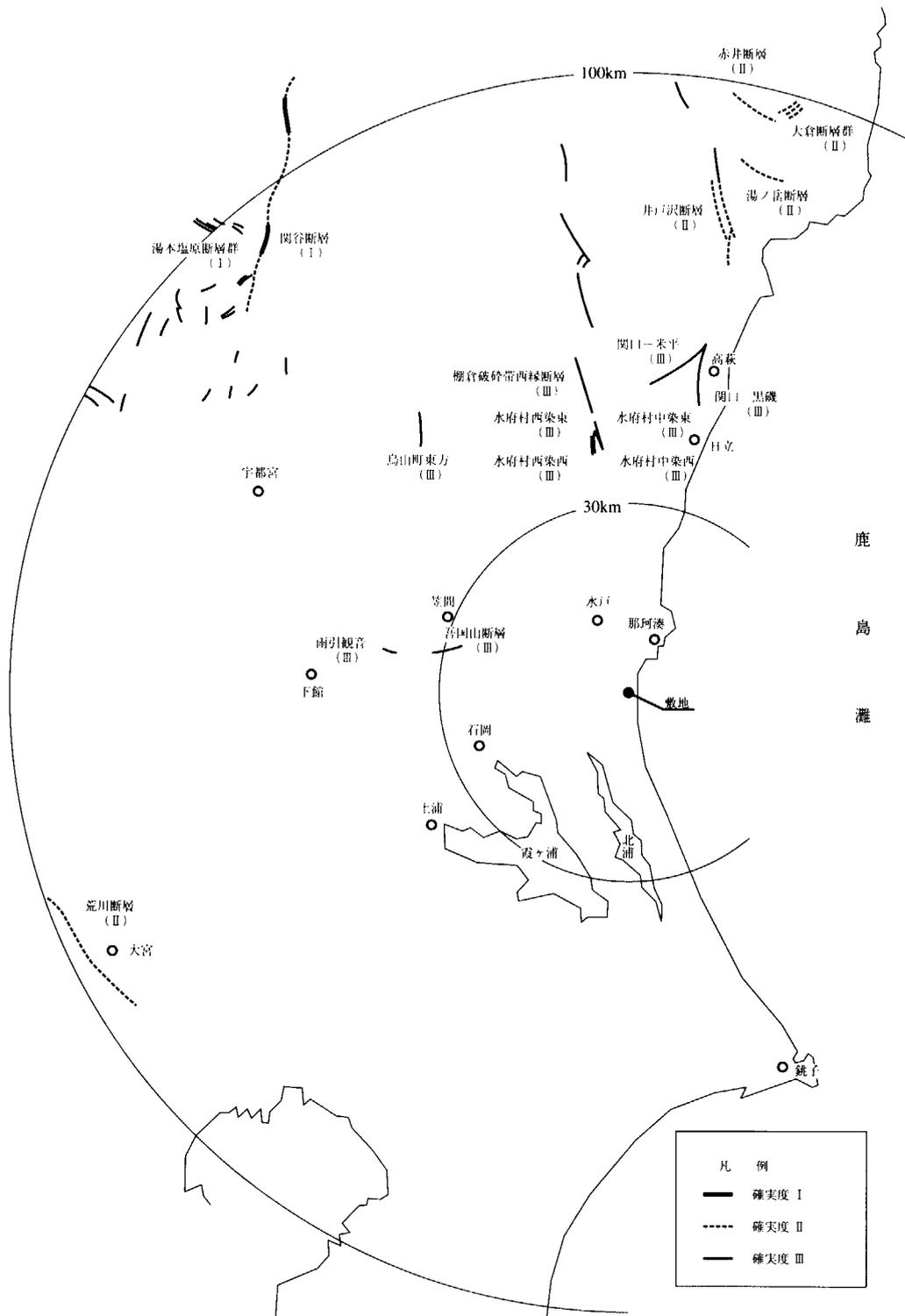


図 2.1 鉛直アレー地震動観測システムの設置場所



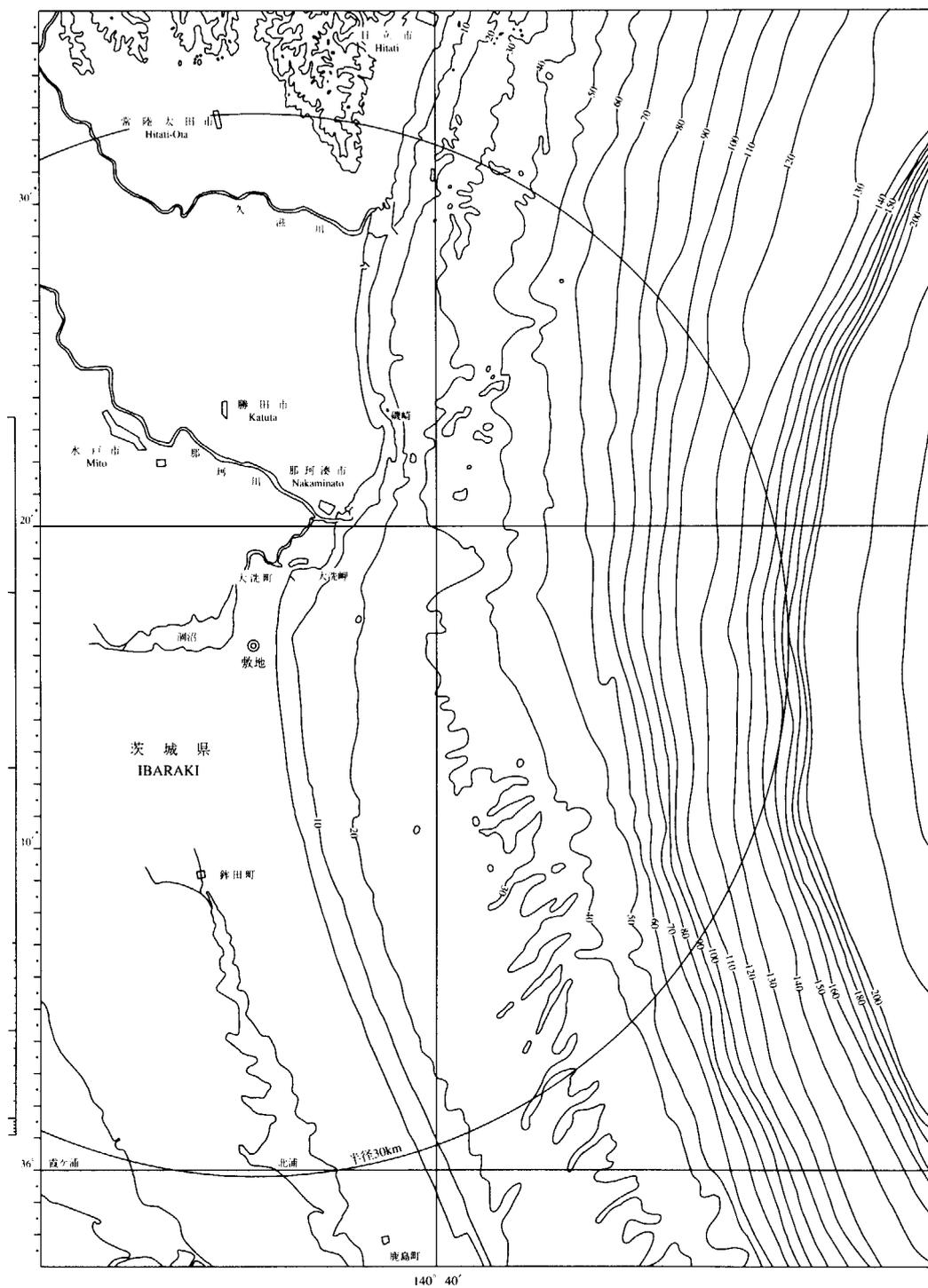
日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成 (一部加筆)

図 2.3 敷地周辺の地質平面図



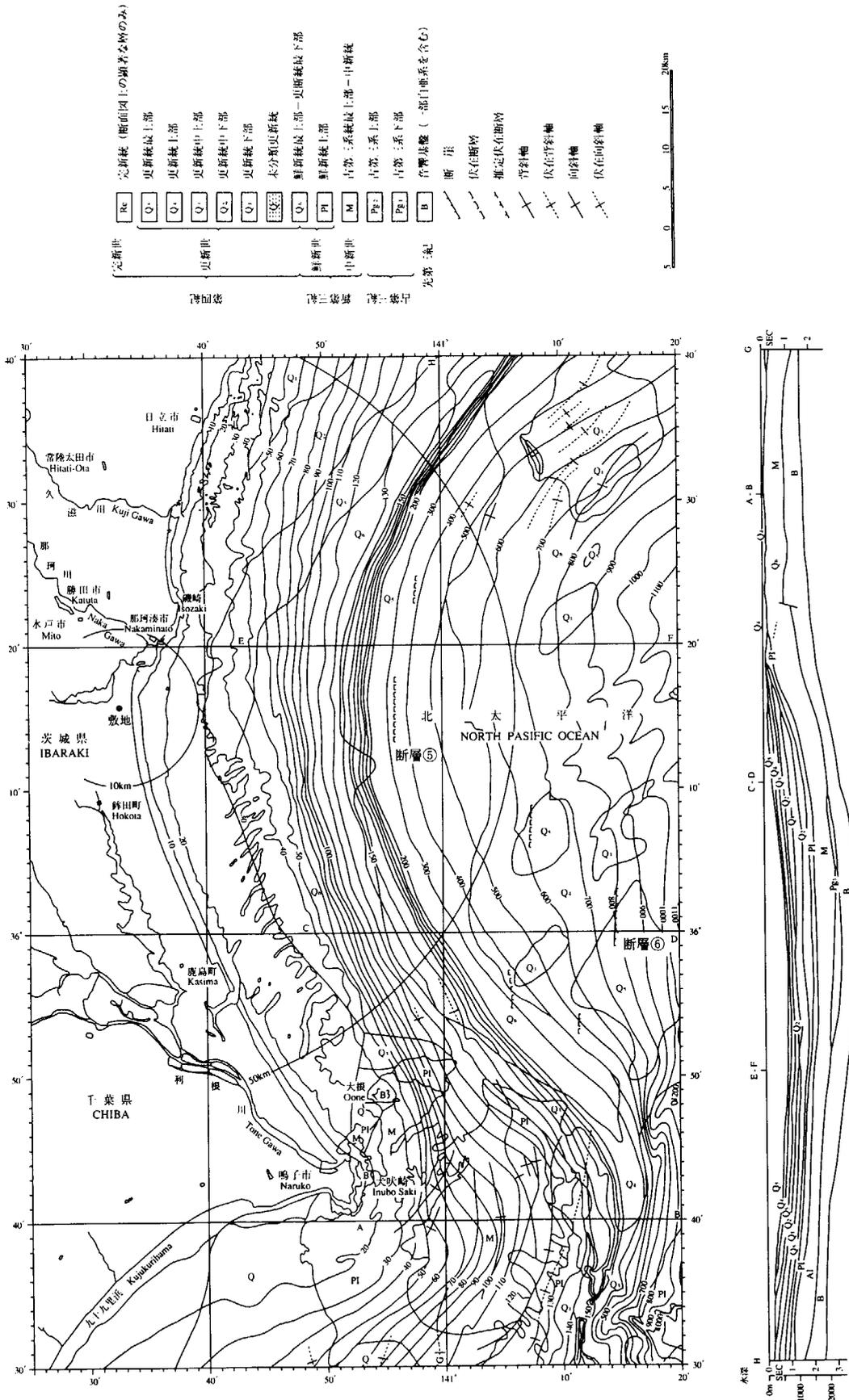
日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成

図 2.5 敷地周辺の活断層分布図

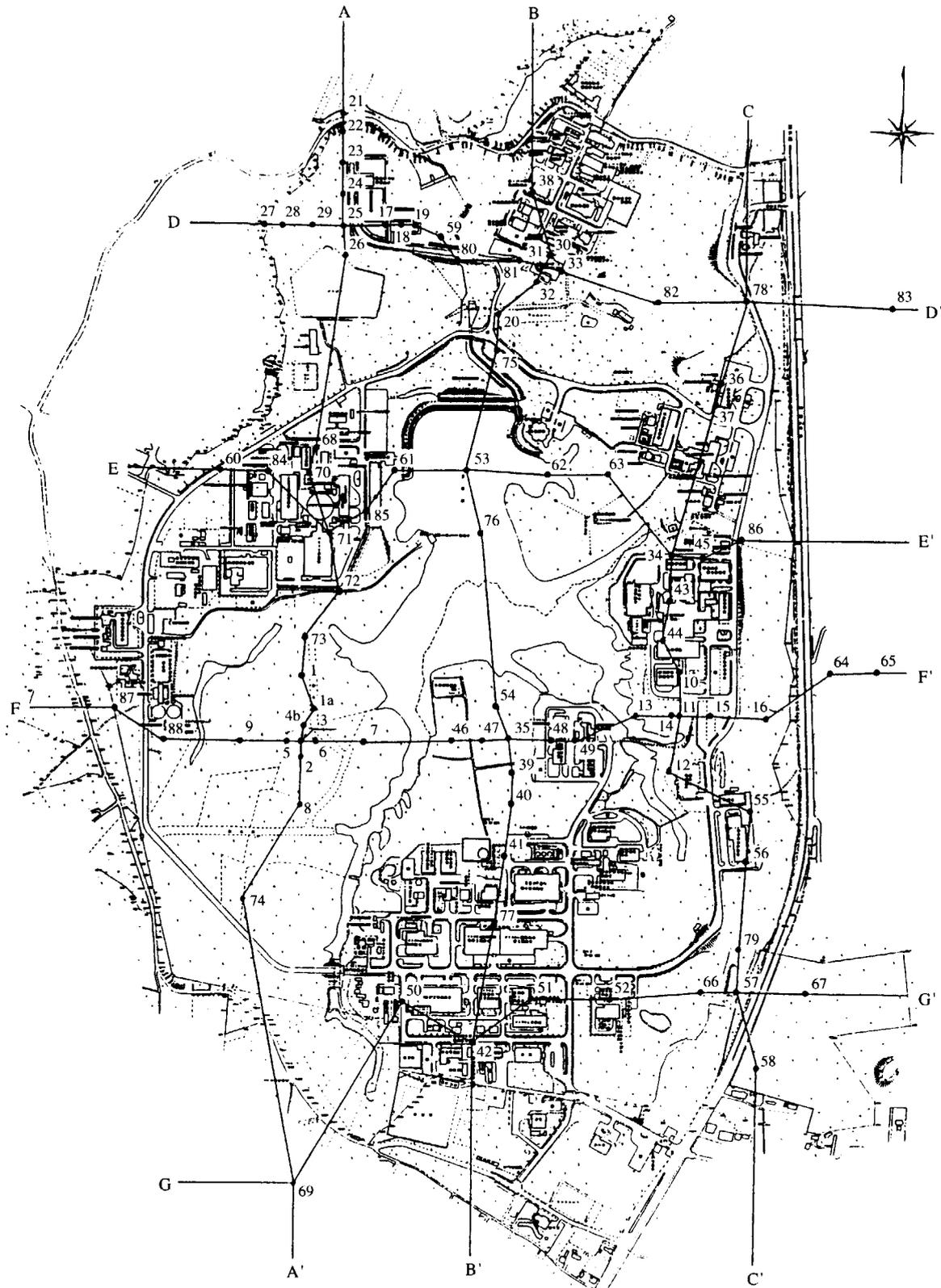


日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成

図 2.6 敷地周辺海域の海底地形図

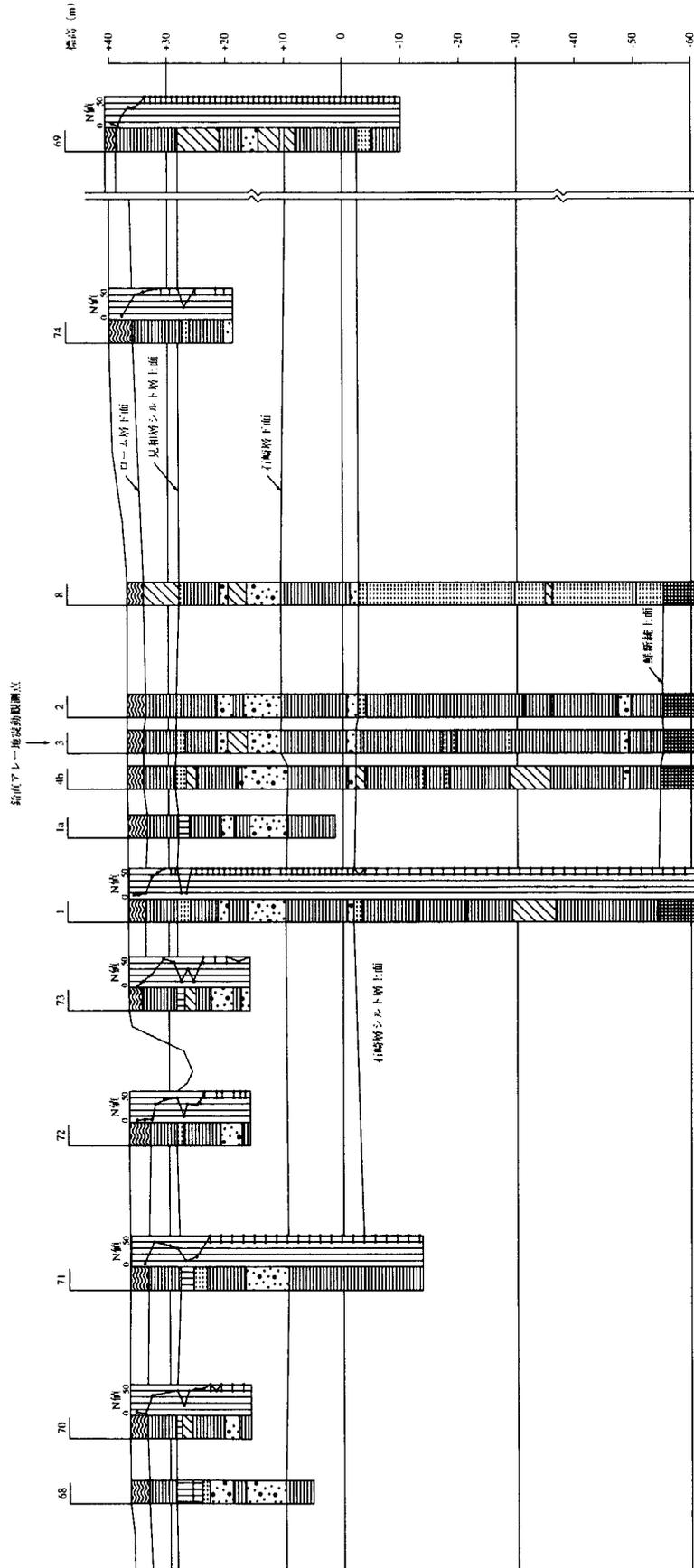


日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設定] (2.1)
 により作成 (一部加筆)



日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置]^(2.1)
 により作成

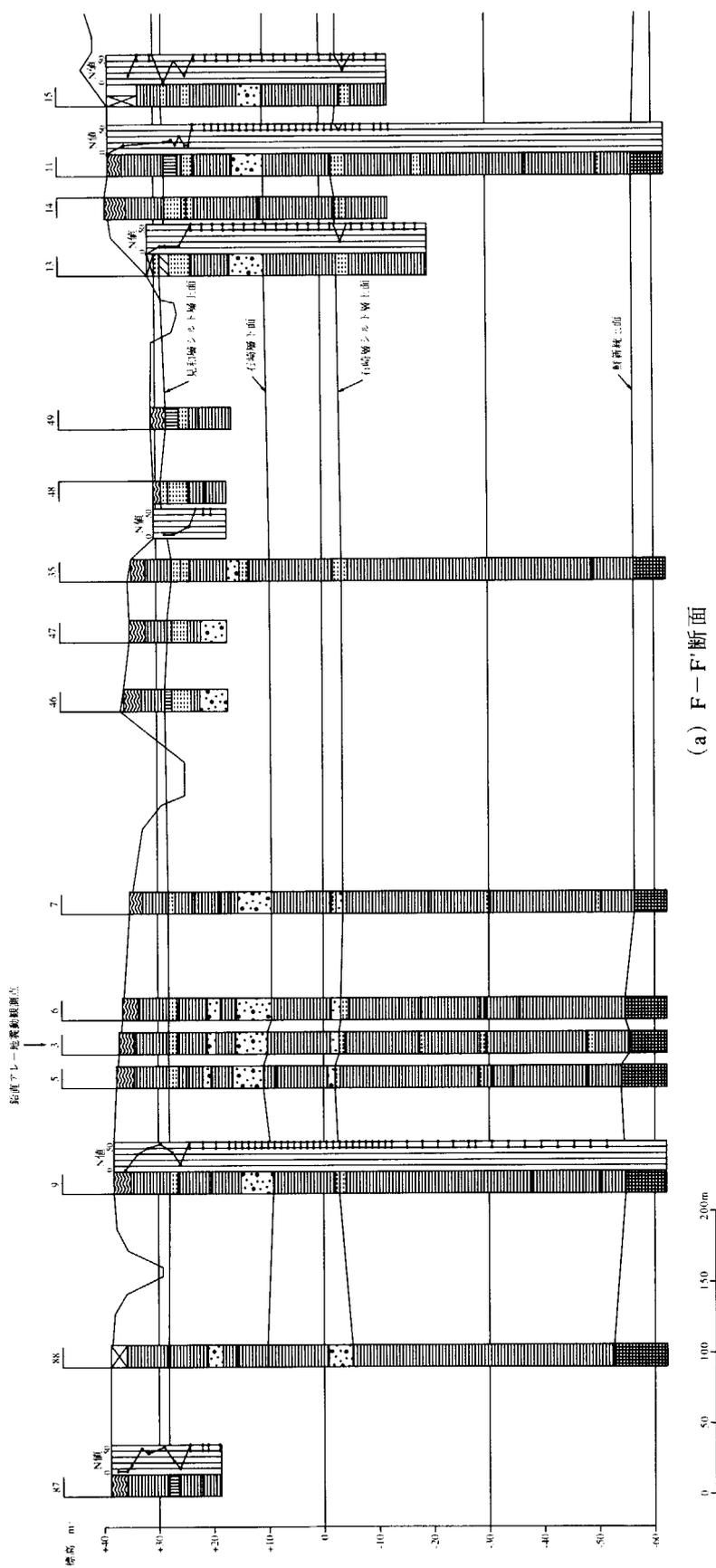
図 2.8 敷地内でのボーリング調査位置



(a) A-A'断面

日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成 (一部加筆)

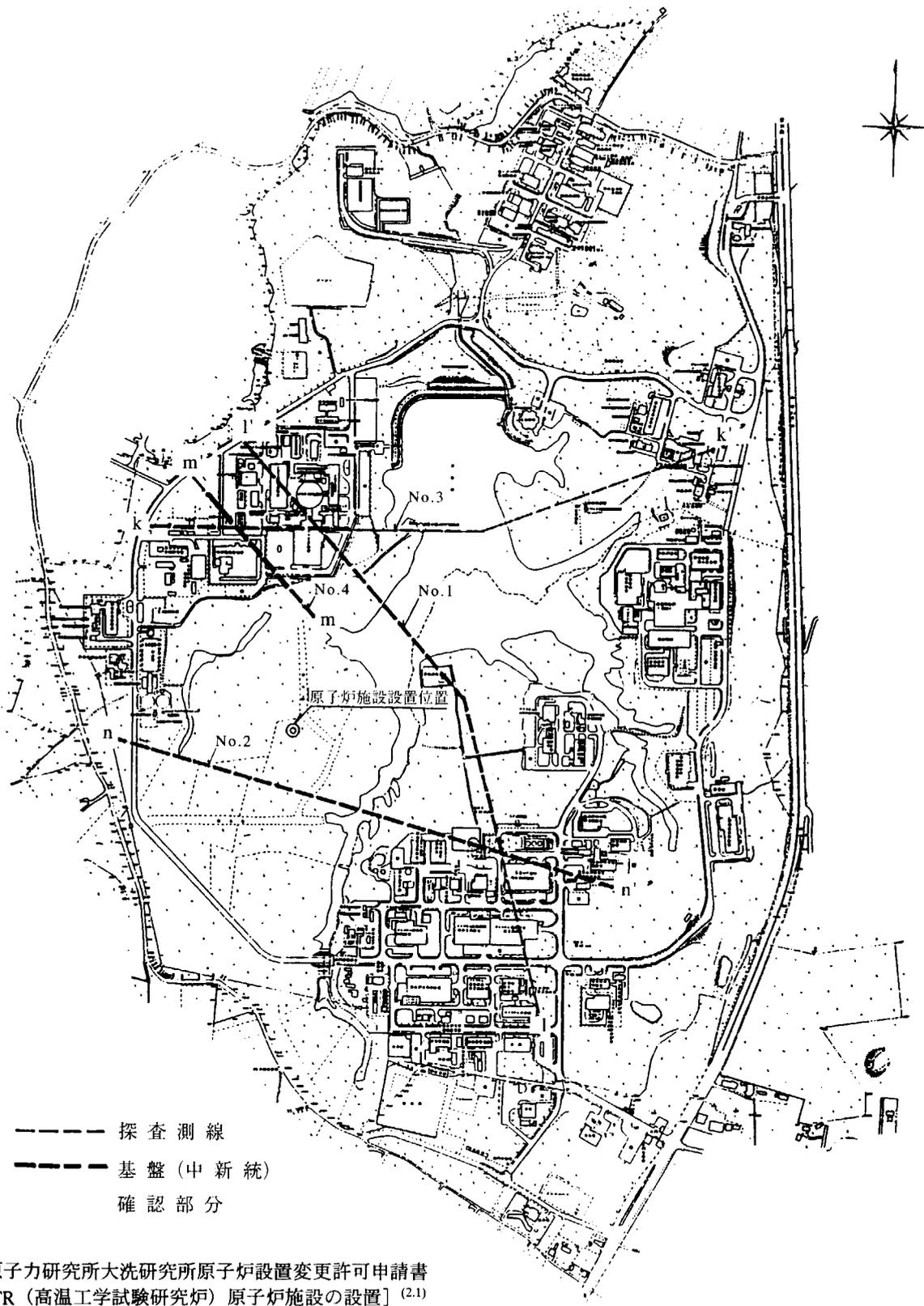
図 2.9(1) 敷地内での地質断面図 (南北方向 : A-A' 断面)



(a) F-F' 断面

日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成 (一部加筆)

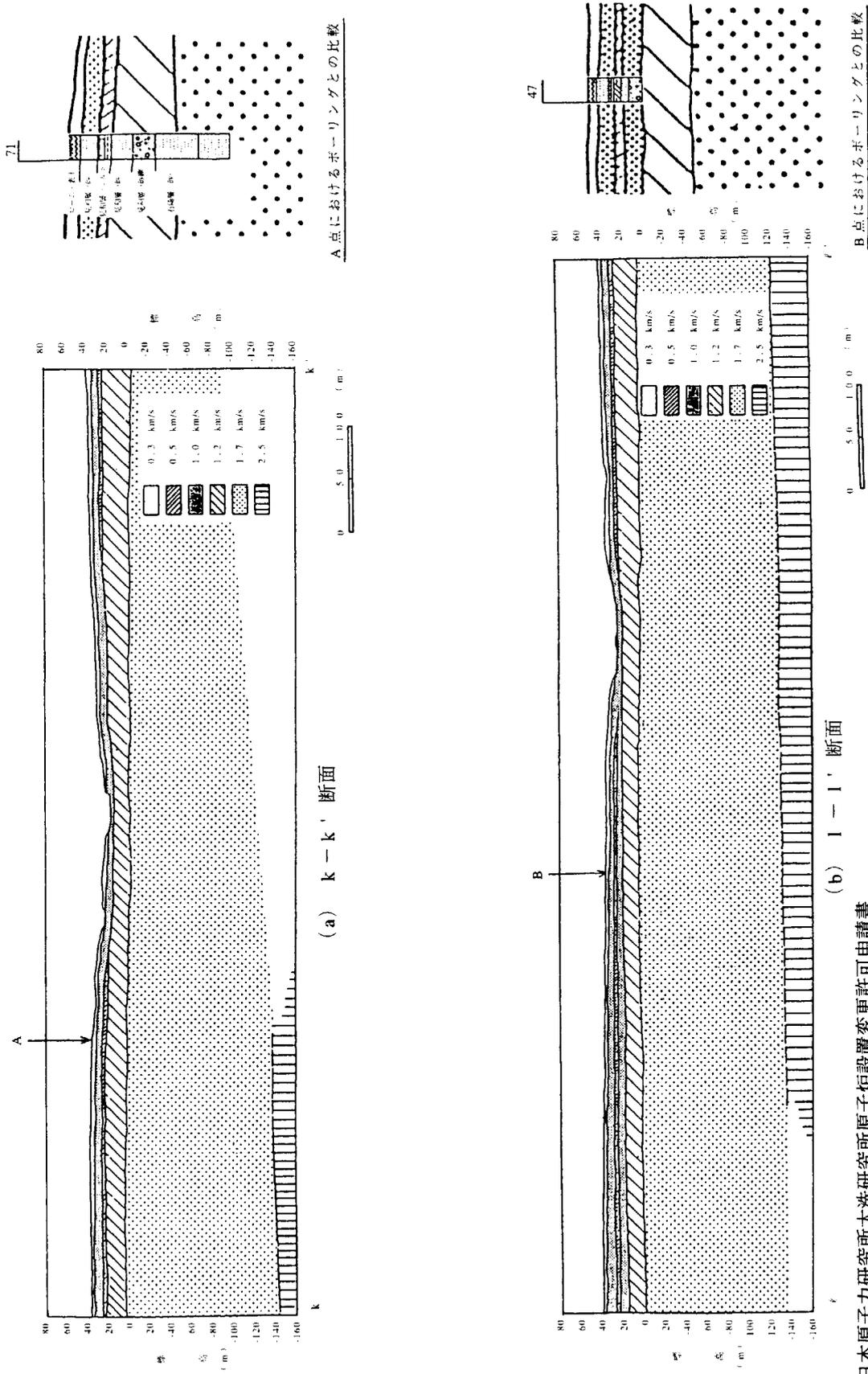
図 2.9(2) 敷地内での地質断面図 (東西方向 : F-F 断面)



----- 探査測線
----- 基盤 (中新統)
 確認部分

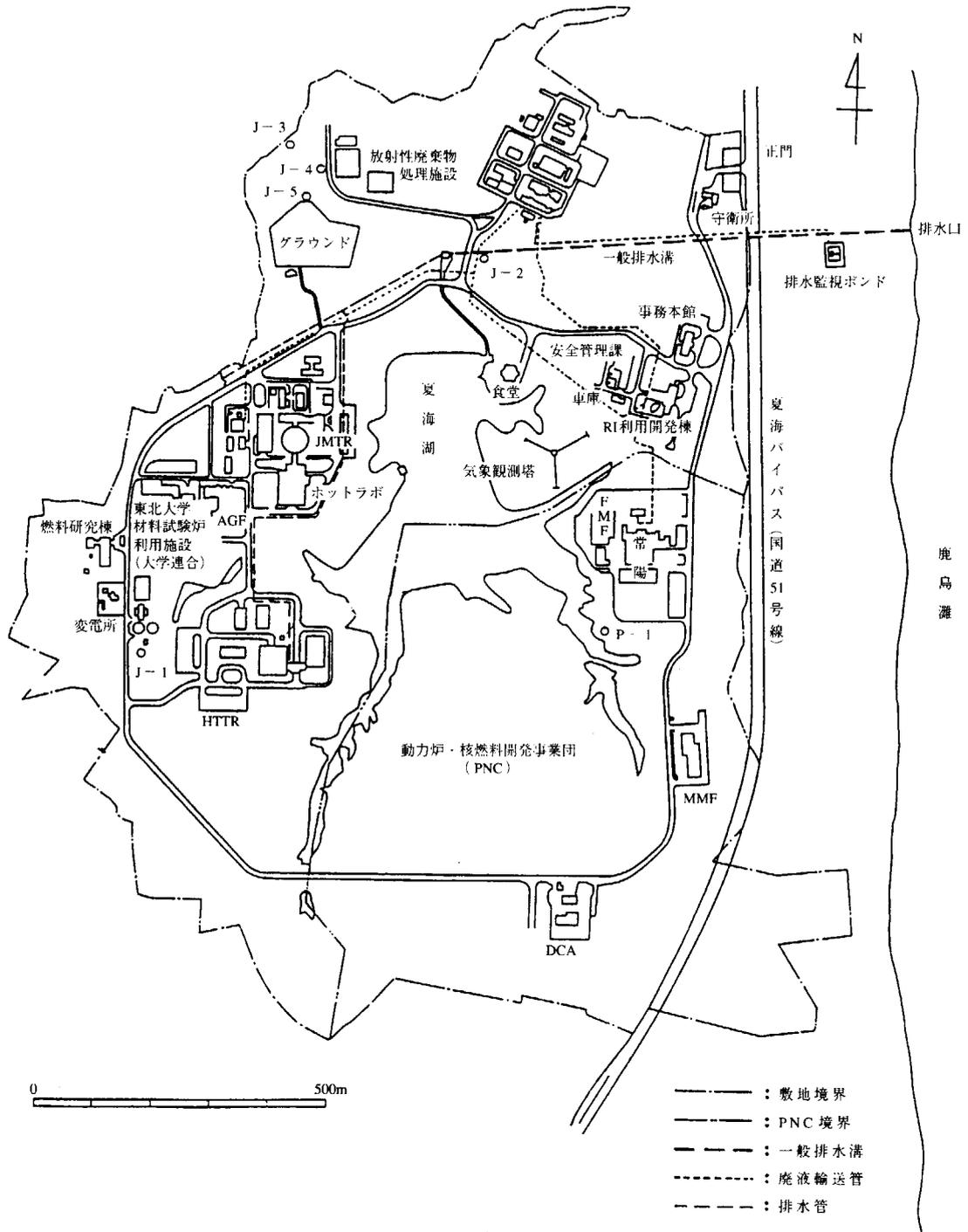
日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
〔HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置〕^(2,1)
により作成

図 2.10 敷地内での弾性波探査側線位置



日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成

図 2.11(1) 弾性波探査P波による地質断面及びボーリング調査結果との比較図



日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成

図 2.12 敷地内地下水測定位置

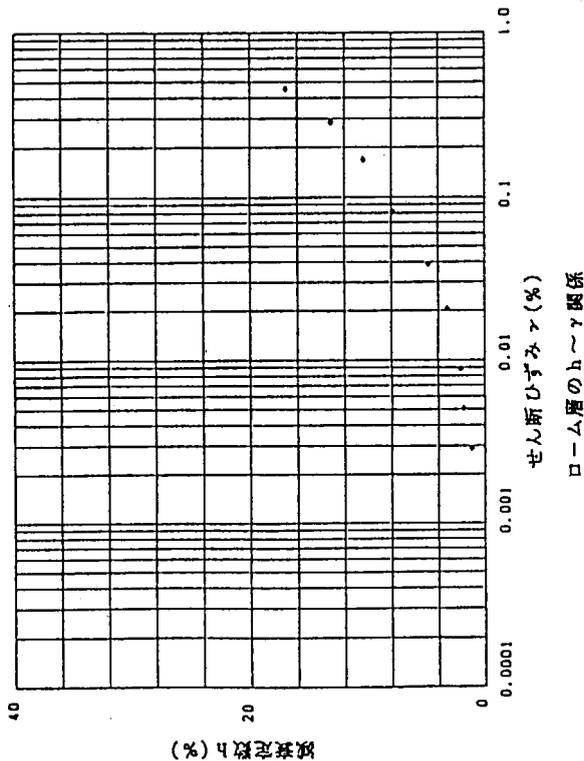
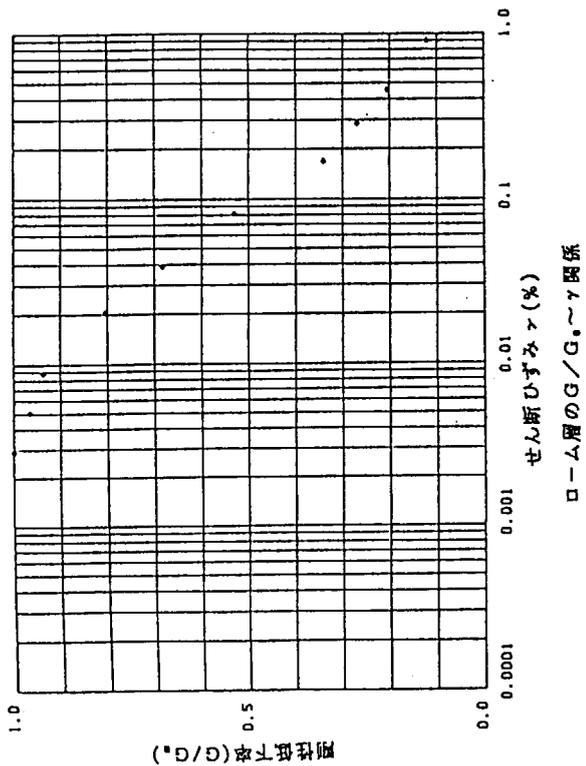
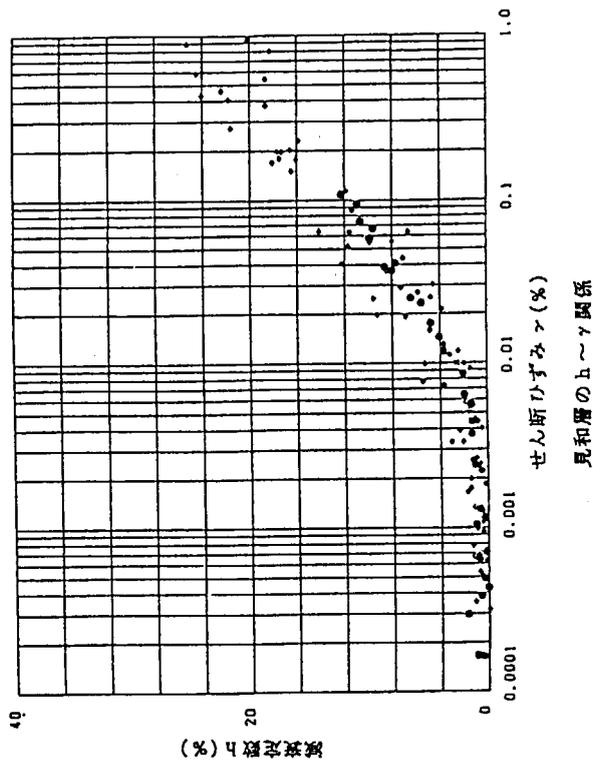
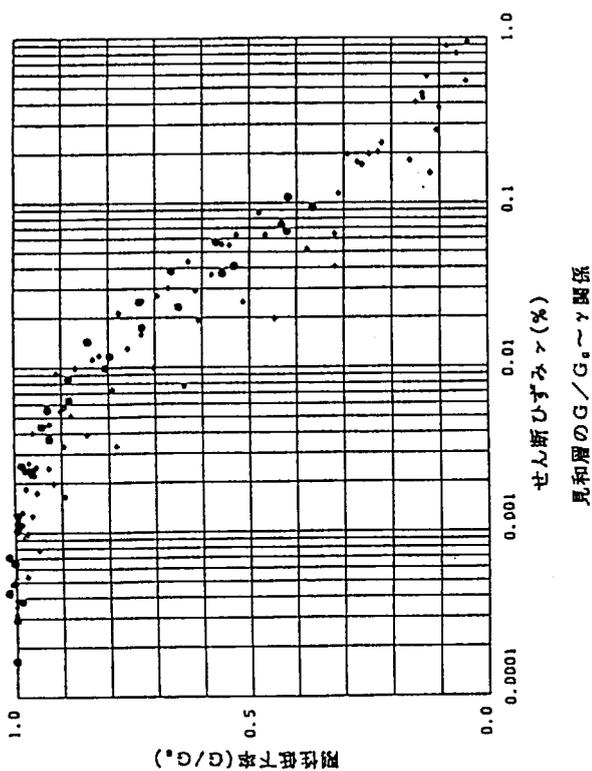


図 2.13a 敷地内地盤の動的的特性値

日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成

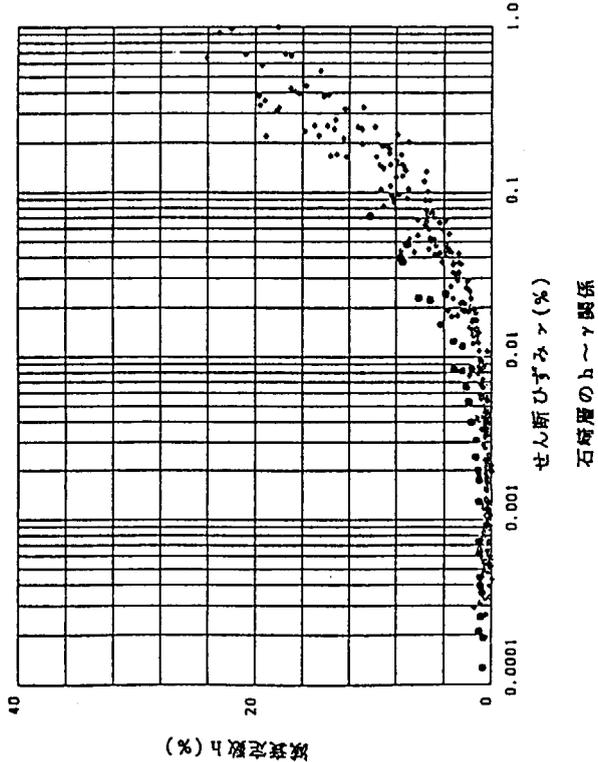
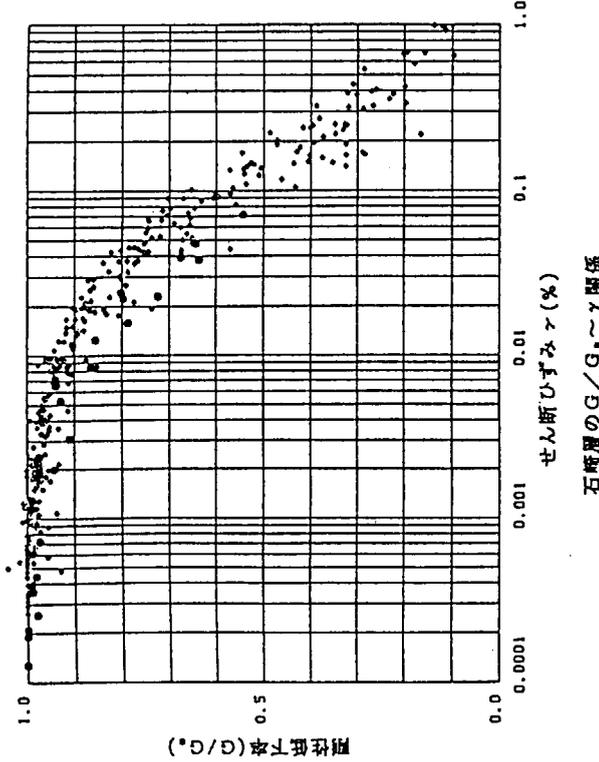
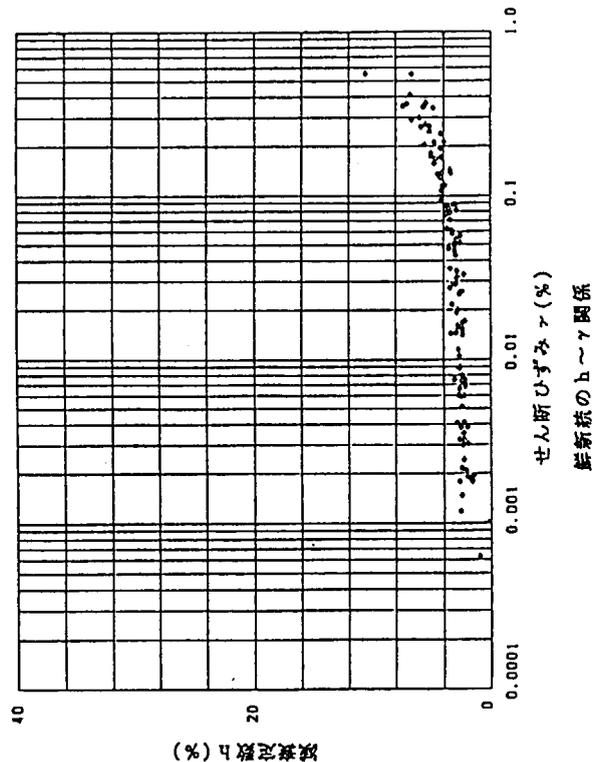
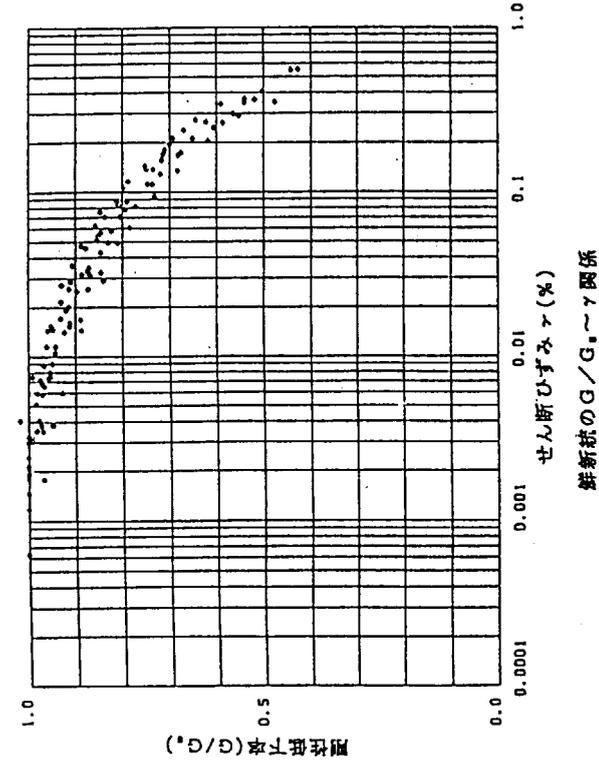


図 2.13b 敷地内地盤の動的的特性値

日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設定] (2.1)
 により作成

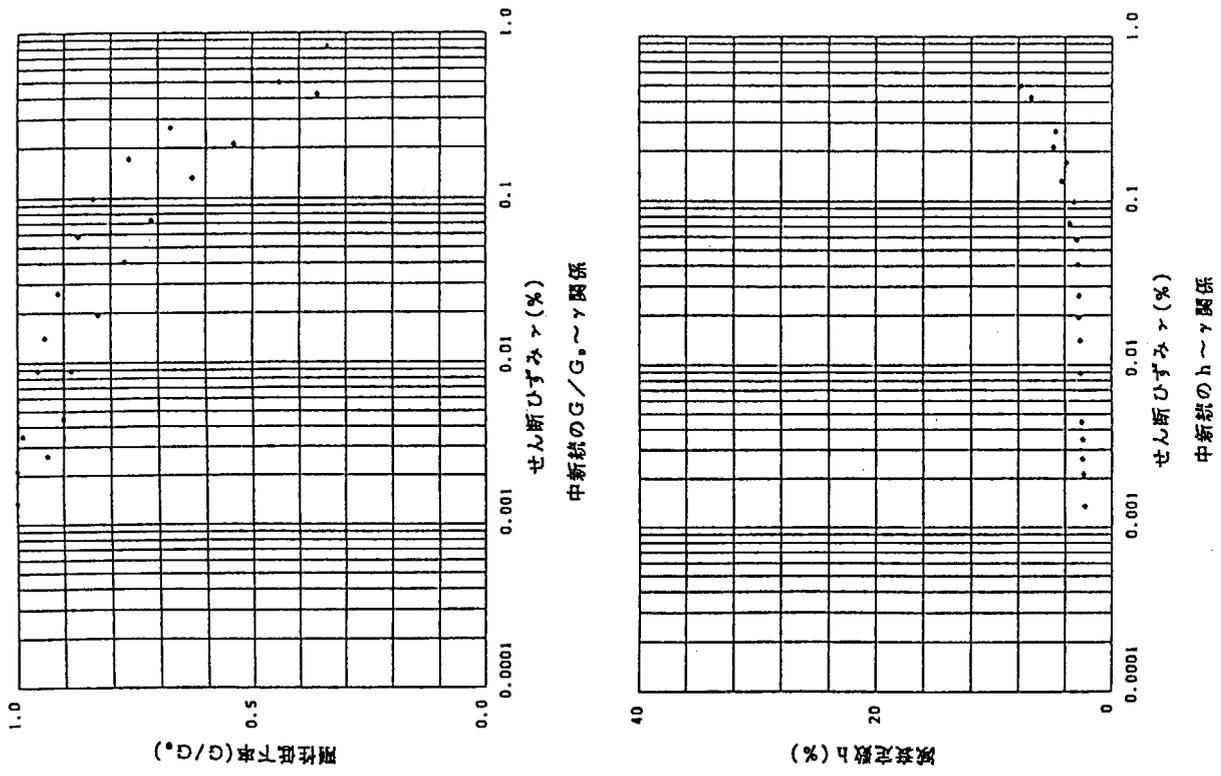


図 2.13c 敷地内地盤の動的的特性値

日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置] (2.1)
 により作成

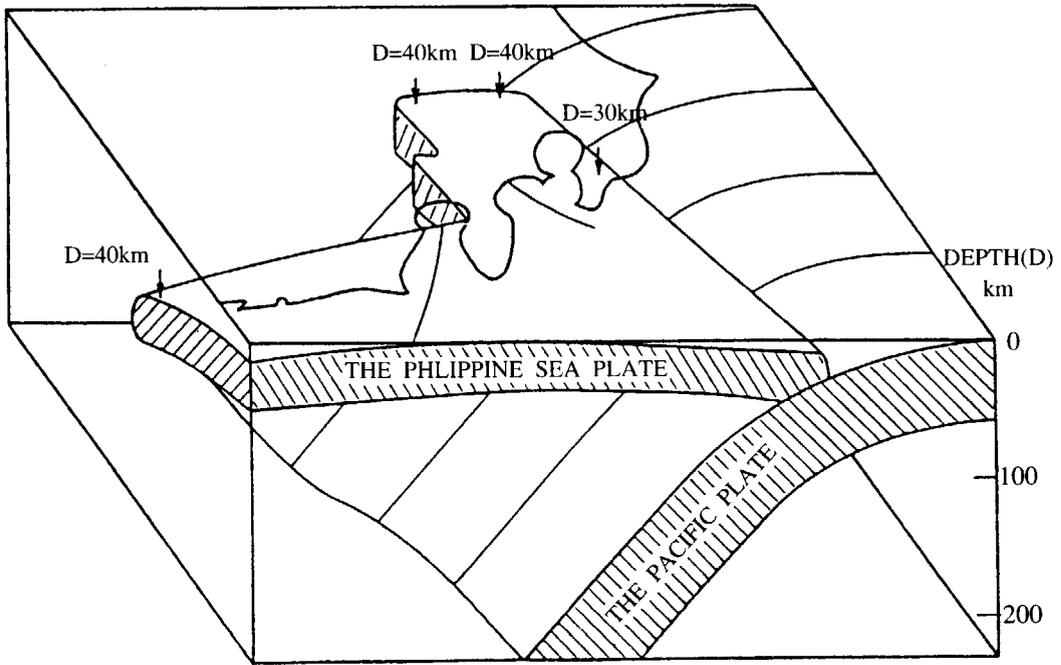


図 2.14(1) 敷地周辺の地震地体構造 (プレートの形態)

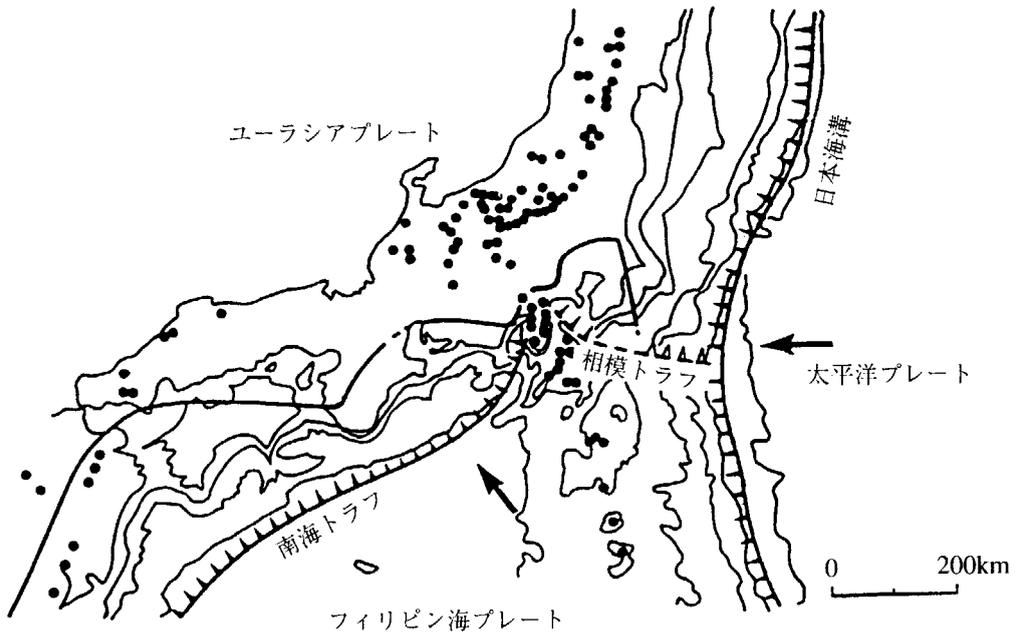
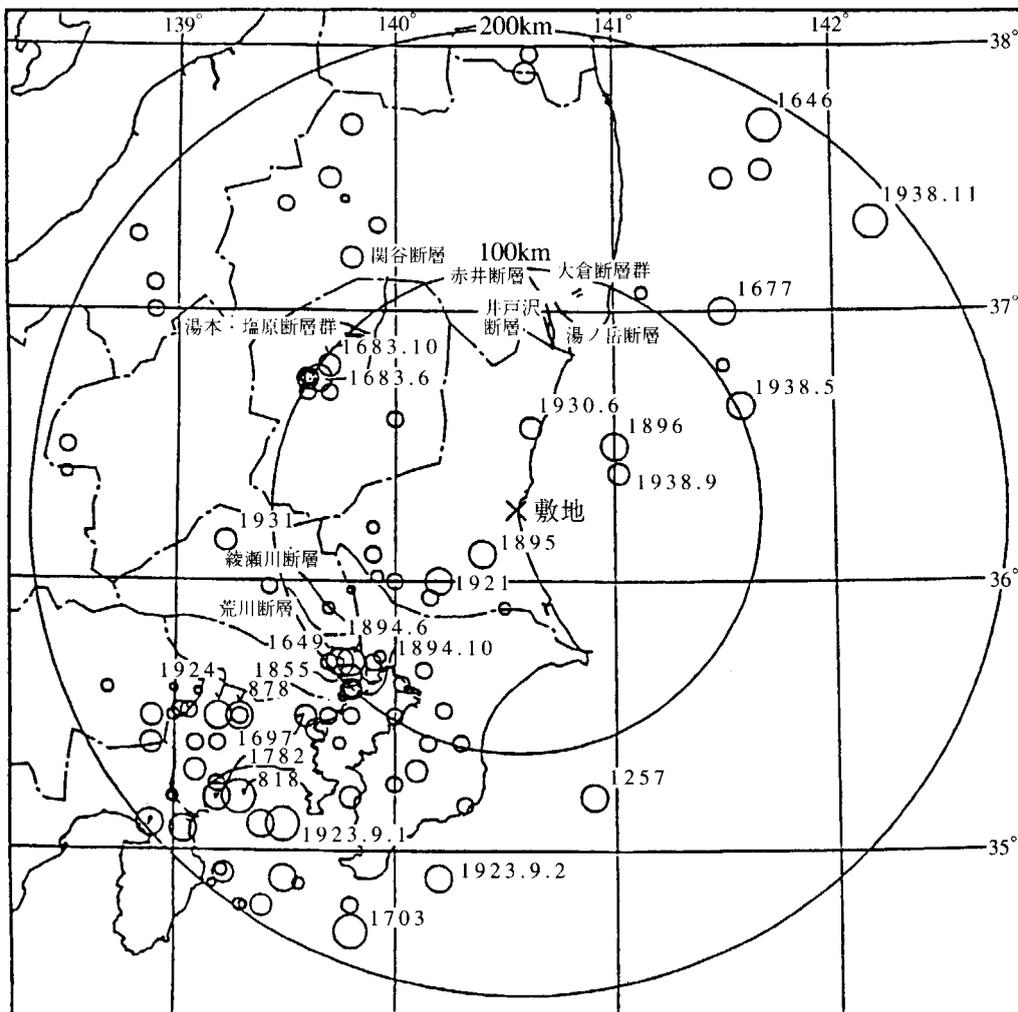
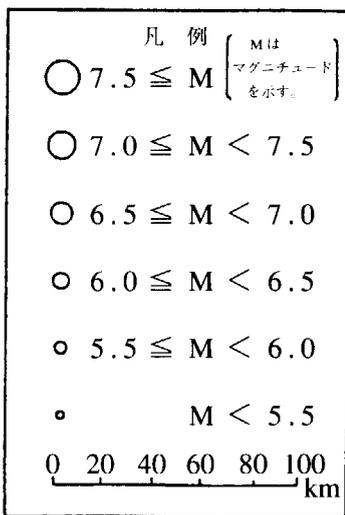


図 2.14(2) 敷地周辺の地震地体構造 (プレートの断面図)



地震緒元は、「宇佐美カタログ (1979)」^(2.14)による。

ただし、1885年以降の地震については、「宇津カタログ (1982), (1985)」^(2.15)による。また、1981年以降の地震については、「気象庁地震カタログ」^(2.16)による。



日本原子力研究所大洗研究所原子炉設置変更許可申請書
 [HTTR (高温工学試験研究炉) 原子炉施設の設置]^(2.1)
 により作成 (一部加筆)

図 2.15 敷地周辺の主な歴史地震の分布図

3. 観測システムの設置条件と仕様・構成

3. 1 観測システムの設置位置

鉛直アレー観測システムの設置位置を図 3.1 に示す。地震計は、HTTR 西側約 100m の観測点 1 と北側 150m の観測点 2 に設置している。集録装置及びテレメーター装置は、観測点 2 から西に約 20m 離れた地震観測建屋に設置している。

3. 2 観測システムの更新

鉛直アレー観測システムは、1987 年に設置後、観測設備の更新を重ねながら現在に至っている。更新の概要について以下に述べる。

- ①観測当初から 1996 年までは、4 台の地震計、サーボ型増幅器、カートリッジ型デジタルテープの記録装置を用いて観測を行った。地震計は、図 3.1 に示す観測点 1 に、集録装置は、観測点 1 近傍の地震観測建屋に設置した。なお、観測点 1 の地表地盤高さは、現在より 1.5m 程高かった。
- ②敷地関連の整備の一環として、観測点付近が約 1.5m 剥土されると共に、区画整理が行われたため、それに伴い 1996 年に GL-1.2m の地震計は、剥土された地面から GL-1.2m の場所に移設された。
また、地表の地震観測建屋を北東約 150m の地点に移設したため、データ転送による信号劣化を防ぐため、デジタル伝送装置を設置した。更に、記録装置を IC メモリー装置に更新した。
- ③GL-32.1m の地震計は、絶縁抵抗が低下したため 1997 年に更新した。更に、GL-200m と GL-220m 間の地盤のインピーダンスが違うので、GL-250m の場所に地震計を設置すると共に、併せて GL-30m の地震計を観測点 2 に設置した。
- ④GL-173m の地震計は、絶縁抵抗が低下したため 1999 年に更新した。

3. 3 観測システムの構成・仕様

3. 3. 1 観測システムの構成

観測システムは、図 3.2 に示すように 6 台の地震計、デジタル伝送装置、IC メモリー集録装置、無停電電源装置、耐雷トランス、テレメーターシステムから構成される。図 3.1 中の鉛直アレー地震動観測点 1 における地震計及びデジタル伝送装置（送量器）の平面配置図及び断面配置図と観測点 2 における平面配置図を図 3.3 に示す。

3. 3. 2 観測システムの仕様

(1) 地震計 (加速度計)

地震計は、長周期から短周期の広い周波数領域でフラットな振幅特性が得られる速度帰還型サーボ型加速度計である。図 3.4 に地震計の概略図を示す。周波数帯と分解能は、0.1~30Hz、 3×10^{-4} Gal であり、1000Gal までの測定レンジを有する。表 3.1 に地震計の仕様を、図 3.5 に地震計の振幅及び位相の周波数特性を示す。

(2) デジタル伝送装置

デジタル伝送装置は、送量器と受量器から構成される。地震計の信号は、地震観測点 1 に設置されているデジタル伝送装置 (送量器) によりシグナルコンディショニングと A/D 変換が行われ、地震観測建屋内の IC メモリー装置と接続されているデジタル伝送装置 (受量器) までデジタル信号で伝送される。表 3.2 にデジタル伝送装置の仕様を示す。

(3) ICメモリー集録装置

ICメモリー集録装置は、図 3.2 に示されるように、A/D 変換器、遅延装置、IC メモリ、起動装置及び時刻修正装置で構成される。デジタル伝送装置により伝送された観測記録データは、ICメモリー集録装置に記録される。集録装置には、遅延装置及びスターター回路が組み込まれており、任意設定可能な観測チャンネルの AND または OR 信号によりトリガー時刻から 10 秒遡ったデータが記録される。表 3.3 に集録装置の仕様を示す。

(4) 無停電電源装置

無停電電源装置は、電源部、インバーター部及び、充電部から構成される。停電時において 6 時間の電源供給が可能である。表 3.4 に 無停電電源装置の仕様を示す。

(5) 耐雷トランス

耐雷トランスは、落雷により収録装置に障害が生じないように集録装置を避雷保護する装置である。耐雷トランスの仕様を表 3.5 に示す。

(6) テレメーターシステム

テレメーターシステムは、図 3.2 に示されるように、AT モデム 2 台 (集録装置側と PC 側) とデータ収録用 PC (パソコン) から構成される。テレメーターシステムは、観測装置の遠隔設定や観測装置の起動結果及び観測データの収録を一般電話回線を利用して行うものである。

テレメーターソフトウエアは、観測装置の遠隔設定やデータの集録の他に波形描画や解析機能、バイナリーデータをアスキーデータに変換する機能を有している。

表 3.1 地震計の仕様

型式	地中埋設型地震計 (サーボ型加速度計) SA-355CT
測定範囲	3×10^{-4} Gal ~ 1000Gal
測定成分	水平×2成分 (NS, EW), 上下×1成分 (UD)
周波数レンジ	0.05 ~ 35Hz
感度	5mV/Gal
固有振動数	5Hz
出力抵抗	10Ω以下
最大出力電圧	±11V
直線性	0.05%以下
横感度	0.3%以内
検定コイル	15 μA/Gal
電源	DC±15V
消費電流	90mA 以内
使用温度範囲	-20°C ~ 60°C
ケース耐水圧	30kg/cm ²
許容最大加速度	30G(0.1sec 以下)
外形寸法	φ80mm×489.2mm

表 3.2 デジタル伝送装置の仕様

型式	デジタル伝送装置 CTX-16-16 (送量器, 受量器)
A/D 変換	16bit バイナリー
サンプリング周波数	100Hz (各チャンネル同時サンプリング)
周波数特性	0 ~ 70Hz
伝送方式	調歩同期式シリアル転送
データチェック方式	チェックサム式+パリティビット
周波数特性	0 ~ 70Hz
変調方式	F M
通信速度	8k bit/s
外形寸法	450φ×460mm

表 3.3 ICメモリ集録装置の仕様

型式	ICメモリ収録装置 SAMTAC-361-16
入力ch数	64ch
入力電圧	±10V
入力抵抗	100kΩ
サンプリング方式	全チャンネル同時サンプル
A/D変換精度	16bitバリエーション
サンプリング周波数	100Hz
入力フィルター	遮断周波数 約 30.5Hz 減衰特性 -24db/Oct バタワース特性
設定遅延時間	10sec
記憶メモリ	16Mバイト (90日以上の停電時バックアップ付)
設定記録時間	任意設定
記録保存数	16地震
データの転送	テレメーター/デジタルIO
刻時装置	AMラジオの時報による自動修正機能 (修正精度±2msec)
起動設定	最深位置地震計 3chOR又はAND起動
設定トリガーレベル	0.5Gal (0.5Galステップで255段階任意設定可)
耐震性	7Hz, 1.5G, 3分間 (水平、上下とも)

表 3.4 無停電電源装置の仕様

型式	無停電電源装置 WNB-550-30
電気容量	550VA
交流入力/出力	50/60Hz 100V
インバーター方式	トランジスタ一定電圧トランス

表 3.5 耐雷トランスの仕様

型式	電源避雷ユニット PWA-10100
定格電圧	AC 100V
定格電流	10A
電圧降下	0.5V以下
損失	5VA以下
残留サージエネルギー	$1 \times 10^{-3} \text{J}$
サージ減衰量	-52dB
サージ耐量	10000A
動作速度	10nsec以下

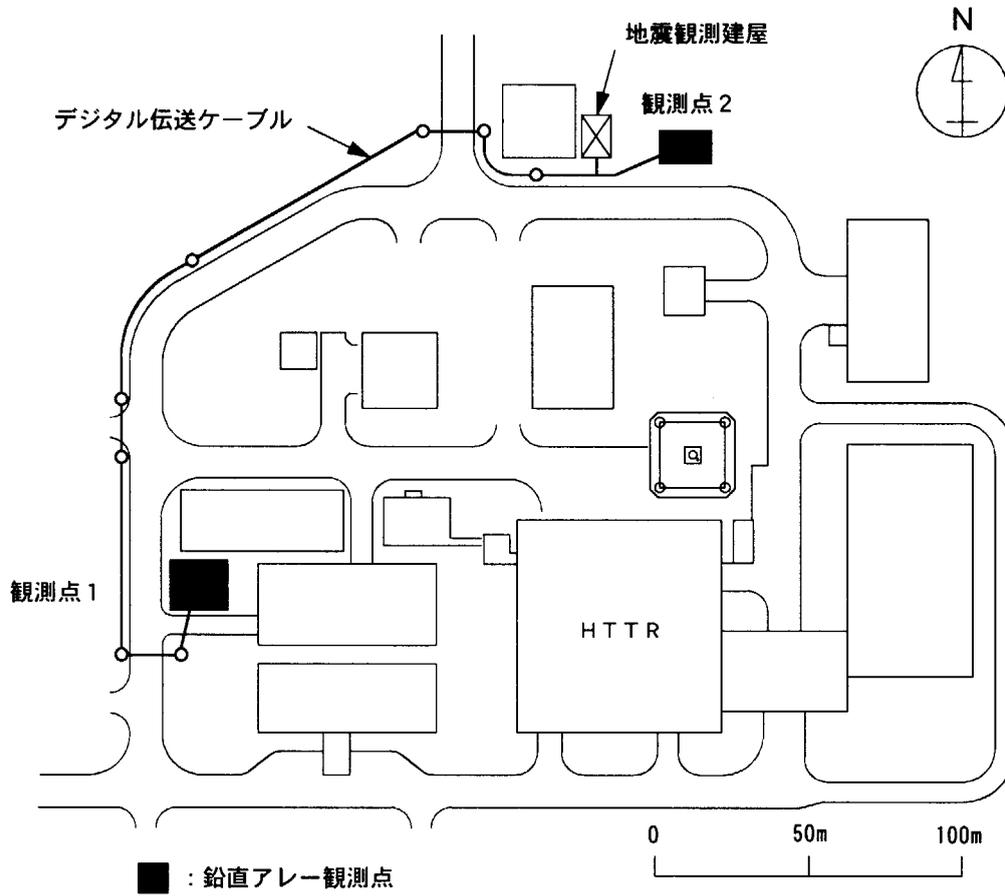


図 3.1 観測システムの敷地内全体配置

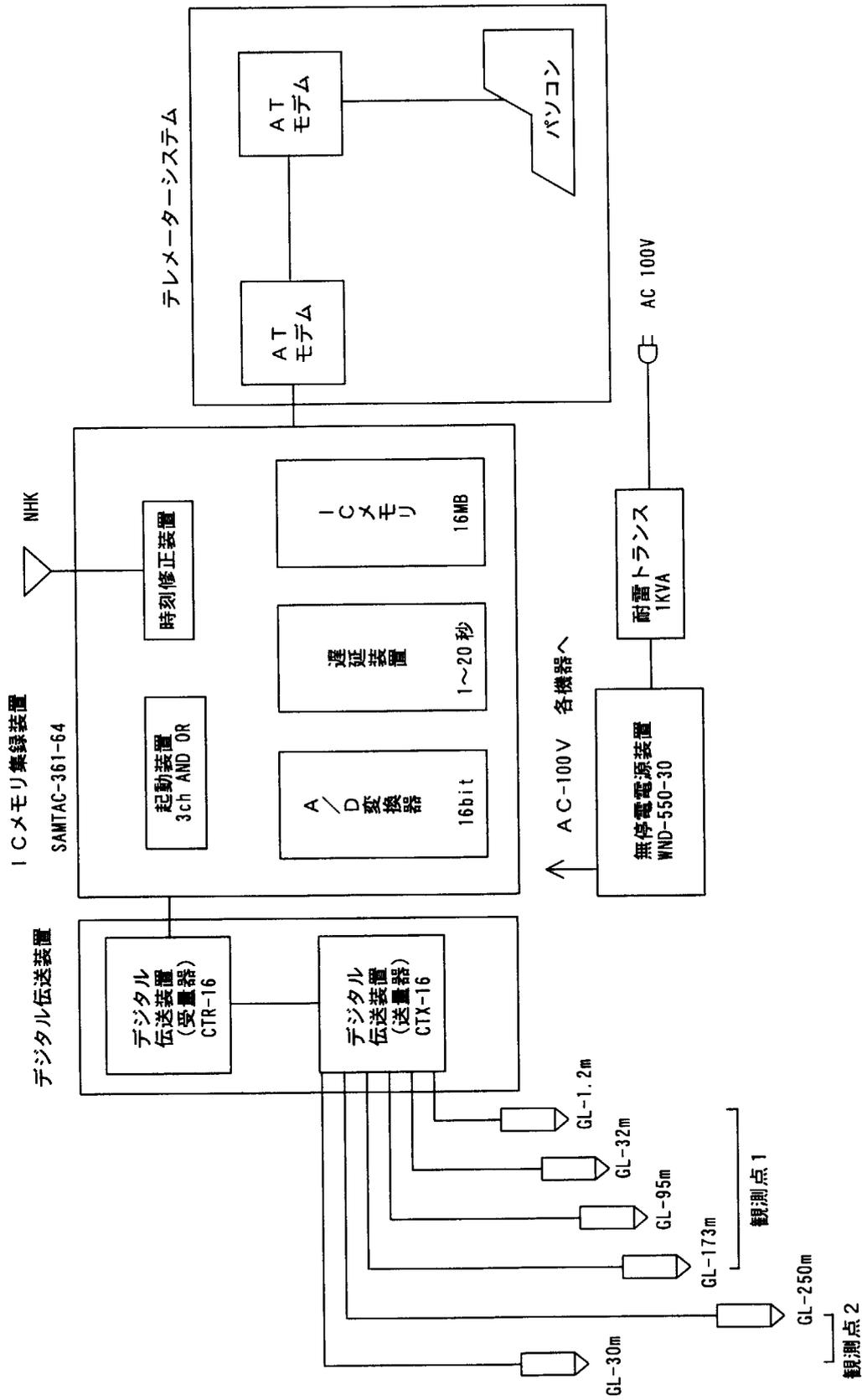
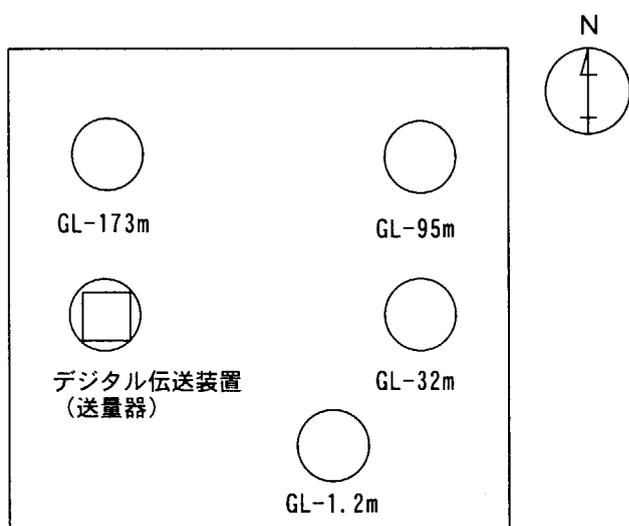
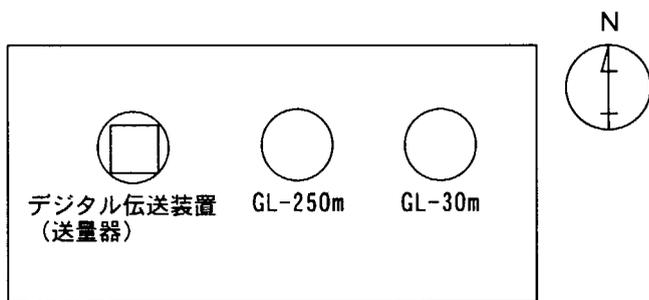


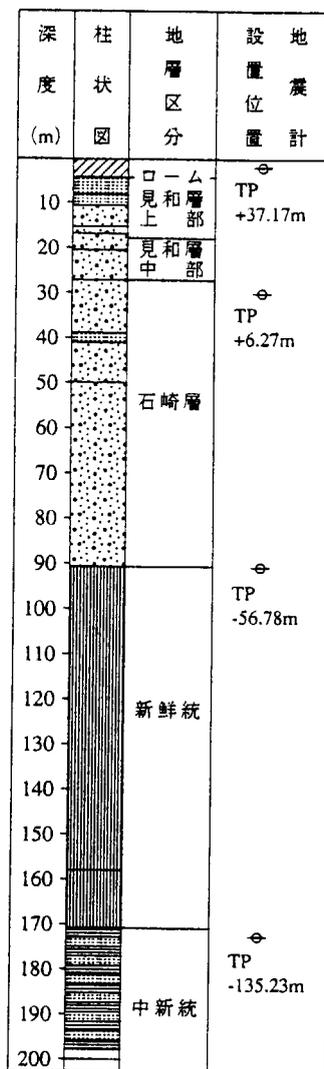
図 3.2 観測システムの構成



観測点1 平面配置図



観測点2 平面配置図



観測点1 断面配置図

図 3.3 鉛直アレー地震動観測点 (1, 2) の地震計及びデジタル伝送器の配置

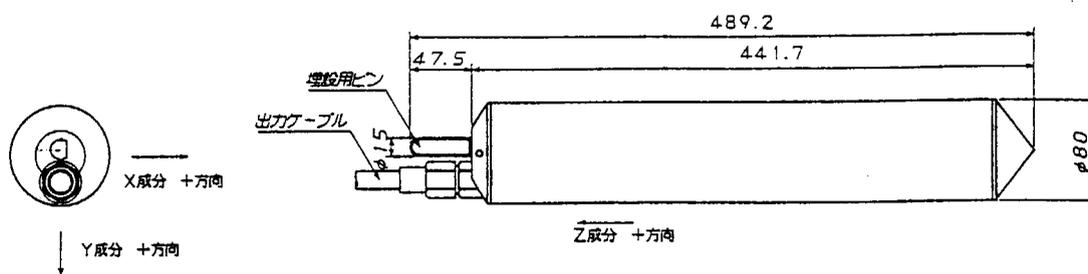


図 3.4 地震計の仕様

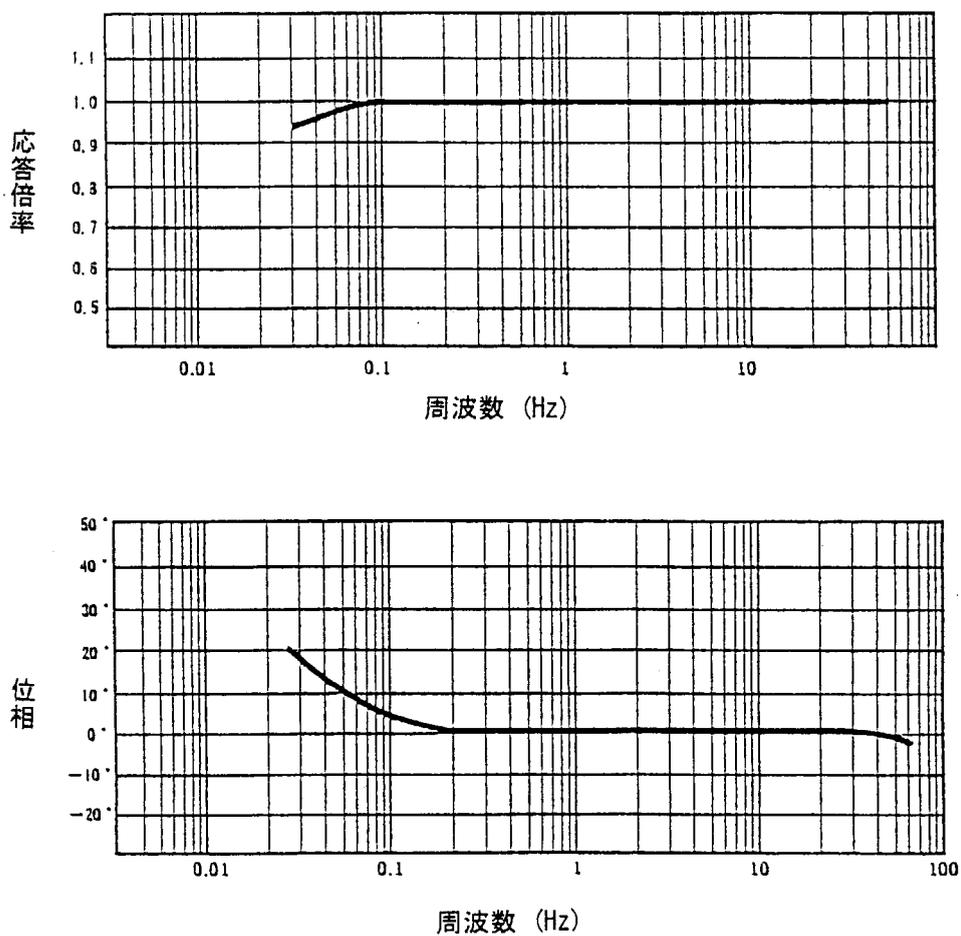


図 3.5 地震計の周波数特性

4. 観測データの整理

4.1 データベースの構成

1987年12月～2000年1月までの観測データは、(財)震災予防協会による「強震動アレー観測データベース」^(4.1)に準拠し整理した。同データベースの作成手順を付録に示す。データベースは、テーブル群「OARTABL」、データファイル群「OARDATA」及び検索ファイル「OARINDX」の3ディレクトリから構成される。各ディレクトリを構成するファイル名及び概要を以下に述べる。

(1) テーブル群 OARTABL

OARTABL は、次の6ファイルからなる「テーブル」と、1ファイルからなる「テーブルリスト」からなる。

1) テーブル

テーブルは、更に「ST テーブル」、「EQ テーブル」及び「SM テーブル」に大別される。

・ ST テーブル

- ①OARORGN : 観測機関に関する情報を収録
- ②OARSITE : 観測地点に関する情報を収録
- ③OARINST : 地震計の位置や仕様に関する情報を収録

・ EQ テーブル

- ④OAREQTB : 地震の諸元に関する情報を収録

・ SM テーブル

- ⑤OARFLHD : データファイルのファイルヘッダに関する情報を収録
- ⑥OARDAHD : データファイル中のデータブロック1行目に関する情報を収録

2) テーブルリスト

- ・ TABLIST : テーブル群のファイル名を記述している。

(2) データファイル群 OARDATA

OARDATA は、1ファイル「EQnnnnnn」からなるデータファイルで、上記テーブル群の内容が反映された実波形データが収録されており、1地震1観測地点のデータに対する構成となっている。

(3) 検索ファイル OARINDX

OARINDX は、1ファイル「OARTEXT」からなる検索用ファイルで、データファイルのヘッダ情報が抜粋して作成されている。

4. 2 データベースの定義

4. 2. 1 テーブル群 OARTABL

(1) テーブル

1) ST テーブル

ST テーブルは、機関テーブル (OARORGN)、観測地点テーブル (OARSITE)、地震計テーブル (OARINST) からなる。4.1 節の定義に基づき作成した内容のうち、機関テーブル (OARORGN) については表 4.1 に、観測地点テーブル (OARSITE) については表 4.2 に、地震計テーブル (OARINST) については表 4.3 に示す。ただし、「地震計機種名等」は省略した。1996 年 12 月に収録装置を「SAMTAC-85」から「SAMTAC-361」に置き換えたが、その情報は、地震計テーブルに反映されている。

提供機関番号は、「999」とした。

観測地点番号は「1」、地震計番号は以下のように取り扱った。

観測点 1 GL-173.6m : 地震計番号 1,5 GL-95.15m : 地震計番号 2,6

観測点 1 2GL-32.1m : 地震計番号 3,7 GL -1.2m : 地震計番号 4,8

観測点 2 GL-250.0m : 地震計番号 9 GL-30.0m : 地震計番号 10

基準点地震計番号は、GL-1.2m の地震計を基準点地震計 (基準点地震計番号=4) とした。

2) EQ テーブル

EQ テーブルは、地震諸元テーブル (OAREQTB) からなる。4.1 節の定義に基づき作成した内容を表 4.4 に示す。

地震の諸元は地震月報による。

3) SM テーブル群

SM テーブル群は、ファイルテーブル (OARFLHD) とデータテーブル (OARDAHD) からなる。これらのうち、ファイルテーブル (OARFLHD) については表 4.5 に示す。データテーブル (OARDAHD) については、ファイル名 EQ000051~EQ000053 までだけを表 4.6 に例示する。ただし、「修正フラグ」は省略した。

1 地震当たり 1 ファイル構成になっている。1988 年から 2000 年に大洗サイトで得られた 71 記録 (1988 年 : 8 記録、1989 年 : 20 記録、1990 年 : 11 記録、1991 年 : 7 記録、1992 年 : 12 記録、1996 年 : 4 記録、1997 年 3 記録、1998 年 : 3 記録、1999 年 : 2 記録、2000 年 1 記録) が収録されている。ファイル名は、1988 年 6 月 30 日から 1992 年 2 月 2 日までの地震記録 (EQ000051~EQ000098) は、オリジナルの地震番号を用いて 8 文字で表現した (例 : EQ051→EQ000051)。1992 年 4 月 14 日から 1992 年 11 月 28 日までの地震記録 (EQ000101~EQ000113) は、「EQ000」に 101 から連続した番号を付けて表現した。

また、1996 年~2000 年の地震記録 (EQ000121~EQ000133) は、「EQ000」に 121 から連続した番号を付けて表現した。

データ単位は、全て加速度記録である。フォーマット表示は、全て「8」(10F8.0) である。補正表示は、無補正のため「1」が記載されている。

(2) テーブルリスト

テーブルリストのファイル TABLIST を表 4.7 に示す。

4. 2. 2 データファイル群 OARDATA

データファイル群 OARDATA は、73 ファイルあるが、これらのうちファイル名 EQ000051 の例を表 4.8 に示す。

表 4.8 において、2 行目の観測者名は、空欄とした。3 行目のコメント識別子は、全て「*」（アスタリスク）とした。1 1 行目の水平最大値の種別は、収録地震記録が加速度記録であるため、全て「ACC」とした。1 1 行目の水平最大値は、収録地震記録が加速度記録であるため、全て「cm/sec²」である。

4. 2. 3 検索ファイル OARINDX

データファイル群 OARDATA は、73 ファイルあるが、これらのうちファイル名 EQ000051 ~EQ000065 の例を表 4.9 に示す。

表 4.1 機関テーブル (OARORGN)

提供機関番号	提供機関名
999	JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE

表 4.2 観測地点テーブル (OARSITE)

地震番号	観測地点番号	経度(度)	緯度(度)	基準点の標高(m)	地震計設置点	基準点地震計番号	観測地点名
999	1	140.549	36.263	37.17	4	4	OARAI

表 4.3 地震計テーブル (OARINST)

提供機関番号	観測地点番号	地震計番号	基準点からの			真北からの角度(度)	観測成分数	観測開始年月日	観測終了年	地震計機種番号
			水平距離(m)	高低差(m)	設置深さ(m)					
999	1	1	3.61	-172.40	-173.60	233.00	3	1987 12 1	1996	11468
999	1	2	7.62	-93.95	-95.15	43.00	3	1987 12 1	1996	11468
999	1	3	3.61	-30.90	-32.10	77.00	3	1987 12 1	1996	11468
999	1	4	0.00	0.00	-1.20	0.00	3	1987 12 1	1996	11468
999	1	5	3.61	-172.40	-173.60	233.00	3	1996 12 1	0	11468
999	1	6	7.62	-93.95	-95.15	43.00	3	1996 12 1	0	11468
999	1	7	3.61	-30.90	-32.10	77.00	3	1996 12 1	0	11468
999	1	8	0.00	0.00	-1.20	0.00	3	1996 12 1	0	11468
999	1	9	161.10	-250.16	-250.00	43.50	3	1998 12 1	0	11468
999	1	10	165.00	-30.22	-30.00	45.00	3	1998 12 1	0	11468

表 4.4 EQ テーブル (OAREQTB) (1)

地震番号	緯度 (度×0.1分)	経度 (度×0.1分)	震源深さ (×0.1km)	マグニチュード (×0.1km)	地域名
198806300545290	36372	140248	520	42	NORTHERN IBARAKI PREF
198807031042057	36437	141081	450	40	E OFF IBARAKI PREF
198807062347034	37069	141541	600	46	E OFF FUKUSHIMA PREF
198807150950599	36156	140048	590	44	SW IBARAKI PREF
198807161309533	36198	140374	620	36	NORTHERN IBARAKI PREF
198809160318564	36120	140040	610	45	SW IBARAKI PREF
198809261723191	35325	141109	360	58	NEAR CHOSHI CITY
198812281802085	36041	139551	560	43	SW IBARAKI PREF
198901070408245	36220	141578	340	56	FAR E OFF IBARAKI PREF
198901281635470	36275	140401	500	44	NORTHERN IBARAKI PREF
198902041956500	37186	141190	610	54	E OFF FUKUSHIMA PREF
198902192127097	36011	139545	550	56	SW IBARAKI PREF
198903062339443	35416	140428	560	60	NEAR CHOSHI CITY
198903100837101	36221	141008	410	46	E OFF IBARAKI PREF
198903111612172	35545	140337	450	49	SOUTHERN IBARAKI PREF
198903180137187	35439	140437	510	52	NEAR CHOSHI CITY
198904260218377	35546	140296	650	54	SOUTHERN IBARAKI PREF
198904260545172	36523	140561	880	47	E OFF IBARAKI PREF
198906170842363	31534	138207	3850	68	NEAR TORISHIMA IS
198908260911434	36160	140567	390	51	E OFF IBARAKI PREF
198909041612365	37053	140445	780	46	EASTERN FUKUSHIMA PREF
198909172322122	36272	140414	510	38	NORTHERN IBARAKI PREF
198909191536119	36227	140368	590	38	NORTHERN IBARAKI PREF
198911250309058	36239	141009	410	41	E OFF IBARAKI PREF
198912090223308	36357	141045	460	56	E OFF IBARAKI PREF
198912141325032	36271	141162	430	45	E OFF IBARAKI PREF
198912220932502	36255	141072	400	48	E OFF IBARAKI PREF
198912251747218	36234	141006	340	45	E OFF IBARAKI PREF
199001011803133	36279	140354	550	43	NORTHERN IBARAKI PREF
199002120246066	36241	141012	380	53	E OFF IBARAKI PREF
199002230541195	36294	140356	530	38	NORTHERN IBARAKI PREF
199005031645434	36260	140368	580	52	NORTHERN IBARAKI PREF
199005292323175	36325	140320	520	41	NORTHERN IBARAKI PREF
199006011022092	35385	140438	590	60	NEAR CHOSHI CITY
199007161908136	36103	141197	340	50	FAR E OFF IBARAKI PREF
199008051236251	36241	141066	390	58	E OFF IBARAKI PREF
199010062333017	36291	140368	510	50	NORTHERN IBARAKI PREF
199010242027105	36208	140336	1000	46	NORTHERN IBARAKI PREF
199012091240526	36203	140397	980	47	E OFF IBARAKI PREF
199105141738421	36387	140538	510	36	E OFF IBARAKI PREF
199106251249179	36384	140583	490	51	E OFF IBARAKI PREF

JAERI—Data/Code 2001—009

199108062349318	35489	141096	430	59	NEAR CHOSHI CITY
199109222104280	36349	140500	490	39	E OFF IBARAKI PREF
199110150454015	36379	140587	470	43	E OFF IBARAKI PREF
199110190831169	36050	139552	590	43	SW IBARAKI PREF
199112121127461	36277	140397	480	46	NORTHERN IBARAKI PREF
199201170239305	36029	139560	560	41	SW IBARAKI PREF
199202020404057	35136	139475	920	59	TOKYO BAY REGION
199204141203549	36105	139500	620	49	SW IBARAKI PREF
199204230121034	36057	139532	580	43	SW IBARAKI PREF
199205111907532	36318	140324	560	56	NORTHERN IBARAKI PREF
199205271721562	35542	140533	450	43	NEAR CHOSHI CITY
199206012251210	36402	141164	440	57	E OFF IBARAKI PREF
199209141146532	36260	140400	550	40	NORTHERN IBARAKI PREF
199209191748349	35557	140575	430	43	E OFF IBARAKI PREF
199210011131298	36358	140585	450	46	E OFF IBARAKI PREF
199211060735510	36285	140365	520	41	NORTHERN IBARAKI PREF
199211280946483	36050	139531	600	47	SW IBARAKI PREF
199602170022581	37190	142320	510	66	E OFF FUKUSHIMA PREF
199603041739195	36280	141370	490	48	E OFF IBARAKI PREF
199603181106184	35450	141070	640	45	E OFF IBARAKI PREF
199604051712119	36290	140400	640	38	NORTHERN IBARAKI PREF
199702200521493	37239	141106	863	53	E OFF FUKUSHIMA PREF
199708090534486	35497	139302	677	47	EASTERN SAITAMA PREF
199709080840386	35328	140000	1077	51	TOKYO BAY REGION
199803231837222	36367	141183	450	51	E OFF IBARAKI PREF
199804091745586	36933	141033	930	54	E OFF FUKUSHIMA PREF
199804111907517	36433	140667	550	43	E OFF IBARAKI PREF
199903260831190	36450	140617	580	49	NORTHERN IBARAKI PREF
199904252127127	36467	140633	580	51	NORTHERN IBARAKI PREF
200001121109570	36450	140583	580	21	NORTHERN IBARAKI PREF

表 4.5 ファイルテーブル (OARFLHD)

ファイル名	地震番号	提供機番	観測地点番号	ファイル成分数	トリガータイム	観測地点名
EQ000051	198806300545290	999	1	12	1988/06/30 05:45:45.	OARAI
EQ000052	198807031042057	999	1	12	1988/07/03 10:42:28.	OARAI
EQ000053	198807062347034	999	1	12	1988/07/06 23:47:43.	OARAI
EQ000054	198807150950599	999	1	12	1988/07/15 09:51:17.	OARAI
EQ000055	198807161309533	999	1	12	1988/07/16 13:10:02.	OARAI
EQ000056	198809160318564	999	1	12	1988/09/16 03:19:14.	OARAI
EQ000057	198809261723191	999	1	12	1988/09/26 17:23:48.	OARAI
EQ000058	198812281802085	999	1	12	1988/12/28 18:02:29.	OARAI
EQ000059	198901070408245	999	1	12	1989/01/07 04:09:05.	OARAI
EQ000060	198901281635470	999	1	12	1989/01/28 16:36:01.	OARAI
EQ000061	198902041956500	999	1	12	1989/02/04 19:57:29.	OARAI
EQ000062	198902192127097	999	1	12	1989/02/19 21:27:28.	OARAI
EQ000063	198903062339443	999	1	12	1989/03/06 23:40:05.	OARAI
EQ000064	198903100837101	999	1	12	1989/03/10 08:37:26.	OARAI
EQ000065	198903111612172	999	1	12	1989/03/11 16:12:33.	OARAI
EQ000066	198903180137187	999	1	12	1989/03/18 01:37:44.	OARAI
EQ000067	198904260218377	999	1	12	1989/04/26 02:18:49.	OARAI
EQ000068	198904260545172	999	1	12	1989/04/26 05:45:45.	OARAI
EQ000069	198906170842363	999	1	12	1989/06/17 08:44:57.	OARAI
EQ000070	198908260911434	999	1	12	1989/08/26 09:11:52.	OARAI
EQ000071	198909041612365	999	1	12	1989/09/04 16:13:06.	OARAI
EQ000072	198909172322122	999	1	12	1989/09/17 23:22:27.	OARAI
EQ000073	198909191536119	999	1	12	1989/09/19 15:36:26.	OARAI
EQ000074	198911250309058	999	1	12	1989/11/25 03:09:22.	OARAI
EQ000075	198912090223308	999	1	12	1989/12/09 02:23:42.	OARAI
EQ000076	198912141325032	999	1	12	1989/12/14 13:25:24.	OARAI
EQ000077	198912220932502	999	1	12	1989/12/22 09:33:01.	OARAI
EQ000078	198912251747218	999	1	12	1989/12/25 17:47:38.	OARAI
EQ000079	199001011803133	999	1	12	1990/01/01 18:03:28.	OARAI
EQ000080	199002120246066	999	1	12	1990/02/12 02:46:16.	OARAI
EQ000081	199002230541195	999	1	12	1990/02/23 05:41:34.	OARAI
EQ000082	199005031645434	999	1	12	1990/05/03 16:45:52.	OARAI
EQ000083	199005292323175	999	1	12	1990/05/29 23:23:33.	OARAI
EQ000084	199006011022092	999	1	12	1990/06/01 10:22:34.	OARAI
EQ000085	199007161908136	999	1	12	1990/07/16 19:08:36.	OARAI
EQ000086	199008051236251	999	1	12	1990/08/05 12:36:36.	OARAI
EQ000087	199010062333017	999	1	12	1990/10/06 23:33:10.	OARAI
EQ000088	199010242027105	999	1	12	1990/10/24 20:27:33.	OARAI
EQ000089	199012091240526	999	1	12	1990/12/09 12:41:15.	OARAI
EQ000090	199105141738421	999	1	12	1991/05/14 17:39:01.	OARAI
EQ000091	199106251249179	999	1	12	1991/06/25 12:49:32.	OARAI

JAERI-Data/Code 2001-009

EQ000092	199108062349318	999	1	12	1991/08/06	23:49:55.	OARAI
EQ000093	199109222104280	999	1	12	1991/09/22	21:04:45.	OARAI
EQ000094	199110150454015	999	1	12	1991/10/15	04:54:20.	OARAI
EQ000095	199110190831169	999	1	12	1991/10/19	08:31:37.	OARAI
EQ000096	199112121127461	999	1	12	1991/12/12	11:28:00.	OARAI
EQ000097	199201170239305	999	1	12	1992/01/17	02:39:51.	OARAI
EQ000098	199202020404057	999	1	12	1992/02/02	04:04:45.	OARAI
EQ000101	199204141203549	999	1	12	1992/04/14	12:04:31.	OARAI
EQ000102	199204230121034	999	1	12	1992/04/23	01:21:46.	OARAI
EQ000103	199205111907532	999	1	12	1992/05/11	19:09:55.	OARAI
EQ000104	199205271721562	999	1	12	1992/05/27	17:22:40.	OARAI
EQ000105	199206012251210	999	1	12	1992/06/01	22:52:10.	OARAI
EQ000108	199209141146532	999	1	12	1992/09/14	11:47:15.	OARAI
EQ000109	199209191748349	999	1	12	1992/09/19	17:49:00.	OARAI
EQ000110	199210011131298	999	1	12	1992/10/01	11:31:54.	OARAI
EQ000112	199211060735510	999	1	12	1992/11/06	07:36:05.	OARAI
EQ000113	199211280946483	999	1	12	1992/11/28	09:47:08.	OARAI
EQ000121	199602170022581	999	1	12	1996/02/17	00:23:34.	OARAI
EQ000122	199603041739195	999	1	12	1996/03/04	17:39:37.	OARAI
EQ000123	199603181106184	999	1	12	1996/03/18	11:06:44.	OARAI
EQ000124	199604051712119	999	1	12	1996/04/05	17:12:29.	OARAI
EQ000125	199702200521493	999	1	12	1997/02/20	05:22:02.77	OARAI
EQ000126	199708090534486	999	1	12	1997/08/09	05:35:09.95	OARAI
EQ000127	199709080840386	999	1	12	1997/09/08	08:40:56.78	OARAI
EQ000128	199803231837	999	1	12	1998/03/23	18:37:22.21	OARAI
EQ000129	199804091745	999	1	12	1998/04/09	17:45:58.66	OARAI
EQ000130	199804111907	999	1	12	1998/04/11	19:07:51.69	OARAI
EQ000131	199903260831	999	1	18	1999/03/26	08:31:19.00	OARAI
EQ000132	199904252127	999	1	18	1999/04/25	21:27:12.70	OARAI
EQ000133	200001121109	999	1	18	2000/01/12	11:09:57.01	OARAI

表 4.6 データテーブル (OARDAHD)

ファイル名	ファイル成分番号	データ最大値	データサンプル数	時間間隔	地震計番号	地震計成分番号	設置深さ	成分表示	データ単位	地震計機種番号	フォーマット表示	補正表示	オフセット値	データメント	修正フラグ
EQ000051	1	-3.461	3800	0.010	1 1	GL-173.		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000051	2	-2.582	3800	0.010	1 2	GL-173.		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000051	3	-1.374	3800	0.010	1 3	GL-173.		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000051	4	-4.199	3800	0.010	2 1	GL-95.1		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000051	5	-2.479	3800	0.010	2 2	GL-95.1		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000051	6	1.023	3800	0.010	2 3	GL-95.1		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000051	7	-3.862	3800	0.010	3 1	GL-32.1		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000051	8	2.319	3800	0.010	3 2	GL-32.1		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000051	9	1.156	3800	0.010	3 3	GL-32.1		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000051	10	-8.962	3800	0.010	4 1	GL-1.2		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000051	11	11.289	3800	0.010	4 2	GL-1.2		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000051	12	4.600	3800	0.010	4 3	GL-1.2		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000052	1	1.647	3300	0.010	1 1	GL-173.		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000052	2	-1.248	3300	0.010	1 2	GL-173.		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000052	3	-.730	3300	0.010	1 3	GL-173.		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000052	4	2.252	3300	0.010	2 1	GL-95.1		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000052	5	-1.936	3300	0.010	2 2	GL-95.1		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000052	6	-.875	3300	0.010	2 3	GL-95.1		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000052	7	-2.358	3300	0.010	3 1	GL-32.1		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000052	8	-1.936	3300	0.010	3 2	GL-32.1		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000052	9	-.710	3300	0.010	3 3	GL-32.1		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000052	10	-5.109	3300	0.010	4 1	GL-1.2		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000052	11	5.508	3300	0.010	4 2	GL-1.2		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000052	12	-2.852	3300	0.010	4 3	GL-1.2		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000053	1	-1.134	3600	0.010	1 1	GL-173.		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000053	2	-.838	3600	0.010	1 2	GL-173.		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000053	3	-.498	3600	0.010	1 3	GL-173.		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9	0	0
EQ000053	4	-1.435	3600	0.010	2 1	GL-95.1		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000053	5	-1.407	3600	0.010	2 2	GL-95.1		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000053	6	-.514	3600	0.010	2 3	GL-95.1		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-A	0	0
EQ000053	7	-1.010	3600	0.010	3 1	GL-32.1		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000053	8	-1.133	3600	0.010	3 2	GL-32.1		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000053	9	-.591	3600	0.010	3 3	GL-32.1		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-B	0	0
EQ000053	10	4.200	3600	0.010	4 1	GL-1.2		N000E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000053	11	4.415	3600	0.010	4 2	GL-1.2		N090E	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0
EQ000053	12	2.272	3600	0.010	4 3	GL-1.2		UP	1.000	11468	8	1	0.000NO.9-C	0	0

表 4.7 ファイル TABLIST

FLHD OARFLHD
 DAHD OARDAHD
 EQTB OAREQTB
 ORGN OARORGN
 SITE OARSITE
 INST OARINST

表 4.9 データファイル群 OARDATA の例

"ファイル名", "機関番号", "観測地点番号", "ファイル成分数", "記録開始年", "月", "日", "時分秒",
 "観測地点名", "観測機関名", "地震番号", "震源地域名", "マグニチュード", "震央緯度", "震央経度",
 "震源の深さ", "観測地点緯度", "観測地点経度", "震央距離", "地震計設置点数", "水平最大数値の種別",
 "水平最大値", "地震計番号", "地震計成分番号", "設置深さ", "修正フラグ"

"EQ000051", 999, 1, 12, 1988, 06, 30, "05:45:45", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198806300545290, "NORTHERN IBARAKI PREF", 4, 2, 36.620, 140.413, 52.0, 36.263, 140.549, 41.4, 4, "ACC",
 , 11.289, 4, 2, -1.2, 0
 "EQ000052", 999, 1, 12, 1988, 07, 03, "10:42:28", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198807031042057, "E OFF IBARAKI PREF", 4, 0, 36.728, 141.135, 45.0, 36.263, 140.549, 73.6, 4, "ACC",
 , 5.508, 4, 2, -1.2, 0
 "EQ000053", 999, 1, 12, 1988, 07, 06, "23:47:43", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198807062347034, "E OFF FUKUSHIMA PREF", 4, 6, 37.115, 141.902, 60.0, 36.263, 140.549, 153.5, 4, "ACC",
 , 4.415, 4, 2, -1.2, 0
 "EQ000054", 999, 1, 12, 1988, 07, 15, "09:51:17", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198807150950599, "SW IBARAKI PREF", 4, 4, 36.260, 140.080, 59.0, 36.263, 140.549, 42.1, 4, "ACC",
 , 6.078, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000055", 999, 1, 12, 1988, 07, 16, "13:10:02", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198807161309533, "NORTHERN IBARAKI PREF", 3, 6, 36.330, 140.623, 62.0, 36.263, 140.549, 10.0, 4, "ACC",
 , 25.865, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000056", 999, 1, 12, 1988, 09, 16, "03:19:14", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198809160318564, "SW IBARAKI PREF", 4, 5, 36.200, 140.067, 61.0, 36.263, 140.549, 43.9, 4, "ACC",
 , 18.472, 4, 2, -1.2, 0
 "EQ000057", 999, 1, 12, 1988, 09, 26, "17:23:48", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198809261723191, "NEAR CHOSHI CITY", 5, 8, 35.542, 141.182, 36.0, 36.263, 140.549, 98.3, 4, "ACC",
 , 12.271, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000058", 999, 1, 12, 1988, 12, 28, "18:02:29", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198812281802085, "SW IBARAKI PREF", 4, 3, 36.068, 139.918, 56.0, 36.263, 140.549, 60.7, 4, "ACC",
 , 10.945, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000059", 999, 1, 12, 1989, 01, 07, "04:09:05", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198901070408245, "FAR E OFF IBARAKI PREF", 5, 6, 36.367, 141.963, 34.0, 36.263, 140.549, 127.5, 4, "ACC",
 , 7.822, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000060", 999, 1, 12, 1989, 01, 28, "16:36:01", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198901281635470, "NORTHERN IBARAKI PREF", 4, 4, 36.458, 140.668, 50.0, 36.263, 140.549, 24.2, 4, "ACC",
 , 45.428, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000061", 999, 1, 12, 1989, 02, 04, "19:57:29", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198902041956500, "E OFF FUKUSHIMA PREF", 5, 4, 37.310, 141.317, 61.0, 36.263, 140.549, 134.9, 4, "ACC",
 , 13.614, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000062", 999, 1, 12, 1989, 02, 19, "21:27:28", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198902192127097, "SW IBARAKI PREF", 5, 6, 36.018, 139.908, 55.0, 36.263, 140.549, 63.7, 4, "ACC",
 , 116.343, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000063", 999, 1, 12, 1989, 03, 06, "23:40:05", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198903062339443, "NEAR CHOSHI CITY", 6, 0, 35.693, 140.713, 56.0, 36.263, 140.549, 64.9, 4, "ACC",
 , 19.408, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000064", 999, 1, 12, 1989, 03, 10, "08:37:26", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198903100837101, "E OFF IBARAKI PREF", 4, 6, 36.368, 141.013, 41.0, 36.263, 140.549, 43.3, 4, "ACC",
 , 17.701, 4, 1, -1.2, 0
 "EQ000065", 999, 1, 12, 1989, 03, 11, "16:12:33", "OARAI", "JAPAN ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE",
 , 198903111612172, "SOUTHERN IBARAKI PREF", 4, 9, 35.908, 140.562, 45.0, 36.263, 140.549, 39.4, 4, "ACC",
 , 32.471, 4, 1, -1.2, 0

5. 観測データの概要

5.1 観測データの地震諸元及び最大加速度一覧

(1) 地震及び地震動の諸元一覧

4.2の観測データベースに基づき、地震の発生日月日時間、経度・緯度、震源深さ、マグニチュード、震央距離と6地震計（GL-1.2m、GL-31m、GL-35m、GL-95m、GL-174m、GL-250m/s）の地盤）の南北（NS）、東西（EW）、鉛直（UD）3方向成分毎の最大加速度の一覧を表5.1に示す。これらのうち、地震の発生日月日時間、経度・緯度、震源深さ、マグニチュードについては、気象庁の地震月報に基づき作成した。また、最大加速度は、オフセット処理していない値である。前述の表4.8中の水平最大加速度は、オフセット処理した値を記述しているので、表5.1の値と異なる。

(2) 観測データの震源分布とマグニチュード・震源距離・震源深さのヒストグラム

鉛直アレー観測データにおける地震の数は71個である。マグニチュード別震源分布図を図5.1に示す。震源の範囲は、北緯 34° ～ 38° 、東経 139° ～ 143° （1989年6月17日鳥島沖地震を除く）であり、茨城県北部、福島県沖及び千葉県銚子沖のものが多い。図5.2に震源の断面分布図を示す。図中の実線は、鉛直アレー観測サイト下の太平洋プレート表面を示す。図から、太平洋プレート表面付近に分布する太平洋プレート境界地震が多い。しかしながら、太平洋プレート表面下20～30kmの場所にも分布している。これらの震源分布の傾向は、他の文献^(5.1)とも調和している。図から震源の多くは震源深さは30km以上のものであり、震源深さ30km以内のプレート内地震の観測データは得られていない。

マグニチュード（M）のヒストグラムを図5.3に示す。マグニチュードの範囲はM3.6～6.8までで、M4.5～5.0のものが全体の28%を占めている。震央距離のヒストグラムを図5.4に示す。震央距離の範囲は、サイト近傍から約500kmまでで、100km以内のものがほとんどで、全体の86%を占めている。震源深さのヒストグラムを図5.5に示す。深さ30～60kmのものがほとんどで、全体の68%を占めている。GL-174mの観測データにおけるマグニチュード別NS成分の最大加速度と震央距離の関係を図5.6に、マグニチュード別NS成分の最大加速度と震源距離の関係を図5.7に示す。GL-174mの地盤のせん断波速度は、約1020m/secであるため、比較的サイト局所地盤増幅の影響が少ない。

一方、GL-1.2mの観測データにおける震央距離とマグニチュード別NS成分の最大加速度との関係を図5.8に、震源距離とマグニチュード別NS成分の最大加速度との関係を図5.9に示す。GL-174の地盤での図5.6及び図5.7と比較すると、GL-1.2mの地盤のせん断波速度が、約150m/secであるため、サイト局所地盤増幅の影響が大きく表れている。

5. 2 代表的観測波形と周波数特性

(1) 代表的観測波形

表 5.1 内の 73 地震のうちの代表的な 3 地震（ファイル名 EQ00075、EQ000082、EQ0000131）の鉛直アレー地点毎の NS, EW, UD 成分の加速度時刻歴波形、加速度フーリエスペクトルを図 5.10 ~ 図 5.12 に示す。これらのデータは、フィルター処理及び軸補正を行っていない。

図 5.10 中の時刻歴波形から地表に近いほど振幅が増幅する傾向が見られる。また、加速度フーリエスペクトルは、地表に近いほど低周波数（長周期）成分が卓越する傾向が見られる。図 5.11 及び図 5.12 でも同様の傾向が見られる。

(2) 観測地震動の周波数特性

図 5.13 に GL-173.6m における観測地震動の卓越周波数とマグニチュードの関係を示す。卓越周波数は、加速度フーリエスペクトルが最大値となる周波数として求めた。図から、マグニチュードが大きくなるにつれ、卓越周波数が小さくなる傾向が見られる。即ち、マグニチュードの大きな地震では、低周波数（長周期）成分が卓越する。これは、マグニチュードのスケールリング則と良く一致している。

観測地震は、5.1 で述べたようにユーラシアプレートと太平洋プレートの境界で起こるプレート境界地震と、太平洋プレート表面下 20~30km を震源とする二重地震面での地震に大別できる。前者は主に逆断層型の地震である。後者は二重地震面で起こる地震で、これらのうち上面の地震は傾斜方向の圧力、下面の地震は傾斜方向の張力のメカニズムを有する。このような震源位置の違いによる卓越周波数の傾向について整理した。

プレート境界地震による地震動の NS, EW 及び UD 成分毎の震源位置と卓越周波数の関係を図 5.14 (a) ~ (c) に示す。図から、観測サイト (36.26N, 140.55E) より北方の震源域（茨城県北部と福島県沖を）と南方の震源域（茨城県南部と千葉県沖）では、卓越周波数に大きな違いが見られる。前者の卓越震動数が 5Hz 以上であるのに対し、後者は 5Hz 以下である。この傾向は他の文献^(5.2)とも一致している。観測サイトより北方を震源とする地震と南方を震源とする地震の NS 成分の卓越周波数のヒストグラムを図 5.15 に示す。図から、北部の地震すなわち茨城県北部と福島県沖の地震では、地震動の卓越周波数は、7~8Hz が分布のピークであるのに対し、南部の地震すなわち、茨城県南部と千葉県沖の地震では、2Hz 以下が分布のピークとなっている。

二重地震面地震による地震動の NS, EW, UD 成分毎の震源位置と卓越周波数の関係を図 5.16 (a) ~ (c) に示す。図から、二重地震面地震においても、プレート境界地震と同様に観測サイト北方を震源とする地震に比べ南方を震源とする地震の方が地震動の卓越周波数が小さい傾向にある。更に、震源がサイトより遠方（東方）になるほど卓越周波数が低くなる傾向がみられる。

二重地震面地震とプレート境界地震の卓越周波数の比較を図 5.17 に示す。図から、プレート境界地震と二重地震面内地震による地震動の卓越周波数を比較すると、プレート境界地震より二重面内地震の方が卓越周波数が全体的に低い、これは両地震が発生する太平洋プレート内岩盤の硬さの違いであり、後者の方が軟らかいことによると考えられる。

表 5.1 地震及び地震動の諸元一覧 (観測点 1-1)

ファイル名	発生年月日時分 (地震番号に対応) 年 月 日 時 分 秒	地震位置		震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	マグニ チュー ド	最大加速度 (Gal)												備 考
		北緯 (度)	東経 (度)				GL-1.2 m			GL-32.1 m			GL-95.15m			GL-173.6 m			
							NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	
EQ000051	1988 06 30 05 45 29 0	36.620	140.413	52	41.4	4.2	8.962	11.289	4.600	3.862	2.319	1.156	4.199	2.479	1.023	3.461	2.582	1.374	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000052	1988 07 03 10 42 05 7	36.728	141.135	45	45.0	4.0	5.109	5.508	2.852	2.358	1.936	0.710	2.252	1.936	0.875	1.647	0.730		E OFF IBARAKI PREF
EQ000053	1988 07 06 23 47 03 4	37.115	141.902	60	153.5	4.6	4.200	4.415	2.272	1.010	1.133	0.591	1.435	1.407	0.514	1.134	0.838	0.498	E OFF FUKUSHIMA PREF
EQ000054	1988 07 15 09 50 59 9	36.260	140.080	59	42.1	4.4	6.078	5.061	3.196	2.158	1.563	1.193	1.834	1.916	0.514	1.972	1.793	0.8177	SW IBARAKI PREF
EQ000055	1988 07 16 13 09 53 3	36.330	140.623	62	10	3.6	25.865	9.399	16.329	4.453	2.128	3.691	5.498	3.367	2.518	6.670	2.264	2.538	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000056	1988 09 16 03 18 56 4	36.200	140.067	61	43.9	4.5	15.381	18.472	6.335	3.955	3.260	2.840	4.609	4.284	2.048	3.570	4.243	1.836	SW IBARAKI PREF
EQ000057	1988 09 26 17 23 19 1	35.542	141.182	36	98.3	5.8	12.271	8.069	5.897	4.747	2.887	2.515	4.085	3.154	1.901	3.069	2.435	1.765	NEAR CHOSHI CITY
EQ000058	1988 12 28 18 02 08 5	36.068	139.918	56	60.7	4.3	10.945	9.612	4.423	3.444	2.315	1.273	3.855	2.647	1.154	2.845	1.687	1.335	SW IBARAKI PREF
EQ000059	1989 01 07 04 08 24 5	36.367	141.963	34	127.5	5.6	7.822	6.491	3.158	2.277	1.831	1.516	2.040	2.014	1.135	2.210	1.418	1.000	FAR E OFF IBARAKI PREF
EQ000060	1989 01 28 16 35 47 0	36.458	140.668	50	24.2	4.4	45.428	26.106	17.533	8.381	6.335	5.058	9.417	7.772	4.911	8.122	5.038	3.634	NORTHERN IBARAKI PREF

表 5.1 地震及び地震動の諸元一覧 (観測点 1-2)

ファイル名	発生年月日時分 (地震番号に対応) 年 月 日 時 分 秒	地震位置		震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	マグニ チュー ド	最大加速度 (Gal)												備 考
		北緯 (度)	東経 (度)				GL-1.2 m	GL-32.1 m	GL-95.15m	GL-173.6 m	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	
EQ000061	1989 02 04 19 56 50 0	37.310	141.317	61	134.9	5.4	13.614	3.987	4.269	3.201	12.957	3.696	4.370	2.502	9.242	2.821	1.953	1.685	E OFF FUKUSHIMA PREF
EQ000062	1989 02 19 21 27 09 7	36.018	139.908	55	63.7	5.6	116.343	26.546	35.432	37.860	65.821	22.253	33.061	22.354	26.276	14.376	8.816	10.899	SW IBARAKI PREF
EQ000063	1989 03 06 23 39 44 3	35.693	140.713	56	64.9	6	19.408	7.784	7.402	5.916	18.102	7.969	6.197	6.359	8.173	4.732	3.442	3.593	NEAR CHOSHI CITY
EQ000064	1989 03 10 08 37 10 1	36.368	141.013	41	43.3	4.6	17.701	3.068	5.473	3.850	13.998	3.675	5.413	3.604	11.201	2.803	2.198	2.174	E OFF IBARAKI PREF
EQ000065	1989 03 11 16 12 17 2	35.908	140.562	45	39.4	4.9	32.471	9.141	12.827	8.247	25.643	7.998	7.904	6.150	9.992	4.748	3.185	2.597	SOUTHERN IBARAKI PREF
EQ000066	1989 03 18 01 37 18 7	35.732	140.728	51	61.1	5.2	7.196	2.823	3.254	2.183	7.648	2.266	2.850	2.416	2.690	1.485	1.194	1.060	NEAR CHOSHI CITY
EQ000067	1989 04 26 02 18 37 7	35.910	140.493	65	39.5	5.4	7.803	2.908	2.909	2.033	10.124	2.760	3.991	2.867	7.488	3.698	1.500	2.590	SOUTHERN IBARAKI PREF
EQ000068	1989 04 26 05 45 17 2	36.872	140.935	88	75.9	4.7	17.999	6.291	6.349	4.993	21.131	6.200	6.276	5.843	9.258	2.999	2.826	2.696	E OFF IBARAKI PREF
EQ000069	1989 06 17 08 42 36 3	31.890	138.345	385	526	6.8	9.344	4.029	4.053	2.962	8.661	3.475	3.697	2.697	4.207	2.609	1.441	1.257	NEAR TORISHIMA IS
EQ000070	1989 08 26 09 11 43 4	36.267	140.945	39	35.6	5.1	100.636	18.328	29.260	28.249	52.042	17.761	14.700	12.728	24.969	8.491	7.094	6.031	E OFF IBARAKI PREF

表 5.1 地震及び地震動の結元一覧 (観測点 1 - 3)

ファイル名	発生日時分 (地震番号に対応) 年 月 日 時 分 秒	地震位置			震央 距離 (km)	マグニ チュード	最大加速度 (Gal)												備 考
		北緯 (度)	東経 (度)	震源 深さ (km)			GL-1.2 m			GL-32.1 m			GL-95.15m			GL-173.6 m			
							NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	
EQ000071	1989 09 04 16 12 36 5	37.088	140.742	78	93.2	4.6	13.792	3.738	3.429	2.261	14.722	2.871	3.376	2.974	5.666	1.498	1.129	1.515	EASTERN FUKUSHIMA PREF
EQ000072	1989 09 17 23 22 12 2	36.453	140.690	51	24.6	3.8	12.029	4.521	5.148	4.564	12.096	2.766	4.342	2.676	6.733	1.388	1.371	1.318	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000073	1989 09 19 15 36 11 9	36.378	140.613	59	14	3.8	25.394	9.300	8.201	7.522	24.636	7.828	8.849	6.348	13.395	2.734	2.948	2.818	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000074	1989 11 25 03 09 05 8	36.398	141.015	41	44.5	4.1	19.981	5.235	5.050	5.009	10.345	1.718	2.385	1.846	5.020	1.345	1.208	1.231	E OFF IBARAKI PREF
EQ000075	1989 12 09 02 23 30 8	36.595	141.075	46	59.9	5.6	61.005	25.600	16.708	13.921	76.725	22.911	18.884	15.425	28.884	7.745	6.600	7.796	E OFF IBARAKI PREF
EQ000076	1989 12 14 13 25 03 2	36.452	141.270	43	68	4.5	21.601	3.560	6.408	5.031	9.710	2.775	4.001	2.408	8.508	2.188	1.731	1.617	E OFF IBARAKI PREF
EQ000077	1989 12 22 09 32 50 2	36.425	141.120	40	54.3	4.8	46.741	10.724	15.057	13.004	33.097	9.070	9.825	5.729	24.860	10.747	6.627	7.132	E OFF IBARAKI PREF
EQ000078	1989 12 25 17 47 21 8	36.390	141.010	34	43.7	4.5	24.103	6.370	5.884	6.671	15.889	5.370	6.071	4.902	23.025	6.231	4.090	3.550	E OFF IBARAKI PREF
EQ000079	1990 01 01 18 03 13 3	36.465	140.590	55	22.7	4.3	23.774	5.114	4.719	3.950	14.547	5.683	6.138	3.157	9.108	2.279	3.230	2.078	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000080	1990 02 12 02 46 06 6	36.402	141.020	38	45	5.3	69.848	10.872	14.574	12.993	28.920	10.104	11.443	8.550	25.873	7.181	5.411	6.352	E OFF IBARAKI PREF

表 5.1 地震及び地震動の諸元一覧 (観測点 1 - 4)

ファイル名	発生年月日時分 (地震番号に対応) 年月日時分秒	地震位置		震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	マグニ チュード	最大加速度 (Gal)												備 考
		北緯 (度)	東経 (度)				GL-1.2 m NS EW UD	GL-32.1 m NS EW UD	GL-95.15m NS EW UD	GL-173.6 m NS EW UD									
EQ000081	1990 02 23 05 41 19 5	36.490	140.593	53	25.5	3.8	20.403 14.165 12.134	5.158 3.437 2.054	5.549 3.517 2.093	5.251 2.328 1.862	NORTHERN IBARAKI PREF								
EQ000082	1990 05 03 16 45 43 4	36.433	140.613	58	19.8	5.2	186.954 116.425 69.255	54.540 34.563 19.003	45.202 45.695 14.962	43.148 41.461 16.876	NORTHERN IBARAKI PREF								
EQ000083	1990 05 29 23 23 17 5	36.542	140.533	52	31	4.1	46.250 23.917 11.214	5.952 7.740 3.485	8.802 7.801 2.699	8.162 5.571 3.530	NORTHERN IBARAKI PREF								
EQ000084	1990 06 01 10 22 09 2	35.642	140.730	59	70.8	6	15.941 12.935 7.289	6.445 4.433 3.130	7.797 5.153 2.252	6.213 3.718 1.956	NEAR CHOSHI CITY								
EQ000085	1990 07 16 19 08 13 6	36.172	141.328	34	70.8	5	19.427 15.432 6.249	3.864 3.705 2.255	4.066 3.453 1.528	2.709 3.580 1.440	FAR E OFF IBARAKI PREF								
EQ000086	1990 08 05 12 36 25 1	36.402	141.110	39	52.7	5.8	77.992 48.992 28.273	23.546 10.757 8.352	18.325 11.058 7.988	18.524 9.778 5.870	E OFF IBARAKI PREF								
EQ000087	1990 10 06 23 33 01 7	36.485	140.549	51	25.3	5	129.065 123.366 47.536	38.230 30.019 12.030	34.290 36.649 13.263	37.259 35.094 15.056	NORTHERN IBARAKI PREF								
EQ000088	1990 10 24 20 27 10 5	36.347	140.560	100	9.3	4.6	24.751 24.737 9.087	5.465 3.822 1.934	5.324 4.842 1.852	6.343 3.971 1.466	NORTHERN IBARAKI PREF								
EQ000089	1990 12 09 12 40 52 6	36.338	140.662	98	13.1	4.7	58.221 40.498 17.966	10.402 5.384 4.861	12.967 6.859 3.180	13.564 5.865 2.796	E OFF IBARAKI PREF								
EQ000090	1991 05 14 17 38 42 1	36.645	140.897	51	52.6	3.6	17.384 15.088 9.638	3.224 3.076 2.490	4.032 3.793 2.041	3.035 2.667 1.641	E OFF IBARAKI PREF								

表 5.1 地震及び地震動の諸元一覧 (観測点 1 - 5)

ファイル名	発生年月日時分 (地震番号に対応) 年 月 日 時 分 秒	地震位置			震央 距離 (km)	マグニ チュー ド	最大加速度 (Gal)												備 考
		北緯 (度)	東経 (度)	震源 深さ (km)			GL-1.2 m			GL-32.1 m			GL-95.15m			GL-173.6 m			
							NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	
EQ000091	1991 06 25 12 49 17 9	36.640	140.972	49	56.4	5.1	133.527	25.179	36.359	32.878	80.918	19.723	23.765	20.871	65.655	12.269	8.859	9.869	E OFF IBARAKI PREF
EQ000092	1991 08 06 23 49 31 8	35.815	141.160	43	74.2	5.9	25.498	6.237	7.192	4.112	18.439	5.546	8.880	5.157	9.283	4.945	3.025	2.423	NEAR CHOSHI CITY
EQ000093	1991 09 22 21 04 28 0	36.582	140.833	49	43.6	3.9	23.514	5.062	4.757	3.500	15.805	4.083	4.451	3.691	11.955	2.056	1.622	1.876	E OFF IBARAKI PREF
EQ000094	1991 10 15 04 54 01 5	36.632	140.978	47	56.2	4.3	28.148	3.964	4.348	3.693	21.635	5.120	5.905	3.667	9.542	2.436	2.628	1.754	E OFF IBARAKI PREF
EQ000095	1991 10 19 08 31 16 9	36.083	139.083	59	60	4.3	22.913	4.566	4.775	4.066	13.952	3.563	3.047	2.930	12.234	2.701	2.146	2.328	SW IBARAKI PREF
EQ000096	1991 12 12 11 27 46 1	36.462	140.662	48	24.3	4.6	80.419	21.898	14.428	16.785	48.813	13.854	17.227	12.923	27.159	7.745	4.208	4.512	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000097	1992 01 17 02 39 30 5	36.048	139.933	56	60.3	4.1	11.569	2.918	2.607	2.683	10.894	1.904	2.137	1.635	5.190	1.548	1.043	1.032	SW IBARAKI PREF
EQ000098	1992 02 02 04 04 05 7	35.227	139.792	92	133.8	5.9	21.383	4.554	5.208	3.831	16.120	2.886	3.547	2.500	6.971	3.120	2.133	1.776	TOKYO BAY REGION
EQ000101	1992 04 14 12 03 54 9	36.175	139.833	62	65.1	4.9	32.990	18.281	19.226	14.099	28.901	19.593	18.341	12.055	15.625	19.439	9.704	12.207	SW IBARAKI PREF
EQ000102	1992 04 23 01 21 03 4	36.095	139.887	58	62.4	4.3	10.772	10.895	9.216	6.806	9.400	8.362	6.774	4.456	4.944	4.944	4.426	3.295	SW IBARAKI PREF

表 5.1 地震及び地震動の諸元一覧 (観測点 1-6)

ファイル名	発生年月日時分 (地震番号に対応) 年 月 日 時 分 秒	地震位置		震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	マグニ チュー ド	最大加速度 (Gal)												備 考
		北緯 (度)	東経 (度)				GL-1.2 m			GL-32.1 m			GL-95.15m			GL-173.6 m			
							NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	
EQ000103	1992 05 11 19 07 53 2	36.530	140.540	56	29.6	5.6	74.951	64.514	73.760	52.277	88.257	72.144	70.251	49.653	33.721	31.403	28.992	23.590	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000104	1992 05 27 17 21 56 2	35.903	140.888	45	50.3	4.3	12.970	6.867	7.813	5.982	17.700	8.027	14.802	10.651	4.029	4.548	3.356	3.479	NEAR CHOSHI CITY
EQ000105	1992 06 01 22 51 21 0	36.670	141.273	44	79.1	5.7	42.725	31.585	27.375	23.713	33.997	20.661	25.055	19.043	13.458	17.456	12.939	11.017	E OFF IBARAKI PREF
EQ000108	1992 09 14 11 46 53 2	36.433	140.667	55	21.7	4	55.817	43.580	36.682	43.060	37.140	36.804	32.501	24.108	24.230	21.393	14.068	14.678	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000109	1992 09 19 17 48 34 9	35.928	140.958	43	52.3	4.3	9.095	9.095	5.096	7.294	7.905	6.867	8.149	6.531	3.876	5.920	3.021	3.265	E OFF IBARAKI PREF
EQ000110	1992 10 01 11 31 29 8	36.597	140.975	45	53.2	4.6	37.933	38.270	33.569	33.631	59.692	44.190	45.685	34.943	44.586	35.187	19.378	23.041	E OFF IBARAKI PREF
EQ000112	1992 11 06 07 35 51 0	36.475	140.608	52	24.1	4.1	34.638	27.496	29.450	22.858	20.234	16.541	19.440	12.055	12.452	13.794	7.813	7.355	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000113	1992 11 28 09 46 48 3	36.083	139.885	60	63	4.7	16.419	13.123	13.824	9.064	14.953	10.376	11.901	8.027	6.806	7.080	5.554	4.669	SW IBARAKI PREF
EQ000121	1996 02 17 00 22 58 1	37.317	142.533	51	212.2	6.6	28.85	15.26	20.83	15.020	19.37	18.81	19.83	13.130	9.70	10.23	9.67	11.250	E OFF FUKUSHIMA PREF
EQ000122	1996 03 04 17 39 19 5	36.467	141.617	49	98.4	4.8	4.59	3.12	3.92	3.66	3.39	2.57	3.30	2.04	5.47	0.16	3.86	5.15	E OFF IBARAKI PREF

表 5.1 地震及び地震動の諸元一覧 (観測点 1 - 7)

ファイル名	発生日時分 (地震番号に対応) 年 月 日 時 分 秒	地震位置		震源 深さ (km)	震央 距離 (km)	マグ ニ チュ ード	最大加速度 (Gal)												備 考
		北緯 (度)	東経 (度)				GL-1.2 m			GL-32.1 m			GL-95.15m			GL-173.6 m			
							NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD	
EQ000123	1996 03 18 11 06 18.4	35.750	141.117	64	76.5	4.5	3.39	2.26	1.79	1.87	1.80	0.21	3.13	2.25	1.23	2.47	1.74	1.18	E OFF IBARAKI PREF
EQ000124	1996 04 05 17 12 11.9	36.483	140.667	64	26.6	3.8	4.29	4.55	1.91	2.65	3.19	0.23	2.53	3.67	1.33	2.89	3.12	1.60	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000125	1997 02 20 05 21 49.3	37.398	141.177	86.3	137.9	5.3	12.98	10.33	7.35	5.88	4.05	3.24	5.83	5.25	2.25	4.87	3.81	3.01	E OFF FUKUSHIMA PREF
EQ000126	1997 08 09 05 34 48.6	35.828	139.503	67.7	105.9	4.7	6.09	3.93	2.71	1.85	1.74	1.73	1.91	1.86	1.23	1.64	1.41	1.04	EASTERN SAITAMA PREF
EQ000127	1997 09 08 08 40 38.6	35.547	140.000	107.7	93.7	5.1	5.17	4.09	2.92	1.92	2.23	1.91	2.16	2.82	1.42	1.71	1.72	1.31	TOKYO BAY REGION
EQ000128	1998 03 23 18 37 22.2	36.367	141.183	45	59.8	5.1	24.934	19.684	10.498	12.543	9.247	4.578	11.902	7.904	4.364	8.118	5.158	2.319	E OFF IBARAKI PREF
EQ000129	1998 04 09 17 45 58.6	36.933	141.033	93	86.8	5.4	60.640	82.400	21.790	28.291	21.332	11.902	27.924	27.528	8.362	26.582	12.452	6.043	E OFF FUKUSHIMA PREF
EQ000130	1998 04 11 19 07 51.7	36.433	140.667	55	21.8	4.3	49.745	36.836	9.888	8.423	10.895	4.761	15.626	11.994	3.479	10.498	7.202	3.479	
EQ000131	1999 03 26 08 31 19.0	36.450	140.617	58	21.7	4.9	99.277	60.823	23.347	41.017	20.081	10.437	33.509	23.316	10.620	29.725	13.550	6.043	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000132	1999 04 25 21 27 12.7	36.467	140.633	58	23.9	5.1	46.968	46.114	20.508	16.846	17.335	9.796	23.194	19.837	9.125	16.572	12.482	3.632	NORTHERN IBARAKI PREF
EQ000133	2000 01 12 11 09 57.0	36.450	140.583	58	21.0	4.4	17.762	26.215	12.055	7.294	8.148	3.449	9.857	7.904	3.845	5.249	6.714	4.151	NORTHERN IBARAKI PREF

表 5.1 地震及び地震動の諸元一覧 (観測点 2-1)

ファイル名	発生年月日時分 (地震番号に対応) 年 月 日 時 分 秒	地震位置			震央 距離 (km)	マグニ チュー ド	最大加速度 (Gal)				備 考
		北緯 (度)	東経 (度)	震源 深さ (km)			GL-30 m NS EW UD	GL-250 m NS EW UD			
EQ000131	1999 03 26 08 31 19 0	36.450	140.617	58	21.7	4.9	43.367 23.347 14.802	24.815 30.274 11.383		NORTHERN IBARAKI PREF	
EQ000132	1999 04 25 21 27 12 7	36.467	140.633	58	23.9	5.1	24.018 21.271 10.773	20.234 16.083 7.080		NORTHERN IBARAKI PREF	
EQ000133	2000 01 12 11 09 57 0	36.450	140.583	58	21.0	4.4	7.141 6.195 5.158	4.608 6.561 4.151		NORTHERN IBARAKI PREF	

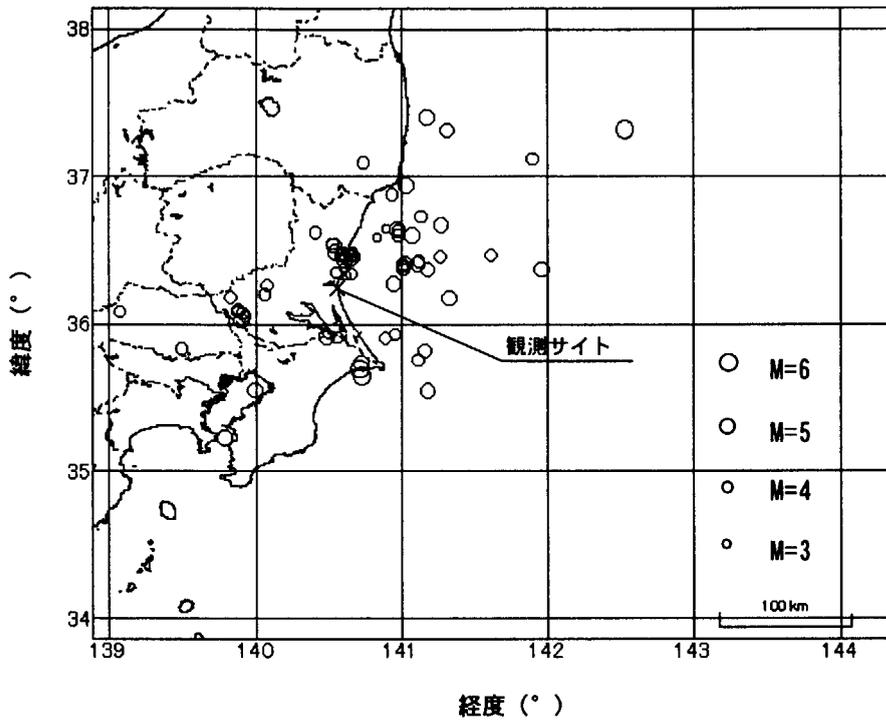


図 5.1 震源の分布 (1989年6月17日鳥島沖地震を除く)

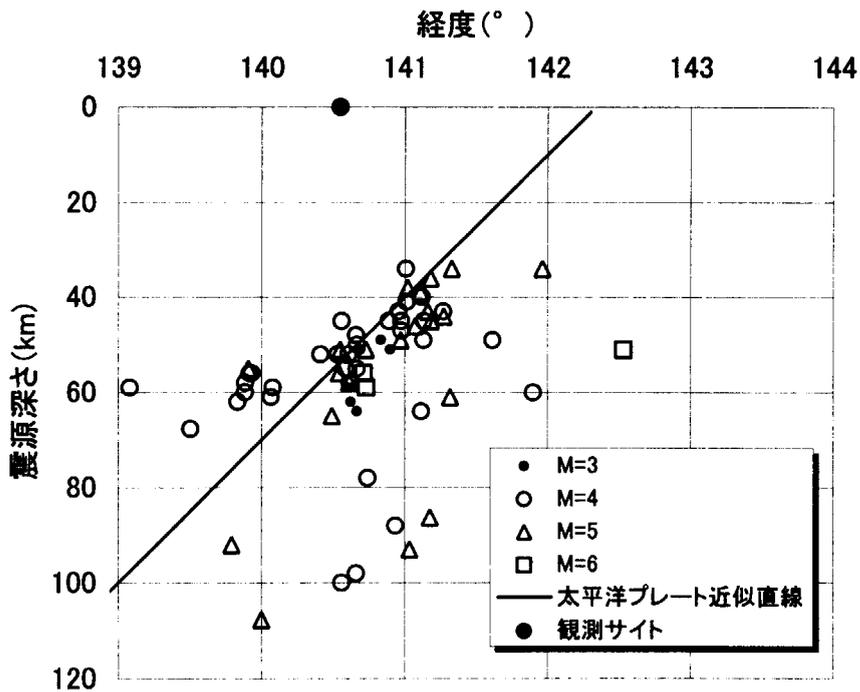


図 5.2 震源深さの断面分布

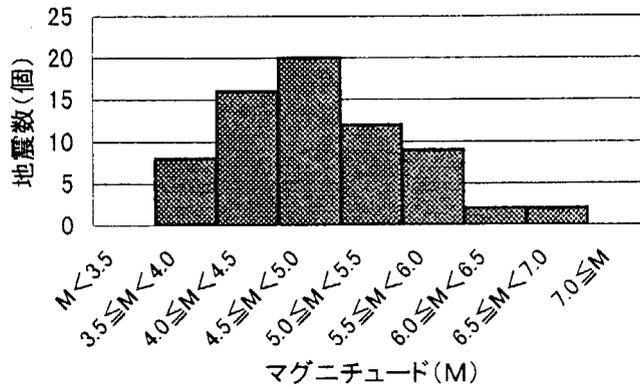


図 5.3 マグニチュードのヒストグラム

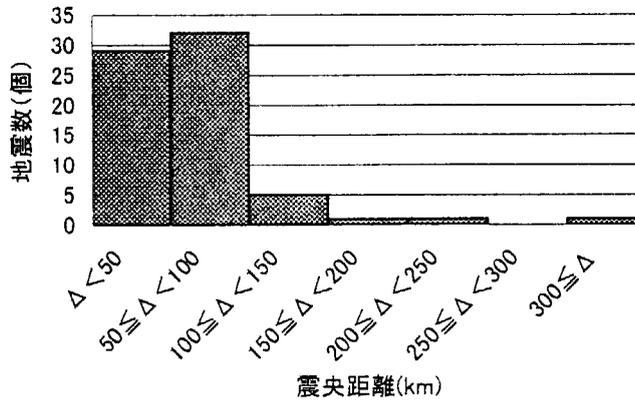


図 5.4 震央距離のヒストグラム

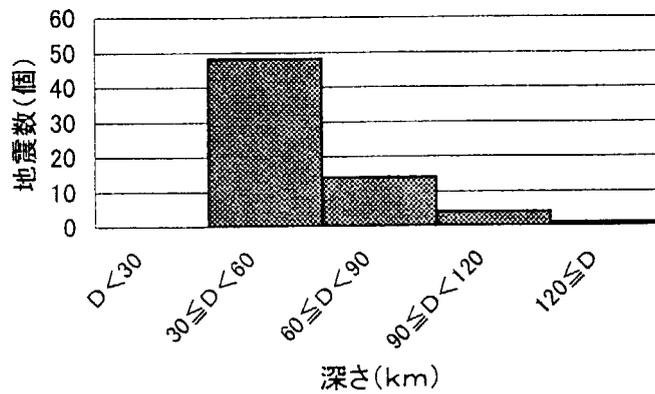


図 5.5 震源深さのヒストグラム

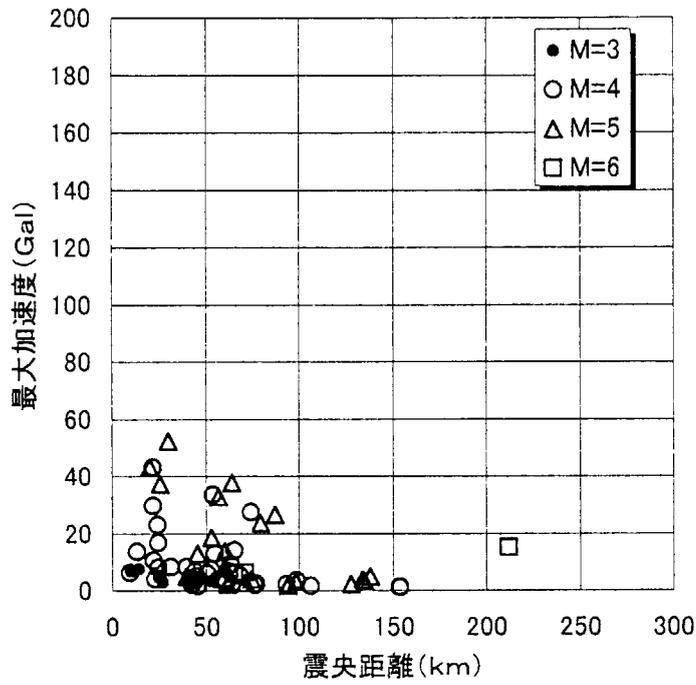


図 5.6 GL.-174m における NS 成分地震動の最大加速度と震央距離

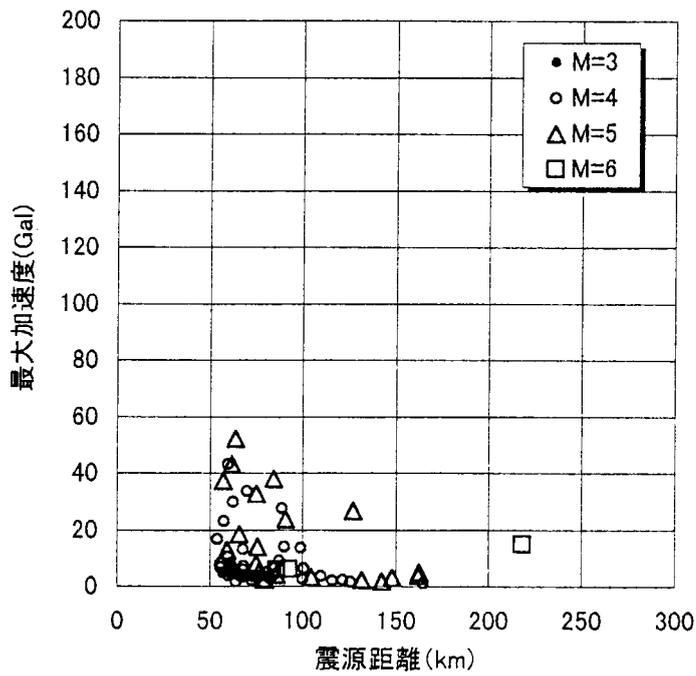


図 5.7 GL.-174m における NS 成分地震動の最大加速度と震源距離

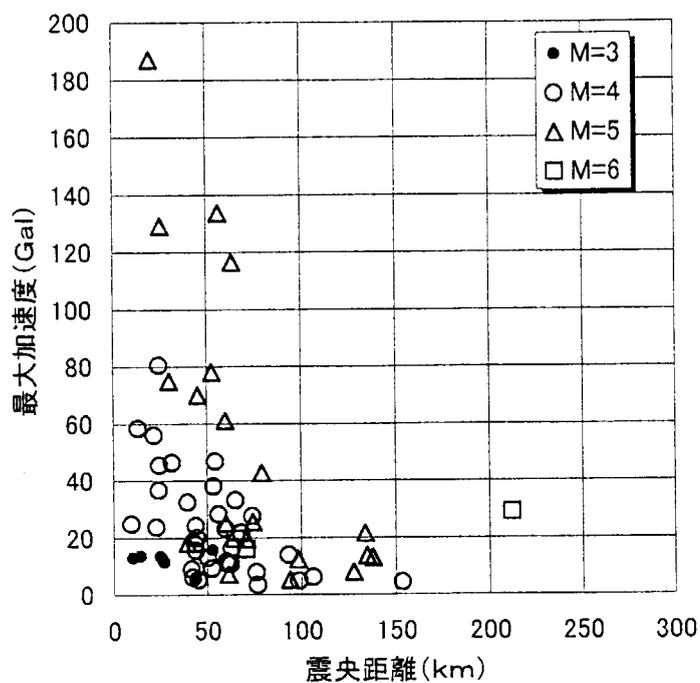


図 5.8 GL. -1.2m における NS 成分地震動の最大加速度と震央距離

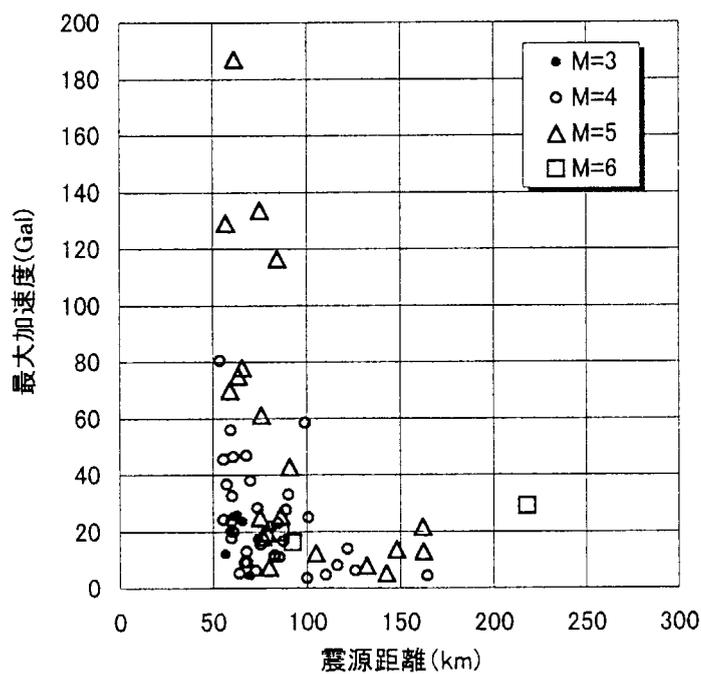
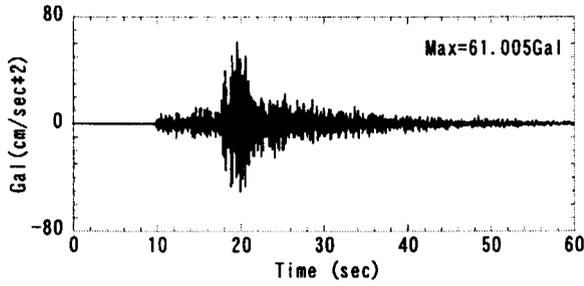
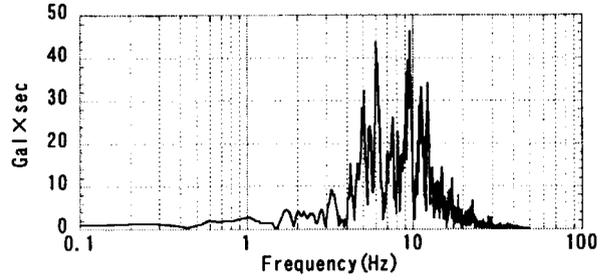


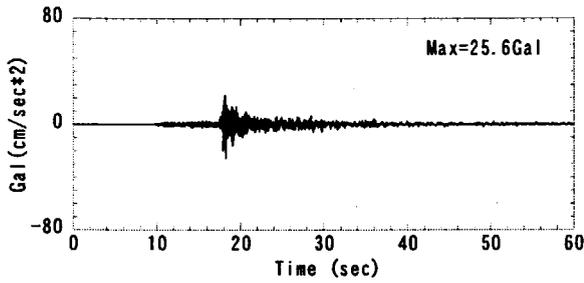
図 5.9 GL. -1.2m における NS 成分地震動の最大加速度と震源距離



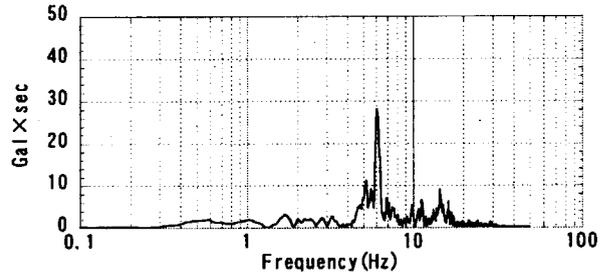
GL-1.2m NS 成分 加速度時刻歴波形



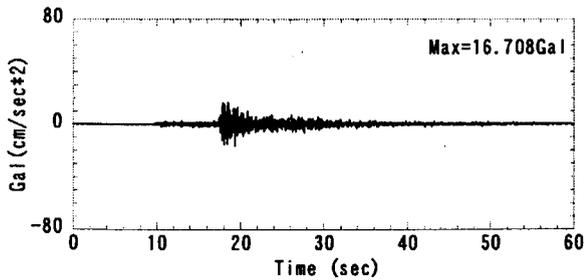
GL-1.2m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



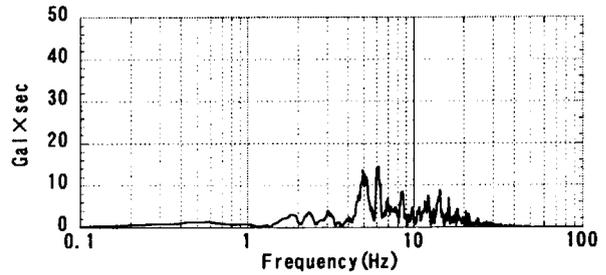
GL-31m NS 成分 加速度時刻歴波形



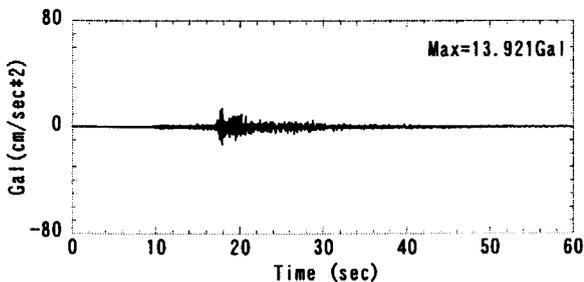
GL-31m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



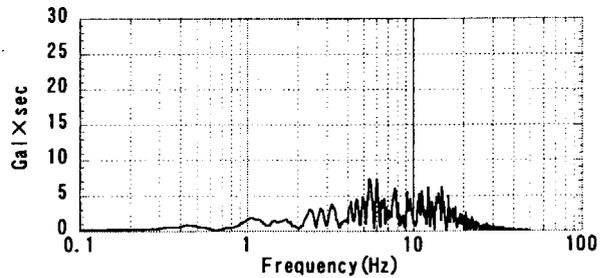
GL-95m NS 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



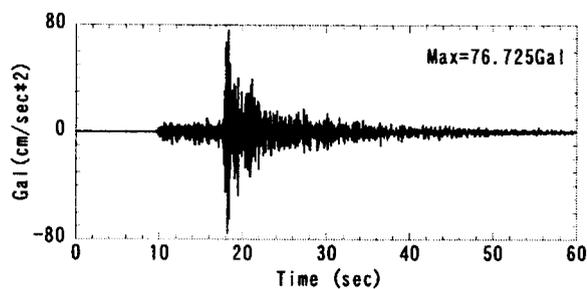
GL-173m NS 成分 加速度時刻歴波形



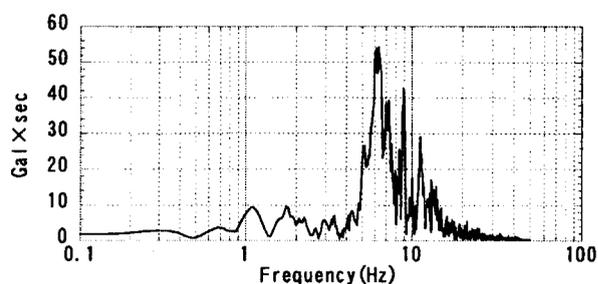
GL-173m NS 成分 加速度フーリエスペクトル

1989年12月9日 M=5.6 Δ=59.9km 震央位置 36.595N 141.075E 深さ 46km

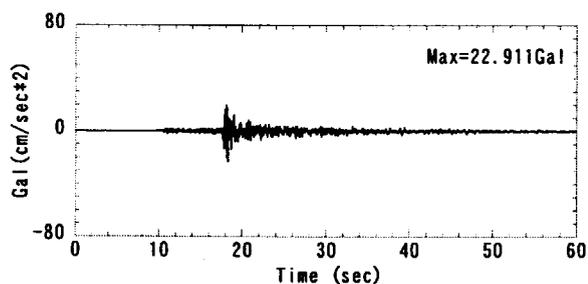
図 5. 10(a) EQ75 NS 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



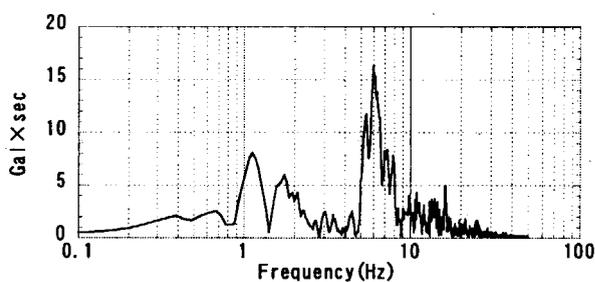
GL-1.2m EW 成分 加速度時刻歴波形



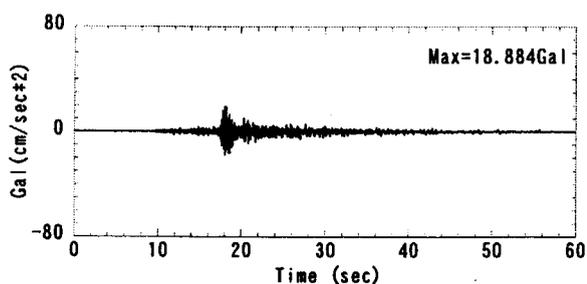
GL-1.2m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



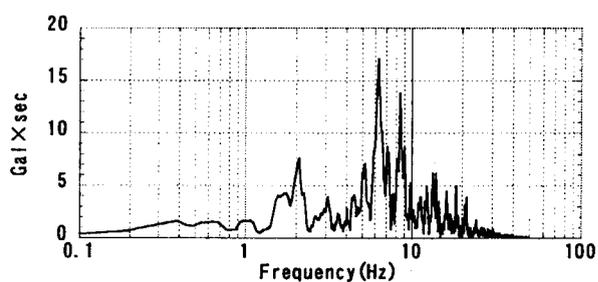
GL-31m EW 成分 加速度時刻歴波形



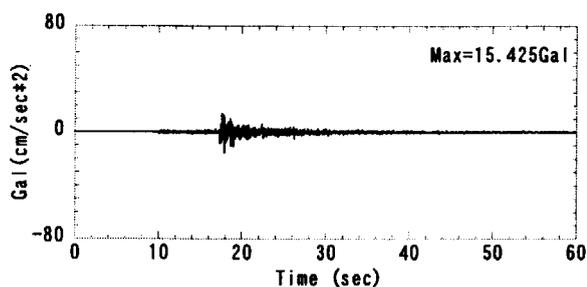
GL-31m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



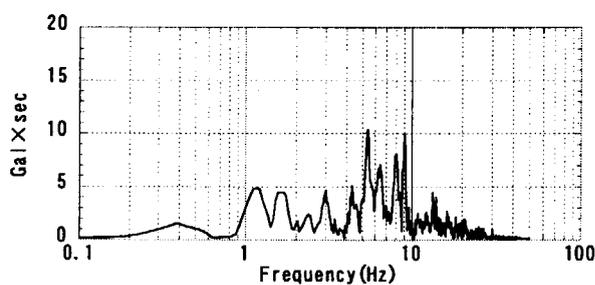
GL-95m EW 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



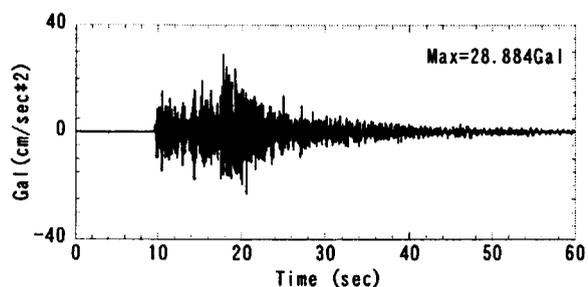
GL-173m EW 成分 加速度時刻歴波形



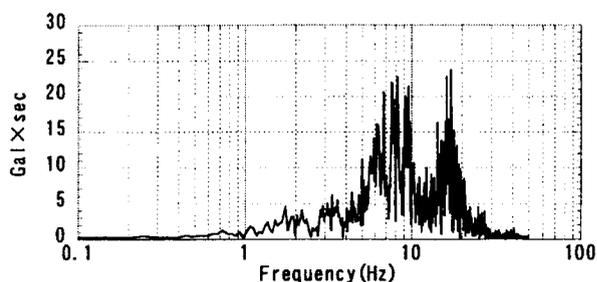
GL-173m EW 成分 加速度フーリエスペクトル

1989年12月9日 M=5.6 Δ=59.9km 震央位置 36.595N 141.075E 深さ 46km

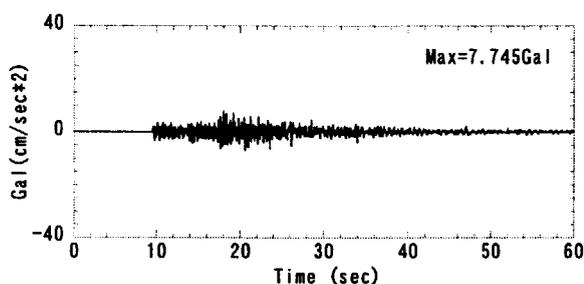
図 5. 10(b) EQ75 EW 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



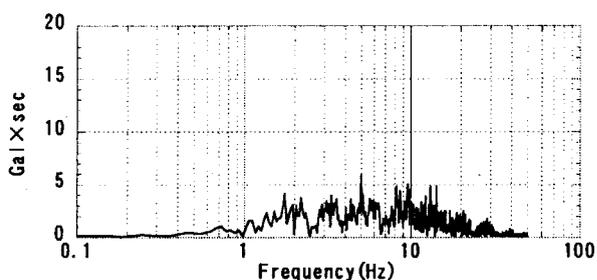
GL-1.2m UD 成分 加速度時刻歴波形



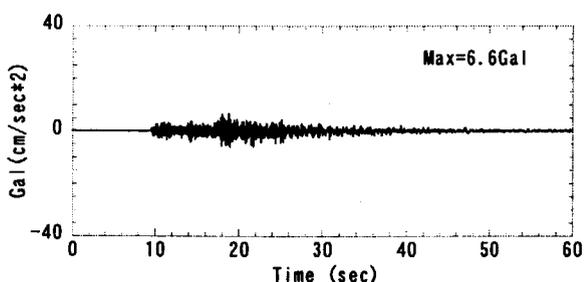
GL-1.2m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



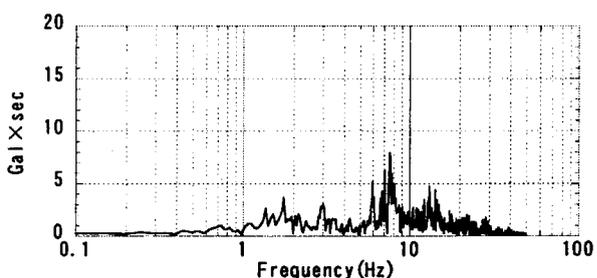
GL-31m UD 成分 加速度時刻歴波形



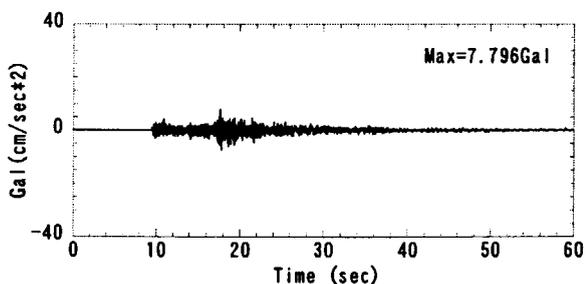
GL-31m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



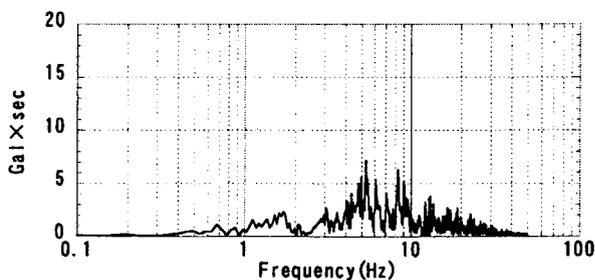
GL-95m UD 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



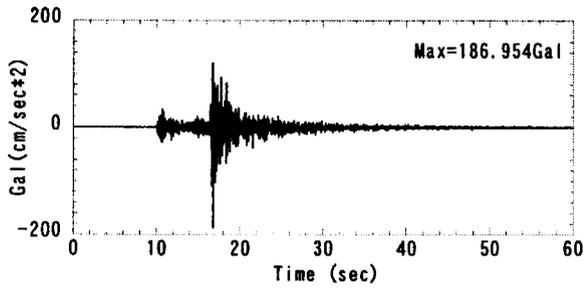
GL-173m UD 成分 加速度時刻歴波形



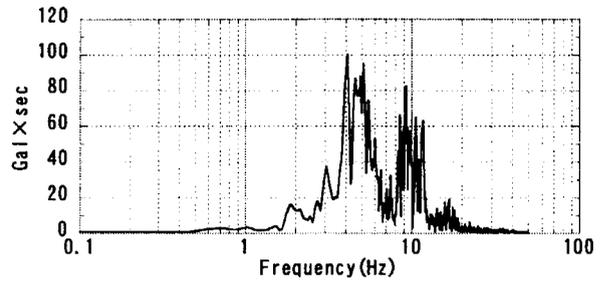
GL-173m UD 成分 加速度フーリエスペクトル

1989年12月9日 M=5.6 Δ=59.9km 震央位置 36.595N 141.075E 深さ 46km

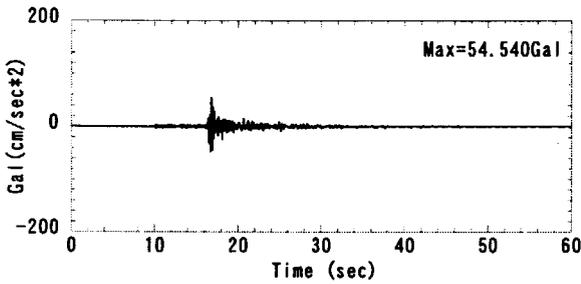
図 5. 10(c) EQ75 UD 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



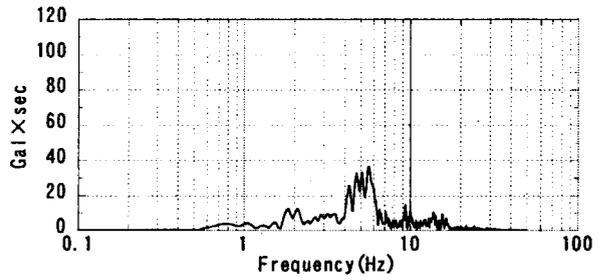
GL-1.2m NS 成分 加速度時刻歴波形



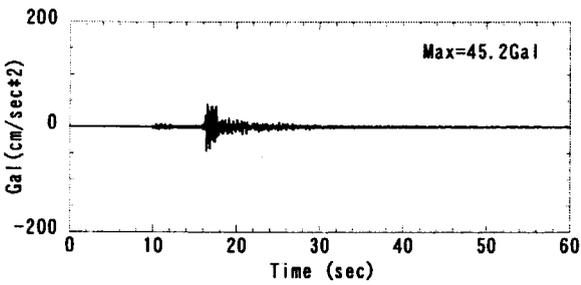
GL-1.2m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



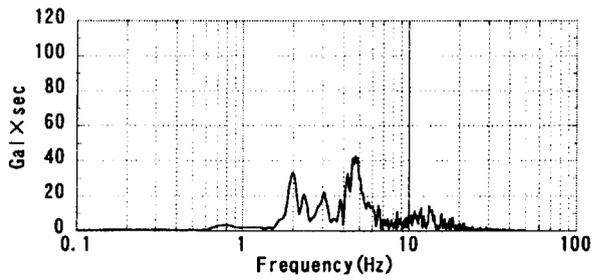
GL-31m NS 成分 加速度時刻歴波形



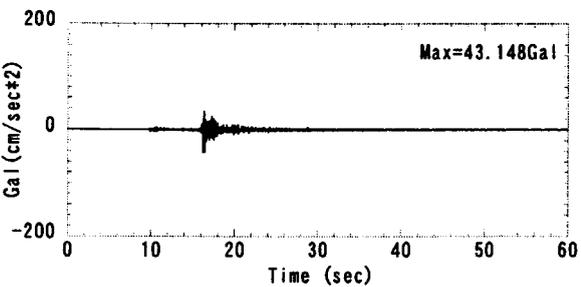
GL-31m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



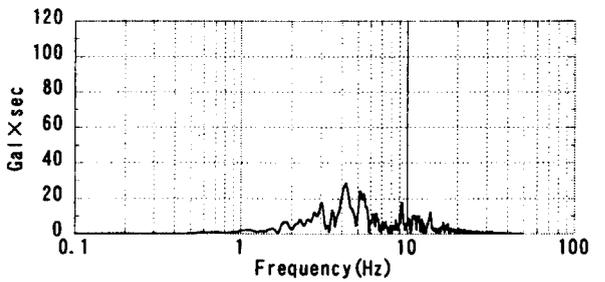
GL-95m NS 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



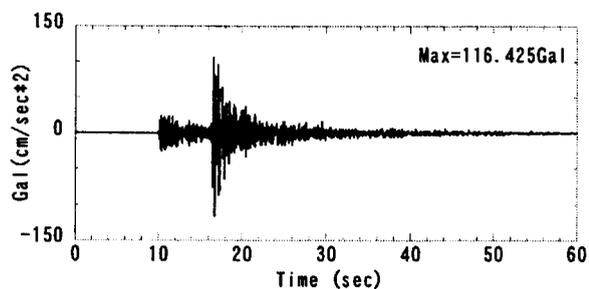
GL-173m NS 成分 加速度時刻歴波形



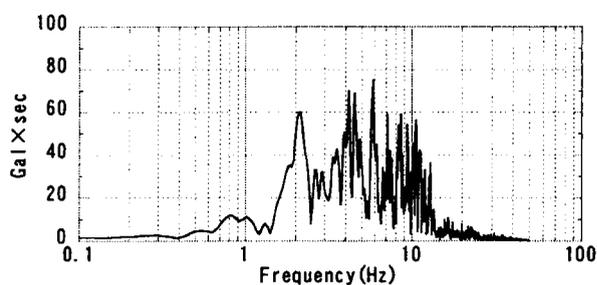
GL-173m NS 成分 加速度フーリエスペクトル

1990年5月3日 M=5.2 Δ=19.8km 震央位置 36.433N 140.613E 深さ 58km

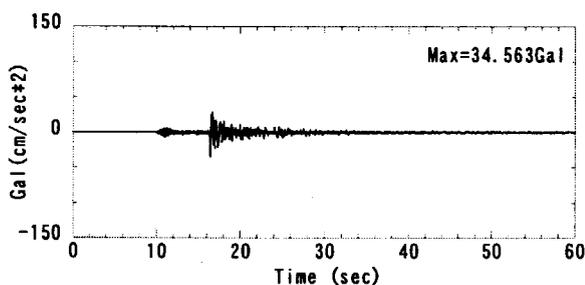
図 5. 11(a) EQ82 NS 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



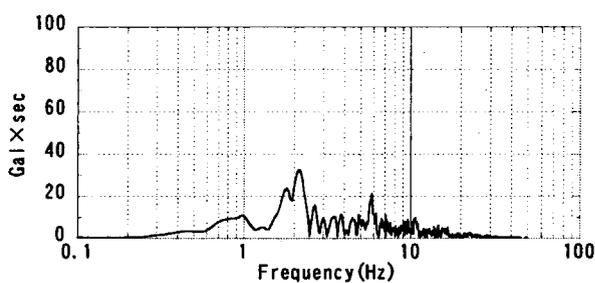
GL-1.2m EW 成分 加速度時刻歴波形



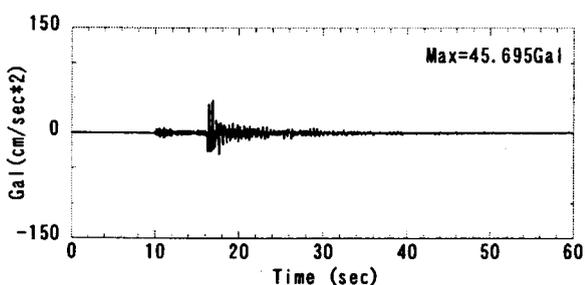
GL-1.2m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



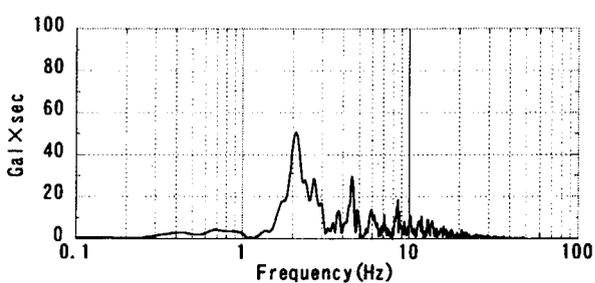
GL-31m EW 成分 加速度時刻歴波形



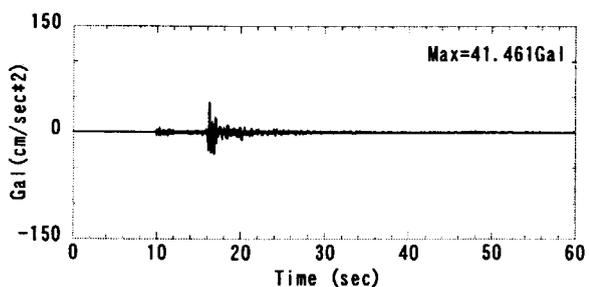
GL-31m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



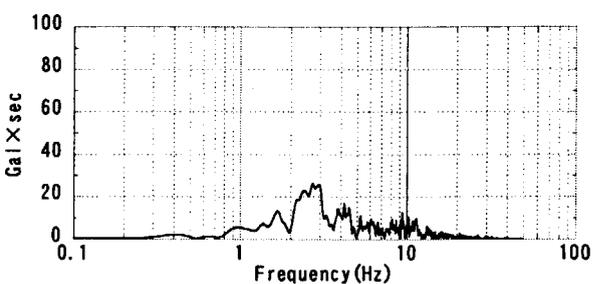
GL-95m EW 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



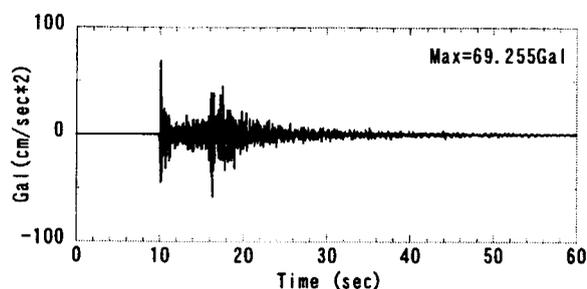
GL-173m EW 成分 加速度時刻歴波形



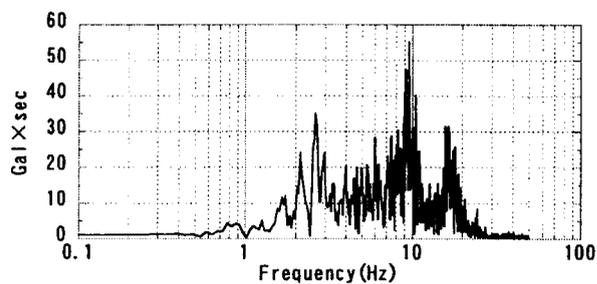
GL-173m EW 成分 加速度フーリエスペクトル

1990年5月3日 M=5.2 Δ=19.8km 震央位置 36.433N 140.613E 深さ 58km

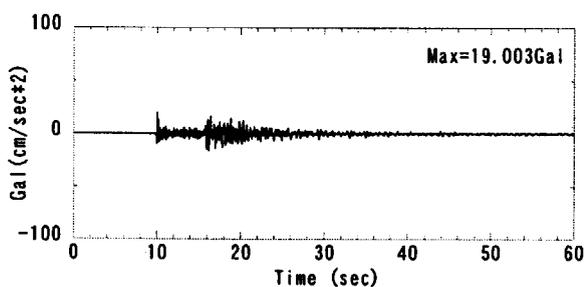
図 5. 11(b) EQ82 EW 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



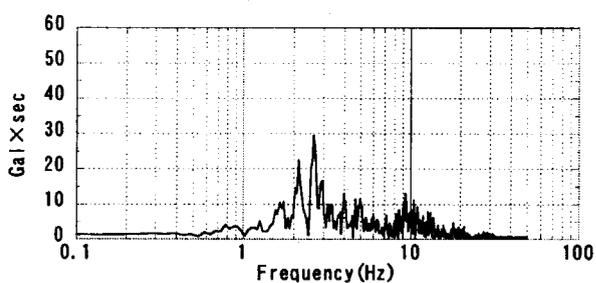
GL-1.2m UD 成分 加速度時刻歴波形



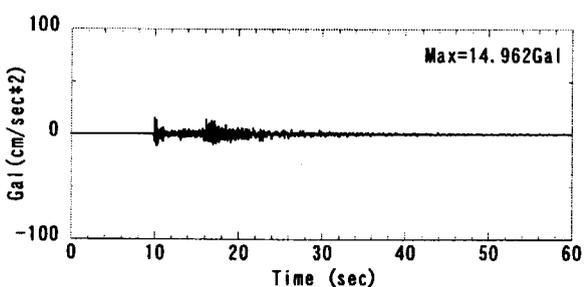
GL-1.2m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



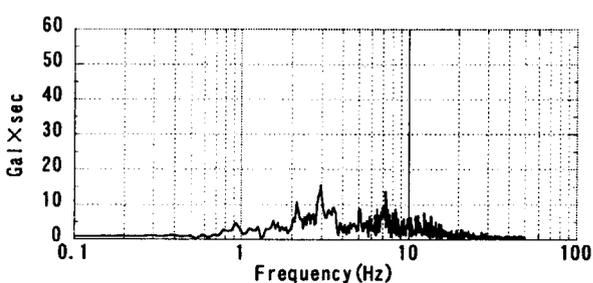
GL-31m UD 成分 加速度時刻歴波形



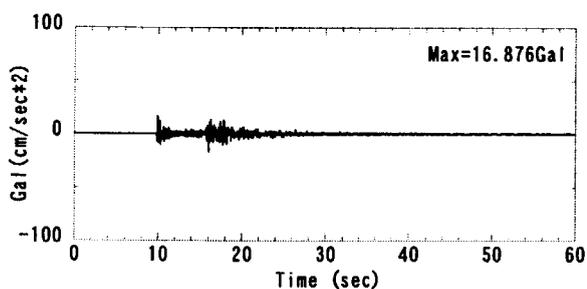
GL-31m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



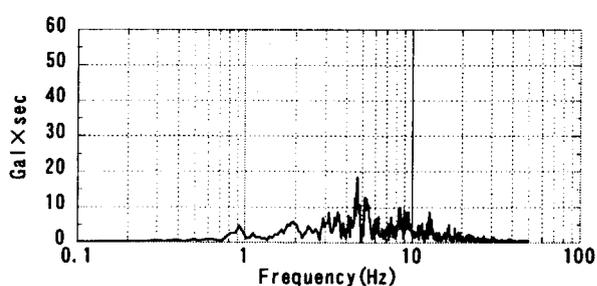
GL-95m UD 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



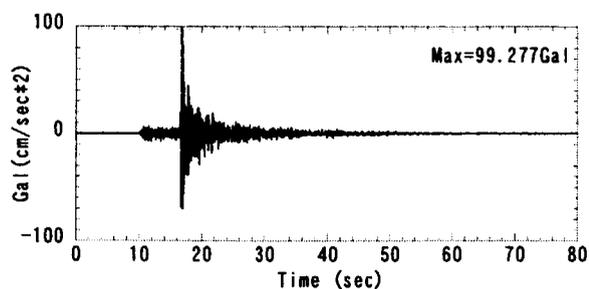
GL-173m UD 成分 加速度時刻歴波形



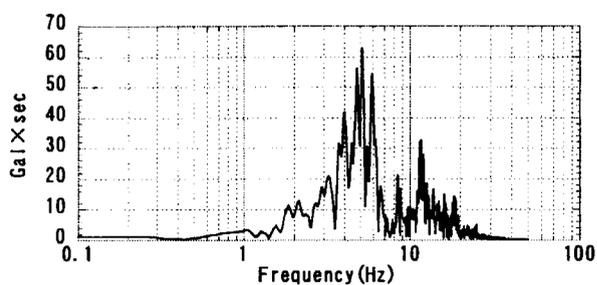
GL-173m UD 成分 加速度フーリエスペクトル

1990年5月3日 M=5.2 Δ=19.8km 震央位置 36.433N 140.613E 深さ 58km

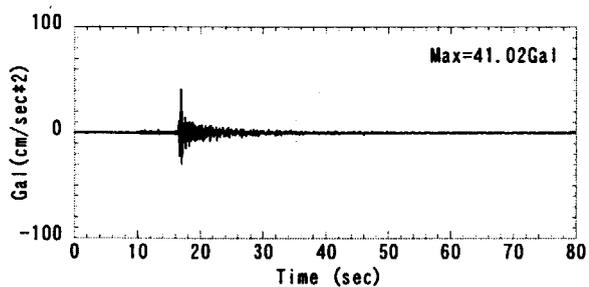
図 5. 11(c) EQ82 UD 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



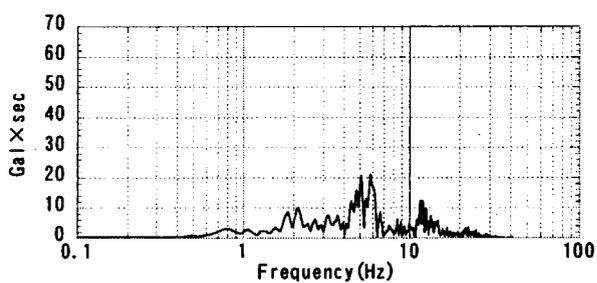
GL-1.2m NS 成分 加速度時刻歴波形



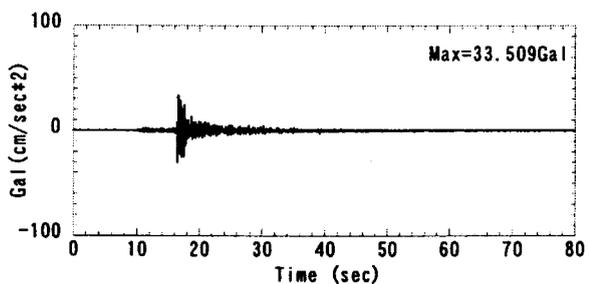
GL-1.2m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



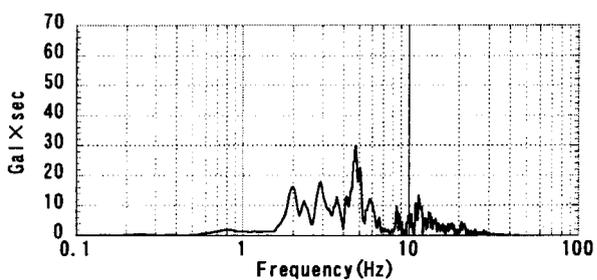
GL-31m NS 成分 加速度時刻歴波形



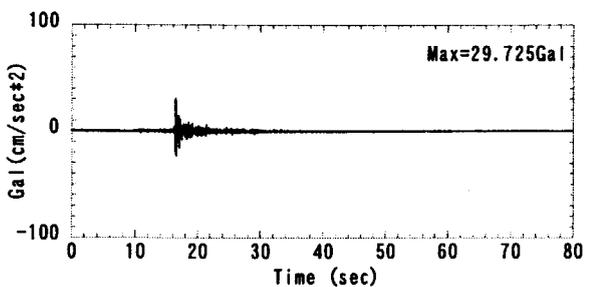
GL-31m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



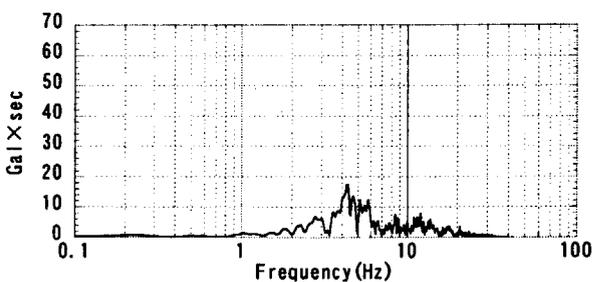
GL-95m NS 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m NS 成分 加速度フーリエスペクトル



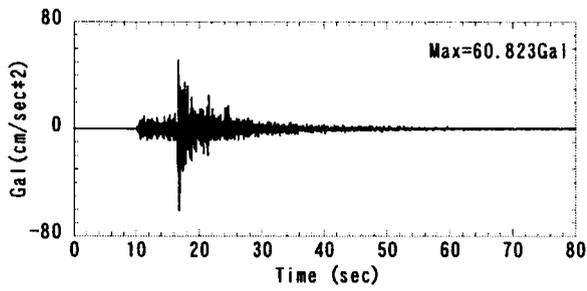
GL-173m NS 成分 加速度時刻歴波形



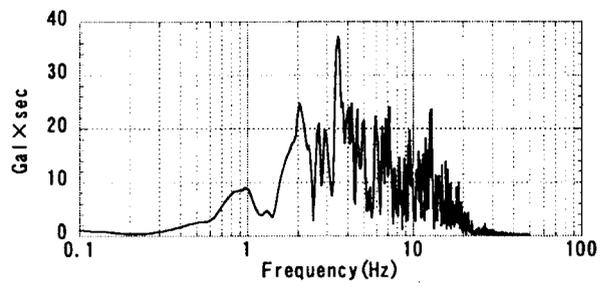
GL-173m NS 成分 加速度フーリエスペクトル

1999年3月26日 M=4.9 Δ=21.7km 震央位置 36.450N 140.617E 深さ 58km

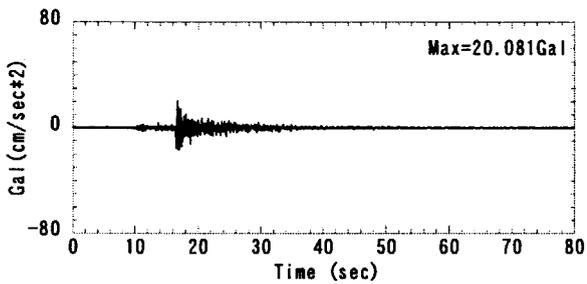
図 5. 12(a) EQ131 NS 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



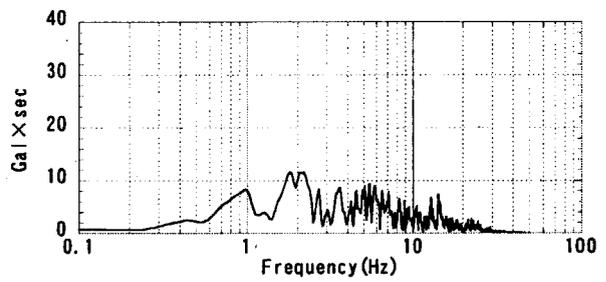
GL-1.2m EW 成分 加速度時刻歴波形



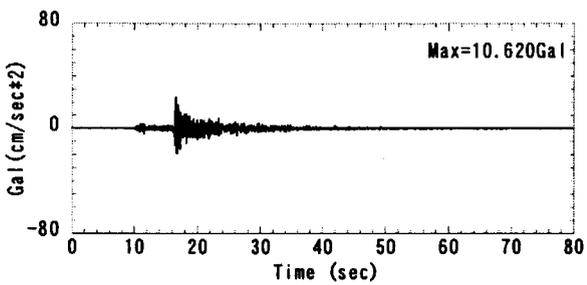
GL-1.2m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



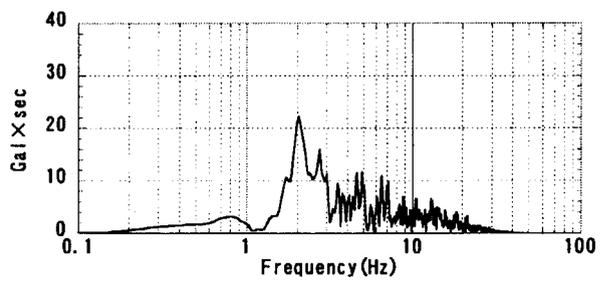
GL-31m EW 成分 加速度時刻歴波形



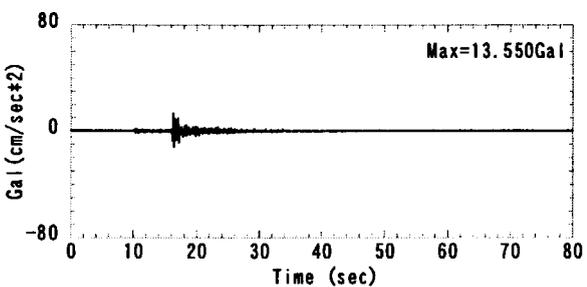
GL-31m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



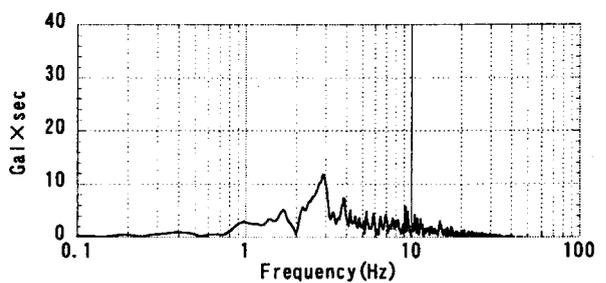
GL-95m EW 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m EW 成分 加速度フーリエスペクトル



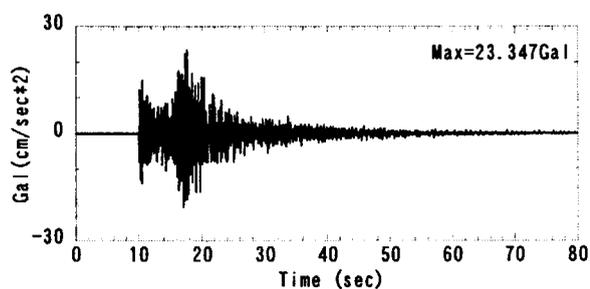
GL-173m EW 成分 加速度時刻歴波形



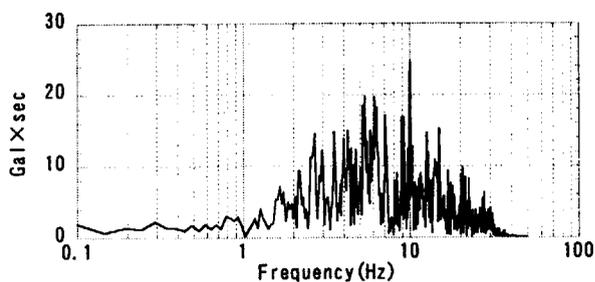
GL-173m EW 成分 加速度フーリエスペクトル

1999年3月26日 M=4.9 Δ=21.7km 震央位置 36.450N 140.617E 深さ 58km

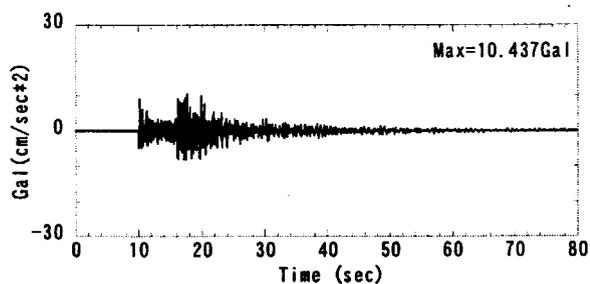
図 5. 12(b) EQ131 EW 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル



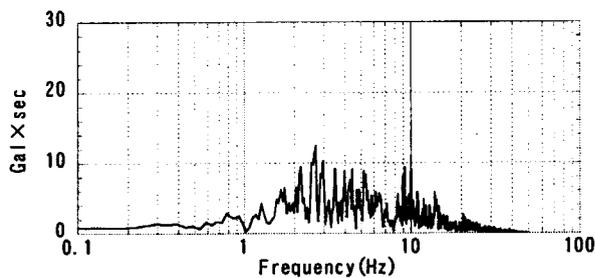
GL-1.2m UD 成分 加速度時刻歴波形



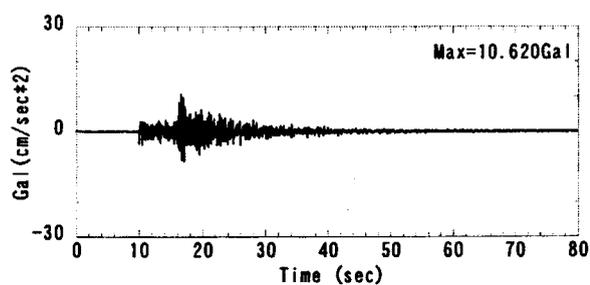
GL-1.2m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



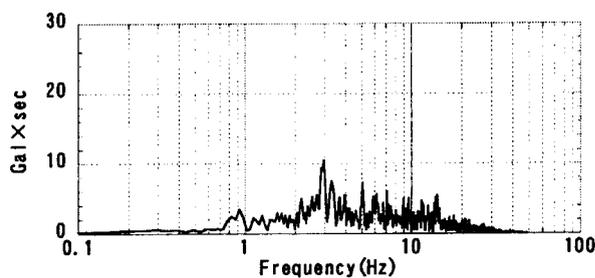
GL-31m UD 成分 加速度時刻歴波形



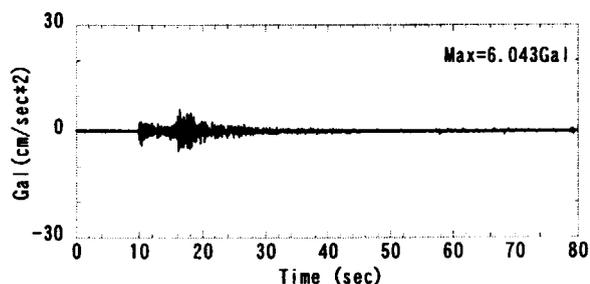
GL-31m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



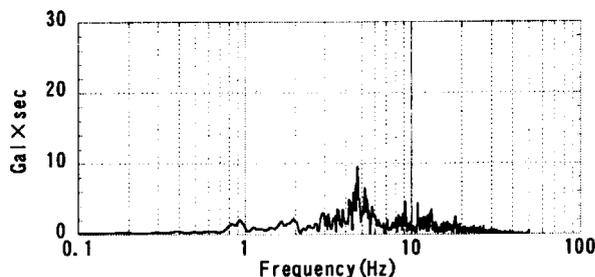
GL-95m UD 成分 加速度時刻歴波形



GL-95m UD 成分 加速度フーリエスペクトル



GL-173m UD 成分 加速度時刻歴波形



GL-173m UD 成分 加速度フーリエスペクトル

1999年3月26日 M=4.9 Δ=21.7km 震央位置 36.450N 140.617E 深さ 58km

図 5. 12(c) EQ131 UD 成分の加速度時刻歴波形・加速度フーリエスペクトル

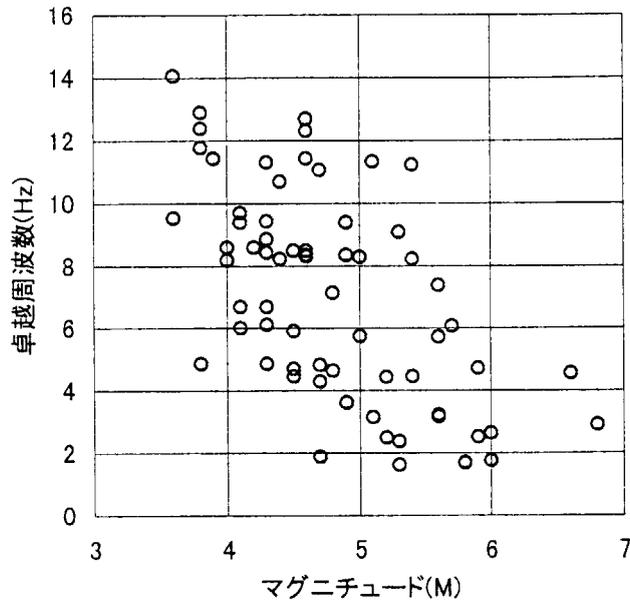


図 5.13 観測地震動の卓越周波数とマグニチュード

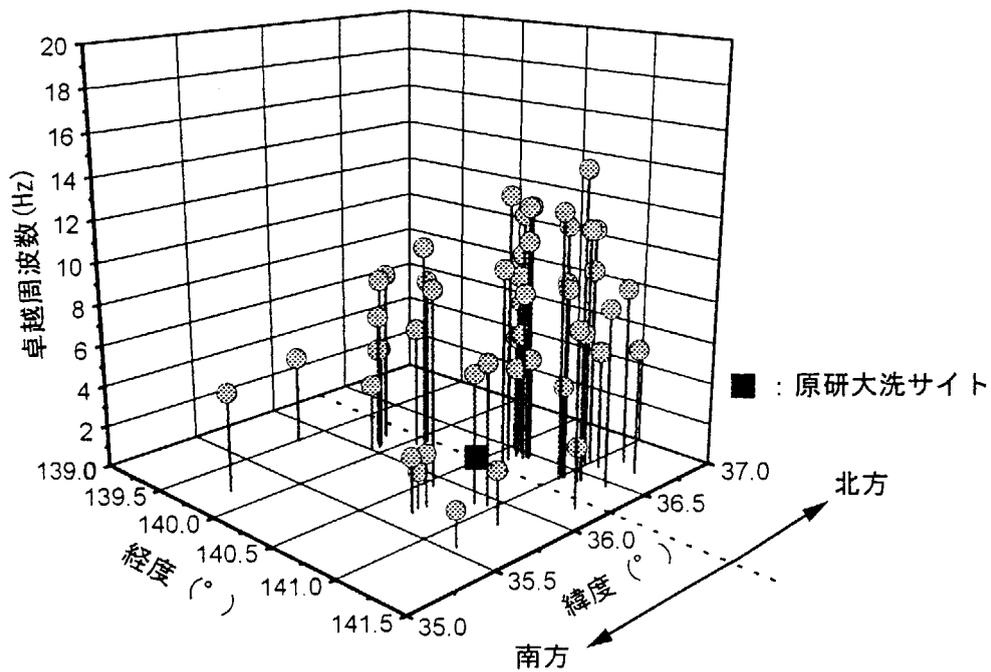


図 5.14(a) プレート境界地震の震源位置と卓越周波数の関係 (NS 成分)

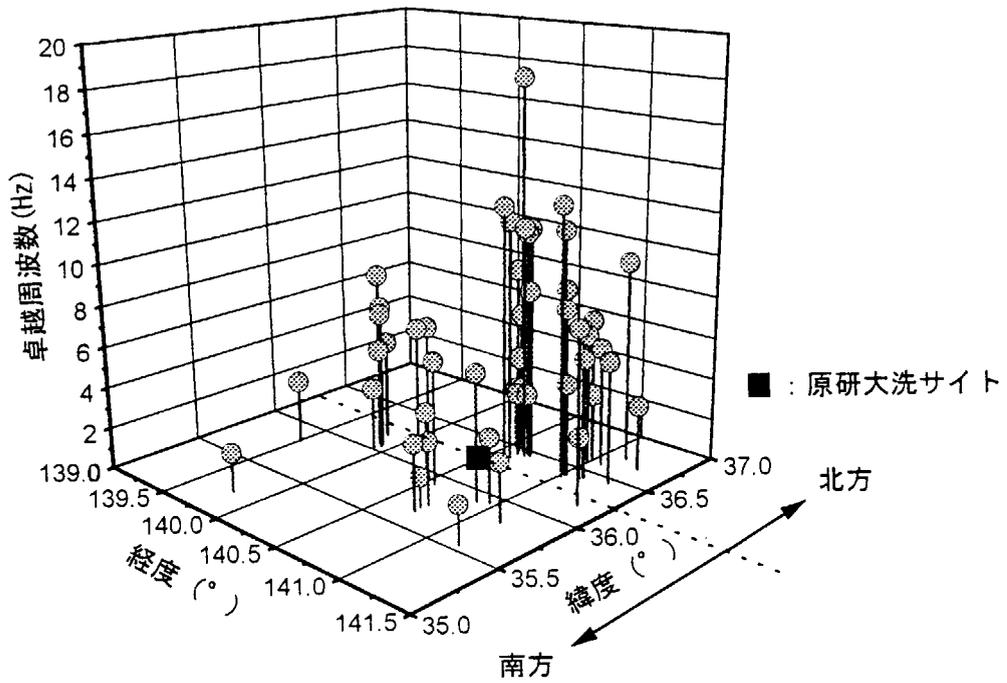


図 5.14 (b) プレート境界地震の震源位置と卓越周波数の関係 (EW 成分)

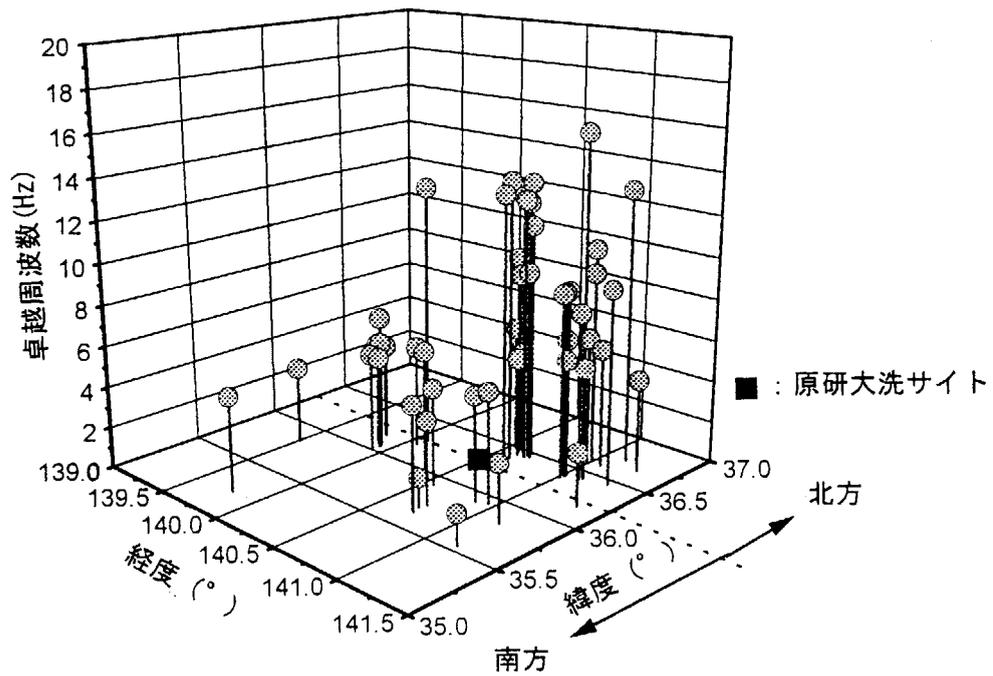


図 5.14 (c) プレート境界地震の震源位置と卓越周波数の関係 (UD 成分)

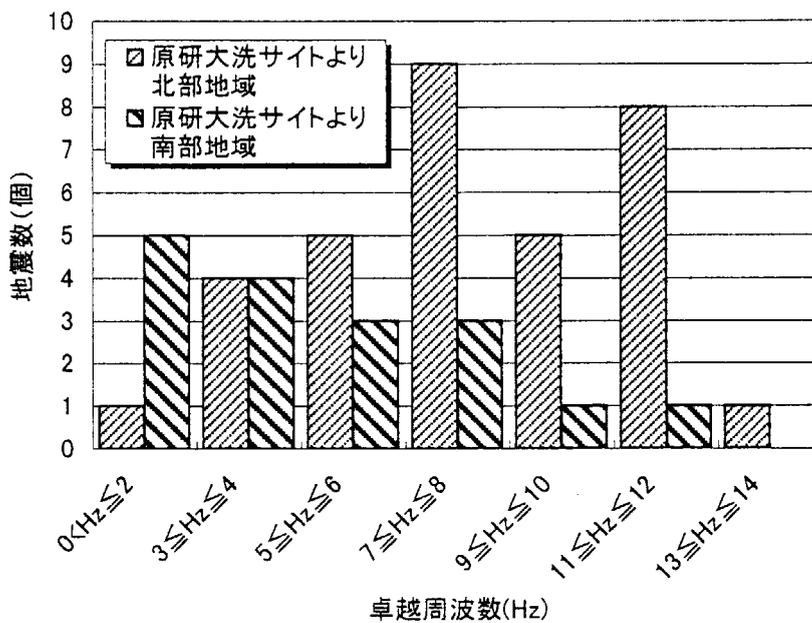


図 5.15 地震発生域別の地震動の NS 成分卓越周波数ヒストグラム

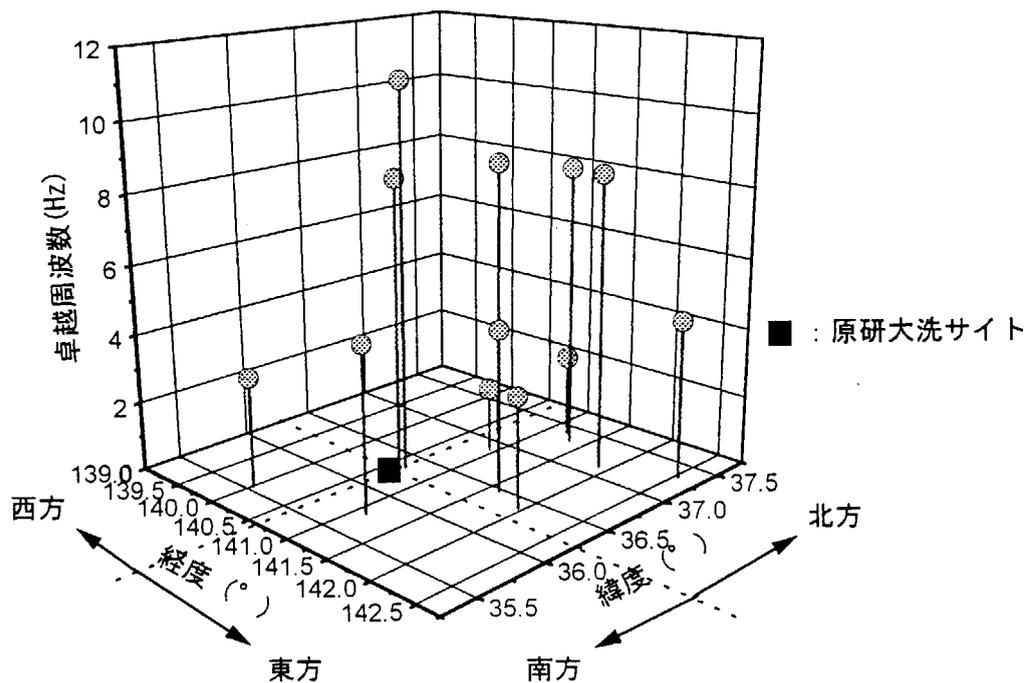


図 5.16(a) 二重地震面地震の震源位置と卓越周波数の関係 (NS 成分)

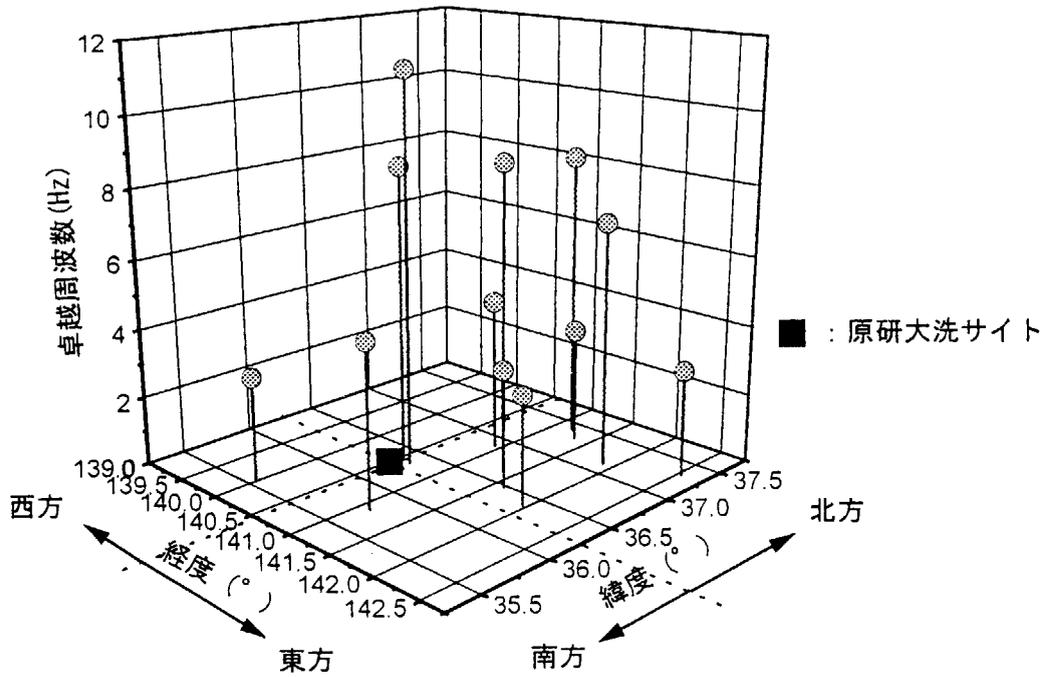


図 5.16 (b) 二重地震面地震の震源位置と卓越周波数の関係 (EW 成分)

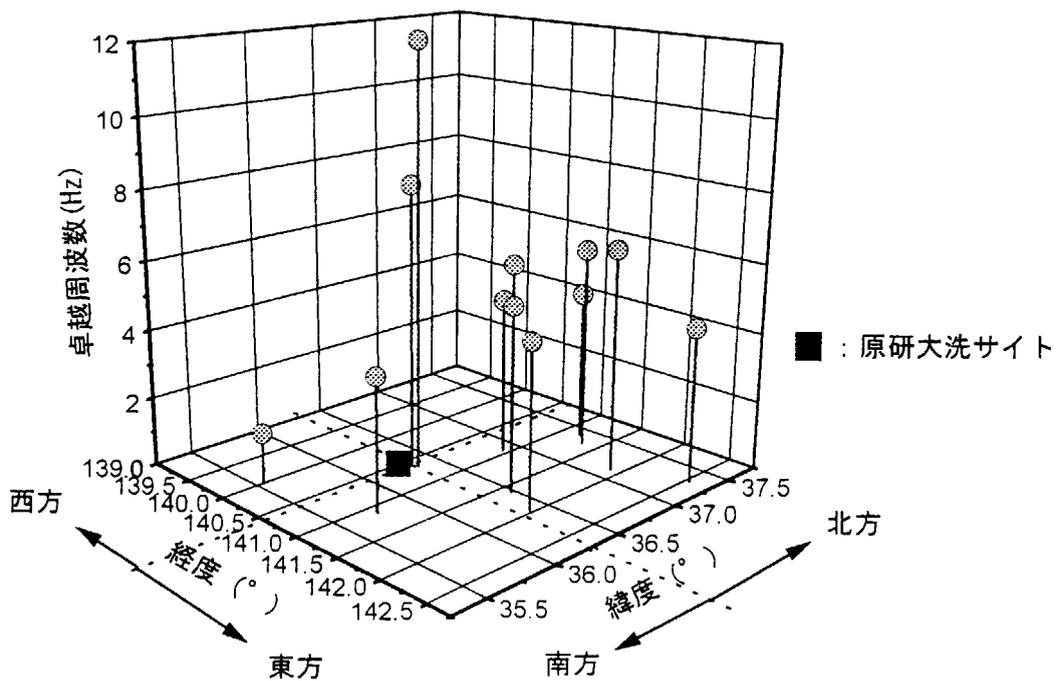


図 5.16 (c) 二重地震面地震の震源位置と卓越周波数の関係 (UD 成分)

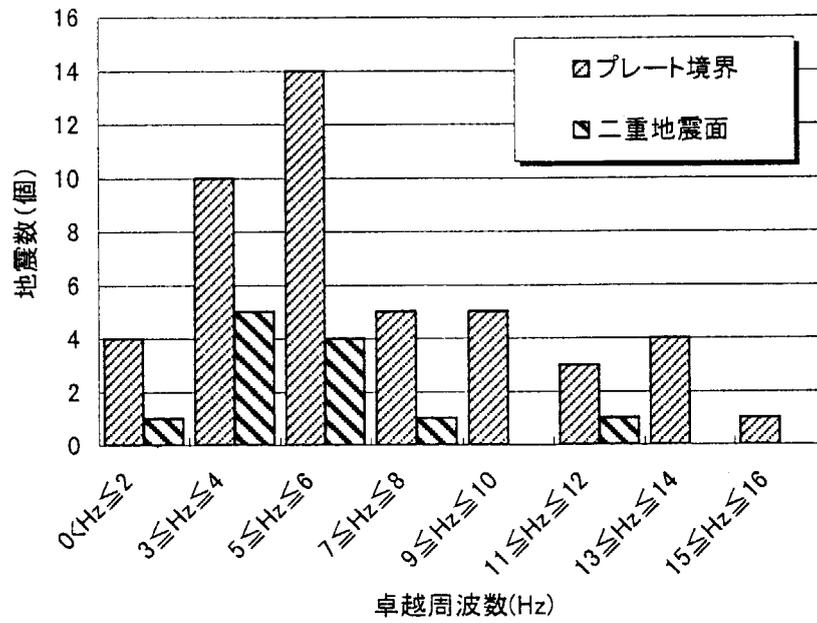


図 5.17 プレート境界地震と二重地震面地震の卓越周波数のヒストグラムによる比較

6. データベースの利用手続き

原研では、各種データベースの公開や利用手続きを（財）高度情報科学技術研究機構（Research Organization for Information Science & Technology: RIST）を通して行っている。鉛直アレー地震動観測データベースの利用の問い合わせについては、下記 RIST で受付している。技術内容の問い合わせについては、下記地震情報伝達研究特別チームにて対応を行う。また、データベースを使用する場合には、本報告書を参考文献として記載すること。なお、本データベースを使用して得られた結果等に関する責任は、原研で負わないものとする。

連絡先：

〒319-1106

茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

（財）高度情報科学技術研究機構

TEL: 029-282-8309、FAX: 029-282-4282

〒319-1106

茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

日本原子力研究所 地震情報伝達研究特別チーム

TEL: 029-282-6277、FAX: 029-282-6792

7. まとめ

本報告書は、原研大洗サイトに設置した鉛直アレー地震動観測システムによって得られた1987年12月から2000年3月までの観測データ及び、敷地内地盤のせん断波速度等の物性値や観測地震動の周波数特性をデータベースにまとめたものである。鉛直アレー地震動観測システムは、原研大洗研究所に高温工学試験研究炉(HTR: High Temperature Engineering Test Reactor)を建設するに当たって、地震時の敷地地盤の挙動を把握するために設置したものである。これらデータのうちせん断波速度や等価せん断剛性率・減衰定数—せん断ひずみ曲線等の地盤物性値データは、HTRを建設するに当たって実施したボーリング調査、弾性波探査及び地下水位調査等によって得られたものである。鉛直アレー地震動観測システムで観測されたデータは、(財)震災予防協会のフォーマットで整理した。

これらの観測地震動の周波数特性から、観測サイトより北方の震源域(茨城県北部と福島県沖)と南方の震源域(茨城県南部と千葉県沖)では、卓越周波数に大きな違いが見られることが明らかになった。

原研大洗研周辺は、多くの有感地震の発生地域であり、周波数特性の異なる地震動の震源域でもある鹿島灘に面すると共に、敷地周辺地盤が成層構造を成しているため、地震動関連研究を実施する上で良好な環境である。原研では、この環境を生かした研究として地震観測データや地盤データを用いて、断層モデルにより地震動特性を震源特性、地盤伝播特性、サイト局所増幅特性に分けて分析し、地震動のばらつき評価を行っている。また、大洗研敷地内に設置している3次元機器免震試験システムの自然地震動での応答挙動を観測し、鉛直アレー観測データを利用して鉛直免震特性と鉛直地震動の周波数特性の関係を検討している。

このように本報告書に収録されている鉛直アレー観測データベースは、地震動に係わる数々の研究に利用できるものであり、関係者の有効利用を期待する。なお、観測データベースの利用手続きについては、6章に記述した通りである。

謝 辞

鉛直アレー地震動観測システムの改良に当たって、東海研究所前副所長の鴻坂厚夫氏、大洗研究所前所長の藤城俊夫氏、大洗研究所所長の田中利幸氏からご支援を賜ると共に、大洗研究所高温工学試験研究炉開発部飯垣和彦氏からご協力をいただいた。また、観測データを(財)震災予防協会フォーマットに整備するに当たって、佐藤工業(株)伊東守氏、(財)地域地盤環境研究所香川敬生氏からご協力をいただいた。システムのメンテナンスに関して、(株)東京測振横井勇、飯島勝男及び増沢伸是各氏から技術支援をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

2章

- (2.1) 日本原子力研究所：日本原子力研究所東海研究所原子炉設置変更許可申請書 [HTTR（高温工学試験研究炉）原子炉施設の設置]，1989.
- (2.2) 池田隆司：烏山－菅生沼断層南部の第四紀活動の可能性，地震 第2輯 第35巻，1984.
- (2.3) 野口伸一：フィリピン海プレートの形状と茨城地震活動の特徴，月刊地球 第7巻，1985.
- (2.4) 宇佐見龍夫他：関東地方の地震の単一定義と性質－，東京大学地震研究所彙報 Vol.52, 1977.
- (2.5) 海野徳二他：東北日本弧における二重深発地震面と発震機構 地震第二輯 Vol.35, 1982.
- (2.6) 石橋克彦：多層構造モデルのもとで多点のS－P時間をもちいた古い地震の震源再計算，地震 第2輯 Vol.28, 1975.
- (2.7) Usami.T：Study of historical earthquakes in Japan,Bull.Earthq.Res.Inst. Vol.54, 1979.
- (2.8) 宇津徳治：日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表：1885～1980年，震研彙報，Vol.57, 1982.
- (2.9) 気象庁：日本付近の主要地震表（1926～1980年），地震月報.

4章

- (4.1) （財）震災予防協会：強震動アレー観測 No.3, 1998.

5章

- (5.1) 井元良、服部禎男：高速増殖炉技術確証試験の役割と高速炉免震技術の現状・将来展望、原子力工業、第35巻、第6号、1989.
- (5.2) 吉井敏尅：東北日本の地殻・マントル構造、科学、47、No.3、pp.170～176、1977.

付録

(財) 震災予防協会による「強震動アレー観測データベース」の構成

鉛直アレー観測データベースは、(財) 震災予防協会による強震動アレー観測データベースのフォーマットに基づき整理されている。以下に、強震動アレー観測データベースを参考に作成した原研の鉛直アレー観測データベースの構成と定義について記述する。

1. 強震動アレー観測データベースの構成

強震動アレー観測データベースは、テーブル群「OARTABL」、データファイル群「OARDATA」及び検索ファイル「OARINDEX」の3ディレクトリから構成される。各ディレクトリを構成するファイル名及び概要を述べる。なお、鉛直アレー観測データのボリューム名は、「OAR」とした。なお、強震動アレー観測データベース CD-ROM では、ボリューム名は「A x x」となっている。

(1) テーブル群 OARTABL

OARTAB は、次の6ファイルからなる「テーブル」と、1ファイルからなる「テーブルリスト」からなる。

1) テーブル

テーブルは、更に「ST テーブル」、「EQ テーブル」及び「SM テーブル」に大別される。

・ ST テーブル

- ①OARORGN : 観測機関に関する情報を集録
- ②OARSITE : 観測地点に関する情報を集録
- ③OARINST : 地震計の位置や仕様に関する情報を集録

・ EQ テーブル

- ④OAREQTB : 地震の緒元に関する情報を集録

・ SM テーブル

- ⑤OARFLHD : データファイルのファイルヘッダに関する情報を収録
- ⑥OARDAHD : データファイル中のデータブロック1行目に関する情報を収録

2) テーブルリスト

- ⑦TABLIST : テーブル群のファイル名を記述している。

(1) データファイル群 OARDATA

OARDATA は、1ファイル「Eqnnnnnn」からなるデータファイルで、上記テーブル群の内容が反映された実波形データが収録されており、1地震1観測地点のデータに対する構成となっている。

(2) 検索ファイル OARINDX

OARINDX は、1 ファイル「OARTEXT」からなる検索用ファイルで、データファイルのヘッダ情報が抜粋して作成されている。

以下、テーブル群「OARTABL」、データファイル群「OARDATA」及び検索ファイル「OARINDX」の各ディレクトリの具体的な定義をそれぞれ2.、3. 及び4. に示す。

2. テーブル群 OARTABL の定義

OARTABL を構成するファイルのうち、TABLIST を除いたファイルの定義について述べる。

(1) ST テーブル

ST テーブルは、上述のように機関テーブル(OARORGN)、観測地点テーブル(OARSITE)、地震計テーブル (OARINST) からなる。これらのうち、OARORGN の定義については**付表 2.1** に、OARSITE については**付表 2.2** に、OARINST については**付表 2.3** に示す。

付表 2.1 機関テーブル (OARORGN) の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
機関番号		I6	1~6	1)
機関名		A48	9~56	

付表 2.2 観測地点テーブル (OARSITE) の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
機関番号		I6	1~6	1)
観測地点番号		I6	7~12	2)
観測地点経度	度	F8.3	13~20	
観測地点緯度	度	F8.3	21~28	
基準点の標高	m	F8.2	29~36	4)
地震計設置点数		I6	37~42	
基準点地震計番号		I6	43~48	3)4)
観測地点名		A32	51~82	

(82 バイト/レコード)

付表 2.3 地震計テーブル (OARINST) の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
機関番号		I6	1~6	1)
観測地点番号		I6	7~12	2)
地震計番号		I6	13~18	3)
基準点からの水平距離	m	F8.2	19~26	4)5)
基準点との高低差	m	F8.2	27~34	4)5)
設置深さ	m	F8.2	35~42	5)
真北からの角度	度	F8.2	43~50	5)
観測成分数		I3	51~53	
観測開始年		I6	54~59	
月		I3	60~62	
日		I3	63~65	
観測終了年		I6	66~71	
地震計機種番号 (5桁のベクトル)		5I1	73~77	6)
地震計機種名等		A50	80~129	

(129バイト/レコード)

備考 1) 機関番号

強震動アレー観測記録データベースの「提供機関番号」に相当する。

備考 2) 観測地点番号

1観測地点に1つの番号が割り当てられる。

備考 3) 地震計番号

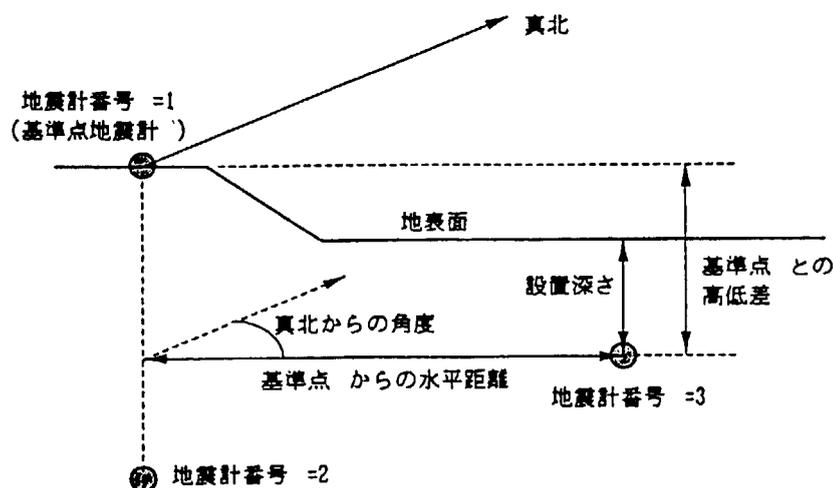
観測地点毎に、1地震計に1つの番号(地震計番号)が割り当てられる。

備考 4) 基準点

観測地点毎の、1つの基準点となる地震計を割り当てる。

備考 5) 地震計の設置位置

地震計の設置位置に関する定義を付図 2.1 に示す。図では、地震計番号が「1」の地震計を、基準点地震計と仮定している。



付図 2.1 地震計の設置位置に関する定義

備考6) 地震計機種番号

地震計の精度や型式など最小現知りたい情報を表現するために設定された5桁の整数である。この数値の定義については以下に示す。

1) 地震計機種番号 (NOIDSG) の定義について

地震計の種別については、特にテーブルを作らず、地震計の精度や形式など最小限知りたい情報を5桁の整数で表わされている。震災予防協会による「強震動アレー観測データベースに登録される地震動記録は、様々な地震計を用いて様々な方式で得られた記録である。そこで、最低知りたい情報の項目を選定し、観測機関から提出された資料より必要な情報が抽出されている。地震計機種番号に含めるべき情報としては、次の5項目である。

- i) 換振器の種類
- ii) 換振器の動作原理
- iii) 記録方式
- iv) 記録精度
- v) 刻時方式

i) 換振器の種類

換振器の種類は、加速度計、速度計、変位計、ひずみ計の4つを考え、その他に考えられる計器(間隙水圧計など)については、その他の範疇に含める。

ii) 換振器の原理

変位帰還方式サーボ型が一般にサーボ型地震計と呼ばれているもので、力平衡型(フォースバランスタイプ)とも呼ばれている。どちらかに統一することはせず、各提供機関からの資料中の呼称に従う。

iii) 記録方式

記録方式は得られた地震記録の精度を知る上で重要な情報である。アナログ方式かデジタル方式かの区別のほか、デジタル方式の場合にはADコンバーターのビット数、オートゲインコントロール(AGC)の有無も区別する。

iv) 記録精度

ダイナミックレンジを1つの指標とした。記録方式と合わせて考えることにより記録精度が判別できる。

v) 刻時方式

アレー観測記録を解析する上で刻時精度は、重要である。特に独立刻時か同期刻時か地震計機種番号の具体的内容を付表2.4に示す。

付表 2.4 地震計機種番号の定義

A : 換振器の種類	
= 1	: 加速度計
= 2	: 速度計
= 3	: 変位計
= 4	: ひずみ計
= 5	: その他 (間隙水圧計など)
B : 換振器の原理	
= 1	: サーボ型 (速度帰還方式)
= 2	: サーボ型 (変位帰還方式)
= 3	: 圧電型
= 4	: 動電型
= 5	: 力平衡型
= 6	: たすきがけ振り子式 (村松式速度計)
= 7	: ひずみゲージ式
= 9	: その他
C : 記録方式	
= 1	: アナログ
= 2	: デジタル (12ビット)
= 3	: デジタル (14ビット)
= 4	: デジタル (16ビット)
= 5	: デジタル (12ビット、オートゲインコントロール)
= 6	: デジタル (14ビット、オートゲインコントロール)
= 7	: デジタル (16ビット、オートゲインコントロール)
D : 記録精度、ダイナミックレンジ	
= 1	: 40 dB以上
= 2	: 50 dB以上
= 3	: 60 dB以上
= 4	: 70 dB以上
= 5	: 80 dB以上
= 6	: 90 dB以上
= 7	: 100 dB以上
= 8	: 120 dB以上
E : 刻時方式	
= 0	: 絶対時刻なし
= 1	: 時計、1地点独立刻時、自動校正なし
= 2	: 時計、1地点独立刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)
= 3	: 時計、全地点同時刻時、自動校正なし
= 4	: 時計、全地点同時刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)
= 5	: 水晶時計、1地点独立刻時、自動校正なし
= 6	: 水晶時計、1地点独立刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)
= 7	: 水晶時計、全地点同時刻時、自動校正なし
= 8	: 水晶時計、全地点同時刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)

(2) EQ テーブル

EQ テーブルの地震緒元テーブル(OAREQTB)には、1つの地震の諸元が1つのレコードに記載されている。テーブルの定義を付表 2.5 に示す。

付表 2.5 地震緒元テーブル (OAREQTB) の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
地震番号		I15	1~15	7)
地震発生年		I4	1~4	7)
月		I2	5~6	7)
日		I2	7~8	7)
時		I2	9~10	7)
分		I2	11~12	7)
秒	0.1 秒	I2	13~15	7)
震央緯度	度	I3	19~21	8)
	分	I2	22~23	8)
	0.1 分	I1	24~24	8)
震央経度	度	I4	28~31	8)
	分	I2	32~33	8)
	0.1 分	I1	34~34	8)
震源の深さ	km	I3	38~40	8)
	0.1km	I1	41~41	8)
マグニチュード	0.1	I2	44~45	8)
震源地域名		A27	54~80	8)

(80 バイト/レコード)

備考 7) 地震番号

地震番号は、地震発生年月日時分秒の 15 桁で表す。地震の諸元が決定していない地震に関しては、地震記録開始時間を用いて年月日時分のみ示す。

備考 8) 地震の緒元が決定していない地震の震源情報の記述について

地震の緒元が決定していない地震に関しては、震央緯度や震源の深さ等の数値情報はゼロとし、地域名は空欄としている。

(3) SM テーブル

SM テーブルは、上述のようにファイルテーブル (OARFLHD) とデータテーブル (OARDAHD) からなる。OARFLHD の定義については付表 2.6 に、OARDAHD については付表 2.7 に示す。

付表 2.6 ファイルテーブル (OARFLHD) の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
ファイル名		A8	1~8	7)
地震番号		I15	10~24	1)
機関番号		I8	25~32	2)
観測地点番号		I8	33~40	
ファイル成分数		I8	42~48	
記録開始年		I4	50~53	
月		I2	55~56	
日		I2	58~59	
時		I2	61~62	
分		I2	64~65	
秒		F6.3	67~72	
観測地点名		A32	73~104	
修正フラグ		I2	105~106	9)

(106 バイト/レコード)

付表 2.7 データテーブル (OARDAHD) の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
ファイル名		A8	1~8	
ファイル成分番号		I8	9~16	10)
データ最大値		F8.0	17~24	11)
データサンプル数		I8	25~32	
時間間隔	秒	F8.0	33~40	
地震計番号		I6	41~46	3)
地震計成分番号		I2	47~48	12)
設置深さ	m	F5.0	52~56	5)
成分表示		A5	60~64	13)
データ単位		F8.0	65~72	11)14)
地震計機種番号		I11	76~80	6)
フォーマット表示		I4	81~84	15)
補正表示		I4	85~88	16)
オフセット値		F8.0	89~96	14)
データコメント		A8	97~104	
修正フラグ		I2	105~106	9)

(106 バイト/レコード)

備考1)～3)、5)～7)については、付表2.1～付表2.4と同じ。

備考9) 修正フラグ

強震動アレー観測データベースでは、CD-ROMの配布後に修正があったかどうかを示す数字で、修正がない場合は、「0」、修正がある場合は「1」となっている。本データベースでは、すべて「0」としている。

備考10) ファイル成分番号

1ファイルに1つの番号が割り当てられる。

備考11) データ単位

単位は、地震記録が加速度の場合「cm/sec²」速度の場合「cm/sec」、変位の場合「cm」である。地震計機種番号6)の一桁目が、その判断基準となる。

備考12) 地震計成分番号

1地震計に1つの番号が割り当てられる。水平成分は「1」または「2」であり、鉛直成分は「3」である。

備考13) 成分表示

水平成分の場合は、正（プラス）の方向を真北から時計まわりに度で計り、「NxxxE」で表示する。鉛直成分の場合は、「UP」または「DOWN」で表示する。

備考14) データ値の換算

データは、以下の式で実際の値に変換する。

$$(\text{データ本体にかかっている値}) - (\text{オフセット値}) \times (\text{データ単位})$$

備考15) フォーマット表示

データ本体のフォーマットを規定する。強震動アレー観測データベースでは、この数値を以下のように定義している。

4 : (2014) または (20F4.0)

5 : (1615) または (16F5.0)

6 : (1018) または (10F8.0)

備考16) 補正表示

数値の意味は、以下の通りである。

1 : 無補正である（オフセットだけを調整している場合を含む）

2 : 計器補正やファイリングが施されている。

3. データファイル群 OARDATA の定義

OARDATA のデータファイルは、1 地震 1 観測地点のデータに対して 1 ファイルの構成となっている。ファイル名は、ボリューム名「EQ」とファイル番号「nnnnnn」を組み合わせ、「Eqnnnnnn」となっている。

それぞれのデータファイルは、16 行のファイルヘッダと、これに続く複数のデータブロックから構成されている。1 データブロックは、1 成分の波形を表し、1 行のデータヘッダと、これに続くデータ本体よりなる。以下に、ファイルヘッダとデータヘッダの定義を説明する。

(1) ファイルヘッダの定義

ファイルヘッダは、16 行からなる。そのうち 1 行目は、ファイルテーブルからのコピーであり、2 行目は、観測機関・観測者名の表示行である。3 行目から 12 行目までは、テーブル群からこのファイルに関する情報をコピーしたものである。13 行目から 16 行目までは、このデータファイルに対するコメントである。以下に、ファイルヘッダの定義を付表 3.1~3.14 に示す。

付表 3.1 ファイルヘッダ 1 行目の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
機関番号		I8	1~8	1)
観測地点番号		I8	9~16	2)
ファイル成分数		I8	17~24	
トリガー年		I4	26~29	
月		I2	31~32	
日		I2	34~35	
時		I2	37~38	
分		I2	40~41	
秒		F6.3	43~48	
観測地点名		A32	49~80	

付表 3.2 ファイルヘッダ 2 行目の定義 (観測機関)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
観測機関名		A48	1~48	17)
観測者名		A32	49~80	18)

付表 3.3 ファイルヘッダ 3 行目の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
空欄				

付表 3.4 ファイルヘッダ 4 行目の定義 (ファイル名)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
ファイル名		A8	17~24	

付表 3.5 ファイルヘッダ 5 行目の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
空欄			2~80	

付表 3.6 ファイルヘッダ 6 行目の定義 (地震情報 1)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
地震番号		I15	12~26	7)
震源地域名		A27	29~55	8)

付表 3.7 ファイルヘッダ 7 行目の定義 (地震情報 2)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
マグニチュード		F3.1	10~12	8)
震央緯度	度	F8.3	25~32	8)
震央経度	度	F8.3	36~43	8)
震源の深さ	km	F6.1	55~60	8)

付表 3.8 ファイルヘッダ 8 行目の定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
空欄			2~28	

付表 3.9 ファイルヘッダ 9 行目の定義 (観測地点位置)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
観測地点緯度	度	F8.3	21~28	
観測地点経度	度	F8.3	32~39	
震央距離	k m	F8.1	64~71	8)

付表 3.10 ファイルヘッダ 10 行目の定義 (地震計設置点数)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
地震計設置点数		I4	35~38	

付表 3.11 ファイルヘッダ 11 行目の定義 (水平最大値)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
水平最大値の種別		A3	31~33	19)
水平最大値		F 10.3	36~45	20)

付表 3.12 ファイルヘッダ 12 行目の定義 (水平最大値を与える地震計)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
地震計番号		I6	36~41	3)
地震計成分番号		I2	50~51	12)
設置深さ	m	F5.0	57~61	5)

付表 3.13 ファイルヘッダ 13 行目から 16 行目の定義 (コメント)

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
コメント識別子		A1	1~1	17)
事務局コメント		A79	2~80	

備考 1) ~ 3)、5)、7)、8) については、付表 2.1~付表 2.4 と同じ。

備考 1 7) コメント識別子

強振動アレー観測記録データベースでは、「*」(アスタリスク)の時のみ、その行の定義が有効であることを意味する。

備考 1 8) 観測者名

任意に記入する。

備考 1 9) 水平最大値の種別

「ACC」、「VEL」、「DIS」のいずれかである。

備考 2 0) 水平最大値

単位は、加速度の場合「cm/sec²」、速度の場合「cm/sec」、変異の場合「cm」である。「水平最大値の種別」が、その判断基準となる。

(2) データヘッダの定義

データヘッダは 1 行のみであり、データテーブルからのコピーである。データヘッダの定義を付表 3.14 に示す。

付表 3.14 データヘッダの定義

意味	単位	フォーマット	レコード中の位置	備考
データサンプル数		I8	1~8	
時間間隔	秒	F8.0	9~16	
地震計番号		I6	17~22	3)
地震計成分番号		I2	23~24	12)
設置深さ	m	F5.0	28~32	5)
成分表示		A5	36~40	13)
データ単位		F8.0	41~48	11)14)
地震計機種番号 (5 桁のベクトル)		5I1	52~56	6)
フォーマット表示		I4	57~60	15)
補正表示		I4	61~64	16)
オフセット値		F8.0	65~72	14)
データコメント		A8	73~80	

4. 検索ファイル OARINDX の定義

検索用ファイル OARINDX は、OARTEXT ファイルからなり、大量のデータファイルから目的に合致したファイルを素早く検索できるように、市販のデータベースシステムや表計算システムから読み込んで使うことが出来るファイルである。このファイルに含まれる項目は、各データファイルのヘッダ情報に入っている項目である。

OARTEXT のフォーマットは、各フィールドをコンマで区切った ASCII テキスト形式としているので、ほとんどのデータベースシステムでは、フィールドの定義をしておけば、直接読み込むことが出来る。フィールドのデータが文字列の場合には、「"」（ダブルクォーテーション）で囲ってある。また、OARTEXT のレコードは可変長である。

テーブル群の各テーブルを参照することにより、OARTEXT に含まれていない項目の検索が可能となる。OARTEXT の定義を付表 4.1 に示す。

付表 4.1 検索用ファイル (OARTEXT) の定義

意味	単位	フォーマット	備考
ファイル名		A8	1)
機関番号		I8	2)
観測地点番号		I8	
ファイル成分数		I8	
トリガー年		I4	
月		I2	
日		I2	
時分秒		A8	
観測地点名		A32	
観測機関名		A48	
地震番号		A15	7)
震源地域名		A27	8)
マグニチュード		F3.1	8)
震央緯度	度	F8.3	8)
震央経度	度	F8.3	8)
震源の深さ	k m	F6.1	8)
観測地点緯度	度	F8.3	
観測地点経度	度	F8.3	
震央距離	k m	F8.1	8)
地震計設置点数		I4	
水平最大値の種別		A3	19)
水平最大値		F10.3	20)
地震計番号		I6	3)
地震計成分番号		I2	12)
設置深さ	m	F5.0	5)
修正グラフ		I1	9)

備考 1)~3)、5)、7)~9)、12)、19)、20)については、付表 2.1~付表 2.4 と同じ。

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N·m
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	A·s
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束度	ルーメン	lm	cd·sr
照射度	ルクス	lx	lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV = 1.60218 × 10⁻¹⁹ J
 1 u = 1.66054 × 10⁻²⁷ kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バ	b
バール	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

1 Å = 0.1 nm = 10⁻¹⁰ m
 1 b = 100 fm = 10⁻²⁸ m²
 1 bar = 0.1 MPa = 10⁵ Pa
 1 Gal = 1 cm/s² = 10⁻² m/s²
 1 Ci = 3.7 × 10¹⁰ Bq
 1 R = 2.58 × 10⁻⁴ C/kg
 1 rad = 1 cGy = 10⁻² Gy
 1 rem = 1 cSv = 10⁻² Sv

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局 1985年刊行による。ただし, 1 eV および 1 uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクトールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは, JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC関係理事会指令では bar, barn および「血圧の単位」 mmHg を表2のカテゴリーに入れている。

換 算 表

力	N (=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘度 1 Pa·s (N·s/m²) = 10 P (ポアズ) (g/(cm·s))
 動粘度 1 m²/s = 10⁴ St (ストークス) (cm²/s)

圧	MPa (=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg (Torr)	lbf/in ² (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ³	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal (計量法)	Btu	ft·lbf	eV
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸
	9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹
	3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸
	1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹	1

1 cal = 4.18605 J (計量法)
 = 4.184 J (熱化学)
 = 4.1855 J (15 °C)
 = 4.1868 J (国際蒸気表)
 仕事率 1 PS (仏馬力)
 = 75 kgf·m/s
 = 735.499 W

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹
	3.7 × 10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58 × 10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

原研大洗サイトにおける鉛直アレー地震動観測データベース