

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 2001. 6. 6

[技術情報室]

通話装置付放射線作業用半面マスク の製作及び特性試験

1990年1月

動力炉・核燃料開発事業団
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)
2001



通話装置付放射線作業用半面マスクの製作及び特性試験

筆者氏名 都所 昭雄* 関 昭雄**
赤津 康夫* 大西 俊彦*
福留 克之* 遠藤 邦明*

要 旨

放射線作業時の呼吸保護具として半面マスクが広く用いられているが、これを着用した状態においても作業者間の会話による意志伝達が十分となるように、通話機能を付加した通話装置付半面マスクを製作し、実際の作業環境中において通話状況を評価するための試験を実施した。その結果、既存の半面マスクに比べて音量度、明瞭度ともに、通話装置半面マスクの方が優れていることが確認できた。また、マスクマンテストの結果も良好であり防護性についても問題のないことを確認した。

放射線作業時に、本通話装置付半面マスクを使用することにより、作業者間の意志伝達が確実となり、作業を進める上での安全性が向上するものと考えられる。

* 安全管理部 放射線管理第一課

** 安全管理部 核燃料サイクル工学研修室

目 次

1. はじめに	1
2. マスクの構成	2
3. 仕様	5
4. 通話装置付半面マスクの試験	6
4.1 方法	6
4.2 結果	6
4.2.1 現場居室における試験	6
4.2.2 現場作業環境における試験	7
4.2.3 排気室における試験	10
4.2.4 グリーンハウスにおける試験	10
4.2.5 電話及びページングによる試験	11
4.2.6 無線機に接続しての試験	12
4.2.7 その他試験でわかったこと	12
5. 評価	13
6. 今後の課題	14
7. 謝辞	15
参 考	16
付 録	17
1. マスク試験	17
1.1 マスクマンテスト	17
1.2 試験方法	17
1.3 結果	17
2. メーカー試験	18
1) 気密試験	18
2) 洩れ試験	19

1. はじめに

原子力施設で放射線作業時に用いられている呼吸保護具である半面マスクは管理区域内で一般的に広く用いられており、プルトニウム燃料施設においても呼吸保護具としては、半面マスクの使用が大半を占めている。半面マスクは、口と鼻の部分を覆った形で使用されるため、会話を必要とする時に音声は面体の中にももり明瞭度が悪くなり、会話による意志の伝達に支障を来たしていた。特に半面マスクを着用しての電話及びページング装置の使用では会話の内容が聞き取りにくく、また、半面マスクを着用してのグローブボックス作業及び関連する工事中における作業者間の会話及び作業指揮者の指示内容が聞き取りにくい点が問題となっていた。そこで半面マスクを着用したままで、未着用時の会話と同等の明瞭度が得られ、さらに密着性についても従来の半面マスクと同等である通話装置付の半面マスクの製作に着手した。

本報告書は、製作した通話装置付半面マスクの試験結果についてまとめたものである。

2. マスクの構成

通話装置付半面マスクは、マスク本体、拡声器、付属品（ベルト）で、構成されている。

本マスクは、従来の半面マスクの排気弁の部分に Fig. 1 に示すマイク部・排気弁結合装置を取り付けたものである。このマイク部・排気弁結合装置によりケーブルを介して拡声器へ音声信号を伝達し、拡声器で増幅された音声をスピーカーにより出力する。音声増幅の原理を Fig. 2 に示す。本マスクの外観を Fig. 3 に、着用状態を Fig. 4, Fig. 5 に示す。

なお、本通話装置付半面マスクの面体及びフィルターは、既存のものを加工等せずに、そのまま使用できる。

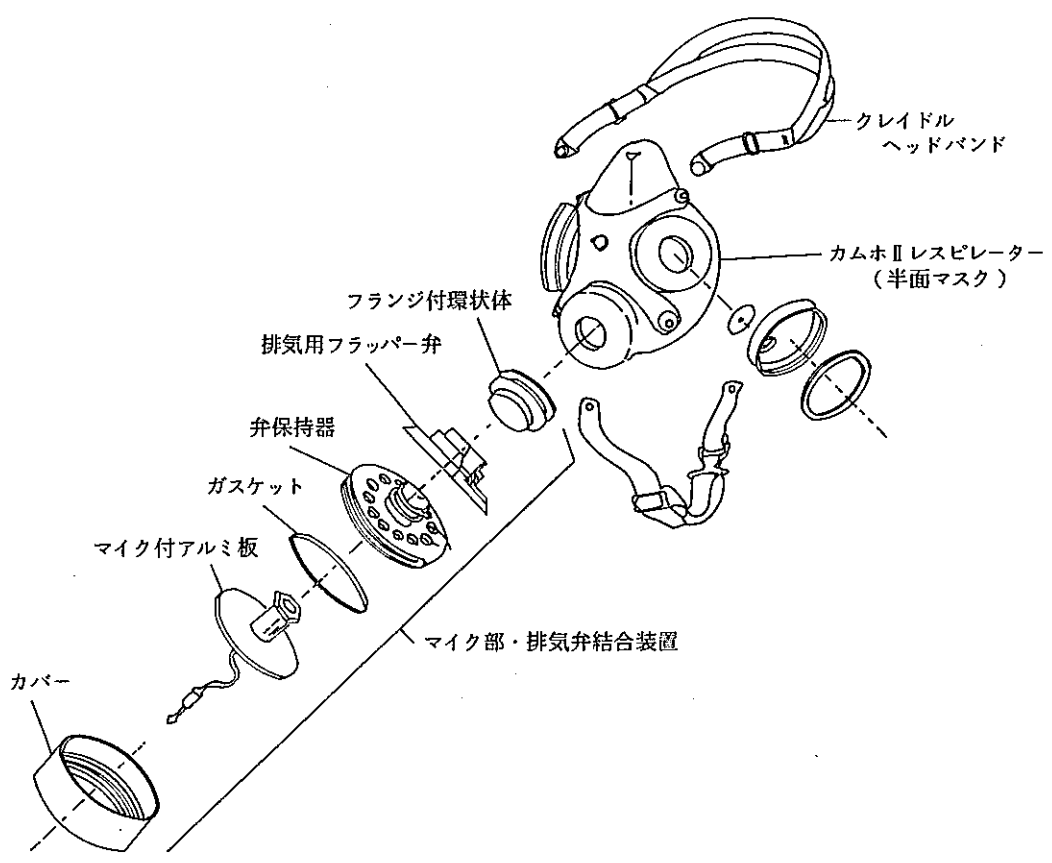


Fig. 1 通話装置付半面マスク

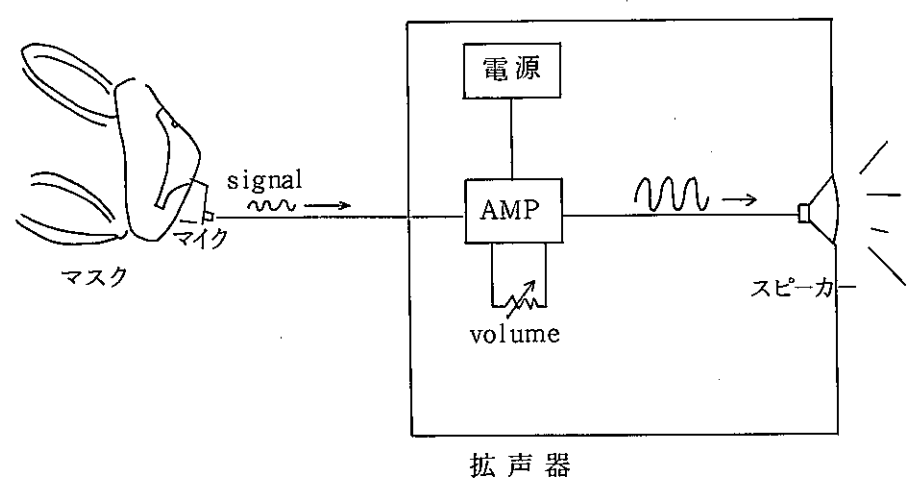


Fig. 2 音声増幅の原理

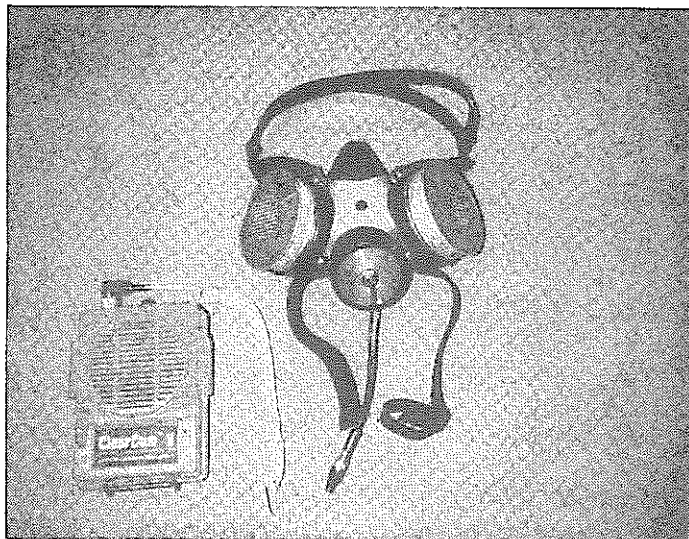


Fig. 3
通話装置付半面マスクの外観



Fig. 4
通話装置付半面マスク着用状態
(正面)

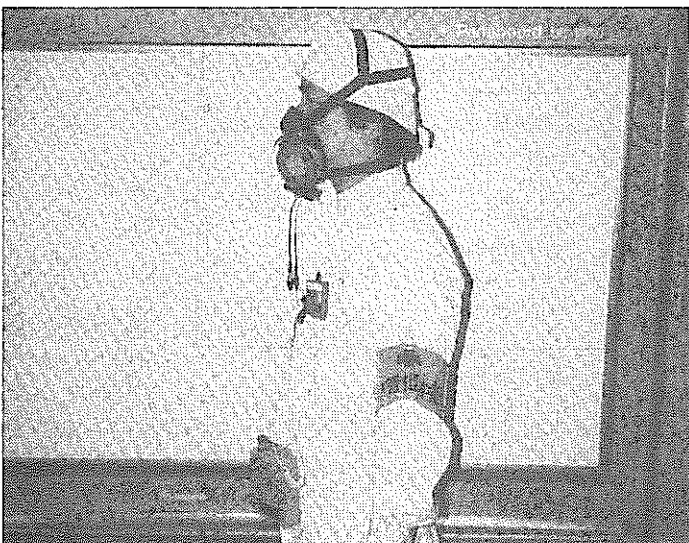


Fig. 5
通話装置付半面マスクの着用状態
(側面)

3. 仕 様

通話装置付半面マスクの仕様を表 3.1 に示す。

表 3.1 通話装置付半面マスクの仕様

項 目		仕 様
マ イ ク		インピーダンス 1 k Ω ϕ 10 × 30 mm 感度 65 dB
増 幅 部	ス ピ ー カ	最大音圧レベル 95 dB (3 m)
	ケ ー ブ ル	カールケーブル 約 1 m
	電 源	アルカリ乾電池 9 V 1 個 寿命 約 4 時間 (連続)
寸 法 ・ 重 量		3.5 × 5 ^{3/16} × 1 ^{3/8} インチ 12 1/2 オンス
付 属 品		拡声器固定用ベルト

4. 通話装置付半面マスクの試験

プルトニウム燃料開発施設の管理区域内において、本通話装置付半面マスクを実際に着用して、その通話状況についての試験を実施（平成元年3月22日）した。

4.1 方法

通話状況の評価にあたっては、表4.1に示すように音量度と明瞭度のそれぞれについて5段階の基準を設けてランク付けをし、既存の半面マスクとの比較を行った。

試験場所については、プルトニウム燃料施設内の騒音環境の中で騒音レベルの異なる代表性のあるところを選び、グローブボックスの有無やグリーンハウスの内外等試験者間に障害物を介して試験を実施した。

表4.1 音量度、明瞭度の評価基準

音量度	会 話 の 声	明 瞭	会 話 の 声
5	非常によく聞こえる	5	はっきりとよくわかる
4	よく聞こえる	4	よくわかる
3	聞こえる	3	わかる
2	少し聞こえる	2	少しわかる
1	まったく聞こえない	1	まったくわからない

4.2 結果

4.2.1 現場居室における試験

- 場所 プルトニウム燃料第一開発室
放射線管理室（R-138）
- 条件
 - ・試験者相互の距離 2 m
（各種作業における作業員間の平均的な距離を2 mとした。）
 - ・通話装置付半面マスク着用者 1名
聴取者 2名
 - ・室内の騒音レベル 55 dB (A)
 - ・半面マスク着用者の発声 ごくふつうの音量 60 dB (A)
（これについては以下の試験でも同じ）
- 結果 放射線管理室における試験結果を Fig. 6 に示す。

既存の半面マスクでは、明瞭度が一番下の“1まったくわからない”となっている。但し、ふだんよく耳にする言葉だと理解できることがあった。また、既存の半面マスクで会話の内容が理解できるようになる距離は、約0.8 mであった。

通話装置付半面マスクは、明瞭度・音量度とも“5”となり、既存の半面マスクに比べて、非常に良い結果が得られた。

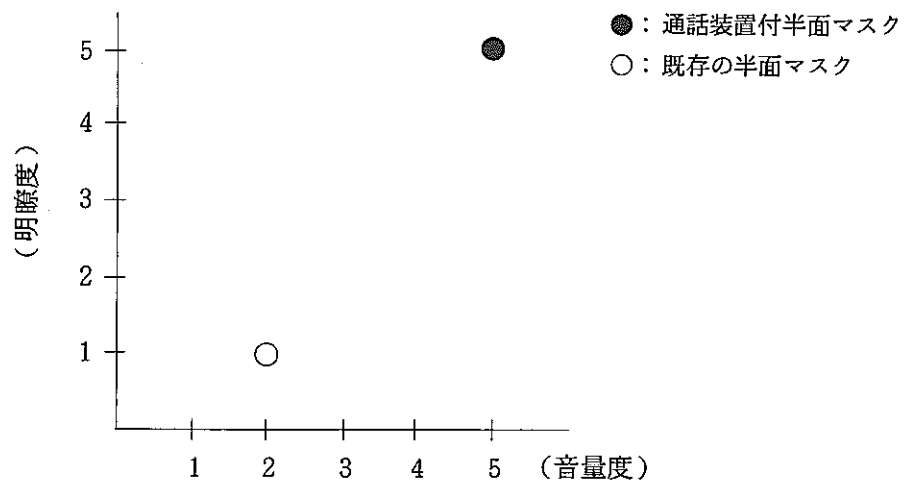


Fig. 6 明瞭度と音量度の関係
(放射線管理室における試験)

4.2.2 現場作業環境における試験

- 場所 プルトニウム燃料第一開発室
セラミック室 (R-125)
- 条件
 - 試験者相互の距離 2 m
 - 通話装置付半面マスク着用者 1名
聴取者 2名
 - 室内の騒音レベル 60 dB (A)
 - 試験者間の障害物
 - 障害物がない場合
 - グローブボックスが1列ある場合
 - グローブボックスが2列ある場合

◦ 結果

① 試験者間に障害物がないとき

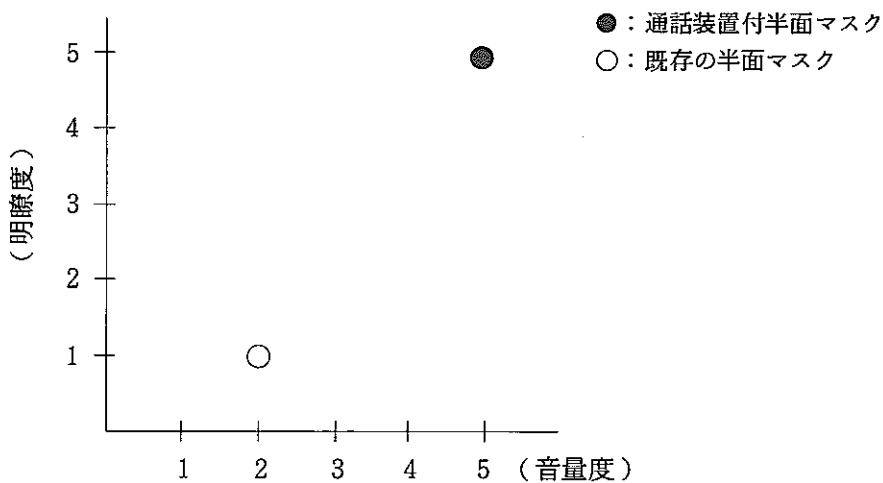


Fig. 7 試験者間に障害物がないとき

② グローブボックスを1列へだてているとき

Fig. 8 に示すように、R-125 において、グローブボックス G 104 を1列へだてた状態で試験したところ、その通話状況は、十分良好であることがわかった。これに対して、既存の半面マスクは不可であった。

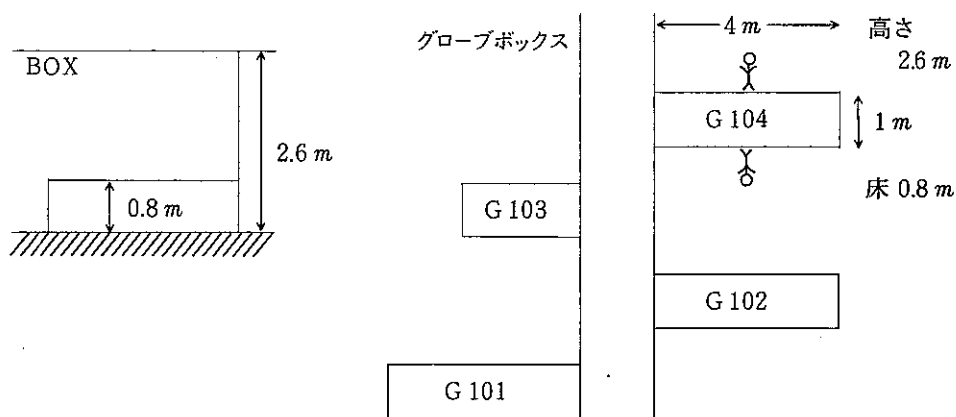


Fig. 8 測定位置

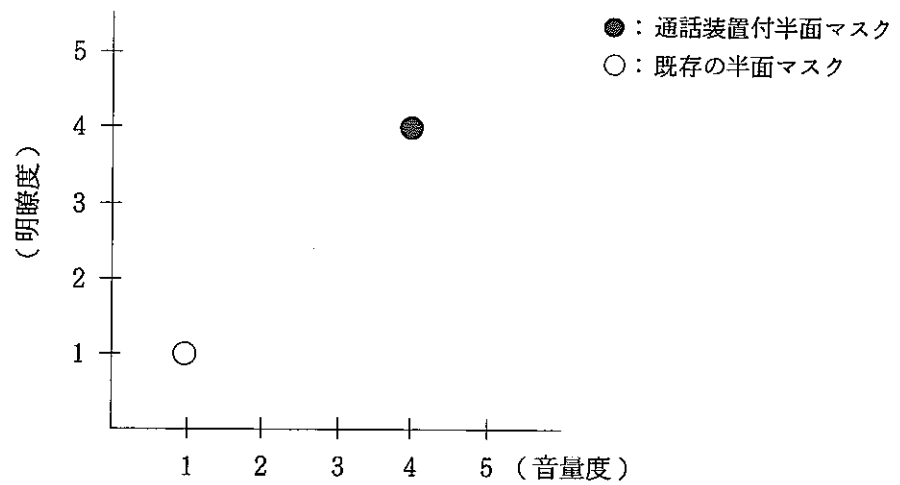


Fig. 9 グローブボックスを1列へだてているとき

③ グローブボックスを2列へだてているとき

Fig. 10 に示すように、グローブボックスG104とG106の2列をへだてた状態においても、その通話は、可能であるという結果が得られた(Fig. 11)。

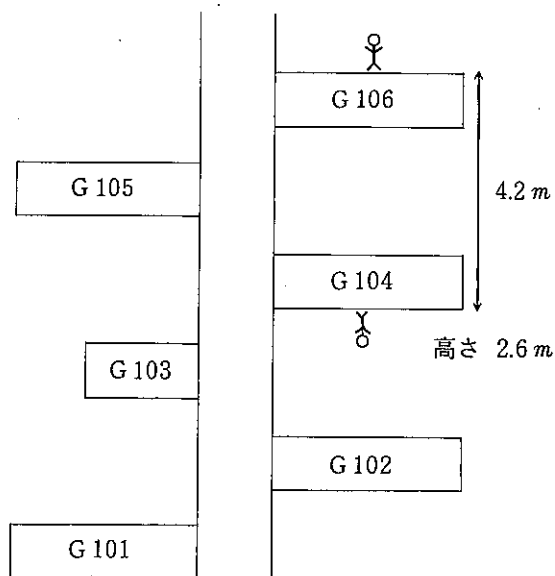


Fig. 10 測定装置

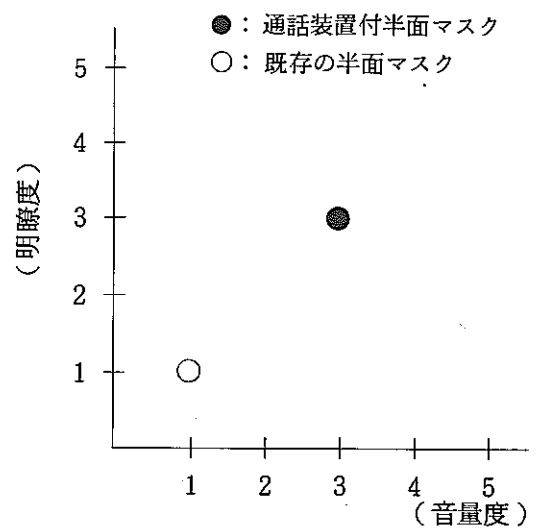


Fig. 11 グローブボックスを2列へだてているとき

4.2.3 排気室における試験

- 場所 プルトニウム燃料第一開発室
排気室 (R-225)
- 条件
 - ・試験者相互の距離 2 m
 - ・室内の騒音レベル 87 dB (A)
 - ・通話装置付半面マスク着用者 1名
聴取者 2名
- 結果 排気室における試験結果を Fig. 12 に示す。

排気室は、室内の騒音レベルが非常に高いため、通話装置付半面マスクにおいてもその明瞭度は、一番下の“1”であった。この場合、試験者間の距離を2 mから1.3 mにすると、明瞭度・音量度とも“3”となり会話可能な状態となった。

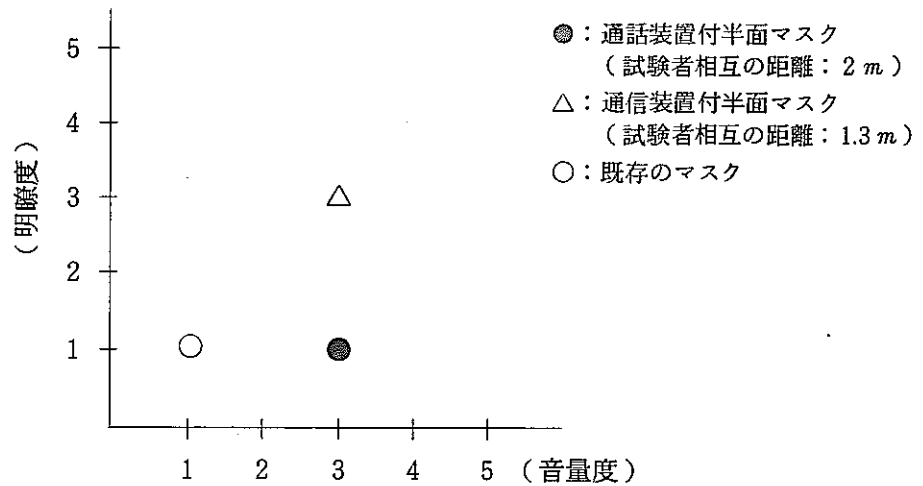


Fig. 12 排気室における試験

4.2.4 グリーンハウスにおける試験

- 場所 プルトニウム燃料第一開発室
高温物性室 (R-232)
- 条件
 - ・グリーンハウス

グローブボックスの撤去作業のために設営していたものを使用	
材質	透明酢酸ビニール
	: 厚さ 0.3 mm 1重
 - ・試験者相互の距離 2 m
 - ・通話装置付半面マスク着用者 1名
聴取者 2名

・室内の騒音レベル 67 dB (A)

○結果 Fig. 13 に示すように、通話装置付半面マスクの着用者がグリーンハウスに入り、聴取者がグリーンハウスの外にいる状況で試験を行った。その結果、Fig. 14 に示すように、通話装置付半面マスクは、会話が十分可能であることがわかった。

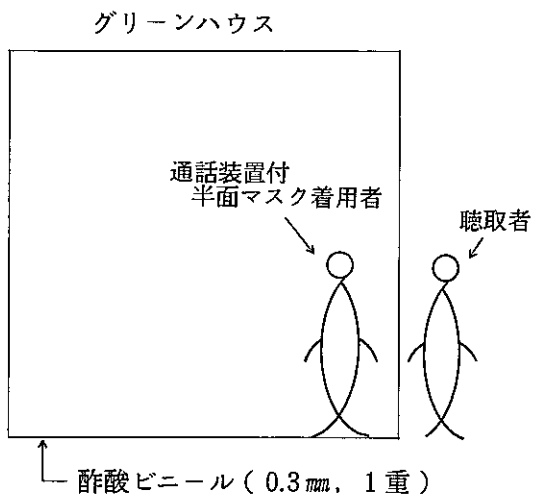


Fig. 13

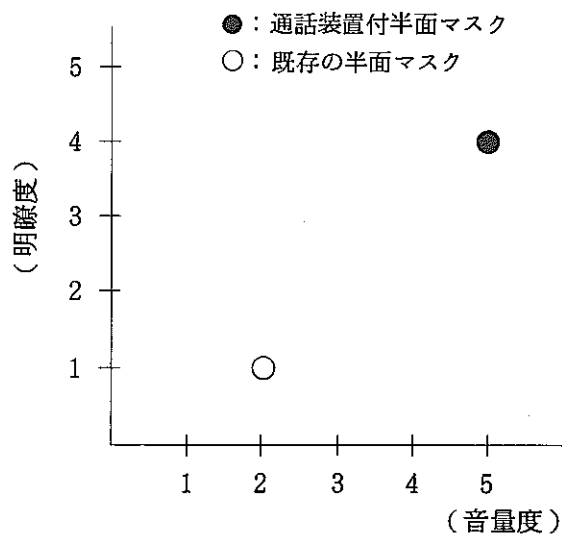


Fig. 14 グリーンハウスでの試験

4.2.5 電話及びページングによる試験

○場所 プルトニウム燃料第一開発室

放射線管理室 (R-138) と居室 (R-103) 間

○条件 ・受話器は、通常どおり耳にあてる。

・拡声部 (スピーカ) は、腰ベルトに付けた状態とする。

○結果 電話による試験結果を Fig. 15 に示す。試験は、腰ベルトに付けた拡声部を、正面に向けた状態で行った。

その結果、拡声部を受話器の方に向けると、明瞭度が1ランクよくなった。なお、ページングによる試験結果は、電話による試験結果と同等であった。

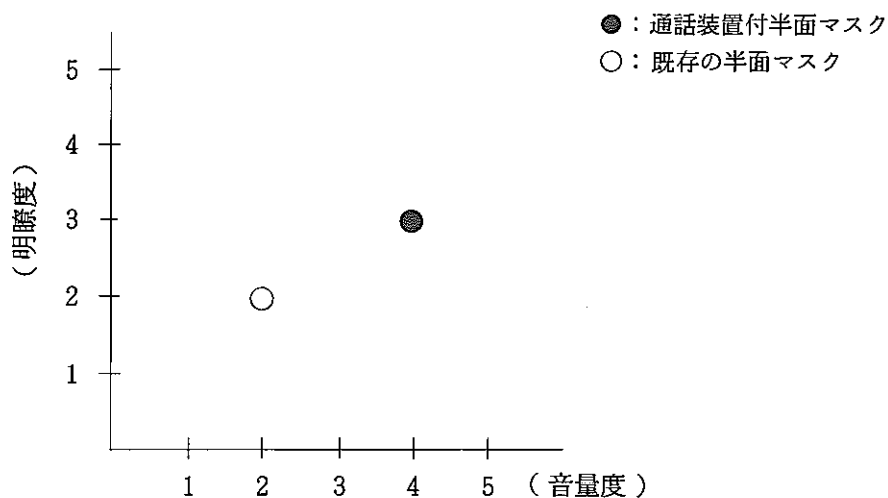


Fig. 15 電話による試験

4.2.6 無線機に接続しての試験

通話装置半面マスクの拡声部の代わりに、撤去作業等で使われる無線機を接続してテストを行った。通常、無線機には、咽喉マイクを接続して使用しているが、この咽喉マイクの代りに通話装置付半面マイク（マイクロフォン部分）を接続した。

その結果、本半面マスクの場合は、咽喉マイクに比べて“ザー”とした雑音が若干入るが、気になるほどではなく、実際上は問題なく使用できる。（使用した無線機：日本無線 JBC-311）

4.2.7 その他試験でわかったこと

- ① 拡声部のボリュームを50～60%にすると音声割れ、ハウリングが起りやすいという現象がみられた。
- ② 障害物がない場合で、その会話の内容が明瞭にききとれる限度の距離は、およそ20mであった。（プルトニウム燃料第一開発室 廊下で実施、騒音レベルは 65 dB (A)）
- ③ 無線機に接続しての使用が可能であった。（日本無線 型名 JBC-311）

5. 評 価

試験は、場所については、プルトニウム燃料施設内の騒音環境の中で代表性のあるところを選び、また、作業上からは作業者間の距離を2m、グローブボックスがあるとき、グリーンハウスの内外のときなど、なるべく実作業に近い状況を想定して行った。その結果、既存の半面マスクは、音量度・明瞭度とも1～2ランクであったのに対して、通話装置付半面マスクの方は、概ね3～5のランクであり、2ランク程優れていることを確認した。

本通話装置付半面マスクマンテストについては、通常のテスト項目以外にいくつかの会話も加えて行ったが、被験者全員とも合格し、良好であることを確認した(付録参照)。

以上のように、本通話装置付半面マスクは、半面マスクを着用しての会話に際して非常に有効であり、作業者間の指示、確認等の意志伝達が確実となり、これによって作業が円滑になるとともに、作業の安全性が向上するものと考ええる。

最後に、本通話装置付半面マスクを着用しても、積極的な会話を勧めるものではなく、作業に先立って作業方法、手順等について十分な打合せ等を行い、作業途中の会話は最小限となるように作業を進める必要があると考える。

6. 今後の課題

通話装置付半面マスクは、従来の半面マスクに通話機能を付加することにより、半面マスクがかかっていた会話に係る問題点を解決し、会話がスムーズに行えるようになり、大きな効果があることがわかった。しかし、以下のような改良すべき点もいくつかあり、今後、検討する必要がある。

- ① 4.2.7 ① で述べた音声割れ、ハウリングの対策
- ② 本装置の拡声部の機能がボリューム調整のみであるため、音質等の調整を付加し拡声機能の向上を図る。
- ③ 本装置は拡声部とマスクをコードで継ぎ、また、拡声部が若干大きいため、従来の半面マスクに比べ作業性が悪い。そのため、通話装置のコードレス化、拡声部の小型・軽量化、マスクと通話装置の一体化を検討する必要がある。

7. 謝 辞

本半面マスクの製作及び気密試験・洩れ試験の実施に際し、MSA ジャパン(株) に協力をいただき、また、マスクマンテストの際には放射線管理第一課員の協力をいただき、関係各位に深く感謝いたします。

参考：各施設の作業環境における騒音測定結果

測定器：リオン社製 NA-09

測定者：大西，福留，遠藤

測定年月日：平成元年4月13日

測定位置：床上 1.5 m

施設名	部屋名	測定値 (dB(A))
プルトニウム廃棄物 処理開発施設	排気室	85 ~ 89
	前処理室	70
プルトニウム燃料 第二開発室	フィルター室	70
	排気室 (排気モニタのサンプリング付近)	88
	仕上室	68
	炉室	61
	粉末調理室	60
	充填・除染・溶接室	60
	化学分析室	67
プルトニウム燃料 第三開発室	放射線管理室	69
	測定室	69
	排気室	85
	品質管理室	66

付 録

1. マスク試験

1.1 マスクマンテスト

呼吸防護具を着用している時に各種の原因によって生ずる「もれ率」を定量的に測定するため、放射線管理第一課でマスクマンテストを実施している。

マスク着用時のもれ率は、着用者の顔の大きさ、着用経験、マスクの種類、マスクのサイズ、作業動作、マスクの着用方法等によって変化する。このため、マスクマンテストを実施してマスクと顔の密着性を確認している。

マスクテストの合格基準は、もれ率5%以下であり、計算式は次の通りである。

$$\text{もれ率} = \frac{\text{マスク内 NaCl 粒子濃度}}{\text{チャンバー内 NaCl 粒子濃度}} \times 100 (\%)$$

マスクマンテスト装置の構成を Fig. 17 に示す。

1.2 試験方法

マスクマンテストでは、マスクを着用した状態で1)～5)の5項目について、予備テスト、本テストの2回を実施している。その他、今回は放管員が通常よく使う言葉として6)～11)の発声も行った。

- 1) 静止
- 2) 首を左右に振る
- 3) 頭を上下に振る
- 4) 顔をしかめる
- 5) 50音を話す
- 6) 手足のサーベイをしよう
- 7) モニターの電源をONにして下さい
- 8) ポート部の線量率を測定しよう
- 9) エアースニッフャ汚紙を回収しよう
- 10) スミヤ汚紙を準備して下さい
- 11) そこのガムテープを取って下さい

なお、今回、通話装置付半面マスクのマスクマンテストを6名の被試験者について実施した。

1.3 結果

マスクマンテストの予備テスト、本テストの結果は表1、表2に示す通りいずれも、もれ率5%以下で良好であった。

表1 マスクマン予備テスト結果

(数値はもれ率(%)である。)

動作	A	B	C	D	E	F
静止	0.01	0.14	0.15	0.01	0.02	0.21
首を左右に振る	0.08	0	0.07	0.04	0.01	0.02
頭を上下に振る	0.52	0	0.06	0.02	0.01	0
顔をしかめる	3.09	0.57	0.06	0	0.02	0.06
50音を話す	2.22	0.08	0.06	0.02	0.02	0.03

表2 マスクマン本テスト結果

(数値はもれ率(%)である。)

	A	B	C	D	E	F
もれ率	1.03	0	0.09	0.08	0	0

その他、1.2の6)～11)の発声によるマスクマンテストも基準値以下の結果を得た。

2. メーカー試験

メーカーで通話装置付半面マスクの気密試験及びマイク部・排気弁結合装置の洩れ試験を実施し、良好な結果を得た。以下に試験の概要を示す。

1) 気密試験

試験装置の構成は、試験用人頭、デジタルマンメーター、アスピレーターバルブ、タイマーである。

試験方法は、以下の手順で行われた。

- ① 通話装置付半面マスクのカートリッジホルダーをストッパーで塞ぐ。
- ② 半面マスクを人頭に当て、鼻梁部及びアゴ部を治具で押える。
- ③ アスピレーター・バルブによりマンメーターが $-120 \sim -130 \text{ mm H}_2\text{O}$ になるまで面体を負圧にする。
- ④ 圧力が1分間で初期値から $10 \text{ mm H}_2\text{O}$ 以上、下がらないことを確認する。

○ 試験結果

試験前 $123.7 \text{ mm H}_2\text{O}$ が試験開放1分後、 $119.4 \text{ mm H}_2\text{O}$ で変移 $4.3 \text{ mm H}_2\text{O}$ であった。

2) 洩れ試験

試験装置の構成を Fig. 16 に示す。

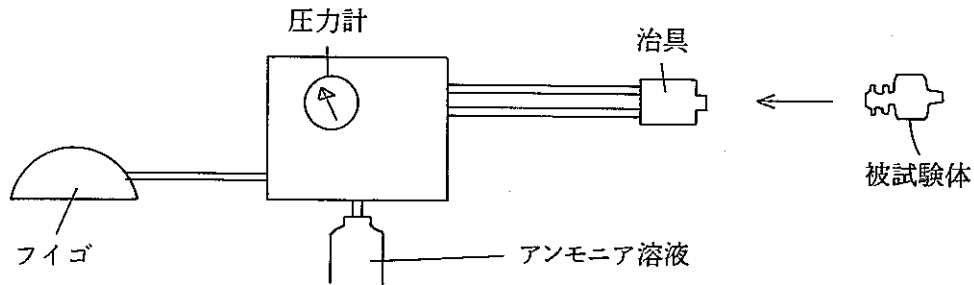


Fig. 16 アンモニア・フェノールフタレイン式リークテスター

試験方法は、以下の手順で行われた。

- ① Fig. 1 のマイク部・排気弁結合装置のマイク付アルミ板をはずし、マンテスト用アダプターを組み込む。
マンテスト用アダプターのサンプリング取り出し口はゴム栓等で塞ぐ。また、排気用フロッパー弁は取りはずし、排気孔をストッパーで塞ぐ。
- ② ①の被試験体を、アンモニア・フェノールフタレイン式、リークテスターの治具に取り付ける。
- ③ 被試験体の表面全体をフェノールフタレイン溶液で浸したテスト用布で、しっかりと被う。
- ④ テスターのフイゴを用いて、アンモニア水溶液の入った容器を通すことにより、被試験体内部に、アンモニア含有空気を圧送し、 $150\text{ mm H}_2\text{O}$ の圧力をかける。

・判定

試験の結果、テスト用布の変色がなく良好であった。

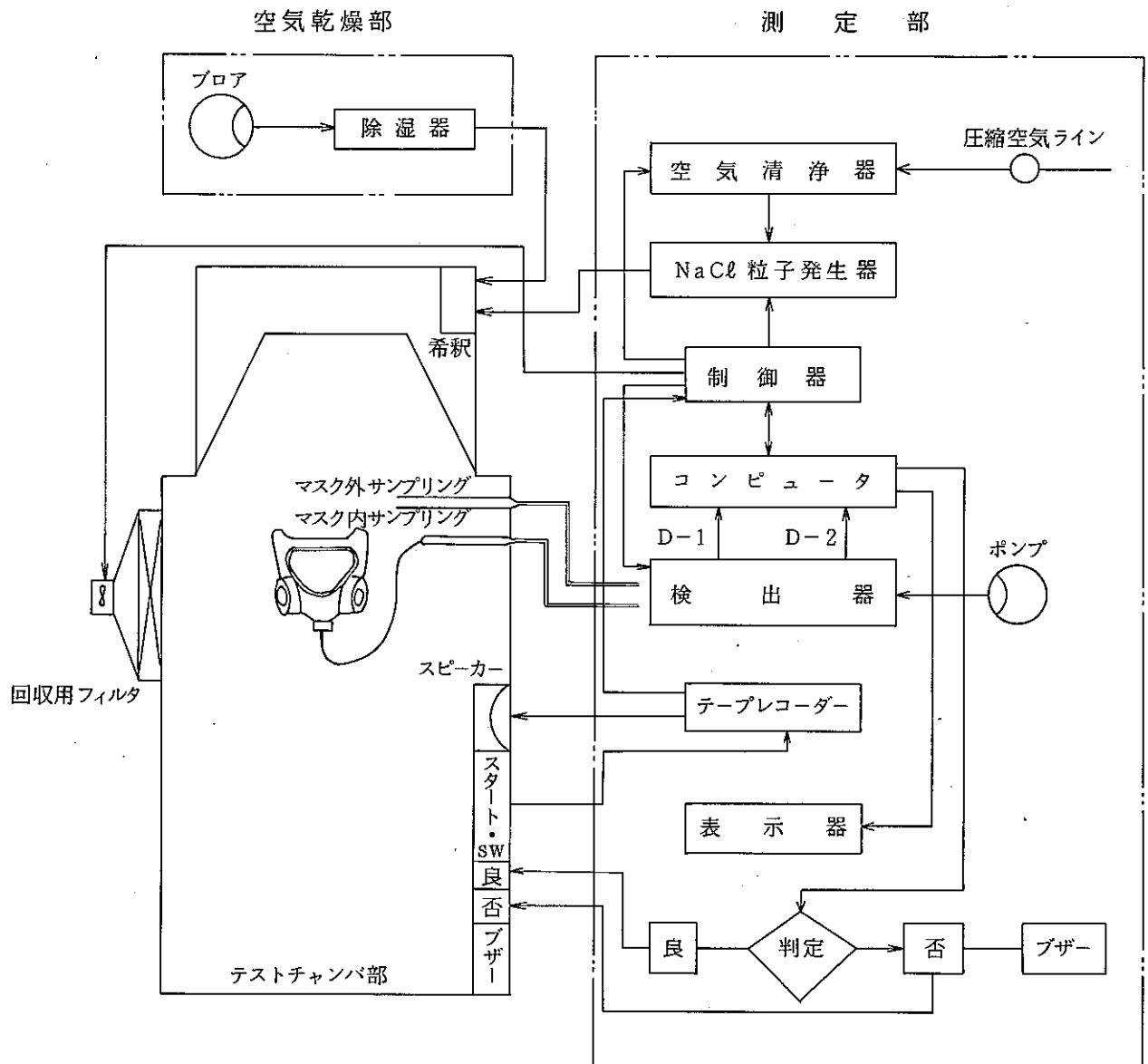


Fig. 17 マスクマンテスト装置の構成