

# 防護マスクの装着試験報告書

-東海事業所におけるマスクマンテスト-

(技術報告)

2004年10月

核燃料サイクル開発機構  
東 海 事 業 所

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  
電話：029-282-1122（代表）  
ファックス：029-282-7980  
電子メール：[jserv@jnc.go.jp](mailto:jserv@jnc.go.jp)

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)  
2004

2004 年 10 月

# 防護マスクの装着試験報告書

—東海事業所におけるマスクマンテスト—

(技術報告)

鴨志田 強 阿部 顕\* 檜村 弘道\* 山中 克之 相馬 丞

## 要　　旨

放射線管理第一課では、半面マスクの着用者に対する装着試験（マスクマンテストと呼ぶ）を定常に実施している。本報告書は、1970 年から現在まで東海事業所で実施してきた防護マスクの装着試験に関する試験装置の開発経緯、各種防護具の性能試験、半面マスク装着試験の実績及び現状の問題等についてまとめたものである。

October、2004

## The Wearing Examination Report of a Protection Mask

—Mask man test in the wearing examination report Tokai Works—  
(Technical Document)

Tsuyoshi KAMOSHIDA      Akira ABE\*      Hiromiti KASHIMURA\*  
Katuyuki YAMANAKA      Susumu SOMA

### Abstract

The Plutonium Radiation Control Section practice regularity the face piece fit test (it is called Msak man test) to ensure proper fit for workers who use half masks. This report summarized the matter shown below.

- The development of the test equipment in connection with the face piece fit test from 1970 to present.
- The performance test of various respirators.
- The results and present problems of the face piece fit test to ensure proper fit for workers who use half masks.

## 目 次

1はじめに .....	1
2マスクマンテスト装置の開発・導入経緯 .....	2
2.1 DOP粒子によるマスクマンテスト .....	2
2.2 NaCl粒子によるマスクマンテスト（炎光光度法） .....	2
2.3 NaCl粒子によるマスクマンテスト（光散乱法） .....	2
3マスクマンテスト装置の概要 .....	5
3.1 マスクマンテスト装置（NT-100型）の概要 .....	5
(1) テスト装置の構成 .....	5
(2) テスト装置の仕様 .....	6
3.2 マスクマンテスト方法 .....	9
(1) 予備テスト .....	9
(2) 本テスト .....	9
(3) テスト結果の評価 .....	10
3.3 マスクマンテストのアンケート調査結果 .....	11
4テスト装置を使用した防護具保安教育及び性能試験 .....	21
4.1 防護具保安教育 .....	21
4.2 東海・人形峠マスクマンテスト装置の比較 .....	27
4.3 M社製半面マスクとK社製半面マスクの比較試験 .....	28
4.4 M社半面マスクの比較試験 .....	34
4.5 電動ファン付き呼吸保護具の性能試験 .....	40
4.6 半面マスク採用に係る比較試験 .....	47
4.7 型式検定半面マスクの比較試験 .....	51
5マスクマンテストの実績 .....	55
6マスクマンテストにおける問題点 .....	87
(1) 面体内濃度のサンプリングについて .....	87
(2) サンプリングホースについて .....	87
(3) 受付方法の改善 .....	87
(4) マスクマンテストの合理化 .....	88
7おわりに .....	89
8参考文献 .....	90

## 表 目 次

表 .1	マスクマンテスト装置の開発・導入経緯一覧	4
表 .2	保安教育及び性能試験経緯	21
表 .3	保安教育時のマスクマンテスト結果	22
表 .4	指導内容の内訳	23
表 .5	指導前後の洩れ率	23
表 .6	比較測定結果	27
表 .7	半面マスク比較試験測定結果	29
表 .8	M社マスクの仕様比較	35
表 .9	M社半面マスクの比較測定結果	37
表 .10	漏れ率分布	37
表 .11	電動ファン付き呼吸保護具の性能試験（テスト-1 から テスト-15）	42
表 .12	マスク仕様比較	47
表 .13	マスクマンテストにおける洩れ率比較（平均）	48
表 .14	マスクマンテスト実施人数（1975年度から1984年度）	76
表 .15	マスクマンテスト実施人数（1985年度）	77
表 .16	マスクマンテスト実施人数（1986年度）	77
表 .17	マスクマンテスト実施人数（1987年度）	78
表 .18	マスクマンテスト実施人数（1988年度）	78
表 .19	マスクマンテスト実施人数（1989年度）	79
表 .20	マスクマンテスト実施人数（1990年度）	79
表 .21	マスクマンテスト実施人数（1991年度）	80
表 .22	マスクマンテスト実施人数（1992年度）	80
表 .23	マスクマンテスト実施人数（1993年度）	81
表 .24	マスクマンテスト実施人数（1994年度）	81
表 .25	マスクマンテスト実施人数（1995年度）	82
表 .26	マスクマンテスト実施人数（1996年度）	82
表 .27	マスクマンテスト実施人数（1997年度）	83
表 .28	マスクマンテスト実施人数（1998年度）	83
表 .29	マスクマンテスト実施人数（1999年度）	84
表 .30	マスクマンテスト実施人数（2000年度）	84
表 .31	マスクマンテスト実施人数（2001年度）	85
表 .32	マスクマンテスト実施人数（2002年度）	85
表 .33	マスクマンテスト実施人数（2003年度）	86
表 .34	マスクマンテスト実施人数（2004年度9月まで）	86

## 図 目 次

図 1	マスクマンテスト装置構成フロー	1
図 2	年齢分布(5,853 人)	17
図 3	マスク着用経験(5,853 人)	17
図 4	マスク着用経験年数(5,853 人)	18
図 5	マスクを正しく着用できるか (経験者のみ)	18
図 6	マスク着用時の不快感(5,853 人)	19
図 7	マスク着用時に息苦しさ(5,853 人)	19
図 8	マスクの重さについて(5,853 人)	20
図 9	マスク着用時の痛み(5,853 人)	20
図 10	マスク装着指導内訳(86 人)	25
図 11	マスク装着指導アンケート(111 人)	25
図 12	半面マスク構成部品名	26
図 13	半面マスク比較試験 (装着感)	31
図 14	半面マスク比較試験 (装着時の臭い)	31
図 15	半面マスク比較試験 (バンドの固定感)	32
図 16	半面マスク比較試験 (面体の大きさ)	32
図 17	半面マスク比較試験 (発聲音)	33
図 18	M 社半面マスクの洩れ率比較	38
図 19	M 社半面マスク洩れ率分布	39
図 20	電動ファン付き保護具の洩れ率変動 (タイプ I)	45
図 21	電動ファン付き保護具の洩れ率変動 (タイプ EC)	45
図 22	半面マスクの洩れ率比較	49
図 23	年度別マスクマンテスト実施状況	56
図 24	マスクマンテスト人数(1985 年度)	57
図 25	マスクマンテスト人数分布(1985 年度)	57
図 26	マスクマンテスト人数(1986 年度)	58
図 27	マスクマンテスト人数分布(1986 年度)	58
図 28	マスクマンテスト人数(1987 年度)	59
図 29	マスクマンテスト人数分布 (1987 年度)	59
図 30	マスクマンテスト人数 (1988 年度)	60
図 31	マスクマンテスト人数分布(1988 年度)	60
図 32	マスクマンテスト人数(1989 年度)	61
図 33	マスクマンテスト人数分布 (1989 年度)	61
図 34	マスクマンテスト人数 (1990 年度)	62
図 35	マスクマンテスト人数分布(1990 年度)	62

図 36 マスクマンテスト人数(1991 年度) .....	63
図 37 マスクマンテスト人数分布 (1991 年度) .....	63
図 38 マスクマンテスト人数(1992 年度) .....	64
図 39 マスクマンテスト人数分布(1992 年度) .....	64
図 40 マスクマンテスト人数(1993 年度) .....	65
図 41 マスクマンテスト人数分布 (1993 年度) .....	65
図 42 マスクマンテスト人数 (1994 年度) .....	66
図 43 マスクマンテスト人数分布(1994 年度) .....	66
図 44 マスクマンテスト人数(1995 年度) .....	67
図 45 マスクマンテスト人数分布 (1995 年度) .....	67
図 46 マスクマンテスト人数(1996 年度) .....	68
図 47 マスクマンテスト人数分布 (1996 年度) .....	68
図 48 マスクマンテスト人数(1997 年度) .....	69
図 49 マスクマンテスト人数分布(1997 年度) .....	69
図 50 マスクマンテスト人数(1998 年度) .....	70
図 51 マスクマンテスト人数分布 (1998 年度) .....	70
図 52 マスクマンテスト人数 (1999 年度) .....	71
図 53 マスクマンテスト人数分布(1999 年度) .....	71
図 54 マスクマンテスト人数(2000 年度) .....	72
図 55 マスクマンテスト人数分布 (2000 年度) .....	72
図 56 マスクマンテスト人数(2001 年度) .....	73
図 57 マスクマンテスト人数分布(2001 年度) .....	73
図 58 マスクマンテスト人数(2002 年度) .....	74
図 59 マスクマンテスト人数分布 (2002 年度) .....	74
図 60 マスクマンテスト人数 (2003 年度) .....	75
図 61 マスクマンテスト人数分布(2003 年度) .....	75

## 写 真 目 次

写真 .1 テスト装置 (1) .....	8
写真 .2 テスト装置 (2) .....	8
写真 .3 マスク着用 .....	12
写真 .4 陰圧テスト法 .....	12
写真 .5 ベルトの調整 .....	13
写真 .6 フィットネストest .....	13

写真 .7 アダプター取付け .....	14
写真 .8 テスト準備完了 .....	14
写真 .9 テスト開始 .....	15
写真 .10 テスト風景 .....	15
写真 .11 測定結果表示 .....	16
写真 .12 不合格者への装着指導 .....	16
写真 .13 電動ファン付き呼吸保護具装着状態 .....	46
写真 .14 フード内サンプリング状況 .....	46
写真 .15 M 社製カムホエリート SD 型 .....	50
写真 .16 K 社製 7095DKN 型 .....	50
写真 .17 S 社製半面マスク .....	53
写真 .18 M 社製半面マスク .....	53
写真 .19 S 社製半面マスクテスト用治具（改良前） .....	54
写真 .20 S 社製半面マスクテスト用字具（改良後） .....	54

## 1. はじめに

東海事業所では核燃料物質使用施設放射線管理基準及び再処理施設放射線管理基準で「管理区域及び一時管理区域に立ち入る者は、作業内容に応じてマスク等の防護具を着用しなければならないこと」、「半面マスクの使用に際しては、あらかじめマスクマンテストを受け、装着時の感覚とフィットネスの確認をしておくこと」が定められている。

このため管理区域及び一時管理区域入域前に①マスクが顔に合っているか、②マスクを正しく着用できるか、をマスク装着試験（以下「マスクマンテスト」という）により確認している。

確認はマスクマンテスト装置により着用状態での「漏れ率」を測定して行う。マスクを着用した時の「漏れ」は、主にマスク面体と顔面との密着性（以下「フィットネス」という）及び排気弁、フィルター等の性能によって影響を受ける。特に漏れの主な原因は、マスクと着用者の顔とのフィットネス不良によることが多い。

放射線管理第一課では適切なマスクマンテストを行うため、テスト装置の開発・整備を1970年代より開始した。1974年にはNaCl（食塩）粒子を用いたテスト装置を試作してその実用性を確認した。1975年からは定常的な業務としてマスクマンテストを実施してきた。

本報告書は、これまで行ってきたマスクマンテスト装置の開発経緯、マスクマンテスト装置を使用した半面マスク等の性能試験及びマスクマンテストの実績（1975年から2004年まで）をまとめたものである。

マスクマンテストを開始した1970年代は年間数百人でしかなかったテスト者数は、1981年に1,000人を超え、1988年に2,287人、1994年に3,623人、2000年には4,825人と急速に増加している現状である。

今後はこれまでの経緯を踏まえて、マスクマンテストのあり方、業務の整理合理化等を検討することが必要である。

## 2. マスクマンテスト装置の開発・導入経緯

### 2.1 DOP 粒子によるマスクマンテスト

日本で最初のプルトニウム燃料開発施設の本格的稼動に伴い、1969年頃から半面マスク及び全面マスクを着用した管理区域内作業が年々増加する状況にあった。このため作業者の安全確保（内部被ばく防止）を目的にマスクを着用した状態でのマスクマンテスト法が検討され始めた。当時、プルトニウム燃料第1開発室の排気系に使用していた高性能フィルターの捕集効率測定現場試験<sup>1)</sup>（インプレステスト）にDOP粒子を使用して試験していたことから、使用経験のあるDOP粒子を使用した光散乱測定器によるマスクマンテスト方法が試みられた。使用したDOP粒子発生器と光散乱測定器はどちらも米国ROYCO社製の製品である。

1970年には、プルトニウム燃料開発施設の従業員232人を対象に、DOP粒子を使用したマスクマンテストを実施した<sup>2)</sup>。その後、DOPの有害性<sup>3)</sup>が問題となりDOPによるテストは中止された。

### 2.2 NaCl粒子によるマスクマンテスト（炎光光度法）

1974年には、当時防護具の安全評価に関する汎用的基準であった英國標準規格（BS-2091）<sup>4) 5)</sup>を参考にマスクマンテスト装置を検討し、防護具メーカーである重松製作所の技術協力により分光分析機器メーカーのコタキ製作所に依頼してテスト装置を製作（以下「動燃1号型」という）しマスクマンテストの実用化に向けた各種の試験を行った。

1975年からは、上記装置（動燃1号型）を使用して定常的にマスクマンテストを行った。

1977年には、動燃1号型を改良してNaCl粒子希釈機能付きのテスト装置を製作し、その装置を使用して定常的にマスクマンテストを行った（以下「動燃2号型」という）。

それまではテストを受ける者（以下「被験者」という）の上半身だけが入れるテストフードによりテストを実施していたが、1980年には、動燃2号型をさらに小型化するとともに被験者の全身が入れるテストチェンバー及びテスト装置を製作した（以下「動燃3号型」という）。

動燃3号型のテスト装置を使用したマスクマンテストは1985年9月まで行った。この間、原研においてもテスト装置の開発とマスクの防護性能試験が行なわれた<sup>6) 7)</sup>。

### 2.3 NaCl粒子によるマスクマンテスト（光散乱法）

1985年10月からは柴田科学製のテスト装置（MT-100型）を導入して定常的なマスクマンテストを実施してきた（以下「柴田1号機」という）。

本装置は、平均粒径 0.3 ミクロンの NaCl 粒子を連続的に発生することができるとともに 2 台の検出器で同時にマスク外とマスク内をサンプリングしてマスク着用時の総合的な漏れ率を表示し記録することが出来る装置である。

1993 年には、テスト模擬動作毎の漏れ率を表示・記録できるように改造したテスト装置（MT-100N 型）を導入した（以下「柴田 2 号機」という）。

1994 年には、再処理センターとプルトニウム燃料センターの基本動作マニュアルが制定され管理区域立入者全員に半面マスクの携帯が義務付けられた。このためマスク携帯者もマスクマンテストを受けなければならなくなり、テスト人数が前年に比べ 1.6 倍強と大幅に増大（2,276 人から 3,630 人に増加）した。激増するテスト人数に対応するため、それまで一律的に行って來たテスト方法を見直し、テスト経験者と未経験者とに区分してテストすることとした（テスト作業手順を変更した）。

しかし、更にテスト人数は増加し、1997 年には年間 4,000 人を超えるようになった。このため 1998 年には、激増するテスト人数に対応するため、テスト装置（以下「柴田 3 号機」という）とコンプレッサーを各 1 台づつ増設してテスト装置の 2 系列化（2 台並列運転）を図った。

このように、1998 年以降はテスト人数の増加に対応するため装置を並列運転して実施している。

マスクマンテスト装置の開発・導入経緯を表-1 に示す。

表-1. マスクマンテスト装置の開発・導入経緯一覧

年 度	開発状況・業務内容等	備 考
1970	プルトニウム開発施設の従業員にマスクマンテストを実施	
1971	DOP の有毒性が問題となり、DOP の使用を中止	
1972	DOP 以外の方法によるテスト方法の検討を開始	
1973	英国標準規格を参考にテスト装置の仕様検討	
1974	NaCl 粒子によるテスト装置試作（動燃 1 号型）	動燃 1 号型試作
1975	1 号型によりテストを試験的に実施	
1976	4 月より定常業務としてテストを実施	
1977	NaCl 粒子による改良型製作（動燃 2 号型）	動燃 2 号型製作
1978	動燃 2 号型によりテストを定常的に実施	動燃 1 号型廃止
1979		
1980	NaCl 粒子による装置の小型化（動燃 3 号型）	動燃 3 号型製作
1981	動燃 3 号型購入、テスト者数は年間千人を超える 1,058 人となる	動燃 2 号型廃止
1982	呼吸保護具性能評価法の研究・開発試験開始	
1983	呼吸保護具性能評価法の研究・開発試験継続	
1984	呼吸保護具性能評価法の研究・開発試験（87 年まで継続実施）	
1985	NaCl 粒子による柴田科学の装置（MT-100 型） 1 号機購入	動燃 3 号型廃止
1986	テスト装置用圧縮空気供給源のコンプレッサー建屋を建設	
1987	呼吸保護具性能評価法の研究・開発試験終了	
1988	テスト者数が 2 千人を超える 2,287 人となる	
1989		
1990		
1991		
1992	マスクマンテストデータ解析システム検討	
1993	（MT-100 型、データ処理部改造） 2 号機購入	柴田 1 号機廃止
1994	マスク携帯が義務化、テスト者数は 3 千人を超える 3,613 人	
1995	コンプレッサー更新、テスト者数 3,697 人	
1996	テスト者数 3,702 人	
1997	テスト者数が 4 千人を超える 4,043 人となる	
1998	3 号機購入、コンプレッサー 1 台増設、テスト者数 4,734 人	柴田 3 号機購入
1999	装置の 2 系列運転開始	
2000	テスト者数は 4,825 人となる	
2001		
2002		
2003	型式検定に合格した新型国産マスクの導入試験を実施	

### 3. マスクマンテスト装置の概要

#### 3.1 マスクマンテスト装置（MT-100N型）の概要

現在、定常業務に使用しているテスト装置は、柴田科学機器製の MT-100N 型である。本装置は、NaCl 粒子発生部、測定部、濃度検出部、記録演算部、空気清浄部、テストチャンバー部より構成されている。NaCl 粒子発生部では、9% 濃度の NaCl 水溶液を圧縮空気により噴霧しミストを発生させ、乾燥管内で加熱乾燥して NaCl 粒子としている。

NaCl 粒子は、テストチャンバー部のテストフード内に連続供給され、テストフード内濃度が一定となるようにしている。

マスク面体内とテストフード内の NaCl 粒子濃度をそれぞれ連続サンプリングし検出部で光散乱光量積分方式によりそれぞれの NaCl 濃度を測定して漏れ率を計算する。漏れ率が設定値（現在 5%）を超えた場合はブザーが吹鳴する。

マスクマンテスト者（以下「被験者」という）に対する模擬動作指示は、テスト動作案内指示部よりスピーカーでアナウンスされる。マスクマンテスト装置の構成フローを図 1 及びテスト装置外観を写真.1、写真.2 に示す。

#### (1) マスクマンテスト装置の構成

##### ① NaCl 粒子発生部

濃度 9% の食塩水溶液を圧縮空気によりアトマイザ（噴霧器）内でミスト状に変化させ、分級管内で均一化をはかり乾燥冷却管を経て平均粒径 0.3 ミクロンの NaCl 粒子を生成する。

##### ② テストチャンバー部

粒子発生部から一定濃度の NaCl 粒子が常時送られているテストフード及び動作項目を案内するスピーカーから構成される。

##### ③ 濃度検出部

光散乱光量積分方式を測定原理とする小型検出器 2 台により、マスク外濃度とマスク内濃度を同時にサンプリングし検出する。

##### ④ 記録・演算表示部

装置の始動・停止及び運転状況の確認まで全てのシーケンスコントローラを行い、漏れ率の測定においては、濃度検出部から送られてくるマスク内外の濃度測定値を、所定の動作 5 項目毎に漏れ率を演算すると共に、1 分間の合計漏れ率を求め判定基準値に対して『良』『否』の判定を行う。

##### ⑤ 空気清浄部

NaCl 粒子の発生及び粒子濃度の希釈、検出器のパージエアやサンプリングラインの吸引等、装置全体で必要とする圧宿空気の清浄乾燥を行う

(2) テスト装置の仕様

現在使用しているテスト装置（MT-100N型）の仕様を以下に示す。

測定対象 : 半面、全面マスク装着時の漏れ率  
測定範囲 : 漏れ率 0.01～99.99% 0～100000cpm  
測定時間 : 1分間  
再現性 : 漏れ率 ±0.1%FS  
測定方法 : オートコーダーにより指示案内（自動）  
検出感度 :  $1\text{CPM} = 0.1 \mu \text{ g/m}^3$   
検出範囲 : 0～100,000CPM  
発生濃度 : 約  $1 \text{ mg/m}^3$   
発生粒子径 : 平均径  $0.3 \mu \text{ m}$   
表 示 : 環境濃度（テストチャンバー内濃度）  
面体内濃度（マスク内濃度）  
ブランク値（同濃度中での環境濃度と面体内濃度の割合）  
漏れ率測定時間（残り時間1秒単位で表示）  
判定 OK/NG  
判定値設定（ダイヤル表示）  
警報（電子ブザー）  
案 内 : オートコーダー  
圧縮空気 : 圧力約 7Mpa  
電 源 : AC100V  
寸法・重量 : 発生・測定・表示部  
                  約 597 mm W × 770 mm D × 1800 mm H  
                  約 180 kg  
                  テストチャンバ一部  
                  約 900 mm W × 1135 mm D × 3200 mm H  
                  約 160 kg

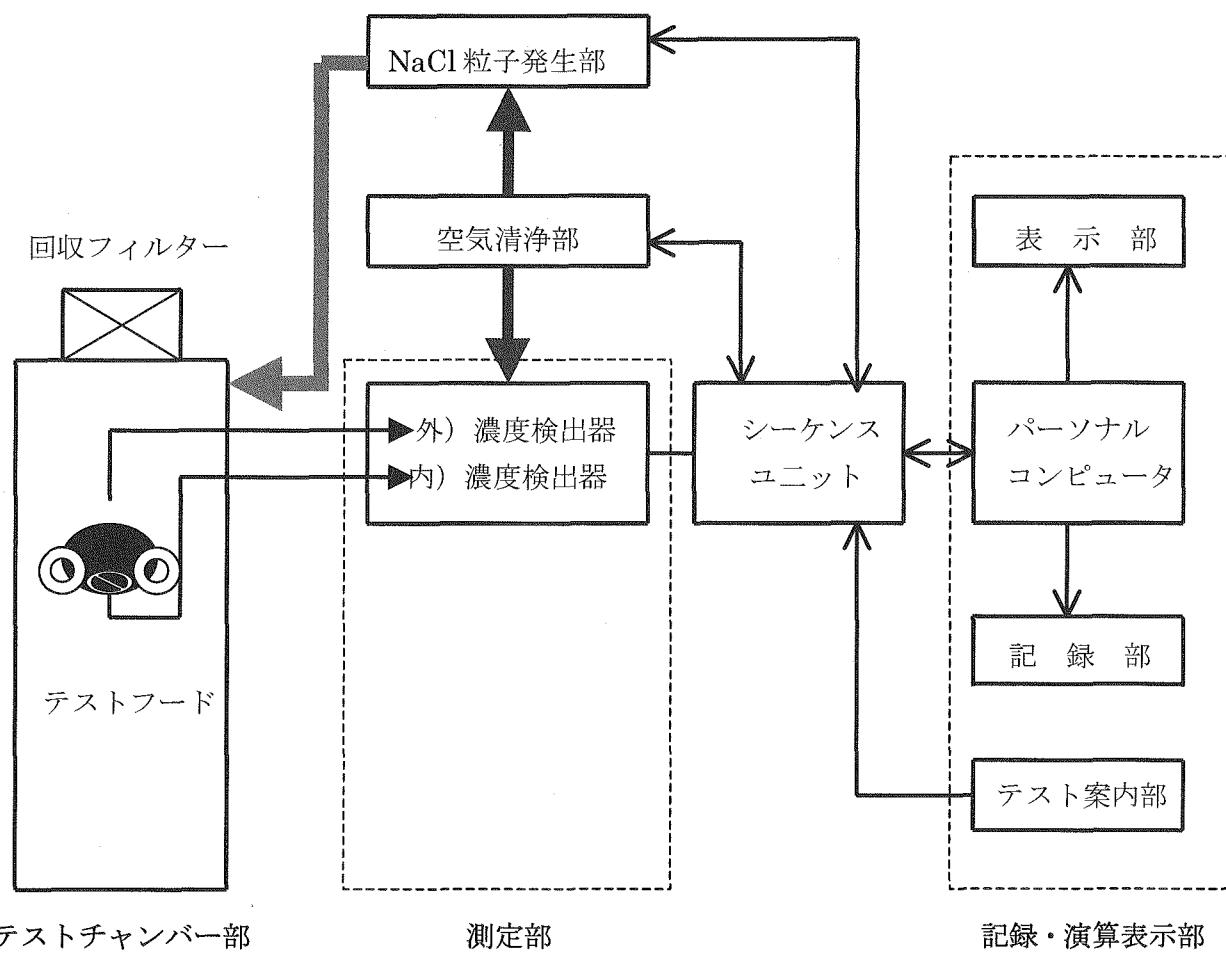


図1 マスクマンテスト装置の構成フロー

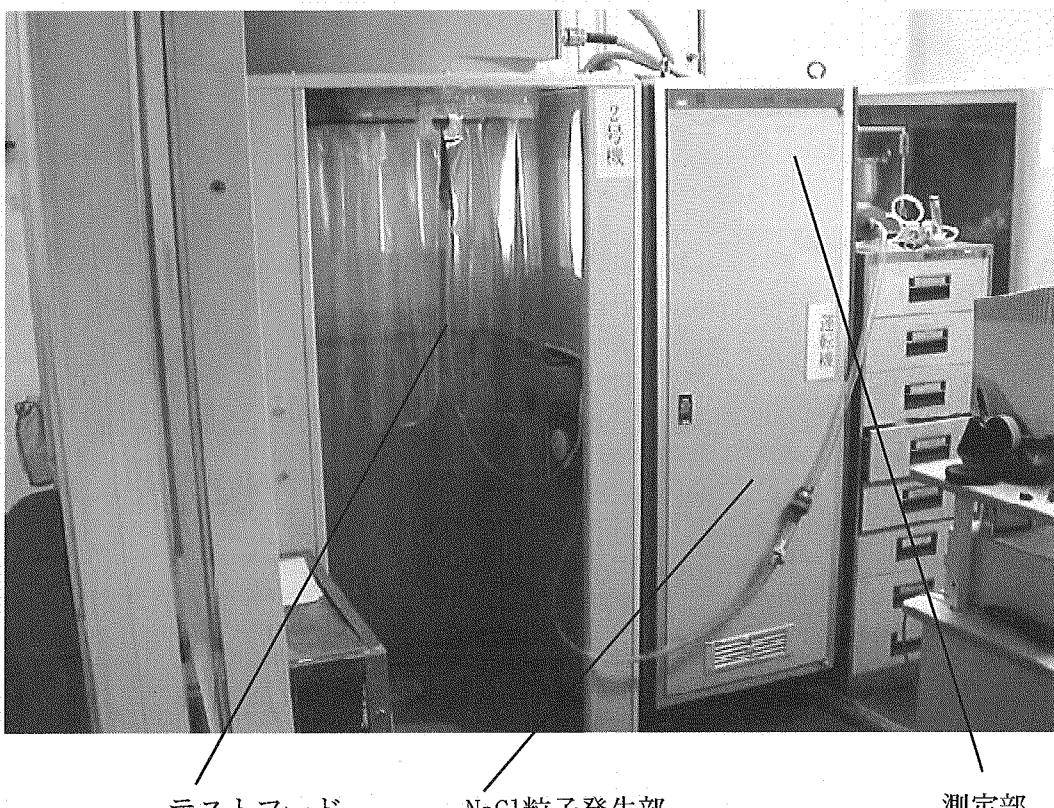


写真. 1 テスト装置(1)

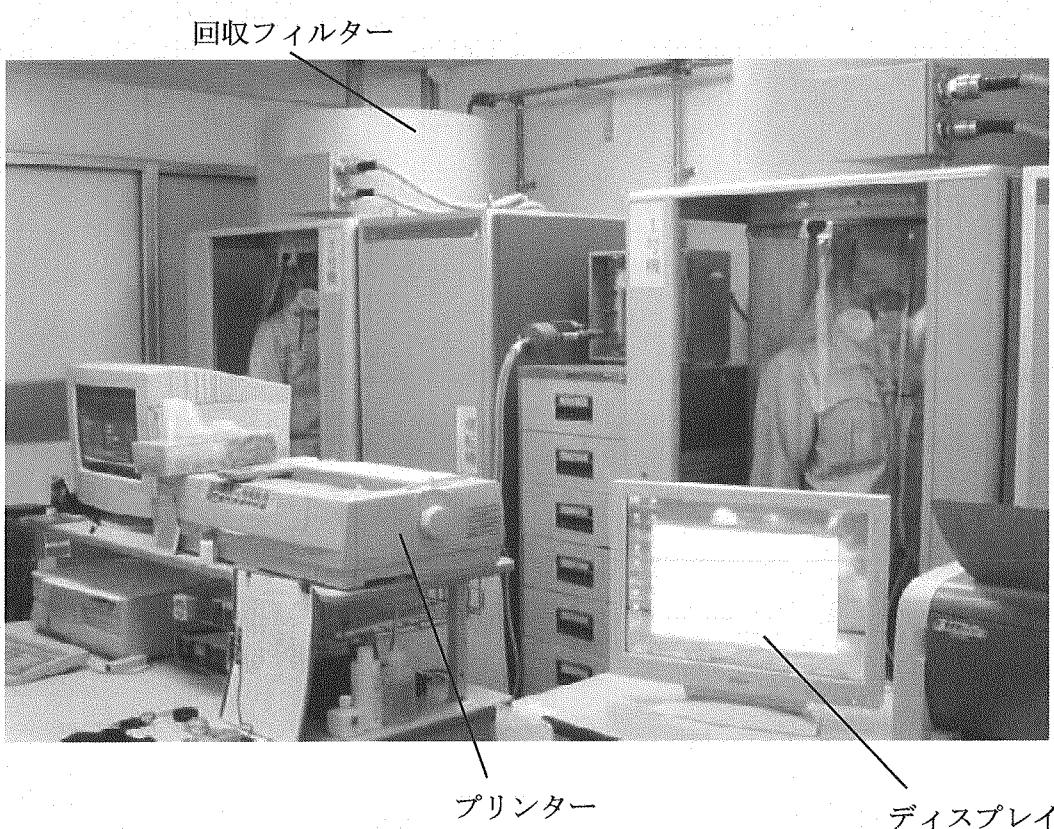


写真. 2 テスト装置 (2)

### 3.2 マスクマンテスト方法

マスクマンテストは、予備テストと本テストの2段階で行う。それぞれのテスト方法を以下に示す、また一連のテスト手順を写真-3から写真-12に示す。

#### (1) 予備テスト

予備テストは、初めてマスクマンテストを受ける人に対して行うテスト方法である。被験者はマスクを着用してベルトの調整等を行った後、陰圧法によりフィットネスを確認する。次にマスク排気弁に測定用サンプリングホース(治具)を取り付けテストチェンバー内に入りテストを開始する。テスト担当者からの指示により順次以下に示す5種類の模擬動作を行う。

- ① 静止状態で普通の呼吸をする(1分間連続)
- ② 顔をゆっくり左右に動かす(1分間連続)
- ③ 顔をゆっくり上下に動かす(1分間連続)
- ④ 顔をしかめる(1分間連続)
- ⑤ 五十音をゆっくり大きな声で話す(1分間連続)

以上の模擬動作を各1分間行い、動作毎の漏れ率を測定する。全ての模擬動作の漏れ率がテスト基準値以下(5%以下)の場合は次の本テストに移る。ただし基準値を超えている模擬動作が一つでもある場合にはマスクを着用し直す等して再度予備テスト(①から測定を開始し⑤まで)を行う。予備テストは全ての模擬動作での測定値が基準値以下になるまで繰り返し行う。

なお、マスクマンテストを受けたことがある人(テスト経験者と呼ぶ)については、これまでの経験から5種類全ての模擬動作を行わなくても模擬動作④のテストを行い基準値以下であれば本テストに合格する。

#### (2) 本テスト

予備テストに引き続き本テストを行う。テスト装置からの案内アナウンスにより以下の模擬動作を順次1分間行う。

- ① 大きく深呼吸を3回行う
- ② 顔を左右に3回動かす
- ③ 顔を上下に3回動かす
- ④ 顔をおもいっきり3回しかめる
- ⑤ 「あ、い、う、え、お」と大きく3回発声を繰り返す

以上で本テストの模擬動作は終了する。

本テストで測定値が基準値以下の場合に合格となる。被験者はテストチェンバーから外に出でサンプリングホースを取り外し同時にマスクを外す。本テストに合格しなかった場合には、マスクを装着し直すとか、マス

クを交換する等して再度本テストを行う。

本テストの測定値は、模擬動作毎の漏れ率と全模擬動作の総合漏れ率がディスプレーに表示され記録紙に記録される。

### (3) テスト結果の評価

これまで報告されている各種の文献、レポート等によると半面マスクの防護係数 (PF) \*は、通常 10～100 程度と報告されている。東海事業所の放射線管理基準でも半面マスクの PF を 10 としていることからマスクマンテスト時には安全係数を見込んで PF 20 を保証できること、すなわち漏れ率で 5%以下を合格基準（判定基準）としている。

これまでのテスト実施経験<sup>8) 9)</sup> から、テストで不合格となる主な原因としては、以下のことが判明している。

マスクマンテストが不合格となる主な原因（要素）

- ① マスクの装着に起因する原因
  - ・マスクの装着に不慣れである
  - ・マスクの装着教育を受けていない
- ② マスク面体に起因する原因
  - ・面体のゴム及びバンドの劣化
  - ・排気弁等の劣化、破損
  - ・フィルターの破損
  - ・マスクのサイズが合わない
- ③ 着用者の顔面に起因する原因
  - ・顔のしわ、たるみ、鼻の変形等
  - ・髭が伸びている

\* PF とは防護係数 (Protection Factor) の略称で、環境中の有害物質濃度(マスク外濃度)とマスク面体内の有害物質濃度との比を表す数値で以下の式で表される。

$$\text{防護係数} = \text{マスク外濃度} / \text{マスク内濃度}$$

以上の式からもわかるように、PF の定義はマスクの漏れ率を重視した考え方であり、呼吸保護具の性能を表現するには最も合理的な考え方である。

### 3.3 マスクマンテストのアンケート調査結果<sup>9)</sup>

1980年度から1984年度までの被験者5,853人に対して、テスト終了後に以下の項目についてアンケート調査を行った。

- ① 年齢
- ② マスク着用経験の有無
- ③ 着用経験年数
- ④ 正しく着用できるか
- ⑤ マスク着用時の不快感
- ⑥ マスク着用時の息苦しさ
- ⑦ マスクの重さ
- ⑧ 着用時の痛み

#### (1) 質問①～④の調査結果まとめ

年齢構成は年度毎にほぼ一定の割合であった。20才～50才以下が8割を占めている。しかし20才以下と50才以上がそれぞれ約1割近い数値を示しており、50才以上の人人がマスク着用作業を少なからず実施していることがわかる。

防護マスクの着用経験の有無については、着用経験のまったくない人が3割を占めている。又着用経験のある人でも1年未満が5割以上と経験の浅い人が多数を占めている。今後、自分で正しくマスクを着用できる自信がありますか、という質問に対しは約9割の人が正しく着用できると答えている。

#### (2) 質問⑤～⑧の調査結果まとめ

質問⑤以下は、防護マスクを着用した場合にどのように感じるのかを主旨に問い合わせるものである（感触調査）。マスク着用時に着用者が受ける身体的影響、生理的影響等は着用経験の有無、着用経験年数、着用時の身体的状況（健康状態）さらには作業内容、作業環境等により様々である。

感触調査はマスク着用時の肉体的、精神的状況を概略的に把握する一つの有効な方法である。

マスク着用時の不快感については、約7割が何かしらの不快を感じている。またマスク着用時の息苦しさ、マスクの重さについても、約6割が感じている。着用時の痛みについては約5割が何かしらの痛みを感じているとの結果であった。

以上のアンケート結果を、図2～図9に示す。

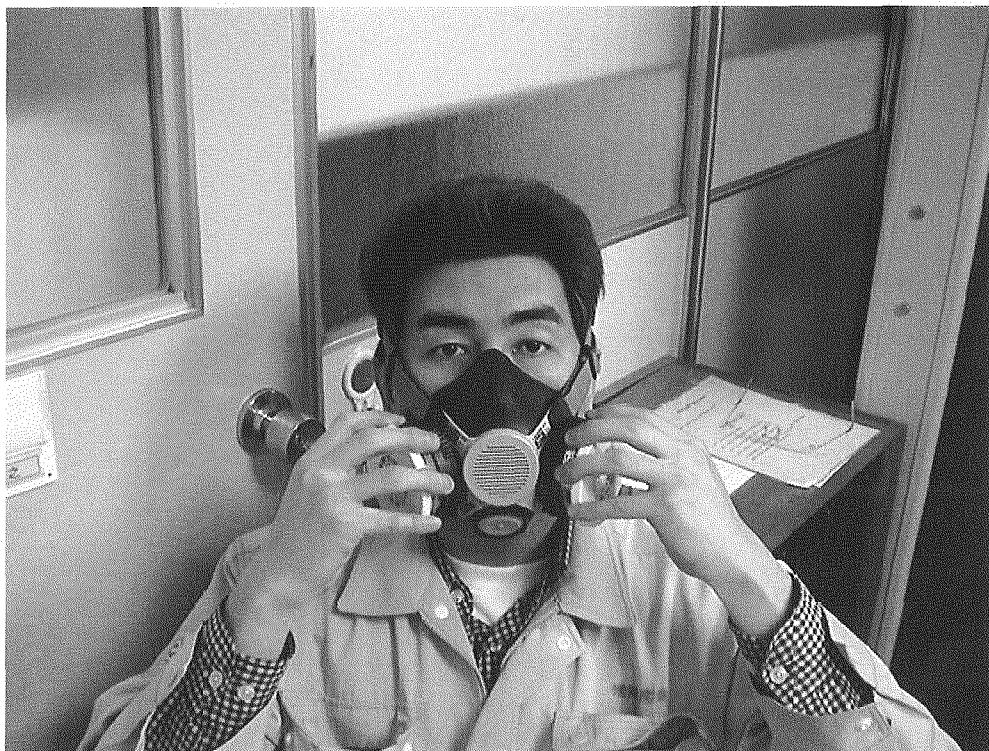


写真-3 マスク着用

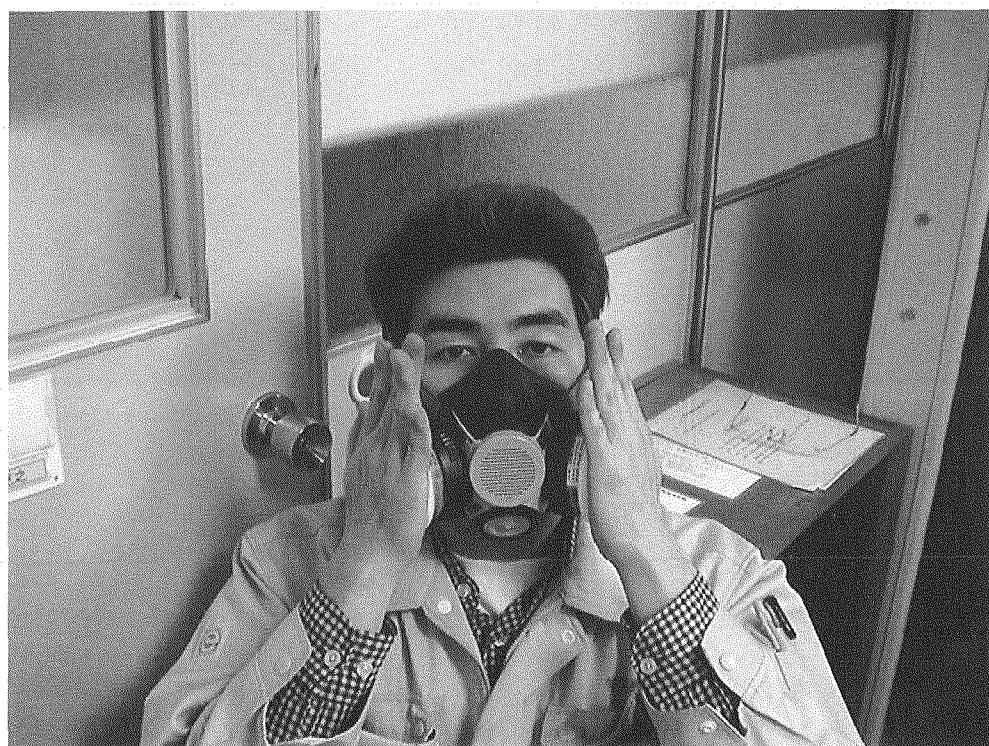


写真-4 陰圧テスト法

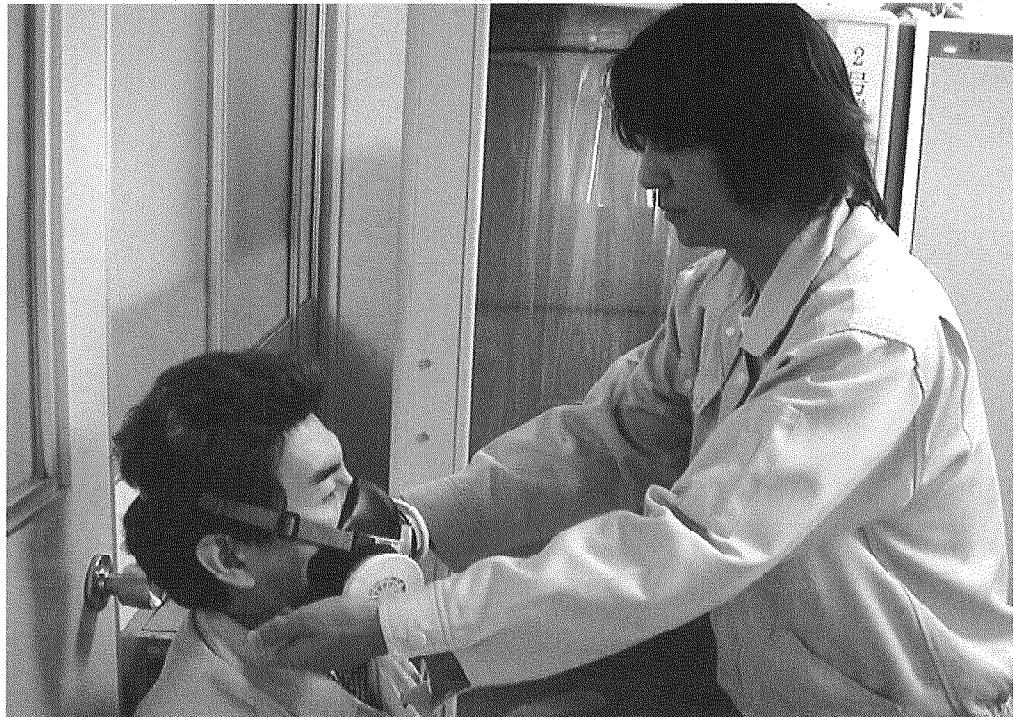


写真-5 着用確認

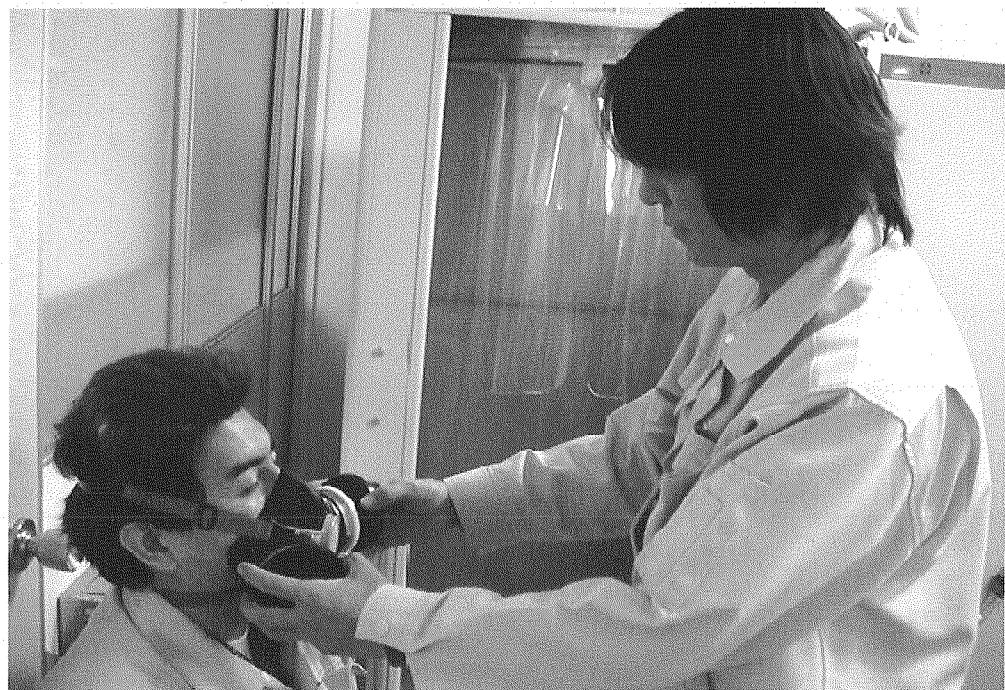


写真-6 フィットネステスト

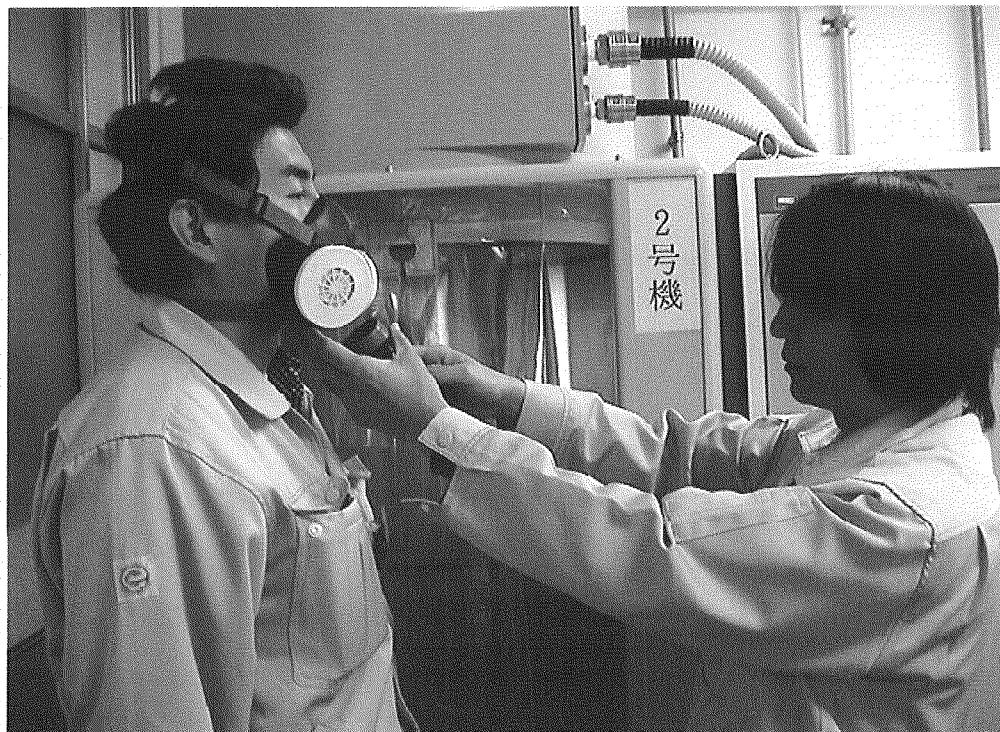


写真-7 アダプター取付け



写真-8 テスト準備完了

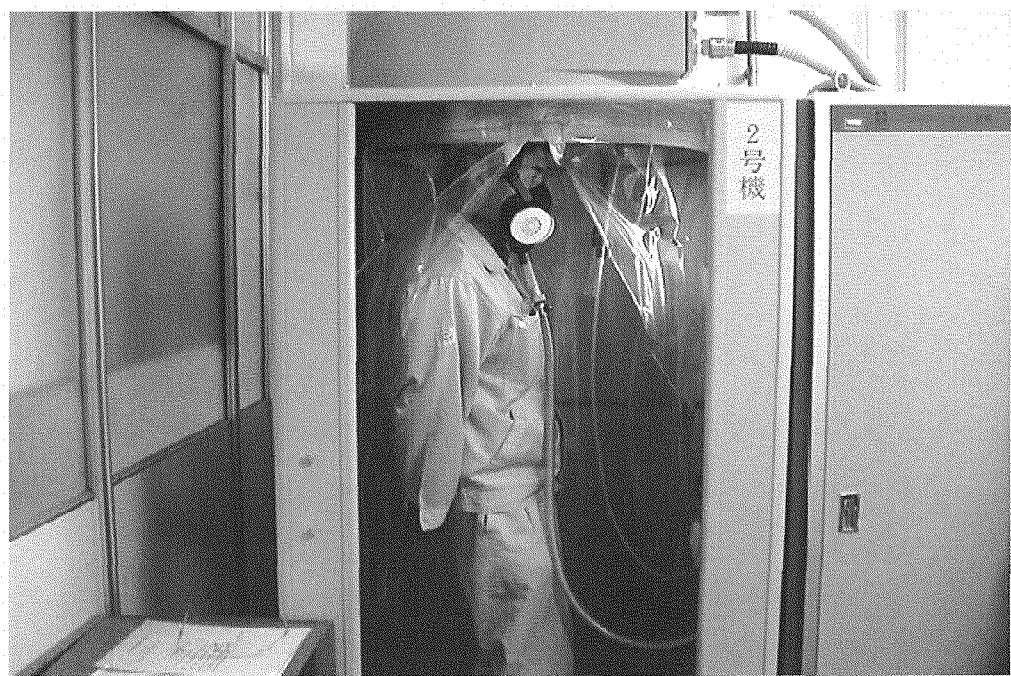


写真-9 マスクマンテスト開始



写真-10 マスクマンテスト風景

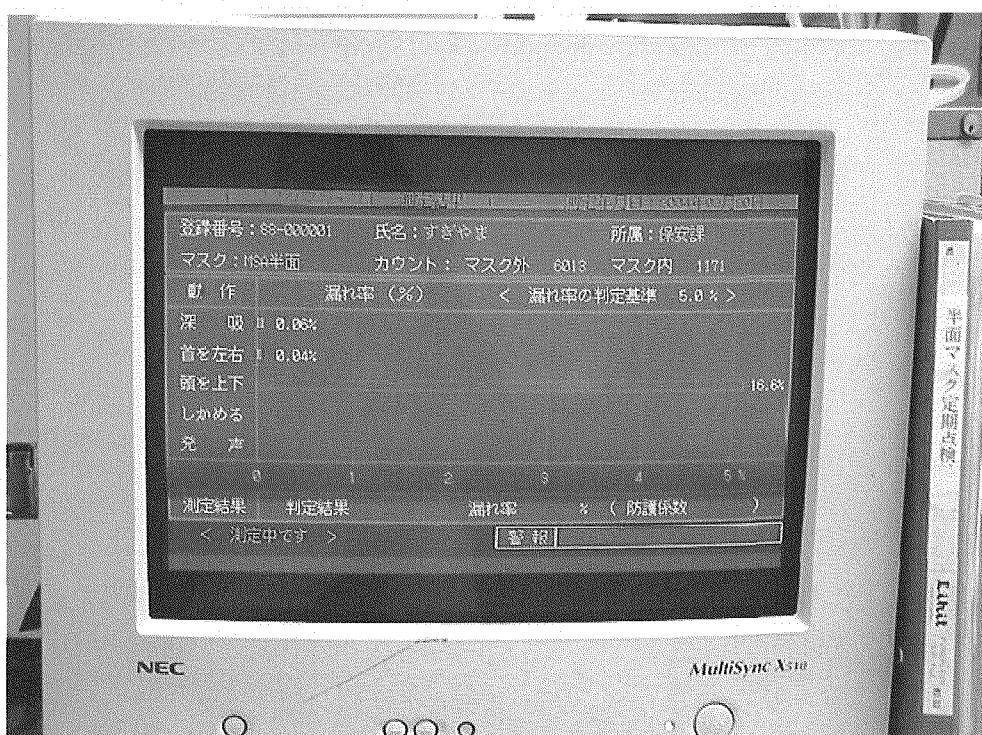


写真-11 テスト結果表示



写真-12 不合格者への装着指導

■20歳以下 ■21歳～30歳 □31歳～40歳 ■41歳～50歳 ■51歳以上

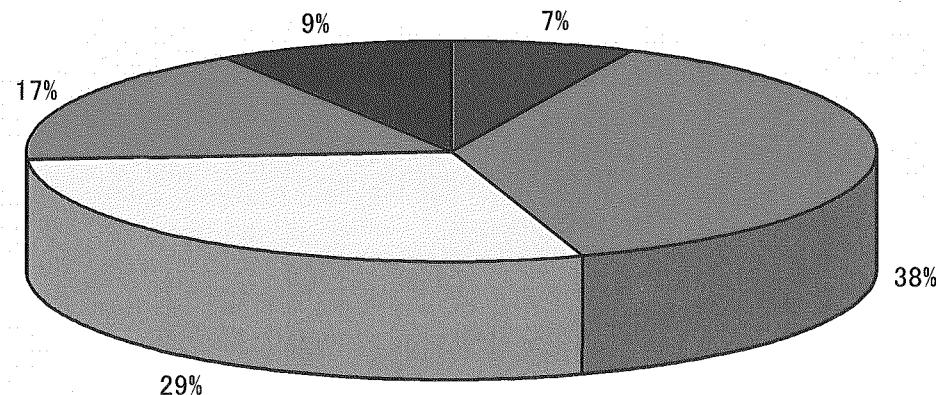


図2 年齢分布(5,853人)

■有り □無し

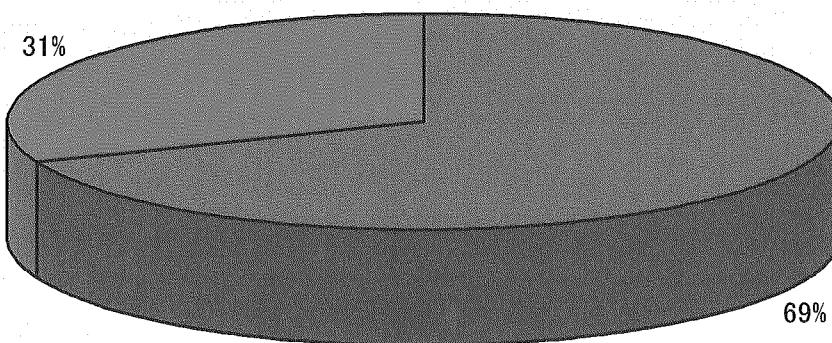


図3 マスク着用経験の有無(5,853人)

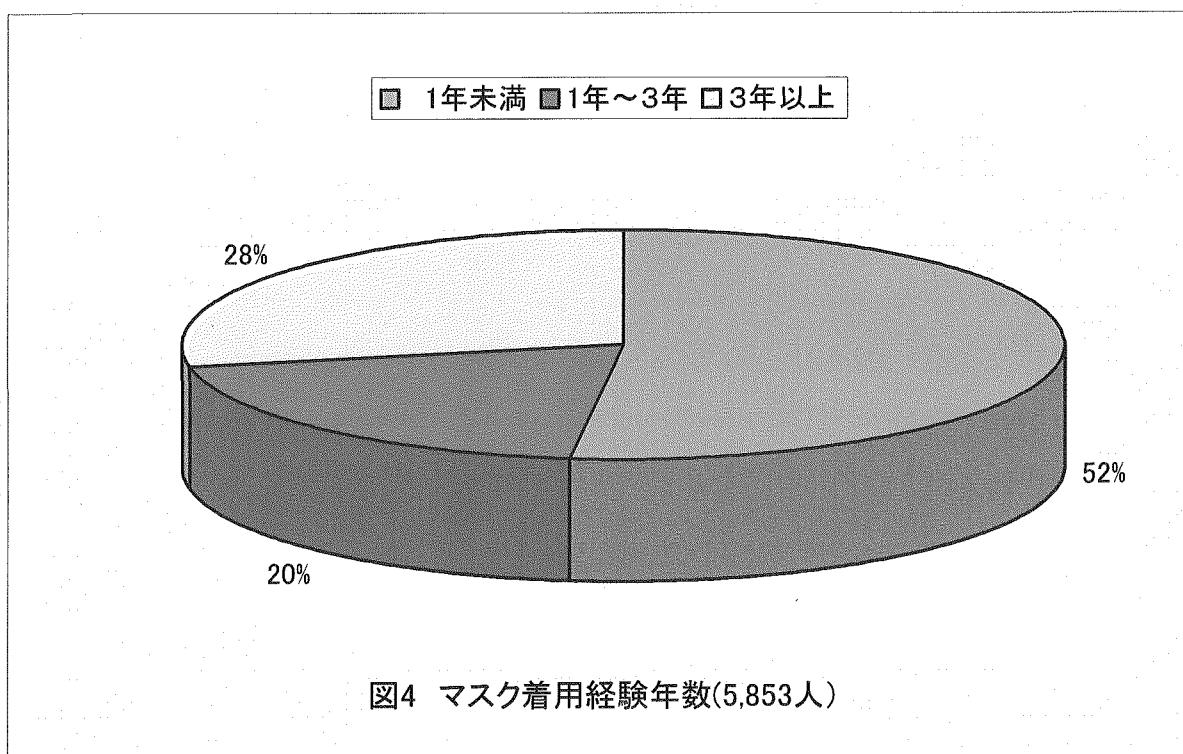


図4 マスク着用経験年数(5,853人)

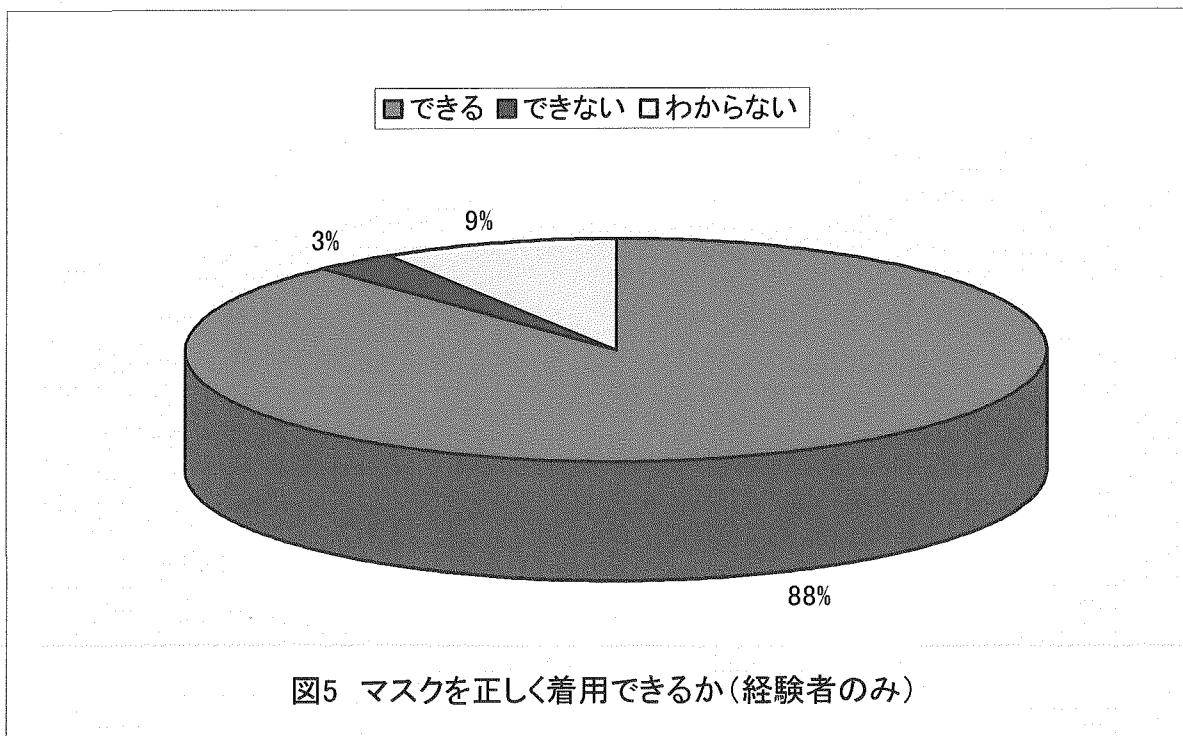


図5 マスクを正しく着用できるか(経験者のみ)

□ 不快感がある ■ 少し不快感がある □ 不快感は無い □ 分からない

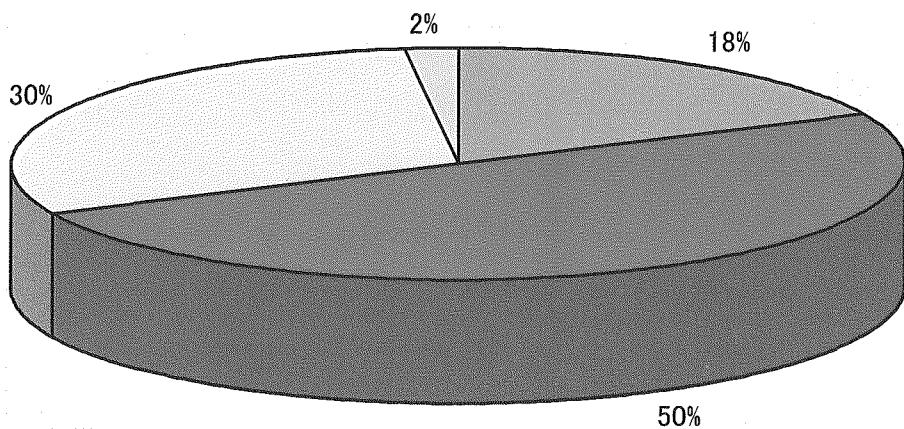


図6 マスク着用時の不快感(5,853人)

□ 息苦しい ■ 少し息苦しい □ 息苦しくない □ わからない

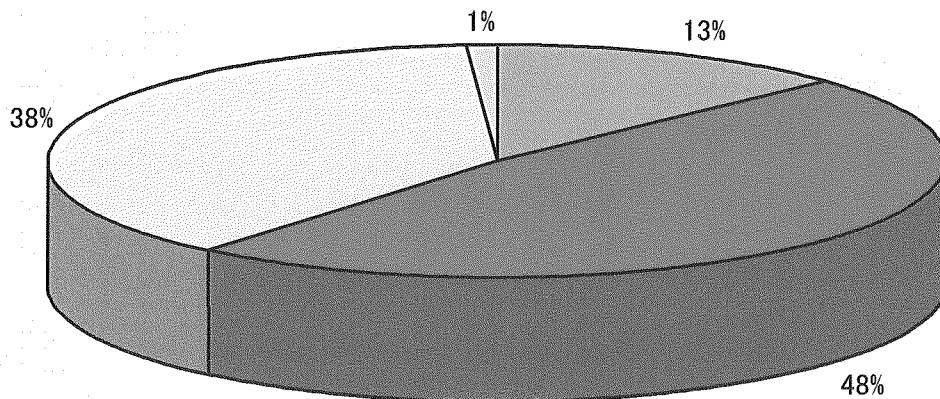
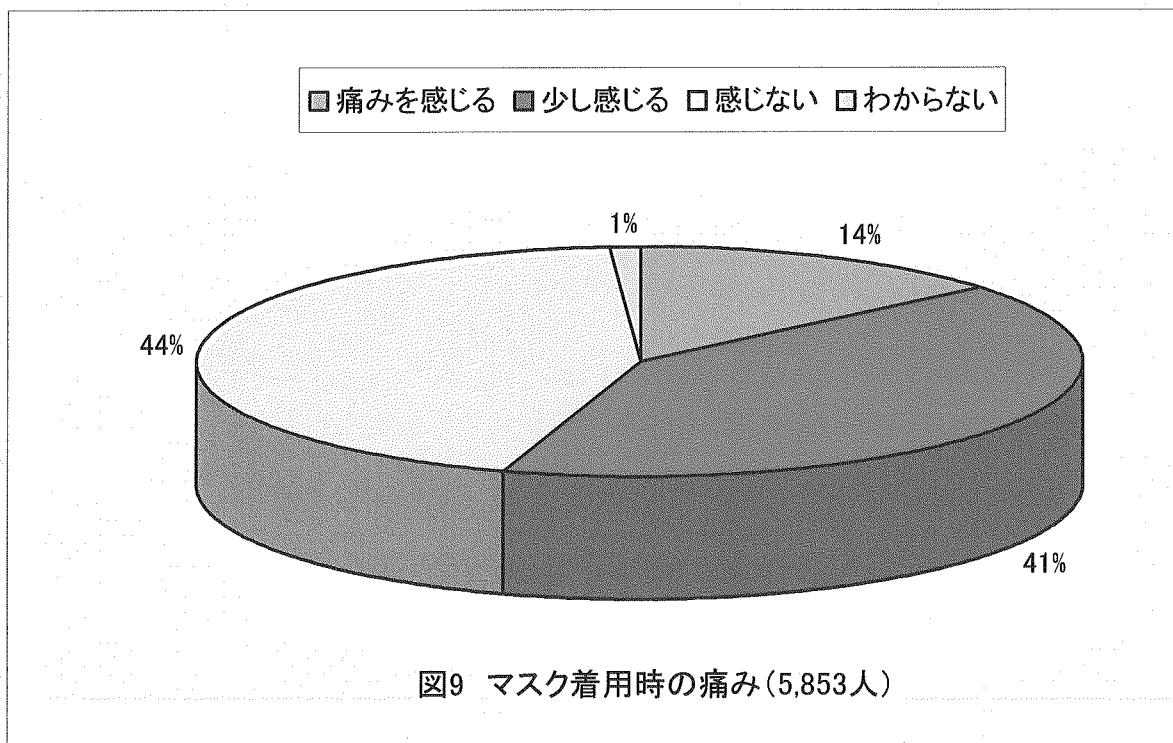
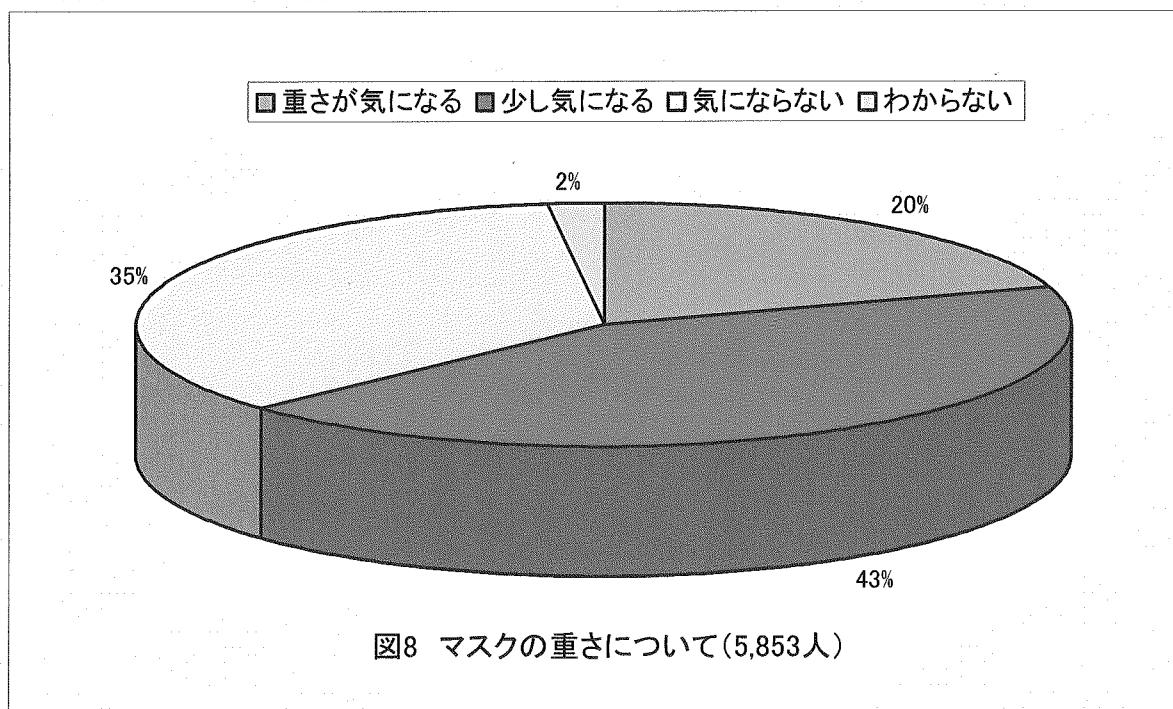


図7 マスク着用時の息苦しさ(5,853人)



## 4. テスト装置を使用した防護具の保安教育及び半面マスク等の性能試験

マスクマンテストの他に、テスト装置を使用した防護具の保安教育、半面マスク等の性能試験を実施してきた。経緯を表-2に示す。また具体的な内容については以下に記す。

表-2 保安教育及び性能試験経緯

	実施年月	内 容	備 考
保安 教育	1994年7月	第1回防護具保安教育	受講者 130人
	1995年7月	第2回防護具保安教育	受講者 130人
	1996年7月	第3回防護具保安教育	受講者 111人
性能 試験	1988年10月	東海・人形マスクマンテスト装置の比較	東海事業所と人形岐阜事業所のテスト装置の比較
	1993年4月	M社製半面マスクとK社製半面マスクの比較試験	2社のマスクの漏れ率比較試験
	1996年4月	M社製半面マスク（新型・旧型）の性能比較試験	従来型とモデルチェンジしたマスクの比較試験
	1997年5月	電動ファン付き呼吸保護具の性能試験	S社製電動ファン付き呼吸保護具の性能試験
	1998年10月	新型半面マスク採用に係る試験	M社製マスクとK社製マスクの比較試験
	2003年4月	型式検定半面マスクの比較試験	M社製マスクとS社製マスクの比較試験

### 4.1 防護具保安教育

安全強化月間行事の一環として、安全管理部放射線管理第一課主催による防護具保安教育を1994年から1996年までの3年間実施した。本教育は、各工場、部所属の放射線業務従事者を対象に、5年以上マスクマンテストを受けていない者に対して座学とマスクマンテストを行うことによりマスクの正しい取扱い等について理解するとともに、各個人に合ったマスクの装着方法を習得してもらうことを目的に実施したものである。

この教育により、マスクマンテスト装置を使用した半面マスクの実戦的な装着方法を指導出来たものと考えられる。またマスクマンテストの必要性についても認識してもらうことが出来た。教育実施後のアンケート調査でも、マスクの着用限度の考え方及び点検方法等に関して参考になったという意見が多かった。

以下に 1996 年度に行った第 3 回保安教育時のテスト結果を示す。

受講者は合計 111 人で、1 回目のマスクマンテスト結果の合格者 92 人、要指導者 10 人、不合格者 9 人であった。その結果を以下の表-3 に示す。

表-3 保安教育時のマスクマンテスト結果

テスト結果	テスト人数	総合漏れ率 (%)		
		最大漏れ率	最小漏れ率	平均標準偏差
合格者	92 人	1.46	0.02	0.43±0.36
要指導者	10 人	3.94	1.93	2.91±0.63
不合格者	9 人	28.94	5.18	11.54±7.63
合計 (全体)	111 人	28.94	0.02	1.55±3.76

合格者の平均漏れ率 0.43%、要指導者の平均漏れ率 2.91%、不合格者の平均漏れ率 11.54% であり 111 人全員の平均漏れ率は 1.55% であった。

要指導者及び不合格者に対しては装着指導を行い再度テストを実施した結果 19 人全員が合格となった。19 人の平均漏れ率は 0.42% と装着指導前のおよそ 4 分の 1 になり装着指導による改善効果が確認された。

装着指導では、バンドの絞め方に関する指導が 85% を占め、マスクの交換を指導した者は 2 人であった。また、漏れ率の高かった者のほとんどが鼻部からの漏れであり、鼻部の密着性を高める装着方法を指導することにより改善された。なお、教育実施後のアンケート調査では、バンドの締め具合と鼻部の密着度調整に相違点があり参考になったという意見が多かった。

### (1) 1996 年度の教育実施内容

受講者全員について自ら半面マスクを装着させマスクマンテストを実施した。

マスクテスト時の動作は以下の通りである。

- ① 深呼吸 (3 回)
- ② 首を左右に振る
- ③ 首を上下に振る
- ④ 顔をしかめる
- ⑤ アイウエオを 3 回言う

この動作をテスト装置のアナウンスに従って各 1 分間実施する。漏れ率の基準に従い「合格」「要指導」及び「不合格」を判定し「要指導」「不合格」者については、装着指導を行い合格するまでテストを繰り返した。

- ① 合格： 各動作及び総合で漏れ率が 2.5% 以下の場合
- ② 要指導： 一つの動作でも漏れ率が 2.5% を超えた場合
- ③ 不合格： 総合で漏れ率が 5% を超えた場合

なお通常のマスクマンテストでは、総合で 5% 以下は「合格」であるが、今

回は教育であることを考慮し、総合が 5%以下であっても「要指導」という項目を設けて装着指導を行った。

1回目のマスクマンテスト結果に基づき「要指導者」「不合格者」に対して装着指導を実施した。指導内容は大きく以下の3点に分けられる。

- バンドの締め具合に関する指導
- 装着位置、方法に関する指導
- 面体の調整、交換に関する指導

これらの装着指導を行うことにより最終的に全員が合格となったが合格となるまでのマスクマンテスト回数は、「要指導者」「不合格者」とも最大2回であった。これらの具体的な指導内容の内訳を以下の表-4、図10に示す。

表-4 指導内容の内訳

指導内容		件 数	合計件数	割合 (%)
バンド 関係	首バンド張力調整	39	73	84.9
	頭バンド張力調整	24		
	バンド位置調整	5		
	バンドねじれ調整	5		
装着 方法	装着位置調整	3	10	11.6
	鼻部フィット調整	7		
面体 関係	ヨーク調整	1	3	3.5
	マスク交換	2		

また、指導前後の平均漏れ率を次の表-5に示す。

表-5 指導前後の漏れ率

装着指導前・後	総合漏れ率 (%)			指導後／指導前
	最大	最小	平均±標準偏差	
指導前	28.94	0.02	1.55±3.76	
指導後	1.46	0.02	0.42±0.35	0.27

## (2) アンケート調査結果

教育の終了時に受講者全員にアンケート調査を行い、今回の教育に関する感想、意見等を集約した。受講者111名中77名が自分の装着方法と指導された装着方法に相違点があったと答えており「バンドの締め具合」及び「鼻部の調整方法」の2項目で約80%を占めている(図11参照)。また、今回の教育に関して以下のような意見が寄せられた。(マスクの構成部品名を図12に示す)

- ①定期的に教育・訓練を実施してほしい。
- ②半面マスクの装着について、誤りをチェックする良い機会となった。
- ③装着に関する基本事項の再確認ができた。

### (3) 保安教育結果のまとめ

今回の保安教育は、1995年と同様にマスクの種類や着用限度の考え方、マスクの点検方法、取扱い方法等についてテキスト及びビデオを使用して実施した。

装着指導では、バンドの締め具合がゆるい者が昨年と同様に多く見受けられた。また漏れ率の高かった者の大部分が鼻部からの漏れであり、これも昨年と同様の結果であった。

全体として不合格者は、昨年の約13%から約8%に減少しており、平均漏れ率も昨年に比較して改善されている。これは、ここ3年ほどの間に3回の教育を実施してきたことや着用方法の啓蒙活動（着用方法のイラストを関係箇所に配布）を実施したことなどが、徐々にではあるが効果として顕われてきたものと推測できる。

■ バンド関係 ■ 装着方法 ■ 面体関係

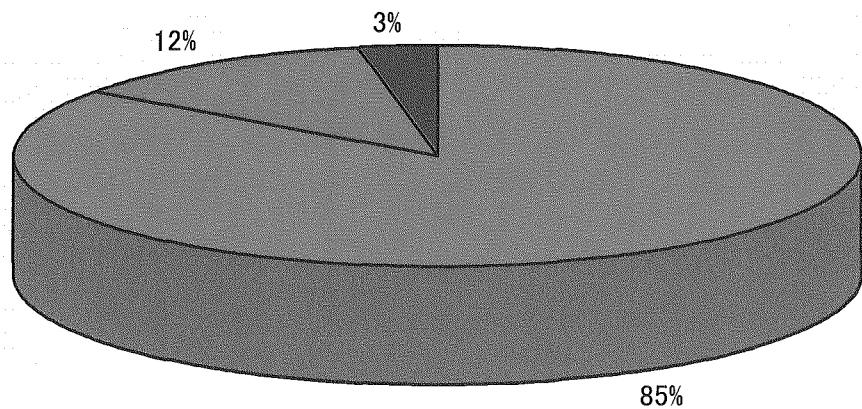


図10 マスク装着指導内訳[86人]

■ バンドの締め具合 ■ バンド着用位置 口マスク着用位置  
□ 鼻のフィット感 ■ 漏れの確認方法

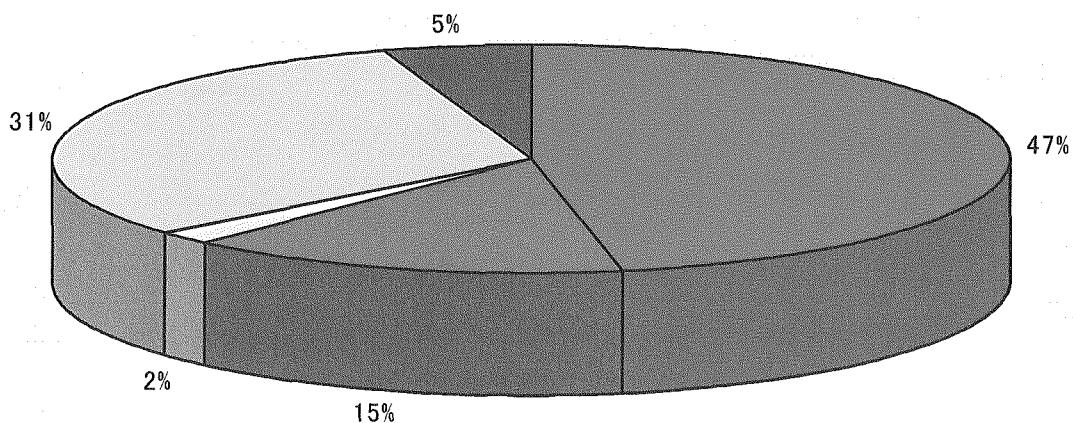


図11 マスク装着指導アンケート(111人)

- ①ヘッドバンド ②ネックバンド ③面体ゴム ④ヨーク  
⑤カートリッジホルダー ⑥排気カバー ⑦排気弁 ⑧吸気弁  
⑨ガスケット ⑩フィルタ（ダスト）

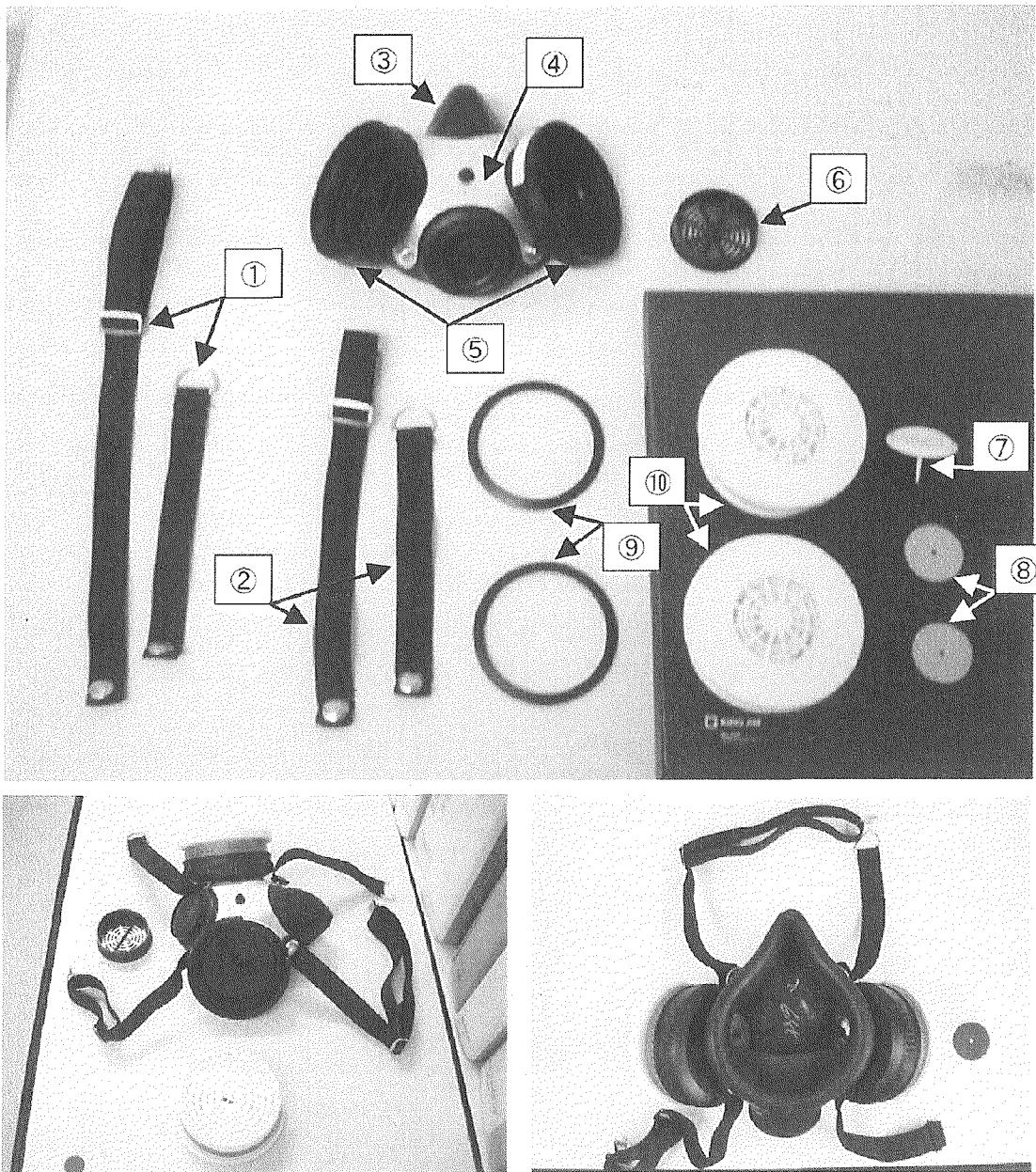


図12 半面マスクの構成部品名

## 4.2 東海・人形峠マスクマンテスト装置の比較

### (1) 要旨

動燃事業団人形峠事業所においてマスクマンテスト装置を導入した際、東海事業所で使用しているマスクマンテスト装置と人形峠事業所で導入したマスクマンテスト装置の比較試験の依頼があり、放射線管理第一課で比較試験を実施した。

期 間	1988年10月12日～1988年10月13日
実施場所	東海事業所 安全管理別棟
対象機器	東海事業所 柴田科学機器工業(株)製 MT-100型 人形峠事業所 T S I 製 T S I -800型

### (2) 試験項目

- ① サンプリング法比較試験
- ② 呼吸模擬装置を用いた比較測定試験
- ③ マスクマンテスト比較測定試験

### (3) 試験結果

マスクマンテスト装置の違いによる測定値の比較結果を以下に示す。漏れ率を順次変化させた場合の比較であるが、T S I -800 の方が MT-100 に比較して平均約 1.23 倍高い指示値を示している。測定結果を表-6 に示す。

表-6 比較測定結果

試験回数 項目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
テストチェンバー内測定値(cpm)	14,680	15,147	15,077	14,877	14,974
MT-100 によるマスク漏れ率 (%)	1.47	2.51	4.11	5.31	7.74
MT-100 による測定値(cpm)	201	324	509	681	978
T S I -800 による測定値(cpm)	249	388	628	817	1,239
MT-100 と T S I -800 の比較	1.24	1.20	1.23	1.20	1.27

#### 4.3 M社製半面マスクとK社製半面マスクの比較試験

##### (1) 要 旨

東海事業所では従来から外国製品であるM社製の半面マスクのみを使用してきたが、これは国産の製品が未開発段階であり輸入品に頼らざるを得ないことがからきたものである。

しかし1980年代後半から、国産の製品においても原子力施設向けの防護具について国内数社が積極的に開発に取り組んできており材質及び性能等M社製となんら遜色ないのが現状である。

また、以前から施設側より現在の半面マスクに対して話し声が良く通るマスクが欲しい等の要望がでており、それらの意見も無視できない状況にある。

1993年4月に、国産品であるK社製の半面マスク（伝声器付き）を用いて放射線管理第一課内の従業員30名に対してマスクマンテストを行い、M社製との総合的な比較試験を実施した。

30名のマスクマンテスト結果は漏れ率に関して、K社のマスクの方が良い結果であった。実質的には、両方とも判定基準内（5%以下）であり、今回の漏れ率で比較するとM社に比べてK社の方が一桁以上防護係数が高く、伝声器も使用に際して何ら支障はないとのことである。

またテスト実施後のアンケートの回答（支持率）で、装着感はK社77%、M社20%、バンドの固定感は、K社97%、M社3%、面体の大きさは、K社3%、M社40%でK社の方を支持する割合が多い結果であった。しかし全てが良好な訳ではなく長所・短所がお互いにある。

結論としては、K社のマスクは、現在使用しているM社のマスクに比べてもほとんど違和感が無いということであった。

期 間	1993年4月
実施場所	安全管理別棟
試験装置	マスクマンテスト装置 MT-100N

##### (2) 試験内容

M社半面マスクとK社半面マスクを用いて放射線管理第一課員30名に装着してもらいマスクマンテストを行い2つのマスクの漏れ率を比較した。

##### (3) 試験結果

今回の被験者は、全員が放射線管理第一課員でありマスクの装着について十分知識があると考えられる。マスクマンテストは全員1回で合格しており判定基準を超えた者は1人もいない。試験の結果を表-7に示す。

表-7 半面マスク比較試験測定結果（%：漏れ率）

被験者No	M社製マスク	K社製マスク	備考
1	0.68 %	0.07 %	
2	2.10	0.23	
3	1.02	0.01	
4	1.01	1.75	
5	0.90	0.01	
6	1.19	0.01	
7	1.45	0.01	
8	1.20	0.02	
9	1.22	0.02	
10	3.22	0.01	
11	1.07	0.04	
12	1.07	1.45	
13	0.42	0.12	
14	2.72	0.18	
15	0.65	0.24	
16	0.88	0.01	
17	1.28	0.01	
18	1.65	0.01	
19	0.73	0.02	
20	0.62	0.32	
21	1.45	0.09	
22	1.69	0.01	
23	1.61	0.02	
24	1.21	0.03	
25	1.95	0.03	
26	3.41	0.01	
27	1.27	0.01	
28	0.80	0.01	
29	1.23	0.01	
30	3.93	0.01	
平均値	1.45	0.16	

防護係数 69 625

防護係数比 : 625 / 69 = 9.1

#### (4) アンケート調査結果

5 項目の質問（装着感、臭い、バンドの固定感、面体の大きさ、発聲音）で被験者 30 人に対して M 社製と K 社製の比較アンケートを行った。調査結果を下記に及び図 13 から図 17 に示す。

- |           |                                    |
|-----------|------------------------------------|
| ① 装着感     | M 社が良い (20%) K 社が良い (77%) 不変 (3%)  |
| ② 装着時の臭い  | M 社が良い (13%) K 社が良い (10%) 不変 (77%) |
| ③ バンドの固定感 | M 社が良い (3%) K 社が良い (97%) 不変 (0%)   |
| ④ 面体の大きさ  | M 社が良い (40%) K 社が良い (3%) 不変 (57%)  |
| ⑤ 発聲音     | M 社が良い (0%) K 社が良い (77%) 不変 (23%)  |

##### ⑥ 全体の感想・意見

- イ) K 社製については声が良く通る。
- ロ) K 社製の頭部バンドの固定感は良いが少し重たい。
- ハ) K 社製は材質が全て可燃物となるので廃棄する時に便利。
- 二) K 社製はゴムが柔らかいので潰れる感じがする。
- ホ) K 社製は M 社製に比べて密着感がある。

以上アンケートの各項目に対しては K 社製に支持が集まっている。また伝声器付き (K 社製) マスクは、現在使用している M 社製マスクと比べてもほとんど違和感が無いと言う回答である。但し、全てが良好な訳ではなく、頭部の固定が良い代わりに、材質による重さが気になる等、一長一短である。

面体の材質については、M 社製はハイカラバー、K 社製はシリコンで出来ており、触れてみてもその柔らかさの違いは明らかである。K 社製のマスクはかなり柔らかいので密着性がある。

■M 社がよい ■K 社がよい □変わらない

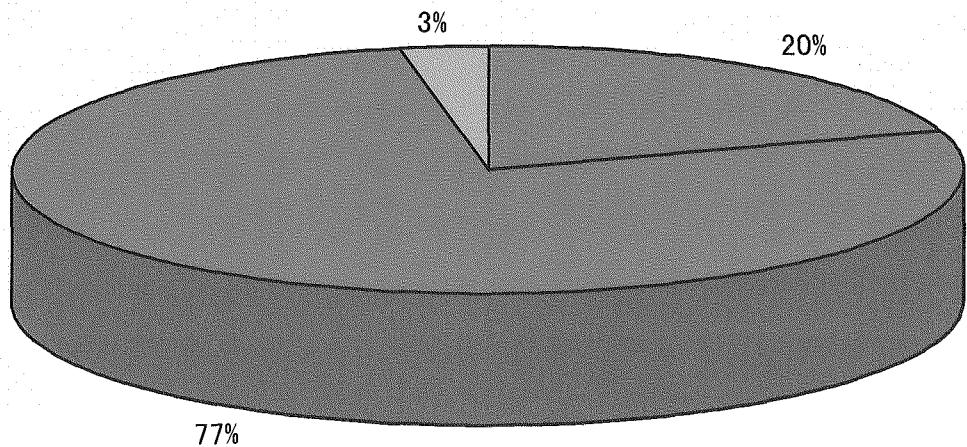


図13 半面マスク比較試験(装着感)

■M 社がよい ■K 社がよい □変わらない

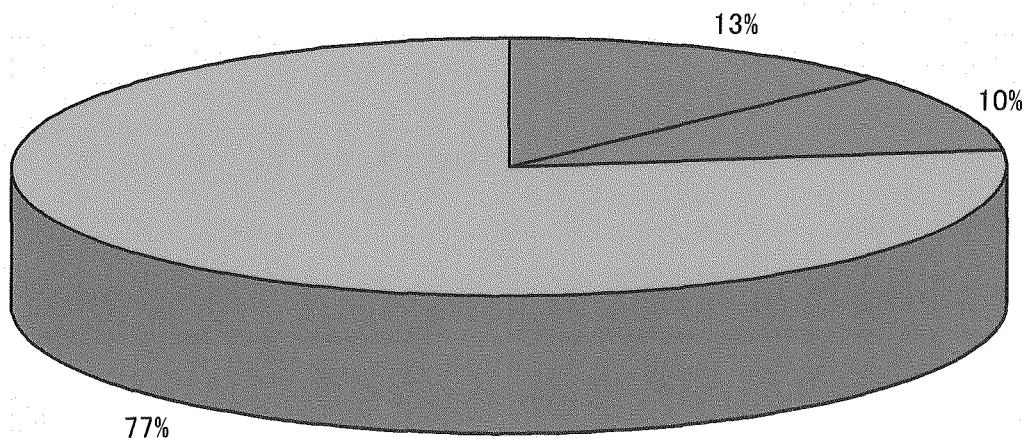
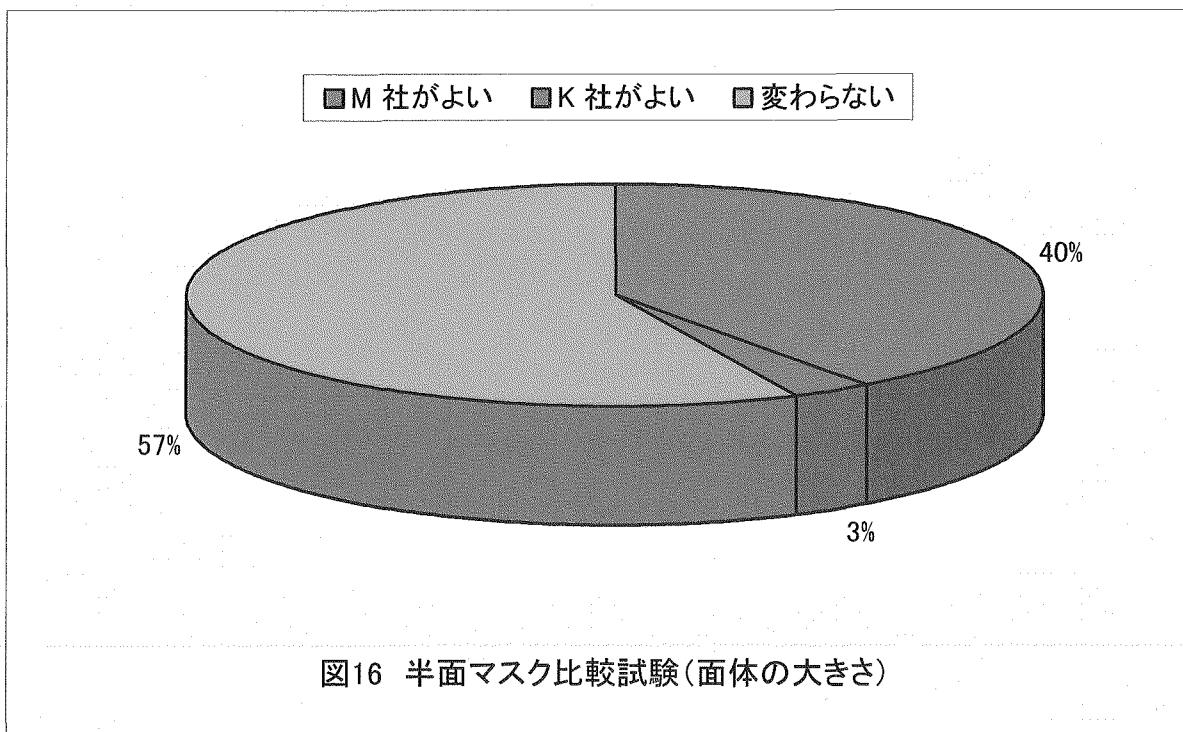
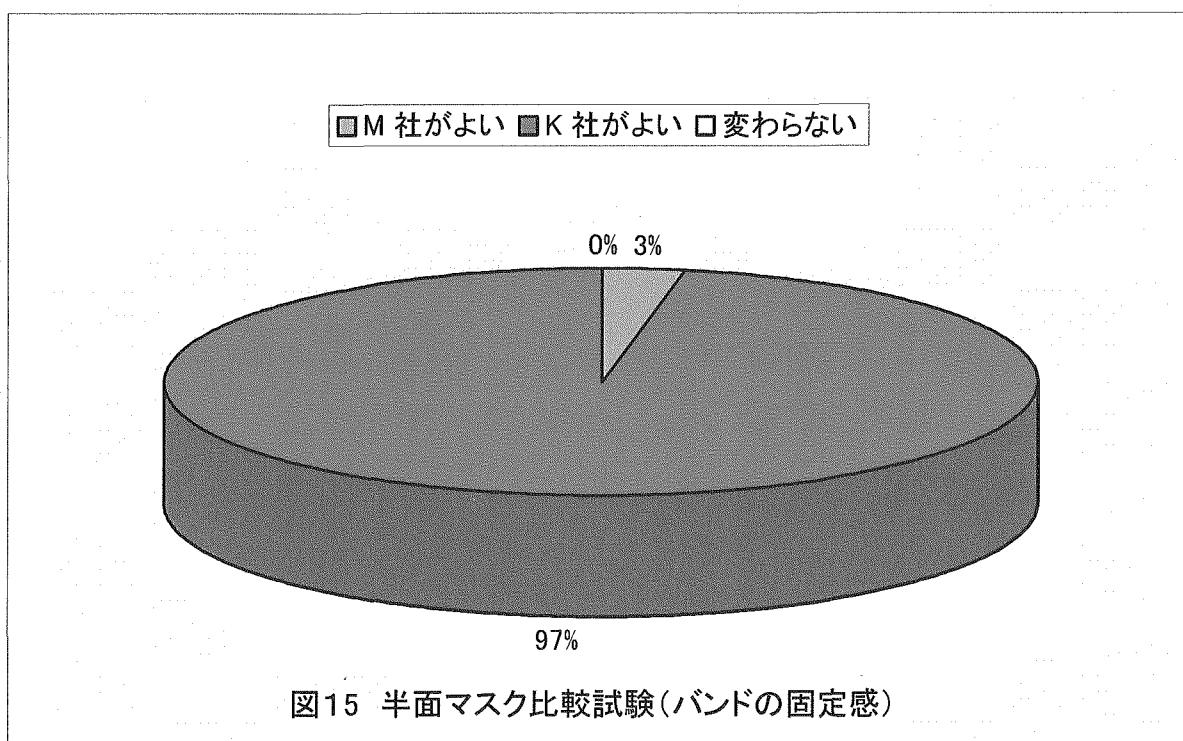
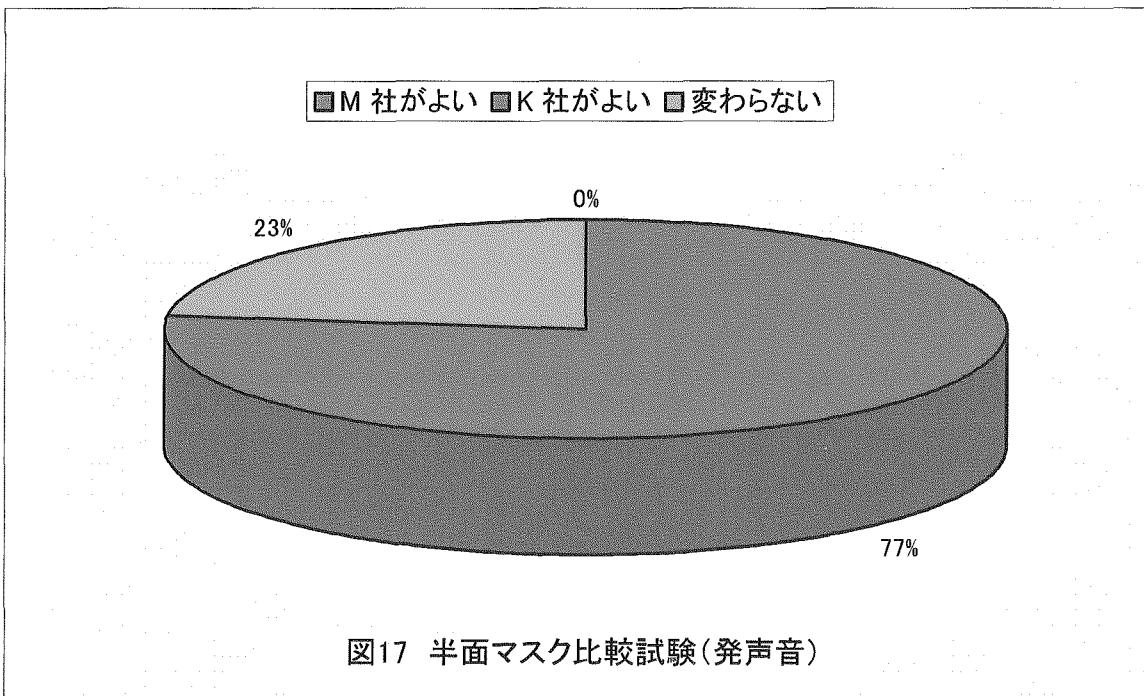


図14 半面マスク比較試験(装着時の臭い)





#### 4.1 M社半面マスクの比較試験

##### (1) 要 旨

1996年4月まで東海事業所で使用していた半面マスクは、M社の「カムホⅡ」であった。しかし1996年5月以降「カムホ・クラシック」へのモデルチェンジ及び面体材質にシリコンゴムを使用した「カムホ・クラシック・シリコン」の導入が行われたため、それまで使用していたマスクと同等以上の防護性能を有していることを確認する必要があった。そのため防護性能試験及フィットネス確認試験をマスクマンテスト装置で実施した。実施した性能試験の結果「カムホ・クラシック」及び「カムホ・クラシック・シリコン」は、「カムホⅡ」と同等以上の防護性能があること及フィットネスも良好であることが確認された。

期 間 1996年4月16日～1996年4月18日

実施場所 安全管理別棟

試験装置 マスクマンテスト装置 MT-100N

##### (2) 試験内容

###### ① 試験に使用したマスク

カムホⅡ（従来のマスク）

カムホ・クラシック（モデルチェンジ後のマスク）

カムホ・クラシック・シリコン（モデルチェンジ後のマスク）

###### ② 試験方法

試験は放射線管理第一課員22名に3種類のマスクを装着させ、それぞれの漏れ率を測定し測定結果を比較した。

3種類のマスクの首バンド及び頭バンドはそれぞれ同じ長さに調整して被験者にマスクを装着させ、バンド調整を行わない状態で漏れ率測定をマスクマンテスト装置で行った。マスクマンテスト測定は本測定のみとした。なおマスクの大きさは全てMサイズである。

##### (3) 新旧マスクの比較

モデルチェンジで主に変更になったのは面体の材質である。バンドヨーク、弁カバー等の部品類についてはカムホⅡと同様であり、在庫として保管しているカムホⅡの部品がそのまま使用できる。

これらのマスクの仕様は、メーカーパンフレットから抜粋したものを以下の表-8に示す。

表-8 M社マスクの仕様比較

項 目	従来のマスク	モデルチェンジ後のマスク	
	カムホⅡ	カムホ・クラシック	カムホ・クラシック・シリコン
面体の材質	特殊天然ゴム	新開発特殊天然ゴム	新開発特殊シリコン
重量（面体のみ）	約 150 g	約 140 g	

#### (4) 試験結果

試験結果を表-9に示す。またこの試験結果から漏れ率比較を図18に解析した結果を表-10に示す。

被験者22人に対するマスクマンテスト結果では、平均防護係数は「カムホⅡ」よりも「クラシック」が、「クラシック」よりも「クラシック・シリコン」が良い結果となっており、「クラシック」は「カムホⅡ」の約1.7倍、「クラシック・シリコン」は「カムホⅡ」の約2.5倍であった。

漏れ率分布（図19参照）についても同様の結果であった。特に「クラシック・シリコン」については22人中21人が漏れ率1%以下であった。また今回は全てMサイズで試験したが「カムホⅡ」のMサイズでは不合格の者も「クラシック・シリコン」のMサイズでは十分合格している。これは「クラシック・シリコン」のゴム質が一番柔らかく、面体のサイズに関係なく顔面にフィットし易いためと思われる。

これらの結果を見るかぎり「クラシック・シリコン」が一番良いように見受けられるが、被験者の3割にあたる7名については「クラシック・シリコン」よりも「クラシック」の方は漏れ率が低いという結果も出ており、「クラシック・シリコン」のような柔らかい面体がすべての人に対して良いとは言えない。

#### (5) 今後の課題

モデルチェンジされたマスクは、2種類ともマスクマンテスト結果では、防護性能は十分であることが確認されたが、確認試験はあくまでも着用時の静的な試験であり、実際に作業者が毎日数時間着用した状態での試験ではないことを考慮しておく必要がある。

また、モデルチェンジが面体ゴム材質の改良であるため、これまでの面体と比較して長時間の使用による面体の変形や劣化がどの程度になるかが問題になってくるものと思われる。特に面体のゴム質が柔らかくなつたということは、型崩れし易くなつたということでもあり、今後の課題として長時間使用による変形及び劣化の確認試験等を行う必要があるものと考えられる。

(6) マスク購入時の選択

モデルチェンジで「カムホ・クラシック」と「カムホ・クラシック・シリコン」は同じ価格である。その際どちらのマスクを選択するかが問題となるが、東海事業所ではシリコンゴムを使用した半面マスクの使用実績がないことから、放射線管理第一課としては「カムホ・クラシック」を推奨した。

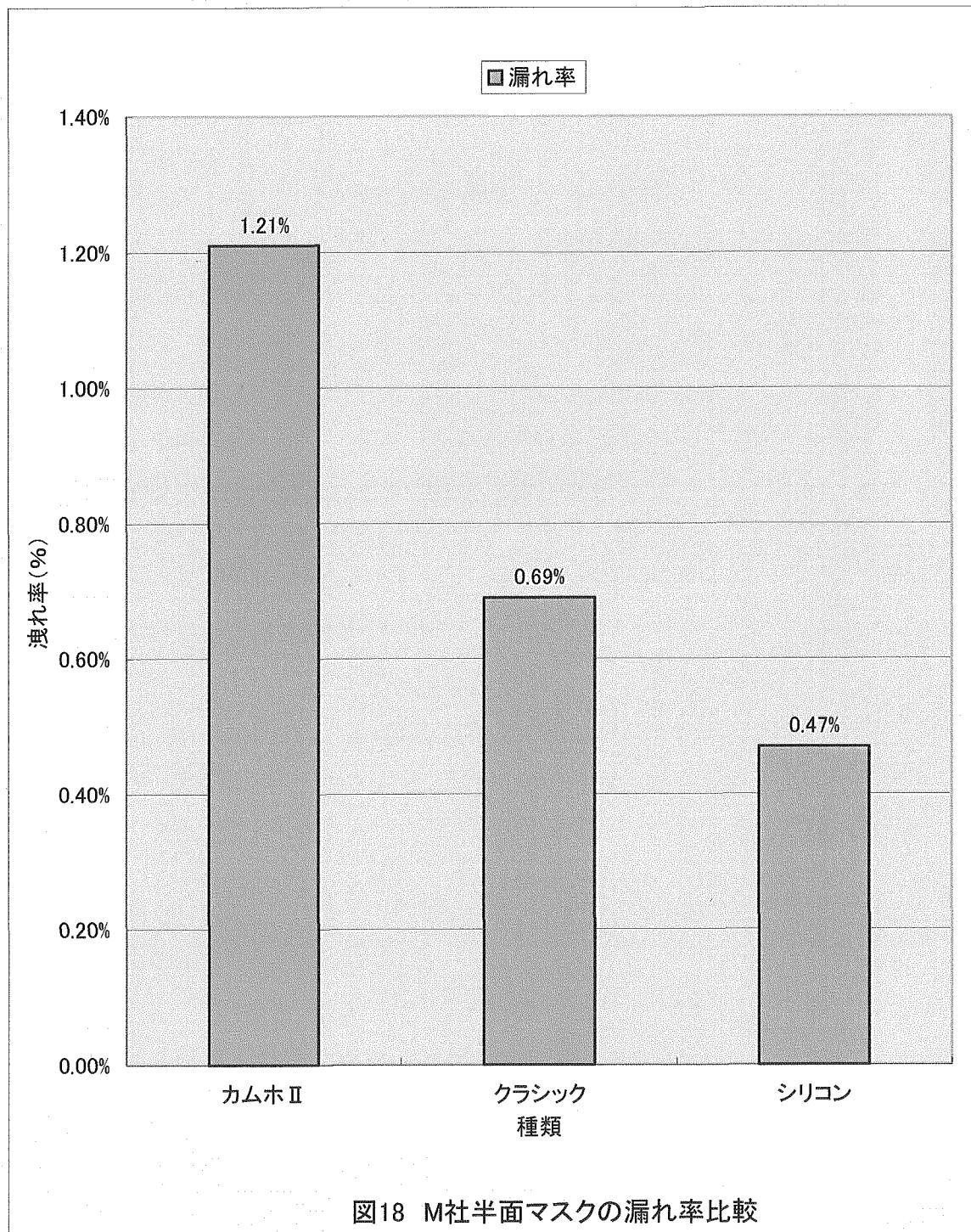
表-9 M社半面マスクの比較測定結果

被験者 No	漏れ率 (%)			備考
	カムホII	クラシック	シリコン	
1	0.51	0.19	0.11	
2 *	7.64	0.60	0.16	
3	0.22	1.69	0.32	
4	1.71	0.89	0.95	
5	1.73	0.51	1.06	
6	0.86	0.39	0.29	
7	2.30	2.05	0.81	
8	0.51	0.35	0.18	
9	2.41	0.17	0.11	
10	0.91	0.29	0.16	
11	0.89	1.59	0.60	
12 *	16.99	15.17	0.89	
13	1.48	0.58	0.17	
14	0.58	0.24	0.16	
15	2.03	1.52	0.89	
16	1.75	0.60	0.41	
17	1.41	0.20	0.23	
18	0.11	0.17	0.62	
19	0.38	0.36	0.78	
20	0.89	0.11	0.45	
21	0.24	0.18	0.57	
22	3.20	1.78	0.43	
平均値	1.21±0.83	0.69±0.61	0.47±0.30	
防護係数	83	145	213	

\* 通常はSサイズのマスクを使用している

表-10 漏れ率分布

漏れ率	分布人数(人)		
	カムホII	クラシック	シリコン
1.0%未満	11人	16人	21人
1.0%以上 2.0%未満	5人	4人	1人
2.0%以上	6人	2人	0人



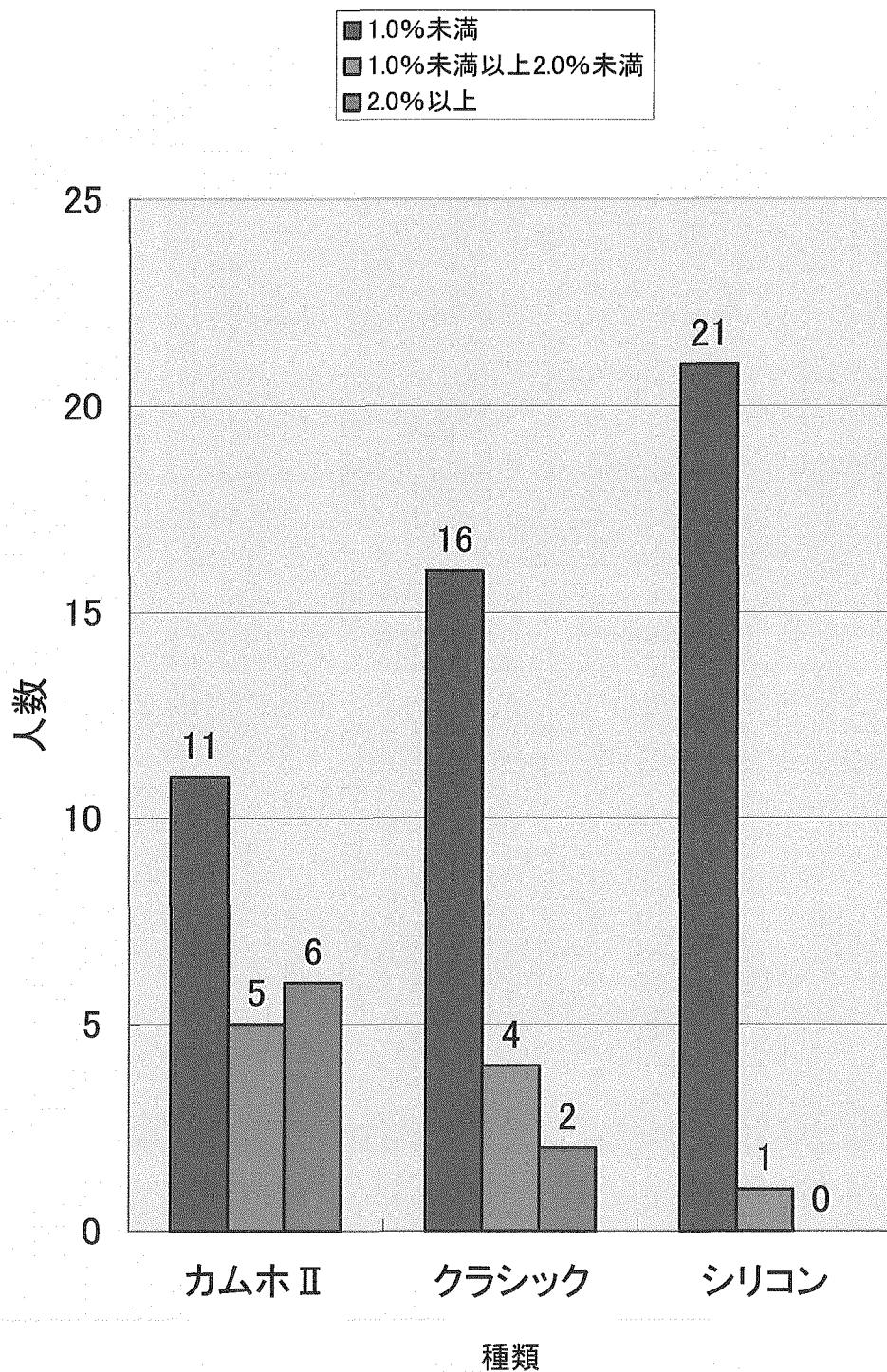


図19 M社半面マスク洩れ率分布

#### 4.5 電動ファン付き呼吸保護具の性能試験

##### (1) 要 旨

本試験は、再処理工場のアスファルト事故対応に使用している半面マスクに代わって電動ファン付き呼吸保護具の導入を検討するにあたり防護性能を確認するため、放射線管理第二課より依頼を受けマスクマンテスト装置を使用して各種の試験を実施したものである。

期 間 1998年5月20日～1998年6月10日  
実施場所 安全管理別棟  
試験防護具 S社製電動ファン付き呼吸保護具（タイプ-I, タイプ-EC）  
試験装置 マスクマンテスト装置 MT-100N

##### (2) 試験内容

###### ① 実装備による漏れ率測定試験

電動ファン付き呼吸保護具を実際に着用し、鼻部前面にサンプリングチューブを差し込み予備テスト及び本テストを行い正常に着用した状態での漏れ率を測定した。写真-13に装着状態を示す。

- テスト-1 : タイプ-I 着用状態での漏れ率測定
- テスト-2 : タイプ-EC 着用状態での漏れ率測定
- テスト-3 : タイプ-I 着用でヘルメットを付け、あご紐を固定した状態での漏れ率測定
- テスト-4 : タイプ-I 着用状態で電動ファンの電源を停止してからの漏れ率の変化を測定（図20参照）
- テスト-5 : タイプ-EC 着用状態で電動ファンの電源を停止してからの漏れ率の変化を測定（図21参照）

###### ② 首部開放状態の変化における漏れ率測定試験

電動ファン付き呼吸保護具（タイプ-I）をダンボール箱に固定し、中央部にサンプリングチューブを差し込み静止状態で予備テストを行い、首部の開放状態の違いによる漏れ率を測定した。写真-14にフード内サンプリング状況図を示す。

- テスト-6 : フード首部を全開での漏れ率測定
- テスト-7 : フード首部を通常の着用状態での漏れ率測定
- テスト-8 : フード首部を絞りこんだ状態での漏れ率測定

### ③.電動ファン停止時の漏れ率測定試験

電動ファン付き呼吸保護具（タイプ-I）を実際に着用し、電動ファンを停止した状態で予備テストを行い、専用首紐・ヘルメット等で密着性を変え漏れ率を測定した。

テスト-9 : タイプ-I を着用した状態でファンの電源「ON」「OFF」時の漏れ率測定

テスト-10 : タイプ-I を着用し専用の首紐を締めた状態での漏れ率測定

テスト-11 : タイプ-I を着用し専用の首紐を更に強く締めた状態での漏れ率測定

テスト-12 : タイプ-I を着用し専用の首紐を締めた状態で、ヘルメットと着用アゴ紐固定状態での漏れ率測定

テスト-13 : テスト-12 状態に更に全面マスク用カバーを付けた状態での漏れ率測定

テスト-14 : テスト-13 の状態に更にマスクカバーの穴をふさいだ状態での漏れ率測定

テスト-15 : テスト-14 の状態に更にファンユニット側の送気管を取り外した状態での漏れ率測定

\* (テスト-10～テスト-11 については、電動ファンを停止して試験を実施)

### (3) 試験結果のまとめ

今回の試験結果から以下のことが確認できた。

- ① 電動ファンが正常に作動している時は全面マスク相当の防護係数がある。
- ② 電動ファンが停止した場合（テスト-14）でも、半面マスク相当の漏れ率が保たれる（最大漏れ率 3.24%）が、この状態では酸欠の恐れがある。

以上のことから、今後現場作業の内容に応じて半面マスク、全面マスク着用に伴う作業者の肉体的、精神的負担を軽減できる電動ファン付き呼吸保護具の導入を検討することが必要である。しかし、これまで使用してきた全面マスク、半面マスクは顔面にフィットする保護具として現場作業者から信頼されてきたものである。今後、電動ファン付き保護具を導入するためには、さらなる安全性を確認し着用者からの信頼を得ることが求められる。

テスト-1 からテスト-15 までの試験結果を以下に示す。

表-11 電動ファン付呼吸保護具の性能試験（テスト-1～テスト-15）

## テスト-1：呼吸保護具タイプ-I の漏れ率測定

試験項目 テスト No	*1 予備テスト (%)					*2 総合 テスト (%)
	静止	顔を左右 に振る	顔を上下 に振る	発声	静止	
1	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
2	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01
3	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
5	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.04
6	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00
7	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.05	0.01	0.01	0.08	0.00	0.01
11	0.04	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
12	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*1 予備テスト：静止、顔を左右、顔を上下、発声の動作を各 1 分間測定

\*2 本テスト：静止、顔を左右、顔を上下、発声の動作を 1 分間で 3 回測定

## テスト-2：呼吸保護具タイプ-EC の漏れ率測定

テスト No	総合テスト (%)	テスト No	総合テスト (%)
1	0.00	5	0.01
2	0.01	6	0.00
3	0.00	7	0.00
4	0.00		

## テスト-3：タイプ-I 着用でヘルメットをかぶりアゴ紐固定時の漏れ率測定

テスト No	総合テスト (%)
1	0.00
2	0.01

## テスト-4：テスト-3 の条件で電動ファン停止後の漏れ率変動

テスト No	ファン運転時 (%)	ファン停止後の時間経過 (%)		
		1 分後	2 分後	3 分後
1	0.01	19.53	22.80	20.19

図 20 に漏れ率変動状況を示す。

## テスト-5：タイプ-EC 着用で電動ファン停止後の漏れ率変動

テスト No.	ファン運転 (%)	ファン停止後の時間経過 (%)		
		1分後	2分後	3分後
1	0.01	16.42	17.53	17.31

図 21 に漏れ率変動状況を示す。

## テスト-6：呼吸保護具タイプ-I

テスト回数	漏れ率 (%)
1回目	7.14
2回目	11.12
3回目	8.56

(テスト条件)

- フードの首部を全開にする

## テスト-7：呼吸保護具タイプ-I

テスト回数	漏れ率 (%)
1回目	0.13
2回目	0.19
3回目	0.19

(テスト条件)

- フードの首部を通常の着用状態にする

## テスト-8：呼吸保護具タイプ-I

テスト回数	漏れ率 (%)
1回目	0.00
2回目	0.00
3回目	0.00

(テスト条件)

- フードの首部を絞り込む

## テスト-9：呼吸保護具タイプ-I

試験項目	漏れ率 (%)
ファン運転	0.08
ファン停止	39.20

(テスト条件)

- 通常の着用状態で電動ファンの「ON」「OFF」時の漏れ率を比較する

## テスト-10：呼吸保護具タイプ-I

試験回数	漏れ率 (%)
1回目	27.16
2回目	26.43

(テスト条件)

- 通常の着用、但し電動ファンは「OFF」
- 専用の首紐を締める

## テスト-11：呼吸保護具タイプ-I

試験回数	漏れ率 (%)
1回目	22.20

(テスト条件)

- 通常の着用、但し電動ファンは「OFF」
- 専用の首紐を更に強く締める

## テスト-12：呼吸保護具タイプ-I

試験回数	漏れ率 (%)
1回目	11.66
2回目	16.33
3回目	17.36
4回目	16.41

## (テスト条件)

- ・通常の着用、但し電動ファンは「OFF」
- ・専用の首紐を締める
- ・ヘルメットを付けアゴ紐で固定する

## テスト-13：呼吸保護具タイプ-I

試験回数	漏れ率 (%)
1回目	12.08
2回目	14.78
3回目	13.75

## (テスト条件)

- ・通常の着用、但し電動ファンは「OFF」
- ・専用の首紐を締める
- ・ヘルメットを付けアゴ紐で固定する
- ・全面マスク用マスクカバーを付ける

## テスト-14：呼吸保護具タイプ-I

試験回数	漏れ率 (%)
1回目	3.24
2回目	3.04
3回目	2.09
4回目	2.17
5回目	1.07

## (テスト条件)

- ・通常の着用、但し電動ファンは「OFF」
- ・専用の首紐を締める
- ・ヘルメットを付けアゴ紐で固定する
- ・ヘルメットのアゴ紐を更に強く締める
- ・全面マスク用マスクカバーを付ける
- ・マスクカバーの穴をテープでふさぐ

## テスト-15：呼吸保護具タイプ-I

試験回数	漏れ率 (%)
1回目	5.01

## (テスト条件)

- ・通常の着用、但し電動ファンは「OFF」
- ・専用の首紐を締める
- ・ヘルメットを付けアゴ紐で固定する
- ・ヘルメットのアゴ紐を更に強く締める
- ・全面マスク用マスクカバーを付ける
- ・マスクカバーの穴をテープでふさぐ
- ・ファンユニット側の送気管を取り外す

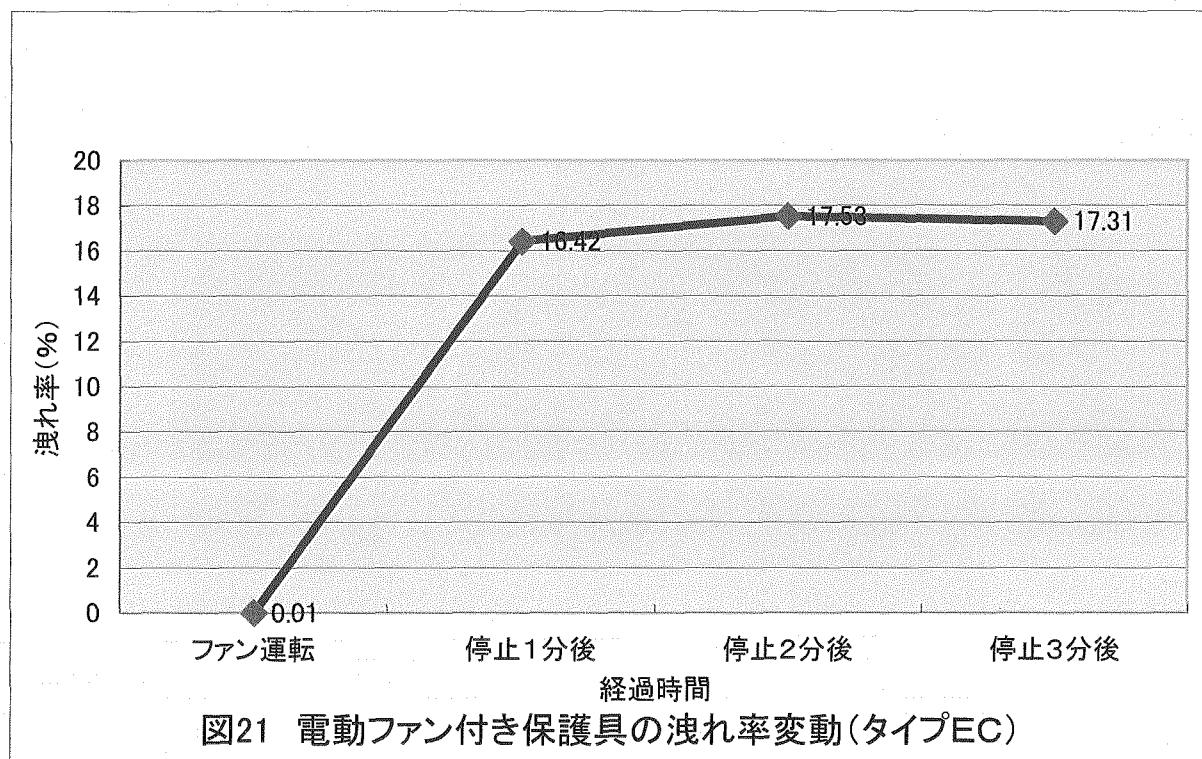
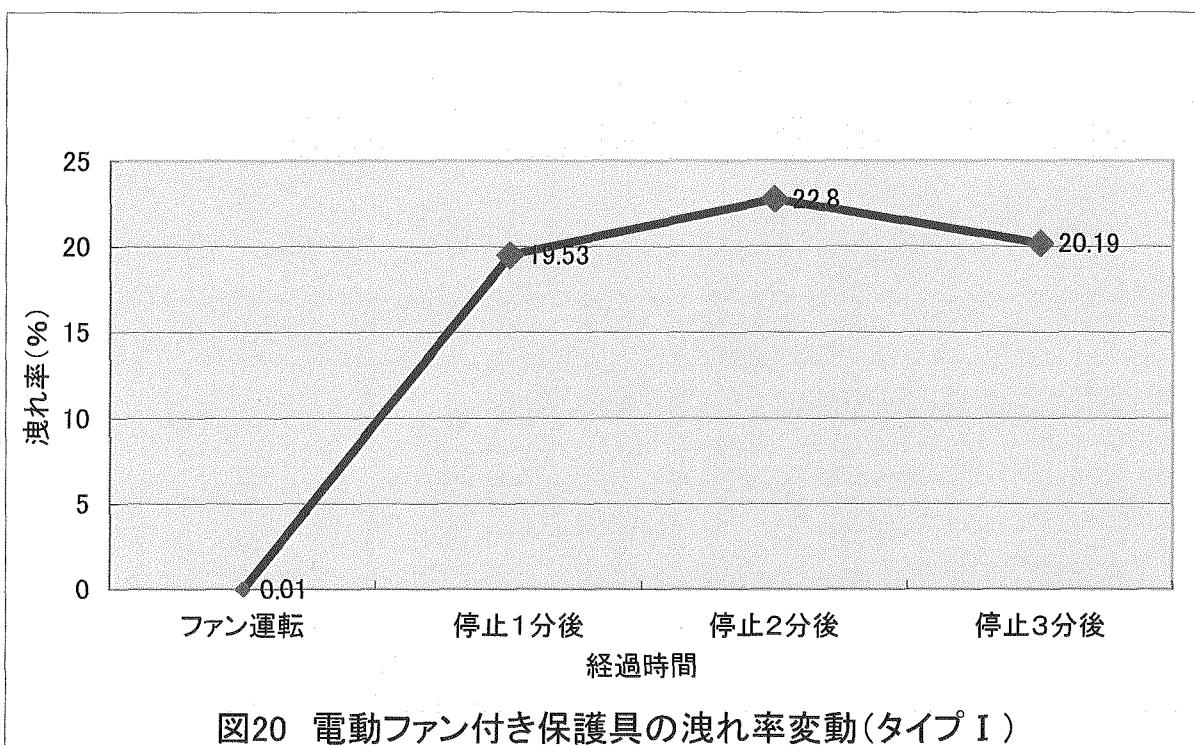




写真 13 電動ファン付き呼吸保護具装着状態

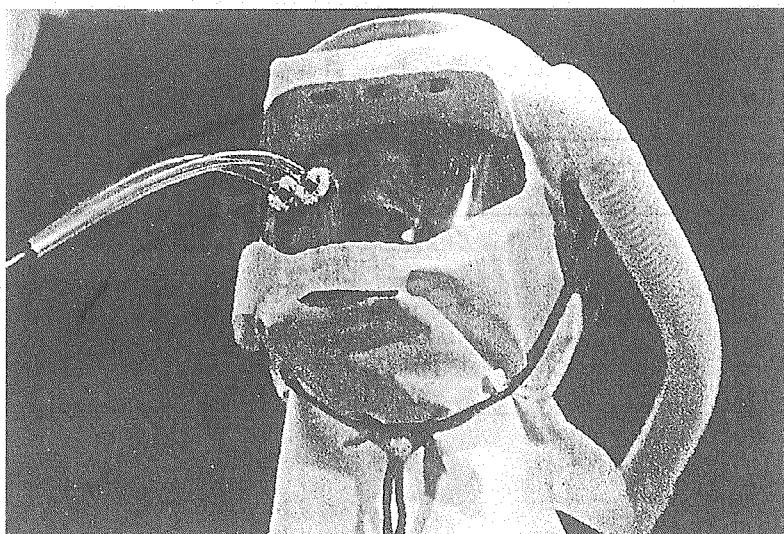


写真 14 フード内サンプリング状況

## 4.6 半面マスク採用に係る比較試験

## (1) 要 旨

プルトニウム燃料工場における半面マスクの正式採用に係る協議依頼を受け、マスクマンテスト（136人）を実施した。またマスクの構造、機能等について検討した。

期 間 1998年10月

実施場所 東海事業所 安全管理別棟

対象マスク M社製（カムホエリートSD型）写真-15参照

M社製（カムホクラシック）

K社製（7095DKN型）写真-16参照

マスクの仕様を表-12に示す。

表-12 マスク仕様比較

項目	種類 M社製 (カムホエリート SD型)	K社製	M社製 (カムホクラシック)
面体形状	チンカップ形状 半面マスク	フリーポジションアンダーチン 半面マスク	スタンダート形状半面マスク
面体材質	シリコン	シリコン	天然ゴム
サイズ	S、M、L	Mサイズのみ	S、M、L
重量 (フィルタ含む)	300g	270g	240g
捕集性能 (%)	99.99以上	99.99以上	99.99以上
吸気抵抗 (mmH <sub>2</sub> O)	3.2	3.5	8.3
排気抵抗 (mmH <sub>2</sub> O)	7.2	5.5	7.2
ヘッドバンド方式	クレイドル ヘッドバンド	4点支持式 締め紐	4本組 ヘッドバンド
フィルタ取り付方式	ネジ式	ワンタッチ式	ネジ式

## (2) マスクマンテスト結果

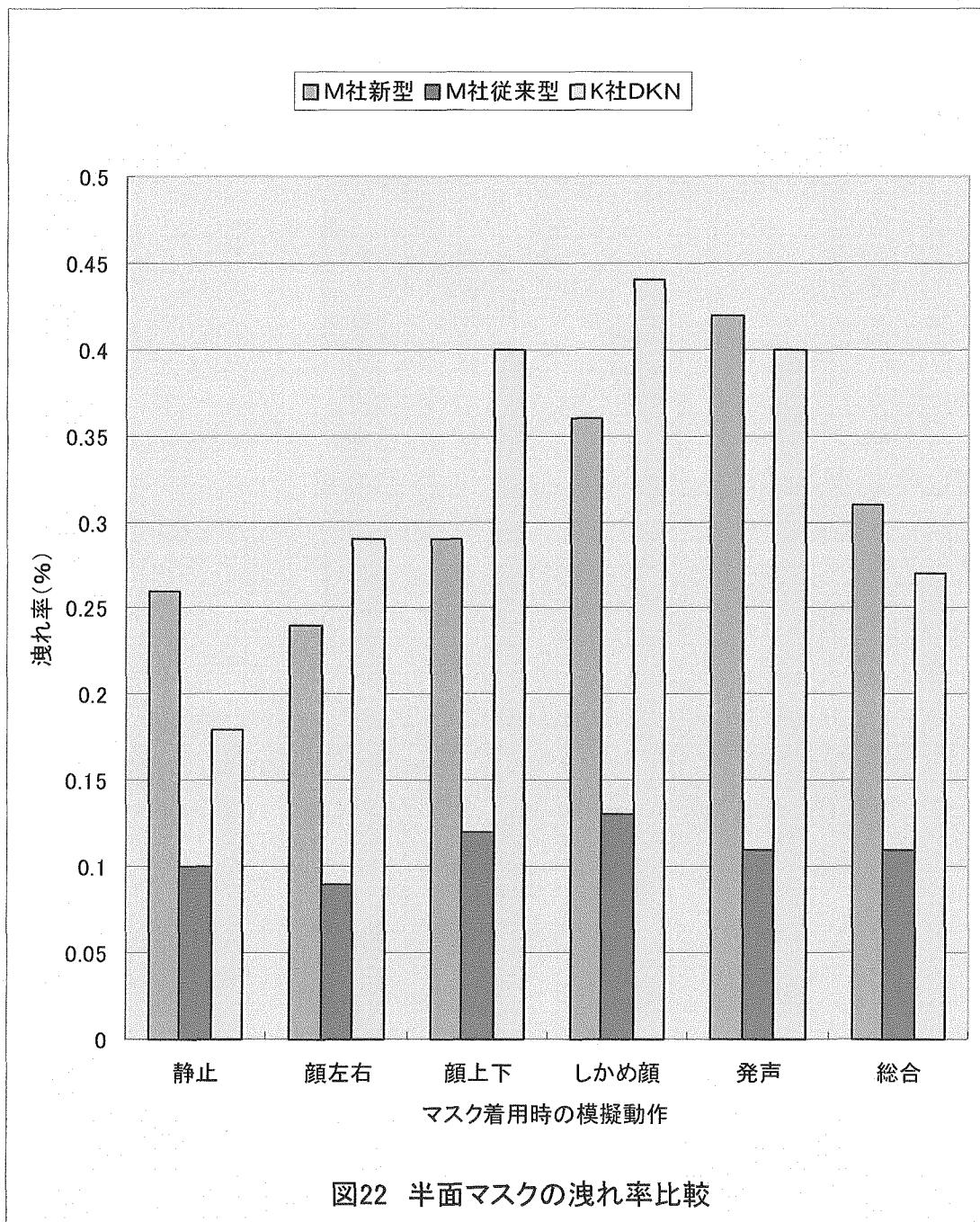
マスクマンテストは、通常と同様の方法で 136 人実施した。テスト結果を表-13 および図 22 に示す。いずれのマスクも漏れ率が 5%を超えることはなかった。M 社製（カムホエリート SD 型）従来型の漏れ率は他のマスクの約 2 分の 1 と低いが、データ数（被験者数）が 8 人と他に比べ少ないため単純な比較は出来ないが通常のマスクマンテストにおける M 社製従来型の漏れ率は 0.4%程度であり、今回導入を検討している M 社製（カムホクラシック）マスクはカムホエリート SD 型のマスクと同等あるいはそれ以上の防護性能を有していた。

表-13 マスクマンテストにおける漏れ率比較（平均）

マスクの種類	テスト 人 数	漏れ率 (%)					
		静止	顔を 左右	顔を 上下	しかめ 顔	発声	総 合
M 社製 (カムホクラシック)	87 人	0.26	0.24	0.29	0.36	0.42	0.31
M 社製従来型 (カムホエリート SD 型)	8 人	0.10	0.09	0.12	0.13	0.11	0.11
K 社製 (7095DKN型)	41 人	0.18	0.29	0.40	0.44	0.40	0.27

## (3) 新型マスクについて

- ① K 社製マスクにはマスクマンテスト用治具は使用できない。このため導入する場合は特殊な専用治具を作成する必要がある。
- ② K 社製マスクのヘッドバンドは、装着の都度、長さを調整する方式であるため実際の使用時には、マスクマンテスト時のフィットを担保出来ない。
- ③ M 社製カムホクラシックマスクについてはヘッドバンドの改良が見られた。



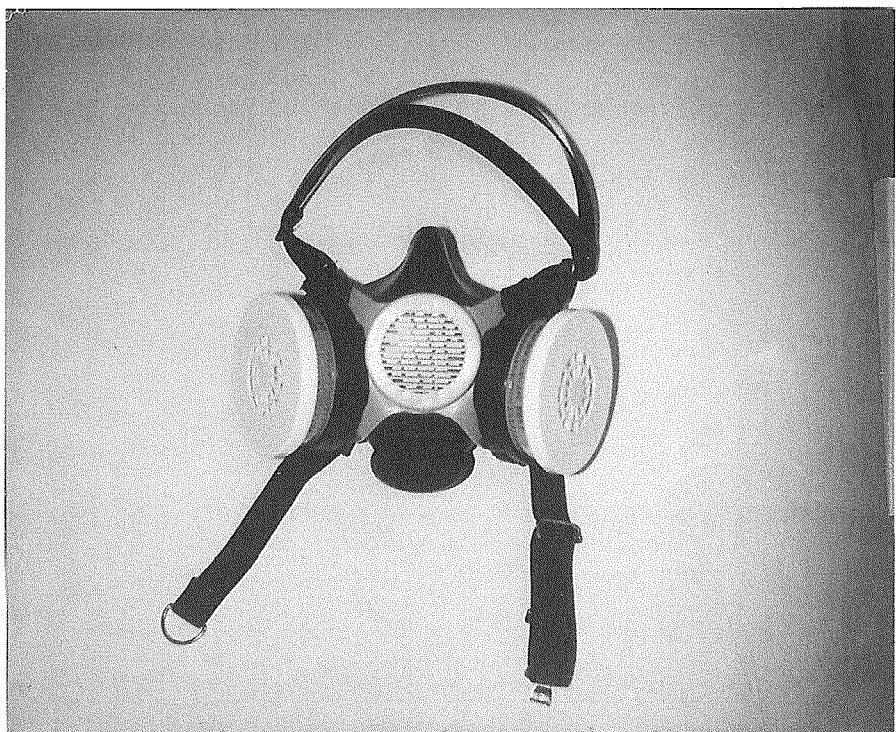


写真 15 M社製カムホエリート SD型

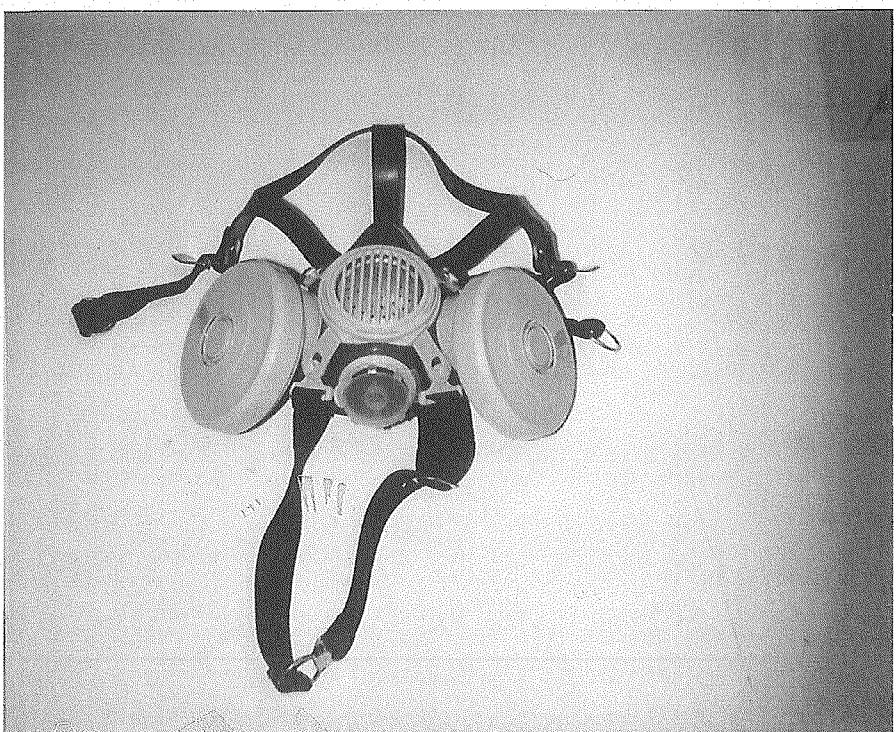


写真 16 K社製 7095 DKN型

#### 4.7 型式検定半面マスクの比較試験

##### (1) 要旨

2003年度より原子力施設において使用する防護具は、労働安全衛生関係法令に基づき型式検定合格を受けたマスクを使用しなければならなくなつた。

これに伴い、東海事業所においても従来の半面マスクから型式検定合格の半面マスクへの変更に伴うマスクマンテストを実施した。

従来はM社製のマスクを使用していたが今回放射線管理第2課で新たにS社製の半面マスクを導入した。このため両社のマスクを比較検討した。

両者のマスクを写真-17と写真-18に示す。

##### (2) 試験条件と結果

試験期間	2003年4月から2003年6月
対象マスク	M社製 SD-HR(カムホエリート) S社製 DR80L4N
試験件数	M社製 157人 S社製 944人
判定基準	漏れ率 5%以下を合格とする
試験結果	テスト人数とテスト結果を以下に示す

マスクマンテスト結果

マスクの種類	テスト人数	合格者数	不合格者数	合格率(%)
M社製	157人	154人	3人	98.1
S社製	944人	777人	167人	82.3

マスクテストの漏れ率分布

漏れ率(%)	0~0.9	1.0~1.9	2.0~2.9	3.0~3.9	4.0~4.9	5.0~9.9	10以上
M社製	133人	16人	2人	1人	2人	2人	1人
S社製	278人	213人	148人	96人	42人	110人	57人

① 平均漏れ率 M社製 0.67%

S社製 3.19%

② 合格率 M社製 98.1%

S社製 82.3%

③漏れ率分布 M社製 漏れ率1%以下の割合 84.7%

S社製 漏れ率1%以下の割合 29.4%

平均漏れ率でS社製はM社製に比べ約5倍高い、また合格率も悪くS社製は約20%が不合格である。漏れ率分布でM社製は漏れ率1%以下が約85%であるのに対しS社製は漏れ率1%以下が約29%である。以上のこと

からマスクのフィットネスはM社製に比べS社製が劣ることが確認できた。

(3) S社製マスクの問題点

①マスク自体の問題点

イ) 面体について

- ・奥行きが小さいため鼻や口に面体が当たる。
- ・鼻の部分が狭いため顔をしかめる口を大きく開けると隙間ができる。
- ・柔らかすぎるので鼻の部分が変形し漏れやすくなる。

ロ) 頭部バンドについて

- ・頭部にかぶる方式のため固定しにくくずれ易い。
- ・着用の都度調整が必要（固定できない）毎回同じ条件を保持できない。またバンドの固定ができないため着用中に緩む場合がある。

ハ) 首バンドについて

- ・強く引っ張ると止め具（バックル）が外れる。
- ・止め具が真後ろにあるため調整が難しい。

②テストを行うための問題点

イ) 止め具をフィルターにかぶせる方式のため、面体が変形する。

ロ) 排気弁周囲が平坦でないため治具がフィットしない。

ハ) 排気口径が狭いため排気が充分行えない（息苦しくなる）。

このためテスト途中で、テスト用治具の排気口径を改良した。改良前後の治具を写真-19（改良前）、写真-20（改良後）に示す。

二) 接続治具の取り付け状態がその都度変わる（一定条件にできない）ため再現性の確認ができない。

ホ) 接続治具が取り付け難い。

(4) S社製マスクの総合評価

①面体が柔らかくて狭いため漏れ率が高い

②ベルトの長さを固定できないためマスクマンテストに合格しても実作業時はテスト時の条件（合格基準）を保証（担保）できない。

③テスト治具の取り付けが複雑なためマスクマンテストを一定条件で行うことが難しい。

④マスクマンテスト作業に多くの手間がかかる。

S社製の半面マスクは装着方法、構造等が従来のM社製マスクとは異なること、またマスクマンテストでの不合格者が多く調整も面倒である。

以上のことからさらに改良を進めてから導入すべきとの結論を得た。

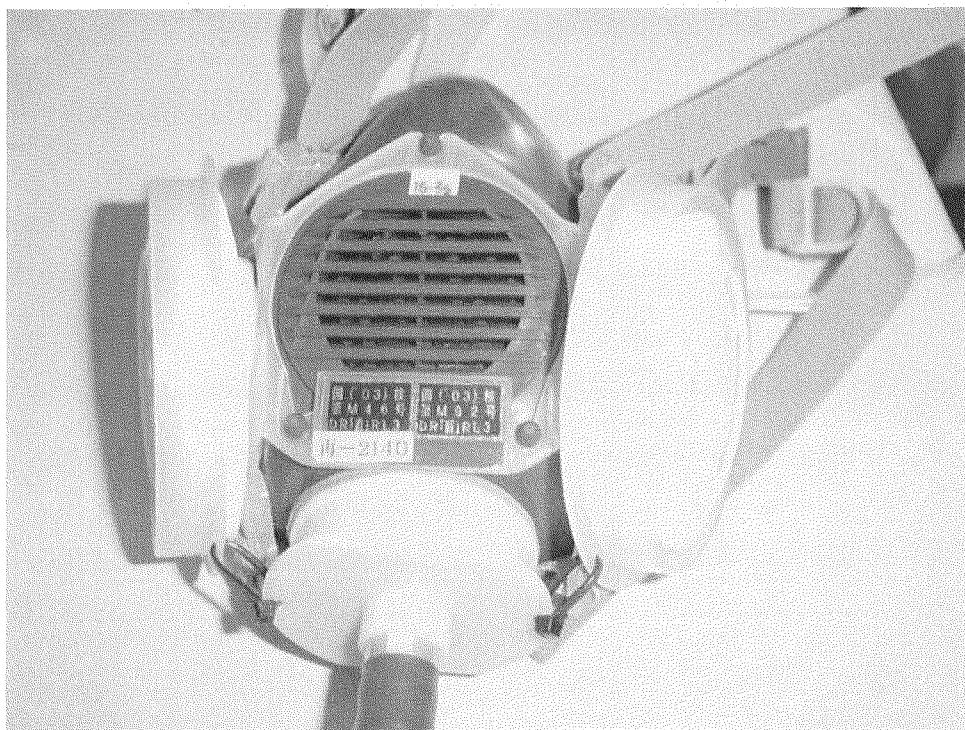
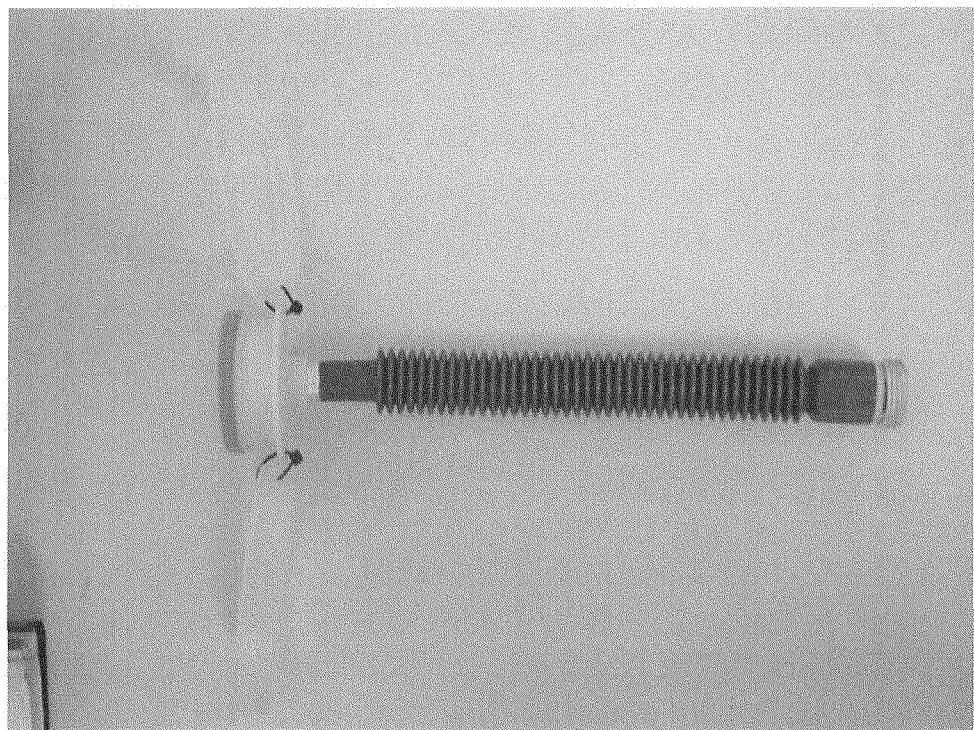


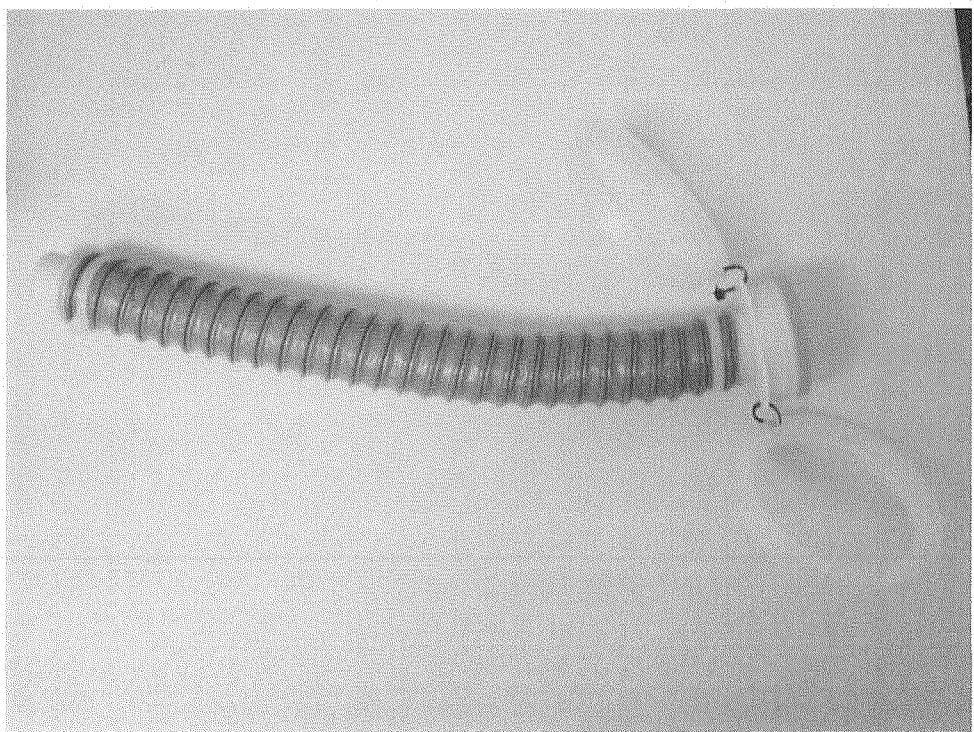
写真-17 S 社製半面マスク（テスト治具取付け状態）



写真-18 M 社製半面マスク（テスト治具取付け状態）



写真・19 S社製半面マスク用テスト治具（改良前）



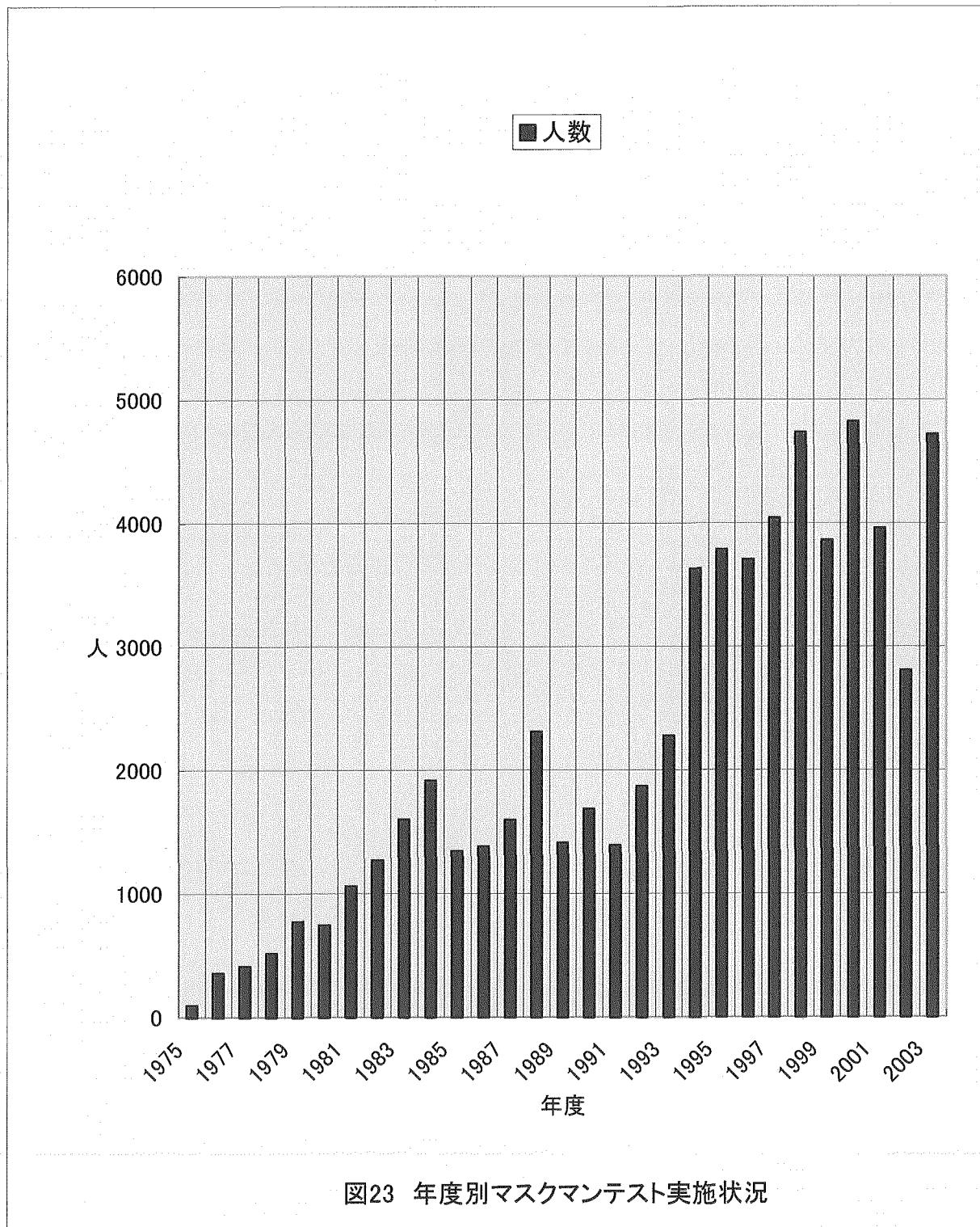
写真・20 S社製半面マスク用テスト治具（改良後）

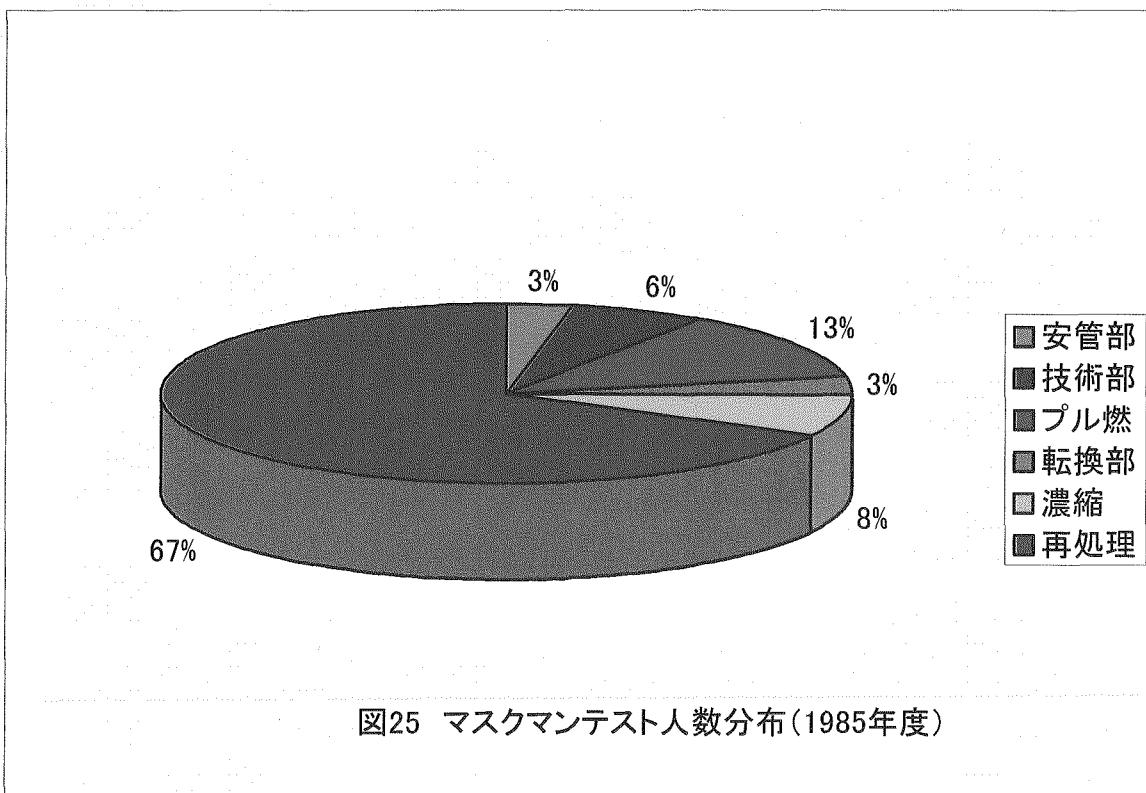
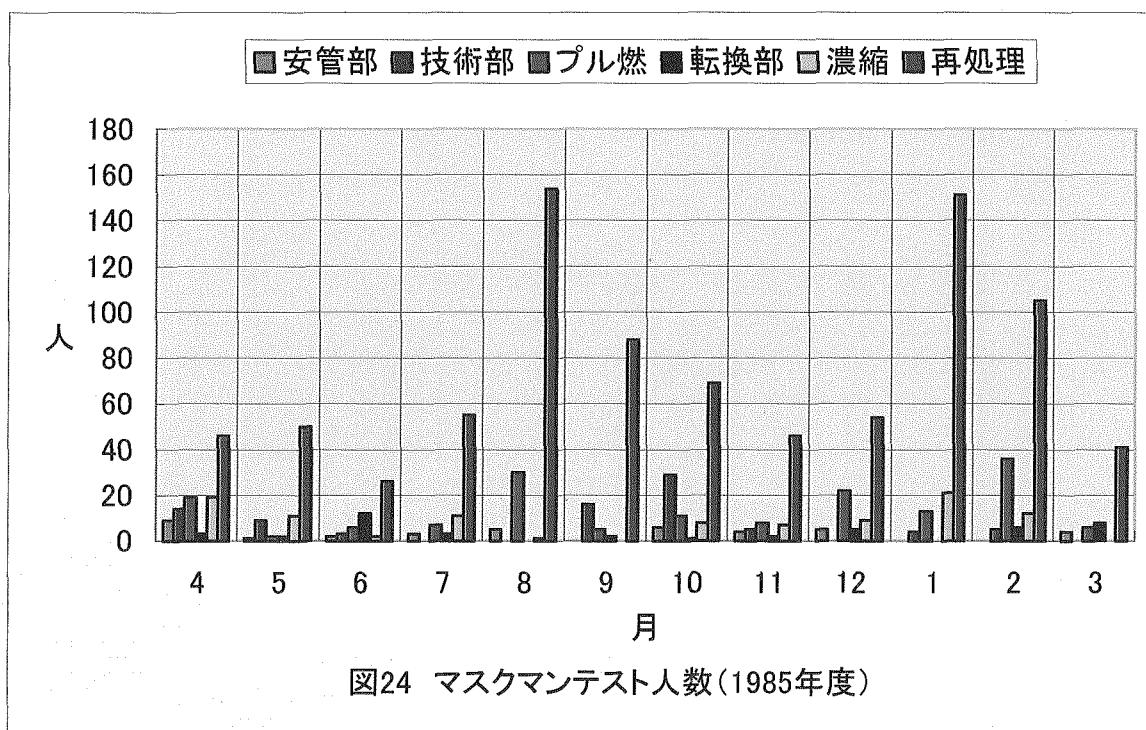
## 5. マスクマンテストの実績

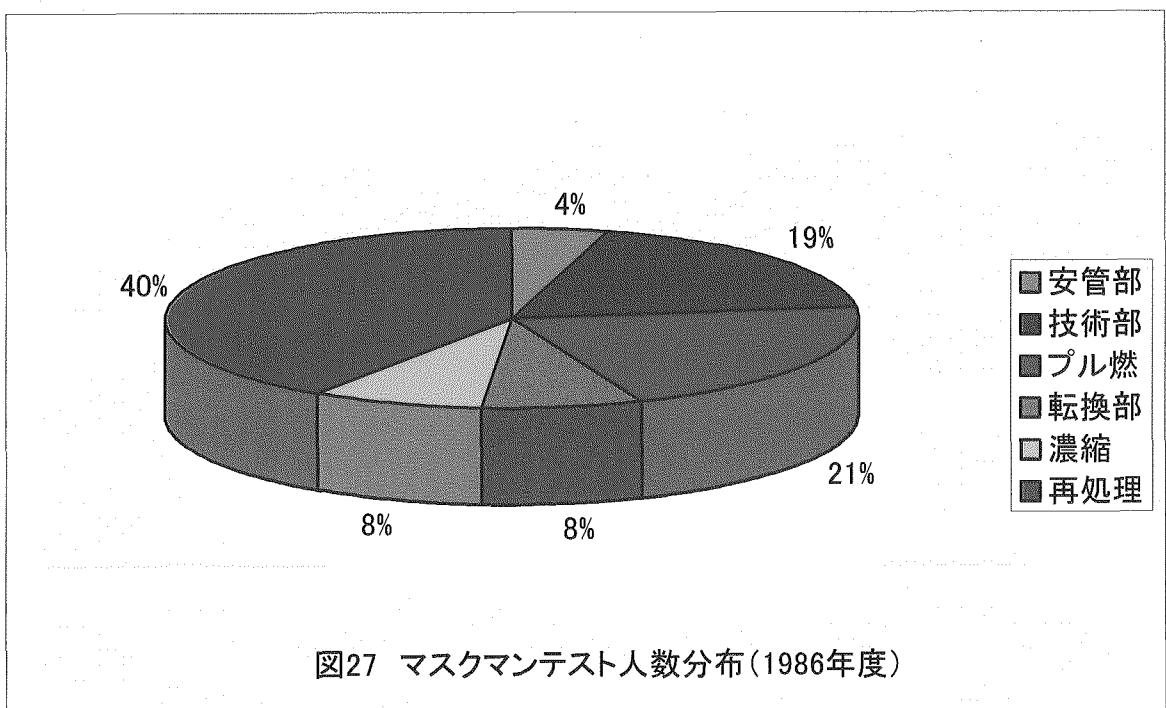
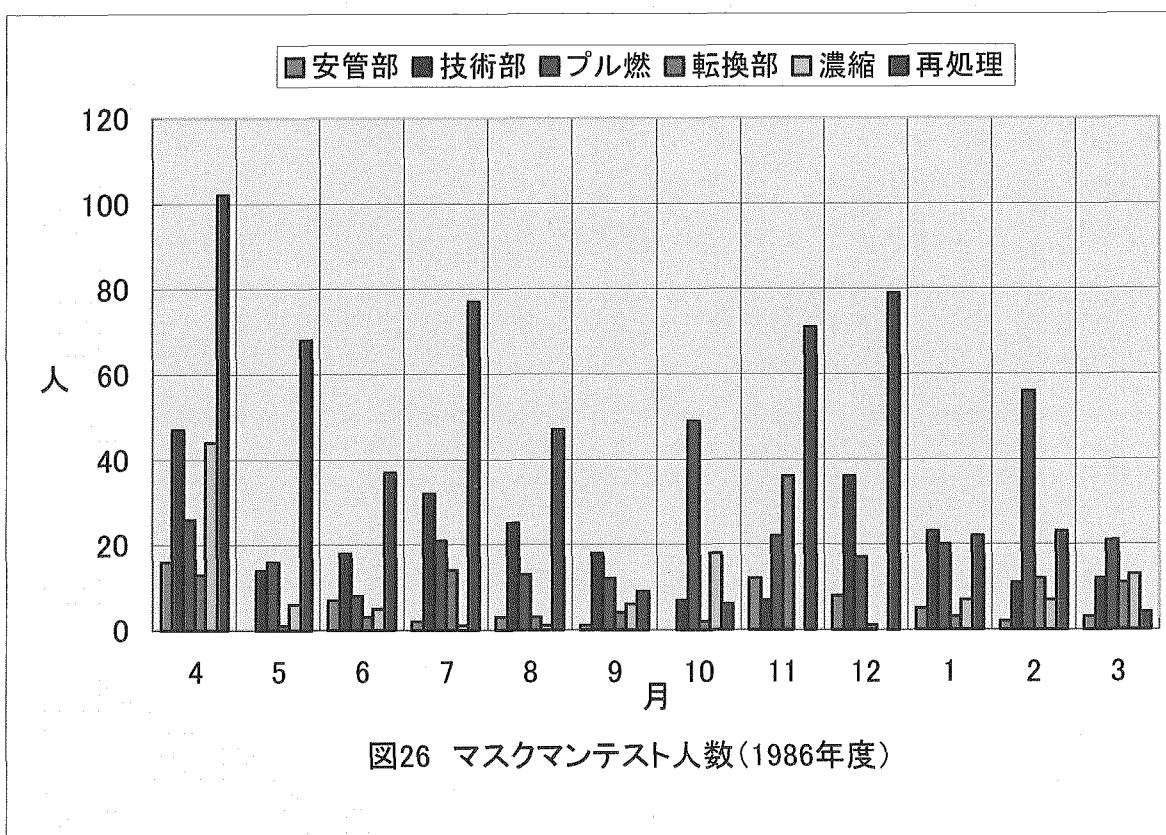
1975年度から2003年度迄に実施してきたマスクマンテストの年度別実施状況を図23に示した。また、1975年度から現在迄（2004年9月）に実施してきたマスクマンテストの「年度別（月別）/施設別」テスト者数の実績を表-14～表-34に示した。この期間のテスト者総数は約65,000人余りになる。

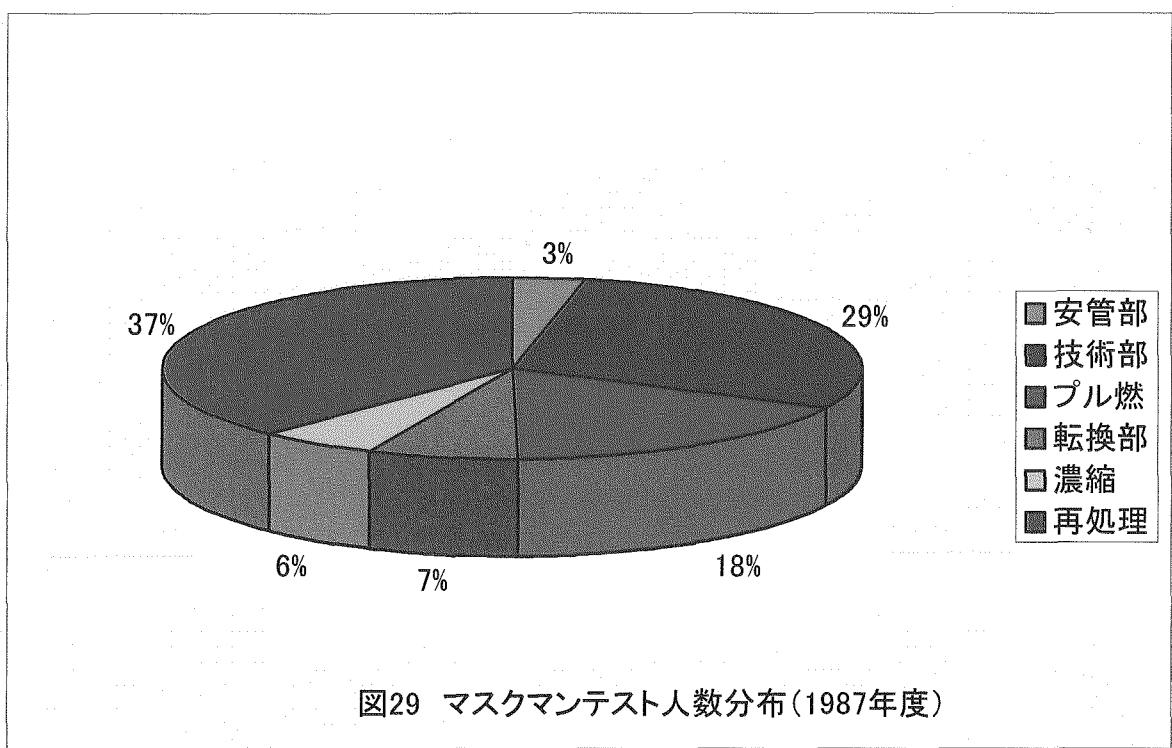
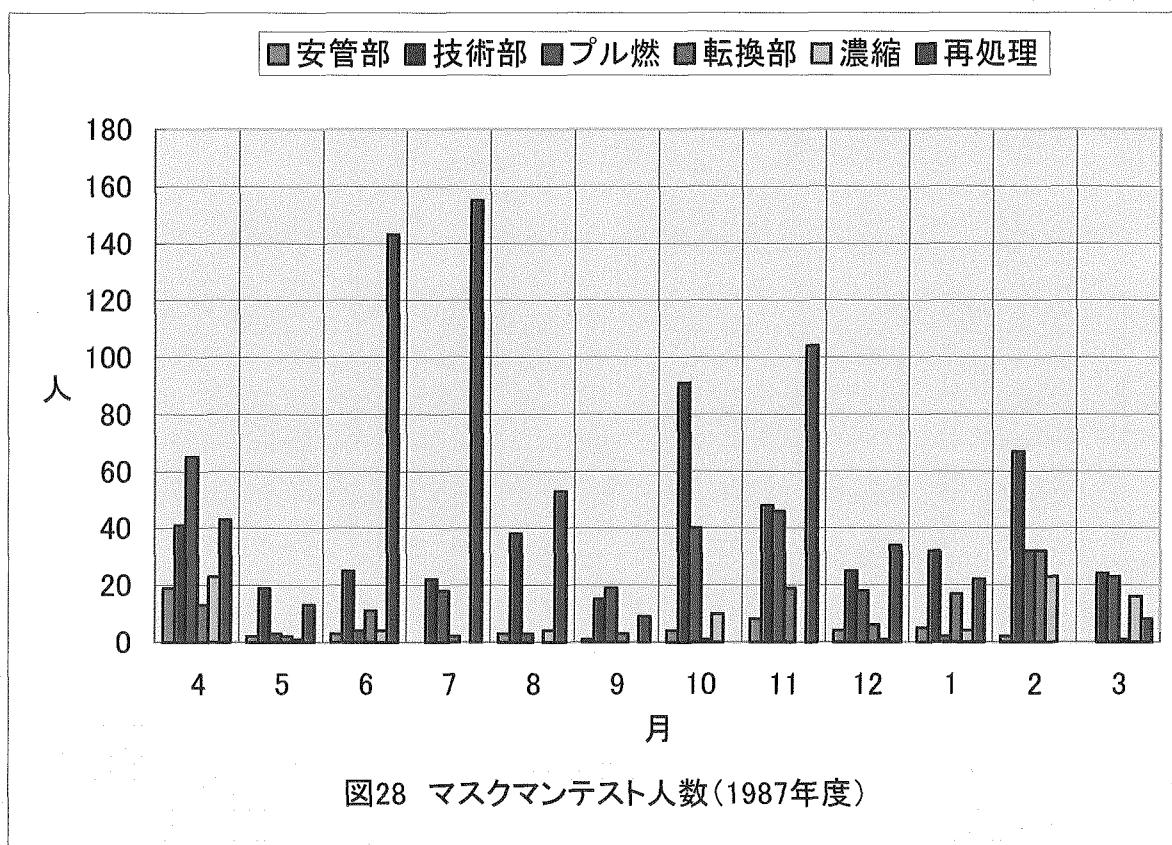
1985年度から2003年度までの「年度別（月別）/施設別」テスト者数と施設別の人数分布を図24から図60に示した。

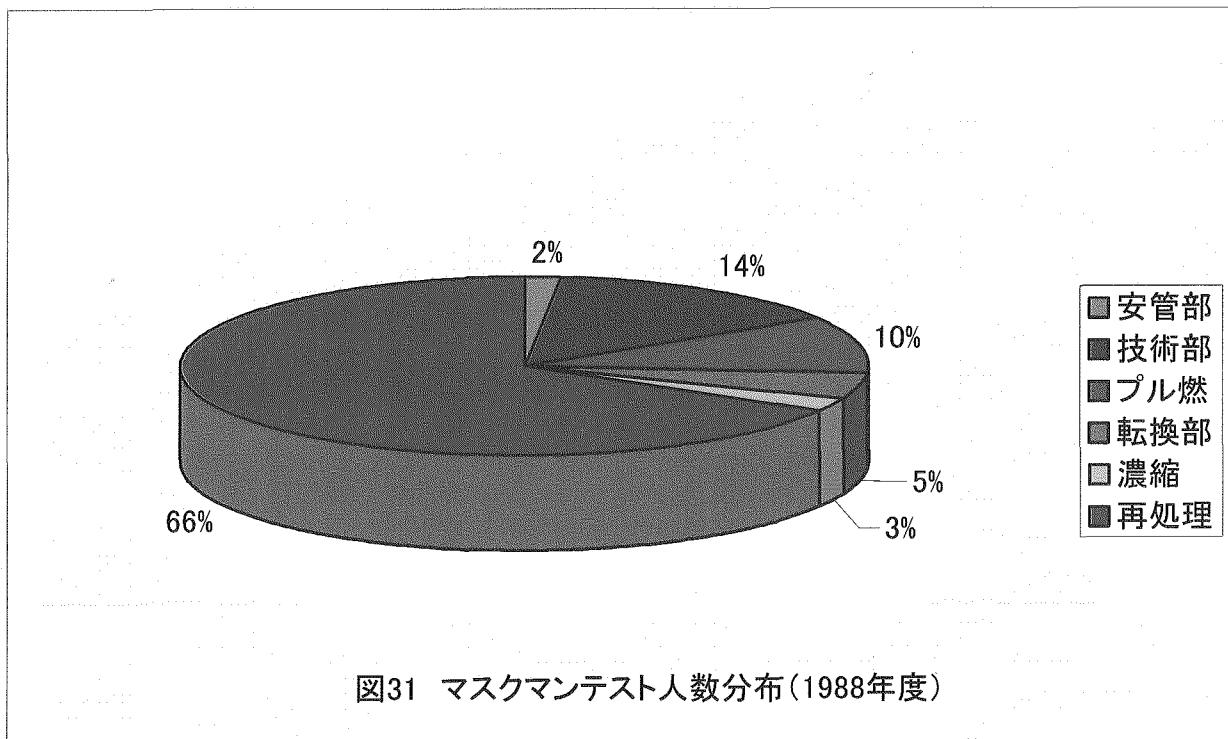
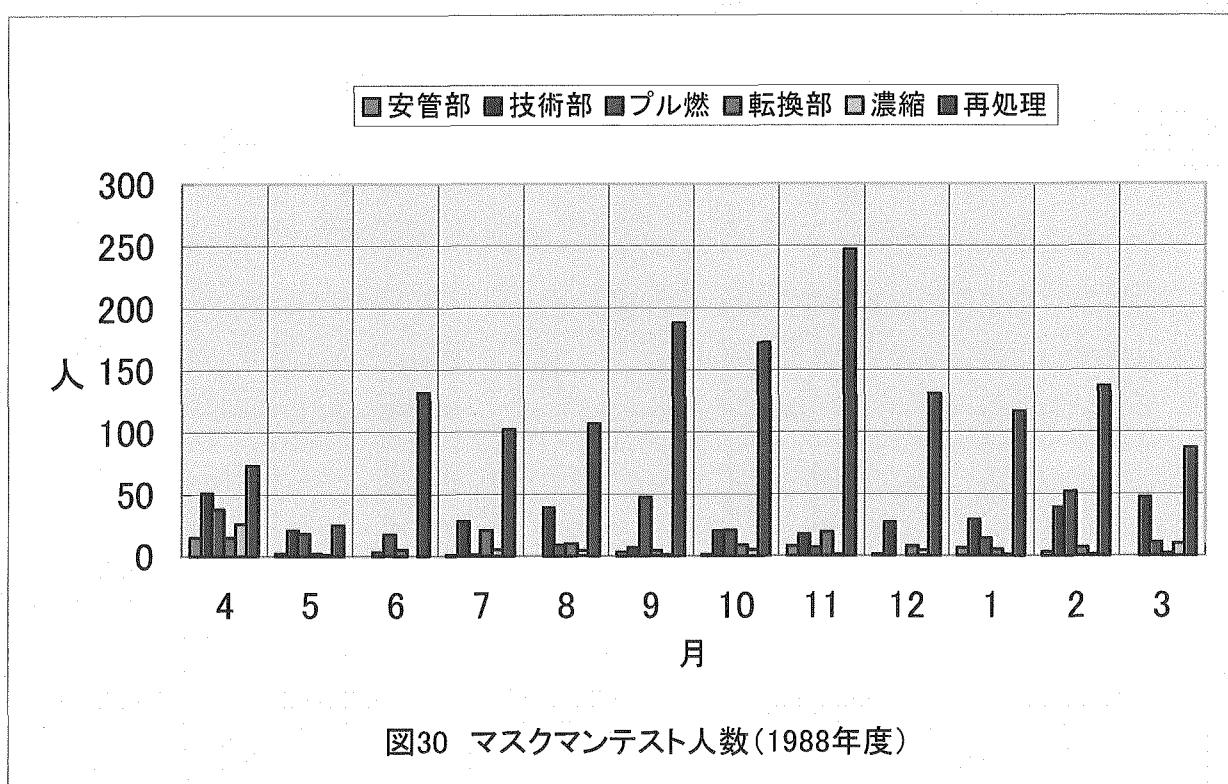
1994年度からは、再処理センター及びプルセンター施設の管理区域立ち入り者には半面マスクの携帯が義務付けられたことに伴い年間のマスクマンテスト人数が激増し年間3,000人を超えるようになった。1997年度からはテスト人数は4,000人を超えて、2003年度は型式検定マスクの導入に伴うテストも行ったことから4,700人余りのテストを実施した。











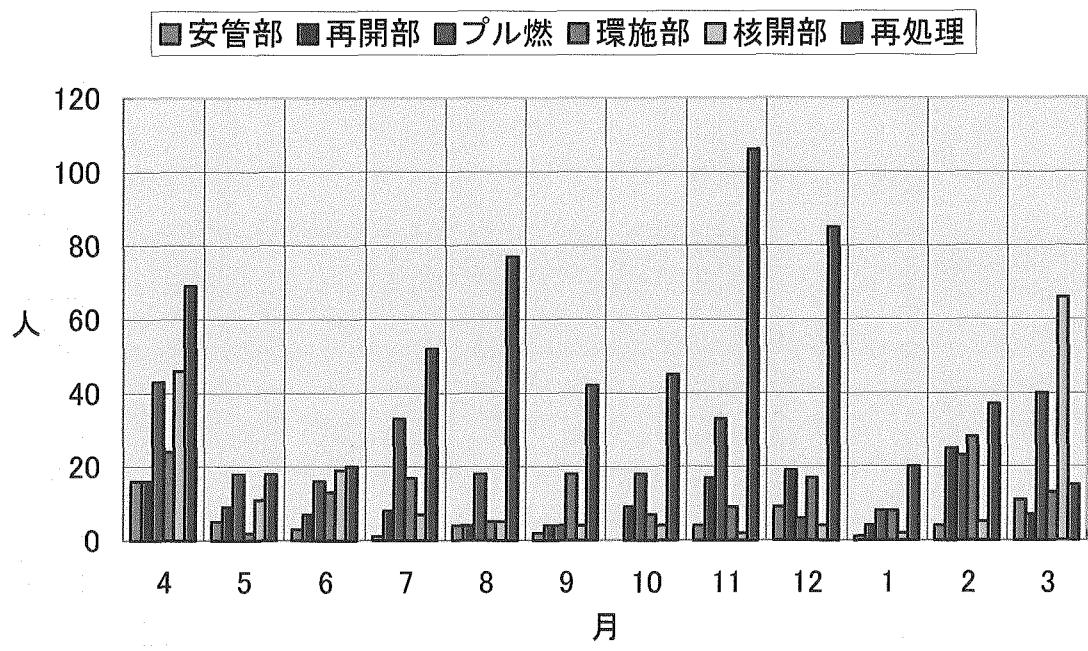


図32 マスクマンテスト人数(1989年度)

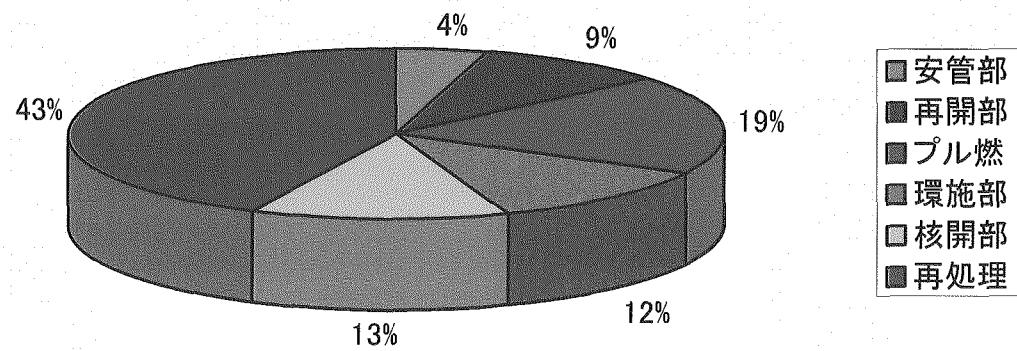
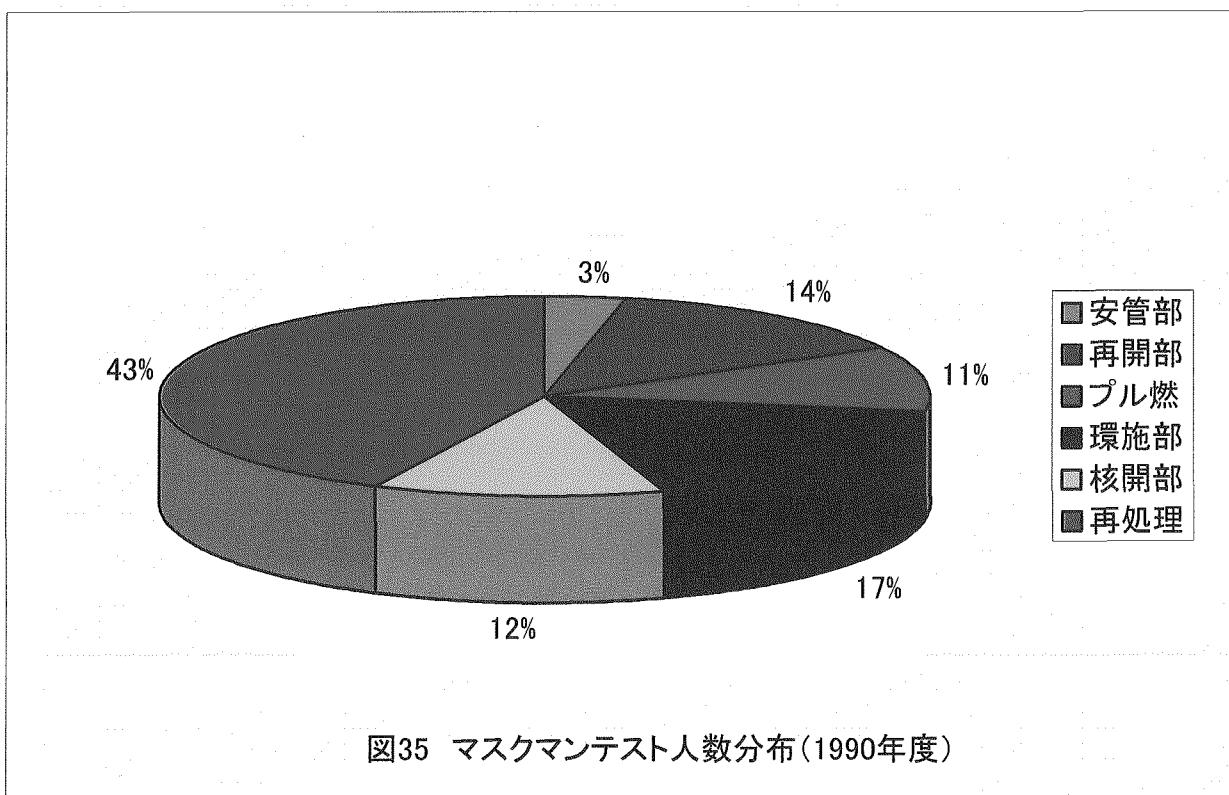
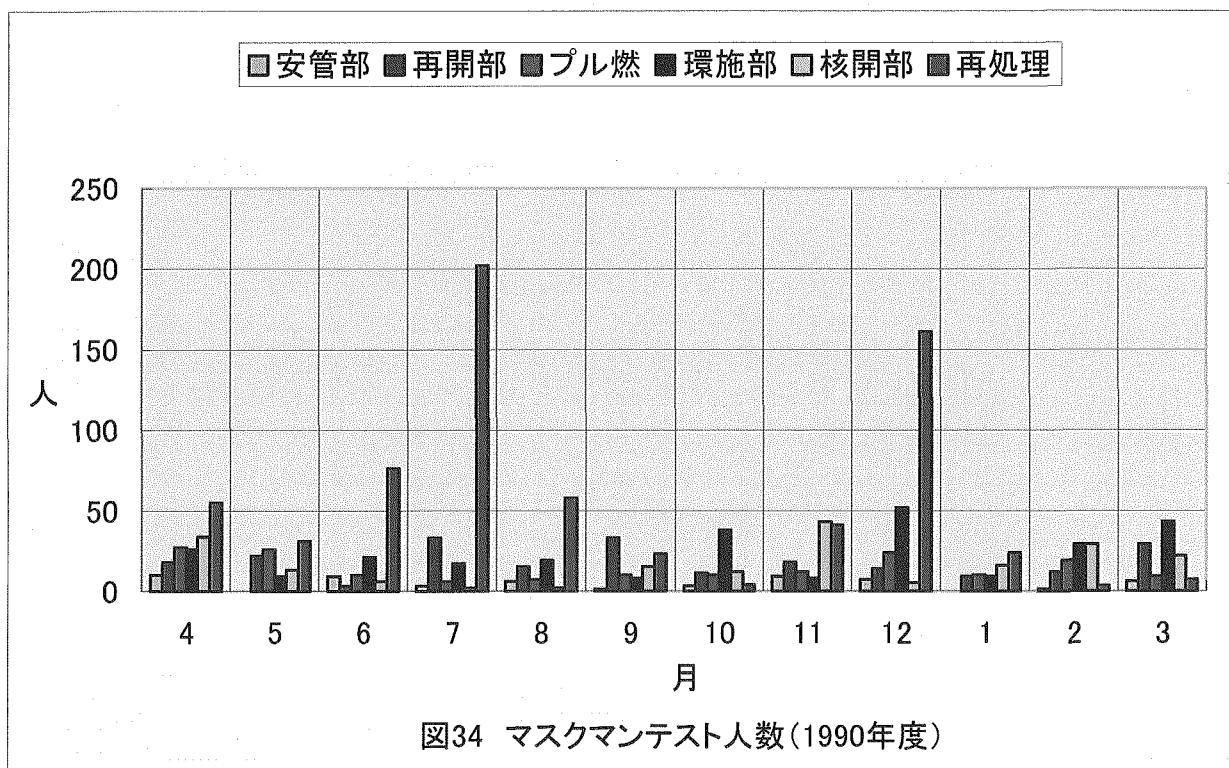


図33 マスクマンテスト人数分布(1989年度)



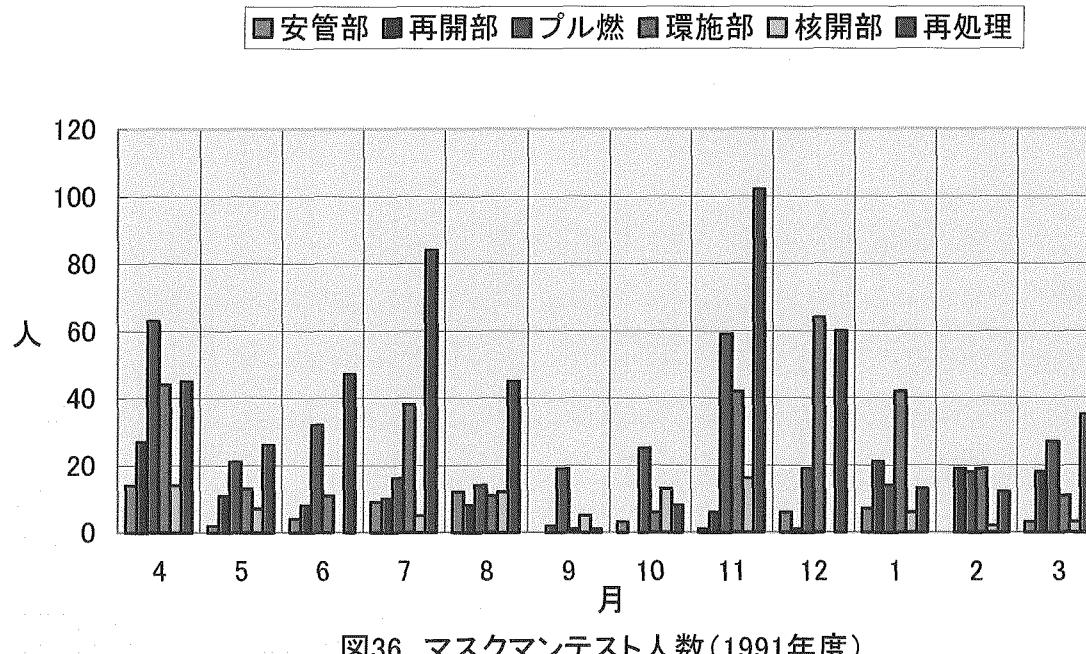


図36 マスクマンテスト人数(1991年度)

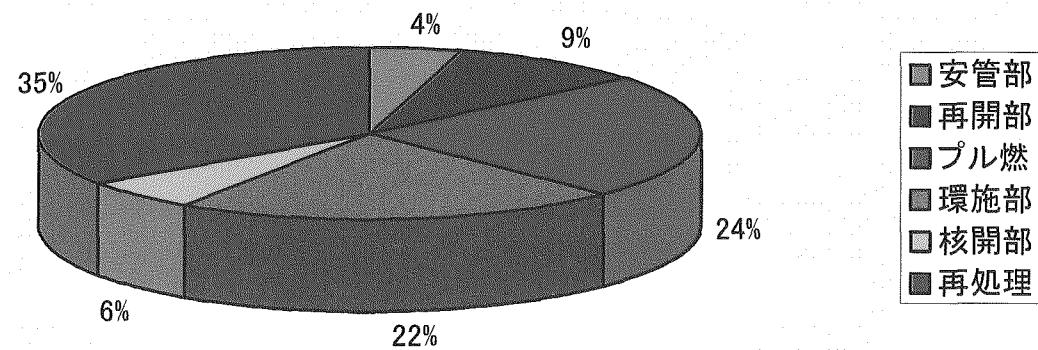
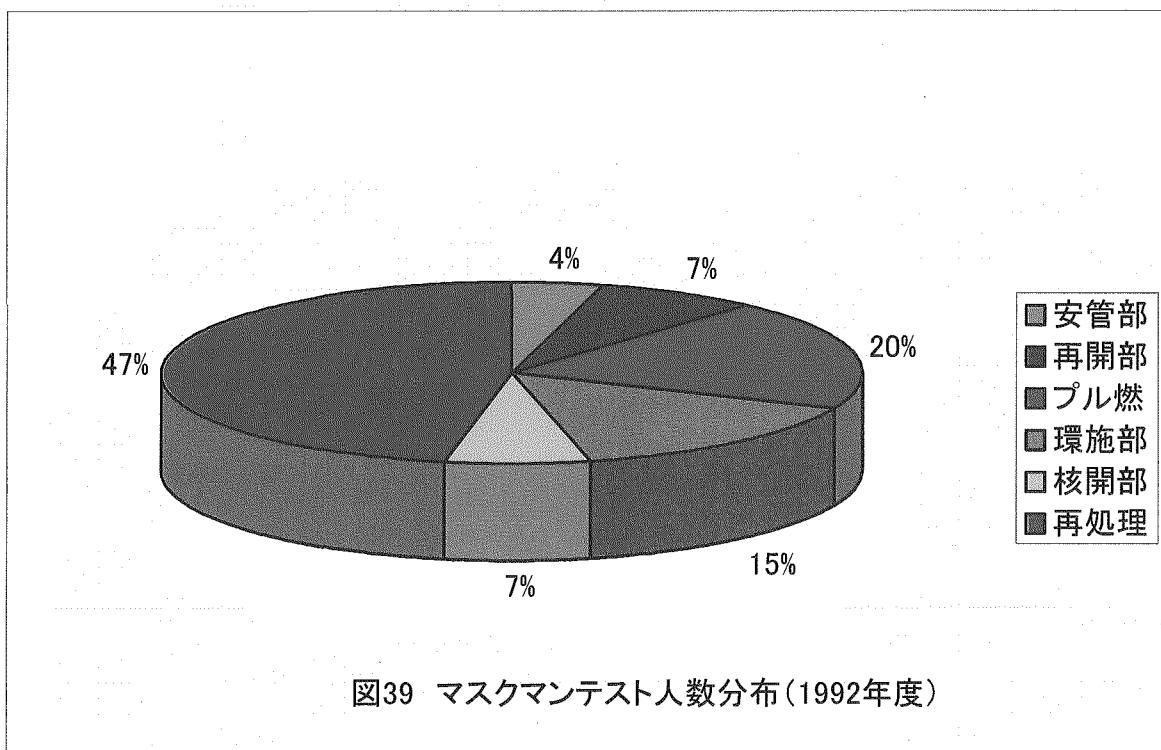
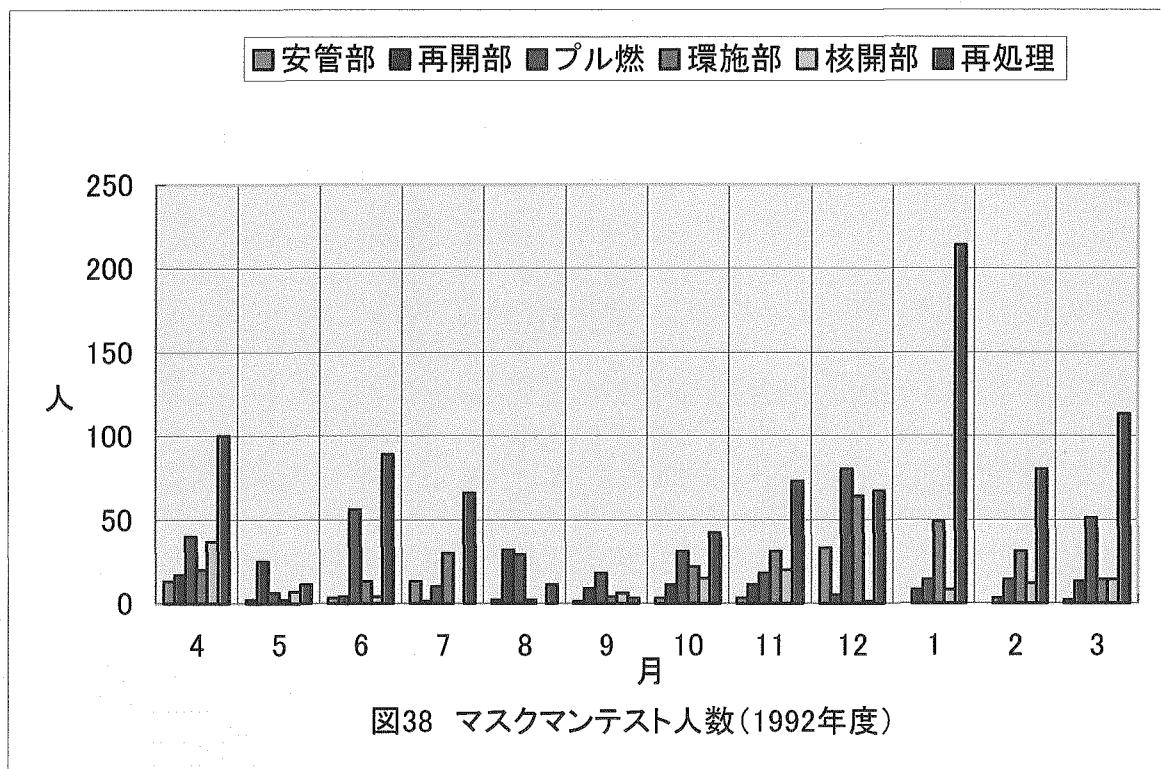
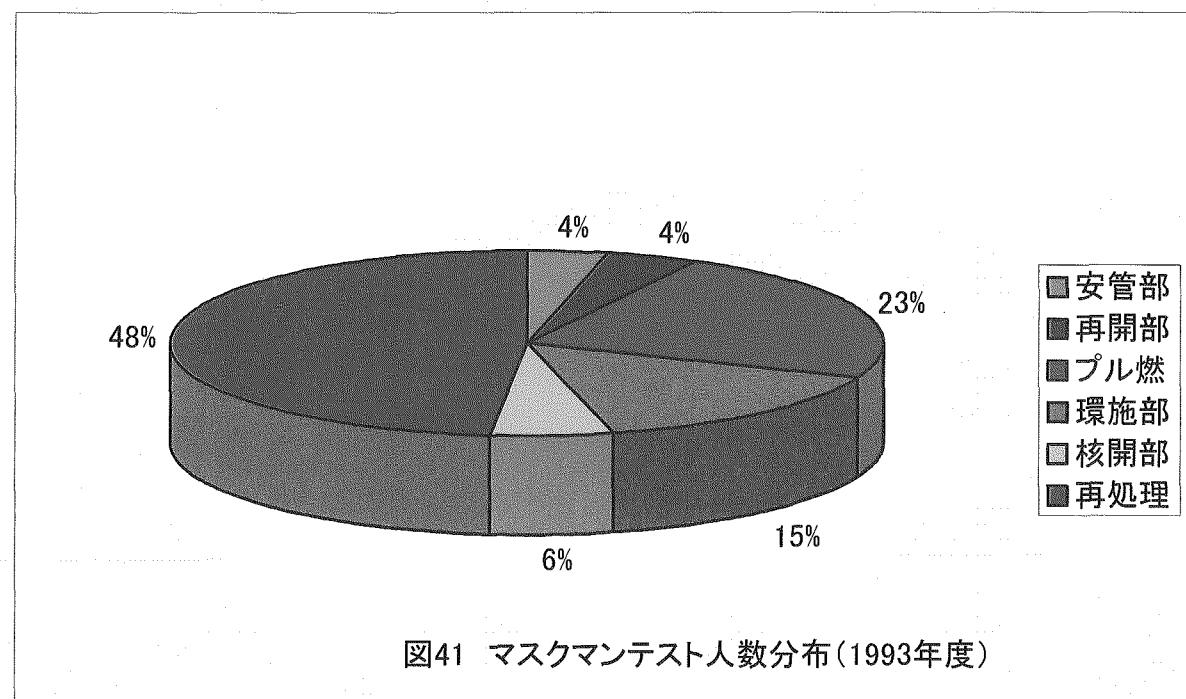
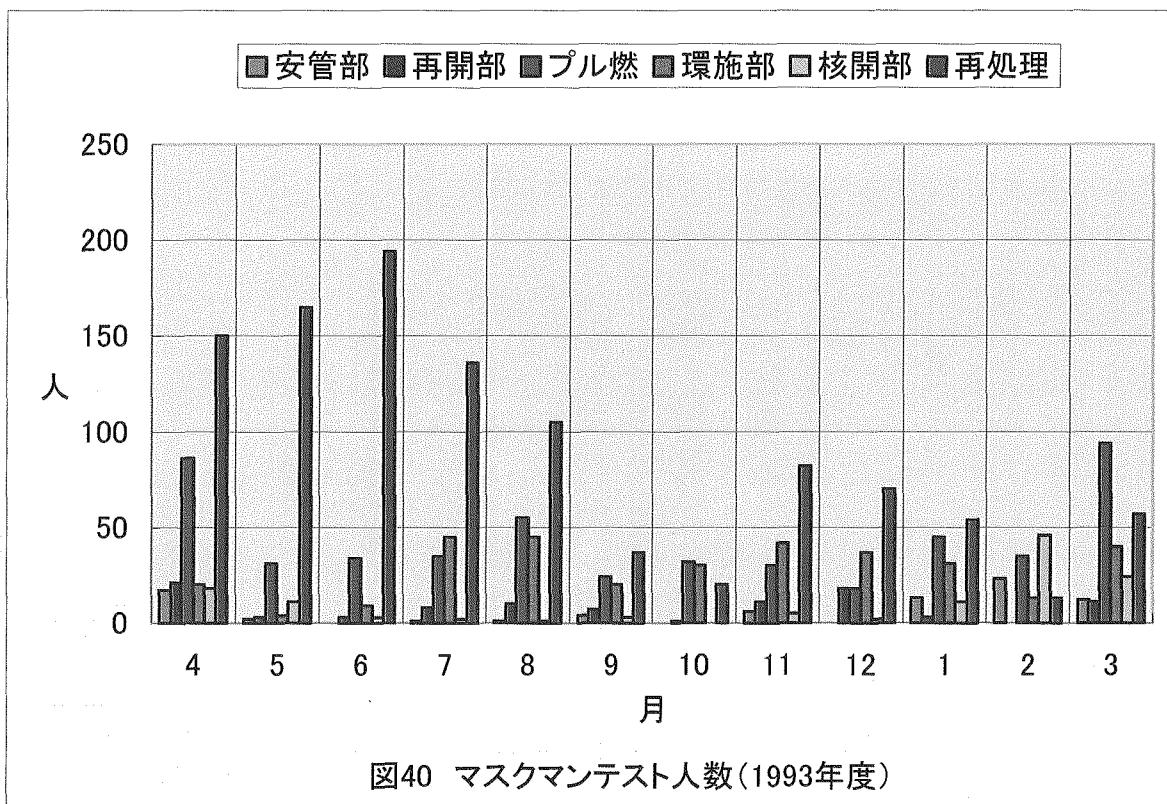
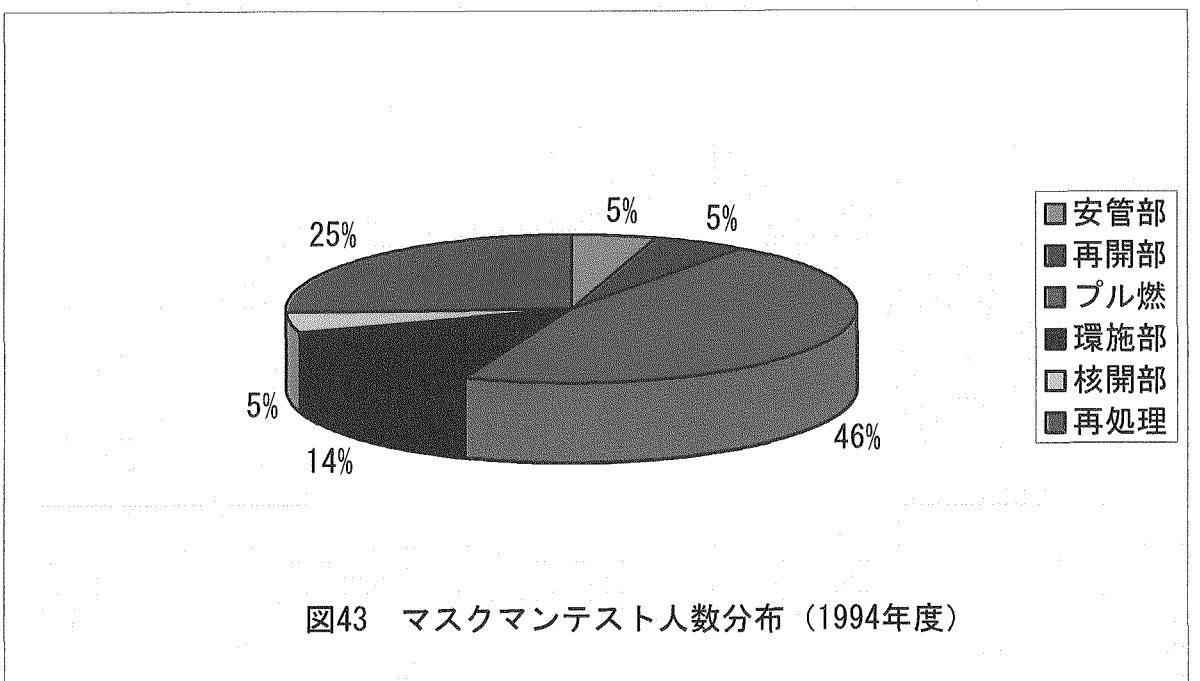
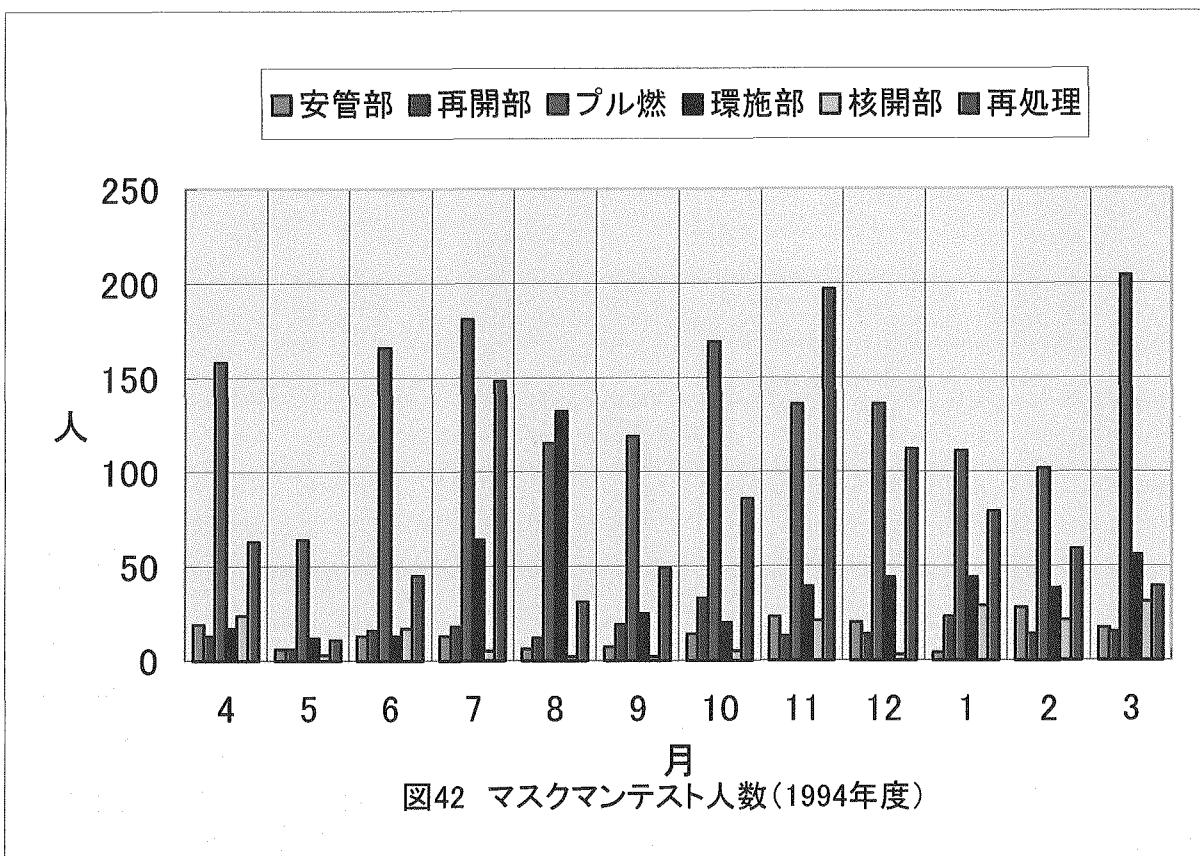
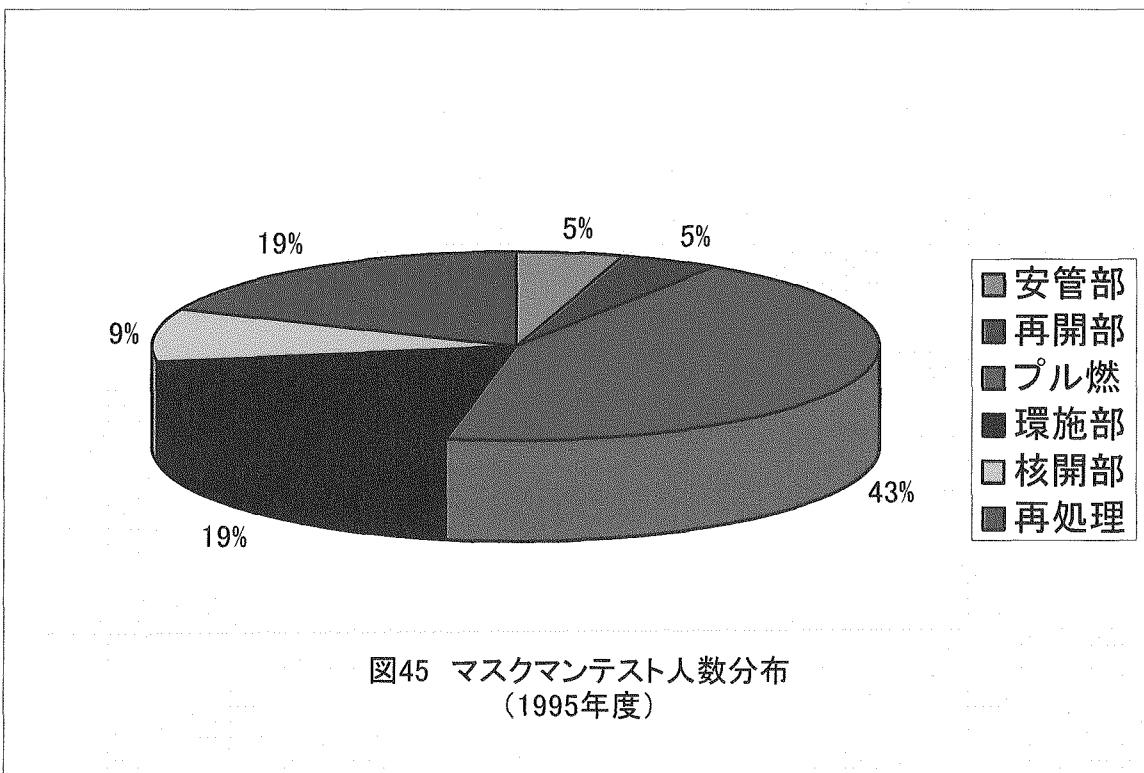
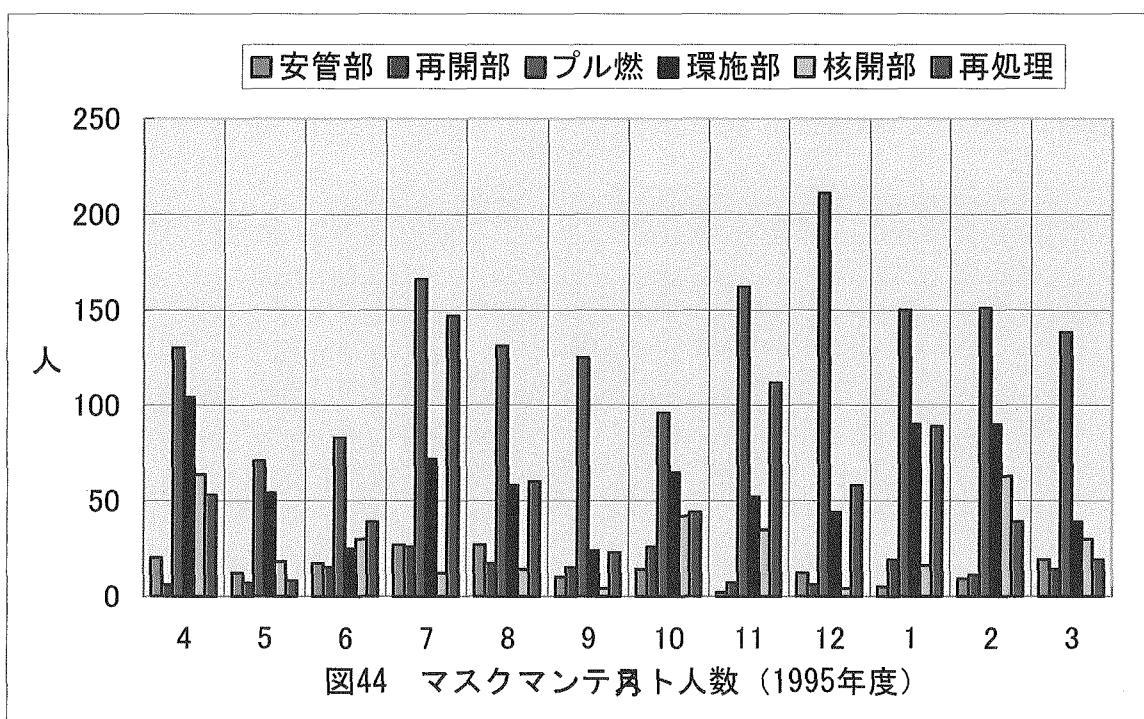


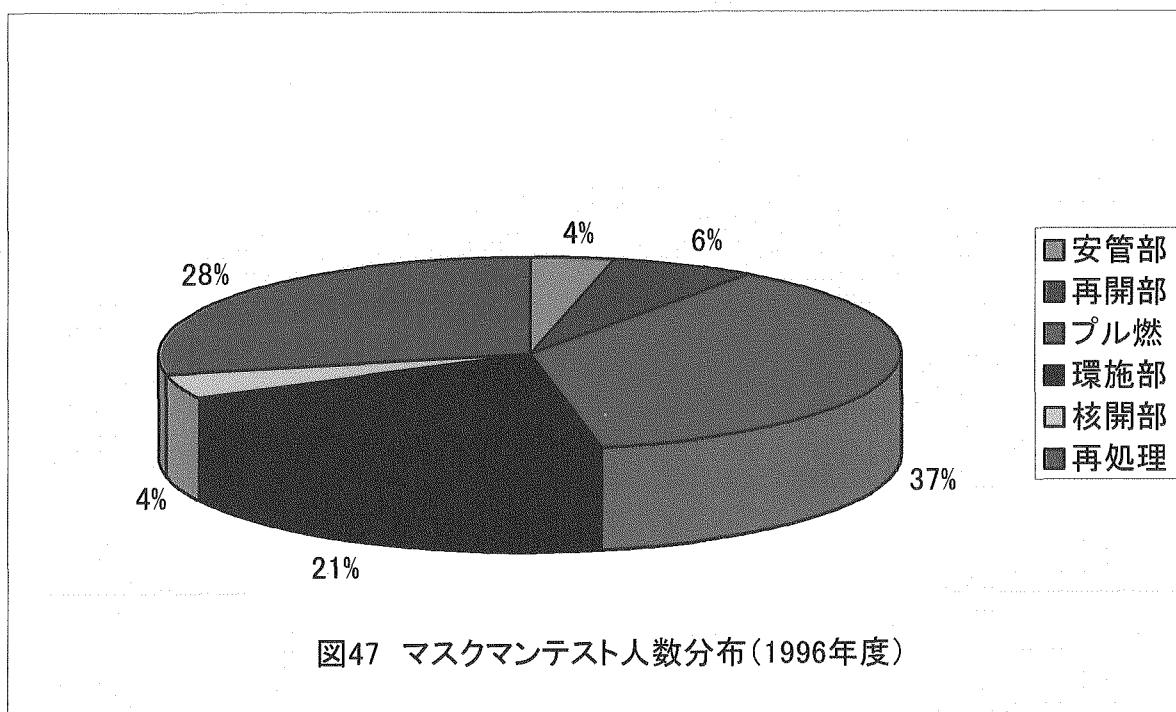
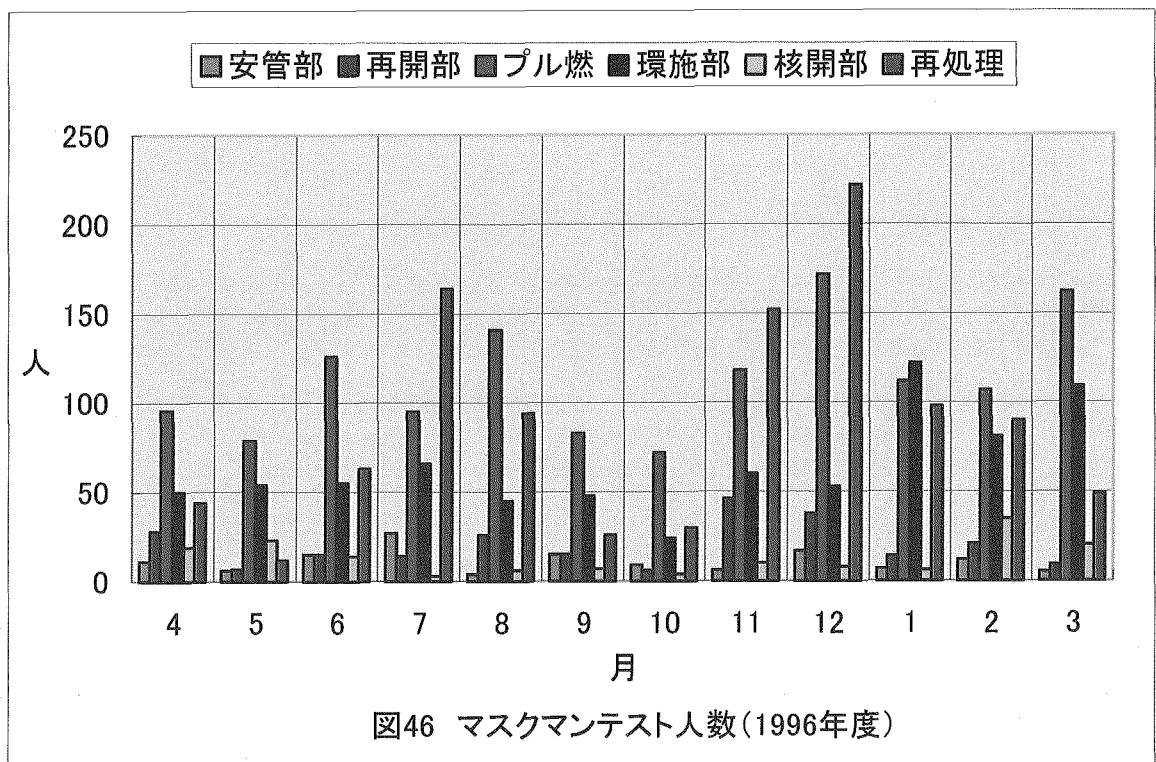
図37 マスクマンテスト人数分布(1991年度)

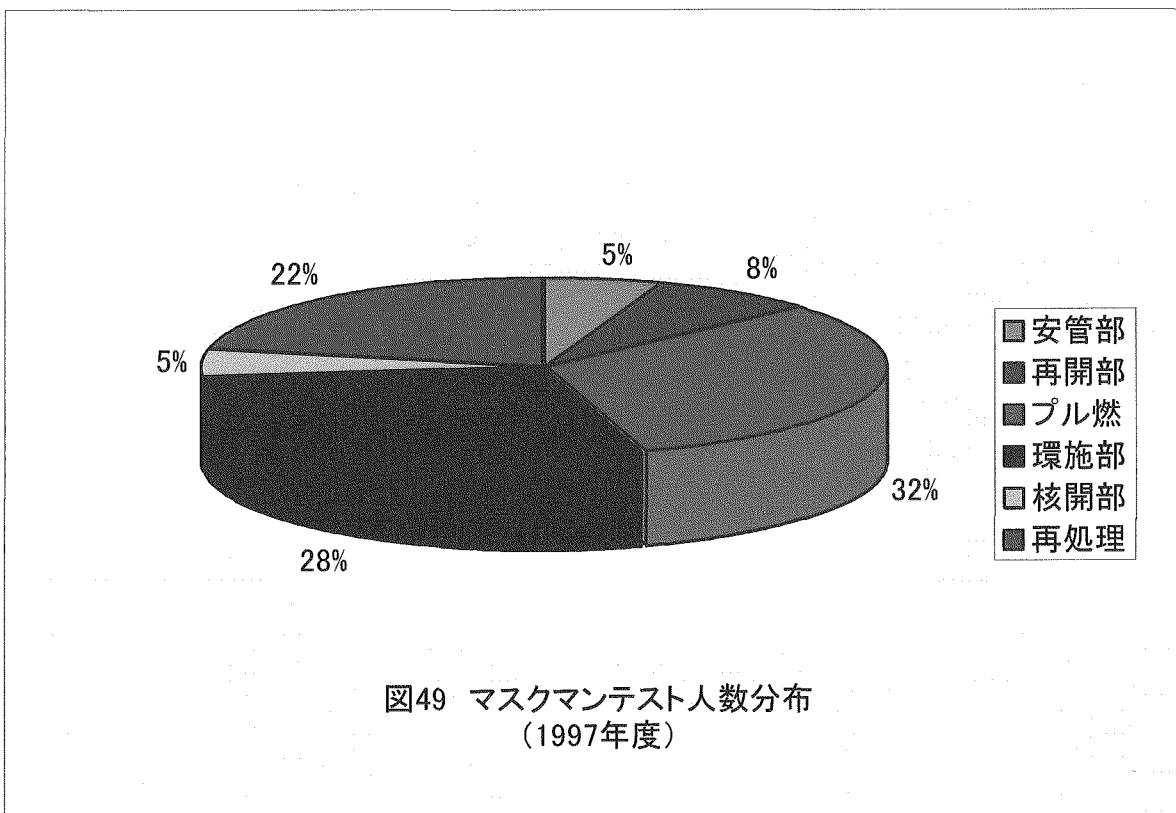
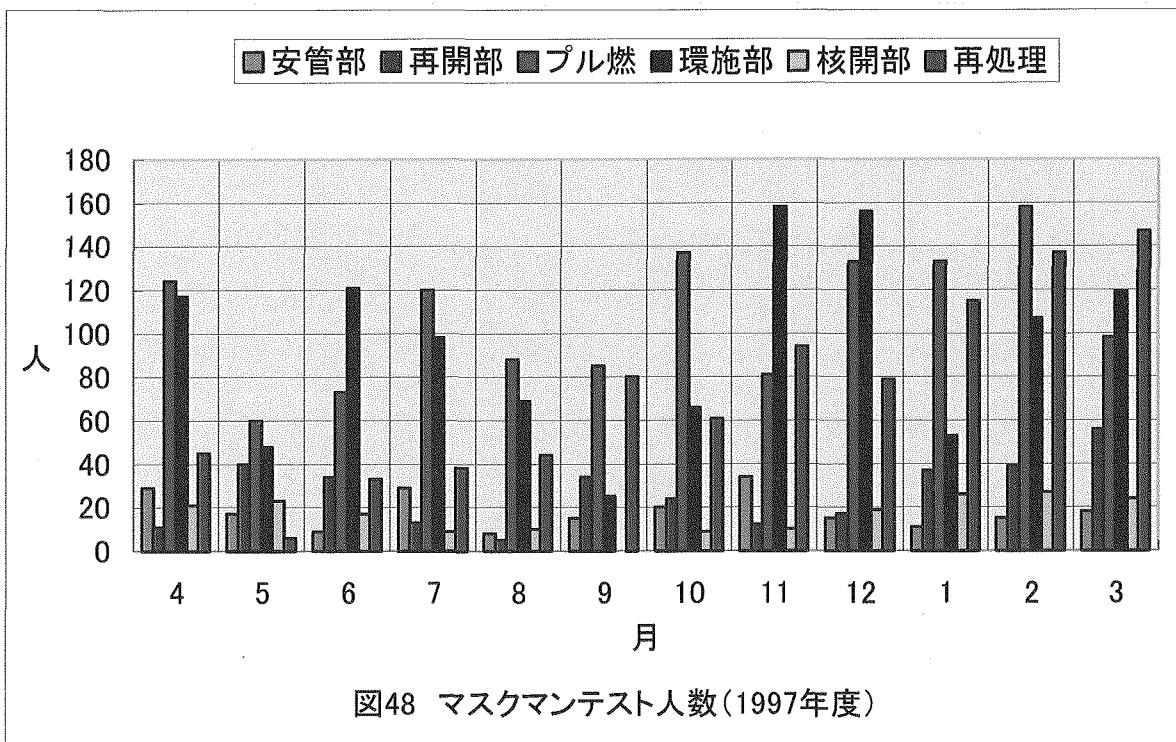


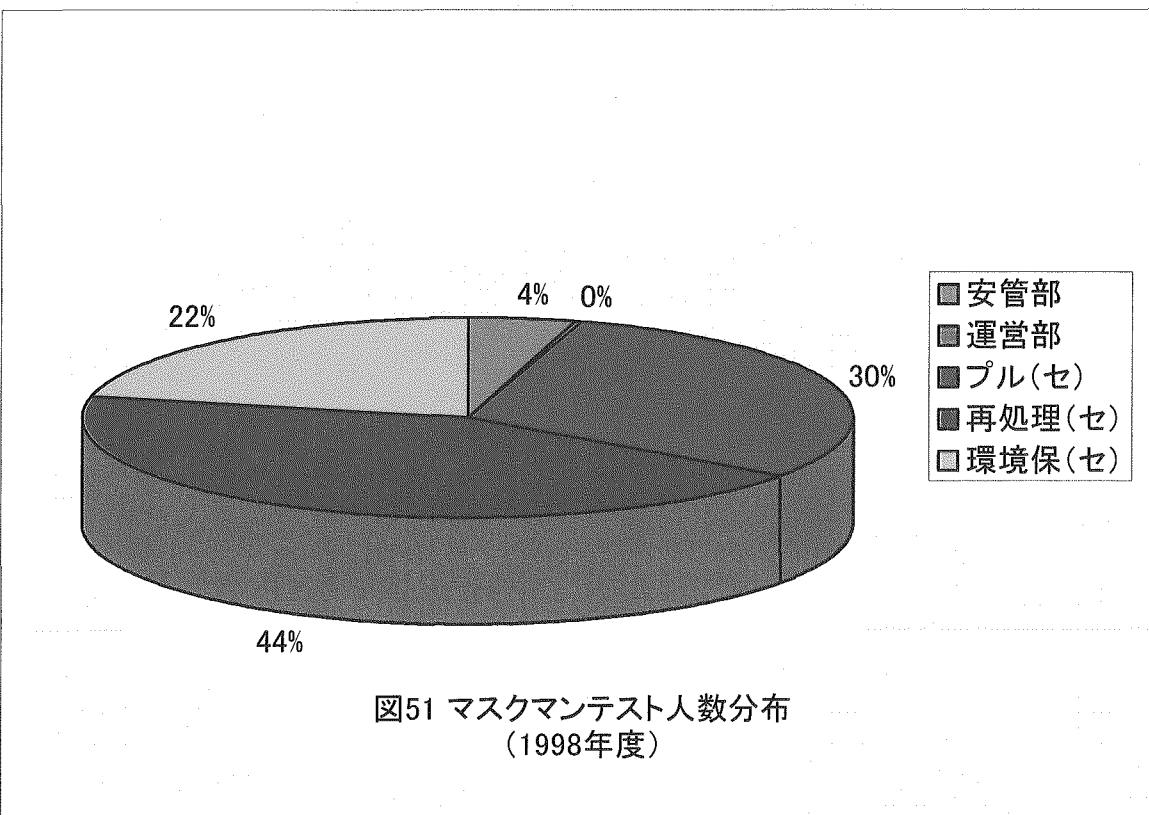
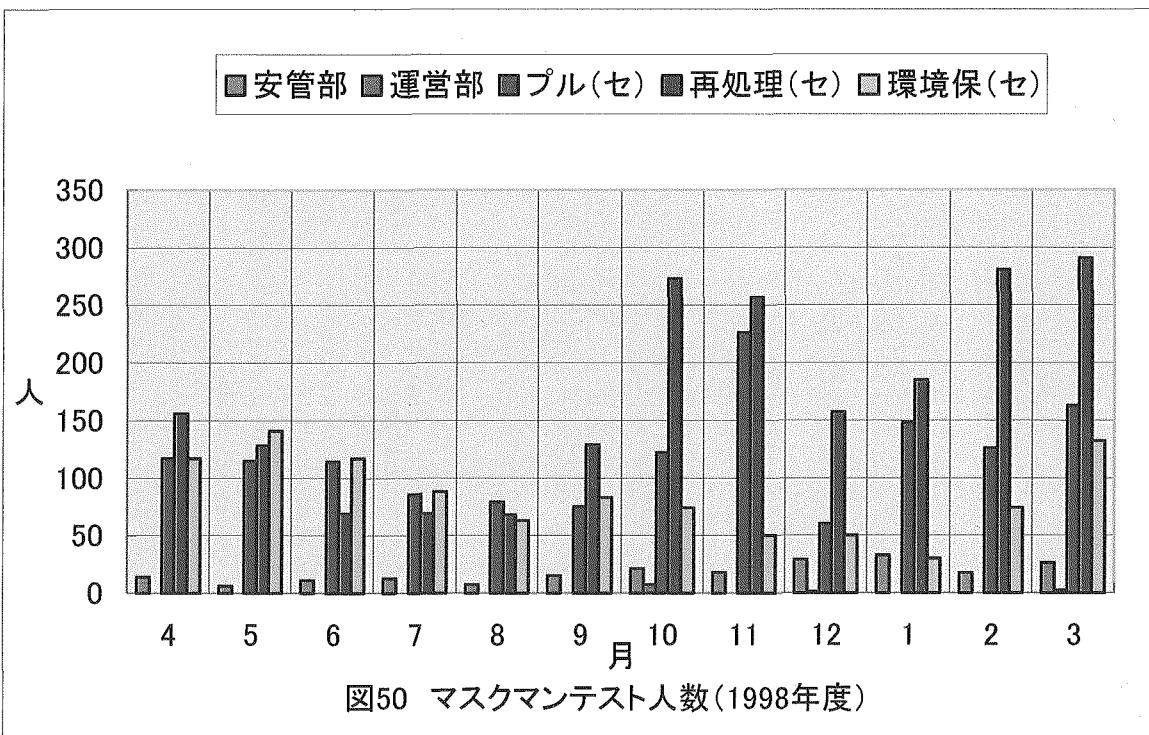


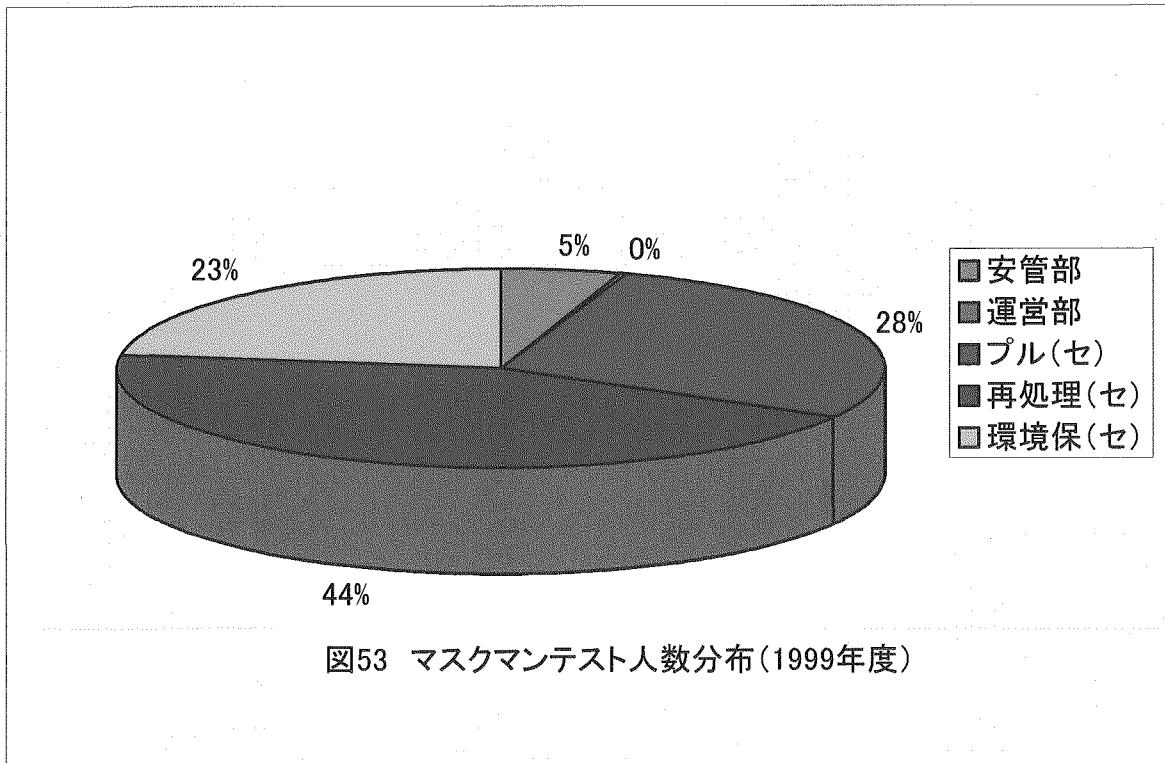
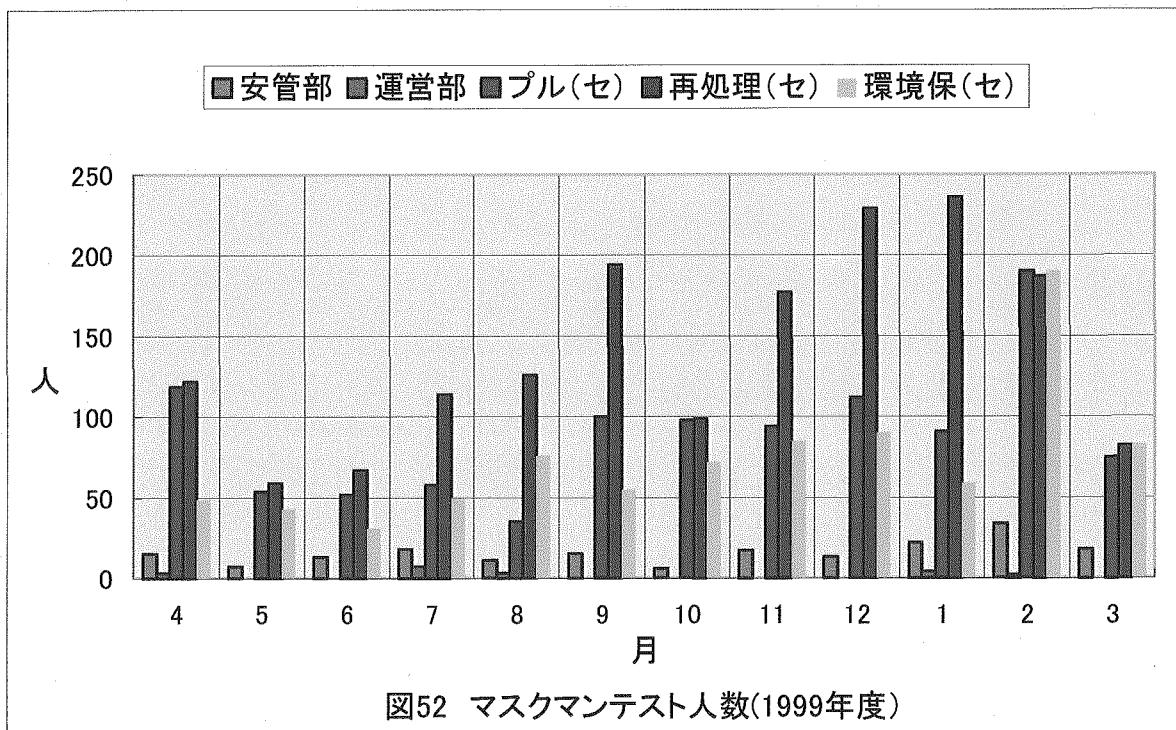


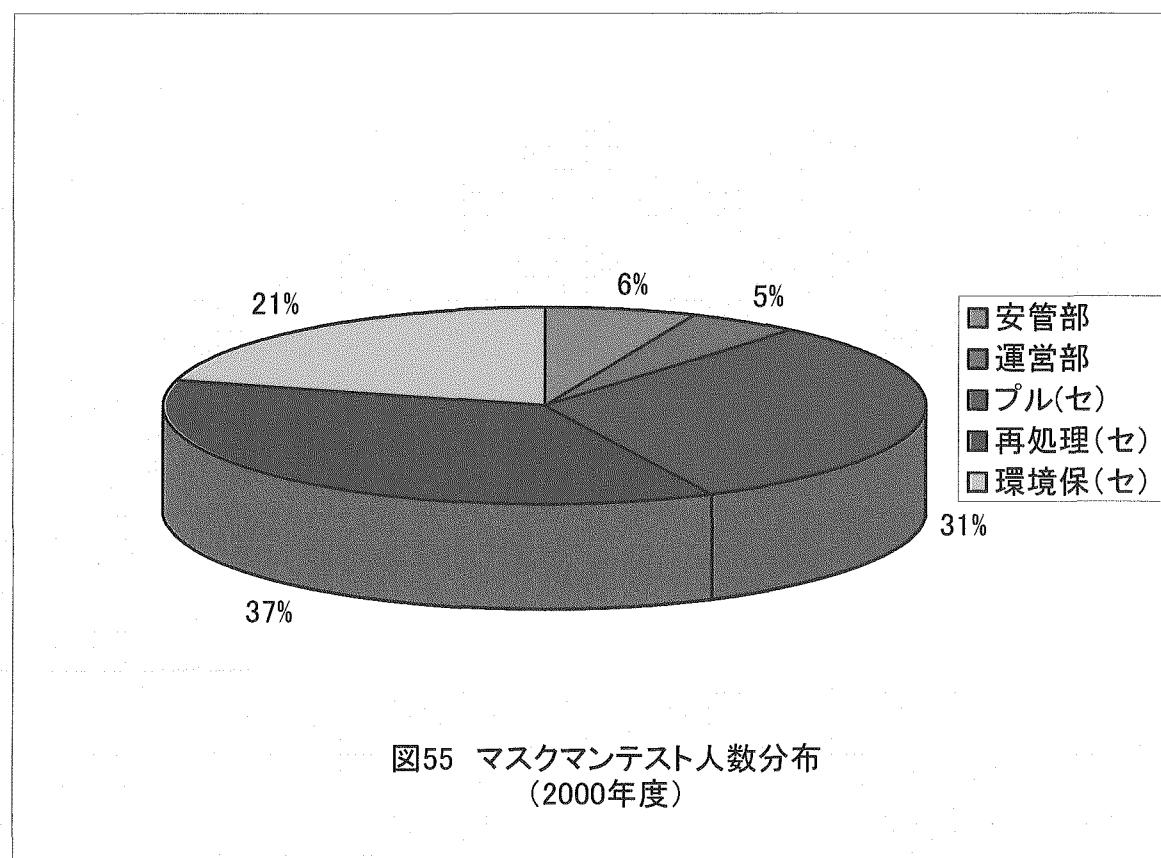
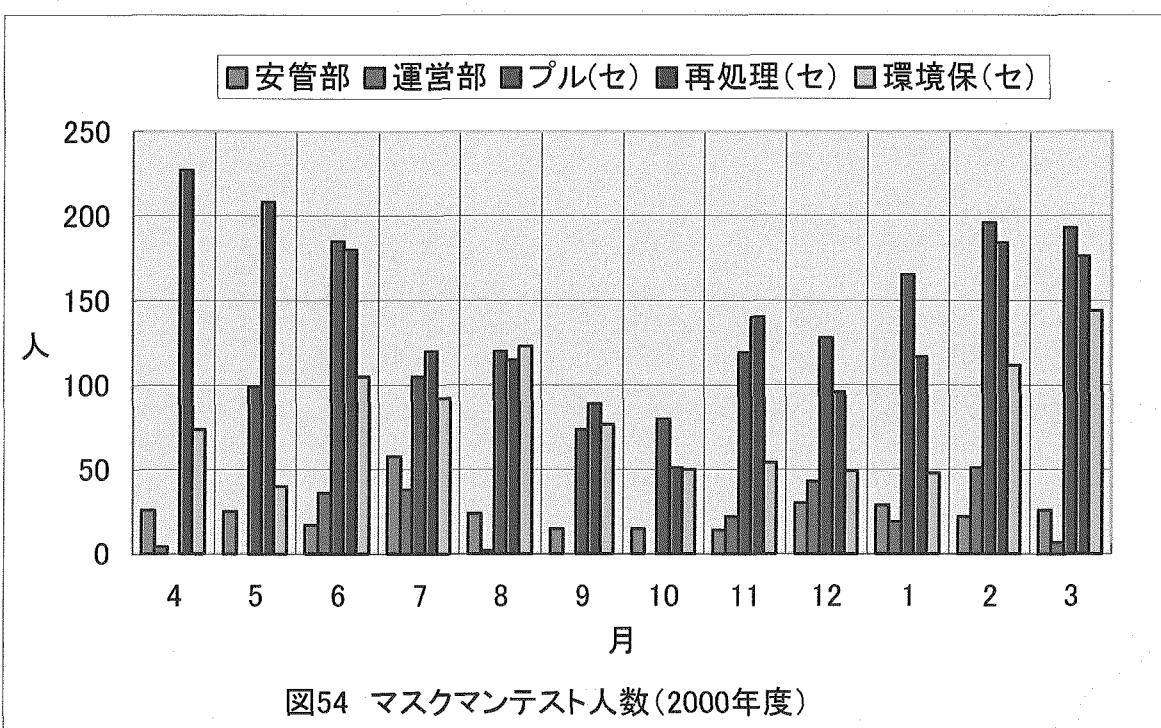


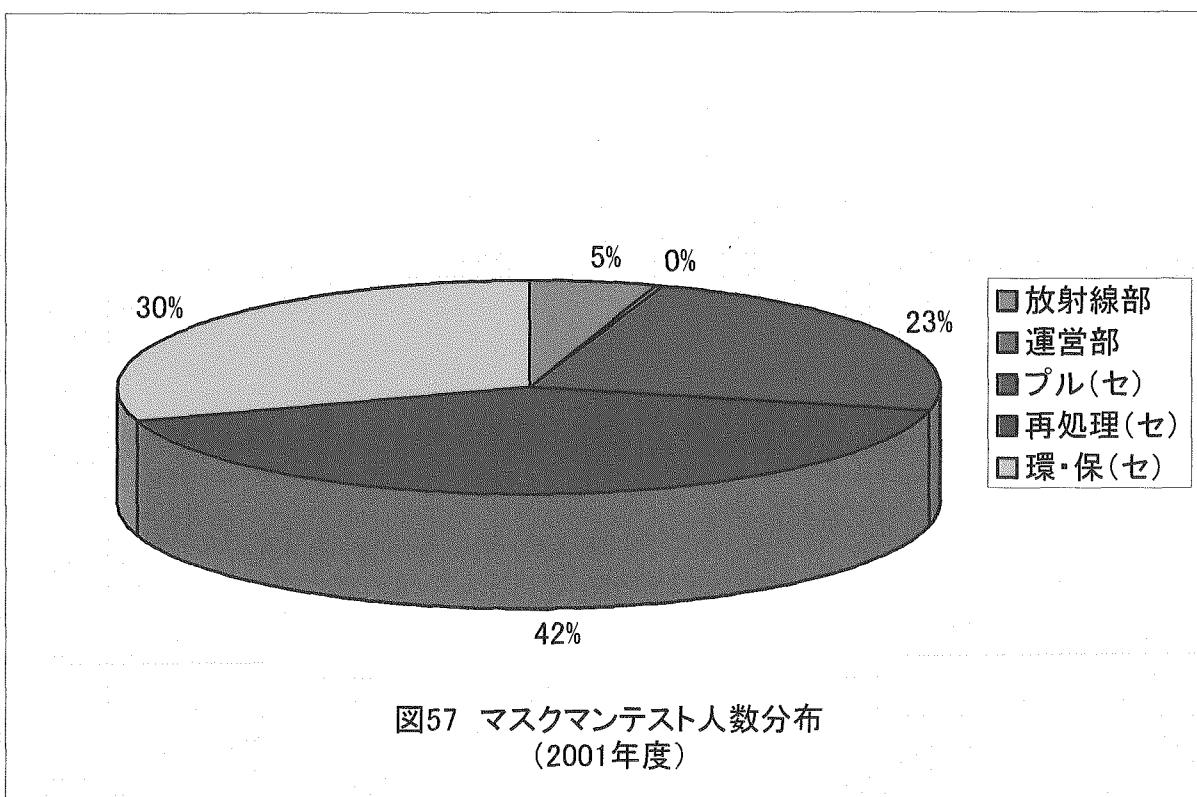
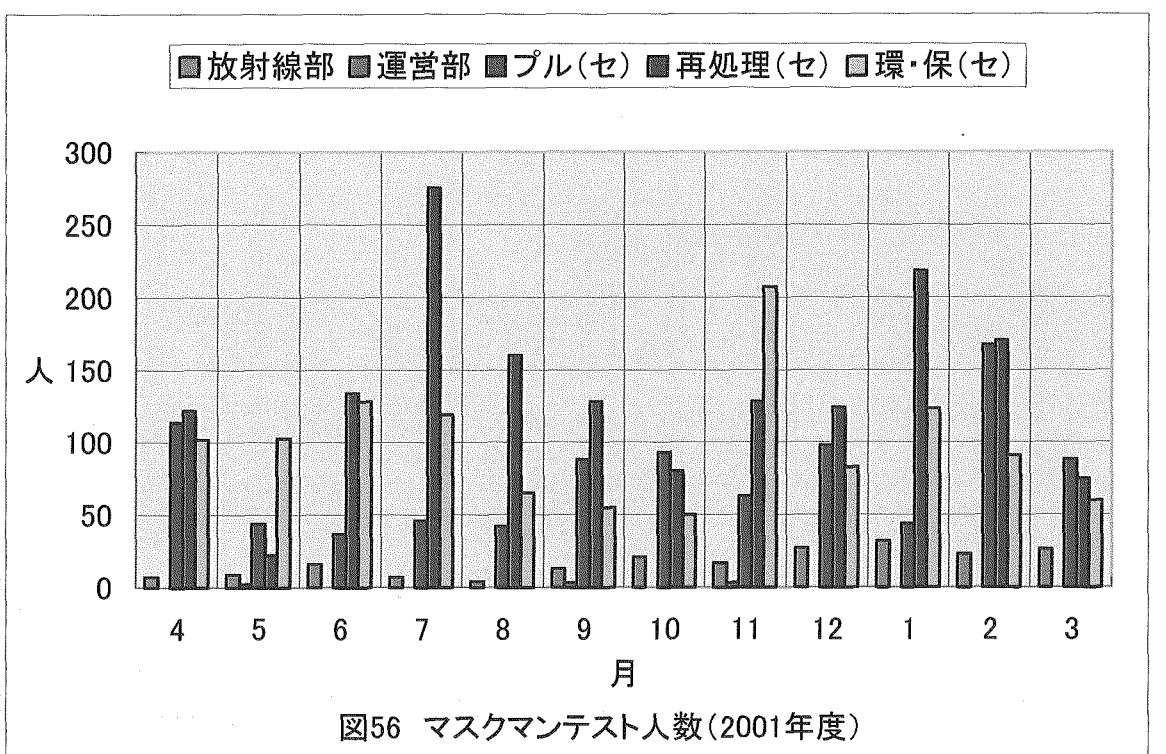


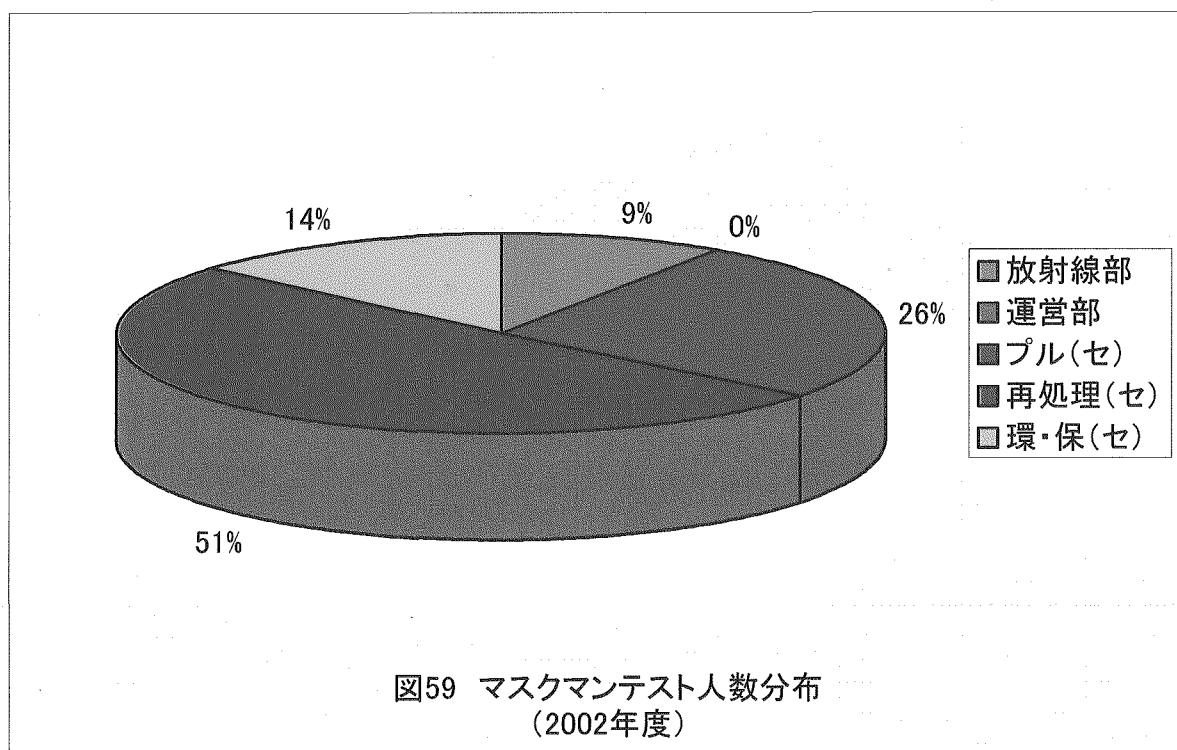
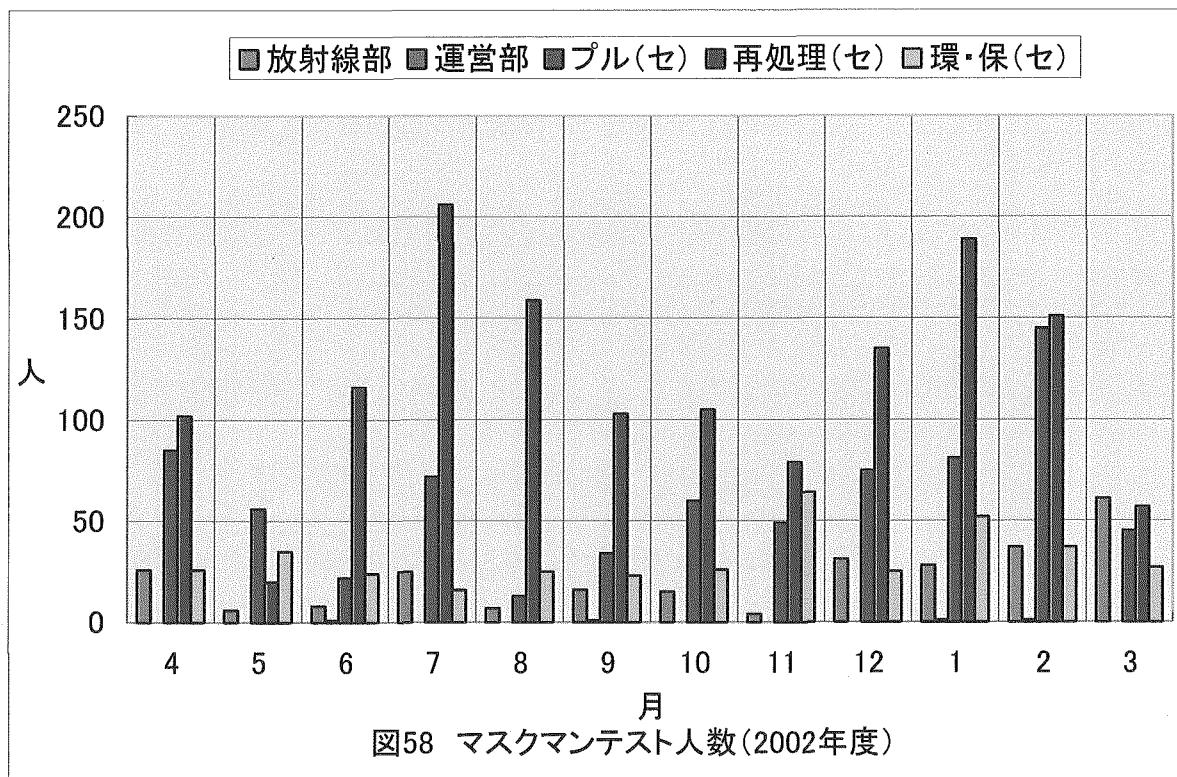












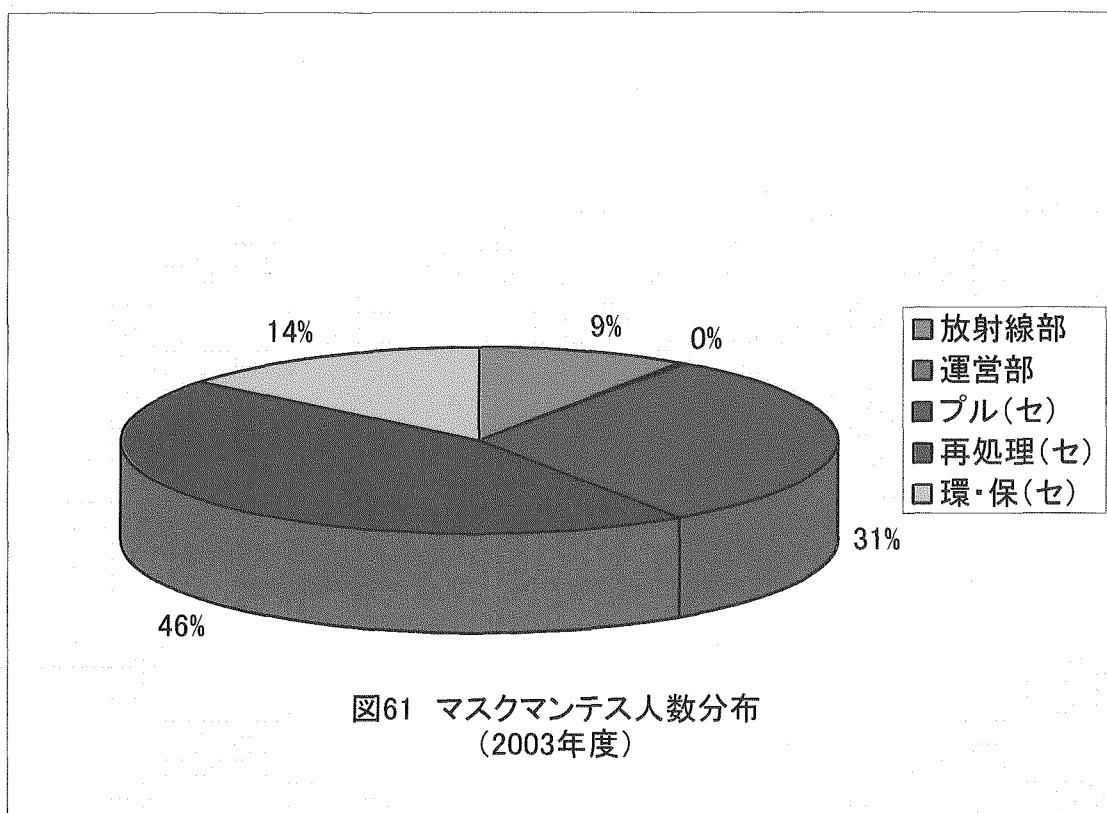
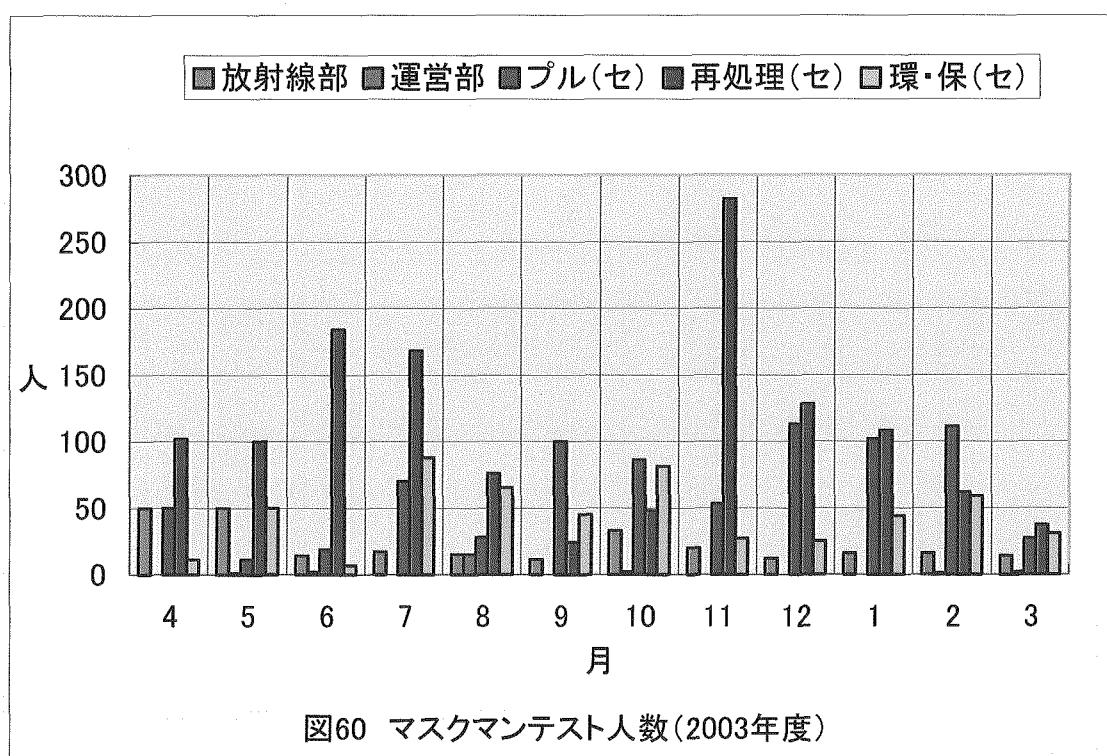


表-14 マスクマンテスト実施人数(1975年から1984年)

単位:人

	再処理	プル燃	濃縮	技術・安管	合計
1975	98	0	0	0	98
1976	345	0	0	13	358
1977	136	85	167	24	412
1978	286	77	79	76	518
1979	463	99	142	71	775
1980	360	114	180	91	745
1981	591	163	81	223	1058
1982	661	225	172	209	1267
1983	1041	151	93	305	1600
1984	1467	130	177	141	1915
合計	5448	1044	1091	1163	8746

表-15 マスクマンテスト実施人数(1985年度)

単位:人

月	安管部	技術部	プル燃	転換部	濃縮	再処理	合計
4	9	14	19	3	19	46	110
5	1	9	2	2	11	50	75
6	2	3	6	12	2	26	51
7	3	0	7	3	11	55	79
8	5	0	30	0	1	154	190
9	0	16	5	2	0	88	111
10	6	29	11	1	8	69	124
11	4	5	8	2	7	46	72
12	5	0	22	5	9	54	95
1	0	4	13	0	21	151	189
2	0	5	36	6	12	105	164
3	4	0	6	8	0	41	59
合計	39	85	165	44	101	885	1319

表-16 マスクマンテスト実施人数(1986年度)

単位:人

月	安管部	技術部	プル燃	転換部	濃縮	再処理	合計
4	16	47	26	13	44	102	248
5	0	14	16	1	6	68	105
6	7	18	8	3	5	37	78
7	2	32	21	14	1	77	147
8	3	25	13	3	1	47	92
9	1	18	12	4	6	9	50
10	0	7	49	2	18	6	82
11	12	7	22	36	0	71	148
12	8	36	17	1	0	79	141
1	5	23	20	3	7	22	80
2	2	11	56	12	7	23	111
3	3	12	21	11	13	4	64
合計	59	250	281	103	108	545	1346

表-17 マスクマンテスト実施人数(1987年度)

単位:人

月	安管部	技術部	プル燃	転換部	濃縮	再処理	合計
4	19	41	65	13	23	43	204
5	2	19	3	2	1	13	40
6	3	25	4	11	4	143	190
7	0	22	18	2	0	155	197
8	3	38	3	0	4	53	101
9	1	15	19	3	0	9	47
10	4	91	40	1	10	0	146
11	8	48	46	19	0	104	225
12	4	25	18	6	1	34	88
1	5	32	2	17	4	22	82
2	2	67	32	32	23	0	156
3	0	24	23	1	16	8	72
合計	51	447	273	107	86	584	1548

表-18 マスクマンテスト実施人数(1988年度)

単位:人

月	安管部	技術部	プル燃	転換部	濃縮	再処理	合計
4	15	51	38	15	26	73	218
5	2	21	18	2	1	25	69
6	0	3	17	5	0	132	157
7	1	28	1	21	5	102	158
8	0	39	9	10	4	107	169
9	3	7	47	4	1	188	250
10	1	20	21	9	5	172	228
11	8	17	7	19	1	247	299
12	1	27	0	8	4	131	171
1	6	29	14	5	1	117	172
2	3	39	52	7	1	137	239
3	0	47	11	2	10	87	157
合計	40	328	235	107	59	1518	2287

表19 マスクマンテスト実施人数(1989年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	16	16	43	24	46	69	214
5	5	9	18	2	11	18	63
6	3	7	16	13	19	20	78
7	1	8	33	17	7	52	118
8	4	4	18	5	5	77	113
9	2	4	4	18	4	42	74
10	0	9	18	7	4	45	83
11	4	17	33	9	2	106	171
12	9	19	6	17	4	85	140
1	1	4	8	8	2	20	43
2	4	25	23	28	5	37	122
3	11	7	40	13	66	15	152
合計	60	129	260	161	175	586	1371

表-20 マスクマンテスト実施人数(1990年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	10	18	27	26	34	55	170
5	0	22	26	9	13	31	101
6	9	3	10	21	6	76	125
7	3	33	6	17	2	202	263
8	6	15	7	19	2	58	107
9	1	33	10	8	15	23	90
10	3	11	10	38	12	4	78
11	9	18	12	8	43	41	131
12	7	14	24	52	5	161	263
1	0	9	10	9	16	24	68
2	1	12	19	29	29	3	93
3	6	29	9	43	22	7	116
合計	55	217	170	279	199	685	1605

表-21 マスクマンテスト実施人数(1991年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	14	27	63	44	14	45	207
5	2	11	21	13	7	26	80
6	4	8	32	11	0	47	102
7	9	10	16	38	5	84	162
8	12	8	14	11	12	45	102
9	0	2	19	1	5	1	28
10	3	0	25	6	13	8	55
11	1	6	59	42	16	102	226
12	6	1	19	64	0	60	150
1	7	21	14	42	6	13	103
2	0	19	18	19	2	12	70
3	3	18	27	11	3	35	97
合計	61	131	327	302	83	478	1382

表-22 マスクマンテスト実施人数(1992年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	13	17	40	20	37	100	227
5	2	25	6	2	7	11	53
6	3	4	56	13	4	89	169
7	13	1	10	30	0	66	120
8	2	32	29	2	0	11	76
9	1	9	18	4	6	3	41
10	3	11	31	22	15	42	124
11	3	11	18	31	20	73	156
12	33	5	80	64	1	67	250
1	0	8	14	49	8	214	293
2	0	3	14	31	12	80	140
3	2	13	51	14	14	113	207
合計	75	139	367	282	124	869	1856

表-23 マスクマンテスト実施人数(1993年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	17	21	86	20	18	150	312
5	2	3	31	4	11	165	216
6	0	3	34	9	3	194	243
7	1	8	35	45	2	136	227
8	1	10	55	45	1	105	217
9	4	7	24	20	3	37	95
10	0	1	32	30	0	20	83
11	6	11	30	42	5	82	176
12	0	18	18	37	2	70	145
1	13	3	45	31	11	54	157
2	23	0	35	13	46	13	130
3	12	11	94	40	24	57	238
合計	79	96	519	336	126	1083	2239

表-24 マスクマンテスト実施人数(1994年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	19	13	158	17	24	63	294
5	6	6	64	12	3	11	102
6	13	16	166	13	17	45	270
7	13	18	181	64	5	148	429
8	6	12	115	132	2	31	298
9	7	19	119	25	2	49	221
10	14	33	169	20	5	86	327
11	23	13	136	39	21	197	429
12	20	14	136	44	3	112	329
1	4	23	111	44	29	79	290
2	28	14	102	38	21	59	262
3	17	15	204	56	31	39	362
合計	170	196	1661	504	163	919	3613

表-25 マスクマンテスト実施人数(1995年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	20	6	130	104	64	53	377
5	12	7	71	54	18	8	170
6	17	15	83	25	30	39	209
7	27	26	166	72	12	147	450
8	27	17	131	58	14	60	307
9	10	15	125	24	4	23	201
10	14	26	96	65	42	44	287
11	2	7	162	52	35	112	370
12	12	6	211	44	4	58	335
1	5	19	150	90	16	89	369
2	9	11	151	90	63	39	363
3	19	14	138	39	30	19	259
合計	174	169	1614	717	332	691	3697

表-26 マスクマンテスト実施人数(1996年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	11	28	96	50	19	44	248
5	6	7	79	54	23	12	181
6	15	15	126	55	14	63	288
7	27	14	95	66	3	164	369
8	4	26	141	45	6	94	316
9	15	15	83	48	7	26	194
10	9	6	72	24	4	30	145
11	6	46	118	60	10	152	392
12	17	38	172	53	8	222	510
1	7	14	112	122	6	98	359
2	12	21	107	81	35	90	346
3	5	9	162	109	20	49	354
合計	134	239	1363	767	155	1044	3702

表-27 マスクマンテスト実施人数(1997年度)

単位:人

月	安管部	再開部	プル燃	環施部	核開部	再処理	合計
4	29	11	124	117	21	45	347
5	17	40	60	48	23	6	194
6	9	34	73	121	17	33	287
7	29	13	120	98	9	38	307
8	8	5	88	69	10	44	224
9	15	34	85	25	0	80	239
10	20	24	137	66	9	61	317
11	34	12	81	158	10	94	389
12	15	17	133	156	19	79	419
1	11	37	133	53	26	115	375
2	15	39	158	107	27	137	483
3	18	56	98	119	24	147	462
合計	220	322	1290	1137	195	879	4043

表-28 マスクマンテスト実施人数(1998年度)

単位:人

月	安管部	運営部	プル(セ)	再処理(セ)	環境保(セ)	その他	合計
4	14	0	117	156	117	0	404
5	6	0	115	128	141	1	391
6	11	0	114	69	117	0	311
7	13	0	86	69	88	0	256
8	7	0	79	68	63	0	217
9	15	0	75	129	83	0	302
10	21	7	122	273	74	0	497
11	18	0	226	257	50	0	551
12	29	1	60	157	50	0	297
1	33	0	148	185	30	0	396
2	17	0	126	281	74	0	498
3	26	2	163	291	132	0	614
合計	210	10	1431	2063	1019	1	4734

表-29 マスクマンテスト実施人数(1999年度)

単位:人

月	安管部	運営部	プル(セ)	再処理(セ)	環境保(セ)	その他	合計
4	15	3	119	122	49	0	308
5	7	0	54	59	43	0	163
6	13	0	52	67	31	0	163
7	18	7	58	114	50	0	247
8	11	3	35	126	76	0	251
9	15	0	100	194	55	0	364
10	6	0	98	99	72	0	275
11	17	0	94	177	85	0	373
12	13	0	112	229	90	0	444
1	22	4	91	236	59	0	412
2	34	2	190	187	190	0	603
3	18	0	75	82	83	0	258
合計	189	19	1078	1692	883	0	3861

表-30 マスクマンテスト実施人数(2000年度)

単位:人

月	安管部	運営部	プル(セ)	再処理(セ)	環境保(セ)	その他	合計
4	26	4	163	227	74	0	494
5	25	0	99	208	40	4	376
6	17	36	185	180	105	0	523
7	58	38	105	120	92	0	413
8	24	2	120	115	123	0	384
9	15	0	74	89	77	0	255
10	15	0	80	51	50	0	196
11	14	22	119	140	54	0	349
12	30	43	128	96	49	0	346
1	29	19	165	117	48	0	378
2	22	51	196	184	112	0	565
3	26	7	193	176	144	0	546
合計	301	222	1627	1703	968	4	4825

表-31 マスクマンテスト実施人数(2001年度)

単位:人

月	放射線部	運営部	プル(セ)	再処理(セ)	環・保(セ)	その他	合計
4	7	0	114	122	102	0	345
5	9	2	44	22	103	0	180
6	16	0	37	134	128	0	315
7	7	0	46	275	119	0	447
8	4	0	42	160	65	0	271
9	13	3	88	128	55	0	287
10	21	0	93	80	50	0	244
11	17	3	63	128	207	0	418
12	27	0	98	124	83	0	332
1	32	0	44	218	123	0	417
2	23	0	167	170	91	0	451
3	26	0	88	75	60	0	249
合計	202	8	924	1636	1186	0	3956

表-32 マスクマンテスト実施人数(2002年度)

単位:人

月	放射線部	運営部	プル(セ)	再処理(セ)	環・保(セ)	その他	合計
4	26	0	85	102	26	0	239
5	6	0	56	20	35	0	117
6	8	1	22	116	24	0	171
7	25	0	72	206	16	0	319
8	7	0	13	159	25	0	204
9	16	1	34	103	23	0	177
10	15	0	60	105	26	0	206
11	4	0	49	79	64	0	196
12	31	0	75	135	25	0	266
1	28	1	81	189	52	0	351
2	37	1	145	151	37	0	371
3	61	0	45	57	27	0	190
合計	264	4	737	1422	380	0	2807

表-33 マスクマンテスト実施人数(2003年度)

単位:人

月	放射線部	運営部	プル(セ)	再処理(セ)	環・保(セ)	その他	合計
4	50	0	50	102	11	0	213
5	50	1	11	100	50	0	212
6	14	2	19	184	7	0	226
7	17	0	70	168	88	0	343
8	15	15	28	76	65	0	199
9	11	0	100	24	45	0	180
10	33	2	86	48	81	0	250
11	20	0	53	282	27	0	382
12	12	0	113	128	25	0	278
1	16	0	102	108	44	0	270
2	16	1	111	62	59	0	249
3	14	2	27	37	31	0	111
その他	188	0	722	888	163	0	1961
合計	456	23	1492	2207	696	0	4718

表-34 マスクマンテスト実施人数(2004年度)

単位:人

月	放射線部	運営部	プル(セ)	再処理(セ)	環・保(セ)	保安管	合計
4	14	0	60	39	40	0	153
5	5	0	12	3	12	1	33
6	3	0	31	37	29	1	101
7	32	0	37	194	9	3	275
8	15	0	51	133	15	1	215
9	29	0	53	105	18	0	205
10							
11							
12							
1							
2							
3							
合計	98	0	244	511	123	6	982

## 6. マスクマンテストにおける問題点

東海事業所放射線管理第一課では、これまで30年以上にわたりマスクマンテストを定常的に実施してきた。この期間に実施したマスクマンテストの延べ人数は6万人余りになる。この間テスト装置の改良及び2系列化、テストの性能向上、テスト手順の改善、新しいマスク及び防護具の性能試験等を進めてきた。しかしながら、まだテストを行う上で解決すべき問題点や考慮すべき事項があるのでそれらを以下に記す。

### (1) 面体内濃度のサンプリングについて

面体内からのサンプリングは、マスクの構造上排気弁にアダプター(測定治具)を取り付ける方法で行っている。

この方法は、被験者が一度体内に吸いこんで吐き出した呼気をサンプリングするため、NaCl粒子の体内沈着量がわからないと正しい漏れを評価できずマスクの漏れを正しく代表するものではない。

各種の報告によると呼吸した粒子の30%～50%は体内に沈着すると言われている。またサンプリングホース内の粒子沈着の影響も考慮する必要がある。

池沢（原研）<sup>10)</sup>らの報告によると、実験結果から呼吸系、サンプリング系の粒子沈着に伴う補正係数としてK=1.5（平均値）を採用している。

また、呼吸保護具性能評価法の報告書<sup>11～14)</sup>からも、現在実施しているテスト方法で漏れ率をより正確に評価するためには補正係数を考慮することが必要である。

### (2) サンプリングホースについて

排気弁にアダプター(測定治具)を取り付け、ビニールホースにより面体内をサンプリングしている現在の方法は、ビニールホース（長さ約70cm、直径約25mm）の重量がフィットネスに影響（マスクが下にずれる）すること、自由な模擬動作が妨げられること等、解決しなければならない問題がある。

現在、ビニールホースを軽く手で支えるようにして出来る限りフィットネスに影響しないようにしてテストを行っている現状である。

### (3) 受付方法の改善

業務の運営管理上、電話受付時間（9：00～9：30、13：00～13：30、16：30～17：00）を限定している。但し特別な場合や早急にテストしなければならない場合等は臨機応変に対応している。今後は円滑な方法を検討する。

(4) マスクマンテストの合理化

①テスト対応手順の合理化

現在実施しているマスクマンテストは、マスクの装着が初めての者、自分で正しくマスクを着用できない者に対してマスクの保安教育と装着指導を兼ねて行っていることから業務負担が過剰になっている。

業務負担を少なくするためには、マスク着用が初めての者、自分で正しくマスクを着用できない者に対して各作業担当課で適切な教育と装着指導を行うことを義務付け、作業者が自分で正しくマスクを装着できるようにすることが必要である。

②テスト業務の合理化

1975年度から現在（2004年9月）までに延べ人数で65,000人以上のマスクマンテストを行ってきた。これまでのテスト経験からマスク着用経験者はマスク装着を1回～2回実施することによりほぼ全員がマスクマンテストに合格すること。またマスク着用が初めての者でも適切な装着指導を行えば、正しくマスクを装着できるようになり容易にマスクマンテストに合格することが分かった。

以上の理由から、定常的にマスクマンテストを行わなくても各担当課室が責任を持ってマスクの装着教育・指導を行い、作業者が装着時に陰圧テストによるフィットネスの確認を確実に行うことでマスクマンテスト同様の安全（防護係数の確保）が充分担保されるものと推測する。

現在、マスクマンテストは従事者指定の条件とされているが、今後は従事者指定の条件から切り離して、マスク装着教育のトレーニング的位置付けにするよう検討する。

## 7. おわりに

東海事業所では、これまで約30年以上にわたり定的にマスクマンテストを実施してきた。本報告書は、これまで実施してきたマスクマンテスト装置の開発・整備の経緯、マスクマンテスト装置を用いて実施してきた防護具試験、マスクマンテスト人数の実績一覧、テスト実施における現状の問題点等についてまとめたものである。

ここ数年、年間のマスクマンテスト者数は、4000人を超えており現状で、特に2003年度は、型式検定マスクの導入に伴う新型マスクの試験等によりテスト者数は約5000人近い人数となり放射線管理第二課及び線量計測課からの応援を得て対応してきた。

現在、マスクマンテストは東海事業所の放射線管理基準等に基づき実施しているが、これまでのテスト実績・経験等を考慮してマスクマンテスト業務のあり方を見直し、安全を担保しつつ効率的な業務体系に改善する検討を進める必要がある。

## 8. 参考文献

- 1) 木下 瞳、鴨志田 強：“プルトニウム燃料開発施設における DOP を用いた HEPA フィルターの現場テスト” PNC TN841 71-09 (1971)
- 2) 橋熊 孝信、小林 保：“DOP を用いたマスクマンテストの結果と考察” 保健物理、Vol.8、p.33 (1973)
- 3) E.C.Hyatt, J.A.Pritchard and C.P.Richards : “Respirator efficiency measurement using quantitative DOP Man Test” Am,Ind,Hyg,Assoc,J,635,October.(1972)
- 4) British Standard Institute : “Respirator for protection against harmful dusts and gases” BS-2091(1969)
- 5) British Standard Institute : “Sodium chloride particulate test for respirator filter” BS-4400(1969)
- 6) 村田 幹生 他：“原研型防護マスク着用時性能試験装置の構造と特性” 保健物理、Vol.13、p.301 (1978)
- 7) 村田 幹生 他：“着用時における浄気式全面、半面マスクの防護性能” 保健物理、Vol.14、p.115 (1979)
- 8) 鴨志田 強 他：“NaCl エアロゾルによる防護マスクの装着試験” PNC TN841 80-59 (1980)
- 9) 関 昭雄、鴨志田 強：“東海事業所におけるマスクマンテストの結果と考察” —NaCl エアロゾルによる防護マスクの装着試験— PNC ZN844 85-30 (1985)
- 10) 池沢 芳夫 他：“全面マスクの防護性能の評価に関する実験” 保健物理、Vol.26, p.31 (1991)
- 11) 関 昭雄、鴨志田 強：“呼吸保護具性能評価法” (装置の構造と特性) PNC TN841 83-52 (1983)
- 12) 関 昭雄、鴨志田 強：“呼吸保護具性能評価法 (II)” —着用時における半面マスク及び全面マスクの防護性能— PNC ZN841 84-30 (1984)
- 13) 関 昭雄、鴨志田 強：“呼吸保護具性能評価法 (III)” —性能評価試験方法の検討と各種保護具の防護性能— PNC ZN841 85-18 (1985)
- 14) 関 昭雄、鴨志田 強：“呼吸保護具性能評価法 (IV)” —各種呼吸保護具の防護性能と着用者への生理的影响— PNC ZN8440 86-20 (1986)