

本資料は ○/年 ○月 ○日付けで登録区分、
変更する。

[技術情報室]

放射線管理用モニタ品質規格の 高度化に関する調査研究(Ⅱ)

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

平成 5 年 3 月

(財)原子力安全技術センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問い合わせは下記に願います。

〒107 東京都港区赤坂 1 - 9 - 13
動力炉・核燃料開発事業団
技術協力部 技術管理室



限定資料

PNC EJ1545 93-002

1993年 3月

放射線管理用モニタ品質規格の
高度化に関する調査研究 (Ⅱ)
要 旨

原子力施設で使用されている放射線管理用モニタは、その性能についてJIS規格、指針等により製作および形式検査を主眼に置いて定められているが、使用者がその後の性能を維持する上での規格等は、あまり見当たらない。

従来より各使用者においては、各々独自にモニタの保守・校正を行ってはいるが、その考え方や方法は統一化されたものではない。また、近年モニタのCPU化等に伴い、保守・校正の多様化も進んでいる。この状況を踏まえて、放射線管理用モニタのうち、環境監視モニタとしてのモニタリングステーション、モニタリングポストを対象に、使用期間中の品質保証のあり方、とくに使用者が実施する保守・校正の頻度、方法等について検討した。

※ 本報告書は(財)原子力安全技術センターが動力炉・核燃料開発事業団との委託により実施した研究の成果である。

契約番号 --- 040D0193

事業団担当者: 桜井直行 東海事業所 安全管理部長



COMMERCIAL PROPRIETARY

PNC EJ1545 93-002

MARCH, 1993

SURVEY ON UPGRADING OF QUALITY STANDARD
FOR RADIATION CONTROL MONITORS

Hatsumi Tatsuta *

Abstract

Regarding to Radiation Control Monitors which are used in nuclear facilities there is JIS Standard and Guidance regulating their quality mainly for their production and form confirmation. However there is almost no standard for maintaining their quality in user's facilities thereafter.

Conventionally each user conducts the maintenance and calibration of his monitors on his own. There is no standardized concept nor method of doing them.

Then, we have reviewed the way quality assurance should be in site, specially the method of maintenance and calibration conducted by the user and its appropriate frequency with the focus on monitoring station, monitoring post, as environmental surveillance monitors among many kinds of radiation control monitors.

Work performed by Nuclear Safety Technology Center under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison ----- Naoyuki SAKURAI, Health and Safety Division, Tokai Works

* Director, Japan Radiation Engineering Co.

まえがき

原子力施設で使用されている放射線管理用モニタは、その性能についてJIS規格、指針等により製作および形式検査を主眼において規定されているが、使用者がその後の性能を維持する上での規格等は、あまり見当たらないのが現状である。このため、従来より各使用者は、各々独自にモニタの保守・校正を行っているが、その考え方や方法は品質保証上統一化されたものではない。また、近年モニタの集積回路化等に伴い保守・校正の多様化が進んでいる。

この状況を踏まえて、使用者の立場から放射線管理用モニタの保守・校正を含めた品質保証について検討することを目的として、当(財)原子力安全技術センターに「放射線管理用モニタ品質保証検討委員会」（委員長 立田 初巳 日本放射線エンジニアリング）および「同ワーキング・グループ」（主査 立田 初巳）を設け、本年はとくに環境監視モニタとしてのモニタリングステーション・モニタリングポストを対象に使用期間中の品質保証のあり方、特に使用者が実施する保守・校正の頻度、方法等について検討した。

当調査研究は平成3年度から3ヶ年間にわたる検討課題として実施しているもので、放射線管理用モニタの設計、製作から使用中の保守・校正等の各段階において、モニタの性能確保のために使用者が実施すべき品質保証のあり方について検討することにある。品質保証に関する具体的な検討項目（案）を下記に示す。

- (1) 放射線管理用モニタの設計から各段階における品質保証の体系化の検討
- (2) 上記各段階での品質確保のあり方の検討
- (3) 使用者が実施する保守・校正の項目および判定基準の考え方の検討
- (4) 使用者が実施する保守・校正頻度の検討
- (5) 計算機接続による試験、検査項目の検討
- (6) 電算機の定常データ解析による品質保証手法の検討

平成3年度においては、まず国内で製造される各種放射線管理用モニタが、品質保証面で使用者および供給者のそれぞれの側で、どのような仕様で発注され、あるいはどのような基準で製造されているかについて実態調査したが、両者とも規格に準拠した品質保証体制が確立していることが判明した。また、供給者が設計製作した放射線管理用モニタの品質が購入者の使用段階でどの程度担保されているかを調査するための一つの指

標として故障発生率の調査を行い、部品の故障傾向の概要を把握した。

これら成果を受けて平成4年度では、ワーキング・グループが以下の課題について検討を行ってきた。

- (1) 代表的な放射線管理用モニタの詳細な故障解析と最適予防保全方法の検討
- (2) 放射線管理用モニタ使用段階におけるフィードバックシステム案の検討
- (3) 設計・開発、製造、据付けおよび付帯サービスにおける品質保証モデルにおける現品質保証の確認
- (4) 放射線（能）標準のトレーサビリティ

本報告書は、上記課題についての成果報告書である。

放射線管理用モニタ品質保証検討委員会委員名簿

(敬称略 五十音順)

委員会委員

委員長	立田 初巳	日本放射線エンジニアリング(株) 取締役
委員	遠藤 順政	(株)東芝 府中工場 原子力計装システム部長
	大島 俊則	アロカ(株) 常務取締役 (第2技術部長)
	加藤 和明	高エネルギー物理学研究所 放射線安全管理センター 教授
	河田 燕	成蹊大学 工学部 計測数理工学科 教授
	熊原 忠士	日本原子力研究所 東海研究所 技術部 エレクトロニクス課長
	瀧田 昭久	日本原燃(株) 再処理本部 設計部環境管理課 課長
	船本 久雄	日本原子力発電(株) 放射線管理室 室長
	松本 健	電子技術総合研究所 放射線計測研究室 主任研究官
	南 賢太郎	日本原子力研究所 東海研究所 保健物理部 次長
	望月 民三	(財)放射線計測協会 校正課長
	山口 清治	富士電機(株) 東京工場 放射線技術部 技師長
	江花 稔	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 安全管理部 放射線管理第一課長
アドバイザー	小嶋 昇	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 安全管理部 放射線管理第一課

ワーキング・グループ委員

主査	立田 初巳	日本放射線エンジニアリング(株) 取締役
委員	鈴木征四郎	日本原子力発電(株) 東海発電所 東海第二発電所 放射線管理課長
	鈴木 和夫	アロカ(株) 第二技術部 次長
	千田 徹	日本原子力研究所 東海研究所 保健物理部 線量計測課 放射線監視計測器係長
	野田 英司	(株)東芝 府中工場 原子力計装システム部 燃料サイクル計装技術担当 課長
	古川 政美	日本原子力研究所 東海研究所 技術部 エレクトロニクス課 設計第二係長
	山村 精仁	富士電機(株) 東京工場 放射線特機部 モニタ設計課 主査
	江花 稔	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 安全管理部 放射線管理第一課長
	小嶋 昇	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 安全管理部 放射線管理第一課
アドバイザー	水庭 春美	動力炉・核燃料開発事業団 安全部安全管理課
事務担当	粕川 博信	(財)原子力安全技術センター 研究調査部長
	西野 久則	(財)原子力安全技術センター 研究調査部 研究調査課 主査

目 次

まえがき

委員会委員、WG委員名簿

1. 代表的な放射線管理用モニタの詳細な故障解析	
1.1 故障解析方法	1
1.1.1 経緯	1
1.1.2 詳細故障解析方法	1
1.2 モニタリングステーション・ポストの機器情報および故障データ調査結果	7
1.3 モニタリングステーション・ポストの故障データ解析	16
1.3.1 全データ解析	16
1.3.2 旧型および新型のデータ解析	27
1.4 信頼性解析	42
1.4.1 信頼性解析について	42
1.4.2 モニタリングステーション・ポストの信頼度および平均故障間隔	43
1.4.3 系統別故障解析方法について	46
1.5 故障解析のまとめ	48
2. 最適予防保全方法の検討	50
2.1 現状のモニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の点検項目、方法	50
2.2 点検項目別重要度の検討	54
2.3 定期点検頻度と故障率との関係	61
2.4 最適予防保全方法について	62
3. 放射線管理用モニタ情報のフィードバックシステムの検討	64
3.1 フィードバックシステムの事例	64
3.2 フィードバックシステムについて	66
4. 放射線（能）トレーサビリティについて	69
5. 宇宙開発事業団視察報告	74

6. まとめ	79
6.1 平成4年度調査実施項目	79
6.2 代表的な放管モニタの故障解析	79
6.3 最適予防保全方法	81
6.4 モニタ情報フィードバックシステム	82
6.5 放射線(能)関連のトレーサビリティ	82
6.6 来年度以降調査	83
7. 検討経緯	84

1. 代表的な放射線管理用モニタの詳細な故障解析

1.1 故障解析方法

1.1.1 経緯

放射線管理用モニタの設計から使用・運用段階に至る品質保証の現状は、昨年度の調査結果から、使用段階における保全是使用者が自前で行う場合もあり、供給者側から見た場合、使用段階における品質保証はブラックボックスとなり、必要最小限の情報しか入手できない現状であることがわかった。この結果を踏まえ、放射線管理用モニタの使用段階における最適な品質保証方法を検討するため、(1)最適予防保全方法の検討、(2)情報のフィードバックシステム案の検討、を進めることとした。

使用段階における最適予防保全方法の検討については、現在使用者側で実施されている放射線管理用モニタの点検項目、方法、頻度の抽出及びモニタの詳細故障解析結果を踏まえ、使用段階における予防保全方法のガイドラインを作成することとした。

1.1.2 詳細故障解析方法

(1) 放射線管理用モニタの選定

現在、使用者側で実施している放射線管理用モニタの点検項目、方法、頻度の情報及び詳細な故障解析を実施する上で、①供給者及び使用者共通のモニタであること、②現在使用中のモニタであり、比較的長時間使用しているモニタであること、③放射線管理用モニタの重要度が比較的高いモニタであること、④昨年度調査を行ったモニタであること、の条件から、環境監視モニタであるモニタリングステーション並びにモニタリングポストの空気吸収線量率測定系、 γ 線エリアモニタ、ハンド・フット・クローズモニタ (α 線用並びに β ・ γ 線用) について詳細故障解析を実施することとし、今年度は、モニタリングステーション・モニタリングポストの空気吸収線量率測定系について詳細な故障解析を実施した。

(2) 各情報の調査方法

① 放射線管理用モニタの機器情報

選定した放射線管理用モニタの機器構成ブロック図、製造メーカー名、型名、放射線検出方法（検出器名）、主な仕様、点検頻度、点検項目について、図1-1 に示す「放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－」様式を使用し、使用者側から情報を入手する。

【放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－ 記入要領】

- ・モニタ名 …………… 対象とする放射線管理用モニタ名を記入する。
- ・型名等 …………… モニタの型名、製造メーカー名、型名が無い場合にはそれに代わるものを記入する。
- ・検出器種類 ……… モニタの放射線検出方法、検出器の種類を記入する。
- ・モニタ構成ブロック図
…………… モニタのブロック図を部位毎又は部位より1段下位の単位（モジュール等）で表現する。
- ・主な仕様 …………… モニタの主な仕様を記入する。
- ・点検項目 …………… 定期的に行っている点検の項目を列記する。点検要領書等があれば別に添付する。
- ・点検頻度 …………… 定期的に行っている点検の頻度を記入する。

② 放射線管理用モニタの故障解析

選定した放射線管理用モニタについて設置年度からの故障を、検出部、電源部、表示部、記録部、警報部、ケーブル・コネクタ部、その他の7部位に分け、かつ、故障に対して行った行為を、交換、調整、清掃、その他に分け、図1-2 に示す「放射線管理用モニタ故障解析－故障データ」様式を使用し、年度毎、部位毎に集計する。この情報は、詳細な故障解析用のデータベースとして使用する。

【放射線管理用モニタ故障解析－故障データ－ 記入要領】

- ・モニタ名 …………… 対象とする放射線管理用モニタ名を記入する。
- ・型名等 …………… モニタの型名、製造メーカー名、型名が無い場合にはそれに代わるものを記入する。
- ・部位別 …………… モニタを各部位（検出部、電源部、表示部、記録部、警報部、ケーブル・コネクタ部、その他）に分割する。モニタに該当部位が無い場合には斜線で消去する。
- ・行為 …………… 故障に対し、処置した行為を交換、調整、清掃、その他に分割する。
『交換』 検出器、モジュール、基板、部品等を交換する行為
『調整』 部品類の調整、付け直しをする行為
『清掃』 基板、部品類を清掃する行為

『その他』上記に該当しない行為

- ・台数 …………… 対象としたモニタまたは型名の、年度の設置台数または系統数を記入する。
- ・年度合計故障件数
…………… 各年度の故障件数の合計値を記入する。

また、動燃・東海においては上記の他に、より詳細な故障データを得るため図1-3に示す様式を使用し情報を入手する。

【放射線管理用モニタ故障解析－故障データ－ 動燃・東海版 記入要領】

各部位をさらに部品レベルに分割し、かつ系統別に故障データを得る。

- ・部品情報 …………… 各部位に対し主な部品に分割する。
 - 『検出器』 検出器本体、保護膜、芯線
 - 『C』 コンデンサ
 - 『R』 抵抗（可変抵抗、ポテンショメータ、サーミスタ等）
 - 『U』 変調器、変換器（ディスクリ、周波数変換器等）
 - 『V』 半導体（ダイオード、トランジスタ、サイリスタ等）
 - 『S』 スイッチ類
 - 『機械部』 機械的要素のもの（駆動部、機構部）

以上の様式により、機器情報、故障データ情報を得る。

また、各部位については、次の分類とする。

- 『検出部』 検出器、プリアンプ、ヒータなど
- 『電源部』 低圧電源、高圧電源、電源パネルなど
- 『表示部』 アンプ、ディスクリミネータ、DBM、計数率計、線量率計、
V/F変換など
- 『記録部』 記録計など
- 『警報部』 警報表示など
- 『ケーブル・コネクタ部』
- 『その他』 テレメータ出力、恒温制御、チェック端子パネルなど

図 1-2 放射線管理用モニタ故障解析 — 故障データ —

モニタ名		型名等		調査箇所										
部 位	年度 行為 数	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	年度	
	検出部	交換												
調整														
清掃														
その他														
小計														
電源部	交換													
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計													
表示部	交換													
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計													
記録部	交換													
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計													
警報部	交換													
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計													
ケーブル・コネクタ部	交換													
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計													
その他	交換													
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計													
年度合計故障件数														
<p>【記入方法】 (1)選定したモニタに該当する部位が無い場合は、斜線で消去する。 (2)故障に対し行った行為 ①交換：モジュール、部品等の交換、②調整：部品の調整、付け直し、③清掃：基板類、IC類の清掃 ④その他：①～③に該当しない行為</p>														

1.2 モニタリングステーション・ポストの機器情報及び故障データ調査結果

図1-1 ～2 の様式により収集した使用者3社3事業所（原電・東海、原研・東海、動燃・東海）の調査結果を表1-1 から表1-8 に示す。

表1-1 原電・東海－機器情報－

表1-2 原電・東海－故障データ－

表1-3 原研・東海－機器情報－

表1-4 原研・東海－故障データ－

表1-5 動燃・東海（第Ⅰ期）－機器情報－

表1-6 動燃・東海（第Ⅰ期）－故障データ－

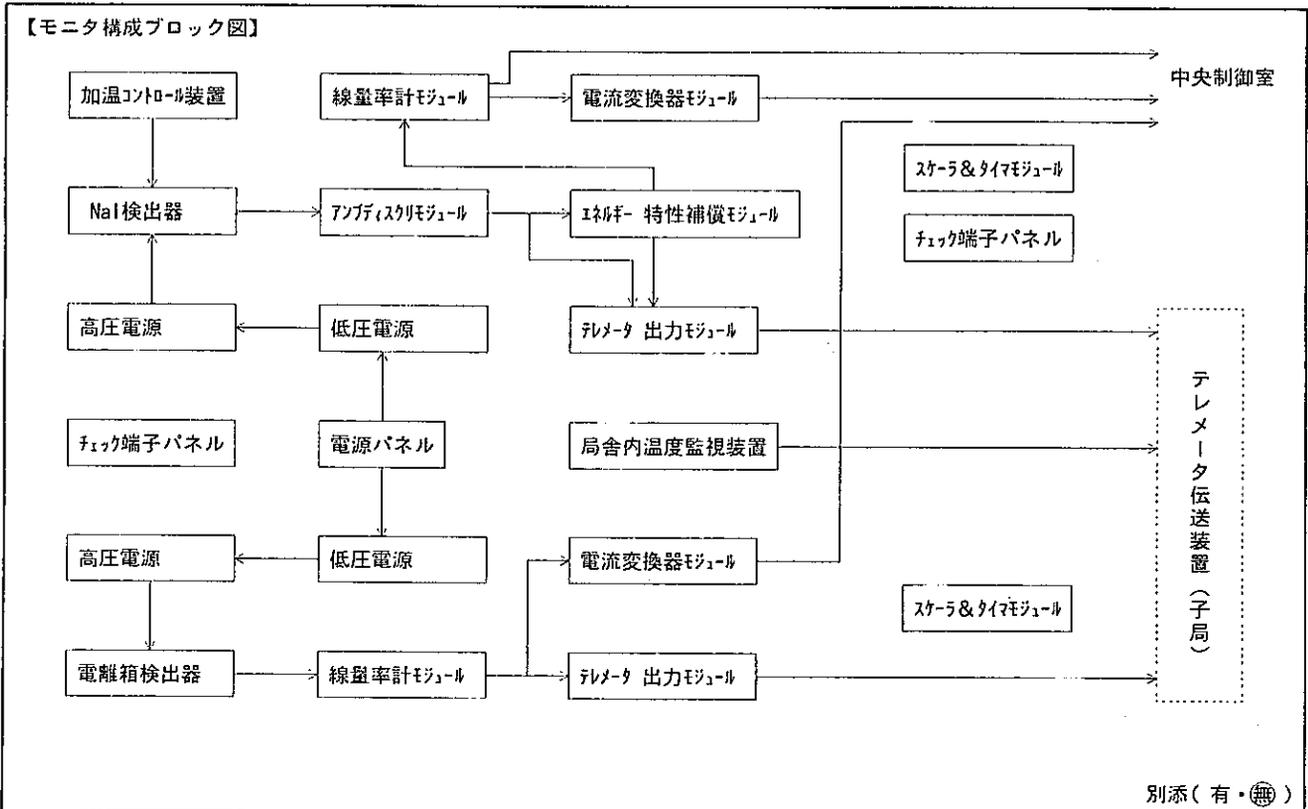
表1-7 動燃・東海（第Ⅱ期）－機器情報－

表1-8 動燃・東海（第Ⅱ期）－故障データ－

表 1-1 放射線管理用モニタ故障解析 - 機器情報 -

調査箇所	原電・東海
------	-------

モニタ名	モニタングステーション・ポスト	型名等	(メーカー: A社製)	検出器種類	NaI (TI) シンチ・電離箱
------	-----------------	-----	-------------	-------	------------------



<p>【主な仕様】</p> <ul style="list-style-type: none"> 指示範囲 低線量率計 $8.7 \sim 8.7 \times 10^4$ nGy/h 高線量率計 $8.7 \times 10^{-1} \sim 8.7 \times 10^{-2}$ Gy/h 指示線量率精度 低線量率計 直線±10%以内 対数±0.16デカード以内 高線量率計 直線±5%以内 対数±0.2デカード以内 	<ul style="list-style-type: none"> ・テレメータにより線量率計モジュールの出力を伝送し、記録表示
--	--

別添(有・)

<p>【点検項目】</p> <p>モニタ 点検前照射試験⇒外観目視点検⇒各モジュール点検・調整⇒伝送試験⇒線源校正⇒警報試験</p> <p>現場盤 外観目視点検⇒保安器点検⇒端子部増締め⇒盤内外清掃</p> <p>空調機 外観目視点検⇒清掃⇒冷風・温風吹出し確認</p> <p>温度監視装置 外観目視点検⇒計器校正⇒設定値確認</p> <p>局舎 外観目視点検⇒補修塗装⇒除草</p> <p>テレメータ子局 外観目視点検⇒各機器点検・調整⇒端子部増締め</p>	<p>テレメータ親局 外観目視点検⇒各機器点検・調整⇒端子部増締め⇒子局親局ループ試験</p> <p>監視盤 外観目視点検⇒計器校正⇒インターフェイス装置点検⇒警報装置点検⇒端子部増締め</p>
--	---

別添(有・)

【点検頻度】 1回/年 別添(有・)

表 1-2 放射線管理用モニタ故障解析 — 故障データ —

モニタ名		モニタリングステーション・ポスト		型名等	A社製				調査箇所	原電・東海				
部 位	行為	年度	5 8年度	5 9年度	6 0年度	6 1年度	6 2年度	6 3年度	元年度	2 年度度	年 度	年 度	年 度	年 度
		台数	1 2台	1 2台	1 2台	1 2台								
検出部	交換									1				
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計									1				
電源部	交換	1												
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計	1												
表示部	交換	1								2				
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計	1								2				
記録部	交換							1		2				
	調整				3	2	1	3		1				
	清掃													
	その他													
	小計				3	2	2	3		3				
警報部	交換	3												
	調整		1											
	清掃													
	その他	5												
	小計	8	1				1							
ケーブル・コネクタ部	交換													
	調整													
	清掃													
	その他													
	小計													
その他	交換				2	1	1							
	調整	1		1										
	清掃													
	その他					2								
	小計	1		1	2	3	1							
年度合計故障件数		11	1	1	5	6	3	3		6				

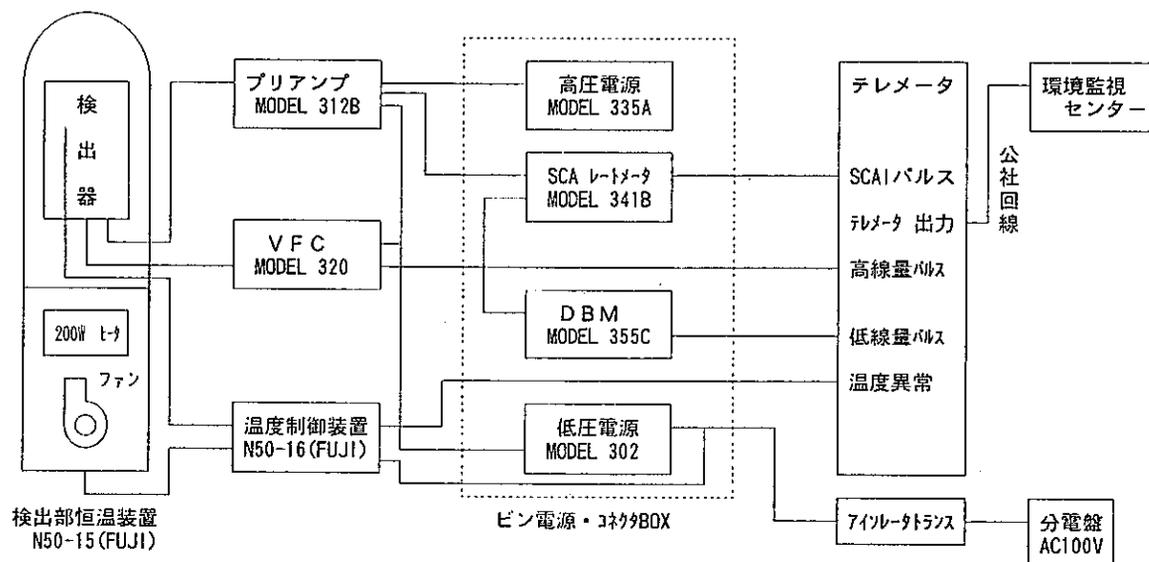
【記入方法】 (1)選定したモニタに該当する部位が無い場合は、斜線で消去する。
(2)故障に対し行った行為 ①交換：モジュール、部品等の交換、②調整：部品の調整、付け直し、③清掃：基板類、IC類の清掃 ④その他：①～③に該当しない行為

表 1-3 放射線管理用モニタ故障解析 - 機器情報 -

調査箇所 原研・東海

モニタ名	モニタングステーション・ホスト	型名等	原研型 (メカ: —)	検出器種類	NaI(Tl)シンチ
------	-----------------	-----	--------------	-------	------------

【モニタ構成ブロック図】



別添(有・無)

【主な仕様】

- ・測定範囲 低レベル BG~50 μ Gy/h (パルス)
- 高レベル 10 μ Gy/h~0.1 Gy/h (電流)
- ・エネルギー補償範囲 50keV ~3MeV
- ・使用温度 0~50°C
- ・加温装置 温度制御範囲 +30°C \pm 10°C
- ・検出器 2" ϕ \times 2" NaI(Tl)シンチレータ
- ・校正定数 低レベル ~7.409E-3 μ Gy/h/cpm
- 高レベル ~1.248E-2 μ Gy/h/cpm
- ・前置増幅器 信号の振幅 0.1~10V

- ・DBM パルス通過率特性 各点に対し \pm 10%以内
- エネルギー補償範囲 50keV ~3MeV
- ・VFCコンバータ 最大周波数 100kHz
- ・高圧電源 出力電圧 0~-1500V
- ・低圧電源 \pm 12V \pm 24V

別添(有・無)

【点検項目】

I. 回路試験

1. 検出器: 分解能、直線性
2. 低圧電源: 電圧出力、リップル
3. 高圧電源: 出力電圧設定値、リップル
4. プリアンプ: 出力波形
5. 計数部: 入力換算弁別値、DC出力、指示精度、記録計出力値
6. DBM: 関数波形、ロジック出力、通過率特性
7. VFC: 直線性
8. 記録計: 指示直線性、機構部
9. 加温装置: 温度出力、設定値

II. 総合試験

1. 機器の清掃
2. 点検前指示値確認 (線源校正値、BG値)
3. 測定系のゲインの確認
4. 警報試験
5. 線源校正
6. 計数率計と記録計の指示確認
7. 温度、湿度測定記録

III. 安全局による定期検査項目

1. 警報動作試験
2. 点検校正検査

別添(有・無)

【点検頻度】 回路、総合試験とも 年2回

別添(有・無)

表 1-4 放射線管理用モニタ故障解析 — 故障データ —

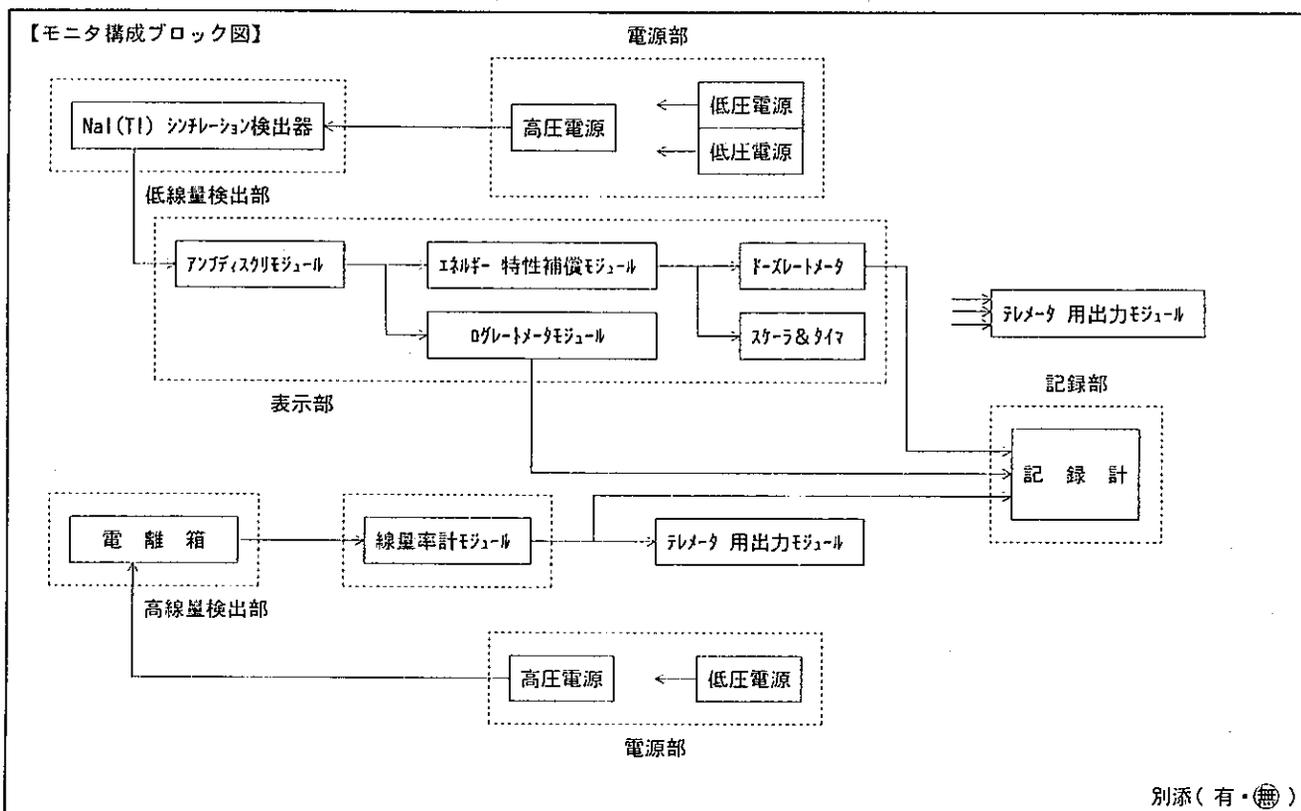
モニタ名		モニタリングステーション・ポスト		型名等		原研型				調査箇所	原研・東海		
部 位	年度 行為 台数	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度	63年度	元年度	2年度	3年度	年度
		18台	18台	18台	18台	18台	18台	18台	18台	18台	18台	18台	18台
検出部	交換	2					1	1	1				
	調整	1		1	2	1	2	1	2	2		2	
	清掃												
	その他									1	3	3	
	小計	3		1	2	1	3	2	3	3	3	5	
電源部	交換												
	調整												
	清掃												
	その他												
	小計												
表示部	交換		1	1		1			1				
	調整												
	清掃												
	その他												
	小計		1	1		1			1				
記録部	交換												
	調整			2			2						
	清掃												
	その他												
	小計			2			2						
警報部	交換												
	調整												
	清掃												
	その他												
	小計												
ケーブル・コネクタ部	交換												
	調整												
	清掃												
	その他												
	小計												
その他	交換					2							
	調整						1	2		1			
	清掃												
	その他												
	小計					2	1	2		1			
年度合計故障件数		3	1	4	2	4	6	4	4	4	3	5	

【記入方法】 (1)選定したモニタに該当する部位が無い場合は、斜線で消去する。
 (2)故障に対し行った行為 ①交換：モジュール、部品等の交換、②調整：部品の調整、付け直し、③清掃：基板類、IC類の清掃 ④その他：①～③に該当しない行為

表 1-5 放射線管理用モニタ故障解析 - 機器情報 -

調査箇所 動燃・東海

モニタ名 モニタングステーション・ホスト 型名等 第1期 (メカ: A社製) 検出器種類 NaI(Tl)シンチ・電離箱



<p>【主な仕様】</p> <p>低線量用</p> <ul style="list-style-type: none"> 測定線種 100keV~3MeVのγ線 測定範囲 0~10³ μR/hr 指示精度 Ra-226による線源校正の計算値に対して±5%以内 温度範囲 -10℃~50℃ (ポスト) 5℃~40℃ (ステーション) 温度特性 使用温度範囲内で20%以内 (ポスト) 10%以内 (ステーション) 	<p>高線量用</p> <ul style="list-style-type: none"> 測定範囲 BG~10R/hr 指示精度 Ra-226にて±10%以内 温度特性 -10℃~40℃に対し±5%以内 エネルギー特性 400keV~3MeVで±10%以内
---	--

別添(有・無)

<p>【点検項目】</p> <p>〔総合検査〕</p> <ol style="list-style-type: none"> 点検清掃 絶縁試験 点検前の指示値の確認 測定モードの確認 感度試験 異常信号確認 エネルギー直線性 テレメータ入出力確認 指示値と記録計の指示確認 <p>〔単体検査〕</p> <ol style="list-style-type: none"> NaI(Tl)シンチレーション検出器 低圧電源モジュール 高圧電源モジュール 増幅波高分析器モジュール エネルギー特性補償モジュール スケラ タイマ 	<ol style="list-style-type: none"> リアドーズレートメータモジュール ログレートメータモジュール テレメータ出力モジュール 高線量率計
---	--

別添(有・無)

【点検頻度】 総合検査, 単体検査 年2回 別添(有・無)

表 1-6 放射線管理用モニタ故障解析 — 故障データ —

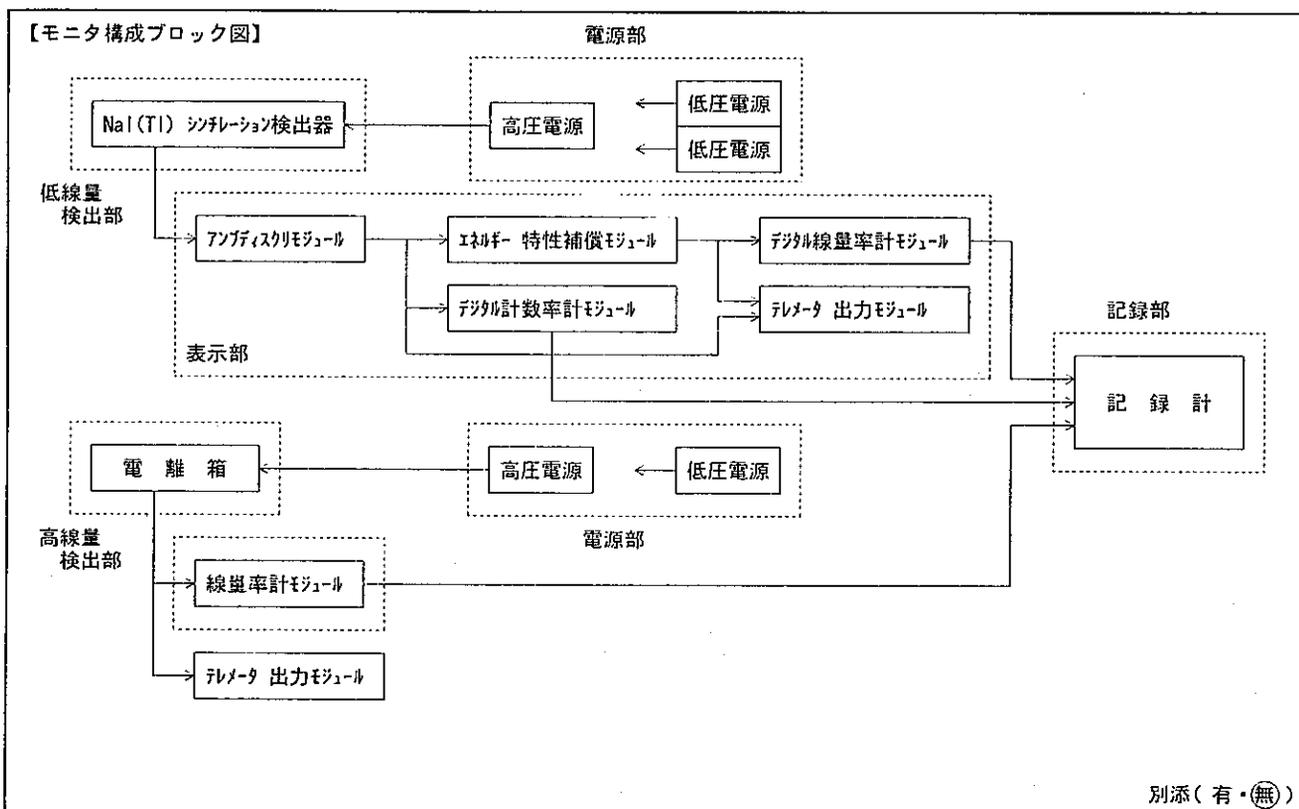
モニタ名		モニタリングステーション・ポスト		型名等		第1期 (A社製)		調査箇所		動燃・東海			
部 位	年度 行為 台数	52年度	53年度	54年度	55年度	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度	年度
		10台	10台	10台	10台	10台	10台	10台	10台	8台	6台	6台	3台
検出部	交換	1	2	2	1	1	2	1	1				1
	調整												
	清掃												
	その他												
	小計	1	2	2	1	1	2	2	1				1
電源部	交換		1	1	3								1
	調整	1	6	1	1	1	5	2	4	3	4	1	
	清掃												
	その他												
	小計	1	7	1	4	1	5	2	4	3	4	1	1
表示部	交換	1	1	3	1	1			1				
	調整	3	5	1	9	6			1				
	清掃												
	その他												
	小計	1	3	6	3	1	9	1	6	1			1
記録部	交換	1			2	2				1		1	
	調整												
	清掃	2											
	その他												
	小計	3			2	2				1		1	
警報部	交換												
	調整												
	清掃												
	その他												
	小計												
ケーブル・ネットワーク部	交換				2	2							
	調整												
	清掃												
	その他												
	小計				2	2							
その他	交換		4		2	1	1					1	
	調整			1									
	清掃												
	その他												
	小計		4	1	2	1	1					1	
年度合計故障件数*		5 (60) 55	10 (45) 35	6 (27) 21	6 (10) 4	5 (9) 4	2 (6) 4	1 (5) 4	1 (2) 1	(0)	(3) 3	(0)	

【記入方法】 (1)選定したモニタに該当する部位が無い場合は、斜線で消去する。 *左側数字：点検時に修理した件数、右側数字：依頼により修理した件数、()内：合計
(2)故障に対し行った行為 ①交換：モジュール、部品等の交換、②調整：部品の調整、付け直し、③清掃：基板類、IC類の清掃 ④その他：①～③に該当しない行為

表 1-7 放射線管理用モニタ故障解析 - 機器情報 -

調査箇所	動燃・東海
------	-------

モニタ名	モニタリングステーション・ポスト	型名等	第II期 (メーカー:A社製)	検出器種類	NaI(Tl)シンチ・電離箱
------	------------------	-----	-----------------	-------	----------------



<p>【主な仕様】</p> <p>低線量用</p> <ul style="list-style-type: none"> 測定線種 50keV~3MeVのX線及びγ線 測定範囲 0~10² μGy/hr 指示精度 Cs-137, Co-60, Ra-226 線源に対して±5%以内 (吸収線量率 0~8.7 μGy/hr の範囲にて) エネルギー特性 100keV~3MeVの範囲で±10%以内 (吸収線量率 0~8.7 μGy/hr の範囲にて) 使用温度 -5℃~40℃ 	<ul style="list-style-type: none"> 温度特性 ±3%以内 (吸収線量率 0~8.7 μGy/hr の範囲にて) <p>高線量用</p> <ul style="list-style-type: none"> 測定範囲 0~10² mGy/hr 指示精度 Ra-226線源にて 直線±10%以内 対数±0.16デシベル以内 エネルギー特性 400keV~3MeVの範囲で±10%以内 温度特性 -10℃~40℃の範囲で±5%以内 <p style="text-align: right;">別添(有・無)</p>
---	---

<p>【点検項目】</p> <p>【総合検査】</p> <ol style="list-style-type: none"> 点検清掃 点検前後の指示値確認 測定モード確認 エネルギー直線性確認 感度試験 異常信号確認 テレメータ入出力確認 <ol style="list-style-type: none"> 出力波形確認 L/Vトラブル確認 高圧出力監視回路確認 TEST確認 	<p>【単体検査】</p> <ol style="list-style-type: none"> NaI(Tl) シンチレーション検出器 定電圧低圧電源 高圧電源 アンプディスクリ デジタル線量率計 デジタル計数率計 テレメータ出力モジュール エネルギー特性補償モジュール 線量率計モジュール 記録計 高線量率計 <p style="text-align: right;">別添(有・無)</p>
<p>【点検頻度】 総合検査, 単体検査 年2回 別添(有・無)</p>	

表 1-8 放射線管理用モニタ故障解析 — 故障データ —

モニタ名		モニタリングステーション・ポスト					型名等		第II期 (A社製)					調査箇所		動燃・東海	
部 位	年度 行為 合 数	59年度	60年度	61年度	62年度	63年度	元年度	2年度	3年度	年度	年度	年度	年度				
		2台	4台	4台	7台	10台	10台	10台	10台	12台							
検出部	交換																
	調整				1												
	清掃																
	その他																
	小計				1												
電源部	交換																
	調整																
	清掃																
	その他																
	小計																
表示部	交換					1		1	1								
	調整																
	清掃																
	その他																
	小計					1		1	1								
記録部	交換	1				1		4	7								
	調整																
	清掃																
	その他																
	小計	1				1		4	7								
警報部	交換																
	調整																
	清掃																
	その他																
	小計																
ケーブル・コネクタ部	交換				2												
	調整																
	清掃																
	その他																
	小計				2												
その他	交換				1		1		1								
	調整						1										
	清掃																
	その他						1										
	小計				1		3		1								
年度合計故障件数		1	0	0	4	2	3	5	9								

【記入方法】 ①選定したモニタに該当する部位が無い場合は、斜線で消去する。
 ②故障に対し行った行為 ①交換：モジュール、部品等の交換、②調整：部品の調整、付け直し、③清掃：基板類、IC類の清掃 ④その他：①～③に該当しない行為

1.3 モニタリングステーション・ポストの故障データ解析

1.3.1 全データ解析

1.2項で得られた使用者3社3事業所（以下「使用者3社」）の故障データをとりとめて解析した。使用者3社の故障データをまとめたものを表1-9に示す。また表1-10に全故障の詳細内容を示す。図1-4に3社のデータをまとめた「年度別部位別故障発生件数及び調査対象系統数」を示す。この図1-4は、各部位別の故障件数及び特記事項として使用者3社の調査データ期間、更新情報も示している。この図から、各年度の故障発生率（故障件数／設置系統数）を求めた。全体の故障発生率の推移を図1-5～6に、各部位別の推移を図1-7から図1-13に示す。

これらの図から、設置年度から3年間は年故障発生率が高く、それ以後は年故障発生率が一定の値（0.3～0.6件／系統・年）を示していることがわかる。ただし、設置年度（昭和52年度）から昭和55年度までの故障データは1社のデータしかなく、またその故障内容も調整行為が多いことから、点検要領書による基準値または基準範囲等も考慮すると、いちがいに初期故障期間を経て偶発故障期間へ移行しているとは言い難い。これは、昭和59年度から平成元年度にかけてモニタリングステーション及びモニタリングポストの更新を行っているにも拘らず年故障発生率が上昇していないことから言える。

また、故障発生部位として高い部位は、図1-14及び図1-15から電源部及び表示部であることがわかる。ただし、これも、設置年度から3年間に電源部、表示部に対する調整行為が集中していることから、より詳細な解析の必要性があると考えられる。

そこで、使用者3社の故障データをモニタ更新前と更新後に分けて、それぞれ旧型、新型として解析することとした。

表 1-9 放射線管理モニタ故障解析 - 故障データ - [原電・東海, 原研・東海, 動燃・東海]

モニタ名		モニタリングステーション・ポスト (検査測定系)															データ名			3事業所全データ、表中「電」は原電、「研」は原研、「動」は動燃の意																				
部位		52年度	53年度	54年度	55年度	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度	63年度	元年度			2年度			3年度																				
		電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計	電:研:動:計																	
		10	10	10	10	18:10:28	18:10:28	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40	12:18:10:40																	
検出部	交換	3	3	1	2	2	1							1	1	1																								
	調整							1	1																															
	清掃									2				2		1	1		2				2																	
	その他																																							
小計		3	3	1	2	2	1	1	1	2			1	1	1	2	1	1	2				2																	
電源部	交換	1	4																																					
	調整	16	11	15	2	4	3	4																																
	清掃																																							
	その他																																							
小計		17	15	15	2	4	3	4																																
表示部	交換	2	3	1	1																																			
	調整	35	19	6																																				
	清掃																																							
	その他																																							
小計		37	22	7	1		1	2	3	1	1	2																												
記録部	交換	1		2	2																																			
	調整							2						3	2	2																								
	清掃	2																																						
	その他																																							
小計		3		2	2			2	1	3			2	2	5	2																								
探傷部	交換							3																																
	調整																																							
	清掃																																							
	その他							5																																
小計								8																																
制御部	交換				2																																			
	調整					2																																		
	清掃																																							
	その他																																							
小計					2	2																																		
その他	交換		4	2																																				
	調整				1																																			
	清掃																																							
	その他																																							
小計			4	2	1																																			
事業所合計		50	45	27	10	3	9	1	6	11	4	5	1	2	3	1	4	0	5	6	3	6	4	4	3	4	3	6	3	5	5	9								
合計		60	45	27	10	12	7	20	6	5	14	14	9	10	14	14																								
備考																	・原研 6系統更新 (高圧化)			・動燃 ステーション2基 更新 計2基 高線量付加			・動燃 ステーション2基 更新 計2基 高線量付加			・動燃 計2基 高線量付加			・動燃 計3基 更新			・動燃 計3基 更新			・原研 計1ステーション 更新			・動燃 計1ステーション 共に1基追 加		

表 1-10 年度別故障内容及び件数

(1/2)

年度	原電・東海	原研・東海	動燃・東海
5 2			<p>検電表記</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検出器 (NaI) 交換 1 件 ・低圧電源設定値規格外 VR調整 1 件 ・低圧電源不良 交換 1 件 ・高圧電源設定値規格外 VR調整 5 件 ・リアド-スロット指示規格外 VR調整 1 2 件 ・ロレット指示規格外 VR調整 1 0 件 ・スケ-入力感度規格外 VR調整 9 件 ・エネルギー補償モジュール設定値規格外 VR調整 3 件 ・タイマモジュール不良 交換 1 件 ・増幅波高分析器不良 交換 1 件 ・増幅器不良 IC交換 1 件 ・エネルギー補償モジュール入力印接触不良 1 件 ・記録計打点ずれ 3 件
5 3			<p>検電表記</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検出器 (NaI) 交換 2 件 ・前置増幅器不良 交換 1 件 ・低圧電源設定値規格外 VR調整 7 件 ・高圧電源設定値規格外 VR調整 7 件 ・高圧電源不良による指示不良 交換 1 件 ・リアド-スロット指示規格外 VR調整 7 件 ・ロレット指示規格外 VR調整 4 件 ・スケ-入力感度規格外 VR調整 2 件 ・増幅波高分析器不良 交換 1 件 ・エネルギー補償モジュール設定値規格外 VR調整 5 件 ・ロレットランプ 交換 1 件 ・リアド-スロット不良 IC、TR交換 1 件 ・フィルムモジュール設定値規格外 VR調整 1 件 ・フィルムモジュール不良 リン交換 4 件
5 4			<p>検電表記</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検出器 (NaI) 交換 1 件 ・低圧電源設定値規格外 VR調整 1 1 件 ・高圧電源設定値規格外 VR調整 4 件 ・リアド-スロット指示規格外 VR調整 1 件 ・ロレット指示規格外 VR調整 5 件 ・リアド-スロット電源 IC不良 交換 1 件 ・記録計交換 2 件 ・フィルムモジュール不良 リン交換 2 件
5 5			<p>検電表記</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検出器 (NaI) 交換 1 件 ・高圧電源不良 コネクタ交換 2 件 ・ロレット指示規格外 VR調整 1 件 ・エネルギー補償モジュール設定値規格外 VR調整 1 件 ・リアド-スロット不良 交換 1 件 ・記録計不良 交換 2 件 ・フィルムモジュール不良 リン交換 1 件
5 6		<p>検電</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フィトリバー抵抗 交換 1 件 ・リアソフ故障検出回路抵抗交換 1 件 ・リアソフ調整 1 件 	<p>検電</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検出器内コネクタ 接触不良 1 件 ・前置増幅器不良 交換 1 件 ・低圧電源設定値規格外 VR調整 4 件

年度	原電・東海	原研・東海	動燃・東海
56			記 ケ そ ・記録計交換 1件 ・リアンプ系ケーブルによるケーブル断線 1件 ・テレメータケーブル不良 ルー交換 1件
57		表 ・DBMモジュール不良 交換 1件	検 電 表 ・検出器(NaI)交換 1件 ・低圧電源設定値規格外 VR調整 3件 ・リードスロットメータ指示規格外 VR調整 1件 ・リアンプモジュール交換 1件
58	電 表 警 ・保安器不良 交換 1件 ・演習増幅器不良 交換 1件 ・インターフェースカード 交換 1件 ・IC交換 1件 ・アンプ交換 1件 ・設計見直し(TR取り外し) 5件	検 表 記 ・リアンプゲイン、DBMゲイン調整 1件 ・DBMモジュール不良 交換 1件 ・打点機構部調整 1件 ・チャート送り機構部調整 1件	電 記 ・低圧電源設定値規格外 VR調整 3件 ・高圧電源設定値規格外 VR調整 1件 ・記録計打点せず 交換 1件
59	警 ・高圧警報設定ドリフト調整 1件	検 ・リアンプゲイン、DBMゲイン調整 1件	電 記 ・低圧電源設定値規格外 VR調整 1件 ・記録計打点せず 交換 1件 ・記録計ワイヤー不良 ワイヤー交換 1件
60	そ ・グラフィックパルソング電源不良 調整 1件	検 表 そ ・リアンプゲイン調整 1件 ・DBMモジュール不良 交換 1件 ・換気扇交換 1件 ・エアコン交換 1件	
61	記 そ ・ログ不良 調整 2件 ・テレメータデータ 不良 1件 ・パルソング切れ 1件	検 記 そ ・リアンプ交換 1件 ・リアンプゲイン、DBMゲイン調整 1件 ・打点機構部調整 1件 ・チャート送り機構部調整 1件 ・エアコン調整 1件	検 電 そ ・検出器内コンデンサ不良 交換 1件 ・低圧電源 IC交換 1件 ・テレメータ内基板不良 交換 1件
62	記 警 そ ・ログ不良 調整 2件 ・リードメータコンデンサ 不良 1件 ・パルソング切れ 1件 ・テレメータデータ 転送エラー 1件	検 そ ・VFCモジュール交換 1件 ・リアンプゲイン調整 1件 ・検出器ケーブル破損 2件	検 そ ・検出器ケーブル断線 ケーブル交換 2件 ・NaI端子不良 付け直し 1件 ・テレメータ内IC不良 交換 1件
63	記 そ ・ログ不良 調整 1件 ・ログ不良 交換 1件 ・テレメータ電源ユニット不良 1件	検 表 ・リアンプ交換 1件 ・リアンプゲイン、DBMゲイン調整 1件 ・DBMモジュール不良 交換 1件	表 記 ・増幅波高分析器内IC不良 交換 1件 ・記録計打点不良 交換 1件
元	記 ・ログ不良 調整 3件	検 そ ・リアンプゲイン、DBMゲイン調整 1件 ・温度変換器 1件 ・ファンヒータ調整 1件	記 ・記録計不良交換 3件
2	検 表 記 ・検出器アンプ絶縁不良 交換 1件 ・インターフェースカード 不良 2件 ・ログ不良 調整 1件 ・ログ不良 交換 2件	検 ・加温装置 1件 ・検出部温度異常警報 2件	表 記 ・ドスロットメータスイッチ不良 交換 1件 ・記録計不良交換 1件
3		検 ・リアンプゲイン、DBMゲイン調整 1件 ・検出部温度異常警報 3件	表 記 そ ・増幅波高分析器 抵抗不良 交換 1件 ・記録計不良交換 7件 ・リアンプ動作不良 交換 1件

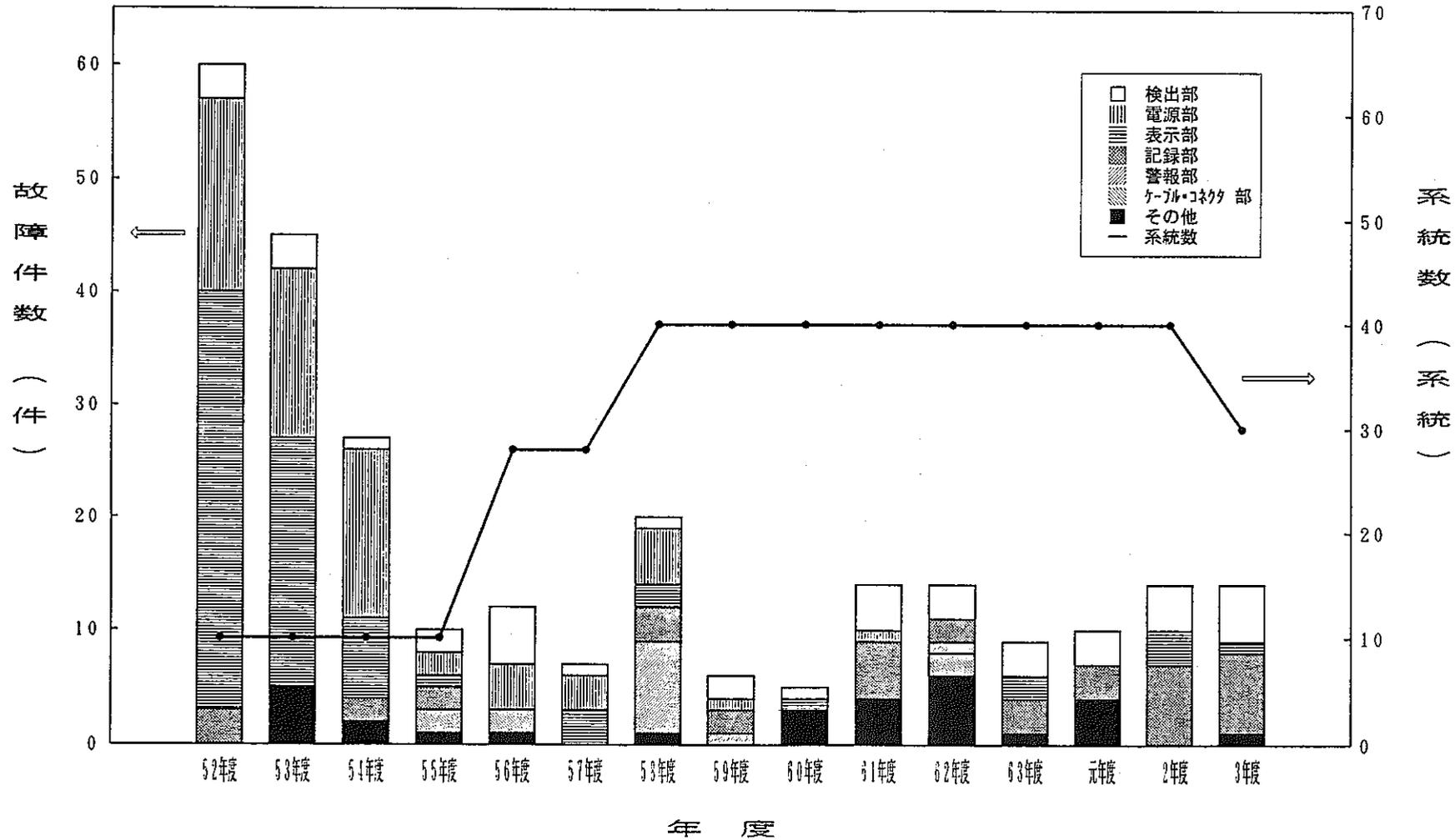
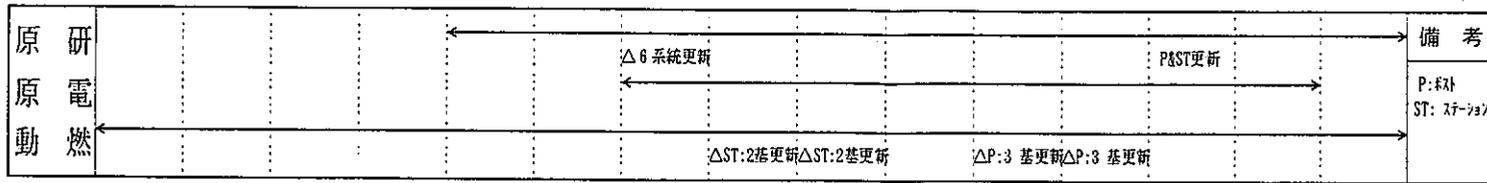


図 1-4 年度別部位別故障件数及び調査対象系統数

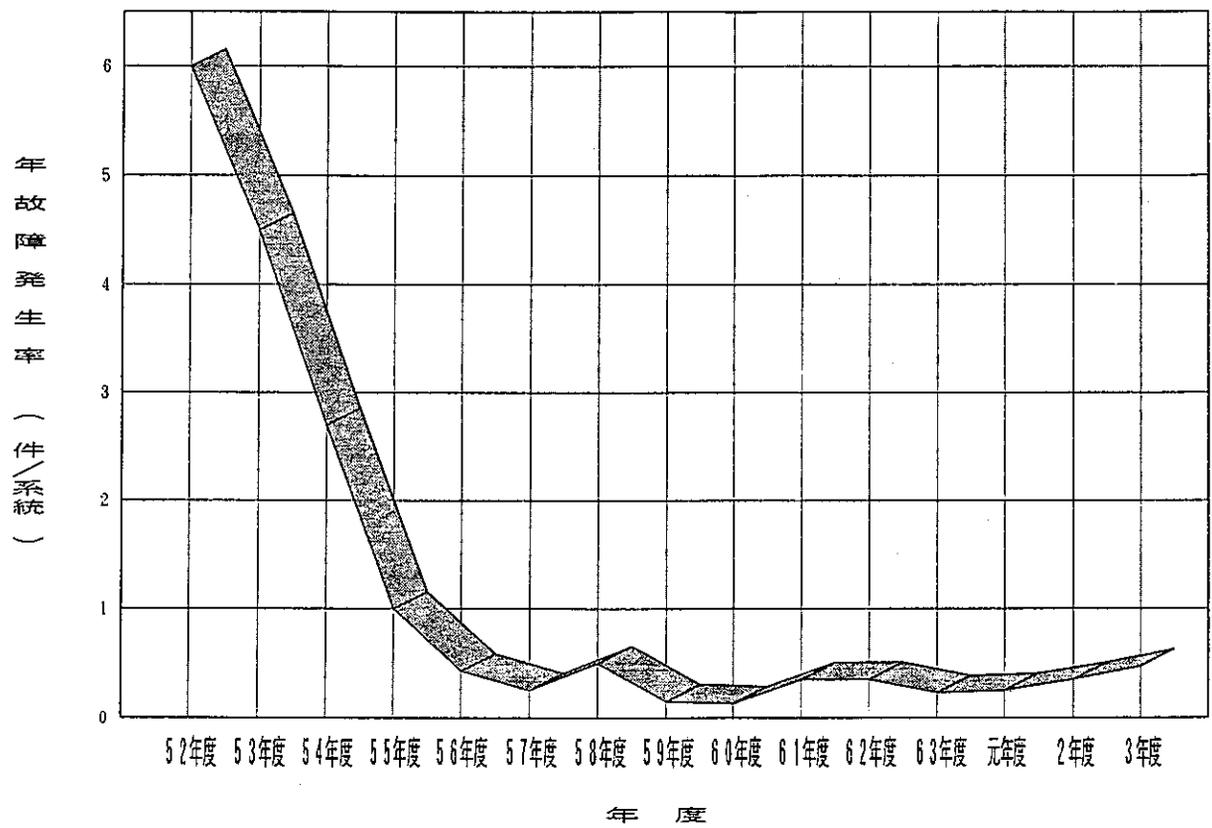


図 1-5 年度別故障発生率

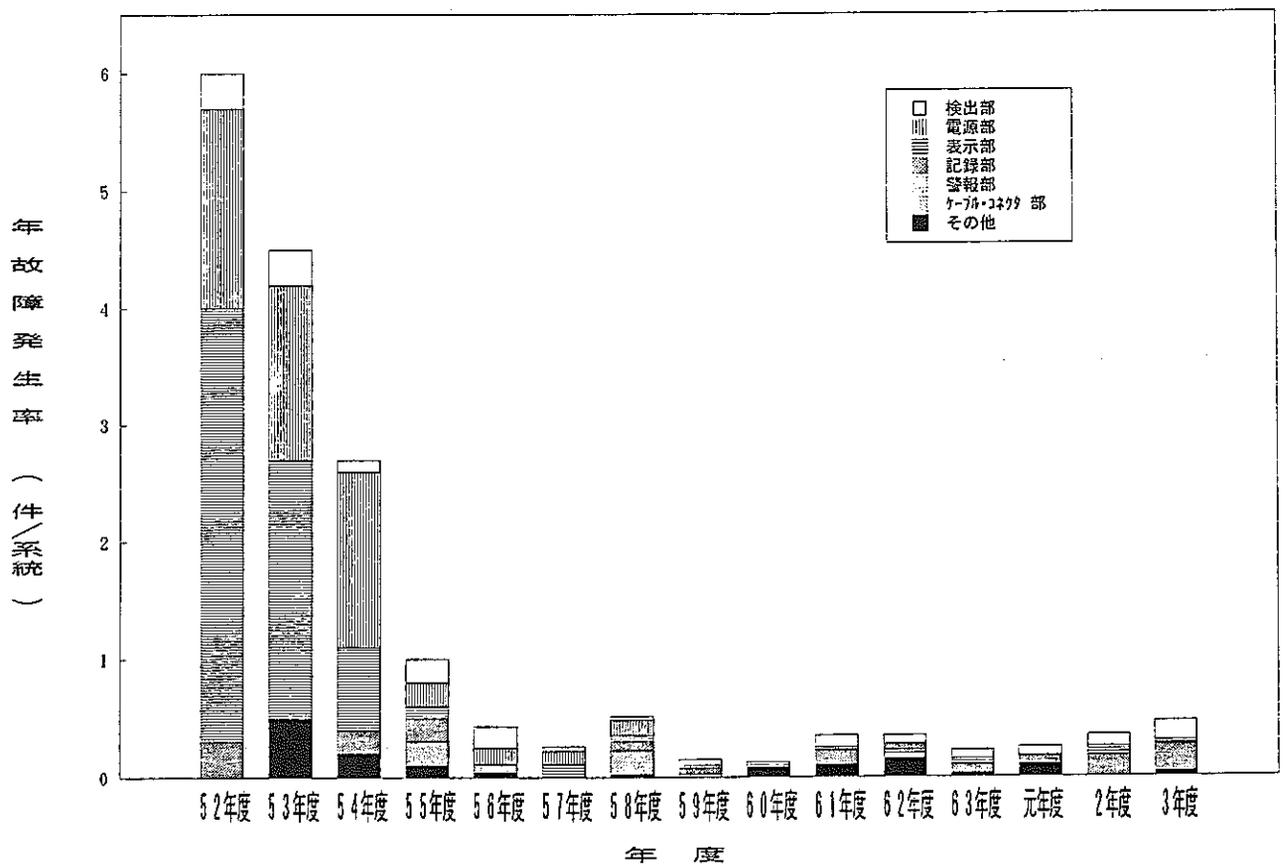


図 1-6 年度別故障発生率 (部位別)

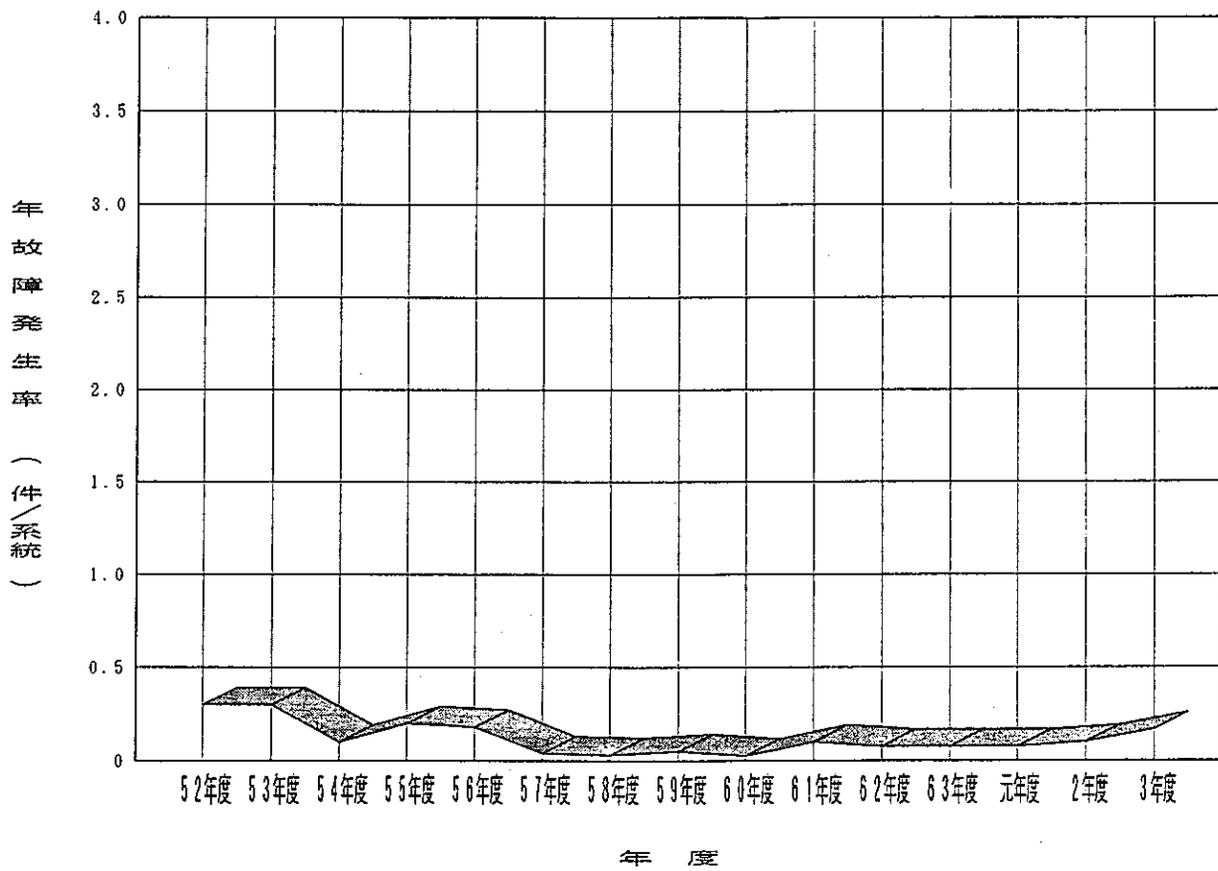


図 1-7 部位別年故障発生率 [検出部]

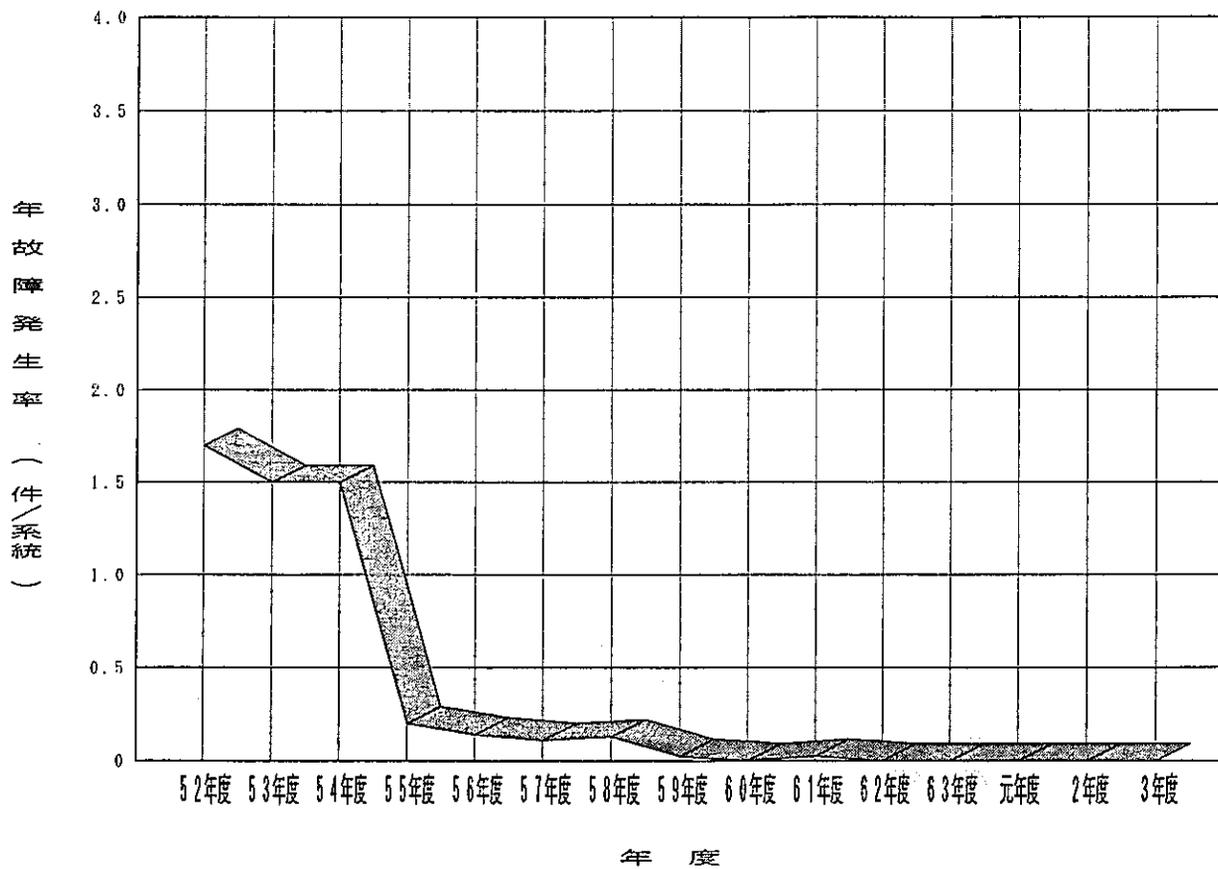


図 1-8 部位別年故障発生率 [電源部]

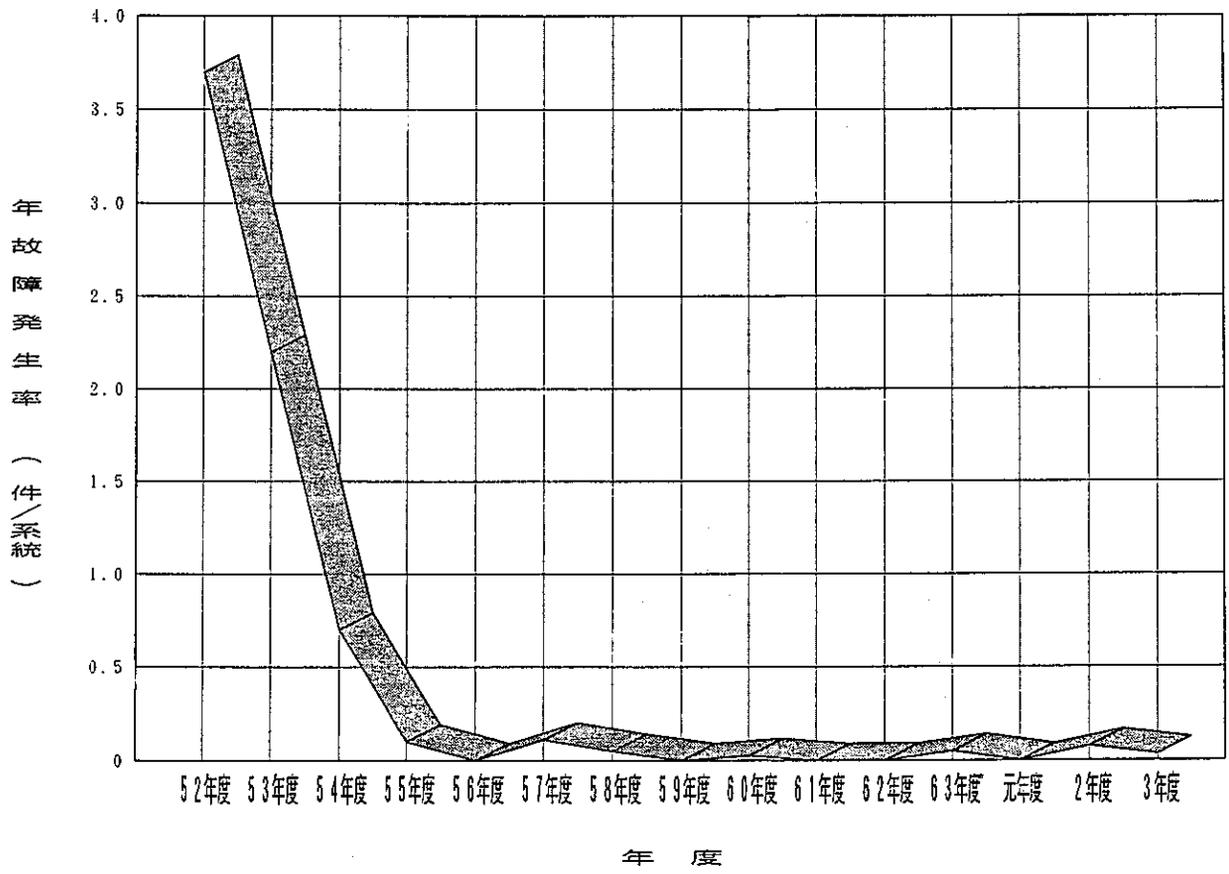


図 1-9 部位別年故障発生率〔表示部〕

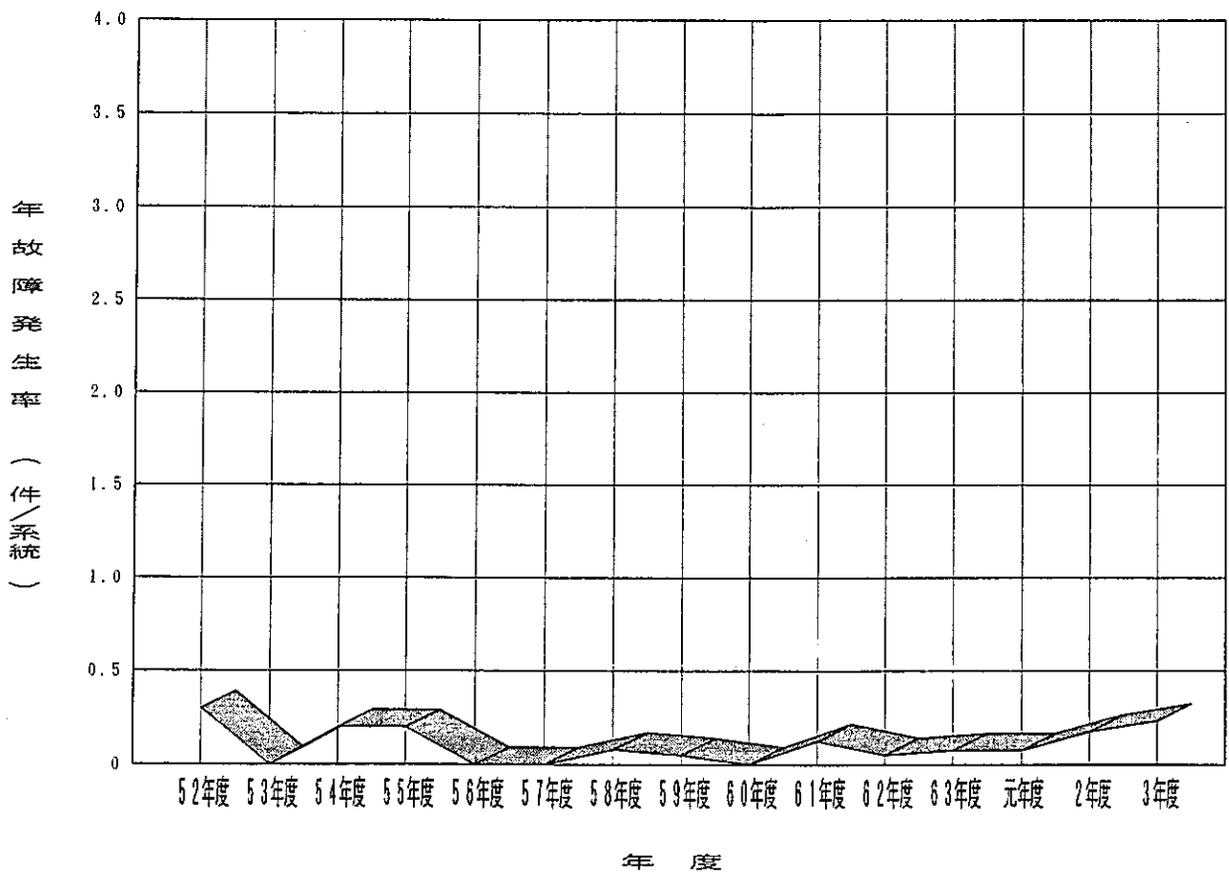


図 1-10 部位別年故障発生率〔記録部〕

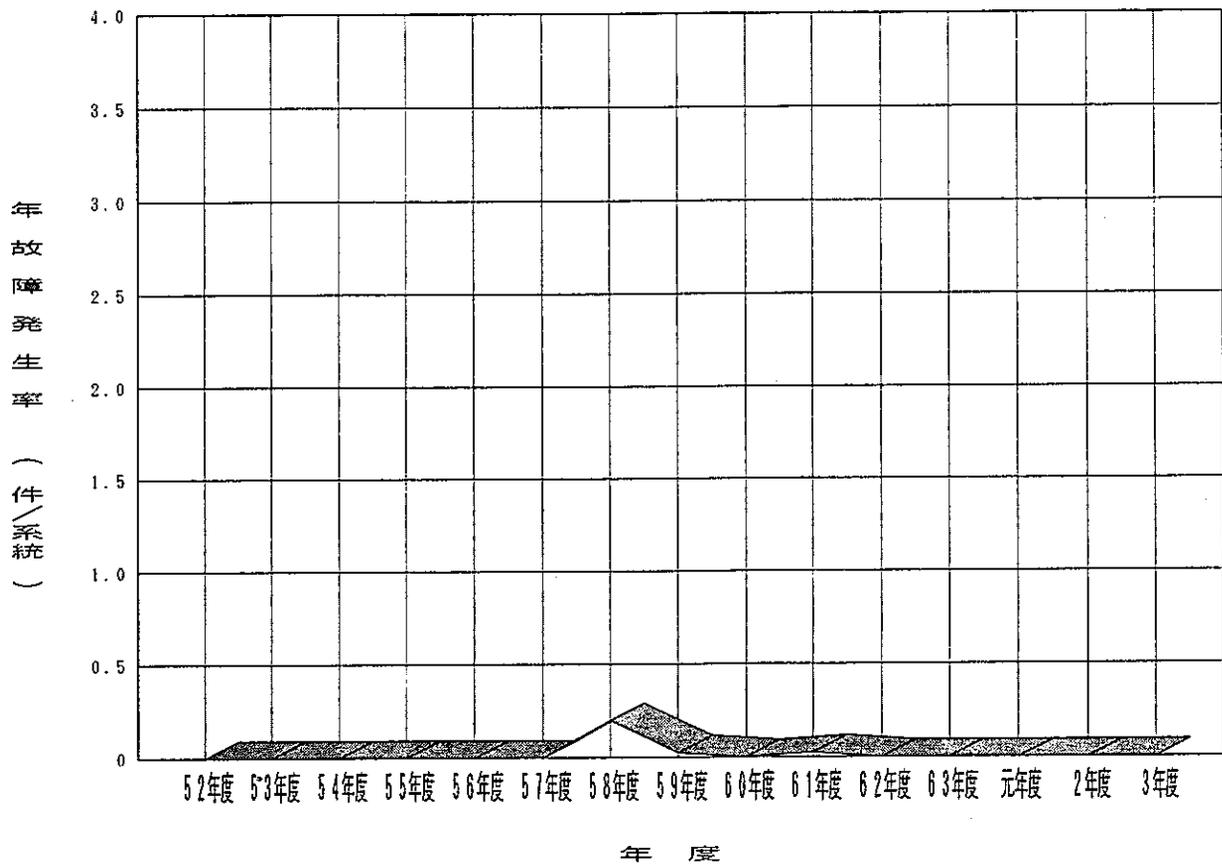


図 1-11 部位別年故障発生率〔警報部〕

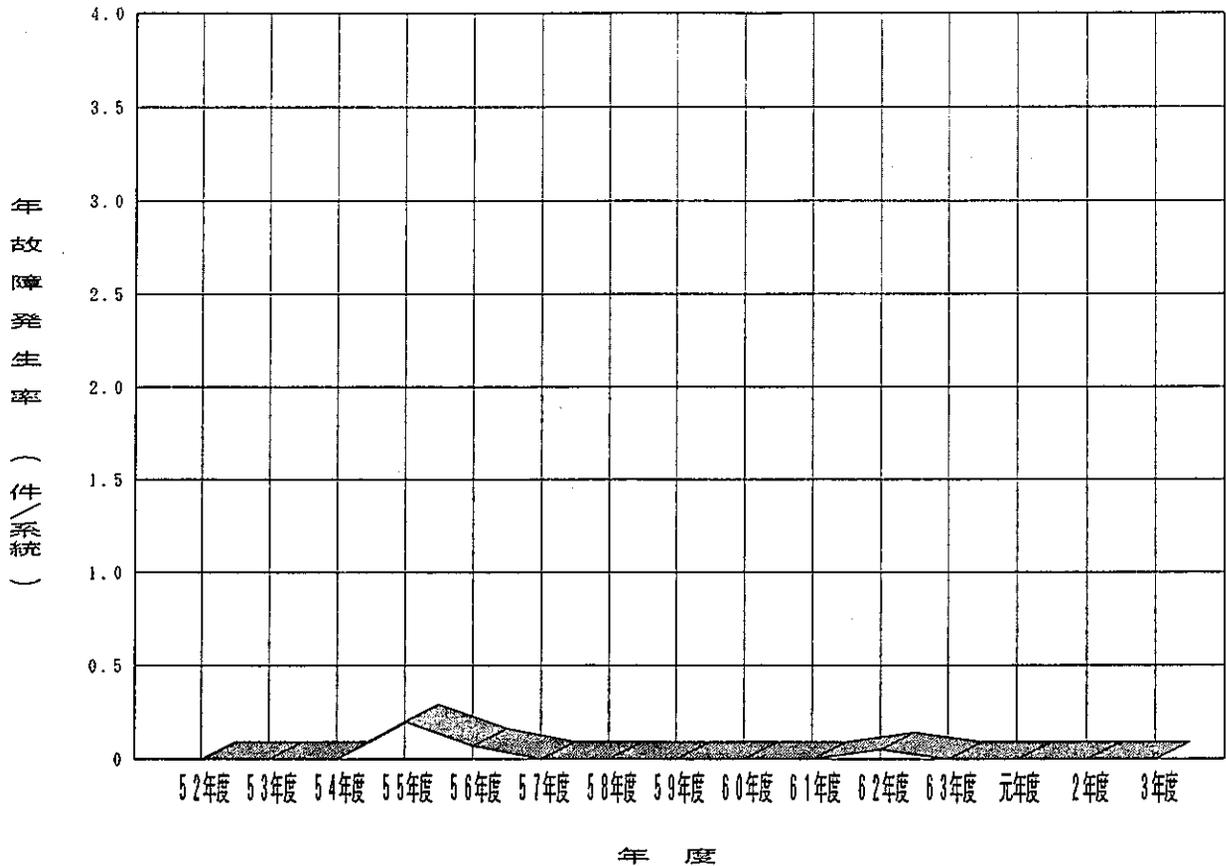


図 1-12 部位別年故障発生率〔ケーブル・コネクタ部〕

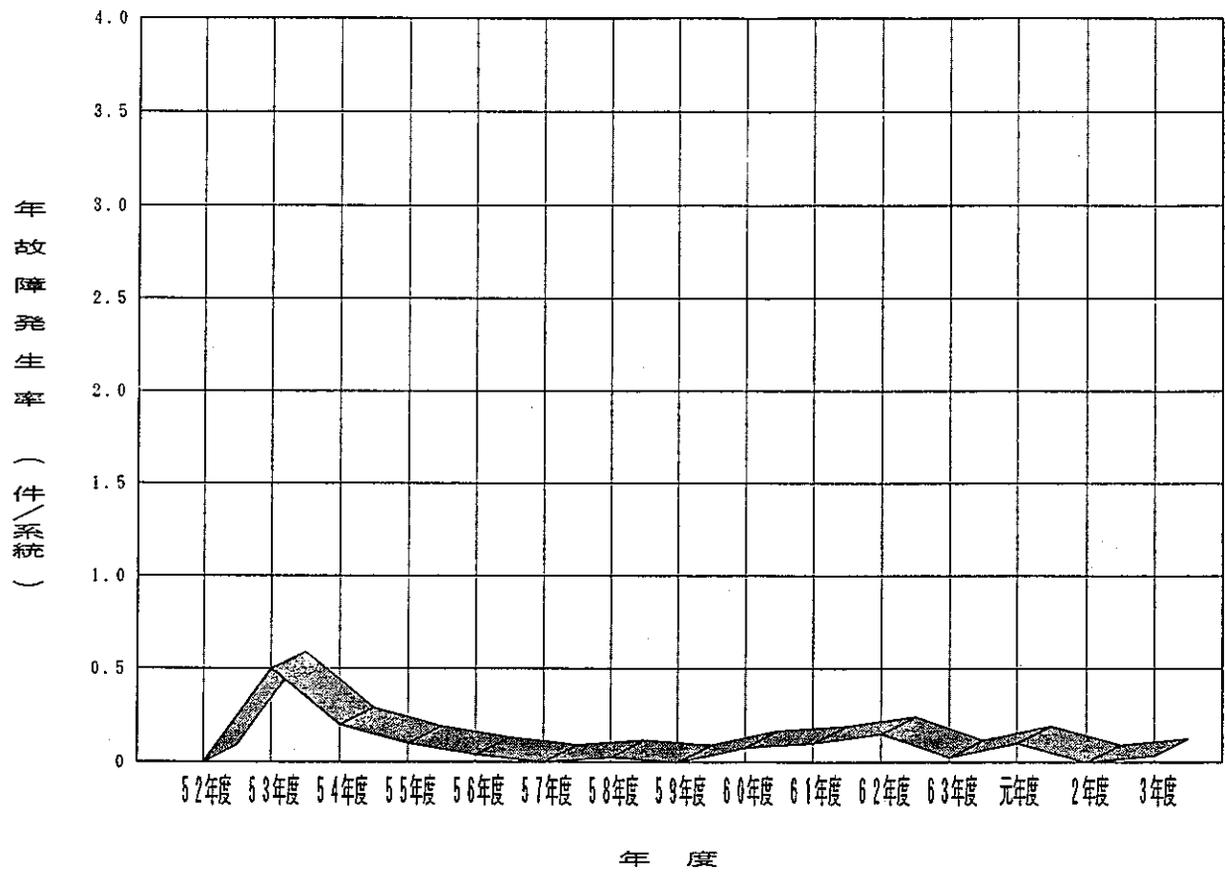


図 1-13 部位別年故障発生率〔その他〕

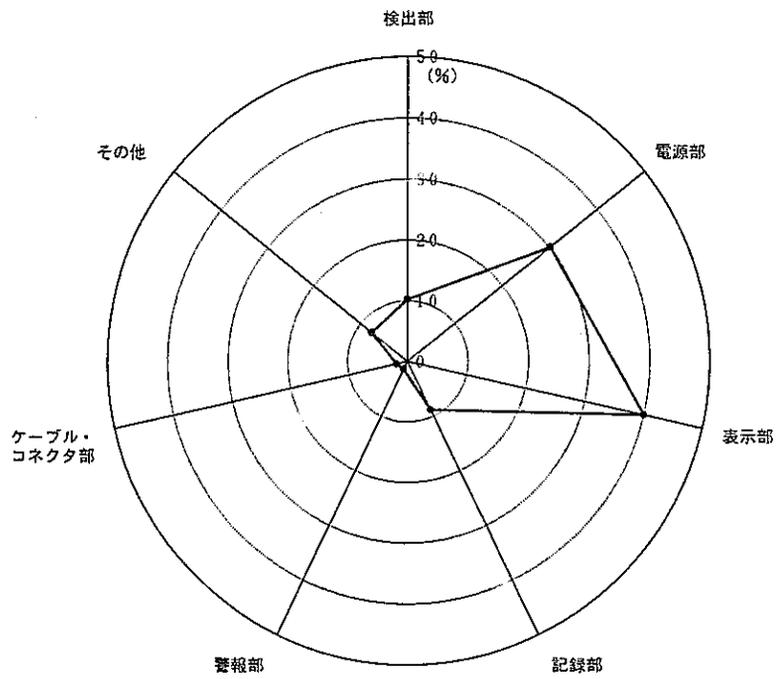


図 1-14 部位別故障割合データ

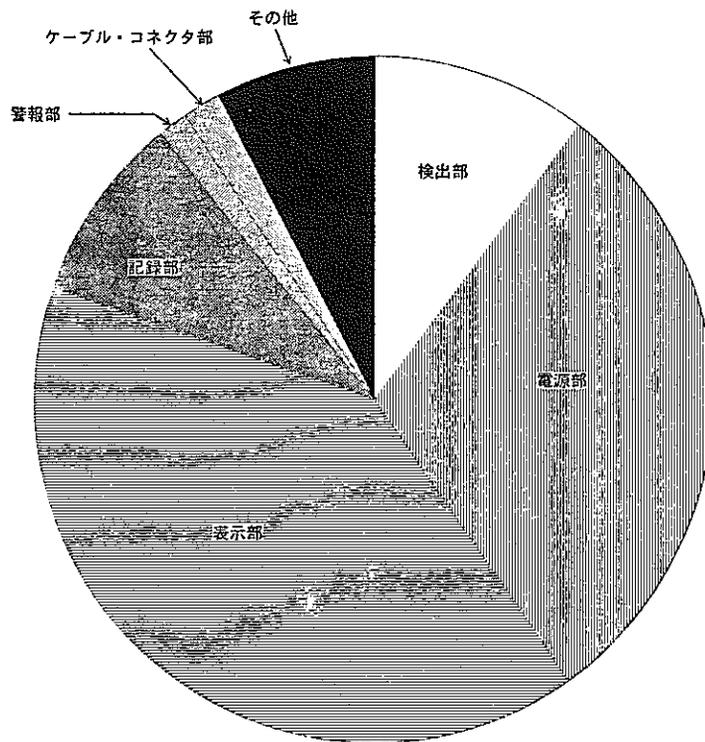


図 1-15 部位別故障割合データ

1.3.2 旧型及び新型のデータ解析

表1-9 のデータから原研・東海のデータは、平成元年度に更新を実施していることから、それ以前は旧型、以後を新型として分類した。同様に動燃・東海のデータについても、昭和59年度から昭和63年度にかけて更新を実施していることから、それ以前は旧型、以後を新型として分類した。また、原電・東海の場合は更新していないため、新型としてカウントした。表1-11及び12にモニタリングステーション・ポストの旧型及び新型別の故障データを示す。

旧型のステーション・ポストの年度別故障発生率の推移を図1-16に示す。部位別の年故障発生率の推移を図1-17から図1-22に示す。また、故障部位の割合について図1-23及び24に示す。

新型のステーション・ポストの年度別故障発生率の推移を図1-25に示す。部位別の年故障発生率の推移を図1-26から図1-32に示す。また、故障部位の割合について図1-33及び34に示す。

旧型と新型の比較から、新型の場合、初期故障期間における年故障発生率は1.0件／系統・年以下であった。これは、新型の故障内容から、調整行為が旧型の初期に比べ大幅に減少していることに起因している。旧型初期におけるステーション・ポストを構成するモジュール等は汎用品を用いていたため、モニタ専用設計されたものではなかったが、その後、モニタ専用品が使用されるようになったことが、故障が急速に減少した要因となっている。故障部位割合の比較から（図1-23、24と図1-33、34の比較、図1-35、36参照）旧型の場合は表示部、電源部に故障が集中しているが、新型の場合、年故障発生率は低いものの、記録部、警報部に故障が集中していることがわかる。すなわち、新型の表示部においては、部品類の高信頼度化及びIC化が図られ、構成する部品数が大幅に減少し、年故障発生率が低下したと考えられる。また、電源部については、昭和55年度の旧型より故障の回数が減少している。それ以前においては、電源電圧等が規格の範囲内に入っているにもかかわらず、その中心値に合わせていた調整作業によるものである。昭和55年度以降は規格内であれば「良」とし、調整作業を行わなくなったため減少している。記録部については、その故障は記録計によるものであり、主に駆動部に故障が集中していることから、機械的な摩耗、劣化が原因であると考えられる。

年故障発生率 (件/系統)

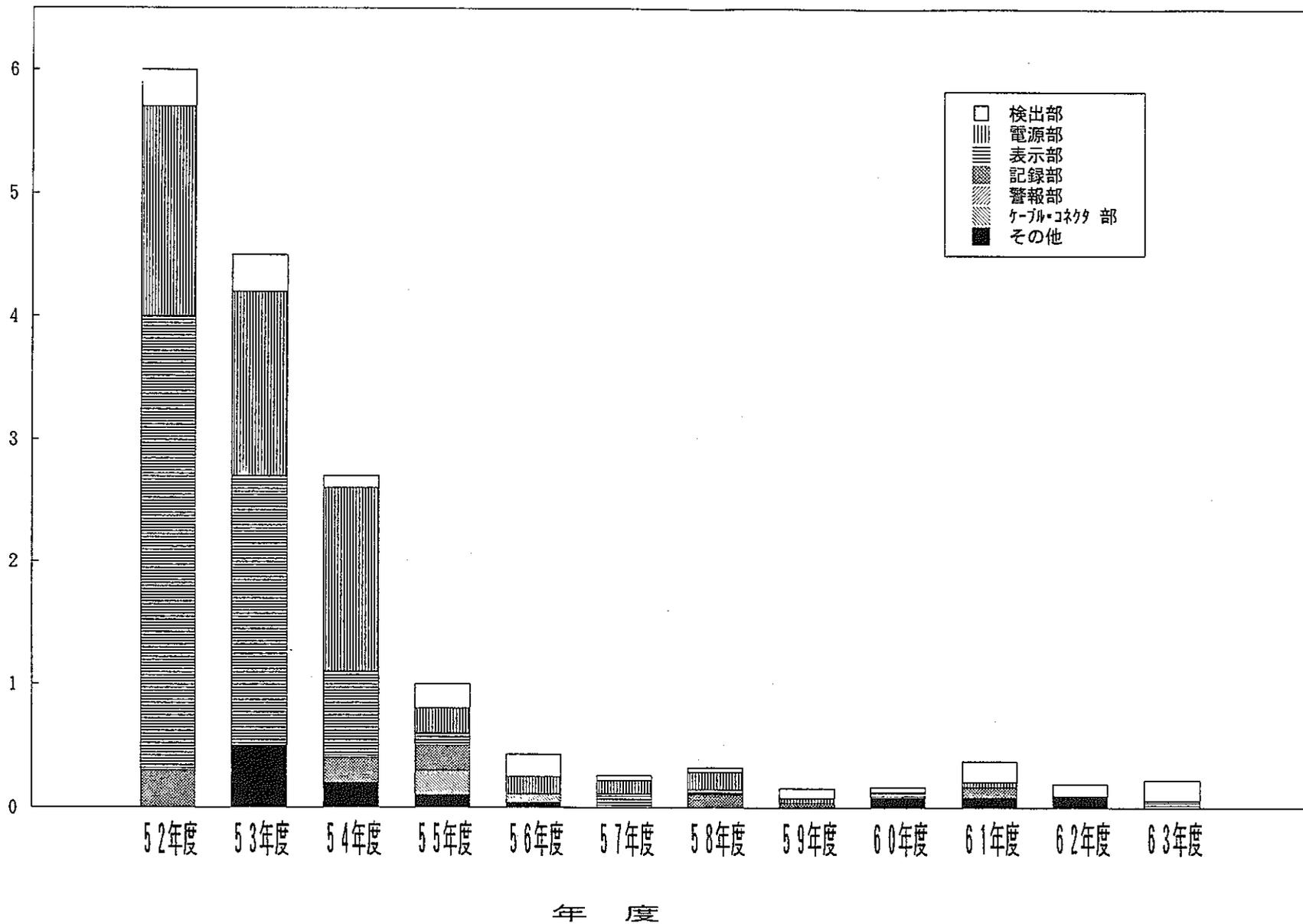


図 1-16 年度別部位別故障発生率—旧型—

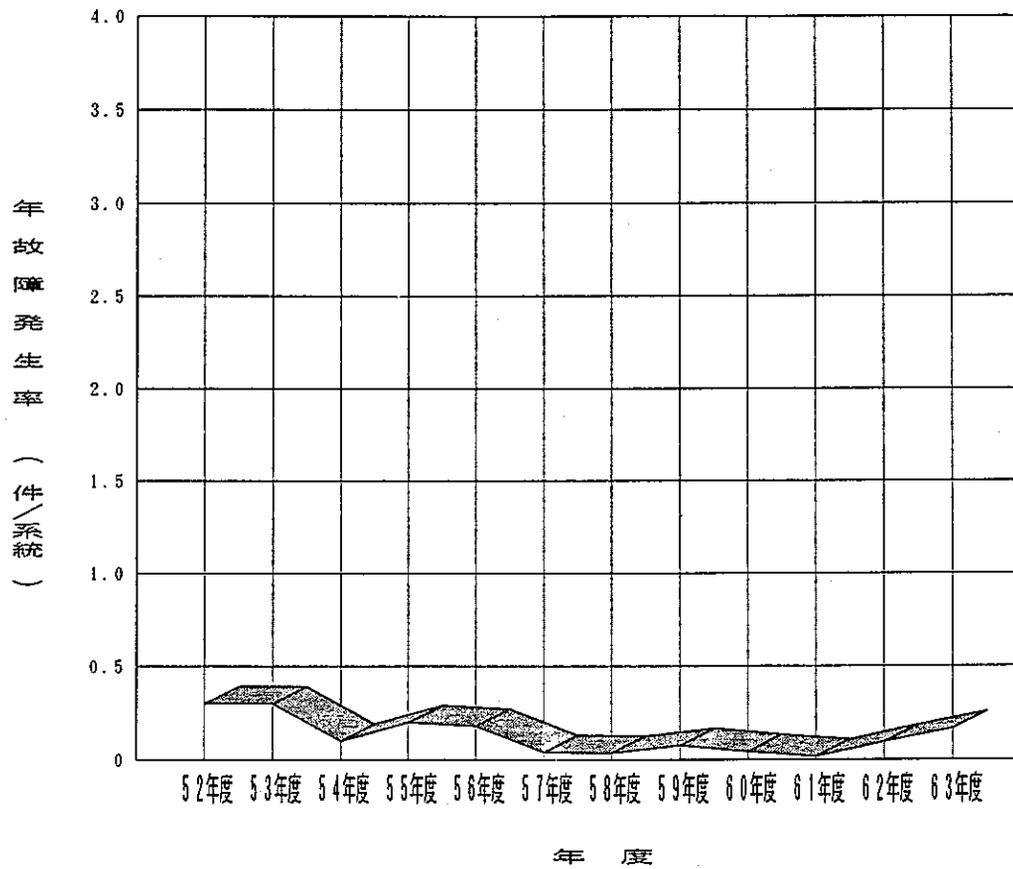


図 1-17 部位別年故障発生率—旧型—〔検出部〕

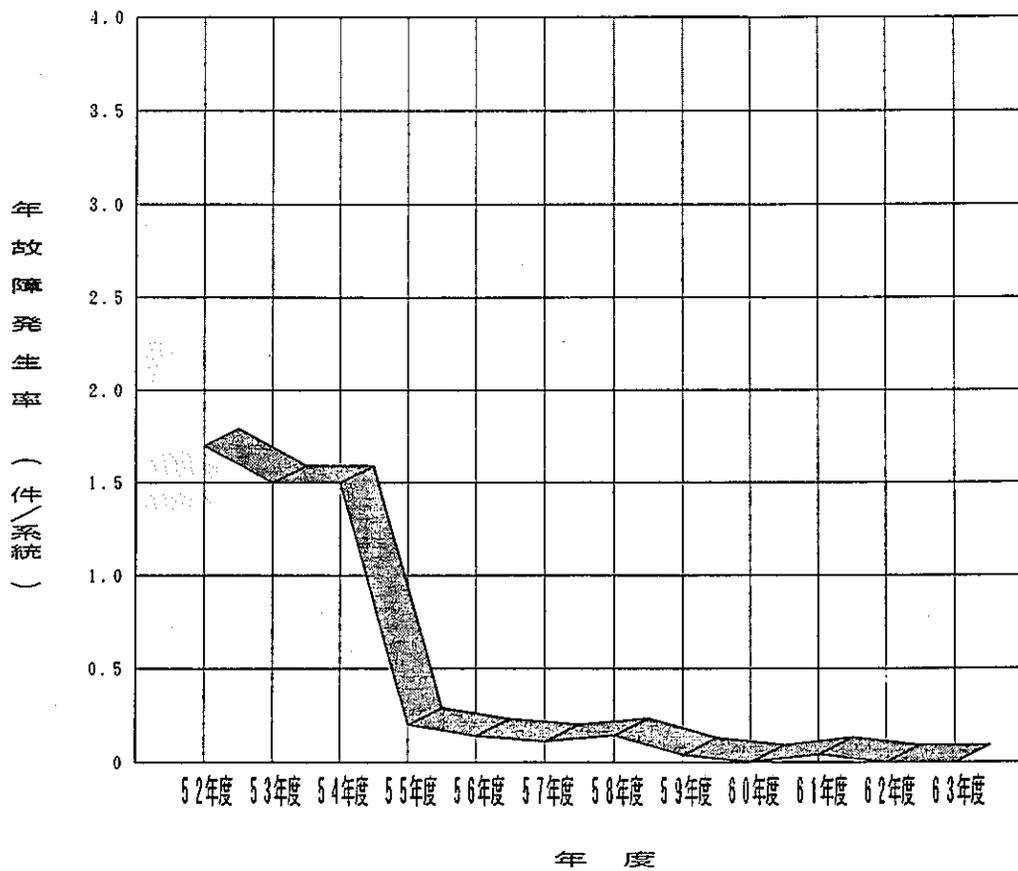


図 1-18 部位別年故障発生率—旧型—〔電源部〕

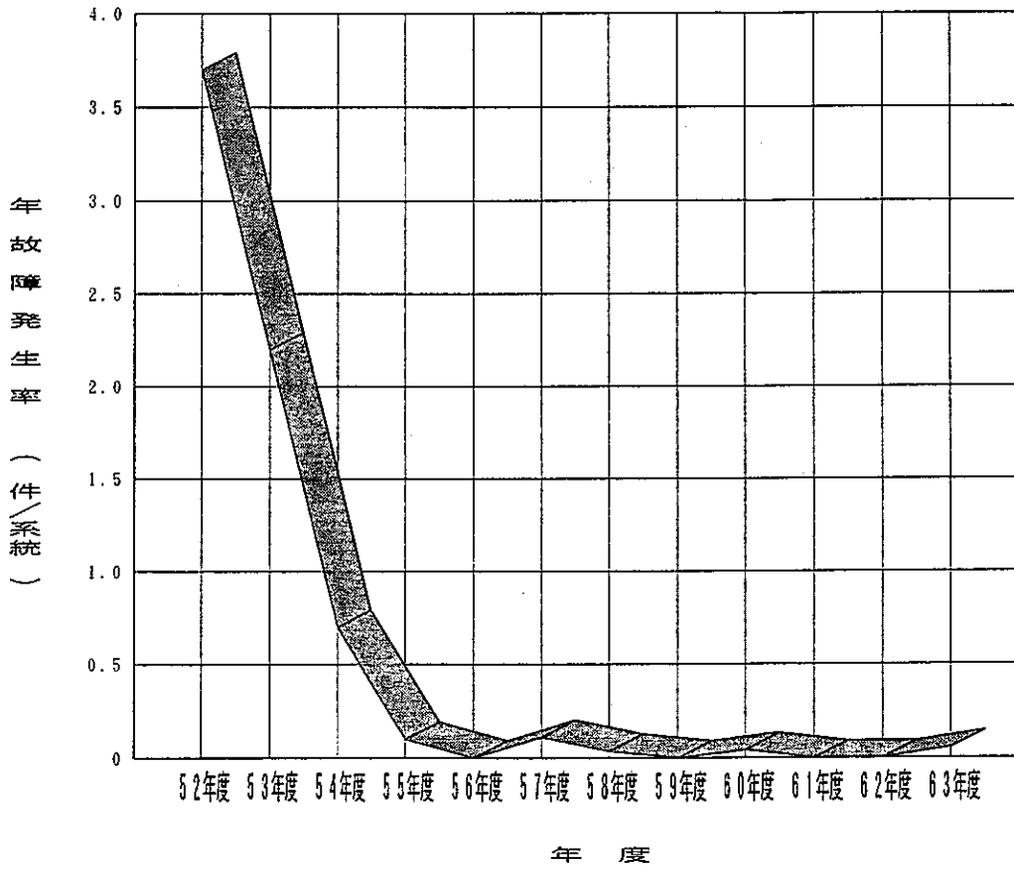


図 1-19 部位別年故障発生率—旧型—〔表示部〕

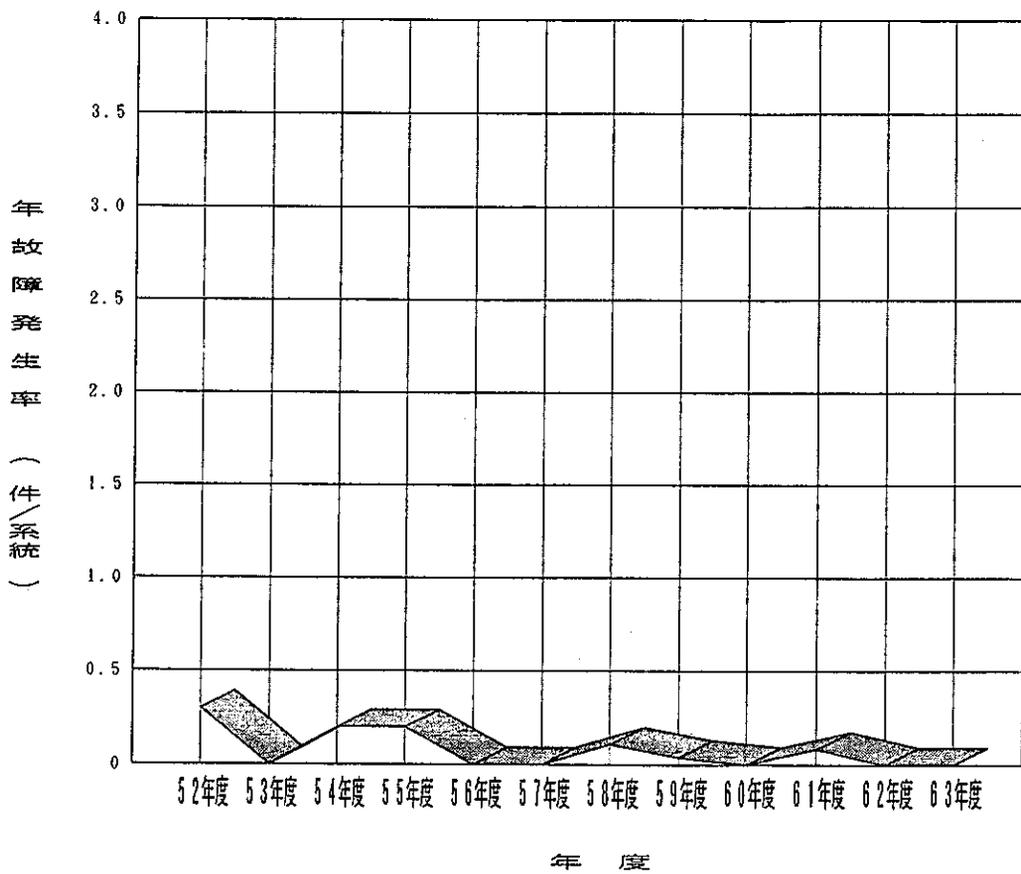


図 1-20 部位別年故障発生率—旧型—〔記録部〕

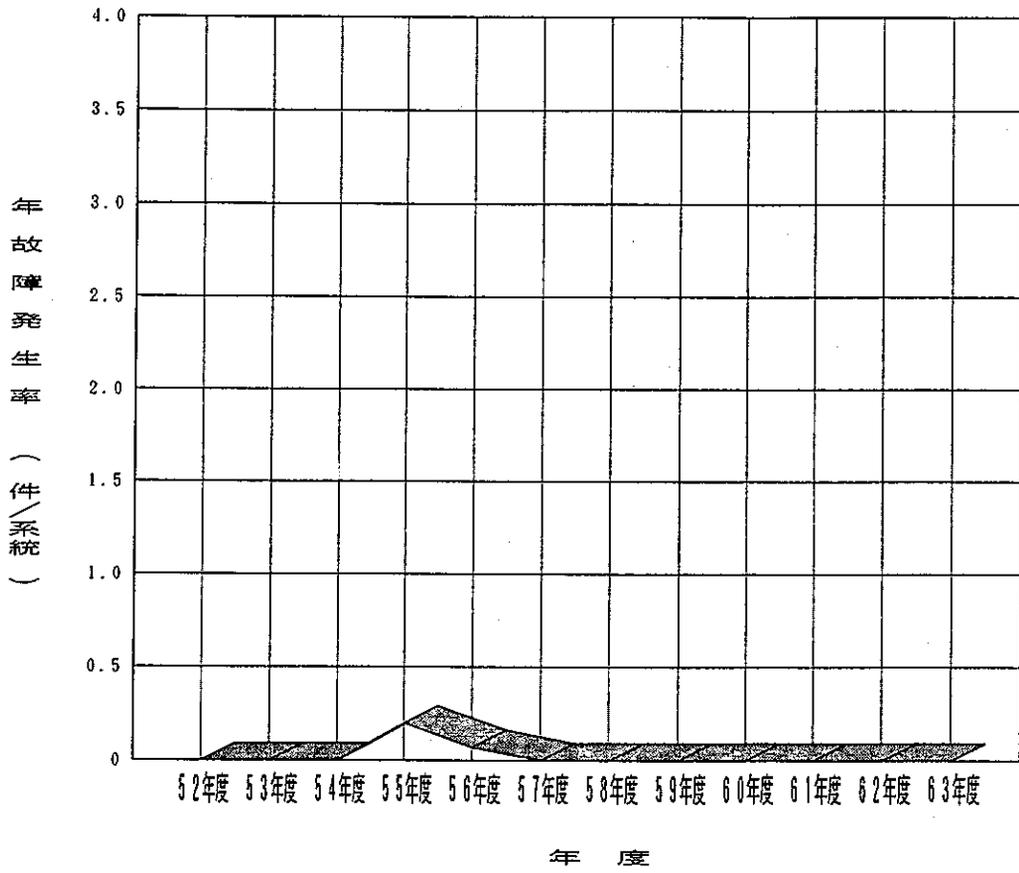


図 1-21 部位別年故障発生率—旧型—〔ケーブル・コネクタ部〕

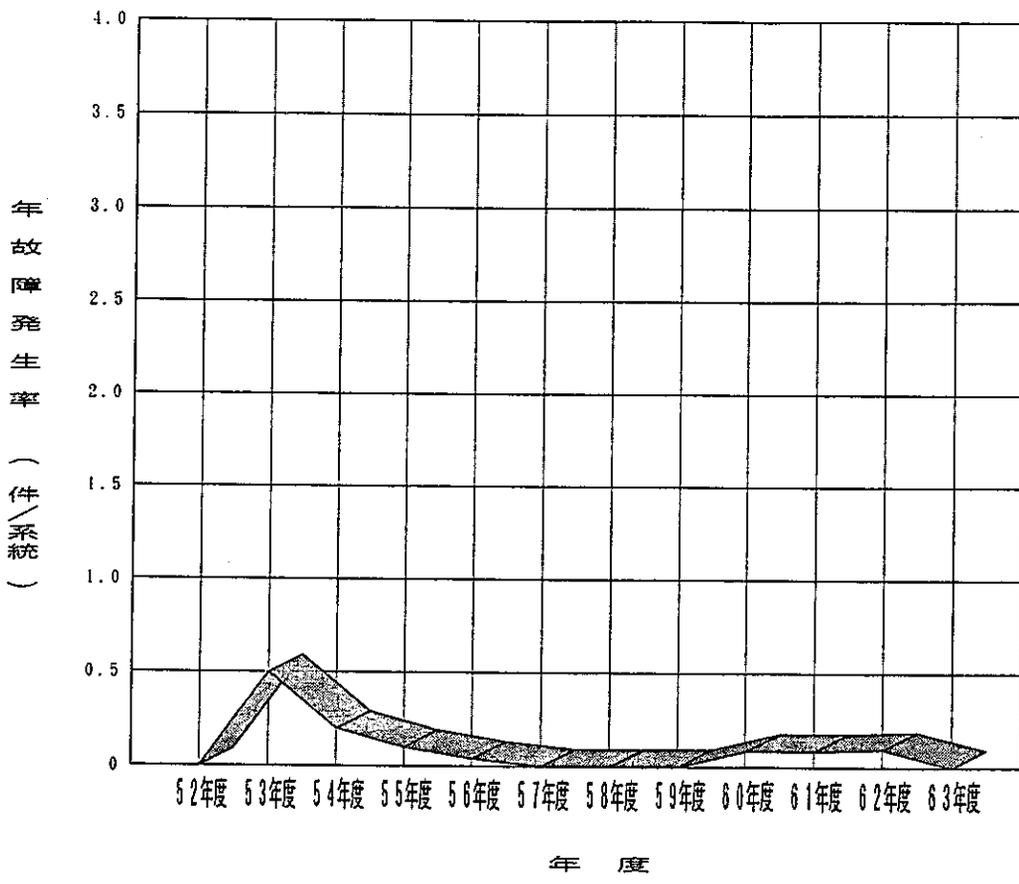


図 1-22 部位別年故障発生率—旧型—〔その他〕

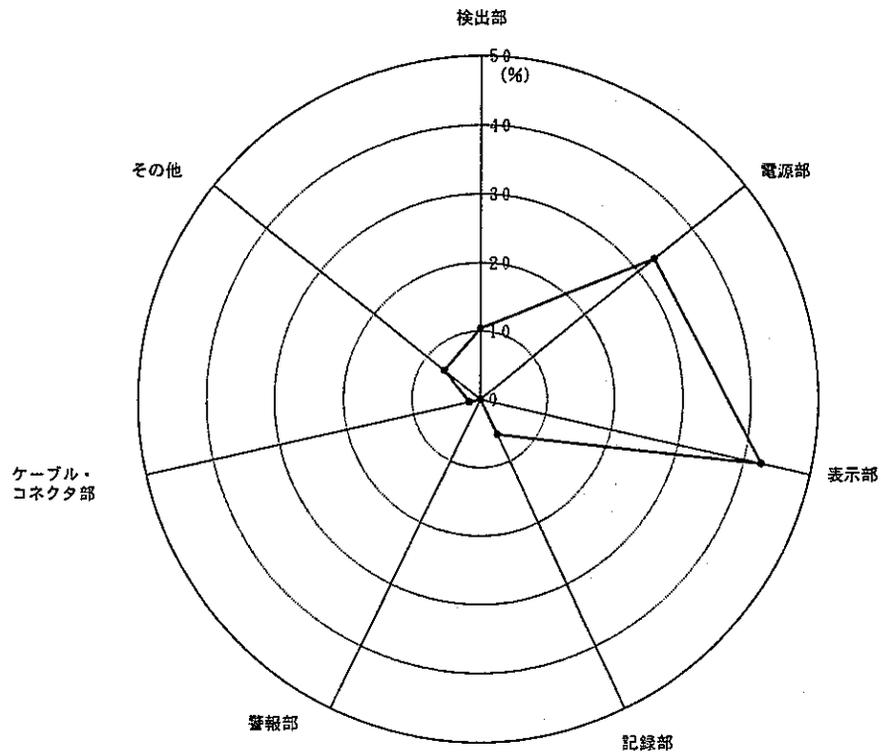


図 1-23 部位別故障割合データ ー旧型ー

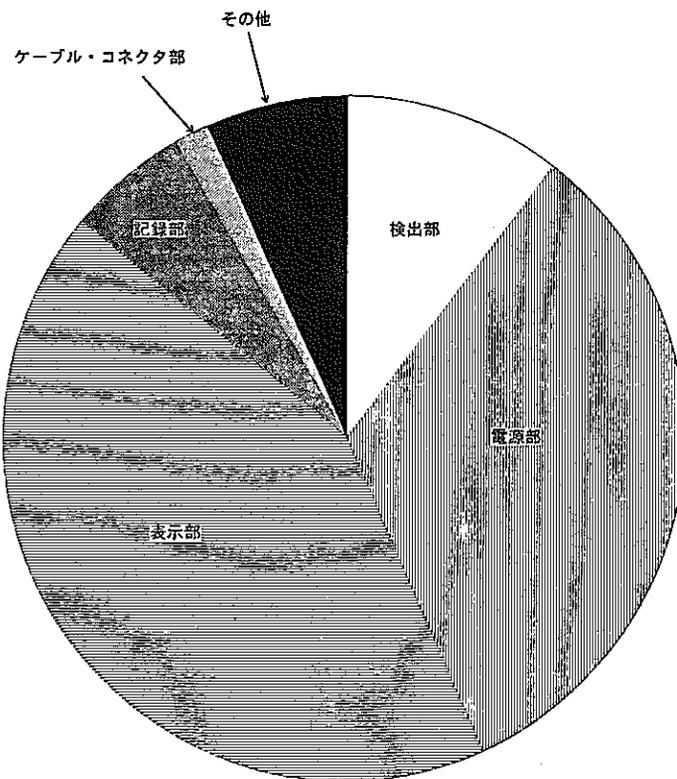


図 1-24 部位別故障割合データ ー旧型ー

表 1-12 放射線管理モニタ故障解析 - 故障データ - [原研・東海, 原電・東海, 動燃・東海]

モニタ名		モニタリングステーション・ポスト (線量測定系)									データ名									3事業所「新型」全データ, 表中「電」は原電、「研」は原研、「動」は動燃の意									
		58年度			59年度			60年度			61年度			62年度			63年度			元年度			2年度			3年度			
		電	研	動	計	電	研	動	計	電	研	動	計	電	研	動	計	電	研	動	計	電	研	動	計	電	研	動	計
		12			12	2	14	12	4	16	12	4	16	12	7	21	12	10	22	12	18	10	40	12	18	10	40	18	12
検出部	交換																												
	調整																												
	清掃																												
	その他																												
	小計													1	①							1		3		④		3	⑤
電源部	交換	1																											
	調整																												
	清掃																												
	その他																												
	小計	1			①																								
表示部	交換	1													1								2		1				1
	調整																												
	清掃																												
	その他																												
	小計	1			①										1	①							2		1	③		1	①
記録部	交換					1																							
	調整									3			2			1						3			4			7	
	清掃																												
	その他																												
	小計				1	①			3		③	2		2	2	1	②	3		③	3		③	3	4	⑦		7	⑦
警報部	交換	3																											
	調整					1																							
	清掃																												
	その他	5																											
	小計	8			①									1		①													
保守部	交換																												
	調整																												
	清掃																												
	その他																												
	小計																												
その他	交換								2				1	1	1							1	1					1	
	調整	1				1																							
	清掃																												
	その他																												
	小計	1			①			1	①	2		②	3	1	④	1		①				1	1					1	①
事業所合計		11			1	1		1		5		⑤	6	4	④	3	2	②	3	4	3	④	6	3	5		5	9	
合計		11			2			1			5			10			5			10			14			14			
備考																				・原研 ポスト・ステーション 更新			・動燃 ポスト・ステーション 共に1基追加						

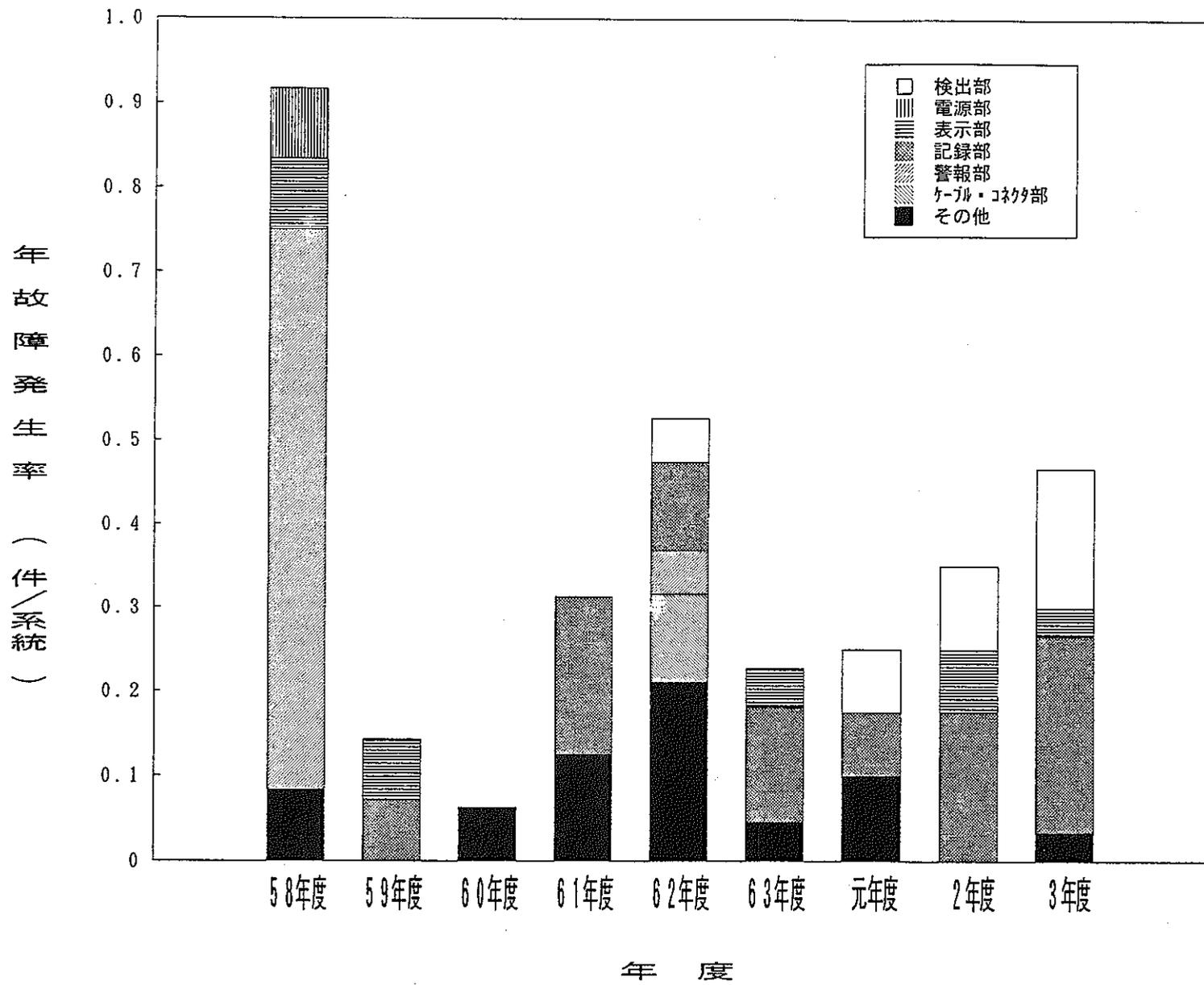


図 1-25 年度別部位別故障発生率—新型—

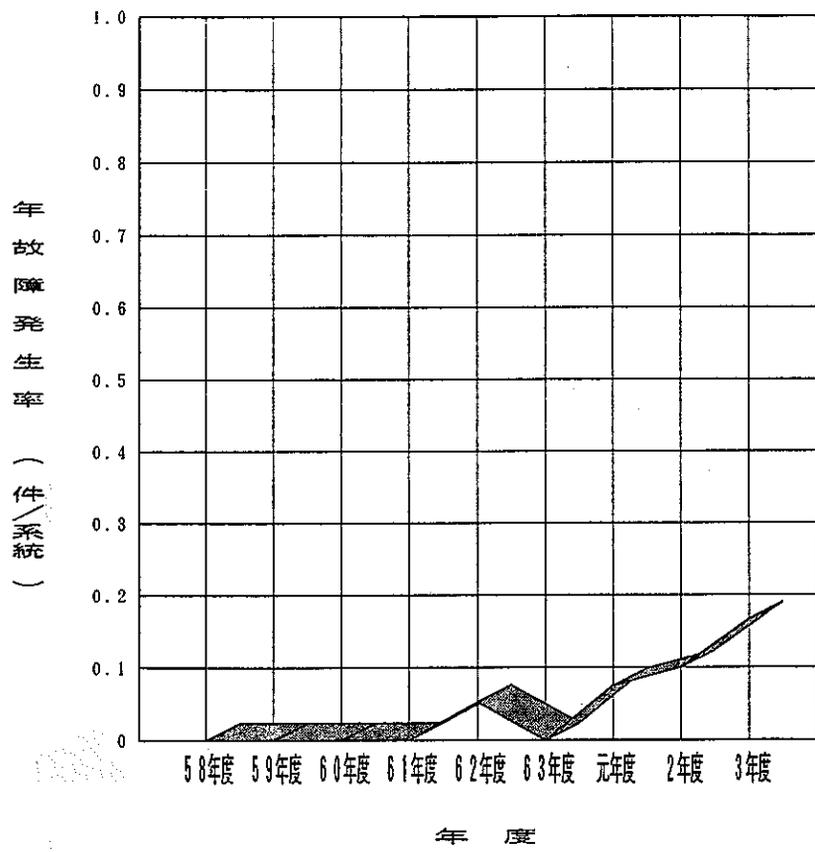


図 1-26 部位別年故障発生率—新型—〔検出部〕

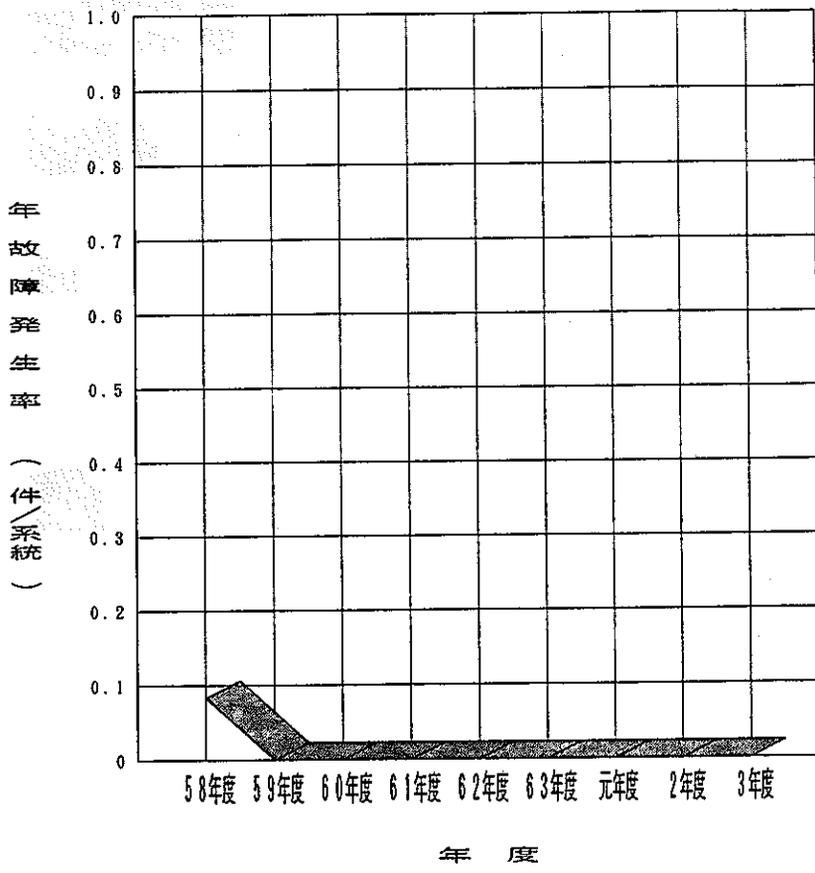


図 1-27 部位別年故障発生率—新型—〔電源部〕

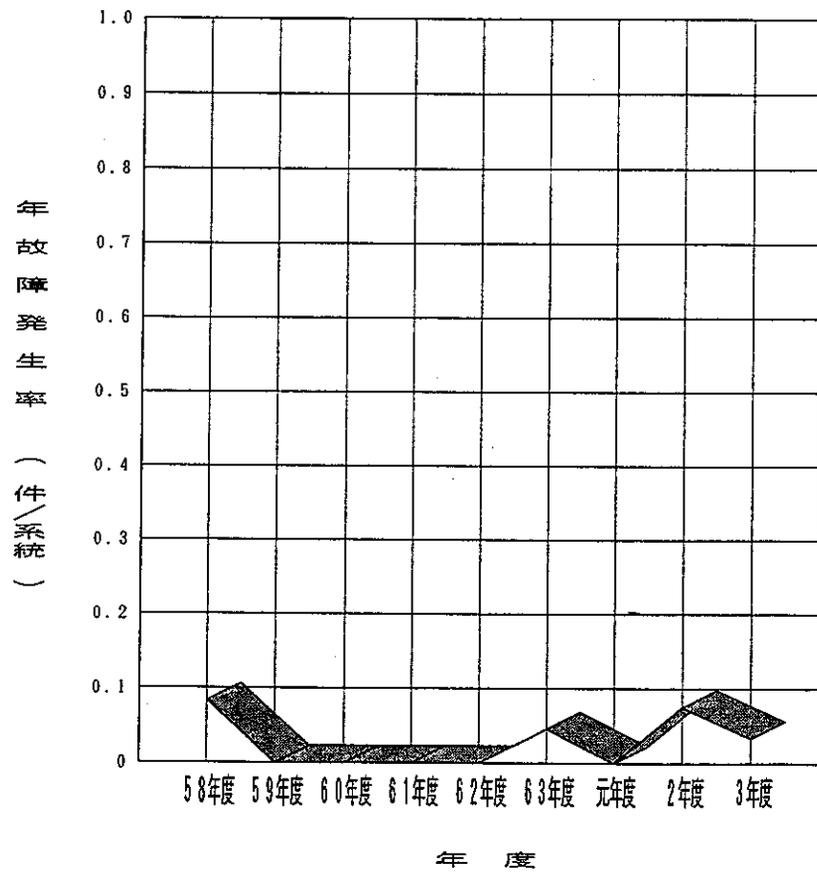


図 1-28 部位別年故障発生率—新型—〔表示部〕

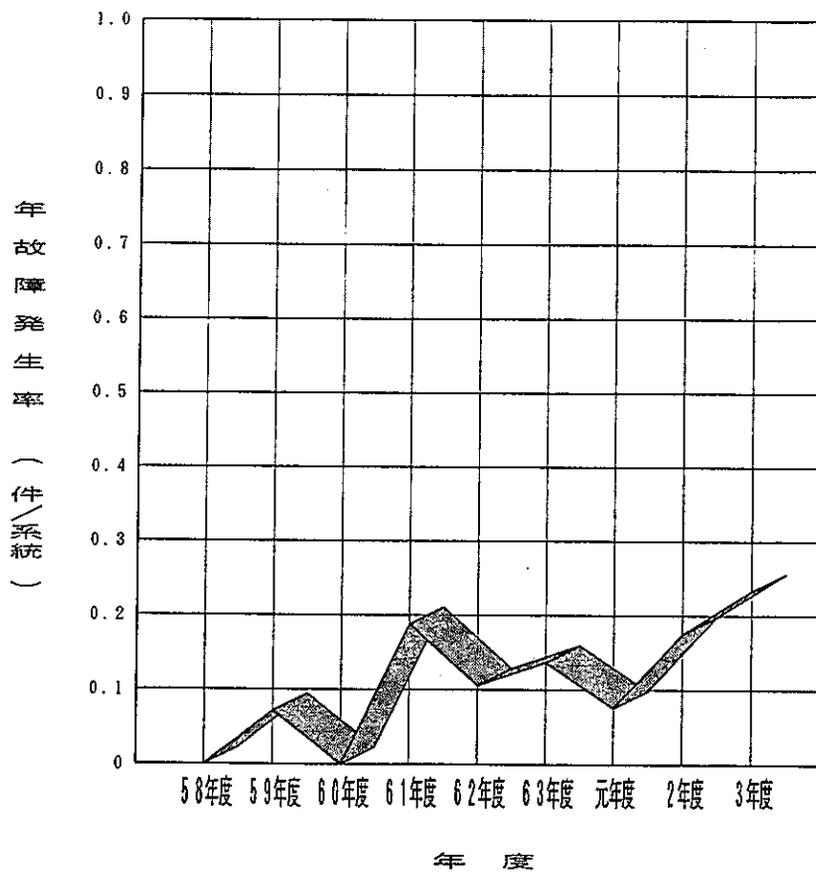


図 1-29 部位別年故障発生率—新型—〔記録部〕

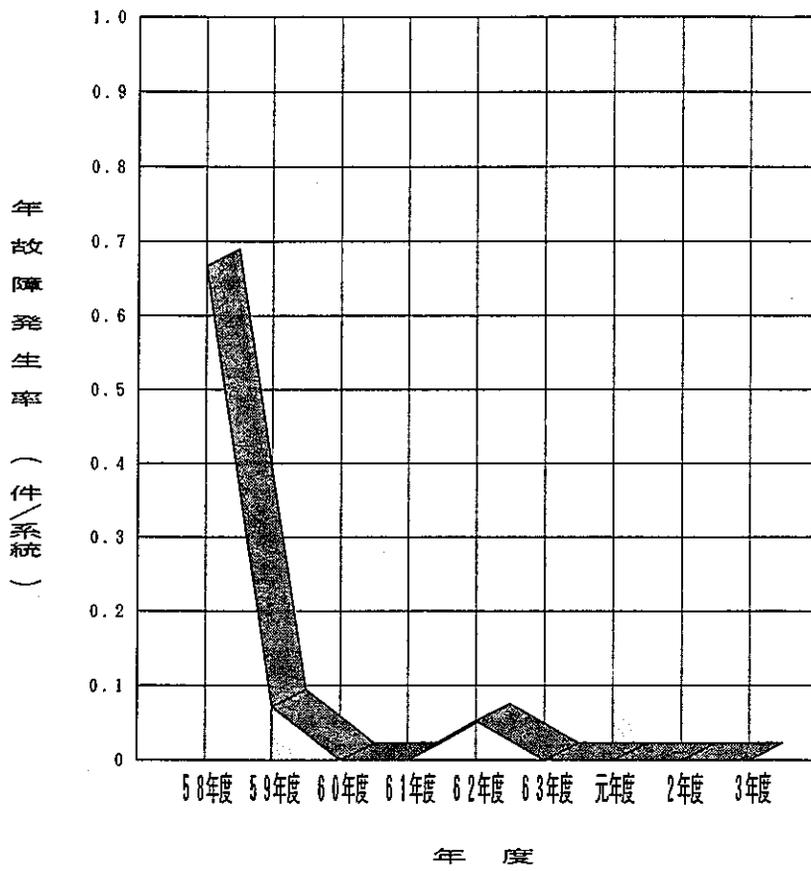


図 1-30 部位別年故障発生率—新型—〔警報部〕

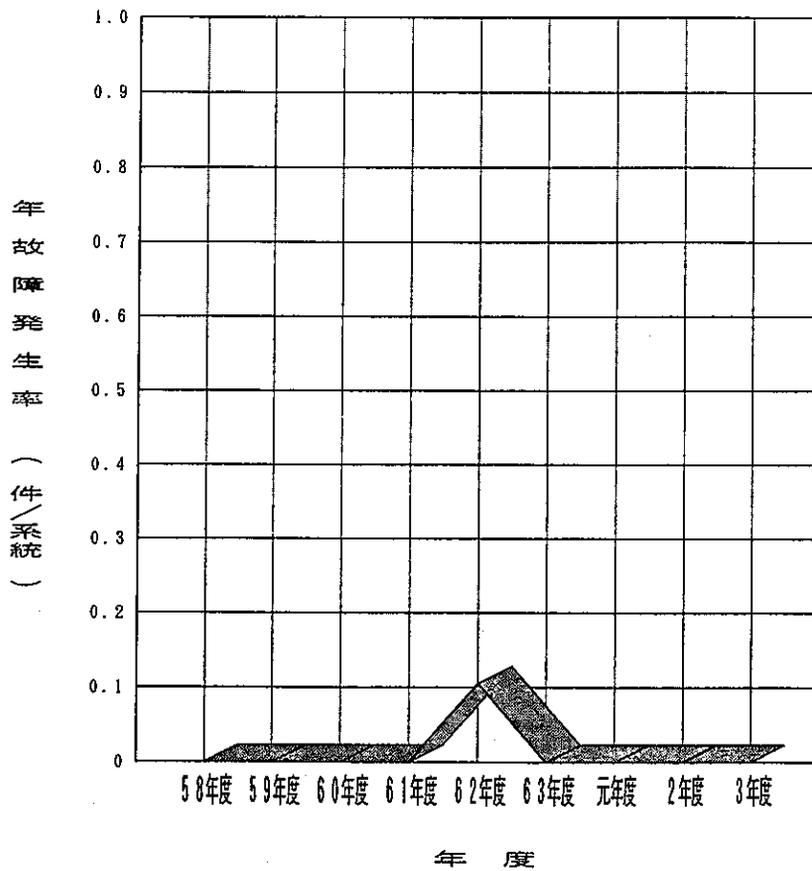


図 1-31 部位別年故障発生率—新型—〔ケーブル・コネクタ部〕

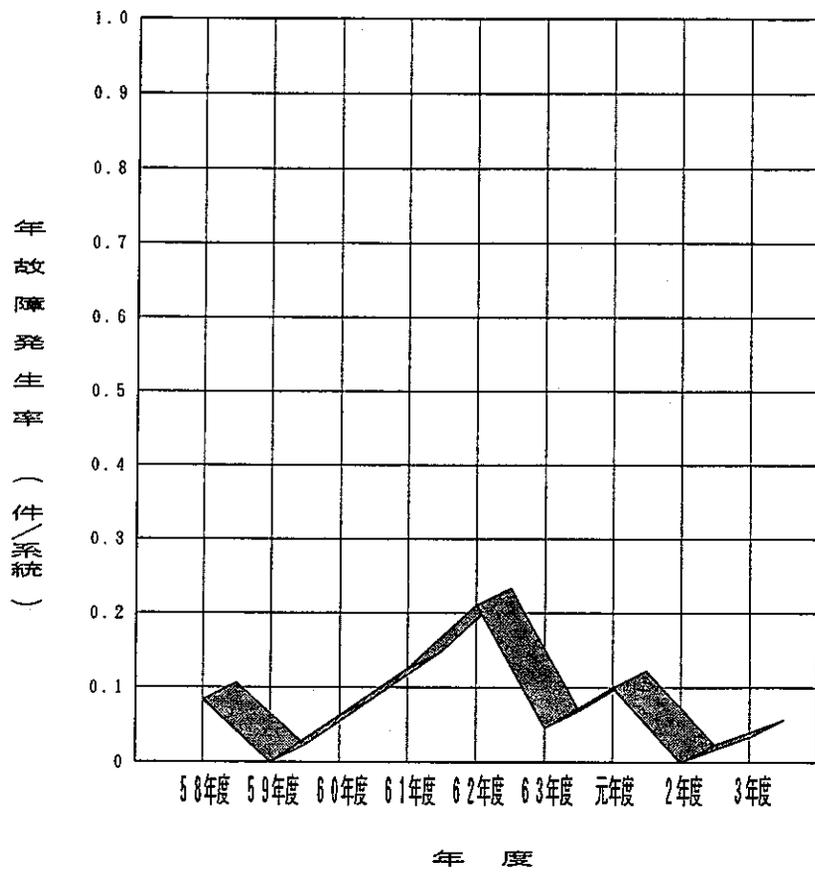


図 1-32 部位別年故障発生率—新型—〔その他〕

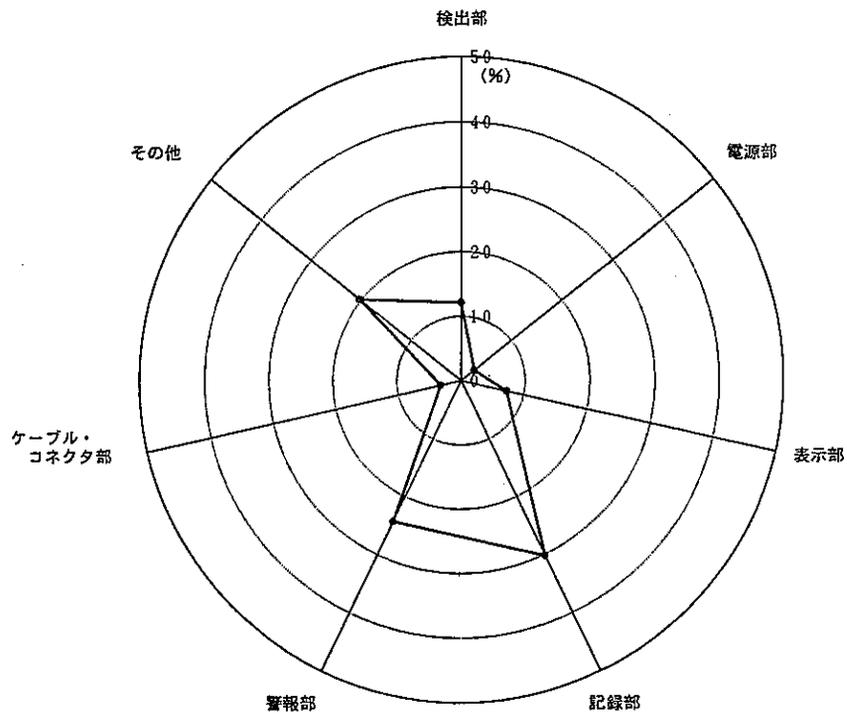


図 1-33 部位別故障割合データ —新型—

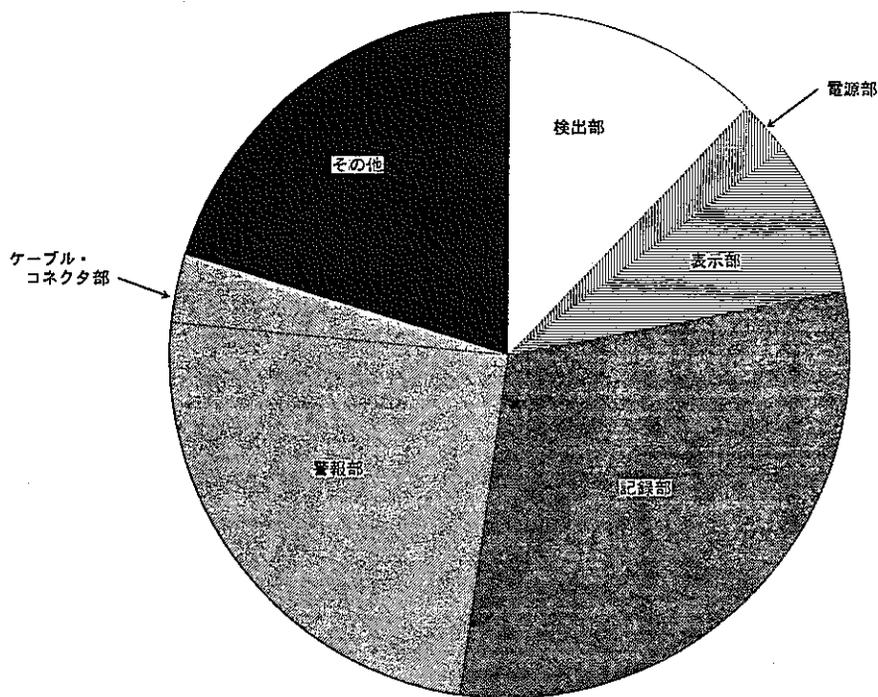


図 1-34 部位別故障割合データ —新型—

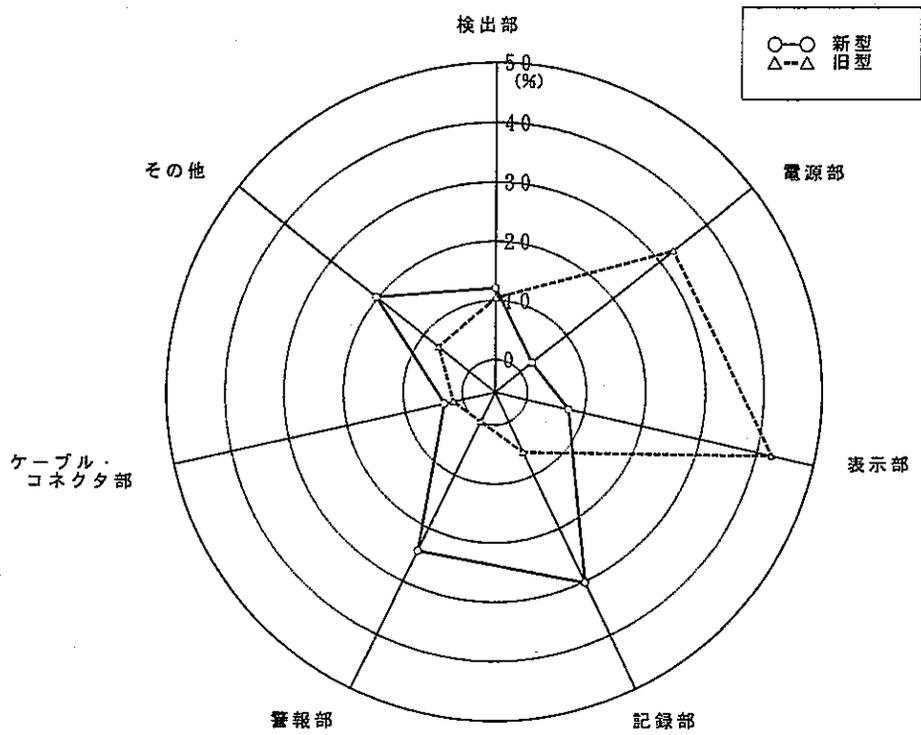


図 1-35 新型と旧型の部位別故障割合データの比較

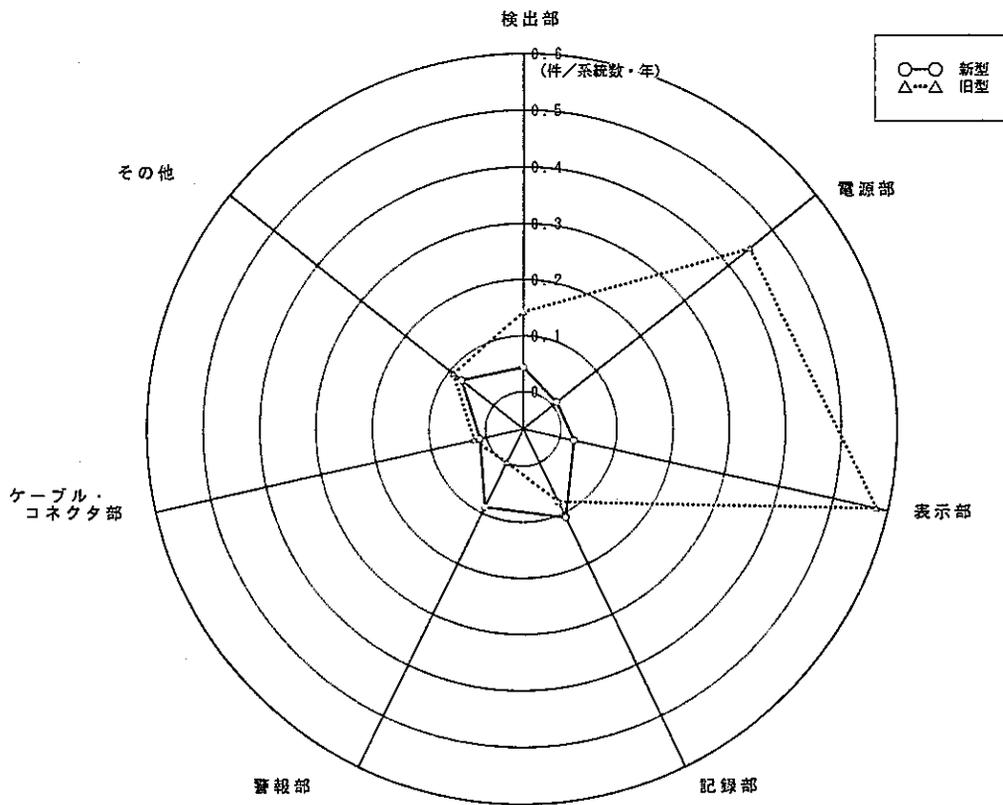


図 1-36 新型と旧型の部位別年故障発生率の比較

1.4 信頼性解析

1.4.1 信頼性解析について

信頼度はシステム、機器または部品が規定の条件で意図する期間における規定の機能を適正に遂行する確率と定義されているが、これを数学的に表現したものが信頼度関数である。信頼度関数は対象とする製品の寿命、すなわち故障などの時間の確率分布の形をとるが、その形は色々ある。対象とする放射線管理用モニタが偶発故障期間において使用されていると仮定すると、故障率 λ は時間に無関係で一定であり指数分布で表わされる。また、摩耗故障期間において使用されていると仮定すると、点検行為により仮想的に故障率が一定であるとみなされ、偶発故障期間と同様に指数分布で表わされる(図1-37参照)。すなわち、信頼度関数 $R(t)$ は次式により求められる。

$$R(t) = \exp(-\lambda t)$$

また、故障率 λ の逆数は、修理可能なモニタの場合には、平均故障間隔(MTBF)で表わすことができる。

実際に、放射線管理用モニタに当てはめる場合は、次のことに留意しなければならない。

- (1) 放射線管理用モニタは、記録部と警報部が並列に信号を受ける機能となっているが、これを並列系としてモデル化すると、冗長設計となり信頼度があがってしまうため、全てを直列系または単独系として評価しなければならない。
- (2) 直列でモデル化するという事は、1個の故障がモニタ全体の故障になることである。
- (3) ある部品または部位が故障したために他の部品または部位の故障確率が変わらないこと。換言すれば、故障の独立性が保たれていること。

以上の条件で信頼性解析を行う。

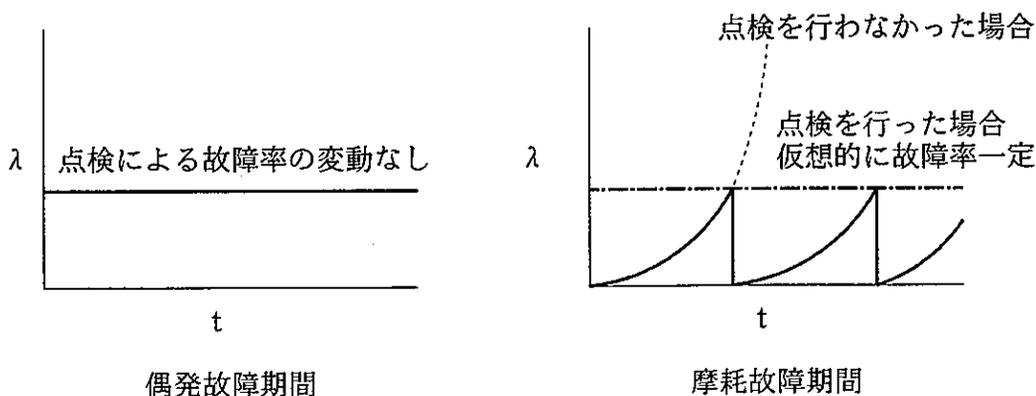


図1-37 故障パターンによる点検の考え

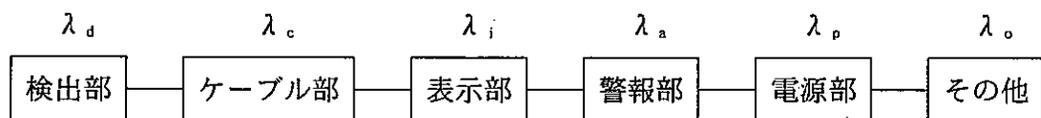
1.4.2 モニタリングステーション・ポストの信頼度及び平均故障間隔

1.4.1項に示す条件、及び下記の手順で、ステーション・ポストの信頼度及び平均故障間隔を求める。

〔手順〕

- (1) 部品等を交換する行為については重故障、調整等を行う行為はトラブル（軽故障）と分ける。
- (2) モニタについては、旧型と新型に分ける。
- (3) モニタの構成は、下図のようなシステムと仮定する。

①システム (sys)



(システムを直列系と考え、どの部位が故障してもシステムとしての性能を失うと仮定する)

②記録部(r)

λ_r

記録部 (記録部は単独系と考え、上記システムとは別と考える)

- (4) モニタ各部の故障率を上図のように仮定すると、点検終了 t 時間後のモニタの信頼度は、次式により求められる。

$$R_{\text{sys}}(t) = \exp \{ -(\lambda_d + \lambda_c + \lambda_i + \lambda_a + \lambda_p + \lambda_o) \cdot t \}$$

$$R_r(t) = \exp(-\lambda_r \cdot t)$$

- (5) 指数分布に従うと仮定したので、平均故障間隔 (MTBF) は $1/\lambda$ で表される。

以上の手順で、信頼度、平均故障間隔を求めた結果を表1-13及び表1-14に示す。

供給者側においては、モニタの設計時に平均故障間隔 (MTBF) の試算を行っており、その値は 55,000 時間 (記録計は除く) である。実際の故障データから得たシステム系の平均故障間隔は、ほぼその値に近いものであった。

表 1-13 モニタリングステーション・ポストの信頼度

[単位：％]

型名等			旧型				新型	
対象期間			S52～S55		S56～更新時		更新時～	
点検頻度			6月	12月	6月	12月	6月	12月
原電・東海	重故障	システム					93.7	87.8
		記録部					98.5	96.9
	トラブル	システム					97.4	94.9
		記録部					94.9	90.1
原研・東海	重故障	システム			96.3	92.6	—	—
		記録部			—	—	—	—
	トラブル	システム			95.6	91.4	89.5	80.1
		記録部			98.6	97.3	—	—
動燃・東海	重故障	システム	70.4	49.5	92.4	85.5	94.5	89.4
		記録部	93.9	88.2	98.4	96.8	90.6	82.0
	トラブル	システム	26.2	6.9	90.2	81.4	97.9	95.8
		記録部	97.5	95.1	—	—	—	—
備考			・表中「—」欄は故障実績なし					

表 1-14 モニタリングステーション・ポストの平均故障間隔 (MTBF)

[単位: hr]

型名等			旧型		新型
対象期間			S52 ~ S55	S56 ~ 更新時	更新時 ~
原電・東海	重故障	システム			6.76×10^4 (7.7年)
		記録部			2.82×10^5 (32.2年)
	トラブル	システム			1.69×10^5 (19.3年)
		記録部			8.40×10^4 (9.6年)
原研・東海	重故障	システム		1.15×10^5 (13.1年)	—
		記録部		—	—
	トラブル	システム		9.71×10^4 (11.1年)	3.95×10^4 (4.5年)
		記録部		3.15×10^5 (35.9年)	—
動燃・東海	重故障	システム	1.25×10^4 (1.4年)	5.59×10^4 (6.4年)	7.81×10^4 (8.9年)
		記録部	6.99×10^4 (8.0年)	2.72×10^5 (31.0年)	4.42×10^4 (5.0年)
	トラブル	システム	3.28×10^3 (11.4月)	4.27×10^4 (4.9年)	2.05×10^5 (23.4年)
		記録部	1.75×10^5 (20.0年)	—	—
備考			<ul style="list-style-type: none"> ・表中「—」欄は故障実績なし ・原研・東海のシステムトラブルについては、新型モニタは平成元年度からの比較的新しいデータであることから初期故障によるものと推定され、旧型に比べMTBFが短期間になっている。故障は検出部に多く、特に温度制御関係に関係するトラブルが多い。 		

1.4.3 系統別故障解析方法について

動燃・東海のみモニタリングステーション・ポスト空気吸収線量率測定系の系統別及び部品別の故障データを収集した（方法については1.1.2項参照）。この故障データから、故障パターン（初期故障型、偶発故障型、摩耗故障型）の推定を試みる。

収集された故障データは、試験的な寿命試験によるものではなく実際にモニタを使用しているフィールドデータであるから、①経過時間と実使用時間の割合が各系統で異なる、②同一部位の故障が複数個ある、③ある時間で観測を終了したときモニタが正常動作しているケースがある、ことから収集した故障データ（フィールドデータ）は、「不完全データ」であり、故障データを経過時間の短い順に並べた場合に観測中断と故障データがランダムに混じり合うデータなので「ランダムセンサードデータ」として故障データを取扱う必要がある。

このような故障データから故障パターンや信頼度を求めるには、「累積ハザード法」が適している。以下に累積ハザード法について説明する。

○累積ハザード法の原理

故障分布（寿命分布）が連続の場合、信頼度関数 $R(t)$ と故障率関数 $\lambda(t)$ との間には

$$R(t) = \exp \left(- \int_0^t \lambda(t) dt \right)$$

の関係があるが、このとき

$$H(t) = \int_0^t \lambda(t) dt$$

は累積ハザード関数と呼ばれる。これは、故障率を0から t まで累積したものであり故障率 λ の囲む t 時間までの面積に等しくなる。ここで、各故障時点での故障率を推定することから $H(t)$ 、 $R(t)$ の推定値を得ようというのが、累積ハザード法である。

すなわち、その故障に対する故障率の経時的な和を求めれば、和は面積を表わすから $H(t)$ が推定でき、 $H(t)$ の推定値 $\hat{H}(t)$ が求めれば、信頼度 $R(t)$ の推定値は次の式で求めることができる。

$$\hat{R}(t) = \exp \left(- \hat{H}(t) \right)$$

○累積ハザード法による解析

前述したように、故障データはランダムセンサーデータであるから、あるものはAという原因で故障し、あるものは他のB、Cなどの原因で故障もしくは時間打ち切りとなる、というようなデータが考えられる。そこで、対象とする機器の使用状況図をつくり、時間経過の短い順から並べ、一つ一つの故障が発生したときの故障率を求めその値を時間的に加えればよいことになる。この故障率に時間を掛けた値を逐次加算していけば、その時間ごとの累積ハザード関数の推定値 $\hat{H}(t)$ となる。

信頼度は、前述した式に累積ハザード関数の推定値を代入すれば求めることができる。

○累積ハザード関数 $H(t)$ が理論分布に当てはまる場合

累積ハザード関数 $H(t)$ が、ある理論分布に当てはまる場合に適用される式、およびそれをグラフ上に打点したときのグラフの形状と母数の推定方法を表1-15に示す。

表1-15 累積ハザード関数が理論分布に当てはまる場合のグラフの形状と母数

理論分布	当てはまる式	$t : \hat{H}(t)$ のグラフの形状と母数の推定方法
指数分布	$\hat{H}(t) = \lambda \cdot t$	普通の方眼紙に $t : \hat{H}(t)$ を打点すると、直線となる。したがって故障率 λ (一定値)は傾斜として推定される。
ワイブル分布	$\ln \hat{H}(t) = m(\ln t - \ln \eta)$	t と $\hat{H}(t)$ の対数を、両軸とも対数グラフ上に打点すると直線になる。したがって傾斜から m 、たて軸をきる切片から η が求まる。

また、推定した $R(t)$ を使って $F(t) = 1 - R(t)$ を求め、 $t : F(t)$ の関係を、正規確率紙やワイブル確率紙に打点して解析することもできる。

以上の方法でモニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系に対し、解析を行うのが有効であると考えられる。

1.5 故障解析のまとめ

代表的な放射線管理用モニタの故障解析を行った結果を反映させ、モニタ使用期間中の最適予防保全方法を検討する目的から、昨年度より詳細な故障解析を、モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系、γ線エリアモニタ、ハンド・フット・クローズモニタの3機種に代表させ実施することとした。今年度は、故障解析方法の検討を含め、モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系について詳細な故障解析を試みた。

モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の故障解析の結果は、以下の通りである。

- (1) モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系を更新前（旧型）と更新後（新型）に分けて解析を行うと、旧型の年故障発生率が新型に比べ高い傾向にある。これは、モニタ設置当初の構成モジュールは汎用品を使用していたこと、部品が多く、それだけ信頼度がなかったことによる。新型の表示部の場合、モニタ専用のモジュールの使用、IC化などによる部品数の減少等により信頼度が旧型に比べ上昇したと考えられる。また、電源部については、初期においては電源電圧等が規格範囲内に入っているにもかかわらず、その中心値に合わせていたが、昭和55年度以降は規格内であれば「良」とし、調整作業を行わなくなったため減少している。
- (2) モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の記録部については、主に記録計の故障が多いが、これは駆動部など機械的な要素が多いため、機械部品の劣化に起因していると考えられる。
- (3) モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の信頼度、平均故障間隔を故障率一定という仮定で行った結果、新型のモニタの場合、点検後6ヵ月後の信頼度は90%以上であり、12ヵ月後においては80%以上の結果が得られた。また、平均故障間隔については、供給者の設計時の試算と今回の故障データからの計算値は、ほぼ近いものであった。

また、詳細な故障解析方法として

- (1) 部位別及び故障に対し行った行為別の故障データ収集方法は、故障解析を行う上で有効であった。
- (2) 信頼度、平均故障間隔については、ある仮定のもとでの評価であるが、信頼性を数値化して検討するのに有効であった。

(3) 動燃・東海のみ系統別の故障データの収集を行うこととしたが、このデータはより詳細な故障解析ができるものと考えられる。また、信頼度、平均故障間隔を求めするために、指数分布に従うと仮定したが、このデータの解析から、故障の分布形が推定できるものと思われる。

など、今回実施した詳細な故障解析方法は、モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系のみ故障解析を実施したが、故障推移、割合の視覚化や、数値化により評価可能であり、他の2機種に対しても有効であると考えられる。

故障解析のまとめについては、部位別、機種別のまとめた評価ができることから3機種に対し同様の方法を用いて故障解析を行い、解析方法の妥当性を検討し、まとめることとする。

2. 最適予防保全方法の検討

2.1 現状のモニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の点検項目および方法

使用者3社が実施しているモニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の定期点検項目、点検内容について、1.1.2項の「放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－」によって収集した点検に係わる情報をまとめ、表2-1に示す。

ここで、原電・東海と動燃・東海は同じメーカーのモニタを使用しているが、必ずしも点検項目は一致していない、また、動燃・東海は放射線測定系関係の点検を行う保全Grとモニタ管理Grが行う点検（放射線測定系以外、局舎関係）とに分けて実施している、原研・東海の場合は自社で設計・製作し、一部メーカーの機器を使用している、などの各使用者側の特徴がある。定期点検頻度については、原電・東海は原子炉の定期検査に合わせて実施（1回/年）、原研・東海と動燃・東海は2回/年である。

表2-1 モニタリングステーション・ポストの線量測定系の定期点検項目

凡例：「○」実施、「△」他の点検項目に含まれる

1. 外観点検、清掃………使用者3社とも実施

項目	部位	内容
外観点検	検出部 測定部本体 モジュール類 伝送装置 恒温制御装置 (空調装置)	機器・部品等の損傷の有無 ネジ、コネクタ、リレーソケット類の弛み 変色・変形等の有無 モジュール挿入具合
各部清掃	検出部 測定部本体 モジュール類 伝送装置 空調装置	ほこり、ごみ、錆の有無 湿気の有無

2. 機器単体

機器名	点検項目	使用者別実施の有無		
		原電	原研	動燃
低圧電源 高圧電源	<ul style="list-style-type: none"> ・出力電圧精度 ・負荷特性 ・リップル・ノイズ ・電源（AC）安定度 ・異常検出試験（電圧降下、過電圧、短絡） ・メータ指示精度（高圧電源のみ） ・絶縁試験（低圧電源） 	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ △ ○ ○
検出部	<ul style="list-style-type: none"> ・絶縁試験（HVケーブル） ・分解能 ・直線性 ・プラトー特性 ・検出端高圧測定 ・シリカゲル交換 		○	○ ○ ○ ○ ○
前置増幅部	<ul style="list-style-type: none"> ・利得 ・直線性（電圧入力） ・雑音（異常発振含む） ・出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅） ・最大出力（非飽和） ・電源（LV、HV）喪失検出動作 	○ ○	○ ○	○ ○ ○
アンプ部	<ul style="list-style-type: none"> ・PZ（ポールゼロ）チェック ・ベースラインチェック ・利得 ・直線性 ・雑音（異常発振含む） ・最大出力（非飽和） ・入出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅） 	○ ○	○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

機 器 名	点 検 項 目	使用者別実施の有無		
		原 電	原 研	動 燃
ディスクリ部	<ul style="list-style-type: none"> ・設定精度 ・ノイズディスクリレベル ・パルス分解能 ・3MeVカット ・出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅） 	○	○	○ ○ ○ ○
電圧一周波数変換（VFC）	<ul style="list-style-type: none"> ・直線性 		○	△
レートメータ	<ul style="list-style-type: none"> ・指示精度 ・時定数 ・テスト動作（校正動作） ・警報動作 ・レンジマーカ出力 ・DC 	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
エネルギー補償（DBM）	<ul style="list-style-type: none"> ・関数波形、周期 ・パルス通過率特性 ・入出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅） 	○	○ ○ ○	○ ○ ○
スケラ&タイマ	<ul style="list-style-type: none"> ・入力感度 ・計数精度 	○ ○	/	/
記録計・指示	<ul style="list-style-type: none"> ・指示直線性 ・機構、駆動部試験 	○	○	○
警報装置（アタッチメント）	<ul style="list-style-type: none"> ・低圧電源電圧測定 ・ランプテスト ・警報動作 	○ ○ ○	/	/
信号中継装置（インターフェイス）	<ul style="list-style-type: none"> ・低圧電源電圧測定 ・電源（AC）安定度 ・指示精度 ・ダウンスケール動作 	○ ○ ○ ○	/	/
伝送装置	V/I 変換	○		
	レメータ	○	○ ○ ○	○ ○ ○
恒温制御装置	<ul style="list-style-type: none"> ・メータ指示精度 ・記録計用出力電圧測定 ・ヒータ、ブロー動作 ・警報動作確認 ・絶縁試験 	○ ○ ○	○	/

3. 総合試験

試 験 項 目	使用者別実施の有無		
	原 電	原 研	動 燃
外観点検、清掃	○	○	○
試験前後の指示値確認（線源チェック、BG値）	○ ¹³⁷ Cs	○ ¹³⁷ Cs	○ ¹³⁷ Cs
動作モード確認（測定系利得）	○ ¹³⁷ Cs ²²⁶ Ra	○ ¹³⁷ Cs ⁶⁰ Co	○ ¹³³ Ba ¹³⁷ Cs ⁶⁰ Co
エネルギー直線性 エネルギー分解能 エネルギーディスクリレベル	○	○ ○	○ △ ○
DBM通過率測定	△	○	△
感度試験（線源校正）	○ ¹³⁷ Cs	○ ¹³⁷ Cs	○ ²²⁶ Ra
警報試験	○	○	○
ゼロチェック	○		○
バックグラウンド測定	○	○	○
指示精度（出力電圧、記録計、指示計、テレメータ）	○	○	○
低圧電源監視機能確認	○		○
高圧出力監視機能確認	○		○
テレメータ入出力波形測定			○
TEST/RESET機能確認			○
温度湿度測定 温度異常試験		○	△

2.2 点検項目別重要度の検討

2.2.1 点検の分類—定期点検と日常点検

モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系を構成している部品（抵抗、コンデンサ、トランジスタ、IC等）のうち多くが偶発的に故障し、その前兆を捕らえることは困難である。したがって、点検によって将来の故障を予知することは、一部を除いて不可能といえる。

〔参考〕

偶発的な故障が発生する指標である平均故障間隔（MTBF）の設計時の値は前述したように、55,000時間（記録計は除く）となっている。

定期点検は細かに点検を実施することにより、

- 現在のモニタが健全である確認
- したがって、得られたデータが健全である確認
- 故障要因の排除

を行う上で重要である。また、前述したように偶発故障が発生した場合に、早い時期にそれを発見し修復させるために、できるだけ短い周期でチェックする必要があり、日常的な点検・監視も重要である。

定期点検および日常点検から得られた線量率データを時系列的に検討することにより、限定された範囲ではあるが、線量の変化のほかに、故障の前兆を捕らえることができる。得られたデータの解析も重要になってくる。前兆の可能性のある部品、回路等について、次にまとめた。

部品・回路等	不具合の現象	主な原因
NaI シンチレータ	指示値の低下	NaI 結晶の黄変、光学窓との剥離など
光電子増倍管	指示値の変動	ゲインの変動など
電離箱	指示値の低下	封入ガスのリークなど
電離箱エレクトロニクス	指示値の変動	湿気混入、MOSFETの劣化など
電解コンデンサ	リップルの増大	容量低下など
アンプ回路	指示値の変動	ゲインの変動など
DBM回路	指示値の変動	通過率の変動など
V/F変換回路	指示値の変動	変換率の変動など
NaI HV回路	指示値の変動	HVの変動など
電離箱HV回路	指示値の一時的変動	HVの変動など

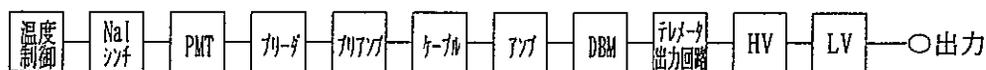
2.2.2 点検項目の重要度

点検項目の重要度は、その放射線管理用モニタの期待される機能による。モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の最も重要な機能は、

—— 線量率を安定に出力（テレメータへ）する ——

といえる。したがって、線量率を安定的に出力するための点検が必要となる。警報発生については、モニタシステム全体としては重要な機能である。しかし、使用者側では警報機能は線量率をコンピュータで処理して、その結果で警報を得る方式を採用しているため、警報回路について、モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の重要な機能としては、ここでは除外した。

ここで、安定した線量率を得るためには、下図のような各ブロックが全て正常に動作していなければならない。どれか一つでも不具合があれば最終出力に変動を与える。したがって、信頼性からみると、直列系のシステムである。



NaI系 信頼性ブロック図



IC系 信頼性ブロック図

逆な見方をすれば、『出力』を見ていれば上述した全ての各ブロックの健全性を知ることが可能で、『バックグラウンド』の記録をチェックすることが最重要項目である。

ここで、使用者が実施している定期点検項目について、上述した内容を踏まえ下記に示すようなランク付けを行った。その結果を表2-2に示す。

a ランク：点検頻度 1年未満（例：半年毎）

- ・重要項目でかつ定常動作状態では故障として検知されない。
- ・劣化、変動のスピードが大きい。
- ・重要項目ではないが、重要項目の点検の際に必然的に点検できる。

b ランク：点検頻度 1年毎

- ・重要項目だが、偶発故障であり予測が困難であるが、定常状態で異常がわかる。
- ・劣化・変動のスピードが大きくない。

表2-2 モニタリングステーション・ポストの線量測定系の定期点検項目及び供給者推奨の点検項目、点検頻度

凡例：「○」実施、「△」他の点検項目に含まれる
 「a」半年毎、「b」1年毎、「c」1年以上毎（例えば3年毎）

1. 外観点検、清掃……………使用者3社とも実施

項目	部位	内容	供給者		
			A	B	C
外観点検	検出部 測定部本体 モジュール類 伝送装置 恒温制御装置 (空調装置)	機器・部品等の損傷の有無 芯コネクタ、リレーソケット類の弛み 変色・変形等の有無 モジュール挿入具合	A	B	C
			b	b	b
各部清掃	検出部 測定部本体 モジュール類 伝送装置 空調装置	ほこり、ごみ、錆の有無 湿気の有無	b	b	b

2. 機器単体

機器名	点検項目	使用者			供給者		
		電	研	動	A	B	C
低圧電源 高圧電源	・出力電圧精度	○	○	○	b	a	b
	・負荷特性			○			
	・リップル・ノイズ	○	○	○	b	a	b
	・電源（AC）安定度	○		○	c	b	b
	・異常検出試験（電圧降下、過電圧、短絡） ・メータ指示精度（高圧電源のみ） ・絶縁試験（低圧電源）	○		△ ○	b b	b b	b b
検出部	・絶縁試験（HVケーブル）			○			
	・分解能			○	b	b	b
	・直線性			○			b
	・プラトー特性			○			b
	・検出端高圧測定 ・シリカゲル交換		○			b	
前置増幅部	・利得	○		○		b	b
	・直線性（電圧入力）	○		○		b	b
	・雑音（異常発振含む）						
	・出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅）		○			b	b
	・最大出力（非飽和） ・電源（LV、HV）喪失検出動作		○	○		b	b
アンプ部	・PZ（ポールゼロ）チェック			○	b	*1	b
	・ベースラインチェック			○			
	・利得	○	○	○	b		b
	・直線性	○		○	b		b
	・雑音（異常発振含む）			○			
	・最大出力（非飽和）			○			
	・入出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅）		○	○	b		b

*1：前置増幅器、エネルギー補償を含む

機 器 名	点 検 項 目	使用者			供給者		
		電	研	動	A	B	C
ディスクリ部	<ul style="list-style-type: none"> 設定精度 ノイズディスクリレベル パルス分解能 3MeVカット 出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅） 	○ ○	○ ○	○ ○ ○ ○	b b	b b b b	b b
電圧一周波数 変換（VFC）	<ul style="list-style-type: none"> 直線性 		○	△	b	b	b
レートメータ	<ul style="list-style-type: none"> 指示精度 時定数 テスト動作（校正動作） 警報動作 レンジマーカ出力 DC 	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	b c b b	b b b b	b b b b
エネルギー補償 （DBM）	<ul style="list-style-type: none"> 関数波形、周期 パルス通過率特性 入出力波形（振幅、ライズタイム、パルス幅） 	○	○ ○ ○	○ ○ ○	b b b	b b b	b b b
スケラ&タイマ	<ul style="list-style-type: none"> 入力感度 計数精度 	○ ○	/	/	b b	-	b
記録計・指示	<ul style="list-style-type: none"> 指示直線性 機構、駆動部試験 	○	○	○	b b	b b	b
警報装置 （アラーム）	<ul style="list-style-type: none"> 低圧電源電圧測定 ランプテスト 警報動作 	○ ○ ○	/	/	-	b b b	b b
信号中継装置 （インターフェイス）	<ul style="list-style-type: none"> 低圧電源電圧測定 電源（AC）安定度 指示精度 ダウンスケール動作 	○ ○ ○ ○	/	/	-	*2	b
伝送装置	V/I 変換	○			-	-	
	レメータ	○	○ ○ ○	○ ○ ○	b b b	*2	b b b
恒温制御装置	<ul style="list-style-type: none"> メータ指示精度 記録計用出力電圧測定 ヒータ、プロア動作 警報動作確認 絶縁試験 	○ ○ ○	○	/	b b b	b b b	b b b

* 2 : 構成機器により個別に設定

3. 総合試験

試験項目	使用者別実施の有無			供給者		
	原電	原研	動燃	A	B	C
外観点検、清掃		○	○	b	a	b
試験前後の指示値確認（線源チェック、BG値）	○ ¹³⁷ Cs	○ ¹³⁷ Cs	○ ¹³⁷ Cs	a	a	a
動作モード確認（測定系利得）	○ ¹³⁷ Cs ²²⁶ Ra	○ ¹³⁷ Cs ⁶⁰ Co	○ ¹³³ Ba ¹³⁷ Cs ⁶⁰ Co	a	b	b
エネルギー直線性 エネルギー分解能 エネルギーディスクリレベル	○	○ ○	○ △ ○	c b b	b b b	c
DBM通過率測定	△	○	△	b	b	
感度試験（線源校正）	○ ¹³⁷ Cs	○ ¹³⁷ Cs	○ ²²⁶ Ra	a	b	b
警報試験	○	○	○	a	a	a
ゼロチェック	○		○	b	-	
バックグラウンド測定	○	○	○	a	a	a
指示精度（出力電圧、記録計、指示計、テレメータ）	○	○	○	b	b	b
低圧電源監視機能確認	○		○	b	b	b
高圧出力監視機能確認	○		○	b	b	b
テレメータ入出力波形測定			○	b	b	b
TEST/RESET機能確認			○	b	-	b
温度湿度測定 温度異常試験		○	△	b b	b	

c ランク：点検頻度 1年以上（例：3年毎）

- ・重要項目であるが、劣化、変動が経験上も理論上も小さい。

また、前述したように、使用者が実施する日常管理（日常点検、監視）から得られる線量率データの変動などによって故障の前兆が捕らえることができることから、使用者が実施している日常点検項目について調査した。結果を表2-3に示す。線量率の変動のチェックは使用者3社とも最低1回/日の頻度で実施していることがわかる。このチェックは、前日チェックした時間から現在までの線量率の変動を確認しており、変動があった際は、それが環境条件によるものなのか、施設の運転によるものなのか、モニタの故障によるものなのかを即座に確認することとなっている。使用者が実施している日常点検項目に、最重要項目である『バックグラウンド（線量率指示値）の確認』が実施されていることが確認された。

表2-3 モニタリングステーション・ポストの日常点検項目

頻度	原電・東海	原研・東海	動燃・東海
常時	<ul style="list-style-type: none"> 警報監視 (運転員による) 	<ul style="list-style-type: none"> 警報監視 	<ul style="list-style-type: none"> 警報監視 (勤務時間中のみ)
1回/時	<ul style="list-style-type: none"> 指示状況監視 (運転員による、変動範囲内を確認) 		
1回/日	<ul style="list-style-type: none"> 指示状況確認 (放管員による) 	<ul style="list-style-type: none"> 指示状況確認 電源異常確認 装置異常確認 	<ul style="list-style-type: none"> 指示状況確認 オペレートランプ確認 異常ランプ確認
1回/週	<ul style="list-style-type: none"> ステーション局舎巡回点検 (放管員による) 		<ul style="list-style-type: none"> 局舎巡回点検 <ul style="list-style-type: none"> 監視盤ランプ確認 記録計動作確認 局舎・空調機動作
1回/月	<ul style="list-style-type: none"> 測定値評価 (放管員による) 	<ul style="list-style-type: none"> 測定値評価 局舎・モニタ巡視点検 	<ul style="list-style-type: none"> 測定値評価
1回/2月	<ul style="list-style-type: none"> 記録計簡易点検 		
1回/3月	<ul style="list-style-type: none"> 局舎巡視点検 	<ul style="list-style-type: none"> テレメータ点検 <ul style="list-style-type: none"> 処理装置 通信制御 インターフェース 	<ul style="list-style-type: none"> 局舎巡視点検 (簡易校正含む)
2回/年		<ul style="list-style-type: none"> 警報試験 空調機点検 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">定期点検</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">定期点検</div>
1回/年	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">定期点検</div>		

2.3 定期点検頻度と故障率との関係

使用者側が実施しているモニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の定期点検頻度は、原電・東海が1回/年、原研・東海と動燃・東海が2回/年であり、また、日常点検については使用者3社の差異はみられなかった。使用者3社の故障率（信頼度）についても差はみられない。すなわち、1回/年および2回/年の定期点検頻度による故障率の差はないと考えられる。

定期点検頻度は、経済性（コスト）にも左右されると考えられる。ここで、コスト最小の立場からの最適点検周期（頻度）について検討する。最適点検周期は次式により、求められる。

$$\text{最適点検周期 } t_p = \sqrt{\frac{2}{ab} \cdot \frac{A}{B}}$$

ここで、
a：装置の故障率
b：緊急事態の起こる確率
A：点検1回当たりの費用
B：緊急事態が起こることによる損害

上式より、最適点検周期（頻度）を求めることができるが、b：緊急事態の起こる確率とB：緊急事態の起こることによる損害について、放射線管理用モニタに適用する場合の定義付けをしなければならない。今後、これらの定義を検討する必要がある。

ある条件で上式を使用し最適点検周期を求めてみる。装置の故障率を $2.7 \times 10^{-6}/\text{hr}$ 、緊急事態の起こる確率を無視（1とする）、点検1回当たりの費用を170,000円、緊急事態が起こることによる損害については、モニタ自身の損害と考え、欠測時間の損害（1,035円）として計算すると、最適点検周期は約15.3か月となる。

しかし、この試算結果は、ある条件下（緊急事態の確率を無視）で試算した結果であるので、上式を使用する場合は前述したように、緊急事態の起こる確率およびその損害について、定義付けを検討する必要がある。また、この方法は、最適な点検頻度を決定する一つの項目でしかなく、点検頻度を決定するには、モニタの目的、経過時間、コスト、点検項目・内容など様々な項目から決定するのが適切である。

2.4 最適予防保全方法について

最適予防保全方法を検討する場合、定期点検項目と内容、定期点検頻度、情報のフィードバックシステム、点検に係るコスト、環境、点検者（保全者）の技術（人）、モニタの目的、などによる情報が必要となる。

上記項目のうち、定期点検項目および頻度については、以下の項目について検討する必要がある。

- (1) 法令、指針などによる項目、頻度
- (2) 放射線管理用モニタの主たる目的
- (3) 放射線管理用モニタの使用経過時間
- (4) 供給者の推奨する項目、頻度
- (5) 過去の故障実績を踏まえた項目、頻度
- (6) 経済性（コスト）
- (7) 点検者（保全者）の技術
- (8) 情報のフィードバック（設計への反映）

今年度は、モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系について、上記の項目について調査した。

- (1) 法令、指針などによる項目、頻度

委員会設置目的や昨年度の調査により、法令、指針などでは「年1回以上、校正、点検しなければならない」という程度であり、具体的な点検項目は定められていない。

- (2) 放射線管理用モニタの主たる目的

モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の主たる目的は、「線量率を安定に出力する」ことであり、警報発生についてはモニタシステム全体（コンピュータ処理を含む）として重要な機能である。そのため、線量率を安定に出力するための点検やトラブル警報、線量率異常警報などの警報系の点検が重要となる。

- (3) 放射線管理用モニタの使用経過時間

モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系の故障データからは、旧型のモニタに関しては初期故障期間から偶発故障期間へ移行しているのが顕著にわかる。しかし、新型のモニタの場合、初期故障期間と偶発故障期

間の差は、旧型に比べ少ない。また、摩耗故障については、偶発から摩耗に移行する前にモニタの更新を行っているため事象がなかった。モニタの各期間（初期－偶発－摩耗）別に点検項目、頻度を決定する必要があるが、前述の理由により、偶発故障期間の点検項目、頻度を決定すれば良いと考えられる。

(4) 供給者の推奨する項目、頻度

(5) 過去の故障実績を踏まえた項目、頻度

使用者が実施する点検項目、供給者が実施している納入時検査などと、過去のモニタの故障実績や点検項目を利用し決定している。ここで、供給者の推奨する点検項目は使用者が点検項目を決める上で重要なものとなる。また、点検項目、頻度を決定するためには、使用者が行う日常管理（日常点検、モニタ監視）の項目やその内容の深さも関係してくる。信頼性ブロック図で考えた場合、モニタは直列系であり各ブロックの健全性を確認するためには、バックグラウンドの記録をチェックすることが最重要項目である。

(6) 経済性（コスト）

点検項目・頻度を決定する上で経済性（コスト）は重要となり、点検項目、頻度とコストの最適化を検討しなければならない。点検項目およびその内容が決定づけられれば、自づと点検に係るコストを算出することができる。またコストが決まれば、ある仮定のもとで最適点検周期（頻度）を算出することができる。

(7) 点検者（保全者）の技術

点検者（保全者）の技術については、今年度は議論しなかったが、点検（保全）を供給者が行う場合、使用者が行う場合、第3者が行う場合で技術力の差がでてくることは考えられる。今後の検討課題である。

(8) 情報のフィードバック（設計への反映）

使用者の故障データは供給者にとって次世代のモニタを設計する上で、また、モニタを改造する上で貴重なデータとなる。情報のフィードバックシステムについては、3章にて詳述する。

以上、モニタリングステーション・ポストの空気吸収線量率測定系について調査したが、調査項目には、他の2機種（ γ 線エリアモニタ、ハンド・フット・クローズモニタ）と共通的なものもあるため、他の2機種について同様の調査を行い、調査方法の妥当性について検討し、放射線管理用モニタの最適予防保全方法のガイドラインについて検討する。

3. 放射線管理用モニタ情報のフィードバックシステムの検討

3.1 フィードバックシステムの事例

(1) 原子力情報センターの活動

電力会社では、原子力発電所の運転経験やトラブル情報等の運転・保修知見を電気事業者で共有し、原子力発電の安全性、信頼性の向上に役立てることを目的として1983年6月、(財)電力中央研究所(以下、電中研と略す)内に原子力情報センターを発足させた。

原子力情報センターでは情報を一元的に管理し、それら情報の収集・伝達、分析・評価を行っており、運転保修に関する専門的情報を扱うため、電力会社からの出向者を加えて運営している。

またこれより先に、電中研は1981年に米国の原子力安全解析所(NSAC)および原子力発電運転協会(INPO)に加盟して、国外の原子力発電の運転経験等に関する情報入手に努め、また1984年にはスウェーデン電気事業者、1985年には欧州を中心とした原子力発電情報システムとも運転情報を交換するようになった。

さらに1986年4月、ソ連チェルノブイリ原子力発電所で発生した事故を契機として、世界原子力発電事業者協会(WANO)が設立され、電中研狛江研究所内にWANO東京センターが設立されて、原子力情報センターが運転情報管理の密接な連携を保っている。

(2) 情報収集と伝達

① 国内情報

国内の原子力発電所で発生した故障・トラブル等の情報を収集し、電力会社へ速やかに伝達すると共に、運転情報を常時把握して統計分析を行い、原子力発電所の安全・安定運転の支援を行っている。

収集・伝達される情報としては、プレス発表文、法律等に基づいて官庁に提出している故障トラブル報告書、運転情報や実績および設備利用率のデータ等である。

国内の故障・トラブル等のデータベース登録件数は、昭和40年以降の事故故障の概要、軽微な事象の概要、保修等の概要等を合わせて約1300件が収録整理されている。

② 国外情報

INPOには米国約 100の電力会社と14の国・地域が加盟しており、またWANOには29の国・地域が加盟していて、発電所機器の異常や故障等の情報を入力しており、原子力情報センターではこれら入手した情報を重要度・緊急度に応じて直ちに、または定期報として編集し伝達している。また入手した情報は電力会社と電中研で構成する「情報分析評価専門委員会」で分析・評価を行っている。

INPOの原子力発電情報交換ネットワーク（NN）を通した入力された原子力発電所の故障・トラブル報告として、1983年3月以前のもものが27,000件、1983年3月以降のもものが21,000件収録整理されている。

WANOからは故障トラブルの事象速報、事象詳報等が年間 200件前後入力されている（表 3-1～3 参照）。

③ データの評価分析

データベースに蓄積された広範なデータを可能なかぎり活用するため、発電所の特定系統を順次選定し、機器別にトラブルの発生箇所、頻度、現象・原因、および対策等で分類整理し、未然防止・再発防止等の教訓を導き出すことに供している。

④ ユーザーの利用状況

原子力情報センターでは入手した情報を取りまとめ、あるいは評価・分析を行って報告書等に取りまとめて刊行し、電力会社に限定配布している。故障トラブル情報はその都度、その他の情報は週報、月報、四半期報等にまとめて配布されている。

原子力情報センターの CPUシステムに入力整理された情報は、電力各社本店および原子力発電所に設置されている合計22の端末機にて、随時検索確認することができ、月平均約 130回の利用が行われている。

(3) 情報の高度活用システムの開発と運用

原子力情報センターでは、このように国際的なネットワークを構築して原子力発電所の運転保守に関する情報の収集・伝達、分析・評価を行ってきており、さらに情報を高度活用するため主要仕様データをもとに、機器の故障データ、プラントの運転データ、機器仕様データ等を整理し、データベースに蓄積して機器故障率を算出している。故障率は、国内 BWR、PWR プラントの安全系、主要な常用系から選定された機種について算出しており、現在整備されているものは機械品約30機種、計装品約20機種

が対象となっている。

また、原子力発電所の運転実績が20年を越え、経年的傾向の分析に取り組む必要性を考慮して、分析方法の研究にも着手している。

(4) 放射線管理設備系の情報

放射線管理設備系として原子力情報センターに分類整理されているものは、プロセスモニタ系、エリアモニタ系、周辺放射線モニタ系があり、モニタリングステーション、モニタリングポストの情報は周辺放射線モニタ系として整理されていて、国内の原子力発電所から1980年以降13件のデータが登録されている。

モニタリングポストの故障トラブル情報は、いずれも測定系の不具合に起因した指示変動（低下、上昇）、欠測、損傷等の事象であり、件数が少ないため教訓や傾向情報を得るには至っていない。

3.2 フィードバックシステムについて

原子力発電所において、故障トラブル情報管理の観点で注目されるものは原子炉施設の主要機器であり、それらに対して環境放射線モニタ（モニタリングステーション、モニタリングポスト）は、数量が限られている、信頼性が比較的高い、故障トラブル時の影響の程度等が異なっている等のため、故障トラブル情報が十分に反映される活用が成されていない実情にある。

環境放射線モニタの一層の信頼性向上およびメンテナンスの合理化を推進するため、原子力発電所以外の環境放射線モニタを含めたより広範な情報管理システムの構築を行う事も一考に値するものと思われる。

全国規模で環境放射線モニタの設置状況を見ると、地方自治体が原子力発電所と同程度の基数を設置運転しており、また原研、動燃でも多数のモニタの設置運転を行っている。これらを統合した故障トラブル情報の管理システムが設置運営されることは、環境放射線管理の高度化ニーズにも合致するものと考えられる。

環境放射線モニタの故障トラブル情報の管理システムを設置運営すべき組織候補としては、科学技術庁等の指導の下にある団体が適切と考えられ、原子力安全技術センターが有力候補の一つと見なされる。

表3-1 周辺放射線モニタ系・故障トラブル情報の入力状況

N0	年月日	発電所	形式	発見の方法	故障トラブルの内容	対策
1	80 1 15	A	NaI(Tl) 型低レンジ用	故障警報が発生	落雷によりコンデンサー、回路素子、避雷器が損傷	架空接地線、避雷器の設置
2	80 5 24	B	GM式	高警報発報(9 →58 μ R/h)	定電圧放電管不良	定電圧放電管交換
3	81 7 15	C	—————	(指示変動)	—————	—————
4	82 4 26	D	NaI(Tl) 型低レンジ用	高警報発報	対数線量率モジュール・IC不良	IC交換
5	82 7 9	C	—————	(指示低下)	—————	—————
6	82 7 9	C	—————	(指示低下)	—————	—————
7	82 10 21	E	NaI(Tl) 型低レンジ用	記録計記録値異常	データ処理装置操作ミスによる入力の一時停止	ソフト不具合の修正
8	82 11 1	E	—————	(欠測)	—————	—————
9	84 9 19	E	電離箱式NaI(Tl) 型低レンジ用	記録計記録値異常(乱点)	高圧電源基板・定電圧IC不良	定電圧IC交換
10	86 8 19	E	電離箱式高レンジ用	故障警報が発生(D/S)	AVR(低電圧装置) セレン整流器不良	セレン整流器交換
11	88 2 7	E	電離箱式高レンジ用	指示上昇(8 →60 μ R/h)	原因不明、再現せず	定期的な記録確認
12	88 8 28	E	NaI(Tl) 型低レンジ用	記録計記録値異常(変動)	アンプボリューム調整部分の接触不良(増幅率変化)	アンプボリューム調整部の密閉性改善
13	90 8 8	D	NaI(Tl) 型低レンジ用	指示値の漸減事象	NaI(Tl) シンチレータ黄変、光学ガラス面との剝離	検出器交換

表3-2 故障・トラブル情報の入力項目

1. 会社名	10. 事故・故障・保修の原因
2. 件名	11. 再発防止対策
3. ユニット名 (発電所原子炉番号)	12. 発電所への影響
4. 発生日時	13. 放射能への影響
5. 系統設備名	14. 発見の方法
6. 被害保修電気工作物名	15. 停止時間 (プラント停止のあった場合)
7. 被害保修箇所	16. 報告根拠 (官庁報告)
8. 事故故障事象発生時の状況	17. 参考図の有無
9. 原因調査の概要	

表3-3 故障・トラブル情報の入力例

整理番号	MH000090
会社名	日本原子力発電株式会社
件名	No.1モニタリングポスト損傷について
ユニット名	敦賀発電所1号機
発生日時	5501151439
系統設備名	放射線管理設備
被害保修電気工作物名	No.1モニタリングポスト
被害保修箇所	コンデンサー、回路素子、避雷器
事故故障事象発生時の状況	電気出力335 MWにて運転中の昭和55年1月15日14時39分中央制御室で監視中の運転員がNo.1モニタリングポスト故障警報発生を確認した。 この時天候は悪く(吹雪)雷が鳴っていた。 直ちに中央制御室の関係機器を点検したところケーブル端末の焼損が発見された。 1月16日天候の回復を待って調査した結果、コンデンサ、回路素子、避雷器が落雷により焼損し使用不能状態であることがわかった。モニタリングポストと中央制御室間のケーブルについても点検を行ったところ異常の無いことが判明した。 1月17日、モニタリングポスト内の焼損部品の交換及び中央制御室ケーブル端末処理を行い14時35分No.1モニタリングポストは復旧した。
原因調査の概要	[自然現象(雷)] 落雷のため
事故・故障・保修の原因	避雷対策として従来より、送電線に対する避雷対策と同様データ転送用ケーブルの上方架空接地線を張ると共に避雷器を設置し防護しており、現状以上の避雷対策はない。
再発防止対策	なし
発電所への影響	なし
放射能への影響	なし
発見の方法	警報
停止時間	000000
報告根拠	他
参考図の有無	有り

4. 放射線（能）トレーサビリティについて

新計量法は平成4年5月20日に公布され、平成5年11月1日に施行の予定である。これまでの計量法では、適正な計量を実施する手段として「検定」及び「基準器検査」のみが定められていた。放射線関係の検定は、電離箱式照射線量計だけが対象で、基準器検査はこの照射線量計の製造・修理業者のみが対象であり、一般に使用される線量率計は対象外であったため、検定によるトレーサビリティはほとんど機能していなかった。

これまでのトレーサビリティ体系は、日本工業規格JIS Z 4511「照射線量測定器及び線量当量測定器の校正方法」に記載されている校正の体系のように、自主的に構築されてきた。この体系での国家標準の供給は、「工業技術院依頼試験、分析等および設備の使用規則による試験」によるもので、放射線関連施設の基準用測定器の校正依頼を受け、電子技術総合研究所長名による試験成績書を発行したものであった。しかしこの依頼試験は、放射線標準研究者の自主性に依存するもので、個人のサービスの色彩が強かった。

新計量法では、これまで自主的に進めてきたトレーサビリティ体系を国際的な相互認証制度にも整合するように、新たにトレーサビリティに関する「第八章 計量器の校正等」を設け、当面の10年間で3期に分けてトレーサビリティ体系の整備・充実を図ることになった。なお放射線関係では、検定を行うための特定計量器は指定せず、今後は検定を取り止める予定である。従って、計量法による基準器検査も行われないことになる。

4.1 今後10年間におけるトレーサビリティ体系の整備計画

(1) 法施行前後の第一期

政省令、通達、内規などを制定し、トレーサビリティ制度をスムーズに運営するための検討をする。さらに普及・宣伝のための広報・説明会等を行う。

現状において日本電気計器検定所、(財)化学品検査協会、及び(財)機械電子検査検定協会で計量標準の供給を行っている物象の状態の量を中心として、特定標準器等の指定を行う。

認定事業者の申請受理を開始し（以後、随時受理する）、数か月に1回程度審査する。

(2) 第二期（法施行後2年目～5年目）

通達、内規等の追加・見直しを行う。年一回程度の特定標準器の見直し及び追加指定を行い、必要に応じて年一回程度、指定校正機関の指定を行う。

認定事業者の認定数を増やし、制度の充実を進める。

(3) 第三期（法施行後6年目～10年目）

国内に無い計量標準で、標準供給の要望のある量は、その量の標準供給を図るため、民間企業又は海外にある計量標準について本制度への組み込みを推進するほか、海外の計量標準供給機関等との相互承認を進める。

4.2 新計量法のトレーサビリティに関する「用語」の意味について

これまでとは異なる用語が新計量法に使用されており、各人の解釈が異なり混乱を起こすことがあるので、ここに用語の意味を記載する。

(1) 「特定標準器」

ある物象の状態の量を現示する特定の計量器であり、トレーサビリティにおける我が国の一次標準として機能し、国際計量標準と整合する公に認められた計量標準である。特定計量器は、計量行政審議会に諮問し、通商産業大臣が指定し、公示する。

この標準器は、標準供給を行う国立研究所又は、指定校正機関が保有する。

(2) 「特定副標準器」

特定標準器を繰り返し使用することが不適当な場合、これに代わり得るものとして標準供給に用いられる標準器。計量行政審議会に諮問し、通商産業大臣が指定する。

この副標準器は、特定標準器で校正され、主に指定校正機関で使用される。

(3) 「特定二次標準器」

特定標準器又は特定副標準器を用いて、通商産業省令で定める周期で校正された認定事業者用の標準器。特定標準器または特定副標準器で校正されるときは、校正機関と、校正に用いる標準器と共に、この特定二次標準器名が公示される。

(4) 「指定校正機関」

特定標準器又は特定副標準器を用いて特定二次標準器の校正業務を行う、国内のトレーサビリティにおける中心的な機関。

民法34条の規定で設立された公益法人で、校正業務を適確・円滑に実施するために必要な技術的能力及び経理的基礎を有しているもの。

申請により業務範囲を限定して、通商産業大臣が指定する。特定二次標準器の校正を行った場合は、通商産業省令で定める標章を付した証明書を交付することができる。

(5) 「認定事業者」

計量器の校正等の事業を行うため、事業の区分に従い、通商産業大臣に申請し、認定を受けた事業者。計量器の校正を適確・円滑に実施できる技術的能力をもち、校正を適正に行うに必要な業務マニュアルが定められているもの。

特定二次標準器を用いて計量器の校正等を行うと、通商産業省令で定める標章を付した証明書を交付することが出来る。

(6) 「事業の区分」

認定事業者が校正等の事業を申請する際の手続き上の区分名で、放射線量の場合、照射線量、吸収線量、カーマ及び線量当量が対象であるので、放射線の種類で分類し「光子線量」「電子線量」「中性子線量」等の区分、或いは全体をまとめ「放射線量」とすることが要望されたが、これらの用語は計量法に使用されていないため採用できず、物象の状態の量の名称を用いることになった。

4.3 特定標準器等の指定及び公示について

放射線関連量の標準は、標準用の施設、各種の装置及び標準計測手法から成立つもので総合的な計量システムである。

例えば、照射線量標準は次のようなもので構成される。

- ① 光子線の標準場（線質を規定し、強度、ビーム形状、大気条件等を特定した放射線場）
- ② 信号計測システム（標準電離箱、電離電荷計量システム、電離箱設定システム等）
- ③ 標準計測手法（線質・強度条件と補正係数、機器群の校正定数、計測・処理手法等）

従って「特定標準器」等としては、これらの総合計量システムを指定することになるであろう。

現状では、照射線量の「特定標準器」としては電総研が保有している軟X線標準、中硬X線標準、低線量率 γ 線標準及び高線量率 γ 線標準の全体を包含する「照射線量標準システム」を指定する予定である。

「特定副標準器」としては、標準供給のエネルギー範囲及び線量率範囲に対応させて、複数個の異なる総合計量システムを指定することになるであろう。

しかし「特定二次標準器」としては、電離箱式照射線量計のような単体が公示される予定である。

4.4 放射線のトレーサビリティに関連する実施事項

(1) 「指定校正機関」「認定事業者」に関するアンケート調査の実施

放射線関連量の標準供給を行っている16機関に、指定校正機関又は認定事業者（以下校正機関という）になることを希望するかどうかのアンケート調査を実施し、平成5年1月20日迄に13機関から電総研放射線計測研究に回答が寄せられた。

当事者レベルでの回答では、校正機関の希望は、以下の通りであった。

◇ 指定校正機関：5機関（光子：5、電子：3、中性子：2、放射能：2）

◇ 認定事業者：10機関（光子：10、電子：5、中性子：3、放射能：4）

但し、校正機関に関する説明が不十分であったので、このように指定校正機関の希望者が多かったものと想定される。校正機関として希望する試験の範囲、試験精度等についてのアンケート結果を表4-1に示す。

(2) アンケートでの主な要望・意見並びに質問事項は、下記の如くである。

「要望・意見」

- ① 指定校正機関と国家標準とのトレーサビリティは公開とし、代表的な認定事業者は参加できるようにしてもらいたい。
- ② 指定校正機関及び認定事業者になるための要件を明示して欲しい。
- ③ 国家標準が未確立の計量は、他の機関が開発したものを特定標準器にして欲しい。
- ④ 指定・認定後の校正技術能力の維持について具体的な評価基準を明示して欲しい。
この評価の実施頻度は一律とせず、校正内容・使用装置等に応じて決めて欲しい。
- ⑤ 特定二次標準器の校正周期は、型式・種類によって異なるが3～5年が適当である。
- ⑥ 認定事業者は、校正内容で一種・二種のような区分をしてもらいたい。

「質問」

- ① 指定校正機関は、複数の機関で、各々希望する範囲だけを分担できるか？
- ② 指定校正機関は、絶対測定用の機器を設置することが必要か？
- ③ 指定校正機関に対する国の財政的支援があるか？
- ④ 特定標準器として、関連する機器や、校正方法の詳細等が明文化されるか？

- ⑤ JIS Z4511 (1991)「照射線量測定器及び線量当量測定器の校正方法」の中の校正の体系と、指定校正機関、認定事業者の位置付けは？
- ⑥ 認定事業者には、特殊法人、学会、事業所内のみの点検・校正部門、もなれるか？
- ⑦ 認定されるのは、施設所有者か？ 校正実施者か？
- ⑧ 認定事業者の認定審査に要する時間、認定手数料、認定後の業務、等は？
- ⑨ 校正担当者の資格は？ 講習会、教育・訓練等は？
- ⑩ 校正手数料、証明書発行の手数料等は一律に定められるのか？
- ⑪ 認定事業者に、複数の校正サブセンタが付属している場合、各ユーザーに正規の校正証明書を交付する方法は？ 各々のセンタが特定二次標準器を保有すべきか？
- (3) 計量行政室との懇談会（平成5年3月17日、通産省機情局第一会議室で開催）
- 放射線関連量のトレーサビリティに関心を持つ人を対象に、計量行政室担当者との懇談会を開催し、上記のアンケート結果等について質疑応答を行い、新制度でのトレーサビリティのあり方、運営法等の検討についてワーキング・グループを設置して行うことになっている。

表4-1 校正機関として希望する試験範囲の代表例

放射線	用途	計測量（換算量）	線質	強度範囲	試験精度（％）
光子	防護	照射線量	<250keV	$10^{-6} \sim 10^{-1}$ C/kg/h	±4~10%~15%
	〃	(1cm線量当量)	$^{137}\text{Cs}, ^{60}\text{Co}$	$10^{-8} \sim 10^{-1}$ C/kg/h	±4~10%
	治療	照射線量	^{60}Co	$10^{-1} \sim 10^2$ C/kg/h	±2% (再現性)
	滅菌	水吸収線量	^{60}Co	$10^1 \sim 10^4$ Gy/h	±3%
	〃	〃	1~5MeV	$10^2 \sim 10^5$ Gy/h	±3%
電子	防護	70 μm吸収線量	$^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}, ^{204}\text{Tl}$	$10^{-1} \sim 10^2$ mGy/h	±5~20%
	滅菌	水吸収線量	0.15~10MeV	$10^2 \sim 10^5$ Gy/h	±3%
中性子	防護	フルエンス率 (1cm線量当量)	$^{252}\text{Cf}, \text{Am-Be}$	$10^{-2} \sim 10^1$ mSv/h	±4~20%
放射能	防護 基準面線源 各種基準線源	放射能濃度	$^{41}\text{Ar}, ^{85}\text{Kr}$ $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}, ^{204}\text{Tl}$	$10^{-1} \sim 10^4$ Bq/cm ³	±10~30% ±3%

5. 宇宙開発事業団視察報告

(1) 日時, 場所

日 時 ; 平成5年2月12日(金)

場 所 ; 宇宙開発事業団 種子島宇宙センター

(鹿児島県熊毛郡南種子島大字茎永字宇津)

(2) 視 察 者

放射線管理用モニタ品質保証検討委員会ワーキング・グループ

(3) 概 要

放射線管理用モニタの品質保証レベルの向上を図るため当委員会が設置され、昨年度より調査が開始され本年度は2年度目に当たる。原子力施設で使用されている代表的放管モニタ機器の故障発生状況の定量的調査も実施され信頼度に関する資料も得られつつある。この段階で原子力分野以外の先端技術関係分野では、どのような品質保証体制が採られ、かつ品質に関する信頼性がどの程度のものか視察調査を実施することは、今後の委員会の活動に有効であると判断して宇宙開発事業団を視察することにした。宇宙開発事業団を選んだ理由は、製品が多量生産品でないこと、新規開発研究要素が多く含まれていること、かなり厳格なタイムスケジュールで業務が実施されていること等により、比較的原子力関連分野と類似性があると認識したことによる。

視察を実施したのは宇宙開発事業団種子島宇宙センターの吉信射点を中心として、整備組立棟、移動発射台、組立中のH-II型ロケット用LE-7エンジン、発射管制棟、及び発射に関連する全情報を収集し最終的判断・指揮を実施する大崎指令管理棟、その他宇宙開発展示館などである。各施設の説明は、種子島宇宙センター次長の菊山紀彦氏より戴いた。菊山氏は原子力研究に携われておられた関係上、原子力工学と宇宙工学との相違点を色々と説明して頂いた。技術的問題はさて置き、まず原子力と宇宙との相違は国民から支持されているか否かにあるという感を受けた。将来の国民のために努力していることは原子力も宇宙も同様でありながら、一部の人達とは云え反対するグループがあり、そのために無駄な措置や、情報管理をせざるを得ない現状は悲しいと思う。これに反して宇宙の分野は全国民から支持され、「開かれた宇宙センターとしてより多く

の人に開放し理解を得る」完全公開方式が採られている現状をみる時、大変羨ましく感じられた次第である。

以下、今回の視察で得られた品質保証に関連した事項を記述する。

①宇宙開発事業団の性格

宇宙開発事業団（NASDA）はご承知の如く、宇宙開発事業法（昭和44年）に基づき、日本の宇宙開発の中核的实施機関として、平和目的に限り宇宙開発及び利用の促進に寄与すべく設立されたものである。内閣総理大臣が定める宇宙開発基本計画に基づいて、人工衛星及び人工衛星打ち上げロケットの開発並びにこれらに必要な方法、施設及び設備の開発を業務としている事業団である。宇宙開発機関としては宇宙科学研究所（ISAS）がNASDAの外にあるが、両者の相違はNASDAが宇宙の実利用分野に、ISASが科学研究分野に限定されていることである。

NASDAの当面の主業務はH-II計画にあり、H-II型ロケットの開発に全力を注力中である。これら諸開発の企画・管理はNASDAが担当するが、技術的設計・試験等はすべて民間製造業者が担当している。この面では原子力分野とは異なっている。菊山氏の説明によれば、NASDAは工務店の役割りに徹しているとのことであった。この点NASDAが研究所を持っているのとは大分狙いが違うようである。あくまで実利用面で効率を上げようというのが科学技術庁の方針であり、H-IIロケット開発の狙いは静止気象衛星5号、熱帯降雨観測衛星、宇宙ステーション建設のための技術実験を行う技術試験衛星等各種衛星を宇宙空間に打ち上げることにあろうである。

ロケット部品の射場への搬入、組立整備棟における組立、点検等はすべて製造業者によって実施され、NASDA職員は決して手を下さず、膨大な点検確認様式票（仮称）によって確認チェックのみを実施するとのことであった。不適合箇所が発見された場合の是正処置上の責任の分担、費用分担等の細部に至るまでの文章上の取決めがなされており、「品質保証とは文章管理です。」と半分冗談気味に説明された時は、「当を得て妙」な表現であると感心した。

②宇宙工学分野の信頼性活動

品質保証体制で最も重要なことは、使用者側の品質要求を明確に製造者側に示すこ

とである。一般的にはこのことは契約仕様書によって実施されているが、NASDAでは製品の品質保証関係の仕様書として、品質プログラム共通仕様書、信頼性プログラム共通仕様書等があり、製造者側にその共通仕様書に従った品質保証体制を要求している。

品質プログラム共通仕様書に含まれている主要項目は、設計及び開発管理、識別及びデータ検索、購買管理、製造管理、検査及び試験、不具合物品及び材料管理、計測管理などである。

信頼性プログラム共通仕様書は、主要項目として信頼性プログラム・マネジメント、信頼性技術関係（信頼度予測、FMECA等）、試験及び信頼性評価、保全性管理等がある。ここでFMECA（Failure Mode, Effects and Criticality Analysis）は設計の不完全さや潜在的な欠点を見出すため、要素の故障モードとその上位アイテムへの影響をシステムの致命度という点から解析し格付けする技法である。具体的にはアイテムを構成する部品や人間のエラーの機能が、アイテムの故障に対してどのような影響を持つかを、影響度、出現頻度、故障の検出や探索の難易度、対策や修復の難易度など各要因の面からランク付けて評価するものである。このように宇宙工学では製品の信頼性維持のため技術予測を厳重に実施しているのが判る。

製造者側では上記共通仕様書等を満足する品質保証体系を形成する品質プログラムを持つことになる。例えばNASDAの要求に従って研究・開発試作を実施する場合には、製品の構想段階、基本設計段階、詳細設計段階、試作段階の4段階について品質保証プログラムを作る。1例として基本設計段階では基礎試験、全機構造、モックアップ、信頼性・保全性計画、計画図作成等について規定されている。特殊工程の管理については、協力先を含めて徹底した作業教育（座学、実技試験）、技能認定、定期検定を実施している。例えば三菱重工（名古屋）関係でも約3,000名近い技能認定者が対象となっている。

生産における設備の自動化、手順の標準化、材料の均一化等により品質は飛躍的に向上しているが、人的ミス、エラー等による不具合の撲滅対策を科学的に進めることが大きな課題となっている。宇宙関係は特に単品生産で、しかも現場で組立整備することになる部門が多いので特にヒューマンエラー防止策は厳重なものが必要となる。このため計画における人間工学的設計、保全性計画がなされ、作業工程パターン化、徹底した作業手順書の準備をした上で製作に入る。製作段階では手順書の遵守、作業

者間コミュニケーション、個人別時間単位の作業計画、新入者投入制限、過去不具合の事前教育、チェックの多重化などが徹底して実施されているようである。

H-II型ロケットは現在開発中であるが、全体の信頼度は0.96以上を目標としている。部品点数が $10^5 \sim 10^6$ と云われているので、射場作業時間を約10日としても各部分の信頼度は極めて高いことが判る。システム作動時間を10日とすれば、システムの故障発生率は約 1.7×10^{-4} /時と計算される。部品点数としては約2桁以上少ないと思われる放管用モニタの事故発生率は約 10^{-5} /時程度であることを考えると、ロケットに使用される部品、要素等の信頼性は原子力関係品より1桁以上高いことが想像される。

③その他

竹崎射場では丁度H-II型ロケットの第1段エンジンとなるLE-7型を組立中であつた。新聞紙上幾度か燃焼実験に失敗しH-II計画を1年以上遅らせた問題のエンジンである。近く始まる地上試験用ロケットとして組立て、350秒の長時間燃焼実験を開始するため多数の製造業者の作業員が部品取り付けなどを実施していた。エンジンは我々が想像する発動機といった感じではなく、大小の配管類、バルブ等を複雑に組合わせた手工芸品といった感じである。宇宙の分野では重量を如何にして軽減するかが最大感心事であり、そのため安全係数も高々1.1程度で抑えるため、LE-7型では数多くの失敗をしてきたとの説明であつた。しかしながら信号ケーブル類接栓には、堅牢な多心コネクターが使用されていた。ロケットの軽量化に関し卵を例にして説明を受けたところによると、卵の構造重量比10%に対しロケットのそれは5%とのことで、いかに軽量かがわかる。エンジン部では絶対零度に近い液体水素、酸素を結合させて一気に1,000度を超す焔を発生させるため材料工学的には非常に困難を伴うことは推察できる。燃料である水素は、その不純物濃度を2ppm以下にしないとバルブ等が凍りつき動作しなくなるとのことであつたが、管理レベルがそれでよいと決定できるまでには多くの試行錯誤があつたであろうと思われた。一応重大な障害は克服したとのことであつたので、今後は順調に開発が進捗することを期待する。

打ち上げに際して、打ち上げ間近のシーケンスは、例えば、クイックディスコネクタの駆動などmsオーダの制御が必要で、それには専用の計算機が常に2台動作していて内の1台がダウンした場合、即時に他の1台がバックアップするよう冗長化され

ていた。打ち上げ時刻が何かのトラブルで遅れると分あたり億円単位の損失となる場合もあるため、この短時間の作業スケジュールは綿密に計画され、役割を分担し、それらの確実な実行が必要なこと、万一トラブルが発生した時は制限時間内での正確な判断と対策処置が要求されるとのことで、そのためには全員の意識統一や訓練が非常に重要であろうと思われた。また、打ち上げ時には約600点のデータが1秒間隔で送られてきてデータベースに蓄えられ、成功時でも失敗時でもその解析を行い、より質の高い打ち上げを目指しているとのことであった。

H-II計画では技術試験用衛星を打上げるだけでなく、通信衛星、気象衛星、その他商業衛星も打上げる計画で、これら商業用衛星についてはスーパー301条項によって準国産衛星だけを使用することは出来ないとの説明も受けた。日米経済問題が宇宙にも及んでいることを知り、思わず溜息が出てしまった。

ロケットの国産化率については、N-Iロケットから始まった数次の計画で順次高め、H-Iロケットでは約80%であるとのことであった。さらにH-IIロケットでは90%を超えるが、100%にはならない理由として日本の企業は数量の少ない物、金額の安価な物は製造しないことにあると説明を受けた。外国には小量ながら独特の製品を製造販売し、大企業が手を着けない部門で活躍する中小企業がある。日本ではこのような企業は数少なく、大部分は大企業の系列下に含まれている。これら現状の西欧先進国との相違は、国民性によるのか、産業技術の後進性によるのか、効率のみを追う企業家によるのかは定かでないが、少々考えさせられる話であった。その他基礎研究についても幾つかの話があり、結局の所日本は物を作る製造面では世界一かも知れないが、科学技術全般では二流国であるという話に落ち着いたが、我々もこれに似たケースは原子力分野でも数多く見聞しているので全く同感であった。

最後に、NASDAの中期目標は宇宙ステーション総合計画で実験モジュールを衛星として建設するという説明を受けた。種子島の白砂と青い海を眺めながらセンター次長の説明を聞いていると宇宙と種子島の風景はよくマッチしていると感心したが、雨の日に来ればまた全然違った感じになったのであろう。近く始まるH-IIロケット地上燃焼実験の成功を祈りつつ擱筆する。

1993.2 記

6. まとめ

『放射線管理用モニタ品質規格の高度化に関する調査研究』は平成3年度より実施されて、本年度は継続2年目に当る。前年度の調査研究は主として国内製造・使用の各種放射線管理用モニタが、品質保証の面で使用者及び供給者の側でどの様に発注され、及び製造されているかを実態調査することであった。その結果ISO-9000シリーズの完全翻訳化規格である JIS-Z9900～9904に完全準拠した品質保証体制が両者（使用者及び製造者）で確立していることが明らかとなった。

6.1 平成4年度調査実施項目

本年度は当委員会が調査実施する項目として、つぎの4項目を採り上げた。すなわち①代表的な放管モニタの詳細な故障解析と最適予防保全方法の検討、②放管モニタ使用段階における情報フィードバックシステム案の検討、③ JIS-Z9903レベルで発注された放管用モニタ機器製品の技術的品質保証レベルの確認、④放射線（能）標準のトレーサビリティ関連事項である。

放管モニタ機器の信頼性を高めるためには、使用・保全段階の故障情報を解析し、製品改良や保全法改善の資料を得て、それを使用者及び供給者に還元することが重要である。これを実施して始めて、JIS-Z9904で記述されている品質ループが完結され、製品品質が高められる動きが生じることになる。この観点から今年度は上記①項の調査に重点を置いた。②項については現在電力各社間で実施されているシステムがあり有効な機能を果たしている。委員会では当該システムの調査を実施した。③項については各種製品の試験を伴う調査であり、相当数の人員と時間及び経費を要するので本年度は実験準備に終始した。したがって実験の結果は次年度以降に報告することになる。最後に④項は前年度調査で計量法改正（平成5年秋）に伴う諸問題を報告しているが、本年度はその後多少変更点が認められた事項について調査を行った。

6.2 代表的な放管モニタの故障解析

代表的な放管モニタには、前記1.1.2項で記述した種々の理由により、①モニタリングステーション、モニタリングポストの空気吸収線量率測定系、② γ 線エリアモニタ、③ハンド・フット・クローズモニタ〔 α 、 β （ γ ）線用〕の機種を選定し、前年度で大略の故

障発生状況を調査した。今年度は①のモニタリングステーション、モニタリングポストの空気吸収線量率測定系について詳細故障解析を実施した。

東海村在・原子力3事業所（原研、動燃、原電）の当該測定系は設置後全装置の更新が実施されているものもあるので、更新前を旧型、更新後を新型として故障データの分類収集を行った。ただし原電・東海の場合は昭和58年度設置後更新を実施していないので全数新型としてデータ集計を行った。旧型については昭和52年度の1系統当り年間故障発生率約6件から昭和56年度の約0.5件と急速に減少していることが判明した。これは電源部及び表示部の改善に因るものである。新型については昭和58年度設置分では年間故障発生率が1系統当り約0.9件であったが、これは警報部の初期故障の発生が原因と考えられ、昭和59年度以降平均約0.4件以下と減少している。故障発生の部位別統計によると記録部及び警報部の故障が全体故障の約半数以上を占めていることが判った。表示部、電源部等については部品類の高信頼度化が図られ故障率減少に貢献しているが、記録部の故障は主として記録計の駆動部に故障が集中している。これは機械的な摩耗、劣化等が原因であると考えられる。各事業所別、部位別の故障発生等については多少の相異が認められるが、これは設置年度の相違等によるものである。

モニタリングステーション・ポストの故障発生分布を指数分布と仮定した場合、新型（更新時～平成3年度）の点検後6ヶ月及び12ヶ月経過後のモニタのシステム（記録計は除く）の信頼度は、故障実績がない場合の信頼度を100%として使用者3社3事業所平均で、それぞれ約95.5%および約91.3%であった。これらの数値は極めて軽微なトラブルも故障として含めている値であるが、稼動停止を伴うような故障だけに限定して信頼度を求めると、3事業所平均で点検後6ヶ月で約96.1%、点検後12ヶ月で約92.4%と高い値を保持していることがわかった。

環境監視用モニタリングステーション、モニタリングポストの空気吸収線量率測定系は長時間連続自動測定を実施している機器であり、ハード的には比較的故障の発生し難い装置であると考えられるので高い信頼度が確保されていると思われる。来年度調査することになるハンド・フット・クローズモニタは極めて頻りに作業者がモニタを操作する機器であるので、環境監視用モニタとは大きく異なるデータが予想される。したがって放管モニタの故障解析の結論は次年度に報告することになる。

6.3 最適予防保全方法

本項目については、使用者側3事業所で採用されている環境放射線モニタに対する点検整備技術要領の項目及び技術的内容を調査し、点検頻度の妥当性や点検項目の品質保証上から注目した重要度別区分け等の検討を詳細に実施した。特に製品の設計・製造を担当している供給者側から眺めた場合の点検項目と技術的内容、製品品質保証上の点検整備内容と項目の重要性等について貴重な調査結果が得られた。企業の別を越えた純粋な技術面からの詳細な情報、設計方針等が得られたことは当委員会の目的とする原子力関連事業所で使用する放射線管理用モニタ類の品質保証レベルを高める上に大変有効であったと考える。また使用者側事業所からも細部に至る事故・故障データが提示されて、広い立場からの使用者側と供給者側間の技術的情報が交換され、JIS-Z9904に提言されている品質ループ形成の土壌作りに貢献したと考える。

現在環境用モニタについては概略MTBF値（平均故障間隔）として約55,000時間（記録計は含まず）で設計・製造されていると供給者側から報告されたが、使用者側の故障実績データからの算出で、新型のシステムのMTBF値は、約39,500時間から約205,000時間の範囲に含まれていることが判った。使用者側データ値の相違については、製造年の相違、附属機器等の相違、点検合格判定基準値相違等によるものと考えられるが、総じて現環境用モニタは設計仕様通りの品質で製作され、また使用されていることが判る。

放管モニタの使用状況下における故障等トラブルの発生状況は、指数分布形であると仮定し、収集した各記録を解析調査したが、正確な確率分布を把握するためには、モニタ1台ごとの部分別の故障原因と対策内容等の情報を収集しなければならない。このため正確な分布形を決定するべく本年度から一部事業所で、放管モニタの詳細故障記録を整理・収集することとした。したがって次年度調査報告では、正確な故障解析結果を踏まえて最適予防保全方法を検討することになる。

現在予防保全法としては年1～2回の定期点検を使用者が実施している。一般的に予防保全には時間計画保全と状態監視保全があり、時間計画保全は定期保全と経時保全とに区別される。多くの事業所では時間計画保全の定期保全方式が採用されているが、現場が日常点検として実施している指示値確認・警報動作確認等は状態監視保全のカテゴリに含まれよう。今年度の調査より判明したことは、記録計その他モニタ装置に組込まれる市販完成製品については経時保全として一定稼動時間経過後、製品一式を交換してしまう方式を実施することが望まれることである。

現状では、1事業所が年1回、2事業所が年2回定期点検を実施していることが判明したが、この頻度差による故障率の差は認められなかった。しかし、今後最低実施すべき項目等については検討が必要である。

6.4 モニタ情報フィードバックシステム

製品の品質保証を高めること、及び品質を改善するためには製品・部品等の信頼性に関する情報が供給者側及び使用者側にフィードバックされることが重要である。信頼性とは本来製品稼働の信頼性であるので、広く使用状況情報の把握とフィードバックのための効率的な情報管理組織が設立され、当該組織の機能が効果的に活用されることが必要である。

電子部品等に関して米国には軍・NASAが主体となった GIDBP^{*1}、FARADA^{*2}のようなデータ交換制度があり、欧州には EXACT^{*3}がある。日本では1974年に日本電子部品信頼性センターが『信頼性データの登録・交換制度』を目指して発足している。このような制度が原子力機器特に計測機器類についても存在することが望まれる。

原子力情報関係については国内電力会社の要請によって電力中央研究所内に設立された『原子力情報センター』がある。参考のため委員会では当制度を調査した。

6.5 放射線（能）関連のトレーサビリティ

前年度当委員会報告では、計量行政審議会の答申案を中心とした計量法改正に伴う問題点を調査報告した。計量法改正の大きなポイントは供給業者に対する『技術基準適合』の指定制度であるが、放射線関係では特定計量器は指定しないこととなる。さらにトレーサビリティ確立のため西欧先進国では既に体系化されている計量標準認証制度の導入がある。すなわち、通産大臣は計量計測器に対する放射線線量（能）等の校正サービスを行う標準供給機関を申請に基づいて認定することになる。このことによって国家標準のトレーサビリティが体系的に確立されることになる。

当計量法の改正は平成5年秋に予定されているので、本年度当委員会報告書で改正計量法を記載することはできなかったが、前年度報告以後当計量法改正に伴う幾つかの問題点で検討がなされ進展が認められた項目等について調査を実施した。

脚注 *1 GIDBP (Government and Industry Data Exchange Program)
*2 FARADA (Failure Rate Data Program)
*3 EXACT (International Exchange of Authenticated Electronic Component Performance Test Data)

6.6 来年度以降調査

次年度は委託調査の第3年度に当り、計画の最終年度となる。本年度に引続き①代表的放管モニタの詳細故障解析と最適予防保全方法の検討、②現製品の品質保証上の技術的確認を重点項目として調査を実施する予定である。

①項については放管モニタで直接人間と係わり合う型式の機器である各種ハンドフットモニタ、及びγ線エリアモニタについて徹底した故障解析と最適予防保全方式の調査・検討を実施する方針である。さらに放管モニタについての品質保証に関する供給者側及び使用者側間の情報交換や保全に関する技術指導等を円滑に実施できる体制も検討したい。

②項については放管モニタの一部機種で、JIS-Z9903の品質保証レベルで製作納入された製品について技術的詳細試験を実施し、当該製品が最終検査若しくは最終試験だけで規定要求事項に適合することが保証されるのか否かの確認を行うことになる。さらに各放管モニタの1台毎の故障履歴を追跡調査し、機種別、部位別の故障発生分布形の調査・解析も実施する予定である。

最後に本委員会の活動に対して種々の御協力を賜った関係者各位に対し厚く感謝の意を表わしたいと思う。

7. 検討経緯

放射線管理用モニタの品質保証に関する検討は、「放射線管理用モニタ品質保証検討委員会」および「同委員会ワーキング・グループ」によって行われた。すなわち、当研究調査の課題を遂行するために、委員会で立てた検討方針に基づき、ワーキング・グループで具体的な作業を行う体制をとった。以下、委員会およびワーキング・グループの検討経緯の概要を記す。

第1回委員会 平成4年9月28日

委員長より、本年度検討課題として以下の4項目の提案がなされた。

- ① 代表的な放管モニタの詳細な故障解析と最適予防保全方法の検討
- ② 放管モニタ使用段階におけるフィードバックシステム案の検討
- ③ JIS 9003（製造、据付け及び付帯サービスにおける品質保証モデル）レベルにおける現品質保証の確認
- ④ 放射線（能）標準のトレーサビリティ

上記各項目ごとに討論が行われ、各項目について下記のような了解が得られた。

- ① 代表的モニタの故障解析については、機種選定に当たり、故障率の高いものという基準では情報公開もできなくなるという意見もあり、各社製作の機種という原則で考えることにした。具体的機種についてはワーキンググループで決めることにした。
- ② フィードバックシステムについては、適当な時期を決めて各委員から参考意見等を収集することとし、詳細はワーキンググループで討議の後決定することにした。
- ③ 当初提案のJIS 9001レベルの製品は、実際はJIS 9003レベルの製品であるので、資料の字句をJIS 9003と訂正した。実施は今年度および次年度にまたがるので、ワーキンググループにて実施項目・仕様等について審議することにした。
- ④ 放射線（能）標準については、意見の交換に止めた。

第1回ワーキング・グループ 平成4年10月21日

親委員会での発言要旨を踏まえて、各項目ごとに討論が行われたが、下記のような了解が得られた。

1) 故障解析と予防保全方法

- ・ 放管モニタ選定については、供給者及び使用者共通かつ代表的な機種という面から
 - a. エリアモニタ (γ 用)
 - b. ハンドフットモニタ ($\beta \cdot \gamma$ 用、 α 用)
 - c. 環境エリアモニタを対象とすることに決めた。
- ・ 故障解析から原因を特定するためのパラメータの選定（箇所、モード、メカニズム等）について、幾つか具体的に抽出され、その結果を踏まえて「記入フォーマット」を作成し、関係者に配布し、データ収集することとした。
- ・ 予防保全方法は、各委員より提出される故障解析データをもとに検討することとした。

2) フィードバックシステムの検討

- ・ 各委員より提出される故障解析データを
 - a. 初期、偶発、磨耗故障期間
 - b. 使用者による予備品、部品の保有数等の考え方
 - c. 供給者の保証期間の考え方
 - d. 供給者による予備品、部品の供給体制の考え方に照らし合わせながら、ソフト面（情報の交換等）を加味し検討することとした。

3) 品質保証の確認

- ・ 平成元年作成の放管モニタ規格に対しての適合性の確認を自主的に原研、動燃で確認することとした。

4) 放射線（能）標準のトレーサビリティ

- ・ 供給者、使用者それぞれの立場から問題提起を行うこととした。

第2回ワーキング・グループ 平成4年11月20日

記入フォーマット（案）として「放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－」と「放射線管理用モニタ故障解析－故障データ－」とを作成することとし、下記の要領で記入する旨了解が得られた。

- ・ 放射線管理用モニタ故障解析－故障データ－ （使用者側記載）

① 年度について

設置年度から現在までの故障データを原則として記載する。

② 動燃のみ独自の様式により詳細データの蓄積を行い、1台毎の追跡調査により、故障傾向を把握できるようにする。

・放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－（使用者・供給者記載）

① 将来、スペックのみDB化出来るようにする。

② 点検依頼・実施結果が把握できる票（ex. 保修票…原電）を添付する。

検討の結果、当面の作業としては、対象機種をモニタリングポスト（NaI・IC）に絞る。

また、放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－には、供給者側が記載する際、自社の製品の点検項目、箇所を重要度別（A、B、C）に区分した一覧を加えることとした。

第3回ワーキング・グループ 平成4年12月16日

各委員より提出された放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－から、故障傾向および点検項目の内容、方法等の検討が行われた。討議の結果は、次の通りである。

<故障傾向について>

- ・ ユーザー側で統一されたデータの記載（故障件数）がなされていないので確認修正することとする。つまり、対象機器本来に由来しない故障件数が含まれている（ダスト、局舎等）とか、初期故障のデータが漏れているところがある。
- ・ 故障傾向は、初期故障、安定期の故障、磨耗故障に大別されるが、供給3社とも類似した傾向が認められる。特に、使用后3～4年を経過すると記録部の駆動部関連に集中する傾向が見られる。
- ・ モニタリングポストで傾向を把握し、他の放管用モニタにも水平展開できるようにする必要がある。

使用者より出された故障データは、必要に応じデータの修正をユーザにても行うが、次回会合までに集計し、解析作業を済ませる。

<点検項目の内容、方法等について>

- ・ 点検とは、健全な状態を確認することと解釈する。
- ・ ユーザーにより点検頻度および項目が異なるが、現在のモジュールの性能の向上化による故障発生率の減少等を考慮し検討する必要がある。民生品との比較検討等を行うことにより技術的根拠を明確にできる。
- ・ 各モジュール毎に点検項目を洗い直す。例えば、モジュール全体としてある条件設

定をして消費電流の検査を行うのは有効である。

点検項目（必要、不要、追加）および頻度の見直し作業（ランク付け）を、点検要領書をもとに作成する（ランクは、A:1回/半年、B:1回/年、C:1回/2年とする）。

第4回ワーキング・グループ 平成5年1月20日

放射線管理用モニタ故障解析－機器情報－の点検項目と頻度に関する検討に対する主なコメント等は、下記の通り。

① 供給者3社の検討結果を横並びすると、点検項目および点検頻度は大体同じであるが、「アラーム動作の確認」に対しての点検頻度のランク付け（A or B）に違いがある根拠は、次のように考えられる。

・ランクA（1回/6ヶ月）の根拠

ハード的に問題がないか念のために実施する。

リレー等の部品はある程度動かした方が良いと思われるため。

・ランクB（1回/1年）の根拠

ハード的に問題がないため。

故障データ結果をみると故障の頻度が下がっているため。

モニタリングポストは、「アラーム」より「日常監視」が重要という観点からランク付けを行ったため。

ランクAは日常点検と考えているため。

② 原子力発電所でのアラームテストは、（1回/月）の頻度で実施している。前述の「点検頻度」はメーカーによって観点が違いそうである。

③ 「点検頻度」等を見直すポイントとして

a. 日常点検の項目・レベル

b. 連続監視の評価方法（コンピュータ管理→微細な管理→信頼性へフィードバック）

c. 故障の実績

等から見直して見る。

④ 点検頻度を定める要因次第でランク付けは変化することを考慮する。

⑤ 日常点検とそれ以外に分けてランク付けを行う。

⑥ J I S規格との関連を含め、感度試験（アラーム）は、1回/6ヶ月とし、その他は1回/年としても良いと判断する。

以上の検討を踏まえて、

- ・ 点検頻度を1回/1年の方向でまとめる。(できれば供給者から担保をもらいたい)
- ・ 警報テストの仕方、レベルを定める。(日常点検、その他)

ex. 単体試験、線源試験、信号入力等

なお、別途報告書構成案については関係者で打合せを行う。(1月27日)

第5回ワーキング・グループ 平成5年2月25日

モニタリングポストに関する故障の調査結果から信頼度計算を行った結果に対する主なコメント等は、下記の通り。

- ・ 点検の判断基準(モニタが十分に機能するための)について
判断基準として信頼度をよりどころにする。
供給者ではMTBFを5.5万時間と考えている。
- ・ 点検頻度の決定要因について
MTBFを考慮する。
部位別の特色(駆動部、プロセス系等)を考慮する。
日常点検と故障の関連についても解析を行う(日常点検の深さによって、点検頻度は異なるのでは・点検の在り方を加味した分析が必要)。
- ・ 予防保全について
点検によってトラブルを検知できるのであれば、各項目について追加なりポイントを絞っても良い。これが、予防保全の点から言えるのでは。
- ・ 旧型と新型ポストのデータ解析について
全故障数を故障部品の%で表すと旧型と新型ポストの故障部品に違いが認められるが、発生件数で表わすとさほどの相違はないと思われる。%で表わすと誤解されるおそれがあるため、件数で表わすほうが望ましい。(円グラフ)
- ・ その他
偶発故障の領域では故障率は下がらない。点検により前兆なり磨耗を見つけられれば、MTBFや信頼度が上がるというような評価は出来る(実例より見出す)。

前記コメントを加味し、故障解析および点検項目・頻度をまとめることとした。

第6回ワーキング・グループ 平成5年3月19日

前回までに検討の上、指摘事項を勘案し、執筆された報告書（案）の各章の内容について最終討議が行われ、了解が得られた。なお、いくつかコメント等があり各担当者にて修正・加筆を行うこととした。

第2回委員会 平成5年3月24日

ワーキング・グループの検討項目および検討経緯について事務局より説明、併せて委員長より補足説明を行った結果、承認を得た。

平成4年度報告書（案）の記載内容について、ワーキング委員より説明がなされた。説明に対する意見等は概略以下のとおり。

3事業所の定期点検頻度の違い（1回/年、2回/年）による故障率（信頼度）の差はとくに認められなかったが、3社が独自の点検項目により保守を行っている現状を踏まえ、今後統一化されたものであるのが望ましい。

今後、最適予防保全方法を進めるにあたって、点検項目の標準化に関するガイダンス、電算データの標準化について検討する必要がある。

なお、モニタ機器の故障解析結果から、定期点検頻度を1回/年にする、と断定することは論理的に飛躍である。あくまでデータの裏付けの範囲で解釈すべきであるとの指摘があった。