

JAERI-Research

95-026



メンテナンス・エンジニアリング・システムの構築

1995年3月

材料試験炉部作業グループ

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。

入手の間合わせは、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、お申し越してください。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 いばらき印刷株

メンテナンス・エンジニアリング・システムの構築

日本原子力研究所大洗研究所
材料試験炉部作業グループ

(1995年3月3日受理)

材料試験炉部では、設備の劣化傾向を評価するシステムを構築した。このメンテナンス・エンジニアリング・システムは、JMTRの初臨界以来の点検整備、検査、故障及び補修のデータをデータベース化し、施設・装置・機器・部品の劣化傾向、補修計画及び更新時期の評価・検討を可能にする。

データベースの利用目的は、JMTRの効率的な保守の実行及び不具合施設・装置・機器の保守の判断等に寄与することである。

このシステムは、

- (1) 誰でもワープロ感覚で簡単に操作できる。
- (2) 対話型でデータを入力できること。
- (3) データシートを区分して、淡い色付け、認識しやすい配置などを配慮したレイアウトである。
- (4) 汎用のパソコン及びソフトを使用することにより廉価である。

等の特徴がある。

調査票の作成及びパソコン入力レイアウトの決定を行い、データの入力を開始し、一部入力したデータによってシステムは所期の目的を達成することが確認された。

Development of Maintenance Engineering System

Department of JMTR Project Working Group

Oarai Research Establishment

Japan Atomic Energy Research Institute

Oarai-machi, Higashiibaraki-gun, Ibaraki-ken

(Received March 3, 1995)

Department of JMTR project has developed the Maintenance Engineering System which evaluates the aging tendency of the facilities. The system is used for the repair plan and the replace period of parts, components, equipments or facilities. The system has the data-base which consists of the check data, the inspection data, the trouble data and the repair data at the JMTR since the virgin criticality.

The system is utilized maintenance works and concludes the maintenance procedures for the failure components, equipments and facilities.

This system has the following characteristics.

- (1) Anybody can operate the system as easily as word processor.
- (2) Data are put into by man-machine-interface.
- (3) The data sheets are with light color and the recognizable arrangements.
- (4) The system is cost-efficient using commercial personal computers and applications.

The research card and the layouts of the input data sheet had been formatted. Data has been begun to be put into the system and to check its functions. The result demonstrates that the system is available for preventive maintenance at the JMTR.

Keywords: Department of JMTR Project, Facility, Aging Tendency, Evaluation, Maintenance Engineering System, Data-base, Preventive Maintenance, Research Card, Data Sheet Layout

Working Group: YAMAZAKI Hiroshi, UMEDA Minoru, HIROHARA Susumu, INADA Seiji, OOTSU Hiroshi, MATSUURA Hiroshi, NEMOTO Tadashi, OOISHI Yoshihiro, KUMAHARA Hajime, KOBAYASHI Shunichi, OOHATA Akihiro, IWAKI Fumio, TAKAHASHI Kunihiro

目 次

1. はじめに	1
2. 調査票	2
2.1 調査票の様式	3
2.2 記載要領	4
2.3 調査票の記載内容	4
3. メンテナンス・エンジニアリング・システム	6
3.1 前提条件	6
3.2 システムの概要	6
3.3 システムの特徴	8
3.4 レイアウト	10
3.5 ファイル・メーカーProの起動	14
3.6 データ入力	15
4. データベースの利用	38
4.1 要望される利用事項	38
4.2 調査票の評価	38
4.3 具体的なデータベースの利用	39
5. システムの検証	41
5.1 検 索	41
5.2 統 計	42
5.3 設備劣化の評価	44
6. おわりに	46
謝 辞	46
参考文献	47
使用機種及びアプリケーションソフト	47
参考資料1 調査票の記載内容	48
参考資料2 機器同定番号の付与方法	54

Contents

1. Introduction	1
2. The Research Card	2
2.1 The Format of the Research Card	3
2.2 The Point of Research	4
2.3 Research Contents	4
3. Maintenance Engineering System	6
3.1 Premise	6
3.2 The Outline of the System	6
3.3 The Characteristics of the System	8
3.4 The Layout of the Data Sheet	10
3.5 Operation of the File Maker Pro	14
3.6 The Procedure to put Data into the System	15
4. Utilization of the Data-base	38
4.1 The Demand Items	38
4.2 Evaluation of the Research Card	38
4.3 Utilizations of the Data-base	39
5. Check of the System Functions	41
5.1 Finding	41
5.2 Statistic Calculations	42
5.3 Evaluation of Aging Tendency of a Facility	44
6. Conclusion	46
Acknowledgement	46
References	47
Personal Computers and Application Softs	47
Appendix 1 Research Contents	48
Appendix 2 Identification Number of the Machine	54

1. はじめに

材料試験炉（J M T R）は、昭和43年3月30日の初臨界以来20数年に渡って核燃料及び材料の照射並びにラジオアイソトープの製造のために運転されてきた。

材料試験炉部の運転を担当する原子炉第1課と保守を担当する原子炉第2課は、原子炉を計画通りに運転するため保守作業に最善の努力を行い、利用者の便宜を図ってきた。この間には不具合の発生等もあり、これらの原因を解明し処置しながら原子炉の運転を維持してきた。

原子炉施設を健全に保ち、安定した運転を行うため、限られた予算でより効率的に保守を実効していく必要がある。このためにはこの基となるJ M T Rの保全に関するデータ・ベースを充実させ、蓄積されたデータベースから合理的な整備の内容、補修の方法等を予知していくことが肝要である。幸いにして、材料試験炉部には今まで20数年間の些細な部品の劣化や故障のデータを含め、J M T Rに係わる点検整備、補修及び故障の事例を蓄積している。この種のデータは材料試験炉部の貴重な財産である。

これまでのJ M T Rに関する点検整備、検査、補修及び故障のデータからデータベース化を図り、施設・機器の劣化傾向及び補修・更新時期の評価・検討が可能なシステム、すなわち、メンテナンス・エンジニアリング・システムを構築するため、材料試験炉部の関連部署が提携して検討するグループを設け作業を進めている。

本業務は、作業方針を定め、その方針の基に国内各所の設備保全に係わる実態及び文献の調査を行い、メンテナンス・エンジニアリング・システムの基本となる調査票を確定した。調査票により収集したデータをファイルするパソコンのデータ入力用レイアウトを定め、入力したデータによるデータベースを利用するデータ応用メニューとして数種類の計算レイアウトを作成した。また、システムの開発と並行してデータ入力を行い、一部入力したデータによってシステムの有効性を確認した。構築したメンテナンス・エンジニアリング・システム（M E S）がJ M T Rの設備保全に有益なアドバイスを与えることが検証できたと言える。図1.1にメンテナンス・エンジニアリング・システムの構想を示す。

このメンテナンス・エンジニアリング・システムはJ M T Rの設備に対して開発したものであるが、他の原子力施設などにおいてもその施設特有の事項だけを

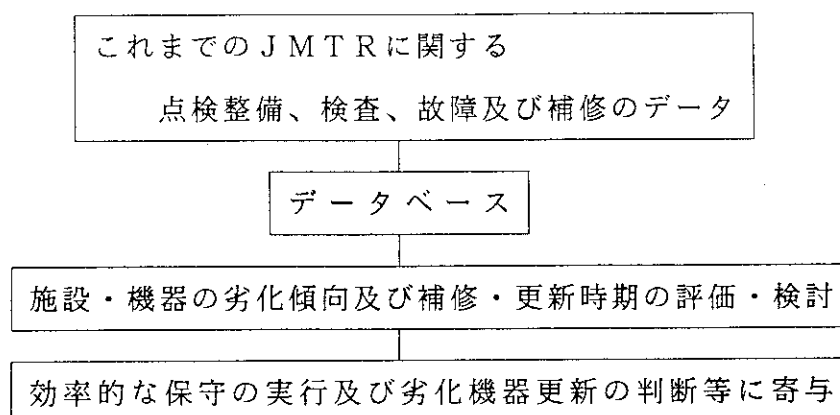


図1.1 メンテナンス・エンジニアリング・システム

その施設に合わせて変更すれば、十分利用できるものと期待される。

材料試験炉部では、J M T R のメンテナンス・エンジニアリングの方向付けを行い、調査票に基づいて調査作業及びデータ入力作業を進めている。

データベースの基礎となる調査票、システムの特徴、データの入力方法、データベースの利用等について、その手法を述べる。

2. 調査票

調査票はシステムの基本になるものであり、この内容によって結果が左右される。調査票策定上の注意点は、ある程度調査が進みデータを入力している途中で調査項目を追加または変更することに至った場合、一度調査した項目についてデータを調査し直すこととなりデータ整理に混乱を生じる。このため、調査や記載が難しい項目も敢えてピックアップしている。

従って、実際の調査に当たって、作成した調査票のすべての項目について完璧にデータを満たすことは難しい項目もあるため、記述が可能な範囲で調査を行うこととしている。すなわち、できる限りのデータを調査して記述するが、推定したようなデータは記入せず、空欄が生じていても良いものとしている。その代わり、備考欄を設けることにより作成者が気付いた点は随時、自由に記入できるように配慮している。

調査票に記載する内容は目的とするものが明確になれば、必然的に要求事項が定まってくる。このため、後に述べるデータベースの利用とは表裏一体の関係にある。終極的には前述したメンテナンス・エンジニアリング・システムの目的の

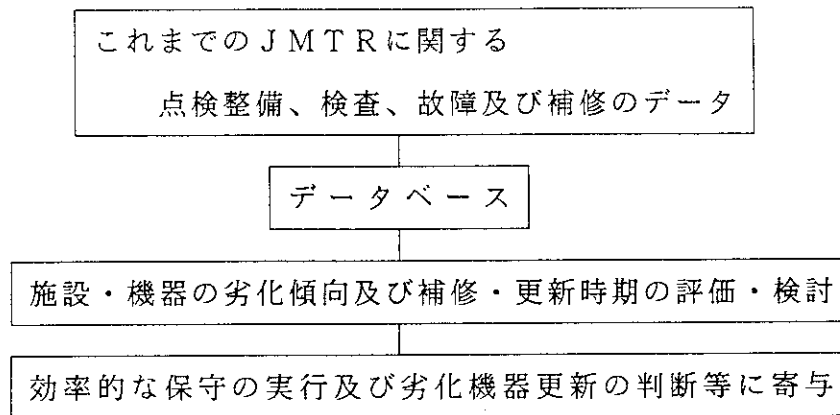


図1.1 メンテナンス・エンジニアリング・システム

その施設に合わせて変更すれば、十分利用できるものと期待される。

材料試験炉部では、J M T R のメンテナンス・エンジニアリングの方向付けを行い、調査票に基づいて調査作業及びデータ入力作業を進めている。

データベースの基礎となる調査票、システムの特徴、データの入力方法、データベースの利用等について、その手法を述べる。

2. 調査票

調査票はシステムの基本になるものであり、この内容によって結果が左右される。調査票策定上の注意点は、ある程度調査が進みデータを入力している途中で調査項目を追加または変更することに至った場合、一度調査した項目についてデータを調査し直すこととなりデータ整理に混乱を生じる。このため、調査や記載が難しい項目も敢えてピックアップしている。

従って、実際の調査に当たって、作成した調査票のすべての項目について完璧にデータを満たすことは難しい項目もあるため、記述が可能な範囲で調査を行うこととしている。すなわち、できる限りのデータを調査して記述するが、推定したようなデータは記入せず、空欄が生じても良いものとしている。その代わりに、備考欄を設けることにより作成者が気付いた点は随時、自由に記入できるように配慮している。

調査票に記載する内容は目的とするものが明確になれば、必然的に要求事項が定まってくる。このため、後に述べるデータベースの利用とは表裏一体の関係にある。最終的には前述したメンテナンス・エンジニアリング・システムの目的の

通りであるが、この目的に合わせて明確にすべき事項、すなわち、得ようとする事項が記載要求事項であり調査項目となる。図2.1 「調査事項」にこの関係を示す。得ようとする事項（すなわち、利用要望事項）に対応して必要な調査項目が

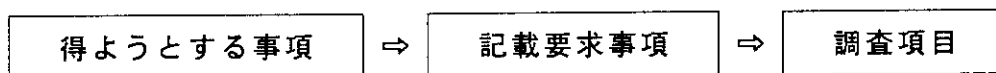


図2.1 調査事項

決まり、記述する内容（記載要求事項）が定まることとなる。図2.1 の後段の部分については4.2 「調査票の評価」で説明する。

なお、東海研究所の技術部では特定施設に対して従前から保全に係わる調査を実施しており、技術部の担当者の経験に基づく意見をJ M T R 要求事項に反映させることによって必要な調査項目の確実性を期している。

2.1 調査票の様式

図2.2 に調査票のレイアウトの概略を示す。調査票の形態は、左側は記述式で、右欄にはポイントとなる技術的項目を埋める択一式とし、左右の枠を対応させて

	記述式	択一式
全般事項	件名 []	作成者・照査・承認
状況	発生状況 []	機器名称・運転状況等
原因	原因の追求 []	原因事象の特定 設置環境 その他
処置	処置状況・対策 []	処置方法・交換部品等
備考	[] 参考図・備考	安全動作・影響など

図2.2 調査票のレイアウト〔故障／整備記録の故障記録の場合〕

いる。用紙はA3用紙とし、できる限り1枚に記載するよう1件1葉としている。調査票に納まらない時は必要に応じて資料を添付する。調査票からはみ出したデータは後述するパソコンのレイアウトでは1シートに納まる。

また、故障と点検整備について調査票は同一用紙で記載できるものとし、様式は1種類だけになっている。なお、パソコンへの入力時にはデータは共通としてレイアウトは分割する。確定した調査票を図2.3に示す。

2.2 記載要領

- (1) 前述したように、記載は全欄を網羅することは困難な項目も多いため、可能な範囲で記載する。おおよその記載方法としては、調査票の左側を主として記述し、できる限り右側の択一欄を埋める。

択一方式の項目は、データを分類整理することとなり、データ入力後の利用、特に統計計算に有効なデータとなる。

このデータが少なければ、劣化の傾向や故障原因などの統計が的確に把握されないこととなる。従って、故障した機器、補修や整備を行った機器を確実に同定する必要があり、原因についてもできる限り追求しておくことが肝要である。

- (2) 調査票を記載する場合、記述文は原稿があれば清書はせずに、その部分をコピーして添付し、直接パソコンへ入力して手間を省略する。

また、日本語ワープロ等で作成されている（フロッピー等に保管されている）場合はテキスト変換することによって入力する。

2.3 調査票の記載内容

調査票は、故障と補修に対応した「故障記録の様式」及び点検整備と検査に対応した「整備記録の様式」に共通して使用できる形態にしている。

これは多様な様式とせずに1様式とすることによって、調査作業及び入力作業を混乱させないことになる。なお、入力後のデータベースの利用に際しては、共通の事象はフィールドを同一にすることによって入力したデータを改めて整理したりすることは不要で、単純にデータが共通使用できる。

調査票の調査項目に対応して記載すべき具体的内容は参考資料1に説明する。

故障 / 整備 記録 (JMTIR)

③ 分類 1 故障 2 異常 3 整備 4 その他
 ④ 件名 ⑤ Cycle No
 ⑥ 発生状況 (整備の概要)
 ⑦ 発生日時 昭和 年 月 日 時 分 日
 ⑧ 整備日時 平成 年 月 日
 ⑨ 発生場所 昭和 年 月 日 時 分 日
 ⑩ 整備場所 平成 年 月 日
 ⑪ 発生機台 No. M -
 ⑫ 整備機台 No. R

⑬ 年度番号
 ⑭ 整理番号
 ⑮ 作成日 平成 年 月 日
 ⑯ 原子炉施設 1 原子炉施設 2 特定施設 3 その他
 ⑰ 課長 課長代理 係長 担当

⑱ 発生状況 (整備の概要)
 ⑲ 発生機台 No. M -
 ⑳ 整備機台 No. R
 ㉑ 発生機台 No. R
 ㉒ 発生機台 No. R
 ㉓ 発生機台 No. R
 ㉔ 発生機台 No. R
 ㉕ 発生機台 No. R
 ㉖ 発生機台 No. R
 ㉗ 発生機台 No. R
 ㉘ 発生機台 No. R
 ㉙ 発生機台 No. R
 ㉚ 発生機台 No. R
 ㉛ 発生機台 No. R
 ㉜ 発生機台 No. R
 ㉝ 発生機台 No. R
 ㉞ 発生機台 No. R
 ㉟ 発生機台 No. R
 ㊱ 発生機台 No. R
 ㊲ 発生機台 No. R
 ㊳ 発生機台 No. R
 ㊴ 発生機台 No. R
 ㊵ 発生機台 No. R
 ㊶ 発生機台 No. R
 ㊷ 発生機台 No. R
 ㊸ 発生機台 No. R
 ㊹ 発生機台 No. R
 ㊺ 発生機台 No. R
 ㊻ 発生機台 No. R
 ㊼ 発生機台 No. R
 ㊽ 発生機台 No. R
 ㊾ 発生機台 No. R
 ㊿ 発生機台 No. R

① 年度番号
 ② 整理番号
 ③ 作成日 平成 年 月 日
 ④ 原子炉施設 1 原子炉施設 2 特定施設 3 その他
 ⑤ 課長 課長代理 係長 担当
 ⑥ 発生機台 No. M -
 ⑦ 整備機台 No. R
 ⑧ 発生機台 No. R
 ⑨ 発生機台 No. R
 ⑩ 発生機台 No. R
 ⑪ 発生機台 No. R
 ⑫ 発生機台 No. R
 ⑬ 発生機台 No. R
 ⑭ 発生機台 No. R
 ⑮ 発生機台 No. R
 ⑯ 発生機台 No. R
 ⑰ 発生機台 No. R
 ⑱ 発生機台 No. R
 ⑲ 発生機台 No. R
 ⑳ 発生機台 No. R
 ㉑ 発生機台 No. R
 ㉒ 発生機台 No. R
 ㉓ 発生機台 No. R
 ㉔ 発生機台 No. R
 ㉕ 発生機台 No. R
 ㉖ 発生機台 No. R
 ㉗ 発生機台 No. R
 ㉘ 発生機台 No. R
 ㉙ 発生機台 No. R
 ㉚ 発生機台 No. R
 ㉛ 発生機台 No. R
 ㉜ 発生機台 No. R
 ㉝ 発生機台 No. R
 ㉞ 発生機台 No. R
 ㉟ 発生機台 No. R
 ㊱ 発生機台 No. R
 ㊲ 発生機台 No. R
 ㊳ 発生機台 No. R
 ㊴ 発生機台 No. R
 ㊵ 発生機台 No. R
 ㊶ 発生機台 No. R
 ㊷ 発生機台 No. R
 ㊸ 発生機台 No. R
 ㊹ 発生機台 No. R
 ㊺ 発生機台 No. R
 ㊻ 発生機台 No. R
 ㊼ 発生機台 No. R
 ㊽ 発生機台 No. R
 ㊾ 発生機台 No. R
 ㊿ 発生機台 No. R

⑳ 発生機台 No. R
 ㉑ 発生機台 No. R
 ㉒ 発生機台 No. R
 ㉓ 発生機台 No. R
 ㉔ 発生機台 No. R
 ㉕ 発生機台 No. R
 ㉖ 発生機台 No. R
 ㉗ 発生機台 No. R
 ㉘ 発生機台 No. R
 ㉙ 発生機台 No. R
 ㉚ 発生機台 No. R
 ㉛ 発生機台 No. R
 ㉜ 発生機台 No. R
 ㉝ 発生機台 No. R
 ㉞ 発生機台 No. R
 ㉟ 発生機台 No. R
 ㊱ 発生機台 No. R
 ㊲ 発生機台 No. R
 ㊳ 発生機台 No. R
 ㊴ 発生機台 No. R
 ㊵ 発生機台 No. R
 ㊶ 発生機台 No. R
 ㊷ 発生機台 No. R
 ㊸ 発生機台 No. R
 ㊹ 発生機台 No. R
 ㊺ 発生機台 No. R
 ㊻ 発生機台 No. R
 ㊼ 発生機台 No. R
 ㊽ 発生機台 No. R
 ㊾ 発生機台 No. R
 ㊿ 発生機台 No. R

① 年度番号
 ② 整理番号
 ③ 作成日 平成 年 月 日
 ④ 原子炉施設 1 原子炉施設 2 特定施設 3 その他
 ⑤ 課長 課長代理 係長 担当
 ⑥ 発生機台 No. M -
 ⑦ 整備機台 No. R
 ⑧ 発生機台 No. R
 ⑨ 発生機台 No. R
 ⑩ 発生機台 No. R
 ⑪ 発生機台 No. R
 ⑫ 発生機台 No. R
 ⑬ 発生機台 No. R
 ⑭ 発生機台 No. R
 ⑮ 発生機台 No. R
 ⑯ 発生機台 No. R
 ⑰ 発生機台 No. R
 ⑱ 発生機台 No. R
 ⑲ 発生機台 No. R
 ⑳ 発生機台 No. R
 ㉑ 発生機台 No. R
 ㉒ 発生機台 No. R
 ㉓ 発生機台 No. R
 ㉔ 発生機台 No. R
 ㉕ 発生機台 No. R
 ㉖ 発生機台 No. R
 ㉗ 発生機台 No. R
 ㉘ 発生機台 No. R
 ㉙ 発生機台 No. R
 ㉚ 発生機台 No. R
 ㉛ 発生機台 No. R
 ㉜ 発生機台 No. R
 ㉝ 発生機台 No. R
 ㉞ 発生機台 No. R
 ㉟ 発生機台 No. R
 ㊱ 発生機台 No. R
 ㊲ 発生機台 No. R
 ㊳ 発生機台 No. R
 ㊴ 発生機台 No. R
 ㊵ 発生機台 No. R
 ㊶ 発生機台 No. R
 ㊷ 発生機台 No. R
 ㊸ 発生機台 No. R
 ㊹ 発生機台 No. R
 ㊺ 発生機台 No. R
 ㊻ 発生機台 No. R
 ㊼ 発生機台 No. R
 ㊽ 発生機台 No. R
 ㊾ 発生機台 No. R
 ㊿ 発生機台 No. R

図 2.3 整備票

3. メンテナンス・エンジニアリング・システム

3.1 前提条件

材料試験炉部で実施しているメンテナンス・エンジニアリング・システム（MES）についてその特徴を述べながら紹介する。

本システムの構築に際して設定した前提条件は以下のとおりである。（表3.1）

表3.1 メンテナンス・エンジニアリングの前提条件

-
- (1) データ収集の範囲は、JMTRの設備保全を目的としてJMTR本体施設、特定施設及びその他とする。
 - (2) 収集するデータは、JMTRの建設時点から現時点までの期間のものとし、その後のデータも引き続き追加していく。
 - (3) データ収集のためにデータベースの基本となる様式、すなわち、調査票を決定する。
 - (4) 機器に機器固有の同定番号を付与した機器リストを整備する。
 - (5) データベースの扱いは、利用性を考慮して以下を目標とする。
 - ① 大掛かりな装置とならないもので、汎用性のある方法とする。
 - ② 誰でもが簡単に入出力できること。
 - ③ 検索、データベースの利用が容易であること。
 - (6) データベースの利用では、機器の劣化傾向など保守に有益な情報が得られるシステムを構築する。
-

3.2 システムの概要

調査票に基づいて故障、補修、点検整備及び検査に係わる過去のデータを調査し、収集すると共に今後も引き続きデータを収集する。

調査・収集したデータはパソコンMacintoshのアプリケーションソフト「ファイル・メーカーPro」を用いてデータシートに入力する。調査票の様式とパソコンの入力シートのレイアウトとは対応できるようにアレンジしている。

パソコンを用いているため、各担当者はそれぞれのパソコンで入力して、メインメモリーに一括編集することにより手軽に入力作業が行える利点があり、検索も簡単にアクセスし利用できる。(現段階ではまだネットワークを組んでいないが、ネットワークを組めば端末からホスト機にアクセスしてデータ入力し、またデータベースを利用することができる。)

このシステムに限らずデータベースには語彙の問題がある。

日本語では、かな、カタカナ、漢字、英字、その他と多岐の表現方法があり、同一の名称に多くの語彙が使用される。前提条件として「(4)機器リスト」作成の必要性を述べたが、設備、機器、計器等の名称については担当者が変われば略称が種々混在してしまうことが度々ある。このシステムでは、この点を検討の初期段階から考慮して、設備、機器、計器等の名称については設置許可申請書、設計及び工事の方法の認可申請書等の公に提示した図書をベースに正式名称をリストアップして個人差をなくすようにしており、系統台帳及び機器台帳を作成して機器固有の同定番号を付与している。(同定番号の付与方法を参考資料2に示す。)

しかし、故障部位、故障の原因などに対しては記述内容が細部に渡るため、個人によって種々の語彙が表記される。例えば、現時点までに調査票に記入された故障部位の記述では、

- (1) プリント基板、プリント板、プリントカード、プリント回路
- (2) スイッチ、SW、ボタン、つまみ、ツマミ、ダイヤルなど
- (3) 弁、バルブ、コック、栓、V-〔弁の番号〕
- (4) 空気圧縮機、圧空、コンプレッサ、コンプレッサー
- (5) ガラス、ガラス管、ガラスゲージ、レベル窓、サイトフローガラス、サイトフロー等
- (6) 配管、・・管、パイプ、ライン、チューブ、ホース

など1つの物に対して色々な言い回しがなされている。

これら種々の名称を同一のものとして認識させるには計算量が限りなく多くなってしまう。

この点、使用するソフトはポップアップメニュー、ポップアップリスト等の機能があり、リストアップした語彙を入力しておけば、個人差が無くなり、検索が

間違いないものとなる。なお、ポップアップメニューは、リストアップした名称リスト以外は入力できないが、ポップアップリストの場合は、リストアップした名称リスト以外の名称を入力できるので、データの入力された状況に応じてリストに追加していくことで整理される。

この機能は最大限に利用しており、例えば図2.3に示したように、調査項目の「原因・事象」の事項については従来の経験に基づいてリストにしているが、リスト以外の内容の事項があった場合には「その他」の欄を設けているので別途原因・事象の内容を入力できる。「その他」へ入力された事項はある期間毎に内容を検討してポップアップメニューのリストに追加することとなるが、このことによつて従来のデータに変動を来すことはない。

機器台帳では、各機器の仕様を一覧表にしているが、参考図として機器主要図面をイメージスキャナーで取り込み利用性を高めている。

3.3 システムの特徴

データの入出力に誰でも簡単にアクセスでき、利用頻度が上がることを考慮すると共に、J M T Rにおける入力数及び経費を勘案してパソコンを用いることとした。

機種は対応するアプリケーションソフトが充実しており、関連する図面等のグラフィック処理が適切で、初心者にも扱いやすいMacintoshとした。

メンテナンス・エンジニアリング・システム(M E S)の特徴を列記すると以下の通りである。

- (1) 対話型でデータが入力できる。
- (2) データシートを大きいアイテムに分類し、各区分に淡い色付けをして全体が一目で見渡せる。

入力するとき白地だけで、文字と数字が並んでいるシートに比較して、作業能率が上がると共に、目が疲れないように配慮している。

- (3) データは、パソコンMacintoshのファイルメーカーProのデータシートへ直接入力しても良いが、他の機種ソフトで作成したワープロ文であれば、テキスト変換することにより手間、誤入力なしに簡単にデータとし

てファイル・メーカーProに引用できる。従って、今までに作成したデータがワープロで整理されているものはそのまま利用できることとなる。個人によってはワープロとパソコンの使用勝手が異なるが、パソコンで直接入力しなくても良いこととなるので、個人差がほとんど無くなることになる。

- (4) 汎用のパソコンを使用することによって経費的に容易な作業となる。

データのみであれば、現在作業途中の入力データは約 1,400件であるが、これに必要なメモリーは高々 2.2M bytes である。

(入力データ件数10,000件で約 10M bytesと見込まれる。なお、調査表の様式のレイアウトで約 300K bytes である。)

フロッピー数枚あれば、アプリケーションソフトとデータの管理が可能である。MOであれば1枚あると大抵の原子炉施設の管理ができることとなる。

なお、イメージスキャナーで図面を取り込む場合は使用メモリーが多くなるので、別ファイルが無難である。また、パソコンを使用するための短所であるが、統計計算など計算式を多く使用する場合もメモリー数が多くなり出力に多くの時間を必要とする。従って、計算量の多いレイアウトのフィールドは別ファイルとしている。

- (5) 使用するパソコンの機種は、Macintoshを使用することとしたが、アイコン方式であるため、Macintoshは少しでもワープロ等のOA機器を使用した者であれば、抵抗なくパソコンの領域に入り、操作できるメリットがある。

- (6) リストの採用

技術的判断を加える択一式のデータ記入には、リストを採用することによって入力をしやすくしていること、個人差を無くしていること、データの整理を単純化していることなどの長所がある。

- (7) 応用メニューとして必要となったレイアウトを追加する要求があった場合は、必要に応じて作成し付加することができる。当然、すべてのデータはそのまま有効に利用できる。

3.4 レイアウト

3.4.1 データシートのレイアウト

加工したファイル・メーカー Pro の様式は 5 種類である。

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| (1) 様式-1 : 故障/整備記録-故障 | (レイアウト数 : 12) |
| (2) 様式-2 : 故障/整備記録-整備 | (レイアウト数 : 2) |
| (3) 様式-3 : 系統台帳 | } (レイアウト数 : 19) |
| (4) 様式-4 : 機器台帳 | |
| (5) 様式-5 : 参考図 | |

現在のレイアウトは上記の通りであり、当面の作業には変更の必要はないが、レイアウト数については、今後データを入力して変更を必要とする場合及び利用要求から充実させていく。

データを入力するデータシートは各様式に対して1つのレイアウトであり、それ以外のレイアウトは入力したデータを利用するためのものである。

3.4.2 レイアウトの内容

3.4.2.1 『様式-1 : 故障』のレイアウト

様式-1 のレイアウトの内容は次の通りである。

- (1) レイアウト1 : メニュー
(目的のレイアウトのラジオボタンを押せばそのレイアウトのシートへ移動する。)
- (2) レイアウト2 : 故障データ入力シート
(データ入力用のシートで、本システムのベースとなっている。検索の場合も主としてこのレイアウトを使用することになる。)
- (3) レイアウト3 : 分類の一覧及びプレビュー
- (4) レイアウト4 : 分類の統計
(レイアウト3、4は、分類した事象を件名毎の一覧及び統計計算した結果を表示する。)
- (5) レイアウト5 : 年度の一覧及びプレビュー

- (6) レイアウト 6 : 年度の統計
- (7) レイアウト 7 : 系統別・年度毎の故障率
(レイアウト 5、6 は、系統毎に発生した事象の一覧及び系統毎・年度毎に統計計算した結果を表示する。レイアウト 7 は、統計計算した結果を用いて、運転時間、設備数から故障率を計算表示する。)
- (8) レイアウト 8 : 原因・事象の一覧及びプレビュー
- (9) レイアウト 9 : 原因・事象の統計
(レイアウト 8、9 は、不具合が発生した原因・事象の一覧及び統計計算した結果を表示する。)
- (10) レイアウト 10 : 故障部位及びプレビュー
- (11) レイアウト 11 : 故障部位の統計
(レイアウト 10、11 は、不具合が発生した機器と部品の一覧及び統計計算した結果を表示する。)
- (12) レイアウト 12 : 報告事項の一覧
(原子炉等規制法に定める報告事項を一覧表示する。)

3.4.2.2 「様式－2：整備」のレイアウト

様式－2 のレイアウトの内容は次の通りである。

- (1) レイアウト 1 : メニュー
(目的のレイアウトのボタンを押せばそのレイアウトのシートへ移動する。)
- (2) レイアウト 2 : 整備データ入力シート
(データ入力用のシートで、本システムのベースとなっている。)

これ以外のレイアウトについては様式－1 の(3)～(12)を併用する。

3.4.2.3 「様式－3～5：系統・機器台帳及び参考図」のレイアウト

様式－3～5 のレイアウトの内容は次の通りである。

(1) レイアウト 1 : メニュー

(目的のレイアウトのボタンを押せばそのレイアウトのシートへ移動する。

メニューシートは、系統台帳、機器台帳及び参考図の枠に大きく分類している。*)

* 機器台帳については必要な台帳を選択する方式としている。これはカード型のデータシートでは入力されたデータがすべてのレイアウトにディスプレイされるため、例えばポンプの台帳に他のジャンルのデータが入り込むことになる。このため、指定したジャンルのデータだけが表示されるように入力する時点で選択する。

手順としては、図3.1 に示すメニューのシートで検索のラジオボタンをクリックすると検索条件となり、検索フィールドのポップアップメニューからリストになった台帳を指定する。指定後検索を行うと目的の台帳のシートが選定される。その後選定した台帳のラジオボタンをクリックするとデータシートが表示される。

(2) レイアウト 2、3 : 系統台帳シート、系統台帳リストのシート

(機器台帳が入力されると自動的に作成される。)

(3) レイアウト 4～16 : 機器台帳データ入力シート

(データ入力用のシートで、本システムのベースとなっている。ポンプ、空気圧縮機、ファン、ブロワー、発電機、MG、ボイラ、弁、熱交換器、タンク、ポンベ設備、核計装、プロセス計装、配電盤、制御盤、起動器盤、トランスなどの機器台帳である。)




(4) レイアウト 17 : 図面の入力用シート

(参考図として、作図またはイメージスキャナで取り込んだ図面を引用するシートである。)





(5) レイアウト 18～19 : 図面台帳シート、図面リストシート

メニュー

系統台帳

-  系統台帳
-  系統台帳リスト
-  リストの
プレビュー

図面台帳

-  参考図
-  図面台帳
-  図面リスト
-  リストの
プレビュー

機器台帳

1. 先づ機器台帳を検索して下さい。

検索

2. 検索で選定したレイアウトのボタンをクリックして下さい。

	P ポンプ		V 弁
	C 空気圧縮機		W 水処理設備
	F ファン・ブローヤ		入力ナシ
	G 発電機・MG		入力ナシ
	B ボイラ		その他の動的機器
	H 熱交換器・ 冷却塔		L フィルタ
	T タンク・ ポンペ・ポンド		入力ナシ
	X イオン交換塔		その他の静的機器
	N 核計装		入力ナシ
	I プロセス計装		入力ナシ
	E 配電盤・制御盤・ 起動器盤		入力ナシ
	R 変圧機		その他の電気機器

図3.1 台帳データ入力メニュー

3.5 ファイル・メーカー Proの起動

ここでは、メンテナンス・エンジニアリング・システム（MES）にデータを入力するのに必要最小限の手順を述べる。図3.2 に様式-1のメニューを示す。

- (1) MESをダブルクリックして起動する。
- (2) データの作成は、メニューのシートが表示されるので、「データ入力」のラジオボタンをクリックするとデータ入力用のシートが開く。（前の作業がメニューのシート以外で終了している場合はそのシートの「メニュー」のラジオボタンをクリックするとメニューのシートが開くので、メニューシートに戻って操作してもよいが、表示されたシートの「データ入力」のラジオボタンをクリックしてもよい。
すなわち、どのシートからでも目的のレイアウトのシートへアクセスできる。）
- (3) データの入力は、「編集」メニューの「新規レコード」をクリックすると新しいデータシートが開く。

その他操作一般については、アプリケーションソフト「ファイル・メーカー Pro」の説明書を参照のこと。

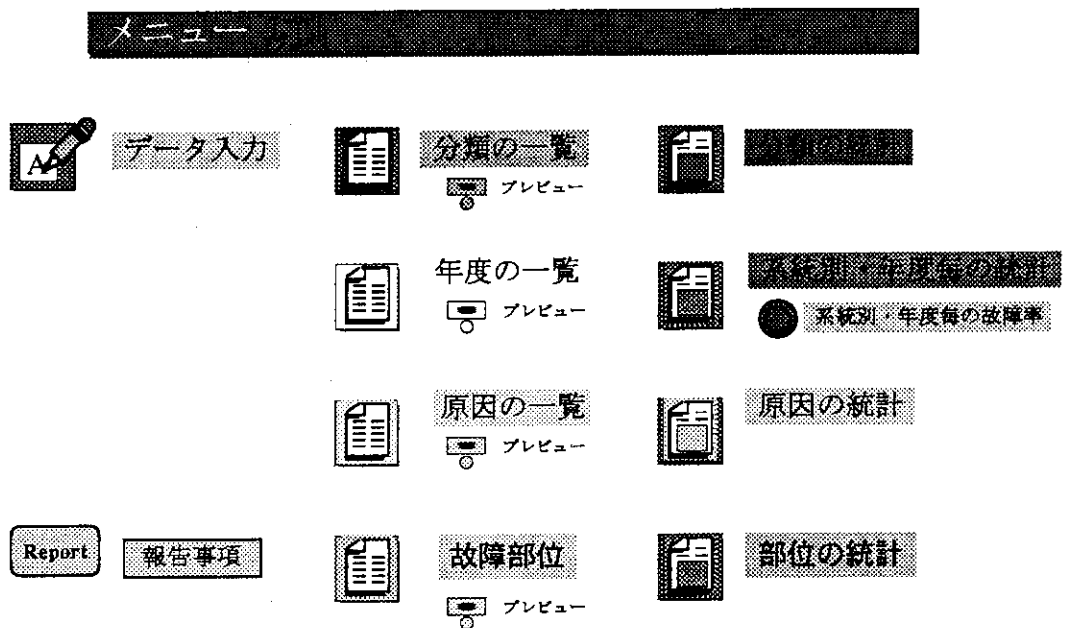


図3.2 様式-1のメニュー

3.6 データ入力

様式1～5のデータ入力用レイアウトについて説明する。

3.6.1 様式1のレイアウト2：故障データ入力シート

様式1のレイアウト1のメニューシートでデータ入力のラジオボタンをクリックすると、故障と補修に対応した故障記録の様式として図3.3に示すデータ入力用レイアウトのシートが表示される。このデータシートの入力方法について説明する。

なお、値一覧のリストについては、ポップアップメニューを〔p m〕、ポップアップリストを〔p l〕として記述する。

(1) 淡黄色の台紙〔全般〕

① 年度番号：数字

(年度番号のフィールドの枠をクリックし、数字を入力する。年度は、昭和の2桁または平成の1桁を入力する。)

② 整理番号〔記号〕：テキスト、値一覧〔p m〕

(整理番号のフィールドの枠をクリックすると、値一覧〔表3.2 値一覧表(1)〕が現れるので、目的の事項をドラッグする。)

表3.2 値一覧表(1) 整理番号の記号

- | |
|---|
| 0. 原子炉停止、 |
| (本体施設) |
| 1. 一次冷却系統、 2. 核計装・制御装置、 3. 制御棒駆動装置、 |
| 4. フルカナル・SFC 系統、 5. バックアップスクラム系統、 6. 圧力容器 |
| (特定施設) |
| 7. 給排気系統、 8. 二次冷却系統、 9. UCL 系統、 |
| 10. 電気設備、 11. ディーゼル電源、 12. 純水製造装置 |
| 13. 空気系統、 14. 窒素系統、 15. タンクヤード、 16. ボイラー、 |
| 17. 給排水 |
| (その他) |
| 18. その他 |

値一覧は、ポップアップリスト、ポップアップメニュー、チェックボックス、ラジオボタンがあるが、ほとんどポップアップメニュー（レイアウト画面では影付きの枠となる。）とした。レイアウトモードで目的のフィールドの枠をクリックし、「書式」メニューの「フィールド・・・」をクリックすると指定できる。

③ 整理番号No.：数字、自動番号入力、空欄不可、範囲指定

（1～200まで自動的に番号が入力するように設定した。

「編集」メニューの「新規レコード」をクリックすると新しいデータ・シートは「1」加算された番号になっている。）

〔なお、データに2件以上の内容がある時はサブNoを付す。No.7であればNo.7.1とNo.7.2〕

④ 分類：テキスト、値一覧〔pm〕

（分類のフィールドの枠をクリックすると、値一覧〔1故障、2異常、3整備、4その他〕が表れるので、目的の事項をドラッグする。）

⑤ サイクルNo.：数字

（サイクルNo.のフィールドの枠をクリックし、運転サイクル番号を入力する。）

⑥ 発生日：日付（西暦で記載）

〔記入例：昭和60年5月31日⇒85／5／31
平成5年12月1日 ⇒93／12／1〕

⑦ 発生時刻：時刻

〔記入例：13時34分⇒13：34〕

⑧ 処置日：日付

⑨ 件名：テキスト

（件名のフィールドの枠をクリックしてアクティブにし、内容が把握できるタイトルを入力する。）

⑩ コメント 1 : テキスト

(淡黄色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で入力する。枠は狭いが、記入量に応じて拡大する。)

(2) 淡青色の台紙〔発生状況〕

① 異常記録書 発行記号 : テキスト、値一覧〔p m〕

(フィールドの枠をクリックすると、値一覧〔R、M〕が表示される。)

② 同上 発行番号 : 数字

(フィールドの枠をクリックし、発行番号を入力する。)

③ 発生状況 : テキスト

(フィールドの枠をクリックし、発生状況を文章で入力する。)

④ 応急処置 : テキスト

(フィールドの枠をクリックし、応急処置の内容を文章で入力する。)

⑤ コメント 2 : テキスト

(淡青色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で入力する。)

(3) 淡桃色の台紙〔原因〕

① 原因 : テキスト

(フィールドの枠をクリックし、原因となった内容を文章で入力する。)

② 故障部位 : テキスト

(フィールドの枠をクリックし、故障した部位を文章で入力する。)

③ 部位の特定〔単体〕 : テキスト、値一覧〔p m〕

(フィールドの枠をクリックし、対象機器に相当するユニット名を選定する。リスト以外のものは「その他」を選定しておき、②に入力して明確にしておく。)

④ 部位の特定〔部品〕 : テキスト、値一覧〔p m〕

(フィールドの枠をクリックし、対象機器に相当するパーツ名を選定する。リスト以外のものは「その他」を選定しておき、②に入力して明確にしておく。)

⑤ コメント3：テキスト

(淡桃色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で記入する。)

(4) 薄緑色の台紙〔処置〕

① 処置内容：テキスト

(フィールドの枠をクリックし、処置した内容を文章入力する。)

② コメント4：テキスト

(薄緑色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で記入する。)

(5) 淡茶色の台紙〔備考〕

① 備考：テキスト

(フィールドの枠をクリックし、必要な情報を文章で入力する。)

② 報告：テキスト、値一覧〔p1〕

(フィールドの枠をクリックすると、値一覧が表示される。報告した場合は宛て先を選定する。宛て先がリスト以外の場合は文章で入力する。)

〔報告がある場合は、レイアウト12：報告事項の一覧に文書番号、発信日、文書名、宛先、発信者、ファイル名を入力して、書類をイメージスキャナーで様式5のデータシートに取り込み、ファイル名のフィールドに様式5のシートNoを記入する。〕

③ 参考図：テキスト

(フィールドの枠をクリックし、ファイル番号、収納場所等の情報を備考欄に記入する。様式-5に図面をイメージスキャナーで取り込んだ場合は様式5のシートNoを記入する。)

④ 引用文献：テキスト

(フィールドの枠をクリックし、引用した文献のタイトル等の情報を文章で入力する)

⑤ コメント5：テキスト

(淡茶色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で記入)

する。)

(6) 淡緑色の台紙〔QA〕

① 調書作成日：日付

② 所属：テキスト、値一覧〔p m〕

(フィールドの枠をクリックすると、値一覧〔原子炉第1課、原子炉第2課〕が表示される。)

③ 所属2：テキスト、値一覧〔p m〕

(原子炉第1課と原子炉第2課に渡って作成した場合に補充者が値一覧〔原子炉第1課、原子炉第2課〕から選定入力する。)

④ 調書作成者：テキスト、値一覧〔p m〕

(原子炉第1課と原子炉第2課の個人名をリストアップしている。)

⑤ 補充者：同上

⑥ 係長(証査1)：テキスト、値一覧〔p m〕

(原子炉第1課と原子炉第2課の係長名をリストアップ)

⑦ 代理(証査2)：テキスト、値一覧〔p m〕

(原子炉第1課と原子炉第2課の課長代理名をリストアップ)

⑧ 課長(承認)：テキスト、値一覧〔p m〕

(原子炉第1課と原子炉第2課の課長名をリストアップ)

⑨ コメント6：テキスト

(淡緑色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で記入する。)

(7) 薄赤色の台紙〔機器情報〕

① 施設区分：テキスト、値一覧〔p m〕

(対象となる施設を値一覧〔原子炉施設、特定施設、その他〕にしている。)

② 系統1：テキスト、値一覧〔p m〕

(系統、施設、設備及び機器の名称については、設計及び工事の方法の認可申請書〔設工認書〕によって分類している。系統1は設工認書による大分類で値一覧〔表3.3 値一覧表(2)〕としている。)

表3.3 値一覧表(2) 系統1

- 1. 原子炉本体、2. 核燃料物質の取扱施設・貯蔵施設、3. 原子炉冷却系統施設
- 4. 計測制御系統施設、5. 放射性廃棄物廃棄施設、6. 放射線管理施設、
- 7. 原子炉格納施設、8. 付属施設、9. その他

③ 系統2：テキスト、値一覧〔p m〕

(系統2は、設工認書による中分類の値一覧〔表3.4 値一覧表(3)〕
としている。)

表3.4 値一覧表(3) 系統2

〔原子炉本体〕

- 1. 炉心、2. 燃料体、3. 減速材・反射材、4. 原子炉容器、
- 5. 放射線遮蔽体

〔核燃料物質の取扱施設・貯蔵施設〕

- 6. 核燃料物質取扱設備、7. 核燃料物質貯蔵設備

〔原子炉冷却系統施設〕

- 8. 一次冷却設備、9. 二次冷却設備、10. 非常用冷却設備、11. その他

〔計測制御系統施設〕

- 12. 計装、13. 安全保護回路、14. 制御設備、15. 非常制御設備

〔放射性廃棄物廃棄施設〕

- 16. 気体廃棄物廃棄施設、17. 液体廃棄物廃棄施設

〔放射線管理施設〕

- 18. 屋内施設、19. 屋外施設

〔原子炉格納施設〕

- 20. 原子炉格納施設

〔付属施設〕

- 21. 非常用電源設備、22. 主要な実験設備

〔その他〕

- 23. その他

④ 系統3：テキスト、値一覧〔p m〕

(系統3は、設工認書による小分類の値一覧〔表3.5 値一覧表(4)〕

としている。)

表3.5 値一覧表(4) 系統3

〔原子炉本体〕
〔核燃料物質の取扱施設・貯蔵施設〕
〔原子炉冷却系統施設〕
(一次冷却設備) a 主循環系統、b 精製系統
(二次冷却設備) a 二次冷却系統
(非常用冷却設備) a 非常用冷却系統
(その他) a UCL系統、b プールカナル循環系統
〔計測制御系統施設〕
(計装) a 核計装 [中性子計測設備 (核計装・制御装置)]、 b その他 [プロセス計測設備]
(安全保護回路) a 原子炉停止回路、b その他
(制御設備) a 制御棒、b 御棒駆動機構
(非常制御設備) a 制御材、b 機器
〔放射性廃棄物廃棄施設〕
(気体廃棄物廃棄施設) a 通常排気設備、b 照射実験用排気設備、 c 非常用排気設備、d 排気塔
(液体廃棄物廃棄施設) a 排水系統 (第1排水系)、(第2排水系)、 (第3排水系)、(第4排水系)、 b タンヤード (排液タンク)、(第4排水系ピット)
〔放射線管理施設〕
(屋内) a エリアモニタ、b 水モニタ、c ガスモニタ、d ダストモニタ
(屋外) a 排気モニタ、b 排水モニタ
〔原子炉格納施設〕
〔附属施設〕
(非常用電源設備) a ディーゼル発電機、蓄電池
(主要な実験設備) a キャプセル照射装置、b 水カラビット照射装置、 c ループ照射装置
〔その他〕

⑤ 機器名：テキスト、値一覧 [p l]

(設備・装置・機器名・計器名を設工認書によって値一覧としているが、リスト以外の名称は文章で入力する。)

⑥ 機器No.：テキスト、値一覧 [p m]

(機器の番号を値一覧〔No. 1～No. 4、SA-1～2、SH-1～3、SR-1～2、CH-1～9〕としている。)

⑦ P M No. : 数字

(各機器、計器に付与した機器同定番号を入力する。)

(同定番号の付与方法は参考資料2に示す。)

⑧ 運転状態A : テキスト、値一覧〔p m〕

(対象となる機器の運転状態を運転期間の値一覧〔1. 常時運転、2. 炉稼働時と点検時に運転、3. その他〕としている。「3. その他」の場合はコメント7に内容を記入する。)

⑨ 運転状態B : テキスト、値一覧〔p m〕

(運転状態を連続性の値一覧〔1. 連続、2. 間欠、3. 不定期〕としている。)

⑩ 起動回数 : 数字

(できるだけ記入したい項目である。)

⑪ 設置年数 : テキスト、値一覧〔p m〕

(対象となる機器の設置年数を値一覧〔1. 1年未満、2. 1～5年、3. 6～10年、4. 11年～15年、5. 16年～20年、6. 21年以上〕としている。)

⑫ 設置年月日 : 日付

(同上であるが、設置年月日を入力する。)

(原子炉については引取日(43/9/30)を設置日とする。)

⑬ 運転時間 : 数字

(できるだけ記入したい項目である。)

⑭ 前回故障時からの運転時間 : 数字

(できるだけ記入したい項目である。)

⑮ 前回整備時からの運転時間 : 数字

(できるだけ記入したい項目である。)

⑯ 整備頻度 : テキスト、値一覧〔p m〕

(対象となる機器の点検整備のインターバルを値一覧〔1. 1年毎、

2. 不定期、3. その他〕としいる。「3. その他」の場合はコメント7へ内容を文章で入力する。）

⑰ 保守頻度：テキスト、値一覧〔p m〕

（対象となる機器の日常点検保守のインターバルを値一覧〔1. 毎日、2. 1ヶ月毎、3. 炉起動前、4. 点検時、5. 不定期、6. その他〕としている。

「6. その他」の場合はコメント7へその内容を文章で入力する。）

⑱ 待機：テキスト、値一覧〔p m〕

（スタンバイ機の有無を値一覧〔有、無〕としている。）

⑲ 設備数：数字

⑳ 常用数：数字

㉑ 整備履歴：テキスト

（最近の点検整備について要点のみ文章で入力する。整備箇所、程度、交換品など）

㉒ 保守履歴：テキスト

（最近の日常点検保守について要点のみ文章で入力する。保守内容、交換品など）

㉓ コメント7：テキスト

（薄赤色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で入力する。）

(8) 淡水色の台紙〔原因の分類〕

① 原因・事象1：テキスト、値一覧〔p m〕

（故障の原因については、値一覧〔表3.6 値一覧表(5)《原因1-00 不明、01磨耗～27切断、99その他》としている。具体的な事象である。原因が「不明」の場合は、このフィールドで入力する。

「その他」は他の2フィールドでもあり、具体的な事象の場合はこのフィールドが好ましいが、特定はしない。）

② 原因・事象2：テキスト、値一覧〔p m〕

（値一覧〔表3.6 値一覧表(5)《原因2-51疲労～75清掃不良、99そ

表3.6 値一覧表(5) 原因・事象

原因 1	原因 2	原因 3
00. 不明 01. 摩耗 02. 腐食・クラック・孔食 03. 脱落 04. 弛み 05. 歪・変形 06. 破損・折損 07. 固着・引っ掛かり 08. 亀裂 09. 汚損 10. 焼損 11. 焼付き 12. 漏洩・滲み 13. 詰まり 14. 短絡 15. 溶着 16. 導体接触 17. 接触 18. 接地 19. 断線 20. 熔断 21. 接触不良 22. 開放・接続不良 23. 絶縁劣化 24. 半田不良 25. 誤結線 26. 接触圧不足 27. 切断 99. その他	51. 疲労 52. 振動・繰返し応力 53. 過熱 54. 冷却不良 55. 潤滑不良 56. 変色 57. 異常圧力 58. 冠水 59. 塩害 60. 多湿 61. 異物混入 62. 締付け・取付け不良 63. 過負荷 64. 電圧低下 65. 電圧変動 66. 発振 67. 遮断 68. 容量不足 69. ヒートラン不足 70. 特性変化 71. 誤動作 72. 設定値変動 73. 作動不良 74. 挿入不足 75. 清掃不良 99. その他	[メーカー・サイド] 81. 設計不良 82. 製作不良 83. 製品・部品不良 84. 施工不良 85. 調整不良 [オーナー・サイド] 90. ストライキ 91. 操作ミス 92. 保守不良 [その他] 93. 第三者過失 94. ノイズ 95. 自然劣化 96. 経年 97. 地震 98. 停電 99. その他
原因・事象 <input type="text"/> (その他 <input type="text"/>)	原因・事象2 <input type="text"/> その他内容2 <input type="text"/>	原因・事象3 <input type="text"/> その他内容3 <input type="text"/>
前回故障発生の有無 <input type="checkbox"/>	前回故障品 <input type="text"/>	前回の原因 <input type="text"/>
同一原因の発生回数 <input type="text"/> 回	前回発生時期・1 <input type="text"/> ・2 <input type="text"/> ・3 <input type="text"/>	
故障品の形式 <input type="text"/>	同形式品の台数 <input type="text"/> 台	製造業者 <input type="text"/>
設計耐用年数 <input type="text"/> 年	点検周期 <input type="text"/>	機器温度Nor <input type="text"/> °C
交換部品 <input type="text"/>	交換時期 <input type="text"/>	Max <input type="text"/> °C
設置場所 <input type="text"/>	環境温度 <input type="text"/> °C	Min <input type="text"/> °C
環境湿度 <input type="text"/> %	共振 <input type="checkbox"/>	放射線の影響 <input type="checkbox"/>
流体の停留 <input type="text"/>		

の他》としている。抽象的な事象である。①と同様に「その他」は他の2フィールドでもあり、抽象的な事象の場合はこのフィールドが好ましいが、特定はしない。)

③ 原因・事象3：テキスト、値一覧〔p m〕

(値一覧〔表3.6 値一覧表(5)《原因3 - 81設計不良～98停電、99そ

の他》としている。大枠的な事象である。①②と同様に「その他」は他の2フィールドでもあり、大枠的な事象の場合はこのフィールドが好ましいが、特定はしない。)

④～⑥ その他〔3フィールド〕：テキスト

(「99その他」を選択した場合にその内容を記入する。)

⑦ 前回故障発生の有無：テキスト、値一覧〔p m〕

(以前にも対象とする機器に故障が発生したかどうかを値一覧〔有、無〕としている。)

⑧ 前回故障品：テキスト、値一覧〔p m〕

(以前発生した故障機器について値一覧〔1. 同一品、2. 同形式品、3. その他〕としている。「3. その他」の場合はコメント8へ内容を文章で入力する。)

⑨ 前回の原因：テキスト、値一覧〔p m〕

(以前発生した故障の原因について値一覧〔1. 同一、2. 異質、3. 不明、4. その他〕としている。「4. その他」の場合はコメント8へ内容を文章で入力する。)

⑩ 同一原因の発生回数：数字

(故障が発生した機器が以前に同一原因であった回数を入力する。)

⑪ 前回発生時期1～3：日付

(以前に発生した故障の時期を遡り、判る範囲で近いものから日付を入力する。多い場合はコメント8へ記入する。本システムが整備されれば検索により入力簡単となる。)

⑫ 故障品の形式：テキスト

(故障が発生した機器の形式を入力する。)

⑬ 同形式品の台数：数字

(故障が発生した機器の同形式品のJMT Rで使用している台数)

⑭ 設計耐用年数：数字

(仕様またはメーカー・カタログに記載ある場合その耐用年数を入力する。)

- ⑮ 整備周期：テキスト
(メーカー推奨の点検整備の周期を入力する。)
- ⑯ 製造業者：テキスト
(対象機器を製造した業者名を文章で入力する。)
- ⑰ 交換部品：テキスト
(メーカー推奨の定期的に交換すべき部品名を入力する。)
- ⑱ 交換時期：テキスト
(メーカー推奨の交換すべき部品の定期的な時期を入力する。)
- ⑲ 設置場所：テキスト、値一覧〔p m〕
(機器が設置されている場所を値一覧〔屋内、屋外〕としている。)
- ⑳ 〔場所〕：テキスト、値一覧〔p l〕
(対象機器が設置されている場所を値一覧〔表3.7 値一覧表(6)〕にして特定している。)
- ㉑ 環境温度：テキスト、値一覧〔p m〕
(対象機器が設置されている環境の温度を値一覧〔常温、その他〕としている。)
- ㉒ (温度)：数字
(対象機器が不具合を発生したときの環境温度が判れば記入する。)
- ㉓ 機器温度Nor：数字
(定常運転時の機器の温度を入力する。)
- ㉔ " Max：数字
(設計上の許容最高温度を入力する。)
- ㉕ " Min：数字
(設計上の許容最低温度を入力する。)
- ㉖ 環境湿度：数字
(対象機器が不具合を発生したときの環境湿度が判れば記入する。)
- ㉗ 共振：テキスト、値一覧〔p m〕
(対象機器が設置されている場所の共振の有無を値一覧〔有、無〕としている。)

表3.7 値一覧表(6) 設置場所

1. 原子炉格納建屋：
- 2 階－(1)原子炉制御室、(2)CF準備室、 中2階－(1)継電器室
- 1 階－(1)ループ制御室、(2)CF制御室、(3)炉プール、(4)カナル、
(5)JMTR-C、(6)1階(C/V)
- B 1 階－(1)熱交換器室、(2)イオン交換塔室、(3)フィルタ室、
(4)プールカナル循環系統機器室、(5)CFプール循環系統機器室、
(6)B 1 階(C/V)
- B 2 階－(1)一次冷却系統機器室、(2)トランスミッタ室、(3)B 2 階(C/V)
- B 3 階－(1)機器室、(2)トランスミッタ室、(3)B 3 階(C/V)
- B 4 階－(1)制御棒駆動装置室
- | | | |
|------------|---------------|--------------|
| 2. 居室実験室 | 3. 照射準備室 | 4. 燃料管理室 |
| 5. 機械室 | 6. ポンプ室 | 7. カナル室 |
| 8. ホットラボ | 9. ホット機械室 | 10. 電気室 |
| 11. 排風機室 | 12. 給油ポンプ室 | 13. ガスポンベ室 |
| 14. 倉庫 1 | 15. 倉庫 2 | 16. 防護機材室 |
| 17. タンクヤード | 18. フィルタバンク | 19. モニタ小屋 |
| 20. 排気塔 | 21. 二次冷却系統冷却塔 | 22. UCL系統冷却塔 |
| 23. 高架水槽 | 24. 排水系貯槽 | 25. その他 |

㊸ 流体の停留：テキスト、値一覧〔p m〕

(対象機器に流体の停留があるかないかを値一覧〔有、無〕として
いる。)

㊹ 放射線の影響：テキスト、値一覧〔p m〕

(対象機器が設置されている場所の放射線の影響の有無を値一覧
〔有、無〕としている。)

㊺ コメント 8：テキスト

(淡水色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で入力する。)

(9) 淡紫色の台紙〔処置状況〕

① 処置状況 種別：テキスト、値一覧〔p m〕

(処置状況のうち機械関係と電気関係の種別を値一覧〔1. 電気、2. 機械、3. 電気+機械、4. その他〕としている。)

② その他：テキスト

(処置状況の種別で「4. その他」の場合その内容を文章で入力する。)

③ 方法：テキスト、値一覧〔p m〕

(処置した方法を値一覧〔1. 清掃、2. 調整、3. オパ-ル、4. 部品交換、5. エ-ト交換、6. その他〕としている。)

④ その他：テキスト

(処置状況の方法で「6. その他」の場合その内容を文章で入力する。)

⑤ 交換品：テキスト

(処置で交換した部品等について文章で入力する。)

⑥ 処置費：数字

(処置に要した費用を入力する。外注の場合は契約金額)

⑦ 対策：テキスト、値一覧〔p m〕

(施した処置として採ったを対策を値一覧〔1. 修復のみ、2. 設備改善、3. 施設改造、4. 保全改善、5. その他〕としている。)

⑧ その他：テキスト

(対策で「5. その他」の場合その内容を文章で入力する。)

⑨ 故障の兆候：テキスト、値一覧〔p m〕

(機器が故障する前に何らかの兆候があったか無かったかを値一覧〔1. 兆候なし、2. 異音発生、3. 振動発生、4. 漏洩発生、5. 圧力異常、6. 温度異常、7. 電流値過大、8. 不明、9. その他〕としている。)

⑩ その他：テキスト

(故障の兆候で「9. その他」の場合その内容を文章で入力する。)

⑪ コメント9：テキスト

(淡紫色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で入力する。)

(10) 薄黄色の台紙〔影響〕

① 安全動作項目：テキスト、値一覧〔p1〕

(不具合の発生で原子炉が安全動作したかどうかを項目の値一覧〔1. Fast scram、2. Slow scram、3. R.R.、4. S.B.、5. Alarm 6. 手動停止 7. なし〕としている。)

② 影響：テキスト、値一覧〔p m〕

(対象の機器の不具合の発生が原因となって、他の設備や機器に影響を及ぼしたかどうかを値一覧〔有、無〕としている。)

③ Key Word：テキスト

(入力したデータについて入力者がキーワードを特定するフィールドを設けている。現段階ではこれを活用する予定はないが、将来的に利用の際を考慮したフィールドである。)

④ コメント10：テキスト

(薄黄色の台紙で空欄となった事項、その他参考事項を文章で入力する。)

3.6.2 様式2のレイアウト2：整備データ入力シート

図3.4に点検整備と検査に対応した整備記録の様式としてデータ入力用シートのレイアウトを示す。故障と整備は、同じ調査票によってデータを収集しているため、このシートはほとんど様式1と同じ(様式1で定義したフィールドと共通)である。相違点についてのみ説明する。(番号は様式1と対応させている。)

(1) 淡黄色の台紙〔全般〕

⑥ 整備実施期間：日付 (西暦で記載)

⑨ 工事作業名：テキスト

(整備した内容が把握できるタイトルを入力する。)

(2) 淡青色の台紙〔整備状況〕

- ③ 整備の概要：テキスト
(本件の整備を行った概要を文章入力する。)
 - ④ 整備実施業者名：テキスト
(本件の整備を行った業者名を文章で入力する。)
 - ⑥ 担当者：テキスト
(整備実施業者の担当者を文章で入力する。)
 - ⑦ 連絡先：テキスト
(整備実施業者の電話番号等を入力する。)
- (3) 淡桃色の台紙〔整備結果〕
- ① 整備結果：テキスト
(整備を行った結果を文章で入力する。)
 - ② 交換部品：テキスト
(整備で交換した部品名を文章で入力する。)
- (4) 薄緑色の台紙〔所見・考察〕
- ① 整備結果の所見・考察：テキスト
(業者が整備した結果に対して原研 J M T R の担当者の所見・考察を文章入力する。)
- (5) 淡茶色の台紙〔備考〕
- ① 添付書類：テキスト
(整備に伴って作成された図書などの必要な書類名を文章で入力する。)
 - ② 関連書類ファイル：テキスト
(本整備の図書が整理されているファイル番号を入力する。なお、様式-5に図面をイメージスキャナーで取り込んだ場合は様式5のデータシートNoを記入する。)
 - ③ 関連書類フロッピー：テキスト
(本整備のデータをワープロ等のフロッピーに入力してある場合は、そのフロッピー番号を入力する。)

(6) 淡緑色の台紙〔QA〕

様式-2 と同一

(7) 薄赤色の台紙〔機器情報〕

㉔ 機器仕様：テキスト

(整備した機器の仕様を入力する。)

㉕ 製造業者：テキスト (様式1で定義した(8)の⑰のフィールドと共通)

(整備対象機器を製造した業者名を文章で入力する。)

㉖ 整備機器の形式：テキスト

(整備した機器の形式を入力する。)

㉗ 同形式品の台数：数字 (様式1で定義した(8)の⑬のフィールドと共通)

(故障が発生した機器の同形式品のJMT Rで使用している台数)

(8) 淡水色の台紙〔原因の分類〕

㉘ 整備履歴：テキスト (様式1で定義した(7)の㉑のフィールドと共通)

(最近の点検整備について要点のみ文章で入力する。整備箇所、程度、交換品など)

(9) 淡紫色の台紙〔処置状況〕

⑫ 整備費用：数字

(整備に要した費用を入力する。)

⑬ 備考：テキスト (様式1で定義した(5)の①のフィールドと共通)

(フィールドの枠をクリックし、必要な情報を文章で入力する。)

(10) 薄黄色の台紙〔影響〕 (様式1で定義したフィールドと共通)

3.6.3 様式3～5のレイアウト4：機器データ入力シート

台帳のデータは、各機器の仕様を整理したものであるため、機器毎にデータシートのレイアウトが異なる。ここでは様式3～5のうち、様式4のレイアウト4「ポンプ」について代表的に説明すると共に様式5のデータ取り込みの概要を説明する。様式4のレイアウトについては、内容的にはポンプ以外の機器のデータシートのレイアウトも同じ要領で作成している。なお、様式3の系統台帳は、様式4の機器台帳にデータが入力されれば自動的に作られることとなる。

3.6.3.1 様式4のレイアウト4「ポンプ」のデータ入力シート

図3.5にポンプの機器台帳のデータシートを示す。内容としては様式1、2で定義したフィールドと同じ項目や特別説明を要しない項目がほとんどのため、簡単に記述する。

(1) ヘッダー〔全般〕

①作成日、②所属、③作成者は、様式1と同じ定義である。

(2) 青色の台紙〔機器の同定〕

① 機器台帳の分類：テキスト、値一覧

② 数量と単位：数字とテキスト、単位は値一覧

③整理番号No、④PMNo、⑤機器名称は、様式1で定義したフィールドと共通である。

(3) 淡黄色の台紙〔ポンプの仕様1〕

①種類、②型式、③容量、④揚程、⑤吸込口径、⑥吐出口径、⑦回転数、

⑧ベアリング、⑨単位等を数字とテキストで入力する。なお、単位は値一覧としている。

(4) 淡桃色の台紙〔ポンプの仕様2〕

① 流体、② 材質：テキスト、値一覧

③設計温度、④設計圧力、⑤使用温度、⑥出口圧力を数字で入力する。

(5) 薄茶色の台紙〔ポンプの製造〕

① 製造業者、② 製造番号、③ 製造年月日：テキスト

(6) 淡紫色の台紙〔モータの仕様1〕

① 型式、② 絶縁種：テキスト、値一覧

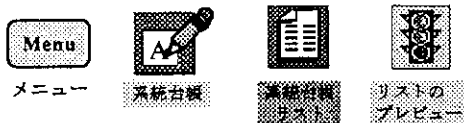
③出力、④型名、⑤電圧、⑥電流、⑦回転数、⑧ベアリングは、数字とテキストで入力する。なお、相は値一覧としている。

(7) 淡水色の台紙〔モータの仕様2〕

① 回転子、② 起動方式：テキスト、値一覧

(8) 黄色の台紙〔モータの製造〕

① 製造業者、② 製造番号、③ 製造年月日：テキスト



ポンプ

作成日
所属
作成者

様式-4-1 機器台帳(ポンプ)

P-	<input type="text"/>	機器台帳	<input type="text"/>	PM No.	<input type="text"/>
		機器名称	<input type="text"/>	数量	<input type="text"/>

ポンプ

モータ

種類	<input type="text"/>	出力	<input type="text"/>	KW
型式	<input type="text"/>	型式	<input type="text"/>	
容量	<input type="text"/>	型名	<input type="text"/>	
揚程	<input type="text"/>	電圧	<input type="text"/>	V
吸込口径	<input type="text"/>	電流	<input type="text"/>	A
吐出口径	<input type="text"/>	始算種	<input type="text"/>	種
回転数	<input type="text"/>	回転数	<input type="text"/>	rpm
ベアリング	<input type="text"/>	ベアリング	<input type="text"/>	
流体	<input type="text"/>	回転子	<input type="text"/>	
材質	<input type="text"/>	起動方式	<input type="text"/>	
設計温度	<input type="text"/>			
設計圧力	<input type="text"/>			
使用温度	<input type="text"/>			
入口圧力	<input type="text"/>			
製造業者	<input type="text"/>	製造業者	<input type="text"/>	
製造番号	<input type="text"/>	製造番号	<input type="text"/>	
製造年月日	<input type="text"/>	製造年月日	<input type="text"/>	
設置年月日	<input type="text"/>	設置環境	<input type="text"/>	
引取年月日	<input type="text"/>	設置場所	<input type="text"/>	
施工業者	<input type="text"/>	運転状態A	<input type="text"/>	
		運転状態B	<input type="text"/>	
整備履歴				
製造機番	<input type="text"/>	関連機番	<input type="text"/>	引用機番
備考	<input type="text"/>			

図3.5 機器データ入力シート (ポンプ)

(9) 淡緑色の台紙〔機器の情報〕

(様式1で定義したフィールドと共通である。)

(10) 白色の台紙〔整備〕

(様式1で定義したフィールドと共通である。)

(11) 緑色の台紙〔関連図書・備考〕

(様式1で定義したフィールドと共通である。)

3.6.3.2 様式5のデータ取込みの概要

画像のスキャンと貼り付け方法は、幾つかの手順があるが、最も簡単なものを説明する。図面は、

(1) イメージスキャナーによる画像の取り込み。

⇒ (2) 取り込んだスキャナー画像をグラフィックソフトのPhotoShop, Ultra Paint などに変換。

⇒ (3) File Maker Proへの貼り付け。

の手順となるが、(1)と(2)の説明は省略する。ただし、グラフィックソフトではファイル形式を「P I C Tファイル」にしておくこと。PhotoShop またはUltra Paint の「P I C Tファイル」からの取り込みは、

(1) File Maker Proを開き、〔編集〕で、〔新規レコード〕をクリックする。

(2) ピクチャーフィールド(参考図の枠)をアクティブにする。

(3) タイトル・バーの〔ファイル〕の〔データ取り込み・・・〕をクリックすると、「ファイル名表示リスト」が表示されるので、「現在のフィールドにピクチャーファイルを取り込む」をクリックする。

(4) ファイルタイプを「ポップアップメニュー」から「P I C T」にする。

(5) 取り込むファイルを選択して「開く」をクリックすると、ピクチャーがフィールドに表示される。

図3.6 にイメージスキャナーでUltra Paint に取り込んだ制御棒駆動機構の図面をFile Maker Proの様式-5の参考図書データシートに引用発行した例を示す。

参考図書 (図面 その他)

故障調査票 様式-5 参考図 制御棒駆動機構

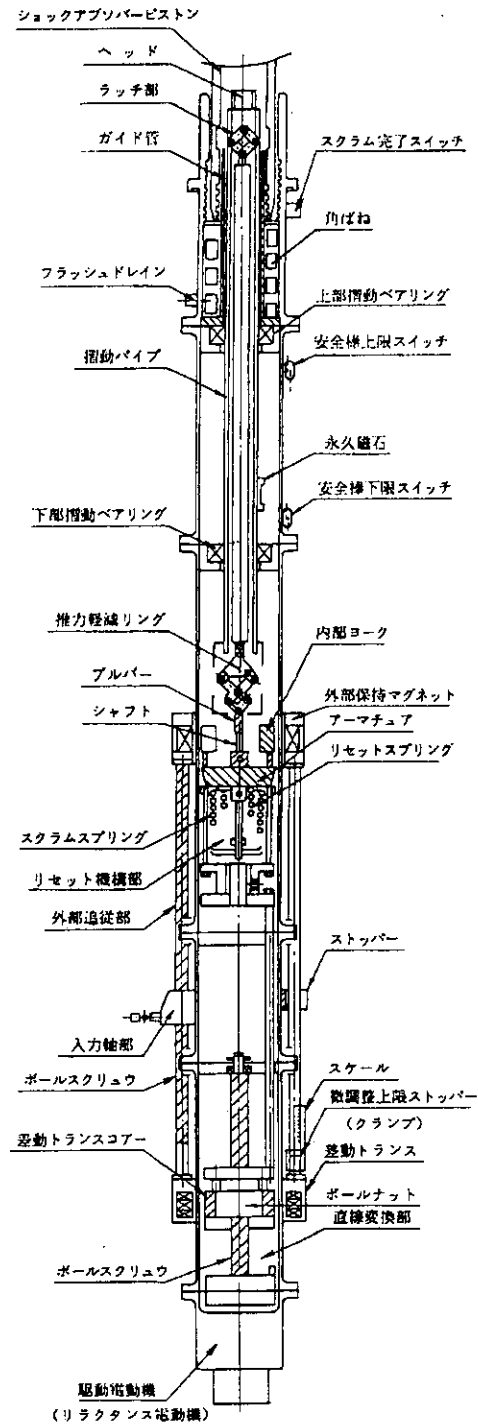


図3.6 図面データ入力の場合 (制御棒駆動機構)

4. データベースの利用

4.1 要望される利用事項

従来の整備、検査、補修及び故障の記録を整理し、データベースを作成した結果をJMT Rで利用する場合、次のような事項を主要なものとして想定している。

- (1) 点検頻度（周期）の決定
- (2) 更新機器・更新周期の決定
- (3) 交換部品の交換時期の決定
- (4) 使用機器寿命と予備品補充の判断

を行う場合の判断材料として参考に資する。また、不具合発生時には、

- (5) 同様な事象の検索とその時の原因、処置方法

を活用する。更に、

- (6) 年度毎の故障・補修の物量と使用金額の把握。
- (7) 機器更新時の改良点、機種選定等の参考
- (8) 寿命延長の保守方法・程度・頻度の方向付け
- (9) 寿命延長の対策、故障防御の対策
- (10) 応急操作マニュアル等の要領書の見直し

などの利用の可否についても検討していく予定である。

これらの項目は、先に述べた調査票で目的としたアウトプットに相当するものである。

4.2 調査票の評価

調査した結果が利用に対しどの様に反映されるかを評価した。

2章「調査票」において、「調査票に記載する内容はデータの利用とは表裏一体の関係にある。」と述べたが、前述の「図2.1 調査事項」を變形すると図4.1

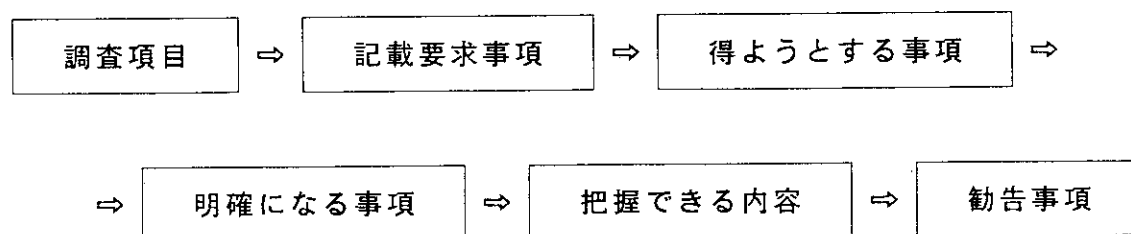


図4.1 調査と利用の流れ

「調査と利用の流れ」のようになる。この流れ図に従って、作成した調査票の調査項目について評価した結果を図4.2「調査票の評価」に示す。図は左端の調査項目から右へと流れていく。2列目の「記載要求事項」は「調査項目」に記述する内容を示す。

「得ようとする事項」は記述すべき内容の意図を示す。意図通りの内容が得られた場合、その結果として「明確になる事項」があり、明確となった内容の検討によって、例えば「劣化の経年の推定」が「把握」され、それに基づき必要に応じて、「設備更新」の「勧告」となる。

なお、「勧告」事項が期待している内容が不足する場合は、その事項を明確にして、図4.1「調査と利用の流れ」と逆の流れを辿れば不足する調査項目が明確となる。

材料試験炉部では、調査項目を決定した後、この評価を行って不足する項目を追加することにより調査票を確定している。なお、この評価は利用と対応したものであり、今後も見直してシステムを改良していく必要がある。

4.3 具体的なデータベースの利用

(1) 検索

4.1 (5)項「同様な事象の検索とその時の原因、処置方法」の活用では、不具合発生時に同様な事象があったか無かったかの検索を行うことは、最も利用の多い事項であるが、キーワードは特定しなくても任意に検索できる点がこのシステムの長所である。

調査票の右欄は択一式としているため、リストアップされた語彙をキーワードとして検索できる。左欄は記述式としているので検索を希望する任意の語彙、例えば機器名称、事象の具体的な内容等を入力すればそれに相当するデータが提示され、キーワードに束縛されずにデータが利用できる。

① レイアウト1のメニュー（レイアウト1でなくても各レイアウトにはラジオボタンを設けているので目的のボタンが良い。）で「データ入力」のラジオボタンをクリックする。

② タイトルバーの「編集」をクリックし、「検索」を選択する。

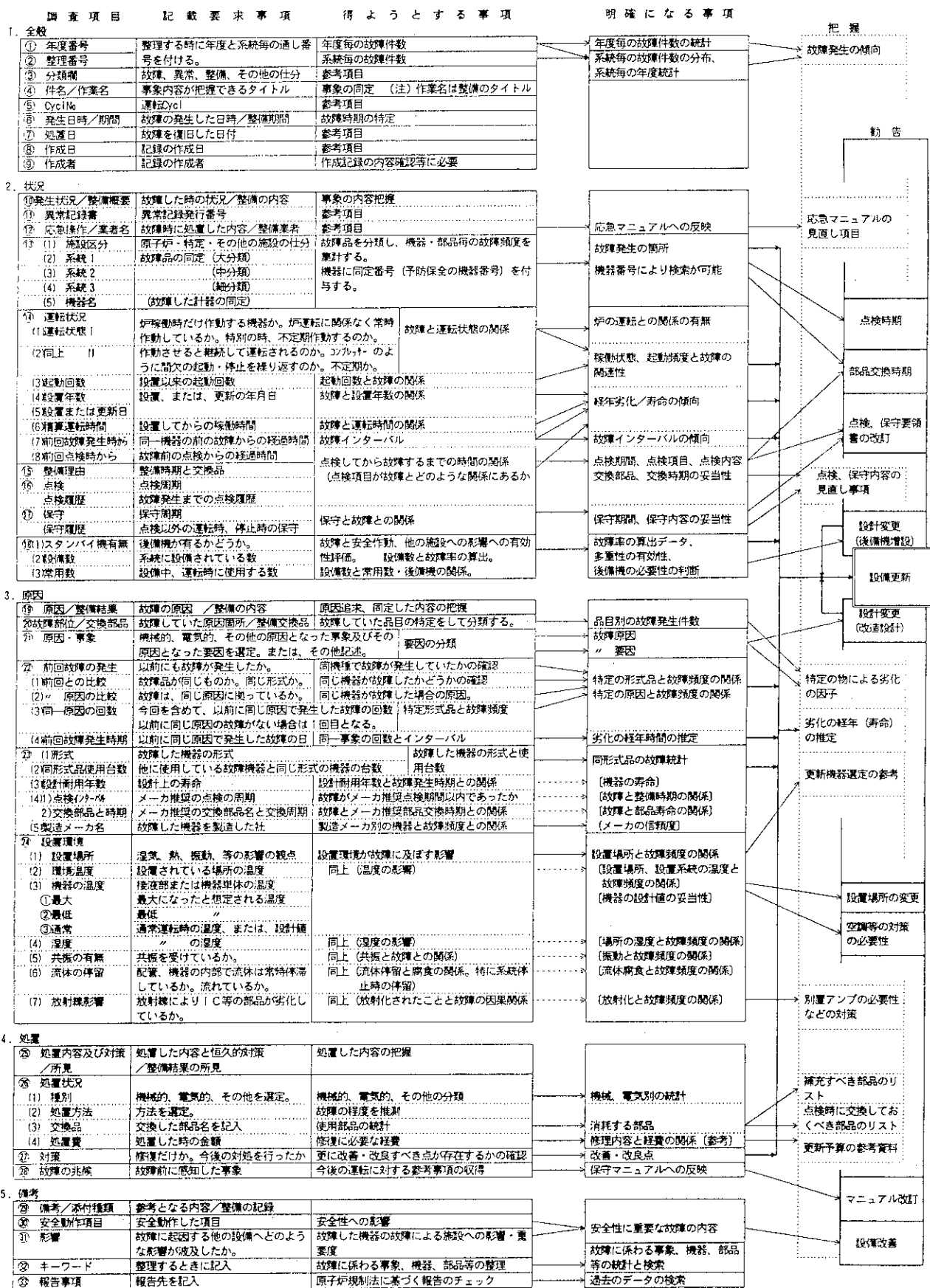


図4.2 調査票の評価

どの「フィールド」でも良いが、検索しようとするフィールドをクリックしてアクティブにする。

- ③ 検索しようと思っている語彙を入力して、左の検索枠をクリックすると、検索している語彙に相当するシートが選別され表示される。

(2) 一覧表と統計

分類、故障原因、故障部位などを統計計算させており、そのレイアウトのデータシートを表示すれば、その時点で入力されているデータに応じた一覧と統計が出力される。

この応用メニューは、このシステムを今後活用していくに従って種々の要求が出てくるものと想定され、必要に応じて増築していく計画である。

(3) 故障率の算出

(2)で計算した統計データを用いて、KaleidaGraph及びExcelに入力してグラフ化等の図形表示を行っている。

- (4) この外の利用については、現場のニーズに応じて利用形態を定め、機能拡充を計り、より応用価値のあるシステムとしていく方針である。

5. システムの検証

一部入力した約 1,400件のデータを用いて具体的な応用例についてシステムの検証を行った。

5.1 検索

通常運転において機器が不具合になった場合には前例を参考にすることができる。例えば、排気送風機が停止した時、排気送風機の係わる検索を行うにはパソコンを起動することから始めても、数分程度で検索が可能であり、排気送風機に関連したデータが提示される。これが停止した事象を観てみると数件あり、その原因は強風であることが多かった。その日は風が強い日であり、結局原因は強風による負圧であることが判明した。当然このような利用はデータとして前例が入力されていないなければならない。

また、不具合になってしまう前に、プロセス・データ等が異常な挙動を示す場

合も早めにデータを検索することで、不具合発生を未然に防ぐことも可能性が
ある。

最近発生した例としては、兵庫県南部地震の発生後に耐震性が問題となり、関
係官庁から今までJMT Rが地震でスクラムした事例が求められた。この関連の
データは既に入力されていたため、直ちに対処することができている。

5.2 統計

統計処理した例を図5.1 と図5.2 に示す。図5.1 は系統別・年度毎の不具合発
生の状況を入力済みの約 1,400件のデータで計算させたものである。

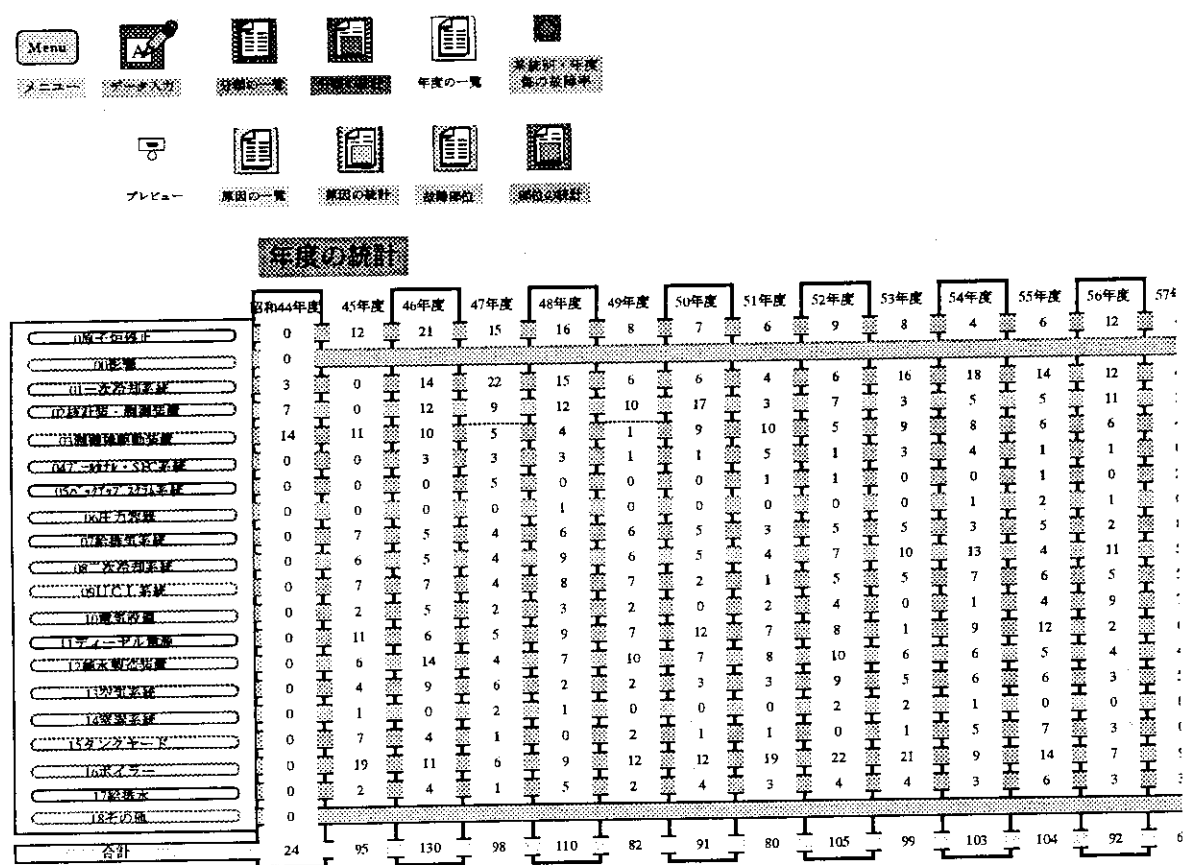
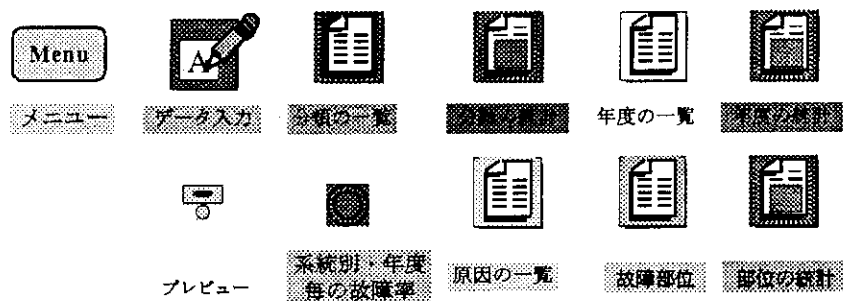


図5.1 系統別・年度毎の不具合発生の状況

(データシートが横長のため一部省略している。)

また、図5.2 は故障が発生した原因をフィールドで定義したリストに応じて出力
させたものである。

前述したように統計データは、あらかじめフィールドのデータを統計処理する計算のレイアウトを作成している。従って、データの利用は目的とする統計のレイアウトを開けば、自動的にその時点で入力されているデータに応じた統計結果が表示される。



原因・事象の統計

原因・事象 1		原因・事象 2		原因・事象 3	
00. 不明	29	51. 疲労	0	[メーカー・サイド]	
01. 摩耗	20	52. 振動・繰返し応力	5	81. 設計不備	12
02. 腐食・クラック・孔食	64	53. 過熱	3	82. 製作不良	3
03. 脱落	6	54. 冷却不良	6	83. 製品・部品不良	230
04. 弛み	20	55. 潤滑不良	17	84. 施工不良	10
05. 歪・変形	9	56. 変色	0	85. 調整不良	42
06. 破損・折損	52	57. 異常圧力	6	[オーナー・サイド]	
07. 固着・引っ掛かり	18	58. 冠水	2	90. ストライキ	17
08. 亀裂	13	59. 煤害	1	91. 操作ミス	22
09. 汚損	6	60. 多湿	0	92. 保守不良	16
10. 焼損	12	61. 異物混入	16	[その他]	
11. 焼付き	2	62. 締付け・取付け不良	18	93. 第三者過失	4
12. 漏洩・滲み	49	63. 過負荷	3	94. ノイズ	12
13. 詰まり	13	64. 電圧低下	5	95.	1
14. 短絡	4	65. 電圧変動	2	96. 経年劣化	75
15. 溶着	1	66. 発振	0	97. 地震	7
16. 導体接触	0	67. 遮断	0	98. 停電	12
17. 接触	6	68. 容量不足	3	99. その他	338
18. 接地	3	69. ヒートラン不足	2		
19. 断線	36	70. 特性変化	5		
20. 溶断	7	71. 誤動作	10		
21. 接触不良	29	72. 設定値変動	7		
22. 開放・接続不良	6	73. 作動不良	36		
23. 絶縁劣化	9	74. 挿入不足	3		
24. 半田不良	2	75. 清掃不良	7		
25. 誤結線	5				
26. 接触圧不足	4				
27. 切断	8				

図5.2 故障の原因・事象の統計結果

5.3 設備劣化の評価

設備劣化の評価に主眼を置いて、制御棒駆動装置における事例について故障率を求め、故障と経年との関係を検討して、構築したシステムの有効性をサウンディングした。この検討では、材料試験炉が原研に引き渡された昭和43年末から10数年間に渡るデータを入力して試行している。

制御棒駆動装置に関する故障発生は昭和44年2月5日から始まっているが、起算日としては昭和44年度から年度毎にとりまとめた。データは上記5.2項の統計計算の結果のデータである。

このデータを基に制御棒駆動装置に係わる年度毎の故障発生件数、運転時間と

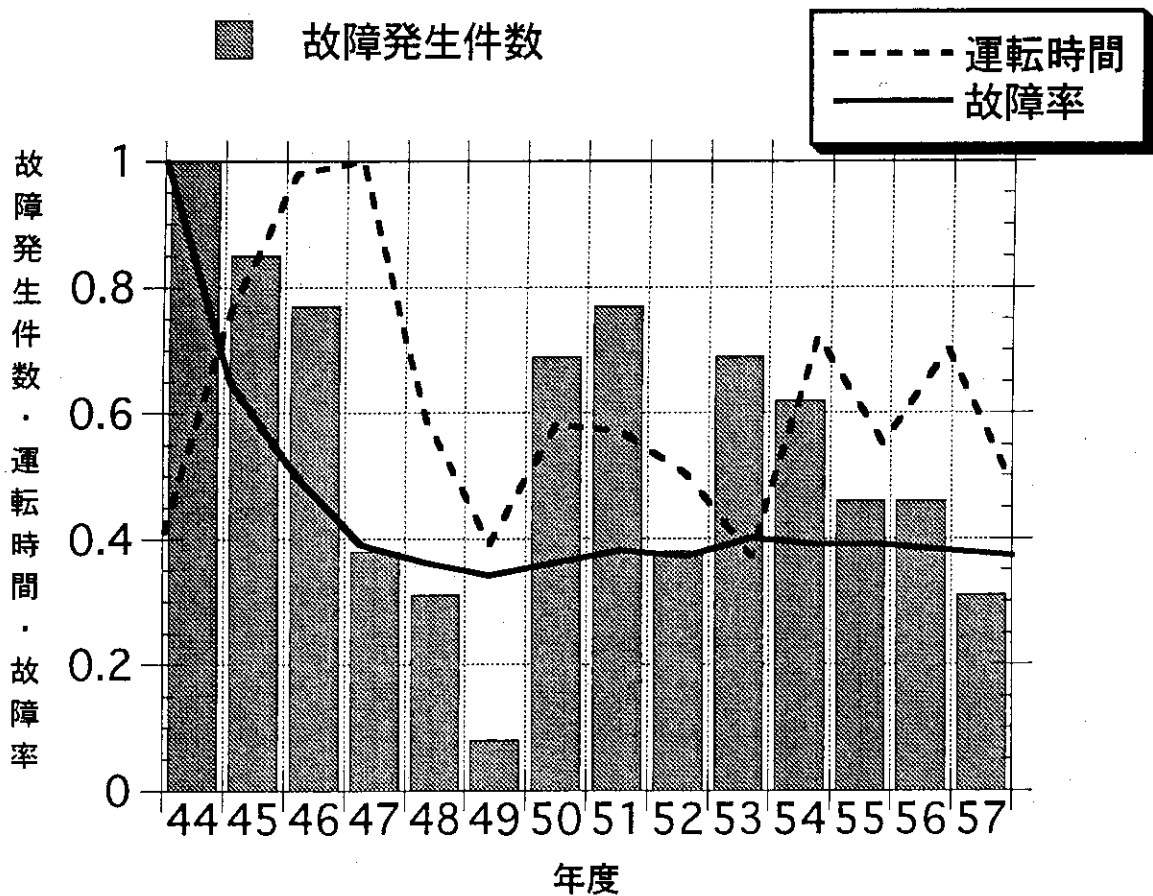


図5.3 制御棒駆動装置に係わる系統別・年度毎の故障発生件数、運転時間と故障率の関係

故障率の関係を示すと図5.3 のようになる。〔数値は規格化した。〕

一般に故障率 λ はバスタブ曲線を示すものと想定される。図から初期故障段階である昭和44年、45年は設計、製作上の不具合が発生した初期故障であるといえる。その後は供用中の偶発故障が発生したものと見られ、この時点では未だ磨耗故障段階には至っていないことが判明する。制御棒駆動装置に係わって発生した故障率は、かなり理論に沿った結果となっている。

J M T Rでは設備の劣化の程度を知り、設備更新の判断材料を求めるという予防保全の目標に対して制御棒駆動装置の劣化について検討を行った。今後の調査で磨耗故障段階に至ったと言えるデータが揃えば、設備更新に対してバックアップするデータとなろう。

なお、本検討に当たっては次のような点を考慮しておく必要がある。

- (1) 設備の対象が異なれば、偶発故障段階の期間も異なってくる。
- (2) 点検整備の程度によって、例えば、部品を交換する場合と交換しない場合とでは、故障の発生は変動する。

従って、事後保全だけでなく、予防保全として点検整備が行われた場合は、当然故障発生は減少する。毎年同じ時期に同じ程度の点検整備がなされていることはないため、故障発生件数のデータにはバラツキが生じることになる。

- (3) 制御棒駆動装置に関する限り、故障と経年との関係がある程度理論的に期待できる見通しが得られた。

しかし、制御棒駆動装置のように単独の設備として調査結果がまとまり、かなりの量のデータが存在する場合は検討が可能であるが、これも、データのサンプル数が少ない機器を取り扱う場合には、故障率、信頼度として検討するには至らないことも考えられる。

- (4) このためにも、データベースとしてより多くのデータが蓄積されることが望まれる。

6. おわりに

材料試験炉部ではメンテナンス・エンジニアリングの手法を確立した。今後、データベースをできる限り入力して利用価値を高めていくことが次の段階の作業である。そのため多大な時間を必要とすることとなるが、多くのデータが蓄積された結果、データは平均化されて普遍的な値となり、開発したメンテナンス・エンジニアリング・システムは運転、保守に的確なアドバイスを与えることが期待できる。

更に、利用を通して必要な情報の形態は、現場のニーズに合わせて応用メニューを増やす等、引き続きシステムの改善及び拡充を継続していく。

謝辞

今回の作業にあたって、前材料試験炉部長の齋藤實氏のご指導の元、原子炉第1課及び原子炉第2課を中心に検討を進めてきた。齋藤前部長には適切なお指導をいただくと共に作業実施上の便宜を計って頂いた。小山田六郎材料試験炉部長及び新保利定材料試験炉部次長からシステム構築の方針等について貴重な助言をいただいた。原山泰雄主任研究員には、データの統計処理等の技術上のご指導を得た。ここに感謝の意を表します。

メンテナンス・エンジニアリングの考え方について相談に預かり、また、貴重な資料を提供していただいた計測研究室の荒克之室長、片桐政樹主任研究員及び角田恒巳主任研究員にお礼申し上げます。

保守に関して経験豊富な技術部の関口一雄前部長、庄司勝昭業務課長、埜英雄施設第2課長、池田忠夫係長、大和田豊克主査から適切なお指導を得た。ここに感謝の意を表します。

電力中央研究所の原子力情報センター横田耕治次長及びヒューマンファクター研究センター藤本順三主任研究員には貴重なご意見をいただいた。ここにお礼申し上げます。

アプリケーションの利用とレイアウト作成に関しては計画課の島川聡司氏及び材料試験炉業務課の並木伸爾氏の協力があり、資料調査には材料試験炉業務課（現在：高崎研究所・放射線高度利用センター・放射線照射業務課）外岡英治氏及

6. おわりに

材料試験炉部ではメンテナンス・エンジニアリングの手法を確立した。今後、データベースをできる限り入力して利用価値を高めていくことが次の段階の作業である。そのため多大な時間を必要とすることとなるが、多くのデータが蓄積された結果、データは平均化されて普遍的な値となり、開発したメンテナンス・エンジニアリング・システムは運転、保守に的確なアドバイスを与えることが期待できる。

更に、利用を通して必要な情報の形態は、現場のニーズに合わせて応用メニューを増やす等、引き続きシステムの改善及び拡充を継続していく。

謝辞

今回の作業にあたって、前材料試験炉部長の齋藤實氏のご指導の元、原子炉第1課及び原子炉第2課を中心に検討を進めてきた。齋藤前部長には適切にご指導をいただくと共に作業実施上の便宜を計って頂いた。小山田六郎材料試験炉部長及び新保利定材料試験炉部次長からシステム構築の方針等について貴重な助言をいただいた。原山泰雄主任研究員には、データの統計処理等の技術上のご指導を得た。ここに感謝の意を表します。

メンテナンス・エンジニアリングの考え方について相談に預かり、また、貴重な資料を提供していただいた計測研究室の荒克之室長、片桐政樹主任研究員及び角田恒巳主任研究員にお礼申し上げます。

保守に関して経験豊富な技術部の関口一雄前部長、庄司勝昭業務課長、塙英雄施設第2課長、池田忠夫係長、大和田豊克主査から適切にご指導を得た。ここに感謝の意を表します。

電力中央研究所の原子力情報センター横田耕治次長及びヒューマンファクター研究センター藤本順三主任研究員には貴重なご意見をいただいた。ここにお礼申し上げます。

アプリケーションの利用とレイアウト作成に関しては計画課の島川聡司氏及び材料試験炉業務課の並木伸爾氏の協力があり、資料調査には材料試験炉業務課（現在：高崎研究所・放射線高度利用センター・放射線照射業務課）外岡英治氏及

6. おわりに

材料試験炉部ではメンテナンス・エンジニアリングの手法を確立した。今後、データベースをできる限り入力して利用価値を高めていくことが次の段階の作業である。そのため多大な時間を必要とすることとなるが、多くのデータが蓄積された結果、データは平均化されて普遍的な値となり、開発したメンテナンス・エンジニアリング・システムは運転、保守に的確なアドバイスを与えることが期待できる。

更に、利用を通して必要な情報の形態は、現場のニーズに合わせて応用メニューを増やす等、引き続きシステムの改善及び拡充を継続していく。

謝辞

今回の作業にあたって、前材料試験炉部長の齋藤實氏のご指導の元、原子炉第1課及び原子炉第2課を中心に検討を進めてきた。齋藤前部長には適切にご指導をいただくと共に作業実施上の便宜を計って頂いた。小山田六郎材料試験炉部長及び新保利定材料試験炉部次長からシステム構築の方針等について貴重な助言をいただいた。原山泰雄主任研究員には、データの統計処理等の技術上のご指導を得た。ここに感謝の意を表します。

メンテナンス・エンジニアリングの考え方について相談に預かり、また、貴重な資料を提供していただいた計測研究室の荒克之室長、片桐政樹主任研究員及び角田恒巳主任研究員にお礼申し上げます。

保守に関して経験豊富な技術部の関口一雄前部長、庄司勝昭業務課長、塙英雄施設第2課長、池田忠夫係長、大和田豊克主査から適切にご指導を得た。ここに感謝の意を表します。

電力中央研究所の原子力情報センター横田耕治次長及びヒューマンファクター研究センター藤本順三主任研究員には貴重なご意見をいただいた。ここにお礼申し上げます。

アプリケーションの利用とレイアウト作成に関しては計画課の島川聡司氏及び材料試験炉業務課の並木伸爾氏の協力があり、資料調査には材料試験炉業務課（現在：高崎研究所・放射線高度利用センター・放射線照射業務課）外岡英治氏及

び材料試験炉業務課の加部東祥浩氏の協力があった。ここに感謝の意を表します。

本システムの他の原子炉施設での利用検証のため資料収集に協力していただいたむつ事業所の船舶工務課水島俊彦氏と前川原直美嬢にお礼申し上げます。

最後になりましたが、作業グループ以外の原子炉第1課及び原子炉第2課の方々にはデータ収集等の協力を得ましたことに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) W. Gunther and K. Sullivan, Brookhaven National Laboratory:
Detection and mitigating rod drive control system degradation in
Westinghouse PWRs: 1990, IBEE.
- (2) 横田耕治: 原子力発電情報システムの機能向上, 平成5年度電力中央研究所
研究発表会予稿集, 7~10, 1993.5.11
- (3) 高尾武: 原子力プラント供用期間延伸のための総合評価支援システム“IN
PLEX”, 平成5年度電力中央研究所研究発表会予稿集, 23~26, 1993.5.12
- (4) 山崎弘司、梅田実、新保利定: メンテナンス・エンジニアリング, 平成5年
度弥生研究会「研究炉等の運転・管理及び改良に関する研究会」発表要旨集,
6-1 ~6-6, 1994.3.18

パソコン使用機種及びアプリケーションソフト

1. 使用機種

- (1) パソコン: Macintosh LCIII, Quadra 650, Power Macintosh 8100/80AV
- (2) ワープロ: OASYS 30-SX301
- (3) イメージスキャナー: Epson GT-9000

2. 使用ソフト

- (1) ファイルメーカー™ Pro 1.0 ver.1
- (2) Ultra paint™ 1.04
- (3) Adobe Photoshop™ 2.5J
- (4) KaleidaGraph™ 3.0
- (5) Microsoft Excel 4.0

び材料試験炉業務課の加部東祥浩氏の協力があった。ここに感謝の意を表します。

本システムの他の原子炉施設での利用検証のため資料収集に協力していただいたむつ事業所の船舶工務課水島俊彦氏と前川原直美嬢にお礼申し上げます。

最後になりましたが、作業グループ以外の原子炉第1課及び原子炉第2課の方々にはデータ収集等の協力を得ましたことに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) W. Gunther and K. Sullivan, Brookhaven National Laboratory:
Detection and mitigating rod drive control system degradation in
Westinghouse PWRs: 1990, IEEE.
- (2) 横田耕治: 原子力発電情報システムの機能向上, 平成5年度電力中央研究所
研究発表会予稿集, 7~10, 1993.5.11
- (3) 高尾武: 原子力プラント供用期間延伸のための総合評価支援システム“IN
PLEX”, 平成5年度電力中央研究所研究発表会予稿集, 23~26, 1993.5.12
- (4) 山崎弘司、梅田実、新保利定: メンテナンス・エンジニアリング, 平成5年
度弥生研究会「研究炉等の運転・管理及び改良に関する研究会」発表要旨集,
6-1 ~6-6, 1994.3.18

パソコン使用機種及びアプリケーションソフト

1. 使用機種

- (1) パソコン: Macintosh LCIII, Quadra 650, Power Macintosh 8100/80AV
- (2) ワープロ: OASYS 30-SX301
- (3) イメージスキャナー: Epson GT-9000

2. 使用ソフト

- (1) ファイルメーカー™ Pro 1.0 ver.1
- (2) Ultra paint™ 1.04
- (3) Adobe Photoshop™ 2.5J
- (4) KaleidaGraph™ 3.0
- (5) Microsoft Excel 4.0

び材料試験炉業務課の加部東祥浩氏の協力があった。ここに感謝の意を表します。

本システムの他の原子炉施設での利用検証のため資料収集に協力していただいたむつ事業所の船舶工務課水島俊彦氏と前川原直美嬢にお礼申し上げます。

最後になりましたが、作業グループ以外の原子炉第1課及び原子炉第2課の方々にはデータ収集等の協力を得ましたことに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) W. Gunther and K. Sullivan, Brookhaven National Laboratory:
Detection and mitigating rod drive control system degradation in
Westinghouse PWRs: 1990, IEEE.
- (2) 横田耕治: 原子力発電情報システムの機能向上, 平成5年度電力中央研究所
研究発表会予稿集, 7~10, 1993.5.11
- (3) 高尾武: 原子力プラント供用期間延伸のための総合評価支援システム “I N
P L E X”, 平成5年度電力中央研究所研究発表会予稿集, 23~26, 1993.5.12
- (4) 山崎弘司、梅田実、新保利定: メンテナンス・エンジニアリング, 平成5年
度弥生研究会「研究炉等の運転・管理及び改良に関する研究会」発表要旨集,
6-1 ~6-6, 1994.3.18

パソコン使用機種及びアプリケーションソフト

1. 使用機種

- (1) パソコン: Macintosh LCIII, Quadra 650, Power Macintosh 8100/80AV
- (2) ワープロ: OASYS 30-SX301
- (3) イメージスキャナー: Epson GT-9000

2. 使用ソフト

- (1) ファイルメーカー™ Pro 1.0 ver.1
- (2) Ultra paint™ 1.04
- (3) Adobe Photoshop™ 2.5J
- (4) KaleidaGraph™ 3.0
- (5) Microsoft Excel 4.0

参考資料1 調査票の記載内容

調査票の調査項目に対応して記載すべき具体的内容を説明する。なお、「点検整備」は、「整備」として表現している。

調査票の記載内容

項 目	記 載 内 容
① 年度番号	整理のために年度と系統毎の通し番号を付ける。これにより1件の事項に1つの同定番号が付与される。 年度は昭和または平成の年度の数字とする。
② 整理番号	サブ番号として系統名と番号を付ける。番号はその系統の建設時からの通し番号とする。
③ 分類欄	「1故障、2異常、3整備、4その他」に分類する。 故障と補修が「1故障、2異常、4その他」、点検整備と検査が「3整備、4その他」となる。 なお、「故障」と「異常」の差は、その事象の発生によってその系統の運転が継続できなくなった場合は「故障」とし、不具合ではあるが運転継続されている時は「異常」とする。
④ 件名/作業名	事象内容/または、整備作業内容が把握できるタイトルを付ける。 故障記録が「件名」、整備記録が「作業名」である。
⑤ CyclNo.	運転サイクル番号を記入する。
⑥ 発生日時/期間	故障の発生した日時/または、整備を行った期間を記入する。 故障記録が「故障発生日時」、整備記録が「整備実施期間」
⑦ 処置日	故障を復旧した日付を記入する。

項 目	記 載 内 容
⑧ 作成日	記録の作成日を記入する。
⑨ 作成者・照査者	<p>記録の作成者及び照査者を記入する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・以前の記録を調査して調査票を作成した場合は、当時の実施担当者ではなく、調査した者及び調査した内容を照査した者とする。 <p>(ただし、当時記録した担当者が判明する場合は、備考欄へその旨メモする。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現時点以降に実施する記録の作成は、実施担当者とする。
⑩ 発生状況／整備概要	故障した時の状況／または、整備の内容を記述する。 故障記録が「発生状況」、整備記録が「整備の概要」
⑪ 異常記録書	異常記録書を発行した場合は、その発行番号を記載する。
⑫ 応急操作 ／整備実施業者名	<p>故障時、応急に処置した内容を記述する。／または、整備した業者名を記載する。</p> <p>故障記録が「応急操作」、整備記録が「整備実施業者名」</p>
⑬ (1) 施設区分	故障または整備した施設を「原子炉、特定、その他」に区分する。
(2) 系統 1	<p>故障または整備した機器を同定する。(大分類)</p> <p>同じ機器であっても機器名称等が異なった表現で記述されることがあり、略称を使った場合はパソコンで検索する時、別のものとして判断される。</p> <p>また、機器の名称は全体から段々と部品へ至る記述が好ましい。そのため、大枠から該当機器名称に至るように分類する。</p>
(3) 系統 2	同 上 (中分類)

項 目	記 載 内 容
(4) 系統 3	同 上 (小分類)
(5) 機器名	同 上 (機器名、計器名)
⑭(1) 運転状態 I	<p>作動機器の運転状態を選定する。</p> <p>炉稼働時だけ作動する機器か。炉運転に関係なく常時作動しているか。特別の時、不定期作動するのか。</p>
(2) 運転状態 II	<p>作動機器の運転状態を選定する。</p> <p>作動させると継続して運転されるのか。コンプレッサーのように間欠の起動・停止を繰り返すか。不定期か。</p>
(3) 起動回数	機器の設置以来の起動回数を記入する。不確かな場合は、記入しないこと。
(4) 設置年数	機器の設置年数を選定する。
(5) 設置または更新日	機器の設置または更新した日付を記入する。
(6) 積算運転時間	<p>機器を設置してからの稼働時間を記入する。</p> <p>運転時間については経年劣化と大いに関係するが、その把握は難しい。確実でなくても良いが、できる限り記述する項目である。100時間オーダーのカウントができればデータとして有効である。</p>
(7) 前回故障発生時から	故障した機器が以前に故障したことがある機器である場合、その同一機器の前の故障時点からの経過時間を記入する。
(8) 前回整備時から	調査時点で故障した機器または調査時点の整備が前回実施した整備から経過した時間を記載する。
⑮ 整備理由	<p>整備記録のみ記述する。</p> <p>「定期点検、その他」を区別し、「その他」の場合は定期点検以外に実施する理由を記述する。</p>
⑯ 整備頻度	対象とする機器の定期的な整備周期を選定する。
整備履歴	対象とする機器の整備履歴を最近について遡って記載する。

項 目	記 載 内 容
⑰ 保守頻度	対象とする機器の定期的な保守周期を選定する。
保守履歴	対象とする機器について、整備以外の運転時、停止時の保守履歴を最近について遡って記載する。
⑱(1)スタンバイ機有無	後備機が有るかどうかを選定する。
(2)設備数	系統に設備されている数を記入する。
(3)常用数	設備中、運転時に使用する数を記入する。
⑲ 原因／整備結果	故障の原因／または、整備の内容を記述する。 この作業で故障の原因は、重要な事項である。故障の部位とその原因をできるだけ詳細に記載する。 しかし、不明な場合は「原因不明」とはっきりさせる。 故障記録が「原因」、整備記録が「整備結果」
⑳故障部位／交換部品	故障していた原因箇所／または、整備時の交換品を記載する。 故障記録が「故障部位」、整備記録が「整備時の交換部品」
㉑ 原因・事象	故障した機器または整備で交換した不良品について、機械的、電氣的、その他の原因となった事象及びその原因となった要因を選定する。「その他」の場合は内容を記述する。
㉒ 前回故障の発生	以前にも故障が発生したか。同じものが何度も故障しているかどうかは重要であり、今後の発生に対して予知保全できる事項である。
(1)前回との比較	故障品が同じものか、同じ形式かを選定する。
(2)前回との原因の比較	故障は、同じ原因に拠っているか。 「同一、異質、その他」を選定する。
(3)同一原因の回数	今回を含め、以前に同じ原因で発生した故障の回数を

項 目	記 載 内 容
	記入する。 以前に同じ原因の故障がない場合は1回目となる。
(4)前回故障発生時期	以前に同じ原因で発生した故障の日付を記入する。
㉓(1)形式	故障した機器の形式を記入する。
(2)同形式品使用台数	他に使用している故障機器と同じ形式の機器の台数を記入する。
(3)設計耐用年数	故障機器の設計上の寿命が判明すれば記入する。
(4)1)整備インターバル	メーカー推奨の整備の周期を記載する。
2)交換部品と時期	メーカー推奨の交換部品名と交換周期を記入する。
(5)製造メーカー名	故障した機器を製造した社名を記入する。
㉔(1) 設置場所	湿気、熱、振動、等の影響の観点から「屋内、屋外」を選定し、屋内では場所を特定する。
(2) 環境温度	設置されている場所の温度を「常温、その他」を選定し、そのたは温度を記載する。
(3) 機器の温度	接液部または機器単体の温度について記入する。
①最大	最大になったと想定される温度
②最低	最低 ”
③通常	通常運転時の温度、または、設計値
(4) 湿度	機器設置環境の湿度を記入する。
(5) 共振の有無	共振を受けているか、どうかを選定する。
(6) 流体の停留	配管、機器の内部で流体は常時停滞しているか、流れているかを選定する。
(7) 放射線影響	放射線によるIC等の部品の劣化などの影響についてその有無を選定する。

項 目	記 載 内 容
②⑤ 処置内容及び対策 ／整備結果の所見、 考察	不具合に対して処置した内容と恒久的対策／または、 整備した結果の所見を記述する。 処置・対策は、その事象の修復した内容を「処置」、 今後の対策を「対策」として「何をどうしたか」を 記述する。調査票としては状況の事象、故障部位、故 障原因・事象、処置内容が系列立てば最適である。 故障記録が「処置内容及び対策」、整備記録が「整 備結果の所見、考察」
②⑥ 処置状況 (1) 種別	「機械的、電氣的、機械＋電気、その他」を選定する
(2) 処置方法	方法を選定する。
(3) 交換品	交換した単体機器名、部品名などを記入する。
(4) 処置費	外注した場合、その契約金額を記入する。
②⑦ 対策	修復だけか。今後の対処を行ったかを選定する。
②⑧ 故障の兆候	故障前に感知した事象があれば選定する。
②⑨ 備考／添付種類	参考となる内容を記入する。／または、整備の記録を 添付する。 故障記録が「備考」、整備記録が「備考と添付書類」 「添付書類」は、簡単な場合には添付し、詳細に亘る 場合には参照すべきファイル名またはフロッピー名と 保管場所を記載する。
③⑩ 安全動作項目	安全動作した項目を選定する。
③⑪ 影響	故障に起因して他の設備へどのような影響が波及した かを選定する。
③⑫ 報告事項	原子炉規制法に基づく報告の宛て先を記入する。 なお、提出資料はその発信番号を備考に記入する。
③⑬ キーワード	調査票記載時に記入する。

参考資料 2 機器同定番号の付与方法

