

JAERI-Data/Code  
94-009



# 地震ハザード評価コードSHEATの使用手引

1994年8月

蛇沢勝三・田中歳明\*・高荷道雄\*\*・近藤雅明・阿部清治

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。

入手の問合せは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 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おこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division, Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokaimura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1994

---

編集兼発行 日本原子力研究所  
印 刷 いばらき印刷株

## 地震ハザード評価コードS H E A Tの使用手引

日本原子力研究所東海研究所原子炉安全工学部

蛇沢 勝三・田中 歳明\*・高荷 道雄\*\*

近藤 雅明・阿部 清治

(1994年7月11日受理)

原研の開発したS H E A T コードは、原子力発電所の地震P S Aで必要なタスクの1つである確率論的地震ハザード解析のための計算コードである。地震ハザードは、特定サイトでの地震動レベル毎の年当り超過発生頻度と定義される。

S H E A T コードで、地震ハザードは次の2ステップで計算される。

- (1) 対象サイト周辺での地震発生のモデル化。対象サイト周辺での将来の地震発生（発生位置、マグニチュード及び発生頻度）を、歴史地震データ、活断層データ及び専門家の技術的判断に基づきモデル化する。
- (2) 対象サイトにおける確率論的地震ハザードの計算。まず、(1)での各地震がもたらす対象サイトでの地震動を、地震動距離減衰式とその標準偏差を用いて計算する。次いで、地震動レベル毎の発生頻度をすべての地震について足し合わせることにより当該サイトの地震ハザードを計算する。

本報告書は、S H E A T コードの使用手引であり、以下を記述している。

- (1) S H E A T コードの概要
- (2) サブプログラムの機能と計算モデル
- (3) 入出力データの説明
- (4) サンプル計算の結果

原研では既に、S H E A T コードを我が国の種々の原子力発電所サイトに広範に適用し、各サイトでの地震ハザードを評価している。

---

東海研究所：〒319-11 茨城県那珂郡東海村白方字白根2-4

\* NKK

\*\* トランスニュークリア(株)

SHEAT:

A Computer Code for Probabilistic Seismic Hazard Analysis,  
User's Manual

Katsumi EBISAWA, Toshiaki TANAKA\*, Michio TAKANI\*\*, Masaaki KONDO  
and Kiyoharu ABE

Department of Reactor Safety Research  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received July 11, 1994)

The SHEAT code developed at Japan Atomic Energy Research Institute is for probabilistic seismic hazard analysis which is one of the tasks needed for seismic Probabilistic Safety Assessment (PSA) of a nuclear power plant. Seismic hazard is defined as an annual exceedance frequency of occurrence of earthquake ground motions at various levels of intensity at a given site.

With the SHEAT code, seismic hazard is calculated by the following two steps:

- (1) Modeling of earthquake generation around a site. Future earthquake generation (locations, magnitudes and frequencies of postulated earthquakes) is modelled based on the historical earthquake records, active fault data and expert judgement.
- (2) Calculation of probabilistic seismic hazard at the site. An earthquake ground motion is calculated for each postulated earthquake using an attenuation model taking into account its standard deviation. Then the seismic hazard at the site is calculated by summing the frequencies of ground motions by all the earthquakes.

This document is the user's manual of the SHEAT code. It includes:

- (1) Outlines of the code, which include overall concept, logical process, code structure, data file used and special characteristics of the code,

---

\* NKK Corporation.

\*\* Transnuclear, LTD.

- (2) Functions of subprograms and analytical models in them,
- (3) Guidance of input and output data, and
- (4) Sample run results.

The code has widely been used at JAERI to analyze seismic hazard at various nuclear power plant sites in Japan.

Keywords : Seismic PSA, Seismic Hazard Historical Earthquake, Active Fault, Attenuation Model

## 目 次

1.はじめに .....	1
2.地震ハザード評価コードの概要 .....	2
2.1 SHEATコードにおける地震ハザードの評価手順 .....	2
2.2 SHEATコードにおける評価対象地震の表示法 .....	4
2.3 コードの構成及び機能 .....	9
2.4 使用するファイルの構成 .....	14
2.5 コードの特徴 .....	17
3.地震ハザード評価コード内プログラムの機能と計算モデル .....	18
3.1 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群 .....	18
3.2 地震群データの変更に用いるプログラム群 .....	31
3.3 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群 .....	46
3.4 地震ハザードの計算に用いるプログラム群 .....	51
3.5 地震ハザードの図化に用いるプログラム群 .....	67
4.入出力マニュアル .....	69
4.1 入出力マニュアルの概要 .....	69
4.2 入力データ鑑別IDの内容 .....	70
4.3 入力データと処理結果の出力例 .....	84
4.4 ジョブ制御文及びエラーメッセージの一覧 .....	104
5.SHEATの使用例 .....	110
5.1 例題の計算条件 .....	110
5.2 入力データの作成 .....	114
5.3 例題の計算結果及びジョブ制御文 .....	122
6.おわりに .....	130
謝 辞 .....	130
参考文献 .....	131
別 添 .....	132

## Contents

1. Introduction .....	1
2. Overall Description of SHEAT Code .....	2
2. 1 Procedure to Calculate Seismic Hazard .....	2
2. 2 Way of Modelling and Expression of Earthquake Generation .....	4
2. 3 Structure and Functions of SHEAT Code .....	9
2. 4 Data Files Used .....	14
2. 5 Characteristics of SHEAT Code .....	17
3. Functions and Analytical Models in Subprograms .....	18
3. 1 Subprograms to Develop Earthquake Group Data .....	18
3. 2 Subprograms to Modify Earthquake Group Data .....	31
3. 3 Subprograms to Plot and Print Earthquakes .....	46
3. 4 Subprograms to Calculate Seismic Hazard .....	51
3. 5 Subprograms to Plot Seismic Hazard Curves .....	67
4. Guidance of Input and Output Data .....	69
4. 1 Outlines .....	69
4. 2 Description of Input Data .....	70
4. 3 Sample Input Data .....	84
4. 4 Job Control Languages and Error Messages .....	104
5. Sample Problem .....	110
5. 1 Problem Analyzed .....	110
5. 2 Input Data for Sample Problem .....	114
5. 3 Output Data for JCL for Sample Problem .....	122
6. Concluding Remarks .....	130
Acknowledgment .....	130
References .....	131
Appendix .....	132

## 1. はじめに

原研では、原子力発電所の確率的安全評価（PSA:Probabilistic Safety Assessment）手法の開発の一環として、昭和60年度から、外的事象のうち我が国で特に重要と考えられている地震によるリスクを評価する手法の確立を図ってきた。図1.1は、原研で開発した評価手法体系<sup>1)</sup>であり、次の5つのタスクから構成されている。

- (1) 対象サイトでの地震動の発生頻度評価（地震ハザード評価）
- (2) 建屋・機器・配管の現実的応答評価
- (3) 建屋・機器・配管の故障確率評価
- (4) システム機能喪失と事故シーケンスの発生確率評価
- (5) 事故シーケンスと炉心損傷の発生頻度評価

本報で説明する計算コードSHEAT (Seismic Hazard Evaluation for Assessing the Threat to a facility site)は、このうち(1)の地震ハザード評価のためのものである<sup>1)</sup>。同コードは、まず、対象サイト周辺で将来発生すると予想される地震を歴史地震データや活断層データ等の情報を用いてモデル化する。次いで、それぞれの地震によってもたらされる地震動の大きさを距離減衰を考慮して計算する。この時、距離減衰式が有する不確実さを考慮して、対象サイトにおける地震動を確率分布で表現する。そして、それぞれの地震に対して計算された地震動レベル毎の発生頻度を全ての地震について足し合わせ、その結果をある地震動レベル以上の地震動が発生する頻度（超過発生頻度）として年当たりで表現したものが地震ハザードである<sup>1)</sup>。

本報告書は、SHEATコードの使用手引である。第2章ではSHEATコードの概要を述べ、第3章では同コード内プログラムの機能と計算モデルについて説明する。第4章では、入力データの作成方法・入出力の例及びジョブ制御文・エラーメッセージについて説明する。第5章ではSHEATの使用例を示し、第6章ではSHEATコードに関するまとめを行う。

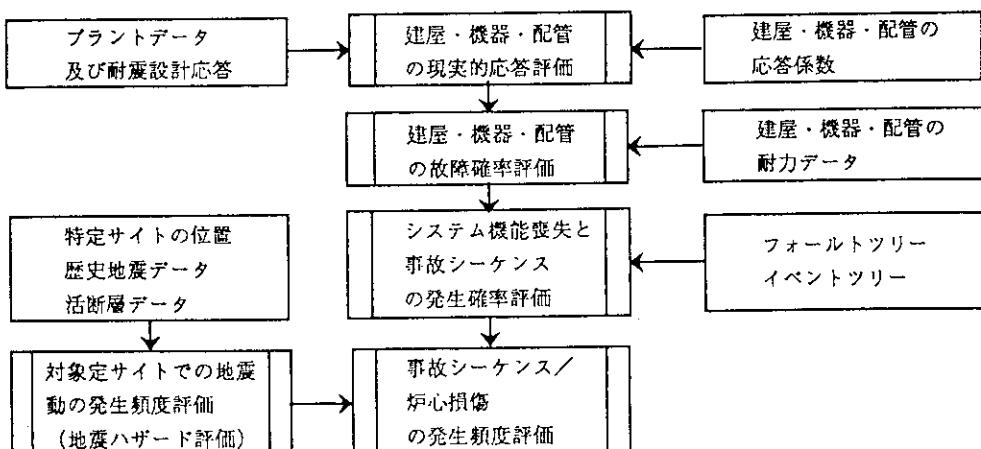


図1.1 原研の地震による炉心損傷発生頻度の評価手法体系

## 2. 地震ハザード評価コードの概要

本章では、まず、地震ハザードの評価手順について記述する。この手順に沿って地震ハザードを評価する S H E A T コードでの評価対象地震の表示法、コードのプログラム構成・機能、使用ファイル構成、コードの特徴について述べる。

### 2. 1 S H E A T コードにおける地震ハザードの評価手順

S H E A T コードの地震ハザード評価手順を図 2. 1 に示す。手順の大枠は一般的の地震ハザード評価手順と同じであり、まず、対象サイト周辺で将来発生すると予測される地震を歴史地震データや活断層データ等の情報を用いてモデル化する。次に、それぞれの地震によってもたらされるそのサイトでの地震動を距離減衰を考慮して計算する。この時、計算された値のまわりにはらつきを仮定し、このばらつきをある確率分布とその標準偏差で表す。全部の地震に対して計算された地震動レベル毎の発生頻度を足し合わせ、年当たりの超過発生頻度で表現したものが地震ハザードである。

以下、S H E A T コードの具体的な評価手順について記述する。

#### (1) 評価対象地震の設定

S H E A T コードでは、サイト周辺で将来発生が予想される地震を「評価対象地震」として設定する。「評価対象地震」とは、震源の空間的位置（経度、緯度、深さ）、地震規模（マグニチュード）及び地震発生頻度で定義される複数個の地震である。

評価対象地震の設定では、入手し得るデータを基にできるだけ予測精度の高い地震発生モデルを作成することと、それを計算コードで処理し易い形式で表現することが必要である。これを達成するために、S H E A T コードでは評価対象地震を以下の 2 つのステップに分けて設定する。

- ① 歴史地震データや活断層データをデータファイルから抽出したり、ユーザーがカーディメージで入力したデータを読み取ったりして、本コードにおける標準的な形式に変換する。この標準的形式に変換された 1 まとまりのデータのことを、本コードでは「地震群」と呼ぶ。
- ② 対象サイトによっては、地震地体構造の違い、歴史地震データや活断層データの多寡、地震空白域の有無等、立地条件が異なる。また、同じサイトでも、地震活動度の似ている領域（地震域）の切り方、地震発生の周期性、地震空白域での地震の発生の見積り、未発見活断層の存在等、種々の不確実さ要因がある。こうした立地条件の違いや不確実さ要因を考慮して、①で作成した地震群データを変更し、実際に評価の対象とする地震群データを作成する。

なお、本コードでは、複数の地震群を設定することが可能であり、それぞれの地震群データには、名前がつけられてそれで参照される。①において既存の歴史地震データや活断層データから最初に地震群データを作成する時は、通例、活断層の場合には、1 つの活断層を 1 つの地震群とする。歴史地震の場合には、地震域を 1 つの地震群とする。

最終的な評価対象地震は、1つ1つの活断層や地震域を表現するものであっても良いし、複数の活断層及び複数の地震域を包むもの（例えば、ある領域に含まれる全ての活断層や地震域を含むもの）であっても良い。地震群データは、活断層についても歴史地震についても全く同じ形式になっている。いったん評価対象地震を地震群データの形で作成した後は、その地震群を歴史地震データに基づいて作成したか、活断層データに基づいて作成したかの区別をせずに取扱う。②の過程では、1つの地震群データの内容を変更することの他、1つの地震群データを複数の地震群データに分割したり、逆に、複数の地震群データをまとめて1つの地震群データとしたりする。

## (2) 地震動の計算

(1)で定義した地震群データの中から地震ハザード評価を行うものを指定し、それについて地震ハザードを計算する。

1つの地震群についての計算では、その群に含まれるそれぞれの地震によってもたらされる地震動が、震源からサイトに到達するまでの距離減衰を考え、サイトでの地震動を最大加速度（又は最大速度）の単位で計算する。この時、地震動の不確実さを考慮するために、それがある確率分布に従ってばらつくと仮定する。具体的には、距離減衰式で計算された最大加速度（又は最大速度）の値を中心値とし、その周りに、ある対数標準偏差を有する対数正規分布に従ってばらつくとして表現する。

この計算を地震群内の全ての地震について繰り返すことにより、サイトでの地震動を最大加速度（又は最大速度）レベル毎の発生頻度として求め、それらをある地震動レベル以上の地震動が発生する頻度（超過発生頻度）として年当りで表わす。

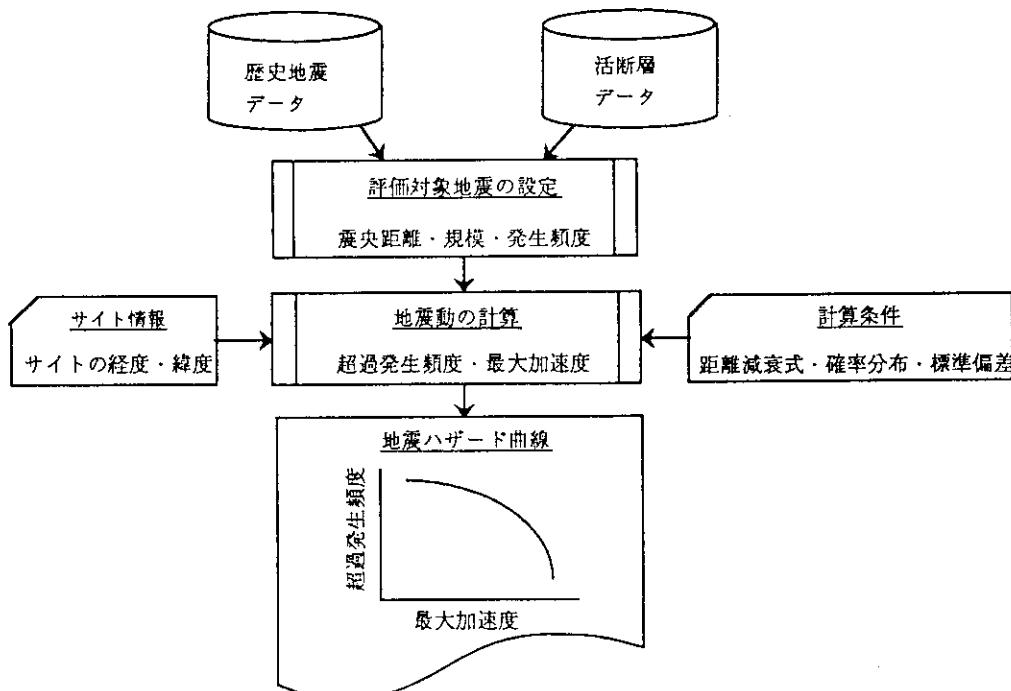


図2.1 地震ハザードの評価手順

## 2. 2 S H E A T コードにおける評価対象地震の表示法

### 2. 2. 1 歴史地震データ及び活断層データの記憶形式と地震群データの記憶形式

S H E A T コードでは、評価対象地震を設定するために3つの形式のデータファイルを用いる。

- (1) 歴史地震データ形式
- (2) 活断層データ形式
- (3) 地震群データ形式

歴史地震データ形式、活断層データ形式は、既存のデータをできるだけ元の形のままで記憶するための形式であり、データの入力は、原則として、これらの形式で行う。地震群データ形式は、S H E A T コード特有のデータ形式であり、確率論的地震ハザード評価のための評価対象地震の設定を容易にするための形式である。入力したデータは、いったん地震群データ形式に変換した後、地震群毎に変更処理作業を行う。以下、各データ形式の内容について述べる。

#### (1) 歴史地震データ形式

歴史地震データ形式とは、過去に発生した地震の記録そのままの記憶形式（歴史地震カタログの記憶形式）である。データファイルとしては、以下の3つのカタログをファイル化したものがあり、それらの主な違いは収録期間等が異なることである。各カタログの詳細については、後述の2.4節で述べる。

- ① 宇佐見カタログ<sup>2)</sup>（収録期間：679年から1884年まで）
- ② 宇津カタログ<sup>3)</sup>（収録期間：1885年から1980年まで）
- ③ 気象庁カタログ<sup>4)</sup>（収録期間：1926年から現在まで）

これらのカタログに収録されている各歴史地震は、以下の情報を有する。

- ① 地震の発生年月日（年、月、日）
- ② 地震の発生位置（経度、緯度、深さ。但し、深さは気象庁カタログだけ）
- ③ 地震の規模（マグニチュード）
- ④ 地震名称、津波の有無等

これらの情報は、ファイルの最初から最後まで1レコードづつ連続的に読み込まれる。

#### (2) 活断層データ形式

活断層データ形式とは、既存の活断層データの一部を修正した記憶形式である。データファイルとしては、活断層研究会の「日本の活断層－分布図と資料<sup>5)</sup>」がある。このデータの詳細については、後述の2.4節で述べる。

このデータファイルに含まれる各活断層は、以下の情報を有する。

- ① 活断層の位置（経度及び緯度）。但し、日本の活断層－分布図と資料には、活断層の位置を表す経度及び緯度が定量値として記述されているのではなく、経度及び緯度が記述されている日本全国の地図上に、活断層の分布状況がプ

ロットされているだけである。そのため、前述の活断層の位置を表す経度及び緯度は、地図上から原研で読み取った値である。

- ② 活断層のすべり速度（活動度「平均変位速度としても表す」）
- ③ 活断層の存在の確からしさを表す確実度
- ④ 地震断層との対応に関する情報等

これらの情報は、歴史地震データ形式と同様に、ファイルの最初から最後まで1レコードづつ連続的に読み込まれる。

### (3) 地震群データ形式

地震群データ形式は、地震群毎に、地震群に関する情報と各地震群に属する地震の情報とを有する。

地震群については、以下の情報を有する。

- ① 地震群の名称（地震データの変更などの操作は常にこの地震群名称を用いて参照する。）
- ② 地震群に属する地震データの個数
- ③ 地震群に属する全ての地震による年平均発生頻度

地震群に属する各地震は、以下の情報を有する。

- ① 地震の位置（経度、緯度、深さ）
- ② 地震のマグニチュード

S H E A T コードでは、地震のマグニチュードを2通りの方法で表すことができる。1つは、各震源は1つのマグニチュード値を持つというものであり、もう1つは、各震源が「マグニチュード分布」を持つというものである。ここで、マグニチュード分布とは、マグニチュードレベル毎の地震の発生確率分布である。これらのマグニチュードの表し方の詳細は、後述2.2.2項の「地震群に属する各地震のマグニチュードの表現法」で述べる。

- ③ 地震の発生頻度

これらの情報は、地震群データ形式として後述の2.4節で述べるデータファイル20に格納されたり、変更処理作業を行う場合には、入力で指定する地震群名称を検索し、合致した場合に、このファイルから読み出される。

「地震群」データ形式は、歴史地震データ形式と類似のものであるが、以下の点が異なる。

- a) 歴史地震データでは、各地震の発生の日時が与えられるのに対し、地震群データでは各地震の発生頻度が与えられる。発生頻度の求め方は、後述の3.1.2項の(2)で述べる。
- b) 歴史地震データでは、各地震に1つのマグニチュード値が与えられるのに対し、地震群データではそれと同様の取扱いができると共に、各地震に「マグニチュード分布」を与えることもできる。ただし、「マグニチュード分布」を与える場合は、1つの地震群に属する全地震は同一の「マグニチュード分布」をとる。

## 2. 2. 2 地震群に属する各地震のマグニチュードの表現法

S H E A T コードでは、地震群に属する各地震は 1 つのマグニチュード値あるいは 1 つのマグニチュード分布として表わす。これは、以下の考えに基づくものである。

歴史地震データに基づいて評価対象地震を設定する時の処理手法としては、以下がある。

- ① 歴史地震データに記述されている地震の発生位置とマグニチュードをそのまま評価対象地震とする。即ち、将来発生する地震が、過去の地震と全く同じと考えることができる。この場合は、各歴史地震のマグニチュード値をそのまま用いる。
- ② 地震活動の似ている領域（地震域）の中で、地震の発生位置は一様分布であり、各地震の発生頻度及びマグニチュードはその領域の平均であると考えることができる。この場合は、その領域で記録されているマグニチュード分布（図 2. 2 の(a)に示すようなものになる）をそのまま用いる。
- ③ ある領域の中での地震の発生位置は一様分布であり、各地震の発生頻度はその領域の平均値であり、マグニチュードは「b 値モデル<sup>6)</sup>」に基づくと考えることができる。b 値モデルに基づくマグニチュード分布は、図 2. 2 の(b)に示すようなものである。なお、「b 値モデル」とは、次のようなものである。

ある期間内にある広い領域内で発生した地震のマグニチュードと発生個数との関係には、マグニチュードの小さい地震は多く発生し、マグニチュードが大きくなるにつれて発生個数が少なくなる傾向がみられる。この傾向を Gutenberg と Richter は、片対数軸上で線形関係として表し、それを Gutenberg-Richter 式 (G - R 式)<sup>7)</sup> として提案した。この式の傾きの係数を b 値として表したため、G - R 式に従うとする地震の発生様式は、b 値モデルと呼ばれている。

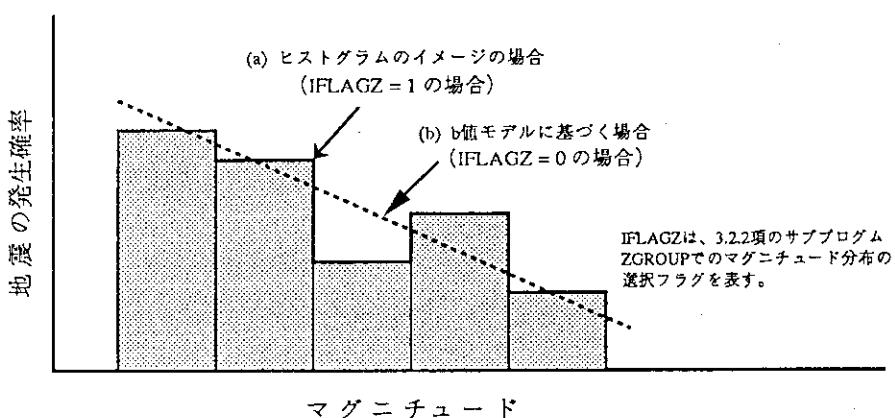


図 2. 2 マグニチュード分布の模式図

活断層データに基づいて評価対象地震を設定する時の処理手法としては、以下がある。

- ① b 値モデルに基づくマグニチュード分布として表す。これは、1つの活断層から発生する地震のマグニチュードと発生個数の関係が、b 値モデルに従うとするものである。即ち、ある1つの活断層から発生する地震はランダムであり、マグニチュードはその時その時によって異なり、その発生個数は規模の小さいものが多く、規模の大きいものは少ないとするものである。
- ② 「最大モーメントモデル<sup>6)</sup>」に基づき処理して得られた1つのマグニチュードの値として表す。最大モーメントモデルとは、対象とする活断層からは、固有のマグニチュードを有する地震がある繰り返し間隔で発生するというものである。これは、1つの活断層から発生する地震の発生様式が、b 値モデルに従うとする①のものと相反するモデルである。即ち、1個1個の活断層から発生する地震のマグニチュードの値は固有であり、長い活断層は大きなマグニチュードの地震を発生し、短いものは小さなマグニチュードの地震を発生する。このような発生様式の活断層が、広い領域内に、短い活断層が多く、長いものが少ないという傾向で分布している。その結果として、広い領域で発生する地震の規模と発生個数の関係は、G-R式に従う。従って、1個の活断層から発生する地震の発生様式に対し、広い領域での地震の発生の傾向であるb 値モデルを適用したモデルと、活断層そのものの発生様式を表す最大モーメントモデルとは異なる。

こうした様々な表現を可能にするために、S H E A T コードでは以下の機能を用意している。

- (a) 評価対象地震のマグニチュード範囲を設定するもの (MAGNIT)
- (b) b 値モデルに基づきマグニチュード分布を作成するもの (MAGAV)
- (c) 地震域を作成するもの (Z GROUP)
- (d) 活断層から発生する地震の発生様式モデルを選択するもの (MODEL)
- (e) カードイメージによる活断層データを入力するもの (RFALT)

これらの機能については、後述の3.1.2項及び3.2.2項で述べる。

これらの機能を用いて、地震群内の地震のマグニチュードをマグニチュード分布の形で表現する時は、歴史地震データと活断層データの場合では異なる。両データと各機能との関係について述べる。

歴史地震データに基づきマグニチュード分布を表現する機能としては、MAGAVとZ GROUPがある。

MAGAVを用いてマグニチュード分布を表現する場合は、歴史地震データに基づく地震群データ内の地震のマグニチュードを用いて、b 値モデルに従う b 値を計算し、この値に基づくマグニチュード分布として表す。対象とする地震群はユーザーが入力で与える。マグニチュード分布の範囲は、MAGNITを用いて、ユーザーが入力で与える最小マグニチュードと最大マグニチュード間とする。但し、この最大マグニチュードより地震群内の地震の最大マグニチュードの方が大きい場合には後者が優先される。

Z G R O U P を用いてマグニチュード分布を表現する場合は、2つの方法がある。1つは、地震群データ内の地震のマグニチュードと発生個数の関係そのままに基づくマグニチュード分布として表す。もう1つは、M A G A V を用いてb値モデルに従うマグニチュード分布として表す。これらの選択と対象とする地震群は、Z G R O U P を用いて、ユーザーが入力で与える。

活断層データに基づきマグニチュード分布を表現する機能としては、R F A L T がある。

R F A L T を用いてマグニチュード分布を表現する場合は、M O D E L を用いて、ユーザーが入力によってb値モデルに従うマグニチュード分布と指定することによって表される。b値モデルでのb値は、R F A L T により、ユーザーが入力で与える。マグニチュード分布の範囲は、M A G N I T を用いて、ユーザーが入力で与える最小マグニチュードと最大マグニチュード間とする。但し、この最大マグニチュードより活断層の長さから求めたマグニチュードの方が大きい場合には後者が優先される。

## 2. 3 コードの構成及び機能

S H E A T は、図 2. 3 に示すように、以下の 5 つのプログラム群で構成される。

### (1) 評価対象地震の設定に係わるもの

- ① 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群
- ② 地震群データの変更に用いるプログラム群
- ③ 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群

### (2) 地震ハザードの計算・図示に係わるもの

- ④ 地震ハザードの計算に用いるプログラム群
- ⑤ 地震ハザードの図示に用いるプログラム群

各プログラム群の機能を以下に示す。

### (1) 評価対象地震の設定に係わるもの

#### ① 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群

歴史地震データや活断層データを用いて、地震群データの形式に変換する。地震群データは、地震群についての名称と、それに属する震源の個数、年平均発生頻度、それに、各震源の位置（経度・緯度・深さ）、地震規模（マグニチュード）、発生頻度の各パラメータからなる。歴史地震データを用いる場合と活断層データを用いる場合とでは、元のデータから地震群データへの変換の仕方が異なるので、種々のサブプログラムがある。

歴史地震データから地震群データを作成する時は、一般に S H E A T が内蔵する歴史地震カタログを利用するが、カードイメージで与える歴史地震データを用いることもできる。

内蔵するカタログとしては、「宇佐見」、「宇津」及び「気象庁」の各カタログがある。いずれのカタログも、地震の発生年月日、発生位置（経度・緯度・深さ。但し、深さは気象庁カタログのみ）、地震規模（マグニチュード）等の項目からなる。

歴史地震データを用いて地震群データ内の地震の各パラメータを求める場合には、まず、元のカタログから一部のデータだけを抽出して「部分カタログ」を作ることができる。この場合、用いるカタログを指定すると共に、対象期間（何年から何年まで）、対象領域（経度・緯度・深さの最小値及び最大値）、マグニチュード（最小値及び最大値）を設定する。そうすることにより、指定したカタログから、これらの条件を満たす歴史地震データが抽出される。次いで、歴史地震データ形式から地震群データ形式への変換を行う。この場合、元の歴史地震カタログから直接ある歴史地震を抽出してそれと 1 つの地震群にすることもできるし、部分カタログから再度抽出してそれを 1 つの地震群とすることもできる。データの変換方法については後述の 3.1.2 項の(2)で述べる。

歴史地震データをカードイメージで与える場合の入力項目は、歴史地震データ形式と幾分違い、地震の発生年月日の代りに地震の再来周期を与える。即ち、入力項目は、地震群の名称、地震の再来期間、地震の位置（経度、緯度、深さ）、マグニチュードである。入力データの変換方法は、歴史地震カタログの場合と同様である。

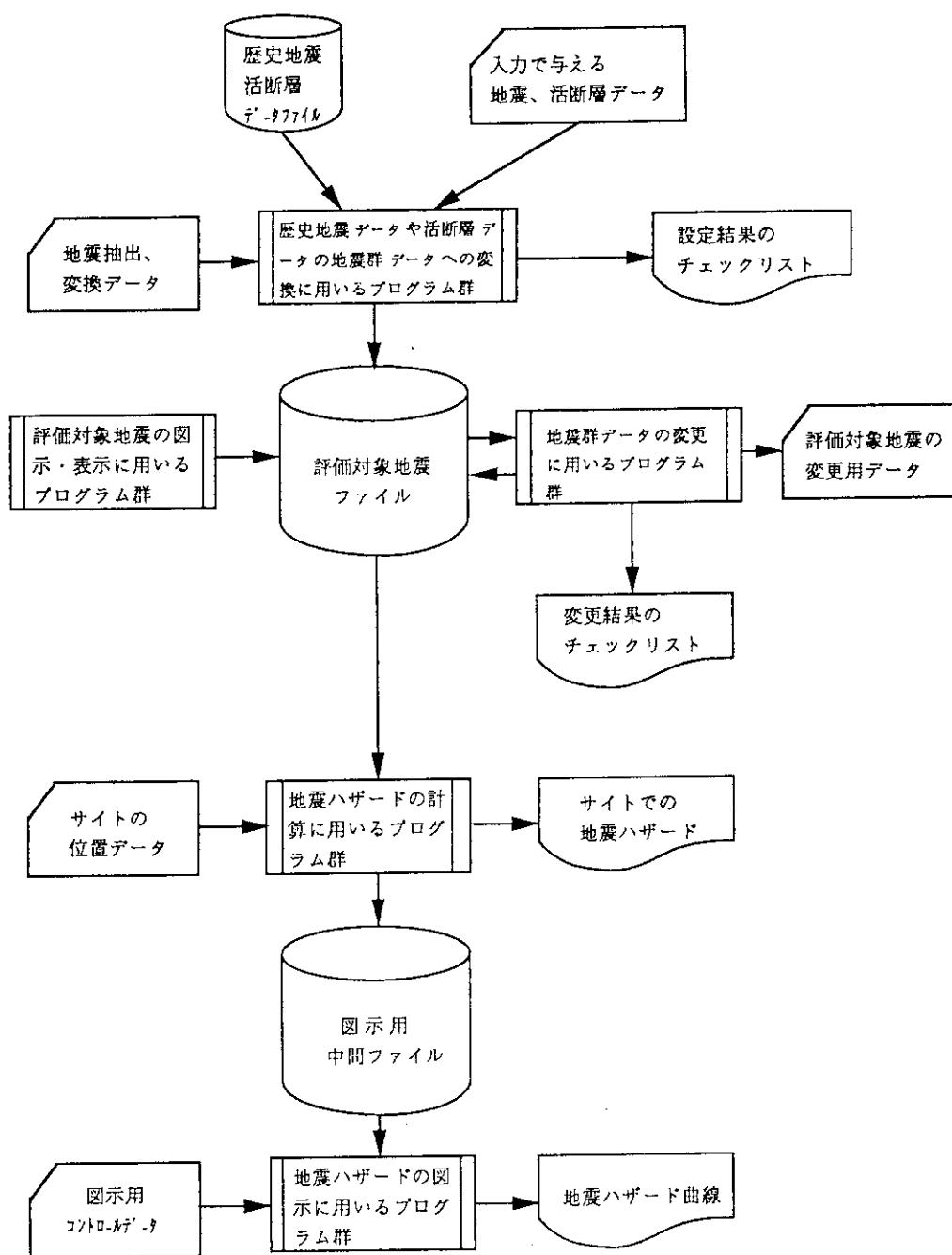


図2、3 地震ハザード評価コードのプログラム群の構成

一方、活断層データから地震群データを作成する時は、一般にS H E A Tが内蔵する活断層データを利用するが、カードイメージで与える活断層データを用いることもできる。

内蔵する活断層データとしては、活断層研究会の「日本の活断層－分布図と資料」がある。これは、活断層毎に、位置を表す経度及び緯度、活断層のすべり速度を表す「活動度（平均変位速度としても表す）」、活断層の存在の確からしさを表す「確実度」等の項目からなる。

活断層データを用いて地震群データ内の地震の各パラメータを求める場合には、まず、対象とする活断層が存在する領域（経度・緯度の最小値及び最大値）を設定する。そうすることにより、これらの条件を満たす、活断層位置（経度及び緯度）、平均変位速度、確実度等の項目からなる活断層データが抽出される。次いで、これらの項目を用いて、地震群データ内の地震の各パラメータを求め、地震群データの形式に変換する。データの変換方法については、後述の3.1.2項の(3)で述べる。

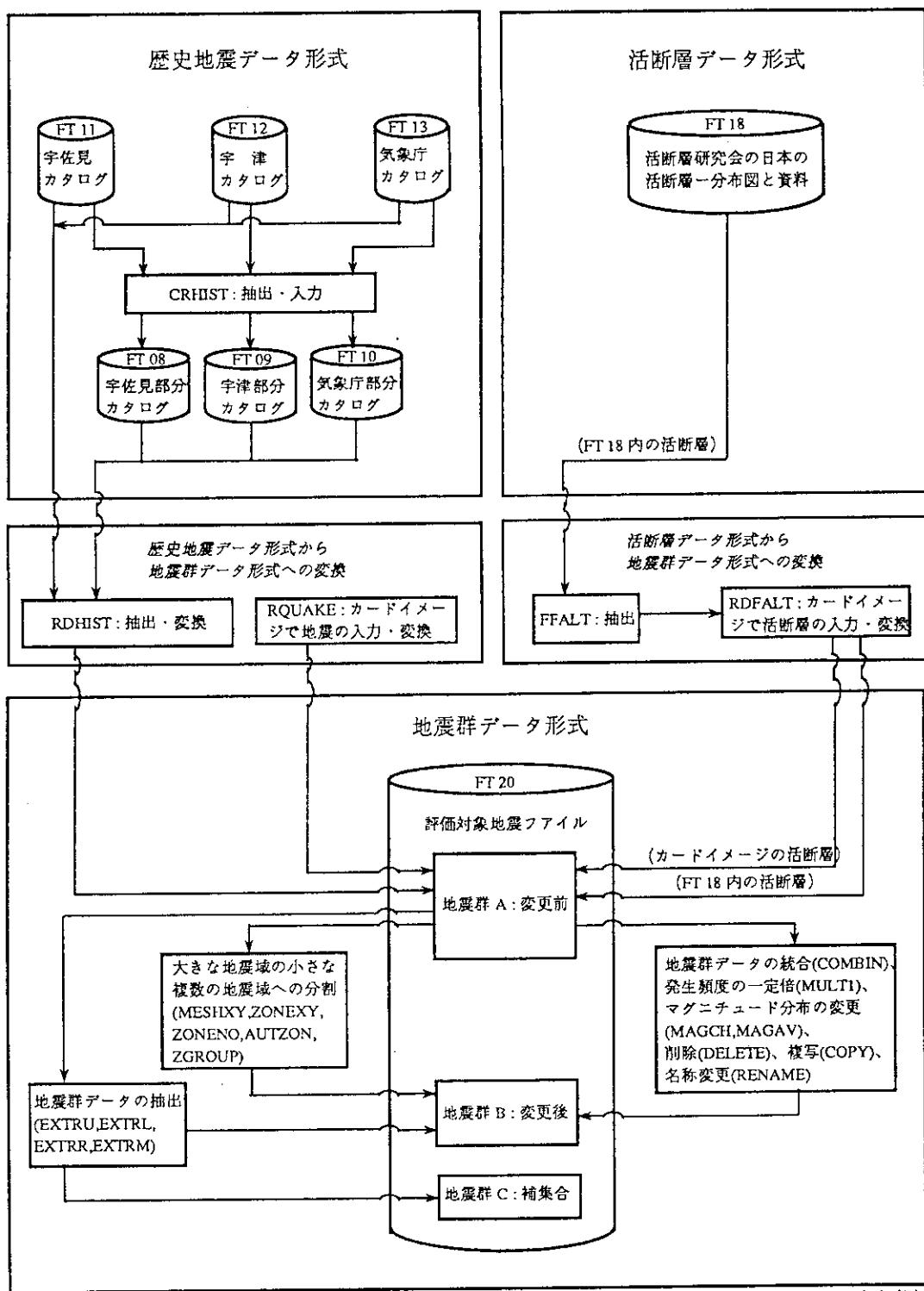
活断層データをカードイメージで与える場合の入力項目も、活断層の位置、平均変位速度、確実度等である。入力データの変換方法も、上述の内蔵する活断層データの場合と同様である。

## ② 地震群データの変更に用いるプログラム群

①で作成した地震群データについては、歴史地震データや活断層データの用い方及び地震の発生様式等に関する専門家の技術的知見を反映して変更し、最終的な評価対象地震を作成する。そのために、種々の変更用サブプログラムがある。なお、ここでの変更は、ある地震群データを変更して別な地震群データとすることもある。これらのサブプログラムを用いて種々の変更を行う場合には、地震群の名前によって参照がなされる。変更処理の後、前と同じ名前の地震群名をつければ前の地震群が新たな地震群で置き換えられるし、新しい地震群名を付ければ、元の地震群データを保存した上で新たな地震群が作られる。

主な変更用サブプログラムとしては、マグニチュードの範囲を指定し、それらの範囲にある地震群だけを抽出するもの、緯度・経度・深さや中心座標・半径・深さの範囲を指定し、それらの領域に含まれる地震群だけを抽出するもの、地震活動の似ている領域（地震域）を指定し、その地震域に含まれる地震群だけを抽出するもののように、1つの地震群データの中から1部の地震だけを抽出するサブプログラムや、地震域内において震源位置を一様分布させたり、2つの地震群を統合したり、ある地震群に属する地震の発生頻度を変更させたりするものがある。

これらの変更用サブプログラムと歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるサブプログラムとの関係を図2.4に示す。



注：英文字名称は、表3.1及び表3.2中のサブプログラム名を表す

図 2.4 地震群データの変更に用いるサブプログラムと歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるサブプログラムとの関係

③ 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群

①及び②に係わる評価対象地震を図示するために、種々のサブプログラムがある。主なサブプログラムとしては、評価対象地震の設定に用いた歴史地震データを図示するものや活断層データを図示するものがあり、これらは、歴史地震のマグニチュードの大きさ別や活断層の活動度及び確実度の等級別に図示できる。これらの歴史地震や活断層が、日本地図上のどの位置にあるかを明確にするために、日本地図を海岸線座標データを用いて描くためのプログラムもある。

(2) 地震ハザードの計算・図示に係わるもの

④ 地震ハザードの計算に用いるプログラム群

対象サイトでの地震ハザードの計算では、①及び②で設定された評価対象地震によってもたらされる地震動が、距離減衰式で計算された値の周りに、ある標準偏差の確率分布に従ってばらつくと仮定される。そのために、対象サイトの位置を表す経度・緯度を設定すると共に、用いる距離減衰式、確率分布及びその標準偏差の設定等を行う必要があるので、これらの設定に必要な種々のサブプログラムがある。また、2つの地震ハザード曲線を足し合わせるサブプログラム等もある。

地震ハザードは一般的に、ある最大加速度以上の地震動が発生する頻度（超過発生頻度）(回／年)として表されたり、あるいは、ある最大加速度以上の地震動が来襲する再来年数としても表される。これ以外に、S H E A T では原子力発電所の炉心損傷の発生頻度評価における建屋・機器等の応答評価に繋げるために、サイト解放基盤あるいは地表面での最大加速度（又は最大速度）レベル毎の発生頻度(回／(年·Gal))としても表示できるようにしてある。同様の理由で、最大加速度レベルの地震動をもたらす代表的な地震のマグニチュードと代表的な震央（源）距離、並びにこれらの90%信頼区間での値も表現できるようにもしてある。このように、S H E A T は地震ハザードを次のように種々のパラメータで表示できる機能を有する。

解放基盤 もしくは 地 表 面	の	最大加速度 もしくは 最大速度	の	あるレベルの値の超過頻度 あるレベルの値の再来年数 もしくは あるレベルの値での発生頻度
-----------------------	---	-----------------------	---	---

もしくは

解放基盤での速度応答スペクトル

もしくは

代表マグニチュード及び代表震央（源）距離

⑤ 地震ハザードの図化に用いるプログラム群

④で求めた地震ハザードの計算結果を図化するために、種々のサブプログラムがある。これらには、最大加速度、最大速度及び速度応答スペクトルをパラメータとする地震ハザードを図示するためのものがある。また、地震動の計算に用いる地震動距離減衰式の距離減衰特性を図示するためのサブプログラムもある。

## 2. 4 使用するファイルの構成

本コードでは14個のファイルを使用する。使用するファイルの一覧を表2.1に示す。主な内容について説明する。

### (1) 歴史地震データファイル

歴史地震データとしては、宇佐見カタログ<sup>2)</sup>、宇津カタログ<sup>3)</sup>及び気象庁カタログ<sup>4)</sup>が公開されている。いずれのカタログも地震の発生年月日、発生位置を表す経度・緯度・深さ（深さだけは気象庁カタログのみ）及びマグニチュード等の項目からなり、地震の発生の年月日順に整理されている。宇佐見及び宇津両カタログの深さは、記述されていないので、原研ではマグニチュードと余震体積半径の関係を表す飯田式<sup>5)</sup>で求めた余震体積半径の2分の1の値を深さとし、両カタログに組込んでいる。

- ・宇佐美カタログ：1885年以前に日本付近で発生した被害地震を対象として、古文書から調査した地震を収録。
- ・宇 津カタログ：1885～1980年の期間に日本付近で発生したM6.0以上の地震を対象として、1926年以前のものは古文書に基づき、以降のものは気象庁カタログに基づき調査した地震を収録。
- ・気象庁カタログ：1926年以降に発生した主なる地震を対象に、機械観測した地震を収録。

これらの公開カタログは、原研内での使用のために計算機システムに宇佐見カタログは歴史地震データファイルFT11として、宇津カタログはファイルFT12、気象庁カタログはファイルFT13として格納されている。ただし、原研はこれら歴史地震データファイルの版権を有していないので、SHEAT用に整備したこれらのファイルを公開することはできない。そのため、原研外のユーザーがSHEATコードを用いて地震ハザードを求める場合には、原研で行ったと同様に、3つの公開カタログを計算機システムに合せてファイル化し、準備する必用がある。

### (2) カードイメージデータファイル

(1)及び(3)の歴史地震データや活断層データ以外に、ユーザーが地震や活断層を作成する場合もあり、その時はカードイメージで作成される。これらの地震や活断層は、カードイメージデータファイルFT15に格納される。

### (3) 活断層データファイル

活断層データとしては、活断層研究会の「日本の活断層－分布図と資料<sup>5)</sup>」が公開されている。これは、活断層の位置を表す経度・緯度、活動度及び確実度等の項目からなり、日本全国を約130ブロックに分けて整備されている。

このデータは、原研内での使用のために計算機システムに活断層データファイルFT18として格納されている。ただし、原研はこの活断層データファイルの版権を有していないので、SHEATコード用に整備したそのファイルを公開することができない。そのため、原研外のユーザーがSHEATコードを用いて地震ハザードを求める場合に

は、原研で行ったと同様に「日本の活断層－分布図と資料」を計算機システムに合せてファイル化し、準備する必用がある。

#### (4) 評価対象地震ファイル

(1)～(3)のデータを用いて作成された全ての地震群データは、地震群名称を記して評価対象地震ファイルFT20に格納される。また、これらの地震群データを種々変更処理した後、新たな地震群名称を記して評価対象地震ファイルFT20に格納される。地震ハザードの計算に供される地震群は、このファイルから呼ばれる。

#### (5) 日本地図データファイル

日本地図を描くために必要な海岸線の座標データとしては、建設省国土地理院で作成したもののが（財）日本地図センターから公開されている<sup>9)</sup>。

このデータは、原研内での使用のために計算機システムに日本地図データファイルFT50として格納されている。ただし、原研はこの日本地図データファイルの版権を有していないので、SHEATコード用に整備したそのファイルを公開することができない。そのため、原研外のユーザーがSHEATコードを用いて地震ハザード計算の一環として日本の海岸線を図示する場合には、原研で行ったと同様に（財）日本地図センターの「日本地図データ」を計算機システムに合せてファイル化し、準備する必用がある。

#### (6) 日本地図作成用プログラムファイル

日本地図作成用プログラムは、日本の海岸線を描くためのものであり、原研の環境影響解析研究室で開発されたものである<sup>10)</sup>。このプログラムは、SHEATコード内のプログラムには組込まれておらず、制御文によって読み込むようになっている（後述の表4. 11の④のジョブ制御文を参照のこと）。そのために、このプログラムは日本地図作成用プログラムファイルFT51に格納されている。

このプログラムは公開されていないが、公開を予定している。そのため、原研外のユーザーがそれ以前に必要とする場合には原研の計算センターに相談する必要がある。

表2.1 SHEAT コード内のファイル

		歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群	地震群データの変更に用いるプログラム群	評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群	地震ハザードの計算に用いるプログラム群	地震ハザードの図示に用いるプログラム群
FT08	歴史地震データファイル (宇佐美部分カタログ)	出力及び 入力	—	入力	—	—
FT09	歴史地震データファイル (宇津部分カタログ)	出力及び 入力	—	入力	—	—
FT10	歴史地震データファイル (気象庁部分カタログ)	出力及び 入力	—	入力	—	—
FT11	歴史地震データファイル (宇佐美カタログ)	入力	—	入力	—	—
FT12	歴史地震データファイル (宇津カタログ)	入力	—	入力	—	—
FT13	歴史地震データファイル (気象庁カタログ)	入力	—	入力	—	—
FT15	カードイメージ データファイル	出力及び 入力	出力及び 入力	—	出力及び 入力	出力及び 入力
FT17	カードイメージにより作成 された活断層データファイル	入力	—	入力	—	—
FT18	活断層データ ファイル	出力及び 入力	—	入力	—	—
FT20	評価対象 地震ファイル	出力及び 入力	入力及び 出力	入力	入力	—
FT30	地震ハザード図示用 ファイル(1) <sup>*1</sup>	—	—	—	出力	入力
FT50	日本地図 データファイル	—	—	入力	—	—
FT51	日本地図作成用 プログラムファイル	—	—	出力及び 入力	—	—
FT90	地震ハザード図示用 ファイル(2) <sup>*2</sup>	—	—	—	—	出力

\*1: 最大加速度 (又は最大速度) による、地震動レベル毎の発生頻度、代表マグニチュード、代表震央

距離、超過発生頻度、再来周期をパラメータとする地震ハザード。

\*2: 応答スペクトルによる超過発生頻度、再来周期をパラメータとする地震ハザード。

## 2. 5 コードの特徴

S H E A T コードの主な特徴について、評価対象地震の設定と地震動の計算に分けて述べる。

### (1) 評価対象地震の設定

- ① 評価対象地震は、2つのステップに分けて設定される。最初のステップでは、歴史地震データや活断層データをデータファイルから抽出したり、ユーザーがカードイメージで入力した地震データを読み取ったりした上で、あるまとまった数の地震の発生位置・規模・発生頻度を標準的な形式で表現した「地震群」と呼ぶ単位に変換する。2番目のステップでは、対象サイトの立地条件の違い（地震地体構造の違い、歴史地震データや活断層データの多寡、地震空白域の有無等）や、同じサイトでの不確実さ要因（地震域の切り方、地震発生の周期性、地震空白域での地震の発生の見積り、未発見活断層の存在等）を考慮して、最初のステップで作成した地震群データを変更し、実際に評価の対象とする地震群データを作成する。変更処理機能としては、地震群データのマグニチュードや震源位置（緯度・経度・深さ）の範囲や地震域を指定したりして、それらに含まれる地震だけを抽出するもの、地震域内の震源位置を一様分布させるもの、2つの地震群を統合するもの等、種々のものがある。
- ② 歴史地震データや活断層データに基づいて評価対象地震をモデル化するに当っては、確率論的地震ハザード評価での一般的なデータの処理は内蔵プログラムによって簡単に実行できる。例えば、歴史地震データを用いる場合は、歴史地震をそのまま用いるモデルも、それをb値モデルで置き換えるモデルも有している。活断層データを用いる場合も、b値モデルと、最大モーメントモデルのいずれでも評価できる。

### (2) 地震動の計算

- ③ 地震ハザードは一般的に、ある最大加速度以上の地震動が発生する頻度（超過発生頻度）（回／年）や、ある最大加速度以上の地震動が来襲する再来年数としても表される。S H E A T コードでは、地震ハザードをこれらのように表すこともできるが、原子力発電所の炉心損傷の発生頻度評価に繋げるために、最大加速度レベル毎に単位Gal当たりの発生頻度（回／（年·Gal））として表示できる機能を有している。また、最大加速度以外のパラメータを用いた方が妥当な場合も考えられる<sup>11)～13)</sup>ので、最大速度・速度応答スペクトルでも表示できる機能を有している。これらの距離減衰式として、日本や米国の代表的な式の多くを組込んでいる。距離減衰式の多くは震源近傍の震央(源)距離に関し、適用限界が示されているので、震源近傍の地震動の大きさを計算できるようにするために、震源近傍に関する式と既存の距離減衰式を組合せて表現する機能も組込んでいる。
- ④ 地震動強度(最大加速度・最大速度・最大変位)、地震動継続時間、卓越周期及びスペクトル形状等の地震動パラメータのいずれもマグニチュード及び震央距離と関数関係にあるので、これらのパラメータを地震ハザードに表現できるように、代表的なマグニチュードと代表的な震央(源)距離を評価できる機能を有している。

### 3. 地震ハザード評価コード内プログラムの機能と計算モデル

S H E A T は、2. 3 節で述べたように以下の 5 つのプログラム群から構成されている。

- ・歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群
- ・地震群データの変更に用いるプログラム群
- ・評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群
- ・地震ハザードの計算に用いるプログラム群
- ・地震ハザードの図示に用いるプログラム群

この章では、上述の各プログラム群を構成するサブプログラムそれぞれの 機能・入力項目・処理内容について述べると共に、それらに組込まれている 計算モデルについて記述する。

#### 3. 1 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群

##### 3. 1. 1 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群の構成

本プログラム群は、10 個のサブプログラムから構成されている。これらのうち評価対象地震のマグニチュードの範囲の設定に係わるものは 1 つ、歴史地震データの抽出・入力及び地震群データへの変換に係わるもの 3 つ、活断層データの抽出・入力及び地震群データへの変換に係わるもの 4 つ、評価対象地震ファイルへの評価対象地震の保存に係わるものは 1 つ、入力データ説明用のコメント行の作成に係わるものは 1 つである。歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群のサブプログラムの一覧を表 3. 1 に、構成を図 3. 1 に示す。

##### 3. 1. 2 サブプログラムの機能・入力項目・処理内容と計算モデル

###### (1) 評価対象地震のマグニチュード範囲の設定に係わるサブプログラム (M A G N I T) <機能>

S H E A T では、歴史地震データと活断層データのいずれを用いる場合でも、 $b$  値モデルでマグニチュードレベル毎の地震の発生確率分布（これを「マグニチュード分布」と呼ぶ）を計算できる機能を有している。M A G N I T は、 $b$  値モデルのマグニチュード分布を計算する場合に備えて、最小及び最大マグニチュードと、その間でのマグニチュードのきざみ幅を設定する。

このプログラムで設定された最大マグニチュードと、後述の(2)の歴史地震データを用いて抽出した歴史地震やカードイメージで入力した地震の最大マグニチュードとが異なる場合には、後者の値が優先される。同様に、このプログラムで設定された最大マグニチュードと、後述の(3)の活断層データを用いて計算された最大マグニチュードとが異なる場合にも、後者の値が優先される。

###### <入力項目>

U B M I N : 評価上考慮に入れる最小マグニチュード

U B M A X : 評価上考慮に入れる最大マグニチュード

D U : U B M I N ~ U B M A X 間のきざみ幅  
 I P S W : チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)  
 U B M I N 、 U B M A X 、 D U が指定されない場合は、次の値がセットされる。  
 U B M I N = 6 . 0  
 U B M A X = 8 . 0  
 D U = 0 . 1

表3.1 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換  
に用いるプログラム群内のサブプログラム

名 称	処 理 内 容
① M A G N I T	評価対象地震のマグニチュードの範囲の設定
② C R H I S T	歴史地震部分カタログの作成
③ R D H I S T	歴史地震カタログ又は歴史地震部分カタログからの歴史地震データの抽出と地震群データへの変換
④ R Q U A K E	カードイメージによる地震データの入力と地震群データへの変換
⑤ M O D E L	活断層から発生する地震の発生様式モデルの設定
⑥ F A U L T	活断層データの抽出及び作図範囲の設定
⑦ F F A L T	活断層データファイルから活断層データの抽出
⑧ R F A L T	カードイメージによる活断層データの入力と活断層データの地震群データへの変換
⑨ S A V E	評価対象地震ファイルへの評価対象地震の保存
⑩ *	4.2節で述べるデータIDを用いて作成した入力データの説明や 空白行を設けるためのコメント行の作成

※ 表中の○印内の数字は、4.2節で述べる入力データ識別IDに付けた○印内の数字に対応する。

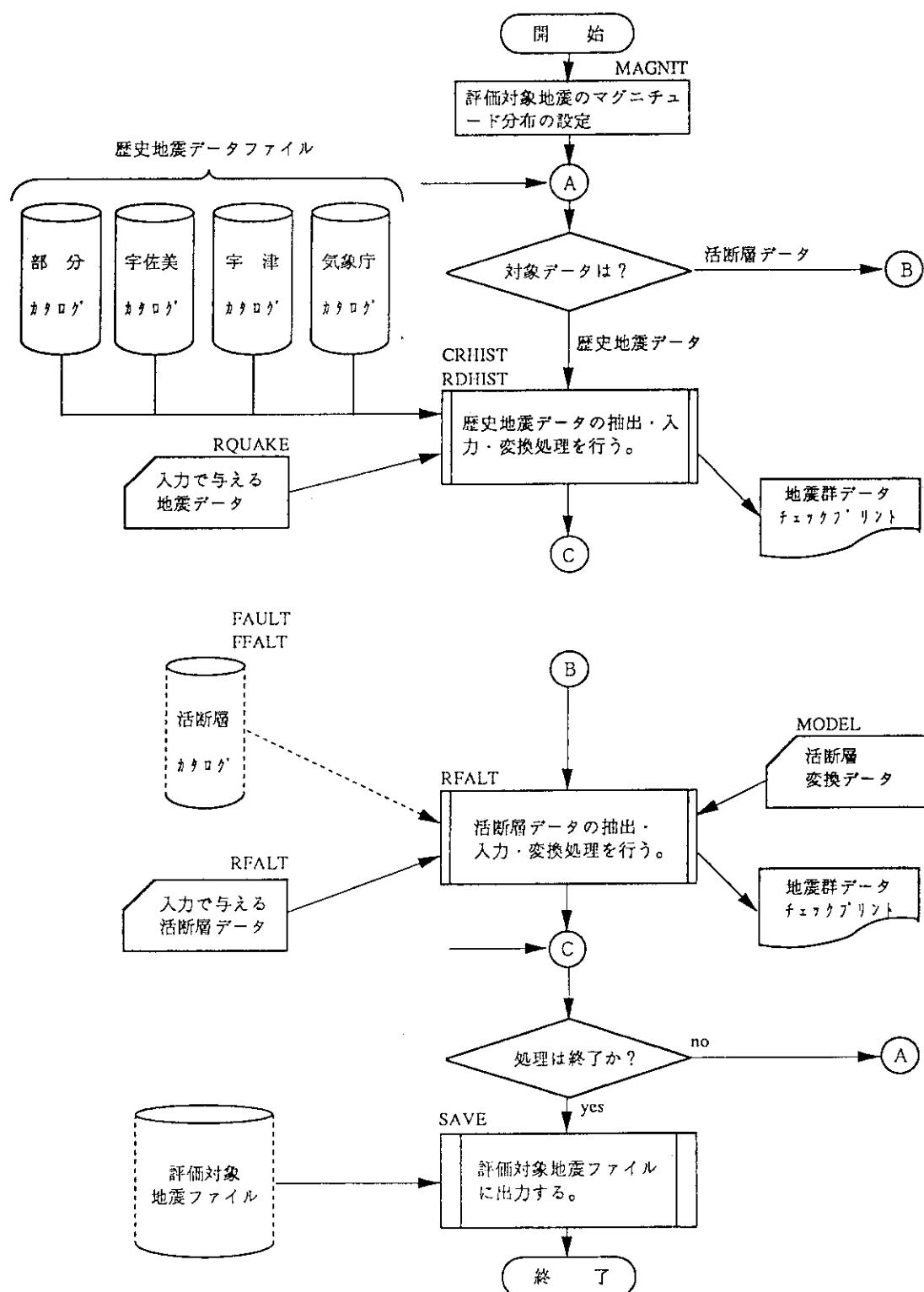


図3.1 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いる  
プログラム群内のサブプログラムの構成

(2) 歴史地震データの抽出・入力及び地震群データへの変換に係わるサブプログラム  
歴史地震データの抽出・入力及び地震群データへの変換に係わるサブプログラムでは、  
次のような処理が行われる。

- 1) 歴史地震部分カタログの作成
- 2) 歴史地震カタログまたは歴史地震部分カタログからの歴史地震データの抽出と  
地震群データへの変換
- 3) カードイメージによる地震データの入力と地震群データへの変換

これらの各処理に対して、それぞれサブプログラム C R H I S T 、 R D H I S T 、 R Q U A K E を用意してある。以下、各サブプログラムの内容について述べる。

### 1 ) 歴史地震部分カタログの作成 ( C R H I S T )

#### <機能>

宇佐見・宇津・気象庁の各カタログをファイル化している歴史地震データファイルFT11～13には、全国の歴史地震データが収録されているので、特定サイトの地震ハザード評価を行う時、これらから評価対象地震を抽出する場合には時間の無駄が生じる。そのため、前処理として、歴史地震データファイルFT11～13から対象サイト周辺の歴史地震だけを取り出した「歴史地震部分カタログ」を作成する。歴史地震部分カタログは、元の歴史地震カタログと同形式のものであり、地震群形式にはなっていない。部分カタログの作成に当っては、用いる歴史地震カタログを指定すると共に、抽出する期間、対象領域（経度・緯度・深さ）、マグニチュード範囲を設定する。このうち、領域については、一般に、対象サイト周辺約100～200km四方の歴史地震データを抽出すれば十分である。なお、元のカタログのデータに欠けているものがある場合（例えば、マグニチュード値が入っていない）で、残りが抽出条件を満足する時は、所定の欠測値処理（マグニチュード値がない場合は999.0と置き換える）を行う。

作成した歴史地震部分カタログは、元のカタログが宇佐見カタログなら部分カタログファイルFT8、宇津カタログならファイルFT9、気象庁カタログならファイルFT10に格納される。

#### <入力項目>

I S W : 歴史地震カタログの選択スイッチ

= 1 : 宇佐見カタログ

= 2 : 宇 津カタログ

= 3 : 気象庁カタログ

I P S W : チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)

L T M I N , L T M A X : 時間の範囲 (年4けた、月・日各2けた)

X M I N , X M A X : 経度 (度) の範囲を決める下限値と上限値

Y M I N , Y M A X : 緯度 (度) の範囲を決める下限値と上限値

Z M I N , Z M A X : 深さ (km) の範囲を決める下限値と上限値

U M I N , U M A X : マグニチュードの範囲を決める下限値と上限値

## &lt;処理内容&gt;

- ① 選択した歴史地震データファイルから1レコードを読み込み、抽出条件を満足する場合は、部分カタログファイルに書き込む。不完全なデータ（例えば、マグニチュード値が入っていない）で、残りが抽出条件を満足する場合は、所定の欠測値処理（マグニチュード値がない場合は999.0と置き換える）を行ってから書き込む。
- ② 選択した歴史地震データファイルの終りに達するまで①の処理を繰り返す。

## 2) 歴史地震カタログまたは歴史地震部分カタログからの歴史地震データの抽出と地震群データへの変換 (R D H I S T)

## &lt;機能&gt;

このサブプログラムは、歴史地震カタログもしくは歴史地震部分カタログから指定した条件に合致する歴史地震を抽出し、地震群形式に変換する。

歴史地震データファイルFT11～13、もしくは、（もし事前に作成されているならば）歴史地震部分データファイルFT8～10から、入力で指定する条件を満足する歴史地震データを抽出し、地震群名称を記して評価対象地震ファイルFT20に格納する。抽出に当っては、用いる歴史地震カタログを指定すると共に、抽出する期間や経度・緯度・深さの範囲、対象とするマグニチュードの範囲を設定する。

## &lt;入力項目&gt;

N A M E G	: 地震群として記憶するときの名称(4文字以内)
I S W	= 1 : 宇佐美カタログ、 = 4 : 宇佐美部分カタログ
	= 2 : 宇津カタログ、 = 5 : 宇津部分カタログ
	= 3 : 気象庁カタログ、 = 6 : 気象庁部分カタログ
I P S W	: チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)
L T M I N , L T M A X	: 時間の範囲 (年4けた、月・日各2けた)
X M I N , X M A X	: 経度 (度) の範囲を決める下限値と上限値
Y M I N , Y M A X	: 緯度 (度) の範囲を決める下限値と上限値
Z M I N , Z M A X	: 深さ (km) の範囲を決める下限値と上限値
U M I N , U M A X	: マグニチュードの範囲を決める下限値と上限値

## &lt;処理内容&gt;

- ① 抽出した地震のカウント (N W) 及び地震群全体での地震発生頻度 (Q G W) をクリアし、抽出期間の範囲から年数 (T I M E) を求める。
- ② I S Wで指定されたデータファイルから1レコードを読み込み、抽出条件を満足する場合は以下の処理を行う。不完全なデータ（たとえばマグニチュード値が入っていない）で、残りが抽出条件を満足する場合は、その内容とメッセージをプリントして③に飛ぶ。
  - i) NWを更新する。 (NW = NW + 1)
  - ii) 読み込んだデータを経度X W (N W) , 緯度Y W (N W) , 深さZ W (N W) , マグニチュードU W (N W) にセットする。
  - iii) マグニチュード分布番号: N U M (N W) = 0

iv) 年当たりの発生頻度 :  $Q_W(NW) = 1 / TIME$

TIMEは①での抽出期間の範囲から求めた年数

v) 地震総発生頻度 :  $Q_GW = Q_GW + Q_W(NW)$

③ 歴史地震データファイルの終わりに達するまで②の処理を繰り返し、 $NWMAX = NW$

$A_X = NW$ と置く。 $NWMAX$ は、地震群に属する地震の数を表す。

④ 指定により作業域の内容をチェックプリントする。(後述3.3.2項(2)のCHECK参照)

### 3) カードイメージによる地震データの入力と地震群データへの変換 (RQUAKE)

#### <機能>

ユーザーがカードイメージで与える地震データを読み込み、地震群形式に変換する。その上で、地震群名称を記してカードイメージ活断層データファイルFT17に格納する。入力で与える情報は、地震の再来期間、震源の位置（経度・緯度・深さ）、マグニチュードからなる。

#### <入力項目>

NAMEG : 地震群の名称

TIME : 地震の再来期間(年)

IPSW : チェックプリントスイッチ(0:OFF, 1:ON)

X, Y, Z, U : 地震の位置(経度、緯度、深さ)及びマグニチュード

#### <処理内容>

① NW, QGWをクリアする。

② 1つの地震のデータを読み込み以下の処理を行う。不完全なデータの場合は、その内容とメッセージをプリントして③に飛ぶ。

i) NWを更新する。

ii) 読み込んだデータをXW(NW), YW(NW), ZW(NW), UW(NW)にセットする。

iii)  $N UW(NW) = 0, Q W(NW) = 1 / TIME$   
 $Q GW = Q GW + Q W(NW)$

③ カードイメージの地震データの終りに達するまで②の処理を繰り返し、 $NWMAX = NW$ と置く。 $NWMAX$ はRDHISTの場合と同様である。

④ X, Y, Z, Uのいずれかに0, 0があれば、データは欠測扱いとなる。

⑤ 指定により作業域の内容をチェックプリントする。(後述3.3.2項(2)のCHECK参照)

## (3) 活断層データの抽出及び入力に係わるサブプログラム

活断層データの抽出及び入力に係わるサブプログラムでは、次のような処理が行われる。

- 1) 活断層から発生する地震の発生様式モデルの設定
- 2) 活断層データの抽出及び作図範囲の設定
- 3) 活断層データファイルから活断層データの抽出
- 4) カードイメージによる活断層データの入力と地震群データへの変換

これら各処理に対し、それぞれサブプログラム MODEL、FAULT、FFALT、RFALT を用意してある。以下、各サブプログラムの内容について述べる。

## 1) 活断層から発生する地震の発生様式モデルの選択 (MODEL)

## &lt;機能&gt;

活断層から発生する地震の発生頻度を  $b$  値モデルで行うか、最大モーメントモデルで行うかを決める。MODEL は、後述3)の活断層データファイルから活断層データを抽出するためのサブプログラム FFALT と、後述4)のカードイメージで活断層データを入力するためのサブプログラム RFALT の前に必ずセットする必要がある。MODEL を再セットした場合には、それ以降の FFALT 及び RFALT は、再セットした MODEL の内容に拘束される。

地震の発生頻度は、後述の4)で述べるように、断層変位、平均変位速度及び確実度を用いて評価される。後者の2つは活断層データとして与えられるが、断層変位は断層変位とマグニチュードとの関係式から計算される。マグニチュードは、マグニチュードと活断層長さとの関係式から計算される。活断層長さは、活断層の位置を表わす経度・緯度から求められる。断層変位とマグニチュードの関係式と、マグニチュードと活断層長さの関係式は、種々提案されている。SHEAT はこれらの主な式（詳細は後述の4)に記述する）を組込んでおり、いずれかを選択する必要がある。

## &lt;入力項目&gt;

MODEL :  $b$  値モデルは0, 最大モーメントモデルは1

LMDM : マグニチュードと活断層長さとの関係式、断層変位とマグニチュードとの関係式の設定番号

- |         |                        |
|---------|------------------------|
| 1 : 松田式 | 5 : Wesnousky式         |
| 2 : 米倉式 | 6 : Tocher式            |
| 3 : 飯田式 | 7 : Wesnousky式を平行移動した式 |
| 4 : 宇津式 |                        |

## 2) 活断層データの抽出及び作図範囲の設定 (F A U L T)

## &lt;機能&gt;

活断層データファイルFT18から活断層データを抽出する場合に、その抽出範囲を設定する。また、このようにして抽出した活断層データや、ユーザーがカードイメージで入力した活断層データを作図する場合に、その作図範囲を設定する。前者の場合には、F A U L Tは、後述3)の活断層データファイルから活断層データを抽出するためのサブプログラムF F A L Tの前に必ずセットする必要がある。後者の場合にも、F F A L Tあるいは後述4)のカードイメージで活断層データを入力するためのサブプログラムR F A L Tの前に必ずセットする必要がある。F A U L Tを再セットした場合には、それ以降のF F A L T及びR F A L Tは、再セットしたF A U L Tの内容に拘束される。

## &lt;入力項目&gt;

F T X M I N : 経度(度)の下限値

F T X M A X : 経度(度)の上限値

F T Y M I N : 緯度(度)の下限値

F T Y M A X : 緯度(度)の上限値

## 3) 活断層データファイルから活断層データの抽出 (F F A L T)

## &lt;機能&gt;

活断層データファイルFT18から、上述のF A U L Tで指定した条件を満足する活断層データを抽出し、地震群データとして地震群名称を記して評価対象地震ファイルFT20に格納する。活断層データは、地震群名称、b値、確実度、平均変位速度、活断層分割長、活断層を定義する座標点の数、活断層の深さ、座標点の経度・緯度からなる。これらの項目を用いて、地震群データの経度・緯度・深さ、マグニチュード、発生頻度が求められる。求め方については、次の4)のRFALTで述べる。

## &lt;入力項目&gt;

I P S W : チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)

## &lt;処理内容&gt;

- ① 活断層データファイルFT18より活断層データに関する項目(地震群名称 (NAMEG)、b値 (B VALUE)、確実度 (P FAULT)、平均変位速度 (V FAULT)、活断層分割長 (DL)、活断層を定義する座標点の数 (IMAX)、活断層の深さ (Z)、座標点の経度・緯度 (X(I)、Y(I)) を読み込む。
- ② ①で読み込んだ活断層の折れ点座標データ (X(I), Y(I)) のうち、F A U L Tで読み込んだ抽出対象領域に含まれる点が、1つでも存在すればその活断層データを解析するために用意した評価対象地震ファイルFT20へ書き込む。
- ③ ①、②の処理を活断層データファイルの終りに達するまで繰り返す。
- ④ 指定により抽出した活断層データをプリントアウトする。

## 4) カードイメージによる活断層データの入力と地震群データへの変換 (R F A L T)

## &lt;機能&gt;

ユーザーがカードイメージで与える活断層データを読み込み、地震群形式に変換する。その上で、地震群名称を記して評価対象地震ファイルFT20に格納する。この活断層データは、地震群名称、b値、確実度、平均変位速度、活断層分割長、活断層を定義する座標点の数、活断層の深さ、座標点の経度・緯度からなる。

## &lt;入力項目&gt;

N A M E G : 地震群として記憶するときの名称 (4文字以内)

B V A L U E : b 値 (無記入の場合 1.0 が与えられる)

P F A U L T : 活断層の存在する確率 (無記入の場合 1.0 が与えられる)

V F A U L T : 年平均変位速度 (mm/年)

D L : 活断層分割長 (km)

I M A X : 活断層を定義する座標点の数 (最大 100 個)

Z : 活断層の深さ (km)。無記入の場合、長さの 1/4 の値が与えられるが、ユーザーが活断層の深さを与えることもできる。活断層の深さを求める方法の 1 つに、マグニチュード (断層長さとマグニチュードの関係式から求める) と余震体積半径の関係を表す飯田式<sup>8)</sup>で求めた余震体積半径の 2 分の 1 の値を深さとするものもある。

X (I)、Y (I) : 座標点の経度 (度)、座標点の緯度 (度)

## &lt;処理内容&gt;

- ① 図 3. 2 に示すように活断層データを入力データで定義し、点間の長さ  $l(1) \sim l(I(MAX-1))$  及び活断層の長さ L を求める。

$$L = \sum_{I=1}^{IMAX-1} (l(I))$$

- ② 震源の個数 (L F M A X) と実際の分割長 (D L 2) を求める。

$$\begin{aligned} L F M A X &= I F I X (L / D L) + 1 \\ D L 2 &= L / L F M A X \end{aligned}$$

- ③ 最初の震源位置を (X (1), Y (1)) から (X (I MAX), Y (I M A X)) 方向に向かって D L 2 / 2 の位置にとる。以下、求められた震源位置から D L 2 毎に震源位置を決定する。

- ④ 年平均地震発生頻度 (F Z) と各震源位置での地震発生頻度 (F F (L F)) を求める。年平均地震発生頻度 (F Z) の計算法を⑤に示す。各震源位置での地震発生頻度 (F F (L F)) は次の式で表わされる。

$$F F (L F) = F Z / L F M A X$$



図 3. 2 活断層データの定義

## ⑤ 年平均地震発生頻度 (FZ) の計算法

地震の発生様式としては、現在以下の2つのモデルが提案されており、それによりFZの計算方法も異なる。

i) b値モデル<sup>6)</sup>: 対象とする活断層から発生する地震は、G-R式<sup>7)</sup>に従って発生するというモデル。

ii) 最大モーメントモデル<sup>6)</sup>: 対象とする活断層からは、固有の規模を有する地震がある繰り返し間隔で発生するというモデル。

b値モデルでの発生頻度は後述するようにポアソン過程を仮定した上で、活断層の変位・平均変位速度・b値を用いて求める値である。一方、最大モーメントモデルでのそれは、b値モデルで設定したb値を0とする以外はb値モデルの場合と同様の方法で求める値である。従って、以下ではb値モデルについてのみ述べる。

### b値モデルにおける年平均地震発生頻度 (FZ) の計算法

ある活断層（長さL）の年平均変位速度をV（mm/年）とすると、Vは、その活断層で発生する地震による年平均すべり量と考えられる。

今、マグニチュードm<sub>i</sub>の地震が年当たりf<sub>i</sub>回発生するとし、その時の活断層のすべり長さ（破壊する部分の長さ）とすべり量をそれぞれL<sub>i</sub>(km), D<sub>i</sub>(mm) とすると、Vは次式で表される。

$$V = \sum_{i=1}^{LFMAX} \{ f_i \cdot D_i \cdot L_i / L \} \quad (3.1)$$

(3.1)式において、LFMAXはマグニチュードのレベル数である。式中f<sub>i</sub>は、その活断層での地震の総発生頻度FZ(回/年)とその中のマグニチュードm<sub>i</sub>の地震の発生確率f<sub>M</sub>(m<sub>i</sub>)で次のように表される。

$$f_i = FZ \cdot f_M(m_i) \quad (3.2)$$

また、L<sub>i</sub>とD<sub>i</sub>は経験式を用いて次式のように表現できる。

$$\log L_i = m_i - \begin{cases} 0.6 & (松田, 1975) \\ 0.5 & (米倉) \\ 1.32 & (飯田) \\ 0.5 & (宇津, 1961) \\ 0.773 & (Wesnousky et al, 1983) \\ 1.02 & (Tocher, 1958) \\ 0.773 & (Wesnouskyの式を平行移動) \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\log D_i = m_i - \begin{cases} 1.0 & (松田) \\ 1.33 & (米倉) \\ 0.71 & (飯田) \end{cases} \quad (3.4)$$

本プログラムでは、前述の1)のMODELカードで指定する式選択番号LM DMによって、上記の(3.3)の7つの式のうち1つを選択できる。(3.4)式において(3.3)式の宇津の式以外に対応する式が無いので、コード内では全て(3.4)の松田式を対応させている。

(3.2)～(3.4)式を(3.1)式に代入し、それからFZを求めると次のようになる。

$$FZ = V \cdot L / \left( \sum_{i=1}^{LFMAX} f_m(m_i) \cdot D_i \cdot L_i \right) \quad (3.5)$$

ここで $L_i$ は7つの式のうちの1つを選んで求めた値とする。即ち、活断層の年平均変位速度Vとマグニチュード毎の地震発生確率 $f_m(m_i)$ から、FZを計算できる( $f_m(m_i)$ の計算法については、次の⑥で述べる)。SHEATでは、(3.5)式に更にその活断層が存在する確率PFAULTを考慮して、次式でFZを計算する。

$$FZ = V \cdot L \cdot PFAULT / \left( \sum_{i=1}^{LFMAX} f_m(m_i) \cdot D_i \cdot L_i \right) \quad (3.6)$$

#### ⑥ マグニチュード $m_i$ の地震発生確率 $f_m(m_i)$ の決定方法

地震はG-R式に従って発生すると仮定して、マグニチュード $m_i$ の発生確率を求める。マグニチュード $m$ 以上の地震の総数を $N(m)$ とするとG-R式によれば、次式となる。

$$\log N(m) = a - b \cdot m \quad (3.7)$$

これを次式のように変形する。

$$N(m) = \exp(a - b \cdot m)$$

ここで、 $\alpha = a \cdot \ln 10$ 、 $\beta = b \cdot \ln 10$ である。

今、図3.3に示すように、マグニチュードの値を小区間 $\Delta m$ ごとに区切って、区間 $[m_i - \Delta m/2, m_i + \Delta m/2]$ に含まれる地震発生確率 $f_m(m_i)$ を上式から求めると次式となる。

$$\begin{aligned} f_m(m_i) &= \{N(m_i - \Delta m/2) - N(m_i + \Delta m/2)\} / \{N(m_0) - N(m_m)\} \\ &= \exp(-\beta(m_i - m_0)) \{ \exp(\beta \cdot m/2) - \exp(-\beta \cdot m/2) \} / \\ &\quad \{ 1 - \exp(-\beta(m_m - m_0)) \} \end{aligned} \quad (3.8)$$

ここで、 $\sum f_m(m_i) = 1$ である。 $m_0$ と $m_m$ は考慮する地震のマグニチュードの下限と上限である。

$m_0$ と $m_m$ はユーザが入力データでその値を指定するが、上限マグニチュード $m_m$ が、(3.3)式に示す7つの式の中から、ユーザーが指定した式を用いて活断層長さLに対応する限界マグニチュードの値 $m_m$ より大きくなる場合には、 $m_m$ の代りに $m_m$ を上限マグニチュードとして用いる。

なお、断層長さとマグニチュードの関係式について、図3.4に参考として示す。

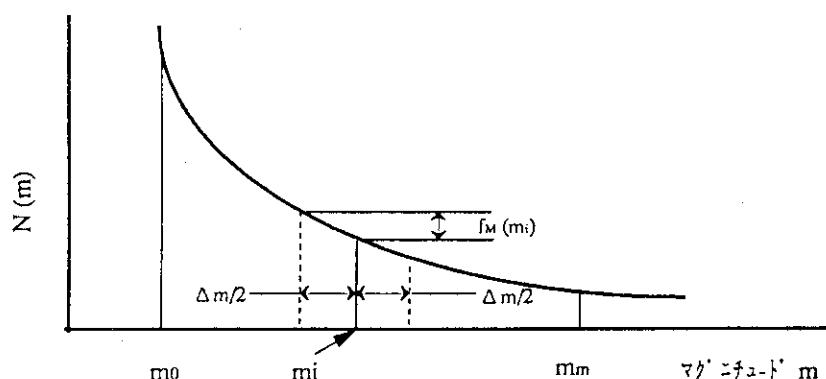


図3.3 マグニチュード  $m_i$  の地震発生確率

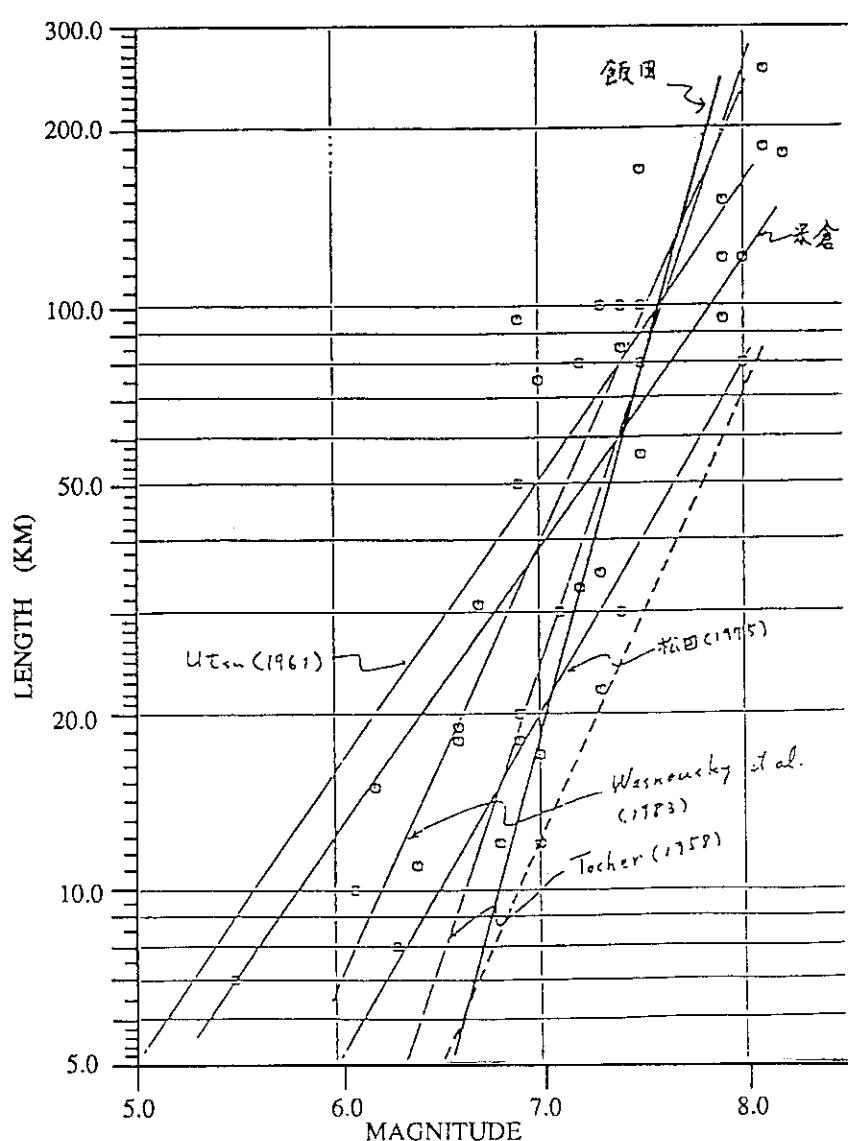


図3.4 断層長さとマグニチュードの関係

## (4) 評価対象地震ファイルへの評価対象地震の保存に係わるサブプログラム(S A V E)

上述の(2)または(3)で作成された評価対象地震を、地震群の形で評価対象地震ファイルFT20へ書き込む。新しい地震群と同一名称の地震群が存在する場合には、新データが優先して書き込まれる。必要に応じ、所定の作業域にセットされている歴史地震データ、及び活断層データを評価対象地震ファイルFT20にセーブすることができる。

## &lt;機能&gt;

プログラム内の作業域にセットされている地震群データを評価対象地震ファイルFT20に保存する。

## &lt;入力項目&gt;

I P S W : チェックプリントの指定スイッチ (0:OFF , 1:ON)

## (5) 入力データの説明用コメント行の作成に係わるサブプログラム(\* )

以下に示すプログラム群内のサブプログラムを用いて作成した入力データの内容を説明するためや、入力データに空白行を設ける場合のコメント行を作成するために用いる。対象とするプログラム群のサブプログラムは、次の通りである。

- ・歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群内のサブプログラム

(表3.1中の①～⑨)

- ・地震群データの変更に用いるプログラム群内のサブプログラム

(後述の表3.2中の①～⑯)

- ・評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群内のサブプログラム

(後述の表3.4中の①～③)

- ・地震ハザードの計算に用いるプログラム群内のサブプログラム

(後述の表3.8中の①～⑥)

- ・地震ハザードの図示に用いるプログラム群内のサブプログラム

(後述の表3.10中の①～③)

## &lt;機能&gt;

入力データの内容の説明や入力データに空白行を設けるためだけの役目をするものであり、他のサブプログラムと何等の依存関係はなく、どのサブプログラムの前後でも自由に用いることができる。

## &lt;入力項目&gt;

なし

### 3. 2 地震群データの変更に用いるプログラム群

#### 3. 2. 1 地震群データの変更に用いるプログラム群の構成

地震群データの変更に用いるサブプログラムは、地震群データの抽出に係わるものが4つ、評価対象地震の統合、地震発生頻度の変更に係わるものがそれぞれ1つ、マグニチュード分布の変更に係わるものが2つ、地震域の分割に係わるものが5つ、地震群データの使用開始宣言、削除、複写、名称変更に係わるものがそれぞれ1つ、合せて17個からなる。

地震群データの変更に用いるプログラム群内のサブプログラムの一覧を表3. 2に示す。

地震群データの変更に用いる多くのサブプログラムの入力項目には、変更処理の対象とする地震群の名称（NAMOLD）と変更処理実施後の地震群の名称（NAMNEW）が含まれる。また、ある地震群から特定条件で評価対象地震を抽出した場合には、抽出にもれた補集合に対しても地震群の名称（NAMCOM）を与える。

NAMNEWがNAMOLDと同じか又は、NAMCOMがNAMOLDと同じ場合には、元の地震群は変更作業の結果作られた地震群又は補集合地震群によって置き換えられる。そうでなければ、新たに地震群が追加される。

なお、NAMCOM=' ' (ブランク) である場合には、補集合は記憶されない。

表3.2 地震群データの変更に用いるプログラム群内のサブプログラム

	名 称	処 理 の 内 容
抽 出	① EXTRU	マグニチュードの範囲で評価対象地震を抽出する
	② EXTRL	緯度、経度、深さにより評価対象地震を抽出する
	③ EXTRR	中心座標、半径、深さで評価対象地震を抽出する
	④ EXTRM	地震域番号により評価対象地震を抽出する
統 合	⑤ COMBIN	2つの地震群内の評価対象地震を統合する
地震発生 頻度評価	⑥ MULT1	地震群の発生頻度を一定倍する
マグニチュード 分布変更	⑦ MAGAV	b値モデルに基づくマグニチュード分布を作成する
	⑧ MAGCH	マグニチュード分布を指定値に変更する
地震域 分 割	⑨ MESHXY	ある平面領域に網目を作成する
	⑩ ZONEXY	網目に地震域番号を付ける
	⑪ ZONENO	網目に地震域番号を付ける
	⑫ AUTZON	事前に設定されている地震域の呼び出しを行なう
	⑬ Z GROUP	地震域を作成する
使用開始宣言	⑭ OPEN	評価対象地震ファイルの使用開始を宣言する
削 除	⑮ DELETE	地震群データの削除を行う
複 写	⑯ COPY	地震群データの複写を行う
名称変更	⑰ RENAME	地震群の名称変更を行う

※ 表中の○印内の数字は、4.2節で述べる入力データ識別IDに付けた○印内の数字に対応する。

### 3.2.2 サブルーチンの機能・入力項目・処理内容と計算モデル

#### (1) 評価対象地震の抽出に係わるサブプログラム

入力で指定する地震群内の地震から、入力で指定する条件を満足する地震だけを抽出する。抽出した地震を新たな地震群とし、残りの補集合も、必要なら別の地震群とする。地震の抽出に係わるサブプログラムでは、次のような処理が行われる。

- 1) マグニチュードの範囲による抽出
- 2) 震源位置（緯度・経度・深さ）による抽出
- 3) 震源位置（中心位置・半径・深さ）による抽出
- 4) 地震域番号による抽出

これらの各処理に対し、それぞれサブプログラム EXTRU、EXTRL、EXTRR、EXTRM を用意してある。以下、各サブプログラムの内容について述べる。

#### 1) マグニチュードの範囲による抽出 (EXTRU)

##### <機能>

入力で指定する地震群内の地震から、入力で指定するマグニチュードの範囲を満足する地震を抽出する。抽出した地震を新たな地震群とし、残りの補集合も、必要なら別の地震群とする。

##### <入力項目>

NAMOLD : 変更前の地震群名称  
 NAMNEW : 変更後の地震群名称  
 NAMCOM : 補集合の地震群名称  
 UMIN : 最小マグニチュード  
 UMAX : 最大マグニチュード

##### <処理内容>

- ① NAMOLD として指定する地震群内の地震を、入力で指定するマグニチュードの範囲内のものと範囲外のもの（補集合）に分ける。
- ② 抽出された地震の個数を N1、各震源位置での地震発生頻度を QF、補集合の個数を N2、各震源位置での地震発生頻度を QF2 とすると、各々の年平均地震発生頻度 FZ 及び FZ2 は次式である。

$$FZ = \sum_{i=1}^{N1} QF(i), \quad FZ2 = \sum_{i=1}^{N2} QF2(i)$$

- ③ NAMOLD が存在しない場合、NAMNEW が既に存在する場合にはエラーメッセージが出される。

#### 2) 震源位置（緯度・経度・深さ）による抽出 (EXTRL)

##### <機能>

入力で指定する地震群内の地震から、入力で指定する経度・緯度・深さの範囲を満足する地震を抽出する。抽出した地震を新たな地震群とし、残りの補集合も、必要なら別の地震群とする。

## &lt;入力項目&gt;

NAMOLD : 変更前の地震群名称  
 NAMNEW : 変更後の地震群名称  
 NAMCOM : 補集合の名前  
 XMIN, XMAX : 対象領域の経度(度)の範囲  
 YMIN, YMAX : 対象領域の緯度(度)の範囲  
 ZMIN, ZMAX : 対象領域の深さ(km)の範囲

## &lt;処理内容&gt;

- ① NAMOLDとして指定する地震群内の地震を、入力で指定する経度・緯度・深さの範囲内のものと範囲外のもの(補集合)に分ける。
- ② 抽出された地震の個数をN1、各震源位置での地震発生頻度をQF、補集合の個数をN2、各震源位置での地震発生頻度をQF2とすると、各々の年平均地震発生頻度FZ及びFZ2は次式である。

$$FZ = \sum_{i=1}^{N1} QF(i), \quad FZ2 = \sum_{i=1}^{N2} QF2(i)$$

- ③ NAMOLDが存在しない場合、NAMNEWが既に存在する場合にはエラーメッセージが出される。

## 3) 震源位置(中心位置・半径・深さ)による抽出(EXTRR)

## &lt;機能&gt;

入力で指定する地震群内の地震から、入力で指定する中心座標・半径・深さの範囲を満足する地震を抽出する。抽出した地震を新たな地震群とし、残りの補集合も、必要なら別の地震群とする。

## &lt;入力項目&gt;

NAMOLD : 変更前の地震群名称  
 NAMNEW : 変更後の地震群名称  
 NAMCOM : 補集合の名前  
 XCEN, YCEN : 中心位置の経度(度)及び緯度(度)の座標  
 RMIN, RMAX : 対象領域の半径(km)の範囲  
 ZMIN, ZMAX : 対象領域の深さ(km)の範囲

## &lt;処理内容&gt;

- ① NAMOLDとして指定する地震群内の地震を、入力で指定する中心座標、半径、深さの範囲内のものと範囲外のもの(補集合)に分ける。
- ② 抽出された地震の個数をN1、各震源位置での地震発生頻度をQF、補集合の個数をN2、各震源位置での地震発生頻度をQF2とすると、各々の年平均地震発生頻度FZ及びFZ2は次式である。

$$FZ = \sum_{i=1}^{N1} QF(i), \quad FZ2 = \sum_{i=1}^{N2} QF2(i)$$

- ③ NAMOLDが存在しない場合、NAMNEWが既に存在する場合にはエラーメッセージが出される。

## 4) 地震域番号による抽出 (EXT RM)

## &lt;機能&gt;

入力で指定する地震群内の地震から、入力で指定する地震域番号に対応する対象領域内の地震を抽出する。抽出した地震を新たな地震群とし、残りの補集合も、必要なら別の地震群とする。

## &lt;入力項目&gt;

NAMOLD	: 変更前の地震群名称
NAMNEW	: 変更後の地震群名称
NAMCOM	: 補集合の名前
NZONE	: 地震域番号

## &lt;処理内容&gt;

- ① NAMOLDとして指定する地震群内の地震を、入力で指定する地震域番号に対応する範囲内のものと範囲外のもの（補集合）に分ける。
- ② 抽出された地震の個数をN1、各震源位置での地震発生頻度をQF、補集合の個数をN2、各震源位置での地震発生頻度をQF2とすると、各々の年平均地震発生頻度FZ及びFZ2は次式である。

$$FZ = \sum_{i=1}^{N1} QF(i), \quad FZ2 = \sum_{i=1}^{N2} QF2(i)$$

- ③ NAMOLDが存在しない場合、NAMNEWが既に存在する場合にはエラーメッセージが出される。

## (2) 評価対象地震の統合 (COMBIN)

## &lt;機能&gt;

入力で指定する2つの異なる地震群内の地震を統合し、新たな地震群を作成する。

## &lt;入力項目&gt;

NAMOLD1, NAMOLD2	: 統合する地震群名称
NAMNEW	: 統合後の新たな地震群名称

## &lt;処理内容&gt;

- ① NAMOLD1, NAMOLD2を検索し、震源個数および年平均地震発生頻度(NAMOLD1とNAMOLD2の合計)を求める。
- ② NAMNEW=NAMOLD1, NAMNEW=NAMOLD2の場合は地震群内の地震の書き換えを行う。
- ③ NAMOLD1及びNAMOLD2がみつからない場合には、エラーメッセージが出される。

## (3) 評価対象地震の発生頻度の変更 (MULT1)

## &lt;機能&gt;

入力で指定する地震群内の各震源の発生頻度に、入力で与える倍率を乗じる。

## &lt;入力項目&gt;

NAMOLD : 変更前の地震群名称

NAMNEW : 変更後の地震群名称

FACTOR : 地震発生頻度の倍率

## &lt;処理内容&gt;

- ① NAMOLD を検索し、各震源の発生頻度を FACTOR 倍する。

$$QF(I) = QF(I) \times FACTOR$$

- ② 年平均地震発生頻度 FZ を求める。

$$FZ = \sum QF(I)$$

- ③ NAMOLD が存在しない場合、NAMNEW が既に存在する場合にはエラーメッセージが出される。

## (4) マグニチュード分布の変更に係わるサブプログラム

## 1) b 値モデルに基づくマグニチュード分布の作成 (MAGAV)

## &lt;機能&gt;

入力で指定する地震群内の地震を用いて、b 値モデルに従うマグニチュード分布を計算する。このマグニチュード分布を持つ地震群を作成する。

## &lt;入力項目&gt;

NAMOLD : 変更前の地震群名称

NAMNEW : 変更後の地震群名称

## &lt;処理内容&gt;

- ① 地震群 NAMOLD に属する地震のマグニチュードと発生個数を用いて、マグニチュードの各微小領域における地震の発生する確率 PU2(MU) (MU = 1 ~ MUMAX) を求めると、次式となる。

$$\sum_{MU=1}^{MUMAX} PU2(MU) = 1.0$$

- ② 求めたマグニチュード分布に対して、実際に発生したマグニチュードの最小レベル番号 MUMN と最大レベル番号 MUMX を求めると共に、マグニチュードレベル毎の超過確率 Q(MU) を次式で表わす。

$$\log_{10} Q(MU) = a - b \cdot UR(MU)$$

ここで、UR(MU) はレベル MU でのマグニチュードを、a 及び b は係数を表す。係数 b は、推定式として宇津の式を用いて決定する。

$$b = \log_{10} e / \left[ \sum_{MU=MUMN}^{MUMX} \{ UR(MU) \cdot PU2(MU) \} - UB(MUMN) \right]$$

ここで、UB(MUMN) はレベル MUMN での下限マグニチュードを表し、この場合のレベル MUMN での超過確率は 1.0 であるから a は次式となる。

$$a = b \cdot UR(MUMN)$$

③ マグニチュードレベル毎の超過確率が、次式の形で表されると仮定する。

$$\log_{10} Q (M U) = a - b \cdot U R (M U)$$

$Q (M U)$  を  $M U = M U M N \sim M U M X$  の範囲でマグニチュード分布の形にしてマグニチュード分布の格納エリアである  $P U (M U, N M A G)$  にセットする。 $P U (M U, N M A G)$  は、次式となる。

$$\sum_{M U=1}^{M U M A X} P U (M U, N M A X) = 1 . 0$$

④ 地震群  $N A M O L D$  に属する地震のマグニチュード分布番号を  $N M A G$  に変更し、地震群  $N A M N E W$  として登録する。

## 2) マグニチュード分布の入力による変更 (M A G C H)

### <機能>

入力で指定する地震群のマグニチュード分布を、入力で指定する別の地震群のマグニチュード分布に変更する。

### <入力項目>

$N A M O L D$  : 変更前の地震群名称

$N A M N E W$  : 指定するマグニチュード分布を持つ地震群名称で、変更後の地震群名称

$N M A G$  : マグニチュード分布番号 (1 ~ 10 の間の番号)

### <処理内容>

- ① 地震群  $N A M O L D$  を検索し、各震源のマグニチュード分布番号を  $N M A G$  に、マグニチュードを 0.0 に変更する。
- ② 地震群  $N A M N E W$  を検索し、マグニチュード分布  $P U (I, M U)$  の値を  $P U (I, N M A G)$  に複写する。
- ③  $N A M O L D$ 、 $N A M N E W$  が検索されなかった場合や、 $N A M N E W$  のマグニチュード分布番号が 0 である場合はエラーメッセージを出して終了する。

## (5) 大きな地震域の小さな複数の地震域への分割に係わるサブプログラム

大きな1つの地震域に対応する地震群データを、小さな複数の地震域に対応する地震群データに分割する。ここでは、次に述べる処理を行う。

- ① サイト周辺の領域を微細な網目に分割した上で、これらの網目を用いてサイトの周辺を地震活動の似ている「地震域」に分割する。地震域は最大16分割され、それぞれの地震域には0から16までの番号が付けられる。各地震域内の地震の発生が、一様な発生分布に従うと仮定する。
- ② 震源の緯度・経度については、各網目の中心点で地震が発生すると仮定する。震源の深さは、次の平面を表す多項式の係数AA、BB、CC、DDを入力で指定することで求める。

$$AAX + BBY + CCZ = DD$$

ここで、Xは経度(度)、Yは緯度(度)、Zは深さ(km)を表す。

各震源のマグニチュード分布は、その震源が属する地震域のマグニチュード分布と同じとする。各震源の発生頻度は、その震源が属する地震域の地震の発生頻度を震源の数で除したものとする。

このような地震域の分割に係わるサブプログラムでは、次のような処理が行われる。

- 1) 平面領域の網目分割
- 2) 網目への地震域番号の付与(1)
- 3) 網目への地震域番号の付与(2)
- 4) 事前に設定されている地震域の呼出
- 5) 地震域の作成

これらの各処理に対し、それぞれMESHXY、ZONEXY、ZONENO、AUTZON、ZGROUPを用意してある。これらのサブプログラムの処理内容と相互の関係を図3.5に示す。以下に、各サブプログラムの内容について述べる。

## 1) 平面領域の網目分割(MESHXY)

## &lt;機能&gt;

サイト周辺の領域に地震域を設定する前に、領域を微細な網目に分割する。分割方法としては、対象とする平面領域の経度・緯度を入力で与えると共に、経度方向と緯度方向の網目の分割数を与える。このサブプログラムは、後述の2)及び3)の網目への地震域番号の付与に関するサブプログラムと対にして用いられる。

## &lt;入力項目&gt;

XMIN, XMAX : 網目分割領域の経度(度)の範囲

YMIN, YMAX : 網目分割領域の緯度(度)の範囲

I MAX : 経度方向(X方向)の分割数(最大50)

J MAX : 緯度方向(Y方向)の分割数(最大50)

IPSW : チェックプリント(0:OFF, 1:ON)

## &lt;処理内容&gt;

- ① 入力で指定する経度・緯度の範囲及びそれらの分割数により、網目の中心座標（震央）X C ( I ) 及びY C ( I ) を求める。図3.6に平面領域を網目に分割する方法を示す。
- ② 後述の2)のサブプログラム ZONEXYや、3)のZONEENOで指定する地震域の網目に付ける地震域番号NZ ( I , J ) を0クリアーする。

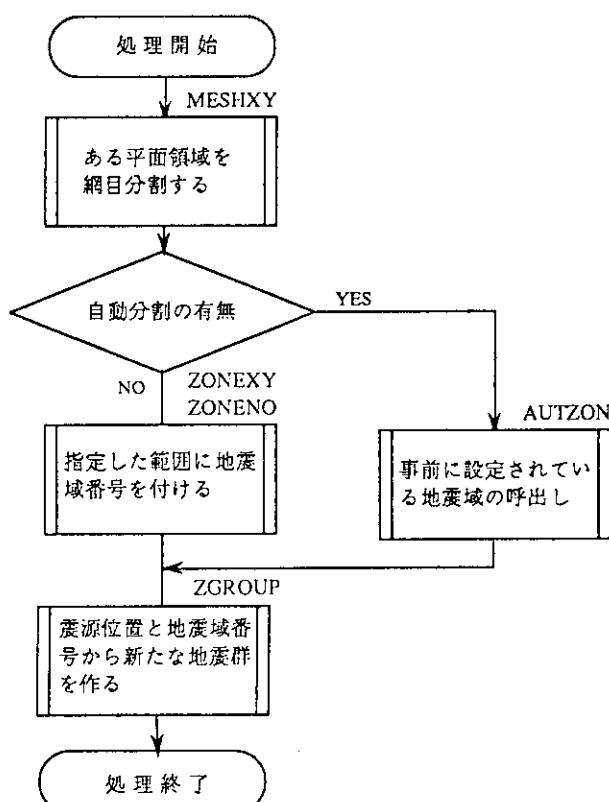


図3.5 地震域の分割に係わる処理内容とサブプログラムの関係

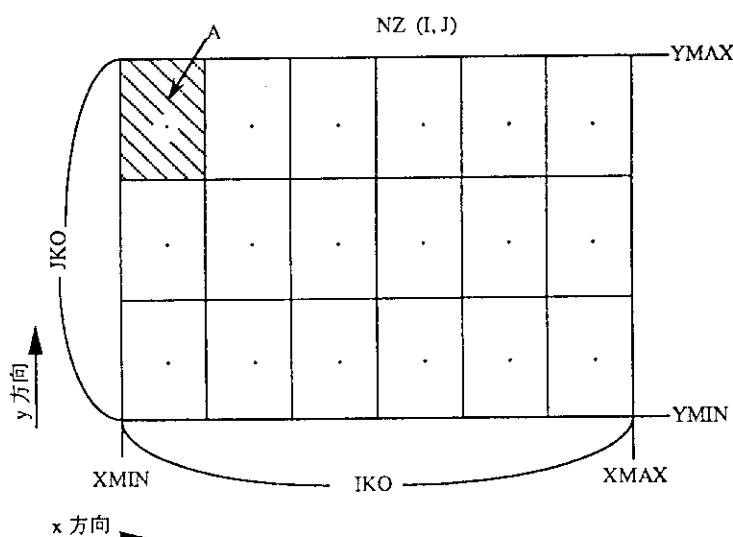


図3.6 平面領域の網目分割

## 2) 網目への地震域番号の付与(1) (ZONEXY)

## &lt;機能&gt;

1)のMESHXYを用いて設定した領域下において、入力で指定する地震域番号を有する地震域の経度及び緯度の範囲を、入力で与えることによって地震域が設定される。このサブプログラムでは、震源位置がある平面上にあるとして、網目の中心に設定した震源の深さも指定できる。指定方法としては、次の多項式の係数AA、BB、CC、DDを入力で与える。

$$AAX + BBY + CCZ = DD$$

ここで、Xは経度(度)、Yは緯度(度)、Zは深さ(km)を表す。

## &lt;入力項目&gt;

I P S W : チェックプリント(0:OFF, 1:ON)

N Z O N E : 地震域番号

X M I N 、 X M A X : 地震域の経度(度)方向の範囲

Y M I N 、 Y M A X : 地震域の緯度(度)方向の範囲

AA、BB、CC、DD:震源の深さを計算するための関数式の係数

AA=BB=CC=DD=0のとき、深さは15.0kmにセットされる。

## &lt;処理内容&gt;

① NZ(I, J)=0のとき

N Z ( I , J ) = N Z O N E

A Z O N E ( N Z O N E ) = A Z O N E ( N Z O N E ) + A

② NZ(I, J)≠0のとき

N N = N Z ( I , J )

N Z ( I , J ) = N Z O N E

A Z O N E ( N Z O N E ) = A Z O N E ( N Z O N E ) + A

A Z O N E ( N N ) = A Z O N ( N N ) - A

③ 関数式で平面を指定し、10kmより浅い場合は深さを10kmとする

④ 網目に地震域番号を付ける例を図3.7に示す。

## 3) 網目への地震域番号の付与(2) (ZONENO)

## &lt;機能&gt;

1)のMESHXYを用いて設定した領域内の網目の全個数(経度方向の網目の数×緯度方向の網目の数)に対し、入力で地震域番号を与えて地震域を設定する。

震源の深さは、上述のZONEXYと同様に定める。

## &lt;入力項目&gt;

I P S W : チェックプリント(0:OFF, 1:ON)

AA, BB, CC, DD:震源の深さを計算するための関数式の係数

AA=BB=CC=DD=0のとき、深さは15.0kmにセットされる。

N Z ( I , J ) : 地震域番号

- a. 右図(1)の様に網目分割された領域  
に、地震域1の範囲を指定する。

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

(1)

- b. a の処理の結果は右図(2)の様になる。  
 $AZONE(1) = 6 A$   
 地震域2の範囲を指定する。

1	1	0	0
1	1	0	0
1	1	0	0
0	0	0	0

(2)

- c. b の処理の結果は右図(3)の様になる。  
 $AZONE(1) = 4 A$   
 $AZONE(2) = 6 A$   
 地震域3の範囲を指定する。

1	1	0	0
1	2	2	0
1	2	2	0
0	2	2	0

(3)

- d. c の処理の結果は右図(4)の様になる。  
 $AZONE(1) = 4 A$   
 $AZONE(2) = 5 A$   
 $AZONE(3) = 4 A$

1	1	3	3
1	2	3	3
1	2	2	0
0	2	2	0

(4)

図3.7 網目に地震域番号を付ける例

## 4) 事前に設定されている地震域の呼出 (AUTZON)

## &lt;機能&gt;

広範囲の領域に事前に設定されている地震域データが、あらかじめプログラム内に組込まれている。SHEATには、図3.8に示す地震域データが組込まれている。AUTZONを用いることによって、この地震域が呼出される。

## &lt;入力項目&gt;

なし

## &lt;処理内容&gt;

- ① 震源の深さは、15.0 Kmに固定されている。

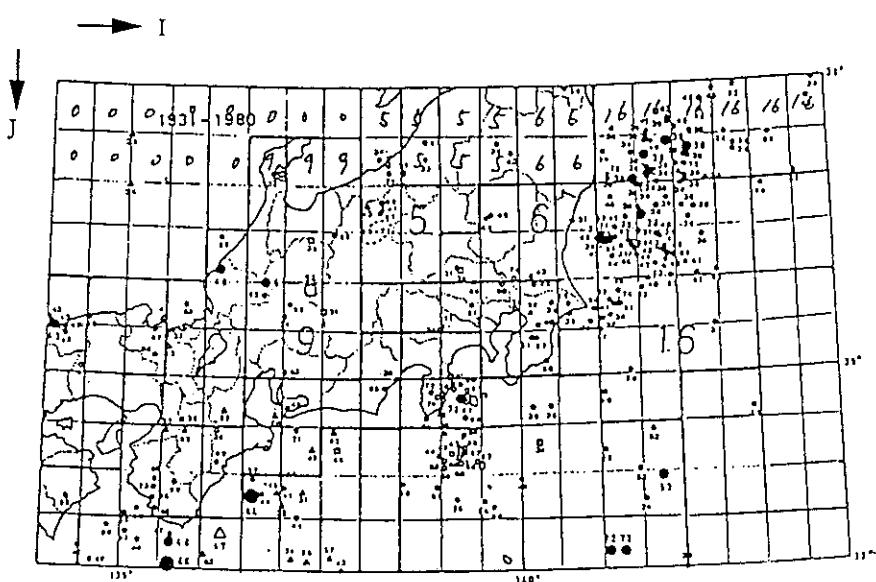


図3.8 事前に設定された地震域

## 5) 地震域の作成 (Z G R O U P)

## &lt;機能&gt;

前述の2)~4)で設定した地震域を対象として、入力で指定する地震群がどの地震域に属するかを判別し、地震域を作成する。判別された地震域毎の地震データを用いて、マグニチュード分布を地震域毎に計算する。各地震域に属する震源のマグニチュード分布は、このマグニチュード分布に従うとする。但し、発生頻度は、地震域毎の地震の発生頻度を地震域内の震源の個数で除した値とする。震源の位置は地震域内で一様に分布させる。

## &lt;入力項目&gt;

N A M O L D : 元の地震群の名称

N A M S U F : 新しい地震群の名称につける接頭語(2文字)と、地震域番号  
(2行)とを合わせた4文字で新しい地震群名称を作成する。

I F L A G Z : 地震域でのマグニチュード分布の設定方法

I P S W : チェックプリント(0:OFF, 1:ON)

## &lt;処理内容&gt;

- ① 地震群N A M O L Dに属する地震の経度(X F)及び緯度(Y F)が、どの地震域に属するかを判別する。この判別では、(X F, Y F)の属する微小矩形領域番号(I, J)を次のように求める。

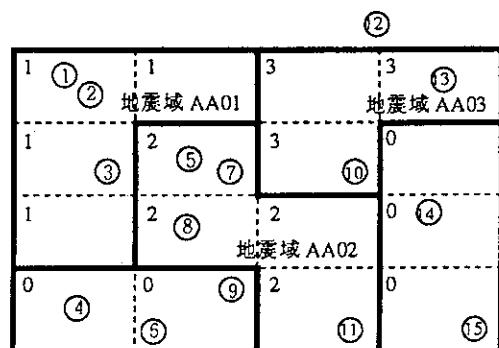
$$I = \text{FIX}((X F - X M I N) / D X) + 1$$

$$J = \text{FIX}((Y F - Y M I N) / D Y) + 1$$

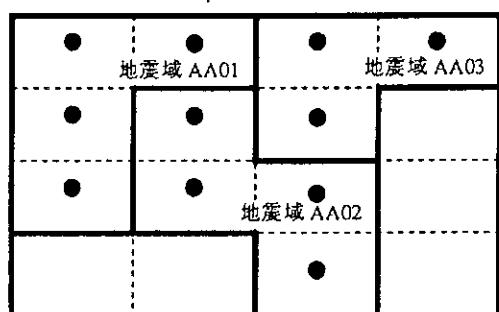
そして、この(I, J)に対応する地震群番号を拾う。

- ② ①の作業を地震群N A M O L Dに属する全ての地震について繰り返す。
- ③ 変更前の地震群の年平均地震発生頻度が、各地震域毎の地震発生頻度の合計と同じとする。各地震域毎の地震発生頻度が、各地震域内の震源(網目の中心座標)の発生頻度の合計と同じとする。個々の震源の発生頻度は、各地震域の地震発生頻度を震源の個数で除して求められる。
- ④ 各地震域でのマグニチュード分布は、I F L A G Z = 0 の時は、地震群内の地震のマグニチュードを用いてb値モデルとして求めたマグニチュード分布を表す。I F L A G Z = 1 の時は、地震のマグニチュードと個数を用いて求めたヒストグラムを元にして計算したマグニチュード分布を表す。I F L A G Z が0と1の場合のマグニチュード分布の模式図は、図2.2に示す通りである。
- ⑤ ①~④までの手順について、具体的な例を用いて説明する。地震発生頻度0.14(回/年)の震源を15個有する地震群N A M O L Dを対象とし、新たな地震群N A M S U F = 'AA'が与えられた場合を例とする。

まず、15個の震源それが、図3.9に示す新たな地震域(AA01, AA02, AA03)のどれに属するかを判別する。次いで、新たな地震域毎の発生頻度を表3.3に示すように計算する。



(a) 15個の震源 (○印) の分布



(b) 各地震域での新しい震源 (●印) の分布

図 3.9 地震域による群分け

表 3.3 新しい地震群と地震発生頻度の計算例

地震群名称	地震発生頻度	年平均地震発生頻度	震源個数	地震発生頻度
AA01	1 0.14	0.42	4	0.105
	2 0.14			0.105
	3 0.14			0.105
AA02	5 0.14	0.56	4	0.14
	7 0.14			0.14
	8 0.14			0.14
	11 0.14			0.14
AA03	10 0.14	0.28	3	0.093
	13 0.14			0.093

(6) 地震群データの使用開始宣言、削除、複写、名称変更に係わるサブプログラム

1) 評価対象地震ファイルの使用開始宣言 (OPEN)

<機能>

地震群データが格納されている評価対象地震ファイルFT20の使用開始を宣言する。このサブプログラムではチェックプリントに関する項目以外にユーザーが入力する項目がない。

<入力項目>

IPSW : チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)

<処理内容>

① 評価対象地震ファイルFT20の1レコード目のコントロールデータを読む込む。

NGMAX : 地震群の個数

NFMAX : 震源の個数

MUMAX : マグニチュード領域の分割数

NUMAX : マグニチュード分布の個数

② NGMAX > 0 のとき地震群全体に係わるデータを読む込む

③ NFMAX > 0 のとき震源に係わるデータを読む込む

④ MUMAX > 0 のときマグニチュード分布に係わるデータを読む込む

2) 地震群データの削除 (DELETE)

<機能>

入力で指定する地震群の名称を検索し、該当する地震群名称を削除する。地震群名称が存在しない場合には、エラーメッセージを出力する。

<入力項目>

NAMEG : 削除する地震群名称

IPSW : チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)

<処理内容>

① 地震群の名称を検索し、該当する地震群名称を削除する。

② 地震群名称が存在しない場合は、エラーメッセージを出力する。

3) 地震群データの複写 (COPY)

<機能>

入力で指定する地震群データを読み込み、指定する地震群名称の複写を行い、新たな地震群名称を登録する。

<入力項目>

NAMOLD : 複写前の地震群名称

NAMNEW : 複写後の地震群名称

IPSW : チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)

<処理内容>

① 指定した地震群名称を読み込む。

② 地震群名称を新たに登録する。

4) 地震群データの名称変更 (R E N A M E)

<機能>

入力で指定する地震群データの名称を検索し、変更前の地震群データの名称を指定する新たな地震群データの名称に変更する。変更後は、変更前の地震群データの名称は削除される。

<入力項目>

N A M O L D : 変更前の地震群名称

N A M N E W : 変更後の地震群名称

I P S W : チェックプリントスイッチ(0:OFF, 1:ON)

<処理内容>

- ① 地震群を検索し、地震群名称を変更する。
- ② R E N A M E にするとN A M O L D は削除される。
- ③ 地震群名称が存在しない場合は、エラーメッセージを出力する。

### 3.3 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群

#### 3.3.1 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群の構成

本プログラム群は、評価対象地震の図示に係わるサブプログラム1つと、評価対象地震の表示に係わるサブプログラム2つからなる。評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群の各サブプログラムの一覧を表3.4に示す。

表3.4 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群内の  
サブプログラム

名 称	処 理 内 容
① PLOTMP	作図用入力項目の読み込み
② CHECK	地震群データのチェックプリントを行なう
③ CNTLPR	印刷量をコントロールする

※ 表中の○印内の数字は、4.2節で述べる入力データ識別IDに付けた○印内の数字に対応する。

#### 3.3.2 サブプログラムの機能・入力項目・処理内容

##### (1) 評価対象地震の図示に係わるサブプログラム

3.1.2項で抽出した評価対象地震の元になった歴史地震データや活断層データの分布状況を図示する場合は、評価対象地震の図示に係わるサブプログラムPLOTMPを用いて、ユーザーが所定の入力項目の内容を指定する。

PLOTMPは、評価対象地震を図示する時に必ず使用する主要なサブプログラム5つと、作図用の入力項目を指定する時に、所定の内容を実行するか否かのオプション項目に係わる補助サブプログラム2つでサポートされている。これらのサブプログラムによる処理は、コード内で自動的に行われる所以、ユーザーは意識する必要はないが、PLOTMPの理解に役立てるためにそれらの内容を示す。

主要なサブプログラムでは、次の5つの処理が行われる。

- 1) 歴史地震データに基づく地震群の検索
- 2) 活断層データに基づく検索
- 3) 対象領域の地図の作図
- 4) 対象領域の地図上への歴史地震データのプロット
- 5) 対象領域の地図への活断層データのプロット

これらの各処理に対し、それぞれサブプログラム、HISMAP、FTMAP、PLOMAP、PLOHIS及びPLOFLTが用意してある。

また、補助サブプログラムでは、次の2つの処理が行われる。

- 1) 日本全国地図上への対象領域の作図
- 2) マグニチュード別シンボルの大きさの分類

これらの各処理に対し、サブプログラムALLMAP、MGPLOTが用意してある。これらのサブプログラムの相互関係を図3.10に示すと共に、各サブプログラムの機能・入力項目・処理内容を別添に示す。

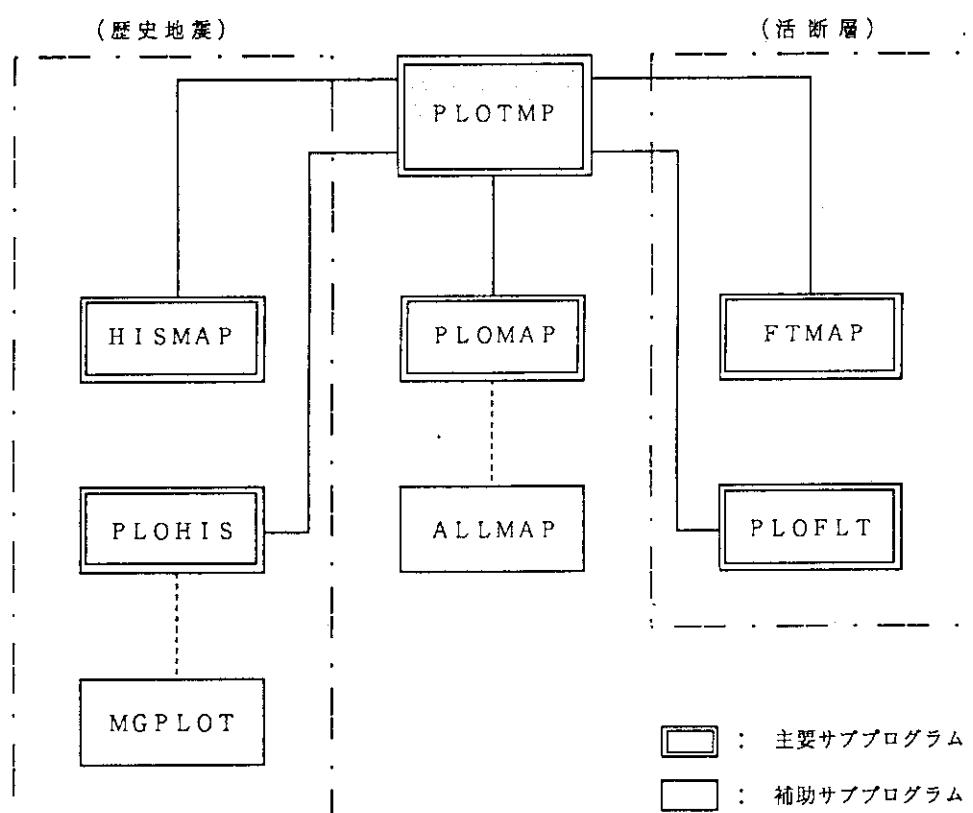


図3.10 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群内のサブプログラムの相互関係

### 1) 作図用入力項目の読み込み (P L O T M P )

#### <機能>

作図に必要な入力項目を読み込む。入力項目としては、対象とする地震群内の地震が歴史地震データによるものか、活断層データによるものか、両方のデータによるものかを指定するものがある。地震群の個数と名称を指定するものがある。対象とするサイト周辺の領域の地図以外に、そのサイト周辺の領域が日本地図のどの部分に位置するかを明らかにするために、日本全国地図を図化するかどうかを指定する項目がある。地図は、日本地図データファイルFT50に格納されている海岸線座標を用いて作図される。

歴史地震データの場合について述べる。歴史地震は、それらの経度・緯度に基づきプロットされる。歴史地震のマグニチュードの違いを3段階の○印の大きさで表示する機能と、3段階の○印の大きさの違いを○印の半径で表す機能を用意している。マグニチュード(M)の3段階は、Mの最小値≤M< Mの境界値(小)、Mの境界値(小)≤M< Mの境界値(大)、Mの境界値(大)≤M< Mの最大値として表示される。ここでのMの最小値及び最大値は、3.1.2項の(1)で述べた評価対象地震のマグニチュードの範囲の設定に係わるサブプログラムMAGNITで指定した最小値及び最大値である。ユーザーは、Mの境界値(小)及び境界値(大)の2つの項目を指定することによって3段階表示できる。○印の大きさは、ユーザーが半径(mm)として指定する。

活断層データの場合について述べる。活断層は、その経度・緯度に基づきプロットされる。活断層の存在の確からしさを表す確実度は、確からしさの程度によって定性的に確実度 I、II、IIIに分けられている。これらの違いを定量的に表示するために、それらを確率で表わす。これらの確率の違いを4段階に分けて、異なるシンボルで表す機能を用意している。確率(P)の4段階は、 $0 \leq P < \text{確実度境界(小)}$ 、 $\text{確実度境界(小)} \leq P < \text{確実度境界(中)}$ 、 $\text{確実度境界(中)} \leq P < \text{確実度境界(大)}$ 、 $\text{確実度境界(大)} \leq P < 1.0$ として表示される。ユーザーは、確実度境界の(小)、(中)、(大)の3つの項目を指定することによって4段階表示できる。活断層の年当りの平均変位速度を表す活動度は、その程度によって活動度A、B、Cに分けられ、それらは $10\text{m}/\text{千年} \leq A < 1\text{m}/\text{千年}$ 、 $1\text{m}/\text{千年} \leq B < 0.1\text{m}/\text{千年}$ 、 $0.1\text{m}/\text{千年} \leq C < 0.01\text{m}/\text{千年}$ のように1桁の範囲で定義されている。そのため、活動度A、B、Cはそれぞれの範囲の中間値として与えられる。これら平均変位速度の違いを3段階に分けて、異なるシンボルで表す機能を用意している。平均変位速度(V)の3段階は、活動度境界(小)  $\leq V <$  活動度境界(中1)、活動度境界(中1)  $\leq V <$  活動度境界(中2)、活動度境界(中2)  $\leq V <$  活動度境界(大)として表示される。ユーザーは、活動度境界の(小)、(中1)、(中2)、(大)の4つの項目を指定することによって3段階表示できる。

歴史地震データと活断層データの両方を対象とする場合には、上述した歴史地震データの場合と、活断層データの場合の両方の入力項目を用いる。

#### <入力項目>

I H F S W = 0	: 歴史地震データを作図する
= 1	: 活断層データを作図する
= 2	: 歴史地震データ及び活断層データの両方を作図する
I N U M	: 作図する地震群の個数
M O D E 1 = 0	: サイト周辺地図はあるが、日本全国地図はなし
= 1	: サイト周辺地図と、対象領域の範囲が図示されている日本全国地図の両方がある
M O D E 2 = 0	: マグニチュード別表示を行わない
= 1	: マグニチュード別表示を行う
U F S M	: マグニチュード別表示の境界値(小)
U F L A	: マグニチュード別表示の境界値(大)
R S M	: マグニチュードのシンボル○印のプロット半径(小)(mm)
R M E	: マグニチュードのシンボル○印のプロット半径(中)(mm)
R L A	: マグニチュードのシンボル○印のプロット半径(大)(mm)
D N A M E (I)	: 出力する地震群の名称
P F T 1 ~ P F T 3	: 確実度を表す確率に基づく境界値(小)、(中)、(大)
V F T 1 ~ V F T 4	: 活動度を表す年当り平均変位速度(m/千年)に基づく境界値(小)、(中1)、(中2)、(大)

## &lt;処理内容&gt;

- ① PLOT作業を開始する
- ② IHFSWが0, 1, 2それぞれの場合での処理内容について述べる。
  - a) IHFSW=0の場合（歴史地震データが対象の場合）
    1. HISMAPサブプログラムでの処理  
(歴史地震データに基づく地震群の検索)
    2. PLOMAPサブプログラムでの処理  
(対象領域の地図の作図)
    3. MODE1が1の時（サイト周辺地図と日本全国地図を図示する場合）  
ALLMAP（日本全国地図上へ対象領域の範囲の作図）での処理
    4. PLOHISサブプログラムでの処理  
(対象領域の地図上への歴史地震データのプロット)
    5. MODE2が1の時（マグニチュード別シンボルを図示する場合）、  
MGPLOT（マグニチュード別シンボルの大きさの分類）での処理
    6. 上述の2.~5.の処理を出力地震群の個数(IMUM)だけ繰り返す
    7. PLOT作業を終了する
  - b) IHFSW=1の場合（活断層データが対象の場合）
    1. FTMAPサブプログラムでの処理  
(活断層データに基づく地震群の検索)
    2. PLOMAPサブプログラムでの処理  
(対象領域の地図の作図)
    3. MODE1が1の時（サイト周辺地図と日本全国地図を図示する場合）  
ALLMAP（日本全国地図上へ対象領域の範囲の作図）での処理
    4. PLOFLTサブプログラムでの処理  
(対象領域の地図上への活断層データのプロット)
    5. PLOT作業を終了する
  - c) IHFSW=2の場合（歴史地震及び活断層データの両方が対象の場合）
    1. FTMAPサブプログラムでの処理  
(活断層データに基づく地震群の検索)
    2. HISMAPサブプログラムでの処理  
(歴史地震データに基づく地震群の検索)
    3. PLOMAPサブプログラムでの処理  
(対象領域の地図の作図)
    4. MODE1が1の時（サイト周辺地図と日本全国地図を図示する場合）  
ALLMAP（日本全国地図上へ対象領域の範囲の作図）での処理
    5. PLOFLTサブプログラムでの処理  
(対象領域の地図上への活断層データのプロット)
    6. PLOHISサブプログラムでの処理

(対象領域の地図上への歴史地震データのプロット)

7. MODE 2が1の時（マグニチュード別シンボルを図示する場合）、  
M G P L O T（マグニチュード別シンボルの大きさの分類）での処理
8. P L O T作業を終了する

(2) 評価対象地震の表示に係わるサブプログラム

- 1) 地震群データのチェックプリント (C H E C K)

<機能>

入力で指定する地震群データについて、チェックプリント・スイッチの内容をプリントする。

<入力項目>

N A M O L D : チェックプリントを出す地震群名称（以下の I C S W = 1, 2 のときのみ有効）

I C S W : チェックプリントスイッチ

= 1 ~ 地震群全体に係わるデータ（名称がブランクの時は全て出力）

= 2 ~ 震源に係わるデータ（名称がブランクの時は全て出力）

= 3 ~ マグニチュード分布に係わるデータ

= 4 ~ 作業域にセットされた地震群データ

<処理内容>

- ① チェックプリントスイッチに従ってチェックプリントを行う。
- ② 地震群名称が存在しない場合は、エラーメッセージを出力する。

2) 印刷量のコントロール (C N T L R P R)

<機能>

印刷の無駄を防止するために、印刷量をコントロールする。C H E C K ルーチンが呼ばれるたびに印刷される機能を一時的に停止する。

<入力項目>

I P R I : (0 : 機能する, 1 : 機能停止する)

### 3.4 地震ハザードの計算に用いるプログラム群

#### 3.4.1 概要

##### (1) 地震ハザードの表示方法

地震ハザードの計算に用いるプログラム群は、2.3節で述べたように地震ハザードを次のような種々のパラメータで表示できる。

解放基盤 もしくは 地表面	最大加速度 もしくは 最大速度	あるレベルの値の超過頻度 あるレベルの値の再来年数 もしくは あるレベルの値での発生頻度
もしくは		
解放基盤での速度応答スペクトル		
もしくは		
代表マグニチュード及び代表震央（源）距離		

##### (2) 地震ハザードの計算手順

地震ハザードを表す上述のパラメータのうち、次の3つを対象とした場合の計算手順について述べる。

- 1) 最大加速度
- 2) 速度応答スペクトル
- 3) 代表マグニチュード及び代表震央（源）距離

##### 1) 最大加速度をパラメータとした場合の地震ハザードの計算

ある地震によってもたらされるサイトでの地震動は、その地震の震源特性、途中の伝播特性及びサイト周辺の地盤特性の違いによってばらつく。そのため、地震ハザードの評価ではこのようなばらつきを考慮する必要がある。S H E A Tでは、これを次のように取り扱っている。

サイトから $\Delta_1$ なる距離のところで $M_1$ なる地震が発生するとした場合に、サイト解放基盤での地震動の最大加速度 $\alpha_1$ が最大加速度距離減衰式を用いて計算した値のまわりにある確率分布に従ってばらついていると仮定する。ここで、 $\alpha_1$ の中央値 $\bar{\alpha}_1$ は最大加速度距離減衰式 ( $f_{ATT}$ ) を用いて次のように計算できる。

$$\bar{\alpha}_1 = f_{ATT} (M_1, \Delta_1) \quad (3.9)$$

この $(M_1, \Delta_1)$ なる地震の発生頻度が $q^{F_1}$ であるとした場合に、 $(M_1, \Delta_1)$ なる地震によるサイト解放基盤での最大加速度のレベル毎の発生頻度は、図3.11の(a)のようになると考えられる。同様に、発生頻度が $q^{F_2}$ である地震 $(M_2, \Delta_2)$ によるサイト解放基盤での最大加速度のレベル毎の発生頻度は同図(b)のようになる。また、最大加速度 $\alpha_0$ が $(M_1, \Delta_1)$ なる地震によってもたらされる発生頻度 $q^{\xi_1} (\alpha_0)$ と、 $(M_2, \Delta_2)$ なる地震によってもたらされる発生頻度 $q^{\xi_2} (\alpha_0)$ も計算できる。

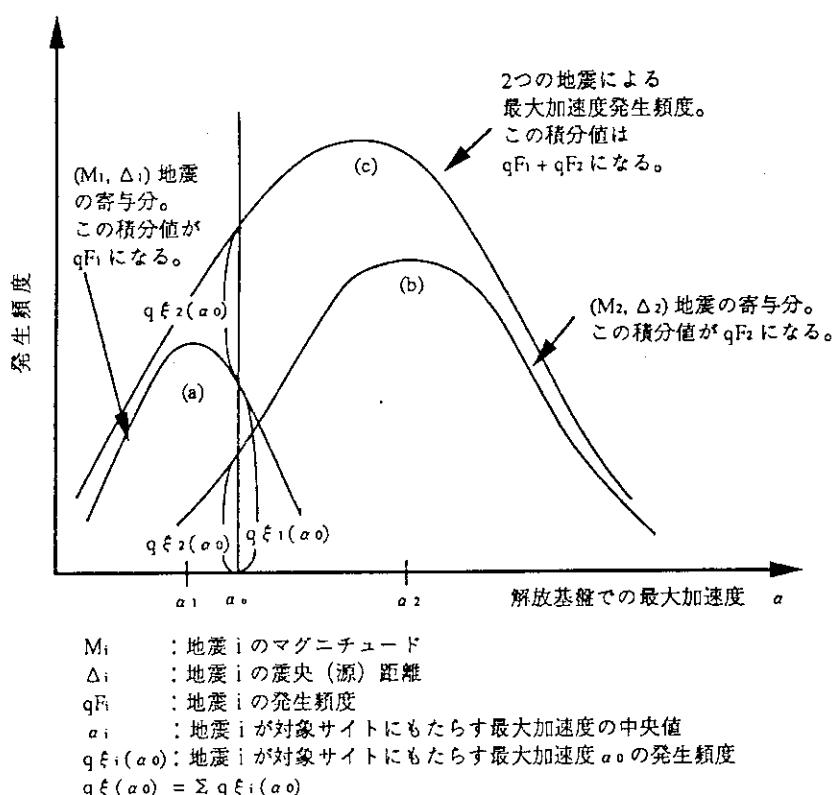


図 3.11 対象サイトにおける最大加速度での発生頻度の計算法

図 3.11 のように地震を 2 個しか考慮しない場合には、このサイトで  $\alpha_0$  なる解放基盤での最大加速度が生じる発生頻度 ( $q\xi(\alpha_0)$ ) は次式で計算できる。

$$q\xi(\alpha_0) = q\xi_1(\alpha_0) + q\xi_2(\alpha_0) \quad (3.10)$$

ところで、最大加速度がある値  $\alpha_0$  を超過する発生頻度  $Q^*(\alpha_0)$  は、次式で計算できる。

$$Q^*(\alpha_0) = \int_{\alpha_0}^{\infty} q\xi(\alpha) d\alpha \quad (3.11)$$

(3.10) 式で表されたものが、ある最大加速度レベルの値での発生頻度として表現された地震ハザードであり、(3.11) 式で表されたものが、ある最大加速度レベルの値の超過発生頻度として表現された地震ハザードである。

(3.9) 式がもし、地表面の最大加速度であった場合には、以上述べた手順と同じ手順により地表面の最大加速度レベルでの発生頻度及び超過発生頻度として計算できる。従って、解放基盤での最大加速度以外のパラメータについて地震ハザードを計算することは、計算プログラム上は単に距離減衰式の選択を変えるだけで良い。選択できる距離減衰式を表 3.5 に示す。以上の計算手順のフローを図 3.12 に示す。

表3.5 距離減衰式のテーブル

IATN	式名	距離減衰式
加速度	0 ユーザ入力	$\alpha = 10^{a-b\log R+cM}$
	1 金井式	$\alpha = (2\pi/T_G) * 10^{0.61M-(1.66+3.6R)\log R-(0.631+1.83/R)}$ $T_G = (0.000512M-0.00143) * (\Delta+100) + 0.02 \quad (40 \leq \Delta)$
	2 片山式	$\log \alpha = 2.308 - 1.637 \log(R+30) + 0.411M$
	3 McGuire式	$\alpha = 472.3 * 10^{0.278M} * (R+25)^{-1.301}$
	4 Oliveira式	$\alpha = 1230 * e^{0.8M} (R+25)^{-2.0}$
	5 Esteva and Villaverde式	$\alpha = 5600 * e^{0.8M} (R+40)^{-2.0}$
	6 亀田式	$\alpha = 349 * 10^{0.232M} / (\Delta+30)^{0.959}$ = 330 $(\Delta \geq \Delta_0) \approx 1$ $(\Delta < \Delta_0)$
	7 岡本式	$\alpha = 640 * 10^{(\Delta+40) \times (-7.604+1.724M-0.1036M)/100^2}$ (粗粒凝灰岩)
	8 篠・片山式	$\alpha = 6.85 * 10^{0.372M} * \Delta^{-0.866}$ (1種地盤)
	9 新耐震設計法式	$\alpha = 46 * 10^{0.208M} * (\Delta+10)^{-0.686}$ (1種地盤)
	10 渡部・藤堂式	$\alpha = 10^{0.440M-1.38\log R+1.04}$ (岩盤上)
	11 土木研究所式	$\alpha = 1073 * 10^{0.221M} * (\Delta+30)^{-1.251}$ (1種地盤)
	12 大崎式	$\alpha = 1.363 * 10^{0.549M} * \Delta^{-1.285}$
	13 電共研式	$\alpha = 10^{0.502M-(\log R+0.00493R)+0.0165}$
	14 安中式	$\alpha = 10^{0.614M+0.00501H-2.023\log R+1.377}$ $R = (\Delta+0.45H^2) + 0.22e^{0.699M}$
	15 表式&土木研究所式	飽和領域 : $\alpha = 9 * M^2$ 震央域 : $\alpha = 1073 * 10^{0.221M} * (\Delta+30)^{-1.251}$
	16 表式&大崎式	飽和領域 : $\alpha = 9 * M^2$ 震央域 : $\alpha = 1.363 * 10^{0.549M} * \Delta^{-1.285}$
	17 表式&土木研究所式	飽和領域 : $\alpha = 6 * M^2$ 震央域 : $\alpha = 1073 * 10^{0.221M} * (\Delta+30)^{-1.251}$
	18 表式&大崎式	飽和領域 : $\alpha = 6 * M^2$ 震央域 : $\alpha = 1.363 * 10^{0.549M} * \Delta^{-1.285}$
	19 金井式の適用限界 距離の考慮&金井式	飽和領域 : $\Delta_{Lim} = 0.624 * 10^{0.353M-1.134}$ での下式による $\alpha$ 震央域 : $\alpha = (2\pi/T_G) * 10^{0.61M-(1.66+3.6R)\log R-(0.631+1.83/R)}$ $T_G = (0.000512M-0.00143) * (\Delta+100) + 0.02$ $(\Delta \leq 40 : \Delta = 40)$

表3.5 距離減衰式のテーブル(つづき)

LATN	式名	距離減衰式
速 度	20 ユーザ入力	$v = 10^{m+b\log R+cM}$
	21 金井式	$\log v = 0.61M - (1.66+3.6/R) \log R - (0.631+1.83/R)$
	22 McGuire式 $\sigma = 0.63$	$v = 5.64 * 10^{0.401M} * (R+25)^{-1.202}$
	23 Esteva and Villaverde式	$v = 32 * e^M * (R+25)^{-1.7}$
	24 亀田式	$v = 2.65 * 10^{0.360M} / (\Delta + 30)^{0.893}$ $= 2.52 * 10^{0.144}$ ( $\Delta \geq \Delta_0$ ) ≈ 1 ( $\Delta < \Delta_0$ )

$$\text{※ 1 : } \Delta_0 = 1.06 * 10^{0.242M} - 30 \quad M \geq 6.0$$

$$= 0 \quad M < 6.0$$

M:マグニチュード H:震源深さ (km)  $\alpha$ :最大加速度 (Gal)

R:震源距離 (km)  $\Delta$ :震央距離 (km) v:最大速度 (Kine)

$T_g$ :岩盤における最大加速度の卓越周期 (sec)

$\Delta_{lim}$ :金井式の適用限界震央距離 (km)

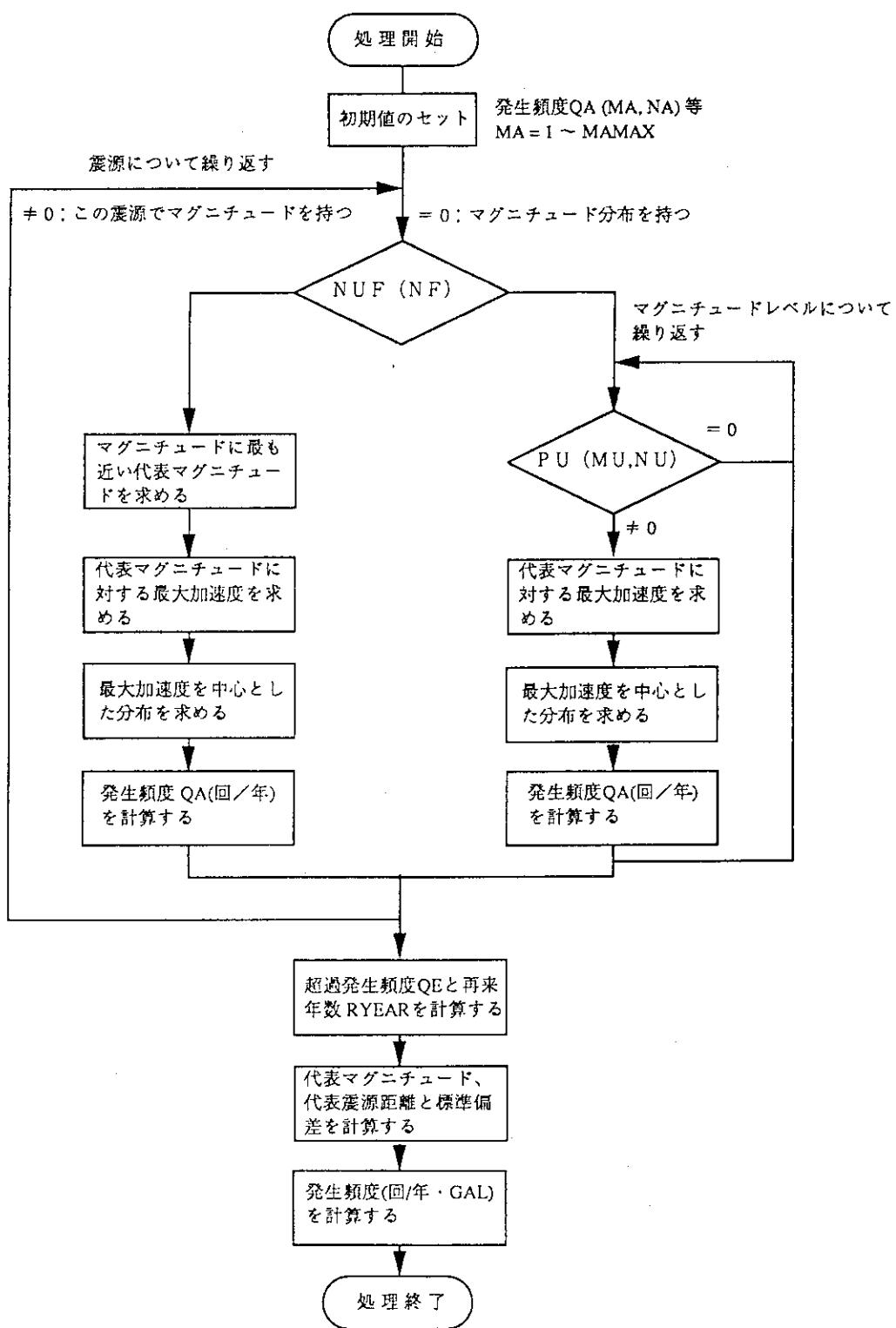


図3.12 地震ハザードの計算手順

### 震源近傍の地震動の計算

地震ハザード評価では、震源からサイトまでの地震動の伝播区間の全てで、地震動が距離減衰すると仮定して、距離減衰式を用いてサイトでの地震動を計算することが多い。震源からある範囲を超えた領域では地震動は距離減衰するが、この領域を震央域（減衰域）といい、この境界までの距離を震央域外縁距離という。しかしながら、震央域外縁距離内の領域（飽和領域）では距離減衰していないことが観測データから明らかにされている<sup>14)</sup>。従って、このような飽和領域でも距離減衰するとして評価した地震動は不確かである。

距離減衰式には、距離にかかるパラメータに飽和領域を考慮する係数が組込まれていることが多いものの、それでも不確かであるとして使用限界距離が記述されていることが多い。

S H E A T には、既存の距離減衰式の各式が示している使用限界外の領域での地震動を表現する機能を組んでいる。これらの機能について述べる。

- ① まず、震源近傍の飽和領域での地震動を一定値として表すと仮定し、この値を「表」の提案<sup>15)</sup>している最大加速度限界を表す  $9 M^2$  で計算した値とする。次いで、震央距離をパラメータとする既存の距離減衰式で計算した値を用いて、震央域（減衰域）の地震動を表す。そして、両者を組合せる。震央域外縁距離は、「表」と既存の距離減衰式それぞれで計算した最大加速度が等しくなる震央距離とする。ここで、Mはマグニチュードを表す。
- ② 震源近傍の飽和領域での地震動を「表」の提案している最大加速度限界を表す  $6 M^2$  で計算した値を用いて表す。これ以降の考え方は、上述の①と同様である。
- ③ 使用限界距離がMの関数として記述され、震源距離をパラメータとしている金井式<sup>16)</sup>を対象とする。まず、震源近傍の飽和領域での地震動を一定値として表すと仮定し、この値を金井式の使用限界距離での値とする。次いで、震央域の地震動を金井式を用いて計算した値を用いて表す。そして、両者を組合せる。
- ④ 震源近傍の地震動の飽和現象を取り入れている式を用いる。これに該当するものとして、安中によって提案<sup>17)</sup>されている式があり、これを用いる。

以上のような機能も選択できるようにこれらの内容を表3・5の中に示す。

## 地震動のばらつきの計算

地震動のばらつきを表す確率分布として、S H E A T では次の3種類の分布を用意している。

- ① 対数正規分布
- ② 上限打切りを考慮した対数正規分布
- ③ ベータ( $\beta$ )分布

以下に、3種類の分布について述べる。

### ① 対数正規分布

マグニチュード  $m_1$ 、震央距離  $r_1$  の地震によってもたらされる最大加速度  $\alpha_1$  の中央値  $\alpha_{m,1}$  が、(3.9) 式の距離減衰式によって計算された場合に、サイトで予想される  $\alpha$  の対数正規分布の確率密度関数は次式で与えられる。

$$f(\alpha_1) = 1/\{\sqrt{2\pi}\alpha_1\xi\} \cdot \exp\{-(\ln\alpha_1 - \ln\alpha_{m,1})^2/2\xi^2\} \quad (3.12)$$

ここで、 $\xi$  は対数標準偏差を表わす。 $\xi$  の値としては、距離減衰式を作成した時の不確実さを表す標準偏差を用いる。

### ② 上限打切りを考慮した対数正規分布

(3.12)式で示した対数正規分布では、無限に大きな加速度までを考慮することになる。これは、地震動の大きさが有限であるという実際の現象と物理的に異なり不合理である。これを解消する1つの方法として、最大加速度を有限の範囲で打切る方法が考えられる。しかしながら、この範囲については、ユーザーが入力で与えねばならない。

### ③ ベータ( $\beta$ )分布

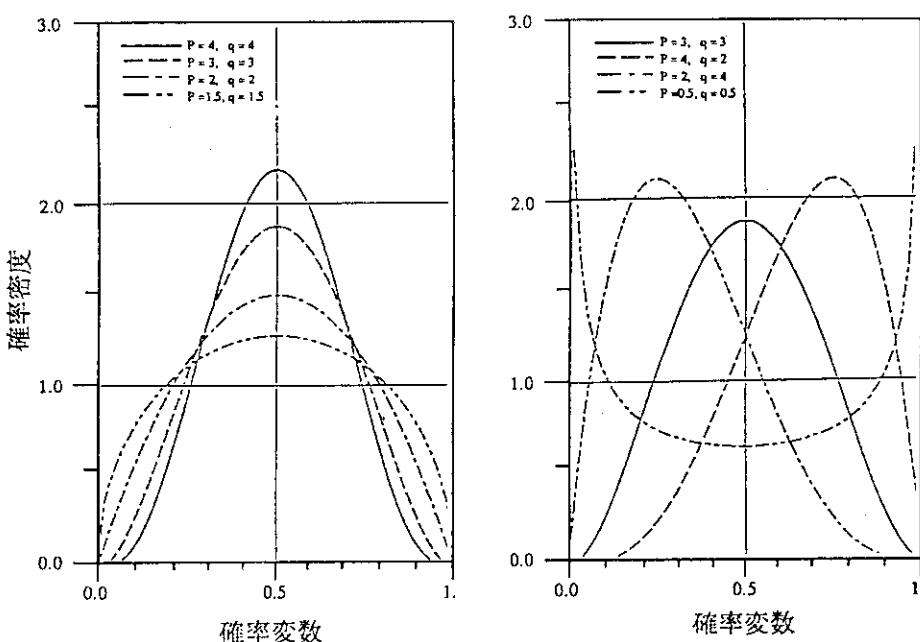
対数正規分布を用いた場合の不合理を解消するもう1つの方法としては、確率変数をとる上で、下限値が有限の場合に常用されている  $\beta$  分布を用いる方法が考えられる。この分布で変数の値が0と1の間に限られている場合には、この分布の確率密度関数は次式で表される。

$$f_p(\alpha) = \{1/B(p,q)\} \cdot \alpha^{p-1} \cdot (1-\alpha)^{q-1} \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

ここで、 $p$  及び  $q$  は分布のパラメータであり、共に正の値である。 $B(p, q)$  はベータ関数であり、ガンマ関数( $\Gamma$ )を用いて次式で表される。

$$B(p,q) = \Gamma(p) \Gamma(q) / \Gamma(p+q)$$

$\beta$  分布の分布形は、図 3. 13 示すように  $p = q$  のとき対称形となる。そのため、本プログラムでは  $p$  の値のみを入力とする。この図から  $p = 3, 4$  が正規分布に近い形となることが分かる。

図 3.13  $\beta$  分布の分布形

## 2) 速度応答スペクトルをパラメータとした場合の地震ハザードの計算

速度応答スペクトルとしては、渡部・藤堂<sup>18)</sup>が提案している岩盤上における次の式を用いる。

$$\log S_v(M, R, h, T) = 0.607M - 1.19\log R - 1.15 + g_1(M, T) - g_2(R, T) + g_3(h, T)$$

ここで、Mはマグニチュード、Rは震源距離(km)、hは減衰定数(%)及びTは周期(秒)を表す。 $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ は次のように表わされる。

$$\begin{aligned} g_1(M, T) &= a_1 \{1 - (T/a_2)a_3\} \{1 + T \cdot \exp(1 - a_4 T)\} \\ g_2(R, T) &= 0.25 R^{0.1} (1/\sqrt{T} - 1) \\ g_3(h, T) &= 1/2 \log[\{\log_e 2.72 (4\pi n h / 1.78 + 1)\} \\ &\quad \times \{1 - \exp(-4\pi n h)\} / 4\pi n h] \end{aligned}$$

これらの式の中の  $a_1 \sim a_4$  及び  $n$  は、それぞれ次のように表される。

$$a_1 = 0.015 / (M/8)^{1/4} + 0.055$$

$$a_2 = 0.045 \times 1.6^M$$

$$a_3 = 1.8 \times (M/8)^{1/3} / \{(M/8)^{1/3} + 0.15\}$$

$$a_4 = 0.1 / (M/8)^{1/5} + 0.9$$

$$n = T_{ed} / T = (10^{0.31M-1.20}) / T$$

ここで、 $T_{ed}$ は定常な地震動の継続時間(秒)である。

### 3) 代表マグニチュード及び代表震央（源）距離の計算手順

1章で述べた第2タスクの建屋・機器・配管の現実的応答評価において、現実的応答は、次の地震動パラメータ、①地震動強度（最大加速度・最大速度・最大変位）、②地震動継続時間、③卓越周期、④スペクトル形状、によって大きく影響され得る<sup>11)</sup>、<sup>12)</sup>ので、本来これらのパラメータで表現されるべきである。しかしながら、現実的応答を地震動強度（最大加速度等）だけを用いて表現している。そのため、他のパラメータの影響について検討しておくことの重要性が指摘されている<sup>13)</sup>。S H E A Tは、これらのパラメータを現実的応答評価に取込めるようにするために、地震ハザードを代表的なマグニチュード $\bar{M}$ と代表的な震央距離 $\bar{\Delta}$ で表現する機能を有している。 $\bar{M}$ と $\bar{\Delta}$ は、①～④のパラメータがいずれも、マグニチュード（M）及び震央距離（Δ）と関数関係にあることに注目して、亀田が提案している「ハザード適合マグニチュード $\bar{M}$ 」と「ハザード適合震央距離 $\bar{\Delta}$ 」を応用したものである<sup>14)</sup>。以下に、 $\bar{M}$ と $\bar{\Delta}$ の計算方法について述べる。

#### 代表マグニチュード $\bar{M}$ と代表震央距離 $\bar{\Delta}$ の計算方法

図3.11に示すように対象とする地震を2個とした場合を例として述べる。(3.10)式に示す解放基盤での最大加速度 $\alpha$ をもたらす代表マグニチュードの平均値 $\bar{M}_M(\alpha)$ は、次式で計算できる。

$$\bar{M}_M(\alpha) = \frac{q\xi_1(\alpha)M_1 + q\xi_2(\alpha)M_2}{q\xi(\alpha)} \quad (3.13)$$

代表震央距離の平均値 $\bar{\Delta}_M(\alpha)$ についても、(3.13)式と同じように計算して求め得る。

$$\bar{\Delta}_M(\alpha) = \frac{q\xi_1(\alpha)\Delta_1 + q\xi_2(\alpha)\Delta_2}{q\xi(\alpha)} \quad (3.14)$$

また、この $\bar{\Delta}_M(\alpha)$ は、(3.9)式に $\bar{M}_M$ と $\bar{\Delta}_M$ を代入した次式を満足するように、逆算で求めることもできる。

$$\bar{\alpha} = f_{ATT}(\bar{M}_M, \bar{\Delta}_M) \quad (3.15)$$

この逆算方法について述べる。最大加速度 $\alpha$ と(3.13)式から求めた代表マグニチュードの平均値 $\bar{M}_M(\alpha)$ が求められている時、表3.6に示す最大加速度距離減衰式の逆算式を用いて代表震央（源）距離を求める。表中の片山、McGuire、Oliveria、Esteva and Vilaverde、渡部・藤堂及び安中の各式については、平均震源距離を求める。また、金井及び電共研の両式については、収束計算により平均震源距離を求める。式中には、最大速度距離減衰式の逆算式も示している。

表3.6 代表震央(源)距離算定のための距離減衰式の逆算式

IATN	式名	逆算式
0	ユーザー入力	$R = 10^{(A+CM-\log A)/B}$
最 大 加 速 度	1 金井式	収束計算による
	2 片山式	$R = 10^{(2.308+0.411M-\log A)/1.637} - 30.0$
	3 McGuire式	$R = 10^{(0.278M-\log A/472.3))/1.301} - 25.0$
	4 Oliveira式	$R = (1230 * e^{0.8M/A})^{0.5} - 25.0$
	5 Esteva and Villaverde式	$R = (5600 * e^{0.8M/A})^{0.5} - 40.0$
	6 亀田式	$\Delta = 10^{(\log(349/A)+0.232M)/0.959} - 30$
	7 岡本式	$\Delta = \log(A/640) / (-7.604 + 1.724M - 0.1036M^2) * 100.0 - 40.0$
	8 篠・片山式	$\Delta = 10^{(0.372M-\log(A/6.85))/0.866}$
	9 新耐震設計方式	$\Delta = 10^{(0.208M-\log(A/4.6))/0.686}$
	10 渡部・藤堂式	$R = 10^{(0.44M+1.04-\log A)/1.38}$
	11 土木研究所式	$\Delta = 10^{(0.221M-\log(A/1073))/1.251} - 30.0$
	12 大崎式	$\Delta = 10^{(0.549M-\log(A/1.363))/1.285}$
	13 電共研式	収束計算による
	14 安中式	$R = 10^{(0.614M+0.0050111+1.377-\log(A))/2.023}$ $\Delta = (R - 0.22e^{0.699M})^2 - 0.45H^2)^{0.5}$
最 大 速 度	20	$R = 10^{(A+CM-\log V)/B}$
	21 金井式	収束計算による
	22 McGuire $\sigma = 0.63$	$R = 10^{(0.401M-\log(V/15.64))/1.202}$ $R = e^{(\ln(32/V)-M)/0.7}$ $R = e^{(\ln(32/V)-M)/0.7} - 25.0$
	23 Esteva and Villaverde	$R = e^{(\ln(32/V)-M)/0.7}$ $R = e^{(\ln(32/V)-M)/0.7} - 25.0$
	24 亀田式	$\Delta = 10^{(\log(2.65/V)-0.36M)/0.893}$ $\Delta = 10^{(\log(2.65/V)-0.36M)/0.893} - 30.0$

M : マグニチュード、 R : 震源距離 (km) 、  $\Delta$  : 震央距離 (km) $\alpha$  : 最大加速度 (Gal) 、 V : 最大速度 (Kine)

A, B, C : ユーザ入力の係数

### 代表マグニチュード $\bar{M}$ と代表震央距離 $\bar{\Delta}$ の90%信頼区間の計算方法

$\bar{M}$ と $\bar{\Delta}$ の平均値以外にこれらの90%信頼区間、即ち信頼度5%及び95%での値も計算できる。これらの値は、対象とする地震群内の地震のマグニチュードと震央(源)距離のヒストグラム分布における信頼度5%、95%での値とする。これらの値は、地震のマグニチュードと震央距離が正規分布すると仮定して、 $\bar{M}$ の標準偏差 $\bar{M}_s$ と $\bar{\Delta}$ の標準偏差 $\bar{\Delta}_s$ を計算し、これらの値を用いて求める。 $\bar{M}$ と $\bar{\Delta}$ の平均値、信頼度5%及び95%での値の計算方法は、表3.7に示すように選択できる。

代表マグニチュードの標準偏差 $\bar{M}_s(\alpha)$ を(3.16)式で求め、90%信頼区間を(3.17)式により求める。

$$\bar{M}_s(\alpha) = \sqrt{\frac{1}{n} \left( \sum_i q_{\xi_1}(\alpha) \cdot (M_i - \bar{M}_m(\alpha))^2 \right) / q_{\xi}(\alpha)} \quad (3.16)$$

$$\bar{M}_{90}(\alpha) = \bar{M}_m(\alpha) \pm 1.63 \cdot \bar{M}_s(\alpha)^2 \quad (3.17)$$

ここで、 $q_{\xi}(\alpha)$ は $\alpha$ なる最大加速度が発生する頻度、 $q_{\xi_1}(\alpha)$ は最大加速度 $\alpha$ が $(M_i, \Delta_i)$ なる地震によってもたらされる頻度、 $M_i$ は各地震のマグニチュードを表す。また、 $\bar{M}_m(\alpha)$ は最大加速度 $\alpha$ をもたらす代表マグニチュードの平均値、nは地震の数である。

代表震央(源)距離 $\bar{\Delta}$ の90%信頼区間は、 $\bar{\Delta}$ の標準偏差 $\bar{\Delta}_s$ を(3.16)式と同様に求めた上で、(3.17)式と同様に求め得る。また、この代表震央(源)距離の90%信頼区間は、(3.17)式で求めた代表マグニチュードの90%信頼区間の値を用いて、距離減衰式から逆算して求めることもできる。

### (3) 地震ハザードの計算に用いるプログラム群の構成

このプログラム群には、最大地震動の計算に係わるサブプログラム、応答スペクトルの計算に係わるサブプログラム及び最大地震動や応答スペクトルをなめらかな曲線に変更したり、複数の地震ハザードの計算結果を統合したりすることに係わるサブプログラムがある。地震ハザードの計算に用いるプログラム群を構成するサブプログラムの一覧を表3.8に示す。

表3.7 代表マグニチュードと代表震央（源）距離の  
平均値および信頼度5、95%での値の計算方法

ICALSW	代表マグニチュード		代表震央（源）距離	
	平均 値	信頼度5,95%での値	平均 値	信頼度5,95%での値
0	加重平均 <sup>1)</sup>	ヒストグラム <sup>2)</sup>	加重平均	ヒストグラム
1	加重平均	正規分布 <sup>3)</sup>	加重平均	正規分布
2	加重平均	ヒストグラム	逆 算 <sup>4)</sup>	ヒストグラム
3	加重平均	正規分布	逆 算	逆 算 <sup>5)</sup>

注1) (3・13)式で計算する。

- 2) 代表マグニチュード、代表震央（源）距離が正規分布すると仮定し、信頼度5%、95%での値を計算する。
- 3) 加重平均で求めた代表マグニチュードの中央値を用いて、距離減衰式から震央（源）距離の平均値を逆算する。
- 4) 代表マグニチュードの信頼度5、95%の値を用いて、距離減衰式から代表震央（源）距離の信頼度5、95%の値を逆算する。

表3.8 地震ハザードの計算に用いるプログラム群内のサブプログラム

	名 称	処 理 内 容
最動 大の 地計 震算	① HAZARD	地震ハザード表示パラメータ及び代表マグニチュード・代表震央距離計算の指定
	② ACRNG	サイト位置及び最大地震動の計算範囲の設定
	③ ATTEN	距離減衰式・分布関数・対数標準偏差の設定
速答クの 度スト計 応ベル算	④ ASPEC	応答スペクトルの計算範囲・減衰定数の設定
地   終め 震ド果ら統 ハ計のか合 ザ算な化	⑤ SMOOTH	地震ハザード曲線のなめらか曲線への変更
	⑥ HAZSUM	地震ハザードの統合

※ 表中の○印内の数字は、4.2節で述べる入力データ識別IDに付けた○印内の数字に対応する。

### 3.4.2 サブプログラムの機能・入力項目・処理内容

#### (1) 最大地震動の計算に係わるサブプログラム

最大地震動の計算に係わるサブプログラムでは、次のような処理が行われる。

- 1) 地震ハザードの表示パラメータ及び代表マグニチュード・震央距離計算の設定
- 2) サイト位置及び最大地震動の計算範囲の設定
- 3) 距離減衰式・分布関数・標準偏差の設定

これらの各処理に対し、それぞれサブプログラム HAZARD、ACRNG、ATTENを用意してある。これらは必ず3つセットで用いられる。以下、各サブプログラムの内容について述べる。

#### 1) 地震ハザードの表示パラメータ及び代表マグニチュード・震央距離計算の設定

##### (HAZARD)

###### <機能>

地震ハザードを最大加速度・最大速度・速度応答スペクトルのいずれで表示するかを設定すると共に、それらの計算結果を図化する場合に対数表示するか線形表示するかを設定する。代表マグニチュード・代表震央距離の計算方法を設定する。

###### <入力項目>

N A M E G	: 地震ハザードの名称
I D A T A	: 地震動を表わすパラメータ(最大加速度、最大速度、速度応答スペクトル)
N G H	: 対象とする地震群の数(最大200個)
M S W	: 地震ハザード曲線の横軸の種類(0:対数、0以外:等分)
N S W	: 地震ハザード曲線の縦軸の種類(0:対数、0以外:等分)
I C A L S W	: 代表マグニチュード、代表震央(源)距離の計算方法 表3.7に示すスイッチ番号に対応して指定する

R D D U	: 代表震央(源)距離を求めるときに用いるヒストグラムを作成する場合の震央(源)距離のきざみ幅(km)
---------	---

I P S W	: チェックプリント(0:OFF,1:ON)
---------	------------------------

L G H	: 計算の対象とする地震群の名称
-------	------------------

###### <処理内容>

処理内容の詳細は、3.4.1項の(2)で述べているので省略する。

#### 2) サイト位置及び最大地震動の計算範囲の設定(ACRNG)

###### <機能>

対象とするサイトの位置を表す経度・緯度と、最大地震動の計算範囲を表す上下限値を設定する。

###### <入力項目>

X S I T E、Y S I T E	: サイトの経度(度)、サイトの緯度(度)
---------------------	-----------------------

A M I N	: 計算する最大加速度(Gal)または最大速度(kine)の下限値
---------	-----------------------------------

A M A X	: 計算する最大加速度(Gal)または最大速度(kine)の上限値
---------	-----------------------------------

M A M A X	: A M I N～A M A Xの範囲を分割する数(最大100個)
-----------	------------------------------------

## 3) 距離減衰式・分布関数・標準偏差の設定 (ATTEN)

## &lt;機能&gt;

最大地震動の中央値を計算する地震動距離減衰式、距離減衰式のばらつきを表わす分布関数及びその分布関数の標準偏差を指定する。

## &lt;入力項目&gt;

IATN : 距離減衰式を設定するスイッチ番号。

表3.5に示すスイッチ番号に対応している。

AA      IATN=0 OR 20の時に次式の係数(AA,BB,CC)をユーザー入力する

$$\left. \begin{array}{l} \text{BB} \\ \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Log } \alpha = \text{AA} - \text{BB} \cdot \log_{10} R + \text{CC} \cdot M \\ \text{Log } V = \text{AA} - \text{BB} \cdot \log_{10} R + \text{CC} \cdot M \end{array} \right.$$

CC       $\alpha$ 、V: 最大加速度、最大速度、M: マグニチュード、R: 震源距離

IOP : 距離減衰式のばらつきを表わす分布関数

SIGMA : 標準偏差

PARAM :  $\beta$  分布のパラメータ P 値

ACUT : 上限打切り値

## &lt;処理内容&gt;

処理内容の詳細は、3.4.1項の(2)で述べているので省略する。

## (2) 速度応答スペクトルの計算に係わるサブプログラム

## 1) 速度応答スペクトルの計算範囲及び減衰定数の設定 (SPEC)

## &lt;機能&gt;

速度応答スペクトルは、渡辺・藤堂が提案した岩盤上における式を用いる。速度応答スペクトルの計算範囲を表す周期の上下限値や減衰定数を設定する。

## &lt;入力項目&gt;

ITIN : 周期の入力方法

TMIN : 周期の下限値

TMAX : 周期の上限値

NTMAX : 周期の個数

BETA : 減衰定数 (%)

## &lt;処理内容&gt;

詳細は、3.4.1項の(2)に述べているので省略する。

(3) 地震ハザード曲線のなめらかな曲線への変更及び地震ハザードの統合に係わるサブプログラム

サブプログラム HAZARD が 1 回呼ばれると、入力で指定する距離減衰式、サイトの位置等から 1 つの地震ハザードの計算結果（年当りの地震の発生頻度、代表マグニチュード、代表震央（源）距離、超過発生頻度、再来年数）と、地震ハザード名 LA (NA) が得られる。NA は HAZARD を呼ぶ前は 0 で、1 回呼ばれる毎にカウントされるインデックスで、計算結果の管理や図化はこの地震ハザード名 LA (NA) で制御される。また、これらの計算結果は配列に格納されると共に、地震ハザード図示用ファイル(1)の FT30 に出力される。一方、応答スペクトルの計算を行った場合には、各周期における超過発生頻度及び再来年数をパラメータとする地震ハザードは、地震ハザード図示用ファイル(2)の FT90 に出力される。

これらの計算結果の中で、最大加速度又は最大速度をパラメータとする地震ハザードに対しては、次のような変更処理が行われる。

- 1) 地震ハザード曲線のなめらかな曲線への変更
- 2) 地震ハザードの統合

これらの処理に対し、それぞれサブプログラム SMOOTH 及び HAZSUM を用意してある。これらのサブプログラムが呼ばれた時も NA はカウントされ、新たな地震ハザード名称 LA (NA) として登録される。以下に、各サブプログラムの内容について述べる。

1) 地震ハザード曲線のなめらかな曲線への変更 (SMOOTH)

<機能>

計算で得られた地震ハザード曲線をなめらかな曲線に変更する。

<入力項目>

NAMOLD : 変更前の地震ハザード

NAMNEW : 変更後の地震ハザード

IKSW : 近似式選択スイッチ

<処理項目>

- ① 近似式選択スイッチで指定した式の形により、計算で得た地震ハザードをなめらかにする。スイッチ番号は、表 3. 9 の番号に対応する。
- ② 近似式選択スイッチを指定しない (0 の時) 場合には、最も相関係数の良い式の形を選択する。

表 3.9 地震ハザード曲線をスムーズイングするための式

	種類	$IKSW = 4$ のとき	$IKSW = 2, 3$ のとき
対数	1	$\log y = a \log x + b$	$y = a \log x + b$
	2	$\log y = a / \log x + b$	$y = a / \log x + b$
	3	$1 / \log y = a \log x + b$	$1 / y = a \log x + b$
	4	$1 / \log y = a / \log x + b$	$1 / y = a / \log x + b$
線形	1	$\log y = ax + b$	$y = ax + b$
	2	$\log y = a / x + b$	$y = a / x + b$
	3	$1 / \log y = ax + b$	$1 / y = ax + b$
	4	$1 / \log y = a / x + b$	$1 / y = a / x + b$

## 2) 地震ハザードの統合 (HAZSUM)

## &lt;機能&gt;

2つの異なる地震ハザードを呼び出し、それらを足し合わせた地震ハザードを作成する。

## &lt;入力項目&gt;

NAM01, NAM02 : 取り出す地震ハザード名称

NAMNEW : 新たに作成する地震ハザード名称

## &lt;処理項目&gt;

- ① 2つの異なる地震ハザード名称を検索し、それぞれの発生頻度を足し合わせる。
- ② それぞれのマグニチュード、震源距離から代表的なマグニチュード、震源距離を求める。
- ③ ①で求めた発生頻度から、超過発生頻度および再来年数を求める。
- ④ 次元の異なる地震ハザード（加速度と速度）を加算しようとした時はエラーメッセージを出力し、処理を中止する。
- ⑤ NAMNEWの地震ハザード名称で、新たに登録を行う。

### 3.5 地震ハザードの図化に用いるプログラム群

#### 3.5.1 地震ハザードの図化に用いるプログラム群の構成

地震ハザードの図化に用いるプログラム群は、最大加速度・最大速度及び速度応答スペクトルを図示するものと、距離減衰式の距離減衰特性を図化するものから構成されている。表3.10に地震ハザードの図化に用いるプログラム群のサブプログラムを示す。

表3.10 地震ハザードの図示に用いるプログラム群内の  
サブプログラム

名 称	処 理 内 容
① PLOTAV	最大加速度、最大速度による計算結果の図示
② PLOTS P	速度応答スペクトルによる計算結果の図示
③ PLOTEP	地震動距離減衰式の距離減衰特性の図示

※ 表中の○印内の数字は、4.2節で述べる入力データ識別IDに付けた  
○印内の数字に対応する。

#### 3.5.2 サブプログラムの機能・入力項目・処理内容

地震ハザードの図化に係わるサブプログラムでは、次のような処理が行われる。

- (1) 最大加速度・最大速度表示の地震ハザードの図化
- (2) 応答スペクトル表示の地震ハザードの図化
- (3) 距離減衰式の距離減衰特性の図化

これらの各処理に対し、それぞれサブプログラムPLOTAV、PLOTS P及びPLOTEPを用意している。以下に、各サブプログラムの内容について述べる。

##### (1) 最大加速度・最大速度表示の地震ハザードの図化 (PLOTAV)

###### <機能>

HAZARDやHAZSUMを用いて最大加速度や最大速度をパラメータとする、超過発生頻度、地震動レベル当たりの発生頻度、代表マグニチュード、代表震央距離、再来期間及び信頼度区間（信頼度5%、95%）で表現した地震ハザードを図化する。図化に当っては、同一パラメータのものは5つまで重ね合せて図化できる。

###### <入力項目>

- I KO : 重ね書きの数（地震ハザードの数）
- I Z U (1) : 発生頻度（超過発生頻度、地震動レベル当たりの発生頻度）の図化スイッチ
- I Z U (2) : 代表的マグニチュードの図化スイッチ
- I Z U (3) : 代表的震央（源）距離の図化スイッチ
- I Z U (4) : 超過発生頻度の図化スイッチ
- I Z U (5) : 再来年数の図化スイッチ
- I S I G : 信頼区間の図化スイッチ
- M O D E : 作図モード
- I P S W : チェックプリントスイッチ (0:OFF, 1:ON)
- N A M O i : 地震ハザード名称、iは地震ハザード名称番号を表わす。
- I P L (i) : 作図線の種類を表わすスイッチ

## (2) 速度応答スペクトル表示の地震ハザードの図化 (PLOTSP)

## &lt;機能&gt;

ASPECで計算した速度応答スペクトルで表わした地震ハザードを図化する。

## &lt;入力項目&gt;

**I R S P** : 入力ファイルにある全周期の速度応答スペクトルの超過確率、再来年数を図化するスイッチ。

1 : 図化する速度応答スペクトルの周期を入力し、この周期における超過確率、再来年数を図化する。

2 : 期待年数を入力し、期待される速度応答スペクトルを作成し、図化する。

**N R S P** : 周期の個数（最大50個）

**T P (i)** : 地震ハザード名称、iは地震ハザード名称番号を表わす。

## (3) 距離減衰式の距離減衰特性の図化 (PLOTEP)

## &lt;機能&gt;

距離減衰式の距離減衰特性を震央距離、震源距離及びマグニチュードをパラメータとして図化する。

## &lt;入力項目&gt;

**I A T N** : 表3.5に記載されている距離減衰式の指定スイッチ。

**D I P S** : 震源の深さ (km) を指定する。

**X M A X** : グラフX軸（震央距離(km)）の最大値。省略の時は、200kmとなる。

**Y M A X** : グラフY軸（最大加速度 (Gal)）の最大値。

省略の場合には、計算結果の最大値となる。

**M O D E** : 作図モードの指定。

0 : メモリ線を表示せず。1 : メモリ線を表示する。

**M 1 ~ M 5** : グラフへ計算出力されるマグニチュード。

M1から指定し、省略されるまで図示する。

**AA, BB, CC** : 表3.5に記載されている距離減衰式の指定スイッチを0にした場合のユーザー入力の距離減衰式の係数。

## 4. 入出力マニュアル

### 4.1 入出力マニュアルの概要

#### (1) 入力データの作成方法

S H E A T は、第 2 章で述べたように次の 5 つのプログラム群から構成されている。

- ・ 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群
- ・ 地震群データの変更に用いるプログラム群
- ・ 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群
- ・ 地震ハザードの計算に用いるプログラム群
- ・ 地震ハザードの図示に用いるプログラム群

S H E A T では、各プログラム群を構成するサブプログラムと必要な入力データを用いて種々の処理が行われるが、各サブプログラム用の入力データを作成するために、各サブプログラムに対応する「入力データ識別 I D」を定義している。この入力データ識別 I D は、先頭 8 カラム内の入力データ識別用の文字と、先頭 8 カラム以降の入力項目とからなる。このように、入力データ識別用の文字の後に処理に必要なデータを入力する形式を採用しているのは、サブプログラムの操作性をよくするためである。入力データ識別 I D の名称は、サブプログラムの名称と同じ名称として表される。

各プログラム群を構成するサブプログラムは、入力データ識別 I D の判別を行った上で、入力項目を読み込み、読み込まれたデータはファイルに保管される。そのため、入力データ識別 I D に基づくデータを一度に作成した上で、計算を実行する必要はない。各サブプログラムを順番に実行するのに必要なデータだけを作成して、段階的に計算処理が行われる。入力データ識別 I D の内容については、上述の 5 つのプログラム群の順番に 4.2 節で述べる。

#### (2) 入力データと処理結果の具体的な出力例

地震ハザードの計算結果は、一般にある最大加速度を超える地震動の超過発生頻度(回/年)やある最大加速度レベル以上の地震動が来襲する再来年数として表現される。これ以外に、S H E A T では炉心損傷の発生頻度評価における応答評価に繋げるために、最大加速度(又は最大速度)レベル毎の発生頻度(回/(年·Gal))としても表示できるようにしている。同様の理由で、最大加速度レベルの地震動をもたらす代表的な地震のマグニチュードと代表的な震央(源)距離、並びにこれらの 90% 信頼区間での値も表現できるようにもしている。そして、これらのすべての計算結果を図化表示もできる。

入力データ識別カードによる入力データの作成方法や計算結果の理解を深めるために、入力データと出力データの具体的な例を 4.3 節に示す。

#### (3) ジョブ制御文及びエラーメッセージ

S H E A T コードを実行する場合のジョブ制御文と、エラーメッセージについては、4.4 節で述べる。

#### 4. 2 入力データ識別IDの内容

##### (1) 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群に係わる入力データ識別ID

歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDは、表3. 1の歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群内の10種類のサブプログラムに対応している。4.1節の(1)で述べたように各入力データ識別ID名称と表3. 1に示す10種類のサブプログラムの名称は、同じ名称となっている。地震群データへの変換用入力データ識別IDの入力フォーマットを表4. 1に示す。表中の○印内の数字は、表3. 1の○印内の数字に対応する。

ユーザーが、目的に応じ上述の入力データ識別IDカードを指定すると、地震群データへの変換用プログラム群がこれを判別した上で、所定の処理を行い評価対象地震を作成し、評価対象地震ファイルFT20に格納する。

##### (2) 地震群データの変更に用いるプログラム群に係わる入力データ識別ID

地震群データの変更に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDは、表3. 2の地震群データ変更用プログラム群内の17種類のサブプログラムに対応している。各入力データ識別ID名称と表3. 2に示す17種類のサブプログラムの名称は、同じ名称となっている。地震群データ変更用の入力データ識別IDの入力フォーマットを表4. 2に示す。表中の○印内の数字は、表3. 2の○印内の数字に対応する。

ユーザーが、目的に応じ上述の入力データ識別IDカードを指定すると、地震群データ変更用プログラム群がこれを判別した上で、所定の処理内容に基づき評価対象地震を変更し、評価対象地震ファイルFT20に格納する。

##### (3) 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別ID

評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDは、表3. 4の評価対象地震図示・表示用プログラム群内の3種類のサブプログラムに対応している。入力データ識別ID名称と表3. 4に示す3種類のサブプログラムの名称は、同じ名称となっている。評価対象地震図示・表示用の入力データ識別IDの入力フォーマットを表4. 3に示す。表中の○印内の数字は、表3. 4の○印内の数字に対応する。

ユーザーが、目的に応じ上述の入力データ識別IDカードを指定すると、評価対象地震図示・表示用プログラム群がこれを判別し、所定の処理内容に基づき評価対象地震を図示・表示する。評価対象地震図示用の入力データ識別IDカードPLOTMPを設定することにより、歴史地震または活断層の分布位置を図示することができる。歴史地震は、マグニチュードの違いによって3つのランクに区分され、それぞれのランクに対応した大きさのシンボルで図示される。活断層は、確実度を表す確率の違いによって4つのランクに、また活動度を表す平均変位速度の違いによって3つのランクに区分され、それぞれのランクに対応したシンボルで図示される。評価対象地震表示用の入力データ識別IDカードCHECKを設定することにより、評価対象地震に係わるチェックプリントが行われる。また、CNTLPRを設定することにより、入力で指定する印刷量で

印刷が行われる。

#### (4) 地震ハザードの計算に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID

地震ハザードの計算に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID は、表 3. 8 の地震ハザード計算用プログラム群内の 6 種類のサブプログラムに対応している。各入力データ識別 ID 名称と表 3. 8 に示す 6 種類のサブプログラムの名称は、同じ名称となっている。地震ハザードの計算用の入力データ識別 ID の入力フォーマットを表 4. 4 に示す。表中の○印内の数字は、表 3. 8 の○印内の数字に対応する。

ユーザーは、これらの入力データ識別 ID を用いて、最大加速度及び最大速度表示や速度応答スペクトル等の表示の地震ハザードを繰り返して計算できる。ただし、ASP EC カードがない時は、速度応答スペクトルの計算は行わない。2 回目以降に ATTEN カード及び ACRNG カードを省略した場合は、その前に読み込まれている ATTEN カード及び ACRNG カードで指定された値を用いて計算される。

#### (5) 地震ハザードの図示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID

地震ハザードの図示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID は、表 3. 10 の地震ハザード図示用プログラム群内の 3 種類のサブプログラムに対応している。各入力データ識別 ID 名称と表 3. 10 に示す 3 種類のサブプログラムの名称は、同じ名称となっている。地震ハザードの計算用の入力データ識別 ID の入力フォーマットを表 4. 5 に示す。表中の○印内の数字は、表 3. 10 の○印内の数字に対応する。

最大加速度及び最大速度をパラメータとした場合の計算結果を作図する時は、PLOT AV カードを設定する。このカードではまず、図化する（重ね書き）個数 (IKO)、5 種類の計算結果の各々について図化するか否かのスイッチ (IZU)、代表マグニチュード及び代表震央（源）距離の信頼区間を図化するか否かのスイッチ (SIG) 等を設定し、次のカードで図化の対象となる地震ハザード名称をスイッチ (NAMOI) を用いて入力する。重ね書きする時は、線の種類も指定できる。速度応答スペクトルをパラメータとした場合の計算結果を作図する時は、PLOTS P カードを設定する。このカードではまず、図化する種類と周期の個数を設定し、次のカードで周期の値を入力する。距離減衰式の距離減衰特性を図化する時は、PLOTEP カードを設定する。このカードではまず、対象とする距離減衰式や震源深さを設定すると共に、マグニチュードの大きさを入力する。

表4.1 歴史地震データや活断層データの地震群データへの交換に用いるプログラム群に係わる  
入力データ識別 ID の入力フォーマット

(1) 評価対象地震のマグニチュードの範囲の設定 (MAGNIT)

識別 ID	評価上考慮に入れるマグニチュード範囲		きざみ	チャックプリントスイッチ
	UBMIN	UBMAX	DU	I P S W
MAGNIT				

( 2 A 4 , F 8 . 0 , F 8 . 0 , F 8 . 0 , I 8 )

UBMIN : 評価上考慮に入れる最小マグニチュード

UBMAX : 評価上考慮に入れる最大マグニチュード

DU : UBM IN ~ UBM AX の間のきざみ幅

I P S W = 0 : チャックプリントを出力しない

= 1 : チャックプリントを出力する

(注意) この入力カードを省略した時は、次の値がセットされる。

UBMIN = 6.0

UBMAX = 8.0

DU = 0.1

(2) 歴史地震部分カタログの作成 (CRHIST)

識別 ID 歴	歴史地震かぎりの選択スイッチ	チャックプリントスイッチ
	I S W	I P S W
CRHIST		

( 2 A 4 , I 8 , I 8 )

I S W = 1 : 宇佐美カタログ、2 : 宇津カタログ、3 : 気象庁カタログ

I P S W = 0 : チャックプリントなし。1 : 作成した部分カタログのチャックプリントを行う。

識別項目	下限値	上限値
	L T M I N	L T M A X
L T		
	X M I N	X M A X
X		
	Y M I N	Y M A X
Y		
	Z M I N	Z M A X
Z		
	U M I N	U M A X
U		

( 8 X , A 4 , 4 X I 4 , 2 I 2 , I 4 , 2 I 2 ) L T の場合  
F 8 . 0 , F 8 . 0 ) その他の場合

L T : 時間の範囲の指定 (年4桁、月・日各2桁)

X : 経度の範囲の指定 (東経 (度))

Y : 緯度の範囲の指定 (北緯 (度))

Z : 深さの範囲の指定 (Km)

U : マグニチュードの範囲の指定

③ 歴史地震カタログまたは歴史地震部分カタログからの  
歴史地震データの抽出と地震群データへの変換 (R D H I S T)

識別 ID	地震群名称	歴史地震がわ の選択スイッチ	チェックプリントスイッチ
	NAME G	I SW	I P S W
R D H I S T			

( 2 A 4, A 4, 4 X, I 8, I 8 )

NAME G=地震群名称 (4文字以内左づめ)

I SW = 1:宇佐見カタログ、2:宇津カタログ、3:気象庁カタログ

= 4:宇佐見部分カタログ、5:宇津部分カタログ、

6:気象庁部分カタログ

I P S W=0:チェックプリント無し、1:作成した地震群データのチェックプリントを行う。

識別項目	下限値		上限値
	L T M I N	L T M A X	
L T	1 1	1 1	
	X M I N	X M A X	
X			
	Y M I N	Y M A X	
Y			
	Z M I N	Z M A X	
Z			
	U M I N	U M A X	
U			

( 8 X, A 4, 4 X I 4, 2 I 2, I 4, 2 I 2 ) L T の場合

F 8.0, F 8.0 ) その他の場合

L T : 時間の範囲の指定 (年4桁、月・日各2桁)

X : 経度の範囲の指定 (東経 (度))

Y : 緯度の範囲の指定 (北緯 (度))

Z : 深さの範囲の指定 (Km)

U : マグニチュードの範囲の指定

④ カードイメージによる地震データの入力と地震群データへの変換 (R Q U A K E)

識別 ID	地震群名称	地震の再来期間 (年)	チェックプリントスイッチ
	NAME G	TIME	I P S W
R Q U A K E			

( 2 A 4, A 4, 4 X, F 8.0, I 8 )

識別項目	東経 (度)	北緯 (度)	深さ (Km)	マグニチュード
1	X	Y	Z	U
2				
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
9 9 9 9				

( 8 X, 4 X, I 4, F 8.0, F 8.0, F 8.0, F 8.0 )

9 9 9 9 : データ終了フラッグ

(注) X, Y, Z, Uのいずれかに0.0があればデータは欠測扱いとなる

## (5) 活断層から発生する地震の発生様式モデルの設定 (MODEL)

識別ID	モデルの種類絞り	経験式の選択
MODEL	MODSEL	LMDM

( 2A4, I8, I8 )

MODSEL : b 値モデル (0)、最大モーメントモデル (1)

LMDM : 活断層長さとマグニチュード、断層変位とマグニチュードとの関係

松田 = 1 Wesnousky = 5

米倉 = 2 Tocher = 6

飯田 = 3 Wesnouskyを平行

宇津 = 4 移動した式 = 7

## (6) 活断層データの抽出及び作図範囲の設定 (FAULT)

識別ID	抽出・作図の範囲			
FAULT	FTXMIN	FTXMAX	FTYMIN	FTYMAX

( 2A4, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0 )

FTXMIN : 経度 (度) の下限値 FTYMIN : 緯度 (度) の下限値

FTXMAX : 経度 (度) の上限値 FTYMAX : 緯度 (度) の上限値

(注) FAULT カードの前に指定すること。

## (7) 活断層データファイルからの活断層データの抽出 (FFALT)

識別ID	チェックリスト(サブ)
	I P S W
FFALT	

( 2A4, I8 )

I P S W = 0 : チェックプリントを出力せず。

I P S W = 1 : チェックプリントを出力する

## (8) カードイメージによる活断層データの入力と地震群データへの変換 (RFALT)

識別ID	地震群名称	b 値	活断層の存在する確率	年平均変位速度	活断層分割表	座標点の数	活断層の深さ
	NAMEG	BVALUE	PFAULT	VFAULT	DL	IMAX	Z
RFALT							

( 2A4, A4,4X, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, I8, F8.0 )

NAMEG : 地震群名称 (4 文字以内左づめ)

BVALUE : b 値 (無記入の場合 1.0 が与えられる)

PFAULT : 活断層の存在する確率 (無記入の場合 1.0 が与えられる)

VFAULT : 年平均変位速度 (mm/YEAR)

DL : 活断層分割長 (Km)

IMAX : 活断層を定義する座標点の数 (最大 100 個)。

Z : 活断層の長さ (Km)

無記入の場合は長さの 1/4 の値が与えられる。

活断層の座標位置 (経度、緯度)		
X (I), Y (I) (I=1, IMAX)		

( 10 F8.0 )

X (I) : 座標点の経度 (度)

Y (I) : 座標点の緯度 (度)

## (9) 評価対象地震ファイルへの評価対象地震の保存 (SAVE)

識別ID	チェックリスト(サブ)
	I P S W
SAVE	

( 2A4, I8 )

I P S W = 0 : チェックプリントを出力せず。

I P S W = 1 : チェックプリントを出力する。

## (10) 入力データ説明用のコメント行の作成 (\*)

識別ID	
*	

( A1, 18A4 )

表4.2 地震群データの変更に用いるプログラム群に係わる  
入力データ識別 ID の入力フォーマット

## (1) マグニチュード範囲による評価対象地震の抽出 (EXTRU)

識別 ID	地震群名称	地震群名称	地震群名称	最小マグニチュード	最大マグニチュード
	NAMOLD	NAMNEW	NAMCOM	UMIN	UMAX
EXTRU					

(2A4, A4, 4X, A4, 4X, A4, 4X, F8.0, F8.0)

UMIN, UMAX : 抽出するマグニチュードの範囲

## (2) 経度、緯度、深さによる評価対象地震の抽出 (EXTRL)

識別 ID	地震群名称	地震群名称	地震群名称
	NAMOLD	NAMNEW	NAMCOM
EXTRL			

(2A4, A4, 4X, A4, 4X, A4, 4X)

対象領域の経度		対象領域の緯度		対象領域の深さ	
XMIN	XMAX	YMIN	YMAX	ZMIN	ZMAX

F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0)

XMIN, XMAX : 対象領域の経度 (度) の範囲

YMIN, YMAX : 対象領域の緯度 (度) の範囲

ZMIN, ZMAX : 対象領域の深さ (km) の範囲

## (3) 中心座標・半径・深さによる評価対象地震の抽出 (EXTERR)

識別 ID	地震群名称	地震群名称	地震群名称	中心位置の経度、 緯度		対象領域の半径	対象領域の深さ
	NAMOLD	NAMNEW	NAMCOM	XCENT	XCENT	RMIN RMAX	ZMIN ZMAX
EXTERR							

(2A4, A4, 4X, A4, 4X, A4, 4X, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0)

XCENT, YCENT : 中心座標 (度)

RMIN, RMAX : 中心座標からの半径 (km)

ZMIN, ZMAX : 対象領域の深さ (km) の範囲

## (4) 地震域番号による評価対象地震の抽出 (EXTRM)

識別 ID	地震群名称	地震群名称	地震群名称	地震域番号
	NAMOLD	NAMNEW	NAMCOM	NZONE
EXTRM				

(2A4, A4, 4X, A4, 4X, A4, 4X, I8)

NZONE : 地震域番号

ZONE で指定した地震域番号が対象となる

## (5) 評価対象地震の統合 (COMBIN)

識別 ID	地震群名称	地震群名称	地震群名称
	NAMOLD1	NAMOLD2	NAMNEW
COMBIN			

(2A4, A4, 4X, A4, 4X, A4, 4X, A4, 4X)

NAMOLD1, NAMOLD2 : 統合する地震群名称

NAMNEW : 統合後の地震群に付ける名称

## (6) 評価対象地震の発生頻度の変更 (MULT 1)

識別 ID	地震群名称		地震群名称		倍率
	NAMOLD		NAMNEW		FACTOR
MULT 1					

(2 A 4, A 4, 4 X, A 4, 4 X, F 8.0)

NAMOLD : 変更前の地震群名称

NAMNEW : 変更後の地震群名称

FACTOR : 発生頻度の倍率

## (7) b値モデルに基づくマグニチュード分布の作成 (MAGAV)

識別 ID	地震群名称		地震群名称		
	NAMOLD		NAMNEW		
MAGAV					

(2 A 4, A 4, 4 X, A 4, 4 X)

NAMOLD : 変更前の地震群名称

NAMNEW : 変更後の地震群名称

## (8) マグニチュード分布の入力による変更 (MAGCH)

識別 ID	地震群名称		地震群名称		マグニチュード分布番号
	NAMOLD		NAMNEW		NMAG
MAGCH					

(2 A 4, A 4, 4 X, A 4, 4 X, I 8)

NAMOLD : 変更を行う地震名称

NAMNEW : 指定するマグニチュード分布を持った地震群名称

NMAG : マグニチュード分布番号 (最大10個)

## (9) 平面領域の網目分割 (MESHXY)

識別 ID	網目分割領域の経度の範囲		網目分割領域の緯度の範囲		X, Y 方向の分割数		チェックリスト
	XMIN	XMAX	YMIN	YMAX	I MAX	J MAX	IPS W
MESHXY							

(2 A 4, F 8.0, F 8.0, F 8.0, F 8.0, I 8, I 8, I 8)

XMIN, XMAX : 網目分割領域の経度 (度) の範囲

YMIN, YMAX : 網目分割領域の緯度 (度) の範囲

IMAN, J MAX : X, Y 方向の分割数 (最大50個)

## (10) 網目への地震域番号の付与 (1) (ZONE XY)

識別 ID	チェックリスト	地震域番号	地震域の経度の範囲		地震域の緯度の範囲		深さを与えるための平面の方程式の係数			
	IPS W	NZONE	XMIN	XMAX	YMIN	YMAX	AA	BB	CC	DD
ZONE XY										

(2 A 4, I 4, I 4, F 8.0, F 8.0)

震源の深さは、平面の方程式を入力して求める。

$$AAX + BBY + CCZ = DD$$

(X : 経度 (度) 、 Y : 緯度 (度) 、 Z : 深さ (度) )

AA = BB = CC = DD = 0.0 を入力すると

Z = 15.0 (km) がセットされる。

房総半島沖の太平洋プレートは以下の値で近似できる。

$$AA = 30.0, BB = 0.0, CC = 1.0, DD = 4270.$$

IPS W = 0 : チェックプリントなし = 1 : チェックプリントあり

## (11) 网目への地震域番号の付与 (2) (ZONE NO)

識別 ID	チェックリタスイッチ	深さを与えるための平面の方程式の係数			
	I P S W	A A	B B	C C	D D
ZONE NO					

(2A4, I 8, F 8.0, F 8.0, F 8.0, F 8.0)

震源の深さは、平面の方程式を入力して求める。

$$A A X + B B Y + C C Z = D D$$

(X : 経度 (度) 、Y : 緯度 (度) 、Z : 深さ (度) )

A A = B B = C C = D D = 0.0 を入力すると

Z = 15.0 (km) がセットされる。

房総半島沖の太平洋プレートは以下の値で近似できる。

A A = 30.0

B B = 0.0

C C = 1.0

D D = 4270.

I P S W = 0 : チェックプリントなし

= 1 : チェックプリントあり

地震域番号		
N Z (I)	I = 1, I M A X	

(8 X, 5 0 A I )

N Z (I) : 地震域番号

I M A X : M E S H X Y カードの I M A X を指す。

(注) M E S H X Y カードの J M A X で指定した個数分、上のカードを入力する。

## (12) 事前に設定されている地震域の呼び出し (AUT ZON)

識別 ID
A U T Z O N

(2A4)

## (13) 地震域の作成 (Z GROUP)

識別 ID	地震群名称		地震群名称の接頭語	マグニチュード分布の種類の選択	チェックリタスイッチ
	N A M O L D		N A M S U F	I F L A G Z	I P S W
Z GROUP					

(2A4, A 4, 4 X, A 2, 6 X, I 8, I 8)

N A M O L D : 震源位置を変更する前の地震群名称

N A M S U F : 変更後の地震群名称の接頭語

N A M S U F で指定した 2 文字と地震域番号で新たな地震群に名称を付ける。

例) N A M S U F = ' B B ', 地震域 1 ~ 3 の範囲では

B B 0 1  
 B B 0 2  
 B B 0 3 } の名称で 3 例の地震群が作成される。

I F L A G Z : マグニチュード分布の種類の選択をする。

0 : 地震群内の地震のマグニチュードから b 値モデルに基づくマグニチュード分布を計算し、このマグニチュード分布を用いる。

1 : 地震群内の地震のマグニチュードからヒストグラムを求め、この分布を用いる。

I P S W : サブプログラム M A G A V での計算結果をプリントする。 (0 : OFF, 1 : ON)

## (14) 評価対象地震ファイルの使用開始宣言 (OPEN)

識別 ID	チェックプリントスイッチ
	I P S W
OPEN	

( 2 A 4 , I 8 )

I P S W=0 : チェックプリントをしない。

= 1 : チェックプリントを行う。

( 地震群データファイルから読み込んだデータを印刷する )

## (15) 地震群データの削除 (DELETE)

識別 ID	地震群名称	チェックプリントスイッチ
	N AM E G	I P S W
DELETE		

( 2 A 4 , A 4 , 4 X , I 8 )

N AM E G : 削除する地震群名称

I P S W=0 : チェックプリントを出力しない。

= 1 : チェックプリントを出力する。

## (16) 地震群データの複写 (COPY)

識別 ID	地震群名称	地震群名称	チェックプリントスイッチ
	N AM O L D	N AM N E W	I P S W
COPY			

( 2 A 4 , A 4 , 4 X , A 4 , 4 X , I 8 )

N AM O L D : 複写される地震群名称

N AM N E W : 複写後の地震群名称

I P S W=0 : チェックプリントを出力しない。

= 1 : チェックプリントを出力する。

## (17) 地震群データの名称変更 (RENAME)

識別 ID	地震群名称	地震群名称	チェックプリントスイッチ
	N AM O L D	N AM N E W	I P S W
RENAME			

( 2 A 4 , A 4 , 4 X , A 4 , 4 X , I 8 )

N AM O L D : 変更前地震群名称

N AM N E W : 変更後地震群名称

I P S W=0 : チェックプリントを出力しない。

= 1 : チェックプリントを出力する。

(注) RENAMEすると、N AM O L Dは削除される。

表4.3 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群に係わる  
入力データ識別 ID の入力フォーマット

## (1) 作図入力項目の読み込み (PLOTMP)

識別 ID	出力形式 指定付け	出力地震群 個数	日本全図 有無付け	マグニチュード 判別付け	マグニチュード 境界(小)	マグニチュード 境界(大)
	IHF SW	I NUM	MODE 1	MODE 2	UFS M	UFL A
PLOTMP						

(2 A 4,

I 8,

I 8,

I 8,

I 8,

F 8.0,

F 8.0,

シンボル 半径(小)	シンボル 半径(中)	シンボル 半径(大)
R S M	R M E	R L G

F 8.0,

F 8.0,

F 8.0)

出力地震群名称	
DNAME (I)	

(※このカード1枚につき1つの名称を記入する  
複数個の場合は次のカードに記入する。)

(8 X, A 4, 4 X)

確実度境界			活動度境界			
PFT1	PFT2	PFT3	VFT1	VFT2	VFT3	VFT4

(8 X, F 8.2, F 8.2, F 8.2, F 8.2, F 8.2, F 8.2, F 8.2)

※ (このカードは活断層データを図示しない場合でもダミーとして挿入する。)

注) 活断層を作図する場合は PLOTMP のカードの前に FAULT カードで作図範囲を指定する必要がある。

IHFW=0 : 歴史地震データを作図する

1 : 活断層データを作図する

2 : 歴史地震データと活断層データの両方を作図する

INUM= : 出力する地震群の個数

MODE 1=0 : 日本全図無し 1 : 日本全図有り

MODE 2=0 : マグニチュード表示を行なわない 1 : マグニチュード表示を行なう

UFS M : マグニチュード別表示の境界(小) ○ : マグニチュードの最小値  $\leq$  M < UFS MUFL A : マグニチュード別表示の境界(大) ○ : UFS M  $\leq$  M < UFL A○ : UFL A  $\leq$  M < マグニチュードの最大値

注) マグニチュード (M) の最小値及び最大値は、評価対象地震のマグニチュードの範囲の設定に関する MAGNIT カードで設定したものである。

RSM : マグニチュードのシンボル○印の半径(小) (mm)

RME : マグニチュードのシンボル○印の半径(中) (mm)

RLG : マグニチュードのシンボル○印の半径(大) (mm)

DNAME (I) : 出力する地震群の名称

PFT1 : 確実度境界(小) :  $0 \leq$  確実度を表す確率  $< PFT1$ PFT2 : 確実度境界(中) :  $PFT1 \leq$  確実度を表す確率  $< PFT2$ PFT3 : 確実度境界(大) :  $PFT2 \leq$  確実度を表す確率  $< PFT3$ :  $PFT3 \leq$  確実度を表す確率  $< 1$ VFT1 : 活動度境界(小) □ : VFT1  $\leq$  活動度を表す平均変位速度  $< VFT2$ VFT2 : 活動度境界(中1) △ : VFT2  $\leq$  活動度を表す平均変位速度  $< VFT3$ VFT3 : 活動度境界(中2) × : VFT3  $\leq$  活動度を表す平均変位速度  $< VFT4$ 

VFT4 : 活動度境界(大)

## (2) 地震群データのチェックプリント (CHECK)

識別ID	地震群名称	チェックプリントスイッチ
	NAMOLD	ICSW
CHECK		

( 2A4, A4, 4X, I8 )

NAMOLD: チェックプリントを出す地震群名称 (以下のICSWが1、2のときのみ有効)

ICSW = 1: 地震群全体に係わるデータ (名称がブランクの時は全て出力)

= 2: 地震群全体に係わるデータ (名称がブランクの時は全て出力)

= 3: マグニチュード分布に係わるデータ

= 4: 作業域にセットされた地震群データ

## (3) 印刷量のコントロール (CNTLPR)

識別ID	コントローラスイッチ
	IPRI
CNTLPR	

( 2A4, I8 )

CHECK: ルーチンが呼ばれるたびに印刷される機能を一時的に停止する。

機能回復 = 0 機能停止 = 1

表4.4 地震ハザードの計算に用いるプログラム群に係わる  
入力データ識別IDの入力フォーマット

## (1) 地震ハザード表示パラメータ及び代表マグニチュード・代表震央距離計算の設定 (HAZARD)

識別ID	地震ハザード 名 称	計 算 スイッヂ	計 算 する 地 震 群 の 個 数	地 震 ハ ザ ド 曲 線 の 縦・横軸の種類	代 表 マ グ ニ チ ュ ー ド ・ 震 央 (源) 距 離 の 計 算 方 法	代 表 震 央 (源) 距 離 の き ざみ 幅	チ ェ ッ プ リ ャ ト	
	NAMEG	IDATA	NGH	MSW	NSW	ICALSW	RDDU	I P S W
HAZARD								

( 2A4, A4, 4X, I8, I8, I8, I8, F8.0, I8 )

NAMEG : 地震ハザードの名称

IDATA = 1 最大加速度による計算を行う。

= 2 最大速度による計算を行う。

= 3 速度応答スペクトルによる計算を行う。

NGH : 計算する地震群の個数 (最大 200 個) NGH = 0 の時は、  
全ての地震群による計算を行う。

MSW : 地震ハザード曲線の横軸の種類。 (0 = 対数軸、 0 ≠ 線形軸)

NSW : 地震ハザード曲線の縦軸の種類。 (0 = 対数軸、 0 ≠ 線形軸)

ICALSW : 代表マグニチュード・震央 (源) 距離の計算方法。 (表3.7 に示す  
スイッヂ番号に対応するので参照のこと)RDDU : 代表震央 (源) 距離の中央値と最小値・最大値を計算するときに用いる  
ヒストグラム上での代表震央 (源) 距離のきざみ幅。

IPSW = 0 チェックプリントを出力しない。 = 1 チェックプリントを出力する。

LGH(1)	LGH(2)	LGH(3)	---	---	---

LGH (NGH) 計算する地震群名称。 (NGH個)。 NGH = 0 の時は、このカードは必要ない。

## (2) サイトの位置及び最大地震動の計算範囲の設定 (ACRNG)

識別ID	サイトの経度	サイトの緯度	下限値	上限値	分割数
	X SITE	Y SITE	AMIN	AMAX	NAMAX
ACRNG					

( 2A4, F8.0, F8.0, F8.0, F8.0, I8 )

X SITE : サイトの経度 (度) Y SITE : サイトの緯度 (度)

AMIN : 計算する最大加速度 (Gal) または最大速度 (kine) の下限値

AMAX : 計算する最大加速度 (Gal) または最大速度 (kine) の上限値

NAMAX : AMIN~AMAX の範囲を分割する (最大 100 個)





## (3) 地震動距離減衰式の距離減衰特性の図示 (P L O T E P)

識別 ID	減衰式の選択 スイッチ	深さ	最大距離	Y 軸スケール	作図モード
	I A T N	D I P S	X M A X	Y M A X	M O D E
P L O T E P					

(2 A 4, I 8, F 8.0, F 8.0, F 8.0, I 8)

図示マグニチュード					ユーザー入力減衰式係数		
M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	A A	B B	C C

(F 8.0, F 8.0)

I A T N : 表3.5に記載されている減衰式指定のスイッチ

D I P S : 発震源の深さ (km)

X M A X : グラフ X 軸 (震央距離 km) の最大値 (省略すると 200km)

Y M A X : グラフ Y 軸 (最大加速度 Gal) の最大値 (省略すると 計算結果の最大値)

M O D E : 作図モードの指定

0 メモリ線を表示せず。

1 メモリ線を表示する。

M 1 ~ 5 : グラフへ計算出力されるマグニチュード

(M1から指定をしていき、省略されるまで図示する)

A A · B B · C C : 減衰式指定のスイッチを 0 にした場合の、ユーザ入力減衰式の係数

#### 4. 3 入力データと処理結果の出力例

(1) 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDでの入出力例

歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDのうち、次の2つのケースを例として述べる。

1) CRHISTカードを対象とした場合

2) MAGNIT, RDHIST, RQUAKE, SAVEカードを対象とした場合

1) CRHISTカードを対象とした場合

① 入力データのエコープリント例

CRHISTカードを対象とした場合の入力データのエコープリント例を表4.6の①に示す。表中のLINE NO.に従って、入力データの概要を説明する。

##### LINE NO.1

入力データ識別IDのCRHISTでは、歴史地震カタログの選択スイッチ「1」は、宇佐見カタログファイルを指定するものであり、このファイルからLINE NO.2～6に記述している抽出条件に従って評価対象地震を抽出し、宇佐見部分カタログを作成する。この宇佐見部分カタログは、宇佐見部分カタログファイルFT8に格納される。チェックプリントスイッチ「1」は、チェックプリントの実行を指定するものであるので、作成した宇佐見部分カタログの内容をプリントする。

##### LINE NO.2～6

抽出期間(LT)は、600年1月1日から1986年12月31日までとする。経度の範囲(X)は東経134.度から138.度、緯度の範囲(Y)は北緯34.度から37.度までとする。深さ(Z)は0から150km、マグニチュードの範囲(U)は、5.から8.9までとする。

##### LINE NO.7

入力データ識別IDのCRHISTでは、歴史地震カタログの選択スイッチ「2」は、宇津カタログファイルを指定するものであり、このファイルからLINE NO.8～12に記述している抽出条件に従って評価対象地震を抽出し、宇津部分カタログを作成する。この宇津部分カタログは、宇津部分カタログファイルFT9に格納される。チェックプリントスイッチ「1」は、チェックプリントの実行を指定するものであるので、作成した宇津部分カタログの内容をプリントする。

##### LINE NO.8～12

抽出期間(LT)は、1885年1月1日から11986年12月31日までとする。経度の範囲(X)は東経134.度から138.度、緯度の範囲(Y)は北緯34.度から37.度までとする。深さ(Z)は0から150km、マグニチュードの範囲(U)は、5.から8.9までとする。

② ①の入力データに対する出力例

LINE NO.1のチェックプリントの実行の指定に従ってプリントした宇佐見部分カタログの抜粋部分を表4.6の②に示す。

表4.6 歴史地震データや活断層データの地震群データへの交換に用いる  
プログラム群内の入力データ識別IDカードを用いた場合の入出力例 (1)

(1) CRHISTカードによる部分カタログ作成の場合の入力データの例

```
LINE NO. -----+---1---+---2---+---3---+---4---+---5---+---6---+---7-
1 CRHIST      1 ① ←
2   LT       600 1 119861231
3   X        134. 138.
4   Y        34. 37.
5   Z        0.0 150.0
6   U        5. 8.9
7 CRHIST      2 ① ← チェックプリントを行う。
8   LT       1885 1 119861231
9   X        134. 138.
10  Y        34. 37.
11  Z        0.0 150.0
12  U        5. 8.9
```

```
LINE NO. -----+---1---+---2---+---3---+---4---+---5---+---6---+---7-
```

(2) CRHISTカードによるチェックプリント出力例

LINE NO.	年月日	経度	緯度	深さ	マグニチュード	
1	701 512	135.400	35.700	30.000	7.000	
2	715 7 4	137.800	35.100	30.000	7.000	
3	715 7 5	137.400	34.800	30.000	6.800	
4	734 518	136.100	34.300	30.000	7.000	
5	745 6 5	136.500	35.400	30.000	7.900	
6	762 6 9	137.500	36.000	30.000	7.000	
7	811 135.750	35.000	30.000	6.800		
	~ 1 138.000	36.200	30.000	6.500		
	134.800	34.800	30.000	7.000		
	~ .800	35.000	30.000	7.000		
	~ 0 34.900	30.000	6.700			
	34.300	30.000	~ ~			

欠落データがある場合には、  
そこに999.0がセットされる。

2) MAGNIT、RDHIST、RQUAKE、SAVEを対象とした場合

① 入力データのエコープリント例

MAGNIT、RDHIST、RQUAKE、SAVEを対象とした場合の入力データのエコープリント例を表4.7の①に示す。表中のLINE NO.に従って、入力データの概要を説明する。

LINE NO.1

入力データ識別IDのMAGNITでは、評価対象地震のマグニチュード分布の範囲を5.5から8.5までとする。そのピッチは0.1刻みとする。

LINE NO.2

入力データ識別IDのRDHISTでは、歴史地震カタログの選択スイッチ「4」は、宇佐見部分カタログファイルを指定するものであり、このファイルからLINE NO.3~7に記述している抽出条件に従って評価対象地震を抽出し、地震群「USA1」とする。抽出した評価対象地震は、評価対象地震ファイルFT20に格納される。チェックプリントスイッチ「1」は、チェックプリントの実行を指定するものであるので、抽出した評価対象地震の内容をプリントする。

LINE NO.3~7

抽出期間(LT)は、679年1月1日から1884年12月31日までとする。経度の範囲(X)は、東経134.91度から137.13度までとする。緯度の範囲(Y)は、北緯34.845度から36.645度までとする。深さ(Z)は、0から100kmまでとする。マグニチュードの範囲(U)は、5.5から8.5までとする。

LINE NO.8

入力データ識別IDのRDHISTでは、歴史地震カタログの選択スイッチ「5」は、宇津部分カタログファイルを指定するものであり、このファイルからLINE NO.9~13に記述している抽出条件に従って評価対象地震を抽出し、地震群「UZU1」とする。抽出した評価対象地震は、評価対象地震ファイルFT20に格納される。チェックプリントスイッチ「1」は、チェックプリントの実行を指定するものであるので、抽出した評価対象地震の内容をプリントする。

LINE NO.9~13

抽出期間(LT)は、1885年1月1日から1980年12月31日までとする。経度の範囲(X)は、東経134.91度から137.13度までとする。緯度の範囲(Y)は、北緯34.845度から36.645度までとする。深さ(Z)は、0から100kmまでとする。マグニチュードの範囲(U)は、5.5から8.5までとする。

LINE NO.14

入力データ識別IDのRQUAKEでは、ユーザーがカードイメージで設定する地震の再来期間が1302年で、LINE NO.15~16に記述している条件の地震を作成し、地震群「NOBI」とする。作成した評価対象地震は、カードイメージファイルFT15に格納される。チェックプリントスイッチ「1」は、チェックプリントの実行を指定するものであるので、作成した評価対象地震の内容をプリントする。

LINE NO.15

東経136.600度、北緯35.600、深さ7.5km、マグニチュード8.0とする。

LINE NO.16

入力データの終了を示す。

LINE NO.17

入力データ識別IDのSAVEを用いて、地震群「USA1」及び地震群「UZU1」を保存する。チェックプリントスイッチ「1」は、チェックプリントの実行を指定するものであるので、作成した地震群の内容をプリントする。

## ② ①の入力データに対する出力例

LINE NO.1のMAGNIT、LINE NO.2及びNO.8のRDHIST、LINE NO.14のRQUAKE、LINE N 0.17のSAVEそれぞれのチェックプリントの実行の指定に従ってプリントした内容の抜粋部分を表4. 7 の②に示す。

表4.7 歴史地震データや活断層データの地震群データへの交換に用いる  
プログラム群内の入力データ識別IDカードを用いた場合の入出力例 (2)

① MAGNIT、RDHIST、RQUAKE及びSAVEカードによる評価対象地震作成の場合  
の入力データの例

```
LINE NO. -----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-
1   MAGNIT    5.5      8.5      0.1
2   RDHIST    USA1      4       1
3       LT      679 1 118841231
4       X       134.91   137.13
5       Y       34.845   36.645
6       Z       0.0      100.0
7       U       5.5      8.5
8   RDHIST    UZU1      5       1
9       LT      1885 1 119801231
10      X       134.91   137.13
11      Y       34.845   36.645
12      Z       0.0      100.0
13      U       5.5      8.5
14   RQUAKE    NOBI     1302.0      1
15           1 136.600 35.600      7.5      8.0
16           9999
17   SAVE      1
```

② MAGNIT、RDHIST、RQUAKE 及びSAVE カードによる出力結果  
 (i) MAGNIT カードで IPSW=1 を指定した場合の出力例

\*\*\* MAGNIT \*\*\*

UMIN =	5.500
UMAX =	8.500
MUMAX =	30
DU =	0.100

N	UB	UR
1	5.500	5.550
2	5.600	5.650
3	5.700	5.750
4	5.800	5.850
5	5.900	5.950
6	6.000	6.050
7	6.100	6.150
	6.200	6.250
	6.300	6.350
	~	6.450

(ii) RDHIST カードによる出力例

\*\*\* RDHIST \*\*\*            INPUT FROM USAMI STANDARD CATALOG (選択した歴史地震データファイルを読み込む)  
 \*\*\* CONDITION OF EXTRACTION \*\*\* (抽出条件)  

LTMIN	679 1 1	=< LT =<	LTMAX	18841231	(年月日)
XMIN	134.910	=< X =<	XMAX	137.130	(経度)
YMIN	34.845	=< Y =<	YMAX	36.645	(緯度)
ZMIN	0.0	=< Z =<	ZMAX	100.000	(深度)
UMIN	5.500	=< U =<	UMAX	8.500	(マグニチュード)

  
 TIME= 1206.000 (期間)

(注) 評価対象地震に欠落したデータがある場合には、それも出力される。

LINE NO. -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8

\*\*\* EXTRACTION DATA \*\*\*

地震群名称 NAMEG	震源の数 NWMAX	年平均発生頻度 QGW			マグニチュード 分布番号 NUW	マグニチュード UW	発生頻度 G	
		NW	経度 XW	緯度 YW				深さ ZW
USA1	29							
1	135.400	35.700	30.000	0	7.000	0.829E-0		
2	136.500	35.400	30.000	0	7.900	0.829E-0		
3	135.750	35.000	30.000	0	6.800	0.829E-0		
4	135.800	35.000	30.000	0	7.000	0.829E-0		
5	135.800	34.900	30.000	0	6.700	0.829F		
6	135.800	35.000	30.000	0	7.400	0.829F		
		~	30.000	0	6.800			
			30.000	0	6.500			
			~	0	6.500			
				0				

## (iii) R Q U A K E カードによる出力例

```
*** RQUAKE ***           INPUT FROM CARD

*** EXETRCT DATA ***

NAMEG      NWMAX      QGW
NOBI       1        0.768E-03
NW          XW          YW          ZW          NUW          UW          Q
1        136.600      35.600      7.500        0        8.000      0.768E-0
```

## (iv) S A V E カードで I P S W = 1 を指定した場合の出力例

```
*** CHECK ***      NAMOLD =      ICSW =      1 (地震群全体に係わるデータ)
                  地震群名称 地震 の数 初めの番号 終りの番号 発生頻度
NGMAX      LG      NFN      NFB      NFE      QG
1        USA1      29        1        29      0.240E-01
2        UZU1      28        30        57      0.292E+00
3        NOBI       1        58        58      0.768E-03
```

```
** CHECK **      NAMOLD =      ICSW =      2 (震源に係わるデータ)
                  NF      XF      YF      ZF      NUF      UF      QF
USAL { 1        135.400      35.700      30.000        0        7.000      0.829E-03
       2        136.500      35.400      30.000        0        7.900      0.829E-03
       3        135.750      35.000      30.000        0        6.800      0.829E-03
       4        135.800      35.000      30.000        0        7.000      0.829E-03
       5        135.800      34.900      30.000        0        6.700      0.829E-03
       6        135.800      35.000      30.000        0        7.400      0.829E-03
       7        135.800      35.000      30.000        0        6.800      0.829E-03
       8        136.100      35.600      30.000        0        6.500      0.829E-03
       .        .          .          .          .          .          .
       29       .          .          .          .          .          .
       31       .          .          .          .          .          .
       .       .          .          .          .          .          .
       59       .          .          .          .          .          .
NOBI { 58       .          .          .          .          .          .          .
```

```
*** CHECK ***      NAMOLD =      ICSW =      3 (マグニチュード分布に係わるデータ)
MUMAX      NUMAX      UBMIN      UBMAX      DU
30         10        5.500      8.500      0.100
```

(2) 地震群データの変更に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDでの  
入出力例

① 入力データのエコープリント例

地震群データの変更に用いるプログラム群内のサブプログラムに対応する入力データ識別IDのうち、次の10種類のものを対象とした場合の入力データのエコーブリント例を表4.8の①に示す。表中のLINE NO.に従って、入力データの概要を説明する。OPEN、EXTRU、MULT1、COMBIN、CHECK、MAGAV、MESHXY、ZONENO、EXTRM、ZGROUP

LINE NO.1

入力データ識別IDのOPENを用いて、ファイルの使用を宣言し、ファイルからインコアへ移す。

LINE NO.2

入力データ識別IDのEXTRUを用いて、地震群「UZU1」内地震の内、マグニチュード7.9～8.1のものを抽出し、地震群「UZU2」とし、残りを地震群「UZU3」とする。

LINE NO.3～4

入力データ識別IDのMULT1を用いて、地震群「USA1」内の地震の発生頻度を0.9261倍し、地震群「USA0」とする。同様に、地震群「UZU3」内の地震の発生頻度を0.0737倍し、地震群「UZU0」とする。

LINE NO.5～6

入力データ識別IDのCOMBINを用いて、地震群「USA0」と地震群「UZU0」と統合し、地震群「DUMMY」とする。地震群「DUMMY」と地震群「NOBI」と統合し、地震群「HASD」とする。

LINE NO.7

入力データ識別IDのCHECKを用いて、地震群「UZU2」内の地震の数、発生頻度等の内容をチェックプリントとしてプリントする。

LINE NO.8

入力データ識別IDのMAGAVを用いて、地震群「UZU1」内の地震を用いて、b値モデルに基づくマグニチュード分布を求め、地震群「UZUA」とする。

LINE NO.9

入力データ識別IDのMESHXYを用いて、東経134.75度から137.25度、北緯34.666度から36.666度の領域に、東経方向に30個、北緯方向に23個の網目を作る。

LINE NO.10～33

入力データ識別IDのZONENOを用いて、地震域内に地震域番号及び震源の深さを設定する。地震域内の震源の深さとしては、震源の深さを与える平面方程式の各係数AA, BB, CCにディホルト値を示す0を設定しているので、震源の深さはディホルト値としての15kmである。東経134.75度から137.25度までと北緯34.666度から36.666度までの領域に設定した30×23個の網目に地震域番号を表わす1から5での数字を入れ、地震域1から5を作成する。

LINE NO.34～38

入力データ識別IDのEXTRMを用いて、地震群「HASD」に属する地震から地震域

1に属する地震を抽出し、地震群「HAZ1」とする。地震群「HASD」に属する地震から地震域2～5に属する地震を抽出し、それらを地震群「HAZ2」～「HAZ5」とする。

#### LINE NO.39

入力データ識別IDのZGROUPを用いて、地震域4内の各震源の発生頻度とマグニチュード分布を計算すると共に、震源を一様分布とし、それらを地震群「Z404」とする。計算に当っては、地震群「HAZ4」の地震データを用いる。入力データ識別IDには、地震群「Z404」の接頭の2文字「Z4」だけが記述されている。

#### ② ①の入力データに対する出力例

LINE NO.2のEXTRU、LINE NO.3のMULT1、NO.6のCOMBIN、LINE NO.7のCHECK、LINE NO.8のMAGAV、LINE NO.9のMESHXY、LINE NO.10～33のZONENO、LINE NO.34のEXTRM及びLINE NO.39のZGROUPそれぞれの内容の抜粋部分を表4.8の②に示す。

表4.8 地震群データの変更に用いるプログラム群内の入力データ  
識別IDカードを用いた場合の入出力例

- ① EXTRU、MULT1、COMBIN、CHECK、MAGAV、MESHXY、ZONENO、EXTRM 及び  
ZGROUPカードによる評価対象地震変更の場合の入力データの例

```
LINE NO. -----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7
      1 OPEN
      2 EXTRU UZU1   UZU2   UZU3       7.9     8.1
      3 MULT1 USA1   USA0   0.9261
      4 MULT1 UZU3   UZU0   0.0737
      5 COMBIN USA0   UZU0   DUMMY
      6 COMBIN DUMMY NOBI   HASD
      7 CHECK UZU2           1
      8 MAGAV UZU1   UZUA
      9 MESHXY 134.75  137.25  34.6666 36.666      30     23     1
     10 ZONENO 1 0.0    0.0    0.0      0.0
     11 1111111111111111111222222222222222
     12 1111111111111111111222222222222222
     13 1111111111111111111222222222222222
     14 1111111111111111111222222222222222
     15 11111111111111111113222222222222222
     16 111111111111111111133333322222222222222
     17 111111111111111111133333332222222222222
     18 11111333333333332222222222222222
     19 11113333333333552224442222222
     20 1333333333333355224442222222
     21 33333333333333555522444222222
     22 333333333333335555552244422222
     23 333333333333335555552244422222
     24 333333333333335555552244422222
     25 3333333333333355555555224444422
     26 33333333333333555555555544444422
     27 33333333333333555555555555222222
     28 333333333333335555555555555522222
     29 333333333333335555555555555522222
     30 33333333333333555555555555555522222
     31 33333333333333555555555555555522222
     32 3333333333333355555555555555555522222
     33 333333333333335555555555555555552222
     34 EXTRM HASD   HAZ1           1
     35 EXTRM HASD   HAZ2           2
     36 EXTRM HASD   HAZ3           3
     37 EXTRM HASD   HAZ4           4
     38 EXTRM HASD   HAZ5           5
     39 ZGROUP HAZ4   Z4
     40 SAVE
```

② EXTRU、MULT1、COMBIN、CHECK、MAGAV、MESHXY、ZONENO、EXTRM 及び  
ZGROUPカードによる出力結果  
(i) EXTRUカードによる出力例

```
*** EXTRU ***
NAMOLD =UZU1 --> NAMNEW =UZU2 , NAMCOM =UZU3
NAMEG NWMAX QGW
UZU1 28 0.292E+00
NW XW YW ZW NUW UW QW
1 136.800 35.400 7.500 0 5.900 0.104E-01
2 136.600 35.600 7.500 0 8.000 0.104E-01
3 136.500 35.500 7.500 0 6.000 0.104E-01
4 136.500 35.500 7.500 0 6.000 0.104E-01
5 137.100 35.300 7.500 0 5.500 0.104E-01
6 137.000 35.700 7.500 0 6.100 0.104E-01
7 136.700 35.400 7.500 0 6.300 0.104E-01
8 136.700 35.300 7.500 0 5.700 0.104E-01
9 136.600 35.600 7.500 0 5.500
10 136.200 35.800 7.500 0
136.500 35.000 7.500 0
136.300 35.400 7.500
136.300 35.400 7.500
136.500 35.400 40.000
136.500 35.530 0.0
136.500 35.650 0.0
136.600 35.600
    450
```

```
*** CONDITION OF EXTRACT ***
UMIN 7.900 < X < UMAX 8.100
```

```
NAMEG NWMAX QGW
UZU2 1 0.104E-01
NW XW YW ZW NUW UW QW
1 136.600 35.600 7.500 0 8.000 0.104E-01
```

```
NAMEG NWMAX QGW
UZU3 27 0.281E+00
NW XW YW ZW NUW UW QW
1 136.800 35.400 7.500 0 5.900 0.104E-01
2 136.500 35.500 7.500 0 6.000 0.104E-01
3 136.500 35.500 7.500 0 6.000 0.104E-01
4 137.100 35.300 7.500 0 5.500 0.104E-01
5 137.000 35.700 7.500 0 6.100 0.104E-01
6 136.700 35.400 7.500 0 6.300 0.104E-01
7 136.700 35.300 7.500 0 5.700
8 136.600 35.600 7.500 0
9 136.200 35.800 7.500 0
10 136.500 35.000 7.500 0
136.300 35.400 7.500
136.300 35.400 7.500
136.500 35.400 40.000
136.500 35.530 0.0
```

## (ii) MULT1 カードによる出力例

```
*** MULT1 ***
      FACTOR = 0.926

NAMEG NWMAX QGW
USAO 29 0.240E-01

      NW    XW    YW    ZW    NUW    UW    QW
1 135.400 35.700 30.000 0 7.000 0.829E-03
2 136.500 35.400 30.000 0 7.900 0.829E-03
3 135.750 35.000 30.000 0 6.800 0.829E-03
4 135.800 35.000 30.000 0 7.000 0.829E-03
5 135.800 34.900 30.000 0 6.700 0.829E-03
6 135.800 35.000 30.000 0 7.400 0.829E-03
7 135.800 35.000 30.000 0 6.800 0.829E-03
8 136.100 35.600 30.000 0 6.500 0.829E-03
9 136.900 35.900 30.000 0 6.500 0.829E-03
10 135.800 35.000 30.000 0 6.500 0.829E-03
11 135.750 35.000 30.000 0 6.500 0.829E-03
12 136.900 36.000 30.000 0 6.500 0.829E-03
13 136.200 36.100 30.000 0 6.500 0.829E-03
```

## (iii) COMBIN カードによる出力例

```
*** COMBIN ***
      DUMM + NOBI --> HASD

NAMEG NWMAX QGW
DUMM 56 0.430E-01

      NW    XW    YW    ZW    NUW    UW    QW
1 135.400 35.700 30.000 0 7.000 0.768E-03
2 136.500 35.400 30.000 0 7.900 0.768E-03
3 135.750 35.000 30.000 0 6.800 0.768E-03
4 135.800 35.000 30.000 0 7.000 0.768E-03
5 135.800 34.900 30.000 0 6.700 0.768E-03
6 135.800 35.000 30.000 0 7.400 0.768E-03
7 135.800 35.000 30.000 0 6.800 0.768E-03
8 136.100 35.600 30.000 0 6.500 0.768E-03
9 136.900 35.900 30.000 0 6.500 0.768E-03
10 135.800 35.000 30.000 0 6.000 0.768E-03
11 135.800 35.000 30.000 0 6.000 0.768E-03
12 135.750 35.000 30.000 0 6.000 0.768E-03
13 136.900 36.000 30.000 0 6.000 0.768E-03
14 136.200 36.100 30.000 0 6.000 0.768E-03
15 136.200 36.300 30.000 0 6.000 0.768E-03
16 135.200 35.200 30.000 0 6.000 0.768E-03
17 136.200 36.000 30.000 0 6.000 0.768E-03
```

## (iv) CHECK カードによる出力例

```
*** CHECK ***
      NAMOLD =UZUZ      ICSDW = 1

      NGMAX   LG    NFH    NFB    NFE    QG
4      UZUZ     1      59      59    0.104E-01
```

(v) MAGAV カードによる出力例

```

NAMEG       NWMAX      QGW
UZUA        26        0.292E+00

      NW     XW        YW        ZW      NUW      UW      QW
      1    136.800    35.400    7.500    11      0.0    0.104E-01
      2    136.600    35.600    7.500    11      0.0    0.104E-01
      3    136.500    35.500    7.500    11      0.0    0.104E-01
      4    136.500    35.500    7.500    11      0.0    0.104E-01
      5    137.100    35.300    7.500    11      0.0    0.104E-01
      6    137.000    35.700    7.500    11      0.0    0.104E-01
      7    136.700    35.400    7.500    11      0.0    0.104E-01
      R    136.700    35.300    7.500    11      0.0    0.104E-01
      8    136.600    35.600    7.500    11      0.0    0.104E-01
      9    136.200    35.800    7.500    11      0.0    0.104E-01

```

```

MUMAX      NUMAX      UBMIN      UBMAX      DU
      30       11        5.500      8.500      0.100

HGMAX = 10      NUF(256) < 11 < NUF(283)

      MU       UB       UR       PU
      1    5.500    5.550    0.116E+00
      2    5.600    5.650    0.103E+00
      3    5.700    5.750    0.907E-01
      4    5.800    5.850    0.802E-01
      5    5.900    5.950    0.709E-01
      6    6.000    6.050    0.626E-01
      7    6.100    6.150    0.554E-01
      8    6.200    6.250    0.489E-01

```

(vi) MESHXY カードによる出力例

```

*** MESHXY ***
LONGITUDE (RAD)      134.750  < X < 137.250      IKO = 30      DELX = 0.0833
LATITUDE  (RAD)       34.667  < Y < 36.666      JK0 = 23      DELY = 0.0869
AMESH = 81.3188

X(1,1) = 134.792      Y(1,1) = 34.710
X(30,23) = 137.208      Y(30,23) = 36.622

```

(vii) ZONENO カードによる出力例

```

*** ZONENO ***
COEFFICIENT   AA = 0.0      BB = 0.0      CC = 0.0      DD = 0.0

**** ZONENO **** AMESH= 0.8132E+02
AZONE( 1) = 8457.016  NF2( 1) = 104
AZONE( 2) = 16507.340  NF2( 2) = 203
AZONE( 3) = 15694.176  NF2( 3) = 193
AZONE( 4) = 3415.382  NF2( 4) = 42
AZONE( 5) = 12034.937  NF2( 5) = 148

NZ(I,J) =
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
      1 1 1 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
```



(3) 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDでの  
入出力例

① 入力データのエコープリント例

評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群内のサブプログラムに対応する  
入力データ識別IDのうち、PLOTMPを対象とした場合の入力データのエコープリント  
例を表4.9に示す。表中のLINE NO.に従って、入力データの概要を説明する。

LINE NO.2~3

入力データ識別IDのPLOTMPを用いて、評価対象地震を図示する。条件としては、評価対象地震のもとになったデータを指定する入力項目が「0」であるので、歴史地震データである。地震群の数を指定する入力項目が「1」であるので、1個である。日本全国地図の有無を指定する入力項目が「1」であるので、それは有りである。マグニチュード別の記述の有無を指定する入力項目が「1」であるので、それは有りである。マグニチュードの大きさは小、中、大の3段階で表示され、それらの違いはシンボルを表す○印の半径の大きさで指定するが、それらの項目がそれぞれ「2.0」、「4.0」、「9.0」である。

LINE NO.3

入力データ識別IDのPLOTMPと対として用いるもので、対象とする地震群を指  
定する。ここでは、地震群「HASD」を対象としている。

② ①の入力データに対する出力例

LINE NO.2のPLOTMPでの指定内容に基づき、地震群「HASD」内に属する地震のマグニチュードの大きさ別の分布状態を図示したものを図4.1に示す。図中には、対象領域の地図共に、その領域が日本全国のどの位置にあるかを明らかにするための全国地図も記載されている。

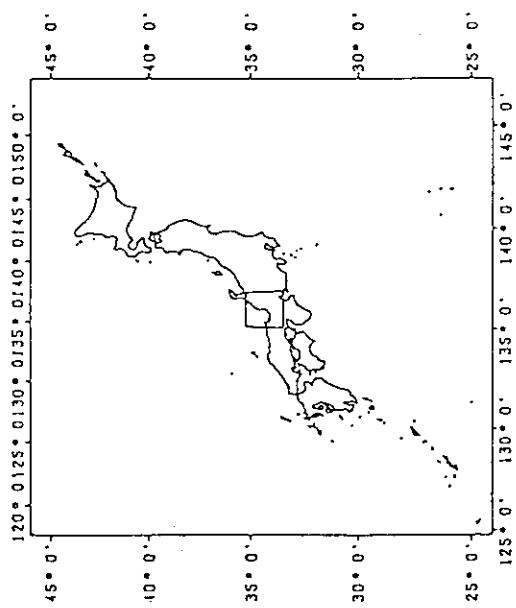
表4.9 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群内の入力データ  
識別IDカードを用いた場合の入力例

PLOTMPカードによる評価対象地震図示の場合の入力データの例

```
LINE NO. -----+----1----+----2----+----3----+----4----+----5----+----6----+----7----+----8
1   OPEN          1
2   PLOTMP        1       1       1      6.5     7.5     2.0     4.0     9.0
3           HASD
4
```

```
LINE NO. -----+----1----+----2----+----3----+----4----+----5----+----6----+----7----+----8
```

HASD



- $\circ$  :  $\leq 5.5$  MAGNITUDE  $< 6.5$
- $\circ \cdot$  :  $\leq 6.5$  MAGNITUDE  $< 7.5$
- $\circ \times$  :  $\leq 7.5$  MAGNITUDE  $= < 8.5$

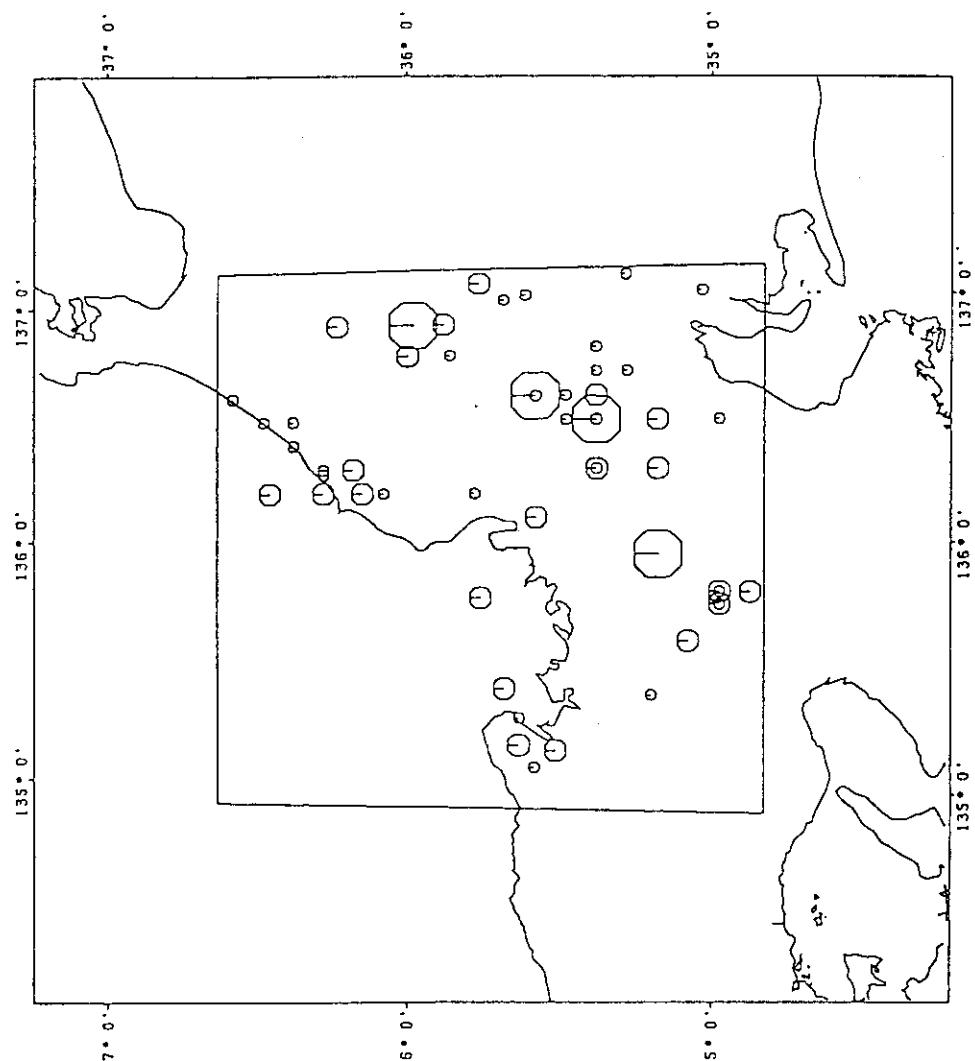


図4.1 評価対象地震の作図例

(4) 地震ハザードの計算に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDでの  
入出力例

① 入力データのエコープリント例

地震ハザードの計算に用いるプログラム群内のサブプログラムに対応する入力データ識別IDのうち、HAZARD、ACRNG、ATTENを対象とした場合の入力データのエコープリント例を表4. 10の①に示す。表中のLINE NO.に従って、入力データの概要を説明する。

LINE NO.2~3

入力データ識別IDのHAZARDを用いて、地震ハザードを計算する。計算条件としては、地震ハザードの名称を指定する入力項目が「HASD」であるので、それは「HASD」である。地震ハザードのパラメータを指定する入力項目が「1」であるので、最大加速度である。地震群の数を指定する入力項目が「1」であるので、1個である。地震ハザード曲線の横軸及び縦軸を指定する入力項目が「1」、「0」であるので、横軸は線形軸、縦軸は対数軸である。計算の対象とする地震群は、LINE NO.3に示す「HASD」である。この入力データ識別IDのHAZARDは、以下のLINE NO.4及びNO.5と一緒に用いる。

LINE NO.4

入力データ識別IDのACRNGを用いて、計算の対象とするサイト位置、最大加速度の範囲及びこの範囲を等分割する数を設定する。サイト位置は東経136.02度、北緯35.745度、最大加速度の範囲は0~1000Gal、対象範囲の等分分割数は50個とする。

LINE NO.5

入力データ識別IDのATTENを用いて、計算に用いる距離減衰式、そのばらつきを表す確率分布関数及び標準偏差を設定する。距離減衰式を指定する入力項目が「1」であるので、金井式である。確率分布関数を指定する入力項目が「1」であるので、対数正規分布である。標準偏差を指定する入力項目が「0.5」であるので、対数標準偏差0.5である。

② ①の入力データに対する出力例

表4. 10の②にLINE NO.2~5に述べた地震ハザード「HAZARD」の計算結果の抜粋部分を示す。

表4.1.0 地震ハザードの計算及び図示に用いるプログラム群内の入力データ  
識別IDカードを用いた場合の入出力例

- ① HAZARD、ACRNG、ATTENカードによる地震ハザード計算結果及びPLOTAVカードによる評価対象地震図示の場合の入力データの例

```

LINE NO. -----+---1---+---2---+---3---+---4---+---5---+---6---+---7---+---8

1 OPEN
2 HAZARD HASD      1     1     1
3 HASD
4 ACRNG 136.02 35.745 0.0   1000.0    50
5 ATTEN      1          1 0.5
6 HAZARD HVSD      2     1     1
7 HASD
8 ACRNG 136.02 35.745 0.0   100.00    50
9 ATTEN      11         1 0.5
10 HAZARD HAZ4      1     1     1
11 HAZ4
12 ACRNG 136.02 35.745 0.0   1000.0    50
13 ATTEN      1          1 0.5
14 HAZARD Z404      1     1     1
15 Z404
16 ACRNG 136.02 35.745 0.0   1000.0    50
17 ATTEN      1          1 0.5
18 HAZARD UZU1      1     1     1
19 UZU1
20 ACRNG 136.02 35.745 0.0   1000.0    50
21 ATTEN      1          1 0.5
22 HAZARD UZUA      1     1     1
23 UZUA
24 ACRNG 136.02 35.745 0.0   1000.0    50
25 ATTEN      1          1 0.5
26 PLOTAV      1     1     1     1     1     1     1
27 HASD      0
28 PLOTAV      1     1     1     1     1     1     1
29 HVSD      0
30 PLOTAV      3     1          1     1
31 HASD      0HAZ4      12404      2
32 PLOTAV      2     1          1     1
33 UZU1      0UZUA      1

```

```
LINE NO. -----+---1---+---2---+---3---+---4---+---5---+---6---+---7---+---8
```

## (2) HAZARD、ACRNG及びATTENカードによる出力結果

```
*****  
*** SEISMIC HAZARD CALCULATION ***  
*****  

CASE NO. 1      NAME =HASD  

SITE LOCATION ( DEGREE )  

  LONGITUDE = 136.020  

  LATITUDE  = 35.745  

REQUIRED ATTENUATION FORMULA      IATN =   1  

  AMAX=(Z=PA1/TP)=10.0=(0.61M-(1.66+3.6/R)*LOG(R)-(0.631+1.83/R))  

REQUIRED DISTRIBUTION FUNCTION --- NORMAL  

  SIGMA = 0.500  

CAL. ACCELERATION (GAL)  

  MIN     = 0.0  

  MAX    = 1000.000  

  MAMAX   = 50
```

```
*****  
*** RESULT ***  
*****  

PEAK ACC      ANNUAL FRWQ      INTERVAL       MAGNITUDE      INTERVAL       INTERVAL      DISTANCE      INTERVAL  
( GAL )       (1/YEAR=GAL)    (90X)          (90X)          (90X)          (90X)          (KM)           (90X)  

10.000       0.1076457E-02     5.484        6.105        6.726        63.438       91.568      130.553  

30.000       0.5101368E-03     5.739        6.490        7.240       38.448       64.098      102.264  

50.000       0.2037160E-03     5.949        6.796        7.644       30.871       58.730      100.853  

70.000       0.1147683E-03     6.059        6.932        7.845       25.890       53.717      96.193  

90.000       0.7297515E-04     6.091        7.033        7.974       21.485       48.991      91.661  

110.000      0.4886933E-04     6.124        7.104        8.084       18.482       45.658      88.320  

130.000      0.3423150E-04     6.178        7.178        8.179       16.684       43.314      86.227  

150.000      0.2505077E-04     6.250        7.253        8.256       15.684       42.061      84.042  

170.000      0.1904413E-04     6.328        7.320        8.311       15.120       40.890      81.564  

190.000      0.1491070E-04     6.402        7.376        8.349       14.723       39.717      78.777  

210.000      0.1192096E-04     6.467        7.420        8.372       14.333       38.317  

230.000      0.9664098E-05     6.520        7.454        8.388       13.883  

250.000      0.7904521E-05     6.562        7.480        8.398       13.342  

270.000      0.6501453E-05     6.594        7.499        8.405       12.784  

290.000      0.5366179E-05     6.618        7.514        8.410       12  

310.000      0.4439295E-05     6.637        7.526        8.414  

330.000      0.3678257E-05     6.651        7.535        8.418  

350.000      0.3051533E-05     6.663        7.542        8.422  

370.000      0.2534310E-05     6.672        7.548        8.425  

390.000      0.2104939E-05     6.679        7.553        8.  

410.000      0.1733505E-05     6.685        7.558  

430.000      0.141029E-05     6.690        7.562  

450.000      0.1147E-05      6.695        7.565  

470.000      0.917E-05       6.699        7.567  

490.000      0.703E-05       4.703
```

PEAK ACC ( GAL )	ANNUAL FRWQ. OF EXCEDIENCE	RETURN PERIOD (YEAR)
0.0	0.4376310E-01	0.2285030E+02
20.000	0.2223396E-01	0.4497624E+02
40.000	0.1203122E-01	0.8311708E+02
60.000	0.7956900E-02	0.1254771E+03
80.000	0.3461532E-02	0.1766304E+03
100.000	0.14202031E-02	0.2379802E+03
120.000	0.5224644E-02	0.3101116E+03
140.000	0.25400142E-02	0.3936985E+03
160.000	0.2038999E-02	0.4904368E+03
180.000	0.1658116E-02	0.6030940E+03
200.000	0.1359902E-02	0.7353472E+03
220.000	0.1121483E-02	0.8916765E+03
240.000	0.9282010E-03	0.1077353E+04
260.000	0.7701106E-03	0.1298515E+04
280.000	0.6400817E-03	0.1562301E+04
300.000	0.5327582E-03	0.1877024E+04
320.000	0.4439724E-03	0.2259999E+04
340.000	0.3704073E-03	-
360.000	0.3093770E-03	-
380.000	0.2586909E-03	-

(5) 地震ハザードの図示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別IDでの  
入出力例

① 入力データのエコープリント例

地震ハザードの図示に用いるプログラム群内のサブプログラムに対応する入力データ識別IDのうち、PLOAVを対象とした場合の入力データのエコープリント例を前述の表4.10中に示す。表中のLINE NO.に従って、入力データの概要を説明する。

LINE NO.26~27

入力データ識別IDのPLOTAVを用いて、前述の(4)で述べた地震ハザード「HAZARD」の計算結果を図化する。重ね書きの個数を指定する入力項目が「1」であるので、1個である。地震ハザードのパラメータを指定する入力項目が「1」、「1」、「1」、「1」、「1」であるので、順番に、年当りの発生頻度、代表マグニチュード、代表震央距離、超過発生頻度、再来年数及び信頼区間である。対象とする地震群は、LINE NO.27に示す「HASD」である。

② ①の入力データに対する出力例及び距離減衰特性の作図例

図4.2にLINE NO.26のPLOTAVによって作図した超過発生頻度、再来年数、代表マグニチュード及び代表震中距離を示す。

また、地震動の計算に用いた金井式の距離減衰特性と、土木研究所式の距離減衰特性の作図例を図4.3に示す。

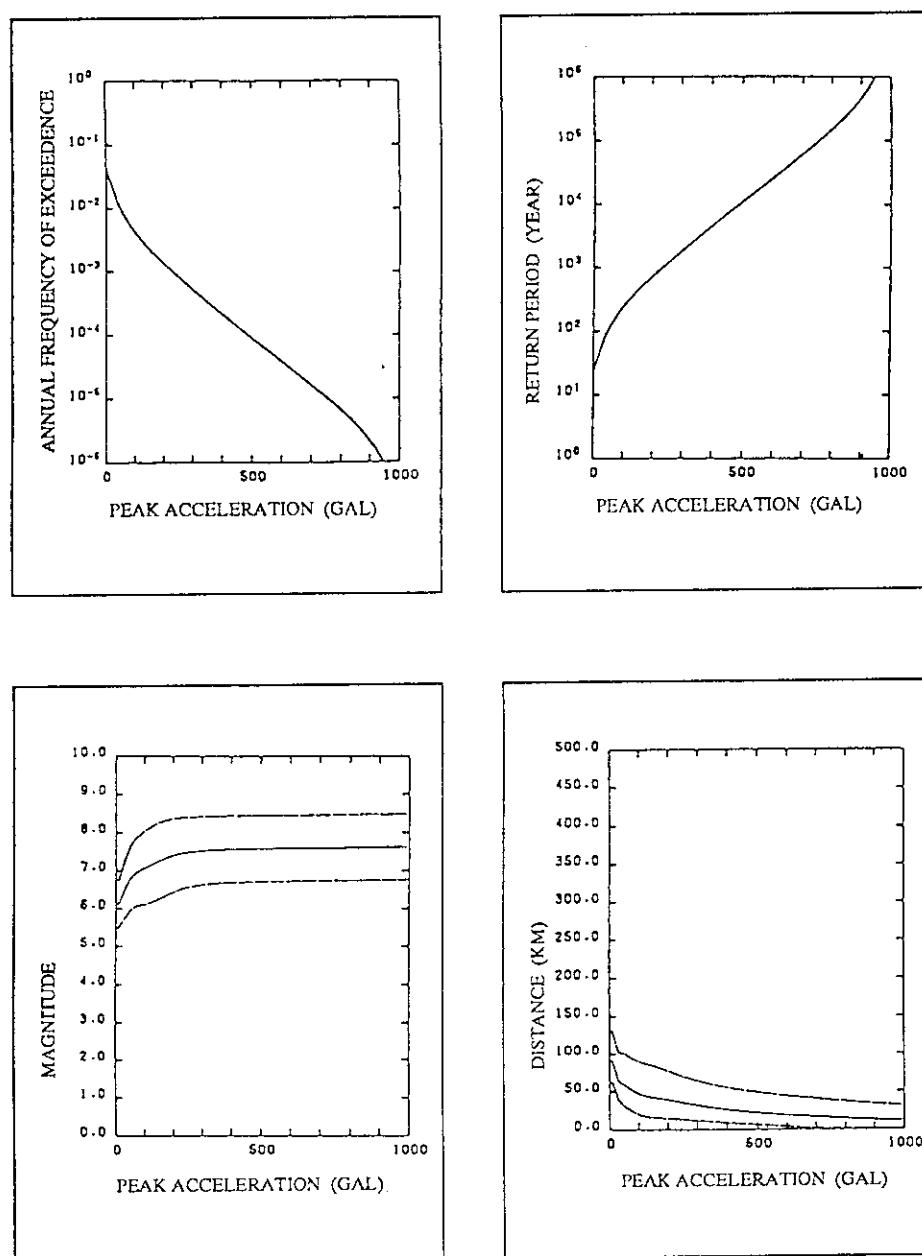


図4.2 地震ハザード計算結果の作図例

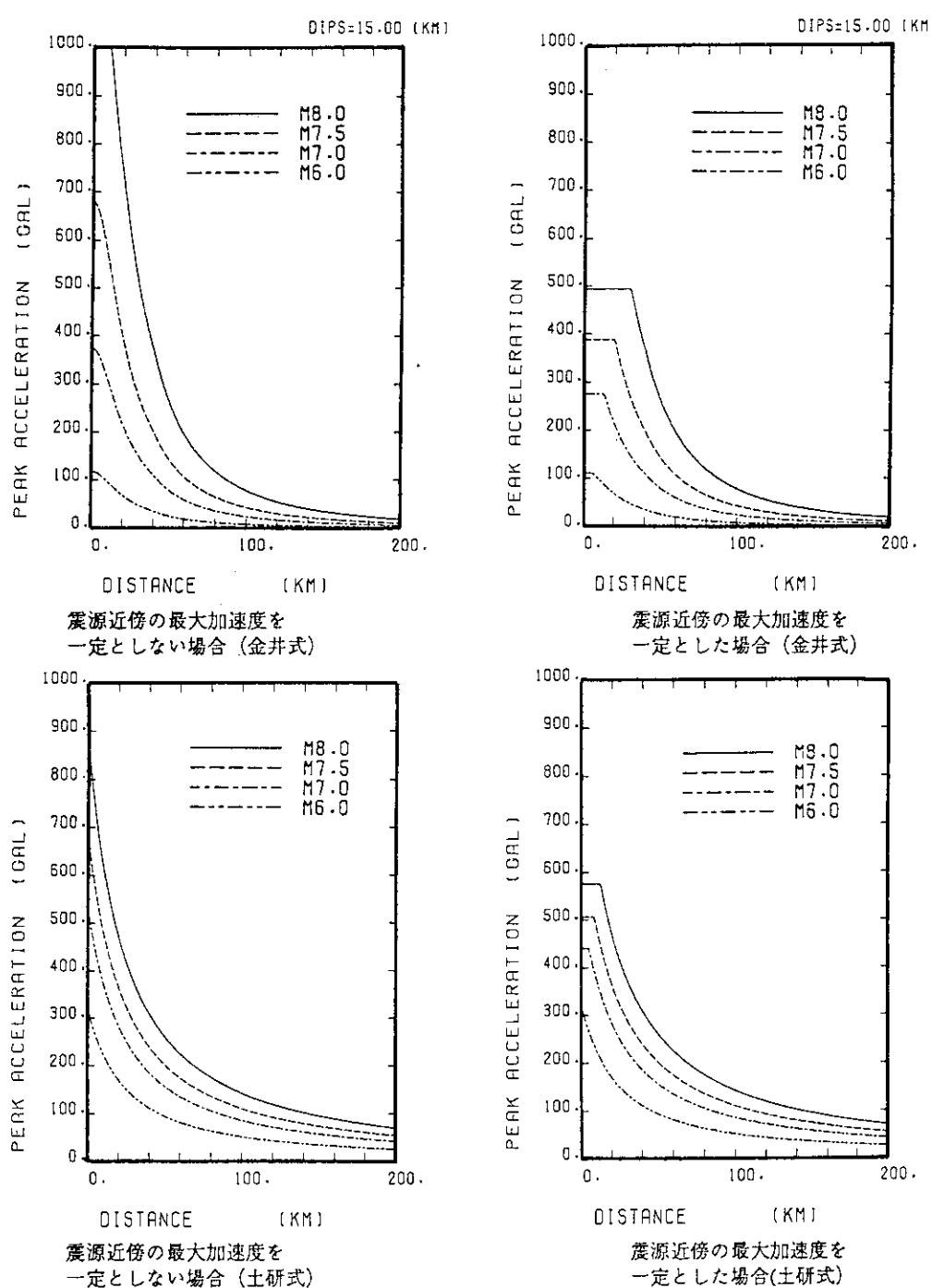


図4.3 地震動距離減衰式の距離減衰特性の作図例

#### 4.4 ジョブ制御文及びエラーメッセージの一覧

##### (1) ジョブ制御文

S H E A T では、カードを指定する入力データ以外は全てファイルに保存されたデータで処理している。そのため、歴史地震カタログや活断層データから評価対象地震を抽出すること、一度設定された地震群内の地震を変更すること、地震群内の地震を用いて地震ハザードを計算すること等は、同一路線内でのジョブで実行する必要はない。表 4. 11 に 4.3 節での作業に対応する次の①～⑤のジョブ制御文を示す。

- ① 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID を対象とした場合  
(部分カタログの作成：表 4.6 の入力データのエコープリントを参照)
- ② 歴史地震データや活断層データの地震群データへの変換に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID を対象とした場合  
(部分カタログからの地震群の作成と、カードイメージによる地震の作成：  
表 4.7 の入力データのエコープリントを参照)
- ③ 地震群データの変更に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID を対象とした場合  
(表 4.8 の入力データのエコープリントを参照)
- ④ 評価対象地震の図示・表示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID を対象とした場合  
(表 4.9 の入力データのエコープリントを参照)
- ⑤ 地震ハザードの計算及び図示に用いるプログラム群に係わる入力データ識別 ID を対象とした場合  
(表 4.10 の入力データのエコープリントを参照)

##### (2) エラーメッセージの一覧

入力データ識別 ID に誤りがあれば、エラーメッセージが出力されてプログラムの実行は終了する。この他、スイッチの入力や制限値を越えた値の入力のように、基本的な誤りがある場合にもエラーメッセージを出力してプログラムは終了する。エラーメッセージの一覧を表 4.12 に示す。

表 4.11 ジョブ制御文

## (1) CRHISTカードによる部分カタログ作成のジョブ制御文

```

E20 V10L20 <<< JCL STATEMENTS LIST >>> DATE 02/02/88 TIME 15:55
1 //F9350419 JOB ('206893500952.02
// 'T.02W.04C.02I.02E.00','')
// 'TO.TANAKA ',CLASS=9,PRTY=02,TIME=(0000,30),
// MSGCLASS=X,MSGLEVEL=(2,0,1),
// USER=J9350,GROUP=G0952,PASSWORD=
***JOBPARM S=ANY,R=9350,L=0008,C=0000000
***** LIST OF PRIVATE PROC *
***** LIST OF USER JCL *
2 // EXEC LMGO,
// LM='J9350.SHEAT',
// PNM='SHEAT'
*****
***** INPUT DATA IS SPECIFIED BY THE FOLLOWING FILE
*****
8 //FT05F001 DD DSN=J9350.PFD.DATA(SEISTRG1),DISP=SHR
10 //GDFILE DD SYSOUT=H
*****
***** STANDARD FILES (FT08 - FT10) TRANSFERED FROM ORIGINAL FILES
*****
11 //FT08F001 DD DSN=J9350.DATA1.USAMI,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
// SPACE=(TRK,(10,10),RLSE),DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200)
12 //FT09F001 DD DSN=J9350.DATA1.UTSU,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
// SPACE=(TRK,(10,10),RLSE),DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200)
13 //FT10F001 DD DUMMY
***FT10F001 DD DSN=J9350.DATA1.KISHO,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
***** SPACE=(TRK,(10,10),RLSE),DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200)
***** ORIGINAL FILES(FT11 - FT13)
*****
14 //FT11F001 DD DSN=J4449.HYSTEQ.DATA(USAMI4),DISP=SHR
15 //FT12F001 DD DSN=J4449.J9151.H2ADKK85.DATA(UTSU),DISP=SHR
16 //FT13F001 DD DSN=J3621.SEISMIC.DATA,DISP=SHR
*****
***** ORIGINAL DATA CONCERNING FALTS
*****
17 //FT17F001 DD DSN=J4449.J7553.SHEAT.DATA(FALT),DISP=SHR
*****
***** CARD IMAGE FILE FOR INPUT DATA
*****
18 //FT15F001 DD UNIT=TSSWK,SPACE=(20,20) .

```

- 8 : 入力データ（カード）
- 11: 宇佐見部分カタログ
- 12: 宇津部分カタログ
- 13: 計算例ではこのファイルを使用していないので D U M M Y としている。
- 14: 宇佐美カタログ
- 15: 宇津カタログ
- 16: 気象庁カタログ
- 17: 活断層データ
- 18: 入力データ（カード）の一時的保管ファイル

## (2) 部分カタログから地震群を作成する時のジョブ制御文

```

E20 V10L20 <<< JCL STATEMENTS LIST >>> DATE 02/02/88 TIME 16:16

1 //F9350421 JOB ('206893500952.02
//          'T.02W.04C.02I.02E.00','           ',           '),
//          'TO.TANAKA ',CLASS=B,PRTY=02,TIME=(0000,30),
//          MSGCLASS=X,MSGLEVEL=(2,0,1),
//          USER=J9350,GROUP=G0952,PASSWDRD=
//          ***JOBPARM S=ANY,R=9350,L=0008,C=0000000
***** LIST OF PRIVATE PROC *****
***** LIST OF USER JCL *****
2 // EXEC LMGO,
// LM='J9350.SHEAT',
// PNM=SHEAT
8 //FT05F001 DD DSN=J9350.PFD.DATA(SEIS123),DISP=SHR
10 //GDFILE DD SYSOUT=H
*****
***** STANDARD FILES PREPARED BY PREVIOUS JOB
*****
11 //FT08F001 DD DSN=J9350.DATA1.USAMI,DISP=OLD
12 //FT09F001 DD DSN=J9350.DATA1.UTSU,DISP=OLD
*****
***** CARD IMAGE FILE FOR INPUT DATA
*****
13 //FT15F001 DD UNIT=TSSWK,SPACE=(20,20)
*****
***** FILE OF SEISMIC DATA USED FOR CALCULATING SEISMIC HAZARD
*****


14 //FT20F001 DD DSN=J9350.JISINGUN.DATA,DISP=(,CATLG,DELETE),UNIT=TSSWK,
//          SPACE=(TRK,(5,5),RLSE),DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=3200)
//
```

14: 地震群データを保存するファイル

③ 地震群の変更処理時のジョブ制御文

```

E20 V10L20 <<< JCL STATEMENTS LIST >>> DATE 02/02/88 TIME 16:20
1 //F9350423 JOB ('206893500952.02      ',                   JOB 7086
//          'T.02W.04C.021.02E.00','')
//          'TO.TANAKA ',CLASS=B,PRTY=02,TIME=(0000,30),
//          MSGCLASS=X,MSGLEVEL=(2,0,1),
//          USER=J9350,GROUP=G0952,PASSWORD=
***JOBPARM   S=ANY,R=9350,L=0008,C=0000000
*****          LIST OF PRIVATE PROC
*****
*****          LIST OF USER JCL
*****
2 // EXEC LMGO,
// LM='J9350.SHEAT',
// PNM=SHEAT
8 //FT05F001 DD DSN=J9350.PFD.DATA(SEISTRG2),DISP=SHR
10 //GDFILE DD SYSOUT=H
*****
***** CARD IMAGE FILE FOR INPUT DATA
*****
11 //FT15F001 DD UNIT=TSSWK,SPACE=(20,20)
*****
***** FILE OF SEISMIC DATA USED FOR CALCULATING SEISMIC HAZARD
*****
12 //FT20F001 DD DSN=J9350.JISINGUN.DATA,DISP=(OLD,KEEP)
//
```

④ 評価対象地震位置を作図するジョブ制御文

```

E20 V10L20 <<< JCL STATEMENTS LIST >>> DATE 03/24/88 TIME 14:37
1 //F9350461 JOB ('206893500952.02      ',                   JOB 7606
//          'T.02W.04C.031.02E.00','')
//          'TO.TANAKA ',CLASS=B,PRTY=01,TIME=(0000,30),
//          MSGCLASS=X,MSGLEVEL=(2,0,1),
//          USER=J9350,GROUP=G0952,PASSWORD=
***JOBPARM   S=ANY,R=9350,L=0008,C=0000000
*****          LIST OF PRIVATE PROC
*****
*****          LIST OF USER JCL
*****
2 // EXEC LMGO,
// LM='J9350.SHEAT',
// PNM=SHEAT
8 //FT05F001 DD DSN=J9350.PFD.DATA(SEISPLOT),DISP=SHR
10 //GDFILE DD SYSOUT=H
*****
***** CARD IMAGE FILE FOR INPUT DATA
*****
11 //FT15F001 DD UNIT=TSSWK,SPACE=(20,20)
*****
***** FILE OF SEISMIC DATA USED FOR CALCULATING SEISMIC HAZARD
*****
12 //FT20F001 DD DSN=J9350.JISHIN.CASE3,DISP=(OLD,KEEP)
*****
***** FILE FOR JAPANESE COAST LINE DATA
*****
13 //FT50F001 DD DSN=J4366.COAST.DATA,DISP=SHR,LABEL=(,,,IN)   日本地図作成用の
                                                               海岸線データ
14 //FT51F001 DD DSN=J4366.MAPDUM.DATA,DISP=SHR                  日本地図作成用のプログラム
//
```

⑤ 評価対象地震を用いて地震ハザードを計算し、その結果を作図するジョブ制御文

```

E20 V10L20 <<< JCL STATEMENTS LIST >>> DATE 03/24/88 TIME 14:18
1 //F9350460 JOB ('206893500952.02           ',                   JOB 7379
//          'T.02W.04C.03I.02E.00', '
//          'TO.TANAKA ',CLASS=B,PRTY=01,TIME=(0000,30),
//          MSGCLASS=X,MSGLEVEL=(2,0,1),
//          USER=J9350,GROUP=G0952,PASSWORD=
***JOBPARM S=ANY,R=9350,L=0008,C=0000000
***** LIST OF PRIVATE PROC *
***** LIST OF USER JCL *
2 // EXEC LMGO,
// LM='J9350.SHEAT',
// PNM=SHEAT
*****
***** INPUT DATA IS SPECIFIED BY THE FOLLOWING FILE
*****
8 //FT05F001 DD DSN=J9350.PFD.DATA(SEISHZRD),DISP=SHR
10 //GDFILE DD SYSOUT=H
*****
***** CARD IMAGE FILE FOR INPUT DATA
*****
11 //FT15F001 DD UNIT=TSSWK,SPACE=(20,20)
*****
***** FILE OF SEISMIC DATA USED FOR CALCULATING SEISMIC HAZARD
*****
12 //FT20F001 DD DSN=J9350.JISHIN.CASE3,DISP=SHR
*****
***** FILES FOR PLOTTING SEICMIC HAZARD
*****
13 //FT30F001 DD UNIT=TSSWK,SPACE=(20,20)
14 //FT90F001 DD UNIT=TSSWK,SPACE=(20,20)
//
```

表 4.12 エラーメッセージの一覧

No.	出力メッセージと説明	主な出力ルーチン
E-0001	INPUT DATA ERROR 'INPUT CARD GA SYUTURYOKU SARERU' 入力データにエラーがある（現在未使用） 'エラーの入力カードが出力される'	
E-0002	JISHIN NAME NOT FOUND 'INPUT CARD GA SYUTURYOKU SARERU' 入力で指定した地震群名称が評価ファイルにない 'エラーの入力カードが出力される'	CHECH, COPY, DELETE RENAME
E-0003	NO SPACE IN COMMON 地震群データが多すぎてコモンエリアに入らない	
E-0004	HAZARD NAME NOT FOUND 'INPUT CARD GA SYUTURYOKU SARERU' 地震ハザードの名称がない 'エラーの入力カードが出力される'	HAZSUM, SMOOTH RENAME
E-0005	GAL + KINE 'INPUT CARD GA SYUTURYOKU SARERU' 加速度と速度の結果を足し合わせようとしている 'エラーの入力カードが出力される'	HAZSUM RENAME
E-0006	MAGNITUDE OF FALT **** IS TOO SMALL HAZARD CALCULATION CANNOT BE EXECUTED 活断層の最大マグニチュードが設定した最小マグニチュードよりも小さい	RFALT
E-0007	NMAG > 10 MAGCH カードで10以上の番号を入力している	MAIN
E-0008	NUMBER OF JISHIN = 0 地震ハザードの計算に対し評価地震データがない	MAIN
E-0009	MAGNITUDE NUMBER = 0 OF **** SO NOT CHENGE 'INPUT CARD GA SYUTURYOKU SARERU' マグニチュード番号が0で変更できない 'エラーの入力カードが出力される'	MAGCH
E-0010	SINNOU KYORI HA KAJYUU HEIKIN DE MOTOMERU 代表震央距離の計算は加重平均で求める 表3.6に示す距離減衰式の逆算式のうち、IATN が 6, 15, 16, 17, 18, 19 の時出力	

## 5. SHEATの使用例

### 5. 1 例題の計算条件

以下で述べるSHEATコードの使用例は、原研で確立した地震ハザード評価手法<sup>20)</sup>に基づき、原研東海サイトの地震ハザードを計算する場合のものである。主要な計算条件は次の通りである。

#### (1) 地震域の設定

東海サイト周辺は、図5.1に示すように太平洋プレートがユーラシアプレート下に沈み込む地震地体構造となっている。このような構造に伴う地震活動度の似ている領域を地震域として表現するために、地震域をユーラシアプレート内と、ユーラシア及び太平洋両プレートの境界付近に分けて設定する。前者は活断層研究会の活断層区分<sup>5)</sup>に基づき4つの地震域として、後者は吉井のアサイズミック・フロント<sup>21)</sup>に基づき2つの地震域として表現する。

#### (2) 対象とする歴史地震データ及び活断層データ

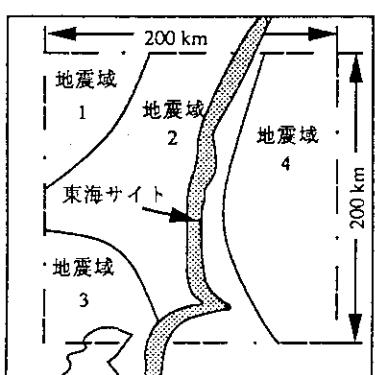
##### ① 歴史地震データ

東海サイト周辺で発生した歴史地震データとしては、宇佐見<sup>22)</sup>・宇津<sup>3)</sup>・気象庁<sup>4)</sup>カタログ内のデータがあるが、機械観測された信頼性の高い気象庁カタログを除く宇佐見・宇津両カタログ内のデータは時代を遡るほど信頼性が比較的低くなると考えられる。両データの内、東海周辺において信頼性が比較的高いものは、江戸幕府が開かれた江戸初期以降（1603年～1980年）のものと考えられる。また、両カタログに記載されているマグニチュードは、約6以上のものである。

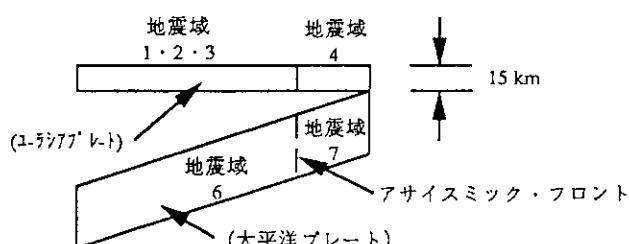
カタログからマグニチュードの大きい地震を抽出する場合には、それらの地震の発生繰り返し間隔が長いので、抽出期間をできるだけ長くした方が良いが、データの信頼性が許せる期間内とすることが重要である。ここではマグニチュード6以上の地震は宇佐見及び宇津両カタログの江戸初期以降（1603年～1980年）のデータを用いる。マグニチュードの比較的小さい地震を抽出する場合には、それらの地震の発生繰り返し間隔が短いので、抽出期間をそれ程長くとる必要がなく、データの信頼性が高い期間内とすることが重要である。ここではマグニチュード5.5から5.9までの地震は気象庁カタログの（1926年～1980年）のデータを用いる。対象とする地震のマグニチュード規模別の抽出範囲を表5.1に示す。

##### ② 活断層データ

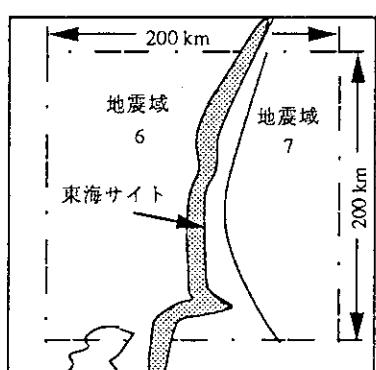
東海サイト周辺の活断層データとしては、活断層研究会の「日本の活断層－分布図と資料」<sup>5)</sup>に記載されているものがあるが、ここではこれらのデータのうち、確実I及びIIのものを用いる。これらの活断層の分布を図5.2に示すと共に、各活断層データの諸元の一覧を表5.2に示す。



平面図（プレート内の地震）



断面図（プレート内の地震・プレート境界の地震）



平面図（プレート境界の地震）

図5.1 原研東海サイト周辺の地震地体構造を表す模式図とサイト周辺に設定した地震域

表5.1 歴史地震データの抽出範囲

マグニチュード (M)	期間 (年)			
	1603	1925	1926	1980
$6.0 \leq M$				宇佐見カタログから抽出
$5.5 \leq M < 5.9$				宇津カタログから抽出
				気象庁カタログ から抽出

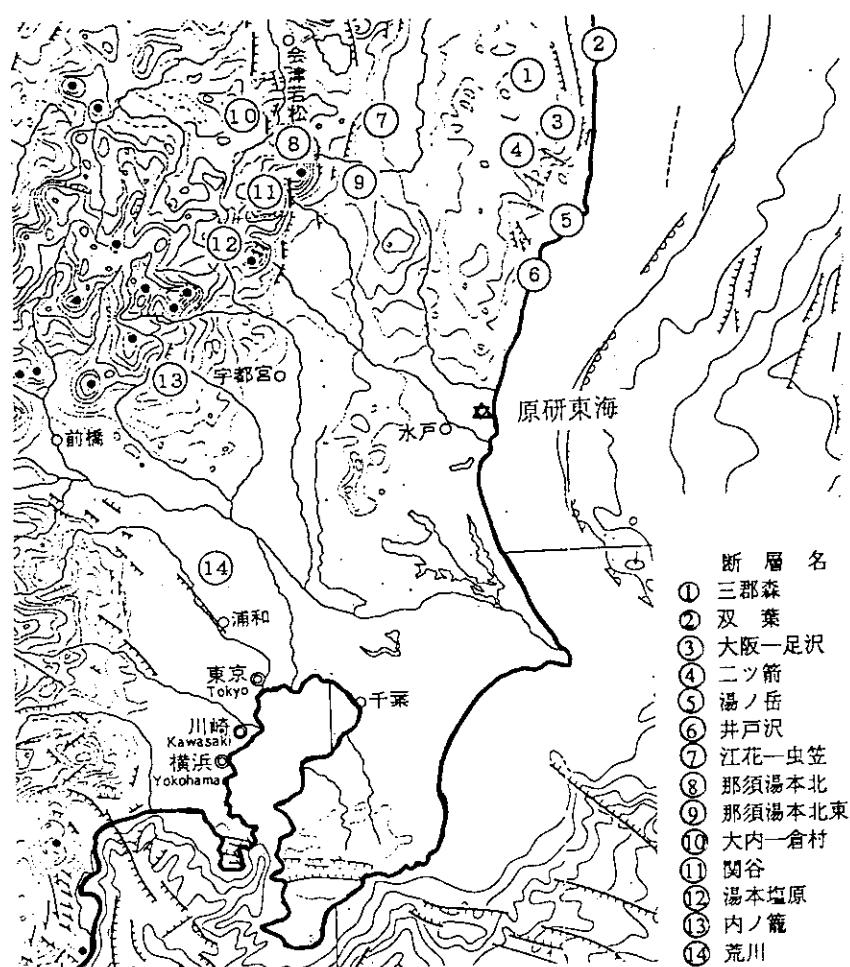


図 5.2 対象とした活断層の分布図

表5.2 対象とした活断層のデータの諸元

断層名	活動度		確実度		断層長さ km	深さ km
	表示	平均変位速度 mm/年	表示	確率値		
1.三郡森	B	0.5	II	0.7	13.3	8.58
2.双葉	B	0.5	II	0.7	48.0	18.22
3.大阪一足沢	B	0.5	II	0.7	9.1	6.83
4.二ツ箭	B	0.5	II	0.7	6.5	5.59
5.湯ノ岳	B	0.5	II	0.7	5.7	5.22
6.井戸沢	B	0.5	II	0.7	10.1	7.28
7.江花一虫笠	B	0.5	II	0.7	12.3	8.19
8.那須湯本北	B	0.5	II	0.7	10.0	7.25
9.那須湯本北東	B	0.5	II	0.7	4.5	4.55
10.大内一倉村	B	0.5	I	1.0	8.0	6.36
11.関谷	B	0.8	I	1.0	37.5	16.95
12.湯本塩原	B	0.5	I	1.0	6.5	5.63
13.内ノ籠	B	0.5	II	0.7	11.7	7.94
14.荒川	B	0.2	II	0.7	17.6	10.10

注1：活動度・確実度の表示は、活断層研究会「日本の活断層一分布図と資料」に記述されている記号である。

注2：平均変位速度・確率値（確実度を確率で表した値）・断層長さ・深さは、著者等が設定した値である。

### (3) 歴史地震データ及び活断層データの用い方

地震ハザードは一般に、歴史地震データもしくは活断層データを別々に用いて評価される。歴史地震の収録期間が地震の繰り返し発生間隔に比べ短かったり、活断層データが十分でなかつたりするので、いずれか一方のデータだけで地震ハザードを評価すると不確実となる。そのために、歴史地震データと活断層データの両方を組合せて評価する。但し、両データの重複を避けるために、歴史地震と活断層が対応する地震断層がある場合には活断層データを用いる。しかしながら、サイト周辺には地震断層の情報がなかつたので、両データの重複を避ける必要がない。

### (4) 震源の設定方法

震源の設定方法について、歴史地震データを用いる場合と、活断層データを用いる場合とに分けて述べる。

#### ① 歴史地震データを用いる場合

(1)で設定した各地震域を網目分割し、それぞれの網目に震源を一様に分布させる。

#### ② 活断層データを用いる場合

(2)の②で対象とした各活断層を活断層上で幾つかに分割し、分割点上に震源を一様に分布させる。

### (5) 活断層から発生する地震の発生頻度の求め方

活断層から発生する地震の発生頻度が、最大モーメントモデル<sup>6)</sup>に従うとする。

### (6) 地震動の距離減衰特性

金井式は日立鉱山の坑道で観測した地震動等を用いて作成されたものである。日立鉱山と原研東海は距離的に近いので、金井式が原研東海サイト周辺での地震動の距離減衰を良く表現するものと考え、この式を用いる。金井式のばらつきを表す対数標準偏差は、0.5である。

## 5.2 入力データの作成

5.1の計算条件に基づき、S H E A T の機能を用いて入力データを作成する。作成した入力データを表5.3に示す。

表5.3 原研東海サイトを対象とした場合の入力データのエコーブリント

```

LINE NO.   1 2 3 4 5 6 7 8
      1 MAGNIT  5.45    8.45    0.1
      2 CNTLPR   0
      3 RDHIST   USA1     1     1
      4 LT       1603 1 119801231
      5 X        139.50  141.75
      6 Y        35.50   37.417
      7 Z        0.0     100.0
      8 U        7.0     8.5
      9 RDHIST   USA2     1     1
     10 LT       1603 1 119801231
     11 X        139.50  141.75
     12 Y        35.50   37.417
     13 Z        0.0     100.0
     14 U        6.0     6.9
     15 RDHIST   UZU1     2     1
     16 LT       1603 1 119801231
     17 X        139.50  141.75
     18 Y        35.50   37.417
     19 Z        0.0     100.0
     20 U        7.0     8.5
     21 RDHIST   UZU2     2     1
     22 LT       1603 1 119801231
     23 X        139.50  141.75
     24 Y        35.50   37.417
     25 Z        0.0     100.0
     26 U        6.0     6.9
     27 RDHIST   KIS1     3     1
     28 LT       1926 1 119801231
     29 X        139.50  141.75
     30 Y        35.50   37.417
     31 Z        0.0     100.0
     32 U        5.5     5.9
     33 COMBIN   USA1     UZU1   M785
     34 COMBIN   USA2     UZU2   M669
     35 COMBIN   KIS1     M669   DUM1
     36 COMBIN   DUM1     M785   HIAL
     37 EXTRL   HIAL     EQKS   EQKD   139.50  141.75  35.500  37.417  0.0   15.0
     38 DELETE  HIAL
     39 DELETE  DUM1
     40 MESHXY  139.50  141.75  35.500  37.417    27     23     0
     41 ZONENO   10.0    0.0    0.0    0.0
     42 11111111112222222222222222444
     43 111111111122222222222222224444444
     44 111111111122222222222222224444444
     45 111111111122222222222222224444444
     46 111111111122222222222222224444444
     47 111111111122222222222222224444444
     48 111111111122222222222222224444444
     49 111111111122222222222222224444444
     50 111111111122222222222222224444444
     51 111111111122222222222222224444444
     52 122222222222222222222222224444444
     53 222222222222222222222222224444444
     54 222222222222222222222222224444444
     55 222222222222222222222222224444444
     56 222222222222222222222222224444444
     57 3333333222222222444444444444
     58 3333333332222222444444444444
     59 3333333332222222444444444444
     60 3333333332222222444444444444
     61 333333333333322222224444444444
     62 333333333333322222224444444444
     63 333333333333322222224444444444
     64 333333333333322222224444444444
     65 EXTRM   EQKS   EQK1     1
     66 EXTRM   EQKS   EQK2     2
     67 EXTRM   EQKS   EQK3     3
     68 EXTRM   EQKS   EQK4     4
     69 ZGROUP  EQK1   Z1     1
     70 ZGROUP  EQK2   Z2     1
     71 ZGROUP  EQK3   Z3     1
     72 ZGROUP  EQK4   Z4     1

```

LINE NO.	1	2	3	4	5	6	7	
73	MESHXY	139.50	141.75	35.500	37.417	27	23	0
74	ZONENO			130.0	0.0	1.0	4270.0	
75		6666666666666666666666777777						
76		6666666666666666666666777777						
77		6666666666666666666666777777						
78		6666666666666666666666777777						
79		6666666666666666666666777777						
80		6666666666666666666666777777						
81		6666666666666666666666777777						
82		6666666666666666666666777777						
83		6666666666666666666666777777						
84		6666666666666666666666777777						
85		6666666666666666666666777777						
86		6666666666666666666666777777						
87		6666666666666666666666777777						
88		6666666666666666666666777777						
89		6666666666666666666666777777						
90		6666777777777777777777777777						
91		7777777777777777777777777777						
92		7777777777777777777777777777						
93		7777777777777777777777777777						
94		7777777777777777777777777777						
95		7777777777777777777777777777						
96		7777777777777777777777777777						
97		7777777777777777777777777777						
98	EXTRM	EQKO	EQK6			6		
99	EXTRM	EQKD	EQK7			7		
100	ZGROUP	EQK6	Z6			1		
101	ZGROUP	EQK7	Z7			1		
102	MODEL		1	1				
103	RFALT	101	0.9	0.7	0.5	3.0		2 8.58
104	140.82	37.46	140.83	37.34				
105	RFALT	104	0.9	0.7	0.5	3.0		2 18.22
106	140.85	37.65	140.91	37.22				
107	RFALT	105	0.9	0.7	0.5	3.0		2 6.83
108	140.90	37.26	140.88	37.18				
109	RFALT	107	0.9	0.7	0.5	3.0		2 5.59
110	140.80	37.18	140.85	37.14				
111	RFALT	110	0.9	0.7	0.5	3.0		2 5.22
112	140.75	37.02	140.80	36.99				
113	RFALT	111	0.9	0.7	0.5	3.0		3 7.28
114	140.73	36.99	140.73	36.93	140.74	36.90		
115	RFALT	115	0.9	0.7	0.5	3.0		2 8.19
116	140.19	37.28	140.17	37.17				
117	RFALT	116	0.9	0.7	0.5	3.0		2 7.25
118	140.11	37.20	140.10	37.11				
119	RFALT	117	0.9	0.7	0.5	3.0		2 4.55
120	140.15	37.16	140.14	37.12				
121	RFALT	118	0.9	1.0	0.5	3.0		3 6.36
122	139.82	37.32	139.81	37.30	139.82	37.25		
123	RFALT	119	0.9	1.0	0.8	3.0		6 16.95
124	139.88	37.15	139.87	37.11	139.88	37.05	139.85	36.98 139.84 36.90
125	139.82	36.82						
126	RFALT	120	0.9	1.0	0.5	3.0		2 5.63
127	139.76	36.95	139.82	36.92				
128	RFALT	134	0.9	0.7	0.5	3.0		2 7.94
129	139.51	36.70	139.47	36.60				
130	RFALT	135	0.9	0.7	0.2	3.0		2 10.10
131	139.51	35.97	139.60	35.83				
132	HAZARD	10SD		1	4			9.0
133	Z101	Z202	Z303	Z404				
134	ACRNG	140.60	36.46	0.0	1000.0		50	
135	ATTEN		11				1 0.5	
136	HAZARD	20SD		1	2			9.0
137	Z606	Z707						
138	ACRNG	140.60	36.46	0.0	1000.0		50	
139	ATTEN		11				1 0.5	
140	HAZARD	30SD		1	14			9.0
141	101	104	105	107	110	111	115	116 117 118
142	119	120	134	135				
143	ACRNG	140.6	36.46	0.0	1000.0		50	
144	ATTEN		11				1 0.5	
145	HAZSUM	10SD	20SD	DUMY				
146	HAZSUM	DUMY	30SD	80SD				
147	PLOTAV		4	1			1	
148	10SD		020SD		130SD		280SD	3

以下、表5.3中の各入力データ識別IDが記載されているLINE NO.に従って入力データを説明する。

#### LINE NO.1

入力データ識別IDのMAGNITを用いて、評価対象地震のマグニチュード分布の範囲を5.45から8.45までとする。そのピッチは0.1刻みとする。

#### LINE NO.2

入力データ識別IDのCNTLPRを用いて、プリントの範囲をデフォルトで指定している範囲とする。

#### LINE NO.3~8

入力データ識別IDのRDHISTを用いて、歴史地震カタログの選択スイッチ(1)により宇佐見カタログファイルから評価対象地震を抽出し、地震群「USA1」とする。抽出期間(LT)は、1603年1月1日から1980年12月31日までとする。経度の範囲(X)は、東経139.5度から141.75度までとする。緯度の範囲(Y)は、北緯35.50度から37.417度までとする。深さ(Z)は、0から100kmまでとする。マグニチュードの範囲(U)は、7.0から8.5までとする。

#### LINE NO.9~14

RDHISTを用いて、地震群「USA1」と同様に宇佐見カタログファイルから評価対象地震を抽出し、地震群「USA2」とする。抽出期間(LT)、経度の範囲(X)、緯度の範囲(Y)及び深さ(Z)は、地震群「USA1」と同様とする。マグニチュードの範囲(U)は、6.0から6.9までとする。

#### LINE NO.15~20

RDHISTを用いて、歴史地震カタログの選択スイッチ(2)により宇津カタログファイルから評価対象地震を抽出し、地震群「UZU1」とする。抽出期間(LT)、経度の範囲(X)、緯度の範囲(Y)、深さ(Z)及びマグニチュードの範囲(U)は、地震群「USA1」と同様とする。

#### LINE NO.21~26

RDHISTを用いて、地震群「UZU1」と同様に宇津カタログファイルから評価対象地震を抽出し、地震群「UZU2」とする。抽出期間(LT)、経度の範囲(X)、緯度の範囲(Y)、深さ(Z)及びマグニチュードの範囲(U)は、地震群「USA2」と同様とする。

#### LINE NO.27~32

RDHISTを用いて、歴史地震カタログの選択スイッチ(3)により気象庁カタログファイルから評価対象地震を抽出し、地震群「KIS1」とする。抽出期間(LT)、経度の範囲(X)、緯度の範囲(Y)及び深さ(Z)は、地震群「USA1」と同様とする。マグニチュードの範囲(U)は、5.5から5.9までとする。

#### LINE NO.33

入力データ識別IDのCOMBINを用いて、地震群「USA1」と地震群「UZU1」を統合し、地震群「M785」とする。

LINE NO.34

COMBINを用いて、 地震群「USA2」と地震群「UZU2」を統合し、 地震群「M669」とする。

LINE NO.35

COMBINを用いて、 地震群「KIS1」と地震群「M669」を統合し、 地震群「DUM1」とする。

LINE NO.36

COMBINを用いて、 地震群「DUM1」と地震群「M785」を統合し、 地震群「HIAL」とする。

LINE NO.37

入力データ識別 ID の EXTRL を用いて、 地震群「HIAL」から対象とする地震を抽出し、 地震群「EQKS」とするとと共に、 補集合の地震群を「EQKD」とする。抽出範囲は東経139.50 から141.75度まで、 北緯35.500から37.417度まで、 深さ0.0から15.0kmまでとする。

LINE NO.38

入力データ識別 ID の DELETE を用いて、 地震群「HIAL」を削除する。

LINE NO.39

DELETEを用いて、 地震群「DUM1」を削除する。

LINE NO.40

入力データ識別 ID の MESHXY を用いて、 東経139.50度から141.75度までと北緯35.50 0度から37.417度までの領域に、 東経方向に27個、 北緯方向に23個の網目を設定する。

LINE NO.41～64

入力データ識別 ID の ZONENO を用いて、 地震域内の地震域番号及び震源の深さを設定する。東経139.50度から141.75度までと北緯35.500度から37.417度までの領域に設定した  $27 \times 23$  個の網目に地震域番号を表わす 1 から 4 までの数字を入れ、 地震域 1 から 4 を作成する。地震域内の震源の深さとしては、 震源の深さを与える平面方程式の各係数 AA, BB, CC にディホルト値を示すように 0 を設定したので、 震源の深さはディホルト値としての 15km である。

LINE NO.65

入力データ識別 ID の EXTRM を用いて、 地震群「EQKS」に属する地震から地震域 1 に属する地震を抽出し、 それらを地震群「EQK1」とする。

LINE NO.66

EXTRM を用いて、 地震群「EQKS」に属する地震から地震域 2 に属する地震を抽出し、 それらを地震群「EQK2」とする。

LINE NO.67

EXTRM を用いて、 地震群「EQKS」に属する地震から地震域 3 に属する地震を抽出し、 それらを地震群「EQK3」とする。

LINE NO.68

EXTRM を用いて、 地震群「EQKS」に属する地震から地震域 4 に属する地震を抽出し、 それらを地震群「EQK4」とする。

LINE NO.69

入力データ識別IDのZGROUPを用いて、地震域1内の各震源の発生頻度とマグニチュード分布を計算し、それらを地震群「Z101」とする。計算に当っては、地震群「EQK1」の地震データを用いる。入力データ識別IDには、地震群「Z101」の接頭の2文字「Z1」だけが記述されている。

LINE NO.70

ZGROUPを用いて、地震域2内の各震源の発生頻度とマグニチュード分布を計算し、それらを地震群「Z202」とする。計算に当っては、地震群「EQK2」の地震データを用いる。入力データ識別IDには、地震群「Z202」の接頭の2文字「Z2」だけが記述されている。

LINE NO.71

ZGROUPを用いて、地震域3内の各震源の発生頻度とマグニチュード分布を計算し、それらを地震群「Z303」とする。計算に当っては、地震群「EQK3」の地震データを用いる。入力データ識別IDには、地震群「Z303」の接頭の2文字「Z3」だけが記述されている。

LINE NO.72

ZGROUPを用いて、地震域4内の各震源の発生頻度とマグニチュード分布を計算し、それらを地震群「Z404」とする。計算に当っては、地震群「EQK4」の地震データを用いる。入力データ識別IDには、地震群「Z404」の接頭の2文字「Z4」だけが記述されている。

LINE NO.73

入力データ識別IDのMESHXYを用いて、東経139.50度から141.75度までと北緯35.50度から37.417度までの領域に、東経方向に27個、北緯方向に23個の網目を設定する。

LINE NO.74~97

入力データ識別IDのZONENOを用いて、地震域内に地震域番号及び震源の深さを設定する。地震域内の震源の深さとしては、原研東海サイト周辺での太平洋プレート表面付近に震源があると仮定し、プレート表面を与える平面方程式の各係数として、AA=30.0, BB=0.0, CC=1.0, DD=4270.0を設定する。東経139.50度から141.75度までと北緯35.500度から37.417度までの領域に設定した27×23個の網目に地震域番号を表わす6及び7までの数字を入れ、地震域6及び7を作成する。

LINE NO.98

入力データ識別IDのEXTRMを用いて、地震群「EQKD」に属する地震から地震域6に属する地震を抽出し、それらを地震群「EQK6」とする。

LINE NO.99

EXTRMを用いて、地震群「EQKD」に属する地震から地震域7に属する地震を抽出し、それらを地震群「EQK7」とする。

LINE NO.100

入力データ識別IDのZGROUPを用いて、地震域6内の各震源の発生頻度とマグニチュード分布を計算し、それらを地震群「Z606」とする。計算に当っては、地震群「EQK6」の地震データを用いる。入力データ識別IDには、地震群「Z606」の接頭の2文字「Z6」だけが記述されている。

LINE NO.101

ZGROUPを用いて、地震域7内の各震源の発生頻度とマグニチュード分布を計算し、それらを地震群「Z707」とする。計算に当っては、地震群「EQK7」の地震データを用いる。入力データ識別IDには、地震群「Z707」の接頭の2文字「Z7」だけが記述されている。

LINE NO.102

入力データ識別IDのMODELを用いて、活断層から発生す地震の発生モデルとして、最大モーメントモデルを設定すると共に、活断層長さとマグニチュード及びマグニチュードと断層変位との関係を表す経験式として、松田式を設定する。

LINE NO.103

入力データ識別IDのRFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「101」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=8.58kmと設定する。

LINE NO.104

RFALTとペアの入力データ識別IDであり、活断層の座標位置（経度、緯度）を表す。座標位置としては、第1座標が東経140.82度、北緯37.46度で、第2座標が東経140.83度、北緯37.34度である。

LINE NO.105、106

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「104」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=18.22kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.85度、北緯37.65度で、第2座標が東経140.91度、北緯37.22度である。

LINE NO.107、108

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「105」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=6.83kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.90度、北緯37.26度で、第2座標が東経140.88度、北緯37.18度である。

LINE NO.109、110

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「107」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=5.59kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.80度、北緯37.18度で、第2座標が東経140.85度、北緯37.14度である。

LINE NO.111、112

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「110」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=5.22kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.75度、北緯37.02度で、第2座標が東経140.80度、北緯36.99度である。

LINE NO.113、114

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「111」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=3個、活断層の深さ=7.28kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.73度、北緯36.99度で、第2座標が東経140.73度、北緯36.93度、第3座標が東経140.74度、北緯36.90度である。

LINE NO.115、116

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「115」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=8.19kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.19度、北緯37.28度で、第2座標が東経140.17度、北緯37.17度である。

LINE NO.117、118

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「116」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=7.25kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.11度、北緯37.20度で、第2座標が東経140.10度、北緯37.11度である。

LINE NO.119、120

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「117」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=4.55kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経140.15度、北緯37.16度で、第2座標が東経140.14度、北緯37.12度である。

LINE NO.121、122

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「118」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=1.0、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=3個、活断層の深さ=6.36kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経139.82度、北緯37.32度で、第2座標が東経139.81度、北緯37.30度、第3座標が東経139.82度、北緯37.25度である。

LINE NO.123、124、125

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「119」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=1.0、年平均変位速度=0.8mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=6個、活断層の深さ=16.95kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経139.88度、北緯37.15度で、第2座標が東経139.87度、北緯37.11度、第3座標が東経139.88度、北緯37.05度、第4座標が東経139.85度、北緯36.98度で、第5座標が東経139.84度、北緯36.90度、第6座標が東経139.82度、北緯36.82度である。

LINE NO.126、127

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「120」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=1.0、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=5.63kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経139.76度、北緯36.95度で、第2座標が東経139.82度、北緯36.92度である。

LINE NO.128、129

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「134」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.5mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=7.94kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経139.51度、北緯36.70度で、第2座標が東経139.47度、北緯36.60度である。

LINE NO.130、131

RFALTを用いて、活断層をカードイメージで入力し、地震群「135」とする。活断層パラメータとしては、b値=0.9、確実度=0.7、年平均変位速度=0.2mm/YEAR、活断層分割長=3.0km、座標点の数=2個、活断層の深さ=10.10kmと設定する。座標位置は、第1座標が東経139.51度、北緯35.97度で、第2座標が東経139.60度、北緯35.83度である。

LINE NO.132、133

入力データ識別IDのHAZARDを用いて、最大加速度をパラメータとする地震ハザード「10SD」を設定する。計算の対象とする地震群は、LINE NO.133に示す「Z101」、「Z202」、「Z303」、「Z404」の4つである。このHAZARDは、以下のLINE NO.134及び135と一緒に用いる。

LINE NO.134

入力データ識別IDのACRNGを用いて、計算の対象とするサイト位置、最大加速度の範囲及びこの範囲を等分分割する数を設定する。サイト位置は東経140.60度、北緯36.46度、最大加速度の範囲は0～1000Gal、対象範囲の等分分割数は50個とする。

LINE NO.135

入力データ識別IDのATTENを用いて、計算に用いる距離減衰式、そのばらつきを表す確率分布関数及び標準偏差を設定する。距離減衰式は金井式、確率分布関数は対数正規分布、標準偏差は対数標準偏差0.5とする。

LINE NO.136、137

HAZARDを用いて、最大加速度をパラメータとする地震ハザード「20SD」を設定する。計算の対象とする地震群は、LINE NO.137に示す「Z606」、「Z707」の2つである。

LINE NO.138

LINE NO.134と同じである。

LINE NO.139

LINE NO.135と同じである。

LINE NO.140、141、142

HAZARDを用いて、最大加速度をパラメータとする地震ハザード「30SD」を設定する。計算の対象とする地震群は、LINE NO.141及び142に示す「101」、「104」、「105」、「107」、「110」、「111」、「115」、「116」、「117」、「118」、「119」、「120」、「134」、「135」の14個である。

LINE NO.143

LINE NO.134と同じである。

LINE NO.144

LINE NO.135と同じである。

LINE NO.145

入力データ識別IDのHAZSUMを用いて、地震ハザード「10SD」と地震ハザード「20SD」を足し合わせ、地震ハザード「DUMMY」とする。

LINE NO.146

HAZSUMを用いて、地震ハザード「DUMMY」と地震ハザード「30SD」を足し合わせ、地震ハザード「80SD」とする。

LINE NO.147、148

入力データ識別IDのPLOTAVを用いて、対象とする4つの地震ハザードを年Gal当りの発生頻度と超過発生頻度として図化する。4つの地震ハザードは、LINE NO.148に示す地震ハザード「10SD」、「20SD」、「30SD」、「80SD」である。

### 5.3 例題の計算結果及びジョブ制御文

地震ハザード10SD・20SD・30SDそれを年Gal当りの発生頻度(回/Gal・年)と、超過発生頻度(回/年)で表した計算結果を表5.4(1)・(2)・(3)に示す。これらの地震ハザードを足し合わせたと地震ハザード80SDを年Gal当りの発生頻度(回/Gal・年)と、超過発生頻度(回/年)で表した計算結果を表5.4(4)に示す。これらの計算結果を図5.3に示す。

計算に用いたジョブ制御文を表5.5に示す。

表 5.4(1) 原研東海サイトでの地震ハザード計算結果の出力  
(地震群10SDのGal・年当りの発生頻度と年当りの超過発生頻度)

***** ***** RESULT ***** *****				
CASE NO. 1	NAME =10SD	PEAK ACC	ANNUAL FREQ.	RETURN PERIOD
		( GAL)	( 1/<YEAR*GAL>)	( YEAR)
10.000	0.1900849E+00	0.000	0.2331721E+00	0.4288677E+01
30.000	0.2827039E-01	20.000	0.4308729E-01	0.2320869E+02
50.000	0.8231085E-02	40.000	0.1481690E-01	0.6749051E+02
70.000	0.3307936E-02	60.000	0.6585810E-02	0.1518416E+03
90.000	0.1532503E-02	80.000	0.3277878E-02	0.3050752E+03
110.000	0.7703104E-03	100.000	0.1745375E-02	0.5729426E+03
130.000	0.4092359E-03	120.000	0.9750647E-03	0.1025573E+04
150.000	0.2269478E-03	140.000	0.5658288E-03	0.1767319E+04
170.000	0.1302561E-03	160.000	0.3388810E-03	0.2950888E+04
190.000	0.7702007E-04	180.000	0.2086251E-03	0.4793285E+04
210.000	0.4675232E-04	200.000	0.1316051E-03	0.7598488E+04
230.000	0.2905085E-04	220.000	0.8485274E-04	0.1178512E+05
250.000	0.1844153E-04	240.000	0.5580189E-04	0.1792054E+05
270.000	0.1193468E-04	260.000	0.3736037E-04	0.2676633E+05
290.000	0.7859856E-05	280.000	0.2542569E-04	0.3933030E+05
310.000	0.5260925E-05	300.000	0.1756584E-04	0.5692869E+05
330.000	0.3574285E-05	320.000	0.1230492E-04	0.8126831E+05
350.000	0.2462233E-05	340.000	0.8730633E-05	0.1145392E+06
370.000	0.1718082E-05	360.000	0.6268400E-05	0.1595303E+06
390.000	0.1213368E-05	380.000	0.4550318E-05	0.2197648E+06
410.000	0.8664990E-06	400.000	0.3336951E-05	0.2996748E+06
430.000	0.6252015E-06	420.000	0.2470452E-05	0.4047841E+06
450.000	0.4554946E-06	440.000	0.1845251E-05	0.5419316E+06
470.000	0.3348881E-06	460.000	0.1389757E-05	0.7195502E+06
490.000	0.2483268E-06	480.000	0.1054869E-05	0.9479848E+06
510.000	0.1856216E-06	500.000	0.8065429E-06	0.1239859E+07
530.000	0.1398004E-06	520.000	0.6209213E-06	0.1610510E+07
550.000	0.1060556E-06	540.000	0.4811209E-06	0.2078479E+07
570.000	0.8099084E-07	560.000	0.3750653E-06	0.2666202E+07
590.000	0.6224531E-07	580.000	0.2940745E-06	0.3400499E+07
610.000	0.4812888E-07	600.000	0.2318292E-06	0.4313520E+07
630.000	0.3742315E-07	620.000	0.1837003E-06	0.5443649E+07
650.000	0.2925916E-07	640.000	0.1462772E-06	0.6836337E+07
670.000	0.2299217E-07	660.000	0.1170180E-06	0.8545691E+07
690.000	0.1815675E-07	680.000	0.9402589E-07	0.1063537E+08
710.000	0.1440459E-07	700.000	0.7586920E-07	0.1318058E+08
730.000	0.1147908E-07	720.000	0.6146462E-07	0.1626952E+08
750.000	0.9186802E-08	740.000	0.4998556E-07	0.2000578E+08
770.000	0.7381633E-08	760.000	0.4079876E-07	0.2451054E+08
790.000	0.5954266E-08	780.000	0.3341712E-07	0.2992477E+08
810.000	0.4821139E-08	800.000	0.2746284E-07	0.3641282E+08
830.000	0.3917073E-08	820.000	0.2264172E-07	0.4416626E+08
850.000	0.3193590E-08	840.000	0.1872464E-07	0.5340555E+08
870.000	0.2612245E-08	860.000	0.1553106E-07	0.6438710E+08
890.000	0.2143501E-08	880.000	0.1291881E-07	0.7740648E+08
910.000	0.1764055E-08	900.000	0.1077532E-07	0.9280469E+08
930.000	0.1456123E-08	920.000	0.9011263E-08	0.1109722E+09
950.000	0.1205264E-08	940.000	0.7555141E-08	0.1323602E+09
970.000	0.1000373E-08	960.000	0.6349879E-08	0.1574833E+09
990.000	0.8324430E-09	980.000	0.5349509E-08	0.1869330E+09
		1000.000	0.4517069E-08	0.2213825E+09

表5.4(2) 原研東海サイトでの地震ハザード計算結果の出力  
(地震群20SDのGal・年当りの発生頻度と年当りの超過発生頻度)

***** RESULT *****						
CASE NO. 2	NAME =20SD	PEAK ACC ( GAL)	ANNUAL FREQ ( 1/<YEAR*GAL>)	PEAK ACC ( GAL)	ANNUAL FREQ. OF EXCEEDANCE	RETURN PERIOD (YEAR)
10.000	0.2801890E+00	0.000	0.3090560E+00	0.3235659E+01		
30.000	0.2317448E-01	20.000	0.2886704E-01	0.3464157E+02		
50.000	0.3751431E-02	40.000	0.5692568E-02	0.1756676E+03		
70.000	0.1077386E-02	60.000	0.1941137E-02	0.5151619E+03		
90.000	0.4238469E-03	80.000	0.8632750E-03	0.1158379E+04		
110.000	0.1970512E-03	100.000	0.4394059E-03	0.2273800E+04		
130.000	0.1010368E-03	120.000	0.2423549E-03	0.4126180E+04		
150.000	0.5535407E-04	140.000	0.1413181E-03	0.7076234E+04		
170.000	0.3187075E-04	160.000	0.8596398E-04	0.1163278E+05		
190.000	0.1907922E-04	180.000	0.5409324E-04	0.1848660E+05		
210.000	0.1180086E-04	200.000	0.3501402E-04	0.2855999E+05		
230.000	0.7499993E-05	220.000	0.2321317E-04	0.4307899E+05		
250.000	0.4881287E-05	240.000	0.1571319E-04	0.6364081E+05		
270.000	0.3244222E-05	260.000	0.1083190E-04	0.9231988E+05		
290.000	0.2195945E-05	280.000	0.7587678E-05	0.1317926E+06		
310.000	0.1510914E-05	300.000	0.5391733E-05	0.1854691E+06		
330.000	0.1054993E-05	320.000	0.3880819E-05	0.2576775E+06		
350.000	0.7465491E-06	340.000	0.2825826E-05	0.3538788E+06		
370.000	0.5345650E-06	360.000	0.2079278E-05	0.4809362E+06		
390.000	0.3870009E-06	380.000	0.1544713E-05	0.6473694E+06		
410.000	0.2829764E-06	400.000	0.1157712E-05	0.8637725E+06		
430.000	0.2088297E-06	420.000	0.8747361E-06	0.1143201E+07		
450.000	0.1554238E-06	440.000	0.6659064E-06	0.1501712E+07		
470.000	0.1165927E-06	460.000	0.5104827E-06	0.1958930E+07		
490.000	0.8810758E-07	480.000	0.3938900E-06	0.2538779E+07		
510.000	0.6704016E-07	500.000	0.3057824E-06	0.3270299E+07		
530.000	0.5134412E-07	520.000	0.2387422E-06	0.4188617E+07		
550.000	0.3955664E-07	540.000	0.1873981E-06	0.5336232E+07		
570.000	0.3064646E-07	560.000	0.1478417E-06	0.6763990E+07		
590.000	0.2387067E-07	580.000	0.1171953E-06	0.8532767E+07		
610.000	0.1868789E-07	600.000	0.9332462E-07	0.1071529E+08		
630.000	0.1466982E-07	620.000	0.7463677E-07	0.1339822E+08		
650.000	0.1161657E-07	640.000	0.5993701E-07	0.1668418E+08		
670.000	0.9219171E-08	660.000	0.4832049E-07	0.2069515E+08		
690.000	0.7347115E-08	680.000	0.3910132E-07	0.2557458E+08		
710.000	0.5878224E-08	700.000	0.3175420E-07	0.3149189E+08		
730.000	0.4720956E-08	720.000	0.2587598E-07	0.3864587E+08		
750.000	0.3805241E-08	740.000	0.2115502E-07	0.4727010E+08		
770.000	0.3077815E-08	760.000	0.1734978E-07	0.5763762E+08		
790.000	0.2497593E-08	780.000	0.1427197E-07	0.7006741E+08		
810.000	0.2033378E-08	800.000	0.1177438E-07	0.8493016E+08		
830.000	0.1660364E-08	820.000	0.9741001E-08	0.1026588E+09		
850.000	0.1359841E-08	840.000	0.8080640E-08	0.1237526E+09		
870.000	0.1116915E-08	860.000	0.6720800E-08	0.1487918E+09		
890.000	0.9199361E-09	880.000	0.5603887E-08	0.1784476E+09		
910.000	0.7596581E-09	900.000	0.4683951E-08	0.2134950E+09		
930.000	0.6289682E-09	920.000	0.3924296E-08	0.2548228E+09		
950.000	0.5220269E-09	940.000	0.3295328E-08	0.3034598E+09		
970.000	0.4343312E-09	960.000	0.2773301E-08	0.3605809E+09		
990.000	0.3622014E-09	980.000	0.2338970E-08	0.4275384E+09		
		1000.000	0.1976769E-08	0.5058760E+09		

表5.4(3) 原研東海サイトでの地震ハザード計算結果の出力  
(地震群30SDのGal・年当りの発生頻度と年当りの超過発生頻度)

***** ***** RESULT ***** *****				
CASE NO. 3 NAME =30SD				
PEAK ACC ( GAL)	ANNUAL FREQ ( 1/<YEAR*GAL>)	PEAK ACC ( GAL)	ANNUAL FREQ. OF EXCEEDANCE	RETURN PERIOD (YEAR)
10.000	0.4937597E-02	0.000	0.7054001E-02	0.1417635E+03
30.000	0.1538275E-02	20.000	0.2116405E-02	0.4724993E+03
50.000	0.3587285E-03	40.000	0.5781306E-03	0.1729713E+04
70.000	0.1281690E-03	60.000	0.2194023E-03	0.4557836E+04
90.000	0.5137993E-04	80.000	0.9123329E-04	0.1096091E+05
110.000	0.2167973E-04	100.000	0.3985336E-04	0.2509198E+05
130.000	0.9545807E-05	120.000	0.1817363E-04	0.5502479E+05
150.000	0.4375740E-05	140.000	0.8627818E-05	0.1159041E+06
170.000	0.2083332E-05	160.000	0.4252078E-05	0.2351791E+06
190.000	0.1027370E-05	180.000	0.2168746E-05	0.4610960E+06
210.000	0.5232937E-06	200.000	0.1141376E-05	0.8761356E+06
230.000	0.2745484E-06	220.000	0.6180825E-06	0.1617906E+07
250.000	0.1480010E-06	240.000	0.3435342E-06	0.2910918E+07
270.000	0.8178870E-07	260.000	0.1955332E-06	0.5114221E+07
290.000	0.4624017E-07	280.000	0.1137445E-06	0.8791635E+07
310.000	0.2669675E-07	300.000	0.6750435E-07	0.1481386E+08
330.000	0.1571417E-07	320.000	0.4080765E-07	0.2450520E+08
350.000	0.9416905E-08	340.000	0.2509347E-07	0.3985099E+08
370.000	0.5737682E-08	360.000	0.1567657E-07	0.6378946E+08
390.000	0.3550327E-08	380.000	0.9938887E-08	0.1006149E+09
410.000	0.2228733E-08	400.000	0.6388561E-08	0.1565298E+09
430.000	0.1418072E-08	420.000	0.4159830E-08	0.2403944E+09
450.000	0.9137235E-09	440.000	0.2741760E-08	0.3647291E+09
470.000	0.5957710E-09	460.000	0.1828036E-08	0.5470349E+09
490.000	0.3928111E-09	480.000	0.1232265E-08	0.8115133E+09
510.000	0.2617311E-09	500.000	0.8394543E-09	0.1191250E+10
530.000	0.1761549E-09	520.000	0.5777232E-09	0.1730932E+10
550.000	0.1196737E-09	540.000	0.4015683E-09	0.2490236E+10
570.000	0.8205370E-10	560.000	0.2818947E-09	0.3547423E+10
590.000	0.5672970E-10	580.000	0.1998412E-09	0.5003973E+10
610.000	0.3956993E-10	600.000	0.1431115E-09	0.6987559E+10
630.000	0.2785330E-10	620.000	0.1035415E-09	0.9657958E+10
650.000	0.1973725E-10	640.000	0.7568822E-10	0.1321209E+11
670.000	0.1409266E-10	660.000	0.5595097E-10	0.1787279E+11
690.000	0.1018809E-10	680.000	0.4185832E-10	0.2389011E+11
710.000	0.7431626E-11	700.000	0.3167024E-10	0.3157539E+11
730.000	0.5451669E-11	720.000	0.2423861E-10	0.4125649E+11
750.000	0.4036630E-11	740.000	0.1878694E-10	0.5322845E+11
770.000	0.3019069E-11	760.000	0.1475033E-10	0.6779511E+11
790.000	0.2347358E-11	780.000	0.1173127E-10	0.8524222E+11
810.000	0.1779955E-11	800.000	0.9383910E-11	0.1065653E+12
830.000	0.1420473E-11	820.000	0.7603956E-11	0.1315104E+12
850.000	0.1132550E-11	840.000	0.6183483E-11	0.1617212E+12
870.000	0.9198232E-12	860.000	0.5050933E-11	0.1979832E+12
890.000	0.7778799E-12	880.000	0.4131110E-11	0.2420657E+12
910.000	0.6533930E-12	900.000	0.3353230E-11	0.2982199E+12
930.000	0.6292716E-12	920.000	0.2699838E-11	0.3703926E+12
950.000	0.5695046E-12	940.000	0.2070567E-11	0.4829595E+12
970.000	0.5125610E-12	960.000	0.1501062E-11	0.6661948E+12
990.000	0.5214071E-12	980.000	0.9885018E-12	0.1011632E+13
		1000.000	0.4670953E-12	0.2140890E+13

表5.4(4) 原研東海サイトでの地震ハザード計算結果の出力  
(地震群10SD・20SD・30SDを加えた地震群80SDの  
Gal・年当りの発生頻度と年当りの超過発生頻度)

\*\*\* HAZSUM \*\*\*  
NAM01 =10SD NAM02 =20SD NAMNEW =DUMMY  
CACE NO. 4 NAME =DUMMY

PEAK ACC ( GAL)	ANNUAL FRWQ	PEAK ACC (GAL)	ANNUAL FRWQ. OF EXCEEDANCE	RETURN PERIOD (YEAR)
10.000	0.4702739E+00	0.000	0.5422282E+00	0.1844241E+01
30.000	0.5144486E-01	20.000	0.7195431E-01	0.1389771E+02
50.000	0.1198252E-01	40.000	0.2050946E-01	0.4875798E+02
70.000	0.4385792E-02	60.000	0.8526947E-02	0.1172753E+03
90.000	0.1956372E-02	80.000	0.4141152E-02	0.2414787E+03
110.000	0.9673613E-03	100.000	0.2184781E-02	0.4577117E+03
130.000	0.5102726E-03	120.000	0.1217420E-02	0.8214094E+03
150.000	0.2823016E-03	140.000	0.7071467E-03	0.1414134E+04
170.000	0.1621268E-03	160.000	0.4248449E-03	0.2353800E+04
190.000	0.9609928E-04	180.000	0.2627182E-03	0.3806360E+04
210.000	0.5855315E-04	200.000	0.1666191E-03	0.6001711E+04
230.000	0.3655082E-04	220.000	0.1080659E-03	0.9253609E+04
250.000	0.2332279E-04	240.000	0.7151508E-04	0.1398306E+05
270.000	0.1517890E-04	260.000	0.4819226E-04	0.2075022E+05
290.000	0.1005580E-04	280.000	0.3301336E-04	0.3029076E+05
310.000	0.6771837E-05	300.000	0.2295757E-04	0.4355862E+05
330.000	0.4629277E-05	320.000	0.1618573E-04	0.6178281E+05
350.000	0.3208781E-05	340.000	0.1155646E-04	0.8653169E+05
370.000	0.2252646E-05	360.000	0.8347678E-05	0.1197938E+06
390.000	0.1600369E-05	380.000	0.6095031E-05	0.1640680E+06
410.000	0.1149474E-05	400.000	0.4494663E-05	0.2224861E+06
430.000	0.8340306E-06	420.000	0.3345188E-05	0.2989368E+06
450.000	0.6109183E-06	440.000	0.2511157E-05	0.3982228E+06
470.000	0.4514807E-06	460.000	0.1900239E-05	0.5262495E+06
490.000	0.3364344E-06	480.000	0.1448759E-05	0.6902461E+06
510.000	0.2526617E-06	500.000	0.1112325E-05	0.8990180E+06
530.000	0.1911445E-06	520.000	0.8596635E-06	0.1163245E+07
550.000	0.1456119E-06	540.000	0.6685190E-06	0.1495843E+07
570.000	0.1116373E-06	560.000	0.5229070E-06	0.1912385E+07
590.000	0.8611596E-07	580.000	0.412698E-06	0.2431494E+07
610.000	0.6681671E-07	600.000	0.3251538E-06	0.3075467E+07
630.000	0.5212296E-07	620.000	0.2583371E-06	0.3870911E+07
650.000	0.4087573E-07	640.000	0.2062142E-06	0.4849327E+07
670.000	0.3221134E-07	660.000	0.1653385E-06	0.6048197E+07
690.000	0.2550387E-07	680.000	0.1331272E-06	0.7511614E+07
710.000	0.2028282E-07	700.000	0.1076234E-06	0.9291663E+07
730.000	0.1620003E-07	720.000	0.8734060E-07	0.1144943E+08
750.000	0.1299204E-07	740.000	0.7114056E-07	0.1405668E+08
770.000	0.1045944E-07	760.000	0.5814854E-07	0.1719733E+08
790.000	0.8451853E-08	780.000	0.4768909E-07	0.2096915E+08
810.000	0.6854513E-08	800.000	0.3923724E-07	0.2548598E+08
830.000	0.5577434E-08	820.000	0.3238272E-07	0.3088066E+08
850.000	0.4553428E-08	840.000	0.2680529E-07	0.3730606E+08
870.000	0.3729156E-08	860.000	0.2225186E-07	0.4494006E+08
890.000	0.3063437E-08	880.000	0.1852270E-07	0.5398779E+08
910.000	0.2523713E-08	900.000	0.1545927E-07	0.6468611E+08
930.000	0.2085091E-08	920.000	0.1293556E-07	0.7730627E+08
950.000	0.1727291E-08	940.000	0.1085047E-07	0.9216192E+08
970.000	0.1434704E-08	960.000	0.9123177E-08	0.1096109E+09
990.000	0.1194644E-08	980.000	0.7688477E-08	0.1300648E+09
		1000.000	0.6493835E-08	0.1539922E+09

表5.4(4) 原研東海サイトでの地震ハザード計算結果の出力(つづき)

\*\*\* HAZSUM \*\*\*  
 NAM01 =DUMY        NAM02 =30SD        NAMNEW =80SD  
 CASE NO. 5        NAME =80SD

\*\*\*\*\*  
 \*\*\* RESULT \*\*\*  
 \*\*\*\*\*

PEAK ACC ( GAL )	ANNUAL FRWQ	PEAK ACC ( GAL )	ANNUAL FRWQ. OF EXCEEDANCE	RETURN PERIOD ( YEAR )
10.000	0.4752114E+00	0.000	0.5492821E+00	0.1820558E+01
30.000	0.5298309E-01	20.000	0.7407069E-01	0.1350062E+02
50.000	0.1234124E-01	40.000	0.2108759E-01	0.4742125E+02
70.000	0.4513957E-02	60.000	0.8746348E-02	0.1143334E+03
90.000	0.2007752E-02	80.000	0.4232384E-02	0.2362734E+03
110.000	0.9890406E-03	100.000	0.2224634E-02	0.4495120E+03
130.000	0.5198179E-03	120.000	0.1235593E-02	0.8093279E+03
150.000	0.2866769E-03	140.000	0.7157745E-03	0.1397088E+04
170.000	0.1642101E-03	160.000	0.4290969E-03	0.2330476E+04
190.000	0.9712664E-04	180.000	0.2648868E-03	0.3775198E+04
210.000	0.5907642E-04	200.000	0.1677604E-03	0.5960879E+04
230.000	0.3682534E-04	220.000	0.1086840E-03	0.9200984E+04
250.000	0.2347078E-04	240.000	0.7185861E-04	0.1391621E+05
270.000	0.1526067E-04	260.000	0.4838778E-04	0.2066637E+05
290.000	0.1010204E-04	280.000	0.3312710E-04	0.3018676E+05
310.000	0.6798533E-05	300.000	0.2302506E-04	0.4343094E+05
330.000	0.4644990E-05	320.000	0.1622654E-04	0.6162745E+05
350.000	0.3218196E-05	340.000	0.1158155E-04	0.8634419E+05
370.000	0.2258382E-05	360.000	0.8363345E-05	0.1195693E+06
390.000	0.1603918E-05	380.000	0.6104970E-05	0.1638009E+06
410.000	0.1151701E-05	400.000	0.4501051E-05	0.2221703E+06
430.000	0.8354480E-06	420.000	0.3349347E-05	0.2985656E+06
450.000	0.6118320E-06	440.000	0.2513898E-05	0.3977886E+06
470.000	0.4520764E-06	460.000	0.1902066E-05	0.5257440E+06
490.000	0.3368271E-06	480.000	0.1449990E-05	0.6896598E+06
510.000	0.2529234E-06	500.000	0.1113163E-05	0.8983408E+06
530.000	0.1913205E-06	520.000	0.8602412E-06	0.1162464E+07
550.000	0.1457315E-06	540.000	0.6689206E-06	0.1494945E+07
570.000	0.1117193E-06	560.000	0.5231889E-06	0.1911355E+07
590.000	0.8617258E-07	580.000	0.4114696E-06	0.2430313E+07
610.000	0.6685627E-07	600.000	0.3252969E-06	0.3074115E+07
630.000	0.5215079E-07	620.000	0.2584406E-06	0.3869361E+07
650.000	0.4089546E-07	640.000	0.2062898E-06	0.4847548E+07
670.000	0.3222542E-07	660.000	0.1653945E-06	0.6046151E+07
690.000	0.2551405E-07	680.000	0.1331690E-06	0.7509254E+07
710.000	0.2029024E-07	700.000	0.1076550E-06	0.9288931E+07
730.000	0.1620548E-07	720.000	0.8736481E-07	0.1144626E+08
750.000	0.1299607E-07	740.000	0.7115932E-07	0.1405297E+08
770.000	0.1046246E-07	760.000	0.5816328E-07	0.1719298E+08
790.000	0.8454194E-08	780.000	0.4770082E-07	0.2096398E+08
810.000	0.6856290E-08	800.000	0.3924662E-07	0.2547989E+08
830.000	0.5578848E-08	820.000	0.3239032E-07	0.3087341E+08
850.000	0.4554554E-08	840.000	0.2681147E-07	0.3729747E+08
870.000	0.3730069E-08	860.000	0.2225691E-07	0.4492987E+08
890.000	0.3064213E-08	880.000	0.1852683E-07	0.5397576E+08
910.000	0.2524366E-08	900.000	0.1546262E-07	0.6467210E+08
930.000	0.2085720E-08	920.000	0.1293825E-07	0.7729018E+08
950.000	0.1727860E-08	940.000	0.1085253E-07	0.9214437E+08
970.000	0.1435216E-08	960.000	0.9124676E-08	0.1095929E+09
990.000	0.1195166E-08	980.000	0.7689465E-08	0.1300480E+09
		1000.000	0.6494300E-08	0.1539812E+09

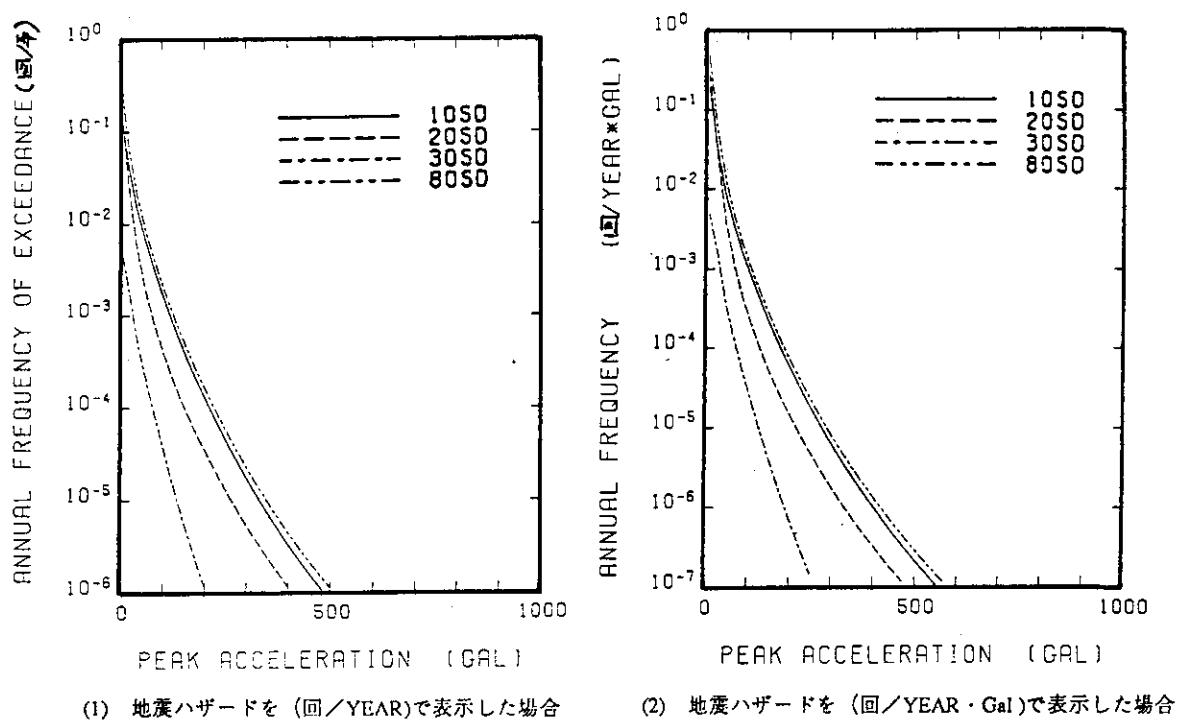


図 5.3 原研東海サイトでの地震ハザード計算結果の図示

表 5.5 原研東海サイトでの地震ハザード計算に用いたジョブ制御文

```

1 //F4449080 JOB ('525644490916.00001           ',          ''
2 //           'T.03W.04C.08I.04E.03',      SRP          '' ,
3 //           'KA.EBISAWA ',CLASS=B,PRTY=00,TIME=(0001,00),
4 //           MSGCLASS=S,MSGLEVEL=(2,0,1),
5 //           NOTIFY=J4449,
6 //           USER=J4449,GROUP=G0916,PASSWORD=
7 //***JOBPARM      S=ANY,R=4449,L=0008,C=0000000
8 // EXEC LMGDEX,LM='J4449.CRC.SHEAT',PNM='MAIN',RGN='38M',
9 //           SYSOUT=H
10 //*****      SYSOUT=B
11 //***** ***** ***** ***** ***** ***** ***** ***** *****
12 //***** ----- (1) TAIRA ----- **
13 //***FT05F001 DD DSN=J4449.MODEL.DATA(MOD1H33),DISP=SHR
14 //***** ----- (2) MITO ( TOUKAI ) ----- **
15 //FT05F001 DD DSN=J4449.UCTO.DATA(CASCRC01),DISP=SHR
16 //***** ----- (3) SIZUOKA ( HAMAOKA ) ----- **
17 //***FT05F001 DD DSN=J4449.UCHA.DATA(CASDOU2),DISP=SHR
18 //***** ----- (4) TURUGA ----- **
19 //***FT05F001 DD DSN=J4449.UCTU.DATA(CASDOU2),DISP=SHR
20 //***** ***** ***** ***** ***** ***** ***** ***** *****
21 //GDFILE DD SYSOUT=H
22 //FT08F001 DD DSN=J4449.J7553.SHEAT.DATA(USAMI),DISP=SHR
23 //FT09F001 DD DSN=J4449.J7553.SHEAT.DATA(UZUH),DISP=SHR
24 //FT10F001 DD DSN=J4449.J7553.SHEAT.DATA(KISHO),DISP=SHR
25 //FT11F001 DD DSN=J4449.HYSTEQ.DATA(USAMI4),DISP=SHR
26 //FT12F001 DD DSN=J4449.J9151.HZADKK85.DATA(UTSU),DISP=SHR
27 //FT13F001 DD DSN=J4449.J3621.SEISMIC.DATA,DISP=SHR
28 //FT15F001 DD DSN=J4449.SHEAT.FT15,DISP=SHR
29 //FT16F001 DD DSN=J4449.J7553.SHEAT.DATA(FT16),DISP=SHR
30 //FT17F001 DD DSN=J4449.J7553.SHEAT.DATA(FALT),DISP=SHR
31 //FT18F001 DD UNIT=WK10,SPACE=(400,200)
32 //***FT20F001 DD DSN=J4449.J7553.SHEAT.FT20,DISP=SHR
33 //FT20F001 DD UNIT=WK10,SPACE=(400,200)
34 //FT30F001 DD UNIT=WK10,SPACE=(400,200)
35 //FT50F001 DD DSN=J4449.FILEOUT.DATA(HFTOSD2),DISP=SHR
36 //FT90F001 DD UNIT=WK10,SPACE=(400,200)
37 //
```

## 6. おわりに

本報では、特定サイトの地震ハザードを評価するために開発したS H E A T (Seismic Hazard Evaluation for Assessing the Threat to a facility site) コードの使用手引として、計算モデルの内容やプログラムの機能・使用方法について記述すると共に、原研東海サイトを対象とした地震ハザードの計算例を示した。

原研ではこれまでに、S H E A T を用いて我が国の種々のサイトを対象とした地震ハザードの感度解析を行い、地震ハザードの不確実さをもたらす要因やその影響の大きさを明らかにすると共に、この感度解析を通じS H E A T の有用性を確認した。

## 謝 辞

ハザード適合マグニチュード・適合震央距離についての考え方に関し日本原子力研究所地震リスク研究専門部会を通じ御教示頂いた京都大学 防災研究所 亀田弘行教授に感謝の意を表す。S H E A T コードの原型版の開発に御協力頂いた鹿島建設（株）の神田勝克氏及び（株）構造計画研究所の金沢裕氏、使用性の向上を図るための機能の性能向上に御協力頂いたC R C 総合研究所（株）の青木琢磨氏に感謝の意を表す。

## 6. おわりに

本報では、特定サイトの地震ハザードを評価するために開発したS H E A T (Seismic Hazard Evaluation for Assessing the Threat to a facility site) コードの使用手引として、計算モデルの内容やプログラムの機能・使用方法について記述すると共に、原研東海サイトを対象とした地震ハザードの計算例を示した。

原研ではこれまでに、S H E A T を用いて我が国の種々のサイトを対象とした地震ハザードの感度解析を行い、地震ハザードの不確実さをもたらす要因やその影響の大きさを明らかにすると共に、この感度解析を通じS H E A T の有用性を確認した。

## 謝 詞

ハザード適合マグニチュード・適合震央距離についての考え方に関し日本原子力研究所地震リスク研究専門部会を通じ御教示頂いた京都大学 防災研究所 亀田弘行教授に感謝の意を表す。S H E A T コードの原型版の開発に御協力頂いた鹿島建設（株）の神田勝克氏及び（株）構造計画研究所の金沢裕氏、使用性の向上を図るための機能の性能向上に御協力頂いたC R C 総合研究所（株）の青木琢磨氏に感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) Abe,K.et al.,:Development of seismic risk analysis methodologies at JAERI, NUCSAFE 88-Intl. ENS/ANS conf.,Vol.2,pp.741~750(1988).
- 2) Usami,T.:Study of historical earthquakes in Japan, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol.54, pp.399~439(1979).
- 3) 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,pp.401～463(1982).
- 4) 気象庁：日本付近の主要地震表(1926～1980年)、地震月報.
- 5) 活断層研究会：日本の活断層－分布図と資料、東京大学出版会、pp.1～363(1981).
- 6) 島崎邦彦：活断層の活動様式と地震の規模別頻度分布、損害保険料率算定会、地震動予測の研究－昭和57年度報告－、pp.109～124(1975).
- 7) Gutenberg.B. and Richter,C.F.: Frequency of earthquakes in California, Bull. Seismic. Soc. Amer., Vol.34,pp.185～188(1944).
- 8) Iida,K.:Earthquake magnitude, earthquake fault, and source dimensions, Journal of Earth Science, Nagoya University, Vol.13,pp.115～132(1965).
- 9) 建設省国土地理院：数値地図、(財)日本地図センター.
- 10) 本間俊充：私信.
- 11) 長橋純男・小林啓美：構造物の破壊作用を対象とした地震動の強さの評価、建築学会論文報告集、No.160、pp.25～34(1969).
- 12) 伯野元彦・森川修：地震加速度と構造物破壊の関係についての一つのシミュレーション、土木学会論文集、第344号／I-1 ,pp.299～302(1984年).
- 13) Shibata,H.and Abe,K. : Discussion of seismic risk analysis issues in Japan raised by recent research at JAERI,PSA'89(1989).
- 14) 大崎順彦：原子力発電所設計用の基準地震動評価に関するガイドライン－主として大崎スペクトルについて－、O R I 研究報告84-01, pp.39～46(1984).
- 15) 表俊一郎ほか：日本建築学会大会、(1978).
- 16) 田中貞二：金井式に関する調査、O R I 研究報告85-02, pp.16(1985).
- 17) 安中正ほか：関東及び周辺地域の水平最大加速度推定式、土木学会第45会年次学術講演会、(1990).
- 18) 渡部丹ほか：設計模擬地震動に関する研究、その2 模擬地震動の作成に必要な地震動特性についての解析、日本建築学会論文集、No.312号、pp.63～71(1982).
- 19) 亀田弘行ほか：ハザード適合マグニチュード・震央距離による地震危険度の拡張、土木学会論文集、第392号／I-9、pp.395-402(1988).
- 20) 蛭沢勝三ほか：確率論的地震危険度の評価手順と感度解析、土木学会論文集、第437号／I-17, pp.143～152(1991).
- 21) 吉井敏尅：東北地方の地殻・マントル構造、科学、47、No.3,pp.170～176(1977).

## 別添

3.3.2項の(1)で記述した評価対象地震の図示に係わるサブプログラムの「PLOTMP」は、3.1.2項で抽出した評価対象地震の元になった歴史地震データや活断層データの分布状況を図示するものである。PLOTMPは、評価対象地震を図示する時に必ず使用する主要なサブプログラム5つと、作図用の入力項目を指定する時に、所定の内容を実行するか否かのオプション項目に係わる補助サブプログラム2つでサポートされている。これらのサブプログラムによる処理は、コード内で自動的に行われる所以、ユーザーは意識する必要がない。PLOTMPの理解に役立てるために、これらの内容について述べる。

主要なサブプログラムでは、次の5つの処理が行われる。

- 1) 歴史地震データに基づく地震群の検索
- 2) 活断層データに基づく検索
- 3) 対象領域の地図の作図
- 4) 対象領域の地図上への歴史地震データのプロット
- 5) 対象領域の地図への活断層データのプロット

これらの各処理に対し、それぞれサブプログラム、HISMAP、FTMAP、PLOMAP、PLOHIS及びPLOFLTが用意してある。

また、補助サブプログラムでは、次の2つの処理が行われる。

- 1) 日本全国地図上へ対象領域の範囲の作図
- 2) マグニチュード別シンボルの大きさの分類

これらの各処理に対し、サブプログラムALLMAP及びMGPLOTが用意してある。

これらのサブプログラムの機能・処理内容は、以下の通りである。

### (1) 主要なサブプログラム

#### 1) 歴史地震データに基づく地震群の検索 (HISMAP)

##### <機能>

PLOTMPで指定した地震群を検索する。

##### <処理内容>

- ① 指定した地震群の検索を行う。
- ② 指定した地震群と同一名称の地震群があれば、歴史地震の経度・緯度及びマグニチュードを作図用の変数に確保する。
- ③ 同一名称がなければ、' DATA NAME NOT FOUND ' を表示し、PLOTMPルーチンへ戻る。

2 ) 活断層データに基づく地震群の検索 ( F T M A P )

<機能>

PLOTMPで指定した地震群を検索する。

<処理内容>

- ① 指定した地震群の検索を行う。
- ② 指定した地震群と同一名称の地震群があれば、活断層の経度・緯度、確実度を定量的に表した確率、平均変位速度を作図用の変数に確保する。
- ③ 作図個数NN(I)に1をセットする。
- ④ 同一名称がなければ、' DATA NAME NOT FOUND ' を表示し、PLOTMPルーチンへ戻る。

3 ) 対象領域の地図の作図 ( P L O M A P )

<機能>

対象領域の海岸線の座標を用いて対象領域の地図を描いた上で、その上に歴史地震や活断層を抽出する対象領域の範囲を図示する。

<処理内容>

- ① 指定した地震群がなければ作図個数NN(I)を0とし、次の地震群に移る。
- ② 対象領域の範囲が図示されている日本全国地図の図示を行うか否かのオプションを表すMODE1が、行うことを表す「1」の時は、日本全国地図上へ対象領域の範囲を作図するサブプログラムALLMAPでの処理を行う。  
(後述の(2)の補助サブプログラムを参照のこと)
- ③ 地震群名称(DNAME(I))をプロットする。
- ④ 評価対象地震を抽出する領域の範囲より大きめの地図として描く。
- ⑤ ④で描いた地図上に対象領域の範囲を図示する。

4 ) 対象領域の地図上への歴史地震データのプロット ( P L O H I S )

<機能>

サイト周辺の対象領域の地図上に歴史地震データをプロットする

<処理内容>

- ① プロットする震源の個数(NN)を震源個数カント(ICOUNT)にセットする。
- ② プロットする震源の位置(PLOTX, PLOTY)を作図用の座標(XG, YG)に変換する。
- ③ マグニチュード別表示を行うか否かのオプションを表すMODE2が、行うことを表す「1」の時は、マグニチュード別シンボルの大きさを分類するサブプログラムMGPLOTでの処理を行う。(後述の(2)の補助サブプログラムを参照のこと)
- ④ 歴史地震データを地図上にプロットする。
- ⑤ ②③④の処理をICOUNTだけ繰り返す。
- ⑥ プロット記号の説明文を表示する。

## 5) 対象領域の地図上への活断層データのプロット (P L O F L T)

## &lt;機能&gt;

サイト周辺の対象領域の地図上に、活断層を図示する。活断層を図示する場合には、P L O T M P の前に F A U L T で作図範囲を指定する必要がある。

## &lt;処理内容&gt;

- ① 活断層の活動度の平均変位速度 (V F A U L T) を3ランクに分類し、各平均変位速度に対応したプロット記号の割り当てを行う。
- ② 活断層の折れ点位置のデータ (F T X, F T Y) を作図用の座標 (X 1, Y 1) に変換し、最初の1点をプロットする。
- ③ 活断層の確実度の確率 (P F A U L T) を4ランクに分類し、各確率に対応したプロット記号の割り当てを行う。
- ④ 活断層の折れ点位置の座標を③で割り当てられた記号で結ぶ。
- ⑤ ①～④の処理を活断層の数 (I C O U N T) だけ繰り返す。
- ⑥ プロット記号の説明文を表示する。

## (2) 補助サブプログラム

## 1) 日本全国地図上へ対象領域の範囲の作図 (A L L M A P)

## &lt;機能&gt;

対象とする歴史地震や活断層をプロットする領域が日本全国地図のどの位置にあるかを明らかにするために、日本全国地図を描いた上で、その上に対象領域の範囲を図示する。

## &lt;処理内容&gt;

- ① プロット時の原点をセットする。
- ② 日本全国地図を作図する。
- ③ 日本全国地図上に対象領域の範囲を図示する。
- ④ PLOMAPルーチンへ戻る。

## 2) マグニチュード別シンボルの大きさの分類 (M G P L O T)

## &lt;機能&gt;

歴史地震のマグニチュードの違いを3段階の○印の大きさで表示するために、歴史地震のマグニチュードを大きさ別に分類する。マグニチュード (M) の3段階は、Mの最小値  $\leq M < M$  の境界値 (小) (UFSM)、UFSM  $\leq M < M$  の境界値 (大) (UFLA)、UFLA  $\leq M < M$  の最大値として表示される。Mの最小値及び最大値は、3.1.2項の(1)で述べた評価対象地震のマグニチュードの範囲の設定に係わるサブプログラムMAGNITで指定した最小値及び最大値である。UFSM及びUFLAの2つの項目を指定することによって3段階表示できる。○印の大きさは、ユーザーが半径(mm)をマグニチュードのシンボル○印のプロット半径 (小) (RSM)、(中) (RME)、(大) (RLA)として指定する。

<処理内容>

- ① プロット半径の情報を格納するエリア(RAD)に、RSMをセットする。
- ② 歴史地震のマグニチュードが、UFSM未満であれば、そのままPLOTHISルーチンへ戻る。
- ③ 歴史地震のマグニチュードが、UFSM以上で、UFLA未満であれば、RMEをセットする。
- ④ 歴史地震のマグニチュードが、UFLA以上であれば、RADにRLAをセットする。
- ⑤ PLOTHISルーチンへ戻る。