

JAERI-Data/Code

95-013



人間信頼性評価のための  
解析支援システム使用マニュアル

1995年10月

横林正雄・田村一雄\*

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。  
入手の問い合わせは、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, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1995

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 いばらき印刷㈱

人間信頼性評価のための解析支援システム使用マニュアル

日本原子力研究所東海研究所原子炉安全工学部

横林 正雄・田村 一雄\*

(1995年9月13日受理)

人間信頼性解析 (HRA)手法は種々開発されているが、いずれもそれらを用いるためには熟練を要し、実施にはイベントツリー (ET) の作成や不確定幅の計算などの煩雑さを伴う。さらにいずれの方法も単独で評価するには不十分である。そこでHRAを実用的、効率的に実施するために、PC上で稼働するHRA支援システムを開発した。本システムは、詳細な評価方法としてHRA-ET/DeBDAとOATを組み合わせた方式を、簡単な評価方法として、THERPを簡略化したASEP法を用いており、評価目的により使い分けている。さらに評価に必要なヒューマンエラー率のデータを収集し、支援システムで使用可能なデータベースを作成した。本報告書では、支援システムに用いたHRA手法の概要、支援機能、使用方法等についてまとめている。

User's Manual of a Support System for Human Reliability Analysis

Masao YOKOBAYASHI and Kazuo TAMURA\*

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

(Received September 13, 1995)

Many kinds of human reliability analysis (HRA) methods have been developed. However, users are required to be skillful so as to use them, and also required complicated works such as drawing event tree (ET) and calculation of uncertainty bounds. Moreover, each method is not so complete that only one method of them is not enough to evaluate human reliability. Therefore, a personal computer (PC) based support system for HRA has been developed to execute HRA practically and efficiently. The system consists of two methods, namely, simple method and detailed one. The former uses ASEP that is a simplified THERP-technique, and combined method of OAT and HRA-ET/DeBDA is used for the latter. Users can select a suitable method for their purpose. Human error probability (HEP) data were collected and a database of them was built to use for the support system. This paper describes outline of the HRA methods, support functions and user's guide of the system.

Keywords: Human Reliability Analysis, Support System, ASEP, THERP, OAT, HRA-ET, DeBDA, Human Error Probability, Database

---

\* CRC Research Institute, Inc.

## 目 次

|  |    |
|--|----|
| 1. 緒 言 .....                           | 1  |
| 2. 各手法の概要と支援機能 .....                   | 3  |
| 2.1 ASEPによる解析 .....                    | 3  |
| 2.2 HRA-ET/DeBDAによる解析 .....            | 8  |
| 2.3 OATとHRA-ET/DeBDAを組み合わせた事故後解析 ..... | 10 |
| 3. ヒューマンエラー率のデータベース .....              | 15 |
| 3.1 データベースの構成 .....                    | 15 |
| 3.2 データベースの検索と追加修正方法 .....             | 18 |
| 4. 支援システムの使用法 .....                    | 23 |
| 4.1 ASEPによる解析 .....                    | 25 |
| 4.1.1 ASEPによる事故前解析 .....               | 25 |
| 4.1.2 ASEPによる事故後解析 .....               | 31 |
| 4.2 HRA-ET/DeBDAによる解析 .....            | 40 |
| 4.3 OATとHRA-ET/DeBDAを組み合わせた解析 .....    | 59 |
| 5. 支援プログラム .....                       | 69 |
| 5.1 プログラムの構成 .....                     | 69 |
| 5.2 プログラムの修正方法 .....                   | 82 |
| 謝 辞 .....                              | 86 |
| 参考文献 .....                             | 86 |
| 付録 ASEPによるHRA実施例 .....                 | 87 |

## Contents

|   |    |
|---|----|
| 1. Introduction .....   | 1  |
| 2. Outlines of Used HRA Methods .....                           | 3  |
| 2.1 HRA by ASEP Method .....                                    | 3  |
| 2.2 HRA by HRA-ET/DeBDA Method .....                            | 8  |
| 2.3 HRA by Both Methods of OAT and HRA-ET/DeBDA .....           | 10 |
| 3. Database on Human Error Probability .....                    | 15 |
| 3.1 Structure of Database .....                                 | 15 |
| 3.2 Modification of Database .....                              | 18 |
| 4. User's Manual of Support System .....                        | 23 |
| 4.1 User's Manual on ASEP .....                                 | 25 |
| 4.1.1 Pre-accident Analysis by ASEP .....                       | 25 |
| 4.1.2 Post-accident Analysis by ASEP .....                      | 31 |
| 4.2 User's Manual on HRA-ET/DeBDA .....                         | 40 |
| 4.3 User's Manual on Both Methods of OAT and HRA-ET/DeBDA ..... | 59 |
| 5. Program on Support System .....                              | 69 |
| 5.1 Structure of Program .....                                  | 69 |
| 5.2 Modification of Program .....                               | 82 |
| Acknowledgment .....  | 86 |
| References .....  | 86 |
| Appendix HRA Example by ASEP .....                              | 87 |

## 記 号 表

|        |   |
|--------|---|
| ADS    | Automatic Depressurization System         |
| AFW    | Auxiliary Feed Water                      |
| ASEP   | Accident Sequence Evaluation Program      |
| ATWS   | Anticipated Transient Without Scram       |
| CD     | Complete Dependence                       |
| CLS    | Consequence Limiting System               |
| CLCS   | Consequence Limiting Control System       |
| CPC    | Charging Pump Cooling                     |
| CST    | Condensate Storage Tank                   |
| DeBDA  | Detailed Block Diagram Analysis           |
| DG     | Diesel Generator                          |
| EF     | Error Factor                              |
| EOP    | Emergency Operating Procedures            |
| HCR    | Human Cognitive Reliability               |
| HD     | High Dependence                           |
| HEP    | Human Error Probability                   |
| HPCI   | High Pressure Coolant Injection           |
| HPI    | High Pressure Injection                   |
| HRA    | Human Reliability Analysis/Assessment     |
| HRA-ET | Human Reliability Analysis Event Tree     |
| LD     | Low Dependence                            |
| LOCA   | Loss of Coolant Accident                  |
| LOSP   | Loss of Offsite Power                     |
| LPCI   | Low Pressure Coolant Injection            |
| MD     | Moderate Dependence                       |
| NA     | Not Applicable                            |
| OAT    | Operator Action Tree                      |
| ORE    | Operator Reliability Experiment           |
| PORV   | Power Operating Relief Valve              |
| PSA    | Probabilistic Safety Assessment           |
| RCIC   | Reactor Core Isolation Cooling            |
| RCS    | Reactor Coolant System                    |
| RF     | Recovery Factor                           |
| RHR    | Residual Heat Removal                     |
| RMTS   | Recirculation Mode Transfer System        |
| RO     | Reactor Operator                          |
| RPS    | Reactor Protection System                 |
| RWST   | Refuel Water Storage Tank                 |
| SBS    | Step-By-Step                              |
| SBO    | Station Black Out                         |
| SETS   | Set Equation Transformation System        |
| SGI    | Steam Generator Integrity                 |
| SGTR   | Steam Generator Tube Rupture              |
| SI     | Safety Injection                          |
| SIAS   | Safety Injection Actuation System         |
| SLCS   | Standby Liquid Control System             |
| SRO    | Senior Reactor Operator                   |
| STA    | Shift Technical Adviser                   |
| TDP    | Turbine Driven Pump                       |
| THERP  | Technique for Human Error Rate Prediction |
| TRC    | Time Reliability Curve/Correlation        |
| ZD     | Zero Dependence                           |

# 1. 緒 言

原研人的因子研究室では原子力施設における人的因子研究の一環として、人間信頼性評価手法の開発を行っている。この中で確率論的安全評価 (PSA: Probabilistic Safety Assessment) に用いるヒューマンエラー率を評価するために人間信頼性解析 (HRA: Human Reliability Analysis) を効率的かつ系統的に実行するためのHRA支援システムを開発した。

本システムは、支援プログラムと解析に必要なヒューマンエラーデータを体系化して収納したデータベース及びそれらを結合するインタフェースから構成されている。

本システムの特徴は、図1.1 に示すように簡易評価と詳細評価の2つを採用している点にある。簡易評価は THERP (Technique for Human Error Rate Prediction)<sup>(1)</sup> を単純化した ASEP (Accident Sequence Evaluation Program)<sup>(2), (3)</sup> を、詳細評価には OAT (Operator Action Tree)<sup>(4)</sup> と HRA-ET (Event Tree)/DeBDA (Detailed Block Diagram Analysis)<sup>(5)</sup> を組み合わせた方式を用いている。

ASEP法では、表示の分かり易さなどのマンマシンインタフェースの程度を考慮することなくタスクのタイプ及びストレスレベルのみからHEP (Human Error Probability) を決定している。これに対して、詳細評価では人間の診断や操作等の活動 (サブタスク) の成功・失敗をツリーで表すHRA-ET法か或はブロックダイアグラムを用いて成功パスをたどるDeBDA法によりマシンインタフェースの程度を考慮しながらHEPを決めていく。特にHRA-ETまたは DeBDA法では、例えば DeBDA法を選択したときは、入力されたサブタスクに従って自動生成した図が画面に表示され、ユーザは DeBDAのチャート図上の当該ブロック、及び表示された HEPデータ表を見ながら解析を進めてゆくことができるという支援機能を持たせている。結果はその都度 DeBDAチャートのブロック内に書き込まれる。OATでは、シミュレータ実験から作成されたTRC (Time Reliability Curve/Correlation) から運転員が対応に失敗する確率を求めた後、操作間違いのようなスリップモードのエラーをHRA-ET/DeBDA法により評価する。

本システムの機能として次項がある。詳細は4章の支援システムの使用方法で述べる。

- ・評価時のHEPデータの表示
- ・図形出力: HRA-ET/DeBDA
- ・感度解析: 全手法
- ・不確定性解析: HRA-ET/DeBDA
- ・結果のまとめ: 全手法

プログラムの使用言語は Boland C++ 4.0 で、Window3.1 上に構築している。データベースはツールとして、dBASE 5.1J for Window を用いている。これらはパーソナルコンピュータ NEC-PC 9821 上で稼働している。

本報告書では、2章で上記各手法の概要を、3章でヒューマンエラー・データベースの概要と使用方法を、4章で本システムの使用方法を詳細に述べた後、5章で支援プ

プログラムの構成とソースプログラムの修正法について述べている。なおASEP法の実プラントに対する適用例を参考として付録に添付している。

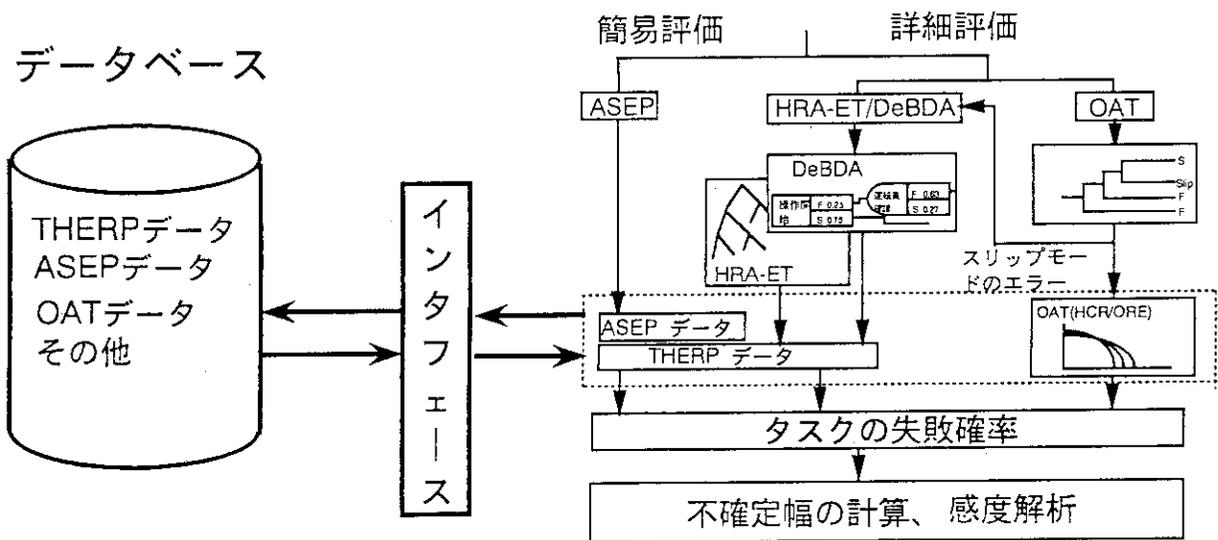


図1.1 人間信頼性解析 (HRA) 支援システムで用いている手法によるHRAフローの概要。本システムは、各手法の解析支援プログラム、エラー率に関するデータベース及びそれらのインタフェース用プログラムから構成されている。

## 2. 各手法の概要と支援機能

この章では1章で述べた各手法の概要と支援システムによる支援機能について説明する。先ず支援対象を明確にするために、支援システム使用までに準備しておく事項を次に挙げる。

- ・事象の選定
- ・各事象に必要なタスク（手動操作）の選定
- ・タスク分析
  - － サブタスクに分解
  - － 時間設定（事故後解析：全余裕時間、タスク余裕時間、診断余裕時間）  
（TRC/HCR使用のときのメディアン時間の推定）
- ・手法の選択（事故前、事故後を考慮）  
ASEP, OAT, HRA-ET/DeBDA

### 2.1 ASEPによる解析

ASEPの特徴を簡単に述べると、

- ・事故前／事故後に分けて解析し、両方のデータが用意され解析法も容易
- ・タスクを細かいサブタスクに分解しないで、弁開操作というように（指示、選択、操作等のエラーを一まとめにして）、大まかに扱う
- ・解析法が容易なため各タスク間のHEP値の相対的な大きさの評価が容易

#### （1）事故開始前解析

文献(3)によるとASEPの事故開始前解析は次の手順で行う。

- ①事故前解析のための情報取得
- ②重要なマンマシンインタフェースの同定
- ③重要なシステムの同定
- ④基本HEPの決定
- ⑤従属性効果の決定
- ⑥回復要因（RF：Recovery Factor）の同定
- ⑦HEPの決定

①～③の共通項を除くと④～⑦は以下の通り。このうち①～④は、支援システム使用までに準備しておく事項であり、⑤～⑦に対して以下に示す判定条件の提示、選択、合計HEPの計算などについて支援する。

- ④基本HEP(BHEP)は、 $BHEP=0.03$  で内訳は、  
オMISSIONエラー(EOM)：HEP=0.02  
COMMISSIONエラー(ECOM)：HEP=0.01

⑤従属性の条件（対象機器が複数個の場合、1個のときはZD）は、表2.1の

表2.1 従属性の判定条件

| 従属性 | エラータイプ   | 並/直 | 2分 | 4ft | 記録 |
|-----|----------|-----|----|-----|----|
| ZD  | EOM&ECOM | 直列  | —  | —   | —  |
|     | ECOM     | 並列  | —  | —   | —  |
|     | EOM      | 並列  | 以上 | —   | —  |
|     | EOM      | 並列  | 以内 | 以上  | 有  |
| CD  | EOM      | 並列  | 以内 | 以内  | —  |
| HD  | EOM      | 並列  | 以内 | 以上  | なし |

⑥RF（回復要因）の決定は次の基本条件と最適条件の組合せから最適条件を満たす項目のRFの積としてI～IXケースが得られる。

1)基本条件（BC:Basic Condition）

- 1：注意を引く信号がない
- 2：保守後/較正後テストで機器状態を確認していない
- 3：書面による確認が要求されない
- 4：書面による日毎、直毎の機器の状態のチェックが要求されない

2)最適条件（OC:Optimum condition）

- 1：注意を引く信号があって、回復操作に失敗。RF1=0.00001
- 2：保守後/較正後テストで機器状態を確認。  
テストを正しく遂行することの失敗。RF2=0.01
- 3：書面による確認が要求される。但し、2が実行されたとき、RF3=0.1
- 4：書面による日毎、直毎の機器の状態のチェック  
が要求される。チェックに失敗する確率は、RF4=0.1

表2.2 適用条件と回復条件

| ケース  | 適用条件               | 回復失敗確率          |        |
|------|--------------------|-----------------|--------|
| I    | BC(1, 2, 3, 4)     | RF=1.0          |        |
| II   | BC(1, 2), OC(3, 4) | RF=0.1×0.1      | =0.01  |
| III  | BC(1, 2, 4), OC(3) | RF=0.1          | =0.1   |
| IV   | BC(1, 2, 3), OC(4) | RF=0.1          | =0.1   |
| V    | OC(1)              | RF=0.00001      |        |
| VI   | BC(1, 3, 4), OC(2) | RF=0.01         | =0.01  |
| VII  | BC(1), OC(2, 3, 4) | RF=0.01×1.0×0.1 | =0.001 |
| VIII | BC(1, 4), OC(2, 3) | RF=0.01×1.0     | =0.01  |
| IX   | BC(1, 3), OC(2, 4) | RF=0.01×0.1     | =0.001 |

⑦各従属レベルに対するトータルHEPの計算式 (EFは表2.3から求める)

- ・ZD (直列、EOMとECOM) :  $n(0.03 \times RF)$
- ・ZD (並列、ECOM) :  $(0.01 \times RF)^n$
- ・ZD (並列、EOM) :  $(0.02 \times RF)^n$  }  $\approx (0.03 \times RF)^n$
- ・CD (並列、EOM) :  $0.02 \times RF$
- ・HD (並列、EOM) :  $0.02 \times RF \times 0.5^{n-1}$

n : 機器の数

(2) 事故後解析

ASEPの事故開始後解析は次の手順で行う。

- ①シーケンスと続いて起こる事故条件の同定
- ②事象のタイミング (発生、故障、アラーム、指示値等) を設定
- ③事象の兆候とその事象に対する可能性のある回復操作を同定
- ④運転員が診断と対応操作に使える時間を設定
- ⑤運転員が適切な事故診断に失敗する確率を決定
- ⑥対応操作のタイプ (動的かステップバイステップ (ルールベース) 的か)
- ⑦運転員のストレスレベル (時間余裕、操作の困難さ、訓練、故障機器の数とタイミングを考慮)
- ⑧運転員が回復対応操作に失敗する確率を評価。

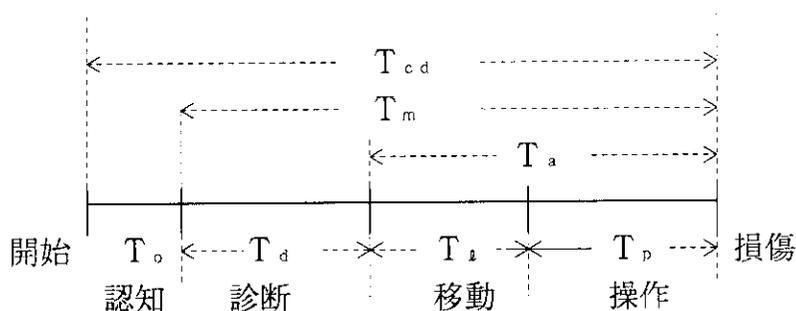
このうち①~④は、支援システム使用までに準備しておき、⑤~⑧に対して以下に示す判定条件の提示、選択合計HEPの計算などについて支援する。

④時間設定は、炉心損傷までの時間  $T_{cd}$ 、全余裕時  $T_m$ 、タスク遂行必要時間  $T_a$ 、警報などで異常に気が付くまでの時間  $T_o$  から診断余裕時間  $T_d$  を求める。これらの関係を次図に示す。

$$T_m = T_{cd} - T_o \quad (\text{全余裕時間})$$

$$T_a = T_d + T_p \quad (\text{タスク必要時間})$$

$$T_d = T_m - T_a \quad (\text{診断余裕時間})$$



## ⑤診断エラーの評価

時間信頼性曲線の上限值、中央値、下限値判定条件は次項の条件の組合せで決定する。

1. その事象が訓練でカバーされていない
2. その事象が訓練でカバーされているが抜粋訓練をしていない
3. よく認識された事象で運転員はその事象をよく訓練している
4. トークスルーやインタビューにより、運転員が関連する指示値や警報パターンを良く認識しており、なすべきこと又は従うべき手順を知っていると判断できる
5. 上限または下限値の使用のためのルールを何も適用しない

上限値 : 1 (yes) or 2 (yes) or 3 (no)

中央値 : 3 (yes) or 5 (yes)

下限値 : 3 (yes) and 4 (yes)

図2.1の時間信頼性曲線から診断余裕時間 $T_d$ と上中下いずれかの値 $HEP_d$ を決める。

⑥タスクタイプの判定条件は次項の条件の組合せで決定する。

1. 安全系が故障する
  2. 運転員は1つ以上の活動を実施
  3. EOPは良く設計され、EOPでカバーされている事象  
制御室の運転員がEOPを使う訓練を受けている  
運転員が(彼らの記憶に対する信用よりも)EOPを使用
  4. 訓練を通して記憶により素早く対応操作できる活動
- |                      |        |
|----------------------|--------|
| 動的タスク                | : 1, 2 |
| ステップ・バイ・ステップ(SBS)タスク | : 3    |
| スキルベースタスク            | : 4    |

⑦ストレスレベルの判定条件は次項の条件の組合せで決定する。

1. 診断と活動するための時間余裕が2時間未満
  2. 大LOCA時で再循環達成前
  3. 大LOCA時に再循環が達成された
  4. 2つ以上の主安全系の機能が故障した
  5. 訓練で制御室要員が当該の事故シーケンスに習熟している
- |           |                       |
|-----------|-----------------------|
| 極めて高いストレス | : 1 or 2 or 4         |
| 適度に高いストレス | : 3 or 5, 5は1, 4に関係なし |

タスクタイプとストレスレベルの組合せからHEPは表2.4から決定される。ここで

$HEP_{0,p}$ : 最初の運転員が事故後の重要な操作手順に失敗する確率

$HEP_{r,2}$ : 上記の後、2人目の運転員(通常は直長)が失敗する確率

$HEP_{r,3}$ : 上記2名によるエラーに対する事故管理チーム、次の直など独立関係にある要員によるチェックの失敗確率

表 2.4 操作実行時のエラー率

| タスクのタイプ<br>ストレスレベル                    | SBS<br>適度に高い |    | SBS<br>極めて高い |    | 動的<br>適度に高い |    | 動的<br>極めて高い |    |
|---------------------------------------|--------------|----|--------------|----|-------------|----|-------------|----|
|                                       | HEP          | EF | HEP          | EF | HEP         | EF | HEP         | EF |
| HEP <sub>op</sub>                     | 0.02         | 5  | 0.05         | 5  | 0.05        | 5  | 0.25        | 5  |
| HEP <sub>r2</sub> , HEP <sub>r3</sub> | 0.2          | 5  | 0.5          | 5  | 0.5         | 5  | 0.5         | 5  |

注) スキルは、HEP=0.001, EF=10 で、HEP<sub>r2</sub>, HEP<sub>r3</sub>なし

全失敗確率(HEP<sub>T</sub>)の計算では、先ず操作の失敗確率(HEP<sub>act</sub>)として最初の運転員の失敗に対し、さらにバックアップとして2回の回復対応操作を仮定しており、全操作失敗確率は、個々のHEPの積である。

$$HEP_{act} = HEP_{op} \times HEP_{r2} \times HEP_{r3}$$

タスクが複数のときはHEP<sub>act</sub>を加算する

$$HEP_{task} = \sum HEP_{act}$$

全失敗確率は、診断エラーのHEP<sub>d</sub>を加えて

$$HEP_T = HEP_{task} + HEP_d$$

なお、回復対応操作のうち電氣的回復対応に対しては、表2.5に示すように、時間対回復失敗確率の関係から求める。

表 2.5 電源回復HEPの平均値 (文献(3)の表8.2-10から)

| 経過時間   | DG (ディーゼル発電機) 回復失敗 |                  |        |               | DC (直流電源) 回復失敗 |               |
|--------|--------------------|------------------|--------|---------------|----------------|---------------|
|        | DGハート<br>ウェア回復     | DGのテスト、<br>保守の回復 | DG作動回復 | DG共通<br>モード故障 | DCハート<br>ウェア回復 | DC共通<br>モード故障 |
| 5- 10分 | 1.0                | 1.0              | —      | 1.0           | 0.9            | 1.0           |
| 10- 20 | 1.0                | 1.0              | —      | 1.0           | 0.9            | 1.0           |
| 20- 30 | 1.0                | 1.0              | —      | 1.0           | 0.8            | 1.0           |
| 30- 40 | 1.0                | 1.0              | 0.04   | 1.0           | 0.7            | 1.0           |
| 40- 60 | 0.9                | 0.9              | 0.04   | 0.9           | 0.6            | 1.0           |
| 60- 70 | 0.9                | 0.9              | 0.04   | 0.9           | 0.6            | 0.9           |
| 70-120 | 0.9                | 0.9              | 0.03   | 0.8           | 0.4            | 0.9           |
| 2- 4時間 | 0.8                | 0.8              | 0.03   | 0.7           | 0.1            | 0.8           |
| 4- 6   | 0.7                | 0.7              | 0.03   | 0.6           | 0.05           | 0.7           |
| 6- 8   | 0.6                | 0.7              | 0.03   | 0.5           | 0.01           | 0.6           |
| 8-12   | 0.5                | 0.5              | 0.03   | 0.3           | 0.002          | 0.5           |
| 24     | 0.2                | 0.1              | 0.001  | 0.1           | 0.001          | 0.2           |

不確定幅：下限値は10で割った値、上限値は10倍した値。  
但し、1.0以上は1.0、HEP=1.0は無し。

ここでメディアン値と平均値の関係について述べる。文献(3)の8-18頁によると、これらの関係は、対数正規分布で、下限を5%、上限を95%とすればEFの関数として次式で表される。

$$M = \exp\left[\frac{(\log_e[EF])^2}{1.645^2}\right]$$

Mはメディアン値に対する平均値の比で、

$$EF = 10 : M = 2.66$$

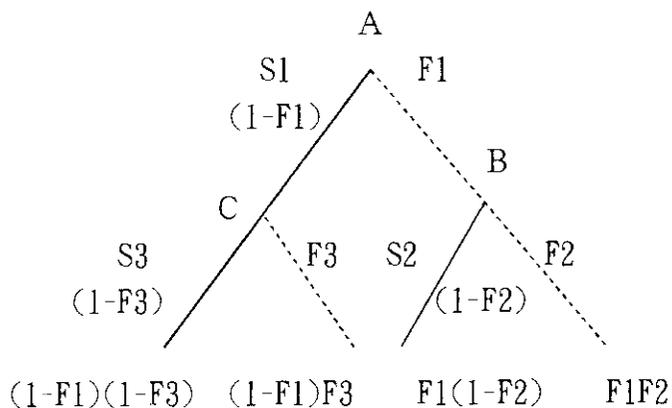
$$EF = 5 : M = 1.61$$

## 2.2 HRA-ET/DeBDAによる解析

HRA-ET及びDeBDAはともに事故前/事故後共通であり、いずれも詳細な評価が可能である。

### (1) HRA-ETの主な特徴

- ・失敗パス追求
- ・細かい評価が可能



上図はサブタスクA, B, Cのツリーで破線が失敗(F1, F2, F3)、実線が成功(S1, S2, S3)であり、合計のHEPは、各枝の最終端が失敗の和であるから、次式となる。

$$HEP_T = (1-F1)F3 + F1F2 = F1F2 - F1F3 + F3$$

### (2) DeBDAの主な特徴

- ・基本的にHRA-ETと同様の特徴を持つ
- ・成功パス追求
- ・サブタスクが各種のブロック図で表現され、理解しやすいことである。

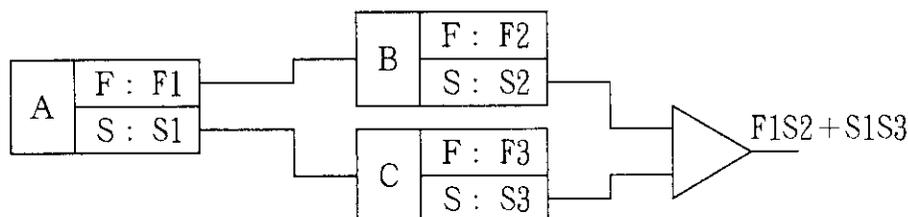
例：単位作業ラベル

|        |    |
|--------|----|
| サブタスク名 | F: |
|        | S: |

点検ラベル

|        |    |
|--------|----|
| サブタスク名 | F: |
|        | S: |

前記のHRA-ET図をDeBDAブロック図で表わすと、下図となる。



DeBDAでは成功パス（終端が成功）のみを合計するから、

$$S_T = F1S2 + S1S3 = F1(1-F2) + (1-F1)(1-F3) = 1 - F1F2 + F1F3 - F3$$

合計のHEPは、次式となりHRA-ETの結果と等しい。

$$HEP_T = 1 - S_T = F1F2 - F1F3 + F3$$

HRA-ET/DeBDAに対する支援機能は次項である。

- ・ イベントツリー/DeBDAブロックダイアグラムの作成  
Q/Aで情報を入力
- ・ 各活動に対するHEPの推定  
データベースからのHEPデータを表示しながら行う
- ・ 合計HEPの計算（計算方法は上記の通り）  
HRA-ET：合計HEPの計算  
DeBDA：合計の成功確率からHEPを計算
- ・ 感度解析
- ・ 不確定性評価

### (3) 不確定性評価

各サブタスクのHEPのエラーファクタ(EF)または上限値、下限値を求める。EFを表から求めたときは、

$$\text{下限値} = \text{HEP}/\text{EF}, \text{ 上限値} = \text{HEP} \times \text{EF} (\leq 1. )$$

上下限値を求めたときは

$$\text{EF} = (\text{上限値}/\text{下限値})^{0.5}$$

但し、警報対応モデル（文献(1)の表20-23）からHEPを求めたときはEF=10

合計のHEP (Pr[Ft]) に対しては、ASEP法ではEF=10として扱い、HRA-ET/DeBDA法では、文献(1)の付録Aに記されている方法を用いて上下限値 ( $U_{Pr[Ft]}$ ,  $L_{Pr[Ft]}$ ) を次のステップにより計算する。

- ① 次の2式により各  $F_i (= \prod HEP_{ij})$  の  $\mu$ ,  $\sigma^2$  を計算する。  $M_{ij}$  には各  $HEP_{ij}$  を用い、  $U_{ij}/L_{ij}$  は各  $HEP_{ij}$  の上下限値の比を用いる。

$$\mu_{\ln Pr[F_i]} = \sum \ln M_{ij} \quad (j \sim n_i)$$

$$\sigma^2_{\ln Pr [F_i]} = 1/3 \cdot 29^2 \sum \{ \ln (U_{ij}/L_{ij}) \}^2$$

②次の2式により各F<sub>i</sub>のμ, σ<sup>2</sup>を計算する。

$$\mu_{Pr [F_i]} = \exp [ \mu_{\ln Pr [F_i]} + \sigma^2_{\ln Pr [F_i]} / 2 ]$$

$$\sigma^2_{Pr [F_i]} = \exp [ \sigma^2_{\ln Pr [F_i]} + 2 \mu_{\ln Pr [F_i]} ] [ \exp \sigma^2_{\ln Pr [F_i]} - 1 ]$$

③次の2式によりF<sub>t</sub>のμ, σ<sup>2</sup>を計算する。

$$\mu_{Pr [F_t]} = \sum \mu_{Pr [F_i]} \quad (i=1 \sim n_i)$$

$$\sigma^2_{Pr [F_t]} = \sum \sigma^2_{Pr [F_i]} \quad (i=1 \sim n_i)$$

④次の2式により対数F<sub>t</sub>のμ, σ<sup>2</sup>を計算する。

$$\mu_{\ln Pr [F_t]} = \ln [ \mu_{Pr [F_t]} / (1 + \sigma^2_{Pr [F_t]} / \mu^2_{Pr [F_t]})^{0.5} ]$$

$$\sigma^2_{\ln Pr [F_t]} = \ln [ 1 + \sigma^2_{Pr [F_t]} / \mu^2_{Pr [F_t]} ]$$

⑤合計の上下限界は

$$L_{Pr [F_t]} = \exp [ \mu_{\ln Pr [F_t]} - 1.645 \sigma_{\ln Pr [F_t]} ]$$

$$U_{Pr [F_t]} = \exp [ \mu_{\ln Pr [F_t]} + 1.645 \sigma_{\ln Pr [F_t]} ]$$

中央値は幾何平均を採って

$$M = (L_{Pr [F_t]} \times U_{Pr [F_t]})^{0.5}$$

### 2.3 OATとHRA-ET/DeBDAを組み合わせた事故後解析

OAT(HCR/ORE)<sup>(4), (6)~(8)</sup>の特徴はシミュレータ実験のデータに基づいたTRCを使用し、操作エラーはHRA-ET/DeBDAにより決める点にある。

(1) HCRによる無対応確率

次の2つを決定した後、支援システムを使用する。

- ・時間ウィンドウ(時間余裕)の決定
- ・メディアン時間の推定

支援システムが判定のための情報を表示し、次にHCRのTRCを表示する。

- ・タスクのタイプ(スキル、ルール、知識)決定
- ・メディアン時間のPSFによる修正

表2.6 HCRのタスクタイプの判定条件 (Y:Yes, N:No) (文献(6)の図A-2から)

| 条 件                   | スキル |   |   | ルール |   |   | 知 識 |   |   |
|-----------------------|-----|---|---|-----|---|---|-----|---|---|
|                       | Y   | Y | N | Y   | Y | N | N   | N | N |
| 1. 定型操作か?             | Y   | Y | N | Y   | Y | N | N   | N | N |
| 2. 明白に理解されている事象または操作? | -   | - | Y | -   | - | Y | Y   | Y | N |
| 3. 手順書が必要か?           | N   | Y | - | Y   | Y | - | -   | - | - |
| 4. 手順書でカバーされているか?     | -   | Y | Y | Y   | N | Y | Y   | N | - |
| 5. 運転員が理解している手順?      | -   | - | Y | -   | - | Y | N   | - | - |
| 6. その手順使用に馴れているか?     | -   | Y | Y | N   | - | N | -   | - | - |

(2) OREによる無対応確率

次の2つを決定した後、支援システム使用する。

- ・メデアン時間の推定とPSFによる修正
- ・時間ウィンドウ（時間余裕）の決定

運転員の行動のタイプは、BWRとPWRについて各々次の3つがあり、支援システムが6種類のTRC情報を表示する。（図2.2参照）

タイプ1. 警報や指示値の変化に気付いて対応する

（例、PWRで加圧器スプレイの誤作動に対応する）

タイプ2. 警報や指示値の変化に気付くが、制限値を超えてから対応

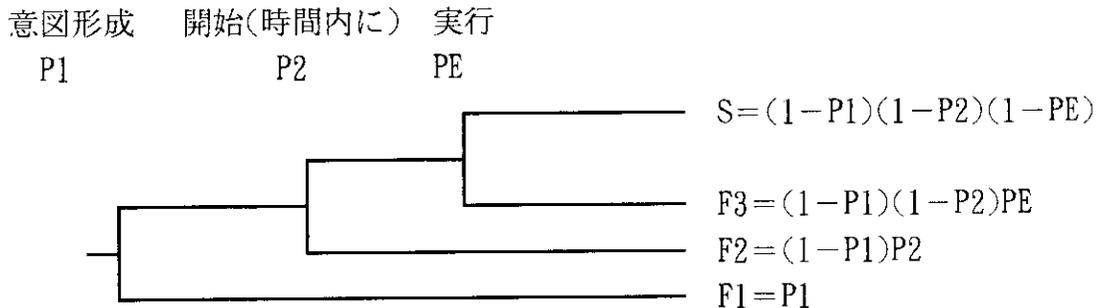
（例、BWRでサブプレッションプールの温度が95°Fを超えたときRHRを開始する）

タイプ3. 警報や指示値の変化に気付くが、制限値を超える前に対応

（例、BWRでサブプレッションプールの温度が110°Fになる前にSLCSを開始する）

(3) HRA-ET/DeBDAによる実行時の失敗確率(PE)

この失敗確率は、2.2節と同様にして求める。これらの関係は次図で表される。このうち意図形成エラー、即ちミステイクはまだ含まれていない。



合計HEPは次式から求める。

$$HEP_t = P1 + (1 - P1)P2 + (1 - P1)(1 - P2)PE$$

表2.3 事故前活動のHEPとEF〔( )内の値〕(文献(3)の7.2-6から)

| ケース  | 活動/機器の数 | 並列システム    |           |           | 直列システム     |
|------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|
|      |         | ZD        | CD        | HD        | ZD         |
| I    | 1       | 3E-2 (5)  | 3E-2 (5)  | 3E-2 (5)  | 3E-2 (5)   |
|      | 2       | 9E-4 (5)  | 2E-2 (5)  | 1E-2 (6)  | 6E-2 (4)   |
|      | 3       | 3E-5 (5)  | 2E-2 (5)  | 5E-3 (7)  | 9E-2 (3)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-2 (5)  | 3E-3 (7)  | 1.2E-1 (3) |
|      | 5       | 無視        | 2E-2 (5)  | 1E-3 (8)  | 1.5E-1 (2) |
| II   | 1       | 3E-4      | 3E-4 (10) | 3E-4 (10) | 3E-4 (10)  |
|      | 2       | 無視        | 2E-4 (10) | 1E-2 (8)  | 6E-4 (5)   |
|      | 3       | 無視        | 2E-4 (10) | 5E-5 (9)  | 9E-4 (4)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-4 (10) | 3E-5 (10) | 1.2E-3 (4) |
|      | 5       | 無視        | 2E-3 (10) | 1E-5 (11) | 1.5E-3 (3) |
| III  | 1       | 3E-3 (10) | 3E-3 (10) | 3E-3 (10) | 3E-3 (10)  |
|      | 2       | 無視        | 2E-3 (10) | 1E-3 (11) | 6E-3 (7)   |
|      | 3       | 無視        | 2E-3 (10) | 5E-4 (12) | 9E-3 (6)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-3 (10) | 3E-4 (13) | 1.2E-2 (5) |
|      | 5       | 無視        | 2E-3 (10) | 1E-4 (14) | 1.5E-2 (4) |
| IV   | 1       | 3E-3 (10) | 3E-3 (10) | 3E-3 (10) | 3E-3 (10)  |
|      | 2       | 無視        | 2E-3 (10) | 1E-3 (11) | 6E-3 (7)   |
|      | 3       | 無視        | 2E-3 (10) | 5E-4 (12) | 9E-3 (6)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-3 (10) | 3E-4 (13) | 1.2E-2 (5) |
|      | 5       | 無視        | 2E-3 (10) | 1E-4 (14) | 1.5E-2 (4) |
| V    | 1~5     | 無視        | 無視        | 無視        | 無視         |
| VI   | 1       | 3E-4 (10) | 3E-4 (10) | 3E-4 (10) | 3E-4 (10)  |
|      | 2       | 無視        | 2E-4 (10) | 1E-4 (8)  | 6E-4 (5)   |
|      | 3       | 無視        | 2E-4 (10) | 5E-5 (9)  | 9E-4 (4)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-4 (10) | 3E-5 (10) | 1.2E-3 (4) |
|      | 5       | 無視        | 2E-4 (10) | 1E-5 (11) | 1.5E-3 (3) |
| VII  | 1       | 3E-5 (16) | 3E-5 (16) | 3E-5 (16) | 3E-5 (16)  |
|      | 2       | 無視        | 2E-5 (16) | 1E-5 (14) | 6E-5 (9)   |
|      | 3       | 無視        | 2E-5 (16) | 無視        | 9E-5 (7)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-5 (16) | 無視        | 1.2E-4 (6) |
|      | 5       | 無視        | 2E-5 (16) | 無視        | 1.5E-4 (6) |
| VIII | 1       | 3E-4 (10) | 3E-4 (10) | 3E-4 (10) | 3E-4 (10)  |
|      | 2       | 無視        | 2E-4 (10) | 1E-4 (8)  | 6E-4 (5)   |
|      | 3       | 無視        | 2E-4 (10) | 5E-5 (9)  | 9E-4 (4)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-4 (10) | 3E-5 (10) | 1.2E-3 (4) |
|      | 5       | 無視        | 2E-4 (10) | 1E-5 (11) | 1.5E-3 (3) |
| IX   | 1       | 3E-5 (16) | 3E-5 (16) | 3E-5 (16) | 3E-5 (16)  |
|      | 2       | 無視        | 2E-5 (16) | 1E-5 (14) | 6E-5 (9)   |
|      | 3       | 無視        | 2E-5 (16) | 無視        | 9E-5 (7)   |
|      | 4       | 無視        | 2E-5 (16) | 無視        | 1.2E-4 (6) |
|      | 5       | 無視        | 2E-5 (16) | 無視        | 1.5E-4 (6) |

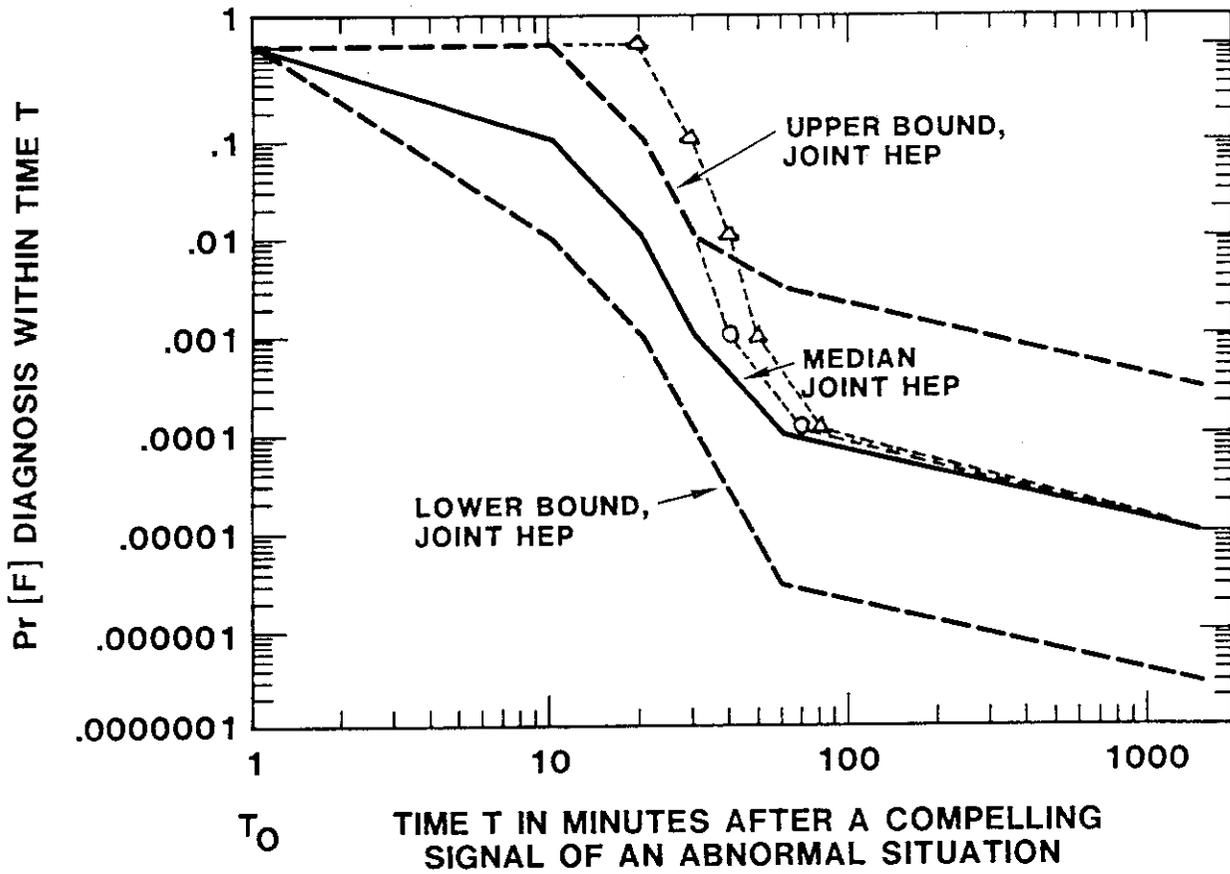


図2.1 単一異常事象に対する診断エラー確率の時間信頼性曲線  
 ○印は第2事象、△印は第3事象のメディアン値  
 (文献(1)の図12-4、表20-3から)

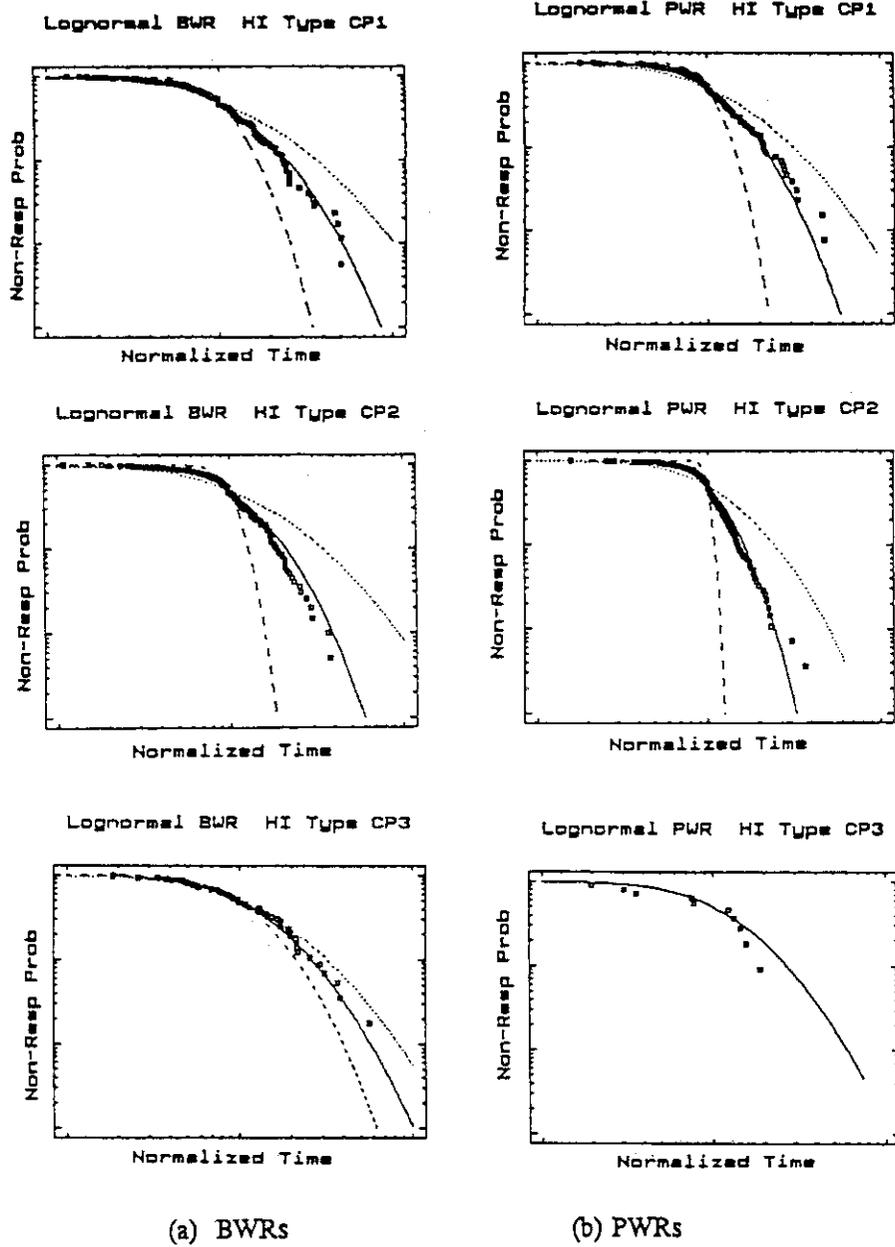


図2.2 ORE曲線、BWRとPWRに各3タイプ (CP1, 2, 3)がある  
(文献(8)の図6から)

### 3. ヒューマンエラー率のデータベース

#### 3.1 データベースの構成

ヒューマンエラー率に関するデータベースのデータ源として次の8種類を用いている。

表3.1 データベースのHEPデータ源

| データ名            | 出典                                 | 記号 |
|-----------------|------------------------------------|----|
| ハンドブックデータ       | NUREG/CR-1278, 1983                | HB |
| ASEPデータ         | NUREG/CR-4550, Vol. 1, 1990        | AS |
| OAT(HCR/ORE)データ | EPRI-NP-6937, Vol. 2, 1990         | EP |
| 専門家判断           | NUREG/CR-3688, Vol. 2, 表C. 2, 1984 | EJ |
| AIRデータ          | NUREG/CR-2744, 付録A, 1982           | AR |
| Bunker-Ramoデータ  | NUREG/CR-2744, 付録B, 1982           | BR |
| Aerojetデータ      | NUREG/CR-2744, 付録C, 1982           | AJ |
| SNLのシミュレート実験データ | NUREG/CR-3309, 表4. 4~4. 6, 1984    | SN |

これらのデータを次のように14項目に分解して、収納した。AIRデータ、Bunker-Ramoデータ等条件が多いデータは、細分類しないで、条件部に書き込み、ユーザが判読する方式にした。したがって比較を容易にするため、HEPデータは複数個表示している。

表3.2 データベースの収納構造

| フィールド名 | 長さ  | 内容       | 例             |
|--------|-----|----------|---------------|
| SRC    | 20  | データID    | HB-20-03-010  |
| CD1    | 100 | 条件1      | 時間内に異常事象を診断する |
| CD2    | 40  | 条件2 (数値) | 1(分) (使用可能時間) |
| DESC   | 40  | 内容       | 許容時間内の診断失敗    |
| HEP    | 8   | HEP      | 1. 0          |
| EF     | 8   | EF       | 1             |
| ULIMIT | 8   | 上限値      | —             |
| LLIMIT | 8   | 下限値      | —             |
| KWACT  | 5   | 活動の種類    | 診断            |
| KWOBJ  | 5   | 対象物      | 警報            |
| ERRTYP | 1   | エラーの種類   | 0             |
| RCVRY  | 1   | 回復考慮     | Y             |
| PSF    | 8   | PSFの有無   | Y             |
| PRSNL  | 1   | ジョブの主体   | 1             |

HEPデータは、表3.3に示すように20種類の“活動の種類”と、表3.4に示すように53種類の“活動の対象物”とに分けることにより、目的とするデータの選別を容易にしている。表3.3では、各活動の種類に対する対象物を示している。また表3.3, 3.4に記号を示しているのは、データベースにはこれらの記号で書き込まれていることによる。

表3.3 データベースにおける活動の種類とその対象物。“一般”は対象物が記述されていないことを意味している。

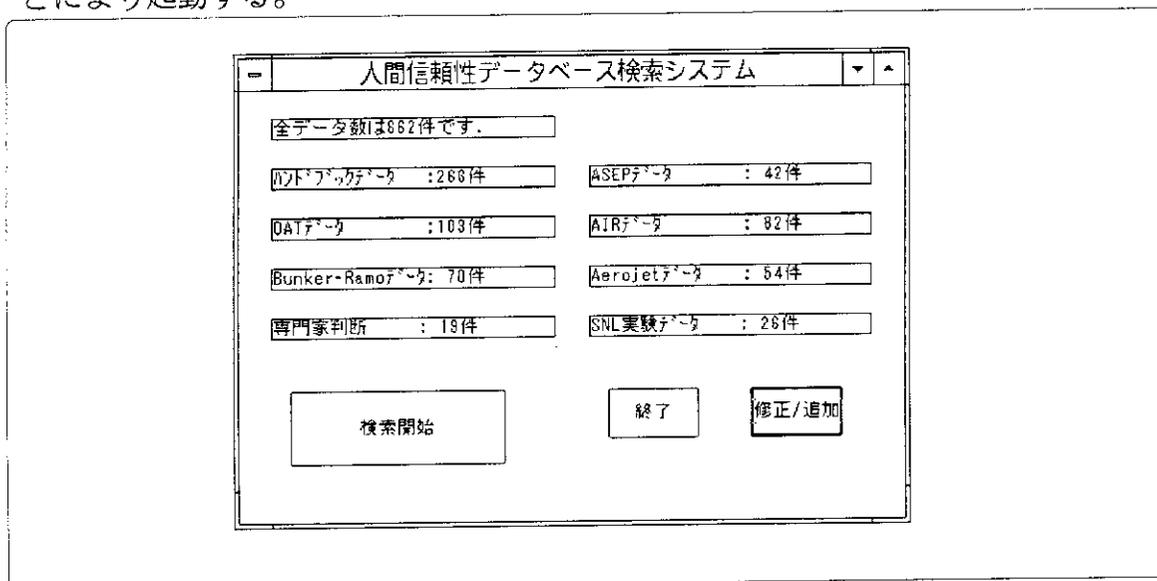
| コード<br>番号 | 記号<br>KWACTION | 活動の種類           | 対象物   |
|-----------|----------------|-----------------|---|
| 1         | ACT01          | 診断              | 警報  |
| 2         | ACT02          | 警報対応            | 警報, 警報ランプ   |
| 3         | ACT03          | 操作(設定)          | ロータリスイッチ, 2位置スイッチ, 要保持スイッチ, 電源系, 制御器, 弁<br>手順書, 押しボタン, 多位置スイッチ, ノブ, ナット・プラグ・ボルト・クランプ                  |
| 4         | ACT04          | 選択              | 2位置スイッチ, 制御器, 弁, 遮断器, 選択一般, 押しボタン, メータ  |
| 5         | ACT05          | 検知(チェック,<br>同定) | 警報ランプ, 弁固着, 弁解度, 検知一般, アナログメータ,<br>アナログチャート, インディケータランプ   |
| 6         | ACT06          | 監視(確認)          | 監視一般, CRT文, CRTグラフ  |
| 7         | ACT07          | 読み取り            | 読み取り一般, アナログメータ, チャートレコーダ, マルチチャートレコーダ, グラフ<br>デジタルメータ, 状態ランプ, インディケータランプ, 手順書, メータ, 時計,<br>ラベル, レコーダ |
| 8         | ACT08          | 検査              | 検査一般, ナット・プラグ・ボルト・クランプ,   |
| 9         | ACT09          | 計算              | 電卓  |
| 10        | ACT10          | 使用              | 運転手順, 校正手順, 保守手順, チェックリスト   |
| 11        | ACT11          | テスト             | 定期(計画的)タスク  |
| 12        | ACT12          | 思い出す            | 口頭指示  |
| 13        | ACT13          | 記述(メモ)          | 口頭指示, 手順書, 文字, 数字   |
| 14        | ACT14          | 記録              | 記録一般, メータ   |
| 15        | ACT15          | 接続              | ケーブル  |
| 16        | ACT16          | 設置              | ナット・プラグ・ボルト・クランプ, ガスケット, ドレンチューブ, O-リング   |
| 17        | ACT17          | 除去              | ナット・プラグ・ボルト・クランプ  |
| 18        | ACT18          | 確認              | スイッチ, 機器, ライト   |
| 19        | ACT19          | 一般              | 一般  |
| 20        | ACT20          | 電源回復            | 電源系(接続, DC, AC)   |

表3.4 活動対象物のレコード番号及び記号

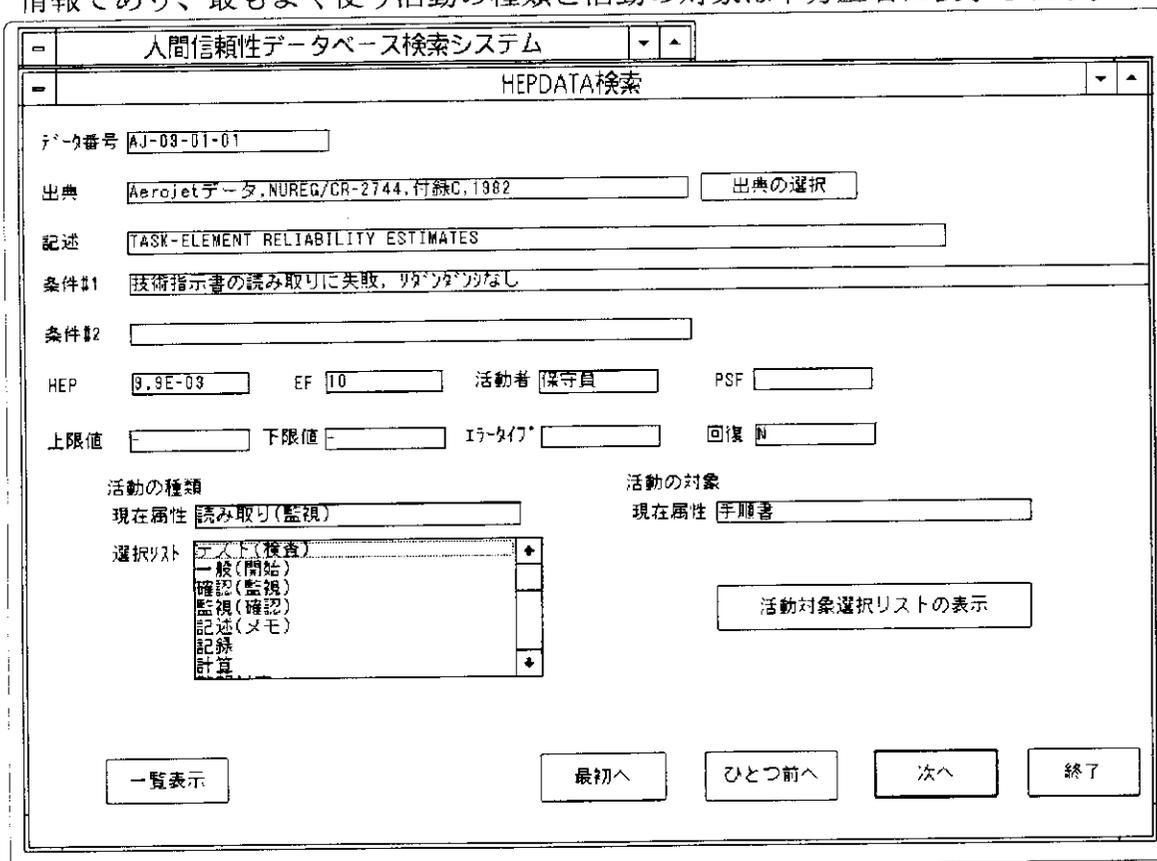
| レコード番号 | KW OBJ | DESC (活動対象物)     |
|--------|--------|------------------|
| 1      | OBJ01  | 警報               |
| 2      | OBJ02  | 警報 ランプ           |
| 3      | OBJ03  | ロータリスイッチ         |
| 4      | OBJ04  | 2位置スイッチ          |
| 5      | OBJ05  | 要保持スイッチ          |
| 6      | OBJ06  | 電源系 (接続, DC, AC) |
| 7      | OBJ07  | 制御器              |
| 8      | OBJ08  | 弁                |
| 9      | OBJ09  | 回路遮断機            |
| 10     | OBJ10  | 弁固着              |
| 11     | OBJ11  | 弁開度              |
| 12     | OBJ12  | 監視一般             |
| 13     | OBJ13  | 選択一般             |
| 14     | OBJ14  | 検査一般             |
| 15     | OBJ15  | 検知一般             |
| 16     | OBJ16  | 読み取り一般           |
| 17     | OBJ17  | アナログメータ          |
| 18     | OBJ18  | アナログチャート         |
| 19     | OBJ19  | チャートレコーダ         |
| 20     | OBJ20  | マルチチャートレコーダ      |
| 21     | OBJ21  | デジタルメータ          |
| 22     | OBJ22  | グラフ              |
| 23     | OBJ23  | 状態ランプ            |
| 24     | OBJ24  | インディケータランプ       |
| 25     | OBJ25  | 電卓               |
| 26     | OBJ26  | 運転手順             |
| 27     | OBJ27  | 較正手順             |
| 28     | OBJ28  | 保守手順             |
| 29     | OBJ29  | チェックリスト          |
| 30     | OBJ30  | 定期 (計画的) タスク     |
| 31     | OBJ31  | 口頭指示             |
| 32     | OBJ32  | 手順書              |
| 33     | OBJ33  | 記録一般             |
| 34     | OBJ34  | 文字               |
| 35     | OBJ35  | 数字               |
| 36     | OBJ36  | 押しボタン            |
| 37     | OBJ37  | CRTの文章           |
| 38     | OBJ38  | CRTのグラフ表示        |
| 39     | OBJ39  | メータ              |
| 40     | OBJ40  | 多位置スイッチ          |
| 41     | OBJ41  | スイッチ             |
| 42     | OBJ42  | ノブ               |
| 43     | OBJ43  | 時計               |
| 44     | OBJ44  | 機器               |
| 45     | OBJ45  | ハット・プラグ・ホルト・ランプ  |
| 46     | OBJ46  | ライト              |
| 47     | OBJ47  | ケーブル             |
| 48     | OBJ48  | ガスケット            |
| 49     | OBJ49  | ドレンチューブ          |
| 50     | OBJ50  | O-リング            |
| 51     | OBJ51  | ラベル              |
| 52     | OBJ52  | レコーダ             |
| 53     | OBJ53  | 一般               |

### 3.2 データベースの検索と追加修正方法

- (1) Window 3.1の“プログラムマネージャ”上の HRADBのアイコンをクリックすることにより起動する。



- (2) “検索開始”を選択すると次の、画面が表示される。内容は最初の収納データの情報であり、最もよく使う活動の種類と活動の対象は下方左右に表示される。



- (3) ヒューマンエラーデータの出典は、アルファベット順であるので、Aerojetが最初になっている。ハンドブックデータを選択するときは、“出典の選択”をクリックすると次のダイアログが表示されるので、目的の項目を選択する。

- (4) 活動の種類は左下方にあり、活動の対象は (2)で示したように右下方にある。選択リストから“読み取り”を選び、“活動対象リストの表示”をクリックすると次のダイアログが表示される。

(5) (2)の表示の左下端の“一覧表示”を選択すると、現在表示されているハンドブックデータを先頭にデータが表示される。

人間信頼性データベース検索システム

HEPDATA検索

一覧表示

| 出典           | 活動の種類  | 活動の対象 | 条件#1                             | 条件#2 |
|--------------|--------|-------|----------------------------------|------|
| HB-20-00-010 | 一般(開始) | 一般    | エラーの確率がいくらかでもあるとき                |      |
| HB-20-00-020 | 一般     | 一般    | エラーの確率が正常な状態なら無視できる, 3以下         |      |
| HB-20-03-010 | 診断     | 警報    | 1分以内に診断することに失敗, 第1事象, ノミナルモデル    | 1    |
| HB-20-03-020 |        | 警報    | 10分以内に診断することに失敗, 第1事象, ノミナルモデル   | 10   |
| HB-20-03-030 |        | 警報    | 20分以内に診断することに失敗, 第1事象, ノミナルモデル   | 20   |
| HB-20-03-040 |        | 警報    | 30分以内に診断することに失敗, 第1事象, ノミナルモデル   | 30   |
| HB-20-03-050 |        | 警報    | 60分以内に診断することに失敗, 第1事象, ノミナルモデル   | 60   |
| HB-20-03-060 |        | 警報    | 1500分以内に診断することに失敗, 第1事象, ノミナルモデル | 1500 |
| HB-20-03-070 |        | 警報    | 1分以内に診断することに失敗, 第2事象, ノミナルモデル    | 1    |
| HB-20-03-080 |        | 警報    | 10分以内に診断することに失敗, 第2事象, ノミナルモデル   | 10   |
| HB-20-03-090 |        | 警報    | 20分以内に診断することに失敗, 第2事象, ノミナルモデル   | 20   |
| HB-20-03-100 |        | 警報    | 30分以内に診断することに失敗, 第2事象, ノミナルモデル   | 30   |
| HB-20-03-110 |        | 警報    | 40分以内に診断することに失敗, 第2事象, ノミナルモデル   | 40   |
| HB-20-03-120 |        | 警報    | 70分以内に診断することに失敗, 第2事象, ノミナルモデル   | 70   |

印刷 閉じる

計算

一覧表示 最初へ ひとつ前へ 次へ 終了

(6) (5)の続きで、最後部。

人間信頼性データベース検索システム

HEPDATA検索

一覧表示

| HEP     | EF   | ULIMIT | LLIMIT | ERRTYP | RCVRY | PSF |
|---------|------|--------|--------|--------|-------|-----|
| 0.003   | -    | -      | -      | -      | N     | N   |
| 0.001   | 10   | -      | -      | -      | N     | Y   |
| 1.0     | 1.0  | NA     | NA     | 0      | Y     | Y   |
| 0.1     | 10.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.01    | 10.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.001   | 10.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.0001  | 30.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.00001 | 30.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 1.0     | 1.0  | NA     | NA     | 0      | Y     | Y   |
| 1.0     | 1.0  | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.1     | 10.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.01    | 10.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.001   | 10.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |
| 0.0001  | 30.0 | -      | -      | -      | Y     | Y   |

印刷 閉じる

計算

一覧表示 最初へ ひとつ前へ 次へ 終了

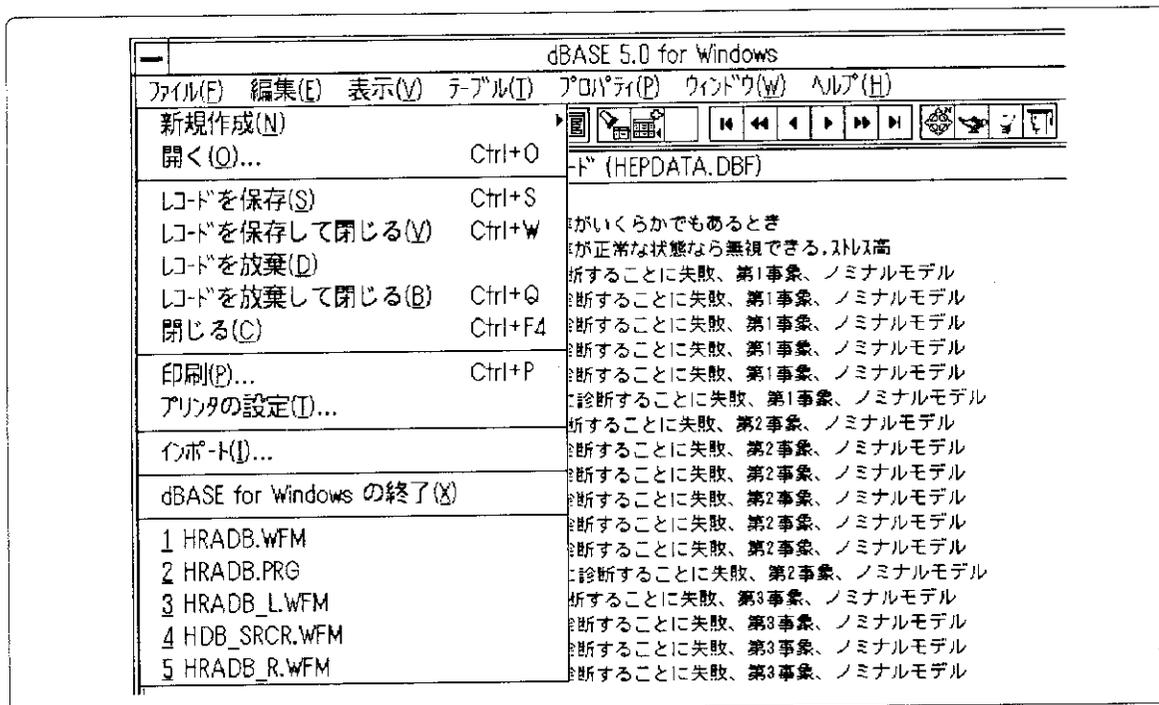
- (7) データベースの追加、修正は、(1)の表示の右下端の“修正/追加”を選択すると、  
 収納データの先頭からソースデータのテーブルが表示される。既存データは、実施  
 したい箇所をマウスでクリックすると四角で囲まれるので修正、追加する。下の画  
 面は(6)と同じ箇所であるが、活動の種類、対象が記号で書かれている。

| Rec | HEP     | EF   | ULIMIT | LLIMIT | KWACT | KWOBJ | ERRYP | RCVRY | PSF | PRSNL |
|-----|---------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| 371 | 0.003   | -    | -      | -      | ACT19 | OBJ53 | -     | -     | N   | 4     |
| 372 | 0.001   | 10   | -      | -      | ACT19 | OBJ53 | -     | N     | Y   | 4     |
| 373 | 1.0     | 1.0  | NA     | NA     | ACT01 | OBJ01 | D     | Y     | Y   | 1     |
| 374 | 0.1     | 10.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 375 | 0.01    | 10.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 376 | 0.001   | 10.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 377 | 0.0001  | 30.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 378 | 0.00001 | 30.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 379 | 1.0     | 1.0  | NA     | NA     | ACT01 | OBJ01 | D     | Y     | Y   | 1     |
| 380 | 1.0     | 1.0  | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 381 | 0.1     | 10.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 382 | 0.01    | 10.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 383 | 0.001   | 10.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 384 | 0.0001  | 30.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 385 | 0.00001 | 30.0 | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 386 | 1.0     | 1.0  | NA     | NA     | ACT01 | OBJ01 | D     | Y     | Y   | 1     |
| 387 | 1.0     | 1.0  | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |
| 388 | 1.0     | 1.0  | -      | -      | ACT01 | OBJ01 | -     | Y     | Y   | 1     |

- (8) “テーブル” をクリックすると、各種の機能が表示されるので、目的とする項目  
 を選択する。

| Rec | SRC          | CC |
|-----|--------------|----|
| 371 | HB-20-00-010 | エ  |
| 372 | HB-20-00-020 | エ  |
| 373 | HB-20-03-010 | 15 |
| 374 | HB-20-03-020 | 10 |
| 375 | HB-20-03-030 | 20 |
| 376 | HB-20-03-040 | 30 |
| 377 | HB-20-03-050 | 60 |
| 378 | HB-20-03-060 | 15 |
| 379 | HB-20-03-070 | 15 |
| 380 | HB-20-03-080 | 10 |
| 381 | HB-20-03-090 | 20 |
| 382 | HB-20-03-100 | 30 |
| 383 | HB-20-03-110 | 40 |
| 384 | HB-20-03-120 | 70 |
| 385 | HB-20-03-130 | 15 |
| 386 | HB-20-03-140 | 15 |
| 387 | HB-20-03-150 | 10 |
| 388 | HB-20-03-160 | 20 |
| 389 | HB-20-03-170 | 30 |

(9) 終了後は、“ファイル”をクリックすると、各種の機能が表示されるので、目的とする項目を選択する。“ファイル”を使わないで“テーブルレコード”を直接閉じると自動的に保存される。

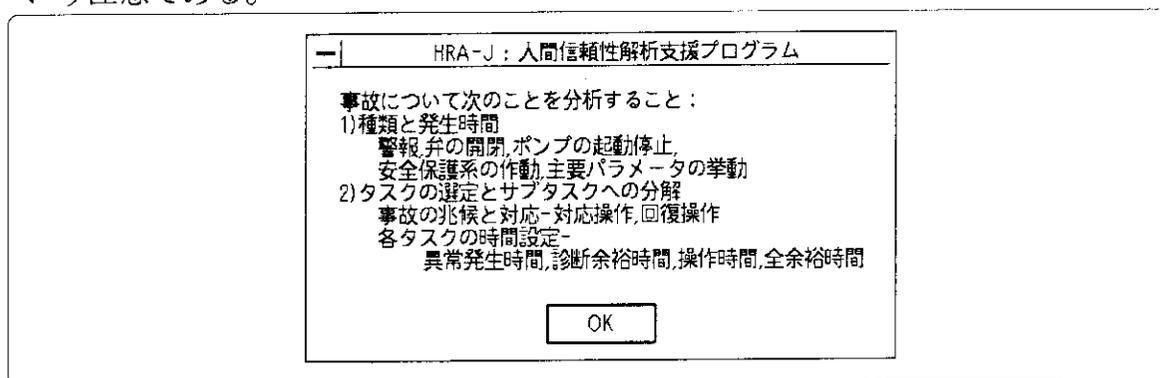


(10) 終了すると、(1)の画面に戻る。“終了”を選択するとHRADBのアイコンに戻る。

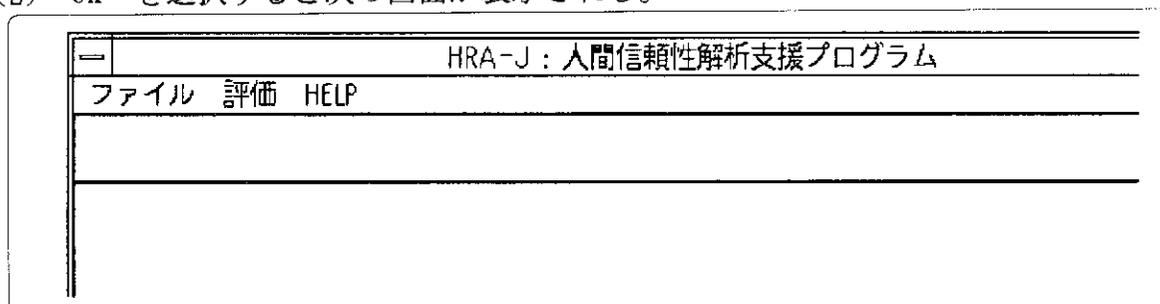
## 4. 支援システムの使用法

本支援システムは、NEC-PC 9821のwindow3.1上で稼働しており、“プログラムマネージャ”のHRAのアイコンをクリックすることにより起動する。ここではどの方法にも共通な項目について述べる。続いて次節から各手法に対して内蔵する全ての支援機能を例題を通して説明する。

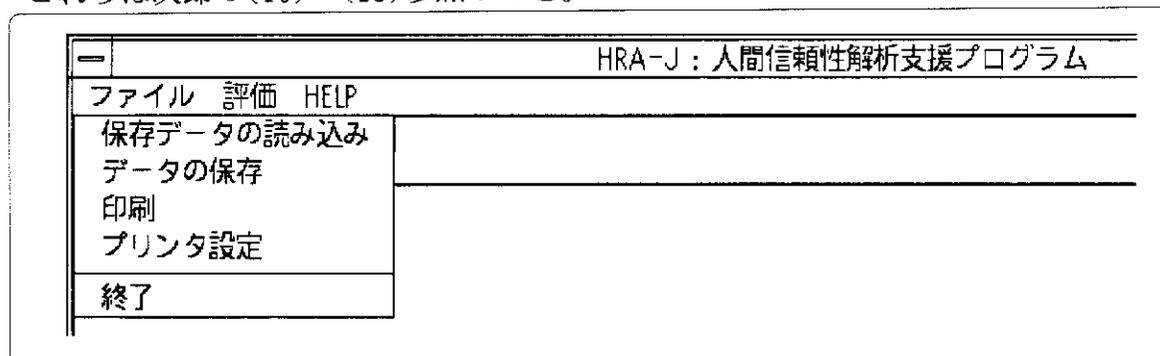
- (1) 最初に表示されるウィンドウ（ダイアログボックスと呼ばれる。以下ダイアログと記す）は、2章で述べたように、事前に事象とタスクの分析を行っておくことという注意である。



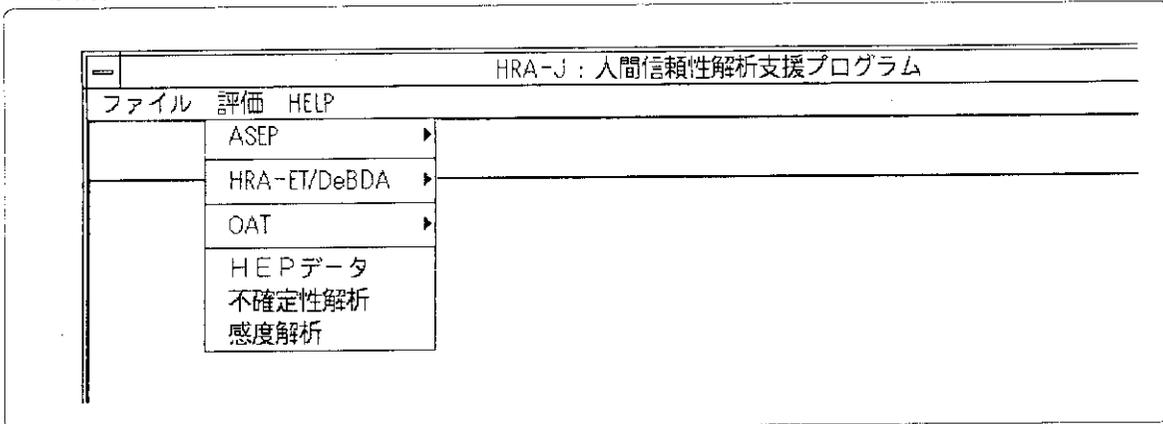
- (2) “OK” を選択すると次の画面が表示される。



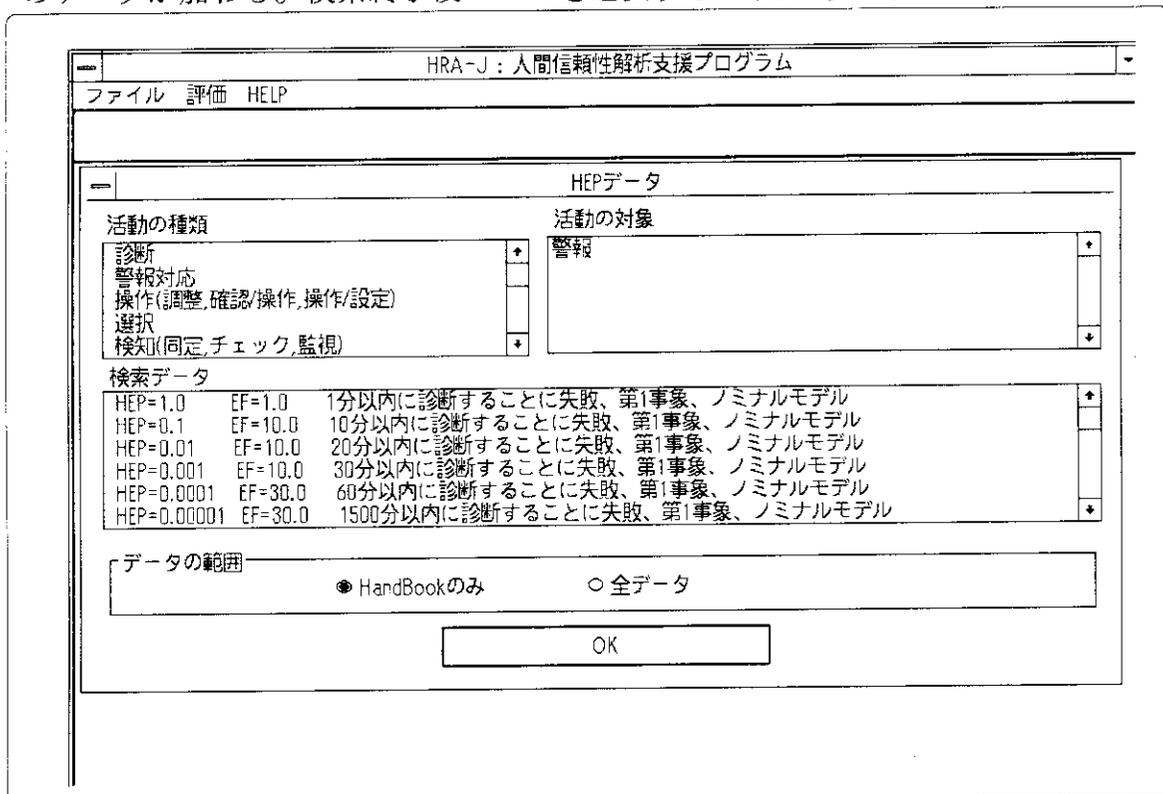
- (3) “ファイル” を選択すると“保存データの読み込み、データの保存、印刷、プリンタ設定、終了”の機能がある。ファイルの呼び出し、保存については後述する。これらは次節の(10)～(13)参照のこと。



- (4) “評価”を選択すると“ASEP、HRA-ET/DeBDA、OAT、HEPデータ、不確定性解析、感度解析”の6項目が表示される。これらの内容は次節で順次説明する。



- (5) “HEPデータ”は共通なのでここで述べる。最初はデフォルトでハンドブックデータのみが表示される。活動の種類（表3.3参照）が“診断”で対象が“警報”であり、検索データは、4.1.2節のASEPの(6)に示されているTRC図の元になるデータである。“全データ”を選択すると、ハンドブックデータ以外に登録されていれば、それらのデータが加わる。検索終了後“OK”を選択すると(2)に戻る。



- (6) “HELP”はタスクタイトルの文字数等の注意事項などのまとめである。

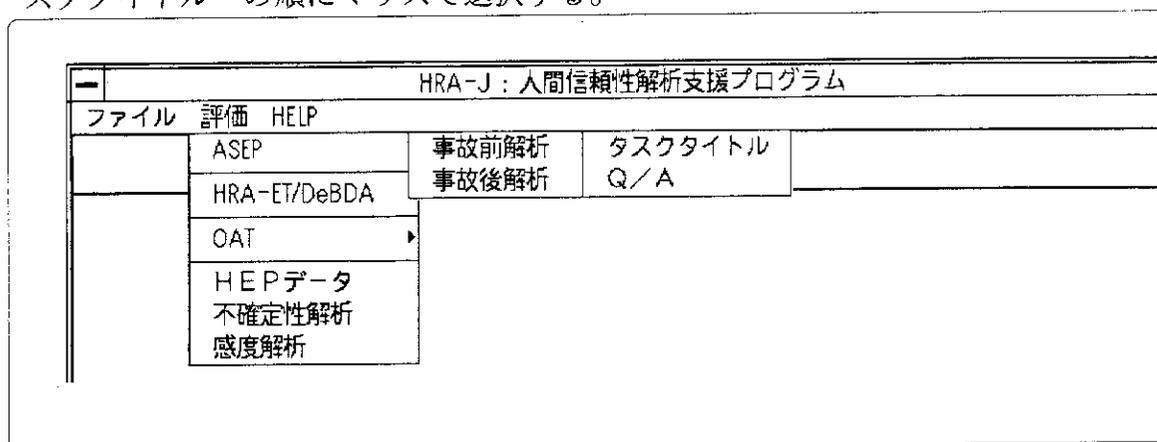
## 4.1 ASEPによる解析

### 4.1.1 ASEPによる事故前解析

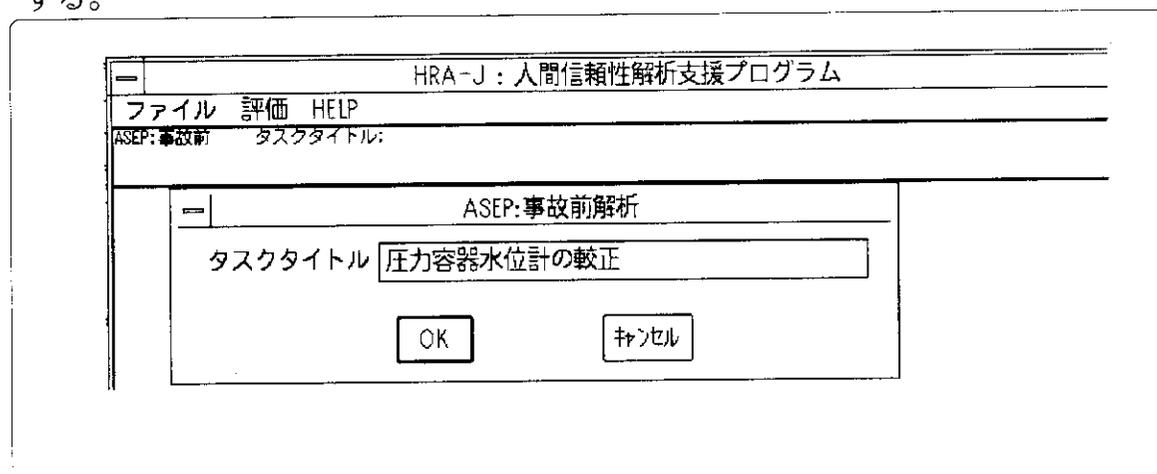
ASEPによる事故前解析として、原子炉圧力容器の水位計較正の場合を例にとって操作の説明をする。

タスク : 圧力容器水位計の較正  
 機器数 : 4個  
 配列 : 並列

- (1) 支援システムを起動後、次のように“評価” → “ASEP” → “事故前解析” → “タスクタイトル”の順にマウスで選択する。

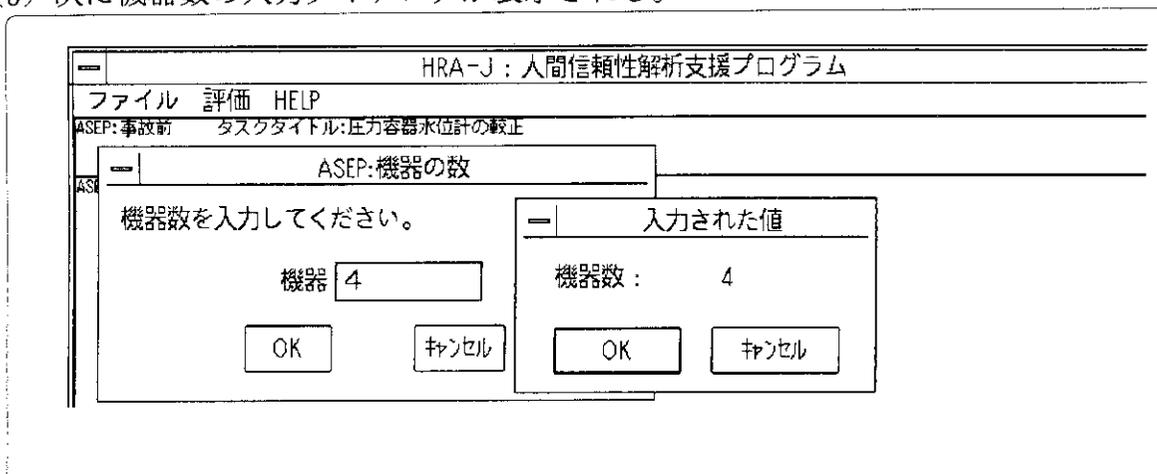


- (2) タスクタイトル入力ダイアログが表示される。入力文字数は全角で20文字以内で、入力終了後“OK”を選択する（又はリターンキーを押す）と“Q/A”に自動的に移行する。

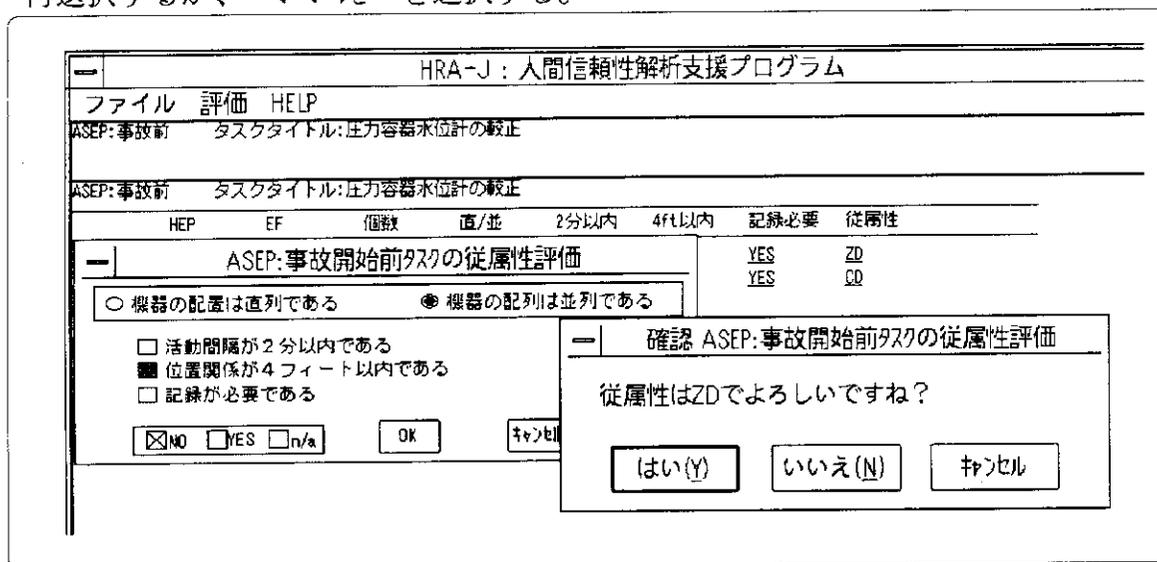


注) 文字入力モードは、当初は半角になっているので、CTRL+XFERで日本語入力可能となる。このモードでは数字入力はマウスでなくリターンキーで行うこと。

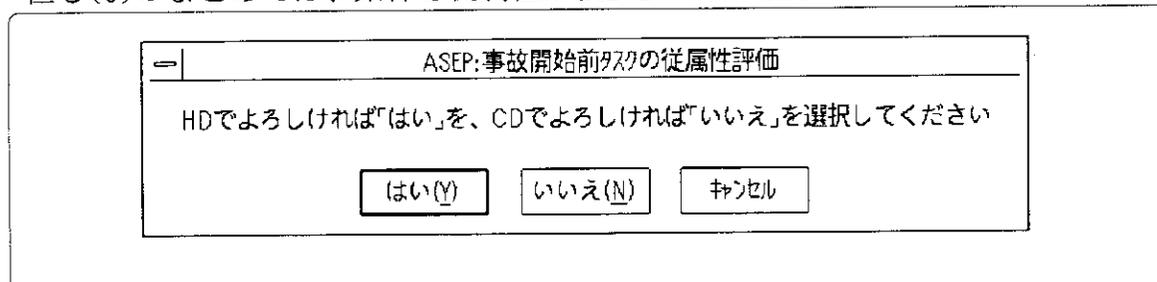
(3) 次に機器数の入力ダイアログが表示される。



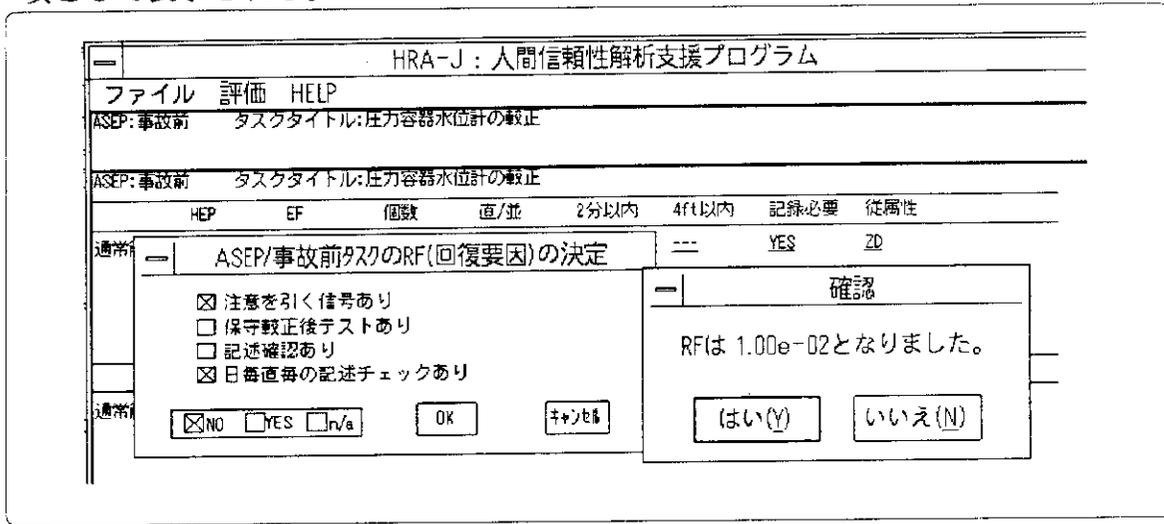
(4) 従属性を決定するために機器の配置、位置関係等のデータを選択する（必要なら表2.1参照）。“OK”を選択すると従属性の判定が表示されるので、“はい”で次に行くか、あるいは別の従属性を選択したいときは、“キャンセル”をクリックして再選択するか、“いいえ”を選択する。



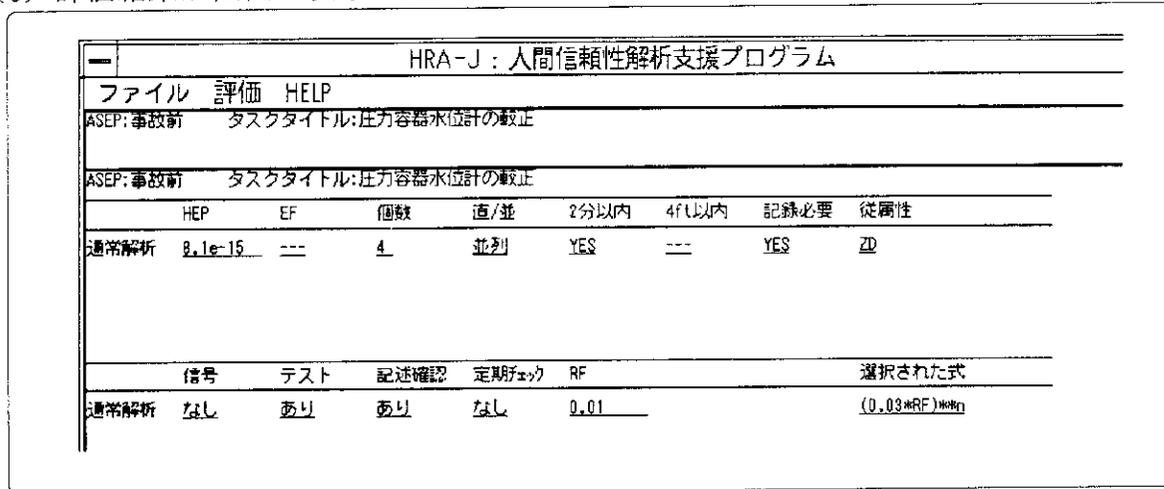
“いいえ”を選択すると次のダイアログが表示されるので、従属性を直接選択する。但し(6)のまとめでは、条件と従属性が表2.1の関係を満たしていないことに注意。



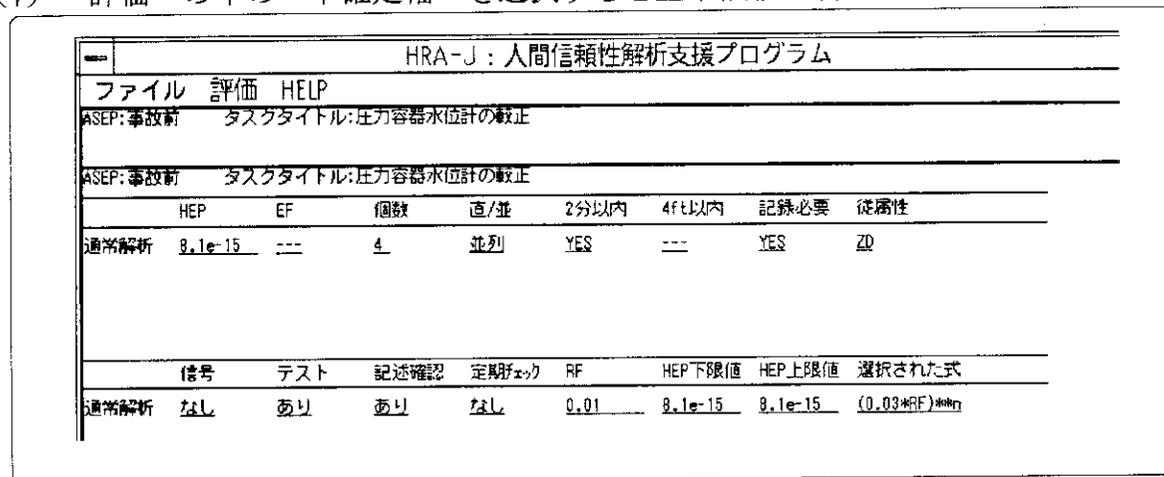
(5) 回復要因の決定のための選択をする（表2.2参照）。結果の回復失敗確率が確認事項として表示される。



(6) 評価結果が画面に表示される。



(7) “評価”の中の“不確定幅”を選択すると上下限値が書き込まれる。



- (8) 感度解析の実行では、“評価”の中の“感度解析”を選択して、(6)の評価結果の条件項目をクリックすると、それに関する(3)~(5)と同じダイアログが表示される。(4)の場合の従属性を決定する条件を変更して選択する。

HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

ASEP:事故前 タスクタイトル:圧力容器水位計の校正

|      | HEP     | EF  | 個数 | 直/並 | 2分以内 | 4ft以内 | 記録必要 | 従属性 |
|------|---------|-----|----|-----|------|-------|------|-----|
| 通常解析 | 8.1e-15 | --- | 4  | 並列  | YES  | ---   | YES  | ZD  |

ASEP:事故開始前タスクの従属性評価

機器の配置は直列である  機器の配列は並列である

活動間隔が2分以内である  
 位置関係が4フィート以内である  
 記録が必要である

確認 ASEP:事故開始前タスクの従属性評価

従属性はCDでよろしいですね?

- (9) 感度解析の実行結果は次のように示される。

HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

ASEP:事故前 タスクタイトル:圧力容器水位計の校正

|      | HEP     | EF  | 個数 | 直/並 | 2分以内 | 4ft以内 | 記録必要 | 従属性 |
|------|---------|-----|----|-----|------|-------|------|-----|
| 通常解析 | 8.1e-15 | --- | 4  | 並列  | YES  | ---   | YES  | ZD  |
| 感度解析 | 0.0002  | 10  | 4  | 並列  | YES  | YES   | YES  | CD  |

|      | 信号 | テスト | 記述確認 | 定期チェック | RF   | 選択された式      |
|------|----|-----|------|--------|------|-------------|
| 通常解析 | なし | あり  | あり   | なし     | 0.01 | (0.03*RF)*n |
| 感度解析 | なし | あり  | あり   | なし     | 0.01 | 0.02*RF     |

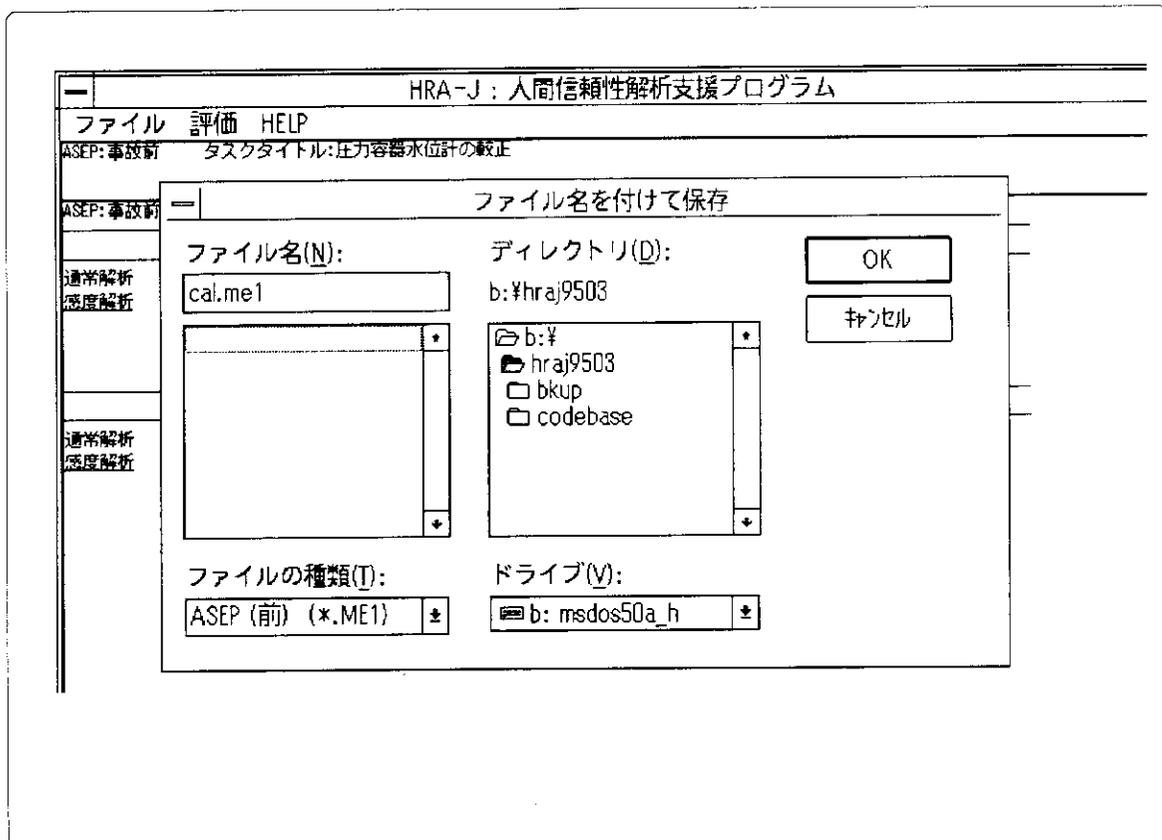
(10) 結果をプリントする（画面コピーではない）場合は、“ファイル”の“印刷”（“プリンタ設定”が必要ならこの前にセットしておく）を選択する。

ASEP:事故前 タスクタイトル:圧力容器水位計の校正

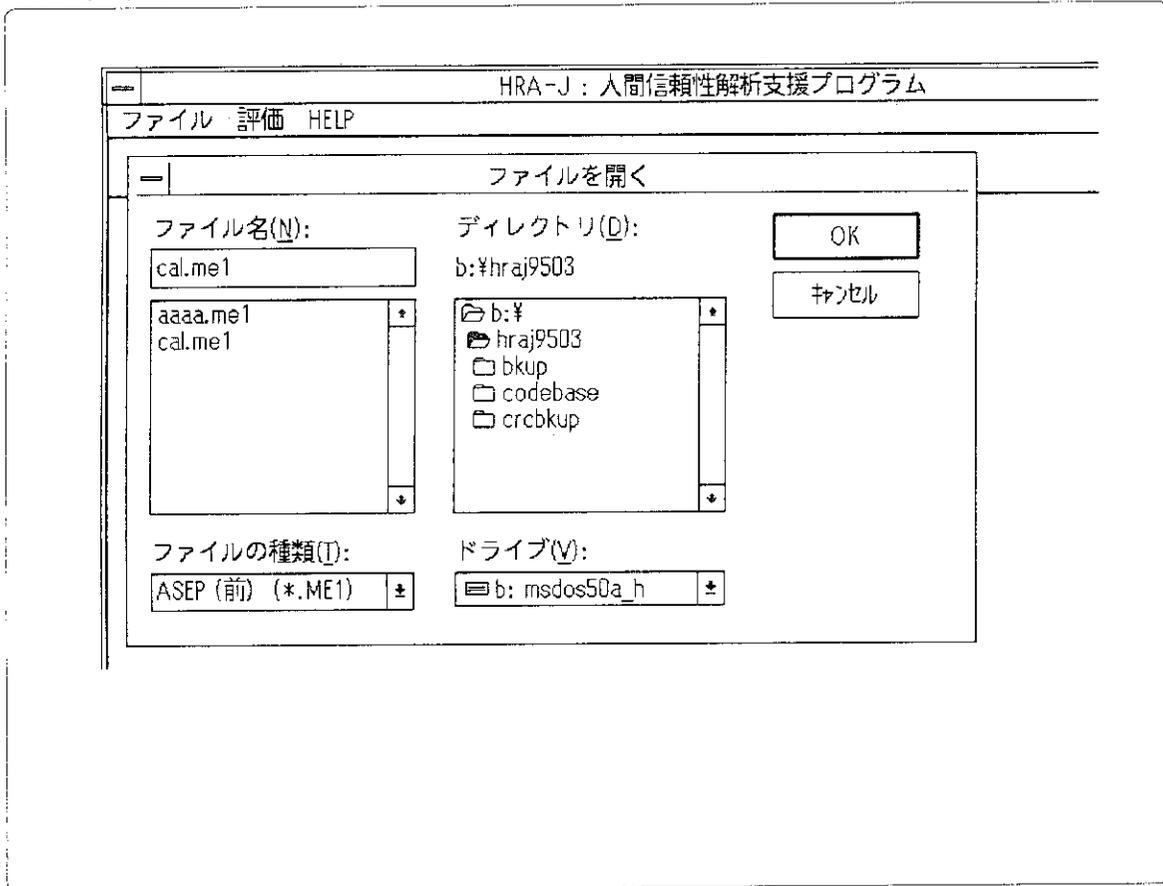
|      | HEP     | EF | 個数 | 直/並 | 2分以内 | 4分以内 | 記録必要 | 従属性 |
|------|---------|----|----|-----|------|------|------|-----|
| 通常解析 | 8.1e-15 | —  | 4  | 並列  | YES  | —    | YES  | 2D  |
| 感度解析 | 0.0002  | 10 | 4  | 並列  | YES  | YES  | YES  | CD  |
| 感度解析 | 2.5e-05 | 10 | 4  | 並列  | YES  | NO   | NO   | HD  |

|      | 信号 | テスト | 記述確認 | 定期チェック | RF   | HEP下限値  | HEP上限値  | 選択された式             |
|------|----|-----|------|--------|------|---------|---------|--------------------|
| 通常解析 | なし | あり  | あり   | なし     | 0.01 | 8.1e-15 | 8.1e-15 | (0.03*RF)**n       |
| 感度解析 | なし | あり  | あり   | なし     | 0.01 | 0.002   | 2e-05   | 0.02*RF            |
| 感度解析 | なし | あり  | あり   | なし     | 0.01 | 0.00025 | 2.5e-06 | 0.02*RF*0.5**(n-1) |

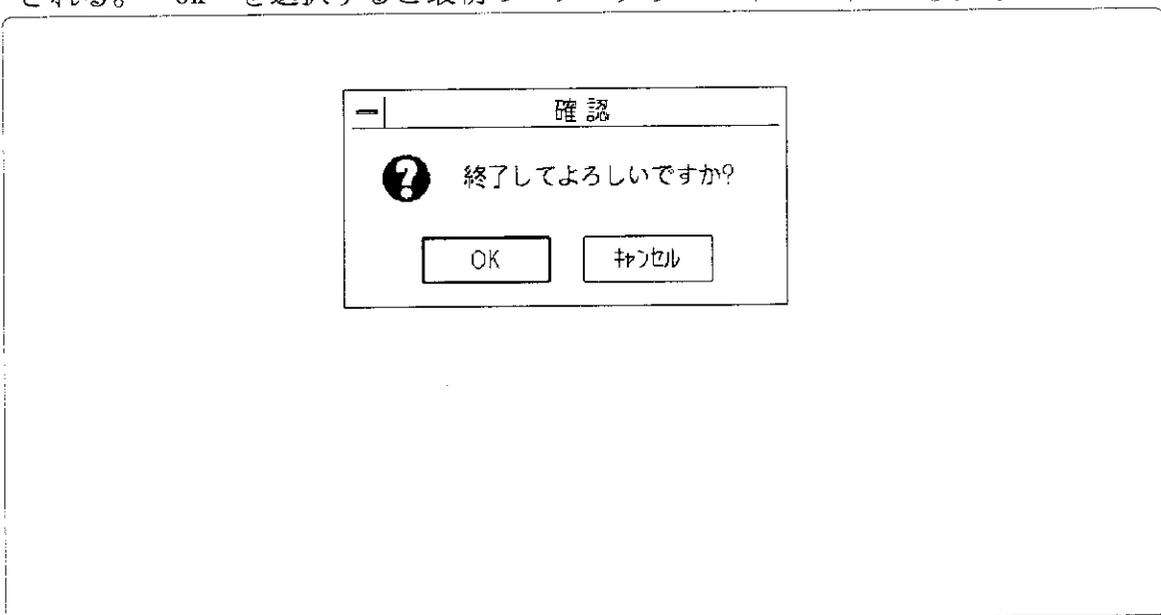
(11) この解析結果をファイルに保存する場合は、“ファイル”の“データ保存”を選択して表示されるダイアログに“name.me1”（ASEP事故前には.me1を付ける）を入力し（“cal.me1”とした）“OK”を選択する。



- (12) ファイルから読み出す場合は、“ファイル”の“保存データの読み込み”を選択して表示されるダイアログに“cal.me1”を入力し“OK”を選択する。



- (13) 終了するときには“ファイル”の“終了”を選択すると確認のダイアログが表示される。“OK”を選択すると最初の“プログラムマネージャ”に戻る。

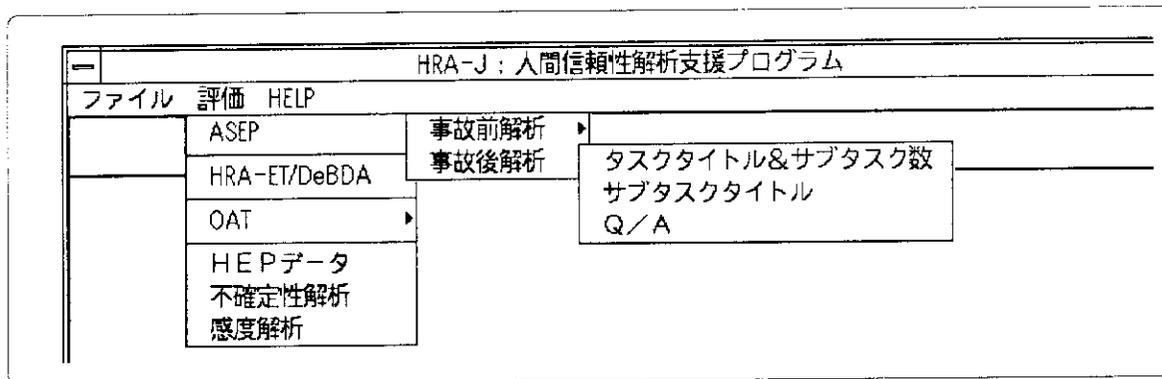


4.1.2 ASEPによる事故後解析

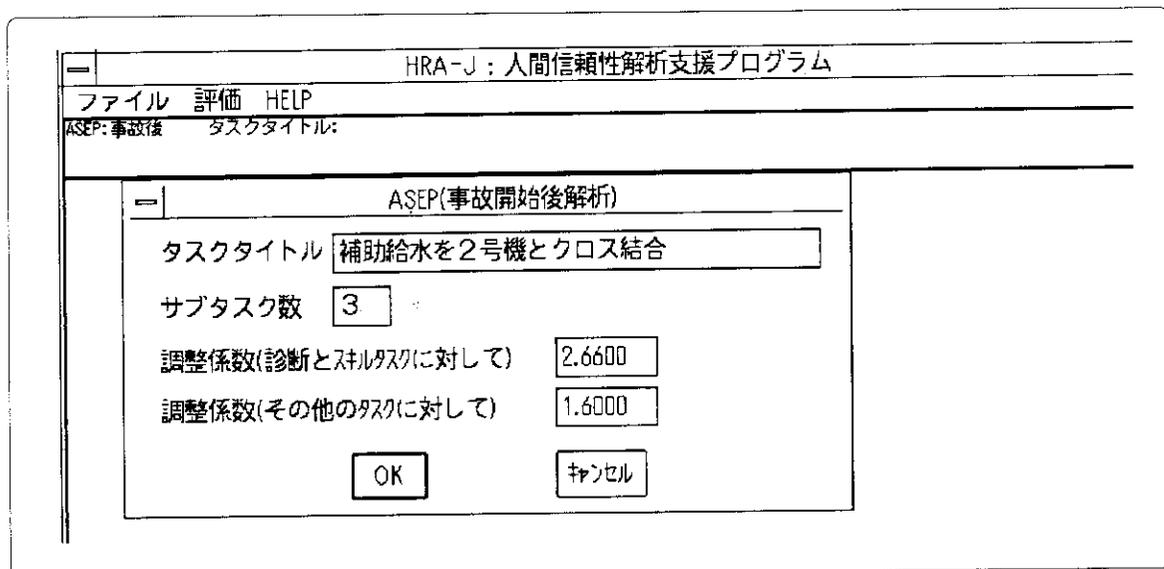
ASEPによる事故後解析として、SBO(Station Black Out)時に補助給水(AFW:Auxiliary Feed Water)を2号機とクロス結合するタスクを例にとって操作の説明をする。

- タスク : SBO時に補助給水を2号機とクロス結合
- サブタスク : 診断 (時間余裕は20分)  
2号機のAFWヘッダ隔離  
結合弁開操作

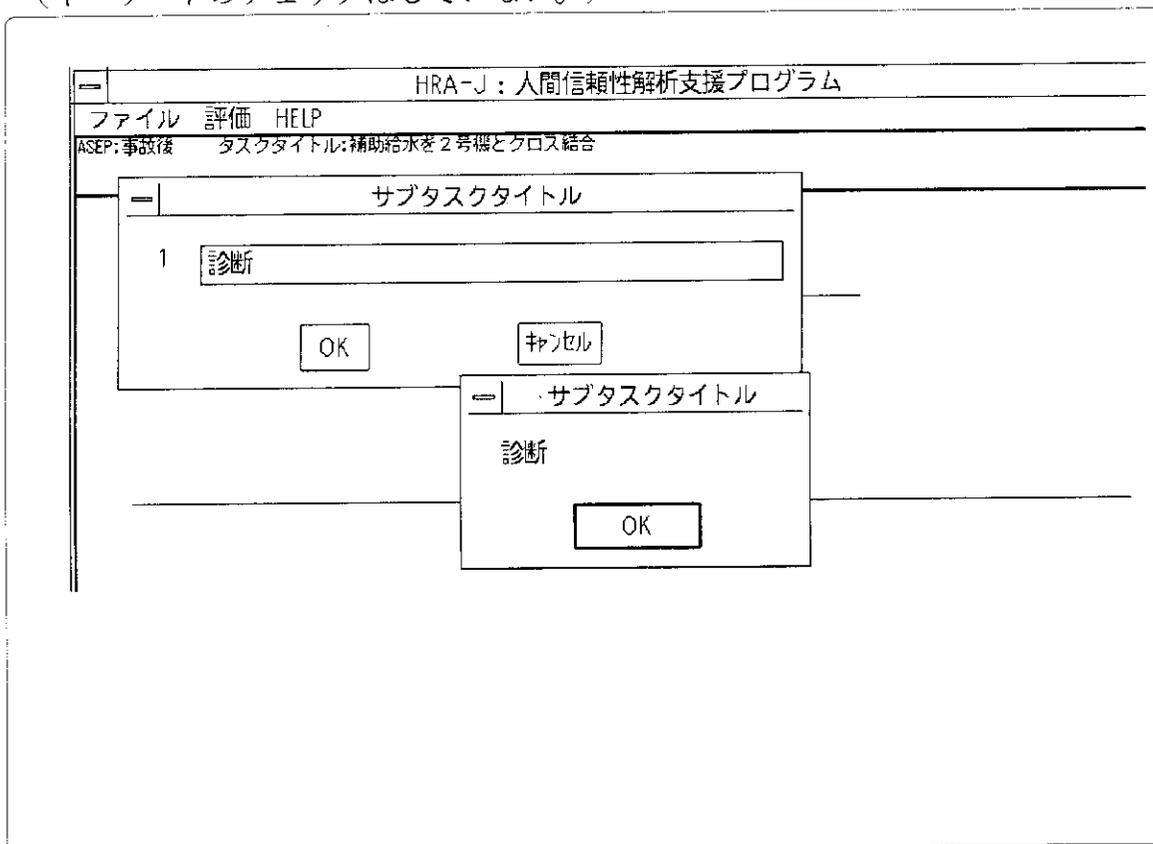
(1) 支援システムを起動後、“評価” → “ASEP” → “事故後解析” → “タスクタイトル”の順にマウスで選択する。



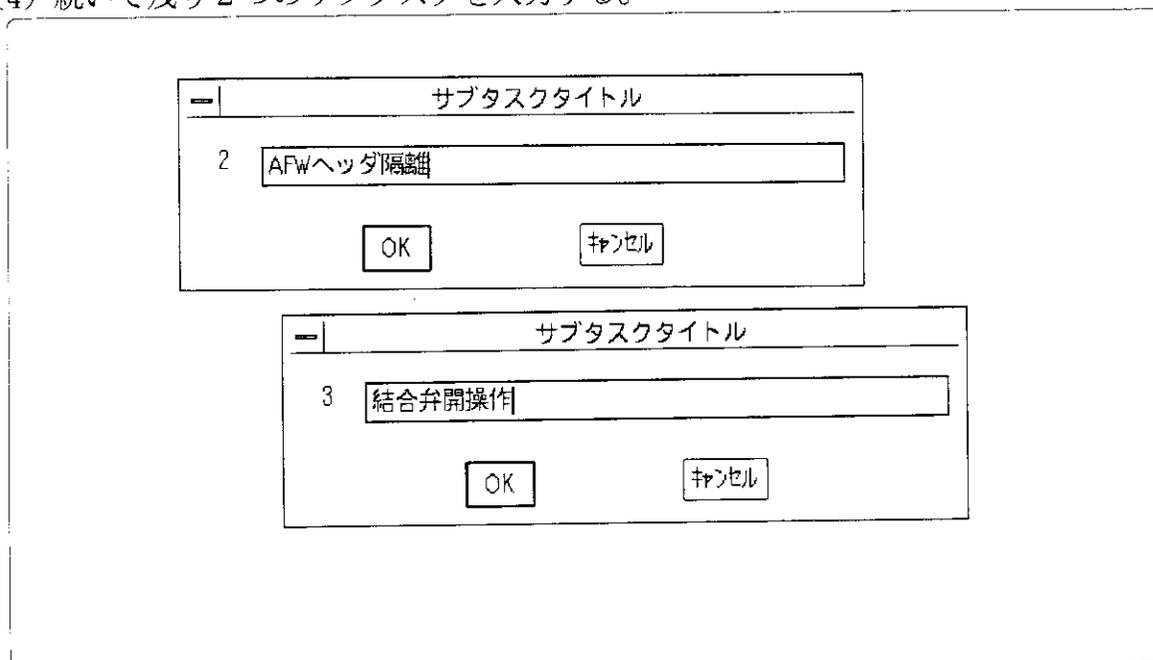
(2) タスクタイトル入力ダイアログが表示される。入力文字数は40文字（半角）以内で、入力し、サブタスク数（12以下）を入力する。次に係数として2.66, 1.60がデフォルトとして表示されているが、これは、2.1節で述べたメディアン値に対する平均値の比であり、平均値を用いるときの係数である。メディアン値を用いるときは1.0を入力する。終了後“OK”をクリック（又はリターンキーを押す）と“Q/A”に自動的に移行する。



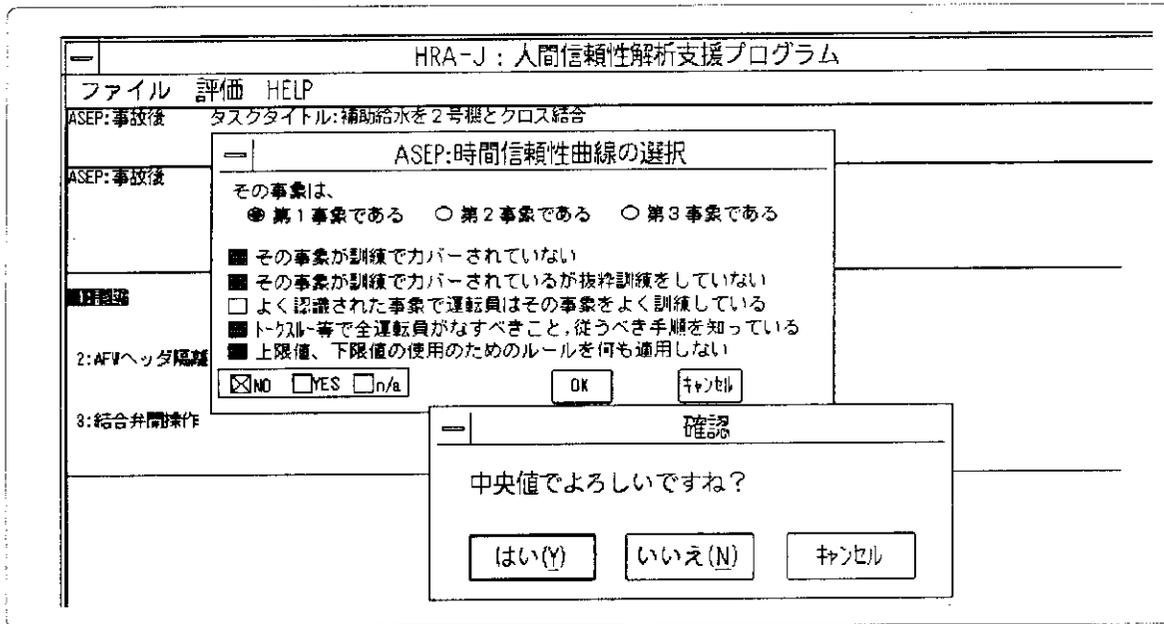
- (3) サブタスクの活動内容を入力する。20文字（半角）以内で、表3.3に示す活動の種類のうちASEPでは、“診断”、“電源（又はDG, DC）”のみをキーワードとして認識。（キーワードのチェックはしていない。）



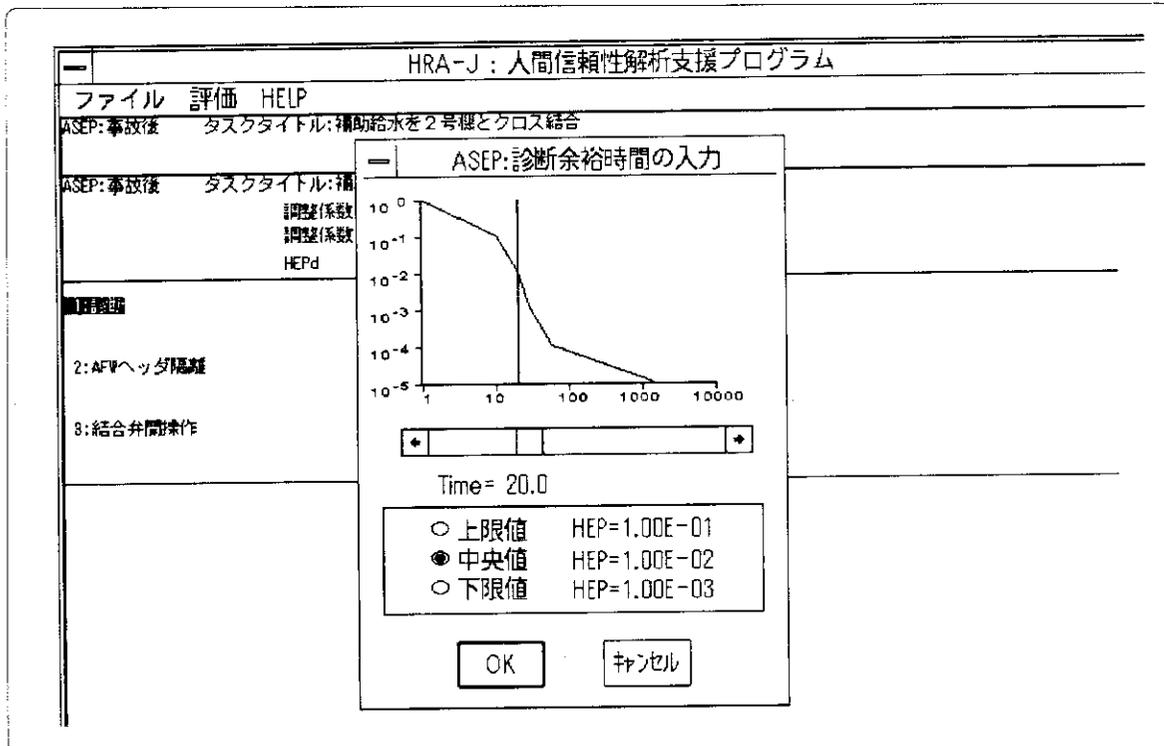
- (4) 続いて残り2つのサブタスクを入力する。



- (5) 最初のサブタスク“診断”の評価が開始される。まず、第1, 2, 3事象の選択をした後、時間信頼性曲線の上限值、中央値、下限値のどれを使用条件を選択する。判定結果と異なる値を使用したいときは確認の時“いいえ”を選択したとき表示されるダイアログから別の項目を選択する。



- (6) 時間信頼性曲線が表示され、診断余裕時間（単位は分）をカーソルを移動させて入力するとHEP<sub>d</sub>が決定される。このダイアログに示されている上、中、下限値のラジオボタンを選択することにより(5)で選択していない値を採用することができる。



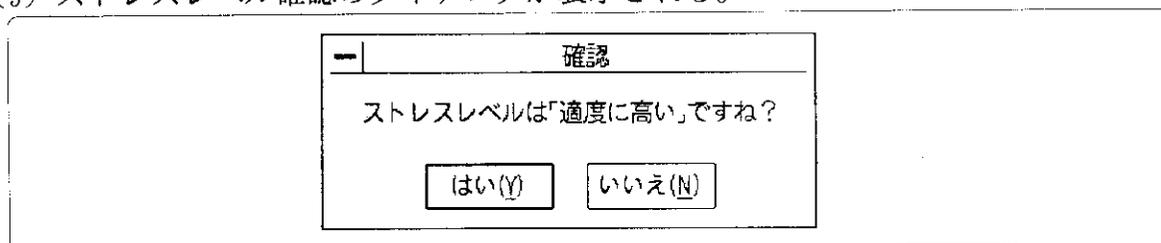
(7) 操作のタスクタイプを決定するための選択を行う。

The screenshot shows the HRA-J software interface. The main window title is "HRA-J: 人間信頼性解析支援プログラム". The menu bar includes "ファイル", "評価", and "HELP". The task title is "ASEP: 事故後 タスクタイトル: 補助給水を2号機とクロス結合". The interface lists tasks: "1: 診断", "2: AFWヘッド隔離", and "3: 結合弁開操作". A dialog box titled "サブタスクNo. 2: タスクタイプの入力" is open, showing four radio button options for task type selection. A second dialog box titled "確認" is overlaid, asking "タスクタイプはステップA/ステップBでよろしいですね?" with buttons for "はい(Y)", "いいえ(N)", and "キャンセル".

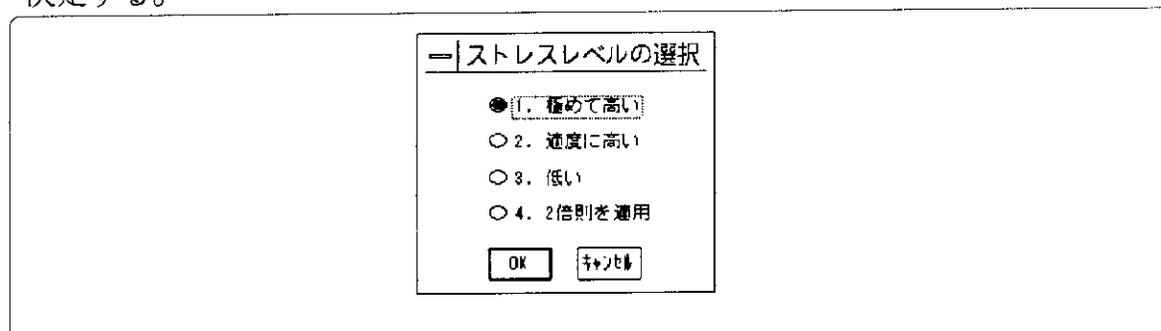
(8) ストレスレベルを決定するための選択を行うと、確認のダイアログが表示される。

The screenshot shows the HRA-J software interface. The main window title is "HRA-J: 人間信頼性解析支援プログラム". The menu bar includes "ファイル", "評価", and "HELP". The task title is "ASEP: 事故後 タスクタイトル: 補助給水を2号機とクロス結合". The interface lists tasks: "1: 診断", "2: AFWヘッド隔離", and "3: 結合弁開操作". A dialog box titled "ストレスレベルの判定" is open, showing a list of conditions for stress level determination. A second dialog box titled "よろしいですね?" is overlaid, asking for confirmation with buttons for "OK" and "キャンセル".

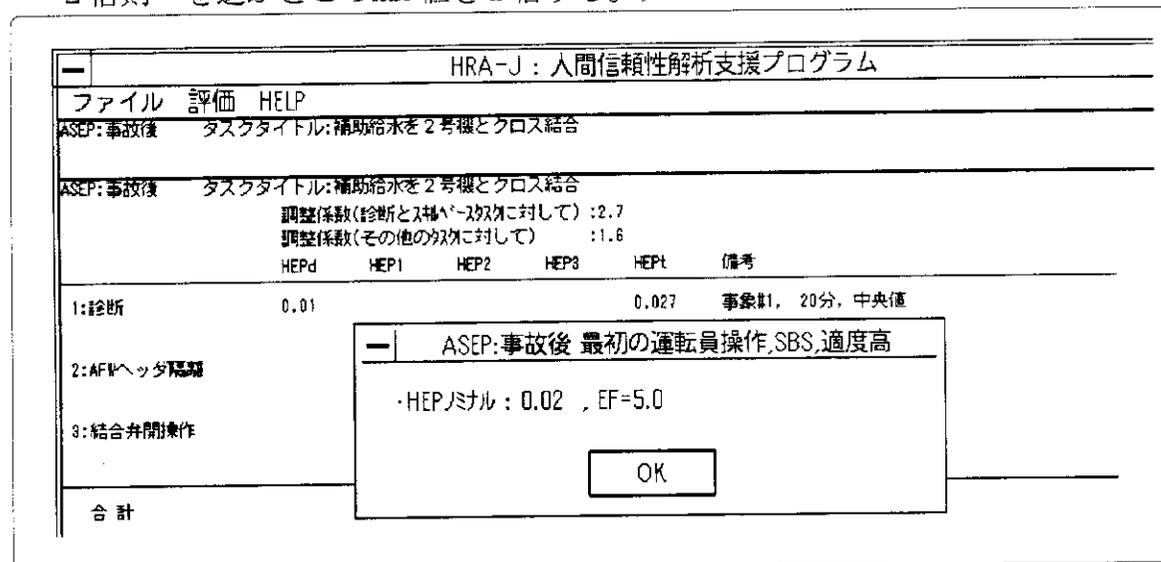
(9) ストレスレベル確認のダイアログが表示される。



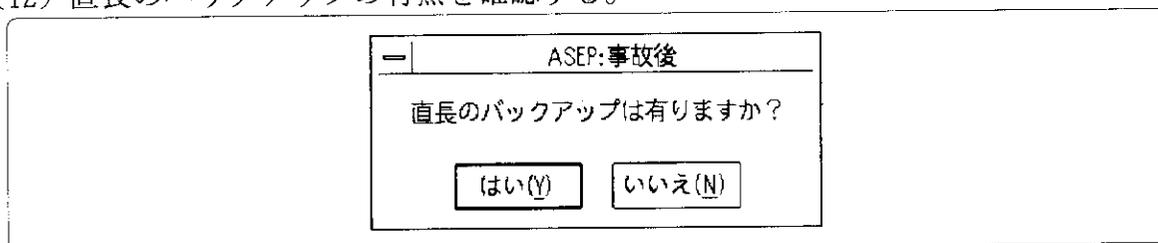
(10) “いいえ” を選択した場合は、表示されるストレスレベル選択のダイアログから決定する。



(11) タスクタイプとストレスレベルの組合せからHEPが表示される。( (8)又は(9)で“2倍則”を選ぶとこのHEP値を2倍する。)



(12) 直長のバックアップの有無を確認する。



(13) “はい”なら表2.4のタスクタイプとストレスレベルの組合せにより $HEP_{r2}$ 値の確認ダイアログが表示される。

|  |  |                       |                       |                       |                                   |                                   |  |
|--|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| <table border="1"> <tr> <td> <table border="1"> <tr> <td>—</td> <td>ASEP:事故後 直長訂正,SBS,適度高</td> </tr> <tr> <td colspan="2">・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input type="button" value="OK"/> </td> </tr> </table> </td> </tr> </table> | <table border="1"> <tr> <td>—</td> <td>ASEP:事故後 直長訂正,SBS,適度高</td> </tr> <tr> <td colspan="2">・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input type="button" value="OK"/> </td> </tr> </table> | —                     | ASEP:事故後 直長訂正,SBS,適度高 | ・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0 |                                   | <input type="button" value="OK"/> |  |
| <table border="1"> <tr> <td>—</td> <td>ASEP:事故後 直長訂正,SBS,適度高</td> </tr> <tr> <td colspan="2">・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input type="button" value="OK"/> </td> </tr> </table>   | —  | ASEP:事故後 直長訂正,SBS,適度高 | ・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0 |                       | <input type="button" value="OK"/> |                                   |  |
| —  | ASEP:事故後 直長訂正,SBS,適度高  |                       |                       |                       |                                   |                                   |  |
| ・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0  |  |                       |                       |                       |                                   |                                   |  |
| <input type="button" value="OK"/>  |  |                       |                       |                       |                                   |                                   |  |

(14) 更なるバックアップ有無の確認で“いいえ”を選択する。(“はい”なら $HEP_{r3}$ の確認が表示される。)

|   |          |          |                   |  |  |  |
|---|----------|----------|-------------------|--|--|--|
| <table border="1"> <tr> <td>—</td> <td>ASEP:事故後</td> </tr> <tr> <td colspan="2">第3者のバックアップは有りますか?</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input type="button" value="はい(Y)"/>    <input type="button" value="いいえ(N)"/> </td> </tr> </table> | —        | ASEP:事故後 | 第3者のバックアップは有りますか? |  | <input type="button" value="はい(Y)"/> <input type="button" value="いいえ(N)"/> |  |
| —   | ASEP:事故後 |          |                   |  |  |  |
| 第3者のバックアップは有りますか?   |          |          |                   |  |  |  |
| <input type="button" value="はい(Y)"/> <input type="button" value="いいえ(N)"/>  |          |          |                   |  |  |  |

もし“はい”なら $HEP_{r3}$ の確認が表示される。

|  |                         |                         |                       |  |                                   |  |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|--|
| <table border="1"> <tr> <td>—</td> <td>ASEP:事故後 独立要員訂正,SBS,適度高</td> </tr> <tr> <td colspan="2">・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input type="button" value="OK"/> </td> </tr> </table> | —                       | ASEP:事故後 独立要員訂正,SBS,適度高 | ・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0 |  | <input type="button" value="OK"/> |  |
| —  | ASEP:事故後 独立要員訂正,SBS,適度高 |                         |                       |  |                                   |  |
| ・HEPミナル: 0.2 , EF=5.0  |                         |                         |                       |  |                                   |  |
| <input type="button" value="OK"/>  |                         |                         |                       |  |                                   |  |

(15) 3番目のサブタスクに対して、(7)~(14)を繰り返す。

(16) HEP割り当てが終了すると結果が表示される。

| HRA-J: 人間信頼性解析支援プログラム |                        |      |      |      |       |                      |
|-----------------------|------------------------|------|------|------|-------|----------------------|
| ファイル                  | 評価                     | HELP |      |      |       |                      |
| ASEP:事故後              | タスクタイトル:補助給水を2号機とクロス結合 |      |      |      |       |                      |
| ASEP:事故後              | タスクタイトル:補助給水を2号機とクロス結合 |      |      |      |       |                      |
|                       | 調整係数(診断とスポンジス対して)      | :2.7 |      |      |       |                      |
|                       | 調整係数(その他の対して)          | :1.5 |      |      |       |                      |
|                       | HEPd                   | HEP1 | HEP2 | HEP3 | HEPt  | 備考                   |
| 1:診断                  | 0.01                   |      |      |      | 0.027 | 事象計, 20分, 中央値        |
| 2:AFMヘッド分離            |                        | 0.02 | 0.2  |      | 0.01  | 訓練と長設計EOP使用/SBS-/適度高 |
| 3:結合弁閉操作              |                        | 0.02 | 0.2  |      | 0.01  | 訓練と長設計EOP使用/SBS-/適度高 |
| 合計                    |                        |      |      |      | 0.047 |                      |

- (17) “評価”の中の“不確定性解析”を選択すると各HEPのEF値が表示される。
- (18) 感度解析を実行するときは、“評価”の“感度解析”を選択してサブタスクタイトルをクリックすると、そのサブタスクが赤くなり、“1:診断”では(5),(6)と同様に、2又は3のサブタスクでは、(7)~(14)を行う。サブタスク3のストレスレベル評価に2倍則を採用したときの結果を示す。

| HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム          |      |      |      |      |       |                          |
|---------------------------------|------|------|------|------|-------|--------------------------|
| ファイル 評価 HELP                    |      |      |      |      |       |                          |
| ASEP:事故後 タスクタイトル:補助給水を2号機とクロス結合 |      |      |      |      |       |                          |
| ASEP:事故後 タスクタイトル:補助給水を2号機とクロス結合 |      |      |      |      |       |                          |
|                                 |      |      |      |      |       | 調整係数(診断とスポンジス対に対して) :2.7 |
|                                 |      |      |      |      |       | 調整係数(その他の対に対して) :1.6     |
|                                 | HEPd | HEP1 | HEP2 | HEP3 | HEPL  | 備考                       |
| 1:診断                            | 0.01 |      |      |      | 0.027 | 事象計, 20分, 中央値            |
| 感度解析                            | 0.01 |      |      |      | 0.027 | 事象計, 20分, 中央値            |
| 2:AFWヘッド隔離                      |      | 0.02 | 0.2  |      | 0.01  | 事象と良設計EOP使用/SWS -/過渡高    |
| 感度解析                            |      | 0.02 | 0.2  |      | 0.01  | 事象と良設計EOP使用/SWS -/過渡高    |
| 3:結合弁閉鎖作                        |      | 0.02 | 0.2  |      | 0.01  | 事象と良設計EOP使用/SWS -/過渡高    |
| 感度解析                            |      | 0.04 | 0.4  |      | 0.041 | 事象と良設計EOP使用/SWS -/2倍則適用  |
| 合計                              |      |      |      |      | 0.047 |                          |
| 合計(感度解析)                        |      |      |      |      | 0.078 |                          |

- (19) この解析結果をファイルに保存する場合は、ASEP事故前の(11)と同様に“ファイル”の“データ保存”を選択して表示されるダイアログに“name.me2”（ASEP事故後には.me2を付ける）を入力し“OK”を選択する。

| HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム          |   |
|---------------------------------|---|
| ファイル 評価 HELP                    |   |
| ASEP:事故後 タスクタイトル:補助給水を2号機とクロス結合 |   |
| ASEP:事故後                        |   |
| ファイル名を付けて保存                     |   |
| ファイル名(N):                       | ディレクトリ(D):  |
| afw.me2                         | b:¥hraj9503   |
|                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>☐ b:¥</li> <li>☑ hraj9503</li> <li>☐ bkup</li> <li>☐ codebase</li> </ul> |
| ファイルの種類(T):                     | ドライブ(Y):  |
| ASEP (後) (*.ME2)                | b: msdos50a_h   |
|                                 | OK  |
|                                 | キャンセル   |

電源喪失時の電源回復タスクのHEP評価

例として、DG(Diesel Generator)の作動失敗からの回復失敗のHEPを求める。

- (1) ASEP事故後のタスクタイトル入力ダイアログで、“電源/DG/DC”のいずれかを含むタイトルを入力する。

HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

ASEP:事故後 タスクタイトル:

ASEP(事故開始後解析)

タスクタイトル

サブタスク数

調整係数(診断とスキルタスクに対して)

調整係数(その他のタスクに対して)

- (2) 電源回復時のHEP評価が選択されたことの確認で、“OK”を選択する。

HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

ASEP:事故後 タスクタイトル: D G作動失敗からの回復

確認

電源喪失時の回復エラー評価が選択されました。よろしいですね？

- (3) 6種類の電源回復失敗モードが表示されるので、評価項目を選択する。

HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

ASEP:事故後 タスクタイトル: D G作動失敗からの回復

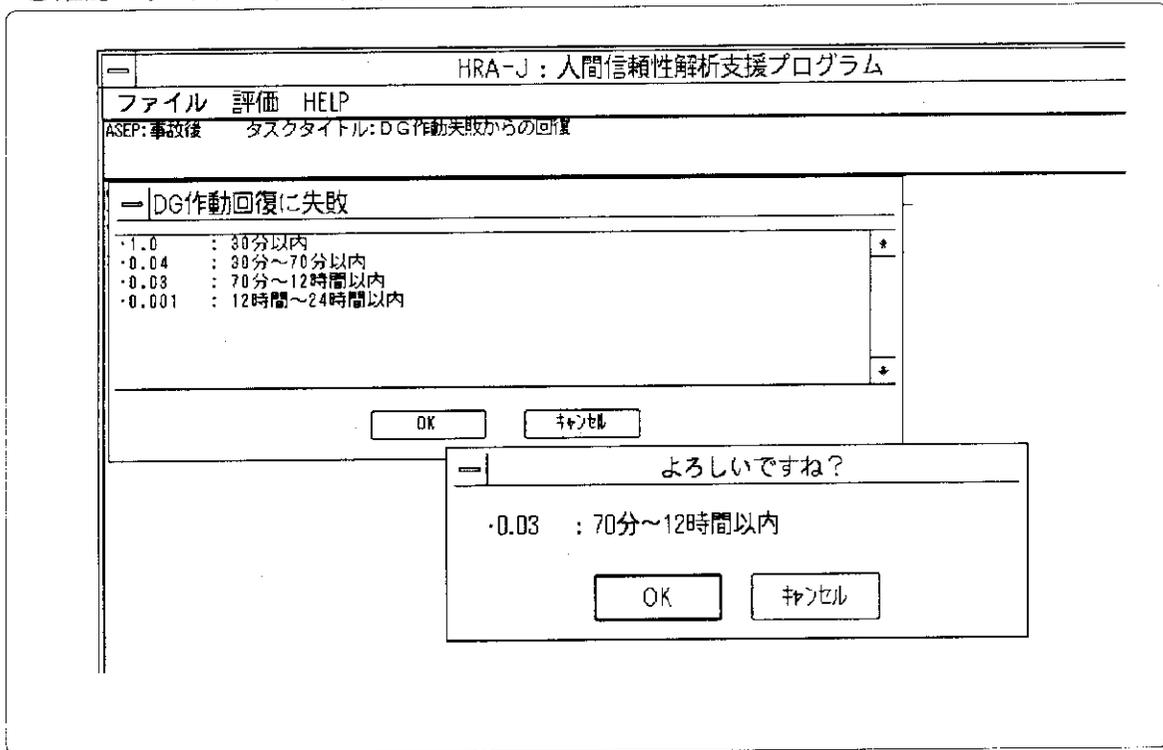
電源回復失敗モードの選択

- ・DG ハードウェア故障からの回復失敗
- ・DG テスト/保守からの回復失敗
- ・DG 作動失敗からの回復失敗
- ・DG 共通モード故障からの回復失敗
- ・DC ハードウェア故障からの回復失敗
- ・DC 共通モード故障からの回復失敗

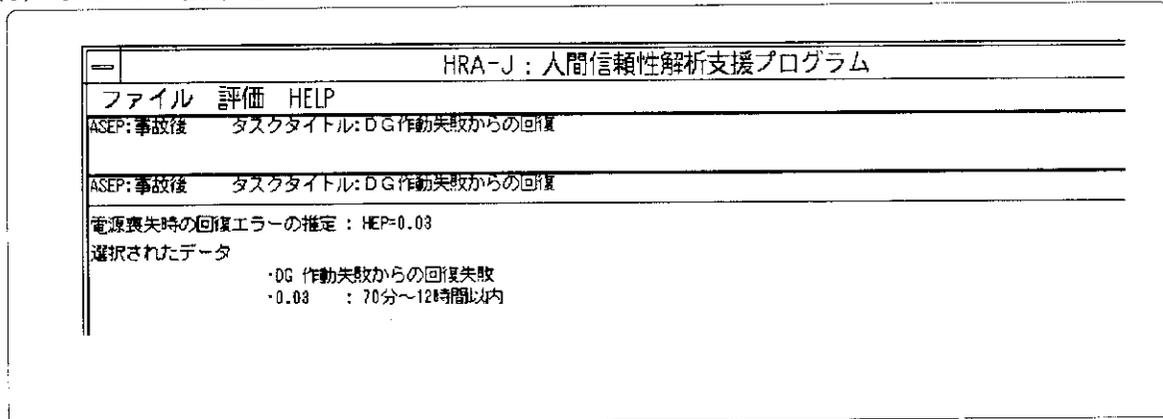
よろしいですね？

・DG 作動失敗からの回復失敗

- (4) 時間余裕とHEPとの関係がデータベースにアクセスして表示されるので、選択すると確認のダイアログが表示され、“OK”を選択する。



- (5) まとめが表示される。



- (6) 結果のファイルへの保存は(19)と同様であり、終了するときはASEP事故前の(13)と同じである。

## 4.2 HRA-ET/DeBDAによる解析

HRA-ET/DeBDAによる解析はASEPのように事故前後で異なることなく共通であるので、より複雑でより多くのパスを通る事故後解析を例にとって説明する。

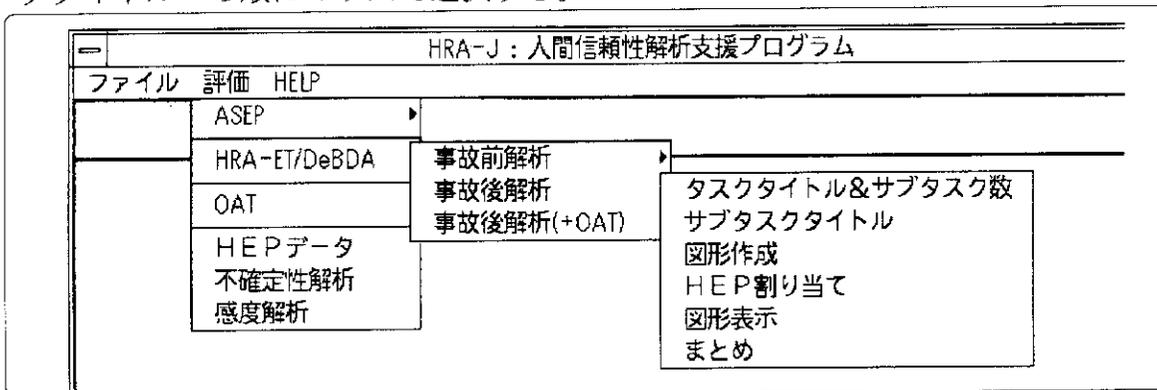
PWRの冷却材喪失事故(LOCA: Loss Of Coolant Accident)時の安全注入系は、RWST (Refuel Water Storage Tank) を水源としているが、RWSTの水位が低下すると格納容器サンプ水に水源を切り替えて、サンプ水を再循環させることにより長期冷却を行う。この切り替えタスクのHRAを例として説明する。

タスク名: LOCA時の再循環切り替え操作 (文献(1)の21章例題2から)

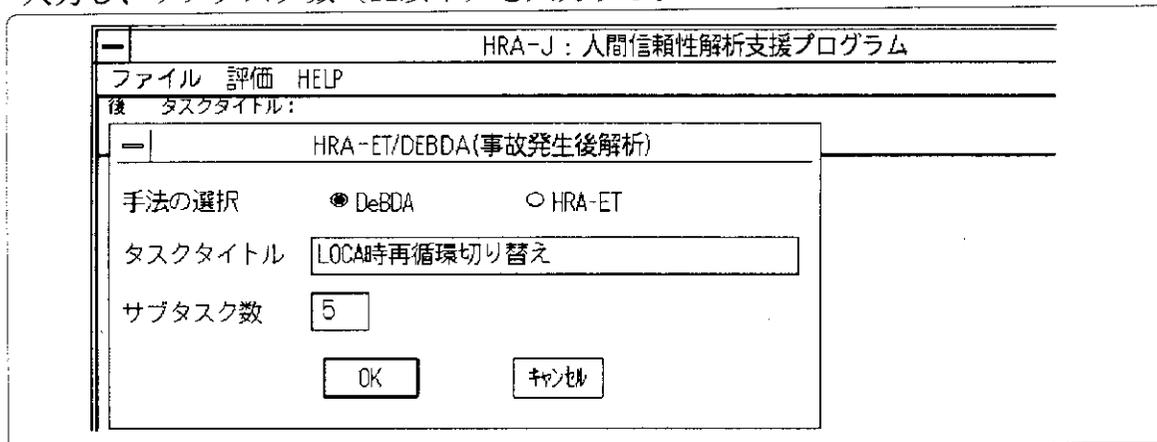
サブタスク:

- ① 診断
- ② RWST水位監視 (初期診断に成功したときのみ)
- ③ RWST水位警報に対応 (2人バックアップ、初期診断に失敗したとき)
- ④ 弁開作業開始 (2人バックアップ、初期診断に失敗したとき)
- ⑤ 弁スイッチの選択 (2人バックアップ、初期診断に成功したときは1人)

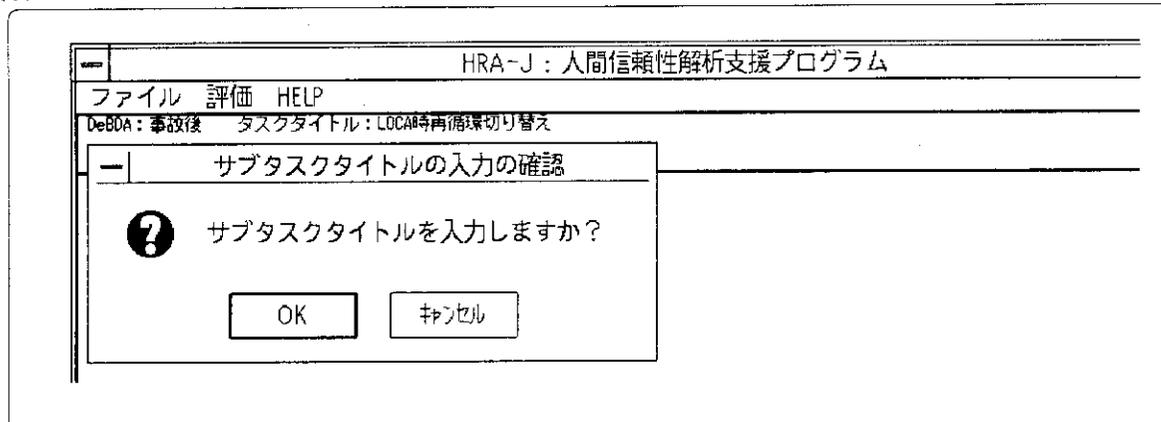
- (1) 支援システムを起動後、“評価” → “HRA-ET/DeBDA” → “事故後解析” → “タスクタイトル” の順にマウスで選択する。



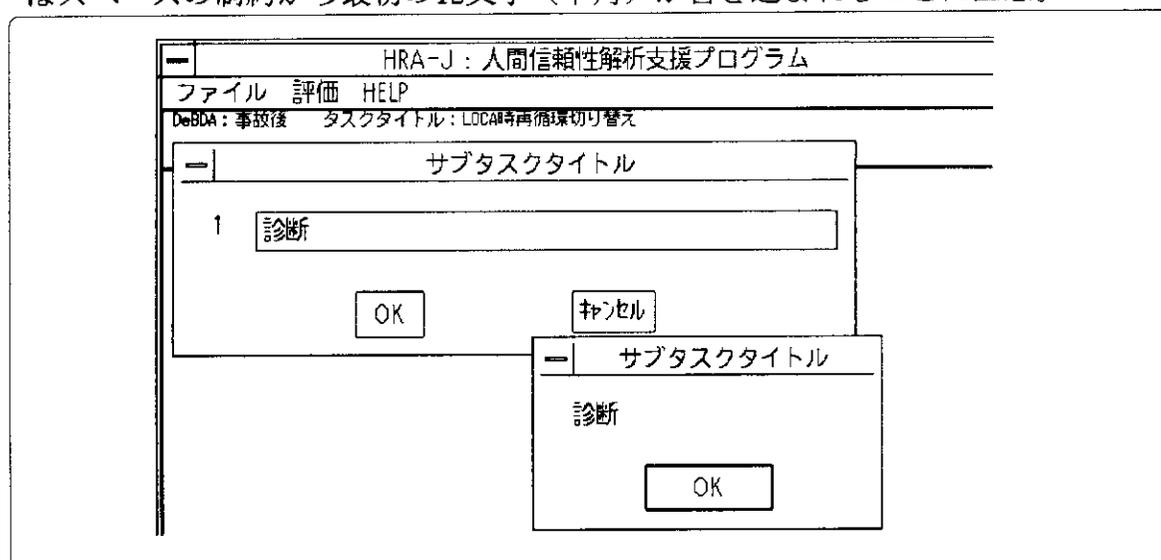
- (2) タスクタイトル入力ダイアログが表示される。文字数は40文字 (半角) 以内で、入力し、サブタスク数 (12以下) を入力する。



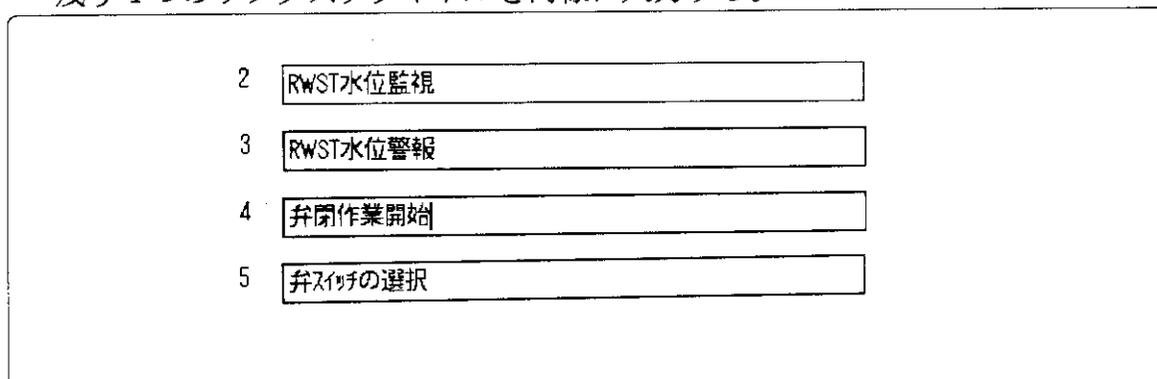
(3) サブタスクタイトル入力確認のダイアログが表示されるので“OK”を選択する。



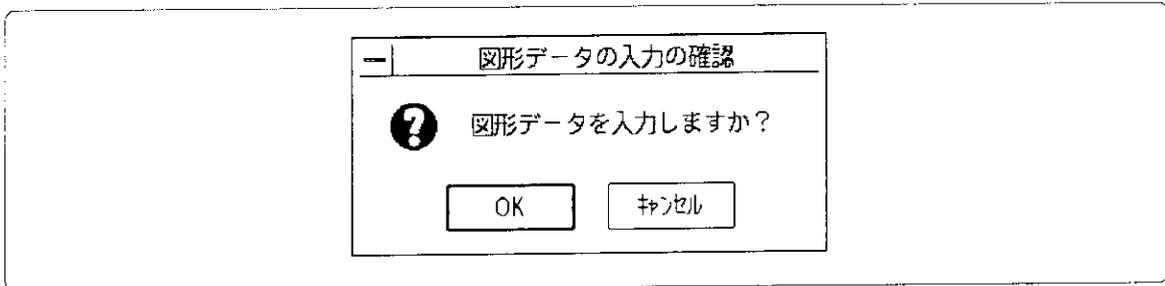
(4) サブタスクの活動内容を活動順（HRA-ET図の上部のサブタスク欄にはこの順番で書く）に入力する。20文字(半角)以内で、表3.3に示す活動の種類をキーワードとして含むこと。（キーワードを含まないと受理されない。）DeBDA図のサブタスク名はスペースの制約から最初の12文字(半角)が書き込まれることに注意。



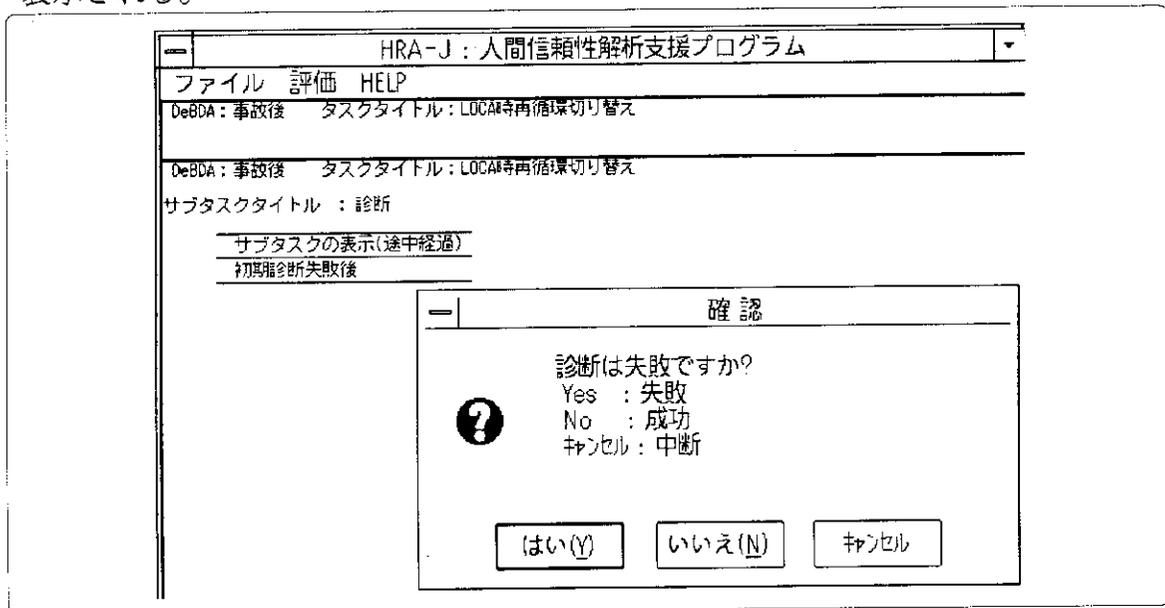
残り4つのサブタスクタイトルを同様に入力する。



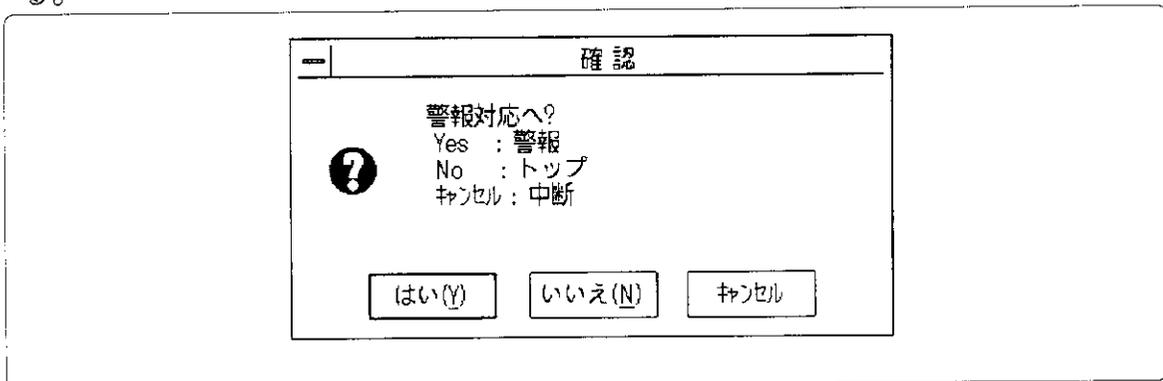
- (5) 終了すると図形作成のための入力開始確認のダイアログが表示される。終了以前に“キャンセル”を選択すると、このダイアログは自動的に表示されないで、(1)と同様に、“評価” → “HRA-ET/DeBDA” → “事故後解析” → “図形作成”により選択する。



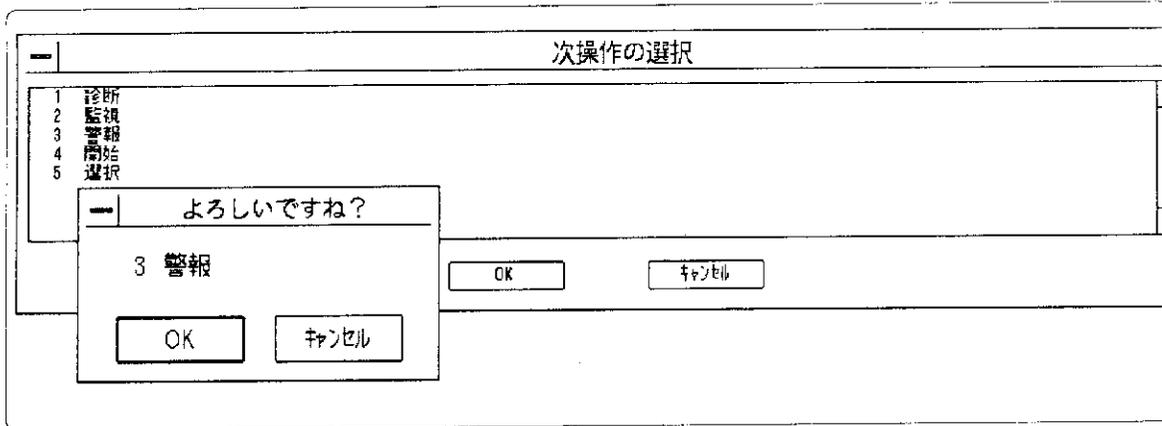
- (6) 最初のサブタスク“診断”から開始し、“失敗”を選択する。途中経過が左側に表示される。



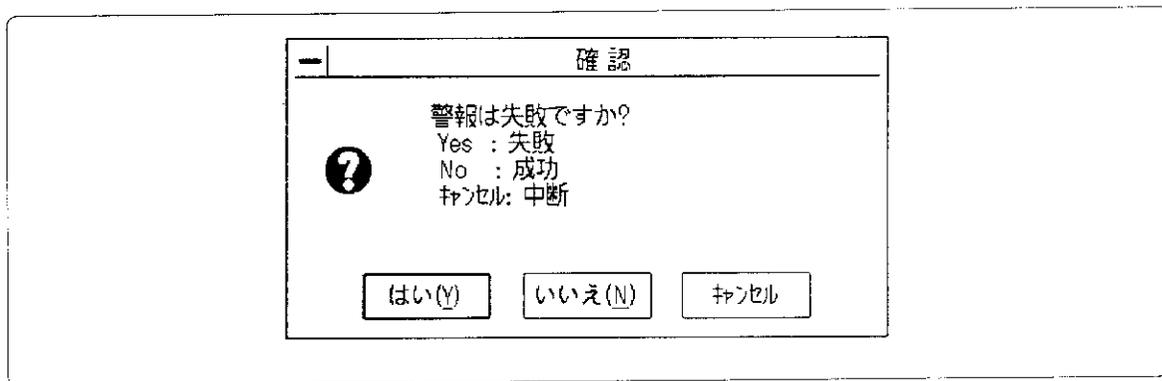
- (7) 次のサブタスクRWSTの水位低“警報”に移るかどうかの確認で、“yes”を選択する。



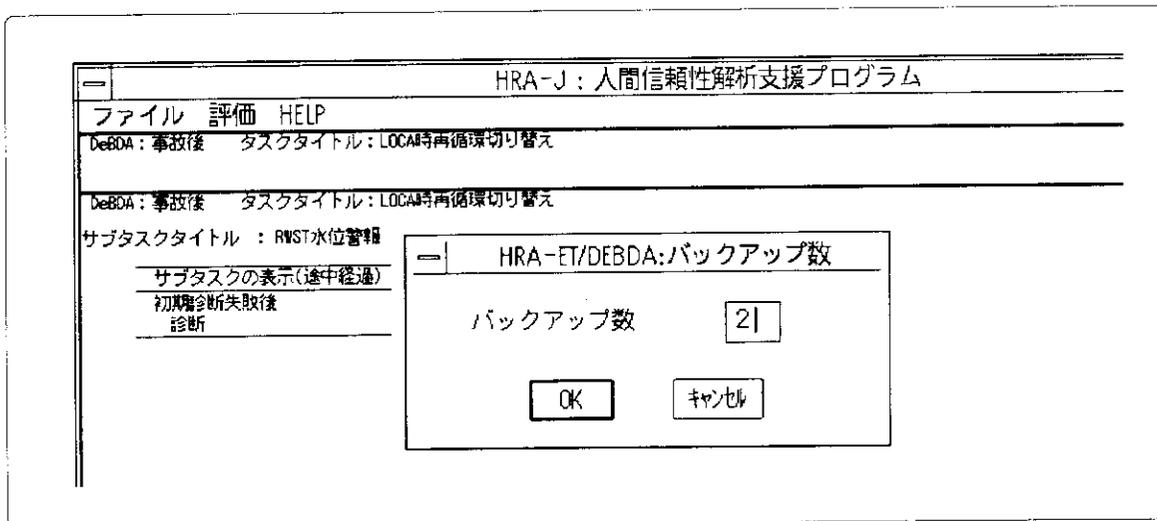
- (8) “yes” を選ぶと、“次操作の選択”として入力したサブタスクのキーワードリストが表示され、“警報”を選択する。種類の違う複数の警報を用いることがあるためこの選択が必要。



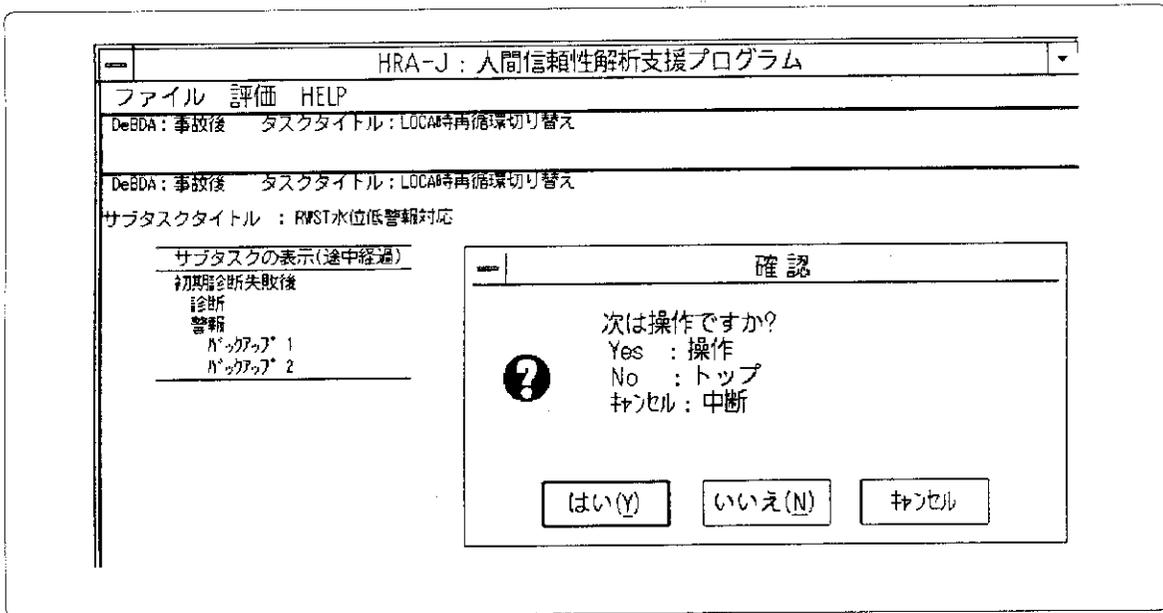
- (9) “警報” 対応の成否で、“失敗” を選択する。



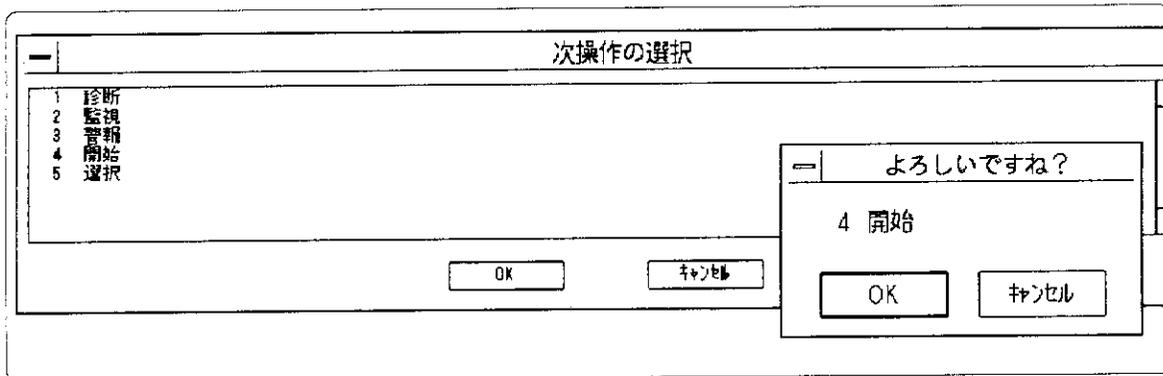
- (10) “失敗” を選択すると“バックアップ” 要員数の入力のダイアログが表示され、この例では2を入力する。なお要員数の制限は3名以下である。



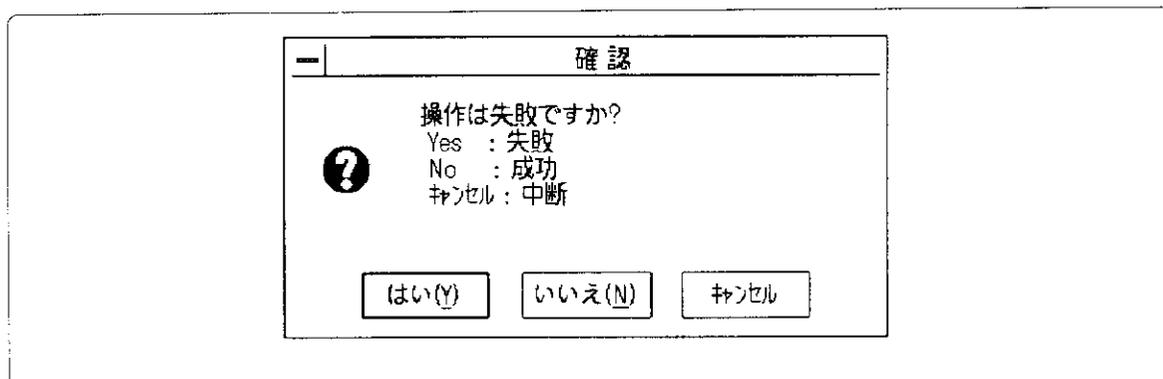
- (11) “次は操作ですか？”のダイアログが表示される。この“操作”は、キーワードではなく診断、警報を除いた活動の総称である。“はい”を選択する。



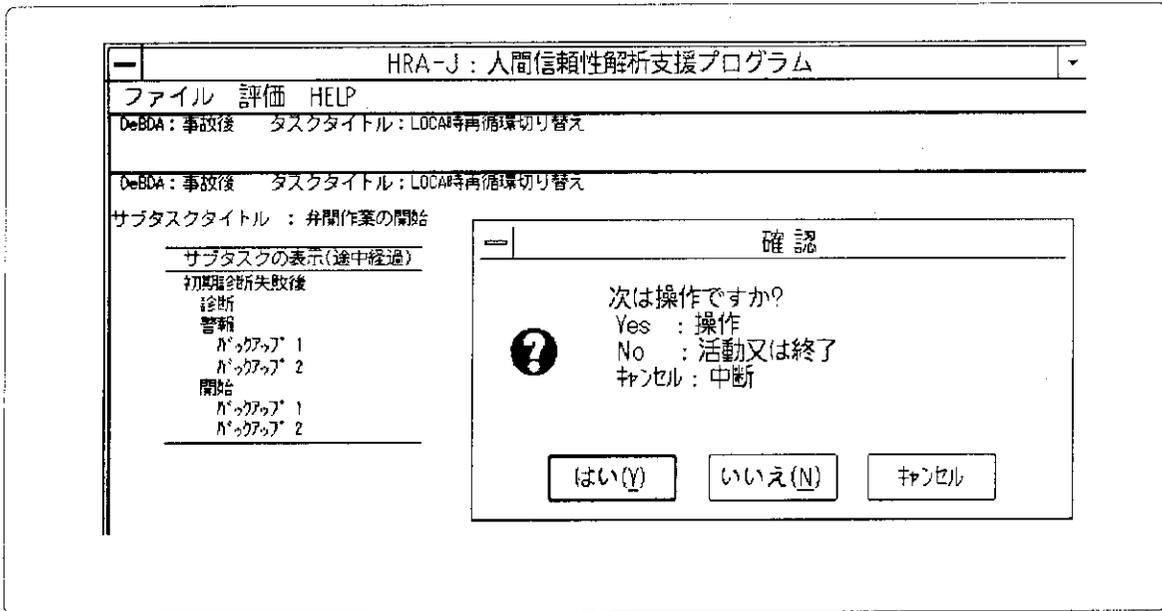
- (12) (8)のように、“次操作の選択”のダイアログが表示され、“開始”を選ぶ。



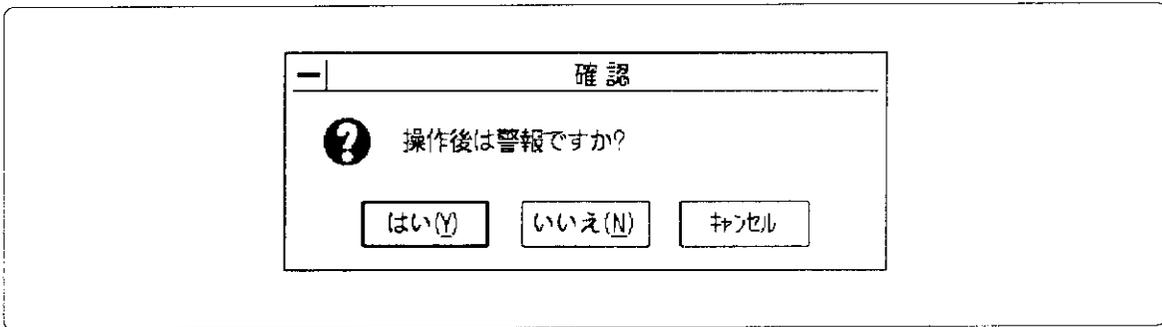
- (13) “開始”に関して“操作は失敗ですか？”のダイアログが表示され“失敗”を選択したときは、(10)のように“バックアップ”要員数を入力する。



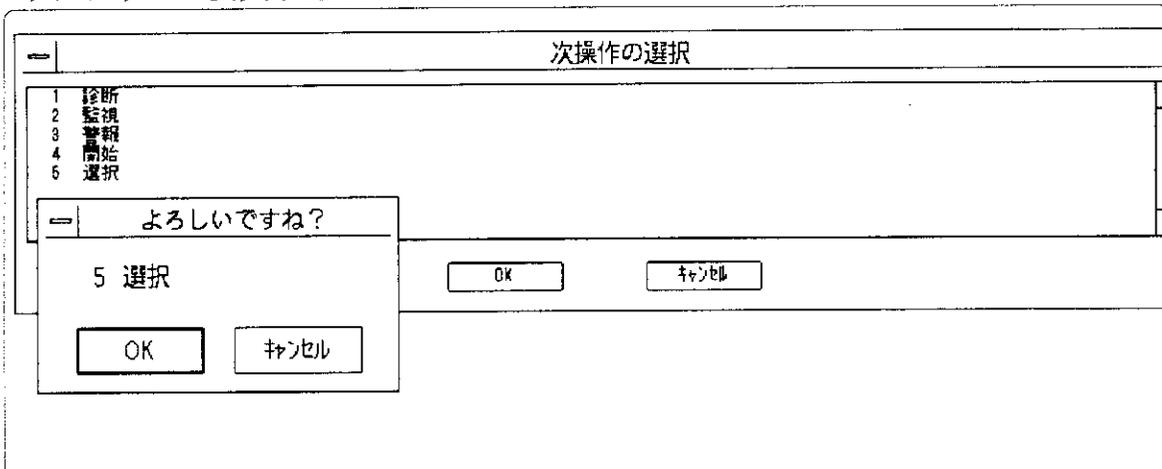
(14) “次は操作ですか？”で“はい”を選択する



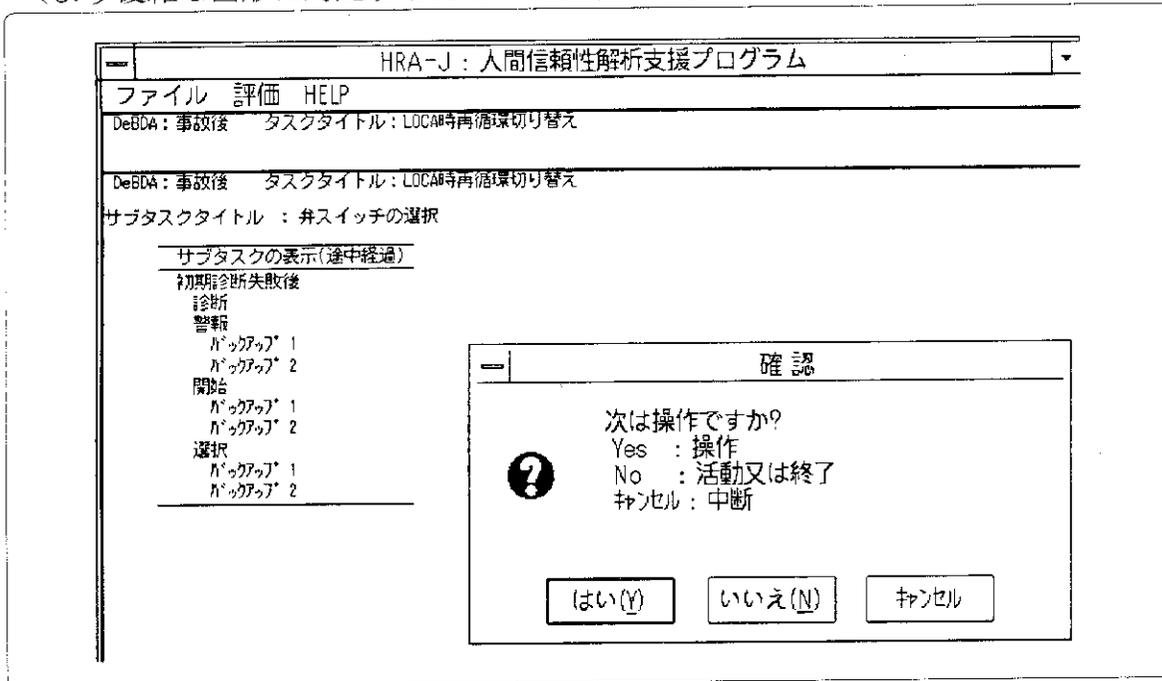
“操作後は警報ですか？”の確認ダイアログが表示されるので“いいえ”を選択する。



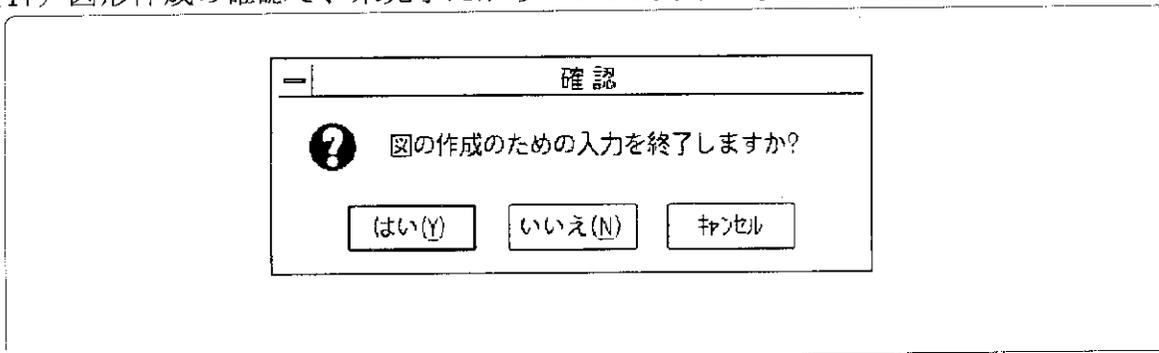
(15) 再び、“次は操作ですか？”と確認され“はい”を選択する。“次操作の選択”のダイアログが表示されるので“選択”を選び、(13)と同様に、操作は失敗で“バックアップ”要員数を入力する。



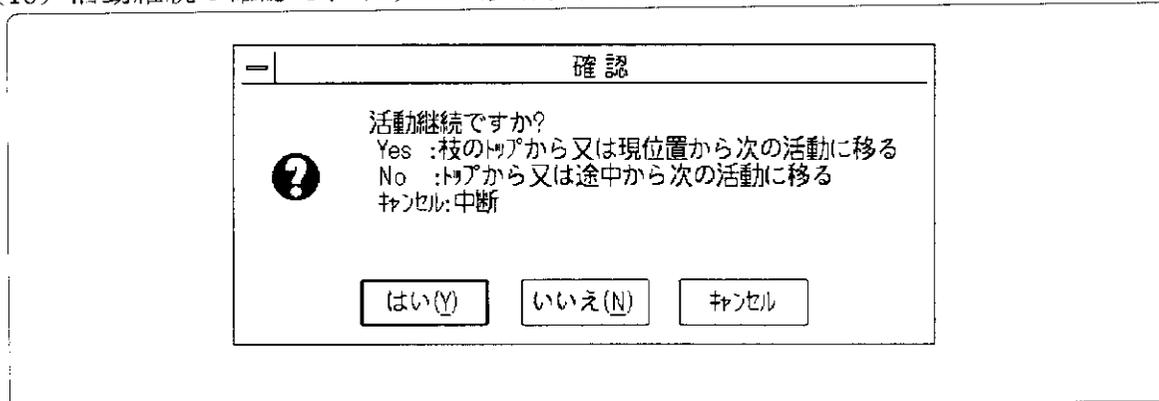
- (16) これで診断失敗側は終了で成功側に移るために、“次は操作ですか？”で“いいえ”を選択する。この後、トップへ戻るために次の(17)~(19)の確認事項を経る。  
 (より複雑な図形に対処するためこのような手続きが必要)



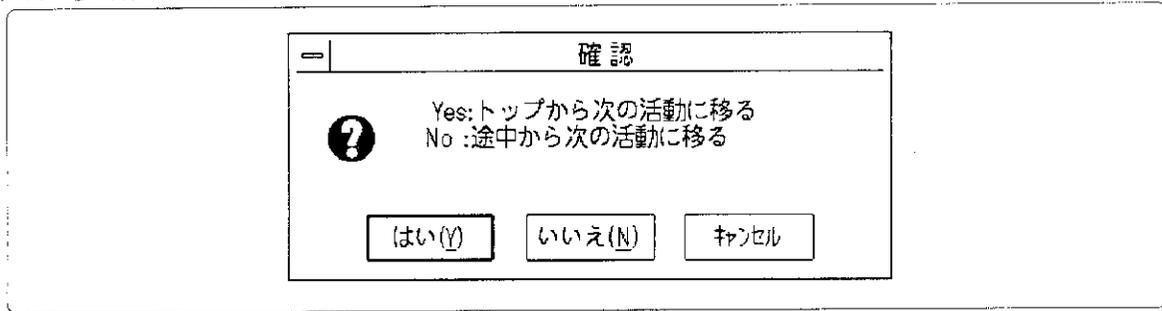
- (17) 図形作成の確認で、未完了だから“いいえ(N)”を選択する。



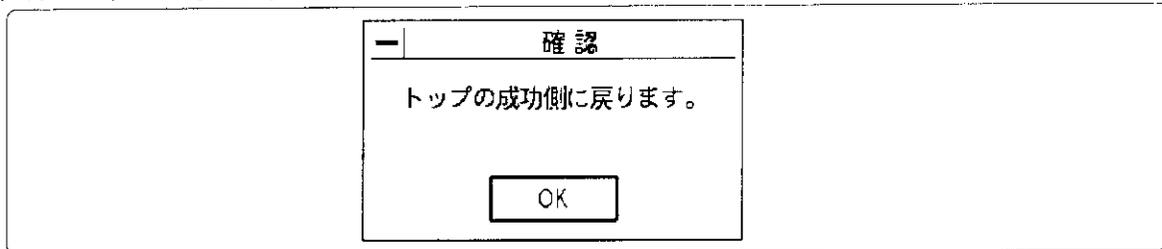
- (18) 活動継続の確認で、トップの診断成功側へ戻るので“いいえ(N)”を選択する。



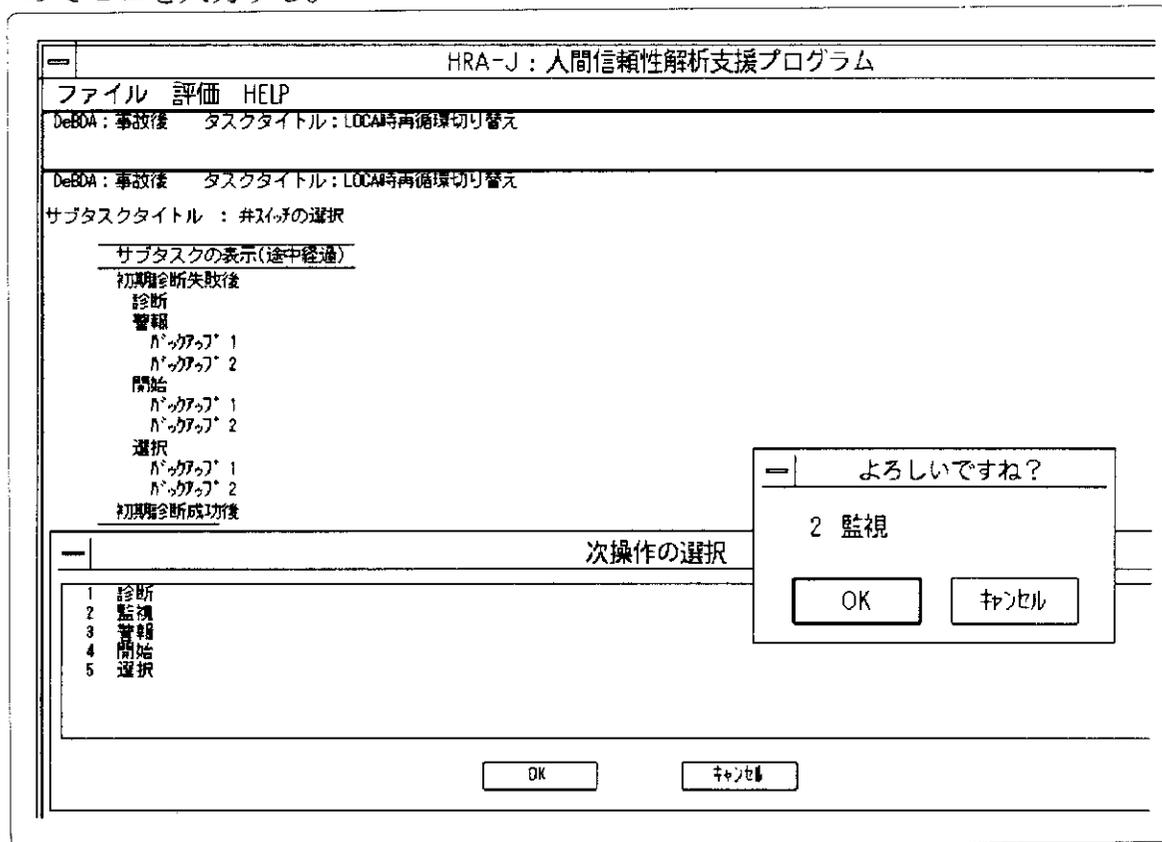
(19) 移動先の確認で、トップへ戻るので“はい”を選択する。



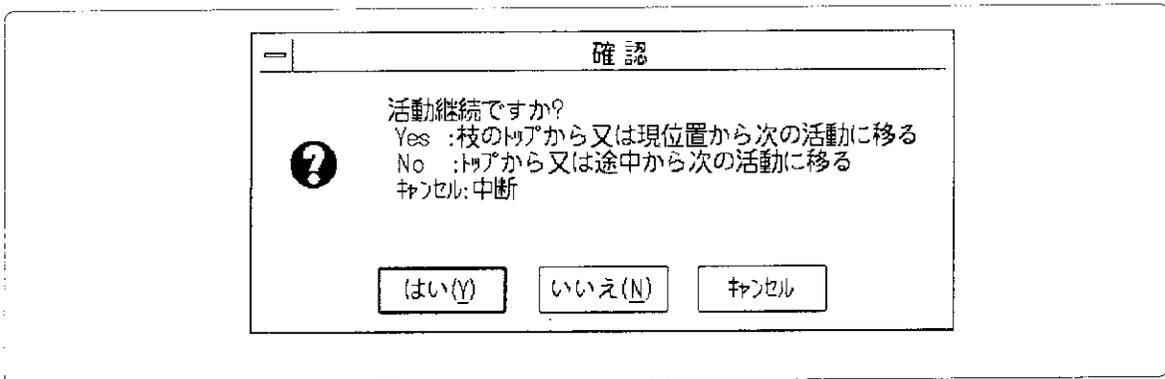
(20) トップへ戻る手続きが完了したことの確認で“OK”をクリックする。



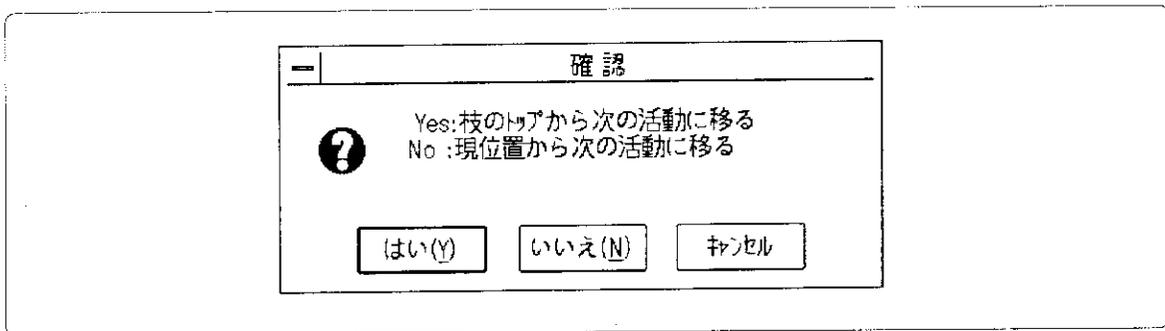
(21) “次操作の選択”から“監視”を選択すると確認のダイアログが表示されるので“OK”を選択する。“操作は失敗ですか？”に対して“失敗”を選択すると“バックアップ”要員数の入力のダイアログが表示され、この例ではバックアップしないのでゼロを入力する。



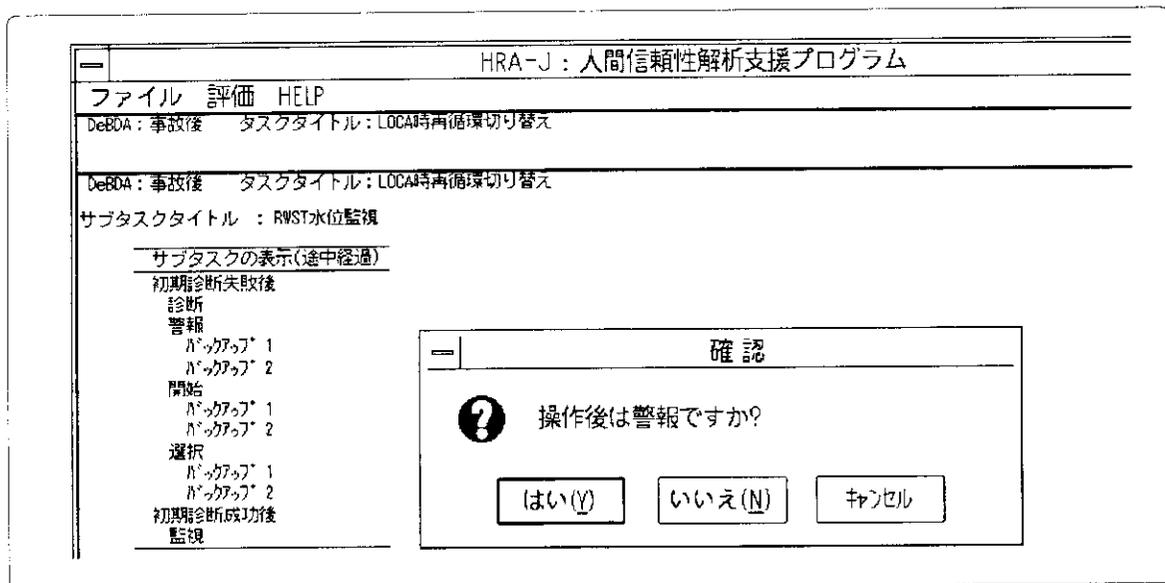
- (22) “次は操作ですか？”で“いいえ”を、次いで図作成終了の確認で“いいえ”を選択する。監視の成功/失敗の各々に続くため、先ず失敗後から（本システムでは常に失敗側から）評価する。位置の確認ダイアログが表示され、活動継続の確認で“Yes:現位置から”を選択する。



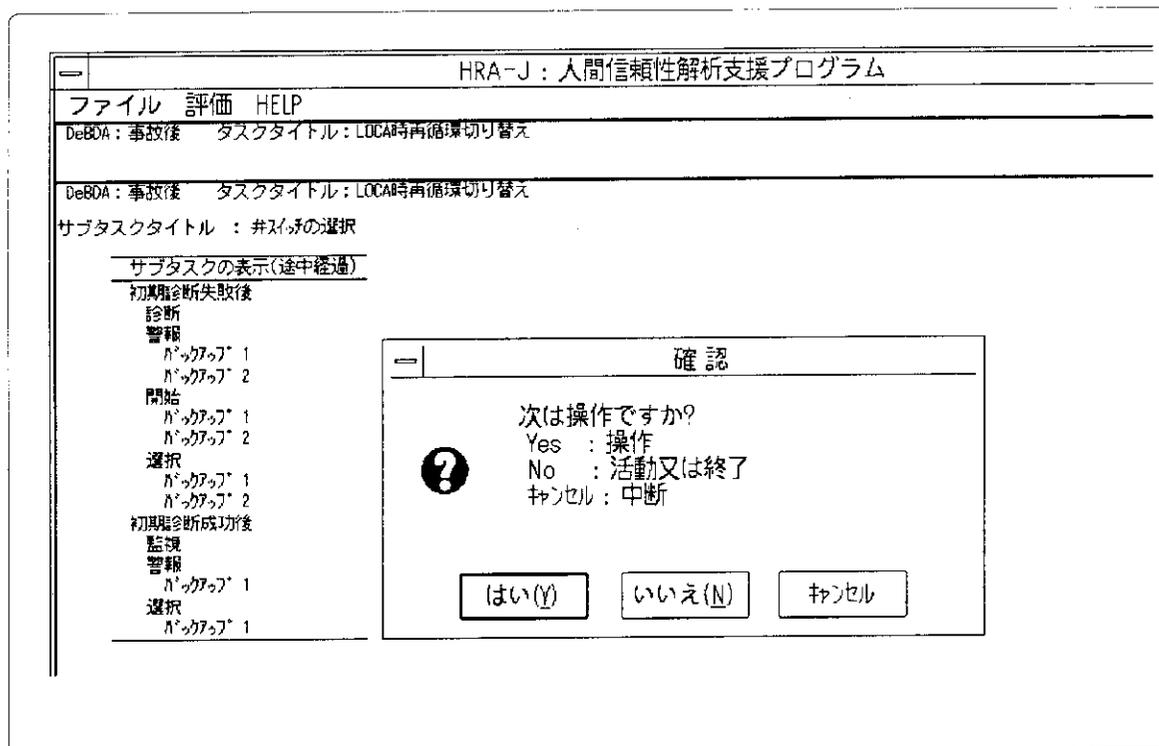
- (23) “現位置から”の確認のダイアログで“いいえ”を選択する。



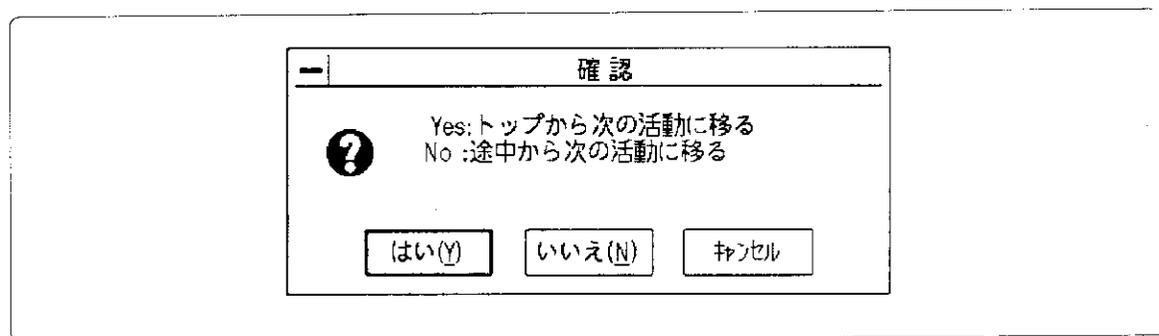
- (24) 操作後（監視失敗後）の警報の有無の確認で“はい(Y)”を選択する。(8)~(10)を繰り返す。但しバックアップは1名を入力する。



- (25) (15)と同様に、“次は操作ですか？”で“はい”を、次いで“次操作の選択”から“選択”を選び、操作の“失敗”で“バックアップ”要員数の1を入力する。
- (26) “次は操作ですか？”で“いいえ”を選択し、監視成功後の操作に移るために、(22)と同じダイアログが表示され、その位置までバックするために“No：途中に戻る”を選択する。

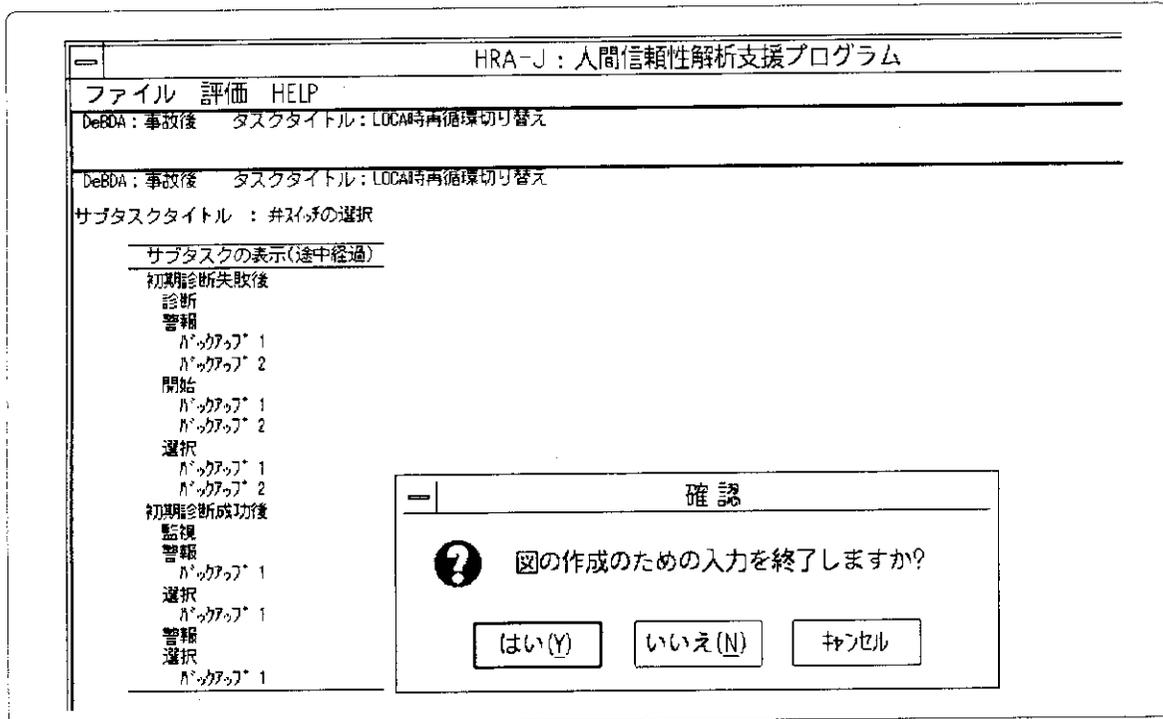


- (27) “途中から”の確認のダイアログで“いいえ”を選択する。

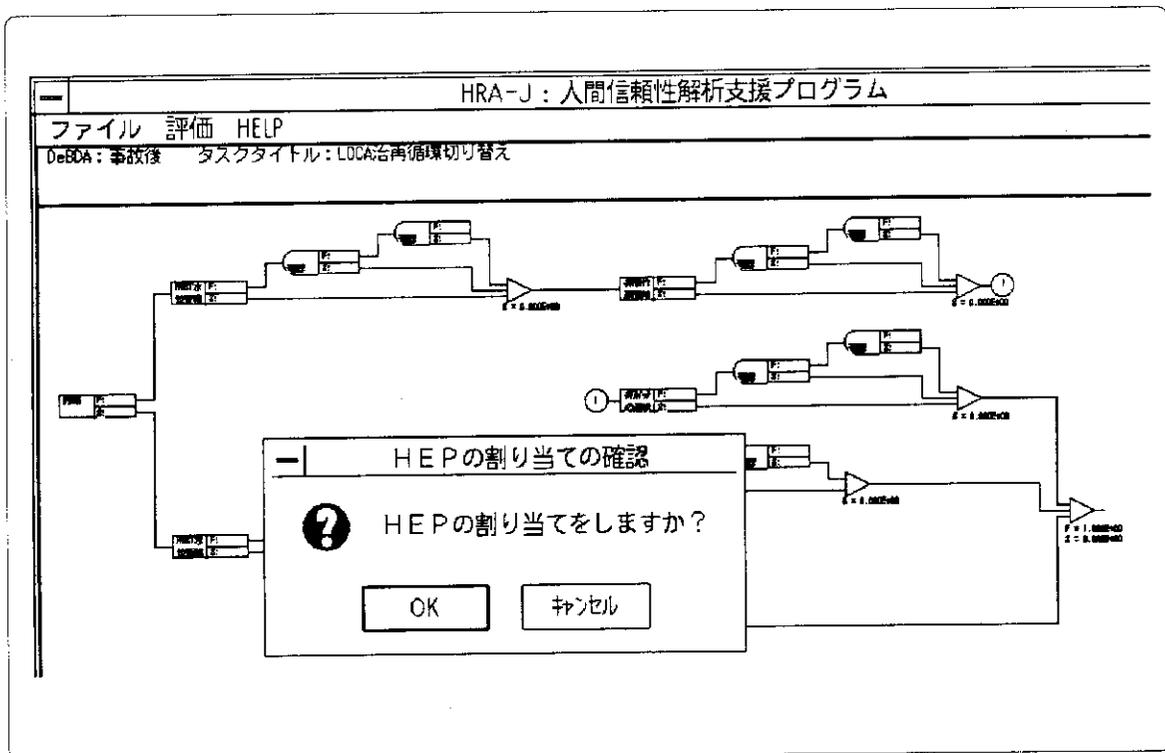


- (28) “操作後は警報ですか？”で“はい”を選択して、(8)(9)を行う。但し“成功”を選ぶ。(成功の場合は、操作後警報は“いいえ”で扱うことも可)
- (29) “選択”に対して(25)と同様にする。終了後、次操作有無の確認は“いいえ”を選択する。

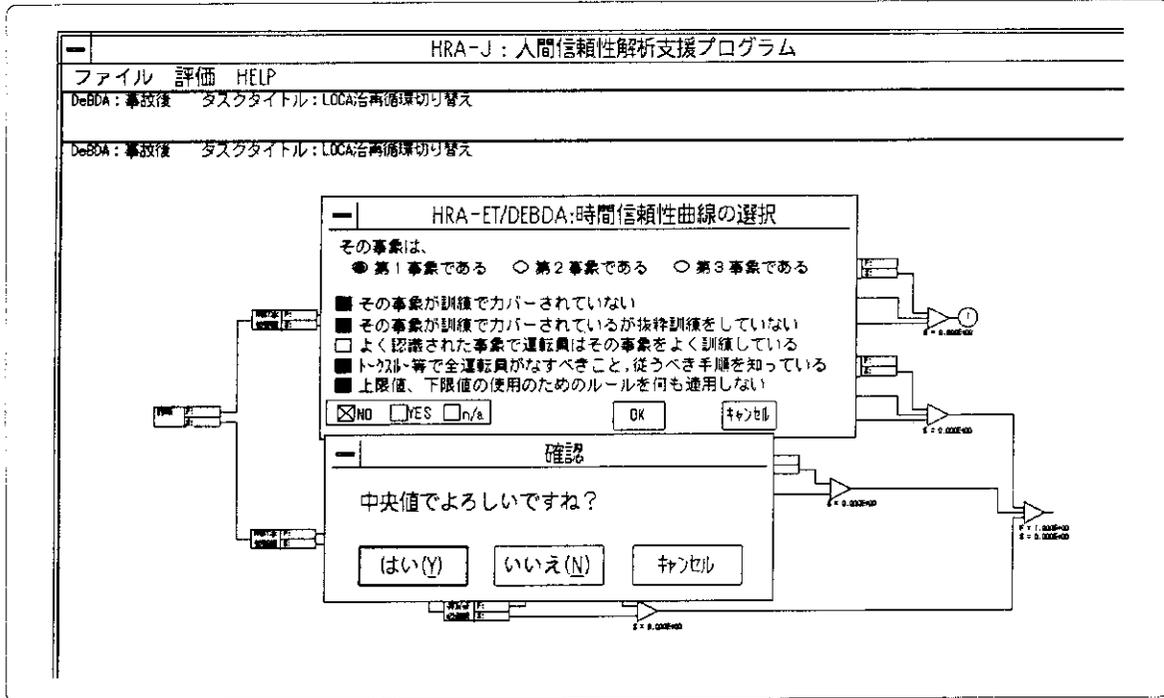
(30) 図形作成の確認で、完了だから“はい”を選択する。



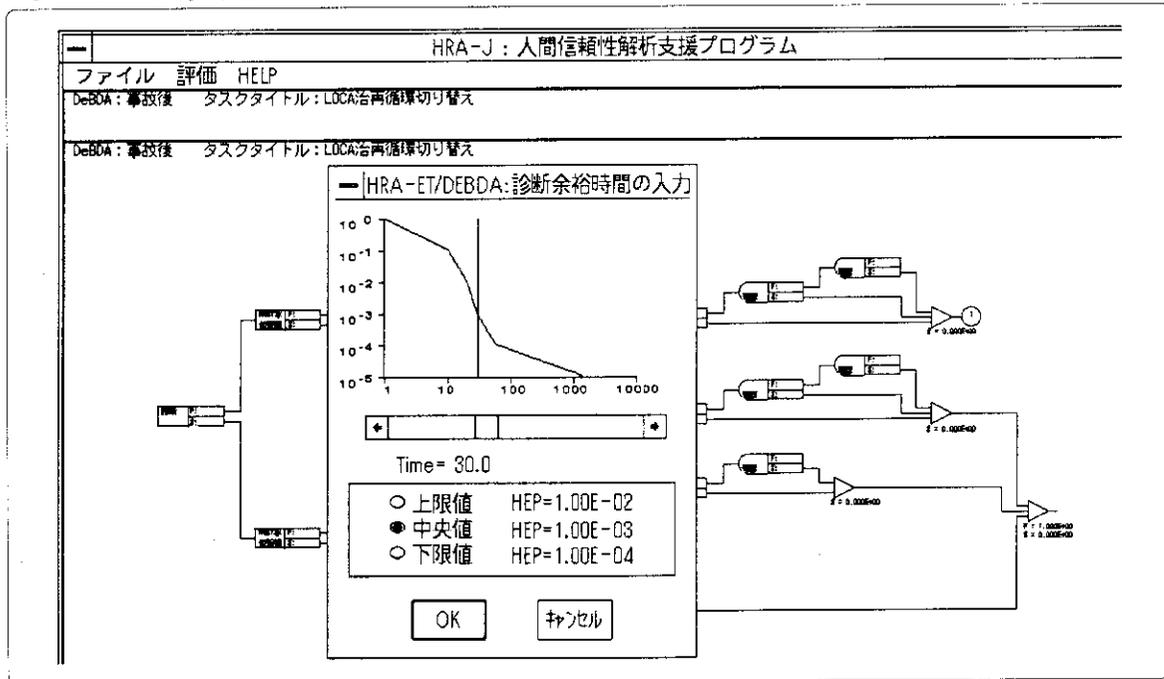
(31) 全体図が表示され、HEP評価に移るかどうかのダイアログが表示される。この時点で、HRA-ETかDeBDAを選択して、図のみを縮尺を変更して表示することができる。(49)を参照)



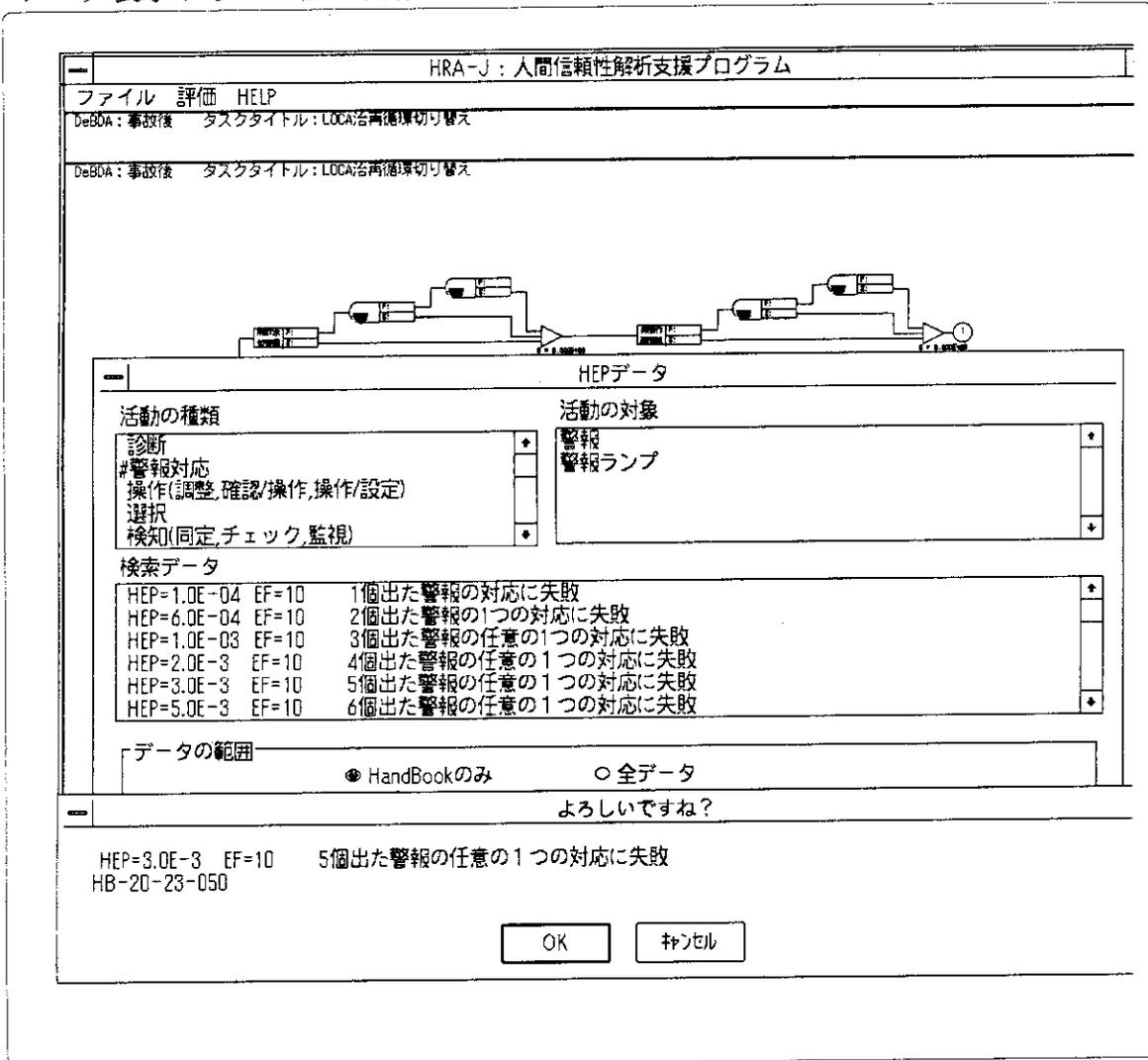
(32) 最初（診断）のブロック図の文字が青色に変わり、HEP割り当ての現在位置を示す。先ず、第 1, 2, 3事象の選択をした後、時間信頼性曲線の上限值、中央値、下限値のどれを使用条件を選択する。判定結果と異なる値を使用したいときは確認の時“いいえ”を選択したとき表示されるダイアログから別の項目を選択する。



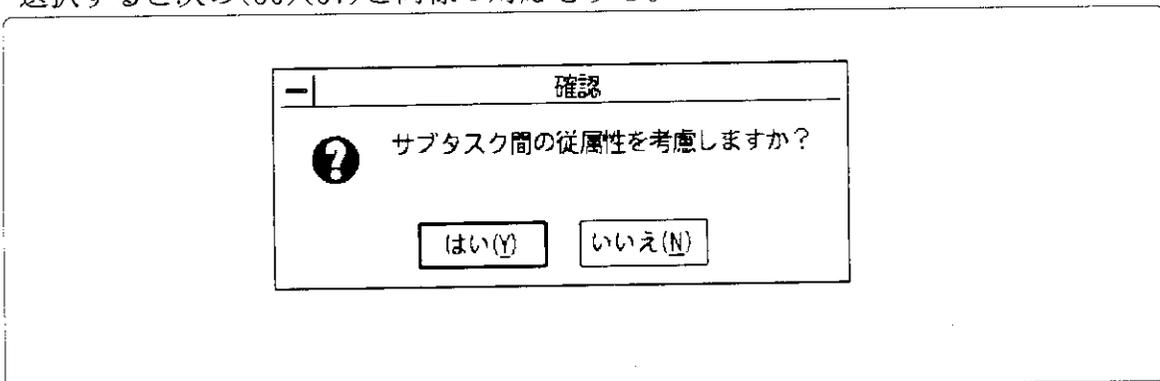
(33) 時間信頼性曲線が表示され、診断余裕時間（単位は分）をカーソルを移動させて入力する。このダイアログに示されている上、中、下限値のラジオボタンを選択することにより(32)で選択していない値を採用することができる。



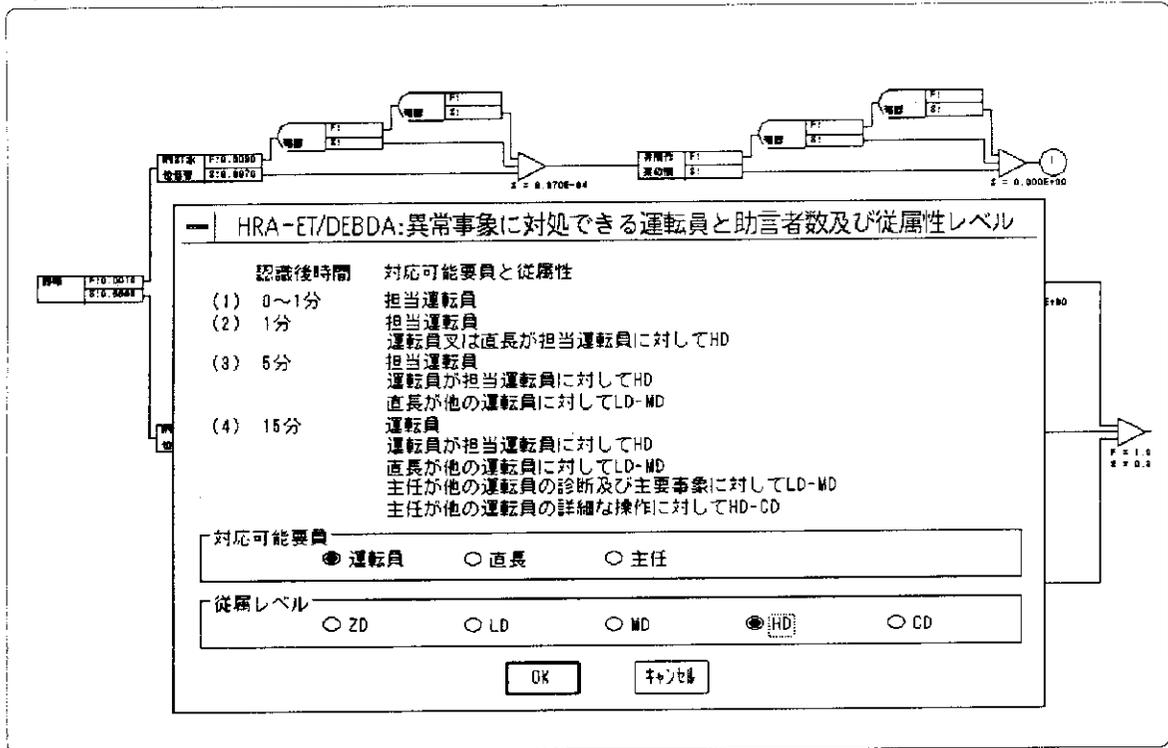
- (34) 2番目(警報)のブロック図の文字が青色に変わり、データベースの情報が該当する活動の種類に“#”を付けて表示される。ハンドブックデータを使用し、検索データ表示から“5個の警報”を選択した後、確認ダイアログの“OK”を選択。



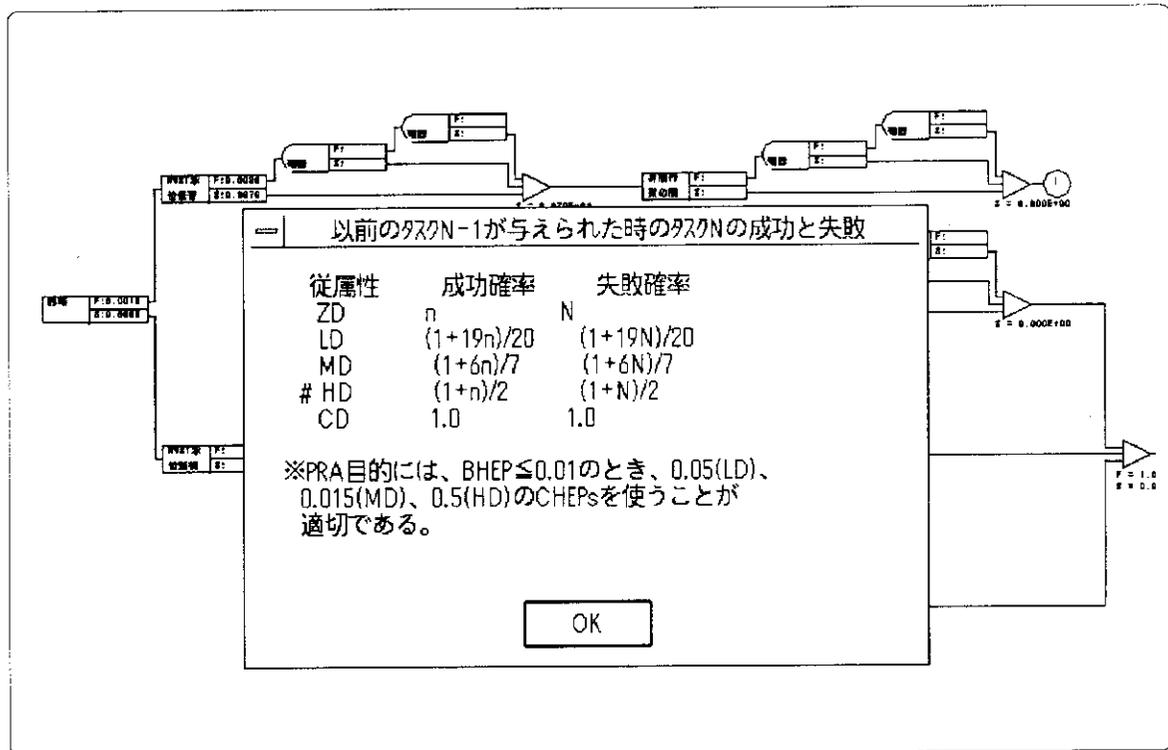
- (35) 前サブタスクとの従属性考慮の確認で、“いいえ”を選択する。もし“はい”を選択すると次の(36)(37)と同様の対応をする。



(36) 誰がバックアップし、その従属性の程度は何かを選択するためのダイアログが表示され、運転員と高従属を選択する。



(37) 従属性とその計算式のダイアログで、選択された項目に“#”を付けて表示される。



(38) 2人目のバックアップで(36)(37)と同様で、直長と低従属を選択する。

(39) “開始”に対するHEPとして“一般”HEPが提示される。(通常、診断及び警報には開始まで含まれるが、この例題では特に重要と言うことで別に取り扱っている。)

HEPデータ

活動の種類

- テスト(検査)
- 思い出す
- 記録(メモ)
- 記録
- #一般(開始)

活動の対象

一般

検索データ

|           |       |                           |
|-----------|-------|---------------------------|
| HEP=0.003 | EF=-  | エラーの確率がいくらかでもあるとき         |
| HEP=0.001 | EF=10 | エラーの確率が正常な状態なら無視できる, スレス高 |

データの範囲

HandBookのみ     全データ

よろしいですね?

HEP=0.003    EF=-    エラーの確率がいくらかでもあるとき  
HB-20-00-010

OK    キャンセル

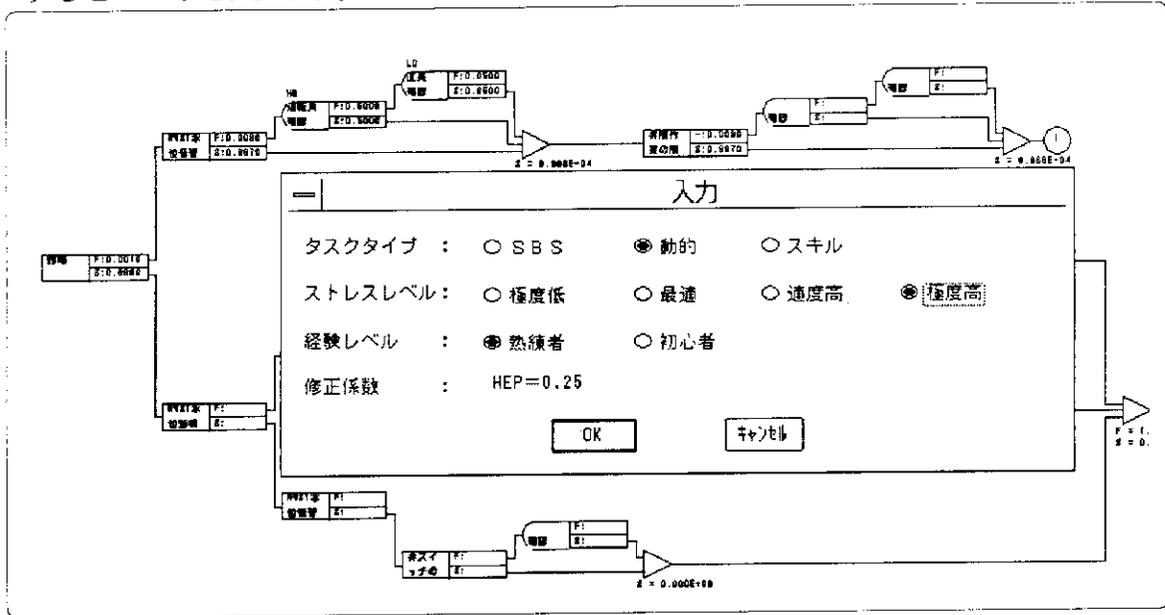
(40) HEP値に上下限值もEFも記されていないときは、“EF決定のための一般ガイドライン”が表示される。HEP=0.003で、動的タスクかつ極めて高いストレスレベルからEF=5を選択する。

推定されたHEPsの不確定境界推定のための一般ガイドライン

|     |   |                        |
|-----|---|------------------------|
| (2) | 推定HEP 0.001~0.01                          | EF= 3                  |
| (3) | 推定HEP > 0.01                              | EF= 5                  |
| (4) | SBS手順, 非日常的環境(タセツ)/原子炉トリップ等), 適度ストレスレベル   | 推定HEP < 0.001    EF=10 |
| (5) |   | 推定HEP ≥ 0.001    EF= 5 |
| (6) | 動的手順, 日常的環境(運転員とスレス指示値との相互作用), 最適ストレスレベル  | 推定HEP < 0.001    EF=10 |
| (7) |   | 推定HEP ≥ 0.001    EF= 5 |
| (8) | 動的手順, 非日常的環境(運転員とスレス指示値との相互作用), 最適ストレスレベル | EF=10                  |
| (9) |   | 推定HEP ≥ 0.001    EF= 5 |

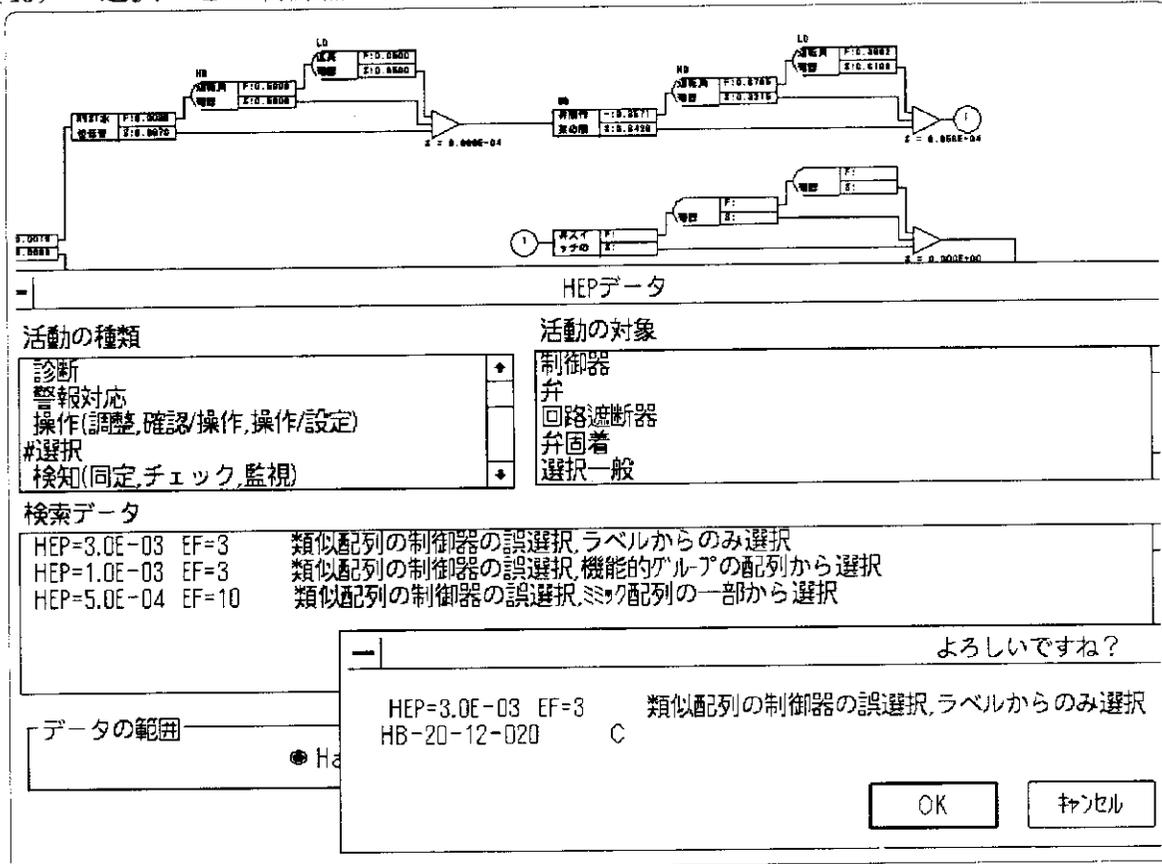
OK    キャンセル

(41) PSFを考慮するダイアログが表示され、動的タスクと極めて高いストレスを選択するとHEP=0.25となる。“OK”を選択するとこの値が採用される。



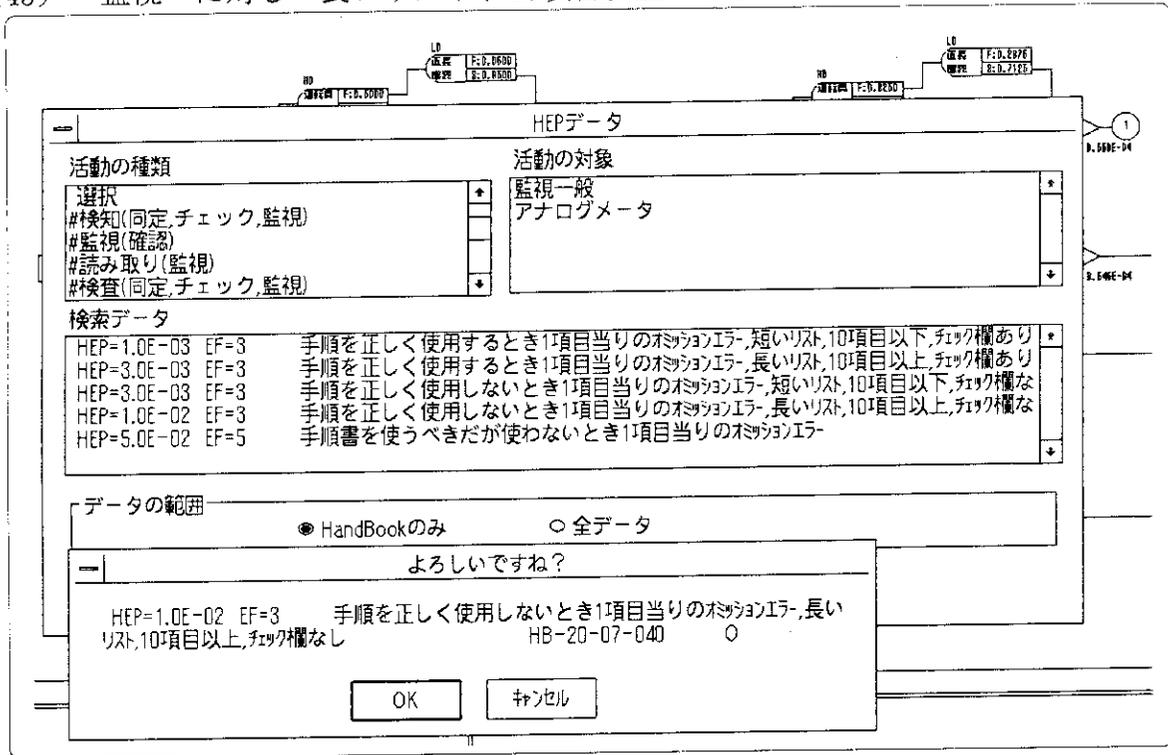
(42) 前サブタスクとの従属性及び2名のバックアップに対して(35)~(37)を繰り返す。

(43) “選択”と“制御器”から“ラベルのみから判定”でHEPを選択する。



(44) 前サブタスクとの従属性及び2名のバックアップに対して(35)~(37)を繰り返す。

(45) “監視” に対し “長いリスト、10項目以上” から選択する。

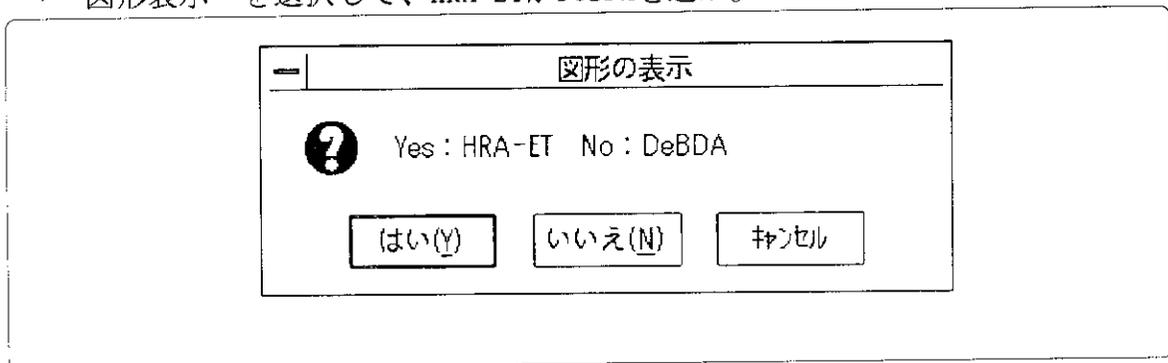


(46) 監視失敗側の警報に対して(34)~(38)を、選択に対して(43)~(38)を繰り返す。但しバックアップは各1名。

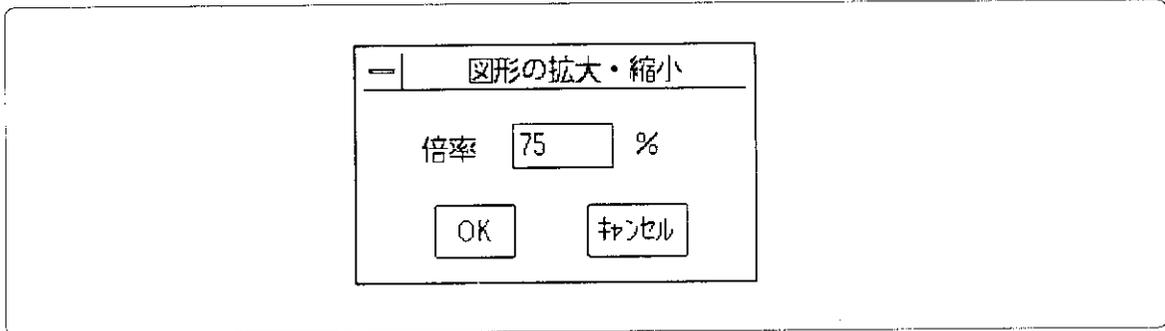
(47) 監視成功側の警報には、HEP=0.0 が与えられ、選択に対して(43)~(38)を繰り返す。但しバックアップは1名。

(48) HEP評価の終了で、HEP値及び従属性レベルの記入されたDeBDA図が表示される。

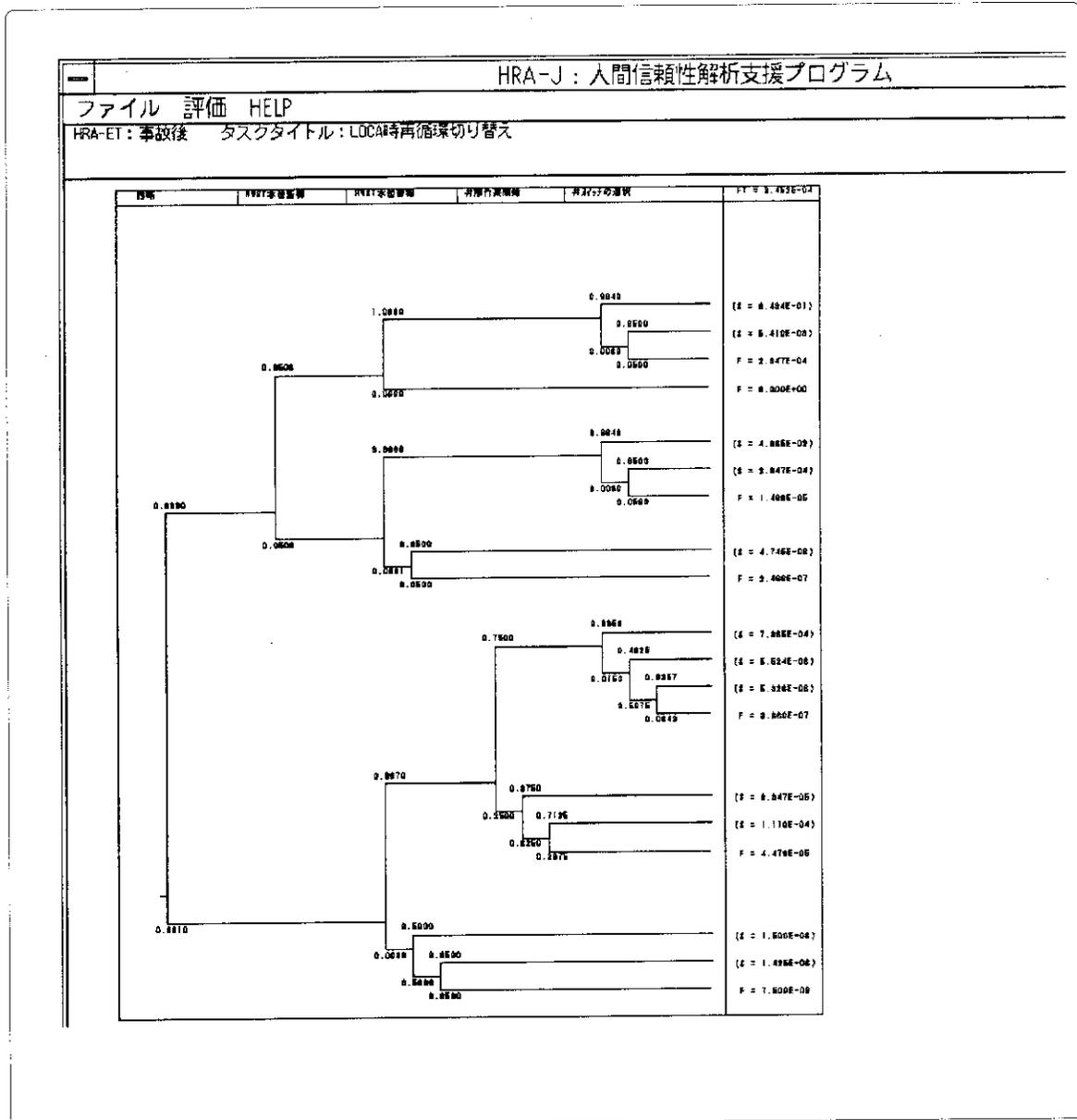
(49) 図を拡大/縮小表示するときは、“評価” → “HRA-ET/DeBDA” → “事故後解析” → “図形表示” を選択して、HRA-ETかDeBDAを選ぶ。



(50) 倍率を入力するダイアログが表示され、50~150%で入力する。



(51) HRA-ETにより図形表示するとき、(49)で“はい”を選び、(50)を実行する。



(52) 結果は“評価” → “HRA-ET/DeBDA” → “事故後解析” → “まとめ”を選択する。  
 さらに、“評価”の“不確定性解析”を選択すると、まとめの次に上下限值等が表示される。

| HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム                  |        |             |     |       |      |     |                      |
|---|--------|-------------|-----|-------|------|-----|----------------------|
| ファイル 評価 HELP                            |        |             |     |       |      |     |                      |
| 不確定性解析 - まとめ: 事故後 タスクタイトル: LOCA時再循環切り替え |        |             |     |       |      |     |                      |
| 不確定性解析 - まとめ: 事故後 タスクタイトル: LOCA時再循環切り替え |        |             |     |       |      |     |                      |
| サブタスク(ST)                               | HEP    | EF, 上下限值    | 従属性 | タイプ   | ストレス | 経験  | 使用表                  |
| 初期診断失敗後                                 |        |             |     |       |      |     |                      |
| 診断                                      | 0.0010 | 10          |     |       |      |     | HB-20-03-010, 30分, 中 |
| RWST水位警報                                | 0.0030 | 10          |     |       |      |     | HB-20-23-050         |
| 運転員                                     | 0.5000 | 0.250~1.000 | HD  |       |      |     |                      |
| 直長                                      | 0.0500 | 0.015~0.150 | LD  |       |      |     |                      |
| 弁閉作業開始                                  | 0.2500 | 5           |     | 動的    | 程度高  | 熟練者 | HB-16-(7)            |
| 運転員                                     | 0.6250 | 0.400~1.000 | HD  |       |      |     |                      |
| 直長                                      | 0.2875 | 0.080~1.000 | LD  |       |      |     |                      |
| 弁開きの選択                                  | 0.0150 | 3           |     | S B S | 程度高  | 熟練者 | HB-20-12-020         |
| 運転員                                     | 0.5075 | 0.254~1.000 | HD  |       |      |     |                      |
| 直長                                      | 0.0643 | 0.018~0.183 | LD  |       |      |     |                      |
| 初期診断成功後                                 |        |             |     |       |      |     |                      |
| RWST水位監視                                | 0.0500 | 3           |     | 動的    | 適度高  | 熟練者 | HB-20-07-040         |
| RWST水位警報                                | 0.0001 | 10          |     |       |      |     | HB-20-23-010         |
| 直長                                      | 0.0500 | 0.015~0.150 | LD  |       |      |     |                      |
| 弁開きの選択                                  | 0.0080 | 3           |     | S B S | 適度高  | 熟練者 | HB-20-12-020         |
| 直長                                      | 0.0500 | 0.015~0.150 | LD  |       |      |     |                      |
| RWST水位警報                                | 0.0000 |             |     |       |      |     |                      |
| 弁開きの選択                                  | 0.0060 | 3           |     | S B S | 適度高  | 熟練者 | HB-20-12-020         |
| 直長                                      | 0.0500 | 0.015~0.150 | LD  |       |      |     |                      |
| 合計 HRA-ET : 3.452E-04                   |        |             |     |       |      |     |                      |
| DeBDA : 3.454E-04                       |        |             |     |       |      |     |                      |
| 不確定性解析                                  |        |             |     |       |      |     |                      |
| 中央値 : 3.441E-04                         |        |             |     |       |      |     |                      |
| 上限値 : 2.756E-03                         |        |             |     |       |      |     |                      |
| 下限値 : 4.295E-05                         |        |             |     |       |      |     |                      |
| エラー: 0.0                                |        |             |     |       |      |     |                      |

(53) 感度解析は“DeBDA図”又は“まとめ”を表示した後“評価”の“感度解析”を選択し、次にDeBDA図では変更したいサブタスク名を、まとめではHEP値をクリックする。クリック後は、HEPデータ選択ダイアログなどが表示され、HEP割り当て時と同様に処理する。

(54) 結果をプリント出力するときは、“ファイル”の“印刷”（“プリンタ設定”が必要ならこの前にセットしておく）を選択する。

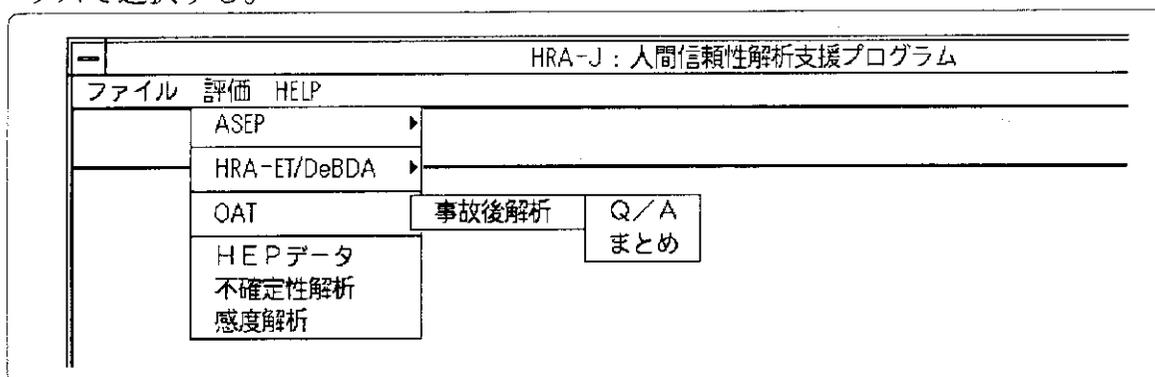
(55) この解析結果をファイルに保存する場合は、ASEP事故前の(11)と同様に“ファイル”の“データ保存”を選択して表示されるダイアログに“name.me4”（DeBDA事故後には.me4を、事故前には.me3を付ける）を入力し“OK”を選択する。

(56) 終了するときにはASEP事故前の(13)と同じである。

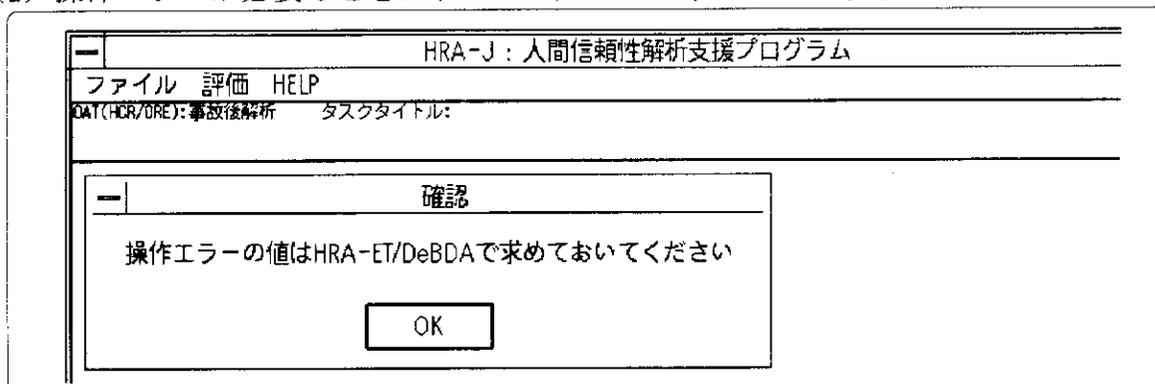
### 4.3 OATとHRA-ET/DeBDAを組み合わせた解析

OATとHRA-ET/DeBDAの組合せの例として、PWRで、活動のタイプ2の場合に、メディアン時間 $T_{1/2}=60$ 秒、時間ウィンドウ $T_w=90$ 秒の場合で、弁の選択と開操作をそれぞれバックアップ1名で行った場合を例にして操作方法を以下に示す。

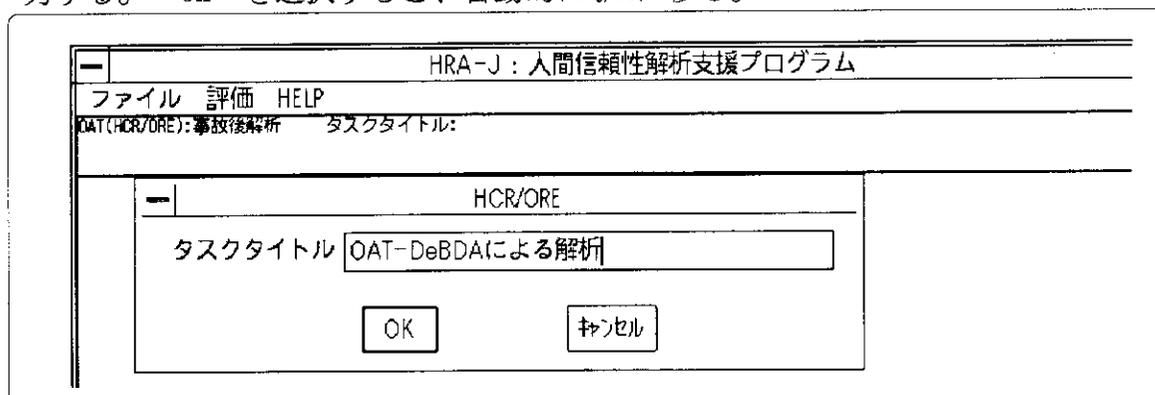
- (1) 支援システムを起動後、“評価” → “OAT” → “事故後解析” → “Q/A”の順にマウスで選択する。



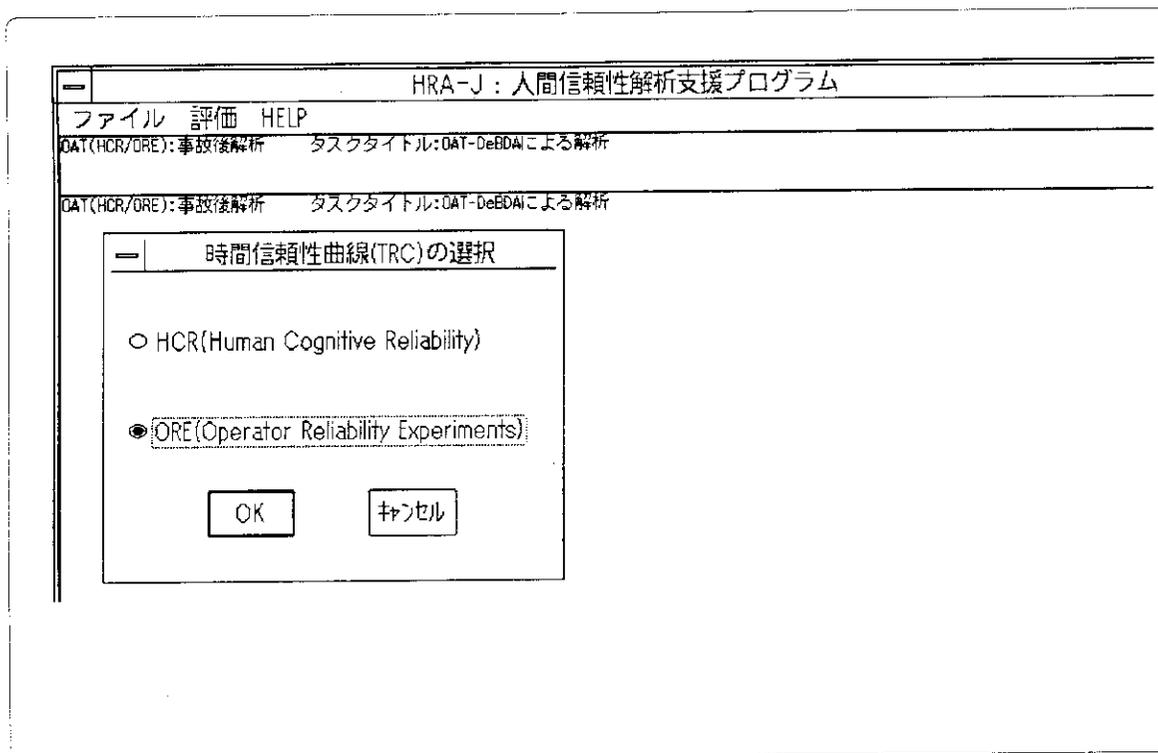
- (2) 操作エラーが必要なときは、HRA-ET/DeBDAで求めるという確認を行う。



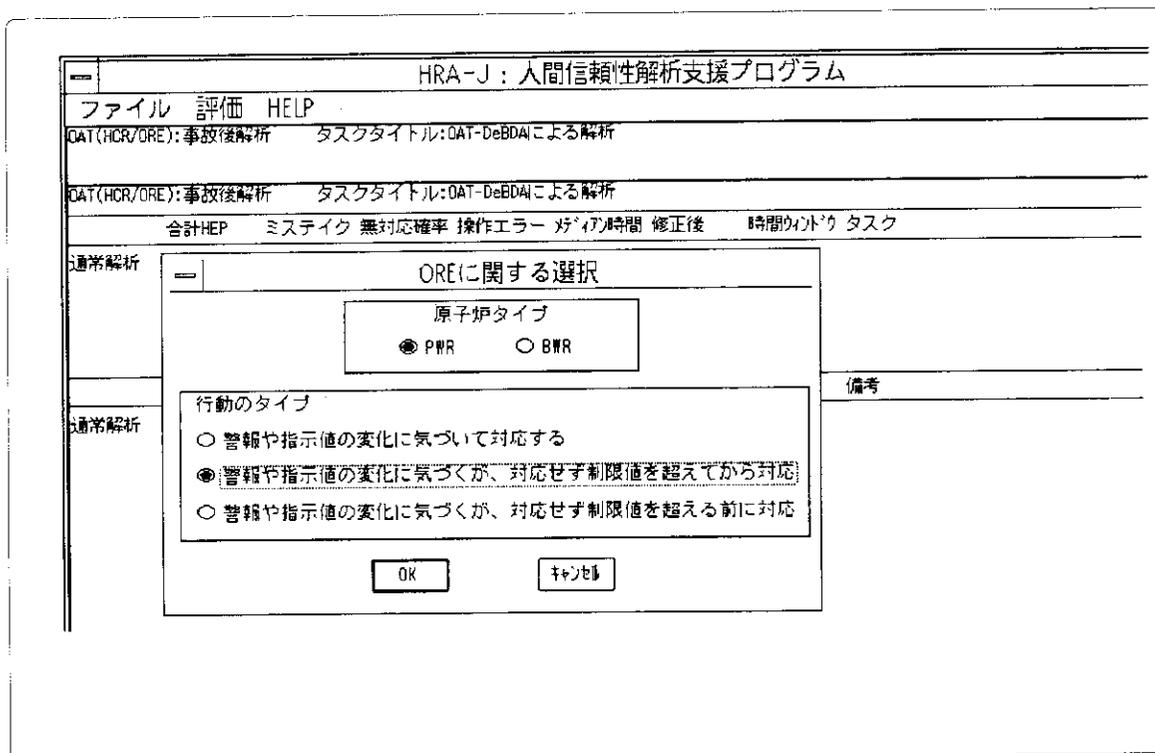
- (3) タスクタイトル入力ダイアログが表示される。文字数は40文字（半角）以内で入力する。“OK”を選択すると、自動的にQ/Aに移る。



(4) 時間信頼性曲線として、HCRかOREを選択する。



(5) OREに関して、PWR/BWR及び行動のタイプを選択する。図2.2に示すように合計6種類あり、次の例はPWRのタイプ2である。



(6) OREのPWRタイプ2の規格化されたTRCが表示され、メディアン時間と時間ウィンドウ（余裕時間）にデフォルトで60(秒)が表示されている。時間のセットはマウスでカーソルを移動させるか、入力による（英字モードでのみ入力可能）。これらの時間から決まる対応失敗確率とその上下限値が表示される。終了すると“OK”を選択する。ダイアログ右側の運転員の経験、ストレスレベル、インタフェースの質はこれらの程度によりメディアン時間を修正するための選択項目で、HCRの場合に使用する。デフォルトで修正係数が1.0になるように選択されている。

HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

DAT(HCR/ORE): 事故後解析 タスクタイトル: DAT-DeBDAIによる解析

HCR/ORE

ORE/PWR/TYPE2

Normalized Time

時間ウィンドウ入力値 90

メディアン時間入力値 60

修正済メディアン時間 60

対応失敗確率 0.086

上限値 2.54e-01

下限値 1.00e-04

運転員の経験

- 専門家, 訓練充分
- 平均的知識と訓練
- 未熟, 最少の訓練

ストレスレベル

- 重大な緊急状態
- 緊急状態になる可能性のある状況
- 活動的, 非緊急事態
- 低活動, 低警戒

運転員/プラントインタフェースの質

- 優れている: 改良された運転支援が事故状況を支援するために使える
- 良い: 表示はSPDSで情報が注意深く統合されている
- 普通: 表示は人間工学が考慮されているが運転員が情報を統合する
- 貧弱: 表示は使えるが人間工学が考慮されていない
- 極めて貧弱: 表示は運転員に警告するが運転員には直接見えない

OK キャンセル

(7) 結果が表示されるが、操作エラーは未評価なので0となっている。

HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

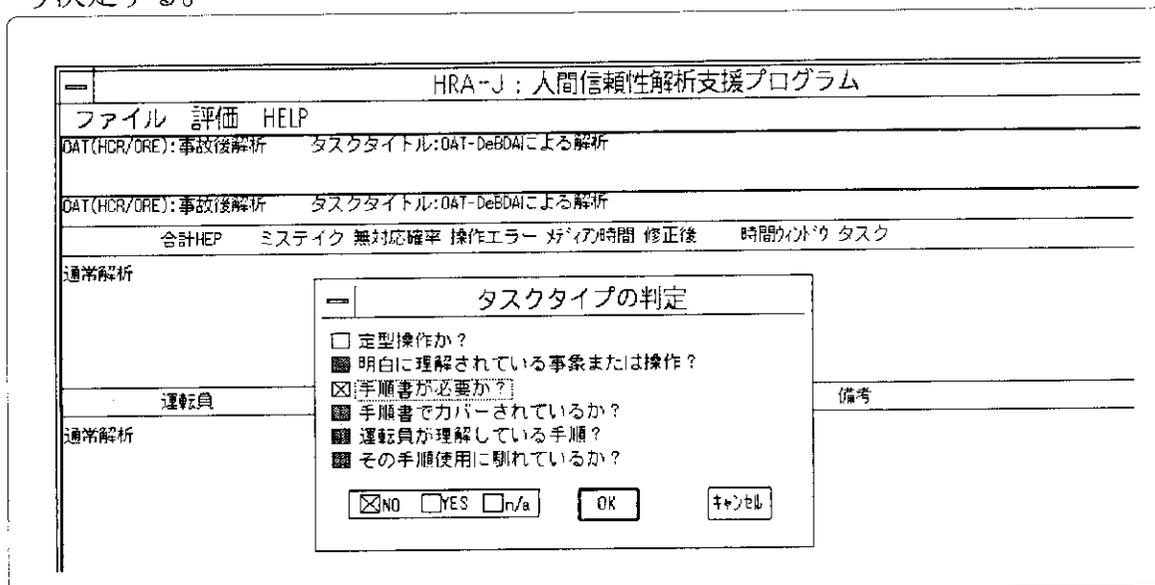
DAT(HCR/ORE): 事故後解析 タスクタイトル: DAT-DeBDAIによる解析

| DAT(HCR/ORE): 事故後解析 | タスクタイトル: DAT-DeBDAIによる解析 | 合計HEP | ミステイク | 無対応確率 | 操作エラー | メディアン時間 | 修正後 | 時間ウィンドウ | タスク  |
|---------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-----|---------|------|
| 通常解析                |                          | 0.12  | =     | 0.086 | 0.029 | 60      | 60  | 90      | 双列型2 |

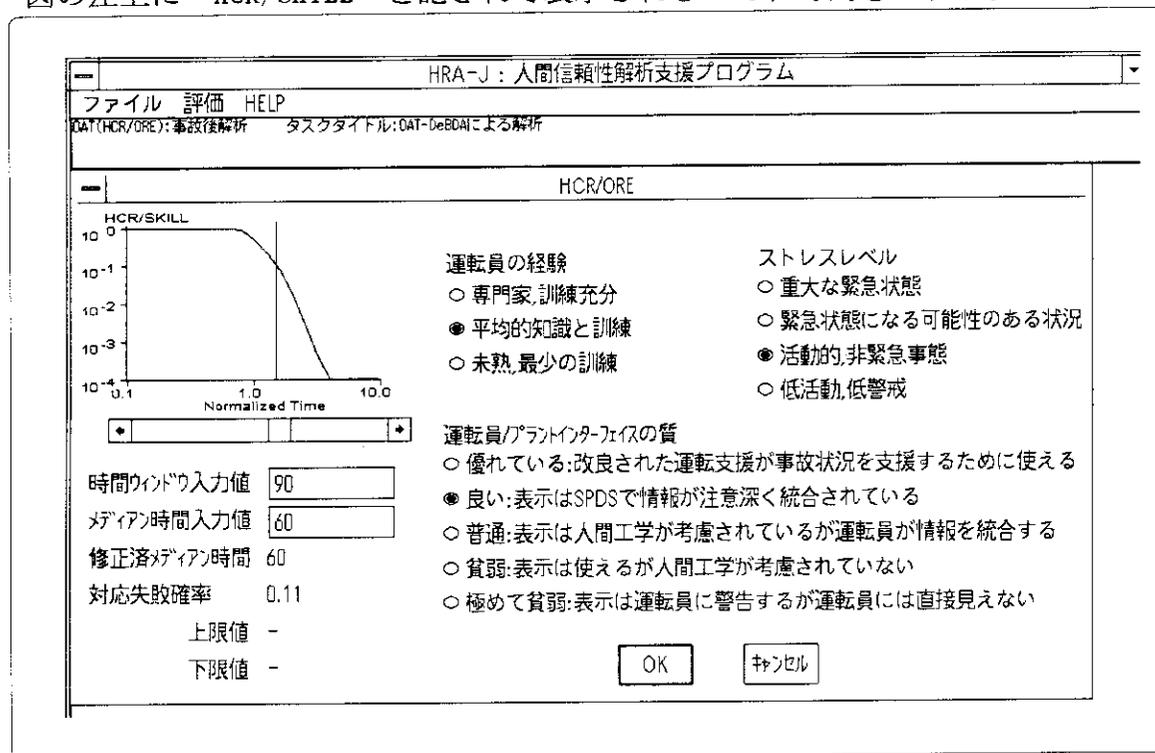
| 運転員  | ストレス     | MMI        | 手法 | 備考                |
|------|----------|------------|----|-------------------|
| 通常解析 | 平均的知識と訓練 | 活動的, 非緊急事態 | 良い | ORE ORE/PWR/TYPE2 |

以上で OREによる評価は終了で、次は HRA-ET/DeBDA による解析であるが、その前に(4)でHCRを選択した場合の使用法を述べておく。

(8) (4)でHCRを選択するとタスクタイプがスキル/ルール/知識の3種類の内どれかを決めるためのダイアログが表示され、各条件を選択する(表2.6 参照)ことにより決定する。



(9) タスクのタイプが決まると、3種類のTRCのうちスキルベースのTRCが(6)と同様の図の左上に“HCR/SKILL”と記されて表示されるので、時間をセットする。



(10) PSFを考慮してメディアン時間を修正したのが次の図である。

HRA-J: 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP  
DAT(HCR/ORE): 事故後解析 タスクタイトル: DAT-DeBOAIによる解析

HCR/ORE

運転員の経験

- 専門家訓練充分
- 平均的知識と訓練
- 未熟、最少の訓練

ストレスレベル

- 重大な緊急状態
- 緊急状態になる可能性のある状況
- 活動的、非緊急事態
- 低活動、低警戒

運転員/プラントインターフェイスの質

- 優れている: 改良された運転支援が事故状況を支援するために使える
- 良い: 表示はSPDSで情報が注意深く統合されている
- 普通: 表示は人間工学が考慮されているが運転員が情報を統合する
- 貧弱: 表示は使えるが人間工学が考慮されていない
- 極めて貧弱: 表示は運転員に警告するが運転員には直接見えない

時間ウィンドウ入力値

メディアン時間入力値

修正済メディアン時間 47

対応失敗確率 0.024

上限値 -

下限値 -

OK キャンセル

(11) "OK" を選択すると結果が表示される。

HRA-J: 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP  
DAT(HCR/ORE): 事故後解析 タスクタイトル: DAT-DeBOAIによる解析

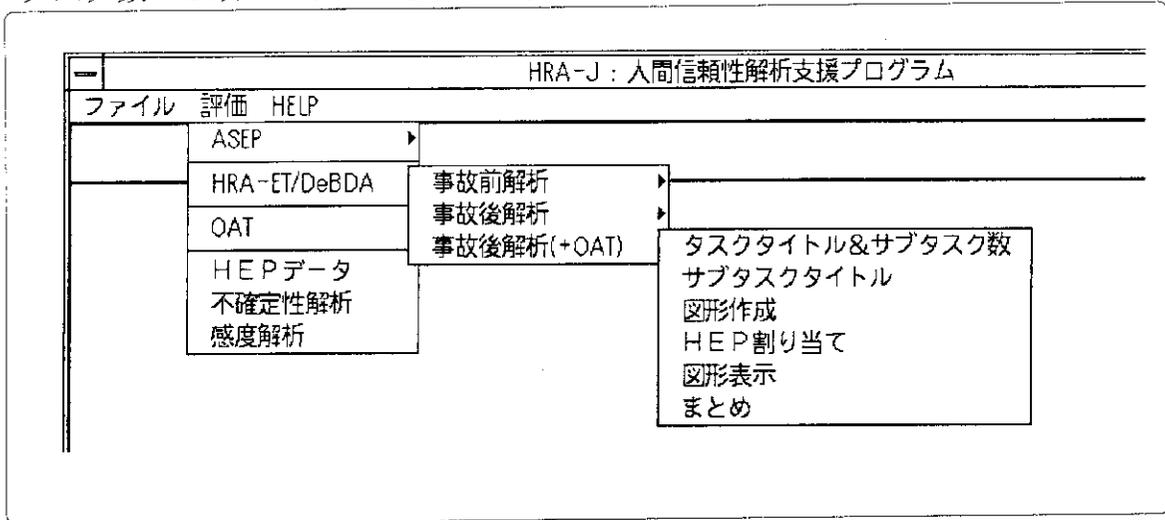
| DAT(HCR/ORE): 事故後解析 | タスクタイトル: DAT-DeBOAIによる解析                 |
|---------------------|--|
| 合計HEP               | ミステイク 無対応確率 操作エラー メディア時間 修正後 時間ウィンドウ タスク |
| 通常解析 0.053          | = 0.024 0.029 60 47 90 SKILL             |

| 運転員          | ストレス      | MMI | 手法  | 備考        |
|--------------|-----------|-----|-----|-----------|
| 通常解析 専門家訓練充分 | 活動的、非緊急事態 | 良い  | HCR | HCR/SKILL |

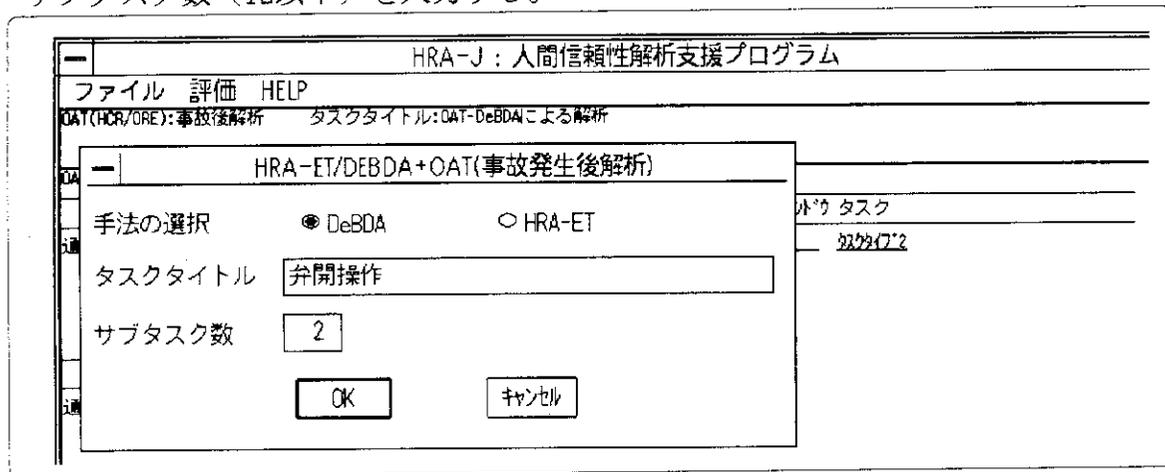
以上がHCRで、感度解析の方法、この結果をファイルに保存する方法については(28)、(29)で述べる。

OREの続きでHRA-ET/DeBDAによるスリップモードのエラーの評価を開始する。

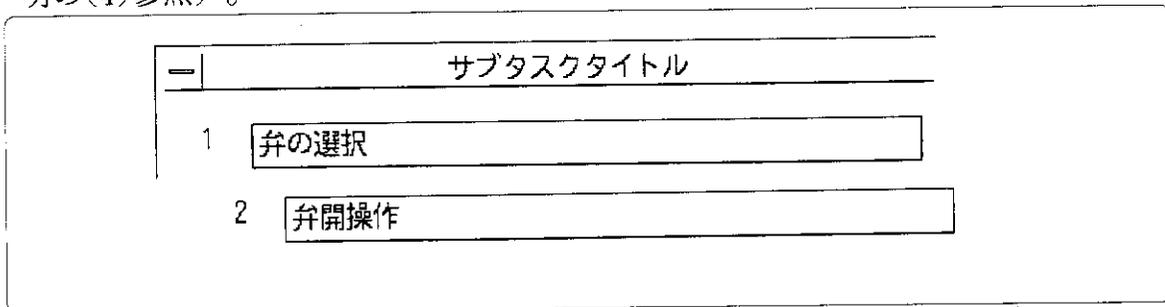
- (12) “評価” → “HRA-ET/DeBDA” → “事故後解析(+OAT)” → “タスクタイトル&サブタスク数”の順にマウスで選択する。



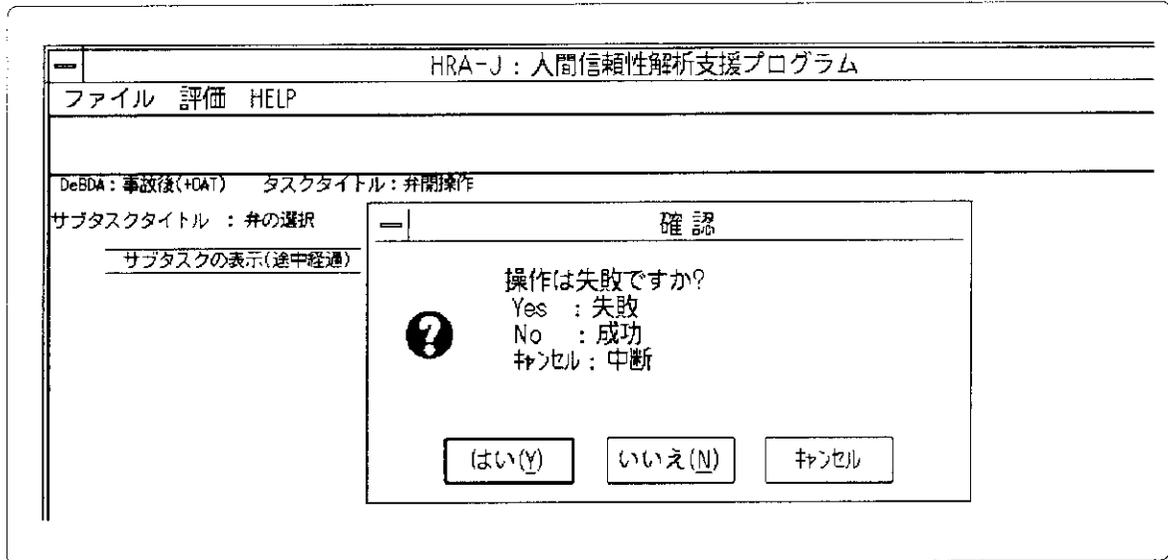
- (13) これ以降は4.2節の DeBDAの項で記述したので簡単に説明する。まず、タスクタイトル入力のダイアログが表示される。文字数は40文字（半角）以内で、入力し、サブタスク数（12以下）を入力する。



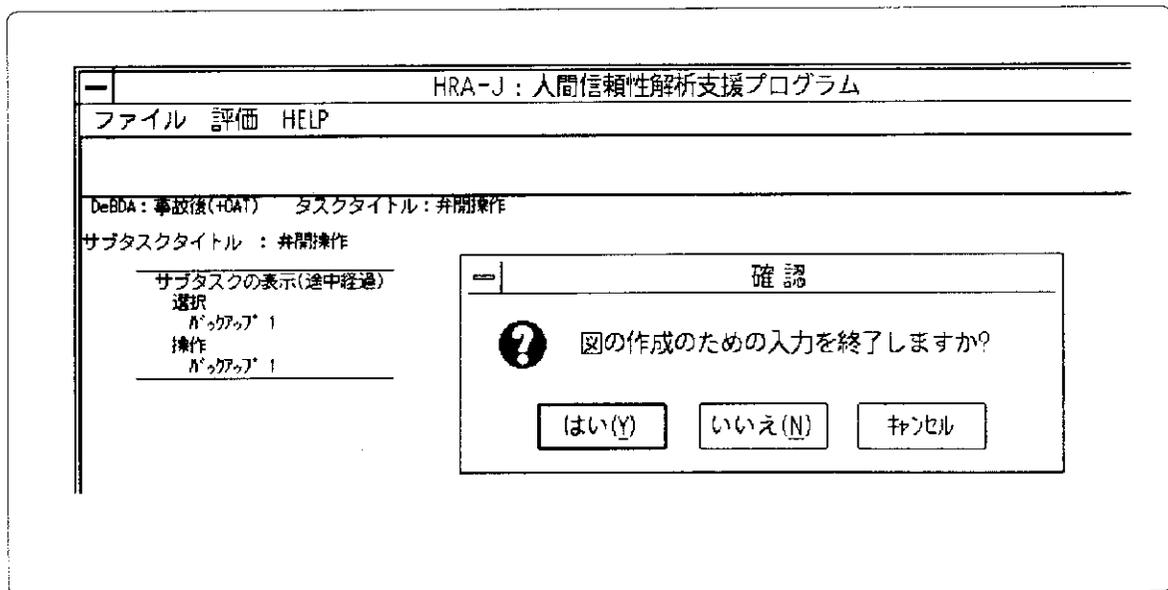
- (14) HRA-ETかDeBDAの手法選択後に、サブタスクの活動内容を入力する。(DeBDAの説明の(4)参照)。



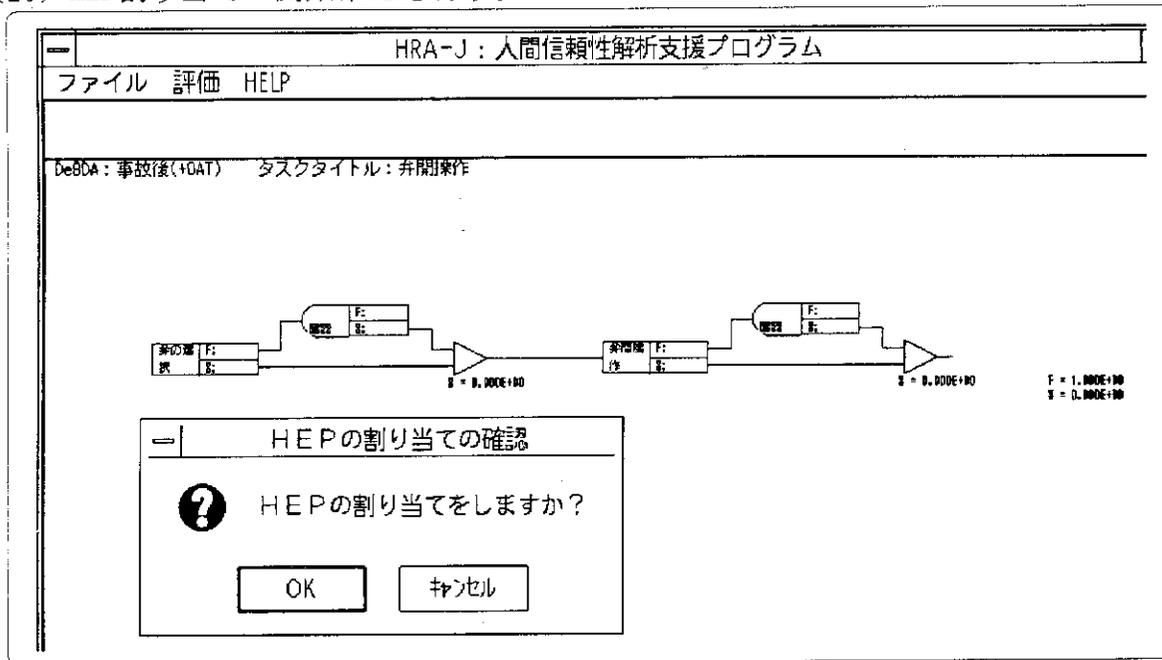
- (15) 図形作成のための入力開始を確認する。
- (16) 最初の“選択”に対して成否の確認があり、“失敗を選択”し、表れたバックアップ要員数入力のダイアログに1を入力する。



- (17) 操作失敗後の警報発生の有無の確認があり、“いいえ”を選択すると、“次の操作”のダイアログに記された入力サブタスクのキーワードから“操作”を選択する。
- (18) “操作”に対して成否の確認があり、“はい”を入力し、表れたバックアップ要員数入力のダイアログに1を入力する。
- (19) “図作成の入力終了”の確認があり、“はい”を入力する。



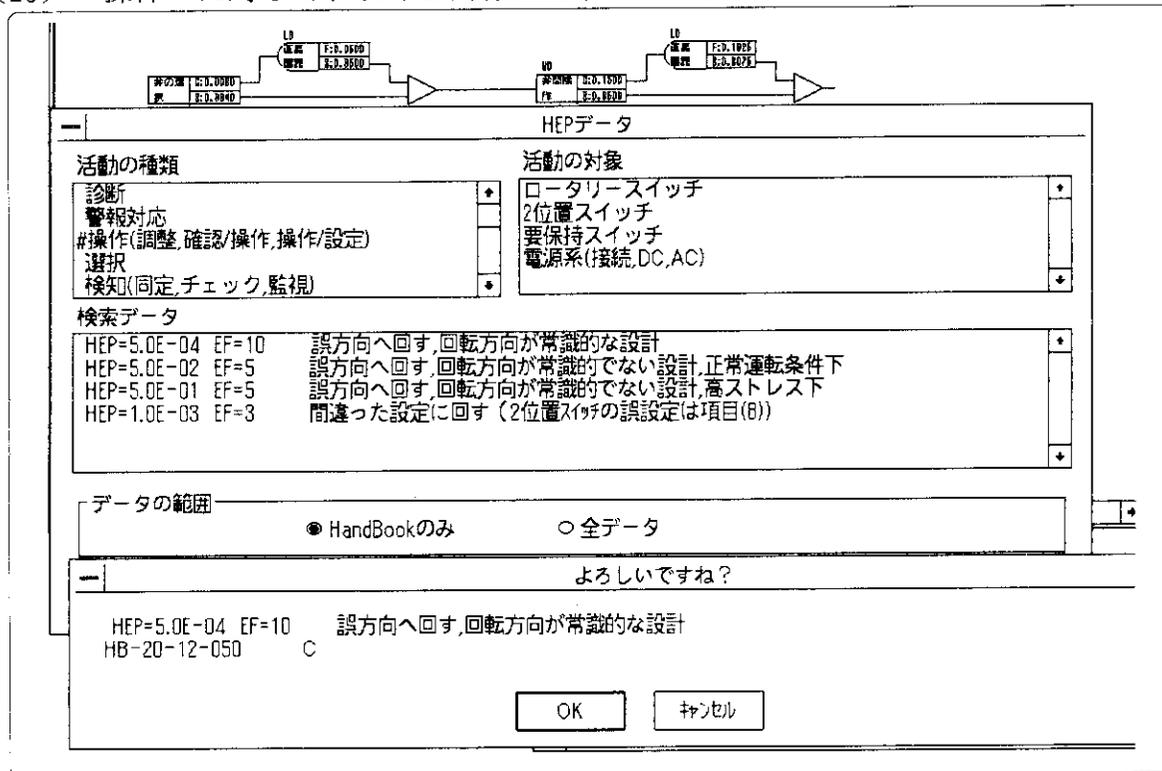
(20) HEP割り当ての開始確認を行う。



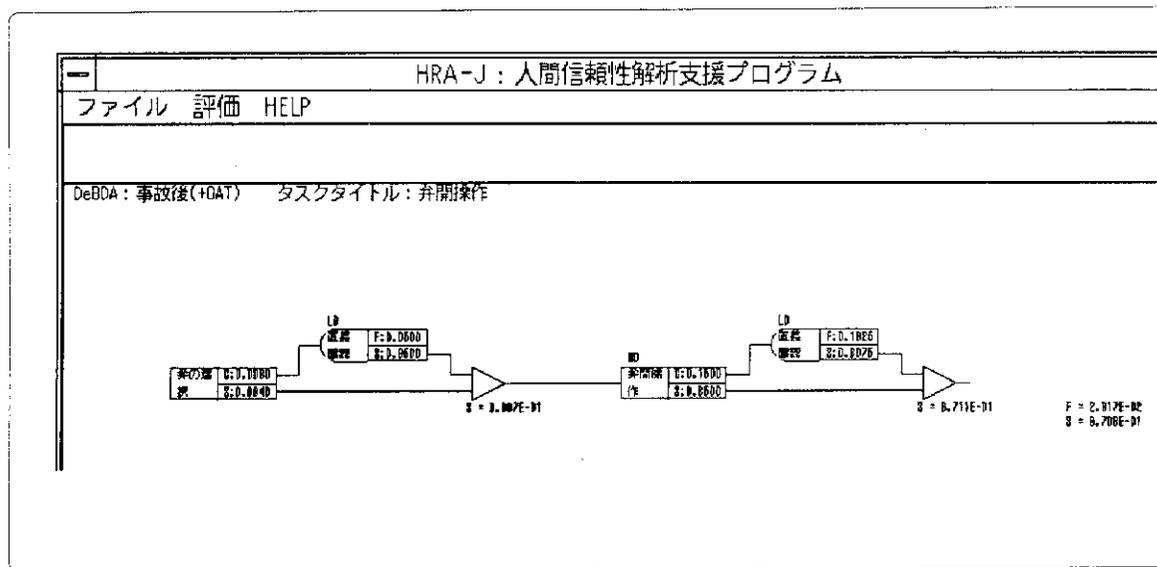
(21) HEP割り当ての開始確認を行う。

(22) “選択” に対して、4.2節の(43), (44)を行う。但し、バックアップは1名。

(23) “操作” に対して、(18)と同様に行う。但し、HEPデータは次に示すとおり。



(24) HEP割り当て終了で次の図が表示される。



(25) 4.2節の(49)~(51)のようにすると、HRA-ET図を表示することができる。

(26) 結果は、“評価” → “HRA-ET/DeBDA” → “事故後解析” → “まとめ” を選択するとOATによる無対応確率も加算した合計HEPが表示される。さらに、“評価”の“不確定性解析”を選択すると、まとめの次に上下限值等が表示される。

HRA-J: 人間信頼性解析支援プログラム

ファイル 評価 HELP

不確定性解析 - まとめ: 事故後(+OAT) タスクタイトル: 井開操作

| サブタスク(ST) | HEP    | EF, 上下限值    | 従属性 | タイプ | ストレス | 経験  | 使用表          |
|-----------|--------|-------------|-----|-----|------|-----|--------------|
| 井の選択      | 0.0080 | 3           |     | SBS | 適度高  | 熟練者 | HB-20-12-020 |
| 直長        | 0.0500 | 0.015~0.150 | LD  |     |      |     |              |
| 井開操作      | 0.1500 | 10          | MD  | SBS | 適度高  | 熟練者 | HB-20-12-050 |
| 直長        | 0.1925 | 0.050~0.750 | LD  |     |      |     |              |

HRA-ET : 2.900E-02  
 DeBDA : 2.917E-02  
 無対応確率 : 8.600E-02

合計 HRA-ET : 1.125E-01  
 DeBDA : 1.127E-01

不確定性解析  
 中央値 : 2.916E-02  
 上限値 : 3.530E-01  
 下限値 : 2.410E-03  
 トラファクタ : 12.1

(27) OATの結果は、“評価” → “OAT” → “事故後解析” → “まとめ”を選択することによって、DeBDAによる操作エラーも含めて表示される。

| HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム                    |          |       |           |       |        |     |                   |
|---|----------|-------|-----------|-------|--------|-----|-------------------|
| ファイル 評価 HELP                              |          |       |           |       |        |     |                   |
| OAT(HCR/ORE):事故後解析 タスクタイトル:OAT-DeBDAによる解析 |          |       |           |       |        |     |                   |
| OAT(HCR/ORE):事故後解析 タスクタイトル:OAT-DeBDAによる解析 |          |       |           |       |        |     |                   |
|   | 合計HEP    | ミステイク | 無対応確率     | 操作エラー | メディア時間 | 修正後 | 時間外タスク            |
| 通常解析                                      | 0.12     | -     | 0.086     | 0.029 | 60     | 60  | 90 双タイン2          |
| 運転員                                       | ストレス     |       | MMI       |       | 手法     |     | 備考                |
| 通常解析                                      | 平均的知識と訓練 |       | 活動的,非緊急事態 |       | 良い     |     | ORE ORE/PWR/TYPE2 |

(28) OATの感度解析は、まとめを表示した後、“評価”の“感度解析”を選択すると(6)に示した図が表示されるので、図中の条件を変更する。

| HRA-J : 人間信頼性解析支援プログラム                    |          |       |           |       |        |     |                   |
|---|----------|-------|-----------|-------|--------|-----|-------------------|
| ファイル 評価 HELP                              |          |       |           |       |        |     |                   |
| OAT(HCR/ORE):事故後解析 タスクタイトル:OAT-DeBDAによる解析 |          |       |           |       |        |     |                   |
| OAT(HCR/ORE):事故後解析 タスクタイトル:OAT-DeBDAによる解析 |          |       |           |       |        |     |                   |
|   | 合計HEP    | ミステイク | 無対応確率     | 操作エラー | メディア時間 | 修正後 | 時間外タスク            |
| 通常解析                                      | 0.12     | -     | 0.086     | 0.029 | 60     | 60  | 90 双タイン2          |
| 感度解析                                      | 0.082    | -     | 0.053     | 0.029 | 60     | 60  | 1e+02 双タイン2       |
| 運転員                                       | ストレス     |       | MMI       |       | 手法     |     | 備考                |
| 通常解析                                      | 平均的知識と訓練 |       | 活動的,非緊急事態 |       | 良い     |     | ORE ORE/PWR/TYPE2 |
| 感度解析                                      | 平均的知識と訓練 |       | 活動的,非緊急事態 |       | 良い     |     | ORE ORE/PWR/TYPE2 |

(29) この解析結果をファイルに保存する場合は、“ファイル”の“データ保存”を選択して表示されるダイアログに“name.me5”(OAT&HRA-ET/DeBDAには,me5を付ける)を入力して、“OK”を選択する。但し、1つのファイルではなく OATとHRA-ET/DeBDAに異なるファイル名を付けて別々に登録すること。(27)又は(28)を表示して登録すれば前者、(24)~(26)のいずれかを表示して登録すれば後者のファイルができる。

## 5. 支援プログラム

### 5.1 プログラムの構成

本支援システムのプログラムを構成しているファイル(ソースファイル等)の一覧を表5-1に示す。また、関数の一覧を表5-2に示す。表5-3にはダイアログ関数の一覧を、表5-4はメインメニュー項目と関連関数の対応を示す。

表5-1 ファイル一覧(1/2)

| ファイル名        | 内容                                     |
|--------------|--|
| ASEP.CPP     | プログラムソースファイル:ASEP解析                    |
| ASEP_A.CPP   | プログラムソースファイル:ASEP事故後解析                 |
| ASEP_A2.CPP  | プログラムソースファイル:ASEP事故後解析                 |
| ASEP_A3.CPP  | プログラムソースファイル:ASEP事故後解析                 |
| ASEP_AD.CPP  | プログラムソースファイル:ASEP事故後解析:結果描画関連          |
| ASEP_AF.CPP  | プログラムソースファイル:ASEP事故後解析:データ保存/読み込み      |
| ASEP_P.CPP   | プログラムソースファイル:ASEP事故前解析                 |
| ASEP_PD.CPP  | プログラムソースファイル:ASEP事故前解析:結果描画関連          |
| ASEP_PF.CPP  | プログラムソースファイル:ASEP事故前解析:データ保存/読み込み      |
| HEP_DATA.CPP | プログラムソースファイル:HEPデータ一覧                  |
| HRAET.CPP    | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA解析            |
| HRAET_D.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA解析:ダイアログ      |
| HRAET_P.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故前解析         |
| HRAET_O.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA-OAT事故後解析     |
| HRAP_CAL.CPP | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故前解析:HEP計算   |
| HRAP_MK.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故前解析:図形作成    |
| HRAP_PL.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故前解析:プロット    |
| HRAP_QA.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故前解析:HEP割り当て |
| HRAET_A.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故後解析         |
| HRAA_CAL.CPP | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故後解析:HEP計算   |
| HRAA_MK.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故後解析:図形作成    |
| HRAA_PL.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故後解析:プロット    |
| HRAA_QA.CPP  | プログラムソースファイル:HRA-ET/DeBDA事故後解析:HEP割り当て |
| HRA_J.CPP    | プログラムソースファイル:メインモジュール                  |
| HRA_JC.CPP   | プログラムソースファイル:メニューバー,マウスクリックに対する応答      |
| HRA_JD.CPP   | プログラムソースファイル:共用ダイアログ関連                 |
| HRA_JF.CPP   | プログラムソースファイル:データ読み込み/保存                |
| HRA_JP.CPP   | プログラムソースファイル:プリント関連                    |
| HRA_JS.CPP   | プログラムソースファイル:感度解析関連                    |
| HRA_JU.CPP   | プログラムソースファイル:不確定性解析関連                  |
| OAT.CPP      | プログラムソースファイル:OAT解析                     |
| OAT_D.CPP    | プログラムソースファイル:OAT解析                     |

表5-1 ファイル一覧(2/2)

| ファイル名      | 内 容                            |
|------------|--------------------------------|
| OAT_F.CPP  | プログラムソースファイル:OAT解析:データ保存/読み込み  |
| OAT_H.CPP  | プログラムソースファイル:OAT解析             |
| OAT_O.CPP  | プログラムソースファイル:OAT解析             |
| OAT_S.CPP  | プログラムソースファイル:OAT解析             |
| HRA_J.RC   | リソースファイル:基本画面関連                |
| HRA_JK.RC  | リソースファイル:HRA-ET/DeBDA関連        |
| HRA_JT1.RC | リソースファイル:ASEP, OAT関連           |
| HRA_JT2.RC | リソースファイル:アイコンデータ               |
| ASEP_A.H   | プログラムソースインクルードファイル:一覧リスト選択用データ |
| ASEP_P.H   | プログラムソースインクルードファイル:事故前解析EFテーブル |
| HRA_J.H    | プログラムソースインクルードファイル             |
| HRA_JK.H   | プログラムソースインクルードファイル             |
| HRA_JT.H   | プログラムソースインクルードファイル             |
| HRA_JTA.H  | プログラムソースインクルードファイル             |
| HRA_JTO.H  | プログラムソースインクルードファイル             |
| OAT.H      | プログラムソースインクルードファイル             |
| OAT_HL.H   | プログラムソースインクルードファイル             |
| HRA_J.IDE  | プロジェクトファイル                     |
| HRA_J.DEF  | リンク用定義ファイル                     |

表5.2 関数一覧 (1/8)

| ファイル名      | 関数名                              | 内容                       |
|------------|----------------------------------|--------------------------|
| HRA_J.CPP  | THRAWindow::setup_menu_enable    | メニュー選択不可部分の設定            |
| HRA_J.CPP  | THRAWindow::SetupWindow          | ウィンドウ構築                  |
| HRA_J.CPP  | THRAWindow::EvSize               | ウィンドウサイズの設定              |
| HRA_J.CPP  | str_zen_han                      | 文字変換(全角→半角)              |
| HRA_J.CPP  | chr_srch                         | 文字位置検索                   |
| HRA_J.CPP  | recrd_item_rgn                   | 項目のマウスでの選択範囲決定           |
| HRA_J.CPP  | check_char_type                  | 文字の種類取得                  |
| HRA_J.CPP  | THRAApplication::THRAApplication | Canvasをdeleteする。         |
| HRA_J.CPP  | THRAApplication::InitMainWindow  | MainWindow作成             |
| HRA_J.CPP  | OwlMain                          | メインモジュール                 |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::TCanvas                 | コンストラクタ                  |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::~TCanvas                | デストラクタ                   |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::Erase                   | 画面消去                     |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CanClose                | 終了確認                     |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::hra_help                | HELP表示                   |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CM_PrnSetup             | 印刷設定                     |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CM_Print                | 印刷実行                     |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::EvLButtonDown           | Canvas内でのマウスボタンクリックへの対応  |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDPtitnsb             | コマンドを選択可能にする(リソースID=120) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDAtitnsb             | コマンドを選択可能にする(リソースID=201) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDOtitnsb             | コマンドを選択可能にする(リソースID=301) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmDatLoad               | コマンドを選択可能にする(リソースID=101) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmDatSave               | コマンドを選択可能にする(リソースID=102) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmPrintGo               | コマンドを選択可能にする(リソースID=103) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmPrn_Set               | コマンドを選択可能にする(リソースID=104) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmAsepPan               | コマンドを選択可能にする(リソースID=113) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmAsepAst               | コマンドを選択可能にする(リソースID=115) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmAsepAan               | コマンドを選択可能にする(リソースID=116) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDPsubtit             | コマンドを選択可能にする(リソースID=121) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDPfigmke             | コマンドを選択可能にする(リソースID=122) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDPhepasn             | コマンドを選択可能にする(リソースID=123) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDPfigdrw             | コマンドを選択可能にする(リソースID=124) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDPmatome             | コマンドを選択可能にする(リソースID=125) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDAsubtit             | コマンドを選択可能にする(リソースID=202) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDAfigmke             | コマンドを選択可能にする(リソースID=203) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDAhepasn             | コマンドを選択可能にする(リソースID=204) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDAfigdrw             | コマンドを選択可能にする(リソースID=205) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDAmatome             | コマンドを選択可能にする(リソースID=206) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDOsubtit             | コマンドを選択可能にする(リソースID=302) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDOfigmke             | コマンドを選択可能にする(リソースID=303) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDOhepasn             | コマンドを選択可能にする(リソースID=304) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDOfigdrw             | コマンドを選択可能にする(リソースID=305) |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmHDOmatome             | コマンドを選択可能にする(リソースID=306) |

表 5. 2 関数一覧 (2 / 8)

| ファイル名      | 関数名                                | 内容                            |
|------------|------------------------------------|-------------------------------|
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmUncerty                 | コマンドを選択可能にする(リソースID=180)      |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmSensity                 | コマンドを選択可能にする(リソースID=190)      |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::CmOATmatome               | コマンドを選択可能にする(リソースID=141)      |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::Paint                     | 再描画                           |
| HRA_JC.CPP | TCanvas::confirm_sel               | MessageBox表示                  |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::TCanvasB                 | 上部描画ウィンドウの作成                  |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::~TCanvasB                | 上部描画ウィンドウの終了                  |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::Paint                    | 再描画                           |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::Erase                    | 消去                            |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::drw_AP                   | ASEP事故前タイトルの描画                |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::drw_0                    | OATタイトルの描画                    |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::drw_D                    | Debdaタイトル描画                   |
| HRA_JC.CPP | TCanvasB::drw_AA                   | ASEP事故前タイトルの描画                |
| HRA_JD.CPP | TgstDialog::TgstDialog             | サブタスクタイトル入力ダイアログのコンストラクタ      |
| HRA_JD.CPP | TgstDialog::SetupWindow            | ダイアログウィンドウ作成                  |
| HRA_JD.CPP | TgstDialog::CanClose               | ダイアログウィンドウ終了確認                |
| HRA_JD.CPP | TlstDialog::SetupWindow            | リスト選択ダイアログウィンドウ作成             |
| HRA_JD.CPP | TlstDialog::CmOk                   | OKボタンクリックへの対応                 |
| HRA_JD.CPP | TlstDialog::CanClose               | リスト選択ダイアログ終了確認                |
| HRA_JD.CPP | TgetlvalueDlg::TgetlvalueDlg       | フィールド入力ダイアログのコンストラクタ          |
| HRA_JD.CPP | TgetlvalueDlg::SetupWindow         | フィールド入力ダイアログウィンドウ作成           |
| HRA_JD.CPP | TgetlvalueDlg::CanClose            | フィールド入力ダイアログウィンドウ作成           |
| HRA_JD.CPP | TtasktitleDialog::TtasktitleDialog | タスクタイトル読み込みダイアログウィンドウのコンストラクタ |
| HRA_JD.CPP | TtasktitleDialog::SetupWindow      | タスクタイトル読み込みダイアログウィンドウ作成       |
| HRA_JD.CPP | TtasktitleDialog::FillBuffers      | ダイアログデータ転送                    |
| HRA_JD.CPP | TtasktitleDialog::CanClose         | タスクタイトル読み込みダイアログ終了確認          |
| HRA_JD.CPP | TlstdbDialog::SetupWindow          | DBリスト選択ダイアログウィンドウ作成           |
| HRA_JD.CPP | TlstdbDialog::CmOk                 | OKボタンクリックへの対応                 |
| HRA_JD.CPP | TlstdbDialog::CanClose             | リスト選択ダイアログ終了確認                |
| HRA_JD.CPP | TlstdbDialog::EvLBNSelChange1      | Listbox選択変更時の処理(リソースID=103)   |
| HRA_JD.CPP | TlstdbDialog::EvLBNSelChange2      | Listbox選択変更時の処理(リソースID=102)   |
| HRA_JD.CPP | TlstdbDialog::HandleGroupBoxMsg    | ボタン選択変更時の処理(リソースID=102)       |
| HRA_JD.CPP | set_act_data                       | KWACTの読み込み                    |
| HRA_JD.CPP | set_obj_data                       | KWOBJの読み込み                    |
| HRA_JD.CPP | set_dbs_data                       | HEPDATAの読み込み                  |
| HRA_JF.CPP | TCanvas::hra_load                  | データの読み込み                      |
| HRA_JF.CPP | TCanvas::hra_save                  | データの保存                        |
| HRA_JP.CPP | TPlstOut::TPlstOut                 | コンストラクタ                       |
| HRA_JP.CPP | TPlstOut::GetDialogInfo            | 印刷設定ダイアログの情報                  |
| HRA_JP.CPP | TPlstOut::PrintPage                | ページ印刷                         |
| HRA_JS.CPP | THRAWindow::sensitivity            | 感度解析選択時の処理                    |
| HRA_JU.CPP | THRAWindow::uncertainty            | 不確かさ解析選択時の処理                  |

表5.2 関数一覧(3/8)

| ファイル名       | 関数名                         | 内容                         |
|-------------|-----------------------------|----------------------------|
| ASEP.CPP    | TasepA::TasepA              | コンストラクタ: ロジカルフォント構造体変数の初期化 |
| ASEP.CPP    | TasepA::draw_canvas         | canvasウィンドウへの描画            |
| ASEP.CPP    | TasepA::draw_prof           | メインウィンドウやcanvasウィンドウへの描画   |
| ASEP.CPP    | TasepA::draw_prf_title      | タイトル描画                     |
| ASEP.CPP    | TasepA::draw_prf_parm       | 計算結果の描画                    |
| ASEP_A.CPP  | set_prh_data                | 電源回復HEPの読み込み               |
| ASEP_A.CPP  | pickup_hep_ef_value         | 与えられた文字列から数値を取り出す          |
| ASEP_A.CPP  | qa_sel_hep_1st              | 最初の運転員のHEP選択・確認            |
| ASEP_A.CPP  | qa_sel_hep_2nd              | 次の運転員のHEP選択・確認             |
| ASEP_A.CPP  | qa_sel_hep_3rd              | 独立の運転員のHEP選択・確認            |
| ASEP_A.CPP  | go_qa_asep_a                | サブタスク毎の一連の質問               |
| ASEP_A.CPP  | TCanvas::asep_aftr_ana      | ASEP事故後解析                  |
| ASEP_A2.CPP | TCanvas::asep_aa_tt         | ASEP事故後: タスクタイトル, 調整係数等の入力 |
| ASEP_A2.CPP | TCanvas::asep_aa_st         | ASEP事故後: サブタスクタイトルの入力      |
| ASEP_A2.CPP | TaaDialog::TaaDialog        | タスクタイトル, 調整係数等の入力のダイアログ    |
| ASEP_A2.CPP | TaaDialog::SetupWindow      | ダイアログ作成                    |
| ASEP_A2.CPP | TaaDialog::CanClose         | ダイアログ終了確認                  |
| ASEP_A2.CPP | TsTRCum1Dlg::TsTRCum1Dlg    | TRCの選択(上中下)                |
| ASEP_A2.CPP | TsTRCum1Dlg::SetupWindow    | ダイアログ作成                    |
| ASEP_A2.CPP | TasepAftrA::Judge_UML       | 上中下の判定                     |
| ASEP_A2.CPP | TsTRCum1Dlg::CanClose       | ダイアログ終了確認                  |
| ASEP_A2.CPP | TasepAftrA::judge_power_rec | タスクタイトルから電源喪失時かどうか判定する     |
| ASEP_A2.CPP | TasepAftrA::set_gsptmd_data | 引き渡されたデータの格納               |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::read_x_y_ef     | DBからのデータの読み込み              |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::read_xyef       | DBのオプション, 読み込み             |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::dgsptmh         | 上限値, 中央値, 下限値の計算           |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::TgsptmdDlg      | 診断余裕時間曲線表示, 余裕時間の選択        |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::SetupWindow     | ダイアログ作成                    |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::EvPaint         | 図描画                        |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::HandleXAxisMsg  | スライドバー-移動イベントへの対応          |
| ASEP_A3.CPP | TgsptmdDlg::CanClose        | ダイアログ終了処理                  |
| ASEP_A3.CPP | Tstt1Dlg::Tstt1Dlg          | タスクタイトルの決定(動的, SBS, スキル)   |
| ASEP_A3.CPP | Tstt1Dlg::SetupWindow       | ダイアログ作成                    |
| ASEP_A3.CPP | Tstt1Dlg::CanClose          | ダイアログ終了時の処理                |
| ASEP_A3.CPP | Tjs12ndsDlg::Tjs12ndsDlg    | ストレスレベルの選択                 |
| ASEP_A3.CPP | Tjs12ndsDlg::SetupWindow    | ダイアログ作成                    |
| ASEP_A3.CPP | Tjs12ndsDlg::CanClose       | ダイアログ終了確認                  |
| ASEP_AD.CPP | get_x_pos                   | 横方向描画位置の取得                 |
| ASEP_AD.CPP | get_y_pos                   | 縦方向描画位置の取得                 |
| ASEP_AD.CPP | dp_draw_line                | 横線描画                       |
| ASEP_AD.CPP | dp_power_rec                | 電源喪失時の描画                   |
| ASEP_AD.CPP | draw_upper_part             | ヘッダウィンドウへの描画               |
| ASEP_AD.CPP | color_setting               | 色設定                        |

表5.2 関数一覧(4/8)

| ファイル名        | 関数名                        | 内容                        |
|--------------|----------------------------|---------------------------|
| ASEP_AD.CPP  | dp_aa_b                    | 通常解析結果の描画                 |
| ASEP_AD.CPP  | dp_aa_s                    | 感度解析結果の描画                 |
| ASEP_P.CPP   | judge_btn_statCl           | 'Y','N'からツリホリ状態定義定数を返す    |
| ASEP_P.CPP   | judge_btn_statIC           | ツリホリの状態から'Y','N'を返す       |
| ASEP_P.CPP   | TCanvas::asep_pa_tt        | タスクタイトルの入力                |
| ASEP_P.CPP   | TsdpcyDlg::TsdpcyDlg       | 従属性の決定('2分','4ft','記録'から) |
| ASEP_P.CPP   | TsdpcyDlg::CanClose        | 従属性の決定:判定/終了確認            |
| ASEP_P.CPP   | TsrecfDlg::TsrecfDlg       | 回復要因(RF)の決定(4項目の質問)       |
| ASEP_P.CPP   | asep_p_judge_parm          | 4つの質問に対する答えからRFを判定        |
| ASEP_P.CPP   | TsrecfDlg::CanClose        | RFの決定:終了確認                |
| ASEP_P.CPP   | asep_p_calc_hep            | 事故前解析:HEPの算出              |
| ASEP_P.CPP   | TCanvas::asep_prev_ana     | ASEP事故前解析                 |
| ASEP_PD.CPP  | get_x_pos                  | 横方向描画位置の取得                |
| ASEP_PD.CPP  | get_y_pos                  | 縦方向描画位置の取得                |
| ASEP_PD.CPP  | dp_ap_u_parm               | 上部エリアへの不確実さデータの描画         |
| ASEP_PD.CPP  | dp_draw_line               | 線描画                       |
| ASEP_PD.CPP  | dp_ap_bs                   | 解析結果の描画                   |
| HRAET_A.CPP  | THRAWindow::hraet_aa_tt    | タスクタイトル、手法、サブタスク数の入力      |
| HRAET_A.CPP  | THRAWindow::hraet_aa_st    | サブタスクタイトルの入力              |
| HRAET_A.CPP  | THRAWindow::hraet_aa_mke   | 図形作成                      |
| HRAET_A.CPP  | THRAWindow::hraet_aa_hep   | HEP割り当て                   |
| HRAET_A.CPP  | THRAWindow::hraet_aa_db_et | 図形表示(図形倍率変更)              |
| HRAET_A.CPP  | THRAWindow::hraet_aa_table | まとめ                       |
| HRAET_P.CPP  | THRAWindow::hraet_pa_tt    | タスクタイトル、手法、サブタスク数の入力      |
| HRAET_P.CPP  | THRAWindow::hraet_pa_st    | サブタスクタイトルの入力              |
| HRAET_P.CPP  | THRAWindow::hraet_pa_mke   | 図形作成(図形倍率変更)              |
| HRAET_P.CPP  | THRAWindow::hraet_pa_hep   | HEP割り当て                   |
| HRAET_P.CPP  | THRAWindow::hraet_pa_db_et | 図形表示                      |
| HRAET_P.CPP  | THRAWindow::hraet_pa_table | まとめ                       |
| HRAET_O.CPP  | THRAWindow::hraet_oa_tt    | タスクタイトル、手法、サブタスク数の入力      |
| HRAET_O.CPP  | THRAWindow::hraet_oa_st    | サブタスクタイトルの入力              |
| HRAET_O.CPP  | THRAWindow::hraet_oa_mke   | 図形作成(図形倍率変更)              |
| HRAET_O.CPP  | THRAWindow::hraet_oa_hep   | HEP割り当て                   |
| HRAET_O.CPP  | THRAWindow::hraet_oa_db_et | 図形表示                      |
| HRAET_O.CPP  | THRAWindow::hraet_oa_table | まとめ                       |
| HEP_DATA.CPP | THRAWindow::hep_data       | HEPデータの一覧                 |
| HRAET.CPP    | TDebda::TDebda             | HRA-ET, DeBDAのコンストラクタ     |
| HRAET.CPP    | TDebda::get_befor          | 上位レベルの座標の取得               |
| HRAET.CPP    | TDebda::get_after          | 下位レベルの座標の取得               |
| HRAET.CPP    | TDebda::get_bkup           | バックアップ数の取得                |
| HRAET.CPP    | TDebda::set_gsptmd_data    | 時間信頼性曲線データの取得             |
| HRAET.CPP    | TDebda::hep_bkup           | バックアップHEPデータの取得           |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_hep_19       | 表20-19HEPデータの取得           |

表5.2 関数一覧 (5/8)

| ファイル名        | 関数名                        | 内容                         |
|--------------|----------------------------|----------------------------|
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_hep_2l       | 表20-21HEPデータの取得            |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_hep_16       | 修正係数での変換                   |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_hep_16m      | 表20-16修正係数の取得              |
| HRAET.CPP    | TDebda::Debda_PLT_mrg_ad   | 加算器を線でつなぐ                  |
| HRAET.CPP    | TDebda::Debda_PLT_mrg_     | パネル、加算器を線でつなぐ              |
| HRAET.CPP    | TDebda::Debda_PLT_         | 単位作業パネルのプロット               |
| HRAET.CPP    | TDebda::Debda_PLT_arc_     | 点検パネルのプロット                 |
| HRAET.CPP    | TDebda::Debda_PLT_end_     | 加算器のプロット                   |
| HRAET.CPP    | TDebda::chg_num            | y座標の修正(図形を下方向に移動)          |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_plt_stl      | サブタスクタイトルの表示               |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_plt_tl       | タイトルの表示                    |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_plt_tbl_stl  | サブタスクの表示(図形作成における途中経過)     |
| HRAET.CPP    | TDebda::mk_xy_ret          | DeBDA図形の折り畳みの座標の取得         |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_load         | データの読み込み                   |
| HRAET.CPP    | TDebda::hraet_save         | データの保存                     |
| HRAET.CPP    | TDebda::sel_tsk_name       | 次操作(サブタスク)の選択              |
| HRAP_CAL.CPP | TDebdaP::calc_HEP_db       | パネルから加算器までのHEPの計算(DeBDA)   |
| HRAP_CAL.CPP | TDebdaP::calc_HEP_et       | 1つのパスにおけるHEPの計算(HRA-ET)    |
| HRAP_CAL.CPP | TDebdaP::calc_hep_all      | 全HEPの計算(HRA-ET、DeBDA、不確定性) |
| HRAP_CAL.CPP | TDebdaP::calc_myu          | 不確定性解析( $\mu$ の計算)         |
| HRAP_CAL.CPP | TDebdaP::calc_sig          | 不確定性解析( $\sigma^2$ の計算)    |
| HRAP_CAL.CPP | TDebdaP::calc_UNC          | 不確定性解析                     |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::hraet_plt_inp     | 図形作成                       |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::mk_hraet_dat      | kc(何処から来たか)の作成             |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::success           | 成功の処理                      |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::s_sousa           | 操作成功の処理                    |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::f_sousa           | 操作失敗の処理                    |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::sousa             | 操作の処理                      |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::s_alarm           | 警報成功の処理                    |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::f_alarm           | 警報失敗の処理                    |
| HRAP_MK.CPP  | TDebdaP::alarm             | 警報の処理                      |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::draw_canvas       | Canvasへのプロット               |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::draw_prof         | Base Windowへのプロット          |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::hraet_plt_        | 図形表示(HRA-ET、DeBDA、まとめ)     |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::hraet_plt_db      | DeBDAのプロット                 |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::hraet_plt_et      | HRA-ETのプロット                |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::hraet_plt_tbl     | まとめの表示                     |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::get_xy_db         | DeBDAの座標の取得                |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::get_xy_et         | HRA-ETの座標の取得               |
| HRAP_PL.CPP  | TDebdaP::Debda_PLT_mrg_end | 単位作業パネルでの終了(ホトム)の表示        |
| HRAP_QA.CPP  | TDebdaP::hraet_after_ana   | HEPの割り当て                   |
| HRAP_QA.CPP  | TDebdaP::hraet_sens        | 感度解析または全HEPの割り当て           |

表 5.2 関数一覧 (6 / 8)

| ファイル名        | 関数名                      | 内容                             |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|
| HRAA_CAL.CPP | TDebdaA::calc_HEP_db     | レベルから加算器までのHEPの計算(DeBDA)       |
| HRAA_CAL.CPP | TDebdaA::calc_HEP_et     | 1つのパスにおけるHEPの計算(HRA-ET)        |
| HRAA_CAL.CPP | TDebdaA::calc_hep_all    | 全HEPの計算(HRA-ET、DeBDA、不確定性)     |
| HRAA_CAL.CPP | TDebdaA::calc_myu        | 不確定性解析( $\mu$ の計算)             |
| HRAA_CAL.CPP | TDebdaA::calc_sig        | 不確定性解析( $\sigma^2$ の計算)        |
| HRAA_CAL.CPP | TDebdaA::calc_UNC        | 不確定性解析                         |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::hraet_plt_inp   | 図形作成                           |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::mk_hraet_dat    | kc(何処から来たか)の作成                 |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::success         | 成功の処理                          |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::s_sindan        | 診断成功の処理                        |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::f_sindan        | 診断失敗の処理                        |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::sindan          | 診断の処理                          |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::s_sousa         | 操作成功の処理                        |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::f_sousa         | 操作失敗の処理                        |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::sousa           | 操作の処理                          |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::s_alarm         | 警報成功の処理                        |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::f_alarm         | 警報失敗の処理                        |
| HRAA_MK.CPP  | TDebdaA::alarm           | 警報の処理                          |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::draw_canvas     | Canvasへの7°プロット                 |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::draw_prof       | Base Windowへの7°プロット            |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::hraet_plt_      | 図形表示(HRA-ET、DeBDA、まとめ)         |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::hraet_plt_db    | DeBDAの7°プロット                   |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::hraet_plt_et    | HRA-ETの7°プロット                  |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::hraet_plt_tbl   | まとめの表示                         |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::get_xy_db       | DeBDAの座標の取得                    |
| HRAA_PL.CPP  | TDebdaA::get_xy_et       | HRA-ETの座標の取得                   |
| HRAA_QA.CPP  | TDebdaA::hraet_after_ana | HEPの割り当て                       |
| HRAA_QA.CPP  | TDebdaA::hraet_sens      | 感度解析または全HEPの割り当て               |
| HRAA_QA.CPP  | TDebdaA::hep_sindan      | 診断のHEPの割り当て                    |
| HRAET_D.CPP  | TgbnDialog::TgbnDialog   | バックアップ数取得ダイアログウィンドウのコンストラクタ    |
| HRAET_D.CPP  | TgbnDialog::CanClose     | バックアップ数取得ダイアログ終了の確認            |
| HRAET_D.CPP  | TgbnDialog::FillBuffers  | ダイアログデータ(バックアップ数)の取得           |
| HRAET_D.CPP  | TgbnDialog::SetupWindow  | バックアップ数取得ダイアログウィンドウの作成         |
| HRAET_D.CPP  | TgttnDialog::TgttnDialog | タスクタイトル, サブタスク数, 手法の取得のコンストラクタ |
| HRAET_D.CPP  | TgttnDialog::CanClose    | タスクタイトル等の取得ダイアログ終了の確認          |
| HRAET_D.CPP  | TgttnDialog::FillBuffers | ダイアログデータ(タスクタイトル等)の取得          |
| HRAET_D.CPP  | TgttnDialog::SetupWindow | タスクタイトル等の取得ダイアログウィンドウの作成       |
| HRAET_D.CPP  | TgheaDialog::SetupWindow | タスクタイフ, ストレスレベル, 経験レベルのダイアログ作成 |
| HRAET_D.CPP  | TgheaDialog::CanClose    | タスクタイフ等の取得ダイアログウィンドウ終了の確認      |
| HRAET_D.CPP  | TgheaDialog::FillBuffers | ダイアログデータ(タスクタイフ等)の取得           |
| HRAET_D.CPP  | TgheaDialog::TgheaDialog | タスクタイフ等の取得ダイアログウィンドウのコンストラクタ   |
| HRAET_D.CPP  | TgheaDialog::WMPaint     | 表20-16の修正係数の表示                 |

表5.2 関数一覧 (7/8)

| ファイル名       | 関数名                                | 内容                                |
|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown1          | Canvas内でのマウスボタンクリック(タスクタイ° :SBS)  |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown2          | ”(タスクタイ° :動的)                     |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown3          | ”(タスクタイ° :スキル)                    |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown4          | ”(ストレスレベル:極度低)                    |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown5          | ”(ストレスレベル:最適)                     |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown6          | ”(ストレスレベル:適度高)                    |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown7          | ”(ストレスレベル:極度高)                    |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown8          | ”(経験レベル:熟練者)                      |
| HRAET_D.CPP | TgheaDialog::MButtonDown9          | ”(経験レベル:初心者)                      |
| HRAET_D.CPP | TgdpDialog::TgdpDialog             | 従属性レベル,対応可能要員の取得のコンストラクタ          |
| HRAET_D.CPP | TgdpDialog::CanClose               | 従属性レベル等取得ダイアログウィンドウ終了確認           |
| HRAET_D.CPP | TgdpDialog::FillBuffers            | ダイアログデータ(従属性レベル等)の取得              |
| HRAET_D.CPP | TgdpDialog::SetupWindow            | 従属性レベル等取得ダイアログウィンドウの作成            |
| HRAET_D.CPP | TgfactDialog::TgfactDialog         | 図形の倍率の取得ダイアログウィンドウのコンストラクタ        |
| HRAET_D.CPP | TgfactDialog::CanClose             | 図形の倍率の取得ダイアログウィンドウ終了確認            |
| HRAET_D.CPP | TgfactDialog::FillBuffers          | ダイアログデータ(図形の倍率)の取得                |
| HRAET_D.CPP | TgfactDialog::SetupWindow          | 図形の倍率の取得ダイアログウィンドウの作成             |
| OAT.CPP     | ToatA::ToatA                       | コンストラクタ:変数の初期化                    |
| OAT.CPP     | ToatA::read_HCR                    | HCRデータの読み込み                       |
| OAT.CPP     | ToatA::read_ORE                    | OREデータの読み込み                       |
| OAT.CPP     | ToatA::read_curve_data             | DBのオープン,データ読み込み                   |
| OAT.CPP     | ToatA::set_etc                     | HCR/ORE曲線の選択番号の決定等                |
| OAT.CPP     | ToatA::calc_HCR                    | HCR:失敗確率の算出                       |
| OAT.CPP     | ToatA::calc_ORE                    | ORE:失敗確率の算出                       |
| OAT.CPP     | ToatA::calc_HCR_each               | HCR:補間値の算出                        |
| OAT.CPP     | ToatA::calc_ORE_each               | ORE:補間値の算出                        |
| OAT.CPP     | TCanvas::oat_hra_ana               | OATメインメニュー                        |
| OAT.CPP     | TCanvas::oat_matome                | まとめの描画呼び出し                        |
| OAT.CPP     | ToatA::draw_canvas                 | canvasウィンドウへの描画                   |
| OAT.CPP     | ToatA::draw_prof                   | メインウィンドウやcanvasウィンドウへの描画          |
| OAT.CPP     | ToatA::draw_prf_title              | タイトル描画                            |
| OAT.CPP     | ToatA::draw_prf_parm               | 計算結果の描画                           |
| OAT_D.CPP   | get_x_pos                          | 横方向描画位置の取得                        |
| OAT_D.CPP   | get_y_pos                          | 縦方向描画位置の取得                        |
| OAT_D.CPP   | dp_draw_line                       | 横線描画                              |
| OAT_D.CPP   | dp_oat_bs                          | 指定されたケースの出力                       |
| OAT_H.CPP   | Thcr_ore_parmDlg::Thcr_ore_parmDlg | ストレスレベル,経験,I/Fの質等の入力ダイアログ         |
| OAT_H.CPP   | Thcr_ore_parmDlg::SetupWindow      | ダイアログウィンドウの作成                     |
| OAT_H.CPP   | calc_pos_y                         | グラフのY軸位置の計算                       |
| OAT_H.CPP   | Thcr_ore_parmDlg::EvPaint          | TRCのグラフ描画                         |
| OAT_H.CPP   | Thcr_ore_parmDlg::judge_PSF        | PSFの決定                            |
| OAT_H.CPP   | Thcr_ore_parmDlg::calc_parm        | $T_w$ , $T_{1/2}$ を読み,パラメータを計算する。 |
| OAT_H.CPP   | Thcr_ore_parmDlg::draw_indicator   | スライドバーに連動した縦線の描画                  |

表 5. 2 関数一覧 ( 8 / 8 )

| ファイル名     | 関数名                              | 内容                      |
|-----------|----------------------------------|-------------------------|
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::draw_eachText  | ダイアログ内への各パラメータの描画       |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::HandleXAxisMsg | スライダバーが移動したときの処理        |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::CanClose       | ダイアログ終了確認               |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown1   | ボタンを押したときに表示を更新: ID=101 |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown2   | ” ID=102                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown3   | ” ID=103                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown4   | ” ID=111                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown5   | ” ID=112                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown6   | ” ID=113                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown7   | ” ID=114                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown8   | ” ID=115                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDown9   | ” ID=121                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDownA   | ” ID=122                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDownB   | ” ID=123                |
| OAT_H.CPP | Thcr_ore_parmDlg::MButtonDownC   | ” ID=124                |
| OAT_O.CPP | ToreoptionDlg::ToreoptionDlg     | PWRorBWR, 行動タイプの入力ダイアログ |
| OAT_O.CPP | ToreoptionDlg::SetupWindow       | ダイアログ作成                 |
| OAT_O.CPP | ToreoptionDlg::CanClose          | ダイアログ終了確認               |
| OAT_S.CPP | TsTRCtDlg::TsTRCtDlg             | HCR, OREの選択ダイアログ        |
| OAT_S.CPP | TsTRCtDlg::SetupWindow           | ダイアログ作成                 |
| OAT_S.CPP | TsTRCtDlg::CanClose              | ダイアログ終了確認               |
| OAT_S.CPP | TsoattsktypDlg::TsoattsktypDlg   | OATのタスクタイプ選択ダイアログ       |
| OAT_S.CPP | TsoattsktypDlg::CanClose         | ダイアログ終了確認               |

表 5.3 ダイアログ呼び出し関数と引き渡し情報 (1 / 2)

| 呼び出しソース<br>ファイル名 | 呼び出し関数                        | ダイアログ名  | リソース  | 引き渡し情報(キヤプション、変数)  |
|------------------|-------------------------------|---|---|--|
| ASEP_A.CPP       | int TCanvas::go_qa_asep_a()   | TsTRCumlDlg<br>TgsptmdDlg<br>TlstDlg<br>TlstDialog<br>Tlst2ndsDlg<br>TlstDialog<br>TlstDialog | DLG2_sel_di_hep<br>DLG2_diagsptm<br>DLG2_sl_tsk_typl<br>変数:asep_a_cstr0<br>DLG2_jsl2ndstage<br>変数:asep_a_cstr0<br>変数:asep_a_cstr0 | --<br>--<br>変数:menu_jsl<br>--<br>変数:dg_rec_fail_item<br>変数:prhlst  |
|                  | void TCanvas::asep_aftr_ana() | TaaDialog<br>TgstDialog<br>TtasktitleDialog   | DLG2_aa_prof_inf<br>DLG_subtasktitle<br>DLG_task_title  | --<br>変数:i<br>"ASEP:事故前解析"<br>変数:AsepPrevA->achTaskName<br>変数:&x<br>"ASEP:機器の数", "機器数を入力してください。",<br>"機器数" |
|                  | void TCanvas::asep_prev_ana() | TgetIvalDlg   | DLG_getIval   | --   |
| HEP_DATA.CPP     | void TCanvas::hep_data()      | TsdpcyDlg<br>TsrecfDlg  | DLG1_sel_dpndncy<br>DLG1_sel_rec_factor   | --   |
| HRAA_QA.CPP      | BOOL TDebdaA::hraet_sens()    | TlstDbDialog<br>TlstDbDialog<br>TlstDialog<br>TgheadDialog<br>TsTRCumlDlg<br>TgsptmdDlg       | DIALOG 2<br>DIALOG 1<br>DLG3_sel_list<br>DLG3_hraetattr<br>DLG3_sel_di_hep<br>DLG3_diagsptm                                       | --<br>変数:keyword[kt[i]]<br>変数:(char far **)tmplst20<br>変数:i  |
| HRAET.CPP        | BOOL TDebda::get_bkup()       | TgbdDialog<br>TgdpDialog<br>TlstDialog  | DLG3_hraet_pb<br>DLG3_hraet_gdp<br>DLG3_sel_list  | --<br>変数:i<br>変数:(char far **)tmplst   |
|                  | void TCanvas::hraet_aa_tt()   | TgtdnDialog<br>TgstDialog<br>TgfactDialog   | DLG3_gttn<br>DLG_subtasktitle<br>DLG3_hraet_fact  | "HRA-ET/DEBDA(事故発生後解析)"<br>変数:i  |
| HRAET_O.CPP      | void TCanvas::hraet_oo_tt()   | TgtdnDialog<br>TgstDialog<br>TgstDialog<br>TgfactDialog                                       | DLG3_gttn<br>DLG_subtasktitle<br>DLG_subtasktitle<br>DLG3_hraet_fact  | "HRA-ET/DEBDA+OAT(事故発生後解析)"<br>変数:i<br>変数:i  |
| HRAET_P.CPP      | void TCanvas::hraet_pa_tt()   | TgtdnDialog<br>TgstDialog<br>TgstDialog<br>TgfactDialog                                       | DLG3_gttn<br>DLG_subtasktitle<br>DLG_subtasktitle<br>DLG3_hraet_fact  | "HRA-ET/DEBDA(事故発生前解析)"<br>変数:i<br>変数:i  |



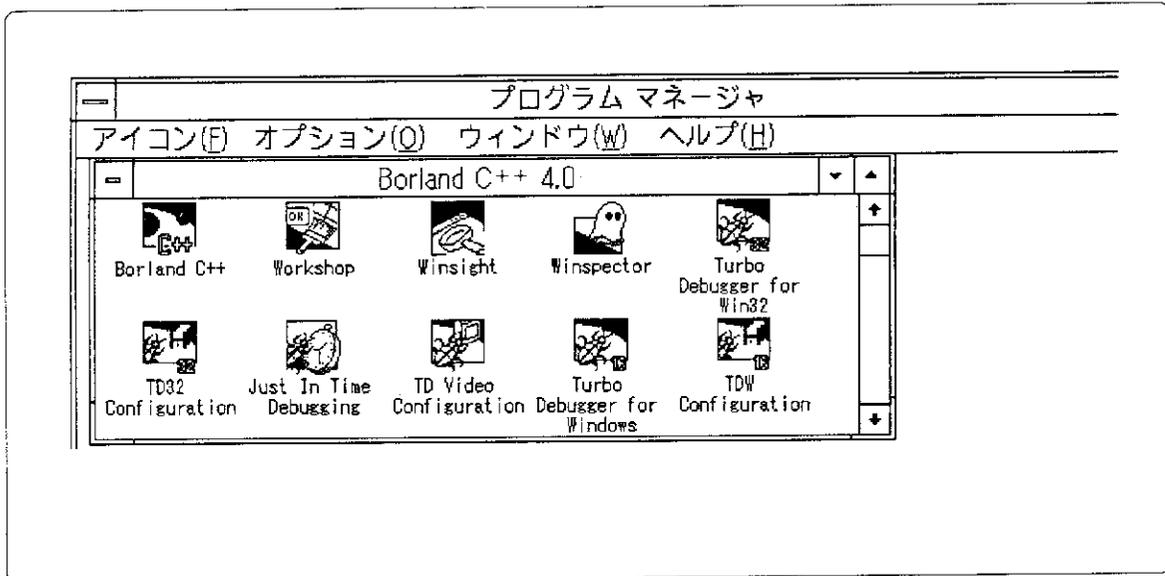
表5.4 メニューバーのメニュー項目と関数の対応

| メニュー項目           | 関数名              |
|------------------|------------------|
| "ファイル"           | -                |
| "保存データの読み込み"     | hra_load()       |
| "データの保存"         | hra_save()       |
| "印刷"             | CM_Print()       |
| "プリンタ設定"         | CM_PrnSetup()    |
| "終了"             | -                |
| "評価"             | -                |
| "ASEP"           | -                |
| "事故前解析"          | -                |
| "タスクタイトル"        | asep_pa_tt()     |
| "Q/A"            | asep_prev_ana()  |
| "事故後解析"          | -                |
| "タスクタイトル&サブタスク数" | asep_aa_tt()     |
| "サブタスクタイトル"      | asep_aa_st()     |
| "Q/A"            | asep_aftr_ana()  |
| "HRA-ET/DeBDA"   | -                |
| "事故前解析"          | -                |
| "タスクタイトル&サブタスク数" | hraet_pa_tt()    |
| "サブタスクタイトル"      | hraet_pa_st()    |
| "図形作成"           | hraet_pa_mke()   |
| "HEP割り当て"        | hraet_pa_hep()   |
| "図形表示"           | hraet_pa_db_et() |
| "まとめ"            | hraet_pa_table() |
| "事故後解析"          | -                |
| "タスクタイトル&サブタスク数" | hraet_aa_tt()    |
| "サブタスクタイトル"      | hraet_aa_st()    |
| "図形作成"           | hraet_aa_mke()   |
| "HEP割り当て"        | hraet_aa_hep()   |
| "図形表示"           | hraet_aa_db_et() |
| "まとめ"            | hraet_aa_table() |
| "事故後解析(+OAT)"    | -                |
| "タスクタイトル&サブタスク数" | hraet_aa_tt()    |
| "サブタスクタイトル"      | hraet_aa_st()    |
| "図形作成"           | hraet_aa_mke()   |
| "HEP割り当て"        | hraet_aa_hep()   |
| "図形表示"           | hraet_aa_db_et() |
| "まとめ"            | hraet_aa_table() |
| "OAT"            | -                |
| "事故後解析"          | -                |
| "Q/A"            | oat_hra_ana()    |
| "まとめ"            | oat_matome()     |
| "HEPデータ"         | hep_data()       |
| "不確定性解析"         | uncertainty()    |
| "感度解析"           | sensitivity()    |
| "HELP"           | hra_help()       |

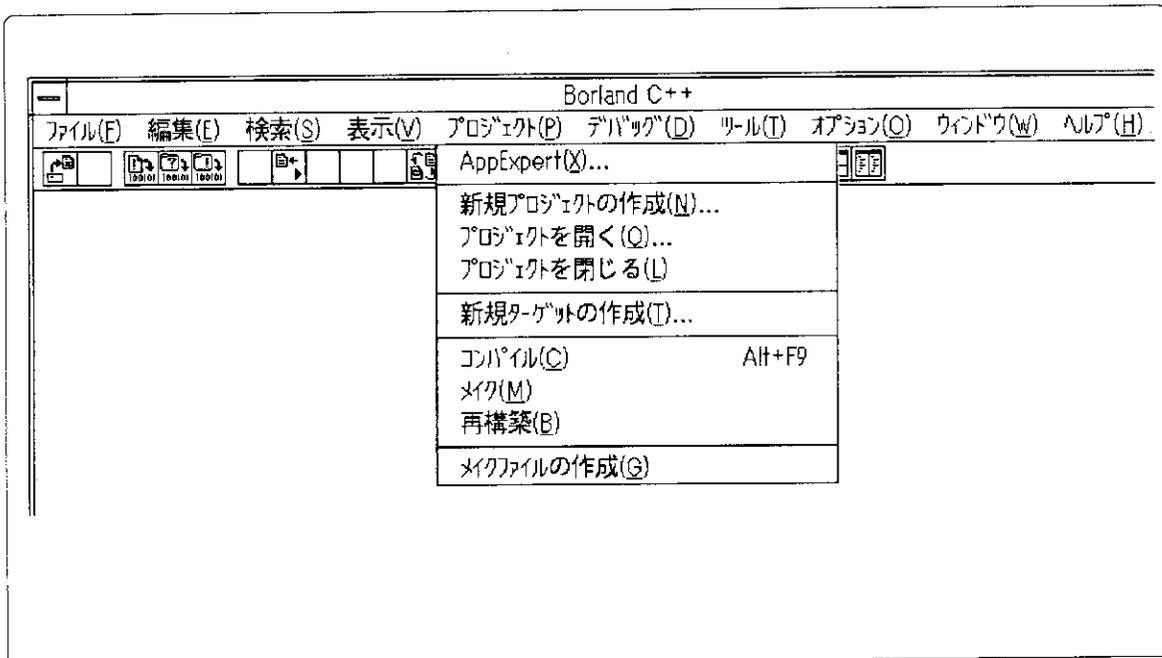
## 5.2 プログラムの修正方法

プログラムの修正方法について、目的とするファイルのソースプログラムの表示の仕方、修正後のコンパイル、リンクの方法などについて説明する。

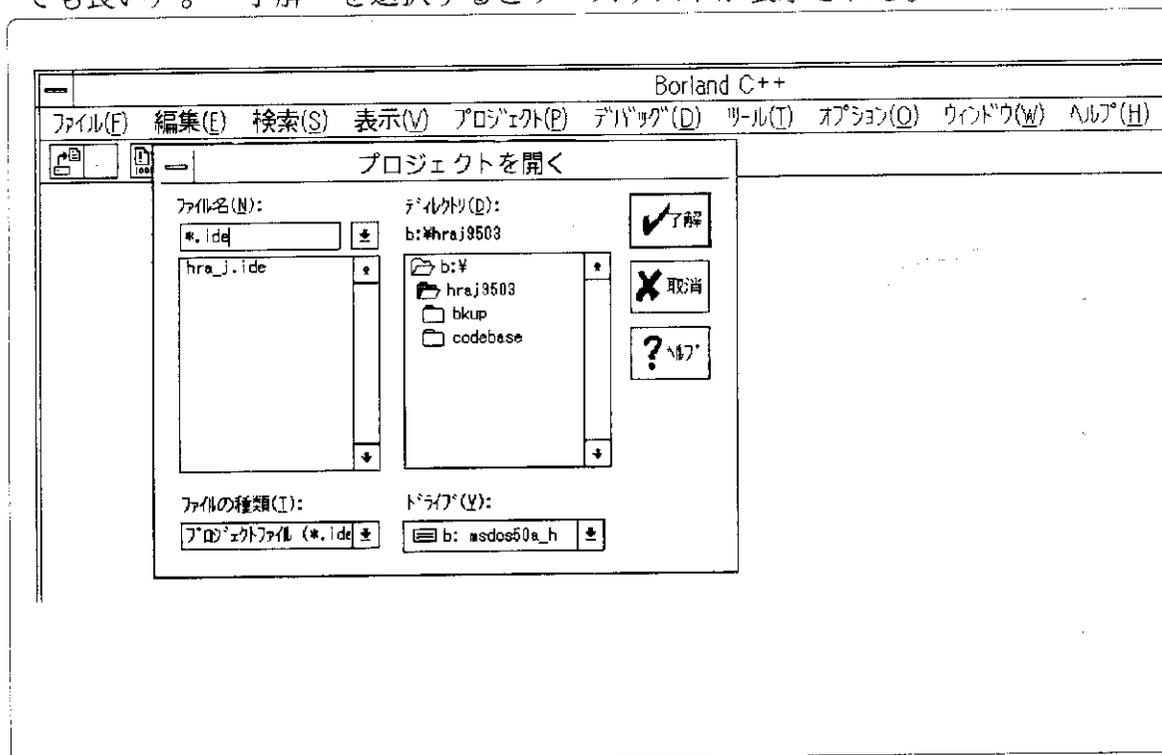
- (1) Window 3.1を起動後、プログラムマネージャの Borland C++ 4.0のアイコンをダブルクリックすると次図が表示される。



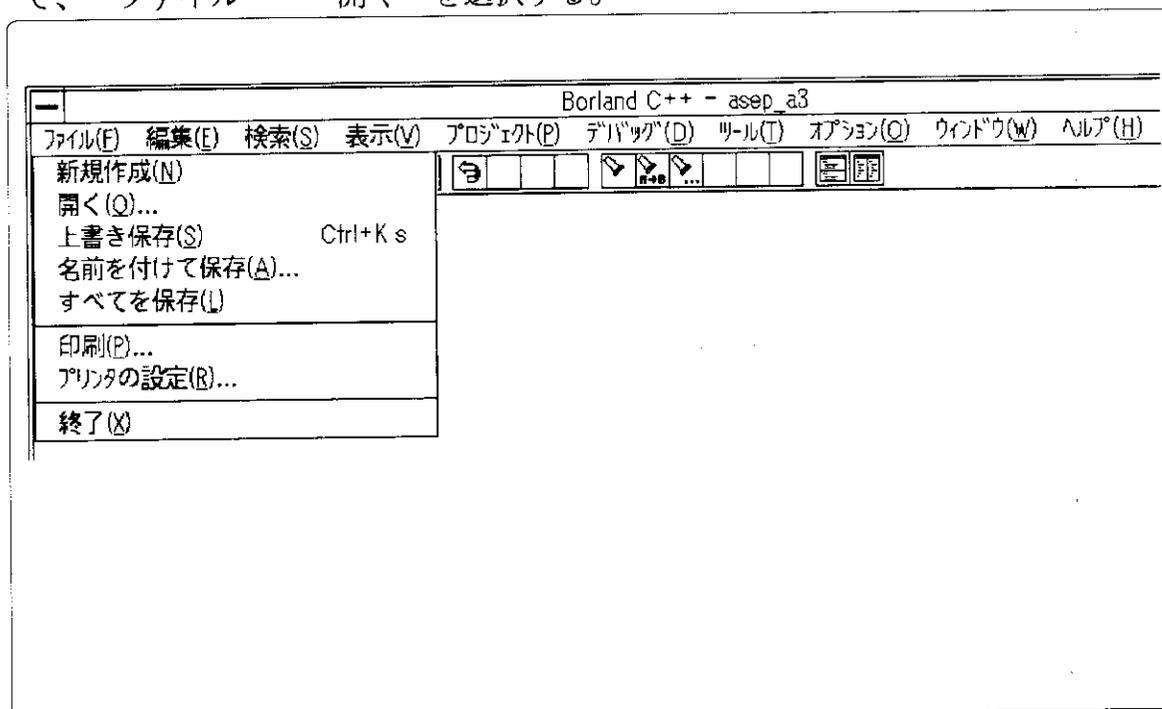
- (2) Borland C++ の “プロジェクト” → “プロジェクトを開く” を選択する。



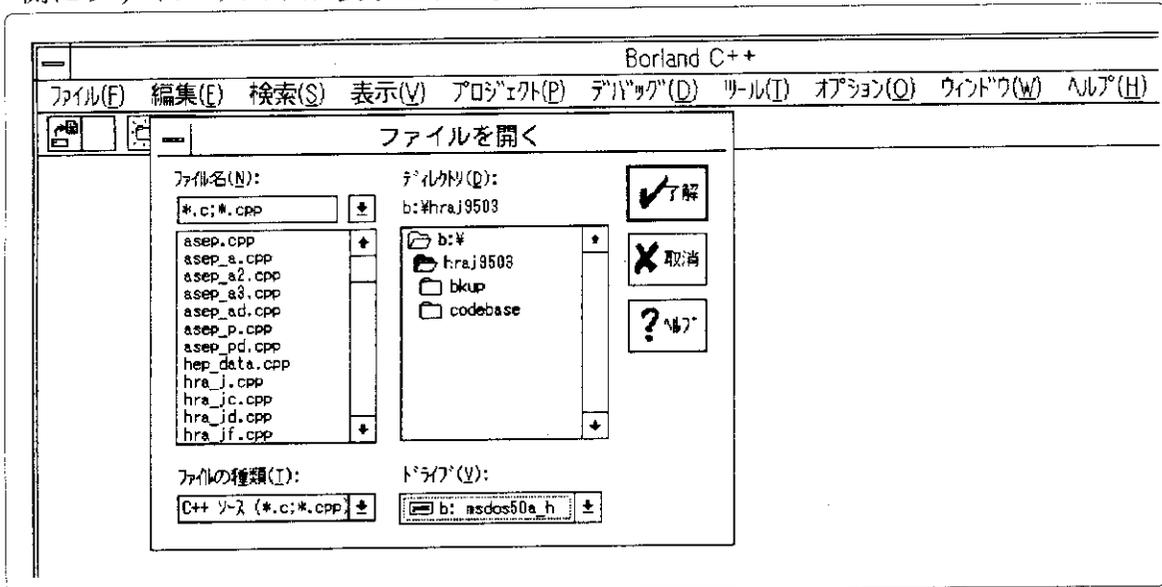
- (3) “プロジェクトを開く” のダイアログが表示されるので、左側のファイル名の下のhra\_j.ide をクリックすると、ファイル名欄にこれ書き込まれる（直接入力しても良い）。“了解” を選択するとソースリストが表示される。



- (4) プロジェクトファイルでないときは“プロジェクト” から開くことはできないので、“ファイル” → “開く” を選択する。

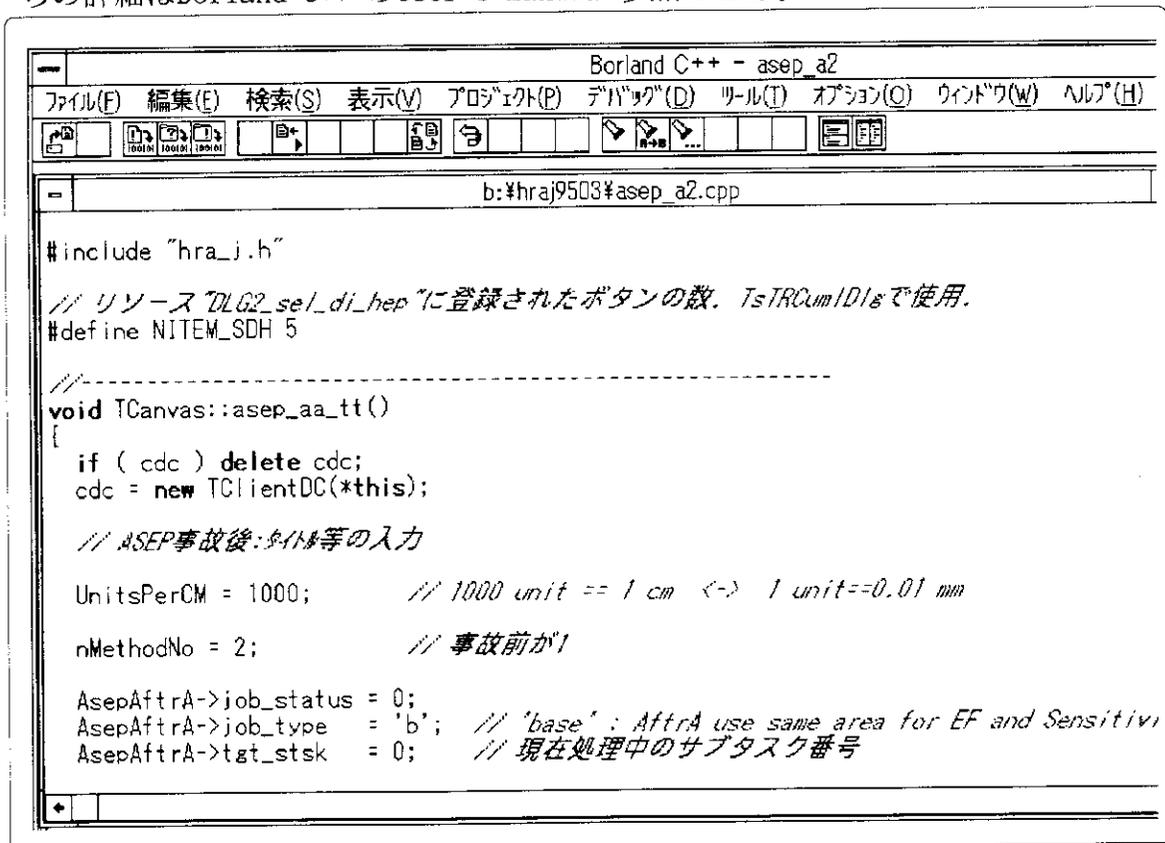


- (5) “ファイルを開く”のダイアログで、右下のドライブを“b”に変更すると、左側にファイルリストが表示される。

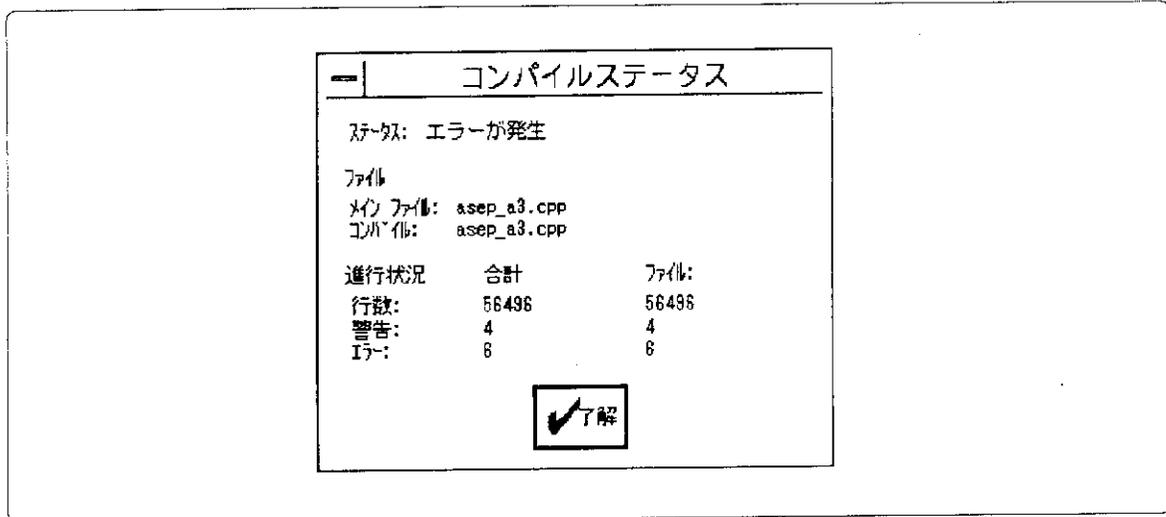


- (6) 表5. 1. 5. 2から修正したいファイル名を選択（例えば、asep\_a2.cpp）し、“asep\_a2.cpp”をクリックして、“了解”を選択するとソースリストが表示される。

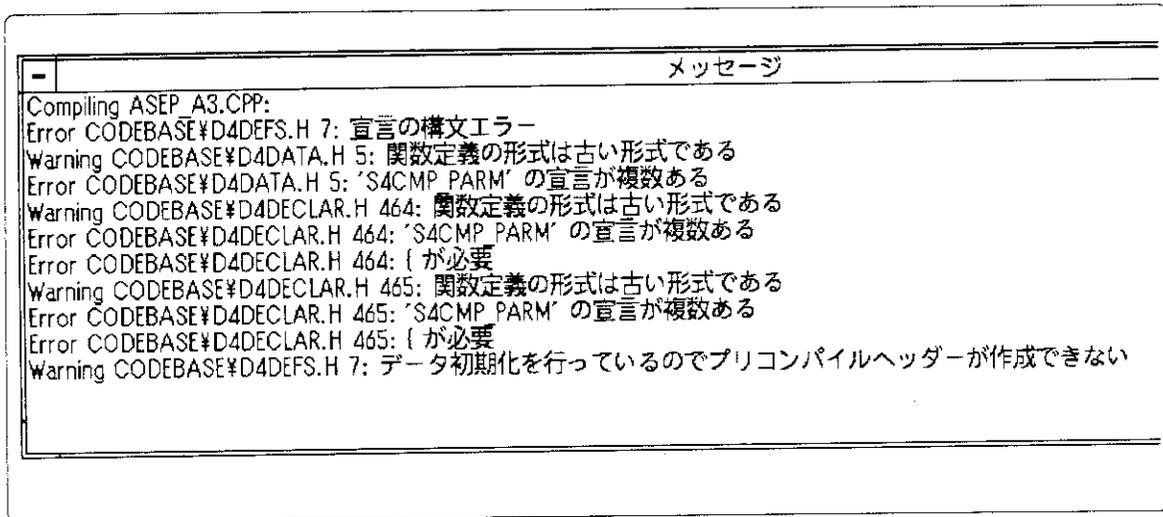
“検索”、“ツール”等の機能により特定の記号を探索することができる。これらの詳細はBorland C++のUser's Manual 参照のこと。



- (7) 修正が終了すると、“プロジェクト” → “コンパイル” を選択すると、コンパイルが開始され、“コンパイルステータス” のダイアログが表示され状況を知ることができる。エラーがあると“エラーが発生”が表示される。



- (8) “エラーが発生” でメッセージが表示される。



- (9) コンパイル終了後は“プロジェクト” → “メイク” を選択するとリンクされる。最初からメイクを選択すると、コンパイルとリンクが実行される。

- (10) リンク終了後は、“ファイル” → “終了” を選択すると、(1)に戻る。

# 謝 辞

本システムの開発及び本報告書の作成に当たり、有益な助言を頂いた人的因子研究室の田辺文也室長に謝意を表します。

# 参 考 文 献

- (1) A. D. Swain "Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications" NUREG/CR-1278 (1983)
- (2) A. D. Swain "Accident Sequence Evaluation Program Human Reliability Analysis Procedure" NUREG/CR-4772 SAND86-1996 (1987)
- (3) D. M. Ericson, Jr. Editor, T. A. Wheeler, T. T. Sype, M. T. Drouin, W. R. Cramond, A. L. Camp, K. J. Maloney, F. T. Harper "Analysis of Core Damage Frequency : Internal Event Methodology" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 1 (1990)
- (4) R. E. Hall, J. Fragola and J. Wreathall "Post Event Human Decision Errors : Operator Action Tree/Time Reliability Correlation" NUREG/CR-3010 (1982)
- (5) 行町武生、飛岡利明 "人間-機械系の定量的信頼性解析の一技法" 人間工学 19-4 pp. 197-204 (1983)
- (6) G. W. Hannaman, A. J. Spurgin "Systematic Human Action Reliability Procedure (SHARP)" EPRI NP-3584 (1984)
- (7) A. J. Spurgin, P. Moieni, G. W. Hannaman "Benchmark of Systematic Human Action Reliability Procedure (SHARP)" EPRI NP-5546 (1987)
- (8) P. Moieni, A. J. Spurgin, A. Singh "Advances in Human Reliability Analysis Methodology. Part I : Frameworks, Models and Data. Part II: PC-based HRA Software" Reliability Engineering and System Safety, Vol. 44 pp. 27-66 (1994)
- (9) U. S. NRC "Reactor Safety Study - An Assessment of Accident Risks in U. S. Commercial Nuclear Power Plants" Wash-1400 NUREG-75/014 (1975)
- (10) U. S. NRC "Severe Accident Risks: An Assessment for Five U. S. Nuclear Power Plants" Final Summary Report NUREG-1150 Vol. 1, 2 (1990. 12), Vol. 3 (1991)
- (11) R. C. Bertucio, J. A. Julius "Analysis of Core Damage Frequency: Surry Unit 1 Internal Event" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 3 Part1, 2 (1990)
- (12) R. C. Bertucio, J. A. Julius "Analysis of Core Damage Frequency: Grand Gulf Unit 1 Internal Event" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 6 Part1, 2 (1990)
- (13) R. C. Bertucio, J. A. Julius "Analysis of Core Damage Frequency: Sequoyah Unit 1 Internal Event" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 5 Part1, 2 (1990)

# 謝 辞

本システムの開発及び本報告書の作成に当たり、有益な助言を頂いた人的因子研究室の田辺文也室長に謝意を表します。

# 参 考 文 献

- (1) A. D. Swain "Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications" NUREG/CR-1278 (1983)
- (2) A. D. Swain "Accident Sequence Evaluation Program Human Reliability Analysis Procedure" NUREG/CR-4772 SAND86-1996 (1987)
- (3) D. M. Ericson, Jr. Editor, T. A. Wheeler, T. T. Sype, M. T. Drouin, W. R. Cramond, A. L. Camp, K. J. Maloney, F. T. Harper "Analysis of Core Damage Frequency : Internal Event Methodology" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 1 (1990)
- (4) R. E. Hall, J. Fragola and J. Wreathall "Post Event Human Decision Errors : Operator Action Tree/Time Reliability Correlation" NUREG/CR-3010 (1982)
- (5) 行町武生、飛岡利明 "人間-機械系の定量的信頼性解析の一技法" 人間工学 19-4 pp. 197-204 (1983)
- (6) G. W. Hannaman, A. J. Spurgin "Systematic Human Action Reliability Procedure (SHARP)" EPRI NP-3584 (1984)
- (7) A. J. Spurgin, P. Moieni, G. W. Hannaman "Benchmark of Systematic Human Action Reliability Procedure (SHARP)" EPRI NP-5546 (1987)
- (8) P. Moieni, A. J. Spurgin, A. Singh "Advances in Human Reliability Analysis Methodology. Part I : Frameworks, Models and Data. Part II: PC-based HRA Software" Reliability Engineering and System Safety, Vol. 44 pp. 27-66 (1994)
- (9) U. S. NRC "Reactor Safety Study - An Assessment of Accident Risks in U. S. Commercial Nuclear Power Plants" Wash-1400 NUREG-75/014 (1975)
- (10) U. S. NRC "Severe Accident Risks: An Assessment for Five U. S. Nuclear Power Plants" Final Summary Report NUREG-1150 Vol. 1, 2 (1990. 12), Vol. 3 (1991)
- (11) R. C. Bertucio, J. A. Julius "Analysis of Core Damage Frequency: Surry Unit 1 Internal Event" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 3 Part1, 2 (1990)
- (12) R. C. Bertucio, J. A. Julius "Analysis of Core Damage Frequency: Grand Gulf Unit 1 Internal Event" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 6 Part1, 2 (1990)
- (13) R. C. Bertucio, J. A. Julius "Analysis of Core Damage Frequency: Sequoyah Unit 1 Internal Event" NUREG/CR-4550, SAND86-2084 Vol. 5 Part1, 2 (1990)

## 付録 ASEPによるHRA実施例

WASH-1400<sup>(9)</sup>のPSA見直し解析として実施された報告書である NUREG-1150<sup>(10)</sup>には5基のプラントのまとめが記されており、プラント毎の詳細な結果は別途報告されている。HRAにはASEP法が主に使われており、ASEP法使用の参考となるので、これらの中からNUREG/CR-4550 Vol. 3 Part1, 2<sup>(11)</sup>に報告されているVEPCO (Virginia Electric Power Company)のSurry 1号機の例を紹介する。ASEP法では、2章で述べたように事象開始の前後に分けており、事象開始前では弁の回復エラーやセンサーの誤較正に対するHEPが、事象開始後ではスキルベース活動、ステップバイステップ活動に対するHEPや診断に対するHEPが評価される。

### 1. 事象開始前解析

弁の回復エラーに対しては次のようなスクリーニング基準を設けており、以下の5項目に該当しないものを対象にしている。

- ・弁解度が制御室で告知され(announced)ている
- ・弁解度が制御室で示され(indicated)、その指示が24時間毎にチェックされている
- ・弁は補修に対する回復の一環としてテストで確認された流量になっている
- ・弁は自動作動信号を受信している
- ・共通原因回復エラーは、もし同じシステムのリダンダントトレンが時間差を設けてテストされたなら評価を要求されない

ちなみに、システム解析の一般基本ルール (NUREG/CR-4550, Vol. 3のP4. 6-5の7項)では、事象開始前の弁誤開度は弁解度が制御室で告知されるか、作動系から自動開信号を受けている弁の場合には考慮されなかった、とあり同様の考え方である。

- ・“Class I tagging system”と呼ばれるシステムがあり、保守要員が機器を回復した後、2つの異なる組織により確認が為されており、このことは解析チームがプラントを訪問したとき確認している。
- ・弁の誤開度に対する事象がシステムフォールトツリー解析によって同定された。
- ・いくつかのシステムはポンプテストのために弁開度変更の必要ない構成で、このような弁は無視できる
- ・ポンプテストに時間差を付けている

以上のことから、結局残った評価が必要な回復エラーは、

格納容器スプレイポンプ・テストラインの弁2個を回復する(全閉にする)タスクに対する失敗確率で、いずれも

$$HEP = 3.0E-3$$

この値は、表2.2のⅢまたはⅣのケース（テスト後の確認が正しくされていない）から、 $RF=0.1$ となり、この値に基本HEPの0.03を掛けた結果である。

#### センサー校正のエラー

共通原因誤校正の確率計算のための基本ルール(文献(11)の表4.8-2)に次項が挙げられている。

- ① 共通原因校正エラーはCLS(Consequence Limiting System)高高、CLS高、SIAS(Safety Injection Actuation System)、RMTS(Recirculation Mode Transfer System)に対して仮定する
- ② 作動系の両トレンが故障したセンサーの誤校正が重要であった。各作動に対する論理配列が考慮された。
- ③ 共通誤校正の確率はNUREG/CR-4772によって計算された。
- ④ センサー又はオン/オフタイプの信号等の誤校正。誤校正は全くの偽りの情報を提供するために程度および故障位置が重要である。

ECCS系では、替わりの保護機能が使えるか又は替わりの計測器が、作動の必要性を運転員に警告することができる。しかし、再循環モード変換系(RMTS)のRWST水位センサーに対して、リダンダンスのあるセンサーの共通の誤校正は、運転員が使用できる指示が無くなるために全作動系が役立たないだろうと決められた。このようなことから誤校正に対しては、唯一再循環モード変換系(RMTS)のRWST水位センサーが選ばれた。その確率は  
 $HEP=3.0E-4$

この値は、表2.2のⅥで $RF=0.01$ （テストとを正しく実行することに失敗）に $BHEP=0.03$ を掛けたもの（と推定される、原文には説明なし）。

2.1節の事故前解析法を適用した例として Grand Gulfの解析例<sup>(12)</sup>を示す。対象とするエラー評価は、圧力容器の水位計センサーの校正であり、4.1.1節のASEP事故前解析でも例に用いた。この従属性の条件は

|         |               |
|---------|---------------|
| 機器数     | : 4           |
| 並列/直列   | : 並列          |
| 操作の時間間隔 | : 2分以内        |
| 記録が必要   | : 必要          |
| 機器は同一視野 | : N/A (適用しない) |

この結果

コミッションエラー : ZD (ゼロ従属)  
オMISSIONエラー : HD (高従属)

と判定された。操作機器の情報を記録するときは、操作の時間間隔が2分以内でもZDとなるのだが、HDとしている。回復の条件に対しては

注意を引く信号 : なし

操作後のテスト : あり  
 書面による確認 : あり  
 日毎、直毎のチェック記録 : なし

これは表2.2のケースⅧであり回復失敗確率は

$$RF=0.01$$

用いる数式は

$$ZD : (0.02 \times RF)^n = (0.02 \times 0.01)^4 = 1.6E-15$$

$$ZD : (0.01 \times RF)^n = (0.01 \times 0.01)^4 = 1.0E-16$$

$$HD : 0.02 \times RF \times 0.5^{n-1} = 0.02 \times 0.01 \times 0.5^{4-1} = 2.5E-5$$

従って

$$HEP=2.5E-5, EF=10 \text{ (EFの値は表2.3からケースⅧのHDと機器数4から)}$$

となる。この値は4.1.1節のASEP事故前解析(10)に示した感度解析結果に一致している。

## 2. 事象開始後解析

運転員活動の分析として、スキルベース活動とルールベース活動に分けて各々の活動に対するHEPの定量化を行う。

### (1) スキルベース活動の定量化

スキルベース活動は、記憶から実行される活動で、訓練と実習を通して獲得され、ストレスレベルや以前の事象またはタイミングにより重要な影響を受けない。また、スキルベース活動に対しては2番目の要員による確認またはチェックによる全エラー確率の減少は適用しない。

全てのスキルベース活動に対して $2.7E-3$ のエラー確率を用いるとしている。この値は、表2.4のスキルの値 $0.001$  (メディアン値) に係数 $(2.66)$ を掛けた値 (平均値) である。同定されたスキルベース活動を以下に示す。

- ・SIを手動で作動させる
- ・CLCSを手動で作動させる
- ・RMTSを手動で作動させる
- ・補助給水を手動で作動させる
- ・原子炉を手動でトリップさせる
- ・SI流量のパスを手動で交替させる
- ・充填ポンプCを手動で作動させる
- ・PORVブロック弁を手動で閉じる
- ・タービンを手動でトリップさせる

### (2) ルールベース活動の定量化

スキルベース活動に対しては画一的に $HEP=2.7E-3$ としたが、ルールベース活動では、

ストレスレベルやタスクのタイプ等の要因を考慮して決定する。前記 2.1節の事象後解析ステップによりSGTRを例にしてHEPの計算方法を概説する。

この事象のシナリオでは、1基のSGの伝熱管両端破断(600gpm $\equiv$ 136m<sup>3</sup>/hr)を想定している。すぐに加圧器圧力低でSI信号が出る。運転員は事象をSGTRと同定後、破断側SGを同定して隔離後、破断側SGとRCSの圧力が等しくなるように、RCSの冷却と減圧を開始する。減圧は、緊急時手順 EOP4.4により破損後15分以内に開始する必要がある。破断側SGの安全弁か逃し弁の開を防ぐには40分以内にRCSとSG側を等圧にする必要がある。もし減圧に失敗すると約50分でSGの安全弁か逃し弁が吹き出す。この吹き出しをきっかけに減圧の回復操作が開始される。また、吹き出し後ADVが開固着すればそのブロック弁を閉じる。

SGTRのイベントツリーを図A.1に示す。シーケンスの名称は記号で例えば、T7-OD-QSのように表し、T7はSGTRの発生、ODはRCSの減圧失敗、QSはSGのADSや補助給水等の機能喪失を表している。SGTRのこのシーケンスに関して、付録C-3節に運転員の操作として次の5項目が挙げられている。

- ① SG逃がし弁の開固着でブロック弁閉に失敗
  - ② 補助給水(AFW)タービン駆動ポンプ(TDP)への蒸気供給弁閉に失敗
  - ③ ブローダウンラインの流量停止のための弁閉に失敗
  - ④ RCSの減圧失敗
  - ⑤ ④のRCS減圧失敗に気付いた後に行う回復操作
- ④⑤の減圧はいずれも次のどちらかを操作する、a)SGのダンプ弁または逃し弁か或は、b)RCSのスプレイ弁か逃し弁。

#### (a)診断エラー

次表は、時間設定から算出した診断余裕時間と診断エラーを評価した結果で、記号は2.1節の時間設定に記されている通りであり、時間の単位はh以外は分である。Tcdの10時間は、SI流量の水源であるRWSTの容量がSGTRのリーク600gpm(2.3m<sup>3</sup>/分)では少なくとも10時間はもつということから来ている。現場への移動時間は①②③ともに10分となっているが、これは表A.1の基本ルールの2項の「現場への移動時間は少なくとも10分は必要」による。減圧に要する時間では、④は25分と推定された。ちなみに、原文の注によるとNorth Annaでは12分、Ginnaでは27分である。⑤では300°Fまで冷却すると50°F/hの冷却率で5時間を要する。

診断に関しては、①②③では、指示された手順であり、手順に従って作業するための時間が十分あるため診断エラーを考慮する必要がない。④では、運転員はSGTRを診断して減圧を開始するためにEOP4.0に従わなければならないために、活動が指示された手順であるけれども、診断エラーがここで評価されている。時間信頼性曲線の下限值が使われたのは、最近のNorth Anna SGTRから運転員が、VEPCOでSGTRに極めて(早く)気付く

ことが考慮されたことによる。診断エラー率 0.0068 は、図2.1の15分の値0.0025（メディアン値、EF=10）に係数(M=2.66)を掛けた値（平均値）である。⑤でも、指示された手順であり、手順に従って作業するための時間が十分あるのは①②③と同様である。

| 操作（略称）        | 場所       | T <sub>cd</sub> | T <sub>o</sub> | T <sub>i</sub> | T <sub>p</sub> | T <sub>a</sub> | T <sub>m</sub> | T <sub>d</sub> | 診断    |
|---------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|               |          |                 |                |                |                |                |                |                | エラ-   |
| ①SG逃し弁のブロック弁閉 | 現場       | 10h             | 50             | 10             | 10             | 20             | 9h10           | 8h50           |       |
| ②AWFのTDP蒸気停止  | 現場       | 10h             | 15             | 10             | 10             | 20             | 9h45           | 9h25           |       |
| ③ブローダウンライン停止  | 現場       | 10h             | 10             | 10             | 10             | 20             | 9h50           | 9h30           |       |
| ④減圧           | a)SG側減圧  | 制御室             | 45             | 5              | -              | 25             | 40             | 15             | .0068 |
|               | b)RCS側減圧 |                 |                |                |                |                |                |                |       |
| ⑤減圧<br>回復     | a)SG側減圧  | 制御室             | 10h            | 50             | -              | 5h             | 9h10           | 4h10           |       |
|               | b)RCS側減圧 |                 |                |                |                |                |                |                |       |

この例は単一事象であるが、マルチ事象の唯一の例としてHPI故障を伴うSGTR事象が解析されている。この場合、HPIの故障を第1事象、SGTRを第2事象としているが、マルチ事象かどうかの判定基準は明確ではなく、初期事象後10分以内に発生した事象を第2事象としており、「マルチ事象に対する診断のシーケンスは運転員へのインタビューを通して決定すべき」（文献(10)、p.21-18）と記されている。第1事象に対しては、2号機からHPIをクロス結合し、第2事象では、RCSの減圧操作を行う。そのために必要な診断時間T<sub>d</sub>は、それぞれ125分、20分と算定されており、図2.1からメディアンHEPは、6E-5で、EF=30のときM=8.5となるから平均値は5.1E-4となり、第2事象のHEPは、図の○印から1E-1でM=2.66を乗じて2.66E-1となる。

(b)タスクのタイプ

タスクのタイプは前記2.1節に示した条件で、動的タスクとSBSタスクに分類する。この例では次のように全てSBSタスクと評価された。

| ①~⑤ | 安全系が故障 | EOPは良く設計されている |       | タスク |
|-----|--------|---------------|-------|-----|
|     |        | OPはEOPを使う     | OPが1つ |     |
|     |        | OPはよく訓練されている  | 以上の活動 |     |
| ①~⑤ | NO     | YES           | YES   | SBS |

(c)ストレスレベル

ストレスレベルは前記した条件で、極めて高いストレスと適度に高いストレスの2つ

に分類する。この例では全て“適度に高いストレス”と評価された。

|     | $T_m < 2h$ | 2つ以上の<br>安全系が故障 | そのシーケンスの<br>経験を積んでいる | ストレス  |
|-----|------------|-----------------|----------------------|-------|
| ①～⑤ | NA         | NO              | YES                  | 適度に高い |

#### (d)操作エラー

以上の条件から対応操作のHEPと診断エラーを加えてトータルHEPを次のように算出している。対応操作は、前記2.1節のように最大3名のヒューマンリダンダンシーを考慮する。1人目の操作エラーは、SBSタスクでかつ適度な高ストレスという条件ならBHEP=0.032が使われている。これは表2.4の0.02（メディアン値）に係数(M=1.6)を掛けた平均値である。但し、②のATDP蒸気停止の操作エラーは、上記2つの表ではこの条件を満たしているにも係わらず0.064が使われている。原文のコメントには「この操作に対しては

| 操作（略称）        | 対 応 操 作    |            |            | $HEP_{task}$                                   |
|---------------|------------|------------|------------|--|
|               | $HEP_{op}$ | $HEP_{r2}$ | $HEP_{r3}$ |  |
| ①SG逃し弁のブロック弁閉 | 3.2E-2     | 3.2E-1     | 3.2E-1     | 3.4E-3   |
| ②AWFのTDP蒸気停止  | 6.4E-2     | —          | —          | 6.4E-2   |
| ③ブローダウンライン停止  | 3.2E-2     | 3.2E-1     | 3.2E-1     | 3.4E-3   |
| ④減圧           | a)SG側減圧    | 3.2E-2     | 3.2E-1     | —  |
|               | b)RCS側減圧   | 3.2E-2     | 3.2E-1     | 2.1E-2   |
| ⑤減圧<br>回復     | a)SG側減圧    | 3.2E-2     | 3.2E-1     | —  |
|               | b)RCS側減圧   | 3.2E-2     | 3.2E-1     | $3.2E-2 * 3.2E-1 = 2.16E-4 \rightarrow 1.4E-2$ |

潜在的に過酷か緊張の多い環境条件であるために0.032のBHEPを2倍した」とある。このようにSBSタスクでかつ適度な高ストレスと評価しながら、BHEP値の決定時に「過酷か緊張の多い環境条件」を理由に2倍則を用いている項目が数箇所ある。

この他に、大LOCA時に事故発生後16時間経過するとEOPに従い、サンプル水による再循環をコールドレグからホットレグへ切り替えるタスクに対して、時間が充分にあるため、“低いストレス”と評価して、0.02が用いられており、この値は係数を掛ける前の値（メディアン値）と推定される。このようにストレスが減ると推測されるときは、Sequoyahの解析<sup>(13)</sup>でも、弁の開閉操作時に制御盤のグラフィックが使えるなら0.02のメディアン値を使うと報告されている。

操作エラー計算法は、例えば④では、2.1節で記したように、同じ操作に対しては掛け合わせて、a), b)の操作に対しては加算するので、次のようになる。

$$HEP_{task} = 3.2E-2 \times 3.2E-1 + 3.2E-2 \times 3.2E-1 = 2.1E-2$$

全HEPは診断エラーを加算して

$$HEP_T = 2.1E-2 + 6.8E-3 = 2.9E-2$$

⑤のRCS減圧の回復操作の計算値が $2.16E-4$ で修正値を $1.4E-2$ とした理由について次のように記されている。

「 $2.1E-4$ は定量化では使われなかった。この操作は④（減圧操作 $2.1E-2$ ）に沿ったカットセットにある。それで計算されたHEPは $4.E-6$ となる。最小HEPのためのHRAガイドライン及び1つの操作での最大試み数のためのガイドラインが操作⑤の確率を修正するために、オーバーオールなカットセットHEPが、これらのガイドラインに合うように考慮された。⑤のHEPは $1.4E-2$ と計算された。」

参考のために、この説明に従って修正を試みると、先ず、表2.6の基本ルールの12項では、オーバーオールな最小HEPは $1.0E-4$ とあるので

$$1.0E-4 / 2.1E-2 = 4.7E-3 \text{ (⑤の値はこれ以上なら良い)}$$

次に、3回以上の失敗は考えない（表A.1の10項）ので、4番目（ $HEP_{T,3}$ の2番目）のHEPの0.32をとると

$$4.7E-3 / 0.32 = 0.014$$

なお、独創的対応として、SGTR事象時にSGの安全弁が開固着になった場合の回復操作が考慮され、 $HEP=0.3$ と評価された。

#### (e)PRAの中でのHEPの使われ方

以上、スキルベースのHEPも含めて表A.2に示すように合計49項目のHEPがSurry 1号機に対して評価された。このようにして算出されたHEPの、PRAの中での使われ方を簡単に述べる。図A.1のSGTRイベントツリーのT7-0D-QSのカットセット（文献(11)の付録E、PD S7より）の1つは次のBE(Base Event)の積である。BEの項目の前にHEと記されているの

| Base Event                  | HEP      | EF |
|-----------------------------|----------|----|
| SGTRの発生頻度                   | $1.0E-2$ | 5  |
| SG安全弁が閉じられない                | 1.0      |    |
| HE RCSの減圧失敗                 | $2.9E-2$ | 10 |
| SG逃がし弁が事象の初めからブロックされている     | $1.5E-1$ | 10 |
| HE 回復操作、RCSの減圧失敗            | $1.4E-2$ | 10 |
| SG安全弁への開デマンド-逃がし弁がブロックされている | 1.0      |    |

がヒューマンエラーであり、前記④⑤で評価した RCSの減圧失敗とその回復操作の2つが使われている。

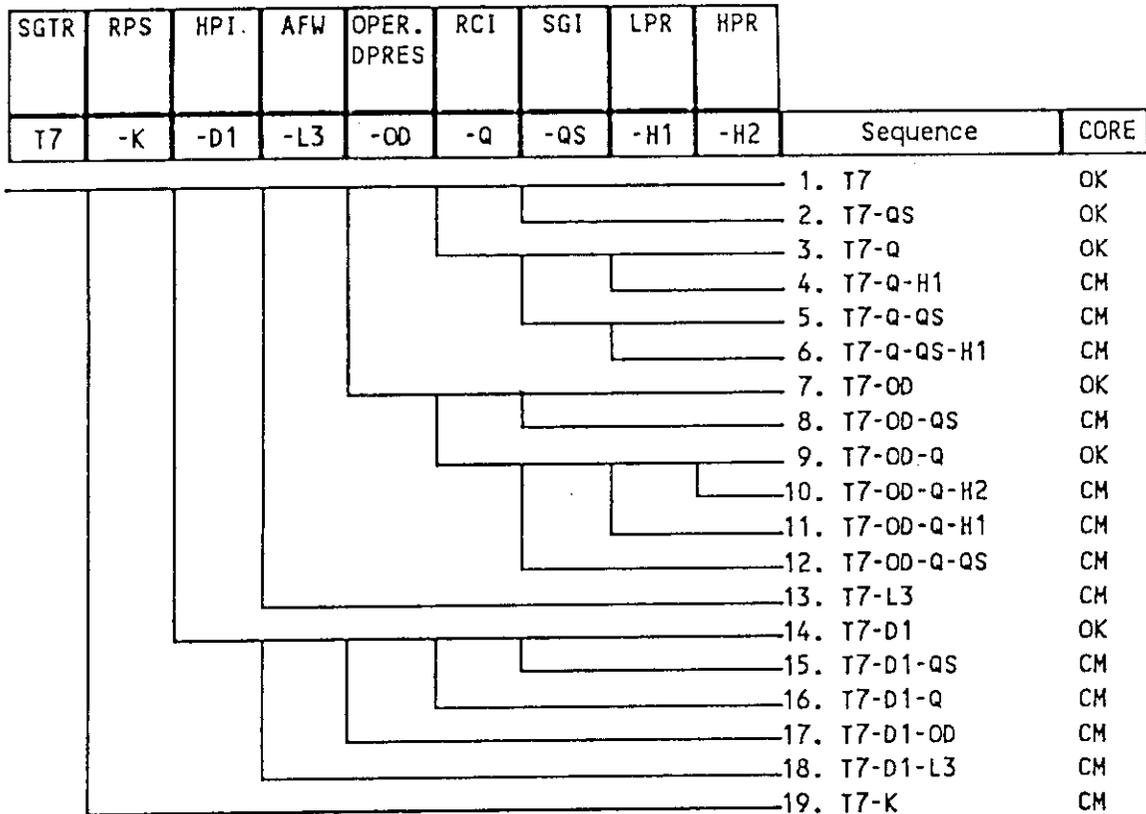
これらの積は、 $6.1E-7$  であり、SGTRに関するこのようなカットセットの値を合計(加算)すると  $1.8E-6$  となる。この値は点推定値と呼ばれるが、上表のように、算出されたHEPにはEFの大きさに依存する不確定幅があるので  $HEP/EF \sim HEP * EF$  の値を取る。(この解析では、対数正規分布には  $EF=10$ 、そうでない分布には下限値は  $1/10$  を上限値は  $10$  を掛けているため、計算上は全て  $EF=10$  と仮定しているのと同じである。) このためモンテカルロ法により不確定幅の間をランダムに変化させながら繰り返して平均値を出す。SGTRの平均値は  $1.8E-6$  であり他の事象も加えたサリ-全体の平均値は  $4.0E-5$  である。これらの解析には計算機コードSETS(Set Equation Transformation System)が使用されている。

#### (g) トップ事象への貢献度

各BEのトップ事象への貢献度は、 $BE=0.0$  として、トップ事象の確率の減少の割合を、また  $BE=1.0$  として、トップ事象の確率の増加の割合から知ることができる。例えば、SGTRに係わるBEの内“RCSの減圧失敗の回復操作( $HEP=0.014$ )”と独創的対応としての“SRV開固着の回復操作( $HEP=0.3$ )”の2つのタスクについては、減少への貢献度は前者が55のBE中2番目、後者は25番目で、増加への貢献度は前者が9番目、後者が49番目であり、いずれの場合も“RCSの減圧失敗の回復操作”は貢献度が高く、“SRV開固着の回復操作”は低いことが分かる。これはHEPの絶対値が大きくても、そのカットセットの他のBEに小さなHEPか又は小さな機器の故障確率が含まれていると、それらの積が小さくなるため、全体への貢献度も小さくなることによる。

#### (h) HEPに含まれるハードウェア故障率について

表A.2には、ヒューマンエラーだけでなくハードウェア故障率も含まれている。ディーゼル発電器の手動起動などハードウェアに全て依存する場合表2.5のASEPデータを使用する。



T7 : SGTRのトップ事象

K : 制御棒の自動挿入失敗

D1 : 高圧注入モードにおける充填ポンプ系の故障

L3 : SGへの補助給水なし

OD : 運転員が小LOCA、SGTR時にRCSの減圧に失敗

Q : 事象後（減圧終了後）閉めるべき加圧器逃がし弁の故障

QS : SGの機能喪失（逃がし弁、補助給水、蒸気ライン、崩壊熱除去ライン、ブローダウンライン）

H1 : 再循環モードにおける低圧安全注入系の故障

H2 : 再循環モードにおける高圧安全注入系の故障

図A.1 SGTRのイベントツリー（文献(1)の図4.4-7）

表A.1 Surry HRA の基本ルール (文献(1)の表4.8-5から)

- 
1. 1号機の制御室に常時SRO(Snior Reactor Oerator)とRO(Reactor Oerator)が各1名いると仮定。
  2. 制御室外でなされた活動は、1号機のSRO、RO、STA(Sift technical Adviser)を除くどのプラント要員によっても実行される。制御室外の全ての活動は、少なくとも10分の移動時間が必要とする。
  3. STAは原子炉スクラムから10分以内に制御室にいるとする。
  4. SRO/ROはEOP(Emergency Operating Procedure)またはECA(Emergency Contingency Action)を開始する
  5. 制御室に到着したSTAはCSF(Critical Safety Function)の状態ツリーによってCSFのパラメータを監視する。もしこれらのパラメータが予め決めた制限を超えると運転員は機能回復手順を命じられる。
  6. HRAは1988.3現在の手順に基づく
  7. 運転員がSIの確認または“CLS高高”確認中に不適切な機器の状態を見つけたときは、直ちに制御室から対応操作するか又は制御室外の機器を望ましい状態に回復するために直ちに誰かを派遣すると仮定する。
  8. 運転員は各要求された手順の各ステップを読む
  9. 運転員は全ての手順ステップを正確に読む
  10. HRAモデルでは、どの単一の活動も信用されるが、3回失敗すると更なる信用は与えられない。[即ち、バックアップは2回まで]
  11. ガイドラインとして、短期間(約2時間)のための $1E-4$ と長期間用の $1E-5$ の最小診断エラーが課せられた。低い方のエラー確率は、論理的理由があるときのみ使われる。
  12. ガイドラインとして、 $1E-4$ 以下のオーバーオールなエラー確率は、論理的理由があるときのみ使用される。
-

表A.2 Surry の解析で評価されたヒューマンエラー (1/3)  
(文献(II)の付録Cに算出方法が記されているもの)

| タスク名                            | タスクタイプ | ストリス | 診断エラー  | ハードエラー | 操作エラー  | 合計HEP  |
|---------------------------------|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| 給水喪失                            |        |      |        |        |        |        |
| AFWを2号機からクロス結合に失敗               | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | 3.1E-3 | 3.3E-2 | 3.6E-2 |
| F&Bの為のHPIの開始に失敗                 | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | 2.7E-2 | —      | 4.4E-2 | 7.1E-2 |
| F&Bの為のPORV開に失敗                  | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | —      | 4.4E-2 | 4.4E-2 |
| 所内電源喪失                          |        |      |        |        |        |        |
| SB0時にRCSの減圧、冷却に失敗               | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | —      | 4.4E-2 | 4.4E-2 |
| AFW水源の2号機の復水貯蔵タンクとのクロス結合に失敗     | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | 1.0E-3 | 6.4E-2 | 6.5E-2 |
| AFW 1台で1&2号機への供給に失敗(#1&2のSB0)   | 動的     | 適高   | —      | —      | 7.5E-2 | 7.5E-2 |
| AFWの2号機からクロス結合に失敗(#1のSB0)       | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | 2.7E-2 | 3.4E-3 | 2.1E-2 | 8.2E-2 |
| RCPのシール水の2号機からのクロス結合に失敗(#1のSB0) | 動的     | 適高   | —      | —      | 1.2E-1 | 1.2E-1 |
| CPCポンプ吸込み側に対する復水器WBの隔離に失敗       | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | 2.7E-2 | —      | 5.8E-2 | 6.0E-2 |
| SGTR                            |        |      |        |        |        |        |
| SG 逃がし弁の開固着でブロック弁閉に失敗           | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | —      | 6.4E-2 | 6.4E-2 |
| 補助給水のTDPへの蒸気供給停止に失敗             | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | 2.0E-3 | 3.2E-2 | 6.4E-2 |
| ブローダウンラインの流量停止に失敗               | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | —      | 3.4E-3 | 3.4E-3 |
| RCSの減圧失敗                        | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | 6.8E-3 | —      | 2.1E-2 | 2.9E-2 |
| 回復操作、RCSの減圧失敗                   | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | —      | 1.4E-2 | 1.4E-2 |
| SGTR (HPIの故障を伴う)                |        |      |        |        |        |        |
| RCSの減圧失敗                        | 動的     | 適高   | 2.7E-1 | —      | 1.3E-1 | 4.0E-1 |
| 2号機からHPIをクロス結合                  | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | 5.2E-4 | 9.8E-3 | 3.4E-2 | 4.4E-2 |
| HPIの注入パス変更で失敗                   | ｽﾌﾟｯｸ  | 適高   | —      | 6.1E-1 | 2.7E-3 | 7.4E-2 |
|                                 |        |      | —      | 5.8E-2 | 6.4E-2 |        |

表A.2 Surty の解析で評価されたヒューマンエラー (2/3)  
(文献(1)の付録Cに算出方法が記されているもの)

| タスク名                                      | タスクタイプ | ストリス | 診断エラー  | ハードエラー | 操作エラー  | 合計HEP  |
|---|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| <b>大中LOCA</b>                             |        |      |        |        |        |        |
| 再循環モード故障の自動回復に失敗                          | スティーブ  | 極高   | -      | -      | 6.4E-2 | 6.4E-2 |
| ホットレグ再循環へ切り替え失敗                           | スティーブ  | 低    | -      | -      | 4.0E-5 | 4.0E-5 |
| <b>小LOCA</b>                              |        |      |        |        |        |        |
| 2号機のHPIとのクロス結合に失敗(S2)                     | スティーブ  | 適高   | -      | 9.8E-3 | 3.0E-1 | 3.1E-1 |
| 2号機のRWST/HPIとのクロス結合に失敗 (HPI<br>(RWST)     | スティーブ  | 適高   | -      | 9.8E-3 | 1.3E-2 | 1.6E-2 |
| 2号機のRWST/HPIとのクロス結合に失敗 (HPI<br>(S2、減圧失敗後) | スティーブ  | 適高   | 2.7E-3 | 3.0E-4 | 1.1E-2 | 4.3E-3 |
| 2号機のRWST/HPIとのクロス結合に失敗 (HPI<br>(S3、減圧失敗後) | スティーブ  | 適高   | -      | 9.8E-3 | 1.3E-2 | 2.1E-3 |
| RCSの減圧失敗                                  | スティーブ  | 適高   | -      | 3.0E-4 | 1.1E-2 | 2.2E-2 |
| <b>LOCA</b>                               |        |      |        |        |        |        |
| 充填ポンプC自動起動に失敗                             | スキル    | 適高   | 2.7E-2 | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| 2号機と充填ポンプ冷却サービスイスをクロス結合                   | スティーブ  | 適高   | 2.7E-2 | 1.1E-2 | 5.9E-2 | 7.0E-2 |
| <b>ATWS</b>                               |        |      |        |        |        |        |
| 原子炉自動トリップに失敗                              | スキル    | 適高   | -      | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| タービン自動トリップに失敗                             | スキル    | 適高   | -      | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| AFW自動起動に失敗                                | スキル    | 適高   | -      | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| 非常用ボロン注入開始に失敗                             | スティーブ  | 適高   | -      | -      | 1.0E-3 | 1.0E-3 |

S2 : 小LOCA(0.5~2inch), S3 : 微小LOCA(0.5inch以下)

表A.2 Surry の解析で評価されたヒューマンエラー (3/3)  
 (文献(1)の付録Cに算出方法が記されていないもの)

| タスク名                                | タスクタイプ | ストレス | 診断エラー | ハードエラー | 操作エラー  | 合計HEP  |
|-------------------------------------|--------|------|-------|--------|--------|--------|
| SIを手動で作動させる                         | スキル    |      |       | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| CLCSを手動で作動させる                       | スキル    |      |       | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| RMTSを手動で作動させる                       | スキル    |      |       | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| 減圧後加圧器PORV開固着でブロック弁閉に失敗             | スキル    |      |       | -      | 2.7E-3 | 2.7E-3 |
| HPI弁のラックアップ故障時の注入パース変更による失敗(S3以外全て) | スキル    |      |       | 3.0E-3 | 2.7E-3 | 5.7E-3 |
| HPI弁の共通モード故障時の注入パース変更による失敗(S3以外全て)  | スキル    |      |       | 6.1E-1 | 2.7E-3 | 6.1E-1 |
| 冷却(終了)までに崩壊熱除去弁を通る蒸気隔離に失敗           |        |      |       | -      | 1.4E-2 | 1.4E-2 |
| 格納容器スプレイ熱交弁の回復失敗                    |        |      |       | 2.4E-1 | -      | 2.4E-1 |
| SG安全弁開固着の回復失敗 (独創的回復操作)             |        |      |       | 3.0E-1 | -      | 3.0E-1 |
| 1時間以内にDGの回復失敗                       |        |      |       | 9.0E-1 | -      | 9.0E-1 |
| 6時間以内にハードウェア又は共通原因故障からDG回復失敗        |        |      |       | 6.0E-1 | -      | 6.0E-1 |
| 3時間以内にハードウェア又は共通原因故障からDG回復失敗        |        |      |       | 8.0E-1 | -      | 8.0E-1 |
| 6時間以内にテスト, 保守からDG回復失敗               |        |      |       | 5.0E-1 | -      | 5.0E-1 |
| 3時間以内にテスト, 保守からDG回復失敗               |        |      |       | 7.0E-1 | -      | 7.0E-1 |
| RWST水位センサー誤較正 (事象前エラー)              |        |      |       | -      | 3.0E-4 | 3.0E-4 |
| 格納容器S7V4弁XV15の回復失敗 (事象前エラー)         |        |      |       | -      | 3.0E-3 | 3.0E-3 |
| 格納容器S7V4弁XV8の回復失敗 (事象前エラー)          |        |      |       | -      | 3.0E-3 | 3.0E-3 |
| F&BのためのPORV 1 個の開に失敗 (S2)           |        |      |       | -      | 7.1E-2 | 7.1E-2 |
| PORVブロック弁の開に失敗 (ATWS)               |        |      |       | -      | 2.3E-1 | 2.3E-1 |